

FANUC Series Oi-MODEL F Plus

車床系統 操作說明書

B-64694CT-1/01

- 本說明書的任何內容不得以任何方式複製。
- 本機的外觀及規格如需改良而變更，恕不另行通知。

本說明書中所載的商品，受到日本國《外匯和外國貿易法》的限制。從日本出口該商品時，可能需要日本國政府的出口許可。

另外，將該商品再出口到其他國家時，應獲得再出口該商品的國家的政府許可。此外，某些商品可能還受到美國政府的再出口法的限制。若要出口或再出口該商品時，請向我公司洽詢。

本說明書所記載的商品係於嚴格的品質管控下製造，當預測到本商品的故障會導致重大事故或者損失時，請對安全進行充分考慮。

我們試圖在本說明書中盡可能描述諸多的情況。

然而，要在本說明書中注明所有禁止或不能做的事宜，需要佔用說明書的大量篇幅，所以本說明書中沒有一一列舉。

因此，對於那些在說明書中沒有特別指明可以做的事，都應解釋為“不可”。

本說明書中記載有我公司商品以外的程式名稱和設備名稱，它們包含在各製造商的註冊商標中。

但是，正文中在某些情況下並沒有標注®以及™標記。

安全使用須知

為了更加安全地使用 CNC 裝置附帶的機械(以下簡稱“機械”)，“安全使用須知”描述與 CNC 裝置相關的安裝注意事項。使用者所使用的某些 CNC 裝置雖然沒有相對應的功能，但已經標上了該項注意事項，用戶在閱讀時可以忽略。有關機械的安全注意事項，請參閱機械製造商提供的說明書。凡是編寫機械程式和進行機械操作的作業人員，必須在充分理解機械製造商提供的說明書和本說明書的內容後再使用。

警告、注意和註釋

本說明書描述了保證操作人員人身安全以及防止機械損壞的有關安全的注意事項，並根據它們在安全方面的重要程度，在正文中標為“警告”和“注意”。

有關的補充說明標為“註釋”。

在使用之前，必須熟讀這些“警告”、“注意”和“註釋”中所敘述的事項。

警告

適用於：若操作錯誤，有可能導致操作人員死亡或受重傷。

注意

適用於：若操作錯誤，有可能導致操作人員受輕傷或者損壞設備。

註釋

適用於：警告或注意以外的補充說明。

- 請仔細閱讀本說明書，並加以妥善保管。

一般警告和注意

警告

- 在實際加工工件時，不可以立即運轉機械，應藉由試運行來確認機械的動作狀態，如使用單節程式、進給速度倍率、機械鎖定等功能，或在沒有安裝刀具和工件之情形下進行運轉程式。如果不能肯定機械運轉正常，會因為機械預想不到的運轉而損壞工件或者機械，或導致操作人員受傷。
- 機械運轉之前應認真檢查是否已經正確輸入想要輸入的資料。
使用不正確的資料運轉機械，會因為機械預想不到的運轉而損壞工件和機械，或導致操作人員受傷。
- 要確保進給速度與打算進行的操作相適應。一般地講，每台機械其最大進給速度受到限制。根據運轉內容的不同，最佳速度也不同，請依照機械說明書執行。
如果機械運轉的速度不正確，會給機械帶來預想不到的負荷，從而損壞工件和機械，或導致操作人員受傷。
- 當使用刀具補償功能時，請充分確認補償方向和補償值。使用不正確的資料運轉機械，會因為機械預想不到的運轉而損壞工件和機械，或導致操作人員受傷。
- 製造商已經設置了 CNC 和 PMC 參數的最佳值，一般情況下不必改變。然而，在迫不得已必須改變參數時，在改變前，必須弄懂該參數的功能。
如果參數設置不正確，則會因為機械預想不到的運轉而損壞工件和機械，或導致操作人員受傷。

注意

- 接通電源後，在位置顯示畫面或報警畫面顯示在 CNC 裝置的畫面上之前，不要觸摸 MDI 單元上的任何按鍵。MDI 單元上的某些鍵是為維護或別的特殊操作而設置的，按壓這些鍵中的任何一個，都會使 CNC 處於預想不到的狀態，在這種狀態下啟動機械有可能導致機械預想不到的運轉。
- 操作說明書說明 CNC 裝置具備的全部功能，其中包括選定功能。應注意的是，所選的選定功能將隨著機械型號不同而不同。因此，說明書中所載的有些功能不能使用，用戶應事先確認機械的規格。
- 某些功能可能是按機械製造商的要求提供的。當使用這些功能時，關於使用方法和注意事項，請參閱機械製造商提供的說明書
- 液晶顯示幕使用非常精密的加工技術製作而成，但是由於其特性，有時會存在圖元欠缺或始終點亮的圖元。但是這並非故障，請予諒解。

註釋

程式、參數和巨集變數都存儲在 CNC 裝置內部的永久性記憶體中。通常，即使接通/斷開電源，存儲內容也不會遺失。但是，有時會因為不注意而將這些資料刪除掉，或者在修復故障時，需要清除永久性記憶體中的全部資料。

為避免發生上述情況的發生，確保被刪除資料的迅速恢復，應將這些資料製成備份並妥善保管起來。

存儲加工程式的永久性記憶體中，寫入次數受到限制。

在每次加工均需從上位電腦自動下載加工程式等需要頻繁反覆進行加工程式之登錄或刪除時，請務必使用“高速程式管理”。

“高速程式管理”中，在進行程式的登錄、變更或刪除時，不會向永久性記憶體進行保存。

與程式設計有關的警告和注意

下面敘述與程式設計有關的主要安全注意事項。

在程式設計時，請仔細閱讀操作說明書，充分理解裡面的內容。

警告**1 坐標系設定**

如果坐標系的設定不正確，即使程式的移動指令正確，也會導致機械預想不到的運轉。

這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

2 用非直線插補法定位

當用非直線插補法定位時（即在起點和終點之間採用非線性運動定位方式），在進行程式設計之前，必須仔細確認刀具的路徑。

由於定位是在快速移動下進行的，如果刀具與工件相碰，就會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

3 旋轉軸動作的功能

編寫極座標插補或法線方向控制等的程式時，應格外注意旋轉軸的速度。程式編得不合適，會使旋轉軸的速度變得過快，或由於工件的安裝方法不當，工件因離心力而脫落。

這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

4 英制/公制轉換

由英制輸入轉為公制輸入，或由公制輸入轉為英制輸入，並不轉換工件原點補正值、各類參數和當前位置等單位。因此，在運行機械之前，必須充分確認這類資料的單位。如果用錯誤的資料進行操作，會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

5 周速恒定控制

在周速恒定控制中周速恒定控制軸的工件坐標系的當前位置接近原點時，主軸的速度會變得過快，因此，必須正確指定最大轉速。如果沒有正確指定最大轉速，就會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

6 行程檢查

對於需要進行手動參考點返回的機械，在接通電源後，務須進行手動參考點返回。在手動參考點返回之前，行程檢查處於禁用狀態。注意，在行程檢查處於禁用的狀態下，即使行程超出限制，也不會有報警發出，因而會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。

7 路徑間干涉檢查（T 系列）

路徑間干涉檢查是根據在自動運行期間所指定的刀具資料進行的。如果指定的刀具與實際使用的刀具不一致，就不能正確進行干涉檢查，因而會損壞刀具和機械，或導致操作人員受傷。

接通電源時以及手動選擇一個刀架後，務須在自動運行下指定所用刀具的刀具號。

8 同一程式單節內的同一位址指令

使用同一位址的 G 代碼或者 M 代碼，無法在同一程式單節中進行指令。使用同一位址的情況下，有可能會因機械的預想不到的動作而造成刀具和機械以及工件破損，或致使人員受傷，所以要以不同的程式單節進行指令。（有關位址 P，請參閱附錄“程式指令中包含位址 P 的功能一覽”。）

⚠ 注意

- 1 絕對/增量方式
如果在增量方式下執行用絕對值編寫的程式，或者在絕對方式下執行用增量值編寫的程式，會導致機械預想不到的運轉。
- 2 平面選擇
對圓弧插補/螺旋插補/固定循環，如果指定的平面不正確，會導致機械預想不到的運轉。詳情請參閱各自的功能描述。
- 3 扭矩極限跳躍
在試圖進行扭矩極限跳躍之前，務須將扭矩極限設為有效。
如果在扭矩極限失效的狀態下指定扭矩極限跳躍，將執行移動指令而不產生跳躍動作。
- 4 可程式設計鏡像
注意：當可程式設計鏡像被設為有效時，之後的程式動作將會發生很大的變化。
- 5 補償功能
如果在補償功能方式下指定機械坐標系的指令或與參考點返回相關的指令，則會暫時取消補償，從而導致機械預想不到的運轉。
因此，在發出上述任何指令之前，先取消補償功能方式。

與操作有關的警告和注意

本節示出與操作機械有關的為確保安全的主要注意事項。
在進行操作時，請仔細閱讀操作說明書，充分理解裡面的內容。

⚠ 警告

- 1 手動運行
手動運行機械時，要把握刀具和工件的當前位置，還要充分確認移動軸、移動方向和進給速度的選擇沒有錯誤。
錯誤操作會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 2 手動參考點返回
對於需要進行手動參考點返回的機械，在接通電源後，務須進行手動參考點返回。如果不首先進行手動參考點返回就操作機械，會導致機械預想不到的運轉。另外，在進行手動參考點返回之前，行程檢查失效。
這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 3 手動手輪進給
手動手輪進給時，若選擇 100 倍等較大的倍率旋轉手輪，會使刀具和轉檯的移動速度加快。因此，運轉時如果不加注意，就會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 4 倍率的失效
在螺紋切削、剛性攻牙或其他攻牙期間，當指定巨集變數倍率失效或取消倍率而倍率失效時，將成為預想不到的速度，從而損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 5 原點/預設操作
當機械處於程式執行中時，原則上不要進行原點/預設操作。
若在程式執行中進行原點/預設操作，在之後的程式執行過程中，機械將執行預想不到的動作。
這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 6 工件坐標系位移
手動干預、機械鎖住或鏡像都會導致工件坐標系位移。因此，在執行程式之前，必須認真確認坐標系。
如果不考慮工件坐標系的位移而執行程式，會導致機械預想不到的運轉。
這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 7 軟體操作面板和功能表開關
利用軟體操作面板和功能表開關，可以從 MDI 單元指定機械面板不支援的操作，如改變方式、改變倍率值、指定 JOG 進給指令等。
因此，如果不注意操作 MDI 單元鍵，會導致機械預想不到的運轉。這種情況會損壞刀具、機械和工件，或導致操作人員受傷。
- 8 RESET (重置) 鍵
按下 RESET 鍵時，執行中的程式停止。結果，伺服軸也會隨之停止，但是，RESET 鍵 MDI 由於面板的故障等原因而有可能不起作用，為了確保安全，在需要停止電機時，不要按下 RESET 鍵，而應使用急停按鈕。

 注意

1 手動干預

如果在程式執行過程中進行手動干預，根據不同的狀態，在重新啟動機械時，移動路徑會有所不同。因此，手動干預之後，在重新啟動機械之前，應確認手動絕對開關、參數和絕對/增量指令方式等的狀態。

2 進給暫停、倍率和單節程式

使用使用者巨集程式系統變數#3004，可禁用進給暫停、進給速度被率和單節程式功能。這時，由操作人員進行的這些操作將會失效，操作機械時必須格外小心。

3 空運行

空運行通常在確認機械的運轉性能時使用。空運行時機械以空運行速度運轉，該速度不同於用程式指定的進給速度。有時機械會在快速移動下運動。

4 編輯程式

在暫時停止機床加工，並對加工中的程式進行修改、插入或刪除，然後繼續執行該程式時，會導致機床預想不到的運轉。對正在使用的加工程式進行修改、插入或刪除會發生危險，原則上不要擅自為之。

5 PS 警報


在程式單節執行中發生 PS 警報時，在該程式單節完成之前會繼續進行軸移動。在程式單節執行完成後，會停止軸的移動。

與日常維護有關的警告

 警告

1 記憶體備份電池的更換

更換電池的工作只有經過維修培訓和安全培訓的人員才能勝任。

在打開電氣箱更換電池時，小心不要接觸高壓電路部分（標有  標記並配有絕緣蓋）。

觸摸不加蓋的高壓電路，會導致觸電。

註釋

CNC 即使在無外部電源供應的情況下也必須保存諸如程式、補正值、參數等資料，因此要使用電池。

當電池的電壓下降時，機械操作面板上或畫面上會顯示電池電壓下降報警。


當電池電壓下降的報警顯示後，應在一周內更換電池。若不更換電池，CNC 記憶體中的資料將會遺失。

電池的更換步驟，請參閱操作說明書（車床系統/加工中心系統通用）的維護篇“關於日常維護”的“更換電池的方法”項。

 警告

2 絕對脈衝編碼器備份電池的更換

更換電池的工作只有經過維修培訓和安全培訓的人員才能勝任。

在打開電氣箱更換電池時，小心不要接觸高壓電路部分（標有  標記並配有絕緣蓋）。

觸摸不加蓋的高壓電路，會導致觸電。

註釋

絕對脈衝編碼器靠電池來保存絕對位置的資料。

當電池的電壓下降時，機械操作面板上或畫面上會顯示出絕對脈衝編碼器的電池電壓下降報警。

當電池電壓下降的報警顯示後，應在一周內更換電池。若不更換電池，絕對脈衝編碼器內部的絕對位置資料將會遺失。


更換電池的方法，請參閱 FANUC SERVO MOTOR AMPLIFIER α i series 維修說明書。

 警告

保險絲的更換

在更換燒斷的保險絲之前，應先找到造成保險絲熔斷的原因並將它排除。

因此，只有經過維護培訓和安全培訓的人員才能勝任此項作業。


在打開控制櫃更換保險絲時，小心不要接觸高壓電路部分（標有  標記，並覆蓋防觸電外殼）。

觸摸不加蓋的高壓電路，會導致觸電。

目錄

安全使用須知	s-1
I. 概要	
1 概要	3
1.1 閱讀本說明書時的注意事項	5
1.2 有關各類資料的注意事項	6
II. 程式設計	
1 概要	9
1.1 補償	9
2 預備功能 (G 功能)	10
3 插補功能	14
3.1 螺紋切削 (G32)	14
3.2 連續螺紋切削	17
3.3 多頭螺紋切削	18
4 用以簡化程式設計的功能	20
4.1 單一型固定循環 (G90、G92、G94)	20
4.1.1 外徑／內徑車削加工循環 (G90)	20
4.1.1.1 直線切削循環	20
4.1.1.2 錐形切削循環	21
4.1.2 螺紋切削循環 (G92)	22
4.1.2.1 直線螺紋切削循環	22
4.1.2.2 錐形螺紋切削循環	25
4.1.3 端面車削加工循環 (G94)	28
4.1.3.1 正面切削循環	28
4.1.3.2 錐形切削循環	29
4.1.4 單一型固定循環 (G90、G92、G94) 的使用方法	30
4.1.5 單一型固定循環和刀尖 R 補償	32
4.1.6 單一型固定循環的限制事項	33
4.2 複合形固定循環 (G70~G76)	35
4.2.1 外徑粗切削循環 (G71)	36
4.2.2 端面粗切削循環 (G72)	49
4.2.3 閉迴路切削循環 (G73)	52
4.2.4 精切削循環 (G70)	54
4.2.5 端面切斷循環 (G74)	58
4.2.6 外徑／內徑切斷循環 (G75)	59
4.2.7 複合型螺紋切削循環 (G76)	61
4.2.8 複合形固定循環 (G70~G76) 的限制事項	66
4.2.9 複合形固定循環的路徑縮短	67
4.3 鑽孔用固定循環	69
4.3.1 正面鑽削循環 (G83)／側面鑽削循環 (G87)	72
4.3.2 正面攻牙循環 (G84)／側面攻牙循環 (G88)	75
4.3.3 正面鏜孔循環 (G85)／側面鏜孔循環 (G89)	76
4.3.4 鑽孔用固定循環取消 (G80)	77
4.3.5 鑽孔用固定循環 M 代碼輸出改良	77

4.3.6	鑽孔固定循環主軸速度到達等待時間縮短.....	78
4.3.7	操作者需要注意的事項.....	79
4.4	鑽孔用固定循環重疊.....	80
4.5	剛性攻牙循環.....	88
4.5.1	正面剛性攻牙循環 (G84) / 側面剛性攻牙循環 (G88)	89
4.5.2	深孔剛性攻牙循環 (G84 或 G88)	94
4.5.3	固定循環取消 (G80)	98
4.5.4	剛性攻牙循環中的倍率	98
4.5.4.1	拔出倍率.....	98
4.5.4.2	倍率信號.....	99
4.6	研磨用固定循環 (磨床用)	100
4.6.1	縱向走刀研磨循環 (G71)	101
4.6.2	縱向走刀直接固定尺寸研磨循環 (G72)	103
4.6.3	振盪控制研磨循環 (G73)	105
4.6.4	振盪控制直接固定尺寸研磨循環 (G74)	107
4.7	去毛刺 / 轉角 R.....	109
4.8	對置刀架鏡像 (G68、G69)	115
4.9	圖紙尺寸直接輸入.....	116
5	補償功能.....	122
5.1	刀具位置補償.....	122
5.1.1	刀具形狀偏移和刀具磨耗偏移.....	122
5.1.2	刀具位置偏移的 T 代碼.....	123
5.1.3	刀具選擇.....	123
5.1.4	偏移號.....	123
5.1.5	偏移的動作.....	123
5.1.6	Y 軸偏移.....	126
5.1.6.1	對應 Y 軸偏移任意軸.....	126
5.1.7	第 2 形狀刀具偏移.....	126
5.1.8	第 4 軸 / 第 5 軸偏移.....	129
5.2	刀尖 R 補償 (G40~G42) 的概括說明.....	131
5.2.1	假想刀尖.....	132
5.2.2	假想刀尖的方向.....	134
5.2.3	偏移號和偏移量.....	135
5.2.4	工件位置和移動指令.....	136
5.2.5	關於刀尖 R 補償的注意事項.....	141
5.3	刀具徑補償 (G40~G42) 的概括說明.....	143
5.4	刀具徑補償和刀尖 R 補償的詳細說明.....	148
5.4.1	概要.....	148
5.4.2	起刀時的刀具移動.....	152
5.4.3	偏移模式下的刀具移動.....	157
5.4.4	偏移模式取消時的刀具移動.....	175
5.4.5	利用刀具徑補償或刀尖 R 補償來防止過切.....	182
5.4.6	干涉碰撞檢查.....	185
5.4.6.1	判斷為干涉時的動作.....	188
5.4.6.2	干涉檢查警報功能.....	189
5.4.6.3	干涉碰撞檢查避開功能.....	190
5.4.7	針對來自 MDI 輸入的刀具徑補償或刀尖 R 補償.....	195
5.5	向量保持 (G38)	196
5.6	轉角圓弧插補 (G39)	197
5.7	擴充刀具選擇.....	199
5.8	自動刀具補償 (G36、G37)	201
5.9	座標旋轉 (G68.1、G69.1)	204
6	Series 15 格式下的記憶體運轉.....	209
6.1	Series 15 程式格式的位址和指定範圍.....	209
6.2	副程式調用.....	209

6.3	單一型固定循環	209
6.3.1	外徑／內徑車削加工循環 (G90)	210
6.3.1.1	直線切削循環.....	210
6.3.1.2	錐形切削循環.....	211
6.3.2	螺紋切削循環 (G92)	212
6.3.2.1	直線螺紋切削循環.....	212
6.3.2.2	錐形螺紋切削循環.....	215
6.3.3	端面車削加工循環 (G94)	217
6.3.3.1	正面切削循環.....	217
6.3.3.2	錐形切削循環.....	218
6.3.4	單一型固定循環的使用方法.....	219
6.3.5	單一型固定循環和刀尖 R 補償.....	221
6.3.6	單一型固定循環的限制事項.....	222
6.4	複合形固定循環	224
6.4.1	外徑粗切削循環 (G71)	224
6.4.2	端面粗切削循環 (G72)	233
6.4.3	閉迴路切削循環 (G73)	237
6.4.4	精切削循環 (G70)	239
6.4.5	端面切斷循環 (G74)	243
6.4.6	外徑／內徑切斷循環 (G75)	245
6.4.7	複合型螺紋切削循環 (G 代碼體系 A/B : G76) (G 代碼體系 C : G78)	247
6.4.8	複合形固定循環中的限制事項.....	252
6.5	鑽孔用固定循環	254
6.5.1	高速深孔鑽孔循環 (G83.1)	257
6.5.2	鑽削循環定點鏜孔 (G81)	258
6.5.3	鑽削循環鏜階梯孔 (G82)	259
6.5.4	深孔鑽孔循環 (G83)	260
6.5.5	攻牙循環 (G84)	261
6.5.6	鏜孔循環 (G85)	263
6.5.7	鏜孔循環 (G89)	264
6.5.8	鑽孔用固定循環取消 (G80)	264
6.5.9	操作者需要注意的事項	265
6.6	鑽孔用固定循環重疊	265
7	多路徑控制功能	270
7.1	均衡切削 (G68、G69)	270
III. 操作		
1	資料的輸入／輸出	275
1.1	在各畫面上的輸入輸出操作.....	275
1.1.1	輸入輸出 Y 軸偏移.....	275
1.1.1.1	輸入 Y 軸偏移資料	275
1.1.1.2	輸出 Y 軸偏移資料	276
1.1.2	輸入輸出刀具補償／第 2 形狀資料.....	277
1.1.2.1	輸入刀具補償／第 2 形狀資料.....	277
1.1.2.2	輸出刀具補償／第 2 形狀資料.....	277
1.1.3	輸入輸出第 4 軸／第 5 軸偏移.....	278
1.1.3.1	輸入第 4 軸／第 5 軸偏移資料	278
1.1.3.2	輸出第 4 軸／第 5 軸偏移資料	279
1.2	在 ALL IO 畫面上的輸入輸出操作	281
1.2.1	輸入輸出 Y 軸偏移資料.....	282
1.2.2	輸入輸出刀具補償／第 2 形狀資料.....	283
2	顯示和設定資料	285
2.1	按下功能鍵  顯示的畫面	285

2.1.1	顯示和設定刀具偏移量	285
2.1.2	刀具補償值測量值直接輸入.....	289
2.1.3	刀具補償值測量值直接輸入 B	292
2.1.4	偏移量的計數器輸入	293
2.1.5	設定工件座標系偏移量	295
2.1.6	設定刀具補償／第 2 形狀偏移量.....	298
2.1.7	設定 Y 軸偏移量.....	300
2.1.8	設定第 4 軸／第 5 軸偏移量.....	307
2.1.9	夾爪尾架屏障	312

附錄

A	程式指令中包含位址 P 的功能一覽.....	323
A.1	G 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表.....	323
A.2	M 代碼、S 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表	325

I. 概要

1 概要

本說明書由下列篇幅構成。

說明書的描述內容

I. 概要

描述本說明書的構成、可以使用的機型、相關說明書以及閱讀說明書時的注意事項。

II. 程式設計篇

以功能為單位描述利用 NC 語言創建程式時的程式格式、解釋、限制事項等。

III. 操作篇

描述機床的手動運轉和自動運轉、資料的輸入輸出方法、程式的編輯方法等。

附錄

描述補充資料。

註釋

- 1 本說明書僅針對可在車床系統的機種（路徑控制類型）下動作的功能進行描述。有關非車床系統專用的其他功能，請參閱操作說明書（車床系統／加工中心系統通用）（B-64694CT）。
- 2 本說明書描述的功能中，根據機型的不同，有些功能不可使用。細節請參閱規格說明書（B-64692CT）。
- 3 本說明書中對正文中所敘述內容以外的參數細節不予描述，請另參閱參數說明書（B-64700CT）。參數中預先設定了 CNC 機床的功能和動作狀態、經常使用的數值。通常，機床製造商已經設定便於用戶操作機床的參數。
- 4 本說明書不僅描述基本功能，還描述選定功能。使用者購買的裝置中安裝有哪些選定，請參閱機床製造商提供的說明書。

可以使用的機型名稱

本說明書就下列機型進行描述。

本機型與高速/高精度的伺服控制組合後，能夠建構實現高精度加工的“奈米 CNC 系統”。

另外，正文中還使用下列簡稱。

機型名稱	簡稱		
FANUC Series 0i-TF Plus	0i-TF Plus	Series 0i-F Plus	Series 0i

註釋

- 1 為了便於說明，有時按照如下方式分類說明各機型。
- 0i-TF Plus : 車床系統（T 系列）
- 2 本說明書描述的功能中，根據機型的不同，有些功能不可使用。細節請參閱規格說明書（B-64692CT）。

符號說明

正文中使用下列符號。符號的含義如下所示。

- IP_

諸如 X_ Y_ Z_ ...，它們表示任意軸的組合。
緊跟位址之後的底線處，將輸入座標值等數值。
(在程式設計篇中使用)

- ;

該符號表示程式單節結尾。
實際上，它與 ISO 代碼 LF 對應，並與 EIA 代碼 CR 對應。

Series 0i-F Plus 的相關說明書

Series 0i-F 的相關說明書如表1(a)所示。

*表示本說明書。

表1(a) Series 0i-F Plus 相關說明書一覽表

說明書名稱	規格編號	
規格說明書	B-64692CT	
連接說明書 (硬體篇)	B-64693CT	
連接說明書 (功能篇)	B-64693CT-1	
操作說明書 (車床系統/加工中心系統通用)	B-64694CT	
操作說明書 (車床系統)	B-64694CT-1	*
操作說明書 (加工中心系統)	B-64694CT-2	
維修說明書	B-64695CT	
參數說明書	B-64700CT	
程式設計相關說明書		
巨集指令執行器程式設計說明書	B-63943EN-2	
巨集程式編譯器程式設計說明書	B-66263EN	
C 語言執行器程式設計說明書	B-63943EN-3	
PMC		
PMC 程式設計說明書	B-64513EN	
網路相關說明書		
PROFIBUS-DP 板連接說明書	B-63993EN	
快速乙太網/快速資料伺服器操作說明書	B-64014EN	
DeviceNet 板連接說明書	B-64043EN	
FL-net 板連接說明書	B-64163EN	
CC-Link 板連接說明書	B-64463EN	
操作嚮導功能相關說明書		
MANUAL GUIDE <i>i</i> (車床系統/加工中心系統通用) 操作說明書	B-63874CT	
MANUAL GUIDE <i>i</i> (加工中心系統) 操作說明書	B-63874EN-2	
MANUAL GUIDE <i>i</i> 加工準備支援功能操作說明書	B-63874EN-1	
MANUAL GUIDE 0 <i>i</i> 操作說明書	B-64434EN	
雙重安全性檢查		
雙重安全性檢查連接說明書	B-64483EN-2	

伺服馬達的相關說明書

伺服馬達 $\alpha i/\beta i$ 的相關說明書如表1 (b) 所示。

表1 (b) SERVO MOTOR $\alpha i/\beta i$ series 相關說明書

說明書名稱	說明書編號
FANUC AC SERVO MOTOR αi -B series FANUC AC SERVO MOTOR αi series 規格說明書	B-65262CT
FANUC AC SPINDLE MOTOR αi -B / βi -B series 規格說明書	B-65452EN
FANUC AC SERVO MOTOR βi -B series FANUC AC SERVO MOTOR βi series 規格說明書	B-65302CT
FANUC SERVO AMPLIFIER αi -B series 規格說明書	B-65412CT
FANUC SERVO AMPLIFIER βi -B series 規格說明書	B-65422CT
FANUC AC SERVO MOTOR αi series FANUC AC SPINDLE MOTOR αi series FANUC SERVO AMPLIFIER αi series 維修說明書	B-65285CT
FANUC AC SERVO MOTOR βi series FANUC AC SPINDLE MOTOR βi series FANUC SERVO AMPLIFIER βi series 維修說明書	B-65325EN
FANUC AC SERVO MOTOR αi series FANUC AC SERVO MOTOR βi series FANUC LINEAR MOTOR LiS series FANUC SYNCHRONOUS BUILT-IN SERVO MOTOR DiS series 參數說明書	B-65270CT
FANUC AC SPINDLE MOTOR $\alpha i/\beta i$ series, BUILT-IN SPINDLE MOTOR Bi series 參數說明書	B-65280CT

本說明書中描述的 CNC 上，可以連接上述伺服馬達和主軸馬達。

本說明書主要就 FANUC SERVO MOTOR αi series 進行描述，而有關伺服馬達和主軸馬達，請另行參閱與實際連接的伺服馬達和主軸馬達相對應的說明書。

1.1 閱讀本說明書時的注意事項

⚠ 注意

- 1 CNC 機床系統的功能，並非僅由 CNC 決定，而是由機床、機床端強電電路、伺服系統、CNC、操作面板等的組合所決定。這裡不可能全部描述這些裝置組合時的功能、程式設計和操作。
本說明書以 CNC 為基準進行概要描述，有關不同類型 CNC 機床的說明，請仔細閱讀機床製造商提供的相關說明書。關於說明書中所載事項，機床製造商提供的說明書優先於本說明書。
- 2 本說明書的每頁上方都標有小標題，便於讀者查閱必要事項。
讀者可以先查找小標題，然後再查閱所需的內容。
- 3 我們試圖在本說明書中盡可能地描述多種情況。
然而，要在本說明書中註明所有禁止或不可為之事宜，需要佔用說明書的大量篇幅，所以本說明書中沒有一一列舉。
因此，對於說明書中未特別指明可以為之事宜，均應解釋為“不可為”。

1.2 有關各類資料的注意事項

注意

加工程式、參數、偏移資料等，儲存在 CNC 裝置內部的非動態記憶體中。這些資料通常不會因為電源的接通／斷開而遺失。但是，有時會因為錯誤操作而將這些資料刪除掉，或者在故障恢復時，需要清除非動態記憶體中的貴重資料。

當發生此類意外事態時，為了確保被刪除資料的迅速恢復，應事前創建這些資料的備份並妥善保管。

儲存加工程式的非動態記憶體中，寫入次數受到限制。

在每次加工均需從上位電腦自動下載加工程式等需要頻繁反覆進行加工程式之登錄或刪除時，請務必使用“高速程式管理”。

“高速程式管理”中，在進行程式的登錄、變更或刪除時，不會向非動態記憶體進行保存。

II. 程式設計

1 概要

1.1 補償

解釋

- 刀具位置偏移

通常加工一個工件要用幾個刀具。

每個刀具都具有其不同的長度，按照不同的刀具改變程式是一件麻煩的事。

因此，我們選擇某一基準刀具，事先測量該刀具尖端位置與將要使用的各刀具尖端位置之差。在 CNC 上設定測得的值後（請參閱操作說明書（車床系統／加工中心系統通用）的“顯示和設定資料”項目），即使更換刀具，也可進行加工而無需改變程式。此功能叫做刀具位置偏移。（見 5.1 節“刀具位置補償”）

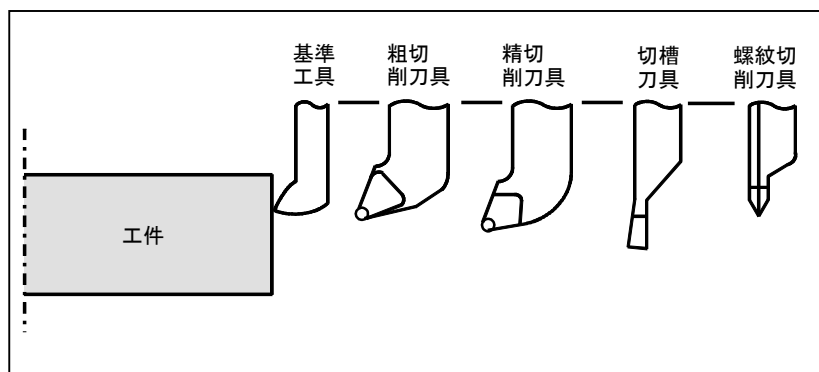


圖1.1 刀具位置偏移

2 預備功能 (G 功能)

預備功能的指令由緊接位址 G 後的數值來表述，並決定包含在程式單節中指令的含義。G 代碼分為以下兩種類型。

類別	含義
單步 G 代碼	只在被指定的程式單節中才有效的 G 代碼
模態 G 代碼	直到相同組中的其他 G 代碼被指定之前有效的 G 代碼

(例) G01 和 G00 是模態 G 代碼。

```
G01X_ ;
  Z_ ;
  X_ ;
G00Z_ ;
  X_ ;
G01X_ ;
```

在此範圍內 G01 有效

在此範圍內 G00 有效

具有 A、B、C 共 3 類 G 代碼體系(表 2(a))。要選擇哪個代碼體系，是根據參數 GSC(No.3401#7)和參數 GSB(No.3401#6)的設定值而定。

本說明書使用 G 代碼體系 A 進行描述。有關 G 代碼體系 B、C 特有的內容，將進行相對描述。

解釋


- 當接通電源或機床因重置進入清除狀態(參數 CLR(No.3402#6))時，模態 G 代碼就成為如下狀態。
 - 成為表 2(a) 中帶有  符號 G 代碼的狀態。
 - 在接通電源、重置的清除狀態下，並不影響 G20 或 G21。
 - G22 和 G23 可以用參數 G23(No.3402#7)設定接通電源後處在哪個 G 代碼的狀態。在重置的清除狀態下，並不影響 G22 或 G23。
 - G00 和 G01 可以用參數 G01(No.3402#0)設定處在哪個 G 代碼的狀態。
 - 若是 G 代碼體系 B 或 C 的情形，G90 和 G91 可以根據參數 G91(No.3402#3)設定處在哪個 G 代碼的狀態。
- 00 組中的 G 代碼除 G10 和 G11 外，都是單步 G 代碼。
- 當指定的 G 代碼不在 G 代碼一覽表中或沒有相對應的選定時，會顯示警報(PS0010)“不適合的 G 指令 <指定了無法使用的 G 代碼指令>”。
- 在相同程式單節中可指定不同組的多個 G 代碼。如果在相同程式單節中指定了多個相同組的 G 代碼，則最後指定的那個 G 代碼有效。
- 在鑽孔用固定循環中如果指定 01 組的 G 代碼，則會取消用鑽孔固定循環。即，成為與指定 G80 指令相同的狀態。01 組的 G 代碼不受鑽孔用固定循環的 G 代碼指令影響。
- 若是 G 代碼體系 A 的情形，其絕對/增量指令不是由 G 代碼(G90/G91)來區分，而是由位址字(X/U、Z/W、C/H、Y/V)來區分。另外，鑽孔用固定循環的返回點平面，僅限初始平面。
- G 代碼以組號為單位顯示。

表2 (a) G 代碼一覽表

G 代碼體系			組	功能	
A	B	C			
G00	G00	G00	01	定位 (快速進給)	
G01	G01	G01		直線插補 (切削進給)	
G02	G02	G02		圓弧插補 CW 或 螺旋插補 CW	
G03	G03	G03		圓弧插補 CCW 或 螺旋插補 CCW	
G04	G04	G04	00	暫停	
G04.1	G04.1	G04.1		基於 G 代碼的遮罩緩衝器	
G05	G05	G05		AI 輪廓控制 (高精度輪廓控制相容指令)	
G05.1	G05.1	G05.1		AI 輪廓控制	
G05.4	G05.4	G05.4		HRV3 接通/斷開	
G07.1 (G107)	G07.1 (G107)	G07.1 (G107)		圓柱插補	
G08	G08	G08		AI 輪廓控制 (先行控制相容指令)	
G09	G09	G09		準確停止	
G10	G10	G10		可程式設計資料登錄	
G10.6	G10.6	G10.6		刀具回退 & 返回	
G11	G11	G11		可程式設計資料登錄取消	
G12.1 (G112)	G12.1 (G112)	G12.1 (G112)		21	極座標插補模式
G13.1 (G113)	G13.1 (G113)	G13.1 (G113)			極座標插補取消模式
G17	G17	G17		16	XpYp 平面選擇
G18	G18	G18	ZpXp 平面選擇		
G19	G19	G19	YpZp 平面選擇		
G20	G20	G70	06	英制資料輸入	
G21	G21	G71		公制資料輸入	
G22	G22	G22	09	儲存行程檢測功能 ON	
G23	G23	G23		儲存行程檢測功能 OFF	
G25	G25	G25	08	主軸速度變動檢出 OFF	
G26	G26	G26		主軸速度變動檢出 ON	
G27	G27	G27	00	返回參考點檢測	
G28	G28	G28		返回至參考點	
G28.2	G28.2	G28.2		到位檢查無效 返回參考點	
G29	G29	G29		從參考點移動	
G30	G30	G30		返回第 2、第 3、第 4 參考點	
G30.2	G30.2	G30.2		到位檢查無效 返回第 2、第 3、第 4 參考點	
G31	G31	G31		跳過功能	
G31.8	G31.8	G31.8		EGB 軸跳過	
G32	G33	G33		螺紋切削	
G34	G34	G34		可變導程螺紋切削	
G35	G35	G35	螺紋切削 (順時針方向旋轉)		
G36	G36	G36	01	圓弧螺紋切削 (逆時針方向旋轉) (參數 G36 (No.3405#3) =1 時) 或者自動刀具補償 (X 軸) (參數 G36 (No.3405#3) =0 時)	
G37	G37	G37		自動刀具補償 (Z 軸) (參數 G36 (No.3405#3) =0 時)	
G37.1	G37.1	G37.1		自動刀具補償 (X 軸) (參數 G36 (No.3405#3) =1 時)	
G37.2	G37.2	G37.2		自動刀具補償 (Z 軸) (參數 G36 (No.3405#3) =1 時)	
G38	G38	G38		刀具徑補償或刀尖 R 補償 向量保持	
G39	G39	G39	刀具徑補償或刀尖 R 補償 轉角圓弧插補		
G40	G40	G40	07	刀具徑補償或刀尖 R 補償取消	
G41	G41	G41		刀具徑補償或刀尖 R 補償 左	
G42	G42	G42		刀具徑補償或刀尖 R 補償 右	

G 代碼體系			組	功能
A	B	C		
G40.1	G40.1	G40.1	19	法線方向控制取消模式
G41.1	G41.1	G41.1		法線方向控制左側 ON
G42.1	G42.1	G42.1		法線方向控制右側 ON
G43.7 (G44.7)	G43.7 (G44.7)	G43.7 (G44.7)		刀具位置偏移 (只限於參數 TCT (No.5040#3) =1 可以進行)
G50	G92	G92	00	座標系設定或主軸最高轉速鉗制
G50.3	G92.1	G92.1		工件座標系預設
G50.1	G50.1	G50.1	22	可程式設計鏡像取消
G51.1	G51.1	G51.1		可程式設計鏡像
G50.2 (G250)	G50.2 (G250)	G50.2 (G250)	20	多邊形加工取消
G51.2 (G251)	G51.2 (G251)	G51.2 (G251)		多邊形加工
G50.4	G50.4	G50.4	00	同步控制結束
G50.5	G50.5	G50.5		混合控制結束
G50.6	G50.6	G50.6		重疊控制結束
G51.4	G51.4	G51.4		同步控制開始
G51.5	G51.5	G51.5		混合控制開始
G51.6	G51.6	G51.6		重疊控制開始
G52	G52	G52		局部座標系設定
G53	G53	G53		機械座標系選擇
G53.1	G53.1	G53.1		刀具軸向控制
G53.2	G53.2	G53.2		基於進給速度指令的機械座標系選擇
G53.6	G53.6	G53.6	刀具前端點保持型刀具軸向控制	
G54 (G54.1)	G54 (G54.1)	G54 (G54.1)	14	工件座標系 1 選擇
G55	G55	G55		工件座標系 2 選擇
G56	G56	G56		工件座標系 3 選擇
G57	G57	G57		工件座標系 4 選擇
G58	G58	G58		工件座標系 5 選擇
G59	G59	G59		工件座標系 6 選擇
G61	G61	G61	15	準確停止方式
G63	G63	G63		攻牙模式
G64	G64	G64		切削模式
G65	G65	G65	00	巨集程式調用
G66	G66	G66	12	巨集模態調用 A
G66.1	G66.1	G66.1		巨集模態調用 B
G67	G67	G67	04	巨集模態調用 A/B 取消
G68	G68	G68		對置刀架鏡像 ON 或均衡切削模式
G68.1	G68.1	G68.1	17	座標旋轉開始或 3 維座標變換模式 ON
G68.2	G68.2	G68.2		傾斜面分度指令
G68.3	G68.3	G68.3		基於刀具軸向的傾斜面分度指令
G68.4	G68.4	G68.4		傾斜面分度指令 (增量多重指令)
G69	G69	G69	04	對置刀架鏡像 OFF 或均衡切削模式取消
G69.1	G69.1	G69.1	17	座標旋轉取消或 3 維座標變換模式 OFF
G70	G70	G72	00	精切削循環
G71	G71	G73		外徑/內徑粗切削循環
G72	G72	G74		端面粗切削循環
G73	G73	G75		閉迴路切削循環
G74	G74	G76		端面切斷循環
G75	G75	G77		外徑/內徑切斷循環
G76	G76	G78		複合型螺紋切削循環

G 代碼體系			組	功能	
A	B	C			
G71	G71	G72	01	縱向走刀研磨循環	
G72	G72	G73		縱向走刀直接固定尺寸研磨循環	
G73	G73	G74		振盪控制研磨循環	
G74	G74	G75		振盪控制直接固定尺寸研磨循環	
G80	G80	G80	10	鑽孔用固定循環取消 ／電子齒輪箱同步取消	
G81.1	G81.1	G81.1	00	高精度振盪控制功能	
G80.4	G80.4	G80.4	28	電子齒輪箱同步取消	
G81.4	G81.4	G81.4		電子齒輪箱同步開始	
G80.5	G80.5	G80.5	27	電子齒輪箱 2 組同步取消	
G81.5	G81.5	G81.5		電子齒輪箱 2 組同步開始	
G81	G81	G81	10	定點鏜孔 (FS15-T 格式) ／電子齒輪箱同步開始	
G82	G82	G82		鏜階梯孔 (FS15-T 格式)	
G83	G83	G83		正面鑽削循環	
G83.1	G83.1	G83.1		高速深孔鑽孔循環 (FS15-T 格式)	
G83.5	G83.5	G83.5		高速深孔鑽孔循環	
G83.6	G83.6	G83.6		深孔鑽孔循環	
G84	G84	G84		正面攻牙循環	
G84.2	G84.2	G84.2		剛性攻牙循環 (FS15 格式)	
G85	G85	G85		正面鏜孔循環	
G87	G87	G87		側面鑽削循環	
G87.5	G87.5	G87.5		高速深孔鑽孔循環	
G87.6	G87.6	G87.6		深孔鑽孔循環	
G88	G88	G88		側面攻牙循環	
G89	G89	G89		側面鏜孔循環	
G90	G77	G20		01	外徑／內徑車削加工循環
G92	G78	G21			螺紋切削循環
G94	G79	G24	端面車削加工循環		
G91.1	G91.1	G91.1	00	最大增量指令值檢測	
G96	G96	G96	02	周速一定控制	
G97	G97	G97		周速一定控制取消	
G96.1	G96.1	G96.1	00	主軸分度執行 (有完成等待)	
G96.2	G96.2	G96.2		主軸分度執行 (無完成等待)	
G96.3	G96.3	G96.3		主軸分度完成確認	
G96.4	G96.4	G96.4		SV 旋轉控制模式 ON	
G98	G94	G94		每分鐘進給	
G99	G95	G95	每轉進給		
—	G90	G90	03	絕對指令	
—	G91	G91		增量指令	
—	G98	G98	11	固定循環返回到初始平面	
—	G99	G99		固定循環返回到 R 點平面	

3 插補功能

3.1 螺紋切削 (G32)

藉由指定 G32 指令，可以切削等導程直線螺紋、錐形螺紋以及旋渦形螺紋。
 主軸轉速由安裝在主軸上的位置編碼器即時讀取，轉換為用來移動刀具的每分鐘切削進給速度後發送給刀具。

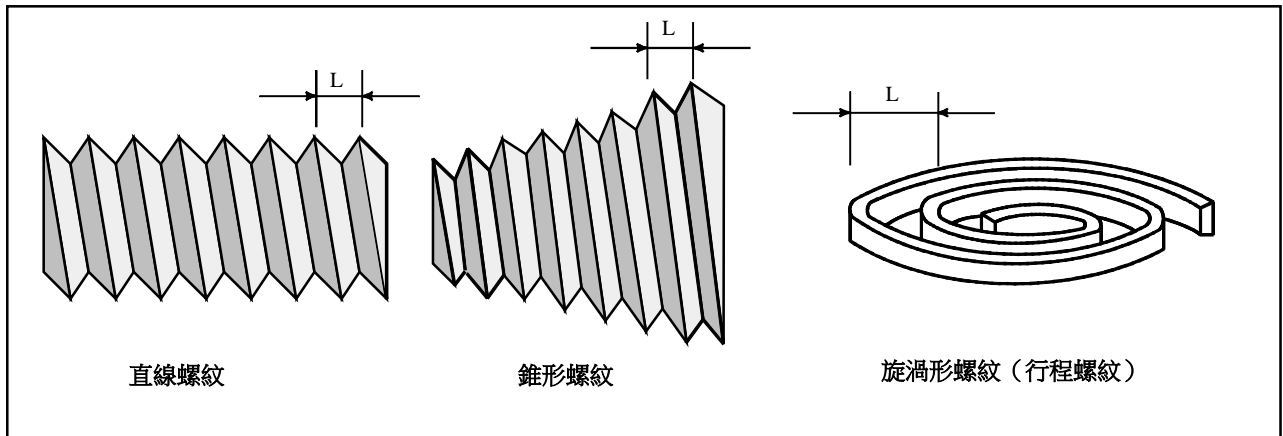


圖3.1 (a) 螺紋的種類

格式

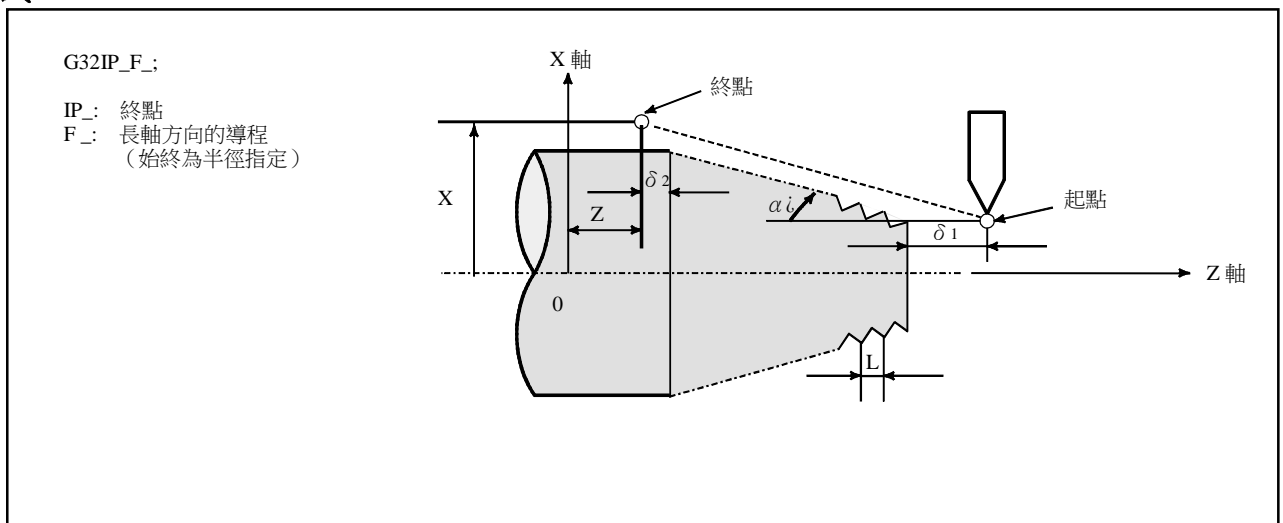


圖3.1 (b) 螺紋切削例

解釋

通常在製作一個螺紋時，從粗切削到精切削，要沿著相同路徑重複進行螺紋切削。

螺紋切削會在從安裝在主軸上的位置編碼器檢出一迴轉信號後開始執行。因此，即使進行多次螺紋切削，刀具在工件圓周上的切削開始點以及刀具的路徑均相同。但是，值得注意的是，主軸轉速從粗切削到精切削須保持恆定不變。當主軸的轉速變化時，將導致螺紋偏斜。

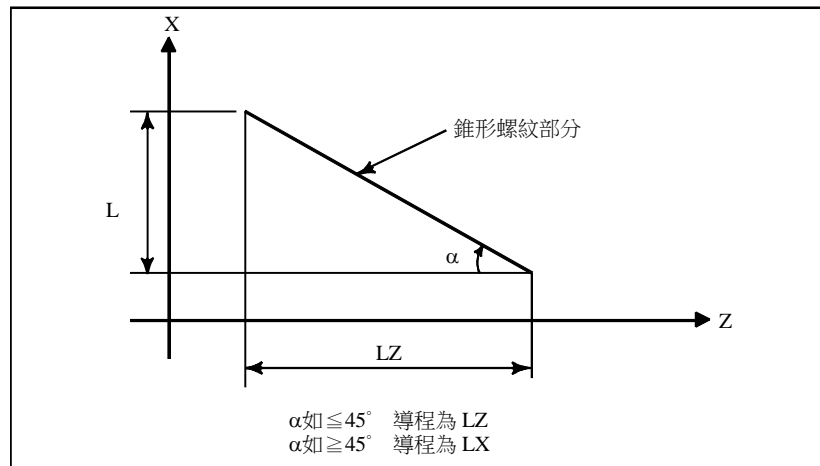


圖3.1 (c) 錐形螺紋 LZ/LX 的說明

螺紋的切削開始部分和切削結束部分，通常會由於伺服系統的延遲等原因而出現不正確的導程。因此，考慮到該不正確的部分，指定的螺紋長度，應比所需的螺紋長度略長。

表 3.1 (a) 列出了導程的指定範圍。

表3.1 (a) 導程的指定範圍

	可指定的導程範圍
公制輸入	0.0001~500.0000 mm
英制輸入	0.000001~9.999999 inch

- 連續螺紋切削

G32 的“連續螺紋切削”功能有效。

限制事項

- 刀具回退&返回

當對螺紋切削軸的長軸指定收回軸的指令時，不會進行收回。在執行了非螺紋切削的程式單節後，會發出警報 (PS0429) “G10.6 非法指令”，刀具停止。

- 去毛刺/轉角 R

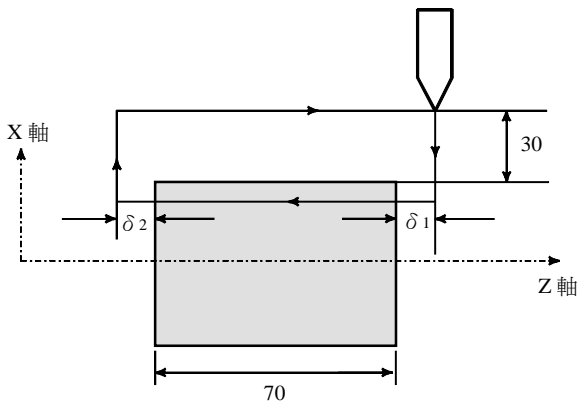
在螺紋切削程式單節中，無法指定去毛刺/轉角 R。若指定指令，會發生警報 (PS0050) “在螺紋指令無法包含導斜角/導圓角 <在螺紋切削中指定去毛刺/轉角 R>”。

- 刀具位置補償

在螺紋切削程式單節中，無法指定刀具位置偏移。若指定指令，會發生警報 (PS0509) “無法指令刀具位置補償”。

例

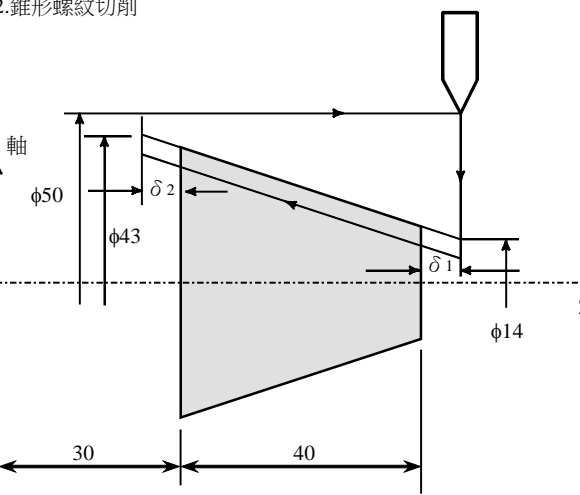
1. 直線螺紋切削



螺紋的導程：4mm
 $\delta 1=3\text{mm}$
 $\delta 2=1.5\text{mm}$
 以切削深度：1mm（2次切削）執行程式設計。
 （公制輸入、直徑程式設計）

```
G00 U-62.0 ;
G32 W-74.5 F4.0 ;
G00 U62.0 ;
W74.5 ;
U-64.0 ;
（第2次再切削 1mm）
G32 W-74.5 ;
G00 U64.0 ;
W74.5 ;
```

2. 錐形螺紋切削



螺紋的導程：沿 Z 方向 3.5mm
 $\delta 1=2\text{mm}$
 $\delta 2=1\text{mm}$
 以切削深度延 X 方向：1mm（2次切削）執行程式設計。
 （公制輸入、直徑程式設計）

```
G00 X 12.0 Z72.0 ;
G32 X 41.0 Z29.0 F3.5 ;
G00 X 50.0 ;
Z 72.0 ;
X 10.0 ;
（第2次再切削 1mm）
G32 X 39.0 Z29.0 ;
G00 X 50.0 ;
Z 72.0 ;
```

⚠ 注意

- 1 螺紋切削中進給速度倍率無效，固定為 100%。
- 2 螺紋切削中，若不停止主軸就停止進給，將會導致切削量猛增，十分危險。因此，進給暫停在螺紋切削過程中無效，在執行螺紋切削模式後的首次非螺紋切削的程式單節之後，刀具才會如同單節程式停止般停止。但是，在自動運轉暫停信號*SP 設為“1”時，自動運轉暫停中信號 SPL 會變為“1”。然後在刀具停止時，自動運轉暫停中信號 SPL 會變為“0”（進入單節程式停止狀態）。
- 3 進入螺紋切削模式後的首次非螺紋切削的程式單節，並再次按下進給暫停按鍵時（或者一直按住該按鍵時），刀具會立即在非螺紋切削的程式單節停止。
- 4 在單節程式狀態下進行螺紋切削時，刀具會在執行非螺紋切削的程式單節後停止。
- 5 在螺紋切削的程式單節中途從自動運轉方式改變為手動運轉方式後，與 3. 的情形一樣，刀具會在非螺紋切削的程式單節開頭進給暫停後停止。
但是，從自動運轉方式切換為其他自動運轉方式後，與 4. 的情形一樣，刀具會在執行非螺紋切削的程式單節後，在單節程式的狀態下停止。
- 6 前面是螺紋切削的程式單節時，即使當前是螺紋切削的程式單節，刀具在開始切削時並不進行一迴轉信號的檢出，而會馬上開始移動。

(例)

```
G00 Z0.0 X50.0 ; 程式單節開始時的一迴轉信號檢出
G32 Z10.0 F_ ; : 予以進行
Z20.0 ; : 不執行
G32 Z30.0 ; : 不予進行
```

⚠注意

- 7 在切削旋渦形螺紋和錐形螺紋時，也會進行周速一定控制，有時轉速會發生變化，無法保持正確的螺紋導程。因此，螺紋切削時請指定 G97，不要使用周速一定控制。
- 8 螺紋切削前的移動指令的程式單節不得為去毛刺／轉角 R。
- 9 螺紋切削的程式單節中不得指定去毛刺／轉角 R。
- 10 螺紋切削中，主軸倍率無效，被固定為 100%。
- 11 “螺紋切削循環收回”功能對 G32 無效。
- 12 在與螺紋切削相同的程式單節中，或者在該模式中指定刀具位置補償（T 代碼或者 G43.7）時，會發生警報（PS0509）“無法指令刀具位置補償”。
- 13 因使用自動加減速，螺紋切削時會發生導程差異。因此在程式設計時必須保留一定的距離空間。距離的計算方法，請參閱操作說明書（車床系統／加工中心系統通用）“不完整螺紋位置的計算方法”（B-64694CT）

3.2 連續螺紋切削

為了在螺紋切削中進行控制以消除連續的程式單節加工中的移動中斷引起的不連續部分，可以連續指定螺紋切削的程式單節。

解釋

程式單節與程式單節的連接處，被控制為盡可能保持與主軸的同步，因此，可以進行在中途改變導程、形狀等的特殊螺紋切削。



圖3.2 (a) 連續螺紋切削（G 代碼體系 A，G32 指令例）

即使要在改變螺紋量的同時對相同部位反覆進行螺紋切削，也可以不損壞螺紋牙，正確加工。

- 可以指定的螺紋切削

- G32：螺紋切削（G 代碼體系 A 時）
- G33：螺紋切削（G 代碼體系 B/C 時）
- G34：可變導程螺紋切削
- G35、G36：圓弧螺紋切削

- 開始角度的指令

Q 指令（多頭螺紋切削的螺紋切削開始角度的指令）只對連續螺紋切削最初的螺紋切削程式單節有效。連續螺紋切削中，第 2 個程式單節以後的螺紋切削程式單節的 Q 指令將被忽略。

3.3 多頭螺紋切削

藉由用位址 Q 指定從主軸的 1 迴轉信號到螺紋切削開始之間的角度，即可使螺紋切削開始角度偏移，從而簡單地進行多頭螺紋切削。

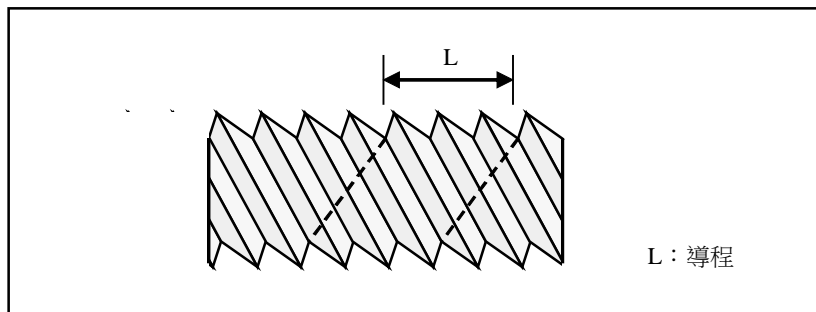


圖3.3 (a) 多頭螺紋

格式

(螺紋切削時)

G32 IP _ F _ Q _ ;

IP : 終點

F _ : 長軸方向的導程

G32 IP _ Q _ ;

Q _ : 螺紋切削開始角度的位差角

(單位: 0.001°, 範圍: 0~360°)

解釋

- 可以指定的螺紋切削

G32 : 螺紋切削

G34 : 可變導程螺紋切削

G35、G36 : 圓弧螺紋切削

G76/G78 : 複合型螺紋切削循環 (只限於 FS15 指令格式時)

G92 : 螺紋切削循環

限制事項

- 螺紋切削開始角度的指令

螺紋切削開始角度不是一個模態值，請在每次使用的時候指定螺紋切削開始角度。沒有特別指定時，開始角度會視為 0°。

- 螺紋切削開始角度的指令單位

螺紋切削開始角度的指令 (Q) 單位為 0.001°。注意，不可指定小數點。

例：位差角為 180°時，將其指定為 Q180000。

Q180.000 是一個帶小數點的指令值，因此不可指定。

補充：不管如下設定如何，都為 Q1 = 螺紋切削開始角度的位差角 0.001°的指令。

- 設定單位 IS-A/B/C (參數 No.1013#1~#0)
- 計算器型小數點輸入 (參數 DPI (No.3401#0))
- 最小設定單位 10 倍 (參數 IPR (No.1004#7))

- 螺紋切削開始角度的指定範圍

螺紋切削開始角度的指定 (Q) 範圍為 0~360000 (0.001°單位)。

即使指定 360000 (360°) 以上的值，該指定值也將取為 360000 (360°)。

指定負值時，會作為正的指令而動作。

例：指定為 Q-90000 (-90°) 時，會作為 Q90000 (90°) 而動作。

- 開始角度的方向

因一迴轉信號的延遲，開始角度的方向會根據主軸旋轉的方向而改變。

- 複合型螺紋切削循環 (G 代碼體系 A/B : G76) (G 代碼體系 C : G78)

G76/G78 的複合型螺紋切削循環的 Q 指令，使用於最小進刀量或者第 1 次進刀量的指令。因此，無法指定螺紋切削開始角度的位差角。

但是，使用 FS15 指令格式時，可以在 G76/G78 的複合型螺紋切削循環中指定基於 Q 指令的螺紋切削開始角度的位差角。

例

二條螺紋 (螺紋切削開始角度 0°、180°) 的情形

```

G00 X40.0 ;
G32 W-38.0 F4.0 Q0 ;
G00 X72.0 ;
      W38.0 ;
      X40.0 ;
G32 W-38.0 F4.0 Q180000 ;
G00 X72.0 ;
      W38.0 ;
    
```

X 軸

Z 軸

15

30

$\delta 2$

$\delta 1$

第 1 次的切削開始位置

180°

第 2 次的切削開始位置

螺紋的導程：4mm
 $\delta 1=5\text{mm}$
 $\delta 2=3\text{mm}$
 切削深度：1mm
 (公制輸入、直徑程式設計)

第 1 次的螺紋切削開始角度 0°
 第 2 次的螺紋切削開始角度 180°

4 用以簡化程式設計的功能

4.1 單一型固定循環 (G90、G92、G94)

有三種單一型固定循環：外徑／內徑車削加工循環 (G90)、螺紋切削循環 (G92)、端面車削加工循環 (G94)。

註釋

- 1 本章的說明圖中，將平面設定為 ZX 平面，將 X 軸設定為直徑程式設計，將 Z 軸設定為半徑程式設計。X 軸為半徑程式設計時，請將 U/2 改變為 U，並將 X/2 改變為 X。
- 2 單一型固定循環可以在任意平面（包含平行軸）中進行。
但是，若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。
- 3 縱向意味著平面第 1 軸方向，具體如下所示。
ZX 平面：Z 軸方向
YZ 平面：Y 軸方向
XY 平面：X 軸方向
- 4 端面方向意味著平面第 2 軸方向，具體如下所示。
ZX 平面：X 軸方向
YZ 平面：Z 軸方向
XY 平面：Y 軸方向

4.1.1 外徑／內徑車削加工循環 (G90)

該循環可以執行縱向的直線以及錐形的切削循環。

4.1.1.1 直線切削循環

格式

G90 X(U)_Z(W)_F_ ;

X_,Z_ : 縱向切削終點 (圖 4.1.1.1 (a) 中 A' 點) 的座標值

U_,W_ : 至縱向切削終點 (圖 4.1.1.1 (a) 中 A' 點) 的行程

F_ : 切削進給速度

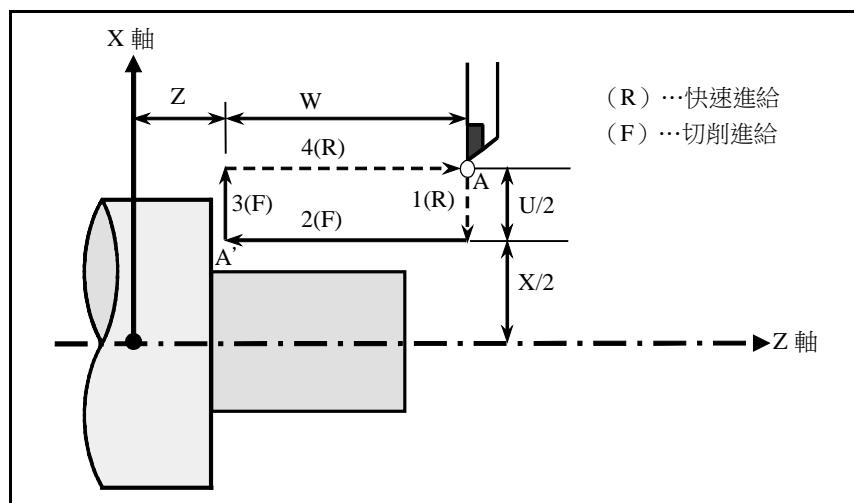


圖4.1.1.1 (a) 直線切削循環

解釋**- 動作**

直線切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。
(移動到縱向切削終點 (A')。)
- (3) 第 3 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。
- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值)。
(返回到起點 (A)。)

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

4.1.1.2 錐形切削循環**格式**

G90 X(U)_Z(W)_R_F_;

X_,Z_ : 縱向切削終點 (圖 4.1.1.2 (a) 中 A' 點) 的座標值

U_,W_ : 至縱向切削終點 (圖 4.1.1.2 (a) A' 點) 的行程

R_ : 錐度量 (圖 4.1.1.2 (a) 的 R)

F_ : 切削進給速度

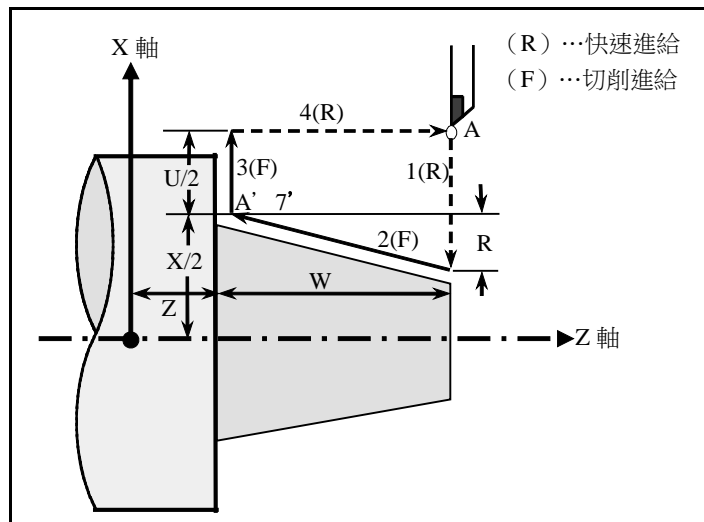


圖 4.1.1.2 (a) 錐形切削循環

解釋

錐形的形狀，取決於縱向切削終點的座標值 (A') 與錐度量 (位址 R) 的符號。圖 4.1.1.2 (a) 的循環中，錐度量的符號為負。

註釋

指定錐形的位址 R 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，R 由半徑值來指定。

- 動作

錐形切削循環進行與直線切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到在平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值) 加上錐度量後的位置。

之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與直線切削循環相同。

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 錐度量的符號與刀具路徑的關係

根據錐度量 (位址 R) 的符號與基於絕對指令或增量指令的縱向切削終點之間的關係，刀具路徑如表 4.1.1.2 (a) 所示。

表 4.1.1.2 (a)

外徑加工	內徑加工
1. $U < 0, W < 0, R < 0$	2. $U > 0, W < 0, R > 0$
3. $U < 0, W < 0, R > 0$ 但 $ R \leq U/2 $	4. $U > 0, W < 0, R < 0$ 但 $ R \leq U/2 $

- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

4.1.2 螺紋切削循環 (G92)

4.1.2.1 直線螺紋切削循環

格式

G92 X(U)_ Z(W)_ F_ Q_ ;

X_, Z_ : 縱向切削終點 (圖 4.1.2.1 (a) 中 A' 點) 的座標值

U_, W_ : 至縱向切削終點 (圖 4.1.2.1 (a) 中 A' 點) 的行程

Q_ : 螺紋切削開始角度的位差角

(單位: 0.001° , 範圍: $0 \sim 360^\circ$)

F_ : 螺紋的導程 (圖 4.1.2.1 (a) 的 L)

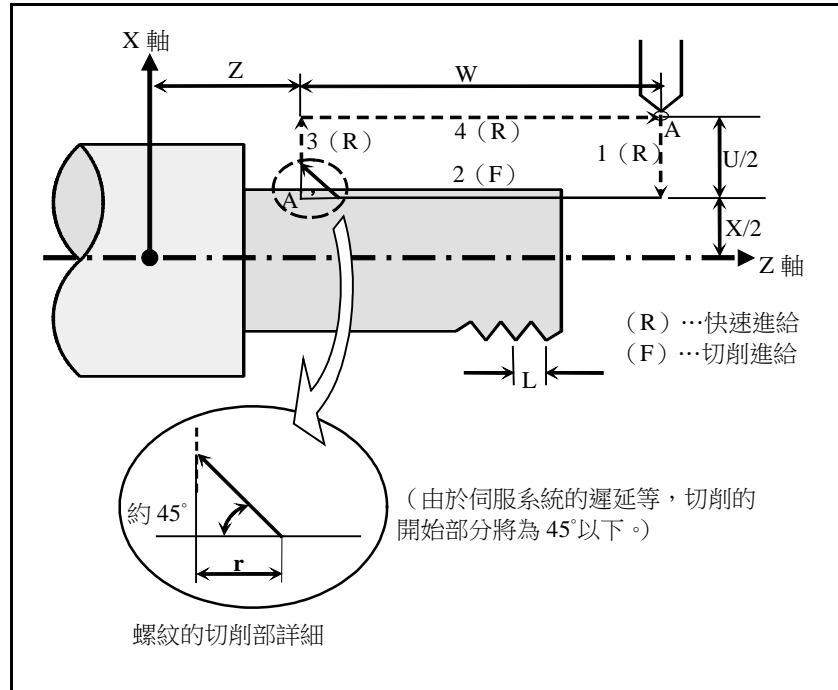


圖4.1.2.1 (a) 直線螺紋切削循環

解釋

螺紋的導程範圍以及主軸速度的限制，與 G32 的螺紋切削相同。

- 動作

直線螺紋切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。此時，進行螺紋的倒角。
- (3) 第 3 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。
(倒角後的退刀動作)
- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值)。
(返回到起點 (A) 。



注意

螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

- 螺紋切削的插補後加減速

螺紋切削的插補後加減速度，雖然是指數函數型加減速，但是可藉由參數 THLx (No.1610#5)，選擇與切削進給相同的加減速。(按照參數 CTBx,CTLx (No.1610#1、#0))。但是，時間常數和 FL 速度則使用螺紋切削循環的參數 (No.1626、No.1627)。

- 螺紋切削的時間常數、FL 速度

使用參數 (No.1626) 的螺紋切削的插補後加減速時間常數、參數 (No.1627) 的 FL 速度。
FL 速度只有在插補後加減速為指數函數型的情況下有效。

- 螺紋的倒角

可以進行螺紋的倒角（倒稜）。是否進行螺紋的倒角，隨機床端的信號而定。將導程設定為 L 時，螺紋的倒角 r 值，可以在 0.1L~12.7L 的範圍內，以 0.1L 為增量單位，藉由參數（No.5130）選擇任意值。

螺紋的導角角度，可以利用參數（No.5131）在 1~89°範圍內指定。參數值為 0 時，角度為 45°。

螺紋的倒角，使用與螺紋切削相同的插補後加減速類型、插補後加減速時間常數、FL 速度。

註釋

螺紋的倒角（倒稜）量、角度的參數，與 G76 的螺紋切削循環通用。

- 倒角後的退刀動作

導角後的退刀動作速度、插補後的加減速類型以及時間常數如表 4.1.2.1 (a) 所示。

表4.1.2.1 (a)

參數 CFR (No.1611#0)	參數 (No.1466)	內容
0	0 以外	屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數（No.1626））、FL 速度（參數（No.1627））、參數（No.1466）指定的退刀動作速度。
0	0	屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數（No.1626））、FL 速度（參數（No.1627））、參數（No.1420）指定的快速進給速度。
1		在退刀動作前檢查指令速度是否為 0（加減速的遲延是否為 0），屬於快速進給的插補後加減速類型，使用快速進給的時間常數、參數（No.1420）的快速進給速度。

針對倒角後的退刀動作速度，將參數 ROC（No.1403#4）設定為 1，即可使快速進給倍率失效。

註釋

退刀動作中，機床不會在切削進給速度倍率 0% 下停止，這與參數 RF0（No.1401#4）無關。

- 開始角度偏移

藉由指定位址 Q，可以使螺紋切削的開始角度偏移。開始角度的指令（Q）單位為 0.001°，其範圍為 0~360°。另外，不可指定小數點。

- 螺紋切削循環中的進給暫停

在螺紋切削循環收回功能無效的情況下，螺紋切削中的進給暫停動作如下所示。

- 參數 TFH（No.5109#3）=0 的情況下，在螺紋切削中按下並放開進給暫停按鍵時，會於第 4 個動作結束後停止。持續長按進給暫停按鍵時，會停止在退刀的終點（第 3 個動作結束點）附近。
- 參數 TFH（No.5109#3）=1 的情況下，無論是按下並放開螺紋切削中的進給暫停按鍵，或持續長按進給暫停按鍵，都會停止在退刀的終點（第 3 個動作結束點）附近。

- 螺紋切削循環收回

在螺紋切削循環收回功能有效的情况下，如果在螺紋切削中（第 2 個動作）應用進給暫停，刀具就會立即執行倒角並同時退刀，按照平面第 2 軸（X 軸）、平面第 1 軸（Z 軸）的順序返回到起點。

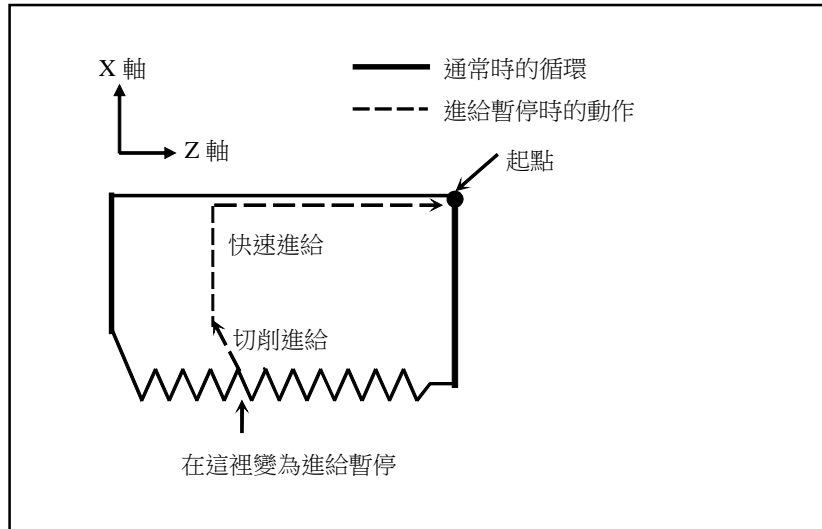


圖4.1.2.1 (b)

退刀時的倒角角度，與終點位置的倒角角度相同。



注意

退刀過程中不能執行另一進給暫停。

- 英制螺紋切削

不可藉由指定位址 E 來進行英制螺紋切削。

4.1.2.2 錐形螺紋切削循環

格式

G92 X(U)_Z(W)_R_F_Q_;

X_,Z_ : 縱向切削終點 (圖 4.1.2.2 (a) 中 A' 點) 的座標值

U_,W_ : 至縱向切削終點 (圖 4.1.2.2 (a) 中 A' 點) 的行程

Q_ : 螺紋切削開始角度的位差角
(單位: 0.001°, 範圍: 0~360°)

R_ : 錐度量 (圖 4.1.2.2 (a) 的 R)

F_ : 螺紋的導程 (圖 4.1.2.2 (a) 的 L)

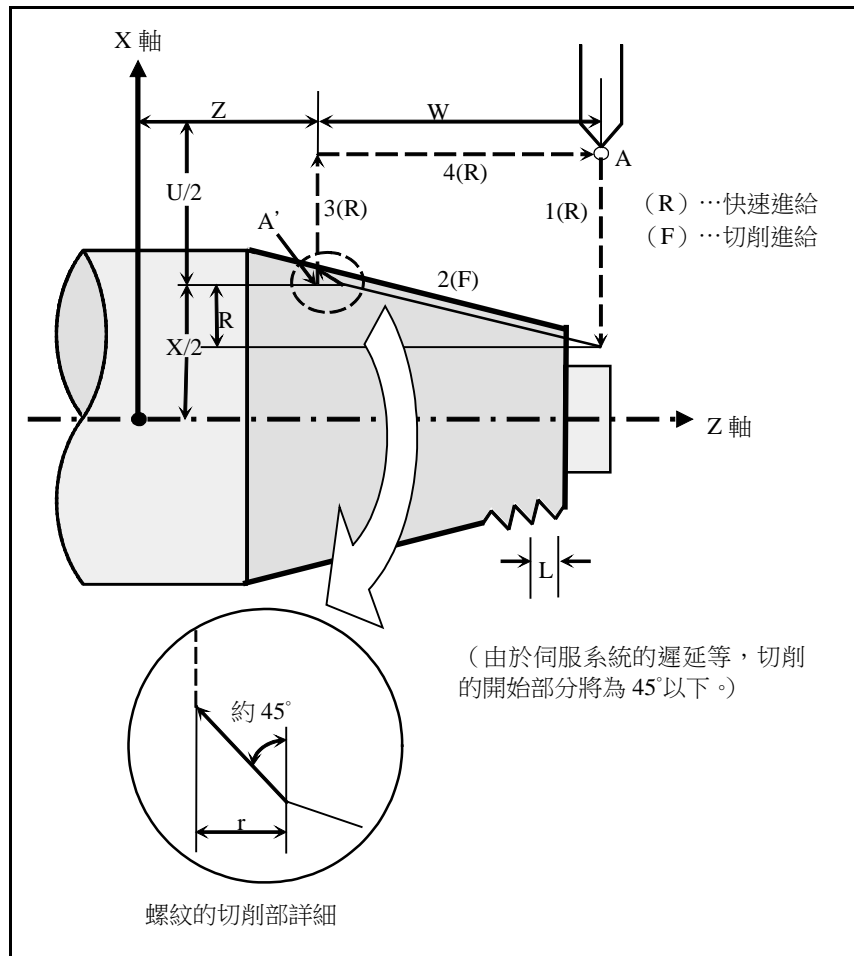


圖4.1.2.2 (a) 錐形螺紋切削循環

解釋

螺紋的導程範圍以及主軸速度的限制，與 G32 的螺紋切削相同。

錐形的形狀，取決於縱向切削終點的座標值 (A') 與錐度量 (位址 R) 的符號。圖 4.1.2.2 (a) 的循環中，錐度量的符號為負。

註釋

指定錐形的位址 R 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，R 由半徑值來指定。

- 動作

錐形螺紋切削循環進行與直線螺紋切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到在平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值) 加上錐度量後的位置。之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與直線螺紋切削循環相同。

⚠ 注意

螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 錐度量的符號與刀具路徑的關係

根據錐度量 (位址 R) 的符號與基於絕對指令或增量指令的縱向切削終點之間的關係，刀具路徑如表 4.1.2.2 (a) 所示。

表4.1.2.2 (a)

外徑加工	內徑加工
<p>1. $U < 0, W < 0, R < 0$</p>	<p>2. $U > 0, W < 0, R > 0$</p>
<p>3. $U < 0, W < 0, R > 0$ 但 $R \leq U/2$</p>	<p>4. $U > 0, W < 0, R < 0$ 但 $R \leq U/2$</p>

- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

- 螺紋切削的插補後加減速
- 螺紋切削的時間常數、FL 速度
- 螺紋的倒角
- 倒角後的退刀動作
- 螺紋切削循環中的進給暫停
- 開始角度偏移
- 螺紋切削循環收回
- 英制螺紋切削

請參閱直線螺紋切削循環的相關頁。

4.1.3 端面車削加工循環 (G94)

4.1.3.1 正面切削循環

格式

G94 X(U)_ Z(W)_ F_ ;

X_,Z_ : 端面方向切削終點 (圖 4.1.3.1 (a) 中 A' 點) 的座標值
U_,W_ : 至端面方向切削終點 (圖 4.1.3.1 (a) 中 A' 點) 的行程
F : 切削進給速度

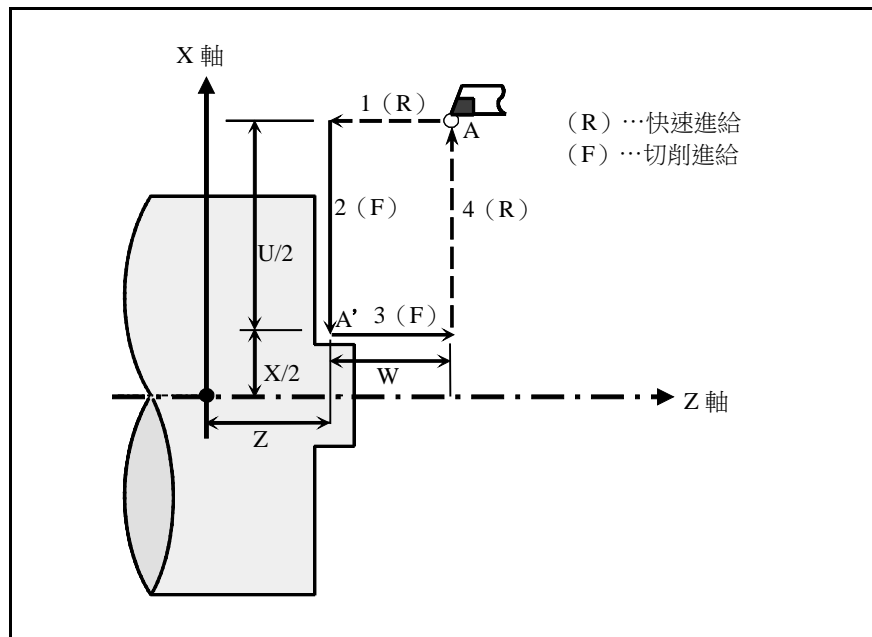


圖4.1.3.1 (a) 正面切削循環

解釋

- 動作

正面切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。(移動到端面方向切削終點 (A')。)
- (3) 第 3 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值)。
- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。(返回到起點 (A)。)

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

4.1.3.2 錐形切削循環

格式

G94 X(U)_ Z(W)_ R_ F_ ;

X_,Z_ : 端面方向切削終點 (圖 4.1.3.2 (a) 中 A' 點) 的座標值

U_,W_ : 至端面方向切削終點 (圖 4.1.3.2 (a) 中 A' 點) 的行程

R : 錐度量 (圖 4.1.3.2 (a) 的 R)

F : 切削進給速度

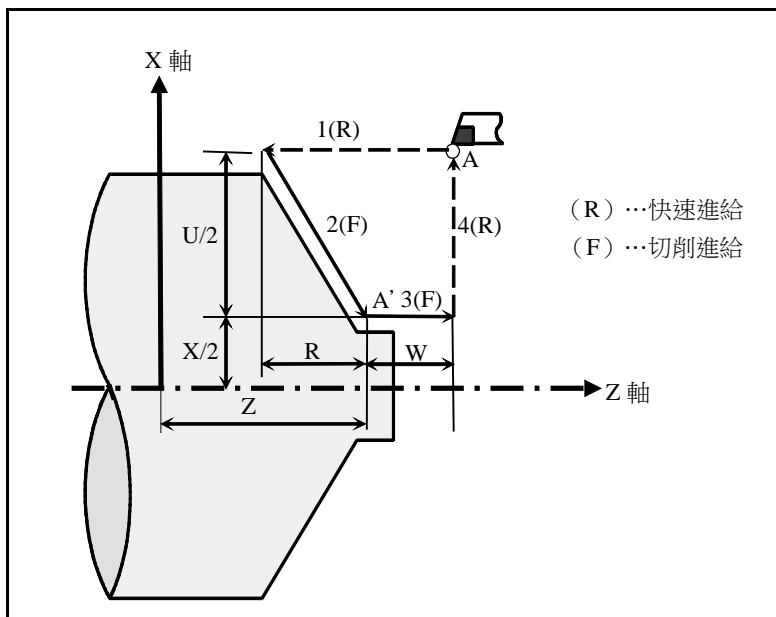


圖4.1.3.2 (a) 錐形切削循環

解釋

錐形的形狀，取決於端面方向切削終點的座標值 (A') 與錐度量 (位址 R) 的符號。圖 4.1.3.2 (a) 的循環中，錐度量的符號為負。

註釋

指定錐形的位址 R 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，R 由半徑值來指定。

- 動作

錐形切削循環進行與正面切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到在平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值) 上加上錐度量後的位置。

之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與正面切削循環相同。

註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

- 錐度量的符號與刀具路徑的關係

根據錐度量 (位址 R) 的符號與基於絕對指令或增量指令的端面方向切削終點座標值之間的關係，刀具路徑如表 4.1.3.2 (a) 所示。

表4.1.3.2 (a)

外徑加工	內徑加工
<p>1. $U < 0, W < 0, R < 0$</p>	<p>2. $U > 0, W < 0, R < 0$</p>
<p>3. $U < 0, W < 0, R > 0$ 但 $R \leq W$</p>	<p>4. $U > 0, W < 0, R > 0$ 但 $R \leq W$</p>

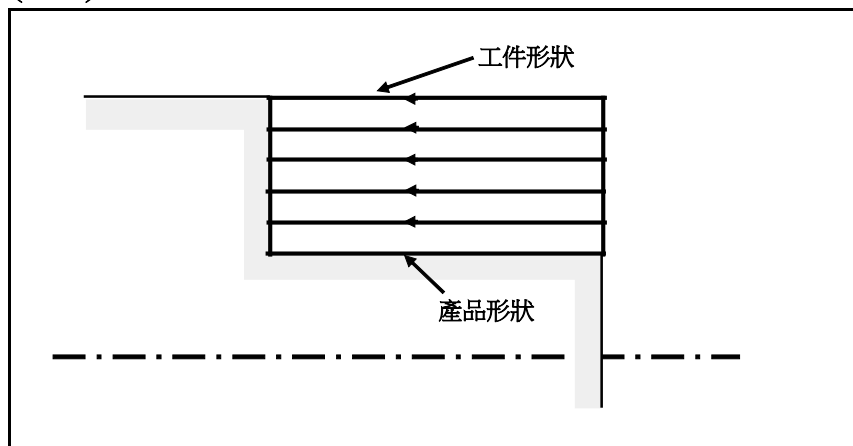
- 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

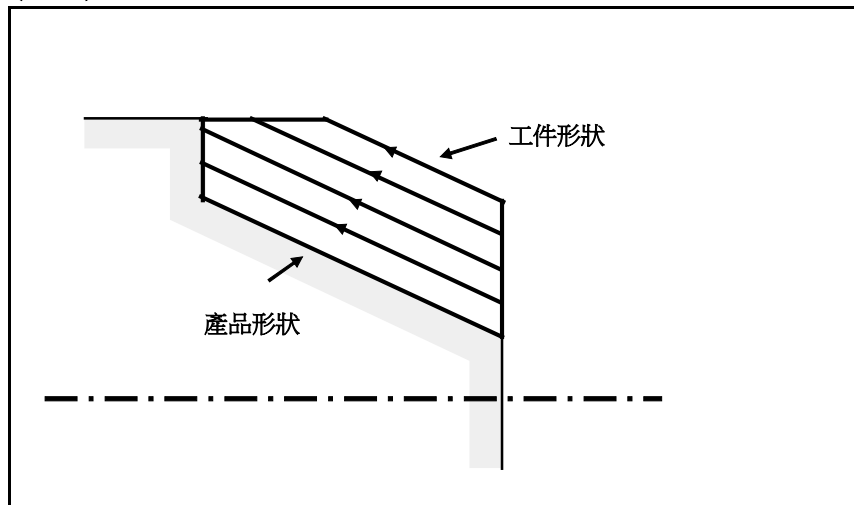
4.1.4 單一型固定循環 (G90、G92、G94) 的使用方法

按照材料的形狀和產品的形狀選擇一個合適的單一型固定循環。

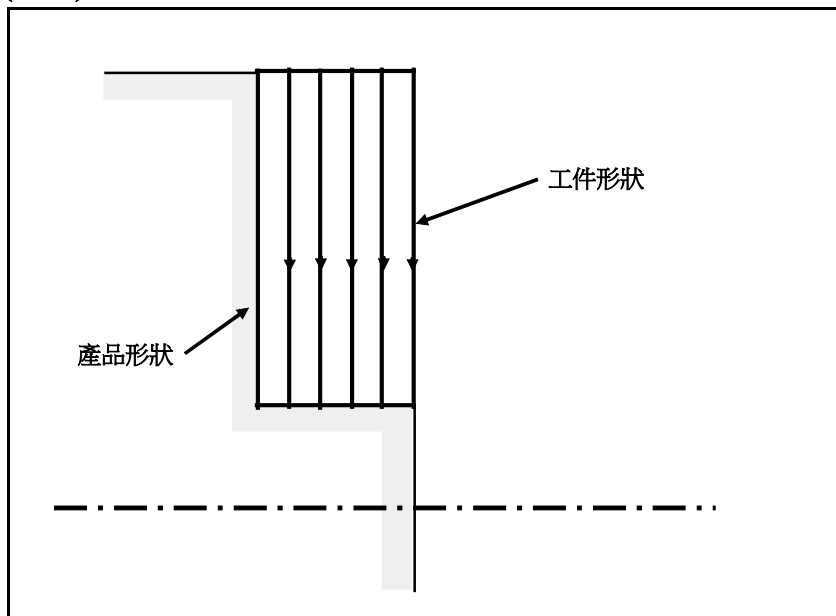
- 直線切削循環 (G90)



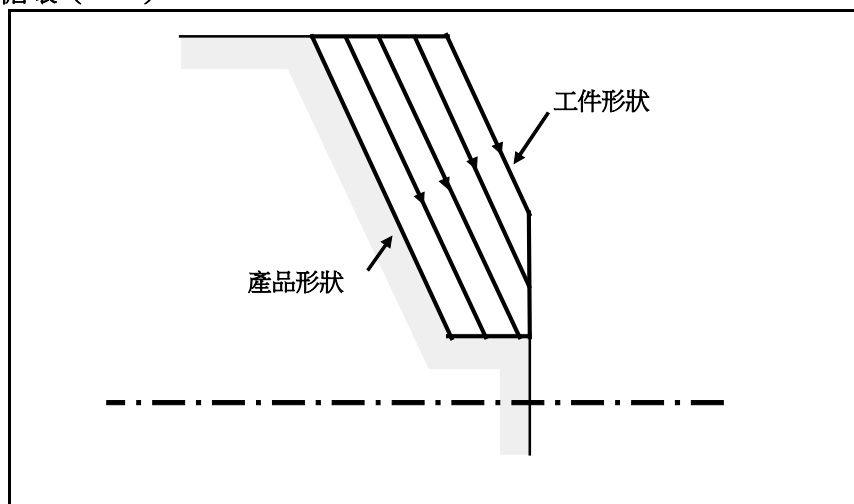
- 錐形切削循環 (G90)



- 正面切削循環 (G94)



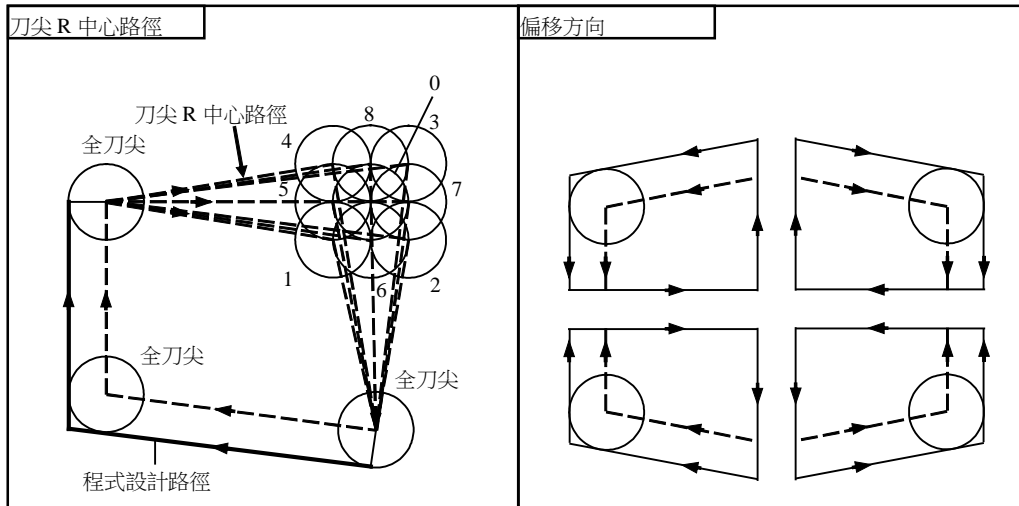
- 正面錐形切削循環 (G94)



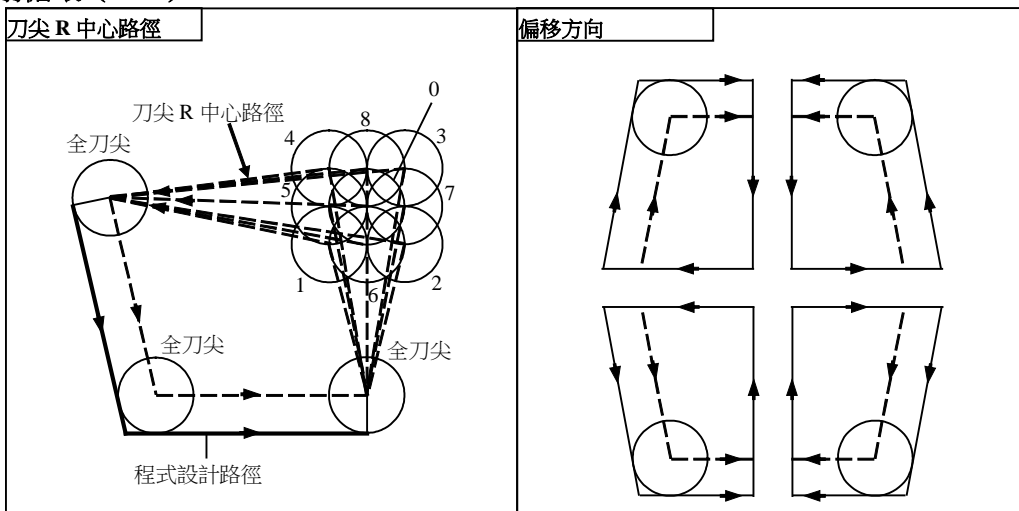
4.1.5 單一型固定循環和刀尖 R 補償

應用刀尖 R 補償時的刀尖中心路徑和偏移的方向如下所示。在循環起點位置，會取消偏移向量，藉由來自循環起點的移動執行偏移的起刀操作。此外，在刀具要返回到循環起點的時候，也會取消偏移向量，並且藉由下一個移動指令再次進行偏移操作。偏移的方向取決於切削模式，與 G41 和 G42 無關。

- 外徑／內徑車削加工循環（G90）



- 端面切削循環（G94）



- 螺紋切削循環（G92）

不可進行刀尖 R 補償。

- 與 FANUC Series 16i/18i/21i 之間的差異

註釋

本 CNC 與 FANUC Series 16i/18i/21i 的偏移方向相同，但是刀尖 R 中心路徑不同。

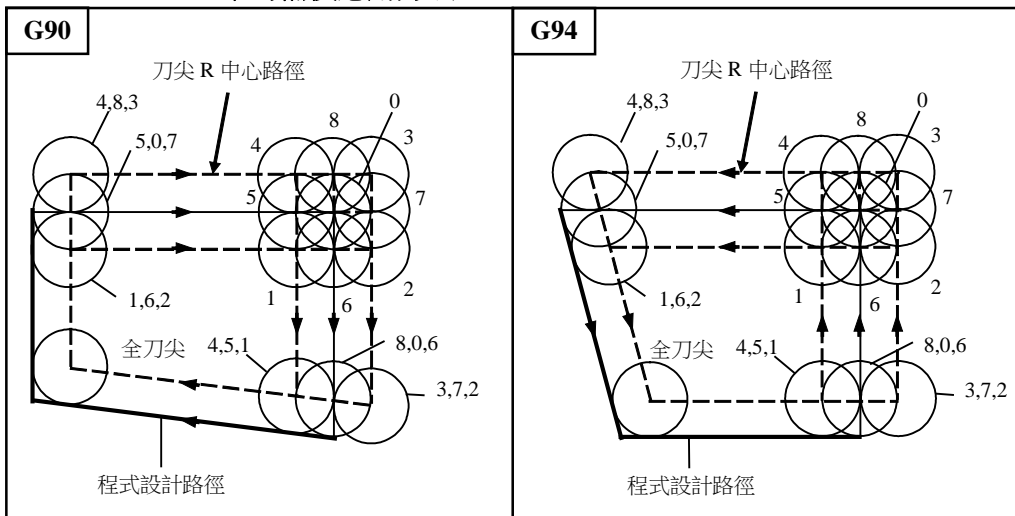
● 本 CNC 的情形

與以下情形動作相同：將單一型固定循環的循環動作置換為 G00 或 G01，在最初的移動程式單節從起點起刀，在最後將刀具移動到起點的程式單節取消偏移。

● FANUC Series 16i/18i/21i 的情形

在程式單節從起點移動刀具，以及在最後的程式單節將刀具移動到起點，動作均與本 CNC 不同。細節請參閱 FANUC Series 16i/18i/21i 操作說明書。

- FANUC Series16i/18i/21i 中的補償應用方法



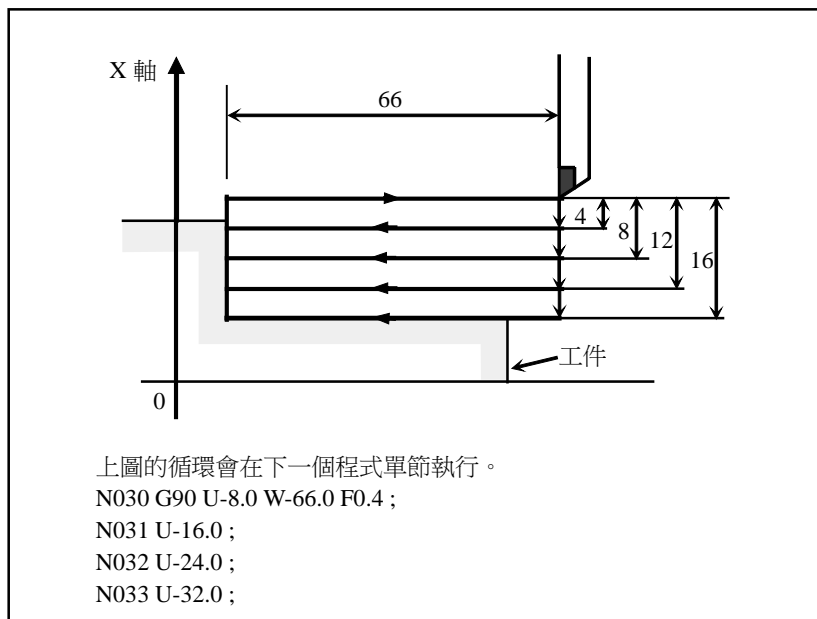
4.1.6 單一型固定循環的限制事項

限制事項

- 模態

單一型固定循環中的資料 X (U) 、 Z (W) 、 R，是 G90、G92、G94 通用的模態值。因此，在沒有重新指定 X (U) 、 Z (W) 、 R 的情況下，以前所指定的資料保持有效。

所以，如下列程式例所示，在 Z 軸的行程相同的情況下，只要指定 X 軸的行程，即可反覆進行單一型固定循環。



單一型固定循環的通用模態值，一旦指定 G04 以外的單步 G 代碼即被清除。

單一型固定循環模式不會由於指定單步 G 代碼而取消，因此，藉由再次指定模態值，即可執行單一型固定循環操作。若不指定模態值，循環動作就不會被執行。

G04 指令執行 G04，而不執行單一型固定循環操作。

- 沒有移動指令的程式單節

在單一型固定循環模式下沒有移動指令的程式單節中，也可執行單一型固定循環操作。例如，只有 EOB 的程式單節或沒有 M、S、T 指令、移動指令的程式單節。在單一型固定循環模式下指定 M、S、T 的指令時，將同時執行單一型固定循環和 M、S、T 的功能。如果這樣不方便的話，可如下列程式例所示，先指定取消單一型固定循環模式的 G90、G92、G94 以外的 01 組的代碼指令 (G00、G01 指令)，而後指定 M、S、T。之後，再指定單一型固定循環。

例

```

N003 T0101;
:
:
N010 G90 X20.0 Z10.0 F0.2;
N011 G00 T0202; ← 取消模式
N012 G90 X20.5 Z10.0;

```

- 平面選擇指令

平面選擇指令（G17、G18、G19）應在設定為單一型固定循環模式之前指定指令，或者在與首次指定的單一型固定循環相同的程式單節中指定指令。

在單一型固定循環模式後指定平面選擇指令，系統就會執行平面選擇指令，但會清除單一型固定循環的通用模態值。

指定所選平面外的軸指令時，會發生警報（PS0330）“在單一形循環中,有不正確的軸指令 <在單一型循環中,有不正確的軸指令>”。

- 平行軸指令

若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。

- 重置

如下藉由重置操作保持 01 組的模態 G 代碼設定中，如果是在執行單一型固定循環中進行重置操作，組 01 的模態 G 代碼將變更為 G01 方式。

(1) 重置模式（參數 CLR（No.3402#6）=0）

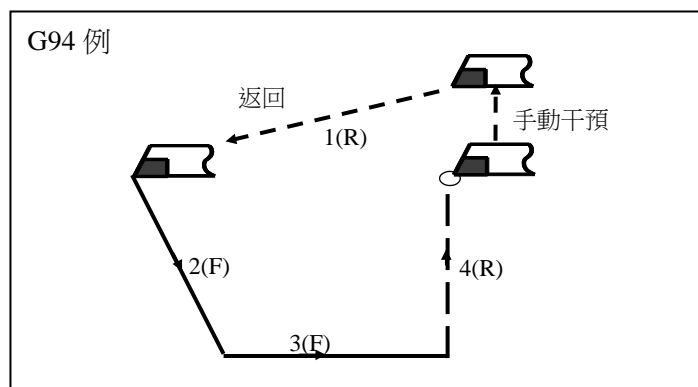
(2) 清除狀態（參數 CLR（No.3402#6）=1）且重置時保持組 01 的模態 G 代碼（參數 C01（No.3406#1）=1）

動作例)

在執行單一型固定循環中（X0 程式單節）進行重置操作，運行 X20.Z1.的指令時，不是在單一型固定循環中動作，而是在直線插補（G01）下動作。

- 手動干預

在執行單一型固定循環前和執行中使運轉停止並藉由手動絕對值 ON 進行手動干預時，即使循環的指令為增量指令，在開始循環動作後，也會執行手動干預量的返回。



4.2 複合形固定循環 (G70~G76)

複合形固定循環是為了簡化程式設計而準備的幾種固定循環。譬如，藉由確定精切削工件形狀的資訊，即可在中途自動地決定粗切削的刀具路徑。

另外，還備有用於螺紋切削的固定循環。

註釋

- 1 本章的說明圖中，將平面設定為 ZX 平面，將 X 軸設定為直徑程式設計，將 Z 軸設定為半徑程式設計。X 軸為半徑程式設計時，請將 U/2 改變為 U，並將 X/2 改變為 X。
- 2 進行複合形固定循環的平面，可以在任意平面（包含平行軸）中進行。但是，若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。

4.2.1 外徑粗切削循環 (G71)

外徑粗切削循環有兩類：類型 I 和類型 II。

格式

ZpXp 平面

G71 U (Δd) R (e) ;

G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;
 ... } 使用從順序號 ns 到 nf 的程式單節，指定 A→A' →B
 N (nf) ; } 的精切削形狀的移動指令。

YpZp 平面

G71 W (Δd) R (e) ;

G71 P (ns) Q (nf) V (Δw) W (Δu) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

XpYp 平面

G71 V (Δd) R (e) ;

G71 P (ns) Q (nf) U (Δw) V (Δu) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

Δd : 進刀量

切削方向由 A A' 的方向而定。該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5132) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

e : 退刀量

該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5133) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

ns : 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號

nf : 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

Δu : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精切削餘量的距離

Δw : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精切削餘量的距離

f, s, t : 循環中，在 ns~nf 間的程式單節中指定的 F 功能、S 功能或者 T 功能將被忽略。並且，G71 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

	單位	直徑/半徑程式設計	符號	小數點輸入
Δd	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
e	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
Δu	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 2 軸的直徑/半徑程式設計	有	可
Δw	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 1 軸的直徑/半徑程式設計	有	可

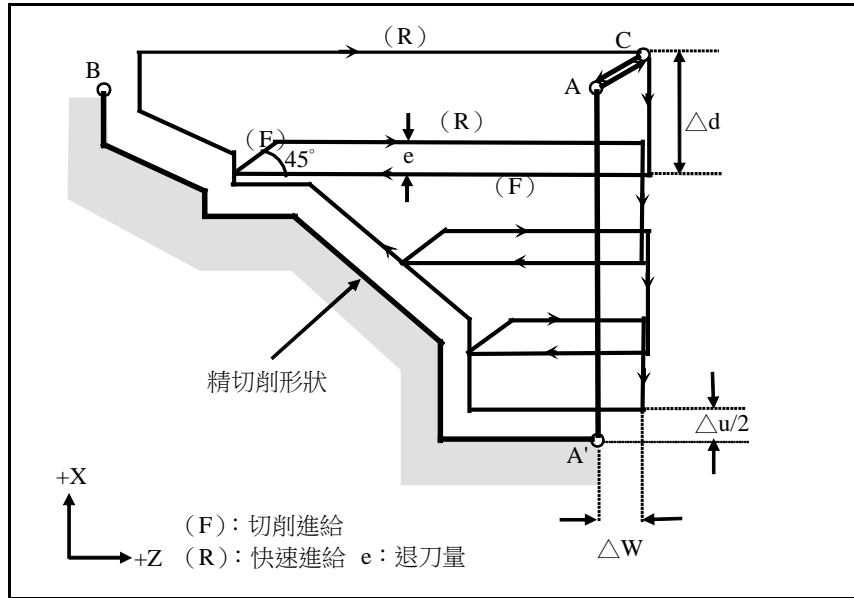


圖4.2.1 (a) 外徑粗切削循環的切削路徑 (類型 I)

解釋

- 動作

由程式給定 A→A' →B 間的精切削形狀後，將留下 $\Delta u/2$ 、 Δw 的精切削餘量，每次切削進刀量 Δd 。在執行完沿著平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的最後切削後，沿著精切削形狀進行粗精加工切削。等粗精加工切削結束後，執行由 Q 指定的順序程式單節的下一個程式單節。

註釋

- 1 Δd 和 Δu 均由相同的位址指定，其區別由有無 P、Q 指定進行判斷。
- 2 循環動作藉由 P、Q 所指定的 G71 指令進行。
- 3 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G71 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。
- 4 周速一定控制有效時 (參數 SSC (No.8133#0) =1)，系統會忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 G96 或 G97 指令 要使 G96 或 G97 在 A-B 間的移動中有效時 請在 G71 的程式單節或之前的程式單節中指定 G96 或 G97。

- 精切削形狀

模式

用 G71 來切削的形狀有下列 4 種模式。均藉由平行於平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動來進行工件切削，此時的 Δu 、 Δw 的精切削餘量的符號如下所示。

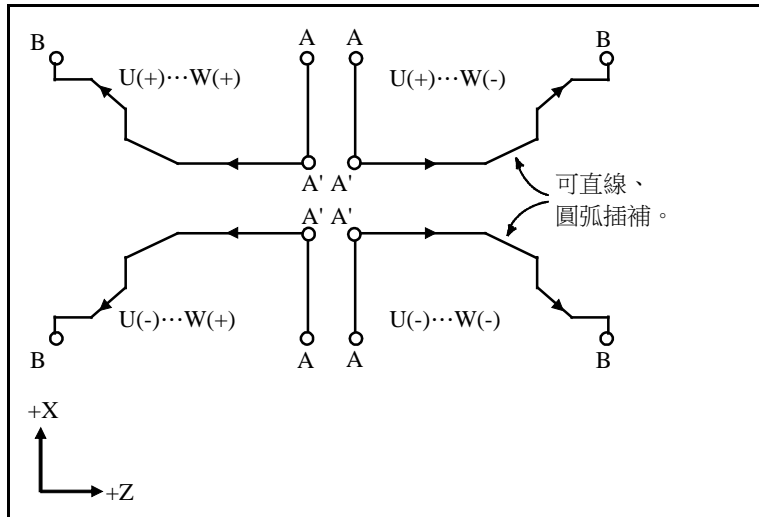


圖4.2.1 (b) 4 種模式的精切削形狀

- 限制

- (1) 在 U (+) 的情況下，不可加工具有比循環起點更高位置的形狀。
在 U (-) 的情況下，不可加工具有比循環起點更低位置的形狀。
- (2) 在類型 I 的情況下，平面第 1 軸、平面第 2 軸均須為單調增加或者單調減少的形狀。
- (3) 在類型 II 的情況下，平面第 1 軸須為單調增加或單調減少的形狀。

- 開頭程式單節

在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令）中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報(PS0065)“G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>”。

G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。

此外，要在該開頭程式單節選擇類型 I 或者類型 II。

開頭程式單節中沒有 X 軸方向的移動時，會發生警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

- 檢查功能

檢查精切削形狀是否在循環動作中始終為單調增加或單調減少。

註釋

在應用刀尖 R 補償時，利用應用了補償的精切削形狀進行檢查。

另外，還可以進行下列檢查。

檢查內容	相關參數
在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。	QSR (No.5102#2) =1 時有效。
在循環動作前檢查精切削形狀。 (同時還對位址 Q 中所指定的順序號是否存在進行檢查。)	FCK (No.5104#2) =1 時有效。

- 類型 I 和類型 II 的區分使用

G71 具有類型 I 和類型 II。

精切削形狀中有槽孔時，務須使用類型 II。

此外，在類型 I 和 II 中，朝平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向進行粗切削後的退刀操作不同。類型 I 朝向 45° 方向退刀，而類型 II 則沿著精切削形狀切削。精切削形狀中沒有槽孔時，請根據退刀方法靈活選用。

選擇方法

在精切削形狀的開頭程式單節（順序號 ns）選擇類型 I 或者類型 II。

- (1) 選擇類型 I
僅指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的指令。不得有平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。
- (2) 選擇類型 II
指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 和平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。
沒有平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動而要使用類型 II 時，則指定行程 0 的增量指令 (ZX 平面時為 W0)。

- 類型 I

- (1) 在順序號 ns 的程式單節中，僅需要指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X (U) 軸) 的指令。

例

```

ZX 平面
G71 U10.0 R5.0 ;
G71 P100 Q200.....;
N100 X(U)_ ;      (僅指定平面第 2 軸的指令。)
      : ;
      : ;
N200.....;

```

- (2) A'-B 間的形狀在平面構成軸 (ZX 平面時為 Z 軸、X 軸) 方向上必須都是單調增加或單調減少。不得存在圖 4.2.1 (c) 所示的槽孔。

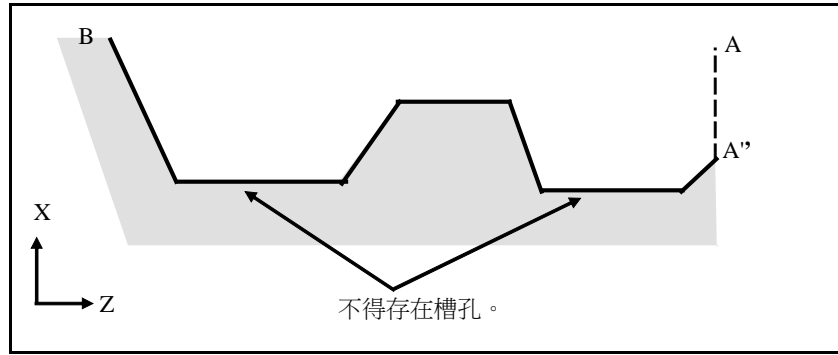


圖4.2.1 (c) 非單調增加或單調減少的形狀 (類型 I)

⚠ 注意
 平面第 1 軸或第 2 軸不是單調變化時，會發出警報 (PS0064) “最終的形狀並非單調變化 (平面第 1 軸) < 精切削形狀不是單調變化 (平面第 1 軸) >” 或警報 (PS0329) “精加工形狀不是單調變化 (平面第 2 軸) < 精切削形狀不是單調變化 (平面第 2 軸) >”。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數 (No.5145、No.5146) 中設定容許量，使其不發出警報。

(3) 粗切削後，刀具在切削進給下朝著 45° 方向退刀。

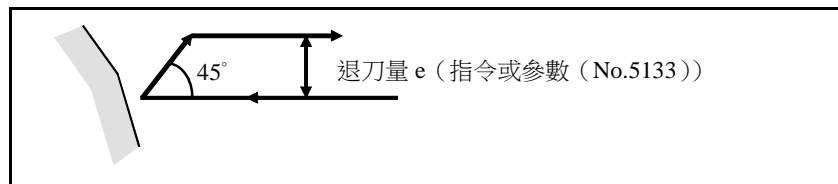


圖4.2.1 (d) 沿著 45° 方向切削 (類型 I)

藉由將參數 CBR (No.5124#0) 設定為 1，可將粗切削後的退刀變更為快速進給。此時的刀具路徑取決於參數 LRP (No.1401#1) 的設定。

(4) 在最後的粗精加工切削完成後，刀具馬上沿著精切削形狀程式執行最後的粗精加工切削。此外，藉由將參數 RF1 (No.5105#1) 設定為 1，還可以使系統不執行粗精加工切削。

- 類型 II

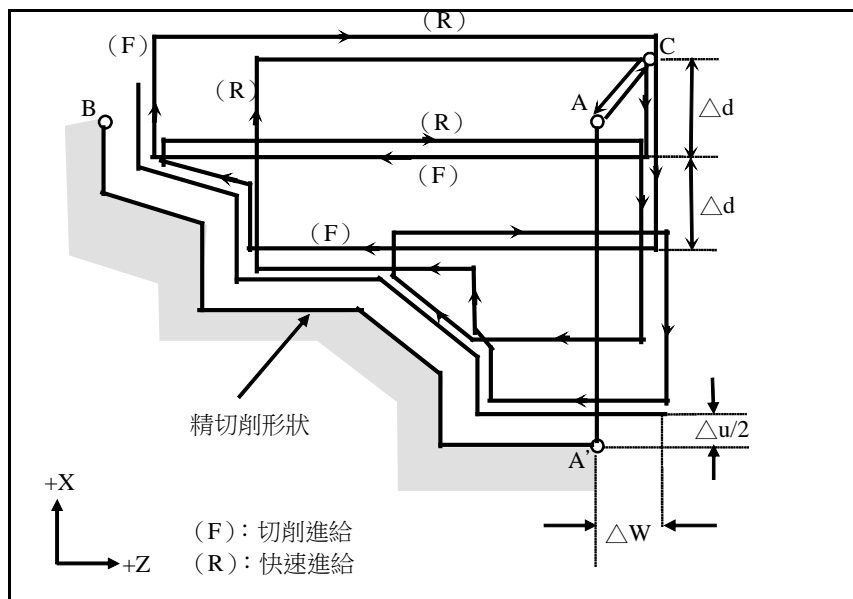


圖4.2.1 (e) 外徑粗切削循環的切削路徑 (類型 II)

如圖4.2.1 (e) 所示，由精切削形狀程式給定 A→A' →B 間的形狀後，將留下 $\Delta u/2$ 、 Δw 的精切削餘量，每次切削進刀量 Δd 。與類型 I 的不同點在於，在平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的粗切削後，類型 II 是沿著形狀切削。在執行完最後的切削後，刀具暫時返回到 G71 的起點，並沿著精切削形狀程式留下 $\Delta u/2$ 、 Δw 的精切削餘量後執行粗加工切削。

類型 II 與類型 I 相比存在下列不同之處。

- (1) 需要在順序號 ns 的程式單節中指定構成平面的 2 個軸（ZX 平面時為 X (U) 軸、Z (W) 軸）的指令。如果您想在 ZX 平面中不使刀具在第一程式單節沿著 Z 軸移動而使用類型 II，則指定 W0。

例	
ZX 平面	
G71 U10.0 R5.0;	
G71 P100 Q200.....;	
N100 X(U)_ Z(W)_ ;	(指定構成平面的 2 個軸。)
∴;	
∴;	
N200.....;	

- (2) 形狀在平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向不必是單調增加或單調減少，可以設置凹陷部分（槽孔）。

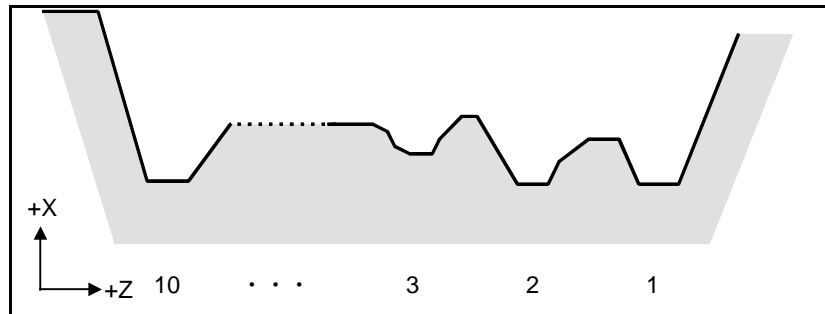


圖4.2.1 (f) 槽孔形狀 (類型 II)

但是，平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向，必須是單調變化。若是圖4.2.1 (g) 所示的形狀，就不能進行加工。

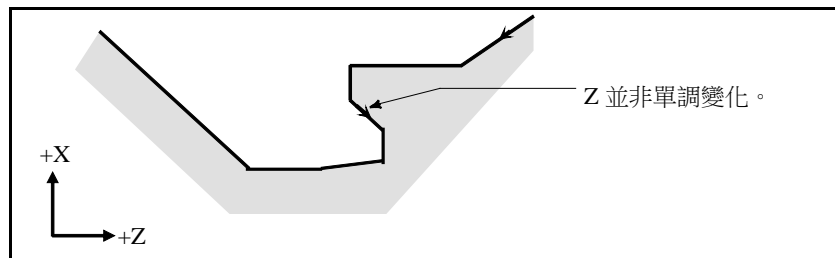


圖4.2.1 (g) 不能加工的形狀 (類型 II)

⚠ 注意

若是在平面第 1 軸切削過程中會朝著相反方向移動的形狀（也包含基於圓弧指令的頂點），車刀可能會接觸工件，因此遇到這種非單調變化的形狀時，會發出警報 (PS0064) “最終的形狀並非單調變化 (平面第 1 軸) < 精切削形狀不是單調變化 (平面第 1 軸) >”。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數 (No.5145) 中設定容許量，使其不發出警報。

最初的切削部分也可以不是垂直形狀，只要平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向屬於單調變化，不管什麼樣的形狀都可以。

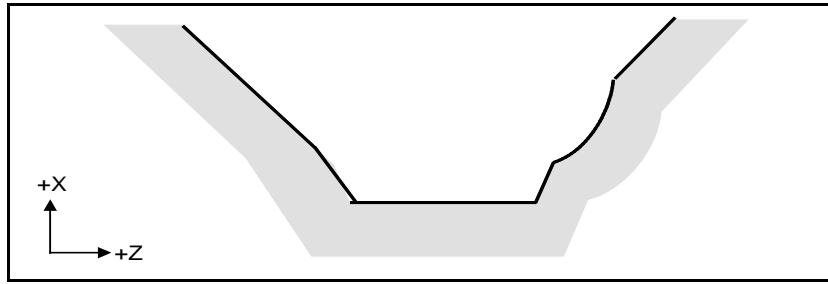


圖4.2.1 (h) 可以加工的形狀 (類型 II)

(3) 車削後，刀具沿著工件的形狀切削，並在切削進給下退刀。

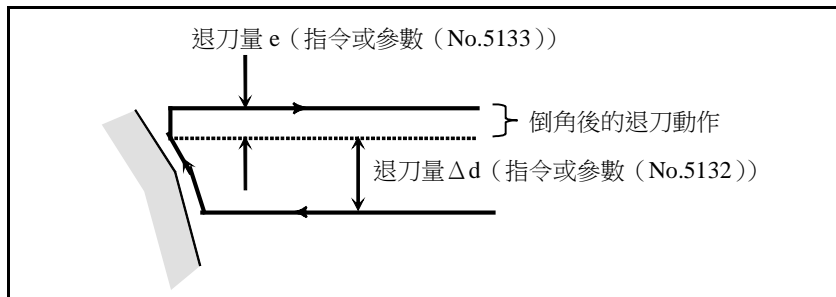


圖4.2.1 (i) 沿著工件切削 (類型 II)

切削後的退刀量 e，可以藉由指令 (由 R 指定) 或參數 (No.5133) 進行設定。但是，刀具從谷底退刀是在切削進給下朝著 45° 方向進行退刀。

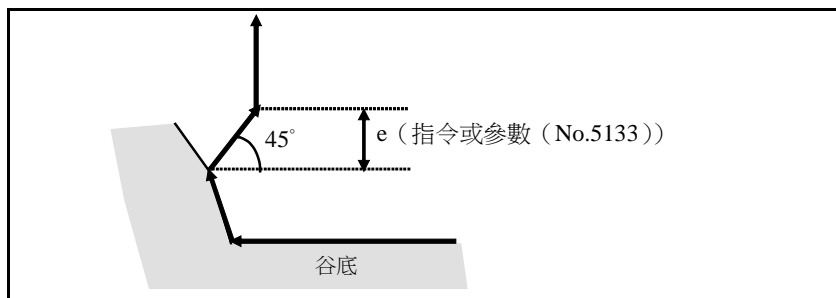


圖4.2.1 (j) 則在粗精加工切削結束

(4) 精切削形狀中與平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 平行的程式單節，視為槽孔的谷底。

(5) 在最後的粗精加工切削時，平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的所有粗切削都結束後，刀具會暫時返回到起點。此時，如果存在與循環起點高度相等的形狀，刀具會從較高形狀通過多增加進刀量 Δd 後退刀的位置，然後返回到起點。

接著，刀具沿著精切削形狀執行粗切削的精加工切削。在這種情況下返回到起點，也會通過多增加進刀量 Δd 後退刀的位置。

藉由將參數 RF2 (No.5105#2) 設定為 1，可以不執行粗精加工切削。

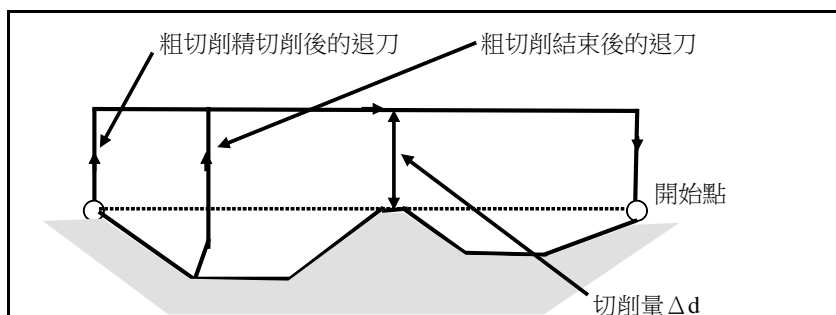


圖4.2.1 (k) 返回到起點時的退刀 (類型 II)

(6) 槽孔的粗切削順序和路徑
粗切削順序如下例所示。

(a) 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 為單調減少

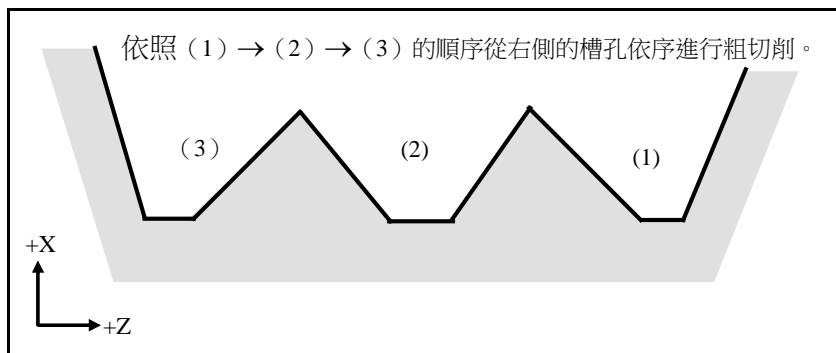


圖4.2.1 (l) 單調減少的粗切削順序 (類型 II)

(b) 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 為單調增加

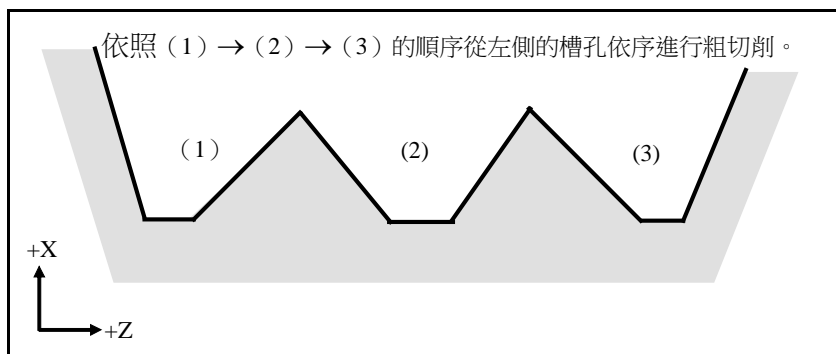


圖4.2.1 (m) 單調增加的粗切削順序 (類型 II)

粗切削路徑如圖4.2.1 (n) 所示。

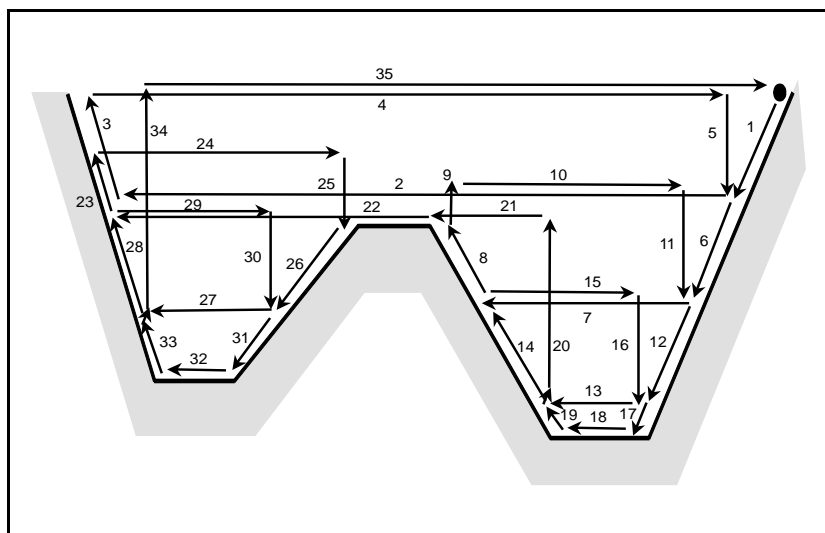


圖4.2.1 (n) 多個槽孔的切削路徑 (類型 II)

槽孔的粗切削結束後的詳細動作，如圖4.2.1 (o) 所示。

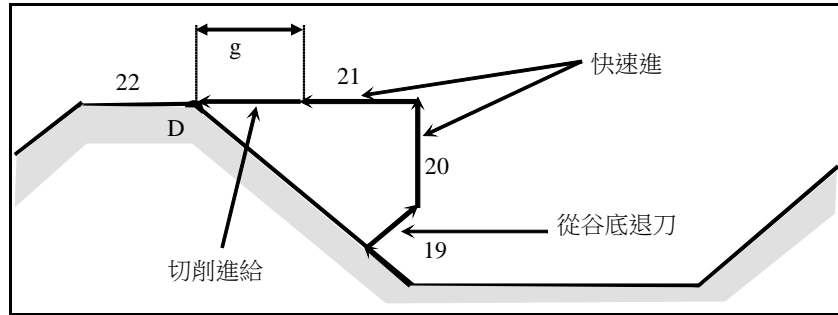


圖4.2.1 (o) 槽孔切削後的細節 (類型 II)

在切削速度下切削後，刀具朝著 45° 方向執行退刀操作。(動作 19)

接著以快速進給方式移動到 D 點高度。(動作 20)

然後以快速進給方式從 D 點移動到 g 值跟前的位置。(動作 21)

接著，以切削進給方式移動到 D 點。

移動到 g 的切削進給開始位置的餘隙量由參數 (No.5134) 進行設定。

但是，若是最後的槽孔，在切削完谷底後，刀具會朝著 45° 方向執行退刀操作，以快速進給返回到起點。(動作 34、35)

⚠ 注意

- 1 槽孔的切削方法與 FANUC Series 16i/18i/21i 不同。
從跟前的槽孔開始切削，並在槽孔的切削結束時，刀具移動到裡側槽孔進行切削。
- 2 存在槽孔時，通常將精切削餘量指定為 $\Delta w=0$ 。否則，刀具可能會切入其中側壁面。

車削後的切削路徑，根據工件形狀，與 FANUC Series 16i/18i/21i 有所不同。切削中，工件形狀若僅為平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動，將進入平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的退刀動作。

藉由設定參數 R16 (No.5108#0)=1，也可以只沿著平面第 1 軸的指令部分繼續切削。

藉由參數 R16 (No.5108#0=1) 的設定執行圖 4.2.1 (n) 的形狀程式時，切削路徑如圖 4.2.1 (p) 所示。

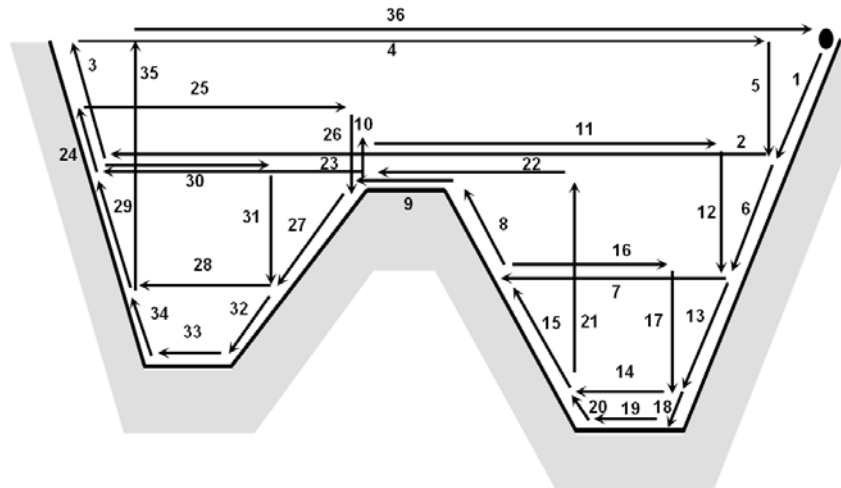


圖4.2.1 (p) 切削路徑 (設定 No.5108#0=1 時)

- 刀尖 R 補償

使用刀尖 R 補償時，在複合形固定循環指令 (G70、G71、G72、G73) 前的程式單節，指定刀尖 R 補償指令 (G41、G42)，而取消指令 (G40) 則在精切削形狀程式 (由 P 指定的程式單節到由 Q 指定的程式單節) 之外指定。如果在精切削形狀程式內指定刀尖 R 補償，則會發出警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

程式例

```
G42; ----- 在複合形固定循環指令前指定。
G71U1.0R0.5;
G71P10Q20;
N10G00X0;
:
N20X50.0;
```

G40; ----- 在精切削形狀程式之後指定。

在刀尖 R 補償模式下指定本循環時，在刀具移動到開始位置的過程中會暫時取消偏移，並在最初的程式單節起刀。此外，在循環動作結束返回到循環起點時，也會暫時取消偏移，並在下一個移動指令進行起刀操作。詳如圖4.2.1 (q) 所示。

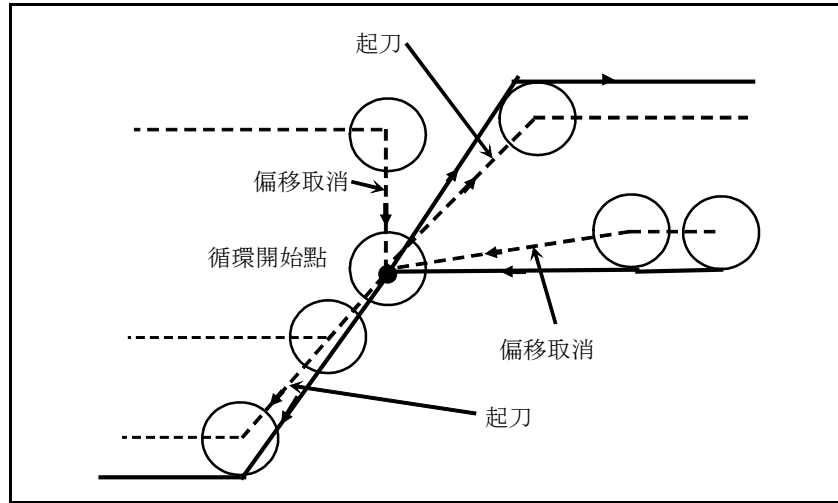


圖4.2.1 (q)

本循環對於起點 A 的偏移向量為 0、在 A-A' 程式單節起刀時的刀尖 R 補償路徑的形狀執行循環動作。

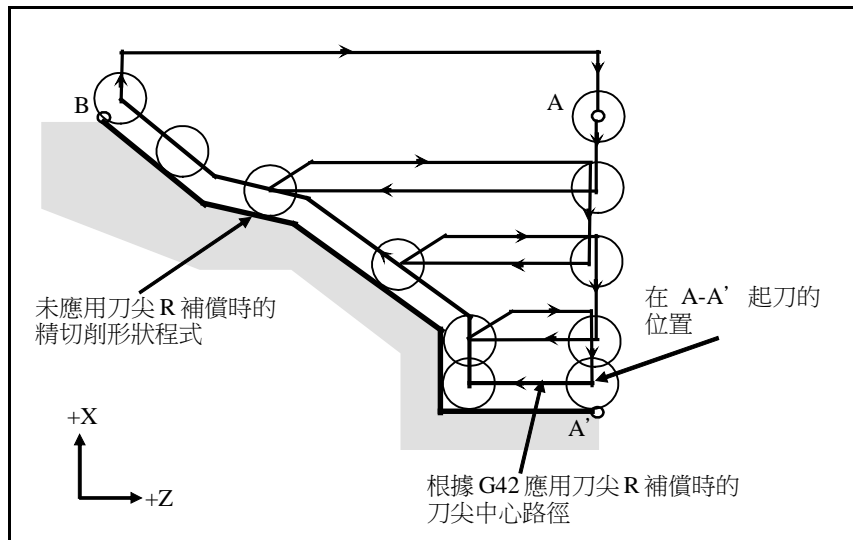


圖4.2.1 (r) 刀尖 R 補償中的路徑

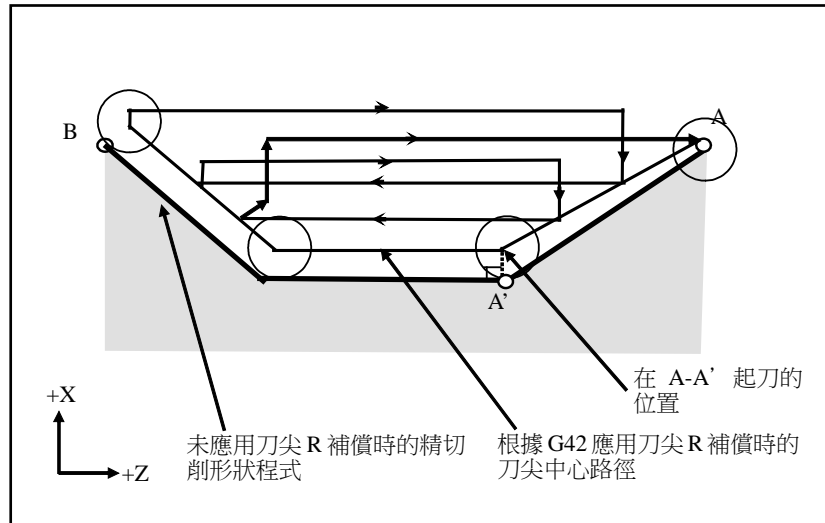


圖4.2.1 (s)

註釋

在刀尖 R 補償模式下進行槽孔加工時，是在工件外指定 A-A' 的直線程式單節，而後再指定實際的槽孔形狀。由此，便可以避免槽孔的切入。

參數 NT1 (No.5106#2) 為 1 時，G71/G72/G73 的精切削形狀內的刀尖 R 補償指令 G40/G41/G42 會被忽略，不會發生警報。

參數 NT2 (No.5106#3) 為 1 時，G70 的精切削形狀內的刀尖 R 補償指令有效。但是，受到如下限制。

- (1) 指定 G70 指令時的模態必須是 G40 (刀尖 R 補償取消)。
指定 G70 指令時的模態為 G41/G42 時，在精切削形狀程式內指定刀尖 R 補償時，會發生警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。
- (2) 在精切削形狀開始程式單節 (位址 P 中指定的程式單節) 指定 G41/G42 指令。
若在開始程式單節以外的精切削形狀程式指定 G41、G42 指令，則會發生警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。
- (3) 在精切削形狀結束程式單節 (位址 Q 中指令的程式單節) 指定 G40 指令。
結束程式單節中沒有 G40 時，會發生警報 (PS0538) “刀尖 R 補正無法取消 <刀尖 R 補償尚未取消>”。

G70 精切削形狀內的刀尖 R 補償指令程式例)

```
G40;
G70 P10 Q20 ...;
N10 G41 ...;
:
N20 G40 ...;
```

- 縮短加工時間

在 G71 以及 G72 中，藉由將參數 ASU (No.5107#0) 設定為 1，可將移動到上次的車削起點的動作 (動作 1) 變更為以快速進給移動。

參數 ASU (No.5107#0) 在類型 I 指令或類型 II 指令皆為有效。

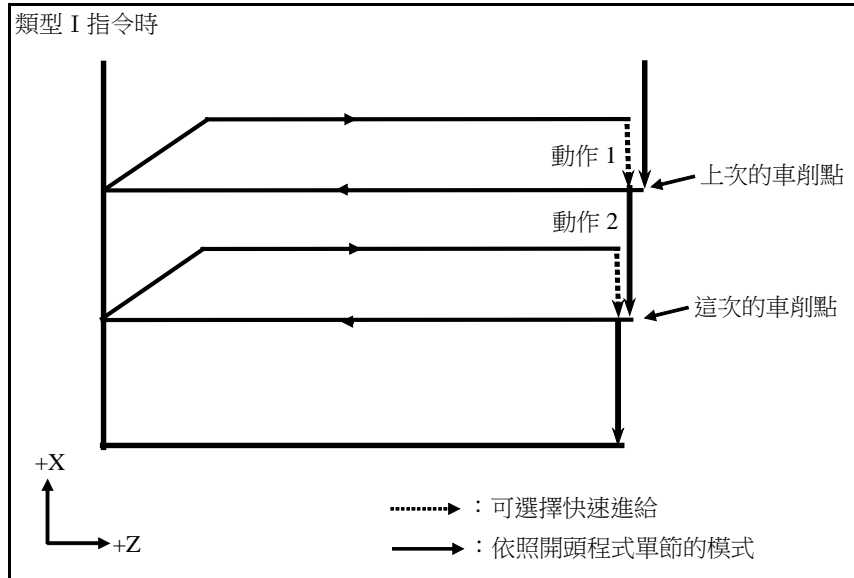


圖4.2.1 (t)

在類型 I 指令的 G71 以及 G72 中，藉由將參數 ASC (No.5107#1) 設定為 1，可將移動到這次的車削起點的動作（動作 1、動作 2）從 2 個循環變更為 1 個循環。進給模式取決於形狀程式的開頭程式單節的模式（G00、G01）。參數 ASC (No.5107#1)，只於類型 I 指令中有效。

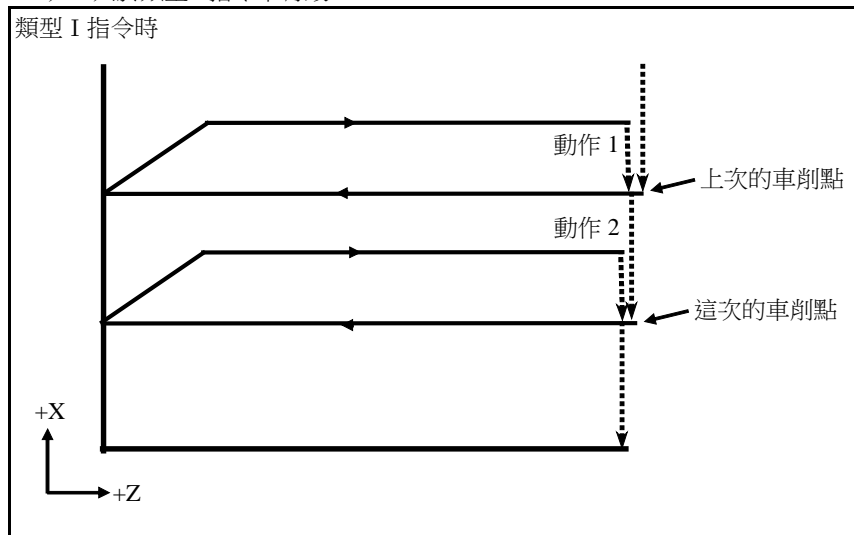


圖4.2.1 (u)

在類型 I 指令的 G71/G72 中，若將參數 DTP (No.5108#1) 設定為 1，則在粗精加工切削結束後，會從精切削形狀程式的終點直接返回到循環起點。

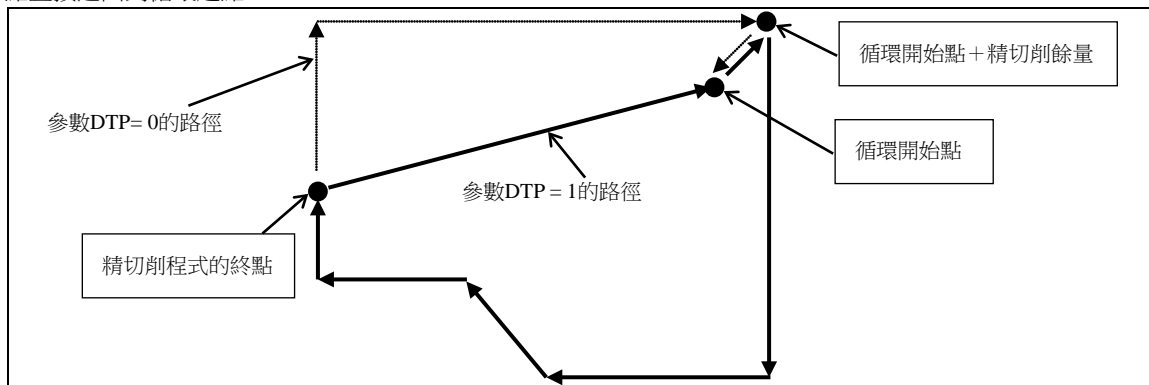


圖4.2.1 (v) 返回到循環起點

在類型 II 指令的 G71/G72 中，若將參數 NSP (No.5108#3) 設定為 1，則以路徑不重複的方式進行切削。（將參數 NSP (No.5108#3) 設定為 1 時，參數 R16 (No.5108#0)=1 的動作常保有效。）

- 無槽孔的形狀之情形
以往的方式下，如圖4.2.1 (w) 所示在 AB 之間路徑重複。
設定參數 NSP (No.5108#3) =1 時，將如圖4.2.1 (x) 所示避免路徑的重複。

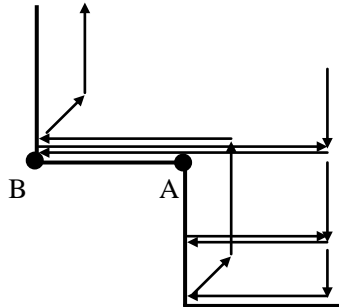


圖4.2.1 (w) 無槽孔的形狀 (No.5108#3=0)

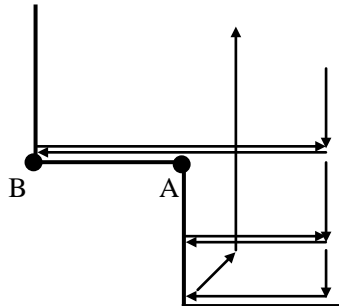


圖4.2.1 (x) 無槽孔的形狀 (No.5108#3=1)

- 有槽孔的形狀之情形
以往的方式下，如圖4.2.1 (y) 所示在 AB 之間和 CD 之間路徑重複。
設定參數 NSP (No.5108#3) =1 時，成為圖4.2.1 (z) 所示的路徑。在 AB 之間與圖4.2.1 (y) 所示相同，路徑重複，但第 2 次執行 AB 之間的路徑時，將以快速進給方式執行。避免 CD 之間的路徑重複。

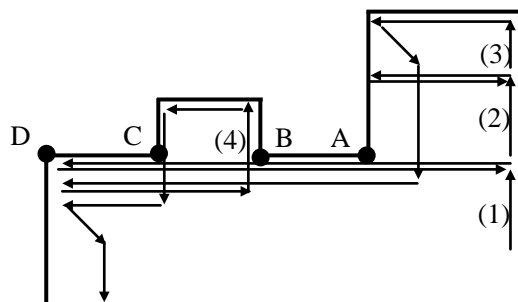


圖4.2.1 (y) 有槽孔的形狀 (No.5108#3=0)

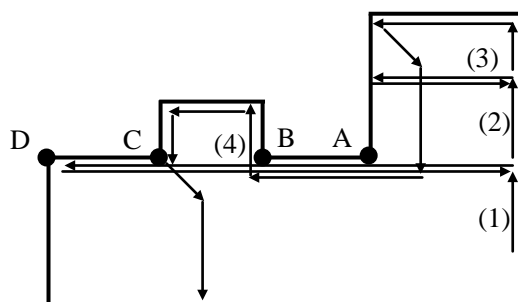


圖4.2.1 (z) 有槽孔的形狀 (No.5108#3=1)

- 槽孔連續的情形

以往的方式下，如圖4.2.1 (aa) 所示，每次完成切削一個槽孔就要移動到 I 點，然後定位在後續槽孔的起點。此時，在 BI、DI、FI、HI 之間路徑重複。

設定參數 NSP (No.5108#3) =1 時，成為圖4.2.1 (bb) 所示的路徑。只有最初會移動到 I 點 1 次，之後會一個接一個地進行槽孔的切削。

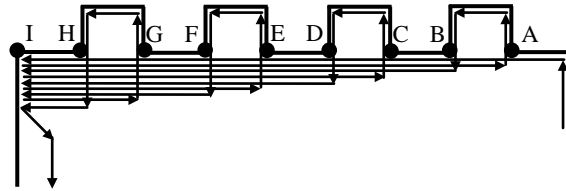


圖4.2.1 (aa) 連續槽孔形狀 (No.5108#3=0)

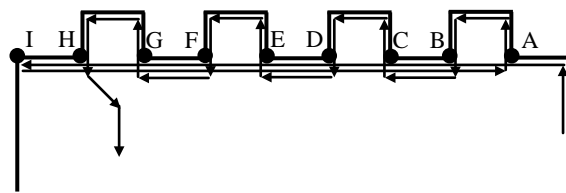


圖4.2.1 (bb) 連續槽孔形狀 (No.5108#3=1)

藉由設定參數 NIC (No.5108#5) =1，由於不會執行在循環動作中的切削程式單節之間的到位檢查，會有縮短加工時間的效果。

當到位寬幅的參數 (No.1826、No.1827) 設定為過大的值時，參數 NIC (No.5108#5) 沒有效果。

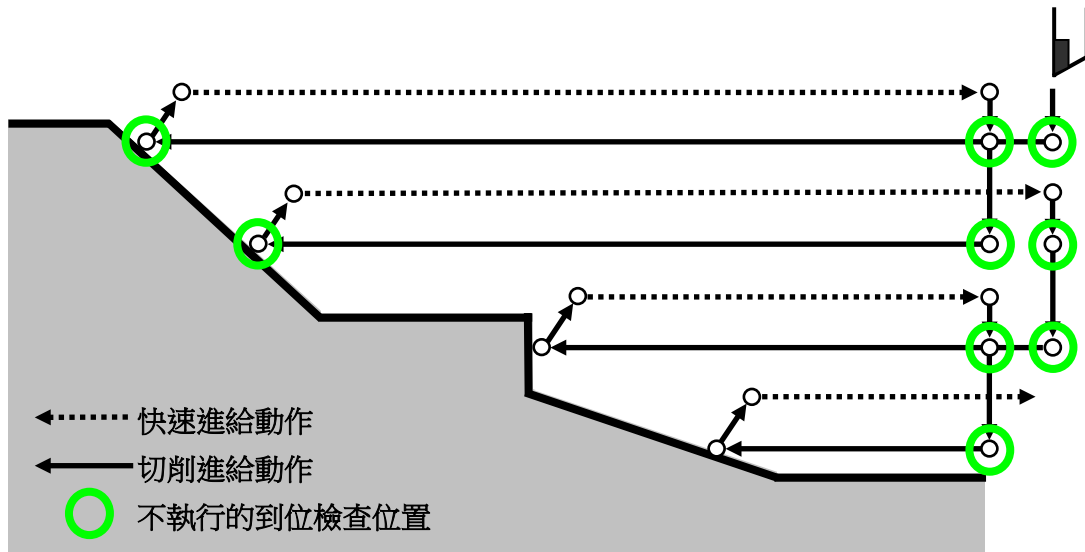


圖4.2.1 (cc) 到位檢查動作改良

4.2.2 端面粗切削循環 (G72)

端面粗切削循環與 G71 一樣，藉由與平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 平行的動作進行切削。

格式

ZpXp 平面

```
G72 W (Δd) R (e) ;
G72 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

使用從順序號 ns 到 nf 的程式單節，指定 A→A' →B 的精切削形狀的移動指令。

YpZp 平面

```
G72 V (Δd) R (e) ;
G72 P (ns) Q (nf) V (Δw) W (Δu) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

XpYp 平面

```
G72 U (Δd) R (e) ;
G72 P (ns) Q (nf) U (Δw) V (Δu) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

- Δd:** 進刀量
切削方向由 A A' 的方向而定。該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5132) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- e:** 退刀量
該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5133) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- ns:** 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號
- nf:** 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號
- Δu:** 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精切削餘量的距離
- Δw:** 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精切削餘量的距離
- f, s, t:** 循環中，在 ns~nf 間的程式單節中指定的 F 功能、S 功能或者 T 功能將被忽略。並且，G72 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

	單位	直徑/半徑程式設計	符號	小數點輸入
Δd	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
e	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
Δu	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 2 軸的直徑/ 半徑程式設計	有	可
Δw	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 1 軸的直徑/ 半徑程式設計	有	可

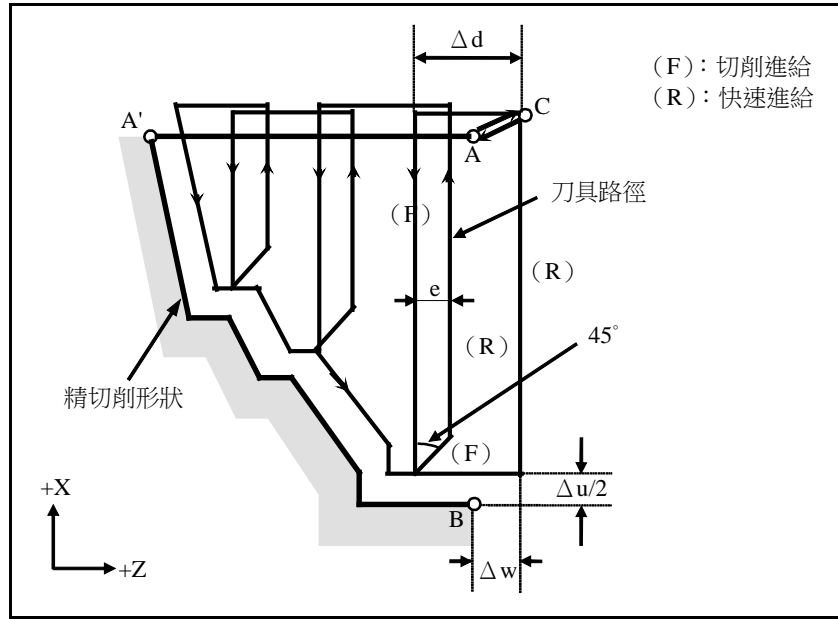


圖4.2.2 (a) 端面粗切削循環的切削路徑 (類型 I)

解釋

- 動作

由程式給定 A→A' →B 間的精切削形狀後，將留下 $\Delta u/2$ 、 Δw 的精切削餘量，每次切削進刀量 Δd 。

註釋

- 1 Δd 和 Δu 均由相同的位址指定，其區別由有無 P、Q 指定進行判斷。
- 2 循環動作藉由 P、Q 所指定的 G72 指令進行。
- 3 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G72 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。
- 4 周速一定控制有效時 (參數 SSC (No.8133#0)=1)，系統會忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 G96 或 G97 指令 要使 G96 或 G97 在 A-B 間的移動中有效時 請在 G72 的程式單節或之前的程式單節中指定 G96 或 G97。

- 精切削形狀

模式

用 G72 來切削的形狀有下列 4 種模式。均藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削，此時的 Δu 、 Δw 的精切削餘量的符號如下所示。

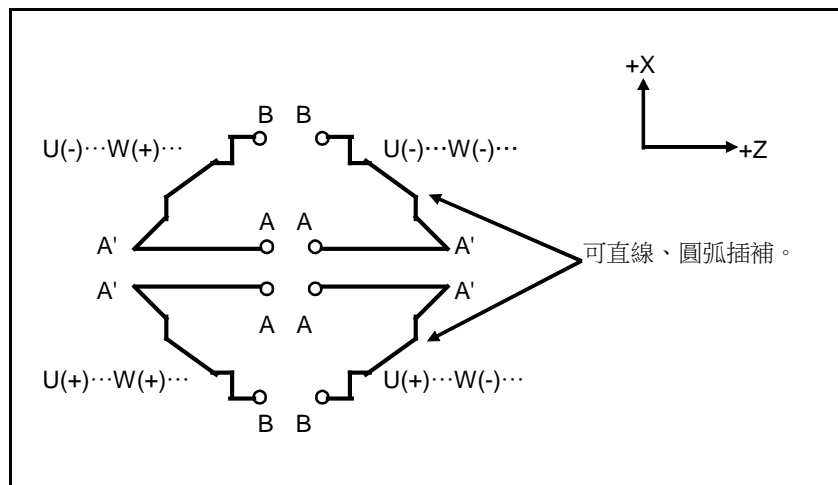


圖4.2.2 (b) 端面粗切削循環 U、W 的指令值符號

限制

- (1) 在 W (+) 的情況下，不可加工具有比循環起點更高位置的形狀。
在 W (-) 的情況下，不可加工具有比循環起點更低位置的形狀。
- (2) 在類型 I 的情況下，平面第 1 軸、平面第 2 軸均須為單調增加或者單調減少的形狀。
- (3) 在類型 II 的情況下，平面第 2 軸須為單調增加或單調減少的形狀。

- 開頭程式單節

在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令）中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報(PS0065)“G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>”。

G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。

此外，要在該開頭程式單節選擇類型 I 或者類型 II。

開頭程式單節中沒有 Z 軸方向的移動時，會發生警報(PS0325)“在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

- 檢查功能

檢查精切削形狀是否在循環動作中始終為單調增加或單調減少。

註釋

在應用刀尖 R 補償時，利用應用了補償的精切削形狀進行檢查。

另外，還可以進行下列檢查。

檢查內容	相關參數
在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。	QSR (No.5102#2) =1 時有效。
在循環動作前檢查精切削形狀。 (同時還對位址 Q 中所指定的順序號是否存在進行檢查。)	FCK (No.5104#2) =1 時有效。

- 類型 I 和類型 II**類型 I 和類型 II 的區分使用**

G72 具有類型 I 和類型 II。

精切削形狀中有槽孔時，務須使用類型 II。

此外，在類型 I 和 II 中，朝平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向進行粗切削後的退刀操作不同。類型 I 朝向 45° 方向退刀，而類型 II 則沿著精切削形狀切削。精切削形狀中沒有槽孔時，請根據退刀方法靈活選用。

選擇方法

在精切削形狀的開頭程式單節（順序號 ns）選擇類型 I 或者類型 II。

- (1) 選擇類型 I
僅指定平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。不得有平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的指令。
- (2) 選擇類型 II
指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 和平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。
沒有平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動而要使用類型 II 時，則指定行程 0 的增量指令 (ZX 平面時為 U0)。

- 類型 I

下面列出與 G71 的不同之處。

- (1) G72 藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削。
- (2) 指定在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節）中的軸，僅需要指定平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z (W) 軸)。

- 類型 II

下面列出與 G71 的不同之處。

- (1) G72 藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削。
- (2) 形狀在平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向不必是單調增加或單調減少，可以設置凹陷部分 (槽孔)。但是，平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向，必須是單調變化。
- (3) 精切削形狀中與平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 平行的程式單節，視為槽孔的谷底。
- (4) 在最後的粗精加工切削時，平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的所有粗切削都結束後，刀具會暫時返回到起點，然後進行粗切削的精加工切削。

- 刀尖 R 補償

請參閱 G71 的相關頁。

- 縮短加工時間

請參閱 G71 的相關頁。

4.2.3 閉迴路切削循環 (G73)

此功能允許稍許偏離位置而重複地執行一個固定的切削模式。藉由這個切削循環，可以使已經由鍛造或鑄造等粗加工完成大致形狀的工件進行更有效的切削。

格式

ZpXp 平面

G73 W (Δk) U (Δi) R (d) ;

G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

} 使用從順序號 ns 到 nf 的程式單節，指定 A→A' →B
的精切削形狀的移動指令。

YpZp 平面

G73 V (Δk) W (Δi) R (d) ;

G73 P (ns) Q (nf) V (Δw) W (Δu) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

XpYp 平面

G73 U (Δk) V (Δi) R (d) ;

G73 P (ns) Q (nf) U (Δw) V (Δu) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

Δi : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的退刀距離

該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5135) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

Δk : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的退刀距離

該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5136) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

d: 分割次數

該值與粗切削次數相等。該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5137) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

ns: 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號

nf: 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

Δu : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精切削餘量的距離

Δw : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精切削餘量的距離

f, s, t: 在 ns~nf 間的任一程式單節中即使指定 F 功能、S 功能或者 T 功能也將被忽略。並且，G73 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

	單位	直徑／半徑程式設計	符號	小數點輸入
Δi	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	有	可
Δk	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	有	可
Δu	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 2 軸的直徑／半徑程式設計	有	可
Δw	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 1 軸的直徑／半徑程式設計	有	可

註釋

雖然 d 可進行小數點輸入，但是與參數 DPI (No.3401#0) 無關，四捨五入的值為分割次數。輸入整數值時，該值即為分割次數。

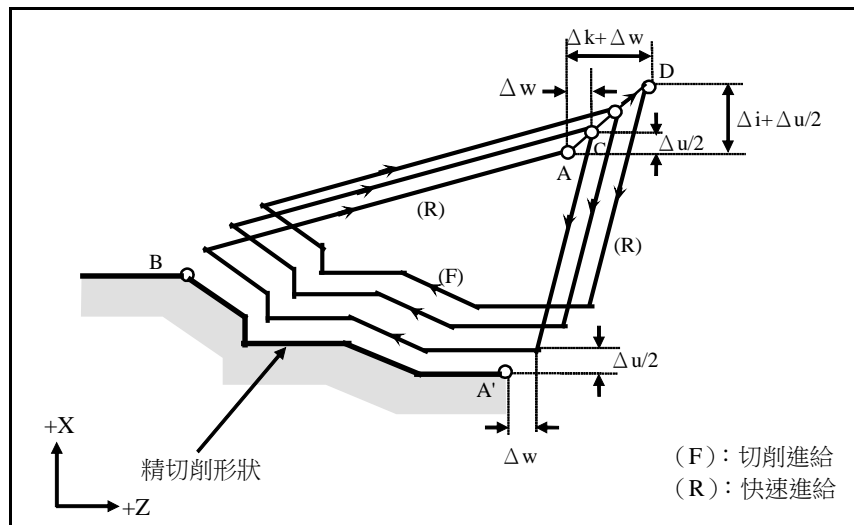


圖4.2.3 (a) 閉迴路切削循環的切削路徑

解釋**- 動作**

由程式給定 A → A' → B 間的精切削形狀後，將留下 $\Delta u/2$ 、 Δw 的精切削餘量，進行指定分割次數的粗切削。

註釋

- 1 Δi 、 Δk 和 Δu 、 Δw 均由相同的位址指定，其區別由有無 P、Q 指定進行判斷。
- 2 循環動作藉由 P、Q 所指定的 G73 指令進行。
- 3 循環結束時，刀具返回到 A 點。
- 4 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G73 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。

- 精切削形狀**模式**

精切削形狀與 G71 一樣具有 4 種模式，因此，在程式設計時，應注意 Δu 、 Δw 、 Δi 、 Δk 的符號。

- 開頭程式單節

在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令）中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報 (PS0065) "G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>"。G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。

- 檢查功能

可以進行下列檢查。

檢查內容	相關參數
在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。	QSR (No.5102#2) =1 時有效。

- 刀尖 R 補償

與 G71 一樣，本循環對於起點 A 的偏移向量為 0、在 A-A' 的程式單節起刀時的刀尖 R 補償路徑的形狀執行循環動作。

單節程式運轉

可藉由參數 PRS (No.5125#2)，變更單節程式運轉時的單節程式停止位置。

參數 PRS (No.5125#2) =0 時，在各循環的終點以及精切削形狀的各程式單節的終點進行單節程式停止。

參數 PRS (No.5125#2) =1 時，只有在各循環的終點以及自循環起點的退刀動作完成位置進行單節程式停止。(FS16i 相容規格)

這裡解釋以單節程式運轉方式執行圖4.2.3 (b) 所示的 O0001 時的動作。

O0001 的 N10~N30 中指定的精切削形狀如圖4.2.3 (c) 所示。

```
O0001;
G00X100.0Z0.0;
G73U6.0W6.0R3.0;
G73P10Q30U6.0W3.0F1.0S500;
N10G00X60.0W0.0;
N15G01Z-10.0;
N20G02X80.0Z-20.0R10.0;
N30G01X100.0;
M30;
```

圖4.2.3 (b) 程式例

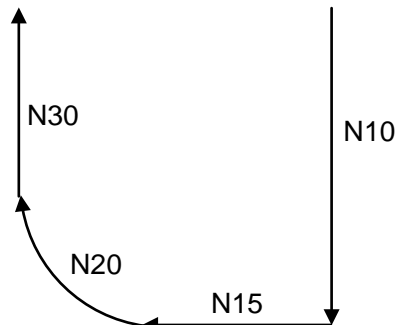


圖4.2.3 (c) O0001 的精切削形狀

參數 PRS (No.5125#2) =0 時，以單節程式運轉方式執行 O0001 時，如圖4.2.3 (d) 所示，在各循環的終點以及精切削形狀的各程式單節的終點進行單節程式停止。自循環起點的退刀動作後，不會進行單節程式停止。

參數 PRS (No.5125#2) =1 時，以單節程式運轉方式執行 O0001 時，如圖4.2.3 (e) 所示，只有在循環的終點以及自循環起點的退刀動作完成位置進行單節程式停止。

圖中的 S 表示單節程式停止位置。

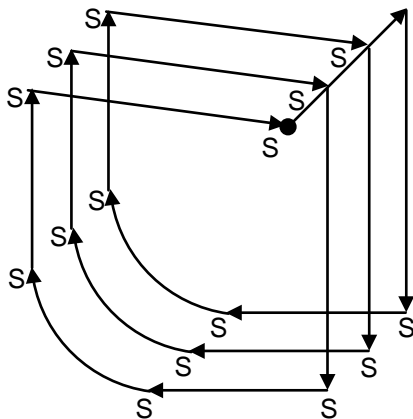


圖4.2.3 (d) PRS (No.5125#2) =0

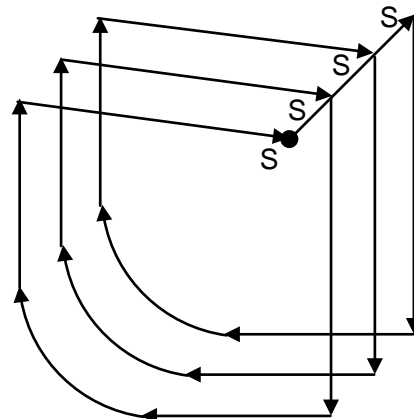


圖4.2.3 (e) PRS (No.5125#2) =1

4.2.4 精切削循環 (G70)

藉由 G71、G72、G73 進行粗切削時，可以利用下列指令進行精加工切削。

格式

G70 P(ns) Q(nf) ;	
ns	: 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號
nf	: 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

解釋**- 動作**

執行從順序號 ns 到 nf 的精切削形狀程式，進行精加工切削。系統忽略在 G71、G72 或 G73 程式單節中指定的 F、S、T、M、第 2 協助功能，使順序號 ns~nf 之間所指定的 F、S、T、M、第 2 協助功能有效。
循環結束後，刀具以快速進給方式返回到起點。並且，讀取 G70 循環的下一個程式單節。

- 精切削形狀**檢查功能**

可以進行下列檢查。

檢查內容	相關參數
在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。	QSR (No.5102#2) =1 時有效。

- 儲存 P、Q 程式單節

在 G71、G72、G73 執行粗切削時，至多儲存 3 個 P、Q 程式單節的記憶體位址。由此，在執行 G70 時，不必從記憶體的開頭搜尋 P、Q 的程式單節而會馬上找到由 P、Q 表示的程式單節。此外，還可以在執行幾個 G71、G72、G73 的粗切削循環之後，匯總執行 G70 的多個精切削循環。此時，第 4 個以後的粗切削循環要執行記憶體搜尋操作，找出 P、Q 程式單節，因此加工時間將會延長。

例

```
G71 P100 Q200 ...;
N100 ...;
...;
...;
N200 ...;
G71 P300 Q400 ...;
N300 ...;
...;
...;
N400 ...;
...;
...;
G70 P100 Q200;    (在第 1~第 3 個循環之前不搜尋就執行)
G70 P300 Q400;    (4 個循環以上時於搜尋後執行)
```

註釋

藉由基於 G71、G72、G73 的粗切削循環而儲存的 P、Q 程式單節的記憶體位址，在執行 G70 後會清除。
此外，重置操作也會將所儲存的所有 P、Q 程式單節的記憶體位址清除。

- 返回到循環起點

當刀具在精切削循環中切削到精切削形狀的終點位置時，會以快速進給返回到循環起點。

註釋

刀具始終以非線性定位方式返回到循環起點，而與參數 LRP (No.1401#1) 設定無關。
利用由 G71、G72 切削槽孔的精切削形狀來執行精切削循環時，在刀具從精切削形狀的終點返回到循環起點期間，要注意避免刀具干涉工件。

- 刀尖 R 補償

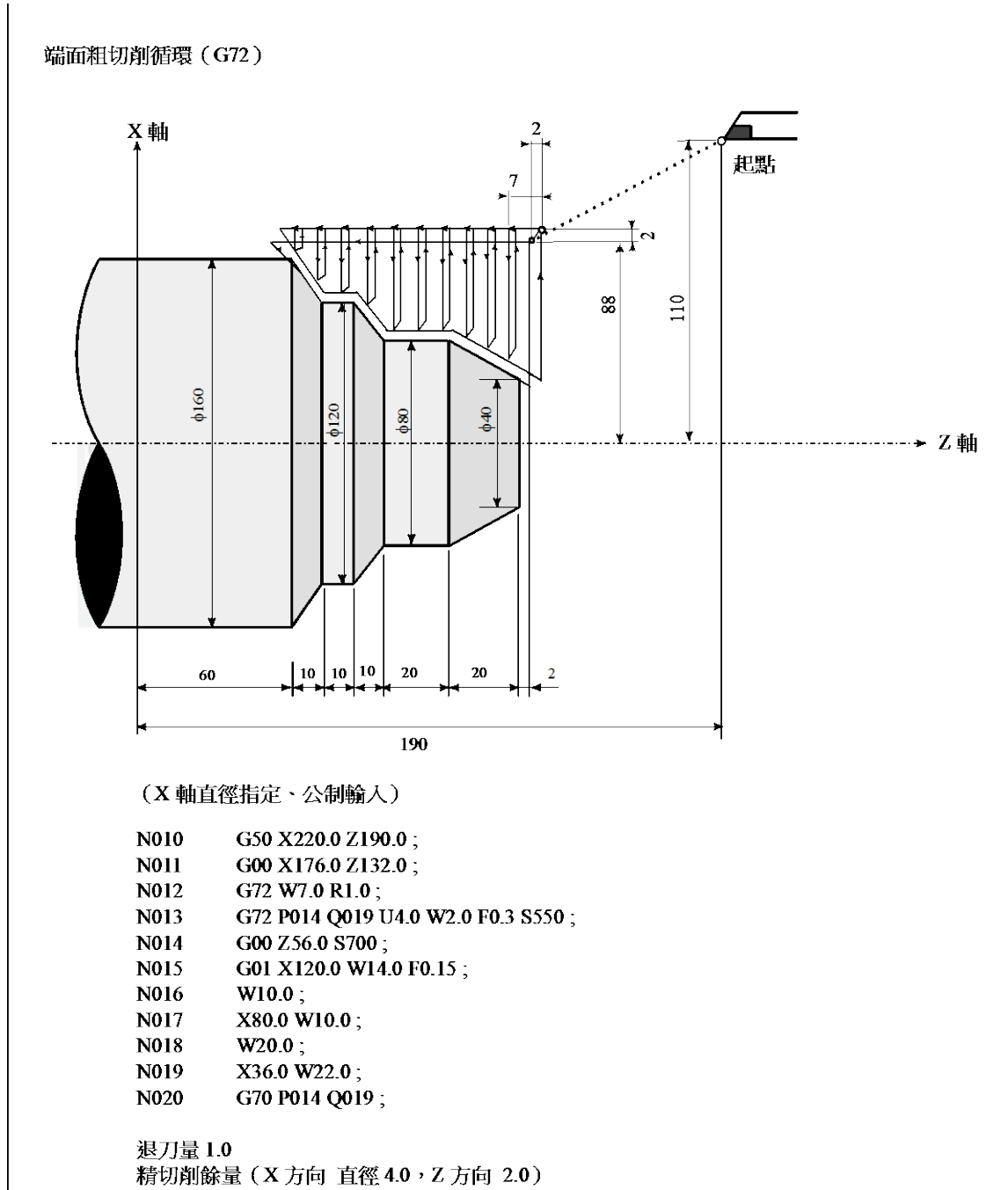
使用刀尖 R 補償時，刀尖 R 補償指令 (G41、G42) 在複合形固定循環指令 (G70) 之前指定，取消指令 (G40) 在複合形固定循環指令 (G70) 之後指定。

程式例

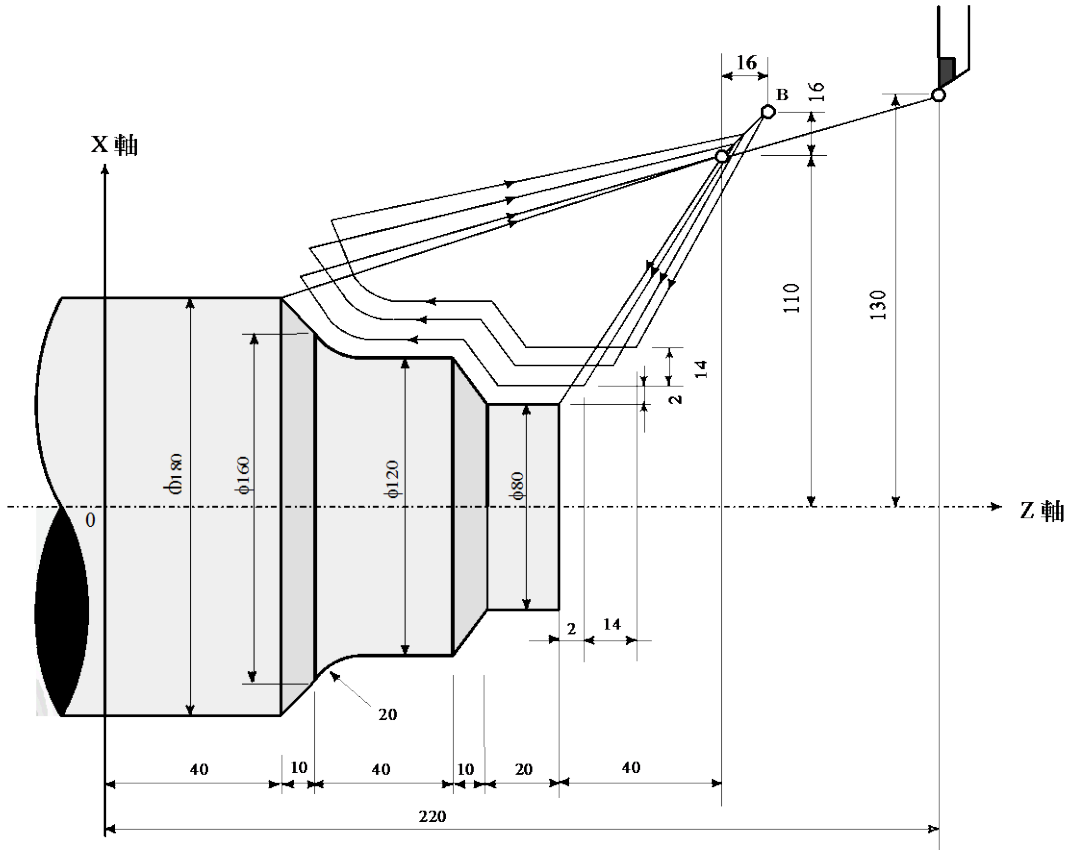
```
G42;          ----- 在複合形固定循環指令前指定。
G70P10Q20;
G40;          ----- 在複合形固定循環指令後指定。
```

與 G71 一樣，本循環對於起點 A 的偏移向量為 0、在 A-A' 的程式單節起刀時的刀尖 R 補償路徑的形狀執行循環動作。

例



閉迴路切削循環 (G73)



(直徑指定、公制輸入)

```

N010 G50 X260.0 Z220.0 ;
N011 G00 X220.0 Z160.0 ;
N012 G73 U14.0 W14.0 R3 ;
N013 G73 P014 Q019 U4.0 W2.0 F0.3 S0180 ;
N014 G00 X80.0 W-40.0 ;
N015 G01 W-20.0 F0.15 S0600 ;
N016 X120.0 W-10.0 ;
N017 W-20.0 S0400 ;
N018 G02 X160.0 W-20.0 R20.0 ;
N019 G01 X180.0 W-10.0 S0280 ;
N020 G70 P014 Q019 ;

```

4.2.5 端面切斷循環 (G74)

端面切斷循環可以進行外徑切削的切屑處理。此外，當省略平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X (U) 軸)、位址 P 時，系統執行沿著平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的動作，也即執行深孔鑽削循環操作。

格式

G74 R (e) ;
 G74 X (U) _ Z (W) _ P (Δi) Q (Δk) R (Δd) F (f) ;

e : 返回量
 該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5139) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

X_,Z_ : B 點的平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的座標值和 C 點的平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的座標值

U_,W_ : A 點→B 點的平面第 2 軸 (ZX 平面時為 U) 的行程和 A 點→C 點的平面第 1 軸 (ZX 平面時為 W) 的行程
 (G 代碼體系 A 時，除此以外由 X_,Z_ 來指定)

Δi : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的行程

Δk : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的進刀量

Δd : 切削谷底位置的退刀量

f : 進給速度

	單位	直徑/半徑程式設計	符號	小數點輸入
e	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
Δi	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
Δk	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
Δd	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	註釋	可

註釋
 通常以正值指定，但省略 X (U) 和 Δi 時，要追加退刀方向的符號來指定。

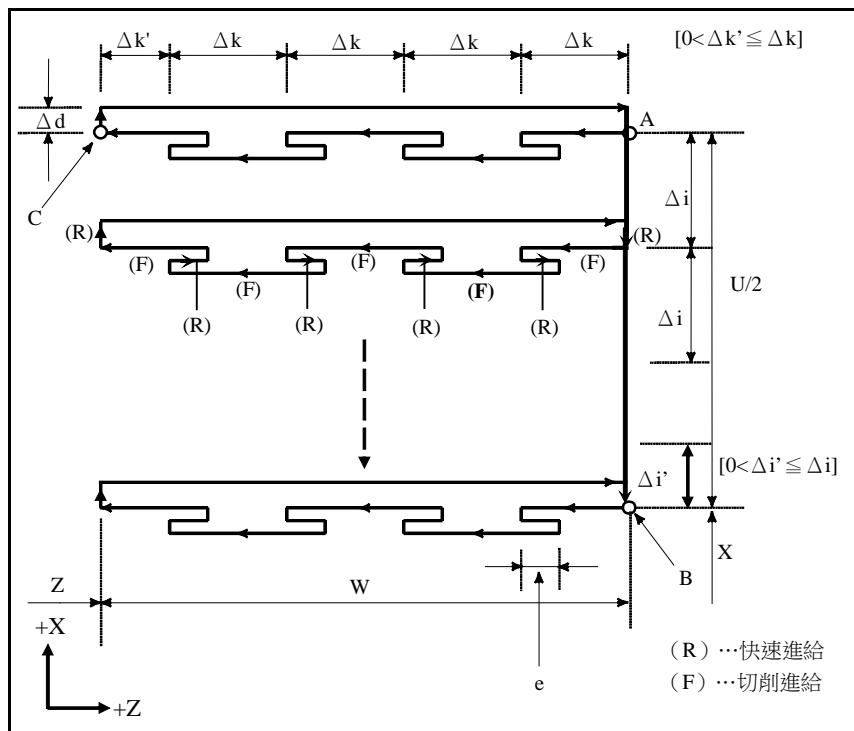


圖4.2.5 (a) 端面切斷循環的切削路徑

解釋

- 動作

反覆執行切削 Δk 、返回 e 的循環動作。

切削達到C點時，刀具退縮 Δd ，並以快速進給方式返回，朝著B點方向移動 Δi ，再次進行切削。

註釋

- 1 e 和 Δd 均由相同的位址指定，其區別根據有無 X、Y、Z 等的軸指定來進行。即，當指定軸指令時，使用 Δd 。
- 2 循環動作藉由指定軸的 G74 指令執行。

- 刀尖 R 補償

不可進行刀尖 R 補償。

4.2.6 外徑／內徑切斷循環（G75）

外徑、內徑切斷循環相當於在 G74 中調換平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）和平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）。藉由此循環，可以進行端面切削時的切屑處理。另外，還可以進行外徑切削中的切槽加工和切斷加工（平面第 1 軸時省略 Z（W）軸、Q）。

格式

G75 R (e) ;
G75 X (U) _ Z (W) _ P (Δi) Q (Δk) R (Δd) F (f) ;

- e : 返回量
該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數（No.5139）進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- $X_Z_$: B 點的平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）的座標值和 C 點的平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的座標值
- $U_W_$: A 點→B 點的平面第 2 軸（ZX 平面時為 U）的行程和 A 點→C 點的平面第 1 軸（ZX 平面時為 W）的行程
（G 代碼體系 A 時，除此以外由 $X_Z_$ 來指定）
- Δi : 平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向的進刀量
- Δk : 平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的行程
- Δd : 切削谷底位置的退刀量
- f : 進給速度

	單位	直徑／半徑程式設計	符號	小數點輸入
e	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
Δi	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
Δk	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
Δd	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	註釋	可

註釋

通常以正值指定，但省略 Z（W）和 Δk 時，要追加退刀方向的符號來指定。

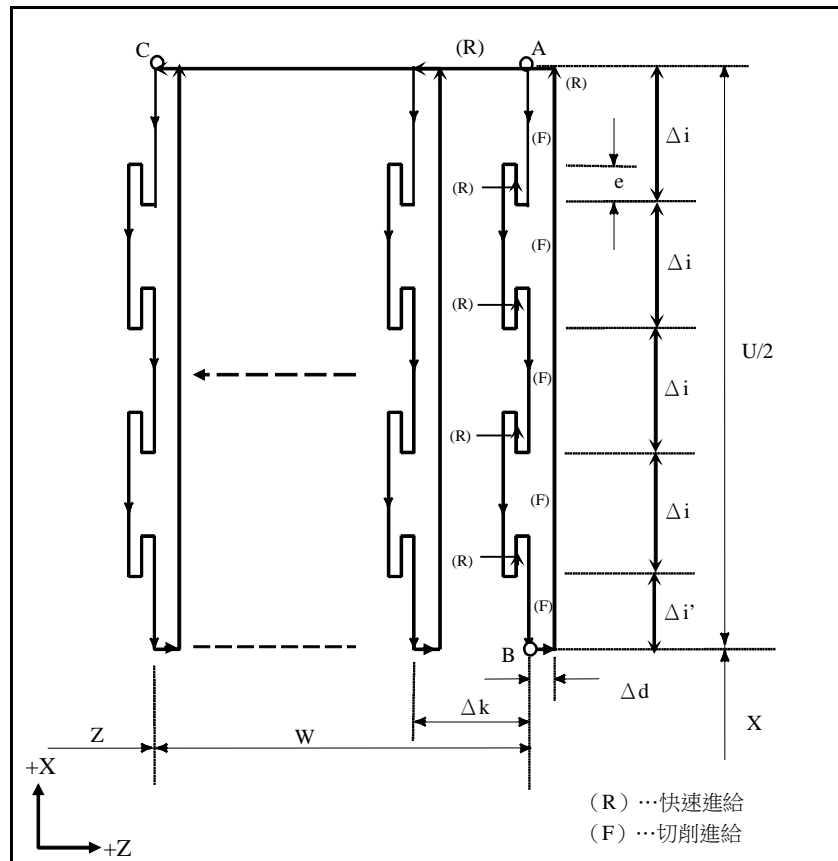


圖4.2.6 (a) 外徑/內徑切斷循環

解釋**- 動作**

反覆執行切削 Δi 、返回 e 的循環動作。

切削達到 B 點時，刀具退縮 Δd ，並以快速進給方式返回，朝著 C 點方向移動 Δk ，再次進行切削。

G74 和 G75 也用於切斷、切槽或者鑽孔加工，在使刀具自動退縮的循環中，分別有 4 種相互對稱的模式。

- 刀尖 R 補償

不可進行刀尖 R 補償。

4.2.7 複合型螺紋切削循環 (G76)

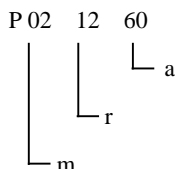
複合型螺紋切削循環藉由單刀切削執行切削量恆定的螺紋切削循環操作。

格式

G76 P (m) (r) (a) Q (Δd_{min}) R (d) ;
G76 X (U) _ Z (W) _ R (i) P (k) Q (Δd) F (L) ;

- m:** 最後精切削重複次數 1~99
該指定可以藉由參數 (No.5142) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- r:** 螺紋的導角 (倒棱) 量 0~99
將導程設定為 L 時，在 0.0L~9.9L 的範圍內，以 0.1 為增量單位，以 2 位數數值指定。此外，也可以藉由參數 (No.5130) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- a:** 刀尖的角度 (螺紋牙的角度) 80°、60°、55°、30°、29°、0°
可以從上述 6 類中加以選擇，以 2 位數指定角度值。此外，也可以藉由參數 (No.5143) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- m、r、a** 均由位址 P 同時指定。

(例) m=2、r=1.2L、a=60°時 (L 為螺絲的導程) 如下所示。



- Δd_{min} :** 最小進刀量
1 次的進刀量比 Δd_{min} 小時，會鉗制在 Δd_{min} 上。此外，也可以藉由參數 (No.5140) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- d:** 精切削餘量
該指定可以藉由參數 (No.5141) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。
- X_,Z_:** 縱向切削終點 (圖 4.2.7 (a) 中 D 點) 的座標值
- U_,W_:** 至縱向切削終點 (圖 4.2.7 (a) 中 D 點) 的行程
(G 代碼體系 A 時，除此以外由 X_,Z_ 來指定)
- i:** 錐度量
假設 i=0，則可進行直線螺紋切削。
- k:** 螺紋牙的高度
- Δd :** 第 1 次的進刀量
- L:** 螺紋的導程

	單位	直徑/半徑程式設計	符號	小數點輸入
Δd_{min}	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
d	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
i	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	有	可
k	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可
Δd	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	不可

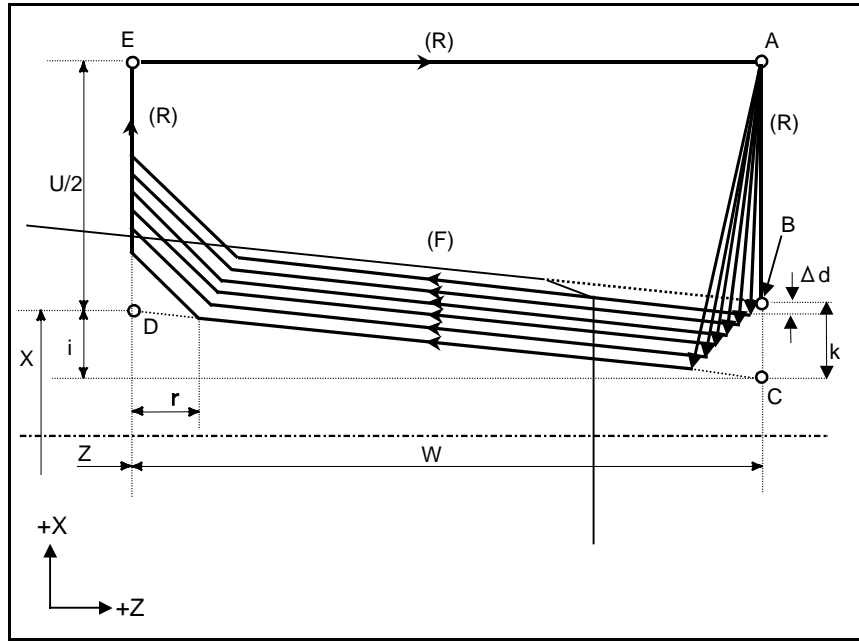


圖4.2.7 (a) 複合型螺紋切削循環的切削路徑

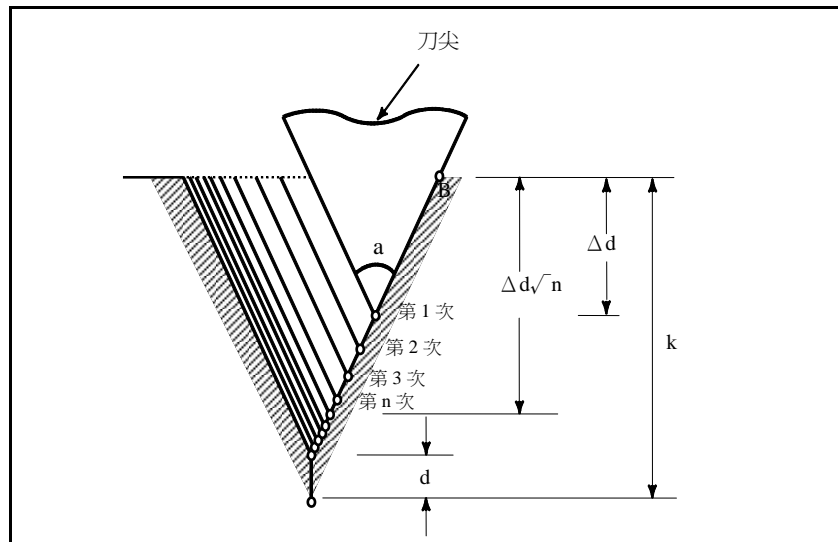


圖4.2.7 (b) 切削細節

- 最終精切削重複次數

反覆執行最後的精切削循環（切除精切削餘量的循環）。

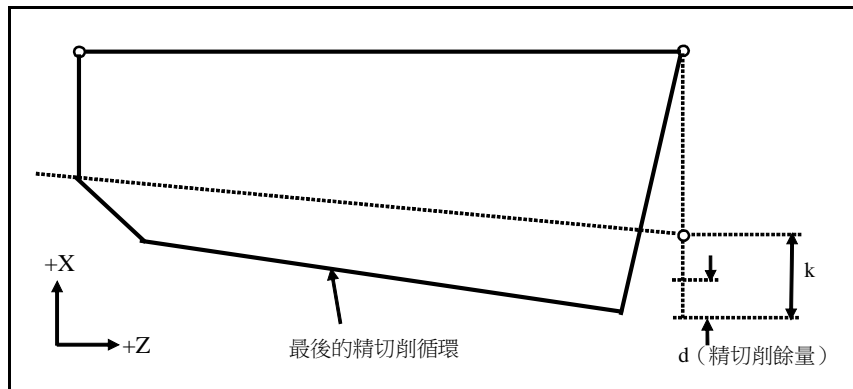


圖4.2.7 (c)

解釋

- 動作

螺紋切削循環執行的螺紋切削，僅使 C、D 間的導程成為 F 代碼所指定的長度。其他部位則以快速進給方式移動。有關螺紋倒角的加減速的插補後時間常數、FL 速度、倒角後的退刀速度，與 G92 的單一型固定循環的螺紋倒角相同。

註釋

- 1 由位址 P、Q、R 指定的資料的含義由是否出現 X (U) 和 Z (W) 來區分。
- 2 該循環動作由位址 X (U)、Z (W) 所指定的 G76 指令來完成。
- 3 基於位址 P、Q、R 的指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。
- 4 精切削餘量，請指定比螺紋牙高度小的值。(d<k)

⚠ 注意

螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

- 錐度量符號與刀具路徑的關係

在圖4.2.7 (a) 所示的循環中，增量值的符號如下。

U、W 的縱向切削終點：負（由路徑 A→C、C→D 的方向決定。）

i 的錐度量：負（由路徑 A→C 的方向決定。）

k 的螺紋牙的高度：正（始終用正值指定。）

Δd 的第 1 次進刀量：正（始終用正值指定。）

相對於每個位址的符號，有表4.2.7 (a) 所示的 4 種模式，由此便可以進行內螺紋切削。

表4.2.7 (a)

外徑加工	內徑加工
<p>1. $U < 0, W < 0, i < 0$</p>	<p>2. $U > 0, W < 0, i > 0$</p>
<p>3. $U < 0, W < 0, i > 0$ 但 $i \leq U/2$</p>	<p>4. $U > 0, W < 0, i < 0$ 但 $i \leq U/2$</p>

- 螺紋切削的插補後加減速

螺紋切削的插補後加減速度，雖然是指數函數型加減速，但是可藉由參數 THLx (No.1610#5)，選擇與切削進給相同的加減速。(按照參數 CTBx,CTLx (No.1610#1、#0))。但是，時間常數和 FL 速度則使用螺紋切削循環的參數 (No.1626、No.1627)。

- 螺紋切削的時間常數、FL 速度

使用參數 (No.1626) 的螺紋切削的插補後加減速時間常數、參數 (No.1627) 的 FL 速度。

FL 速度只有在插補後加減速為指數函數型的情況下有效。

- 螺紋的倒角

可以進行螺紋的倒角（倒稜）。是否進行螺紋的倒角，隨機床端的信號而定。

螺紋的倒角 r 值，在指令中指定的最大值為 99 (9.9L)，但如果使用參數 (No.5130)，則可以在 0.1L~12.7L 的範圍內，以 0.1L 為增量單位，選擇任意值。

可以藉由參數 (No.5131) 在 1~89°範圍內指定螺紋的倒角角度。參數值為 0 時，角度為 45°。

螺紋的倒角，使用與螺紋切削相同的插補後加減速類型、插補後加減速的時間常數、FL 速度。

註釋

螺紋的倒角（倒稜）量、角度的參數，與 G92 的螺紋切削循環通用。

- 倒角後的退刀動作

倒角後的退刀速度、插補後的加減速類型，以及時間常數如表 4.2.7 (b) 所示。

表 4.2.7 (b)

參數 CFR (No.1611#0)	參數 (No.1466)	內容
0	0 以外	屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數 (參數 (No.1626))、FL 速度 (參數 (No.1627))、參數 (No.1466) 指定的退刀動作速度。
0	0	屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數 (參數 (No.1626))、FL 速度 (參數 (No.1627))、參數 (No.1420) 指定的快速進給速度。
1		在退刀動作前檢查指令速度是否為 0 (加減速的遲延是否為 0)，屬於快速進給的插補後加減速類型，使用快速進給的時間常數、參數 (No.1420) 的快速進給速度。

針對倒角後的退刀動作速度，將參數 ROC (No.1403#4) 設定為 1，即可使快速進給倍率失效。

註釋

退刀動作中，機床不會在切削進給速度倍率 0% 下停止，這與參數 RF0 (No.1401#4) 無關。

- 開始角度偏移

不可使螺紋切削的開始角度偏移。

若為 Series 15 格式，則可進行螺紋切削的開始角度偏移。

請參閱“Series 15 格式下的記憶體運轉”。

- 螺紋切削循環中的進給暫停

在無附加螺紋切削循環收回功能的情況下，螺紋切削中的進給暫停動作如下所示。

- 參數 No.5109#3=0 的情況下，在螺紋切削中按下並放開進給暫停按鍵時，會在返回起點 (A 點) 後停止動作。持續長按進給暫停按鍵時，會停止在退刀的終點 (E 點) 附近。
- 參數 No.5109#3=1 的情況下，無論是按下並放開螺紋切削中的進給暫停按鍵，或持續長按進給暫停按鍵，都會停止在退刀的終點 (E 點) 附近。

- 螺紋切削循環中的進給暫停（附螺紋切削循環收回）

在複合型螺紋切削循環 (G76) 的螺紋切削中應用進給暫停時，會進行螺紋切削的倒角（倒稜），刀具返回到螺紋切削循環的起點後停止。

再次觸發循環開始時，刀具從應用進給暫停的螺紋切削的循環重新啟動。

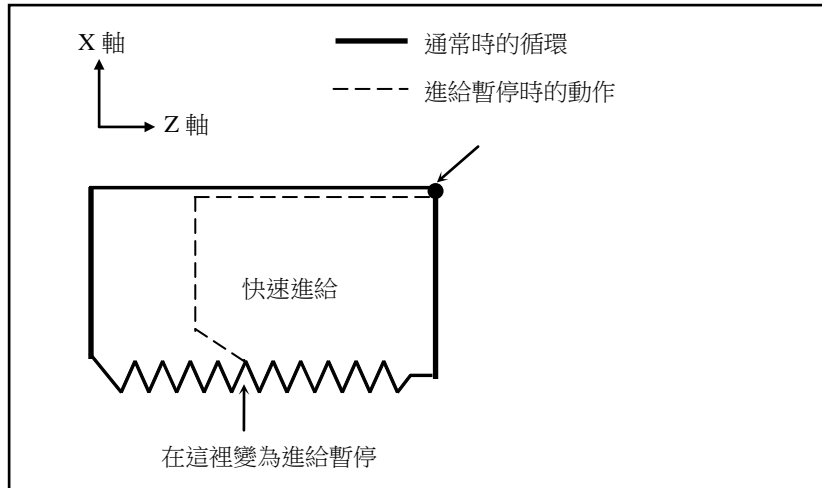


圖4.2.7 (d)

退刀時的倒角角度，與終點位置的倒角角度相同。

⚠ 注意
退刀過程中不能執行另一進給暫停。

- 英制螺紋切削
不可藉由指定位址 E 來進行英制螺紋切削。
- 刀尖 R 補償
不可進行刀尖 R 補償。

例

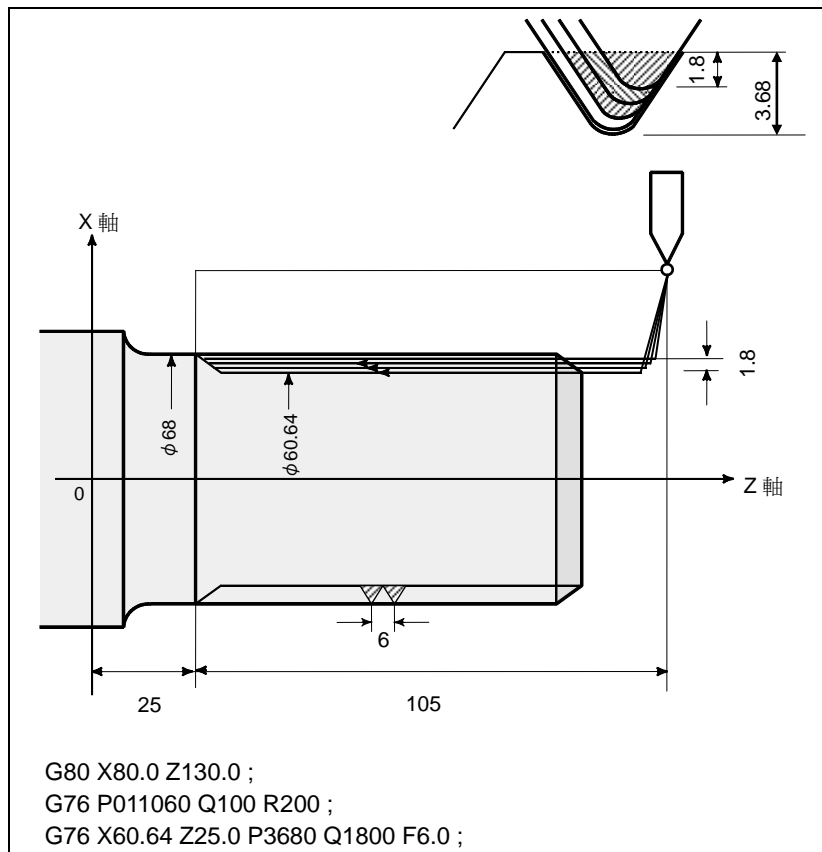


圖4.2.7 (e)

4.2.8 複合形固定循環（G70~G76）的限制事項

程式指令

- 程式記憶體

使用了 G70、G71、G72、G73 的程式組需要事先儲存在程式記憶體中。如果採用調用儲存在程式記憶體中的程式並運轉的方法，即使在 MEM 模式以外也可以執行這些指令。

G74、G75、G76 的指令不必事先儲存在程式記憶體中。

- 複合形固定循環指令的程式單節

必須在每個程式單節中正確指定 P、Q、X、Z、U、W、R 等所需參數。

在指定了 G70、G71、G72、G73 的程式單節中，不可指定下列指令。

- 使用者巨集程式的巨集程式調用
(簡單調用、模態調用、副程式指令調用)

- 精切削形狀的程式單節

在由 P 指定順序號的 G71、G72、G73 的程式單節中，必須指定組 01 的 G 代碼 G00 或 G01。如果沒有指定，將發生警報 (PS0065) “G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>”。

在由 G70、G71、G72、G73 的 P 和 Q 指定了順序號的程式單節中，可以指定下列指令。

- (1) 暫停 (G04)
- (2) G00,G01,G02,G03
圓弧指令 (G02、G03) 在圓弧的起點和終點不可有半徑差。有半徑差時，由於無法正確識別精切削形狀，有時會發生過切削等。
- (3) 使用者巨集程式的轉移、重複指令
但是，跳躍目的地必須處在由 P 和 Q 指定的順序號之間。此外，基於參數 MSG、HGO (No.6000#1、#4) 的高速轉移無效。不能指定使用者巨集程式的巨集程式調用 (簡單調用、模態調用、副程式指令調用)。
- (4) 圖紙尺寸直接輸入指令、去毛刺/轉角 R 指令
圖紙尺寸直接輸入指令、去毛刺/轉角 R 指令必須具備多個程式單節的指令。該多個程式單節中途的程式單節，不得為由 Q 指定的順序號的最後的程式單節。

當執行 G70、G71、G72、G73 時，在一個程式中不能由位址 P 和 Q 來指定多個相同的順序號。

在使用者巨集程式中，當執行 #1=2500 時，2500.000 被指定給 #1，在這種情況下，P#1 等價於 P2500。

與其他功能之間的關係

- 手動干預

在執行複合形固定循環 (G70~G76) 前和執行中使運轉停止並藉由手動絕對值 ON 進行手動干預時，即使循環的指令為增量指令，在開始循環動作後，也會執行手動干預量的返回。但是，利用 G74 指定平面第 1 軸或利用 G75 指定平面第 2 軸時，只有指令軸執行手動干預量的返回。

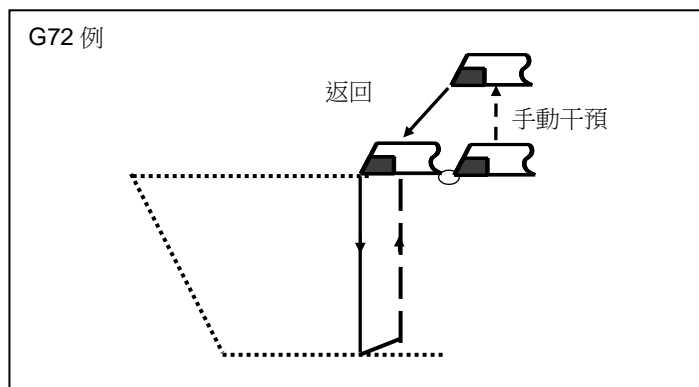


圖4.2.8 (a)

- 中斷型巨集程式

在執行複合形固定循環的過程中不能執行中斷型巨集程式。

- 程式再啟動、刀具回退&返回

不能從複合形固定循環中途的程式單節執行程式再啟動、刀具回退&返回操作。

- 軸名稱、第 2 協助功能

即使是在軸名稱或第 2 協助功能中使用位址 U、V、W 進行設定，指定在 G71~G73 程式單節中的位址 U、V、W 的指令也會視為複合形固定循環的指令。

- 刀尖 R 補償

使用刀尖 R 補償時，在複合形固定循環指令 (G70、G71、G72、G73) 前的程式單節，指定刀尖 R 補償指令 (G41、G42)，而取消指令 (G40) 則在精切削形狀程式 (由 P 指定的程式單節到由 Q 指定的程式單節) 之外指定。如果在精切削形狀程式內指定刀尖 R 補償，則會發出警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

- 多主軸

基於多主軸控制的位址 P 的主軸選擇，或者基於擴充主軸名稱的指令有效時，無法在複合形固定循環 (G71~G73) 的指令程式單節指定 S 代碼指令。(會發出警報 (PS5305) “主軸選擇 P 指令錯”。)

這種情況下，不是在複合形固定循環 (G71~G73) 的指令程式單節中指定 S 代碼指令，而要在複合形固定循環 (G71~G73) 前的程式單節區分並指定 S 代碼指令。

4.2.9 複合形固定循環的路徑縮短

概要

藉由縮短複合形固定循環的路徑，可縮短加工時間。

解釋

在複合形固定循環的外徑粗切削循環 (G71) 中，以往的路徑如下所示 (圖 4.2.9 (a))。

1. 從退刀動作後的位置移動到平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向
2. 移動到平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向

在本功能中，會從退刀結束的位置直接移動到上次的車削開始位置 (圖 4.2.9 (b)、圖 4.2.9 (c))。

藉由縮短移動路徑，可縮短加工時間。

當本功能有效時，請將參數 RPA (No.5125#6) 設定為 1。

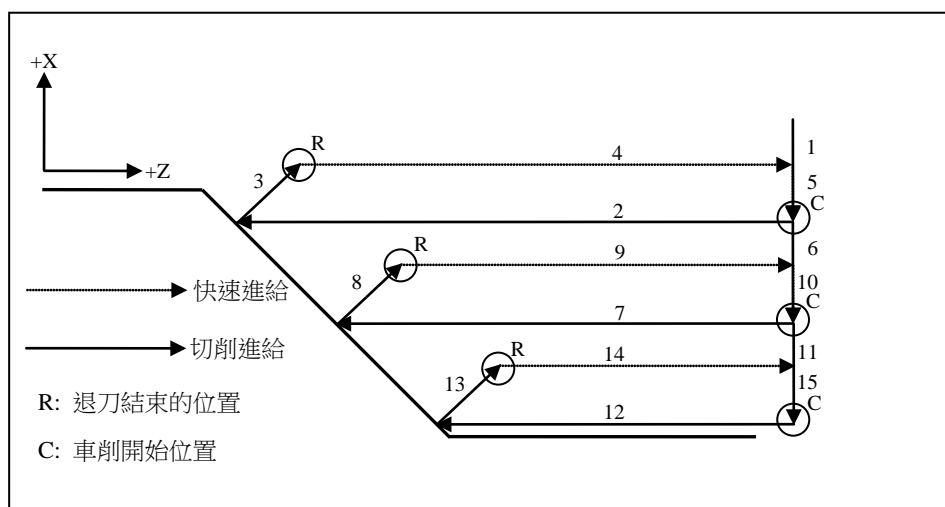


圖4.2.9 (a) 以往的循環動作

從退刀結束的位置移動到上次的車削開始位置

精切削形狀程式的開頭程式單節會改變從退刀結束的位置移動到上次的車削開始位置的動作。

精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G00 的情形：

從退刀結束的位置全程以快速進給方式移動到上次的車削開始位置。

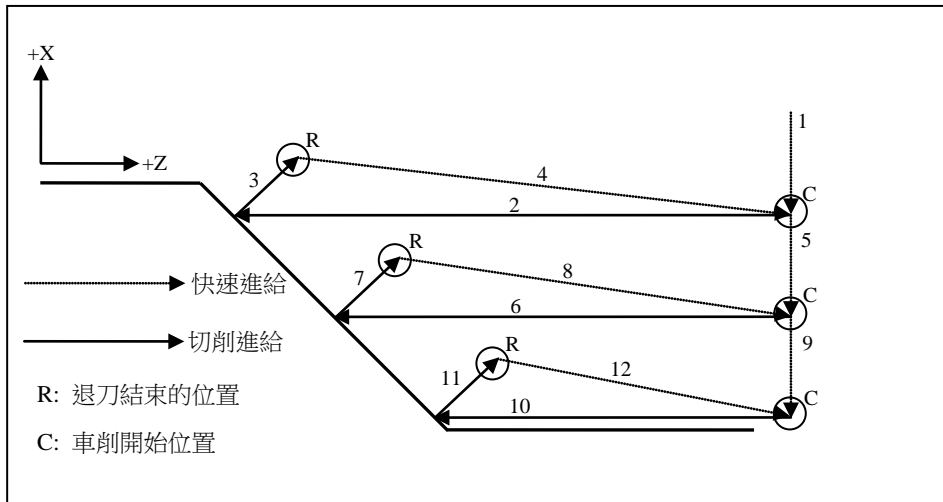


圖4.2.9 (b) 本功能有效時的循環動作（精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G00）

精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G01 的情形：

從退刀結束的位置全程以快速進給方式，朝上次的車削開始位置移動到參數（No.5126）中所設定距離的位置。從該位置以切削進給方式移動到上次的車削開始位置。當參數（No.5126）為 0 時，移動距離為退刀量的 50%。

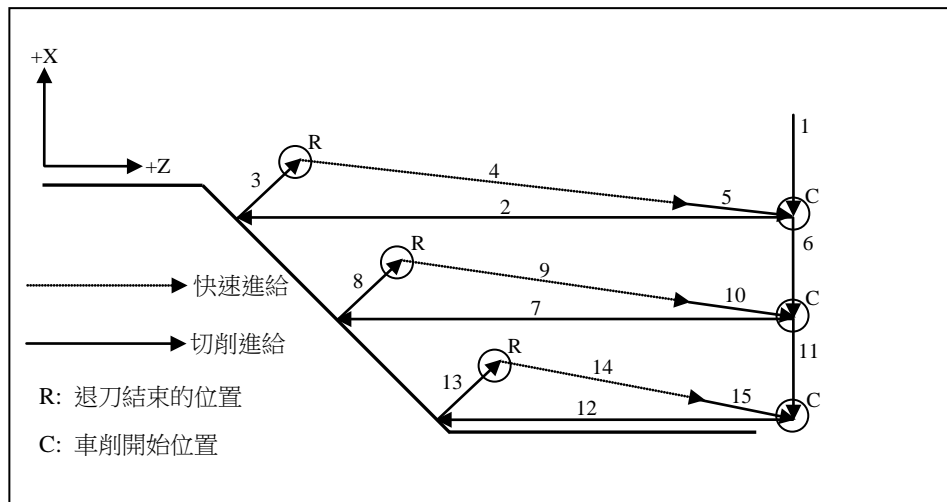


圖4.2.9 (c) 本功能有效時的循環動作（精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G01）



警告

當車削開始位置接近加工面時，請將精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G01。
可使用參數（No.5126）調整切削進給的距離。

加工時間的縮短效果

將精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G00，能讓本功能更具有縮短加工時間的效果。

因此，在工件距離車削開始位置較遠時，建議使用將精切削形狀程式的開頭程式單節指定為 G00 的方式。

限制事項

- 本功能只有在參數 DLM (No.1401#1) 為 1 時才會有效。
- 本功能只有在複合形固定循環的外徑粗切削循環 (G71)、端面粗切削循環 (G72) 時才會有效。
- 本功能在複合形固定循環的類型 II 中無效。

4.3 鑽孔用固定循環

鑽孔用固定循環可以用包含 G 代碼的一個程式單節來指定，而無需在鑽孔加工中用多個程式單節來指定使用頻率較高的幾個加工動作。因此，可以簡化程式設計。同時可以減小程序，從而有效使用記憶體。

表 4.3 (a) 是鑽孔用固定循環的一覽表。

表4.3 (a) 鑽孔用固定循環一覽表

G 代碼	鑽孔軸	鑽孔動作	在孔底位置的動作	退刀動作	用途
G80					取消
G83	Z 軸	間歇進給 切削進給	暫停	快速進給	正面鑽削循環
G84	Z 軸	切削進給	暫停→主軸反轉	切削進給	正面攻牙循環
G85	Z 軸	切削進給	暫停	切削進給	正面鏜孔循環
G87	X 軸	間歇進給 切削進給	暫停	快速進給	側面鑽削循環
G88	X 軸	切削進給	暫停→主軸反轉	切削進給	側面攻牙循環
G89	X 軸	切削進給	暫停	切削進給	側面鏜孔循環

解釋

鑽孔用固定循環由下列 6 個動作順序組成。

- 動作 1 X (Z)、C 軸的定位
- 動作 2 快速進給到 R 點平面
- 動作 3 孔加工
- 動作 4 在孔底位置的動作
- 動作 5 退刀至 R 點平面
- 動作 6 快速進給到初始平面

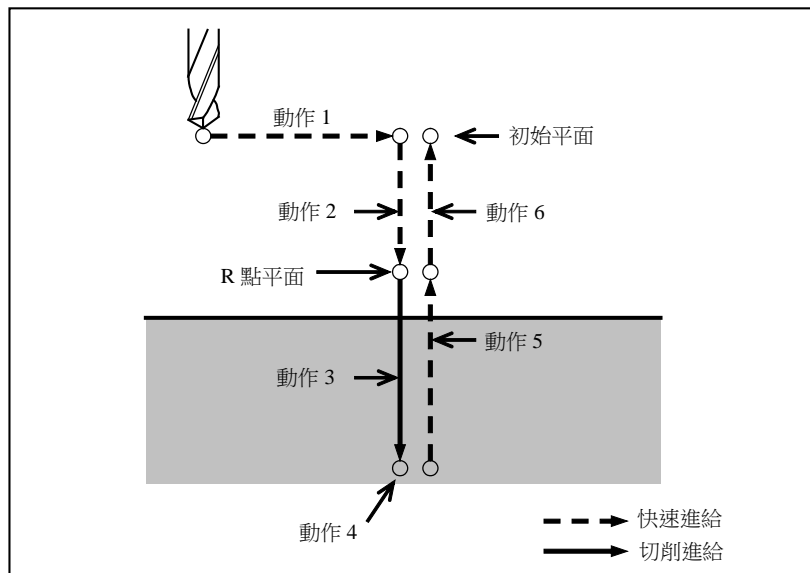


圖4.3 (a) 鑽孔用固定循環的動作順序

- 定位軸和鑽孔軸

定位軸為 X 軸（或 Z 軸）和 C 軸。

鑽孔軸為非定位軸的 X 軸或 Z 軸。由鑽孔指令的 G 代碼確定 X 軸或 Z 軸。

雖然鑽孔用固定循環除包含鑽孔循環外還包含攻牙循環和鏜孔循環，本章中，為了統一名稱，將其稱為鑽孔。

表4.3 (b) 定位軸和鑽孔軸

G 代碼	定位軸	鑽孔軸
G83,G84,G85	X 軸、C 軸	Z 軸

G 代碼	定位軸	鑽孔軸
G87,G88,G89	Z 軸、C 軸	X 軸

G83 和 G87、G84 和 G88 以及 G85 和 G89 僅各自的定位軸和鑽孔軸不同。

- 孔加工模式

G83~G85/G87~G89 是模態 G 代碼，直到被取消以前一直保持有效。此稱為孔加工模式。

一旦在孔加工模式下指定孔加工資料，則在改變或取消之前，該資料保持不變。

因此，在固定循環開始時指定全部所需的孔加工資料，而在固定循環過程中，只指定會變更的資料。

基於 F 的切削進給速度，即使取消孔加工循環也保持有效。

在需要 Q 的程式單節中，需要對每一程式單節進行指定。C 軸夾住/鬆開的 M 代碼一旦指定以後就啟動為模態，可用 G80 指令來取消。

- 返回點平面

在 G 代碼體系 A 中，刀具從孔底返回到初始平面。在 G 代碼體系 B 或 C 中，刀具從孔底返回到 R 點平面，還是返回到初始平面，由 G98、G99 來指定。圖4.3 (b) 表示指定 G98、G99 指令時的動作。通常，最初的鑽孔使用 G99，最後的鑽孔使用 G98。

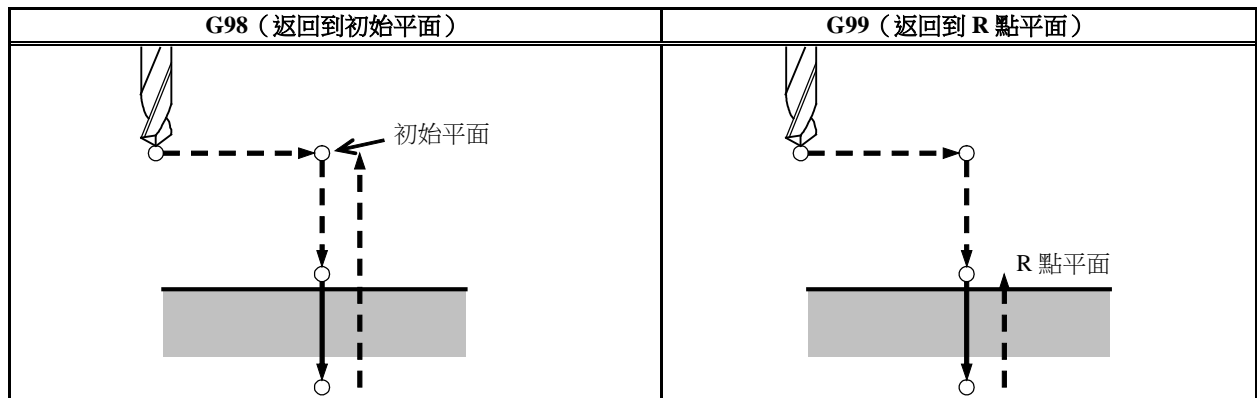


圖4.3 (b)

- 退刀量

以帶有逗號的位址 D 指定退刀量指令。在沒有使用“D”指令的狀態下指定固定循環時，退刀量的參數有效。可指定的固定循環如表 4.3 (c) 所示。

當沒有使用程式指令指定退刀量 d 時，系統會使用參數設定的退刀量。請在執行鑽孔動作的程式單節中指定“D”。在鑽孔用固定循環中會儲存為模態指令。可使用小數點輸入“D”指令。

表4.3 (c) 可執行退刀量指令的鑽孔用固定循環一覽

G 代碼	功能	用於沒有指定“D”時的退刀量、餘隙的參數
G83, G87	高速深孔鑽削循環	No.5114
	深孔鑽削循環	No.5115
G83.1	高速深孔鑽孔循環 (FS15-T 格式)	No.5114
G83.5, G87.5	正面高速深孔鑽削循環	No.5114
G83.6, G87.6	正面深孔鑽削循環	No.5115
G84, G88	高速深孔剛性攻牙循環	No.5213
	深孔剛性攻牙循環	
G84.2	剛性攻牙循環 (FS15 格式)	No.5213

- 重複

想要重複進行等距離的孔加工時，用 K 指定重複次數。

K 只在它被指定的程式單節中有效。

以增量方式指定第一個孔的位置。

如果以絕對方式指定，則會在同一個孔位置重複鑽孔。

重複次數 K	最大指令值=9999
--------	------------

如果指定 K0 時，會儲存孔加工資料，但不進行孔加工。

註釋

請為 K 指定 0 或 1~9999 的整數值。

- C 軸夾住／鬆開的 M 代碼

指定由參數 (No.5110) 設定的 C 軸夾住的 M 代碼時，系統將執行如下動作。

- (1) 定位後，藉由至 R 點平面的快速進給動作，C 軸夾住的 M 代碼會從 CNC 輸出。
- (2) 在至 R 點平面的退刀結束後，C 軸鬆開的 M 代碼 (C 軸夾住的 M 代碼+1) 會從 CNC 輸出。
- (3) 在輸出 C 軸鬆開的 M 代碼後，刀具會在參數 (No.5111) 所設定時間內暫停。

- 取消

用 G80 或組 01 的 G 代碼，取消固定循環。

組 01 的 G 代碼 (例)

- G00：定位 (快速進給)
- G01：直線插補
- G02：圓弧插補 (順時針方向旋轉)
- G03：圓弧插補 (逆時針方向旋轉)

- 圖中符號說明

下面說明各固定循環。

每個說明中所使用的圖中的符號含義如下所示。

-->	定位 (快速進給 G00)
→	切削進給 (直線插補 G01)
P1	由程式指定的暫停
P2	由參數 (No.5111) 設定的暫停
M α	輸出 C 軸夾住的 M 代碼 (α 的值設定在參數 (No.5110) 中)
M(α +1)	輸出 C 軸鬆開的 M 代碼

⚠ 注意

- 1 在每個固定循環中，位址 R、Z、X 按照如下方式處理。
R₁：始終作為半徑值處理。
Z₁ 或者 X₁：受到直徑／半徑程式設計的影響。
- 2 若是 G 代碼體系 B 或者 C 的情形，孔位置資料 (X、C 或 Z、C)、孔底資料 (Z 或 X) 可藉由 G90/G91 選擇增量／絕對指令。
- 3 Series15 格式的鑽孔用固定循環 (參數 FCV (No.0001#1) =1, 參數 F16 (No.5102#3) =0) 中，在參數 RAB (No.5102#6) =0 時，R 點資料為增量指令。
參數 RAB (No.5102#6) =1 時，在 G 代碼體系 A 中為絕對指令，在 G 代碼體系 B/C 中則隨 G90/G91 而定。
在 Series16 格式的鑽孔用固定循環中，R 點資料為增量指令。

4.3.1 正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87)

藉由設定參數 RTR (No.5101#2)，即可選擇高速深孔鑽孔循環或深孔鑽孔循環。

如果沒有指定每次的進刀量，則使用標準的鑽削循環。

此外，無論參數 RTR 設定如何，均可藉由 G83.5、G87.5 來指令高速深孔鑽削循環，以及藉由 G83.6、G87.6 來指令深孔鑽削循環。

- 高速深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2) =0)

此循環進行高速鑽深孔操作。重複進行間歇切削進給和指定退刀量的快速進給到達孔底，並一邊將切屑排出孔外，一邊進行加工。

格式

G83 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_Q_,D_F_K_M_;

或者

G87 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_Q_,D_F_K_M_;

X_C_或Z_C_ : 孔位置資料

Z_或X_ : 從 R 點到孔底的距離

R_ : 從初始平面到 R 點的距離

P_ : 孔底的暫停時間

Q_ : 每次的進刀量

,D_ : 退刀量

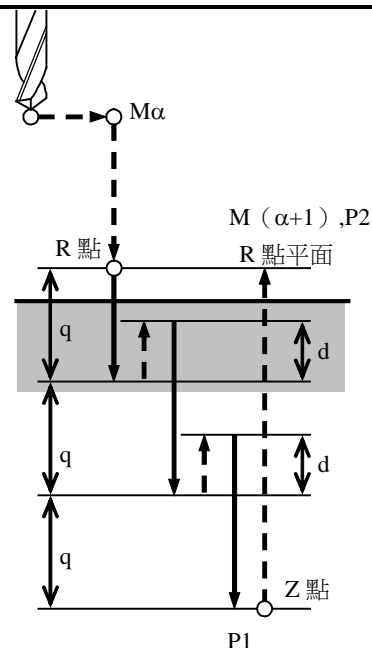
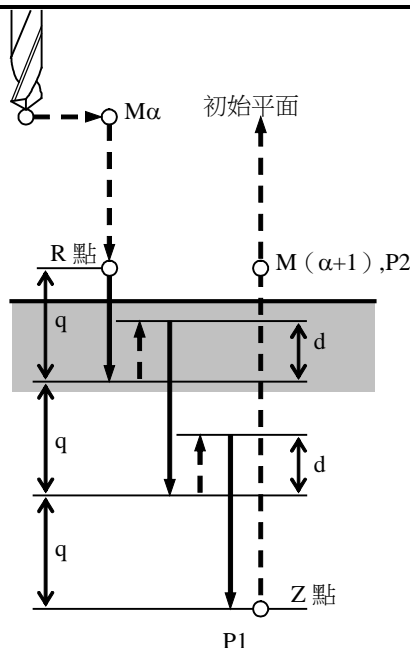
F_ : 切削進給速度

K_ : 重複次數 (需要重複時)

M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)

G83 或 G87 (G98 模式)

G83 或 G87 (G99 模式)



Mα : C 軸夾住的 M 代碼

M(α+1) : C 軸鬆開的 M 代碼

P1 : 由程式指定的暫停

P2 : 由參數 (No.5111) 設定的暫停

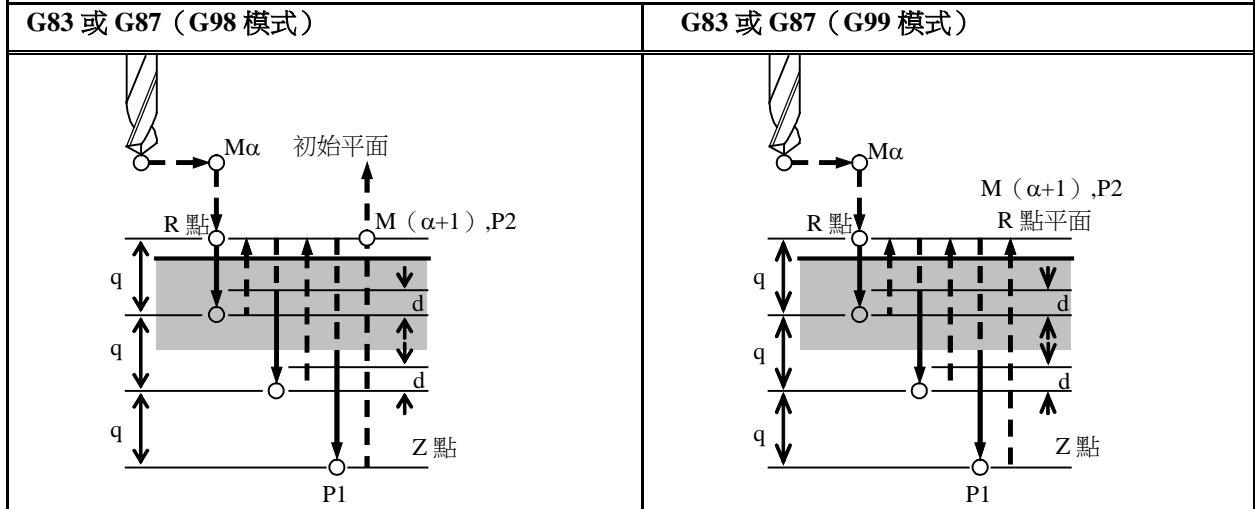
d : 由“,D”指令或參數 (No.5114) 設定的退刀量

q : 進刀量

- 深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2=1))

格式

G83 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_Q_,D_F_K_M_ ;
 或者
 G87 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_Q_,D_F_K_M_ ;
 X_C_或Z_C_ : 孔位置資料
 Z_或X_ : 從 R 點到孔底的距離
 R_ : 從初始平面到 R 點的距離
 P_ : 孔底的暫停時間
 Q_ : 每次的進刀量
 ,D_ : 退刀量
 F_ : 切削進給速度
 K_ : 重複次數 (需要重複時)
 M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)



Mα : C 軸夾住的 M 代碼
 M (α+1) : C 軸鬆開的 M 代碼
 P1 : 由程式指定的暫停
 P2 : 由參數 (No.5111) 設定的暫停
 d : 由 “,D” 指令或參數 (No.5115) 設定的餘隙量
 q : 進刀量

例

M51 ;	C 軸分度模式 ON
M3 S2000 ;	旋轉刀具啟動
G00 X50.0 C0.0 ;	X 軸、C 軸定位
G83 Z-40.0 R-5.0 Q5000 F5.0 M31 ;	加工孔 1
C90.0 Q5000 M31 ;	加工孔 2
C180.0 Q5000 M31 ;	加工孔 3
C270.0 Q5000 M31 ;	加工孔 4
G80 M05 ;	取消、旋轉刀具停止
M50 ;	C 軸分度模式 OFF

註釋
 如果不指定每次的進刀量 Q，就會成為一般的鑽孔加工。(見鑽削循環)

- 鑽削循環 (G83、G87)

如果不指定每次的進刀量 Q，就會成為一般的鑽孔加工。
切削進給至孔底，然後以快速進給方式從孔底退刀。

格式

<p>G83 X(U)_ C(H)_ Z(W)_ R_ P_ F_ K_ M_ ; 或者 G87 Z(W)_ C(H)_ X(U)_ R_ P_ F_ K_ M_ ; X_ C_ 或 Z_ C_ : 孔位置資料 Z_ 或 X_ : 從 R 點到孔底的距離 R_ : 從初始平面到 R 點的距離 P_ : 孔底的暫停時間 F_ : 切削進給速度 K_ : 重複次數 (需要重複時) M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)</p>	
<p>G83 或 G87 (G98 模式)</p>	<p>G83 或 G87 (G99 模式)</p>

- Mα : C 軸夾住的 M 代碼
- M(α+1) : C 軸鬆開的 M 代碼
- P1 : 由程式指定的暫停
- P2 : 由參數 (No.5111) 設定的暫停

例

- | | |
|---|--|
| <p>M51 ;
 M3 S2000 ;
 G00 X50.0 C0.0 ;
 G83 Z-40.0 R-5.0 P500 F5.0 M31 ;
 C90.0 M31 ;
 C180.0 M31 ;
 C270.0 M31 ;
 G80 M05 ;
 M50 ;</p> | <p>C 軸分度模式 ON
 旋轉刀具啟動
 X 軸、C 軸定位
 加工孔 1
 加工孔 2
 加工孔 3
 加工孔 4
 取消、旋轉刀具停止
 C 軸分度模式 OFF</p> |
|---|--|

4.3.2 正面攻牙循環 (G84) / 側面攻牙循環 (G88)

該循環可以進行攻牙加工。
主軸在孔底反轉，執行攻牙循環。

格式

<p>G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_ ; 或者 G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>X_C 或 Z_C_ : 孔位置資料 Z_ 或 X_ : 從 R 點到孔底的距離 R_ : 從初始平面到 R 點的距離 P_ : 孔底的暫停時間 F_ : 切削進給速度 K_ : 重複次數 (需要重複時) M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)</p>	
G84 或 G88 (G98 模式)	G84 或 G88 (G99 模式)

$M\alpha$: C 軸夾住的 M 代碼
 $M(\alpha+1)$: C 軸鬆開的 M 代碼
 P1 : 由程式指定的暫停
 P2 : 由參數 (No.5111) 設定的暫停

解釋

使主軸正向旋轉並切削，在孔底反轉並退刀，由此來製作螺紋。
 在攻牙動作中，會忽略進給速度倍率，在完成返回動作之前，進給暫停也不會使機床停止。

註釋

在指定主軸正轉或者反轉的指令 (M03 或者 M04) 之前，可以指定或者不指定主軸停止命令 (M05)。
 在參數 M5T (No.5105#3) 中設定採用哪種方法，詳情請參閱機床製造商提供的說明書。

例

M51 ;	C 軸分度模式 ON
M3 S2000 ;	旋轉刀具啟動
G00 X50.0 C0.0 ;	X 軸、C 軸定位
G84 Z-40.0 R-5.0 P500 F5.0 M31 ;	加工孔 1
C90.0 M31 ;	加工孔 2
C180.0 M31 ;	加工孔 3
C270.0 M31 ;	加工孔 4
G80 M05 ;	取消、旋轉刀具停止
M50 ;	C 軸分度模式 OFF

4.3.3 正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89)

該循環用於鏜孔加工。

格式

<p>G85 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_ ; 或者 G89 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>X_C 或 Z_C_ : 孔位置資料 Z_ 或 X_ : 從 R 點到孔底的距離 R_ : 從初始平面到 R 點的距離 P_ : 孔底的暫停時間 F_ : 切削進給速度 K_ : 重複次數 (需要重複時) M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)</p>	
G85 或 G89 (G98 模式)	G85 或 G89 (G99 模式)
<p>Mα : C 軸夾住的 M 代碼 M(α+1) : C 軸鬆開的 M 代碼 P1 : 由程式指定的暫停 P2 : 由參數 (No.5111) 設定的暫停</p>	

解釋

定位後，以快速進給方式移動到 R 點平面。
 之後，從 R 點平面到 Z 點進行鑽孔加工。
 在刀具達到 Z 點以後，以兩倍的切削進給速度返回到 R 點。

例

M51 ;	C 軸分度模式 ON
M3 S2000 ;	旋轉刀具啟動
G00 X50.0 C0.0 ;	X 軸、C 軸定位
G85 Z-40.0 R-5.0 P500 F5.0 M31 ;	加工孔 1
C90.0 M31 ;	加工孔 2
C180.0 M31 ;	加工孔 3
C270.0 M31 ;	加工孔 4
G80 M05 ;	取消、旋轉刀具停止
M50 ;	C 軸分度模式 OFF

4.3.4 鑽孔用固定循環取消 (G80)

取消鑽孔用固定循環。

格式

G80 ;

解釋

取消鑽孔用固定循環，之後進行正常的操作。

R 點平面和 Z 點也被取消。

其他孔加工資料也全部被取消。

例

M51 ;	C 軸分度模式 ON
M3 S2000 ;	旋轉刀具啟動
G00 X50.0 C0.0 ;	X 軸、C 軸定位
G83 Z-40.0 R-5.0 P500 F5.0 M31 ;	加工孔 1
C90.0 M31 ;	加工孔 2
C180.0 M31 ;	加工孔 3
C270.0 M31 ;	加工孔 4
G80 M05 ;	取消、旋轉刀具停止
M50 ;	C 軸分度模式 OFF

4.3.5 鑽孔用固定循環 M 代碼輸出改良

概要

可以在鑽孔用固定循環內為每個路徑分別最多設定 2 組 C 軸夾住／鬆開用 M 代碼。

細節

在如下參數中設定夾住／鬆開用 M 代碼。

	No.5161#4=1		No.5161#4=0
	第 1 組	第 2 組	
夾住用 M 代碼	No.5110	No.13544	No.5110
鬆開用 M 代碼	No.13543	No.13545	(No.5110 的設定值+1)

在鑽孔用固定循環的指令程式單節中，指定參數 (No.5110 或者 No.13544 (參數 CME (No.5161#4)=1 的情況下有效)) 中設定的夾住用 M 代碼指令時，在定位後進入向 R 點平面的快速進給之前，會輸出所指定的 M 代碼指令。此外，在到達 R 點平面的退刀結束後，會輸出與所指定的 M 代碼指令同組的鬆開用 M 代碼。

例 1：當 No.5161#4=1、No.5110=68、No.13543=78、No.13544=168、No.13545=178 時，輸出的 M 代碼如下所示。

指令	夾住	鬆開
G83X_C_...M68	M68	M78
G83X_C_...M168	M168	M178

例 2：當 No.5161#4=0、No.5110=68 時，輸出的 M 代碼如下所示。

指令	夾住	鬆開
G83X_C_...M68	M68	M69

註釋

- 1 夾住／鬆開用 M 代碼都為 0 時，該組的設定無效。
- 2 第 1 組和第 2 組的夾住用 M 代碼設定相同的值時，鬆開用 M 代碼使用第 1 組參數 (No.13543) 的值。

4.3.6 鑽孔固定循環主軸速度到達等待時間縮短

概要

藉由將參數 SAC(No.11507#7)設定為 1，就會在鑽孔用固定循環中，在第 2 次以後的孔加工開始時不等待參數(No.3740)中設定的時間就檢查主軸速度到達信號 SAR。

此外，可以快速進給重疊進行鑽孔用固定循環向初始平面的快速進給，以及向下一個孔位置的定位。藉此，可以縮短加工時間。

解釋

鑽孔用固定循環由下列 6 個動作順序組成。

- 動作 1 X (Z)、C 軸的定位
- 動作 2 快速進給到 R 點平面
- 動作 3 孔加工
- 動作 4 在孔底位置的動作
- 動作 5 退刀至 R 點平面
- 動作 6 快速進給到初始平面

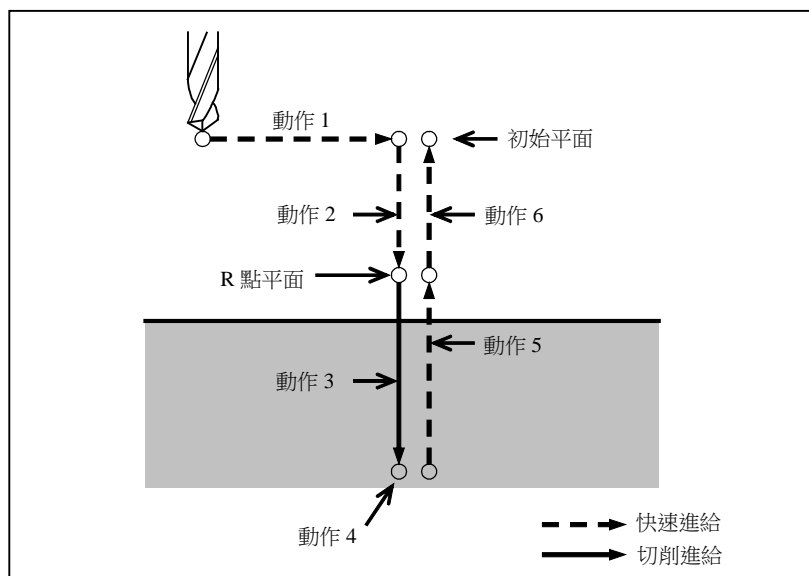


圖4.3.6 (a) 鑽孔用固定循環的動作順序

參數 SAC (No.11507#7) 為 0 時，每次孔加工都會在等待參數 (No.3740) 中設定的時間經過後，檢查主軸速度到達信號 SAR。

參數 SAC (No.11507#7) 為 1 時，在第 2 次以後的孔加工中不管參數 (No.3740) 的設定如何，都會馬上檢查主軸速度到達信號 SAR。

但是，在滿足下列任何一個條件時，在檢查主軸速度到達信號 SAR 之前要等待參數 (No.3740) 中設定的時間經過。

- 藉由 G80 或者第 1 組 G 代碼取消了鑽孔用固定循環。
- 指定了 S 代碼指令。
- 指定了與模式不同的鑽孔用固定循環的 G 代碼指令。
- 主軸速度到達信號 SAR 成了“0”。
- NC 處於重置模式。

關於各指令適應高速化

鑽孔用固定循環一覽表 (Series 0i 格式)

G 代碼	用途	SAR 等待時間縮短	快速進給重疊
G83	正面鑽削循環	有效	有效
G84	正面攻牙循環 正面剛性攻牙循環	—	有效
G85	正面鏜孔循環	有效	有效
G87	側面鑽削循環	有效	有效
G88	端面攻牙循環 端面剛性攻牙循環	—	有效
G89	側面鏜孔循環	有效	有效

鑽孔用固定循環一覽表 (Series 15 格式)

G 代碼	用途	SAR 等待時間縮短	快速進給重疊
G81	鑽削循環定點鏜孔	有效	有效
G82	鑽削循環鏜階梯孔	有效	有效
G83	深孔鑽孔循環	有效	有效
G83.1	高速深孔鑽孔循環	有效	有效
G84	攻牙循環	—	有效
G84.2	剛性攻牙循環	—	有效
G85	鏜孔	有效	有效
G89	鏜孔	有效	有效

手動手輪回退

即使在手動手輪回退檢查模式中，本功能也有效。

取消鑽孔用固定循環的情形

	正向移動	反向移動	正向返回移動
G00 X_ Z_ ;			
G83 Z_ C_ F_ ;	參數 (No.3740) 有效	無等待時間	參數 (No.3740) 有效
C_ ;	無等待時間	無等待時間	無等待時間
C_ ;	無等待時間	參數 (No.3740) 有效	無等待時間
G80 ;			

不取消鑽孔用固定循環的情形

	正向移動	反向移動	正向返回移動
G00 X_ Z_ ;			
G83 Z_ C_ F_ ;	參數 (No.3740) 有效	無等待時間	無等待時間
C_ ;	無等待時間	無等待時間	無等待時間
C_ ;	無等待時間	無等待時間	無等待時間
G80 ;			

4.3.7 操作者需要注意的事項

- 重置、急停時

有時會在執行孔加工循環的中途進行重置或急停，使控制裝置停止。此時也會儲存孔加工模式和孔加工資料，再啟動時請特別留意。

- 單節程式

在單節程式進行孔加工循環時，控制裝置會在圖4.3 (a) 的動作 1、2、6 的終點分別停止。因此，為了鑽 1 個孔而要啟動 3 次。在動作 1、2 的終點，進給暫停指示燈點亮並停止操作。在動作 6 的終點，還留下重複次數時，會以進給暫停停止移動，沒有留下重複次數時則在單節程式停止狀態下停止移動。

- 進給暫停

若在動作 3~5 之間由 G84、G88 應用了進給暫停，則進給暫停指示燈會立即點亮。但是，控制裝置一直進行到動作 6 才停止。如果進給暫停再被應用於動作 6，則馬上停止。

- 倍率

在 G84、G88 的動作期間，進給速度的倍率是 100%。

4.4 鑽孔用固定循環重疊

概要

本功能可在鑽孔用固定循環模式中，於插補後加減速的時間常數內一定時間，與下一個程式單節的指令重疊。藉此，可加快鑽孔用固定循環的動作，並縮短加工時間。

解釋

·可對應的鑽孔用固定循環

可應用本功能的鑽孔用固定循環如表 4.4 (a) 鑽孔用固定循環所示。

表4.4 (a) 鑽孔用固定循環

G 代碼	鑽孔軸	鑽孔動作	在孔底位置的動作	退刀動作	用途
G83	Z 軸	間歇進給 切削進給	暫停	快速進給	正面鑽削循環
G85	Z 軸	切削進給	暫停	切削進給	正面鏜孔循環
G87	X 軸	間歇進給 切削進給	暫停	快速進給	側面鑽削循環
G89	X 軸	切削進給	暫停	切削進給	側面鏜孔循環

在各循環中重疊有效的動作

正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) 高速深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2) =0) 〔無指定 C 軸夾住的 M 代碼時〕	
q	: 進刀量
d	: 退刀量
P	: 暫停
A 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效)
B 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
C1、C2 點	: 重疊有效 (參數 DQL (No.1681#4) =1 時, 重疊無效) (在 C1、C2 點進行重疊時, 進刀量會小於指定的量 q。)
D1、D2 點	: 重疊有效 (參數 DRV (No.1681#2) =1 時, 重疊無效) (在 D1、D2 點進行重疊時, 退刀量會小於指定的量 d。)
E 點	: 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時, 重疊無效) (指定暫停時, 在 E 點不進行重疊。)
F 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 F 點取消鑽孔用固定循環時, 在 F 點不進行重疊。)
G83 或者 G87 (G98 模式)	G83 或者 G87 (G99 模式)

圖4.4 (a) 高速深孔鑽孔循環 (G83、G87) (1)

正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) 高速深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2) =0) [指定 C 軸夾住的 M 代碼時]	
q	: 進刀量
d	: 退刀量
P1、P2	: 暫停
M α	: C 軸夾住的 M 代碼
M($\alpha+1$)	: C 軸鬆開的 M 代碼
A 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 A 點進行重疊時, 會在定位完成前輸出 C 軸夾住的 M 代碼。)
B 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
C1、C2 點	: 重疊有效 (參數 DQL (No.1681#4) =1 時, 重疊無效) (在 C1、C2 點進行重疊時, 進刀量會小於指定的量 q。)
D1、D2 點	: 重疊有效 (參數 DRV (No.1681#2) =1 時, 重疊無效) (在 D1、D2 點進行重疊時, 退刀量會小於指定的量 d。)
E 點	: 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時, 重疊無效) (指定暫停時, 在 E 點不進行重疊。)
F 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與返回至之後的初始平面的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
G 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 G 點取消鑽孔用固定循環時, 在 G 點不進行重疊。)
H 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與之後的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
G83 或者 G87 (G98 模式)	G83 或者 G87 (G99 模式)

圖4.4 (b) 高速深孔鑽孔循環 (G83、G87) (2)

正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) 深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2=1)) [無指定 C 軸夾住的 M 代碼時]	
<p>q : 進刀量</p> <p>d : 在第 2 次以後的切削進給中，在到達上一個加工位置 d 之前，由快速進給改變為切削進給。</p> <p>P : 暫停</p> <p>A 點 : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時，重疊無效)</p> <p>B 點 : 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時，重疊無效)</p> <p>C1、C2 點 : 重疊有效 (參數 DQL (No.1681#4) =1 時，重疊無效) (在 C1、C2 點進行重疊時，進刀量會小於指定的量 q。)</p> <p>D1、D2 點 : 重疊有效 (參數 DRV (No.1681#2) =1 時，重疊無效) (在 D1、D2 點進行重疊時，到 R 點之前會反轉移動方向。)</p> <p>E1、E2 點 : 重疊有效 (參數 DFW (No.1681#3) =1 時，重疊無效)</p> <p>F 點 : 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時，重疊無效) (指定暫停時，在 F 點不進行重疊。)</p> <p>G 點 : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時，重疊無效) (在 G 點取消鑽孔用固定循環時，在 G 點不進行重疊。)</p>	
G83 或者 G87 (G98 模式)	G83 或者 G87 (G99 模式)

圖4.4 (c) 深孔鑽孔循環 (G83、G87) (1)

正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) 深孔鑽孔循環 (G83、G87) (參數 RTR (No.5101#2=1)) [指定 C 軸夾住的 M 代碼時]	
q	: 進刀量
d	: 在第 2 次以後的切削進給中, 在到達上一個加工位置 d 之前, 由快速進給改變為切削進給。
P1、P2	: 暫停
Mα	: C 軸夾住的 M 代碼
M ($\alpha+1$)	: C 軸鬆開的 M 代碼
A 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 A 點進行重疊時, 會在定位完成前輸出 C 軸夾住的 M 代碼。)
B 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
C1、C2 點	: 重疊有效 (參數 DQL (No.1681#4) =1 時, 重疊無效) (在 C1、C2 點進行重疊時, 進刀量會小於指定的量 q 。)
D1、D2 點	: 重疊有效 (參數 DRV (No.1681#2) =1 時, 重疊無效) (在 D1、D2 點進行重疊時, 到 R 點之前會反轉移動方向。)
E1、E2 點	: 重疊有效 (參數 DFW (No.1681#3) =1 時, 重疊無效)
F 點	: 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時, 重疊無效) (指定暫停時, 在 F 點不進行重疊。)
G 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與返回至之後的初始平面的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
H 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 H 點取消鑽孔用固定循環時, 在 H 點不進行重疊。)
I 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與之後的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
G83 或者 G87 (G98 模式)	G83 或者 G87 (G99 模式)

圖4.4 (d) 深孔鑽孔循環 (G83、G87) (2)

正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) 鑽削循環 (G83、G87) [無指定 C 軸夾住的 M 代碼時]	
P : 暫停 A 點 : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) B 點 : 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效) C 點 : 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時, 重疊無效) (指定暫停時, 在 C 點不進行重疊。) D 點 : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 D 點取消鑽孔用固定循環時, 在 D 點不進行重疊。) 	
G83 或者 G87 (G98 模式)	G83 或者 G87 (G99 模式)

圖4.4 (e) 鑽削循環 (G83、G87) (1)

正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89) 〔無指定 C 軸夾住的 M 代碼時〕	
P	: 暫停
A 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效)
B 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
C 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
D 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 D 點取消鑽孔用固定循環時, 在 D 點不進行重疊。)
E 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1, 或者參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 E 點取消鑽孔用固定循環時, 在 E 點不進行重疊。)
G85 或者 G89 (G98 模式)	G85 或者 G89 (G99 模式)

圖4.4 (g) 正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89) (1)

正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89) 〔指定 C 軸夾住的 M 代碼時〕	
P1、P2	: 暫停
M α	: C 軸夾住的 M 代碼
M($\alpha+1$)	: C 軸鬆開的 M 代碼
A 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 A 點進行重疊時, 會在定位完成前輸出 C 軸夾住的 M 代碼。)
B 點	: 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
C 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與返回至之後的初始平面的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
D 點	: 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效) (在 D 點取消鑽孔用固定循環時, 在 D 點不進行重疊。)
E 點	: 在退刀至 R 點平面的程式單節和輸出 C 軸鬆開 M 代碼的程式單節之間會進行重疊, 因此會在到達 R 點平面之前輸出 C 軸鬆開的 M 代碼。但是, 與之後的程式單節之間不進行重疊。 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)
G85 或者 G89 (G98 模式)	G85 或者 G89 (G99 模式)

圖4.4 (h) 正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89) (2)

4.5 剛性攻牙循環

正面攻牙循環 (G84) 和側面攻牙循環 (G88) 可以用以往模式或剛性攻牙模式來完成。

在以往模式下, 配合攻牙軸的移動, 使用 M03 (主軸正轉)、M04 (主軸反轉) 和 M05 (主軸停止) 協助功能, 使主軸旋轉或停止從而進行攻牙。

在剛性攻牙模式下, 是以如同服馬達的方式控制主軸馬達, 利用在攻牙軸和主軸的插補進行攻牙。

利用剛性攻牙模式進行攻牙時, 主軸每一迴轉, 攻牙軸就進給一定的距離 (螺紋導程)。即使在加減速期間, 這種操作也不改變。

因此, 剛性攻牙模式不必使用浮動攻牙 (在以往模式下要求使用), 而可進行高速且高精度的攻牙操作。

此外, 多主軸控制有效時 (參數 MSP (No.8133#3) =1), 可以進行基於第 2 主軸 ~ 第 4 主軸的剛性攻牙循環。

註釋

本功能在參數 NRG (No.8135#3) 設定為 0 時可以使用。

4.5.1 正面剛性攻牙循環（G84）／側面剛性攻牙循環（G88）

藉由剛性攻牙模式以如同伺服馬達的方式控制主軸馬達時，可以進行高速攻牙循環。

格式

<p>剛性攻牙模式有以下 3 種指令方法。</p> <p>在指定攻牙循環的相同程式單節中指定 M29 S_ 的方法</p> <p>G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M29 S_ ;</p> <p>或者</p> <p>G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M29 S_ ;</p> <p>在指定攻牙循環前指定 M29 S_ 的方法</p> <p>M29 S_ ; G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>或者</p> <p>M29 S_ ; G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>不指定 M29 S_ 也可進行剛性攻牙的方法（參數 G84 (No.5200#0) 設定為 1。）</p> <p>G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>或者</p> <p>G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_ ;</p> <p>X_C_或Z_C_：孔位置資料 Z_或X_：從 R 點到孔底的距離及孔底位置 R_：從初始平面到 R 點的距離 P_：孔底的暫停時間 F_：切削進給速度 K_：重複次數（需要重複時） 參數 FCV (No.0001#1) =1 時，以位址 L_指定重複次數。 M_：C 軸夾住的 M 代碼（必要時）</p>	
G84 或 G88 (G98 模式)	G84 或 G88 (G99 模式)

P2 執行 C 軸鬆開的暫停。（暫停時間設定在參數 (No.5111) 中。）

正面剛性攻牙循環 (G84) 將平面第 1 軸作為鑽孔軸，將其他軸作為定位軸。

參數 RTX (No.5209#0)	平面選擇	鑽孔軸
0	G17 Xp-Yp 平面	Xp
	G18 Zp-Xp 平面	Zp
	G19 Yp-Zp 平面	Yp
1		Zp

Xp : X 軸或 X 軸的平行軸
 Yp : Y 軸或 Y 軸的平行軸
 Zp : Z 軸或 Z 軸的平行軸

側面剛性攻牙循環 (G88) 將平面第 2 軸作為鑽孔軸，將其他軸作為定位軸。

參數 RTX (No.5209#0)	平面選擇	鑽孔軸
0	G17 Xp-Yp 平面	Yp
	G18 Zp-Xp 平面	Xp
	G19 Yp-Zp 平面	Zp
1		Xp

Xp : X 軸或 X 軸的平行軸
 Yp : Y 軸或 Y 軸的平行軸
 Zp : Z 軸或 Z 軸的平行軸

(FANUC Series15 程式格式)

G84.2 X(U)_ C(H)_ Z(W)_ R_ P_ F_ L_ S_ ;

X_ C_ 或 Z_ C_ : 孔位置資料
 Z_ 或 X_ : 從 R 點到孔底的距離及孔底位置
 R_ : 從初始平面到 R 點的距離
 P_ : 孔底的暫停時間
 F_ : 切削進給速度
 L_ : 重複次數 (需要重複時)
 S_ : 主軸轉速

以 FANUC Series15 程式格式指令時，無法執行 C 軸夾住。

G84.2 (G98 模式)	G84.2 (G99 模式)

在 FANUC Series 15 程式格式 (G84.2) 下，無法藉由 G 代碼來區分正面攻牙循環／側面攻牙循環。鑽孔軸取決於平面選擇 (G17/G18/G19)。請適當指定與正面攻牙循環／側面攻牙循環等同的平面選擇。(參數 FXY (No.5101#0) 設定為 0 時，Z 軸成為鑽孔軸。設定為 1 時按照表 4.5.1 (a) 而定。)

表 4.5.1 (a)

平面選擇	鑽孔軸
G17 Xp-Yp 平面	Zp
G18 Zp-Xp 平面	Yp
G19 Yp-Zp 平面	Xp

Xp：X 軸或 X 軸的平行軸

Yp：Y 軸或 Y 軸的平行軸

Zp：Z 軸或 Z 軸的平行軸

像這樣，在剛性攻牙模式的指令中，有 G84/G88 (FANUC Series 16 程式格式) 和 G84.2 (FANUC Series 15 程式格式) 的 2 種格式，可藉由參數設定來選擇能夠執行的指令。

參數		可執行的指令格式
FCV (No.0001#1)	F16 (No.5102#3)	
0	-	僅 FANUC Series 16 程式格式 (重複次數由位址 K 指定)
1	0	FANUC Series 15 程式格式，或者 FANUC Series 16 程式格式 (重複次數由位址 L 指定)
1	1	僅 FANUC Series 16 程式格式 (重複次數由位址 L 指定)

解釋

沿 X 軸 (G84) 和 Z 軸 (G88) 定位後，主軸將以快速進給方式移動到 R 點平面。

從 R 點平面到 Z 點進行攻牙加工，完成以後主軸停止且暫停一段時間。然後，停止的主軸反轉，刀具拔出到 R 點平面，在主軸停止旋轉之後以快速進給方式移動到初始平面。

正在進行攻牙時，進給速度倍率和主軸倍率都視為 100% 然而，對於收返動作 (動作 5) 藉由設置參數 DOV (No.5200#4)、參數 OVU (No.5201#3) 和參數 (No.5211) 可以將倍率固定在最大 2000%。

- 螺紋的導程

在每分鐘進給模式下，進給速度 ÷ 主軸速度 = 螺紋導程

在每轉進給模式下，進給速度 = 螺紋導程。

- FANUC Series 15 程式格式指令

可以藉由 FANUC Series 15 程式格式指令使用剛性攻牙循環功能。

- 插補後加減速

可以應用直線型加減速或鐘型加減速。

- 預讀插補前加減速

預讀插補前加減速無效。

- 倍率

各類倍率雖然無效，但是藉由設定參數可以使下列倍率有效。

(1) 拔出倍率

(2) 倍率信號

詳如後述。

- 空運行

空運行對 G84 (G88) 也有效。因此，對 G84 (G88) 的鑽孔軸速度應用空運行後，系統會隨之進行攻牙。

空運行速度較快時，主軸的速度也將隨之加快，應予注意。

- 機械鎖定

機械鎖定對 G84 (G88) 也有效。

即使在機械鎖定狀態執行 G84 (G88)，鑽孔軸也不會移動。因此，主軸也不會動作。

- 重置

在剛性攻牙中執行重置操作後，剛性攻牙會停止。根據參數 CLR (No.3402#5)、參數 C10 (No.3407#2)，重置時的 G 代碼如表 4.5.1 (b) 所示。在保持 G84/G88 的狀態下再啟動運轉時，請根據需求指定 G80 指令。

表4.5.1 (b)

CLR(No.3402#5)	C10(No.3407#2)	G 代碼
0	-	G84/G88
1	0	G80
1	1	G84/G88

- 互鎖

互鎖對 G84 (G88) 也有效。

- 進給暫停、單節程式

在剛性攻牙循環中，進給暫停、單節程式無效。將參數 FHD (No.5200#6) 設定為 1 時，進給暫停、單節程式有效。

- 進給暫停

- 參數 FHD (No.5200#6) =0

若在動作 3~5 之間應用了進給暫停，則進給暫停指示燈會立即點亮，但是控制裝置一直進行到動作 6 才停止。
若在動作 1、動作 2、動作 6 應用了進給暫停，則 CNC 進入自動運轉休止狀態並減速停止。

- 參數 FHD (No.5200#6) =1

若在動作 1~動作 6 之間應用了進給暫停，則 CNC 進入自動運轉休止狀態並減速停止。

- 單節程式

- 參數 FHD (No.5200#6) =0

單節程式的停止點，是在動作 1、動作 2、動作 6 結束後。

- 參數 FHD (No.5200#6) =1

單節程式的停止點，是在各動作結束後。

- 手動進給

在手動手輪進給下進行剛性攻牙時，請參閱“基於手動手輪的剛性攻牙循環”項目。

不能在除此以外的手動進給中進行剛性攻牙。

- 背隙補償

在剛性攻牙模式下，為了補償主軸正轉、反轉時的空轉，會進行背隙補償。請在參數 (No.5321~No.5324) 中設定背隙量。

無論是否為剛性攻牙，沿著鑽孔軸的背隙補償均會執行。

- C 軸夾住、鬆開

可以在剛性攻牙循環時指定將 C 軸機械性固定/解除的 M 代碼指令。藉由在 G84 (G88) 的程式單節中追加用於夾住的 M 代碼，即可輸出兩種 M 代碼。有關時機將在後面描述。

夾住的 M 代碼設定在參數 (No.5110) 中。鬆開的 M 代碼根據參數 (No.5110) 的設定如表 4.5.1 (c) 所示。

表4.5.1 (c)

參數 (No.5110)	
0	0 以外
M 代碼不予輸出	成為 No.5110 的設定值+1

限制事項

- 軸的切換

請在暫時取消固定循環後再切換鑽孔軸。在剛性模式下切換時，會發出警報 (PS0206) “剛攻模式中平面不能切換”。

- S 指令

如果指定的轉速在所用齒輪的最高轉速以上，會發出警報 (PS0200) “非法的 S 代碼指令”。

此外，在串聯主軸上若指定 8msec 的脈衝數大於等於檢出單位 32768，則會發生警報（PS0202）“位置 LSI 溢出”。

<參考實例>

串聯主軸的情形

$$(32767 \times 1000 \div 8 \times 60) \div 4095 = 60012 \text{ (min}^{-1}\text{)} \text{ [註釋：理論值]}$$

- F 指令

當指令值在切削進給上限值以上時，會發出警報（PS0201）“在剛性攻牙中未指令進給速度”發出。

- F 指令的單位

	公制輸入	英制輸入	備註
G98	1mm/min	0.01inch/min	允許用小數點程式設計
G99	0.01mm/rev	0.0001inch/rev	允許用小數點程式設計

- M29

如果在 M29 和 G84 之間指定 S 指令和軸移動，即會發出警報（PS0203）“剛性攻牙指令有誤”。此外，如果在攻牙循環中指定 M29 指令，則會發出警報（PS0204）“不合的軸操作 <剛攻 M 代碼與 G84 之間有軸移動>”。

- P

請在進行鑽孔動作的程式單節中指定 P。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

- 取消

不要在與 G84（G88）相同的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03、G60（參數 MDL（No.5431#0）為 1 時））指令。否則 G84（G88）將被取消。

- 刀具位置偏移

在固定循環模式下，刀具位置偏移會被忽略。

- 程式再啟動

在剛性攻牙的循環中，不能執行程式再啟動。

- R

請在執行鑽孔動作的程式單節中指定 R。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

- 副程式調用

請在單獨程式單節中指定固定循環模式下的副程式調用指令 M98P_。

- 周速一定控制

如果在周速一定控制中指定了剛性攻牙，會發生警報（PS0200）“非法的 S 代碼指令”。請在取消周速一定控制後指定剛性攻牙。

- 利用最適加速度的定位

在剛性攻牙中，利用最適加速度的定位無效。

例

攻牙軸進給速度 1000mm/min

主軸轉速 1000min⁻¹

螺紋的導程 1.0mm

<每分鐘進給的程式設計>

G98； 每分鐘進給指令

G00 X100.0；定位

M29 S1000；剛性攻牙模式指令

G84 Z-100.0 R-20.0 F1000；..... 剛性攻牙加工

<每轉進給的程式設計>

G99； 每轉進給指令

G00 X100.0 ; 定位
 M29 S1000 ; 剛性攻牙模式指令
 G84 Z-100.0 R-20.0 F1.0 ; 剛性攻牙加工

4.5.2 深孔剛性攻牙循環 (G84 或 G88)

在剛性攻牙循環模式下進行深攻牙切削時，因為切屑會黏在刀具上，或增加切削阻力，因此有時不易加工。在這種情況下，分數次切削孔底的深孔剛性攻牙循環就很有用。藉由設定參數 PCP (No.5200#5)，本功能可以從高速深孔攻牙循環和深孔攻牙循環中選擇其中一個。

格式

設定參數 PCP (No.5200#5) =0，並用 G84 (G88) 指定剛性攻牙循環，就會成為高速深孔剛性攻牙循環。

<p>G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_Q_,D_F_K_M_ ; 或者 G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_Q_,D_F_K_M_ ;</p> <p>X_C_或Z_C_ : 孔位置資料 Z_或X_ : 從 R 點到孔底的距離及孔底位置 R_ : 從初始平面到 R 點的距離 P_ : 孔底的暫停時間 Q_ : 每次的進刀量 ,D_ : 退刀量 F_ : 切削進給速度 K_ : 重複次數 (僅限需要重複時) M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)</p>	
<p>G84 或 G88 (G98 模式)</p>	<p>G84 或 G88 (G99 模式)</p>

高速深孔剛性攻牙循環

在從 R 點的最初的切削中，使主軸正轉，切入由位址 Q 指定的進刀量 q。(動作 (1)) 之後，使主軸反轉，並返回參數 (No.5213) 中設定的返回量 d。(動作 (2)) 之後，使主軸正轉並進行 (d+q) 的切削。(動作 (3))

由此以後，在到達孔底 (Z 點) 之前，重複 (2) 和 (3)。

動作 (1) 和 (3) 中使用切削速度和剛性攻牙的時間常數。
 動作 (2) 以及從孔底 (Z 點) 到 R 點的移動中，剛性攻牙的拔出倍率有效，使用剛性攻牙的拔出時間常數。

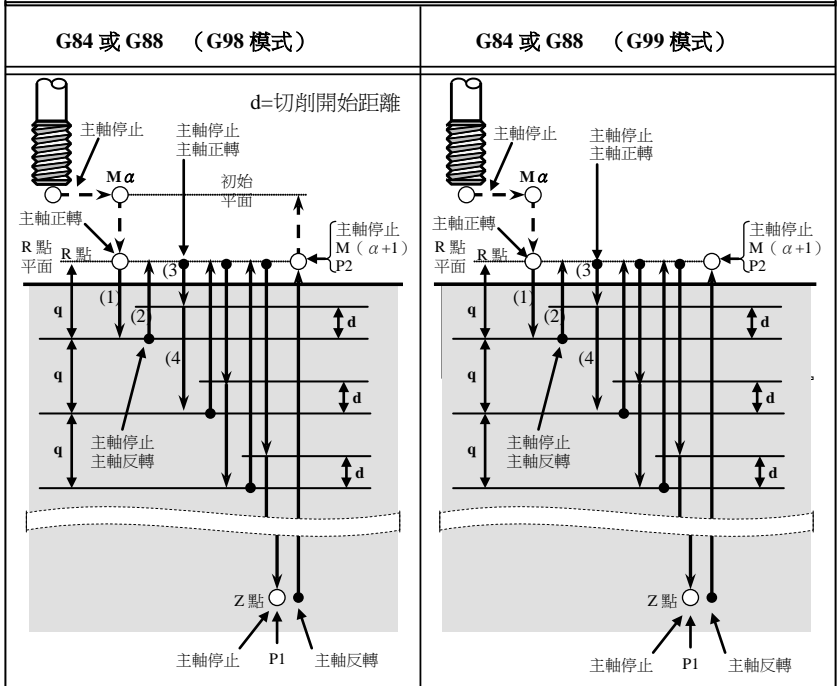
設定參數 PCP (No.5200#5) =1, 並用 G84 (G88) 指定剛性攻牙循環, 就會成為深孔剛性攻牙循環。

G84 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_Q_,D_F_K_M_;

或者

G88 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_Q_,D_F_K_M_;

X_C或Z_C_ : 孔位置資料
 Z_或X_ : 從 R 點到孔底的距離及孔底位置
 R_ : 從初始平面到 R 點的距離
 P_ : 孔底的暫停時間
 Q_ : 每次的進刀量
 ,D_ : 退刀量
 F_ : 切削進給速度
 K_ : 重複次數 (僅限需要重複時)
 M_ : C 軸夾住的 M 代碼 (必要時)



- 深孔剛性攻牙循環

在從 R 點的最初的切削中, 使主軸正轉, 切入由地址 Q 指定的進刀量 q。(動作 (1)) 之後, 使主軸反轉後返回到 R 點。(動作 (2))

之後, 使主軸正轉, 移動到切削起點後切到 [(首先切削的位置) - (參數 (No.5213) 中設定的切削開始距離 d)] 的位置。(動作 (3))

接著, 切削 (d+q)。(動作 (4))

由此以後, 在到達孔底 (Z 點) 之前, 重複 (2) ~ (4)。

動作①和 (4) 中使用切削速度和剛性攻牙的時間常數。

動作 (2)、(3) 以及從孔底 (Z 點) 到 R 點的移動中, 剛性攻牙的拔出倍率有效, 使用剛性攻牙的拔出時間常數。

解釋**- 切削開始距離**

切削開始距離 d 藉由 “,D” 指令或參數 (No.5213) 進行設定。

- 返回量

每次的返回量 d 藉由 “,D” 指令或參數 (No.5213) 進行設定。

- 返回速度

返回動作時的速度，與從孔底 (Z 點) 到 R 點的移動一樣，可以藉由參數 DOV (No.5200#4)、參數 OVU (No.5201#3)、參數 (No.5211) 的設定而使最大 2000% 的倍率有效。

- 切入到切削起點的速度

切入到切削起點時的速度，與從孔底 (Z 點) 到 R 點的移動一樣，可以藉由參數 DOV (No.5200#4) 參數 OVU (No.5201#3)、參數 (No.5211) 的設定而使最大 2000% 的倍率有效。

- 插補後加減速

可以應用直線型加減速或鐘型加減速。

- 預讀插補前加減速

預讀插補前加減速無效。

- 倍率

各類倍率雖然無效，但是藉由設定參數可以使下列倍率有效。

(1) 拔出倍率

(2) 倍率信號

詳如後述。

- 空運行

空運行對 G84 (G88) 也有效。因此，對 G84 (G88) 的鑽孔軸速度應用空運行後，系統會隨之進行攻牙。空運行速度較快時，主軸的速度也將隨之加快，應予注意。

- 機械鎖定

機械鎖定對 G84 (G88) 也有效。

即使在機械鎖定狀態執行 G84 (G88)，鑽孔軸也不會移動。因此，主軸也不會動作。

- 重置

在剛性攻牙中執行重置操作後，剛性攻牙會停止。根據參數 CLR (No.3402#5)、參數 C10 (No.3407#2)，重置時的 G 代碼如表 4.5.2 (a) 所示。在保持 G84/G88 的狀態下再啟動運轉時，請根據需求指定 G80 指令。

表4.5.2 (a)

CLR(No.3402#5)	C10(No.3407#2)	G 代碼
0	-	G84/G88
1	0	G80
1	1	G84/G88

- 互鎖

互鎖對 G84 (G88) 也有效。

- 進給暫停、單節程式

在剛性攻牙循環中，進給暫停、單節程式無效。將參數 FHD (No.5200#6) 設定為 1 時，進給暫停、單節程式有效。

- 進給暫停

- 參數 FHD (No.5200#6) =0

若在攻牙中應用了進給暫停時，則進給暫停指示燈會立即點亮，但在 G98 的情況下會拔出到初始平面後停止動作，而在 G99 的情況下會拔出到 R 點平面之後才停止動作。若在到鑽孔位置的定位、從初始平面到 R 點的定位，以及從 R 點平面到初始平面的拔出動作中應用了進給暫停，則 CNC 進入自動運轉休止狀態並減速停止。

- 參數 FHD (No.5200#6) =1

從到鑽孔位置的定位，到初始平面 (G98) (R 點平面 (G99)) 的拔出之間，若應用了進給暫停，則 CNC 進入自動運轉休止狀態並減速停止。

- 單節程式

- 參數 FHD (No.5200#6) =0

單節程式的停止點，是在到鑽孔位置的定位、從初始平面到 R 點的定位，以及從 R 點平面到初始平面的拔出動作 (G98) (R 點平面 (G99)) 結束後。

- 參數 FHD (No.5200#6) =1

單節程式的停止點，是在各動作結束後。

- 手動進給

在手動手輪進給下進行剛性攻牙時，請參閱“基於手動手輪的剛性攻牙循環”項目。

不能在除此以外的手動進給中進行剛性攻牙。

- 背隙補償

在剛性攻牙模式下，為了補償主軸正轉、反轉時的空轉，會進行背隙補償。請在參數 (No.5321~No.5324) 中設定背隙量。

無論是否為剛性攻牙，沿著鑽孔軸的背隙補償均會執行。

- FANUC Series 15 程式格式

參數 FCV (No.0001#1) 為 1 時，可藉由 G84.2 執行。動作與 G84 相同。但是，重複次數的指令格式為 L。

限制事項

- 軸的切換

請在暫時取消固定循環後再切換鑽孔軸。在剛性攻牙模式下切換時，會發出警報 (PS0206) “剛攻模式中平面不能切換”。

- S 指令

- 如果指定的轉速在所用齒輪的最高轉速以上，會發出警報 (PS0200) “非法的 S 代碼指令”。
- 剛性攻牙循環中使用的 S 在剛性攻牙循環的固定循環取消時會被清除，成為指定 S0 的狀態。

- 主軸的分配量

在串列主軸的情形下，最大主軸分配量為 32767pulse/每 8msec。(藉由診斷資料 No.451 來顯示。)

此值隨著位置編碼器的齒輪比設定和剛性攻牙的指令而變化，指定了超過此上限的指令時，會發生警報 (PS0202) “位置 LSI 溢出”。

- F 指令

當指令值在切削進給速度上限值以上時，會發出警報 (PS0011) “切削速度為 0 (未指令)”。

· F 指令的單位

	公制輸入	英制輸入	備註
G98	1mm/min	0.01inch/min	允許用小數點程式設計
G99	0.01mm/rev	0.0001inch/rev	允許用小數點程式設計

- M29

如果在 M29 和 G84 之間指定 S 指令和軸移動，即會發出警報 (PS0203)。

此外，如果在攻牙循環中指定 M29 指令，則會發出警報 (PS0204)。

- P/Q

請在執行鑽孔動作的程式單節中指定 P、Q。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

當 Q0 被指定時，不進行深孔剛性攻牙循環。

- 取消

不要在與 G84 (G88) 相同的程式單節中指定 01 組的 G 代碼 (G00~G03、G60 (參數 MDL (No.5431#0) 為 1 時)) 指令。否則 G84 (G88) 將被取消。

- 刀具位置偏移

在固定循環模式下，刀具位置偏移會被忽略。

- 副程式調用

請在單獨程式單節中指定固定循環模式下的副程式調用指令 M98P_。

- 返回量和切削開始距離

設定返回量以及切削開始距離 (參數 (No.5213)) 時請勿超過 R 點。

- 周速一定控制

如果在周速一定控制中指定了剛性攻牙，會發生警報 (PS0200) “非法的 S 代碼指令”。請在取消周速一定控制後指定剛性攻牙。

- 利用最適加速度的定位

在剛性攻牙中，利用最適加速度的定位無效。

4.5.3 固定循環取消 (G80)

取消剛性攻牙的固定循環。

指令方法與鑽孔用固定循環取消相同，請參閱“鑽孔用固定循環取消 (G80)”項目。

註釋

在剛性攻牙循環的固定循環取消時，剛性攻牙循環中所使用的 S 值也會被清除。(與指定了 S0 的狀態相同。) 即，因剛性攻牙循環指定的 S 在剛性攻牙循環的固定循環取消後接續的程式中無法使用。
在取消剛性攻牙循環的固定循環後，請根據需求重新指定 S。

4.5.4 剛性攻牙循環中的倍率

各類倍率雖然無效，但是藉由設定參數可以使下列倍率有效。

- 拔出倍率
- 倍率信號

4.5.4.1 拔出倍率

拔出倍率可以使參數中設定的固定倍率值或者程式中指定的倍率值在拔出時 (含深孔/高速深孔的收回時) 有效。

解釋

- 在參數中指定倍率

將參數 DOV (No.5200#4) 設定為 1，在參數 (No.5211) 中設定倍率值。

倍率值可使用 1% 的刻度單位，在 0~200% 的範圍內設定。此外，將參數 OVU (No.5201#3) 設定為 1 時，可使用 10% 的刻度單位在 0~2000% 的範圍內設定。

- 在程式中指定倍率

將參數 DOV (No.5200#4) 和參數 OV3 (No.5201#4) 設定為 1 時，拔出時的主軸轉速可以藉由程式加以指定。

在剛性攻牙的指令程式單節中使用 “J” 位址來指定拔出時的主軸轉速。

例) 切削時 $S=1000\text{min}^{-1}$ 拔出時 $S=2000\text{min}^{-1}$ 的情形

```
-  
M29 S1000 ;  
G84 Z-100.0 F1000.0 J2000 ;  
-
```

實際的倍率值換算，按照如下方式計算。

因此，拔出時的主軸轉速在某些情況下與藉由“J”位址指定的轉速不一致。此外，倍率值超出 100%~200% 的範圍時，固定為 100%。

$$\text{倍率值 (\%)} = \frac{\text{拔出時的主軸轉速 (J 指令)}}{\text{主軸轉速 (S 指令)}} \times 100$$

藉由參數設定和指令而實際有效的倍率，如表4.5.4.1 (a) 所示。

表4.5.4.1 (a)

指令	參數設定	DOV=1		DOV=0
		OV3=1	OV3=0	
存在由位址“J”指定的拔出時的主軸轉速指令	100~200%的範圍內	程式指令	參數 (No.5211)	100%
	100~200%的範圍外	100%		
不存在由位址“J”指定的拔出時的主軸轉速指令		參數 (No.5211)		

註釋

- 位址“J”的指令中，請勿使用小數點。
使用小數點時，會成為如下所示的情形。
例) 參考軸的設定單位為 IS-B 時
·非計算器型小數點輸入
指令值轉換為考慮了最小設定單位的值。
“J200.” 成為 200000min-1。
·計算器型小數點輸入
轉換為捨去小數點以下的值。
“J200.” 成為 200min-1。
- 位址“J”的指令中，請勿使用負號。
使用負號時，視為指定了 100~200%範圍外的值。
- 藉由下列計算求出倍率的最大值，以免應用了拔出倍率值的主軸轉速超過使用中的齒輪最高轉速 (參數 (No.5241~No.5244))。因此，根據倍率值，在某些情況下與主軸最高轉速不一致。

$$\text{倍率的最大值 (\%)} = \frac{\text{主軸最高轉速 (參數設定)}}{\text{主軸轉速 (S 指令)}} \times 100$$

- 位址“J”指定拔出時的主軸轉速，若在剛性攻牙模式下指定，則直到取消固定循環之前都有效。

4.5.4.2 倍率信號

將參數 OVS (No.5203#4) 設定為 1 時，即可對剛性攻牙中的切削/拔出動作應用下列所示的倍率。

- 藉由進給速度倍率信號應用倍率
(第 2 進給速度倍率信號有效時，對於應用了進給速度倍率後的速度，應用第 2 進給速度倍率)
- 藉由倍率取消信號取消倍率

本功能與每個動作的倍率關係，如下所示。

- 切削時

倍率取消信號=0 時：	在倍率信號指定的值
倍率取消信號=1 時：	100%
- 拔出時

倍率取消信號=0 時：	在倍率信號指定的值
倍率取消信號=1 時	
拔出倍率無效時：	100%
拔出倍率有效時：	在拔出倍率指定的值

註釋

- 1 藉由下列計算求出倍率的最大值，以免應用倍率值的主軸轉速超過使用中的齒輪的最高轉速（參數（No.5241～No.5244））。因此，根據倍率值，在某些情況下與主軸最高轉速不一致。

$$\text{倍率的最大值 (\%)} = \frac{\text{主軸最高轉速 (參數設定)}}{\text{主軸轉速 (S 指令)}} \times 100$$

- 2 倍率的操作，隨使用的機床而不同，請參閱機床製造商提供的說明書。

4.6 研磨用固定循環（磨床用）

研磨用固定循環可以用包含 G 功能的一個程式單節來指定通常需要用幾個程式單節才能指定的研磨加工特有的反覆加工動作，因此更容易創建程式。同時可以減小程式，從而有效使用記憶體。研磨用固定循環有如下 4 種。

- 縱向走刀研磨循環（G71）
（G 代碼體系 C 時為 G72）
- 縱向走刀直接固定尺寸研磨循環（G72）
（G 代碼體系 C 時為 G73）
- 振盪控制研磨循環（G73）
（G 代碼體系 C 時為 G74）
- 振盪控制直接固定尺寸研磨循環（G74）
（G 代碼體系 C 時為 G75）

接下來的說明按照如下方法表示進行砂輪切削的軸、進行砂輪研磨的軸。

砂輪切削的軸： 切削軸

砂輪研磨的軸： 研磨軸

在執行研磨用固定循環中，無法使用如下功能。

- 可程式設計鏡像
- 座標旋轉
- 3 維座標變換

切削軸的進刀量以及研磨軸的研磨量的設定單位，按照參考軸（參數（No.1031））的設定單位（參數（No.1013））。參考軸（參數（No.1031））的設定值為 0 時，按照第 1 軸的設定單位。

**警告**

研磨用固定循環的 G 代碼 G71、G72、G73、G74（G 代碼體系 C 下為 G72、G73、G74、G75）為 01 組的 G 代碼。沒有 G80 這類用於取消鑽孔用固定循環的 G 代碼。藉由指定 G04 以外的 00 組的 G 代碼，雖然進刀量等的模態資訊會被清除，但是無法取消研磨用固定循環。要取消研磨用固定循環，需要指定 G71、G72、G73、G74 以外的 01 組的 G 代碼指令。因此，從 G71、G72、G73、G74 切換到其他的軸移動指令時，務必指定 G00、G01 之類的 01 組的 G 代碼指令，並取消研磨用固定循環。如果沒有取消研磨用固定循環就進行其他的軸移動指令，則循環將會繼續而有可能導致預想外的動作。

註釋

- 1 指定了研磨用固定循環的 G 代碼（G71、G72、G73、G74）指令且在本循環有效期間中，其後的指令程式單節中即使沒有 G71、G72、G73、G74 的指令，也會根據儲存為模態資料的 A、B、W、U、I、K 的值執行研磨用固定循環。

例· G71 A_ B_ W_ U_ I_ K_ H_ ;

； ← 即使是空的程式單節也會執行研磨用固定循環

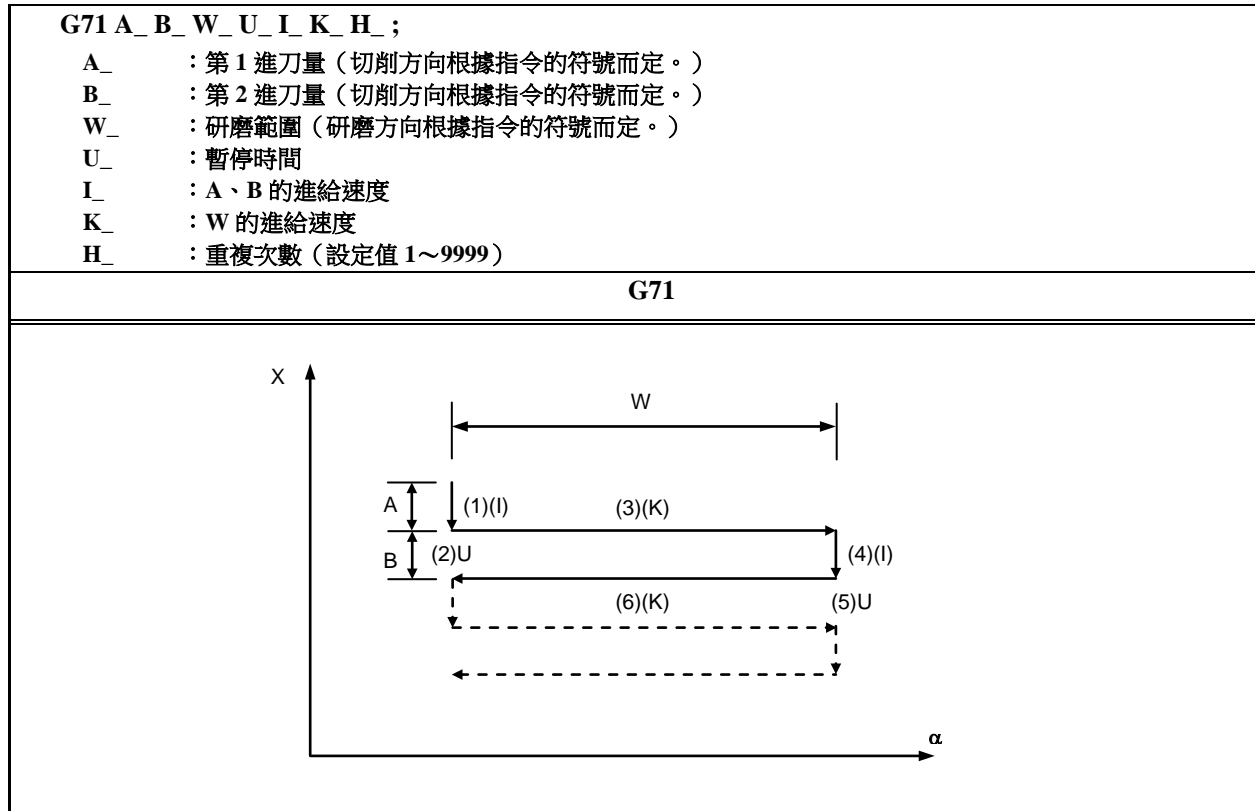
%

- 2 若要從鑽孔用固定循環切換研磨用固定循環，請指定 G80 指令，並取消固定循環。
- 3 若要從研磨用固定循環切換到其他的軸移動指令，請根據上述警告，取消固定循環。
- 4 在相同的路徑中，不可同時使用研磨用固定循環和複合形固定循環。
同時具有兩種選購件時，可在參數 GFX（No.5106#0）中選擇要使用的功能。

4.6.1 縱向走刀研磨循環 (G71)

進行縱向走刀研磨循環。

格式



解釋

縱向走刀研磨循環由 6 個動作順序組成。

在達到於位址 H 指定的重複次數之前重複(1)到(6)的動作。在單節程式方式下，以一次循環開始執行(1)到(6)的動作。

- 循環中的動作順序

(1) 砂輪切削

在切削進給方式下僅按照第 1 進刀量 A 所指定的量，沿 X 軸方向進行切削。進給速度為由 I 所指定的速度。

(2) 暫停

暫停由 U 所指定的時間。

(3) 研磨

按照切削進給方式僅移動由 W 所指定的量。研磨軸的指定由參數 (No.5176) 進行設定。進給速度為由 K 所指定的速度。

(4) 砂輪切削

在切削進給方式下僅按照第 2 進刀量 B 所指定的量，沿 X 軸方向進行切削。進給速度為由 I 所指定的速度。

(5) 暫停

暫停由 U 所指定的時間。

(6) 研磨 (返回方向)

沿著相反方向以 K 指定的速度進給 W 指定的量。

限制事項

- 切削軸

切削軸為控制軸的第 1 軸。藉由設定參數 FXY (No.5101#0) =1，即可進行基於平面選擇指令 (G17、G18、G19) 的切換。

- 研磨軸

研磨軸在參數 (No.5176) 中設定切削軸以外的軸號。不管軸名稱如何，始終由 W 來指定研磨指令。另外，還可以由與所設定的軸號相對應的軸名稱來指定。

- A,B,W

A、B、W 的指令均為增量指令。

沒有指定 A、B 時或者 A=B=0 時，為無火花研磨（只執行研磨方向的移動）。

- H

未指定 H 時或者 H=0 時，視為 H=1。

H 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- 清除

在固定循環中的資料 A、B、W、U、I、K 是 G71、G72、G73、G74 共同的模態資料，只要不重新指定指令，以前所指定的資料會保持有效。該資料在指定 00 組 G 代碼 (G04 除外) 或 01 組 G 代碼 (G71、G72、G73、G74 除外) 時將會清除。H 只在其被指定的程式單節中才有效。

- B 代碼

固定循環中，無法指定 B 代碼 (第 2 輔助代碼) 指令。

註釋

- 1 指定 G71 指令時，在沒有進行研磨軸指令的情況下，會發出警報 (PS0455) “磨削用固定回圈中命令錯誤 < 研磨用固定循環中指令錯誤>”。
- 2 切削軸號和研磨軸號相同時，會發出警報 (PS0456) “磨削用固定回圈中參數設定錯誤 < 研磨用固定循環中參數設定錯誤>”。
- 3 本循環有效期間，即使指定了 G90 (絕對指令) 指令，A、B、W 的指令也會成為增量指令。

4.6.2 縱向走刀直接固定尺寸研磨循環 (G72)

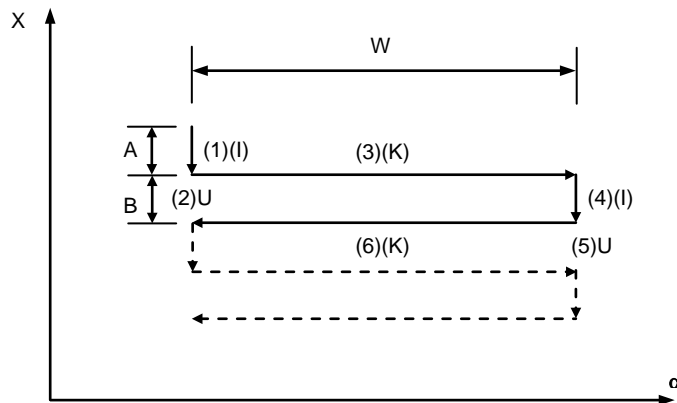
進行縱向走刀直接固定尺寸研磨循環。

格式

G72 P_ A_ B_ W_ U_ I_ K_ H_ ;

P_ : 量規號 (設定值 1~4)
A_ : 第 1 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)
B_ : 第 2 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)
W_ : 研磨範圍 (研磨方向根據指令的符號而定。)
U_ : 暫停時間
I_ : A、B 的進給速度
K_ : W 的進給速度
H_ : 重複次數 (設定值 1~9999)

G72



解釋

使用多級跳躍選定時，可以指定量規號。量規號的指定方法與多級跳躍相同。沒有多級跳躍的選定時，以往的跳躍信號有效。

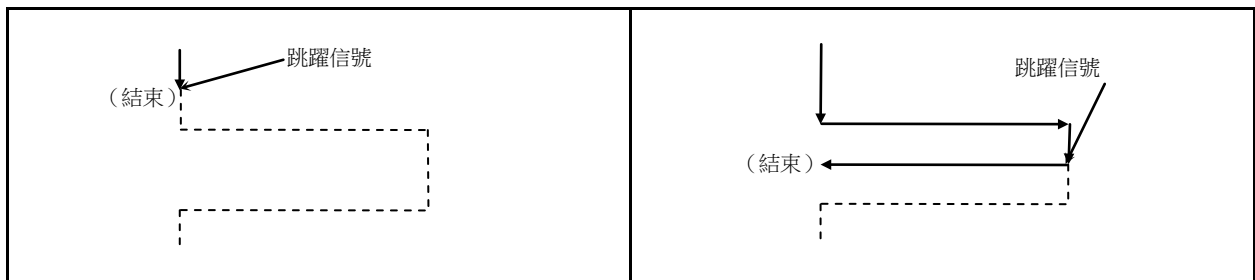
量規號以外的指令以及動作與 G71 相同。

- 跳躍信號輸入時的動作

G72 中，藉由在循環過程中輸入一個跳躍信號，在使當前的動作順序中斷（或者使當前的動作順序結束）後，可以使循環終止。

下面列出在每個動作順序中跳躍信號輸入時系統的具體動作。

- 在動作順序(1)、(4)中 (A、B 移動時) 輸入跳躍信號時，會立即停止切削操作，刀具返回到循環開始時的 α 座標。



- 在動作順序(2)、(5)中（暫停中）輸入跳躍信號時，會立即停止暫停，刀具返回到循環開始時的 α 座標。
- 在動作順序(3)、(6)中（研磨移動時）輸入跳躍信號時，在 W 的移動結束後，刀具會返回到循環開始時的 α 座標。



限制事項

- 切削軸

切削軸為控制軸的第 1 軸。藉由設定參數 FXY (No.5101#0) =1，即可進行基於平面選擇指令 (G17、G18、G19) 的切換。

- 研磨軸

研磨軸在參數 (No.5177) 中設定切削軸以外的軸號。不管軸名稱如何，始終由 W 來指定研磨指令。另外，還可以由與所設定的軸號相對應的軸名稱來指定。

- P

若指定 P1~P4 以外，跳過功能將會無效。

P 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- A,B,W

A、B、W 的指令均為增量指令。

沒有指定 A、B 時或者 A=B=0 時，為無火花研磨（只執行研磨方向的移動）。

- H

未指定 H 時或者 H=0 時，視為 H=1。

H 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- 清除

在固定循環中的資料 A、B、W、U、I、K 是 G71、G72、G73、G74 共同的模態資料，只要不重新指定指令，以前所指定的資料會保持有效。該資料在指定 00 組 G 代碼 (G04 除外) 或 01 組 G 代碼 (G71、G72、G73、G74 除外) 時將會清除。P、H 只在其被指定的程式單節中才有效。

- B 代碼

固定循環中，無法指定 B 代碼 (第 2 輔助代碼) 指令。

註釋

- 1 指定 G72 指令時，在沒有指定研磨軸指令的情況下，會發出警報 (PS0455) “磨削用固定回圈中命令錯誤 < 研磨用固定循環中指令錯誤>”。
- 2 切削軸號和研磨軸號相同時，會發出警報 (PS0456) “磨削用固定回圈中參數設定錯誤 < 研磨用固定循環中參數設定錯誤>”。
- 3 本循環有效期間，即使指定了 G90 (絕對指令) 指令，A、B、W 的指令也會成為增量指令。
- 4 沒有多級跳躍的選定而指定 P1~P4 指令時，會發出警報 (PS0370) “G31P/G04Q 不正確”。

4.6.3 振盪控制研磨循環 (G73)

進行振盪控制研磨循環。

格式

G73 A_ (B_) W_ U_ K_ H_ ;

A_ : 第 1 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)

B_ : 第 2 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)

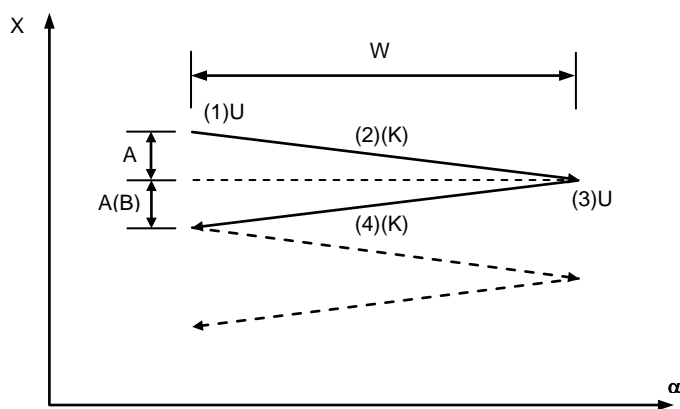
W_ : 研磨範圍 (研磨方向根據指令的符號而定。)

U_ : 暫停時間

K_ : 進給速度

H_ : 重複次數 (設定值 1~9999)

G73



解釋

振盪控制研磨循環由 4 個動作順序組成。

在達到於位址 H 指定的重複次數之前重複(1)到(4)的動作。在單節程式方式下，以一次循環開始執行(1)到(4)的動作。

- 循環中的動作順序

(1) 暫停

暫停由 U 所指定的時間。

(2) 砂輪切削+研磨

切削軸 (X 軸) 和研磨軸同時進行切削進給。切削軸的行程 (進刀量) 為由第 1 進刀量 A 所指定的量，研磨軸的行程為由 W 所指定的量。研磨軸的指定由參數 (No.5178) 進行設定。進給速度為由 K 所指定的速度。

(3) 暫停

暫停由 U 所指定的時間。

(4) 砂輪切削+研磨 (返回方向)

切削軸 (X 軸) 和研磨軸同時進行切削進給。切削軸的行程 (進刀量) 為由第 2 進刀量 B 所指定的量，研磨軸的行程為由 W 所指定的量的相反方向。進給速度為由 K 所指定的速度。

限制事項

- 切削軸

切削軸為控制軸的第 1 軸。藉由設定參數 FXY (No.5101#0) =1, 即可進行基於平面選擇指令 (G17、G18、G19) 的切換。

- 研磨軸

研磨軸在參數 (No.5178) 中設定切削軸以外的軸號。不管軸名稱如何，始終由 W 來指定研磨指令。另外，還可以由與所設定的軸號相對應的軸名稱來指定。

- B

未指定 B 時，視為 B=A。

B 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- A,B,W

A、B、W 的指令均為增量指令。

沒有指定 A、B 時或者 A=B=0 時，為無火花研磨（只執行研磨方向的移動）。

- H

未指定 H 時或者 H=0 時，視為 H=1。

H 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- 清除

在固定循環中的資料 A、W、U、K 是 G71、G72、G73、G74 共同的模態資料，只要不重新指定指令，以前所指定的資料會保持有效。該資料在指定 00 組 G 代碼（G04 除外）或 01 組 G 代碼（G71、G72、G73、G74 除外）時將會清除。B、H 只在其被指定的程式單節中才有效。

- B 代碼

固定循環中，無法指定 B 代碼（第 2 輔助代碼）指令。

註釋

- 1 指定 G73 指令時，在沒有指定研磨軸指令的情況下，會發出警報（PS0455）“磨削用固定回圈中命令錯誤 < 研磨用固定循環中指令錯誤>”。
- 2 切削軸號和研磨軸號相同時，會發出警報（PS0456）“磨削用固定回圈中參數設定錯誤 < 研磨用固定循環中參數設定錯誤>”。
- 3 本循環有效期間，即使指定了 G90（絕對指令）指令，A、B、W 的指令也會成為增量指令。

4.6.4 振盪控制直接固定尺寸研磨循環 (G74)

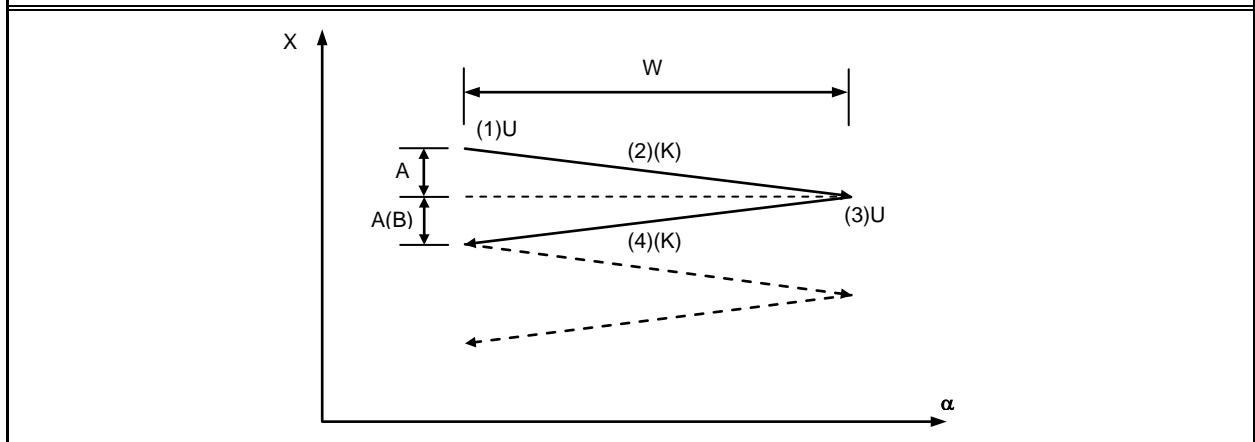
進行振盪控制直接固定尺寸研磨循環。

格式

G74 P_ A_ (B_) W_ U_ K_ H_ ;

- P_ :** 量規號 (設定值 1~4)
- A_ :** 第 1 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)
- B_ :** 第 2 進刀量 (切削方向根據指令的符號而定。)
- W_ :** 研磨範圍 (研磨方向根據指令的符號而定。)
- U_ :** 暫停時間
- K_ :** W 的進給速度
- H_ :** 重複次數 (設定值 1~9999)

G74



解釋

使用多級跳躍選定時，可以指定量規號。量規號的指定方法與多級跳躍相同。沒有多級跳躍的選定時，以往的跳躍信號有效。

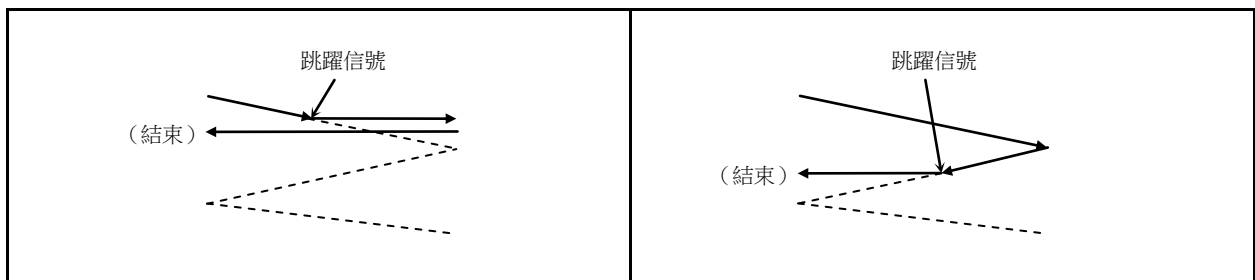
量規號以外的指令以及動作與 G73 相同。

- 跳躍信號輸入時的動作

G74 中，藉由在循環過程中輸入一個跳躍信號，在使當前的動作順序中斷（或者使當前的動作順序結束）後，可以使循環終止。

下面列出在每個動作順序中跳躍信號輸入時系統的具體動作。

- 在動作順序(1)、(3)中（暫停中）輸入跳躍信號時，會立即停止暫停，刀具返回到循環開始時的 α 座標。
- 在動作順序(2)、(4)中（A、B 研磨移動時）輸入跳躍信號時，在 W 的移動結束後，刀具會返回到循環開始時的 α 座標。



限制事項**- 切削軸**

切削軸為控制軸的第 1 軸。藉由設定參數 FXY (No.5101#0) =1，即可進行基於平面選擇指令 (G17、G18、G19) 的切換。

- 研磨軸

研磨軸在參數 (No.5179) 中設定切削軸以外的軸號。不管軸名稱如何，始終由 W 來指定研磨指令。另外，還可以由與所設定的軸號相對應的軸名稱來指定。

- P

若指定 P1~P4 以外，跳過功能將會無效。

P 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- B

未指定 B 時，視為 B=A。

B 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- A,B,W

A、B、W 的指令均為增量指令。

沒有指定 A、B 時或者 A=B=0 時，為無火花研磨 (只執行研磨方向的移動)。

- H

未指定 H 時或者 H=0 時，視為 H=1。

H 指令只在其被指定的程式單節中才有效。

- 清除

在固定循環中的資料 A、W、U、K 是 G71、G72、G73、G74 共同的模態資料，只要不重新指定指令，以前所指定的資料會保持有效。該資料在指定 00 組 G 代碼 (G04 除外) 或 01 組 G 代碼 (G71、G72、G73、G74 除外) 時將會清除。P、B、H 只在其被指定的程式單節中才有效。

- B 代碼

固定循環中，無法指定 B 代碼 (第 2 輔助代碼) 指令。

註釋

- 1 指定 G74 指令時，在沒有指定研磨軸指令的情況下，會發出警報 (PS0455) “磨削用固定回圈中命令錯誤 < 研磨用固定循環中指令錯誤>”。
- 2 切削軸號和研磨軸號相同時，會發出警報 (PS0456) “磨削用固定回圈中參數設定錯誤 < 研磨用固定循環中參數設定錯誤>”。
- 3 本循環有效期間，即使指定了 G90 (絕對指令) 指令，A、B、W 的指令也會成為增量指令。
- 4 沒有多級跳躍的選定而指定 P1~P4 指令時，會發出警報 (PS0370) “G31P/G04Q 不正確”。

4.7 去毛刺／轉角 R

概要

可以在某一單獨軸的直線插補 (G01) 和垂直於該軸的單獨軸的直線插補 (G01) 之間，自動插入去毛刺或轉角 R 的程式單節。

去毛刺／轉角 R 是針對平面選擇 (G17、G18、G19) 指令所確定的平面上的 2 個軸的移動進行插入。

格式

- 去毛刺

平面選擇第 1 軸→平面選擇第 2 軸

(G17 平面：X_P→Y_P

G18 平面：Z_P→X_P

G19 平面：Y_P→Z_P)

格式	
G17 平面：	G01 X _P (U) _ J (C) <u>±i</u> ;
G18 平面：	G01 Z _P (W) _ I (C) <u>±i</u> ;
G19 平面：	G01 Y _P (V) _ K (C) <u>±k</u> ;
符號說明	刀具的移動
<p>X_P(U)_ 以絕對或增量方式指定右圖中從 a 點移動到 b 點。</p> <p>Y_P(V)_ X_P 為基本 3 軸的 X 軸或其平行軸的位址，Y_P 為基本 3 軸的 Y 軸或其平行軸的位址。</p> <p>Z_P(W)_ Z_P 為基本 3 軸的 Z 軸或其平行軸的位址。</p> <p>I (C) <u>±i</u> 以接在位址 I、J、K 或者 C 後面的符號指定右圖中 b 點和 c 點之間的距離。(參數 CCR (No.3405#4) 設為 0 時使用 I、J、K，設為 1 時使用 C。)</p>	<p>平面選擇第 2 軸正向</p> <p>平面選擇第 2 軸負向</p> <p>朝著 a→d→c 移動 (I、J、K、C 指令為+時，朝著平面選擇第 2 軸的正向移動；I、J、K、C 指令為-時，朝著平面選擇第 2 軸的負向移動)</p>

- 去毛刺

平面選擇第 2 軸→平面選擇第 1 軸

(G17 平面：Y_P→X_P

G18 平面：X_P→Z_P

G19 平面：Z_P→Y_P)

格式	
<p>G17 平面： G01 Y_P (V) _ I (C) <u>±i</u> ;</p> <p>G18 平面： G01 X_P (U) _ K (C) <u>±k</u> ;</p> <p>G19 平面： G01 Z_P (W) _ J (C) <u>±j</u> ;</p>	
符號說明	刀具的移動
<p>X_P(U)_ 以絕對或增量方式指定右圖中從 a 點移動到 b 點。X_P 為基本 3 軸的 X 軸或其平行軸的位址，Y_P(V)_ 為基本 3 軸的 Y 軸或其平行軸的位址，Z_P(W)_ 為基本 3 軸的 Z 軸或其平行軸的位址。</p> <p>I (C) <u>±i</u> 以接在位址 I、J、K 或者 C 後面的符號指定右圖中 b 點和 c 點之間的距離。</p> <p>J (C) <u>±j</u> (參數 CCR (No.3405#4) 設為 0 時使用 I、J、K，設為 1 時使用 C。)</p>	<p>朝著 a→d→c 移動 (I、J、K、C 指令為+時，朝著平面選擇第 1 軸的正向移動；I、J、K、C 指令為-時，朝著平面選擇第 1 軸的負向移動)</p>

- 轉角 R

平面選擇第 1 軸→平面選擇第 2 軸

(G17 平面： $X_P \rightarrow Y_P$

G18 平面： $Z_P \rightarrow X_P$

G19 平面： $Y_P \rightarrow Z_P$)

格式	
G17 平面：	G01 $X_P (U) _ R_{\pm r} ;$
G18 平面：	G01 $Z_P (W) _ R_{\pm r} ;$
G19 平面：	G01 $Y_P (V) _ R_{\pm r} ;$
符號說明	刀具的移動
<p>$X_P(U) _$ 以絕對或增量方式指定右圖中從 a 點移動到 b 點。</p> <p>$Y_P(V) _$ X_P 為基本 3 軸的 X 軸或其平行軸的位址，Y_P 為基本 3 軸的 Y 軸或其平行軸的位址，$Z_P(W) _$ Z_P 為基本 3 軸的 Z 軸或其平行軸的位址。</p> <p>$R_{\pm r}$ 以緊跟在位址 R 後帶有符號的方式指定右圖中連接 d 點和 c 點的圓弧的半徑值。</p>	<p>朝著 a→d→c 移動 (R 指令為 +r 時, 朝著平面選擇第 2 軸的正向移動; R 指令為 -r 時, 朝著平面選擇第 2 軸的負向移動)</p>

- 轉角 R

平面選擇第 2 軸→平面選擇第 1 軸

(G17 平面：Y_P→X_P

G18 平面：X_P→Z_P

G19 平面：Z_P→Y_P)

格式	
G17 平面：	G01 Y _P (V) _ R±r ;
G18 平面：	G01 X _P (U) _ R±r ;
G19 平面：	G01 Z _P (W) _ R±r ;
符號說明	刀具的移動
<p>X_P(U)_ 以絕對或增量方式指定右圖中從 a 點移動到 b 點。</p> <p>Y_P(V)_ X_P 為基本 3 軸的 X 軸或其平行軸的位址，Y_P 為基本 3 軸的 Y 軸或其平行軸的位址。</p> <p>Z_P(W)_ Z_P 為基本 3 軸的 Z 軸或其平行軸的位址。</p> <p>R±r 以緊跟在位址 R 後帶有符號的方式指定右圖中連接 d 點和 c 點的圓弧的半徑值。</p>	<p>朝著 a→d→c 移動 (R 指令為 +r 時，朝著平面選擇第 1 軸的正向移動； R 指令為 -r 時，朝著平面選擇第 1 軸的負向移動)</p> <p>平面選擇第 1 軸 負向 正向</p>

解釋

利用 G01 為去毛刺／轉角 R 指定的移動，必須僅使平面選擇所指定的 2 個軸中的 1 個軸移動。此外，其後的程式單節，必須是平面選擇所指定的另一軸的僅限 1 個軸的指令。

例：

在將 A 軸設定為基本 X 軸的平行軸時 (參數 (No.1022) =5)，在其後的程式中，在 A 軸的切削進給和 Z 軸的切削進給之間進行去毛刺處理。

```
G18 A0 Z0
G00 A100.0 Z100.0
G01 A200.0 F100 K30.0
Z200.0
```

在其後的程式發出警報。(由於在未進行平面選擇的 X 軸的移動程式單節中指定了去毛刺)

```
G18 A0 Z0
G00 A100.0 Z100.0
G01 X200.0 F100 K30.0
Z200.0
```

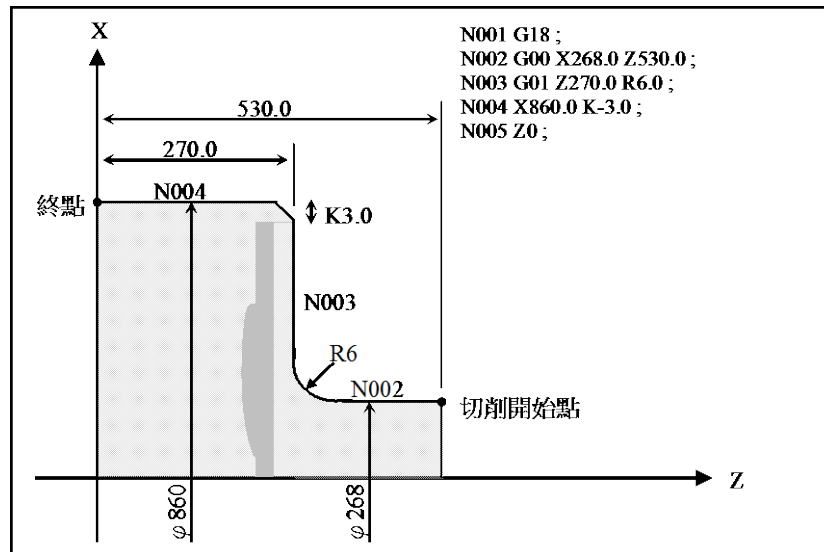
在其後的程式也發出警報。(由於去毛刺指令之後的程式單節是未進行平面選擇的 X 軸的移動程式單節)

```
G18 A0 Z0
G00 A100.0 Z100.0
G01 Z200.0 F100 I30.0
X200.0
```

I、J、K、R、C 的指令值為半徑程式設計。

若是增量指令，去毛刺或轉角 R 的程式單節之後的程式單節，應指定以格式項所示圖中的 b 點為起點的指令。即，指定自 b 點的距離。注意，不是 c 點。

例



限制事項

- 關於警報

下列指令會引起警報。

- 1) 在螺紋切削的程式單節中指定去毛刺/轉角時(警報(PS0050)“在螺紋指令無法包含導斜角/導圓角 <在螺紋切削中指定去毛刺/轉角 R>”)
- 2) 指定去毛刺/轉角 R 的 G01 的程式單節之後的程式單節不是 G01 的指令時(警報(PS0051)“CHF/CNR 次的移動不適切 <去毛刺/轉角 R 後的移動不適當>”、(PS0052)“導斜角/導圓角的下一個單節不是 G01 <去毛刺/轉角 R 後不是 G01>”)
- 3) 指定去毛刺/轉角 R 的程式單節之後的程式單節的移動軸不是平面選擇所指定的軸時(警報(PS0051、PS0052))
- 4) 在指定去毛刺/轉角 R 的程式單節之後的程式單節中指定平面選擇指令(G17、G18、G19)時(警報(PS0051))
- 5) 設定參數 CCR (No.3405#4) = 0 (藉由 I、J、K 指定去毛刺的設定) 之下, 在 G01 中指定 I、J、K、R 中的 2 個或更多個時(警報(PS0053)“位置指令過多”)
- 6) 在用 G01 指定 2 個軸以上的移動指令的程式單節中, 指定去毛刺/轉角 R 時(警報(PS0054)“在導斜角/導圓角後,無法指定斜度 <去毛刺/轉角 R 指令後指定錐形指令>”)
- 7) 指定去毛刺/轉角 R 的程式單節中, 軸的行程比去毛刺量或轉角 R 量小時(警報(PS0055)“CHF/CNR 行程太少 <行程少於去毛刺/轉角 R 量>”) (參見圖4.7 (a))

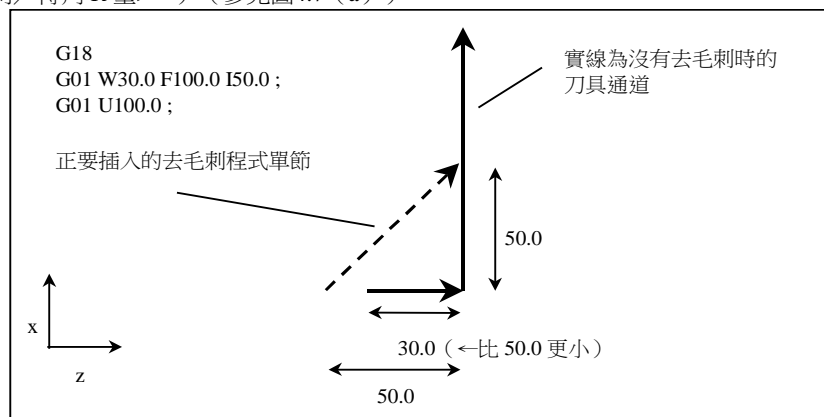


圖4.7 (a) 警報(PS0055)發生例

- 8) 在去毛刺的指令中, 弄錯移動軸和 I、J、K 指令的對應關係時(警報(PS0306)“CNR/CHF 指令不合 <去毛刺/轉角 R 指令不正確>”)
- 9) 弄錯 I J K R C 的符號時(朝著與下一個程式單節的移動方向相反的方向指定去毛刺/轉角 R 時)(警報(PS0051)) (參見圖4.7 (b))

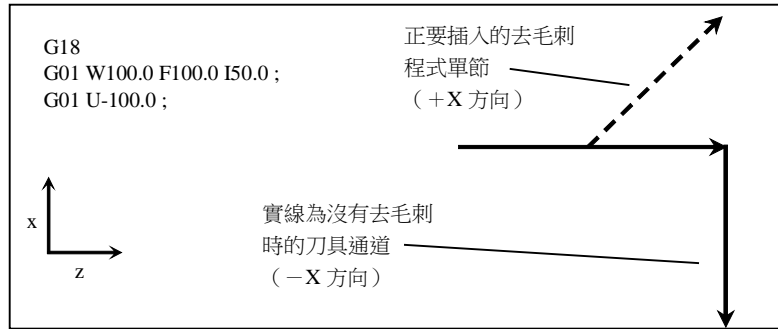


圖4.7 (b) 警報 (PS0051) 發生例

- 10) 複合形固定循環 (G70、G71、G72、G73) 的形狀程式的最終程式單節的指令處在去毛刺/轉角 R 指令執行中時 (警報 (PS0069) “形狀程式的最終單節指令錯誤 <形狀程式的最終程式單節指令為去毛刺/轉角 R 指令>”)

- 單節程式運轉

以單節程式運轉指定去毛刺/轉角 R 的程式單節時，操作會持續到新插入的去毛刺/轉角 R 的程式單節終點，機床會在該終點以進給暫停方式停止。但是，設定參數 SBC (No.5105#0) =1 時，即使在已插入的去毛刺或轉角 R 的程式單節起點，機床也會以進給暫停方式停止。

- 巨集指令執行器

執行巨集中的去毛刺/轉角 R 指令無效。

- 刀具徑補償或刀尖 R 補償

進行刀具徑補償或刀尖 R 補償時，應注意下列幾點。

1. 進行內側的去毛刺或轉角 R 時，若由於去毛刺量或轉角 R 量比補償值小得太多而產生切削，就會發生警報 (PS0041) “於刀具徑補償或刀尖 R 補償發生過切”。(參見圖4.7 (c))

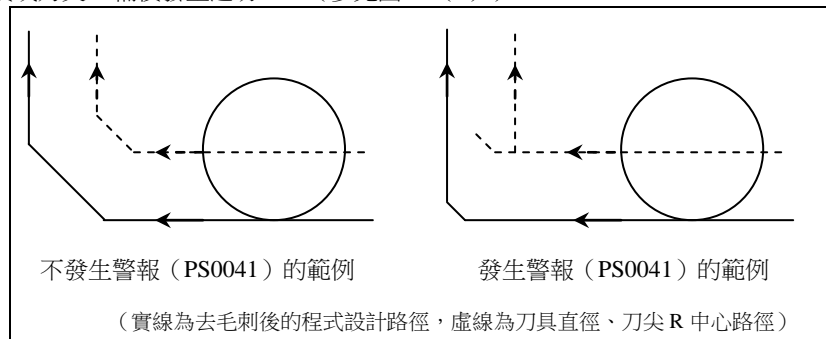


圖4.7 (c) 警報 (PS0041) 例

2. 有功能會在刀具徑補償或刀尖 R 補償模式中的 G01 程式單節指定 I、J、K 指令，並刻意改變補償方向 (參閱刀具徑補償或刀尖 R 補償的說明)。帶有毛刺/轉角 R 功能時，如果希望使用此功能，就必須將參數 CCR (No.3405#4) 設定為 1，將其設定為不用 I、J、K 來指定去毛刺指令。以下表示在各條件下的動作差異。

(1) 不帶去毛刺/轉角 R 功能時

可以在刀具徑補償或刀尖 R 補償模式中的 G01 程式單節藉由 I J K 位址來指定刀具徑補償或刀尖 R 補償方向。這種情形下不進行去毛刺處理。

(2) 帶有去毛刺/轉角 R 功能時

(2-1) 參數 CCR (No.3405#4) =0 時

可以在刀具徑補償或刀尖 R 補償模式中的 G01 程式單節藉由 I、J、K 位址來指定去毛刺。或可藉由 R 位址來指定轉角 R。這種情況下無法指定刀具徑補償或刀尖 R 補償方向。

(2-2) 參數 CCR (No.3405#4) =1 時

可以在刀具徑補償或刀尖 R 補償模式中的 G01 程式單節藉由 I、J、K 位址來指定刀具徑補償或刀尖 R 補償方向。同時還可以藉由 C/R 位址指定去毛刺/轉角 R。

註釋

當同時具備去毛刺／轉角 R 和圖紙尺寸直接輸入功能時，兩功能無法同時使用。將參數 CRD (No.3453#0) 設定為 0 時，去毛刺／轉角 R 有效。(此時，圖紙尺寸直接輸入無效。)可於設定畫面上進行本設定。關於設定畫面的詳細內容，請參閱操作說明書(通用)(B-64694CT)的“設定資料的顯示和設定”項目。

4.8 對置刀架鏡像 (G68、G69)

概要

如果裝置上具有由位於相同控制軸上的兩個對置的刀架組成的對置刀架，則可以藉由 G 代碼的指令，對 X 軸應用鏡像，就好像在相同的座標系中建立對置刀架上的加工程式並進行對稱切削。

格式

G68：對置刀架鏡像 ON

G69：鏡像取消

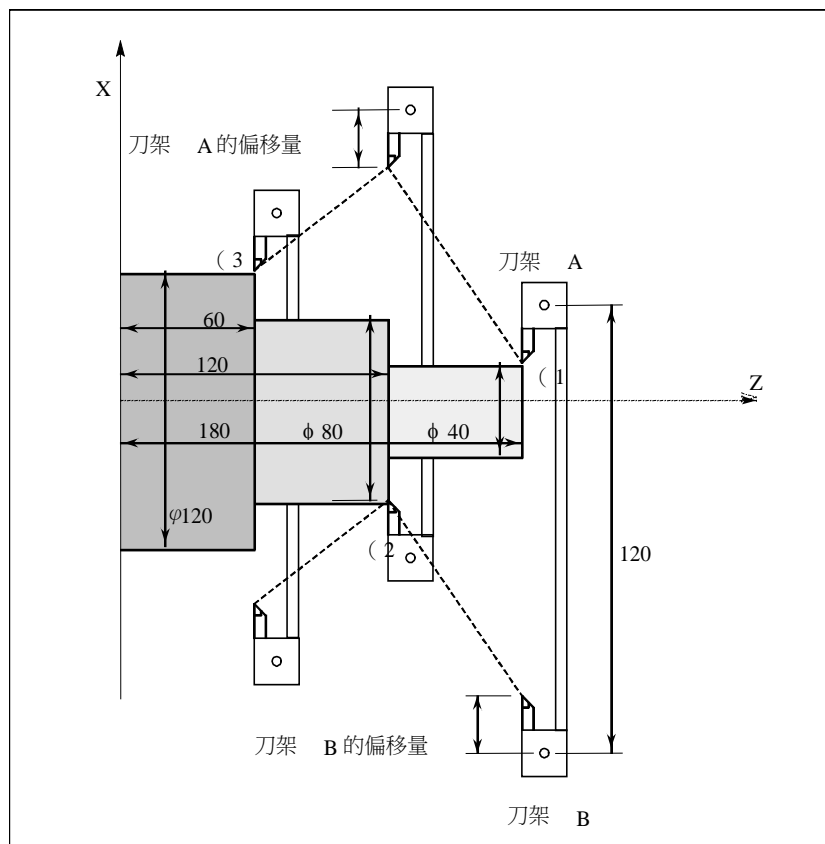
解釋

可以藉由 G 代碼的指令，對參數 (No.1022) 中設定的基本 3 軸的 X 軸應用鏡像。指定 G68 指令之後便會將座標系移動到對置刀架上。並且，可以使 X 軸的符號與程式指令相反地進行對稱切削。該功能叫做對置刀架鏡像。

要使用此功能，需要在參數 (No.1290) 中事先設定 2 個刀架之間的距離。此外，本指令在單獨程式單節中進行，請勿在同一行進行其他的指令。

例

- 車削加工時



X40.0 Z180.0 T0101 ;

G68 ;

X80.0 Z120.0 T0202 ;

將刀架 A 定位在(1)處
使座標系偏移刀架 A→B 之間 (120mm) 的距離，
鏡像 ON

將刀架 B 定位在(2)處

G69 ; 使座標系偏移刀架 B→A 之間的距離，
 鏡像取消
X120.0 Z60.0 T0101 ; 再次將刀架 A 定位在(3)處

註釋

X 軸為直徑指令。

※X 軸為直徑指令

限制事項**註釋**

- 1 基於本功能的 G68 指令有效時，藉由使用者巨集程式的系統變數#5041~、#100101~：指令當前位置（工件座標系）讀取的 X 軸的值會成為應用了鏡像的位置。
- 2 不可與均衡切削功能一起使用本功能。由於下面的系統組合，將會導致動作異常。
本功能優先的系統
 - 單路徑系統本功能不動作的系統
 - 雙路徑以上的系統

4.9 圖紙尺寸直接輸入

概要

可以直接使用填寫在加工圖紙上的直線角度、去毛刺值、轉角 R 值而進行程式設計。
此外，還可以在任意角度的直線和直線間，插入去毛刺、轉角 R。
圖紙尺寸直接輸入功能僅在記憶體運轉方式下有效。

格式

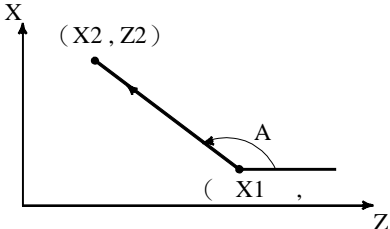
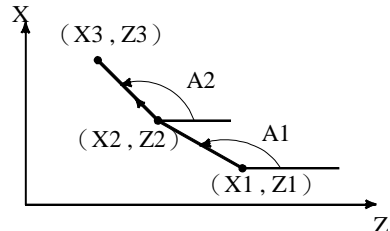
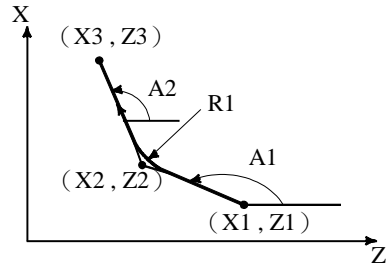
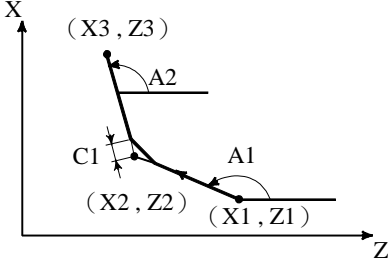
指令格式表示的是 G18 平面（ZX 平面）時的例子。在 G17 平面（XY 平面）、G19 平面（YZ 平面）上也可以以下列格式指定本功能。

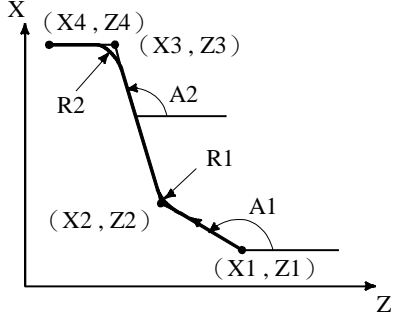
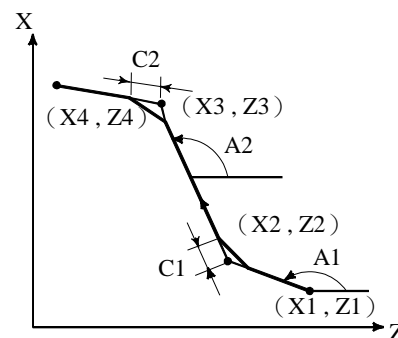
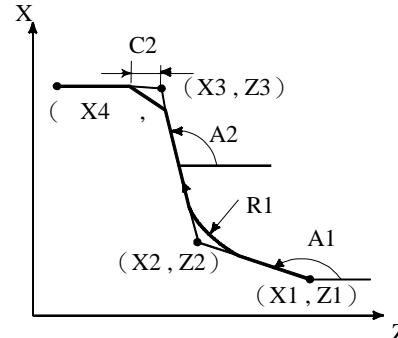
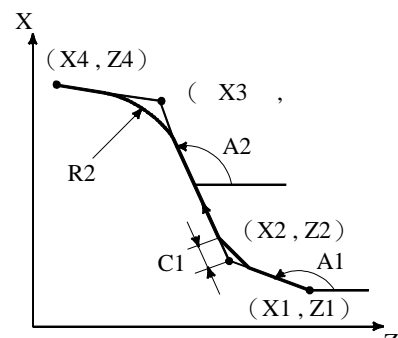
下列格式變化如下：

G17 平面：“Z” → “X”，“X” → “Y”

G19 平面：“Z” → “Y”，“X” → “Z”

表4.9 (a) 指令格式

	指令	刀具的移動
1	X2_ (Z2_) , A_ ;	
2	, A1_ ; X3_ Z3_ , A2_ ;	
3	X2_ Z2_ , R1_ ; X3_ Z3_ ; 或者 , A1_ , R1_ ; X3_ Z3_ , A2_ ;	
4	X2_ Z2_ , C1_ ; X3_ Z3_ ; 或者 , A1_ , C1_ ; X3_ Z3_ , A2_ ;	

	指令	刀具的移動
5	X2_Z2_, R1_ ; X3_Z3_, R2_ ; X4_Z4_ ; 或者 ,A1_, R1_ ; X3_Z3_, A2_, R2 ; X4_Z4_ ;	
6	X2_Z2_, C1_ ; X3_Z3_, C2_ ; X4_Z4_ ; 或者 ,A1_, R1_ ; X3_Z3_, A2_, C2_ ; X4_Z4_ ;	
7	X2_Z2_, R1_ ; X3_Z3_, C2_ ; X4_Z4_ ; 或者 ,A1_, R1_ ; X3_Z3_, A2_, C2_ ; X4_Z4_ ;	
8	X2_Z2_, C1_ ; X3_Z3_, R2_ ; X4_Z4_ ; 或者 ,A1_, C1_ ; X3_Z3_, A2_, R2_ ; X4_Z4_ ;	

解釋

圖4.9 (a) 所示的加工圖紙的程式如下。

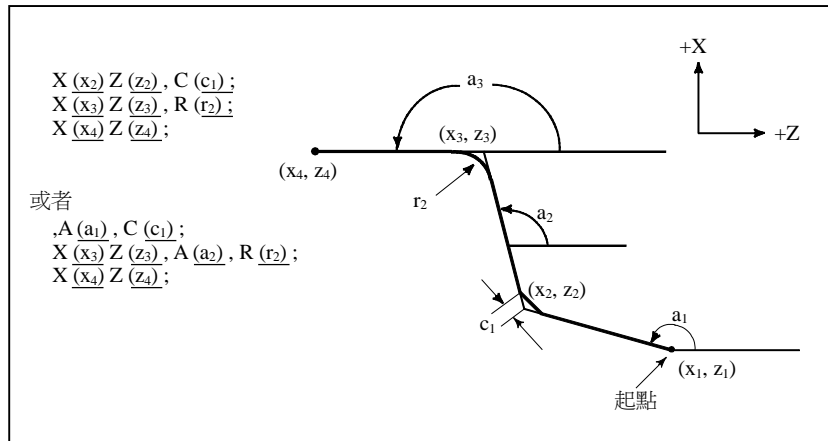


圖4.9 (a) 加工圖紙 (例)

要指定一條直線，可指定 X、Z、A 中的一個或兩個。在僅指定了一個時，直線必須先由下一個程式單節中的指令定義。請在指定直線角度、去毛刺值、轉角 R 時，分別用下述帶有逗號 (,) 的指令來指定。

,A_
,C_
,R_

在不用“A”和“C”作為軸名稱的系統中，藉由將參數 CCR (No.3405#4) 設定為 1，如下指定直線角度、去毛刺值、轉角 R 時可以不加逗號 (,)。

A_
C_
R_

- 基於補角的指令

設定參數 DDP (No.3405#5) =1 時，可以藉由補角指定角度。

假設補角為 A'，實際的指令角度為 A，則下列關係成立。

$$A = 180 - A'$$

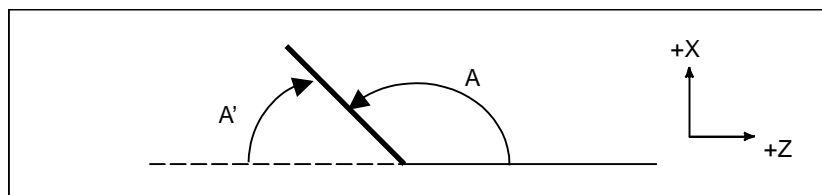


圖4.9 (b) 補角

註釋

在圖紙尺寸直接輸入中，指定位址 A、C、R 為無小數點的數值時，指令單位 (小數點以下的位數) 如下所示。

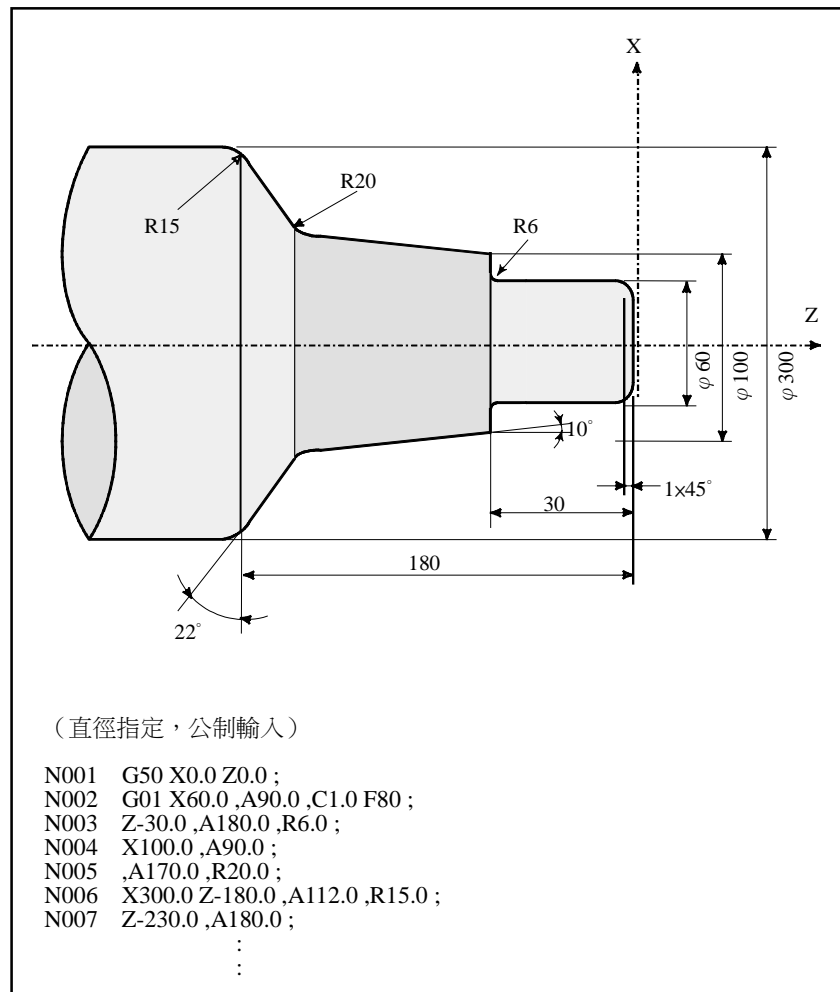
- 位址 A 固定到小數點以下 3 位
- 位址 C、R 參考軸 (參數 No.1031) 的設定單位

限制事項

註釋

- 1 圖紙尺寸直接輸入的指令唯在記憶體運轉下才有效。
- 2 下面的 G 代碼不能用於與圖紙尺寸直接輸入的指令相同的程式單節中，也不能用於定義連續圖形的圖紙尺寸直接輸入的程式單節之間。
 - (a) 00 組中的 G 代碼 (G04 除外)
 - (b) 01 組的 G00、G01、G33 以外的 G 代碼
 - (c) 10 組的 G 代碼 (鑽孔用固定循環)
 - (d) 16 組的 G 代碼 (平面選擇)
 - (e) G22, G23
- 3 在螺紋切削的程式單節中不能插入轉角 R 指令。
- 4 去毛刺/轉角 R 有效時 (參數 CCR (No.8134#2) =1)，不能同時使用兩個功能。將參數 CRD (No.3453#0) 設定為 1 時，圖紙尺寸直接輸入有效。(此時，去毛刺/轉角 R 無效。)
- 5 單節程式運轉中，利用連續的圖紙尺寸直接輸入指令，藉由下一個程式單節來決定上一個程式單節的終點時，在上一個程式單節的終點，機床不會在單節程式停止方式下停止，而是在進給暫停方式下停止。
- 6 在下面的程式中，計算交點的極限角度是 $\pm 1^\circ$ 。(因為在交點計算中求出的行程太大。)
 - (a) X₁, A₁; (將角度指令 A 指定為 0° 或 $180^\circ \pm 1^\circ$ 以內的值時，會發出警報 (PS0057) “程式終點無法計算 <程式單節終點無法計算>”。)
 - (b) Z₁, A₁; (將角度指令 A 指定為 90° 或 $270^\circ \pm 1^\circ$ 以內的值時，會發出警報 (PS0057)。)
- 7 計算交點時，由 2 條直線構成的角度差必須在 $\pm 1^\circ$ 之間時，會發出警報 (PS0058) “無法發現程式終點 <無法發現程式單節終點>”。
- 8 由 2 條直線構成的角度差在 $\pm 1^\circ$ 之間時，去毛刺/轉角 R 將被忽略。
- 9 在僅指定了角度指令的程式單節後的程式單節中，必須指定座標指令值 (絕對指令) 和角度指令值。
(例) N1 X₁, A₁, R₁;
 N2, A₁;
 N3 X₁, Z₁, A₁;
除座標指令值外，在 N3 程式單節中必須指定角度指令。沒有指定上述指令時，會發出警報 (PS0056) “無終點, 角度兩指定 <無終點和角度值指定>”。此外，座標指令值若非絕對指令，也會發出警報 (PS0312) “圖面尺寸直接輸入中指令非法”。
- 10 刀尖 R 補償中，只有圖紙尺寸直接輸入的角度指令的程式單節，視為沒有移動的程式單節。有關沒有移動的程式單節連續時的補償細節，請參閱刀尖 R 補償功能。
- 11 在連續的圖紙尺寸直接輸入指令中，如果指令之間存在 2 個或更多個沒有移動的程式單節，則會發出警報 (PS0312)。
- 12 設定參數 CCR (No.3405#4) =1 時，G76 (複合型螺紋切削循環) 的程式單節位址 A 會成為刀尖的角度指令。此外，以 A 或 C 為軸名稱時，不可在圖紙尺寸直接輸入中的角度指令和去毛刺指令中使用 A 和 C，請使用 A₁ 和 C₁ (參數 CCR (No.3405#4) =0)。
- 13 在複合固定循環中，雖然可以在以 P 或 Q 指定的順序號間的程式單節中使用圖紙尺寸直接輸入的程式，但是，由 Q 指定的最後的程式單節不得處在圖紙尺寸直接輸入指令的中途。
- 14 以負值指定去毛刺/轉角 R 量時，會發出警報 (PS0055) “CHF/CNR 行程太少 <行程少於去毛刺/轉角 R 量>”。參數 CRC (No.3458#7) =1 時，即使在以負值指定去毛刺/轉角 R 量，也不會發出警報，作為正值來處理。

例



5 補償功能

5.1 刀具位置補償

刀具位置補償功能用來補償實際使用的刀具與程式設計時使用的假想刀具（一般基準刀具）之間的差異。藉由此補償，刀具刀尖會通過程式路徑。

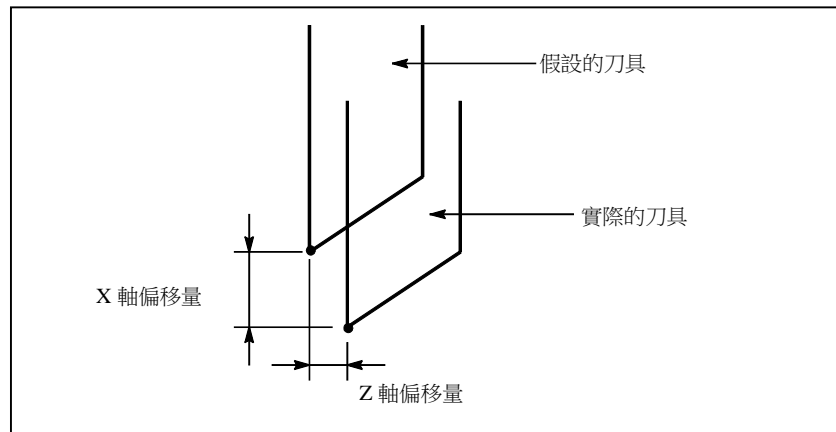


圖5.1 (a) 刀具位置補償

5.1.1 刀具形狀偏移和刀具磨耗偏移

刀具形狀偏移對刀具形狀及刀具安裝位置等進行補償。刀具磨耗偏移對刀尖的磨耗進行補償。這些刀具偏移量可以分別設定。不區別這些偏移量時，將刀具的形狀補償量和磨耗補償量之和設定為刀具位置偏移量。

註釋

刀具形狀補償和磨耗補償的功能，在參數 NGW (No.8136#6) 設定為 0 時可以使用。

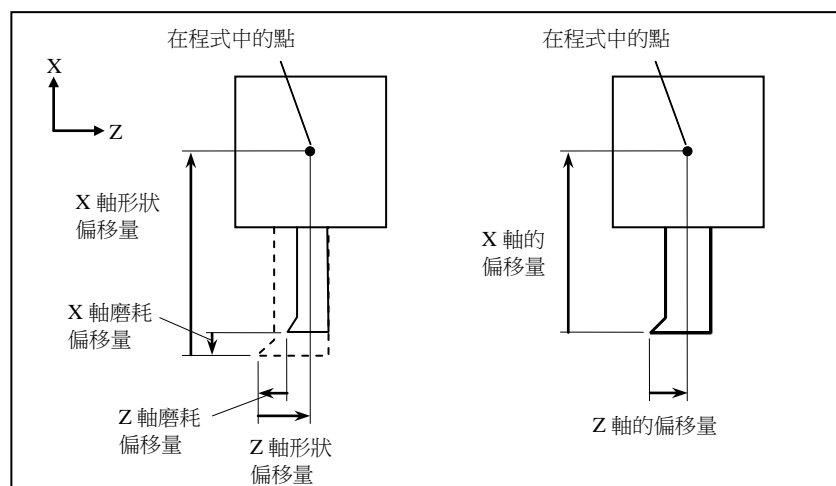


圖5.1.1 (a) 區別刀具形狀補償和刀具磨耗補償時（左）和不區別刀具形狀補償和刀具磨耗補償時（右）

請將從刀具刀尖至程式上的點（基準刀具的刀具刀尖或者刀具安裝位置）的距離設定為刀具形狀偏移量。

通常，磨耗偏移量的符號與形狀偏移量的符號相反。上圖的安裝實例中，形狀偏移量請設定正值，磨耗偏移量請設定負值。

5.1.2 刀具位置偏移的 T 代碼

格式

以在 T 代碼後的數值來指定刀具的選擇。此外，該數值的一部分，還使用於用來指定刀具位置偏移量的刀具偏移號。根據指定方法以及參數的設定，可如下列方式選擇。

T 代碼的含義 (※1)		參數的設定和 偏移號的指定方法 (※2)
LGN(No.5002#1)=0	LGN(No.5002#1)=1	
T○○○○○○○ ○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具形狀偏移 刀具磨耗 偏移	T○○○○○○○ ○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具磨耗偏移 刀具形狀 偏移	刀具磨耗偏移號 用 T 代碼的後 1 位數來指定 參數 (No.5028) 的設定值為 1 時
T○○○○○○○ ○○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具形狀偏移 刀具磨耗 偏移	T○○○○○○○ ○○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具磨耗偏移 刀具形狀 偏移	刀具磨耗偏移號 用 T 代碼的後 2 位數來指定 參數 (No.5028) 的設定值為 2 時
T○○○○○○○ ○○○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具形狀偏移 刀具磨耗 偏移	T○○○○○○○ ○○○ ↑ ↑ 刀具選擇 刀具磨耗偏移 刀具形狀 偏移	刀具磨耗偏移號 用 T 代碼的後 3 位數來指定 參數 (No.5028) 的設定值為 3 時

※1 T 代碼的最大位數可藉由參數 (No.3032) 來指定。(1~8 位數)

※2 參數 (No.5028) 為 0 時，T 代碼中指定偏移號的位數根據刀具偏移個數而定。

例) 刀具偏移個數為 1~9 時 : 後 1 位
 刀具偏移個數為 10~99 時 : 後 2 位
 刀具偏移個數為 100~999 時 : 後 3 位

5.1.3 刀具選擇

利用 T 代碼指定刀具選擇號時，即選定與該刀具選擇號對應的刀具。關於刀具選擇號與實際刀具之間的對應關係，請參閱機床製造商提供的說明書。

5.1.4 偏移號

指定偏移號有兩個意義：選擇與偏移號對應的偏移量，以及開始偏移。刀具偏移號為 0 時偏移量為 0，表示取消偏移。

5.1.5 偏移的動作

解釋

- 補償方法

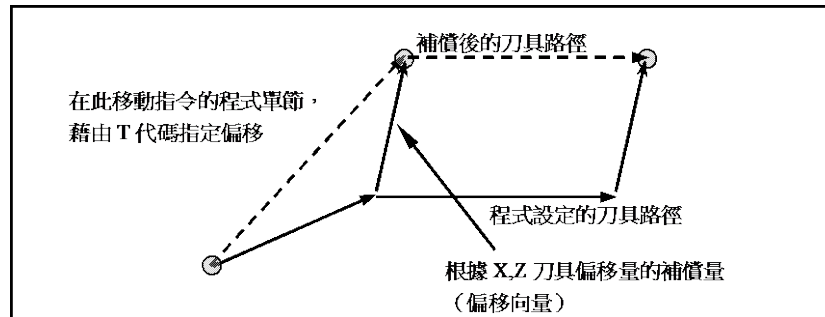
形狀補償及磨耗補償的方法有 2 種：基於刀具移動的補償和基於座標偏移的補償。選擇哪種補償方法，是根據參數 LWT (No.5002#2)、LGT (No.5002#4) 而定。但是，刀具形狀/磨耗補償無效時 (參數 NGW (No.8136#6)=1)，會無條件成為基於刀具移動的補償。

參數 NGW (No.8136#6)	補償要素	參數			
		LWT=0 LGT=0	LWT=1 LGT=0	LWT=0 LGT=1	LWT=1 LGT=1
1	磨耗/形狀 無區分	刀具移動			
0	磨耗補償	刀具移動	座標偏移	刀具移動	座標偏移
	形狀補償	座標偏移	座標偏移	刀具移動	刀具移動

- 藉由刀具移動進行補償

對於程式設計路徑，刀具路徑按照 X、Y、Z 的刀具偏移量進行偏移。即唯有與 T 代碼指定的號碼相對應的刀具偏移量才會累加到程式設計的路徑終點位置（或從終點位置上減去）。

以 X、Y、Z 的刀具偏移量為分量的向量叫做偏移向量。即補償刀具偏移量 X、Y、Z 相當於補償偏移向量。



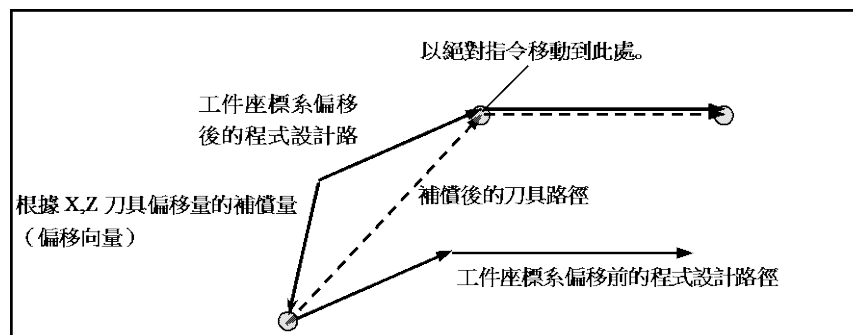
基於刀具移動的偏移動作

註釋

- 1 若指定了 G50 X_Z T_；則沒有刀具的移動，而設定的座標系會以減掉由 T 代碼指定的刀具偏移號對應偏移量的刀具位置作為 (X, Z) 座標值。
- 2 請勿在與 T 代碼相同的程式單節中指定 G50 以外的 00 組的 G 代碼。在相同程式單節中指定 G28、G29、G30、G53 的其中之一以及 T 代碼指令時，會發出警報 (PS0245) “此單節中 T-指令不能被指令 <本段不允許 T 代碼指令>”。

- 藉由座標偏移進行補償

工件座標系偏移 X、Y、Z 的刀具偏移量。即將 T 代碼指定號相對應的偏移值累加到絕對座標值上，或從絕對座標值上減去。



基於座標偏移的偏移動作

- 藉由 T 代碼指令開始和取消偏移

基於 T 代碼的刀具偏移號的指定有兩個意義：選擇與其對應的刀具偏移量，以及開始偏移。此外，用 0 來指定刀具偏移號時，表示取消偏移。

基於刀具移動的偏移，可以藉由參數 LWM (No.5002#6) 選擇偏移的開始及取消動作。基於座標偏移的補償，會在指定 T 代碼指令時開始和取消偏移。但是，有關形狀偏移的取消，可以藉由 LGC (No.5002#5) 選擇其動作。

補償方法	LWM(No.5002#6)=0	LWM(No.5002#6)=1
刀具移動	指定 T 代碼指令時	指定軸移動指令時
座標偏移	指定 T 代碼指令時 (但是，形狀補償的取消僅限 LGC (No.5002#5) =1 時)	

- 藉由重置取消偏移

在下列條件下，刀具偏移會取消。

- (1) 斷開 CNC 的電源，再次通電時
- (2) 按下 MDI 單元上的重置按鍵時
- (3) 從機床端向 CNC 輸入重置信號時

上述 (2) 和 (3) 的情況下，可藉由 LVC (No.5006#3)、TGC (No.5003#7) 選擇取消動作。

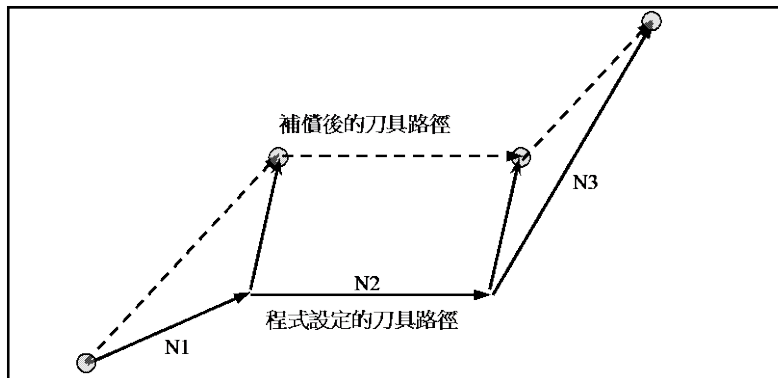
補償方法		參數			
		LVC=0 TGC=0	LVC=1 TGC=0	LVC=0 TGC=1	LVC=1 TGC=1
刀具 移動	磨耗補償	x	○ (指定軸移動指令時)	x	○ (指定軸移動指令時)
	形狀補償	x	○ (指定軸移動指令時)	x	○ (指定軸移動指令時)
座標 偏移	磨耗補償	x	○	x	○
	形狀補償	x	x	○	○

○：取消。

x：不取消。

例

N1 X60.0 Z50.0 T0202; 建立一個由刀具偏移號 02 指定的偏移向量
 N2 Z100.0;
 N3 X200.0 Z150.0 T0200; 藉由刀具偏移號 0 取消偏移向量



限制事項

- 螺旋插補 (G02、G03)

在使用螺旋插補的程式單節中，不能指定刀具位置偏移。

- 螺紋切削 (G32、G34、G35、G36)

在螺紋切削程式單節中，無法指定刀具位置偏移。若指定指令，會發生警報 (PS0509) “無法指令刀具位置補償”。

- 座標旋轉 (G68.1)

首先對指令程式進行座標旋轉處理，而後進行刀具位置偏移處理。

- 3 維座標變換 (G68.1)

使用刀具位置偏移時，不能使用基於座標偏移的刀具位置偏移。此外，在移動類型中，在與 3 維座標變換模式相互嵌套的狀態下，請務必在內側指定。在 3 維座標變換模式開始程式單節中，不執行使刀具位置偏移量進行座標變換的移動。
 例) G68.1 ~ ;

T0101;

:

T0100;

G69.1 ~ ;

- 工件座標系預設 (G50.3)

參數 WTC (No.1205#7)=0 時，在進行工件座標系預設後，基於刀具移動的刀具位置偏移將會取消。基於座標偏移的刀具位置偏移不會取消。

參數 WTC (No.1205#7)=1 時，在進行工件座標系預設後，基於刀具移動的刀具位置偏移和基於座標偏移的刀具位置偏移都不會取消。

- 關於機械座標系設定 (G53)、返回參考點 (G28)、返回第 2/第 3/第 4 參考點 (G30) 及手動返回參考點

要指定這些指令或執行這類操作時，原則上請先取消刀具位置偏移。此外，這些動作不會取消刀具位置偏移。在這種情況下，將成為如下所示的動作。

	指定了指令或操作時	指定了下一個軸移動時
刀具移動	暫時取消刀具偏移量。	反映出刀具偏移量。
座標偏移	成為反映了刀具偏移量的座標值。	成為反映了刀具偏移量的座標值。

- 座標旋轉、可程式設計鏡像模式中的偏移指令

座標旋轉、可程式設計鏡像模式中，且基於座標系偏移的補償有效(參數 LWT(No.5002#2)=1 或者參數 LGT(No.5002#4)=0)時，在指定刀具位置補償後，會發出警報 (PS0509)。在參數 EVO (No.5001#6) =1 下變更偏移量時也相同。

- 軸移動中協助功能輸出 (G50.9)

在軸移動中協助功能輸出的 G50.9 程式單節中指定 T 代碼指令時，會發生警報 (PS5330) “G50.9 格式錯誤”。

- 可程式設計參數輸入 (G10)

在可程式設計參數輸入 (G10) 指令中指定 T 代碼指令時，會發生警報 (PS1144) “G10 格式錯誤”。

5.1.6 Y 軸偏移

概要

這是在車床系統中具有基本 3 軸的 Y 軸時對 Y 軸進行補償的功能。

此外，在刀具形狀/磨耗補償有效時(參數 NGW (No.8136#6) =0)，在 Y 軸偏移中也可以使用刀具形狀補償和刀具磨耗補償這兩個功能。

解釋

Y 軸偏移為與刀具位置偏移相同的動作。有關動作和相關參數等內容，請參閱“刀具位置補償”項目。

5.1.6.1 對應 Y 軸偏移任意軸

概要

車床系統中，Y 軸偏移以往只有基本 3 軸的 Y 軸可以進行，而藉由本功能，將針對基本 3 軸的 Y 軸以外的任意軸，使 Y 軸偏移有效。

5.1.7 第 2 形狀刀具偏移

概要

為了對刀具安裝位置的不同和選擇位置的不同進行補償，本功能在所有路徑上都對 X 軸、Z 軸、Y 軸追加第 2 形狀刀具偏移。

相對於本偏移，一般的刀具形狀偏移稱為第 1 形狀刀具偏移。

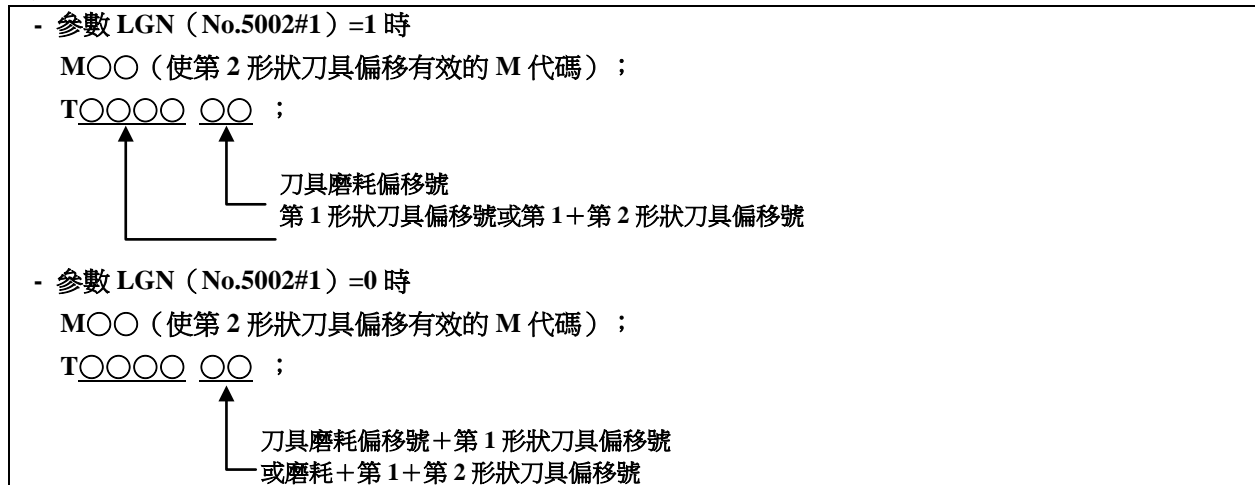
此外，還可以藉由信號從相反方向應用刀具偏移量(刀具磨耗偏移+刀具形狀偏移)。

此功能可以使用在刀具相同但補償量在機械上隨著安裝位置(內側/外側)和選擇位置(右側/左側)而有不同的情形。

註釋

- 1 要使用本功能，需要本選定和刀具形狀/磨耗補償。刀具形狀/磨耗補償在參數 NGW (No.8136#6) 設定為 0 時可以使用。
- 2 Y 軸的第 2 形狀刀具偏移在 Y 軸偏移有效時(參數 YOF (No.8132#1) =1) 可以使用。

格式



解釋

- 指令方法

基於第 2 形狀刀具偏移的補償藉由程式指令進行。

第 2 形狀刀具偏移藉由 T 代碼指令進行，藉由第 2 形狀刀具偏移信號 G2SLC，指定將所指定刀具形狀偏移號的偏移量僅作為第 1 形狀刀具偏移，還是將第 2 形狀刀具偏移累加到第 1 形狀刀具偏移上。將第 2 形狀刀具偏移累加到第 1 形狀刀具偏移上時，藉由第 2 形狀刀具偏移軸選擇信號 G2X、G2Z、G2Y 指定應用第 2 形狀刀具偏移的軸。

通常，在 T 代碼指令前指定使第 2 形狀刀具偏移有效的 M 代碼指令。細節請參閱機床製造商提供的說明書。第 2 形狀刀具偏移號始終選擇與第 1 形狀刀具偏移號相同的編號。

執行時每個軸的刀具偏移量為下列任一值。

- 第 1 形狀刀具偏移量 + 刀具磨耗偏移量
- 第 1 形狀刀具偏移量 + 第 2 形狀刀具偏移量 + 刀具磨耗偏移量

例)

- T 代碼為 4 位數 (T 代碼的位數由參數 (No.3032) 設定)
- 偏移的類型為刀具移動 (參數 LGT (No.5002#4) =1)
- T 代碼的後 2 位為刀具形狀偏移號 (參數 (No.5028) =2)
- 執行 T 代碼的程式單節時進行偏移 (參數 LWM (No.5002#6) =0)
- 第 1 形狀刀具偏移號 1 的 X 軸資料為 1.000
- 第 2 形狀刀具偏移號 1 的 X 軸資料為 10.000
- 藉由刀具選擇號指定刀具形狀偏移號 (參數 LGN (No.5002#1) =1)
- 信號 G2SLC=“1”，G2X=“1”，G2Z=G2Y=“0”

以上述條件指定 T0102 時，用 T 代碼的前 2 位 01 選擇第 1、第 2 形狀刀具偏移號 1，僅 X 軸的絕對座標、機械座標為 11.000。

- 偏移資料

第 2 形狀刀具偏移的資料可以為每個路徑設定，其個數可由參數 (No.5024) 進行設定，之後即使斷開電源設定值也將會儲存起來。

希望在路徑間共用資料時，請使用路徑間通用記憶體。

例

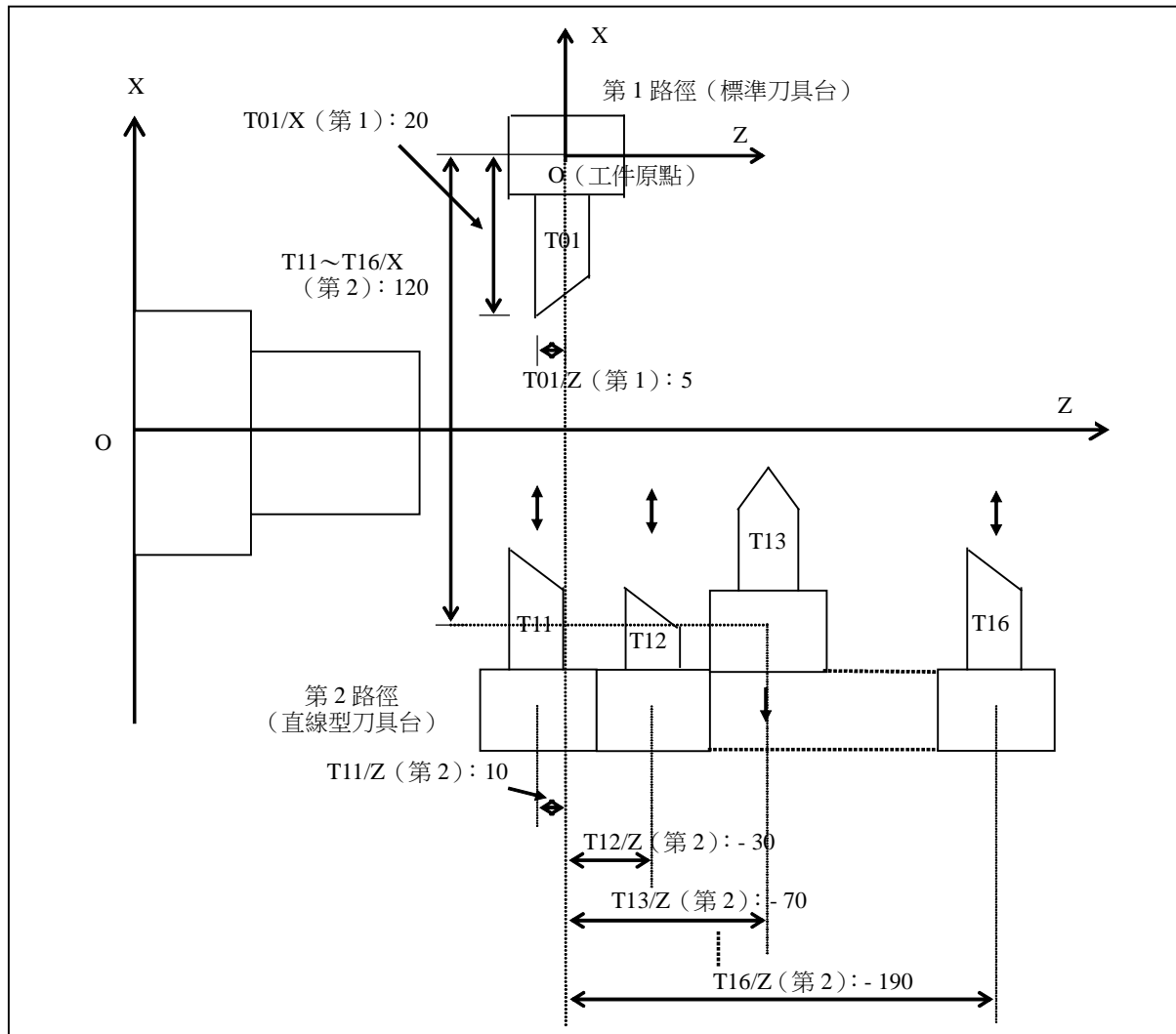


圖5.1.7 (a) 第2形狀刀具偏移的適用例

如為圖5.1.7 (a) 所示的機械構成，針對安裝在第1路徑（標準刀塔）上的刀具偏移資料，是在第1形狀刀具偏移資料中設定刀具本身的偏移資料（第2形狀刀具偏移資料為0）。而針對安裝在第2路徑（線性刀塔）上的刀具偏移資料，則是在第1形狀刀具偏移資料中設定刀具本身的偏移資料，在第2形狀刀具偏移資料中設定安裝位置距離工件原點的偏移資料。通常，由於會分別測量刀具本身的偏移資料和安裝位置的偏移資料，只要使用第2形狀刀具偏移，即可分別設定此類資料。

第1形狀刀具偏移			第2形狀刀具偏移		
編號	X 軸	Z 軸	編號	X 軸	Z 軸
01	20.000	5.000	01	0.000	0.000
:	:	:	:	:	:
10	25.000	8.000	10	0.000	0.000
11	-20.000	5.000	11	120.000	10.000
12	-10.000	3.000	12	120.000	-30.000
13	-15.000	0.000	13	120.000	-70.000
:	:	:	:	:	:
16	-18.000	7.000	16	120.000	-190.000

5.1.8 第 4 軸／第 5 軸偏移

概述

本功能可對於跟在基本 3 軸 X、Z、Y 後面的第 4 軸、第 5 軸進行刀具位置偏移。第 4 軸、第 5 軸的刀具位置偏移，與基本 3 軸 X、Z、Y 軸的刀具位置偏移同樣具有 128 組，在參數 NGW (No.8136#6) =0 時，刀具形狀補償和刀具磨耗補償將會有效。進一步地，藉由選定，還可以將 128 組擴充到 200 組。

藉由在參數 (No.5044) 中設定第 4 軸偏移要使用的軸號 (1~最大控制軸數)，在參數 (No.5045) 中設定第 5 軸偏移要使用的軸號 (1~最大控制軸數)，即可對任意的軸應用刀具位置偏移量。藉由設定參數 NO5 (No.11400#1) =1，第 5 軸偏移就會有效。

但是，在設定了與 Y 軸偏移功能相同的軸時，Y 軸偏移量對於該軸有效，第 4 軸或第 5 軸偏移量則無效。

此外，可以從 I/O 裝置輸入刀具位置偏移量。

解釋

第 4 軸／第 5 軸偏移的動作與刀具位置偏移相同。有關動作，請參閱“5.1 刀具位置補償”章節。

基於 G10 指令設定刀具位置偏移量

可以藉由程式輸入第 4 軸／第 5 軸偏移量。

格式

```
G10 P_X_Y_Z_R_Q_E_F;
或者
G10 P_U_V_W_C_Q_E_F;
P:    偏移號
      0                : 工件座標系偏移量的指令
      1~999          : 刀具磨耗偏移量的指令
      1000+ (1~999)  : 刀具形狀偏移量的指令 (1~999) 為偏移號
X:    X 軸偏移量 (絕對)
Y:    Y 軸偏移量 (絕對)
Z:    Z 軸偏移量 (絕對)
U:    X 軸偏移量 (增量)
V:    Y 軸偏移量 (增量)
W:    Z 軸偏移量 (增量)
R:    刀尖 R 偏移量 (絕對)
C:    刀尖 R 偏移量 (增量)
Q:    假想刀尖號
E:    第 4 軸偏移量 (絕對)
F:    第 5 軸偏移量 (絕對)
```

解釋

如上述 G10 格式那樣，用於輸入第 4 軸偏移量的位址 E 和用於輸入第 5 軸偏移量的位址 F，限定於絕對。

註釋

- 1 該 G10 格式，相對於變更刀具補償量的現有的 G10 格式，新追加了第 4 軸偏移量用的位址 E 和第 5 軸偏移量用的位址 F。
- 2 執行上述 G10 格式的程式時，只有由程式指定的軸位址和對應於偏移號的偏移量會被改寫。

格式的位址名變更

參數 OFN (No.11403#2) =1 時，Y 軸偏移以及第 4／第 5 軸偏移的指令位址可以使用 A 或者 B 的軸名稱，取代預設指令位址 Y、E、F。

例) 如下設定的情況下，刀具位置偏移量的設定中使用位址 A、B。

- 參數 (No.5044) =4 (第 4 軸偏移為第 4 軸)
- 參數 (No.5045) =5 (第 5 軸偏移為第 5 軸)

- 參數 (No.1020) (第 4 軸、第 5 軸) = 65,66 (第 4 軸/第 5 軸偏移的名稱為 “A”、“B”)
- 參數 OFN (No.11403#2) = 1 (位址取決於參數 (No.1020))

```

%
G10 P01 X_ Z_ A_ B_
G10 P02 X_ Z_ A_ B_
...
G10 P__ X_ Z_ A_ B_
%
```

- A_ : 刀具補償資料 (安裝實例為第 4 軸偏移量)。
 - B_ : 刀具補償資料 (安裝實例為第 5 軸偏移量)。
- 其他位址與刀具補償量情形相同。

註釋

- 1 可作為指令位址使用的軸名稱只限於 “A”、“B”。
作為 Y 軸偏移的指令位址使用 “A” 或者 “B” 時，無法使用位址 V (Y 軸偏移的增量指令)。
- 2 滿足如下任何一個條件時，指令位址使用預設的指令位址 “Y”、“E”、“F”。
 - 參數 (No.1020) 中已設定 “A” 或者 “B” 以外的軸名稱。
 - 使用了擴充軸名稱。
- 3 設定參數 OFN (No.11403#2) = 1 時，無法載入以往的偏移資料。要讀取以往的偏移資料時，請設定參數 OFN (No.11403#2) = 0。

限制事項

1. 本功能支援路徑間通用記憶體功能。
2. 本功能不支援刀具位置補償值測量值直接輸入和計數器輸入。
3. 本功能不支援基於使用者巨集程式變數的偏移量寫入。
4. 本功能不支援 PMC 的視窗功能。
但支援從 C 語言執行器讀寫第 4/第 5 軸偏移的值。
5. 本功能不支援外部資料輸入。因此，無法藉由 PMC 階梯圖來改變第 4 軸/第 5 軸的偏移量。
6. 本功能不支援第 2 形狀刀具偏移功能。
7. 本功能不支援刀具管理功能。
8. 本功能不支援誤操作防止功能。
9. 本功能不支援程式座標切換功能、偏移記憶體切換功能。

5.2 刀尖 R 補償 (G40~G42) 的概括說明

由於刀具刀尖具有圓度，因此在圓弧切削和錐形切削時只用刀具位置偏移功能進行補償，很難達到精密零件的要求。刀尖 R 補償功能可自動補償上述誤差。

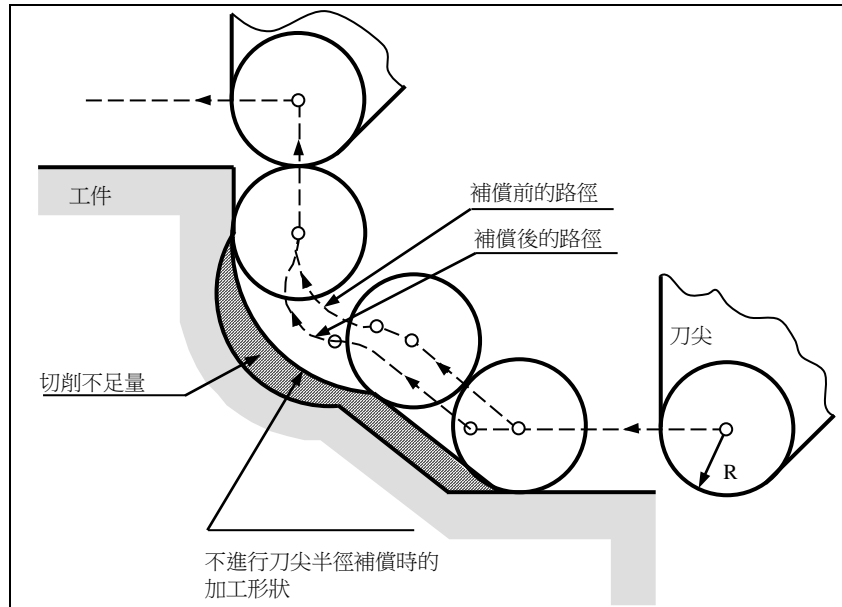


圖5.2 (a) 刀尖 R 補償的刀具路徑

格式

- 起刀 (刀尖 R 補償開始)

G00 (或 G01) G41 (或 G42) IP_ T_ ;

G41: 刀尖 R 補償 左 (組 07)

G42: 刀尖 R 補償 右 (組 07)

IP_: 軸移動的指令值

T_: 與刀具位置偏移相同的 T 代碼

- 刀尖 R 補償取消 (偏移模式取消)

G40 IP_ ;

G40: 刀尖 R 取消 (組 07)

(偏移模式取消)

IP_: 軸移動的指令值

- 偏移平面的選擇

偏移平面	平面選擇指令	IP_
XpYp	G17 ;	Xp_Yp_
ZpXp	G18 ;	Xp_Zp_
YpZp	G19 ;	Yp_Zp_

5.2.1 假想刀尖

假想刀尖為圖 5.2.1 (a) 的 A 點，但非實際存在的點。由於很難將實際刀尖 R 中心對準在起點或者基準位置，因此，需要用假想刀尖，而假想刀尖比較容易對準在起點或者基準位置上。將刀具對準在起點時的位置關係如圖 5.2.1 (a) 所示。

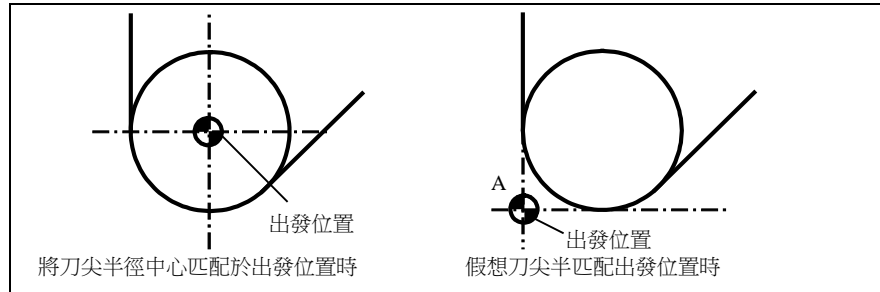


圖5.2.1 (a) 刀尖 R 中心和假想刀尖

注意

在具有參考點的機床上，基準點（如刀具刀塔的中心）可以對準在起點上。從基準點到刀尖 R 中心或假想刀尖的距離，設為刀具位置偏移量。將基準點到刀尖 R 中心的距離設為補償量時，等於將刀尖 R 中心對準在起點上。另外，將基準點到假想刀尖的距離設為補償量時，等於將假想刀尖放在起點上。為了設置補償量，測量從基準點到假想刀尖的距離比測量基準點到刀尖 R 中心的距離更容易。

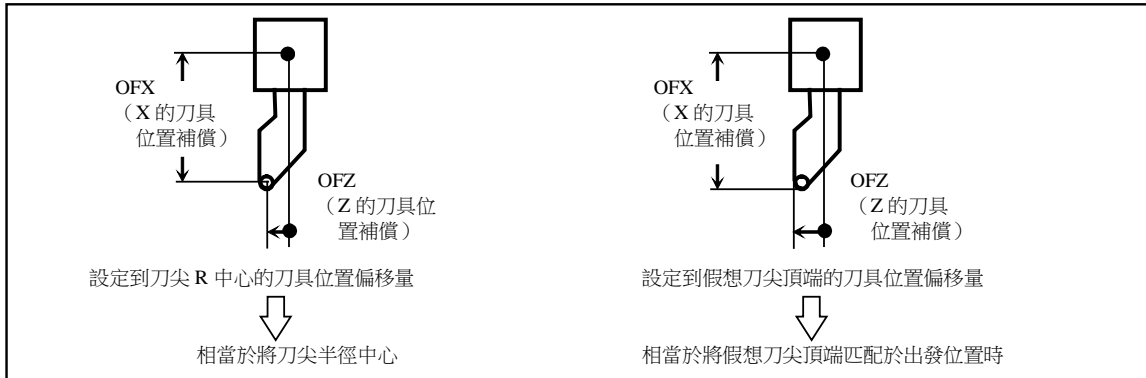


圖5.2.1 (b) 當刀塔中心對準在起點時的刀具位置補償量

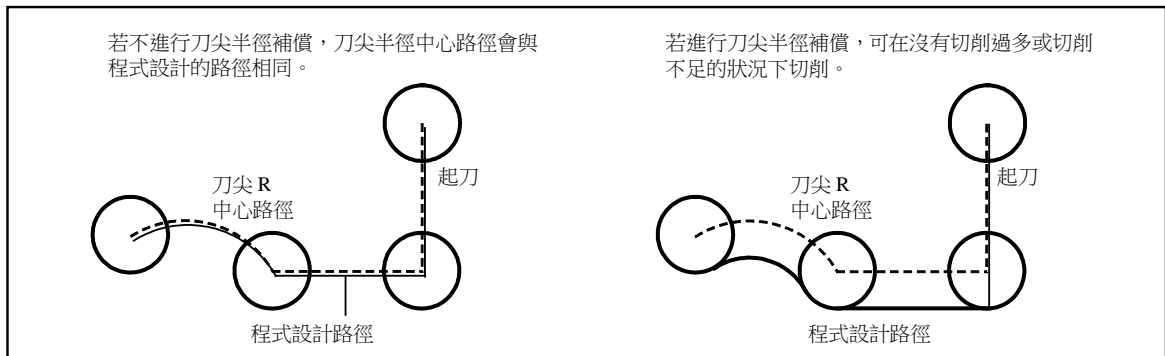


圖5.2.1 (c) 將刀尖 R 中心對準在起點進行加工時的刀具路徑

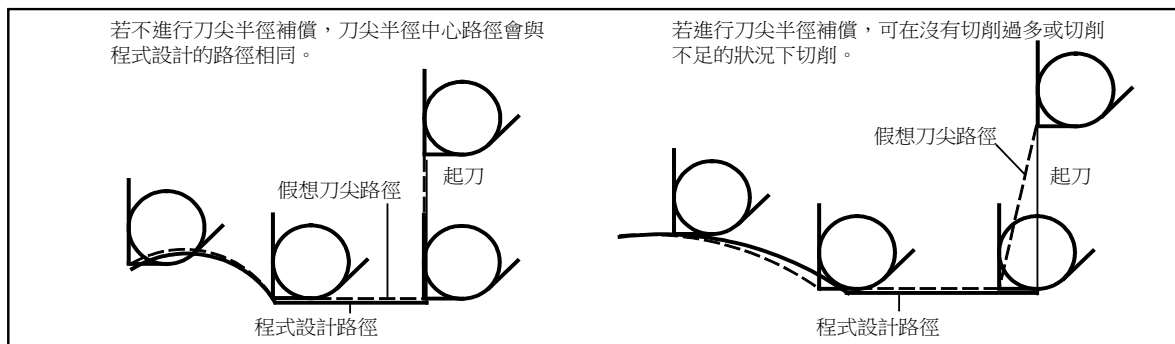


圖5.2.1 (d) 將假想刀尖對準在起點進行加工時的刀具路徑

5.2.2 假想刀尖的方向

從刀尖 R 中心看到的假想刀尖的方向，由切削過程中刀具的方向決定，因此必須和補償量一樣事先設定。假想刀尖的方向可由下列 8 種中加以選擇。與 8 種假想刀尖的方向對應的代碼（編號）如圖 5.2.2 (a) 所示。圖 5.2.2 (a) 表示刀具與起點之間的位置關係。箭頭的頂端表示假想刀尖。

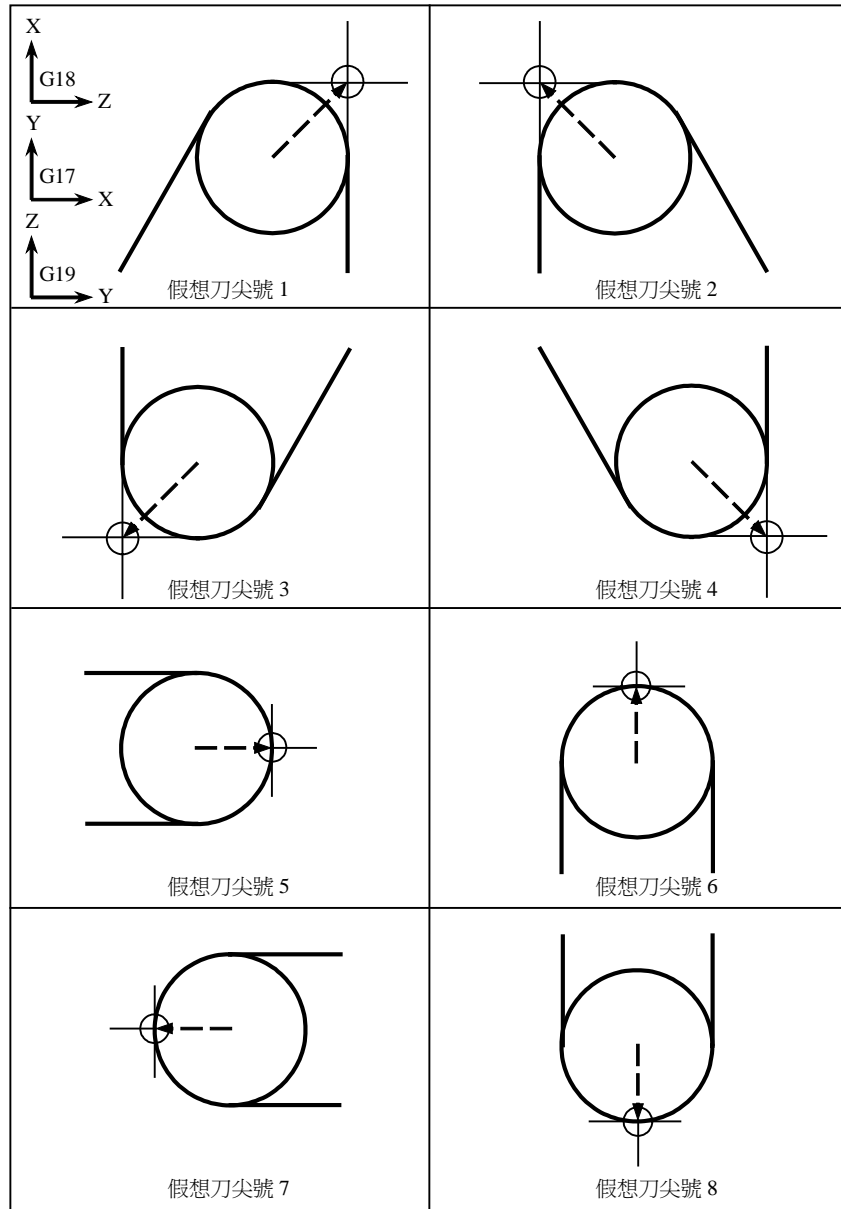
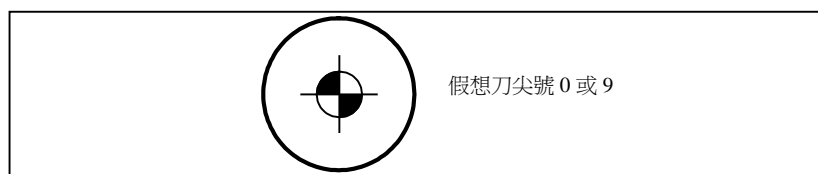


圖5.2.2 (a) 假想刀尖的方向

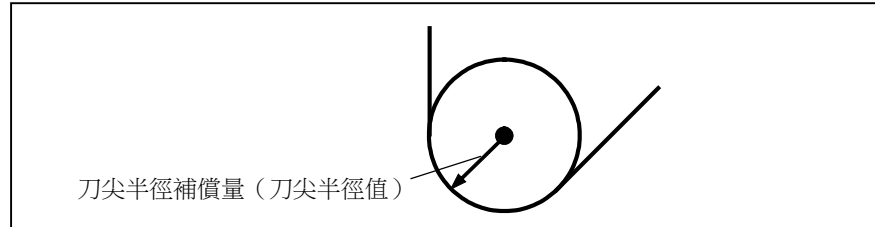
當刀尖 R 中心與起點對準在一起時，使用 0 號及 9 號假想刀尖。將此假想刀尖號設定在與偏移號對應的偏移記憶體的 OFT 中。此外，用參數 WNP (No.5002#7) 設定刀具形狀偏移號或磨耗偏移號是否指定假想刀尖的方向，以便進行刀尖 R 補償。



5.2.3 偏移號和偏移量

解釋

- 偏移號和偏移量



刀具形狀／磨耗補償功能無效時，偏移畫面上所顯示的項目如表5.2.3 (a) 所示。

表5.2.3 (a) 偏移號和補償量 (例)

偏移號 最多 999 組	OFX (X 軸補償量)	OFZ (Z 軸補償量)	OFR (刀尖 R 補償量)	OFT (假想刀尖方向)	OFY (Y 軸補償量)
001	0.040	0.020	0.200	1	0.030
002	0.060	0.030	0.250	2	0.040
003	0.050	0.015	0.120	6	0.025
004	:	:	:	:	:
005	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

刀具形狀／磨耗補償功能有效時，偏移畫面上所顯示的項目如表5.2.3 (b)、(c) 所示。

表5.2.3 (b) 形狀偏移 (例)

形狀偏移號	OFGX (X 軸形狀補償量)	OFGZ (Z 軸形狀補償量)	OFGR (刀尖 R 形狀補償量)	OFT (假想刀尖方向)	OFGY (Y 軸形狀補償量)
G001	10.040	50.020	0	1	70.020
G002	20.060	30.030	0	2	90.030
G003	0	0	0.200	6	0
G004	:	:	:	:	:
G005	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

表5.2.3 (c) 磨耗偏移 (例)

磨耗偏移號	OFWX (X 軸磨耗補償量)	OFWZ (Z 軸磨耗補償量)	OFWR (刀尖 R 磨耗補償量)	OFT (假想刀尖方向)	OFWY (Y 軸磨耗補償量)
W001	0.040	0.020	0	1	0.010
W002	0.060	0.030	0	2	0.020
W003	0	0	0.200	6	0
W004	:	:	:	:	:
W005	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

- 刀尖 R 補償量

刀具形狀／磨耗補償功能有效時，執行時的刀尖 R 補償量為形狀偏移量和磨耗偏移量加在一起的值。

$$OFR = OFGR + OFWR$$

- 假想刀尖方向

假想刀尖方向在形狀偏移和磨耗偏移都相同。

- 偏移量的指令

用與刀具位置偏移相同的 T 代碼，指定偏移號。

註釋

藉由將參數 LGN (No.5002#1) 設定為 1，即可用刀具選擇號來指定形狀偏移號。指定完後，當指定了形狀偏移和磨耗偏移號不同的 T 代碼時，則用形狀偏移號指定的假想刀尖方向有效。

例) T0102

OFR=OFGR₀₁+OFWR₀₂

OFT=OFT₀₁

但是，藉由設定參數 WNP (No.5002#7) 也可以使由磨耗偏移號指定的假想刀尖方向有效。

- 補償量的設定範圍

可以作為補償量設定值的範圍為藉由參數 OFE、OFD、OFC、OFA (No.5042 #3~#0) 設定成如表5.2.3 (d)、(e) 所示的任一情形。

表5.2.3 (d) 補償量的設定範圍 (公制輸入)

OFE	OFD	OFC	OFA	設定範圍
0	0	0	1	±9999.99mm
0	0	0	0	±9999.999mm
0	0	1	0	±9999.9999mm
0	1	0	0	±9999.99999mm
1	0	0	0	±999.999999mm

表5.2.3 (e) 補償量的設定範圍 (英制輸入)

OFE	OFD	OFC	OFA	設定範圍
0	0	0	1	±999.999inch
0	0	0	0	±999.9999inch
0	0	1	0	±999.99999inch
0	1	0	0	±999.999999inch
1	0	0	0	±99.9999999inch

與偏移號 0 對應的補償量始終為 0。

不可設定與偏移號 0 對應的補償量。

5.2.4 工件位置和移動指令

要進行刀尖 R 補償，必須指定程式設計路徑的哪一方是工件位置。

G 代碼	工件位置	刀具路徑
G40	兩者皆非	在程式設計路徑上移動
G41	前進方向右側	在程式設計路徑的前進方向左側移動
G42	前進方向左側	在程式設計路徑的前進方向右側移動

刀具向沒有工件的位置偏移。

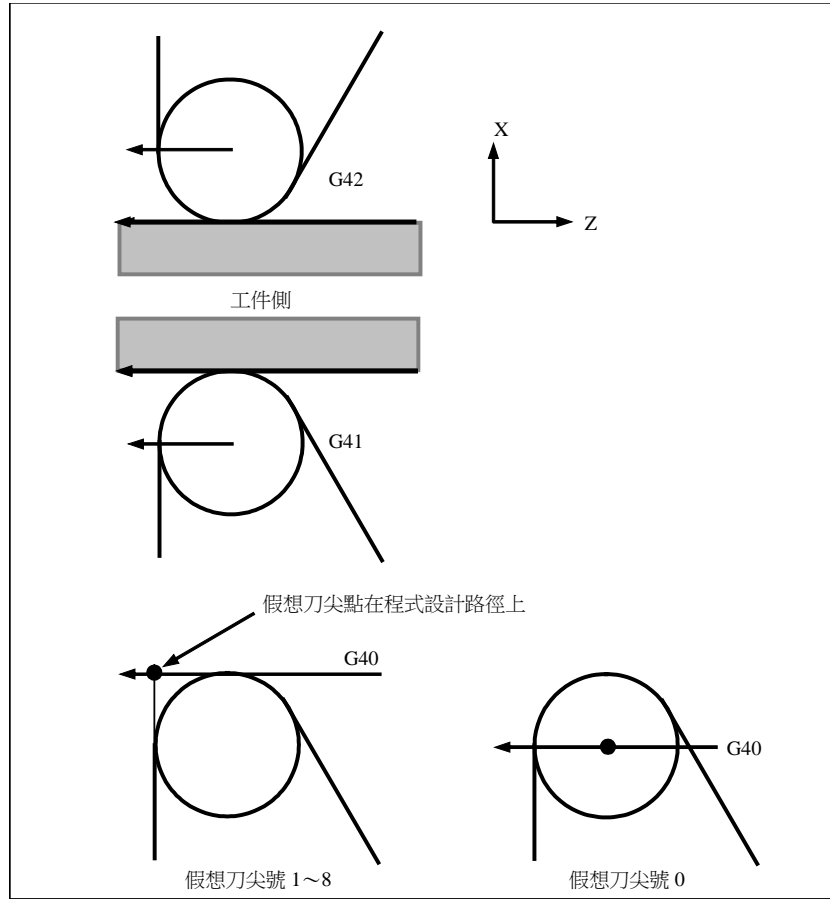


圖5.2.4 (a) 工件位置

藉由設定座標系，可使工件位置顛倒過來。

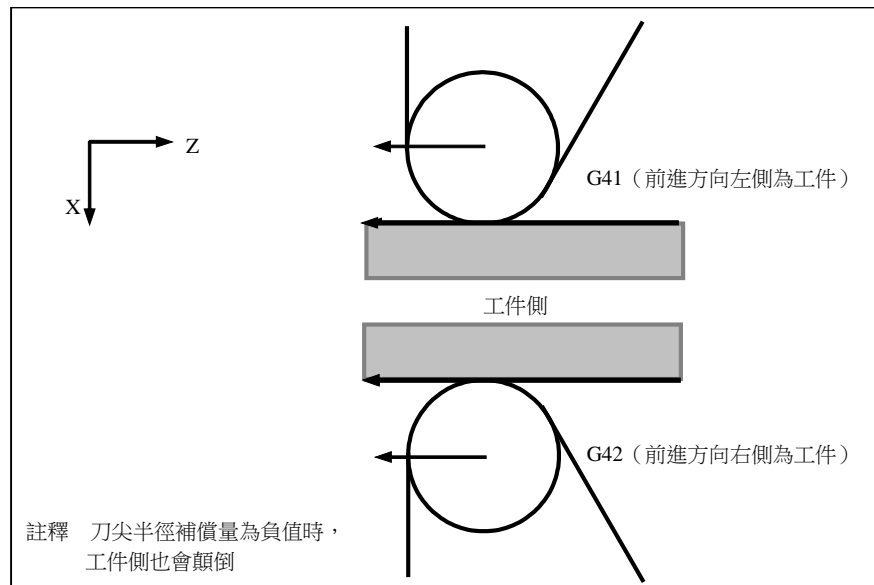


圖5.2.4 (b) 工件位置顛倒的情形

G40、G41、G42 是模態 G 代碼。

在 G41 或 G42 模式下，在重新指定了 G41 或 G42 的 G 代碼的程式單節中，刀尖 R 中心定位在與上一個程式單節垂直的位置。

在 G41 和 G42 模式下的程式單節若尚未指定 G41/G42 的 G 代碼，則可分別表達為 (G41) 或 (G42)。

⚠ 注意

若將補償量的正負顛倒，刀尖 R 補償的偏移向量就會顛倒過來，但是假想刀尖的方向不變。因此，將假想刀尖對準起點使用時，請勿將相對於假設程式的補償量的正負顛倒。

解釋

- 工件位置不變時的刀具移動

當刀具移動時，刀尖 R 與工件保持接觸。

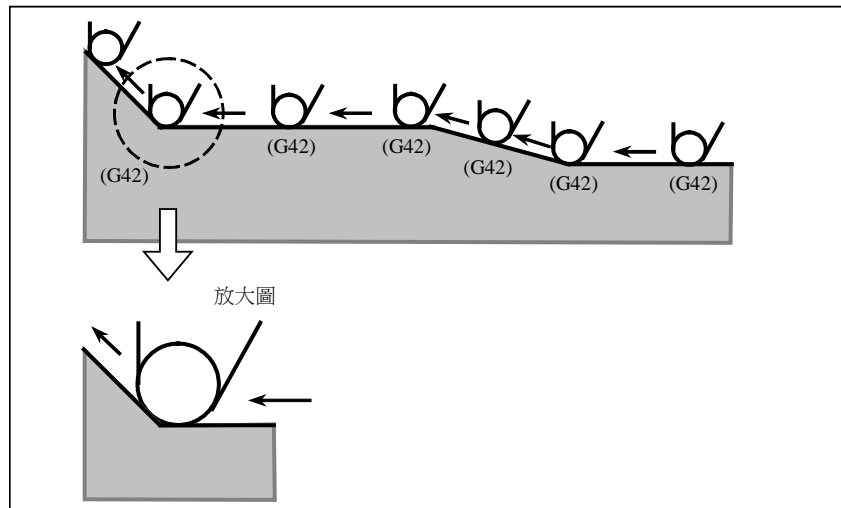


圖5.2.4 (c) 工件位置不變時的刀具移動

- 工件位置發生變化時的刀具移動

在工件位置發生變化的程式單節的連接點接觸於兩工件。

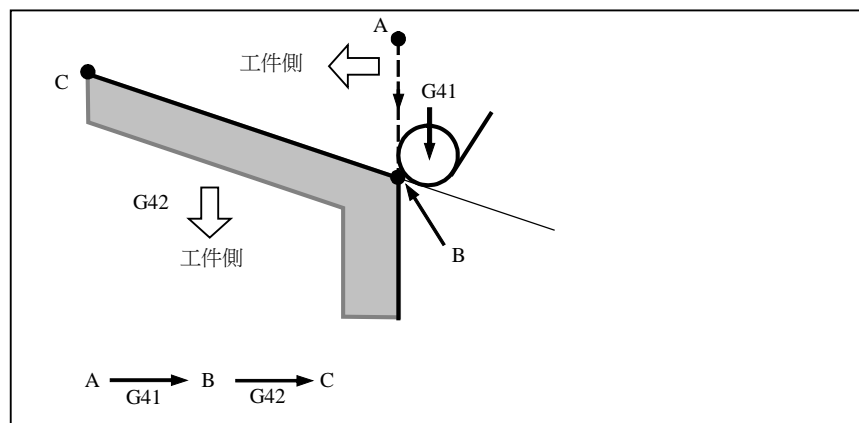


圖5.2.4 (d) 工件位置發生變化時的刀具移動

雖然在 A→B 的右側實際上並不存在工件，但是 CNC 假設工件存在於右側。在與起刀程式單節相鄰的下一程式單節中不得改變工件位置。

在圖5.2.4 (d) 中，A→B 在起刀時不會成為圖中所示的情形。

- 起刀

方式由 G40 變為 G41 或 G42 的程式單節稱為起刀程式單節。

G40 - ;

G41 - ; (起刀程式單節)

在起刀程式單節中，刀具在偏移後會進行過渡性移動。在起刀程式單節的下一個程式單節的起點，刀尖中心定位在與該程式單節垂直的位置。

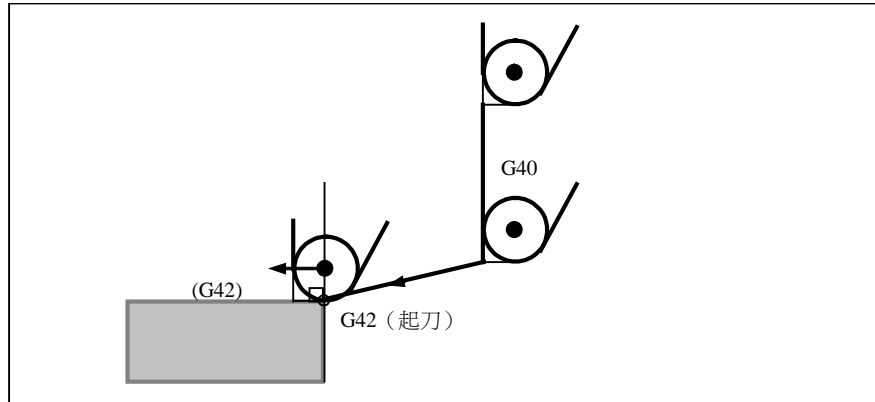


圖5.2.4 (e) 起刀

- 偏移取消

在 G41 或 G42 模式下指定 G40 指令時，該程式單節稱為偏移取消程式單節。

G41 - ;

G40 - ; (偏移取消程式單節)

在偏移取消程式單節前面的一個程式單節中，刀尖 R 中心定位在其終點且與該程式單節垂直的位置。

在 G40 的程式單節中，刀具移動到終點。

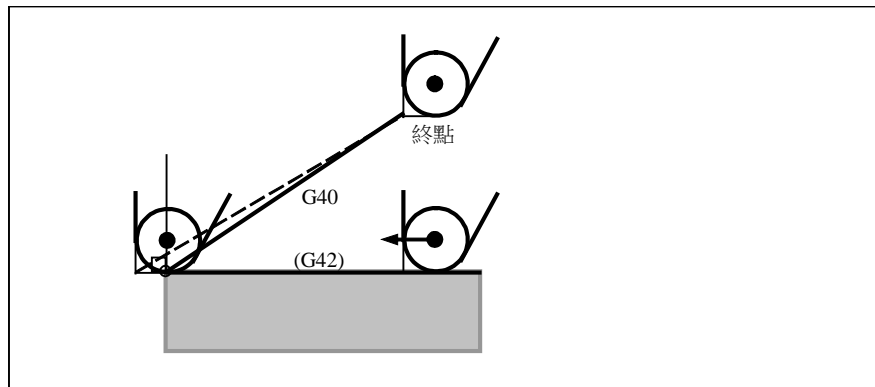


圖5.2.4 (f) 偏移取消

- 改變補償量

通常，在偏移取消模式下換刀時改變補償量。但是，若在偏移模式中改變補償量，就要利用指定在相同程式單節中的補償量計算程式單節終點的向量。

此外，假想刀尖方向、刀具位置補償量的改變也相同。

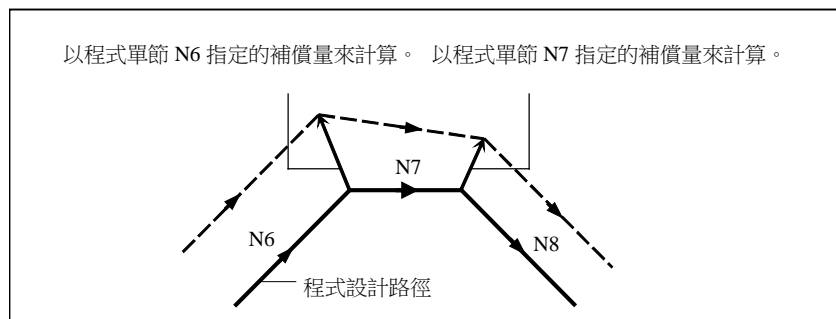


圖5.2.4 (g) 改變補償量

- 在 G41/G42 模式下指定 G41/G42

在 G41 或 G42 模式下，在重新指定了 G41 或 G42 的 G 代碼的程式單節中，刀尖 R 中心定位在與上一個程式單節垂直的位置。

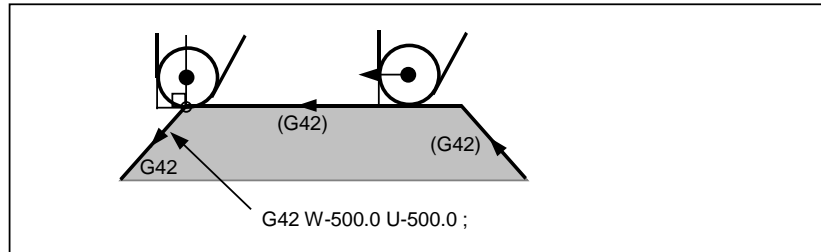


圖5.2.4 (h) 在 G41/G42 模式下指定 G41/G42

在由 G40 模式改變為 G41/G42 模式的最初的程式單節中，不進行上述刀尖中心定位。

- 在與 G40（偏移取消）相同的程式單節中指定的移動指令方向
與工件形狀方向不同時的刀具移動

在如圖5.2.4 (i) 所示的工件形狀下，當您想在最初的程式單節的切削終點在 X (U) 和 Z (W) 方向上取消刀尖 R 補償後退刀時，應指定：

G40 X(U)_Z(W)_I_K_;

其中，I、K 為下一程式單節的工件形狀的方向，以增量來指定。

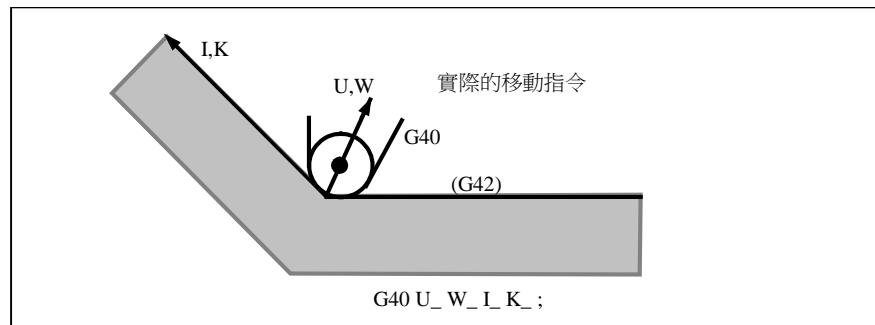


圖5.2.4 (i) 在與 G40 相同的程式單節指定 I 和 K 時

由此，如圖5.2.4 (j) 所示，可以防止刀具過切。

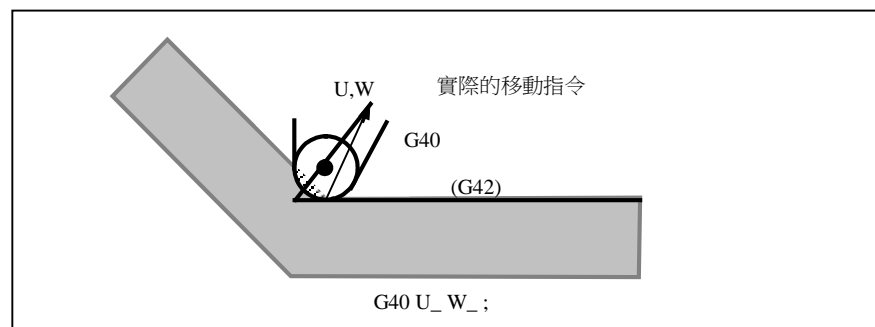


圖5.2.4 (j) 在與 G40 相同程式單節發生過切現象時

由 I_K_ 所指定的工件形狀的工件位置，處在與其之前的程式單節相同側。

請在與 G40 相同的程式單節指定 I_K_；。若在與 G02 或 G03 相同的程式單節指定，則視為圓弧的中心。

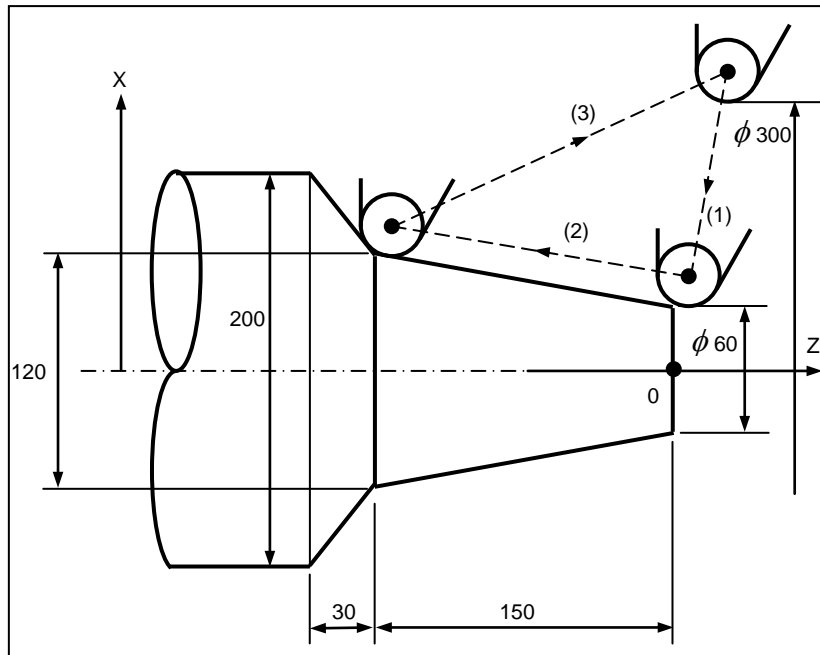
G40 X_Z_I_K_;	刀尖 R 補償
G02 X_Z_I_K_;	圓弧

在偏移取消模式下，如果與 G40 同時指定 I_K_，則 I_K_ 被忽略。另外，I 和 K 通常以半徑程式設計方式指定。

G40 G01 X_Z_;

G40 G01 X_Z_I_K_；偏移取消模式。（I 和 K 被忽略）

例



(G40 模式)

- (1) G00 X300.0 Z0.0;
- (2) G42 G00 X60.0 ;
- (3) G01 X120.0 W-150.0 F10 ;
- (4) G40 G00 X300.0 W150.0 I40.0 K-30.0 ;

5.2.5 關於刀尖 R 補償的注意事項

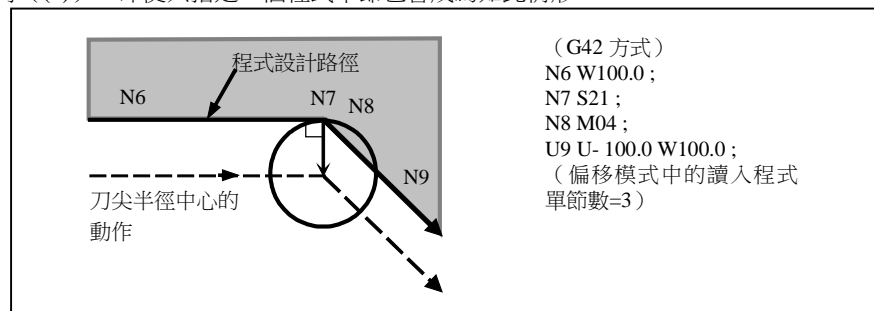
解釋

·在偏移模式下指定的無移動程式單節

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| (1) M05 ; | M 代碼輸出 |
| (2) S210 ; | S 代碼輸出 |
| (3) G04 X10.0 ; | 暫停 |
| (4) G22 X100000 ; | 設定加工區域 |
| (5) G01 U0 ; | 行程為 0 |
| (6) G98 ; | 僅限於 G 代碼 |
| (7) G10 P01 X10.0 Z20.0 R0.5 Q2 ; | 改寫偏移 |

在連續指定這種程式單節，數量多於 N-2 程式單節（N 為偏移模式中的讀入程式單節數（參數（No.19625）））時，在上一程式單節的終點，刀具來到與該程式單節垂直的位置。

但是，行程為 0 時（(5)），即使只指定 1 個程式單節也會成為如此情形。



(G42 方式)

- ```

N6 W100.0 ;
N7 S21 ;
N8 M04 ;
U9 U-100.0 W100.0 ;
（偏移模式中的讀入程式單節數=3）

```

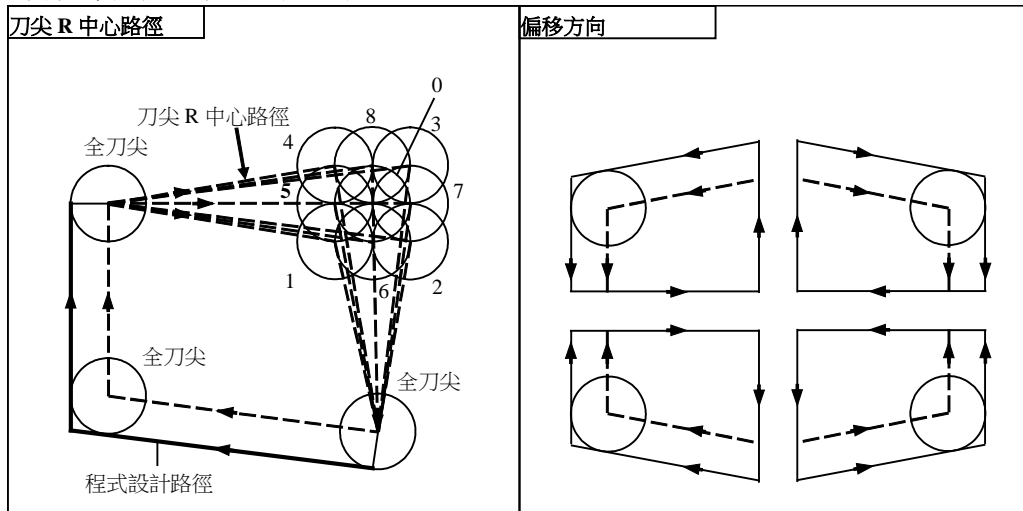
圖5.2.5 (a) 產生過切的情形

因此，如圖5.2.5 (a) 所示，有時會產生過切。

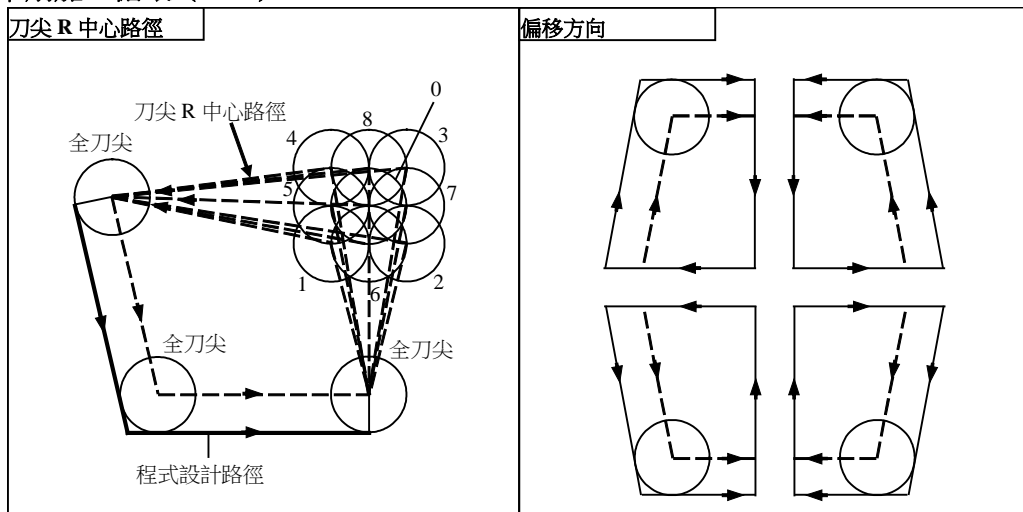
### - G90、G94 時的刀尖 R 補償

應用刀尖 R 補償時的刀尖中心路徑和偏移的方向如下所示。在循環起點位置，會取消偏移向量，藉由來自循環起點的移動執行偏移的起刀操作。此外，在刀具要返回到循環起點的時候，也會取消偏移向量，並且藉由下一個移動指令再次進行偏移操作。偏移的方向取決於切削模式，與 G41 和 G42 無關。

#### - 外徑／內徑車削加工循環（G90）



#### - 端面車削加工循環（G94）



#### ·與 Series16i/18i/21i 之間的差異

##### 註釋

本 CNC 與 Series 16i/18i/21i 的偏移方向相同，但是刀尖 R 中心路徑不同。

- 本 CNC 的情形

與以下情形的動作相同：將單一型固定循環的循環動作置換為 G00 或 G01，在最初的移動程式單節從起點起刀，在最後將刀具移動到起點的程式單節取消偏移。

- Series 16i/18i/21i 的情形

在程式單節從起點移動刀具，以及在最後的程式單節將刀具移動到起點，動作均與本 CNC 不同。細節請參閱 Series 16i/18i/21i 操作說明書。

### - G71~G73 時的刀尖 R 補償

在 G71（外徑粗切削循環或縱向走刀研磨循環）、G72（端面粗切削循環或縱向走刀直接固定尺寸研磨循環）、G73（閉迴路切削循環或振盪控制直接固定尺寸研磨循環）下的刀尖 R 補償，請分別參閱各自的循環項目。

### - G74~G76、G92 時的刀尖 R 補償

在 G74（端面切斷循環）、G75（外徑／內徑切斷循環）、G76（复合型螺紋切削循環）、G92（螺紋切削循環）下，不能進行刀尖 R 補償。

### - 去毛刺時的刀尖 R 補償

補償後的移動如圖 5.2.5 (b) 所示。

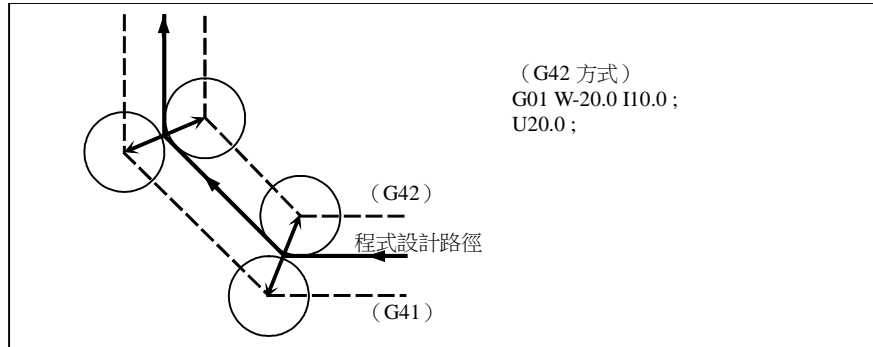


圖 5.2.5 (b) 去毛刺時的刀尖 R 補償

### - 轉角 R 時的刀尖 R 補償

補償後的移動如圖 5.2.5 (c) 所示。

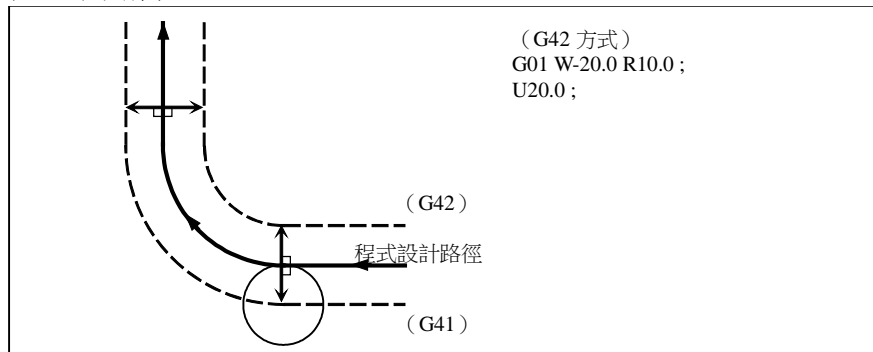


圖 5.2.5 (c) 轉角 R 時的刀尖 R 補償

## 5.3 刀具徑補償 (G40~G42) 的概括說明

可僅使刀具偏移並使其移動刀具半徑值的距離。

(圖 5.3 (a))

為了僅使刀具偏移刀具半徑值的距離，CNC 首先會建立一個偏移向量（起刀），其距離等於刀具半徑。

偏移向量與刀具的前進方向垂直，從工件朝向刀具中心的方向。

如果在起刀後指定直線插補或圓弧插補，則可以使刀具在僅偏移某一偏移向量後進行加工。

最後，為了使刀具返回到起點，會取消刀具徑補償。

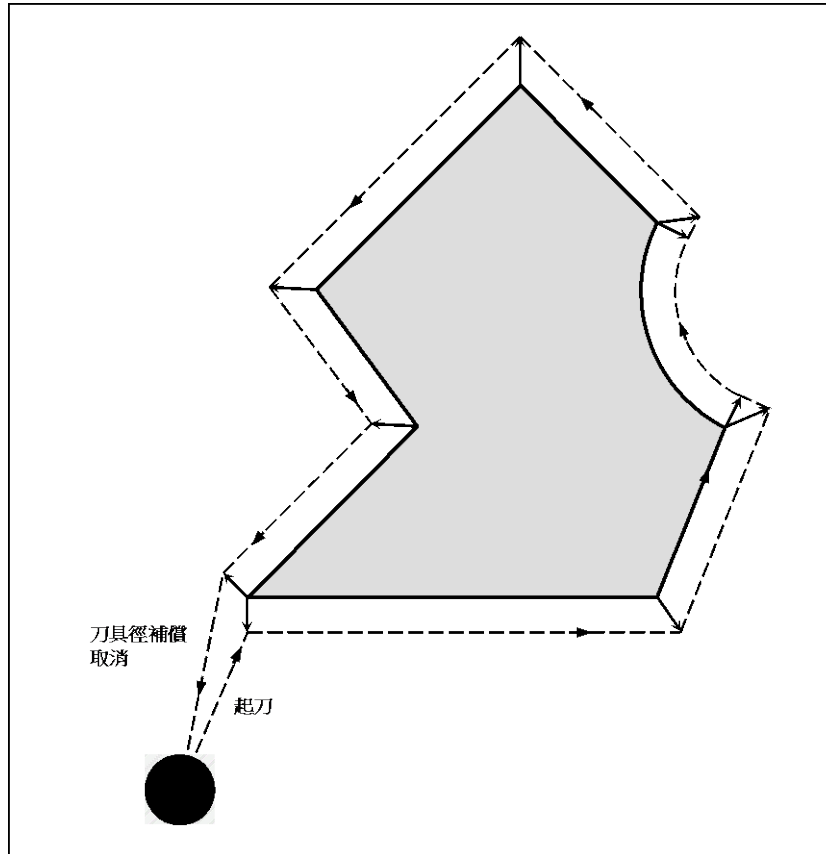


圖5.3 (a) 刀具徑補償 概括說明圖

## 格式

## - 起刀 (刀具徑補償開始)

**G00 (或 G01) G41 (或 G42) IP\_ T\_ ;**

**G41:** 刀具徑補償 左 (組 07)

**G42:** 刀具徑補償 右 (組 07)

**IP\_:** 軸移動的指令值

**T\_:** 與刀具位置偏移相同的 T 代碼

## - 刀具徑補償取消 (偏移模式取消)

**G40 IP\_ ;**

**G40:** 刀具徑補償取消 (組 07)

(偏移模式取消)

**IP\_:** 軸移動的指令值

## - 偏移平面的選擇

| 偏移平面 | 平面選擇指令 | IP_    |
|------|--------|--------|
| XpYp | G17 ;  | Xp_Yp_ |
| ZpXp | G18 ;  | Xp_Zp_ |
| YpZp | G19 ;  | Yp_Zp_ |

## 解釋

## - 偏移取消模式

一開始接通 CNC 的電源時，控制處於偏移取消模式。

在偏移取消模式下，偏移向量的大小為 0，刀具中心路徑與程式設計路徑一致。

### - 起刀

在偏移取消模式下，當指定了刀具徑補償的指令（G41 或 G42 的指令）時，CNC 成為偏移模式。

此時的刀具移動叫做起刀。

起刀藉由定位（G00）或直線插補（G01）來指定。

若起刀時指定圓弧插補（G02、G03），將發生警報（PS0034）“唯有 G00/G01 能在 STUP/EXT BLK <在 G00/G01 以外進行了起刀/取消>”。

對於起刀程式單節以及其後的程式單節，CNC 會預讀參數（No.19625）中設定的預讀程式單節數的程式單節。

### - 偏移模式

在偏移模式下，補償由定位（G00）、直線插補（G01）、圓弧插補（G02、G03）來完成。

在偏移模式無法讀出具有移動的 3 個或更多個程式單節時，在某些情況下會導致過切或不充分切削。

此外，如果在偏移模式下轉換偏移平面，則會發出警報（PS0037）“偏移平面不能切換 <補償平面不能切換>”，刀具停止移動。

### - 偏移模式取消

在偏移模式下執行滿足如下條件之一的程式單節時，CNC 會進入（偏移）取消模式，此時的動作稱為偏移取消。

1. 指定了 G40。

2. 0 已作為刀具徑補償量指定代碼（T 代碼）被指定。

進行偏移取消時，不能用圓弧指令（G02、G03）。如果以這些模式指定，則會顯示警報（PS0034），刀具停止。在偏移取消中，會讀入 1 個程式單節輸入指令，包括刀具徑補償緩衝器（不能顯示）中的程式單節在內，會執行 2 個程式單節。

若是單節程式模式，則在讀入 1 個程式單節並執行 1 個程式單節後，再次按下啟動按鍵，將再執行 1 個程式單節，而不讀取下一個程式單節。

然後控制進入取消模式，通常只將下次將被執行的程式單節儲存在緩衝寄存器裡。

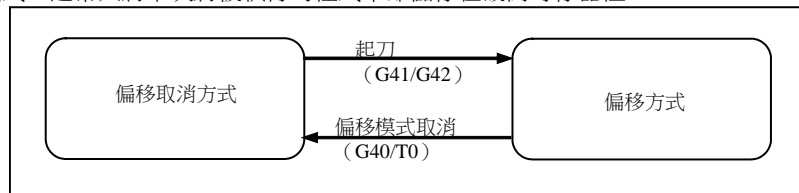


圖5.3 (b) 改變偏移模式

### - 改變刀具徑補償量

刀具徑補償量的改變通常在取消模式下換刀時進行。如果要在偏移模式下改變刀具徑補償量，就要利用指定在相同程式單節中的刀具徑補償量計算程式單節終點的向量。

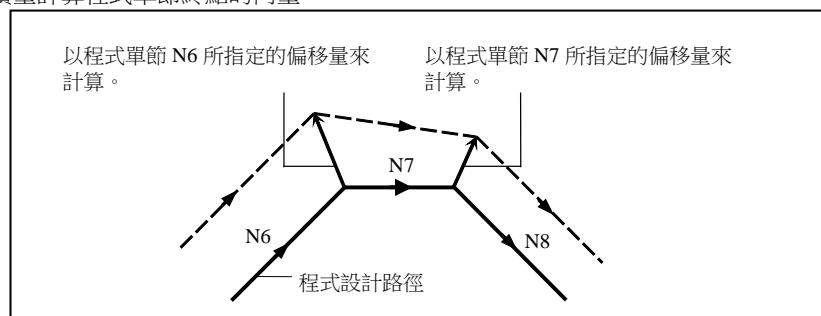


圖5.3 (c) 改變刀具徑補償量

### - 正負刀具徑補償量和刀具中心路徑

如果刀具徑補償量設為負值（-），就成為等於將程式的 G41 和 G42 全部互相置換的刀具移動。因此，繞過工件外側的刀具，將繞過工件的內側，反之亦然。

實例如圖 5.3 (d) 所示。

一般說來，刀具徑補償量應被程式設計為正值（+）。

當在程式中指定(1)中所示的刀具中心路徑，如果刀具徑補償量設為負值（-），刀具中心會如(2)中所示那樣移動。如果一開始編寫如(2)中所示的程式將刀具徑補償量設為負值（-），則刀具中心會如(1)中所示那樣移動。

因此，在 1 個相同的程式中可以切削公、母形狀，兩者之間間距可藉由適當選擇刀具徑補償量來進行任意調整。

但是，此時假定起刀和偏移取消是類型 A。

（參閱刀具徑補償的開始（起刀））

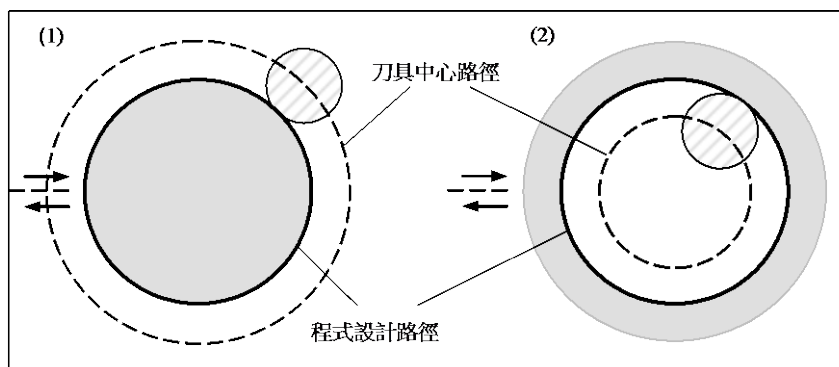


圖5.3 (d) 基於正負補償量的刀具中心路徑

### - 設定刀具徑補償量

將刀具徑補償量分配給指定在程式中的 T 代碼，並利用 MDI 單元進行設定。

#### 註釋

T 代碼與 0 對應的刀具徑補償量始終為 0。  
不可設定與 T0 對應的刀具徑補償量。

### - 補償量的設定範圍

可以作為補償量設定值的範圍為藉由參數 OFE、OFD、OFC、OFA (No.5042 #3~#0) 設定成為如下所示的任一情形。

補償量的設定範圍 (公制輸入)

| OFE | OFD | OFC | OFA | 設定範圍          |
|-----|-----|-----|-----|---------------|
| 0   | 0   | 0   | 1   | ±9999.99mm    |
| 0   | 0   | 0   | 0   | ±9999.999mm   |
| 0   | 0   | 1   | 0   | ±9999.9999mm  |
| 0   | 1   | 0   | 0   | ±9999.99999mm |
| 1   | 0   | 0   | 0   | ±999.999999mm |

補償量的設定範圍 (英制輸入)

| OFE | OFD | OFC | OFA | 設定範圍            |
|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| 0   | 0   | 0   | 1   | ±999.999inch    |
| 0   | 0   | 0   | 0   | ±999.9999inch   |
| 0   | 0   | 1   | 0   | ±999.99999inch  |
| 0   | 1   | 0   | 0   | ±999.999999inch |
| 1   | 0   | 0   | 0   | ±99.9999999inch |

與偏移號 0 對應的補償量始終為 0。  
不可設定與偏移號 0 對應的補償量。

### - 偏移向量

偏移向量是一個二維向量，它等於由 T 代碼指定的刀具徑補償量，它在控制裝置內予以計算，其方向根據每個程式單節中刀具的進度而不斷更新。  
偏移向量可由重置操作清除。

### - 刀具徑補償量的指定

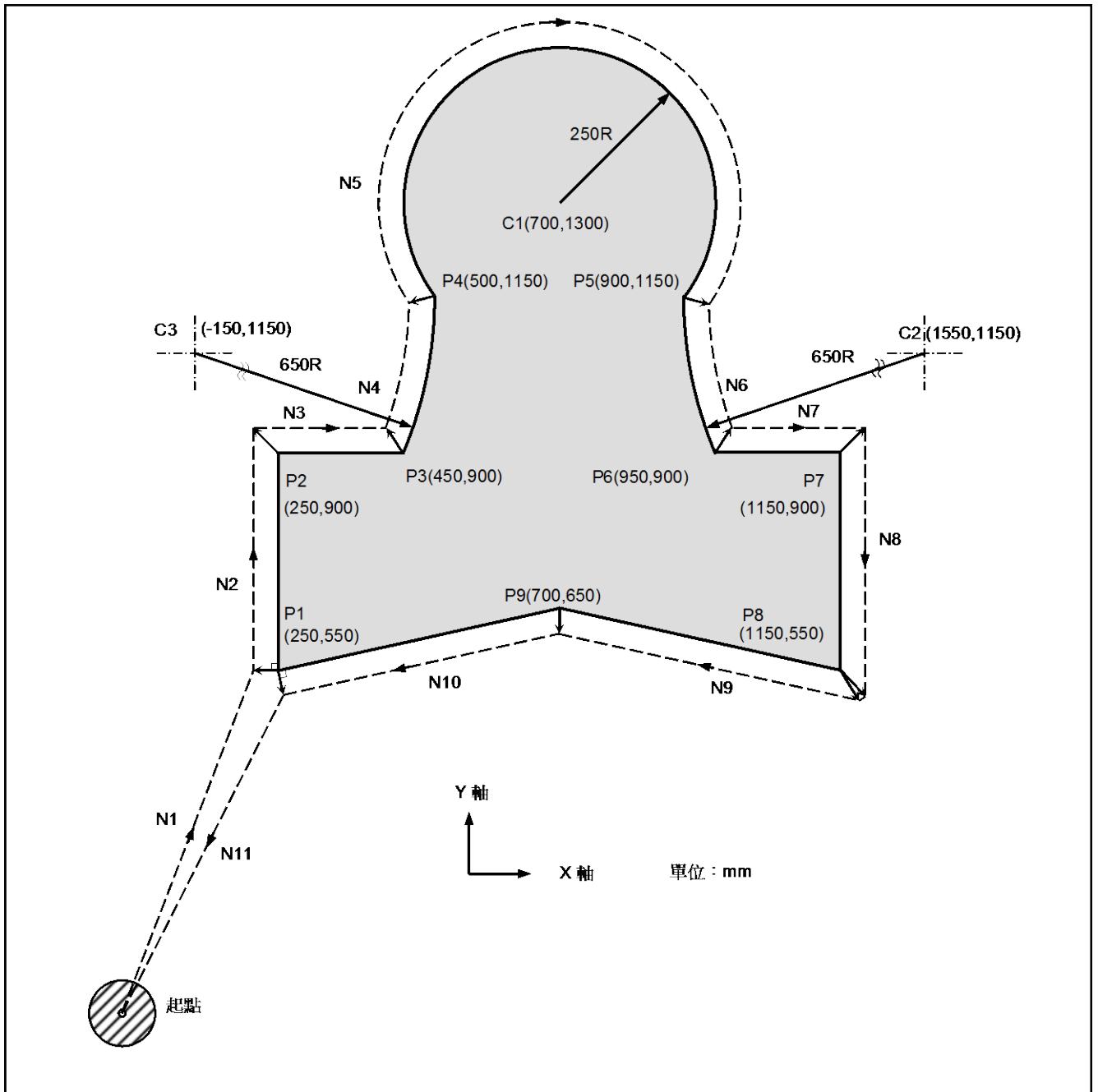
藉由與刀具位置偏移相同的 T 代碼指定偏移號，從而指定刀具徑補償量。

### - 平面選擇和向量

偏移計算在 G17、G18、G19 (用於平面選擇的 G 代碼) 確定的平面內進行。進行偏移計算的平面稱為偏移平面。偏移平面外的軸上的座標值，不受偏移的影響，直接使用程式設計指令值。同時指定 3 軸的情況下，刀具以投射在偏移平面上的形狀以偏移的方式移動。

在偏移取消模式下進行平面的切換。  
如果在偏移模式中切換平面，則會發出警報（PS0037），刀具停止。

例



- G17 G50 X0 Y0 Z0 ; ..... 以絕對座標值指定  
定位到起點 (X0, Y0, Z0)
- N1 G00 G41 T0707 X250.0 Y550.0 ; ..... 開始刀具徑補償 (起刀)  
刀具按照 T07 中設定的距離偏移 to 刀具前進方向的左邊，  
然後偏移刀具徑 (偏移模式)。  
已經事先設定 T07=15 (刀具徑 = 15mm)
- N2 G01 Y900.0 F150 ; ..... P1→P2 之間的加工
- N3 X450.0 ; ..... P2→P3 之間的加工
- N4 G03 X500.0 Y1150.0 R650.0 ; ..... P3→P4 之間的加工

|     |                            |       |                              |
|-----|----------------------------|-------|------------------------------|
| N5  | G02 X900.0 R-250.0 ;       | ..... | P4→P5 之間的加工                  |
| N6  | G03 X950.0 Y900.0 R650.0 ; | ..... | P5→P6 之間的加工                  |
| N7  | G01 X1150.0 ;              | ..... | P6→P7 之間的加工                  |
| N8  | Y550.0 ;                   | ..... | P7→P8 之間的加工                  |
| N9  | X700.0 Y650.0 ;            | ..... | P8→P9 之間的加工                  |
| N10 | X250.0 Y550.0 ;            | ..... | P9→P1 之間的加工                  |
| N11 | G00 G40 X0 Y0 ;            | ..... | 取消偏移模式<br>返回到起點 (X0, Y0, Z0) |

## 5.4 刀具徑補償和刀尖 R 補償的詳細說明

### 5.4.1 概要

下面主要針對刀尖 R 補償進行說明，這裡的說明同樣可以應用於刀具徑補償。但是，有關使用 X、Y 平面的例子，則僅應用於刀具徑補償。

#### - 刀尖 R 補償向量

刀尖 R 補償向量（下面簡稱為“向量”）是一個二維向量，它等於由 T 代碼指定的補償量。該向量在 CNC 中計算，其方向隨著刀具的前進在每個程式單節中被改寫。為了瞭解該向量在刀具方向偏移多少才合適，CNC 會在內部建立這一向量。並且，從程式設計的圖形中計算出偏移刀尖 R 的路徑。該向量可由重置操作刪除。

該向量始終伴隨刀具移動。

因此，正確理解該向量對於程式設計十分重要。用戶應認真閱讀下面有關建立向量的說明。

#### - G40, G41, G42

G40、G41、G42 用來刪除或建立偏移向量。

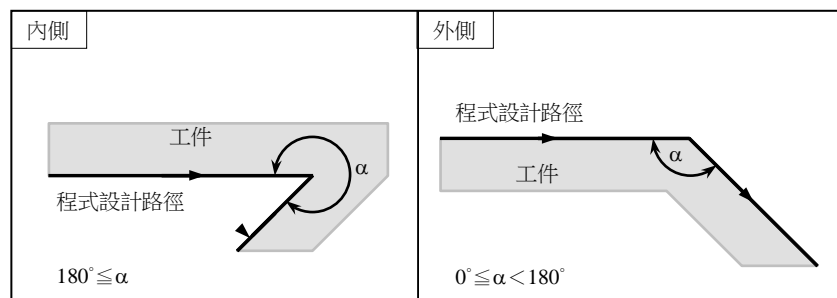
這些代碼與 G00、G01、G02、G32 重複指定，兩者共同規定與刀具的移動方式（偏移方法）相關的一個方式。

| G 代碼 | 工件位置 | 功能          |
|------|------|-------------|
| G40  | 兩者皆非 | 刀尖 R 補償取消   |
| G41  | 右側   | 刀具前進方向的左側偏移 |
| G42  | 左側   | 刀具前進方向的右側偏移 |

G41、G42 是用以將裝置設為偏移模式的指令。此外，G40 是用以將其設為取消模式的指令。

#### - 內邊和外邊

利用工件來測量程式的 2 個程式單節的移動指令的夾角，在 180° 以上時稱為“內邊”，在 0~180° 之間稱為“外邊”。



#### - 外邊轉角的連接方式

在刀尖 R 補償模式下旋轉外邊轉角時，可以藉由參數 CCC (No.19607#2)，選擇用直線插補還是用圓弧插補來連接多個補償向量。

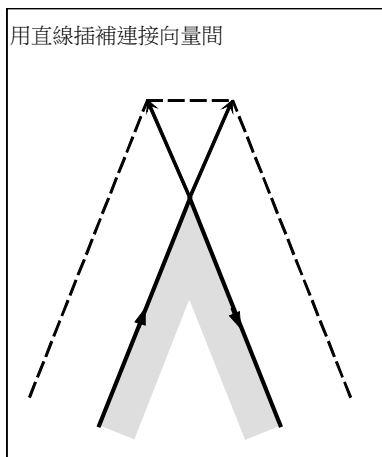


圖5.4.1 (a) 直線連接類型 [參數 CCC=0]

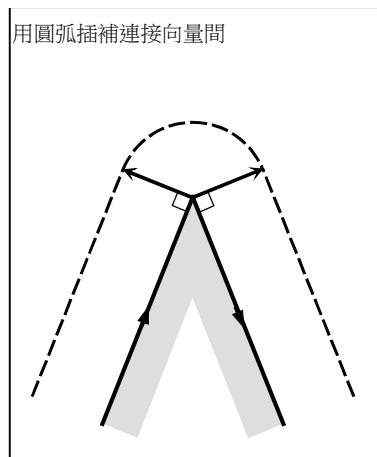


圖5.4.1 (b) 圓弧連接類型 [參數 CCC=1]

### - 取消模式

在下列任一條件下，刀尖 R 補償成為取消模式。（根據機床製造商的規格，在某些情況下不會成為取消模式）

- (1) 剛接通電源時
- (2) 按下了 MDI 單元上的重置按鍵後
- (3) 藉由執行 M02 或 M30 結束程式後
- (4) 執行完刀尖 R 補償取消指令 (G40) 後

取消模式下，補償向量的大小始終為 0，假想刀尖點與程式設計路徑一致。程式的最後必須在取消模式下結束。如果在刀尖 R 補償模式下結束，就不能定位在終點而在離開補償向量值的位置結束程式。

#### 註釋

刀尖 R 補償中執行重置操作時的動作根據參數 CLR (No.3402#6) 設定而不同。

- 參數 CLR (No.3402#6) =0 時  
成為重置狀態。組 07 的模態保持 G41/G42，要進行刀尖 R 補償，需要重新指定偏移號 (T 代碼)。
- 參數 CLR (No.3402#6) =1 時  
成為清除狀態。組 07 的模態成為 G40，要再次進行刀尖 R 補償，需要執行 G41/G42 和偏移號 (T 代碼) 的指令。

### - 起刀

在取消模式下執行滿足所有下列條件的程式單節時，CNC 會進入偏移模式。此時的動作叫做起刀。

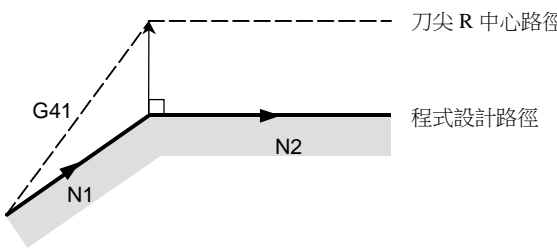
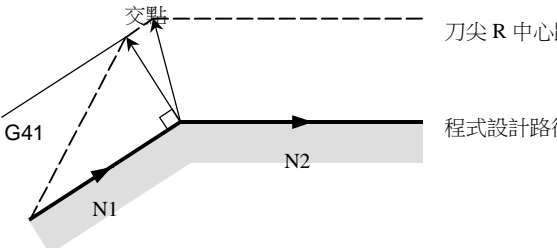
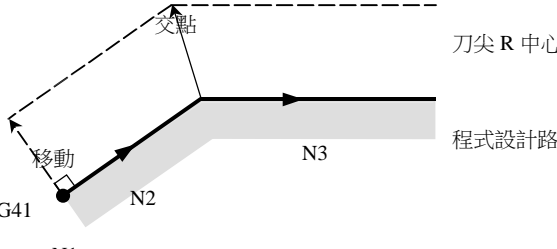
- (1) 指定了 G41 或 G42。或者已處在指定的 G41 或 G42 模式。
- (2)  $0 < \text{刀尖 R 補償的補償號} \leq \text{最大補償號}$ 。
- (3) 處在定位 (G00) 或者直線插補 (G01) 模式。
- (4) 行程非 0 的補償平面內的軸指令已被指定。（但起刀類型 C 除外）

在圓弧插補 (G02、G03) 模式下指定起刀時，會發出警報 (PS0034) “唯有 G00/G01 能在 STUP/EXT BLK <在 G00/G01 以外進行了起刀/取消>”。

在起刀程式單節中無法指定工件座標系的切換 (G54~G59)。

起刀動作藉由參數 SUP (No.5003#0) 以及參數 SUV (No.5003#1) 的設定，可選擇下面所示的 3 種類型，即類型 A、類型 B、類型 C。但是，繞內邊時的動作，不會因類型而有所不同。

表5.4.1 (a) 起刀/取消的動作

| SUV | SUP    | 類型   | 動作                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|--------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0   | 0      | 類型 A | 輸出與起刀的下一個程式單節/取消的上一個程式單節垂直的補償向量。<br>                                                                                                       |
| 0   | 1      | 類型 B | 輸出與起刀的程式單節/取消的程式單節垂直的補償向量，以及交點向量。<br>                                                                                                      |
| 1   | 0<br>1 | 類型 C | 起刀的程式單節/取消的程式單節為沒有移動的程式單節時，刀具沿著與起刀的下一個程式單節/取消的上一個程式單節垂直的方向移動相當於刀具徑/刀尖 R 補償量的距離。<br> <p>若是有移動的程式單節，則根據參數 SUP 的設定，0 時成為類型 A，1 時成為類型 B。</p> |

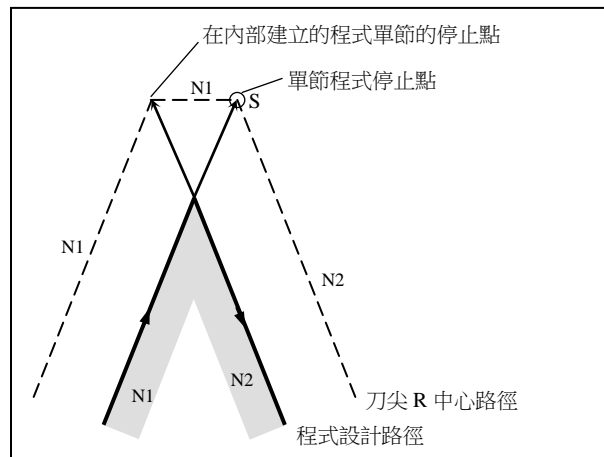
#### - 讀入刀尖 R 補償模式中的輸入指令

在刀尖 R 補償模式下，在接收到取消指令之前，不管是否存在具有移動的程式單節，通常讀入 3 個程式單節，藉由參數 (No.19625) 設定，則最多可以讀入 8 個程式單節的輸入指令，並進行交點計算和稍後將要描述的干涉碰撞檢查。要進行交點計算，至少必須讀入 2 個或更多個具有移動的程式單節。此外，要進行干涉碰撞檢查，至少必須讀入 3 個或更多個具有移動的程式單節。

如參數 (No.19625) 中的設定，讀入程式單節數越多，可以在越早的指令預測過切 (干涉)。但是，由於讀入後進行分析的程式單節數增多，讀入和分析操作需要較長時間。

#### - 參數 SBK (No.5000#0)

藉由設定參數 SBK (No.5000#0)=1，就可以在為了進行刀尖 R 補償而在內部建立的程式單節中執行單節程式停止。使用於包含刀尖 R 補償的程式的檢查。

**註釋**

在圖的 N1 程式單節中指定協助功能 (M 代碼) / 主軸功能 (S 代碼) / 刀具功能 (T 代碼) / 第 2 協助功能 (B 代碼) 時，在內部建立的程式單節停止點 (單節程式停止點以外) 停止時，不會受理 FIN。

**·圖中的符號**

下面說明在以後描述的圖中出現的符號含義。

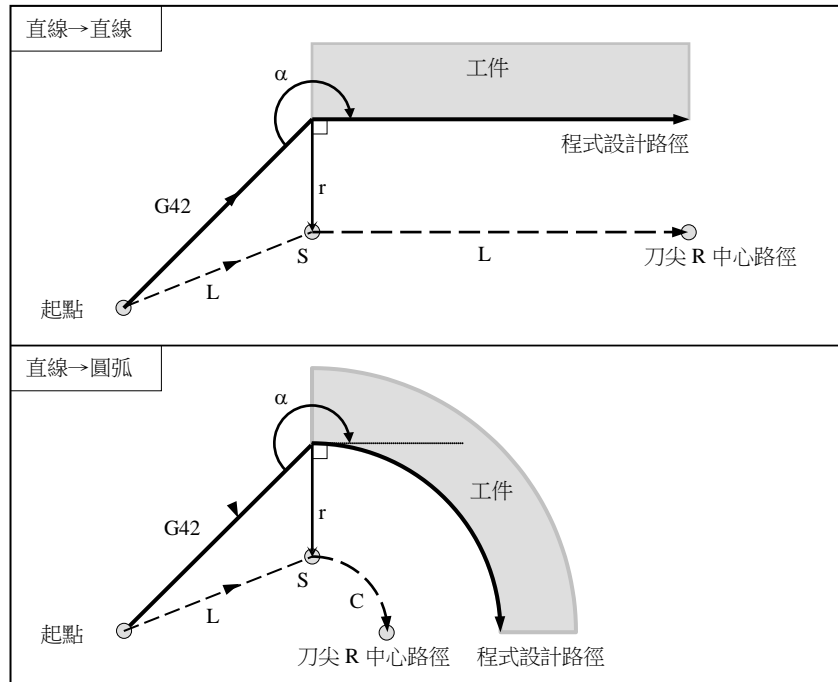
- S 表示執行 1 次單節程式的位置。
- SS 表示執行 2 次單節程式的位置。
- SSS 表示執行 3 次單節程式的位置。
- L 表示刀具沿直線移動。
- C 表示刀具沿圓弧移動。
- r 表示刀具徑補償量或刀尖 R 補償量。
- 交點表示在程式設計路徑偏移 r 後形成形狀時，2 個程式單節經偏移後的形狀的交點。
- ○ 表示刀尖 R 的中心。

## 5.4.2 起刀時的刀具移動

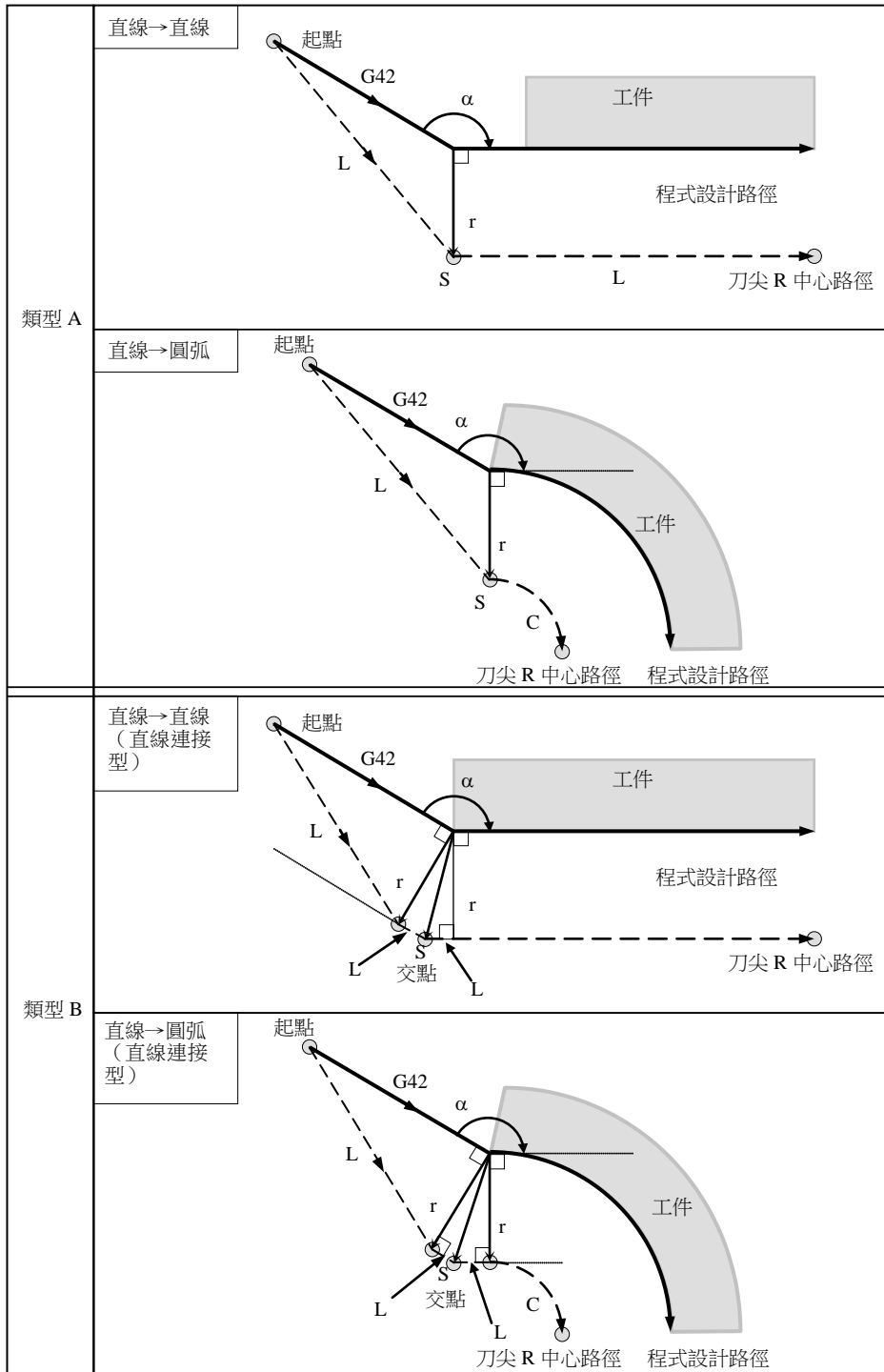
下面說明從偏移取消模式到進入偏移模式時的刀具移動（起刀）。

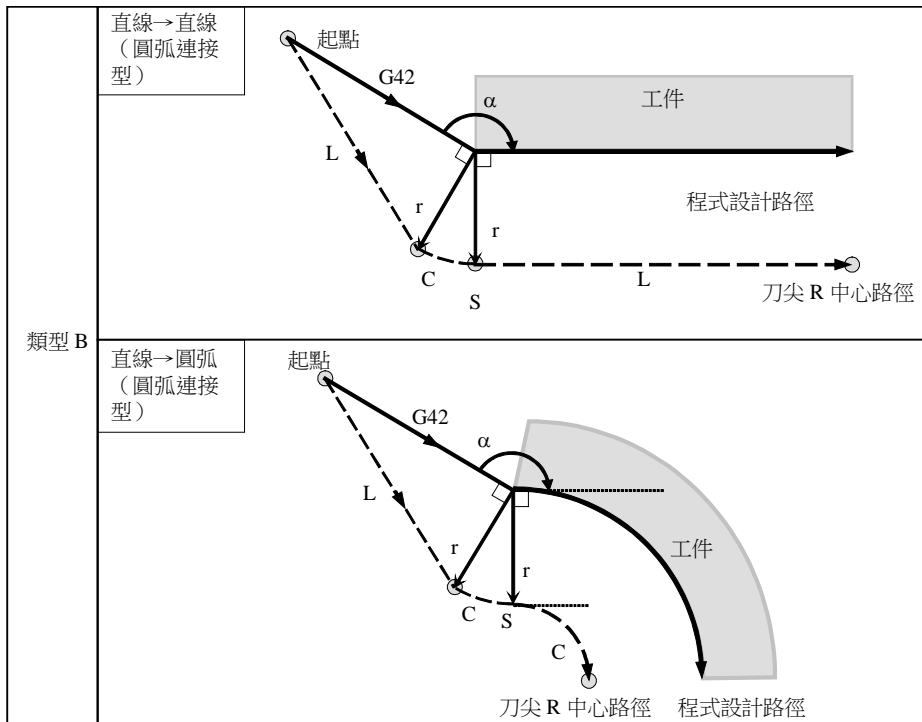
### 解釋

· 刀具繞內邊移動時 ( $180^\circ \leq \alpha$ )

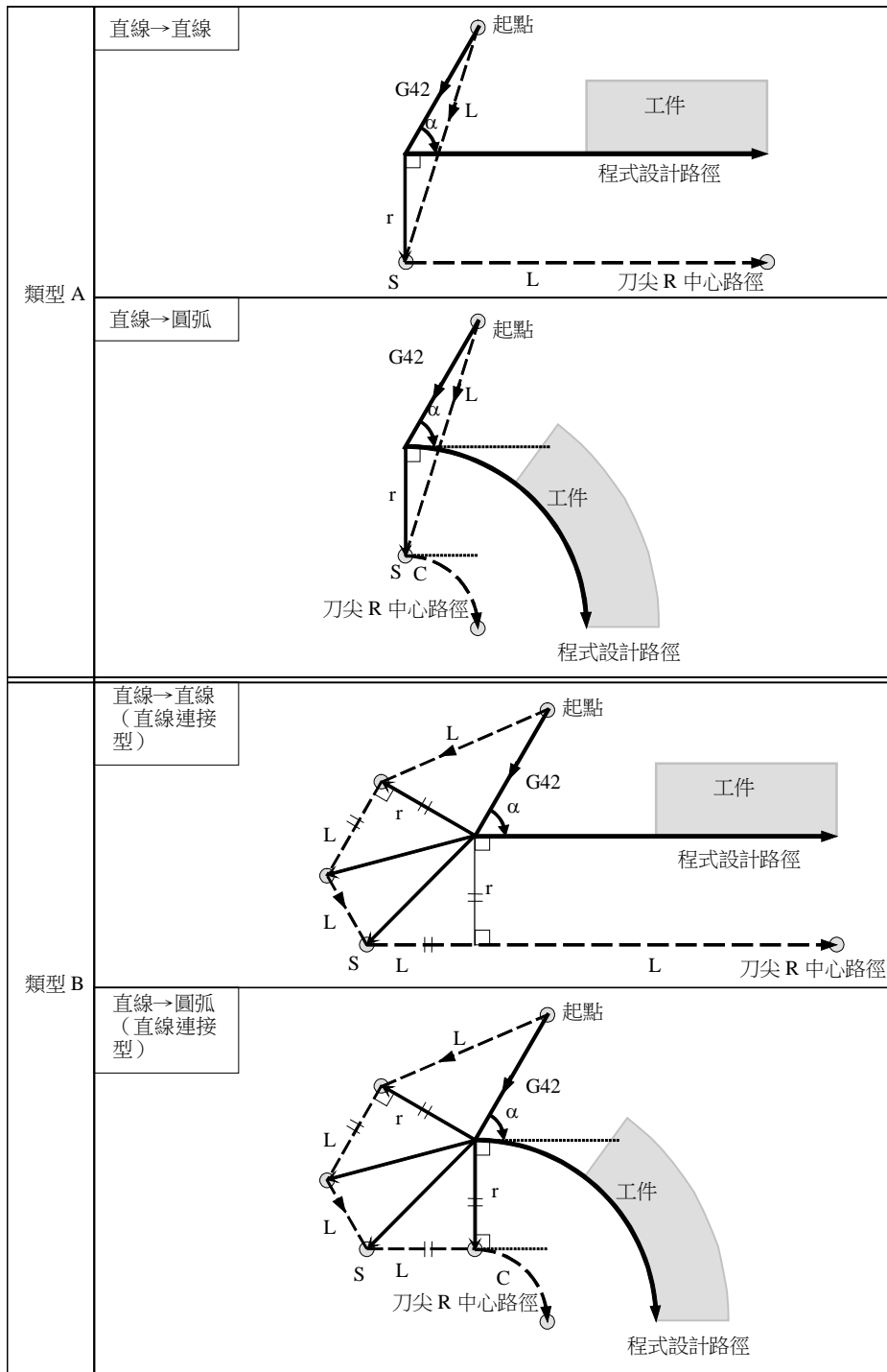


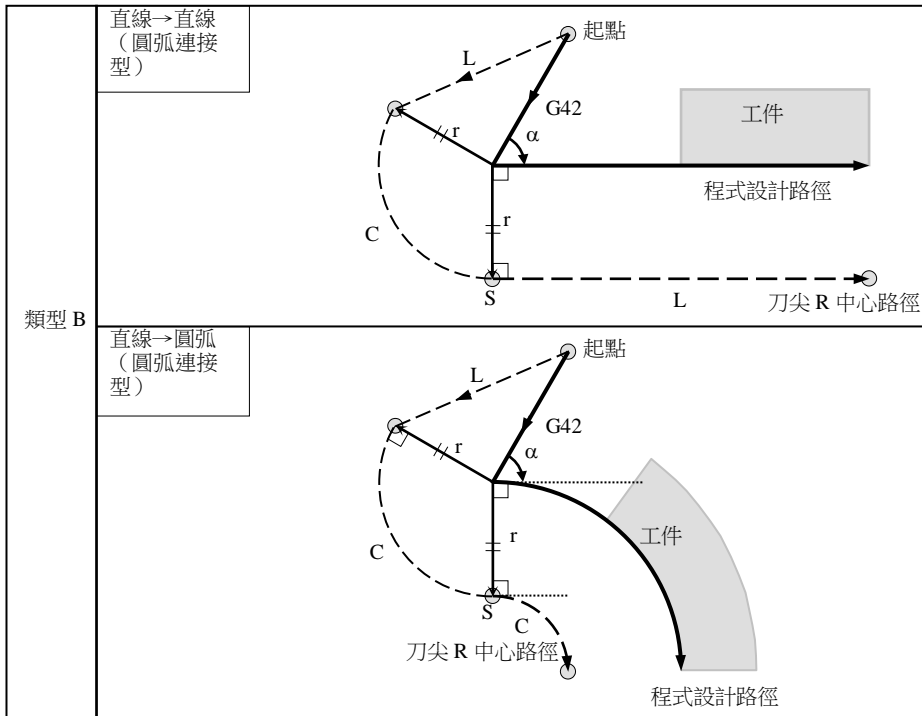
- 在具有移動的程式單節起刀，刀具繞鈍角外邊移動時 ( $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$ )  
 刀具路徑有 2 類，即 A 和 B；它們由參數 SUP (No.5003#0) 選擇。



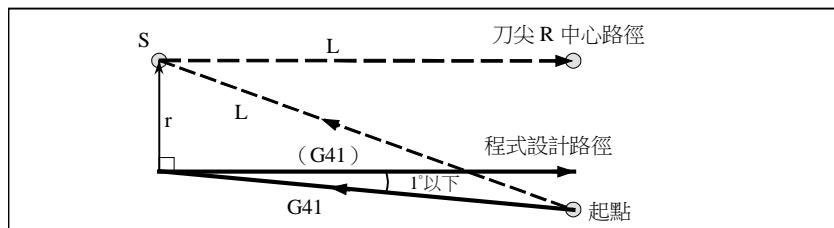


- 在具有移動的程式單節起刀，刀具繞銳角外邊移動時 ( $\alpha < 90^\circ$ )  
 刀具路徑有 2 類，即 A 和 B；它們由參數 SUP (No.5003#0) 選擇。





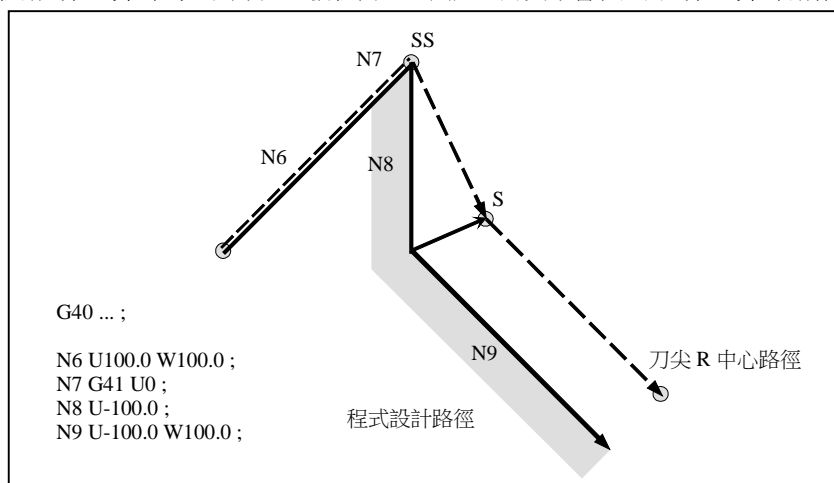
- 刀具繞小於 1° 的銳角外邊作直線→直線移動時 ( $\alpha < 1^\circ$ )



- 起刀時指定的無移動程式單節

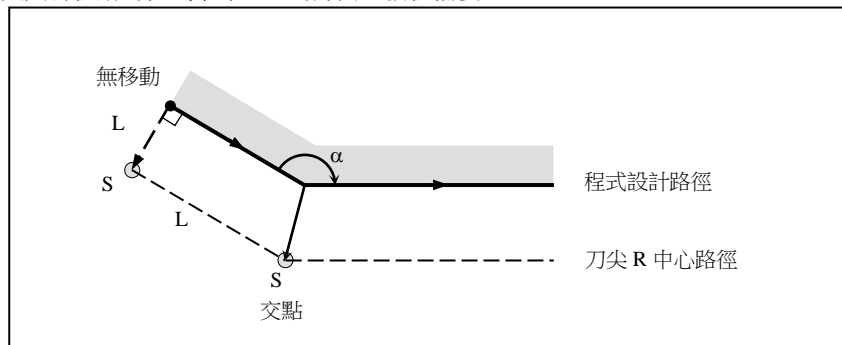
類型 A、類型 B 的情形

起刀時指定了沒有移動的程式單節時，則不建立偏移向量。因此，刀具不會在起刀的程式單節動作。



類型 C 的情形

刀具沿著起刀後面與具有移動的程式單節垂直的方向，偏移補償量。



### 5.4.3 偏移模式下的刀具移動

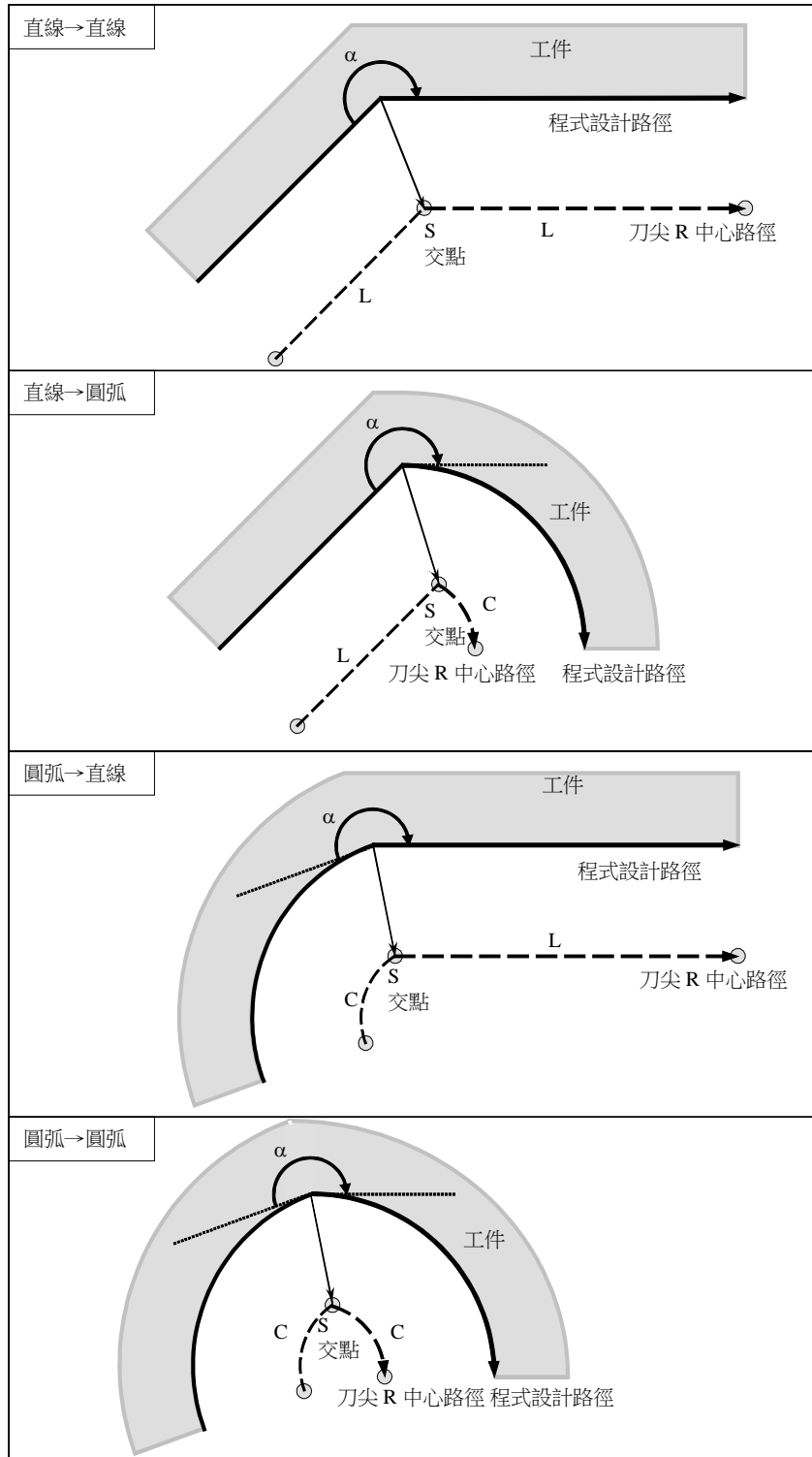
在偏移模式下，直線插補、圓弧插補自不待言，即使對於定位指令也同樣進行補償。要進行交點計算，至少必須讀入 2 個或更多個具有移動的程式單節。因此，在偏移模式下，藉由連續指定協助功能單獨指令、暫停等不伴隨移動的程式單節，在無法讀出具有移動的 2 個或更多個程式單節時，就難以進行交點計算，在某些情況下會導致過切或不充分切削。假設由參數 (No.19625) 確定的偏移模式中的讀入程式單節數為  $N$ ，已讀入的  $N$  程式單節中不伴隨移動的程式單節的指令數為  $M$ ，則可以進行交點計算的條件就成為  $(N-2) \geq M$ 。譬如，偏移模式中的最大讀入程式單節數為 5 時，即使指定 3 個沒有移動的程式單節，也照樣可以進行干涉碰撞檢查。

#### 註釋

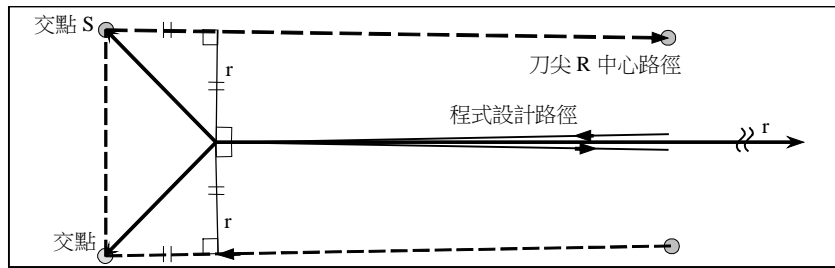
後述用於干涉碰撞檢查的必要條件與此有所不同。詳情請參閱干涉碰撞檢查項目。

此外，在指定了抑制緩衝的 G 代碼或 M 代碼時，不可在執行該程式單節之前讀入後續的指令，這與參數 (No.19625) 的設定無關。這樣會造成不能進行交點計算，從而在某些情況下導致過切或者不充分切削，應予注意。

- 刀具繞內邊移動時 ( $180^\circ \leq \alpha$ )

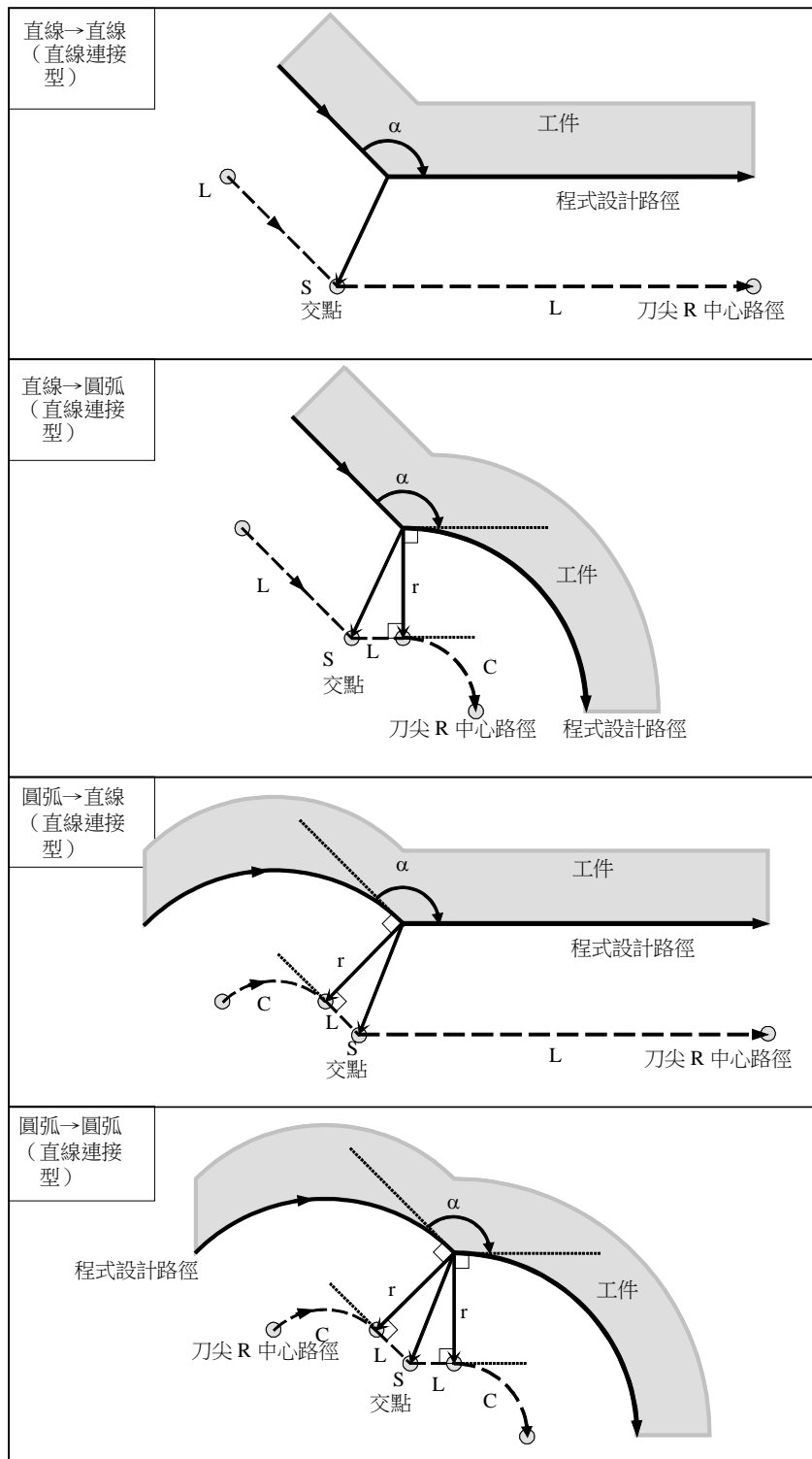


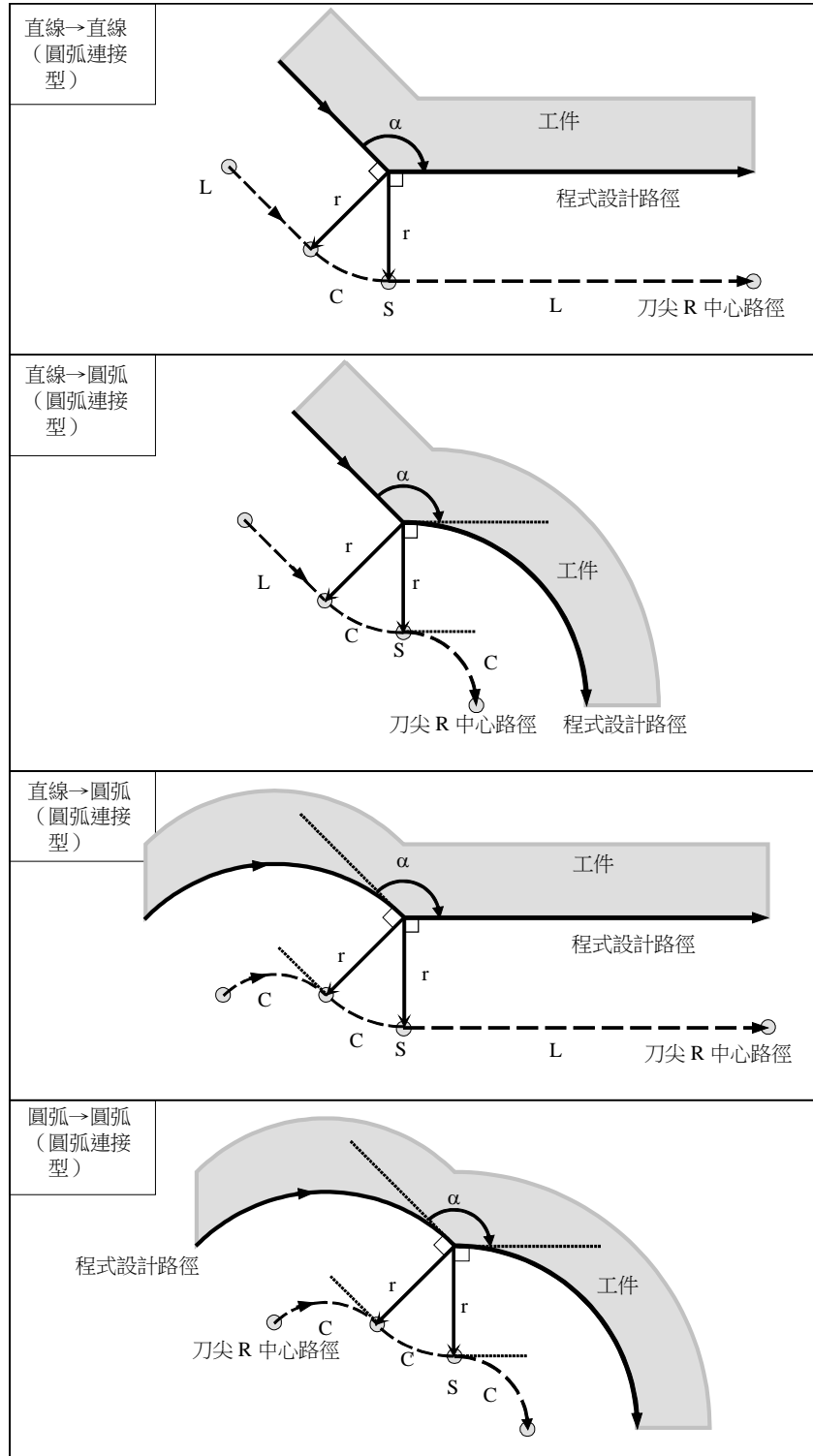
- 刀具繞小於  $1^\circ$  的內邊移動，偏移向量異常大時的直線→直線



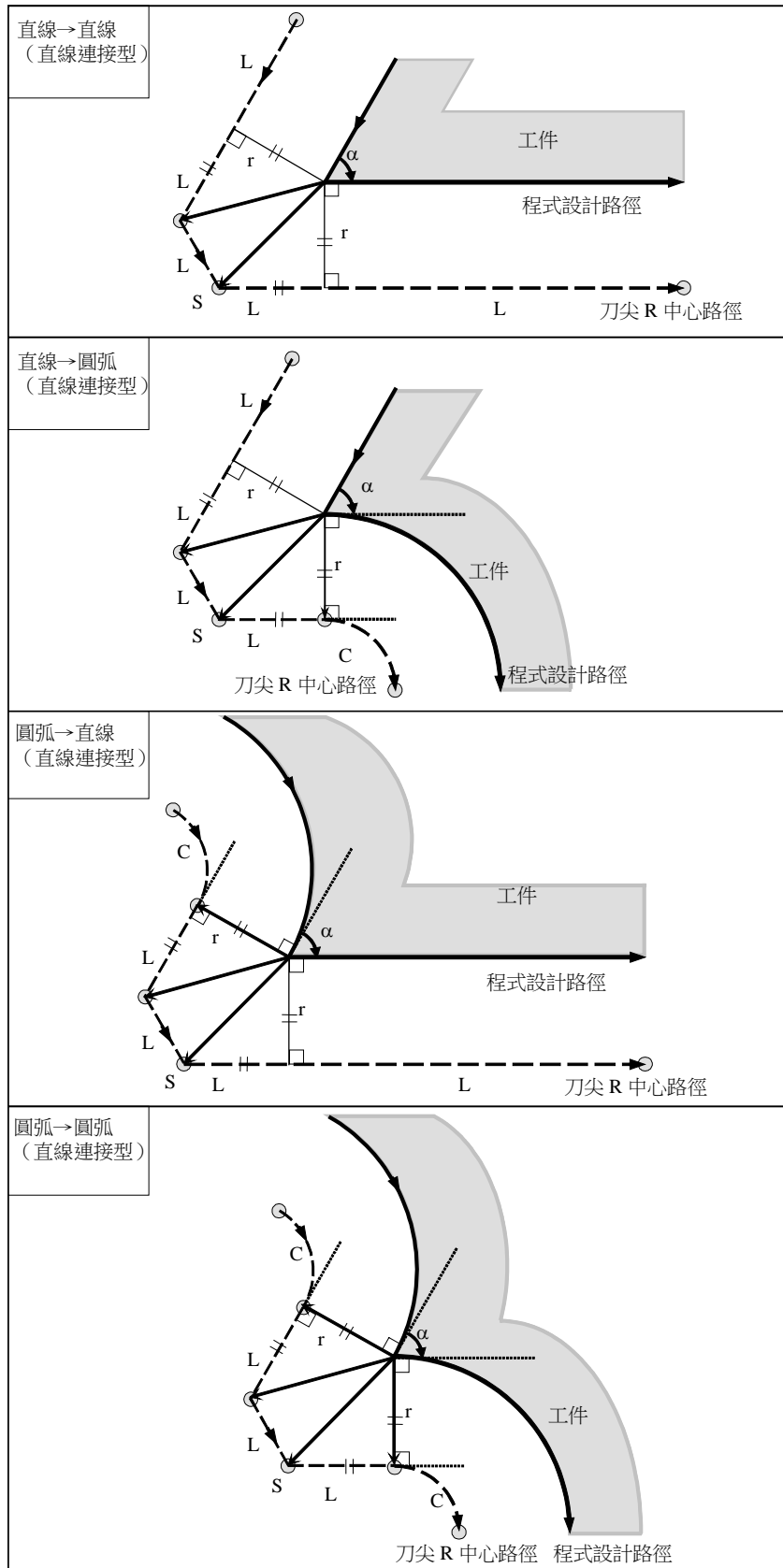
有關圓弧→直線、直線→圓弧、圓弧→圓弧的情形可由此類推。

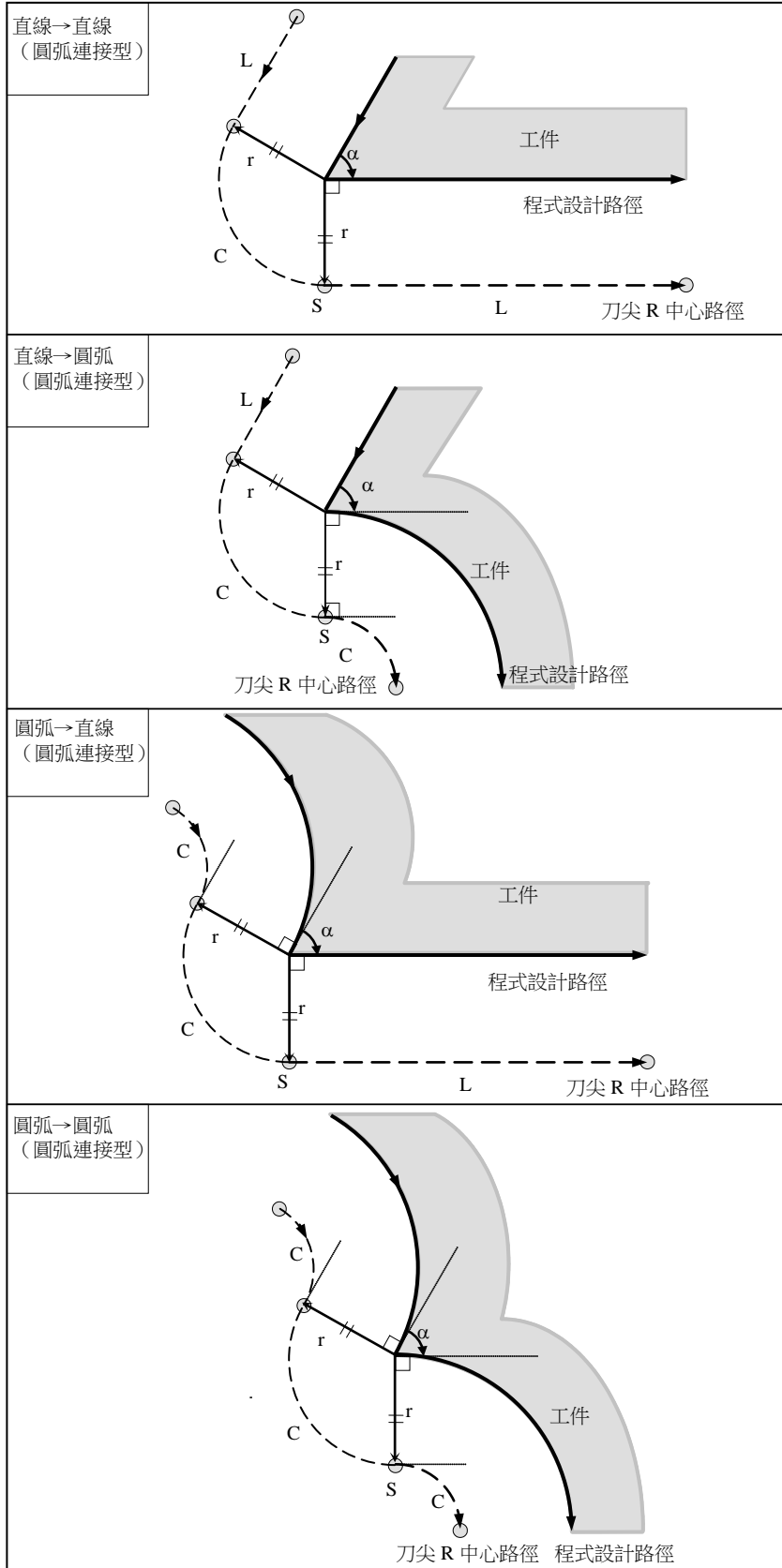
- 刀具繞鈍角外邊移動時 ( $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$ )





- 刀具繞銳角外邊移動時 ( $\alpha < 90^\circ$ )





## - 例外情況

## 圓弧的終點不在圓弧上時

如圖 5.4.3 (a) 所示，圓弧的終點不在圓弧上時，系統假設刀尖 R 補償是相對於一個假想圓進行，該假想圓通過圓弧終點，以圓弧中心為中心，根據這種假設，系統建立一個向量，並進行補償。“圓弧→圓弧”的情況也相同。

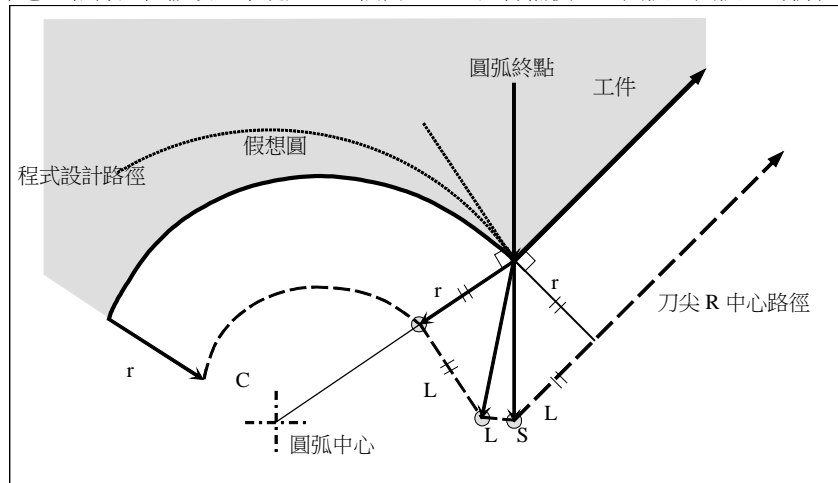


圖5.4.3 (a)

## 不存在內邊的交點時

即使在刀具徑補償量或刀尖 R 補償量足夠小時，在偏移路徑上存在圓弧的交點 P，但如果刀具徑補償量或刀尖 R 補償量增大，交點 P 可能就不再存在。此時，在上一個程式單節的終點，會發出警報 (PS0033) “在 G41/G42 沒有交点 <G41/G42 無交點>”，刀具停止。

譬如，即使在圖 5.4.3 (b) 中刀具徑補償量或刀尖 R 補償量足夠小時，沿圓弧 A 和圓弧 B 已偏移的路徑在交點 P 相交，但如果刀具徑補償量或刀尖 R 補償量增大，該交點就不會形成。

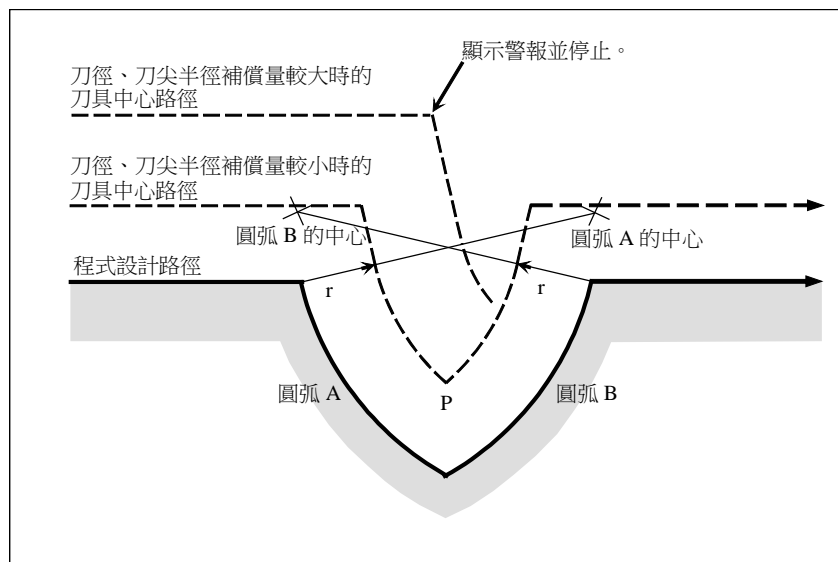
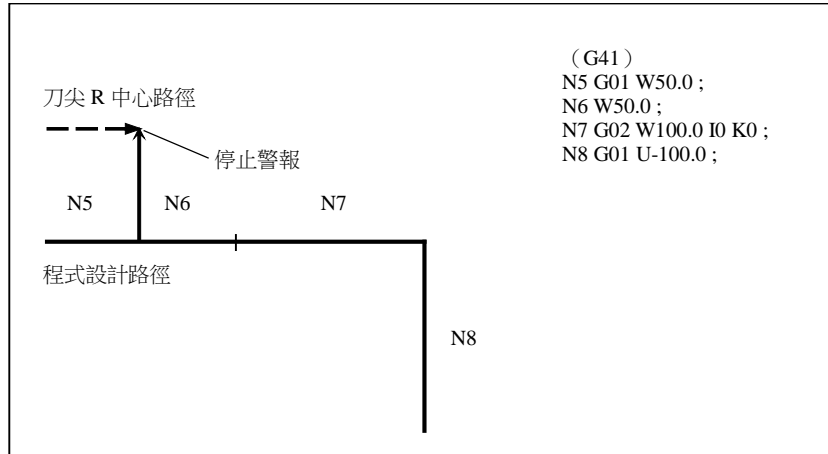


圖5.4.3 (b)

## - 圓弧的中心與起點或終點重合

如果圓弧的中心與起點或終點重合，則會發出警報 (PS0041) “G41/G41 干涉發生 <在 G41/G42 發生過切>”，刀具將停在上一個程式單節的起點位置。



#### - 偏移模式下改變偏移方向

偏移方向根據刀具徑補償或刀尖 R 補償的 G 代碼 (G41、G42) 和刀具徑補償量或刀尖 R 補償量的符號，按照如下方式決定。

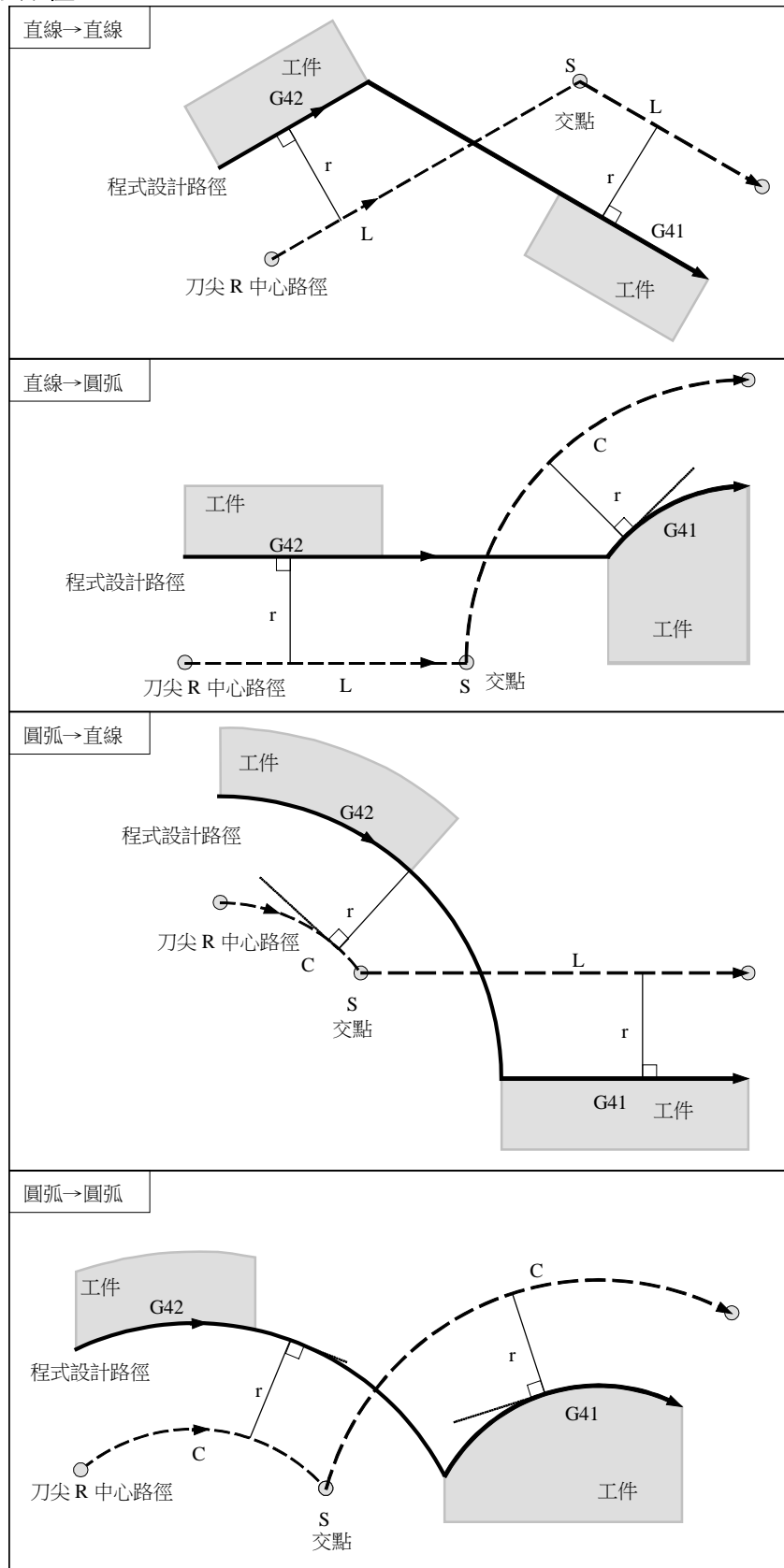
| G 代碼 | 刀具徑補償或刀尖 R 補償量的符號 |      |
|------|-------------------|------|
|      | +                 | -    |
| G41  | 左邊偏移              | 右邊偏移 |
| G42  | 右邊偏移              | 左邊偏移 |

在偏移模式下，可改變偏移方向。

若改變了偏移方向，則會在上一個程式單節的刀尖 R 中心路徑和已改變的程式單節的刀尖 R 中心路徑的交點處建立一個向量。

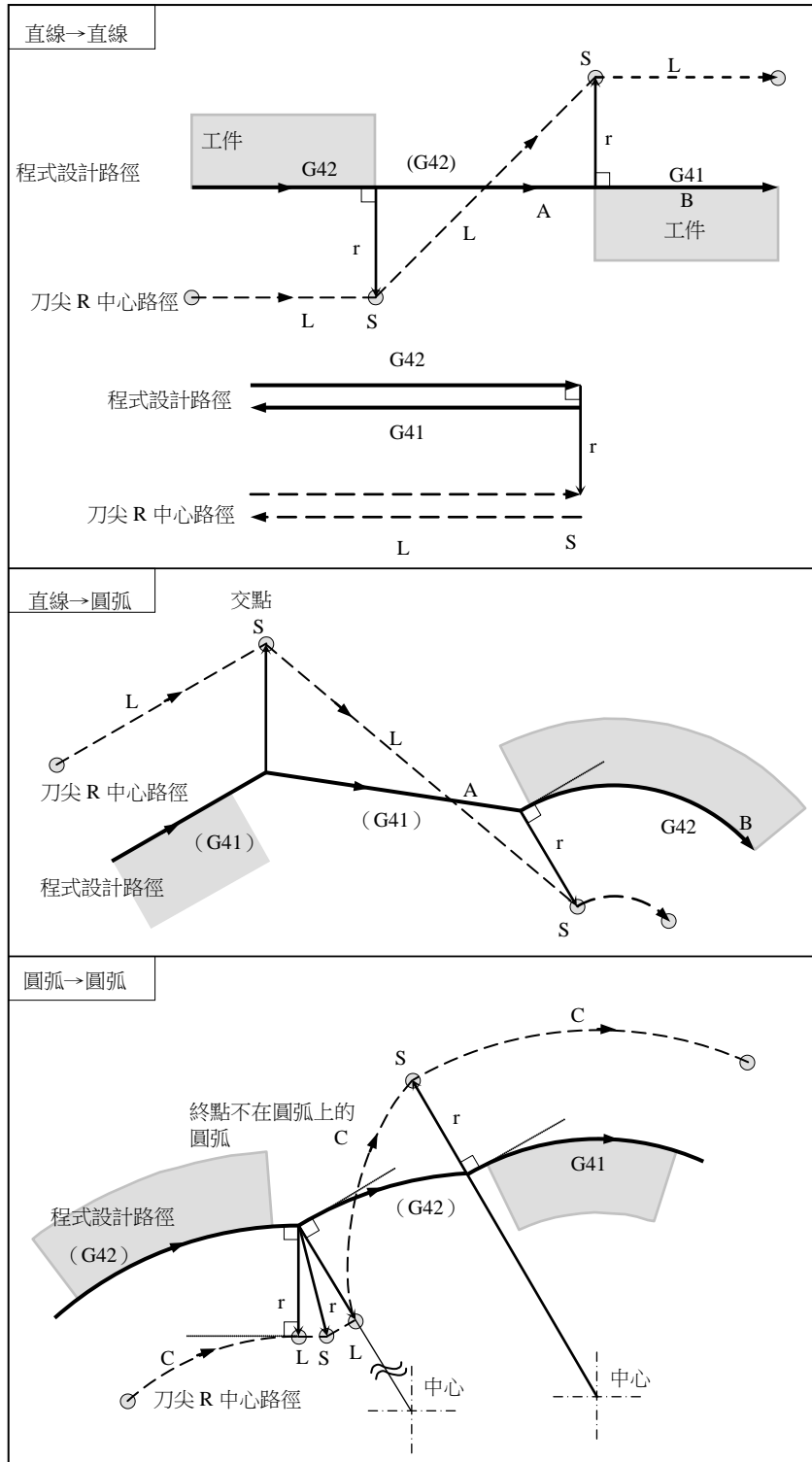
但是，在起刀的程式單節和它後面的程式單節中，不能改變偏移方向。

- 具有交點的偏移路徑



- 沒有交點的偏移路徑

當用 G41、G42 將偏移方向由程式單節 A 改變為程式單節 B 時，如果沒有交點，則會建立一個與程式單節 B 的起點垂直的向量。



大於 1 周的圓弧

一般的交點幾乎不可能產生這種情況，然而，當藉由切換 G41、G42 而切換方向時，或當用後述的位址 I、J、K 指定一個 G40 時，就有可能出現這種情況。

在圖 5.4.3 (c) 中，不用大於一周的圓弧來進行刀具徑補償，而是從 P<sub>1</sub> 至 P<sub>2</sub> 構成一個圓弧。根據情況，有時會因後述的“干涉碰撞檢查”而發生警報。

要執行大於一周的圓弧，該圓弧必須分段指定。

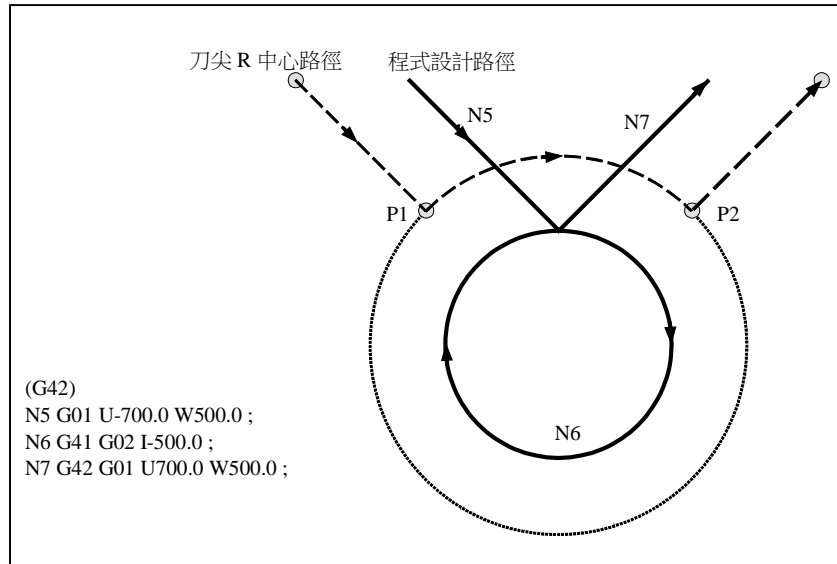


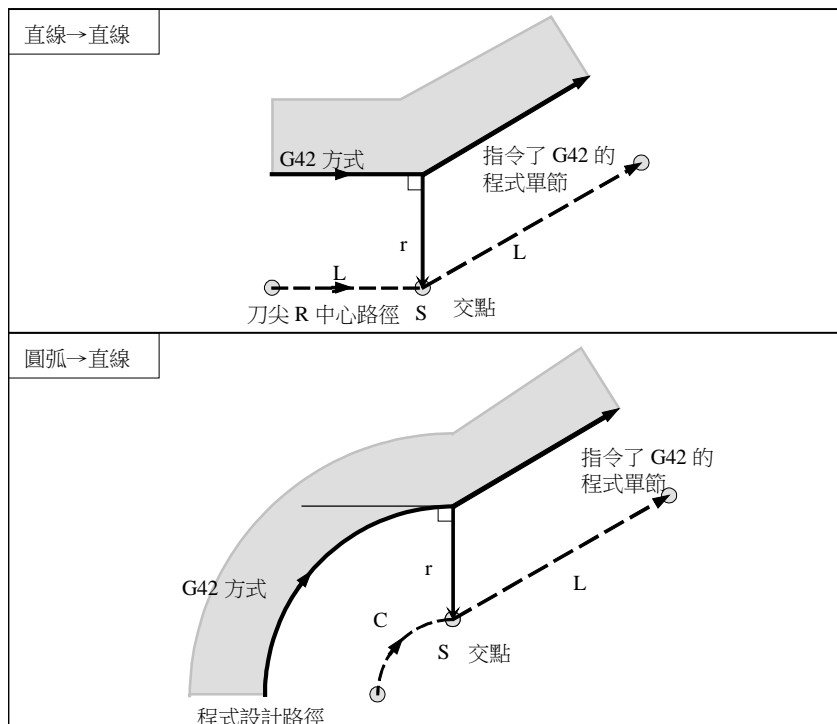
圖5.4.3 (c)

- 在偏移模式下的刀尖 R 補償 G 代碼指令

藉由獨立使用偏移模式的刀尖 R 補償 G 代碼 (G41、G42) 指令，可如下使偏移向量與上一個程式單節中的移動方向形成直角，不管是加工內邊或者是加工外邊。

如果該代碼是用圓弧指令指定的，則不會得到正確的圓弧。

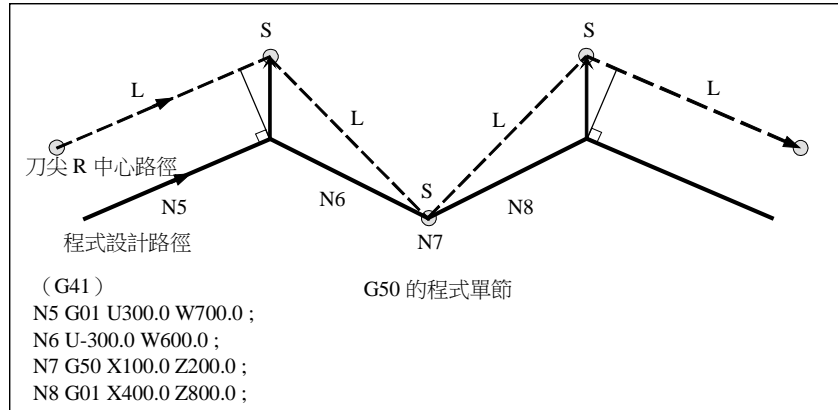
但是，在藉由指定刀尖 R 補償的 G 代碼 (G41、G42) 來改變偏移方向時，請參閱本節中的“偏移模式下改變偏移方向”。



### - 暫時取消向量的指令

在使用偏移模式期間，如果指定 G50（工件座標系設定）或 G52（局部座標系設定），則偏移向量會暫時取消，然後自動恢復到偏移模式。

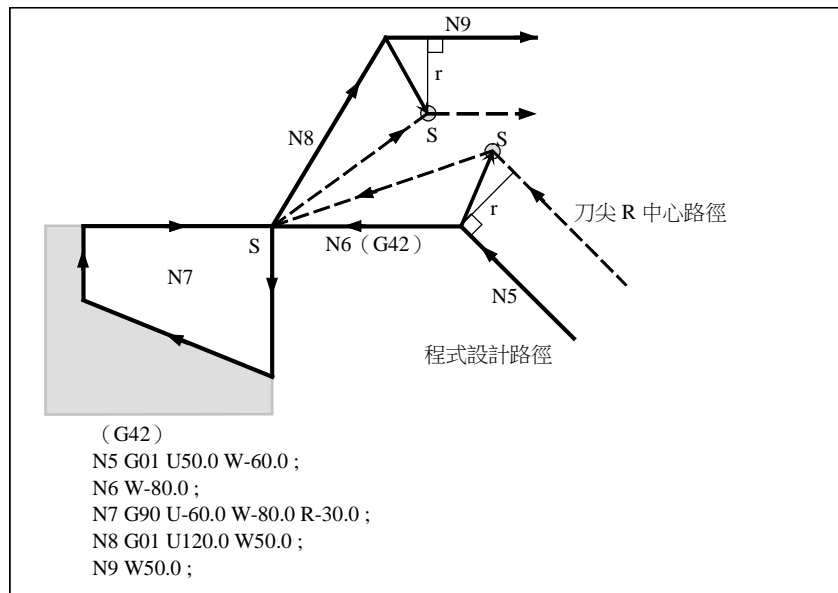
在這種情況下，不會進行偏移取消的動作，刀具直接從交點向量移動到沒有向量的點（即程式指定的點）。恢復到偏移模式時，刀具也同樣直接移動到交點。



指定 G28（返回參考點）、G29（從參考點返回）、G30（返回第 2、第 3、第 4 參考點）、G53（機械座標系選擇）指令前，請藉由 G40 取消偏移模式。在偏移模式下指定上述指令時，偏移向量暫時消失。

### - 單一型固定循環（G90、G92、G94）和複合形固定循環（G71~G76）

與固定循環相關的刀尖 R 補償，請參閱“關於刀尖 R 補償的注意事項”。



### - 在 G00/G01 模式的程式單節中指定了 I、J、K 時

在開始刀尖 R 補償時或處在該模式下，藉由在定位模式（G00）或直線插補模式（G01）的程式單節中指定 I、J、K，即可使該程式單節終點位置的補償向量與由 I、J、K 所指定的方向垂直。由此，就可以有意識地改變補償方向。

### - IJ 型向量（XY 平面）

下面就補償平面在 XY 平面（G17 模式）下建立的補償向量（IJ 型向量）進行說明。（有關 G18 平面的 KI 型向量、G19 平面的 JK 型向量也可以此類推。）如圖 5.4.3（d）、圖 5.4.3（e）所示，IJ 型向量對程式設計路徑不進行交點計算，而是將垂直於由 I 和 J 所指定方向的相當於補償量的向量作為補償向量。I 和 J 既可以在開始刀尖 R 補償時指定，也可以在該模式下指定。若在開始補償時進行指定，參數中所設定的起刀類型不管屬於哪種類型都無效，採用 IJ 型向量。

### - 偏移向量的方向

處在 G41 模式時，將由 I、J、K 所指定方向作為假想的刀具前進方向，而在與其垂直的左側建立一個偏移向量。

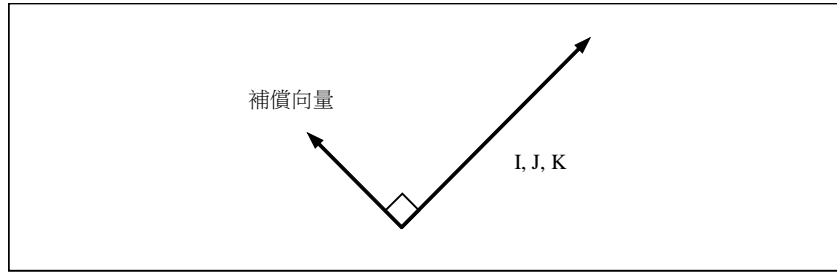


圖5.4.3 (d)

處在 G42 模式時，將由 I、J、K 所指定方向作為假想的刀具前進方向，而在與其垂直的右側建立一個偏移向量。

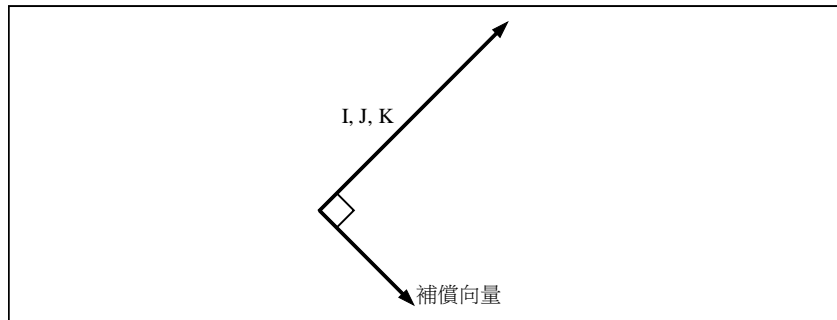


圖5.4.3 (e)

例

補償開始時（有移動）指令了 I、J 時

```

(G40)
N10 G41 U100.0 W100.0
 K1 T0101 ;
N20 G04 X1000 ;
N30 G01 F1000 ;
N40 S300 ;
N50 M50 ;
N60 W150.0 ;

```

註釋) 在 N10 上透過 K1，對 Z 軸垂直方向指令了 T1 大小的向量

The diagram shows a tool path starting at N10. A dashed line represents the "刀尖 R 中心路徑" (Tool Tip R Center Path) and a solid line represents the "程式設計路徑" (Programmed Path). The path moves from N10 to N20, then to N30, and finally to N60. A vertical vector labeled T1 is shown at the start of the path, indicating the compensation offset.

補償開始時（無移動）指令了 I、J 時

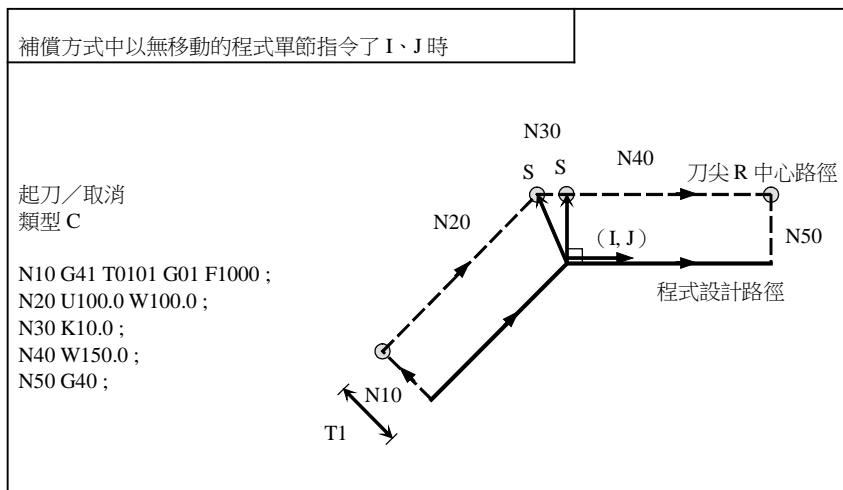
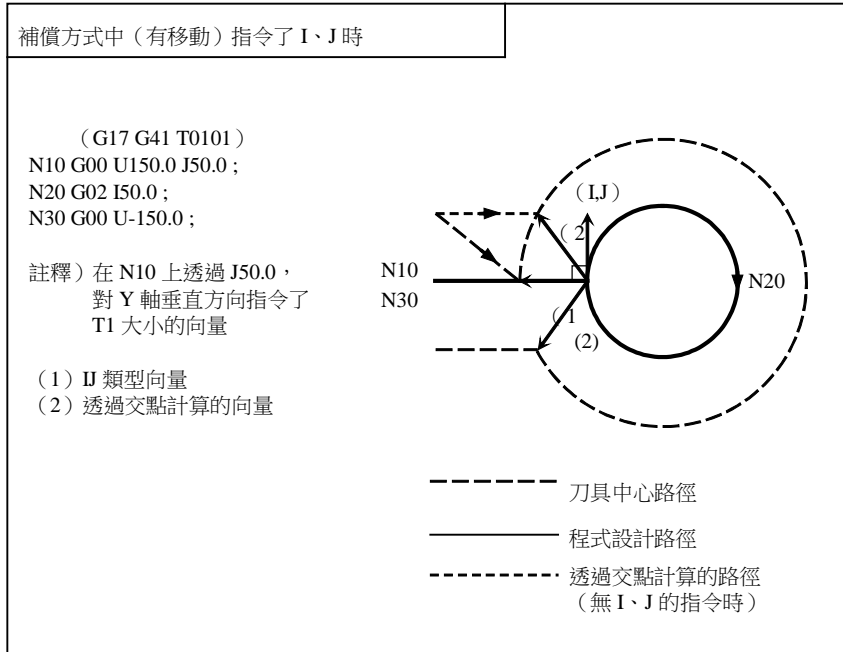
```

(G40)
N10 G41 K1 T0101 ;
N20 U100.0 W100.0 ;
N30 W150.0 ;

```

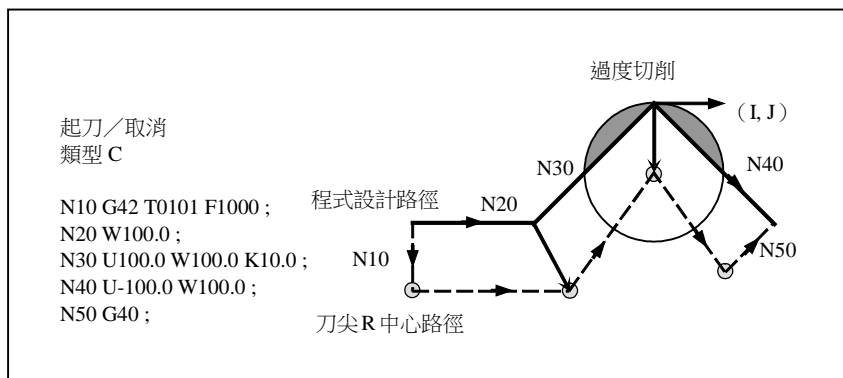
註釋) 在 N10 上透過 K1，對 Z 軸垂直方向指令了 T1 大小的向量

The diagram shows a tool path starting at N10. A dashed line represents the "刀尖 R 中心路徑" (Tool Tip R Center Path) and a solid line represents the "程式設計路徑" (Programmed Path). The path moves from N10 to N20, then to N30, and finally to N30. A vertical vector labeled T1 is shown at the start of the path, indicating the compensation offset.



**限制事項**

指定 II 型向量時，根據方向，在某些情況下可能會在該向量發生刀具干涉。在這種情況下，系統不會發出干涉警報，也不會執行干涉避開的操作。因此，有時會產生過切。



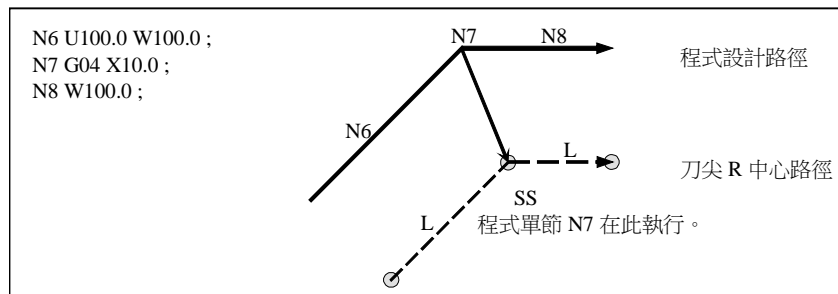
### - 沒有移動的程式單節

下列程式單節叫做沒有移動的程式單節，在這些程式單節中，刀具不會因為偏移而移動。

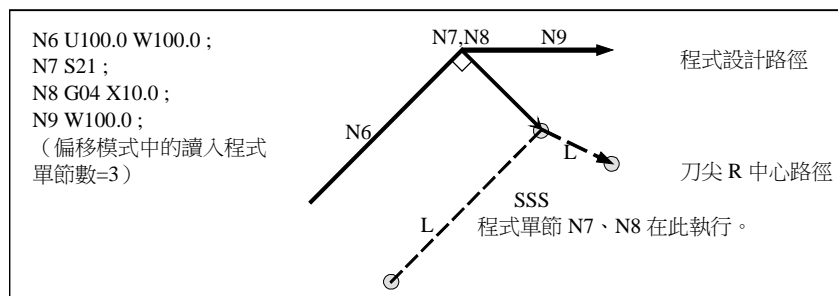
|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| M05 ;                   | : M 代碼輸出         |
| S21 ;                   | : S 代碼輸出         |
| G04 X10.0 ;             | : 暫停             |
| G22 X100000 ;           | : 設定加工區域         |
| G10 P01 X10 Z20 R10.0 ; | : 設定/改變刀尖 R 補償量  |
| (G18) Y200.0 ;          | : 偏移平面外的移動       |
| G98 ;, O10 ;, N20 ;     | : 僅限 G、O、N 代碼的指令 |
| U0 ;                    | : 行程為 0 的軸指令     |

### - 在偏移模式下指定的無移動程式單節

只要沒有在偏移模式下連續指定比 N-2 程式單節 (N 為偏移模式下的讀入程式單節數 (參數 (No.19625))) 更多的無移動程式單節，向量和刀尖 R 中心路徑都會按照通常方式設定，在單節程式停止點執行該程式單節。

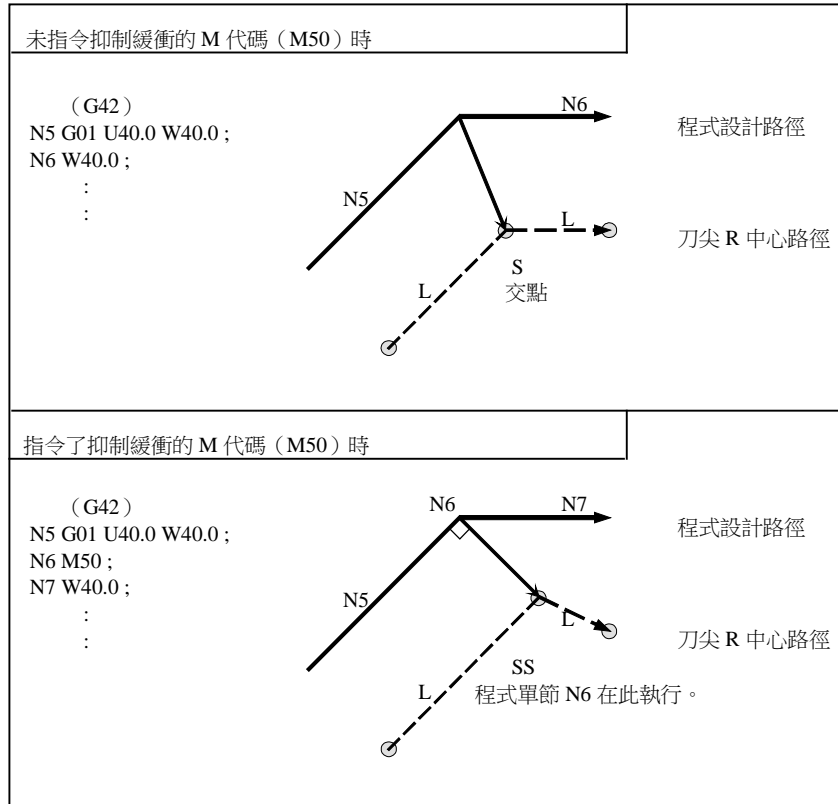


不得在偏移模式中連續指定比 N-2 程式單節 (N 為在偏移模式下的讀入程式單節數 (參數 (No.19625))) 更多的無移動程式單節。如果指定這樣的程式單節，會創建一個與上一個程式單節的移動方向垂直，且長度等於偏移量的向量。需要注意的是，當進行這樣的指定時，會造成過切。



### - 指定了抑制緩衝的 M 代碼/G 代碼指令時

在偏移模式中指定了抑制緩衝的 M 代碼/G 代碼時，不管參數(No.19625)確定的偏移模式中的讀入程式單節數是多少，都不能再讀入其後的程式單節並進行分析。因此，不能夠再進行交點計算和後述的干涉碰撞檢查。此時，由於會向上一個的程式單節輸出垂直向量，在某些情況下會產生過切。



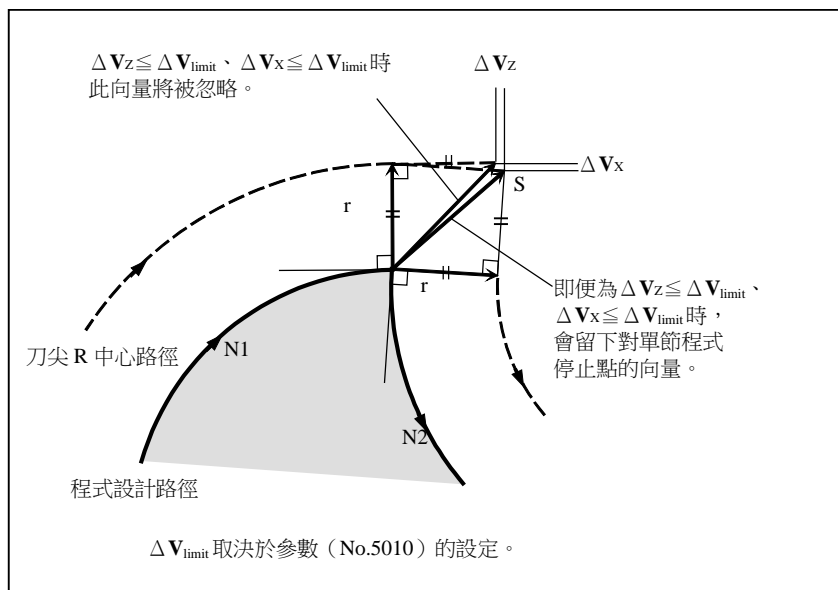
- 偏移模式中的工件座標系指令或局部座標系指令

指令局部座標系 (G52) 或者工件座標系 (G50) 時，在進行刀尖 R 補償 (G41/G42) 中，會將 G52、G50 作為抑制緩衝的 G 代碼。在執行 G52、G50 的程式單節之前，不執行之後的程式單節。

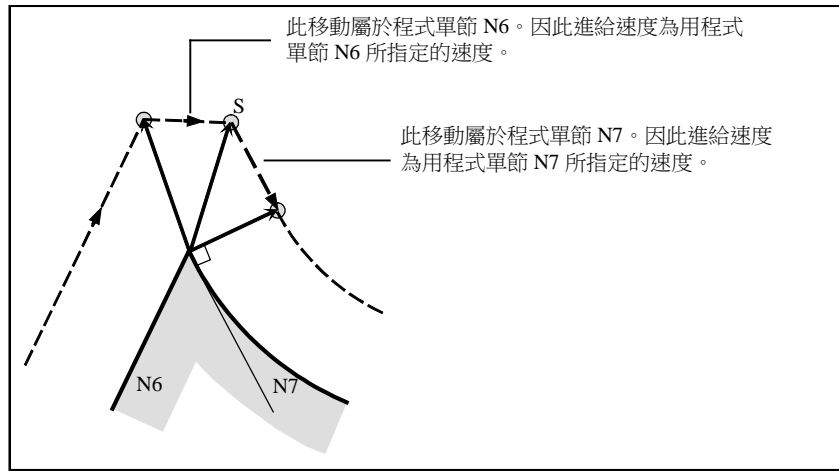
- 轉角移動

在一個程式單節的終點建立 2 個或更多個偏移向量時，刀具會從一個向量線性移動到另一個向量。這種移動稱為轉角移動。

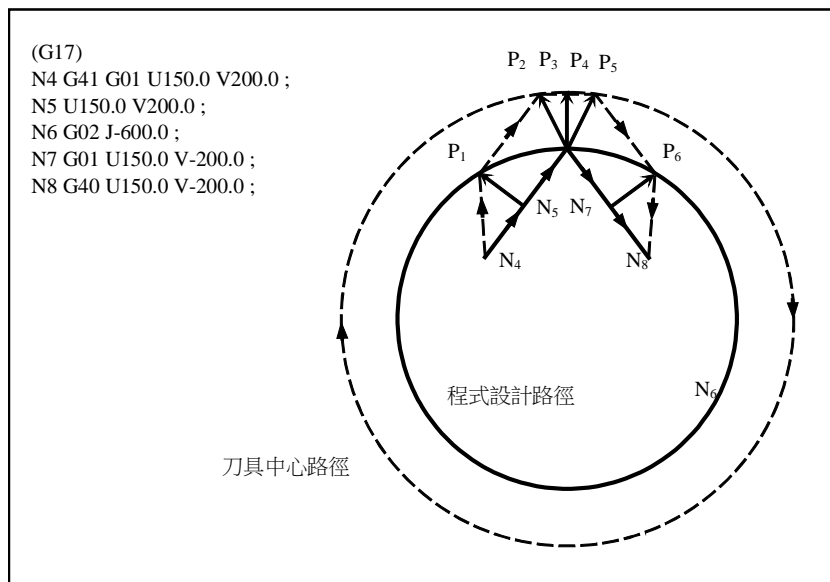
向量幾乎一致時 (根據參數 (No.5010) 的設定，該向量間的轉角移動的距離被判定為較短時)，不執行轉角移動。此時，至單節程式停止點的向量優先留下，除此之外的向量被忽略。由此，可以忽略藉由進行刀尖 R 補償而產生的微小移動，防止由於緩衝的中斷而引起的速度變化。



若未判定向量幾乎一致（即沒有消除），則執行繞過轉角的移動。單節程式停止點之前的轉角移動屬於上一個程式單節，單節程式停止點之後的轉角移動屬於下一個程式單節。



但是，如果下一程式單節的路徑是半圓以上的圓弧，向量就不會被忽略。這主要是為了預防出現下列情況。



如果不忽略該向量，刀具路徑為  $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow$ （一周圓弧） $\rightarrow P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6$ ，而如果  $P_2-P_3$  的距離可忽略不計， $P_3$  被忽略，刀具路徑為  $P_2 \rightarrow P_4$ ，不到一周。

**- 手動運轉的干預**

有關在偏移模式下進行手動干預的情形，請參閱“手動絕對值 ON/OFF”（操作說明書（通用篇）/B-64694CT）。

## 5.4.4 偏移模式取消時的刀具移動

### 解釋

- 在具有移動的程式單節取消，刀具繞內邊移動時 ( $180^\circ \leq \alpha$ )

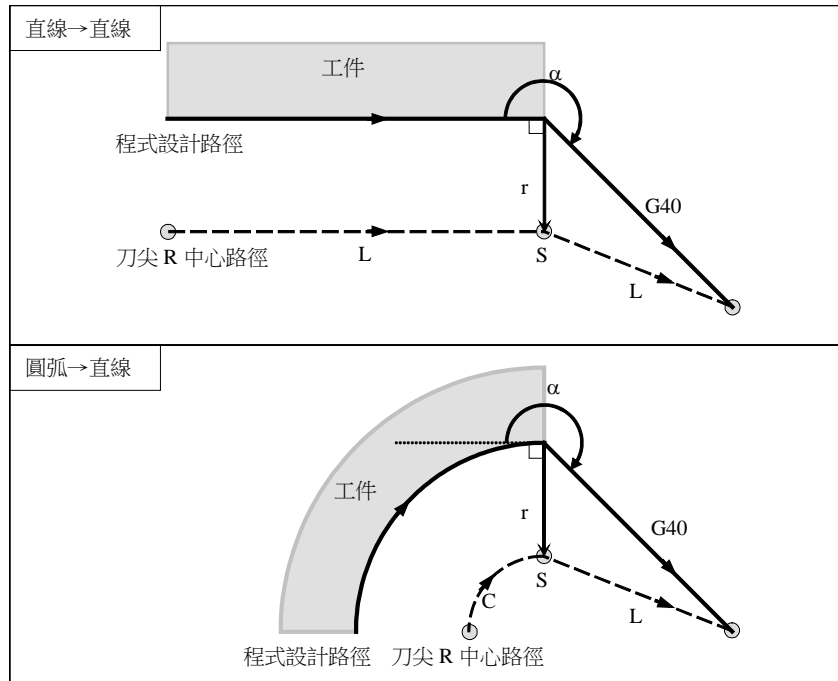
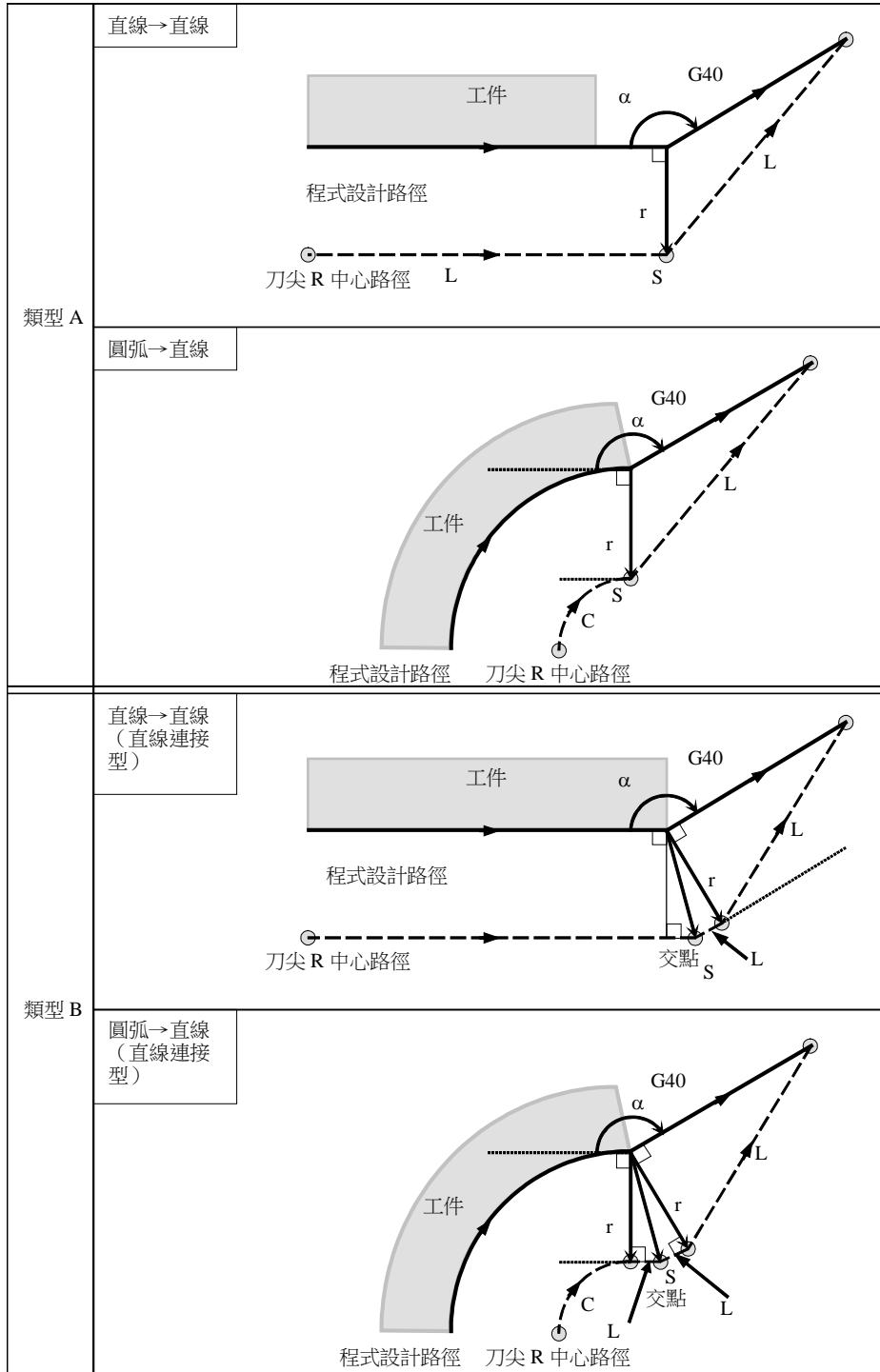


圖5.4.4 (a)

- 在具有移動的程式單節取消，刀具繞鈍角外邊移動時 ( $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$ )  
 刀具路徑有 2 類，即 A 和 B；它們由參數 SUP (No.5003#0) 選擇。



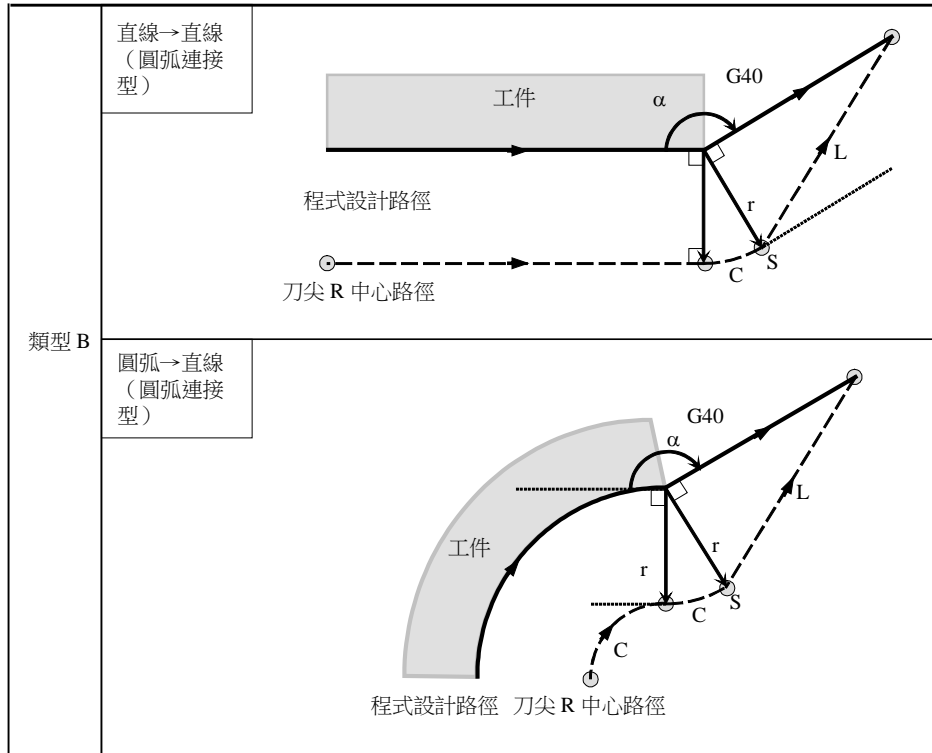
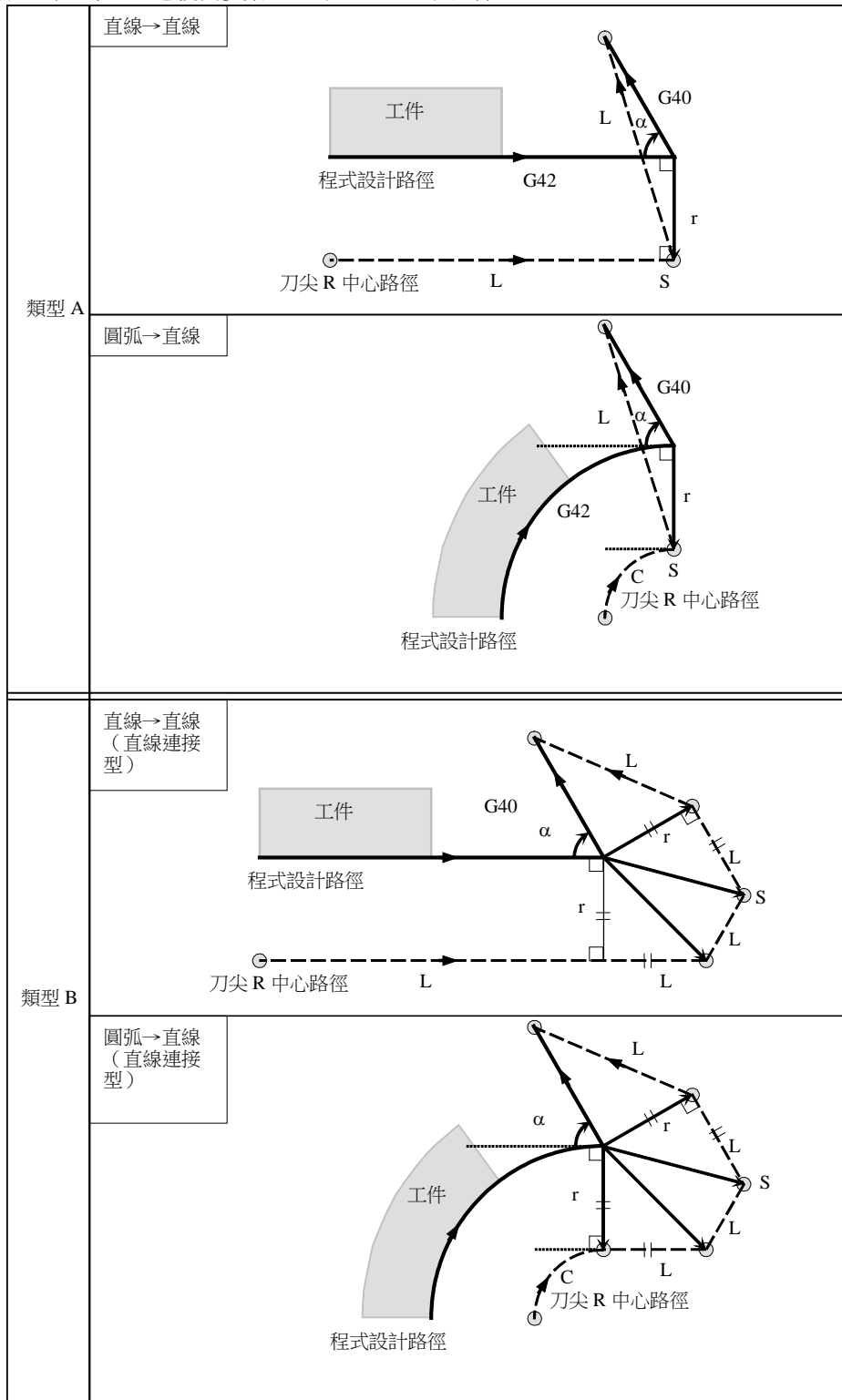


圖5.4.4 (b)

- 在具有移動的程式單節取消，刀具繞銳角外邊移動時 ( $\alpha < 90^\circ$ )  
 刀具路徑有 2 類，即 A 和 B；它們由參數 SUP (No.5003#0) 選擇。



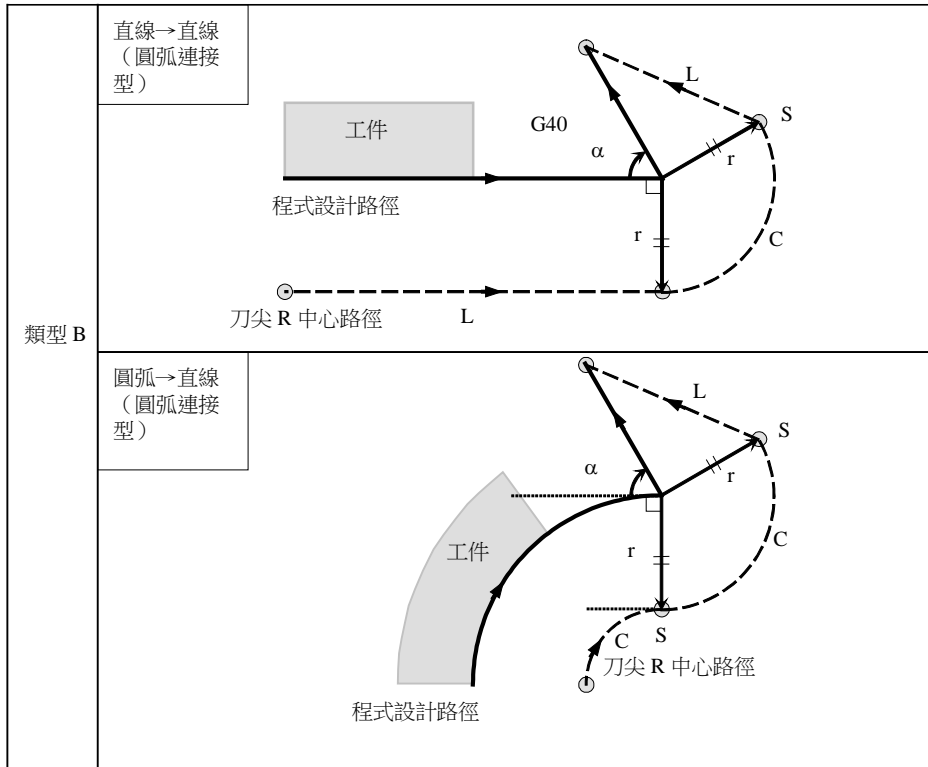


圖5.4.4 (c)

- 在具有移動的程式單節取消，刀具繞  $1^\circ$  以下的銳角外邊作直線→直線移動時 ( $\alpha \leq 1^\circ$ )

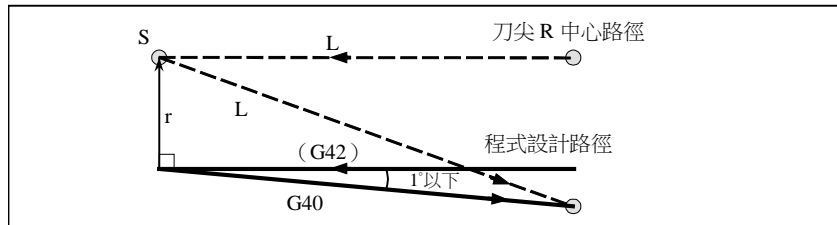


圖5.4.4 (d)

- 與偏移取消同時被指定的無移動程式單節

類型 A、類型 B 的情形

在取消程式單節之前的程式單節中，在垂直方向建立一個其值等於刀具徑補償或刀尖 R 補償量的向量。刀具不會在取消的程式單節中動作。其餘的向量與下一個移動指令一同被取消。

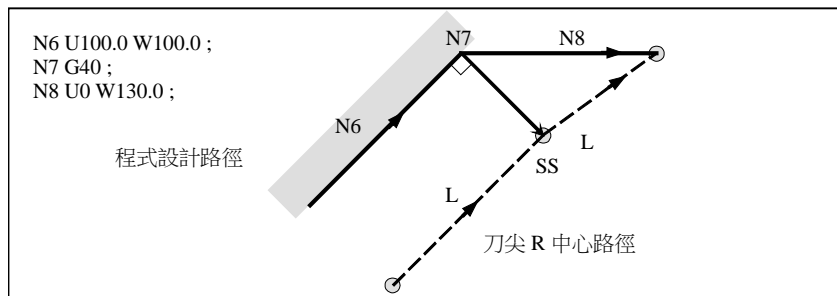


圖5.4.4 (e)

類型 C 的情形

刀具沿著與取消程式單節之前的程式單節垂直的方向，偏移補償量。

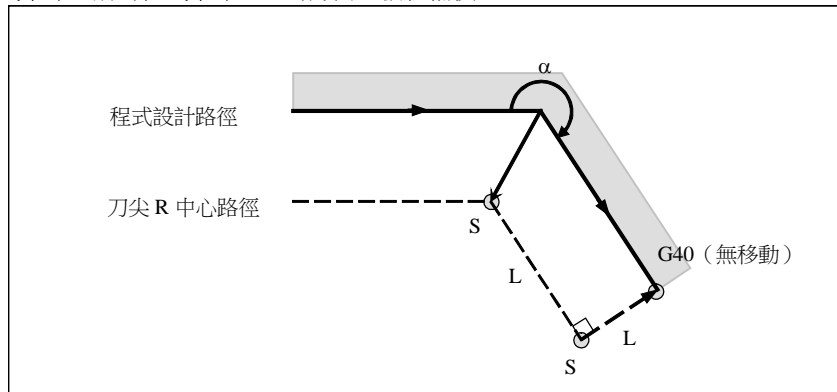


圖5.4.4 (f)

- G40 和 I, J, K 被指定的程式單節

前面的程式單節為 G41 或 G42 模式

如果在指定 G40 和 I, J, K 的程式單節之前為 G41 或 G42 模式，則系統認為已經指定從前面程式單節的終點到向量(I, J)、(I, K) 或 (J, K) 的方向。偏移方向與前面程式單節中的方向相同。

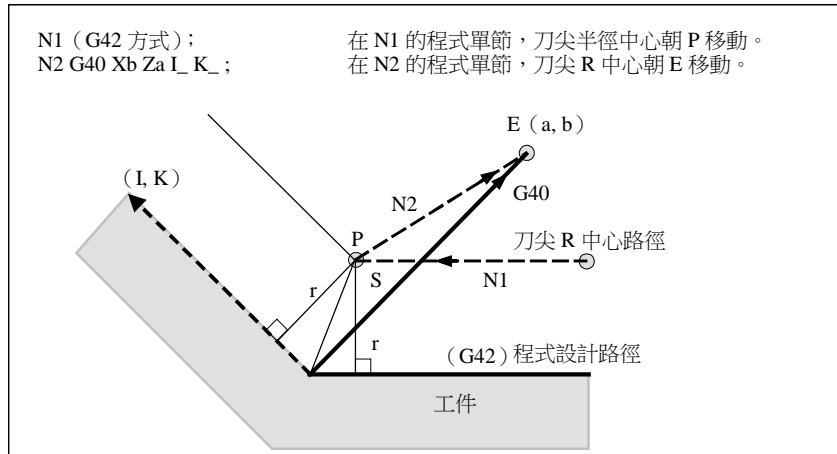


圖5.4.4 (g)

在這種情況下應注意，不管指定加工內邊還是加工外邊，CNC 都會計算一個交點。

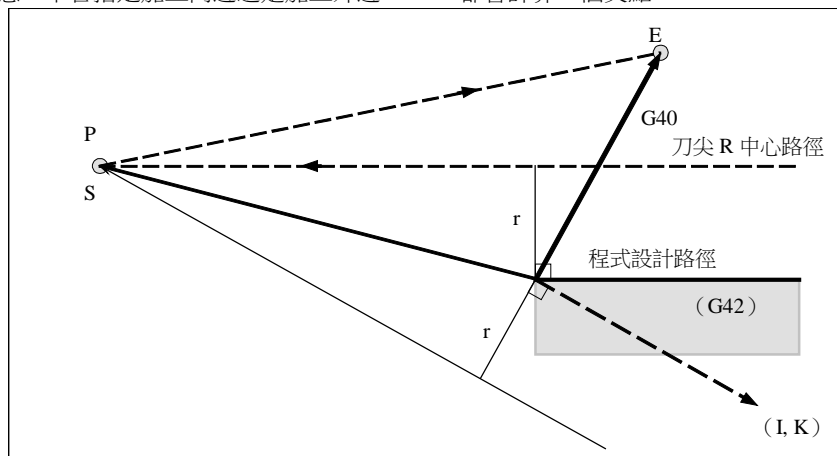


圖5.4.4 (h)

當得不到交點時，刀具移動到垂直於 G40 的前一個程式單節的位置。

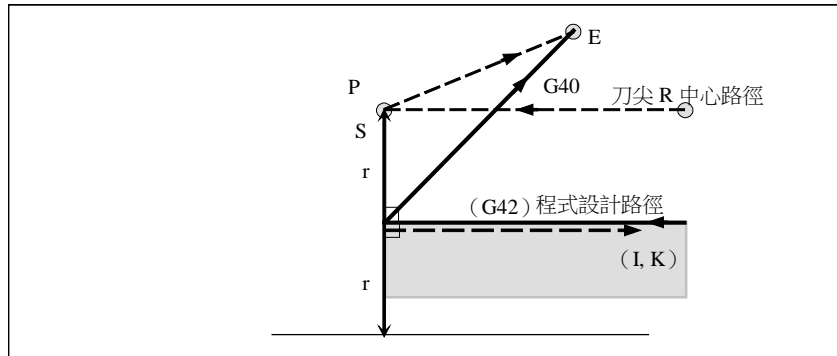


圖5.4.4 (i)

- 在 G40 和 I\_J\_K\_ 被指定的程式單節沒有移動指令，前面的程式單節為 G41 或 G42 模式

參數 GNI (No.5000#3) =0 時，系統會忽略 IJK 指令，移動到垂直於 G40 的前一個程式單節的位置。

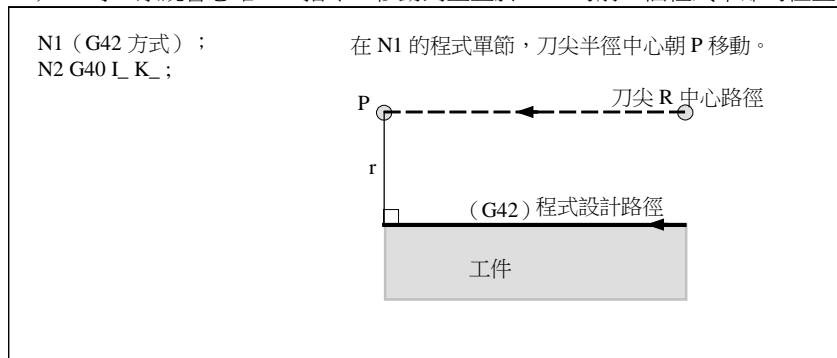


圖5.4.4 (j)

如果參數 GNI (No.5000#3) =1，則系統認為已經指定從前面程式單節的終點到向量 (I, J)、(I, K) 或 (J, K) 的方向。偏移方向與前面程式單節中的方向相同。

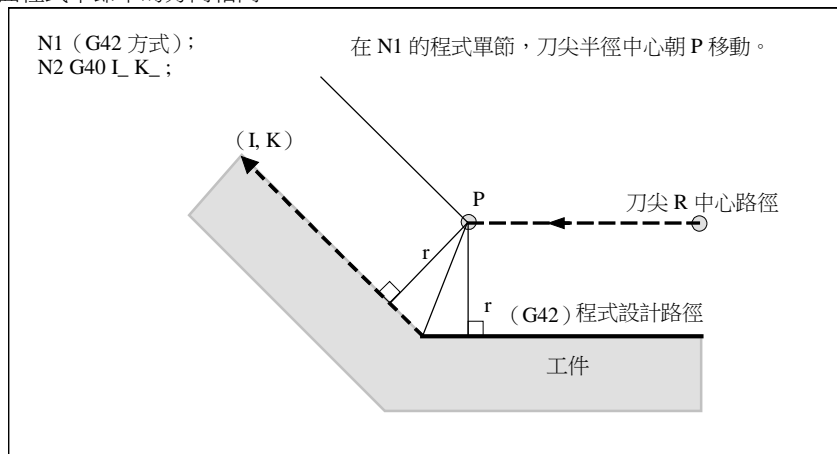


圖5.4.4 (k)

### - 一周以上的圓弧

在下列例子中，圓弧沒有成為一周以上，而是從  $P_1$  到  $P_2$  構成一個圓弧。

可能會由於後述的干涉檢查而引起警報。

為了產生一個一周以上的圓弧，應將圓弧分割後程式設計。

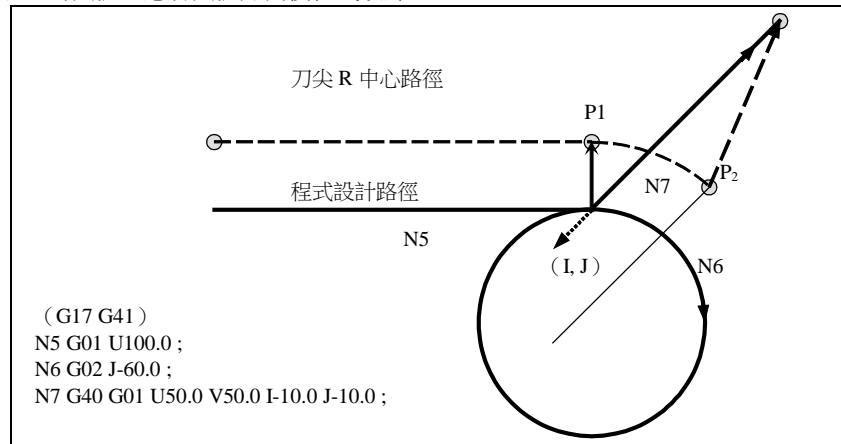


圖5.4.4 (1)

## 5.4.5 利用刀具徑補償或刀尖 R 補償來防止過切

### 解釋

#### - 加工小於刀尖直徑的溝槽

當刀尖 R 中心路徑由於刀尖 R 補償而逆著程式設計路徑移動時，會引起過切，在其之前的程式單節剛開始的位置發出警報並停止。

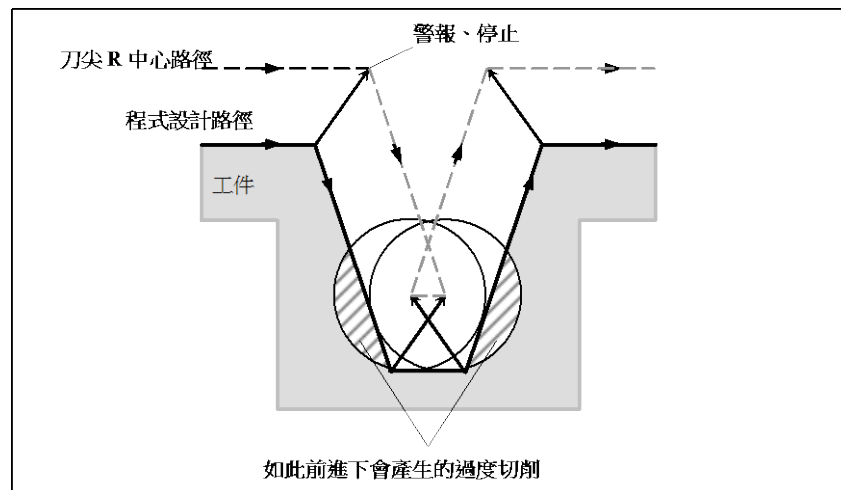


圖5.4.5 (a) 加工小於刀尖直徑的溝槽

#### - 加工比刀尖 R 小的臺階

若用圓弧來指定工件臺階形狀，刀尖 R 中心路徑會成為如圖 5.4.5 (b) 所示的情形。當臺階比刀尖 R 小時，如圖 5.4.5 (c) 所示，如果是通常方式下進行補償的刀尖 R 中心路徑，有時會成為與程式設計路徑相反的方向。在這種情況下，最初的向量被忽略，刀具線性移動到第 2 號向量的位置，單節程式操作在此處停止，如果不是單節程式方式，則自動運轉繼續進行。

如果臺階是被線性指定的，則不會發出警報而正確地進行補償。但是，此時會出現未切削的部分。

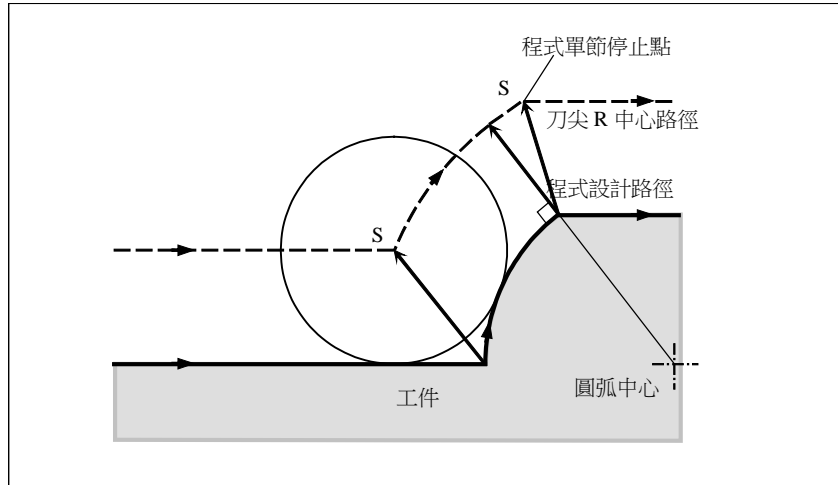


圖5.4.5 (b) 加工比刀尖 R 半徑大的臺階

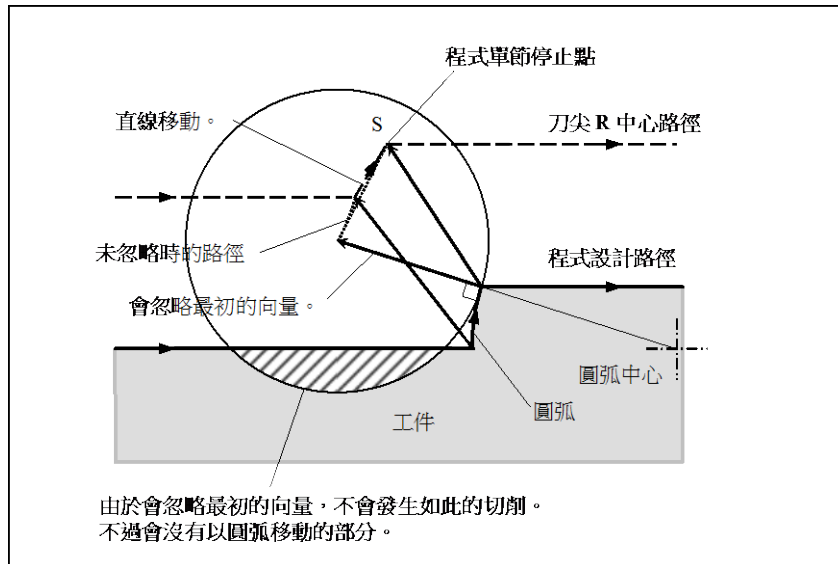


圖5.4.5 (c) 加工比刀尖 R 半徑小的臺階

- 開始補償和沿 Z 軸的切削操作

通常使用這種方式：切削開始時在離開工件某一距離的位置執行刀具徑補償後（通常是 XY 平面），刀具沿 Z 軸切削。此時，如果想把沿 Z 軸的動作分成快速進給和接近工件後的慢速進給兩個階段，請注意下列事項再進行程式設計。假設刀具徑補償模式中的讀入程式單節數（參數 (No.19625)）為 3，設想如下所示的程式。

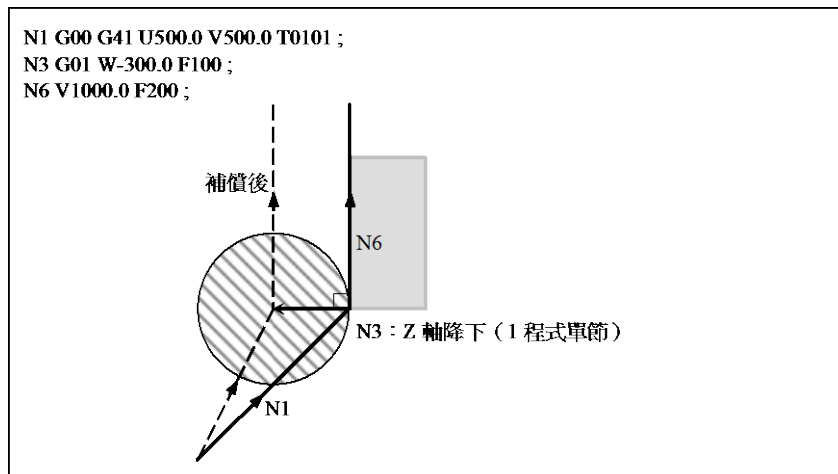


圖5.4.5 (d)

在圖 5.4.5 (d) 的程式中，在開始對 N1 進行補償時，可以讀入 N1~N6 的程式單節，因此，根據它們之間的關係，將進行正確的補償，如圖 5.4.5 (d) 所示。

這裡，假定程式單節 N3 被按照如下方式分成 N3 和 N5。

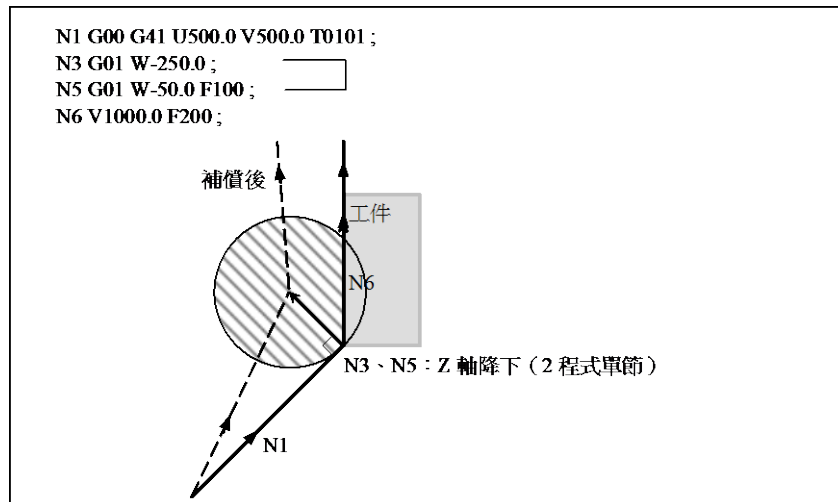


圖5.4.5 (e)

此時，讀入程式單節數為 3，在開始 N1 的補償時，雖然可以讀入 N1~N5 的程式單節，但是，不能讀出 N6 程式單節。結果，只是基於 N1 程式單節的資訊進行補償，並在補償開始程式單節的終點建立垂直的向量。因此，如圖 5.4.5 (e) 所示，通常會產生過切。

在這種情況下，可利用上述規則，在刀具沿著 Z 軸切入之後，事先在刀具沿著 Z 軸快要切入之前指定與刀具路徑完全相同的指令，由此來防止過切。

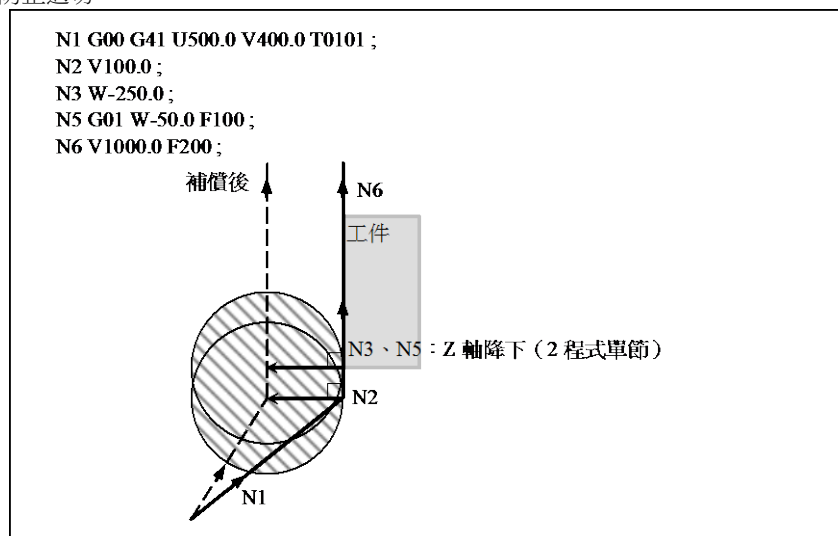


圖5.4.5 (f)

由於為 N2 指定了與 N6 的前進方向相同的指令，所以能正確進行補償。

此外，在起刀的程式單節中，如 N1 G00 G41 U500. V500. I0 J1 T0101;那樣地，在刀具沿著 Z 軸切入後將 IJ 型向量指定為與前進方向相同的方向，同樣可以防止過切。

## 5.4.6 干涉碰撞檢查

刀具的過切稱為干涉，預防一定程度的刀具的干涉情況稱為干涉碰撞檢查。然而，干涉碰撞檢查功能不能預防所有的干涉情況，有時即使實際上沒有發生干涉也會進行檢查。

### 解釋

#### - 可以進行干涉碰撞檢查的條件

要進行干涉碰撞檢查，至少必須讀入 3 個或更多個具有移動的程式單節。因此，在偏移模式下，藉由連續指定協助功能單獨指令、暫停等不伴隨移動的程式單節，在無法讀出具有移動的 3 個或更多個程式單節時，就難以進行干涉碰撞檢查，在某些情況下會導致過切或不充分切削。假設由參數 (No.19625) 確定的偏移模式中的讀入程式單節數為  $N$ ，已讀入的  $N$  程式單節中不伴隨移動的程式單節的指令數為  $M$ ，則可以進行干涉碰撞檢查的條件就成為：

$$(N-3) \geq M$$

譬如，偏移模式中的最大讀入程式單節數為 8 時，即使指定 5 個沒有移動的程式單節，也照樣可以進行干涉碰撞檢查。但是，在這種情況下，雖然可以對相鄰的 3 個程式單節之間進行干涉檢查，但是無法檢出之前產生的干涉。

#### - 干涉碰撞檢查的方法

干涉碰撞檢查的方法有 2 種，即後文描述的方向檢查和圓弧角度檢查。利用參數 CNC (No.5008#1) 和參數 CNV (No.5008#3)，設定這些方法和是否有效。

表5.4.6 (a)

| CNV | CNC | 動作                      |
|-----|-----|-------------------------|
| 0   | 0   | 干涉碰撞檢查有效，進行方向檢查和圓弧角度檢查。 |
| 0   | 1   | 干涉碰撞檢查有效，僅進行圓弧角度檢查。     |
| 1   | —   | 干涉碰撞檢查無效。               |

#### 註釋

沒有僅進行方向檢查的設定。

#### - 視為干涉的基準(1) (方向檢查)

假設刀尖 R 補償中的讀入程式單節數為  $N$ ，首先對最初將輸出的 (程式單節 1—程式單節 2) 之間計算的補償向量組和 (程式單節  $N-1$ —程式單節  $N$ ) 之間計算的補償向量組進行檢查，如果產生交點，則判斷為相互干涉。若沒有交點，則按照下列順序

(程式單節 1—程式單節 2) 和 (程式單節  $N-2$ —程式單節  $N-1$ )  
 (程式單節 1—程式單節 2) 和 (程式單節  $N-3$ —程式單節  $N-2$ )

⋮  
 ⋮

(程式單節 1—程式單節 2) 和 (程式單節 2—程式單節 3)

沿著靠近本次將被輸出的補償向量組的方向進行檢查。補償向量組即使產生多組，也均成對地進行檢查。

在對 (程式單節 1—程式單節 2) 和 (程式單節  $N-1$ —程式單節  $N$ ) 的補償向量組進行檢查時，判斷的方法為：對從指定的 (程式單節 1 的終點) 到 (程式單節  $N-1$  的終點) 的方向向量與從 (在程式單節 1 的終點加上將要檢查的補償向量後的點) 到 (在程式單節  $N-1$  的終點加上將要檢查的補償向量的點) 的方向向量進行比較，如果在方向大於等於  $90^\circ$ 、小於等於  $270^\circ$  下相交，則判斷為相互干涉。這叫做方向檢查。

視為干涉的基準(1)之例

(程式單節 1 的終點向量和程式單節 7 的終點向量相交時)

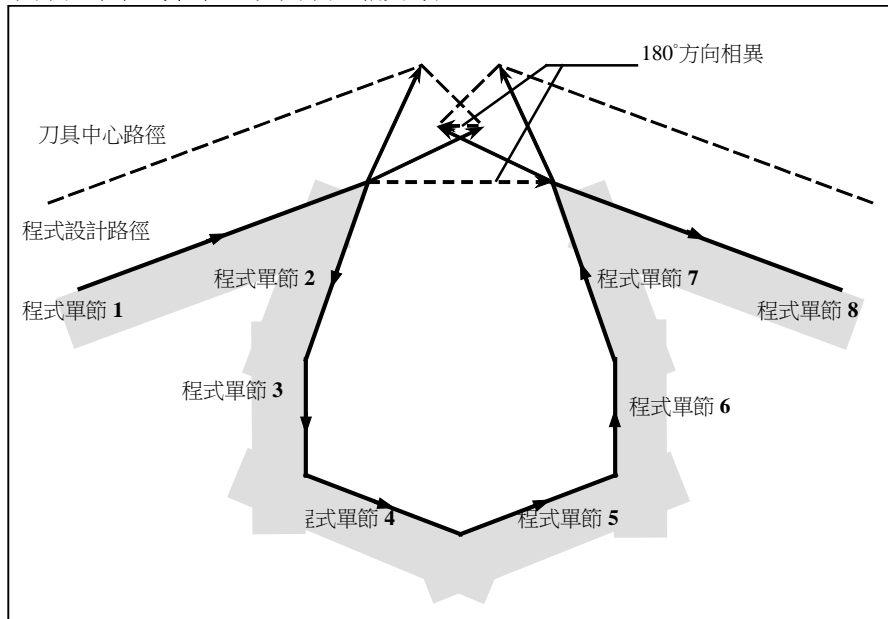


圖5.4.6 (a)

視為干涉的基準(1)之例

(程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量相交時)

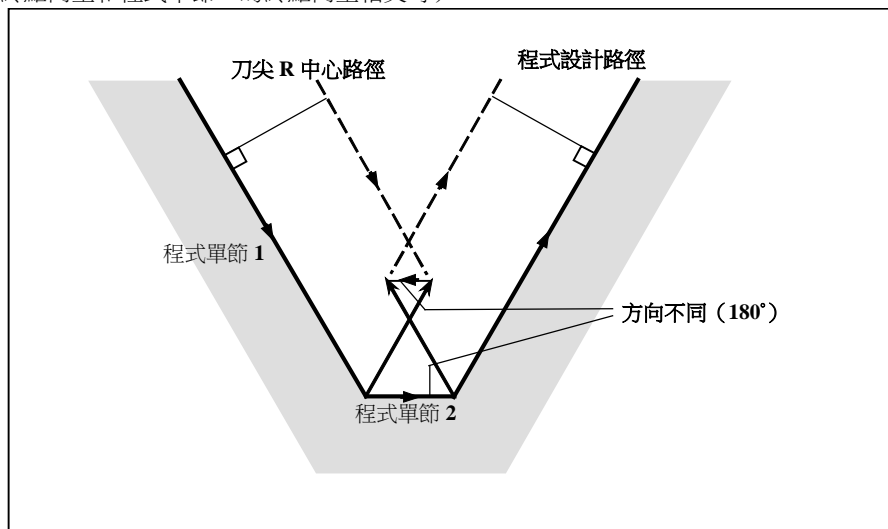


圖5.4.6 (b)

### - 視為干涉的基準(2) (圓弧角度檢查)

相鄰的3個程式單節間的檢查，即在進行(程式單節1—程式單節2)之間計算的補償向量組和在(程式單節2—程式單節3)之間計算的補償向量組的檢查中，程式單節2為圓弧時，除了進行(1)的方向檢查外，對程式路徑的起點—終點間的圓弧角度和補償後路徑的起點—終點間的圓弧角度進行檢查。並且，此差值大於等於 $180^\circ$ 時，判斷為相互干涉。這叫做圓弧角度檢查。

(2) 之例(程式單節2為圓弧且補償後的圓弧起點和終點一致時)

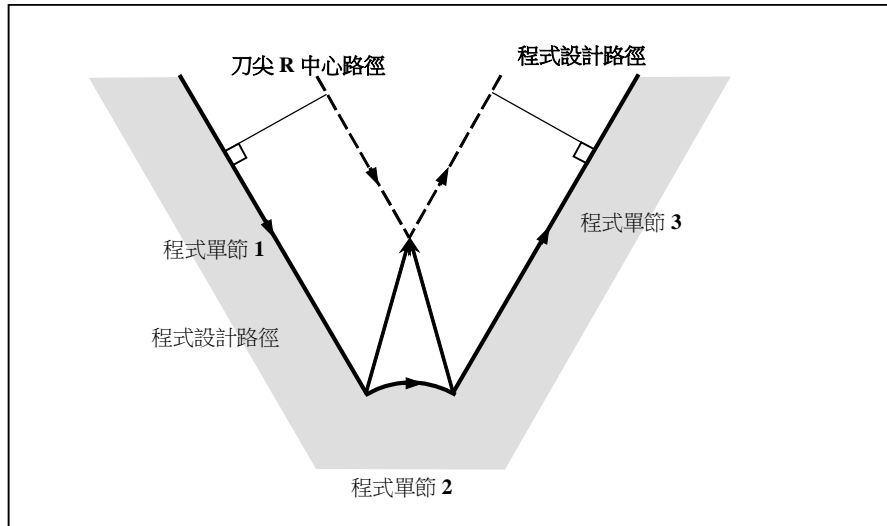


圖5.4.6 (c)

### - 即使實際上沒有干涉而被視為干涉的情形

(1) 比刀具徑補償或刀尖 R 補償量小的凹陷

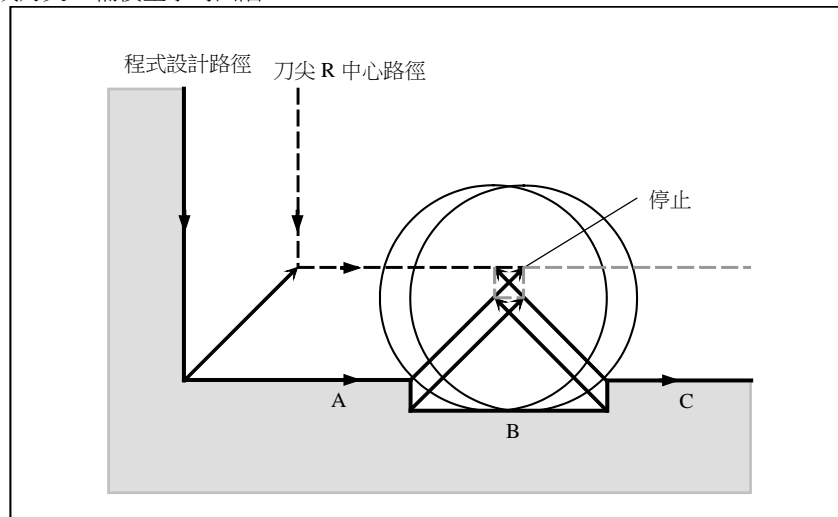


圖5.4.6 (d)

不存在實際的干涉，但是，因為在程式單節 B 中程式設計方向與刀尖 R 補償後的路徑方向相反，因此視為干涉，警報器發出警報，刀具停止。

(2) 比刀具徑補償或刀尖 R 補償量小的溝槽

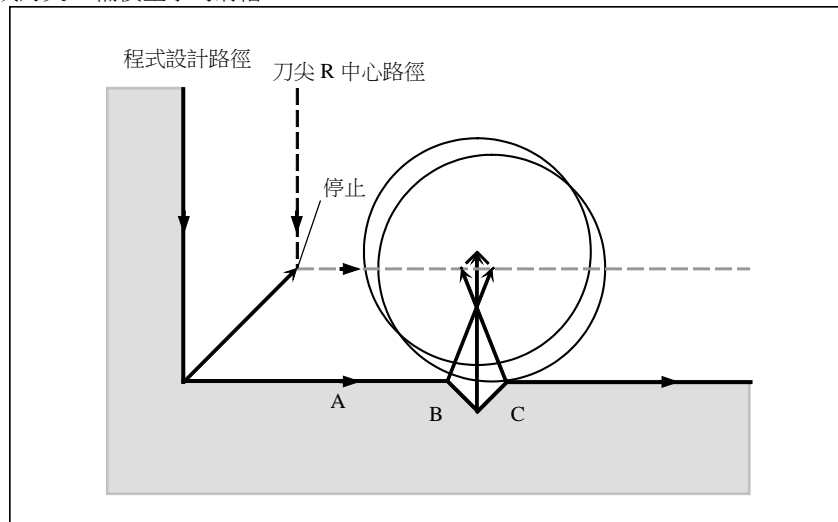


圖5.4.6 (e)

與 (1) 一樣，因為在程式單節 B 中方向相反，因此視為干涉，警報器發出警報，刀具停止。

### 5.4.6.1 判斷為干涉時的動作

#### 解釋

藉由干涉碰撞檢查而判斷為發生干涉（過切）的動作，可以藉由參數 CAV (No.19607#5) 的設定選擇下列 2 種。

表5.4.6.1 (a)

| CAV | 功能         | 動作                            |
|-----|------------|-------------------------------|
| 0   | 干涉檢查警報功能   | 在執行發生過切（干涉）的程式單節之前，發出警報並停止刀具。 |
| 1   | 干涉碰撞檢查避開功能 | 改變刀具路徑並繼續進行加工，由此來避免過切（干涉）的發生。 |

### 5.4.6.2 干涉檢查警報功能

#### 解釋

##### - 發生在相鄰的 3 個程式單節間以外的干涉

如圖 5.4.6.2 (a) 所示，程式單節 1 的終點向量和程式單節 7 的終點向量之間判斷為干涉時，在執行程式單節 1 的動作前會發出警報，刀具停止。在這種情況下，向量不會被清除。

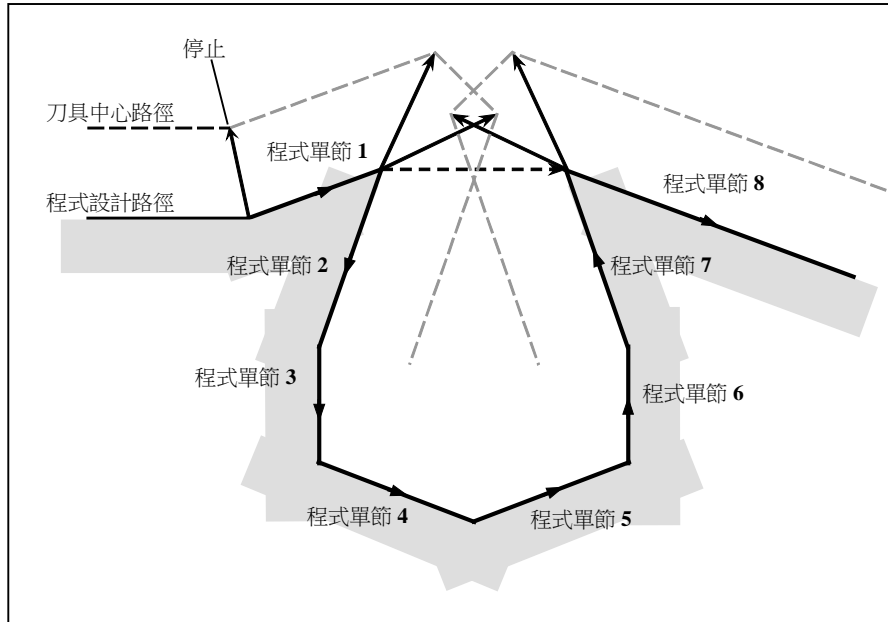


圖5.4.6.2 (a)

##### - 發生在相鄰的 3 個程式單節間的干涉

當判斷在相鄰的 3 個程式單節間發生干涉時，會清除發生干涉的向量以及較其內側的向量，並建立一個連接其餘向量的路徑。在圖 5.4.6.2 (b) 所示的例子中， $V_2$  和  $V_5$  相互干涉，因此， $V_2$ 、 $V_5$  以及其內側的  $V_3$ 、 $V_4$  被清除， $V_1$  和  $V_6$  被連接起來。此間的動作叫做直線插補。

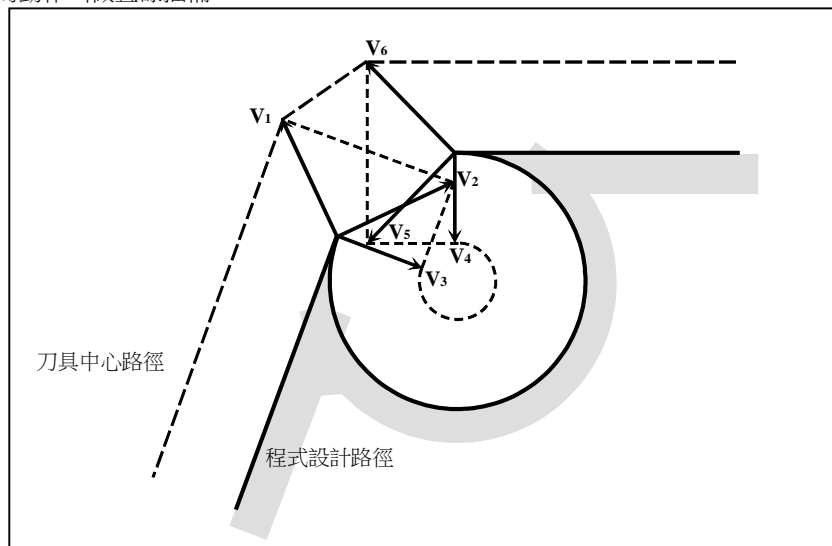


圖5.4.6.2 (b)

在清除向量後，最後的一個向量尚發生干涉，或者從一開始只有一個向量且發生干涉時，會在上一個程式單節剛開始時（單節程式時為終點）發出警報，刀具停止。在圖 5.4.6.2 (c) 所示的例子中， $V_2$  和  $V_3$  相互干涉，但是即使將其清除以後，由於最後的  $V_1$  和  $V_4$  仍然相互干涉，因此發出警報。

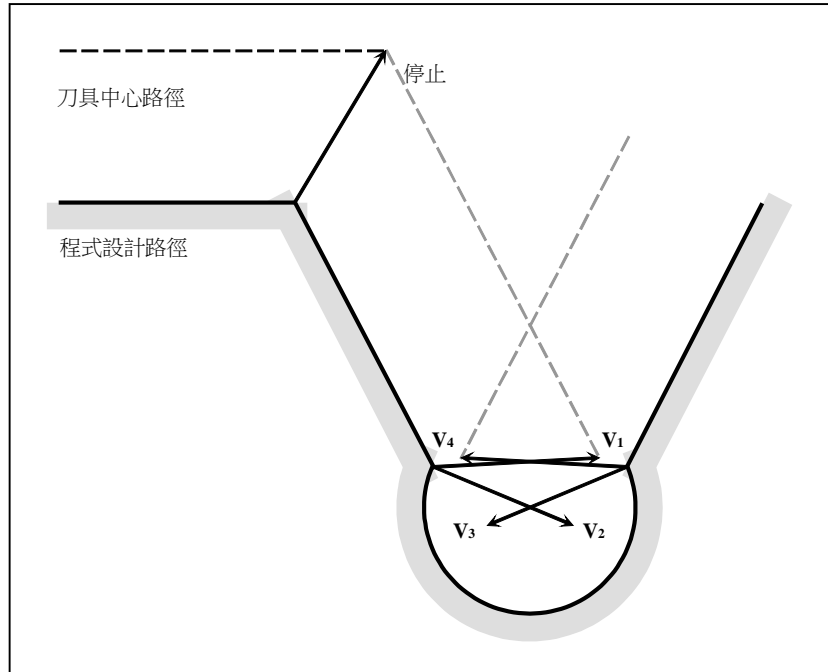


圖5.4.6.2 (c)

### 5.4.6.3 干涉碰撞檢查避開功能

#### 概要

在干涉檢查警報功能下指定了一個滿足發出干涉警報的條件的指令時，在選定本功能的情況下，不會發出干涉警報，而是計算一個新補償向量避開干涉的路徑，使加工繼續進行。但是，避開干涉的路徑，相對於程式設計路徑將出現不充分切削現象。此外，根據指令形狀，有時不能求出用來避開干涉的路徑，或者會被判斷為避開干涉的路徑存在危險。在這種情況下，將會發出警報並停止刀具。因此，並非對於所有的指令都能避開干涉。

#### 解釋

##### - 避開干涉的方法

假設（程式單節 1—程式單節 2）之間的補償向量與（程式單節 N-1—程式單節 N）之間的補償向量發生干涉情形。從程式單節 1 的終點到程式單節 N-1 的終點的方向向量叫做間隙向量。此時，求出（程式單節 1—間隙向量）之間的補償後的交點向量與（間隙向量—程式單節 N）之間的補償後的交點向量，建立連接此交點向量的路徑。

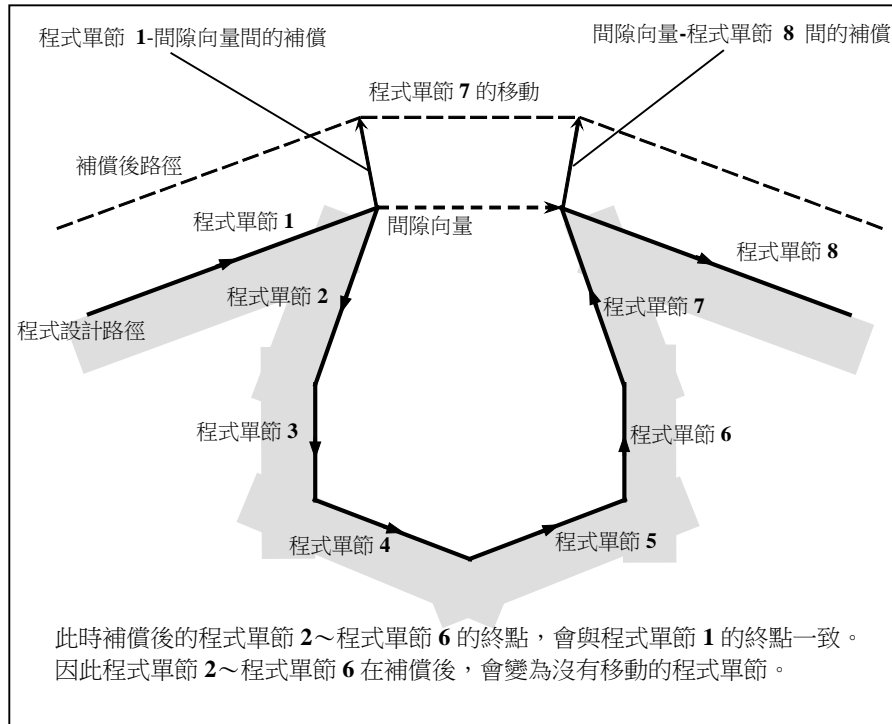


圖5.4.6.3 (a)

（程式單節 1－間隙向量）的補償後的交點向量與（間隙向量－程式單節 N）的補償後的交點向量進一步相交時，首先，按照與“發生在相鄰的 3 程式單節間的干涉”相同的方法清除向量。最後剩下的向量仍然相交時，再次計算並求取（程式單節 1－程式單節 N）的補償後的交點向量。

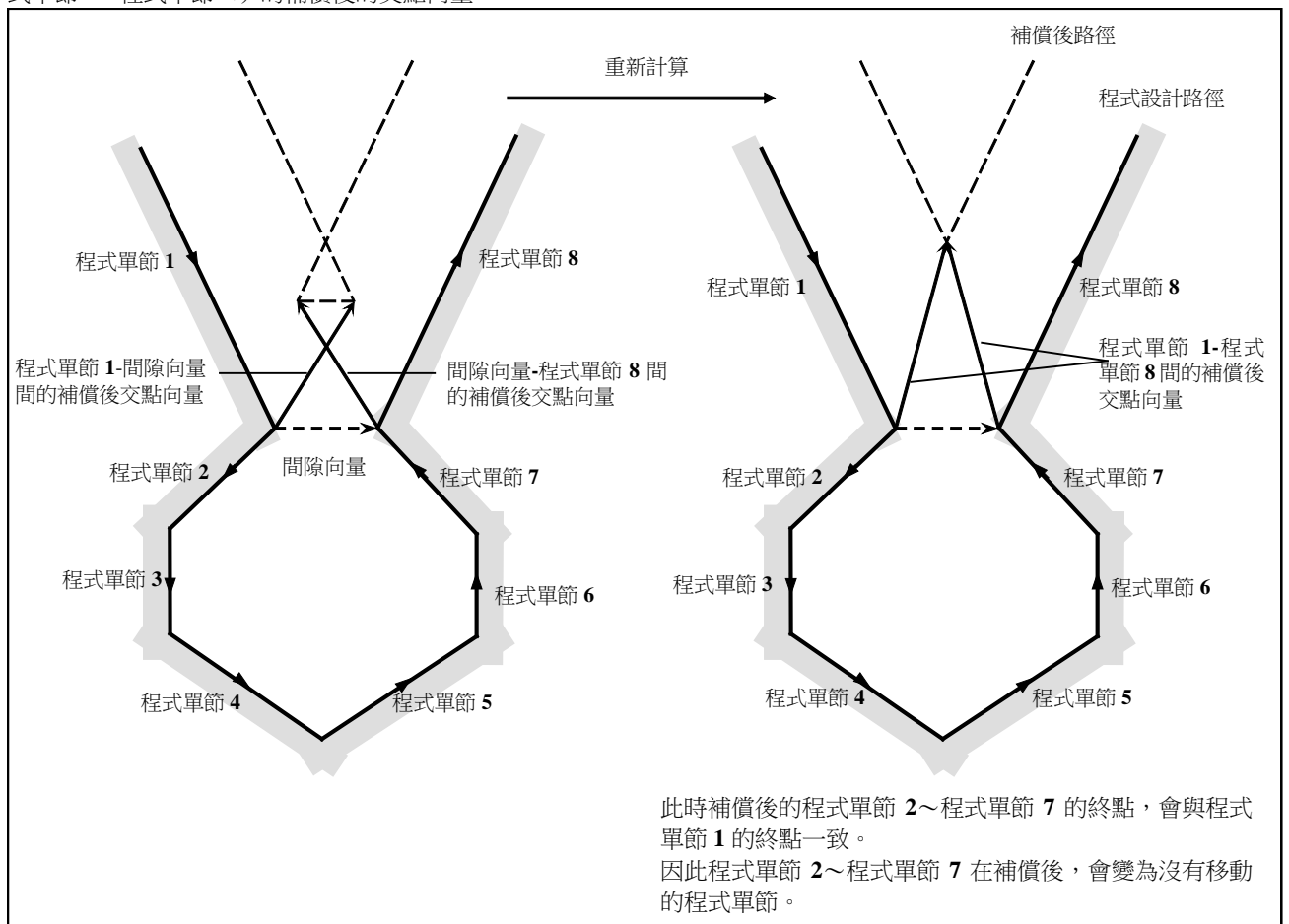


圖5.4.6.3 (b)

此外，當刀具徑補償或刀尖 R 補償量大於如圖 5.4.6.3 (c) 指定的圓弧半徑，且指定了對圓弧的內側進行補償的指令時，藉由將圓弧的指令視為直線並進行交點計算來避開干涉。在這種情況下，避開向量之間藉由直線插補連接。

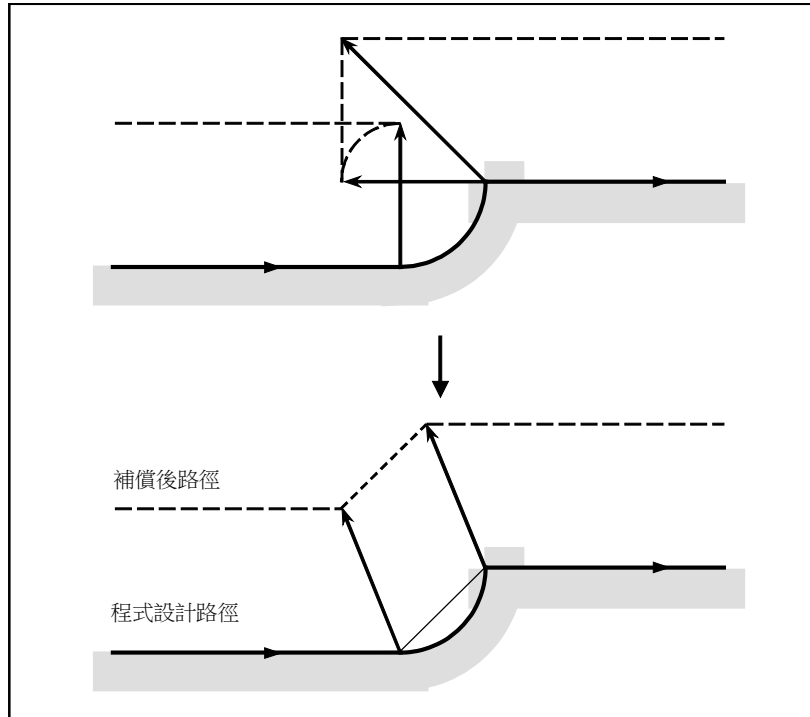


圖5.4.6.3 (c)

#### - 不存在干涉避開向量時

加工如圖 5.4.6.3 (d) 所示的平行槽孔時，程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量間被判斷為干涉，作為干涉避開向量而試圖計算程式單節 1 的補償後路徑和程式單節 3 的補償後路徑的交點向量。在這種情況下，由於程式單節 1 與程式單節 3 平行，不存在交點。此時，在進入程式單節 1 之前會發出警報 (PS5446) “在 G41/G42 中干涉不能回避 <無法避開 G41/G42 的干涉>”，刀具停止。

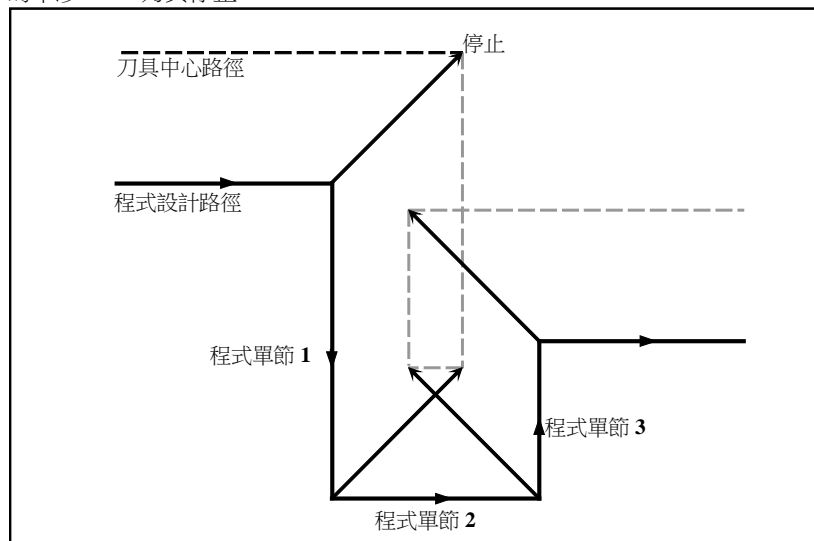


圖5.4.6.3 (d)

加工如圖 5.4.6.3 (e) 所示的圓弧槽孔時，程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量間被判斷為干涉，作為干涉避開向量而試圖計算程式單節 1 的補償後路徑和程式單節 3 的補償後路徑的交點向量。在這種情況下，由於程式單節 1 與程式單節 3 是一條圓弧，不再存在補償後的交點。這種情況也與前面的例子一樣，在進入程式單節 1 之前會發出警報 (PS5446)，刀具停止。

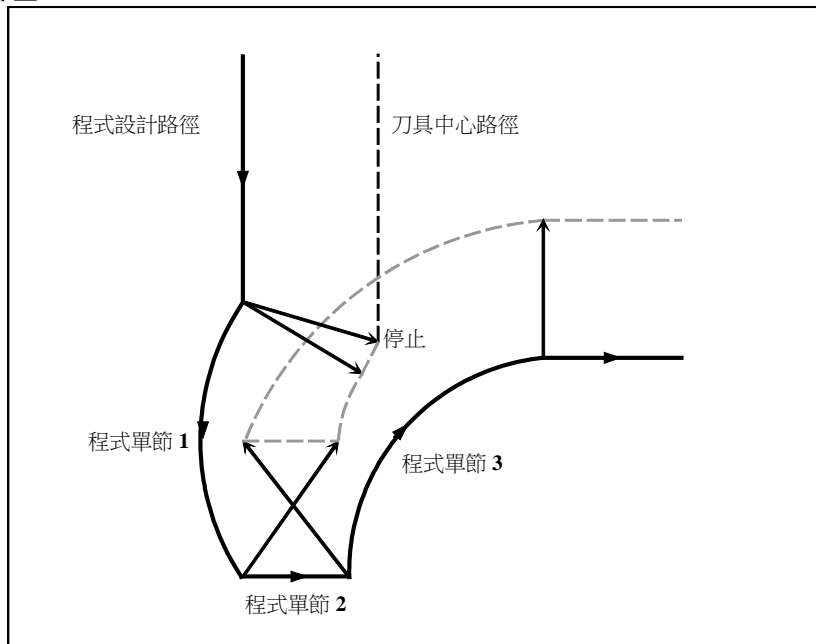


圖5.4.6.3 (e)

#### - 避開干涉時被判斷為危險時

加工如圖 5.4.6.3 (f) 所示的銳角槽孔時，程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量間被判斷為干涉，作為干涉避開向量而試圖計算程式單節 1 的補償後路徑和程式單節 3 的補償後路徑的交點向量。在這種情況下，避開後路徑的移動方向成為與原來的指令方向完全不同的方向。對於避開後的路徑與原來的指令完全不同 (90°以上, 270°以下) 的情形，干涉避開的動作被判斷為危險，在程式單節 1 之前發出警報 (PS5447) “在 G41/G42 中干涉回避危險 <在 G41/G42 中避開干涉很危險>”，刀具停止。

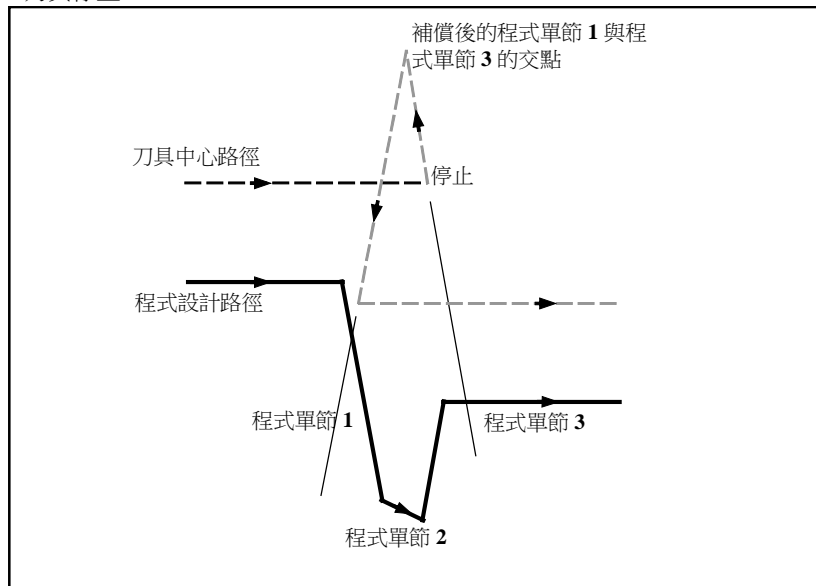


圖5.4.6.3 (f)

加工如圖 5.4.6.3 (g) 所示的底部比入口寬的槽孔時，程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量間被判斷為干涉，作為干涉避開向量而試圖計算程式單節 1 的補償後路徑和程式單節 3 的補償後路徑的交點向量。在這種情況下，程式單節 1 和程式單節 3 的關係被判斷為外側，避開後路徑對原來的指令而言會出現過切。這種情況同樣會將干涉避開的動作判斷為危險，因此會在進入程式單節 1 之前發出警報 (PS5447)，刀具停止。

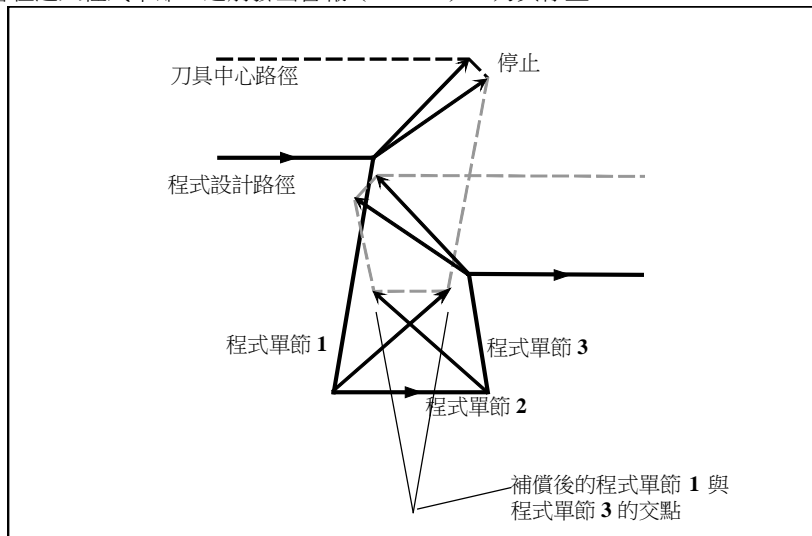


圖5.4.6.3 (g)

#### - 對干涉避開向量進一步產生干涉時

加工如圖 5.4.6.3 (h) 所示的槽孔時，如果讀入程式單節數為 3，程式單節 1 的終點向量和程式單節 2 的終點向量間會判斷為干涉，作為干涉避開向量而計算程式單節 1 的補償後路徑和程式單節 3 的補償後路徑的交點向量。但在這種情況下，下一個被計算的程式單節 3 的終點向量，對於先前的干涉避開向量會進一步產生干涉。像這樣對建立並輸出的干涉避開向量進一步產生干涉時，就不執行該程式單節的移動而在其之前發出警報 (PS5448) “G41/G42 回避動作干涉 <對 G41/G42 回避動作干涉>”，刀具停止。

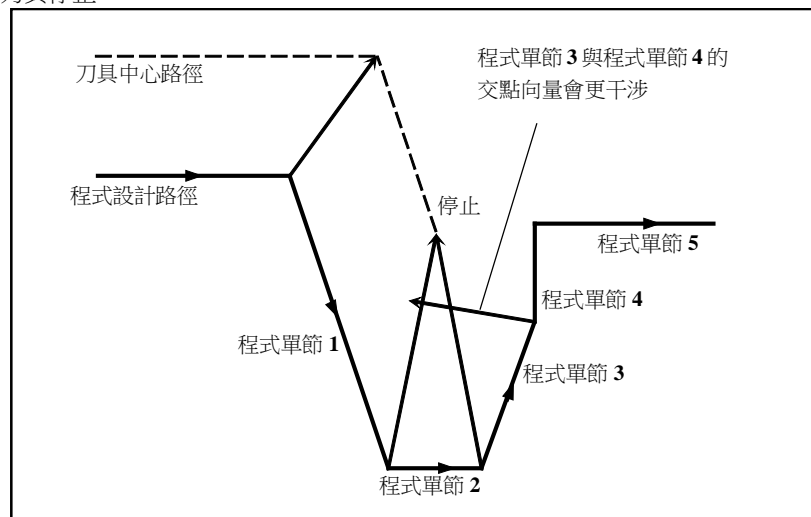


圖5.4.6.3 (h)

#### 註釋

- 1 對於“避開干涉時判斷為危險”以及“對干涉避開向量進一步產生干涉時”的情形，可以藉由參數 NAA (No.19607#6) 的設定，使其不發出警報而繼續進行加工。但是，對於“不存在干涉避開向量時”的情形，不管本參數的設定如何，都無法避免警報的發生。
- 2 在執行干涉避開的操作中，單節程式停止，並執行手動干預、MDI 干預、刀具徑補償或刀尖 R 補償量的變更等與原來的移動不同的操作時，會以新的路徑進行交點計算。因此，在執行此類操作時，已經執行干涉避開的部分可能會進一步產生干涉，應予注意。

## 5.4.7 針對來自 MDI 輸入的刀具徑補償或刀尖 R 補償

### 解釋

#### - MDI 運轉

在 MDI 運轉期間，即在重置模式下藉由 MDI 模式指定程式指令並執行循環開始操作時，與記憶體運轉/DNC 運轉一樣進行交點計算並予以補償。藉由 MDI 運轉調用程式記憶體中的副程式時，也同樣進行補償。

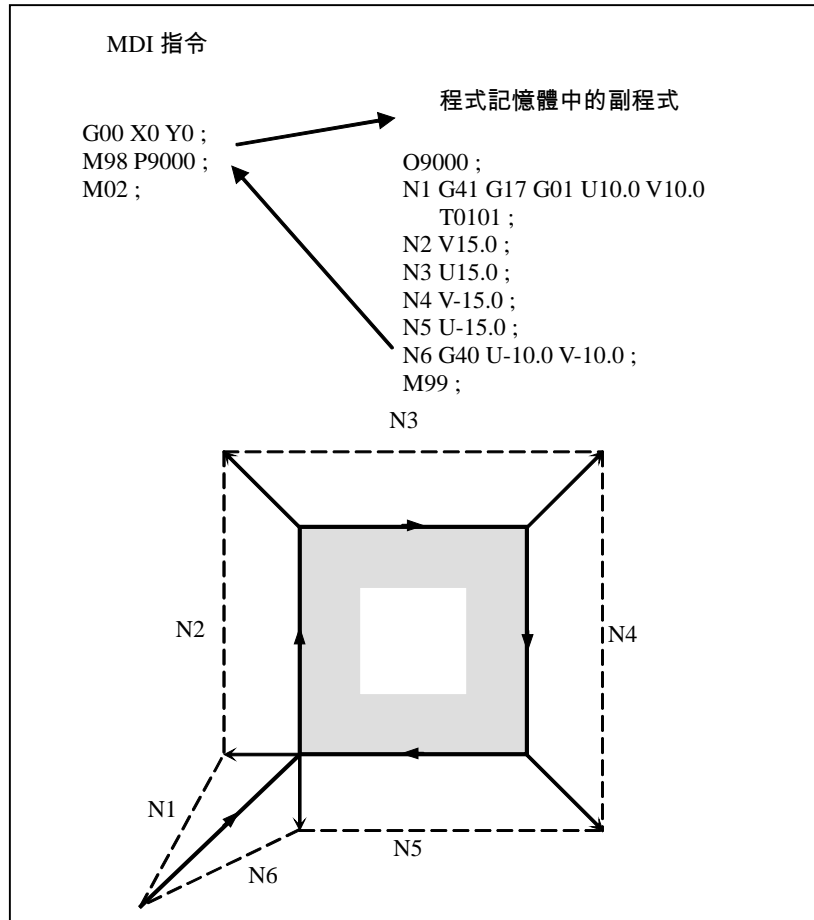


圖5.4.7 (a)

#### - MDI 干預

在執行 MDI 干預，即在記憶體運轉/DNC 運轉等中途執行單節程式停止以進入自動運轉停止狀態，在 MDI 模式下指定程式指令並執行循環開始操作時，刀具徑補償不進行交點計算而繼續保持干預前的最後的補償向量。

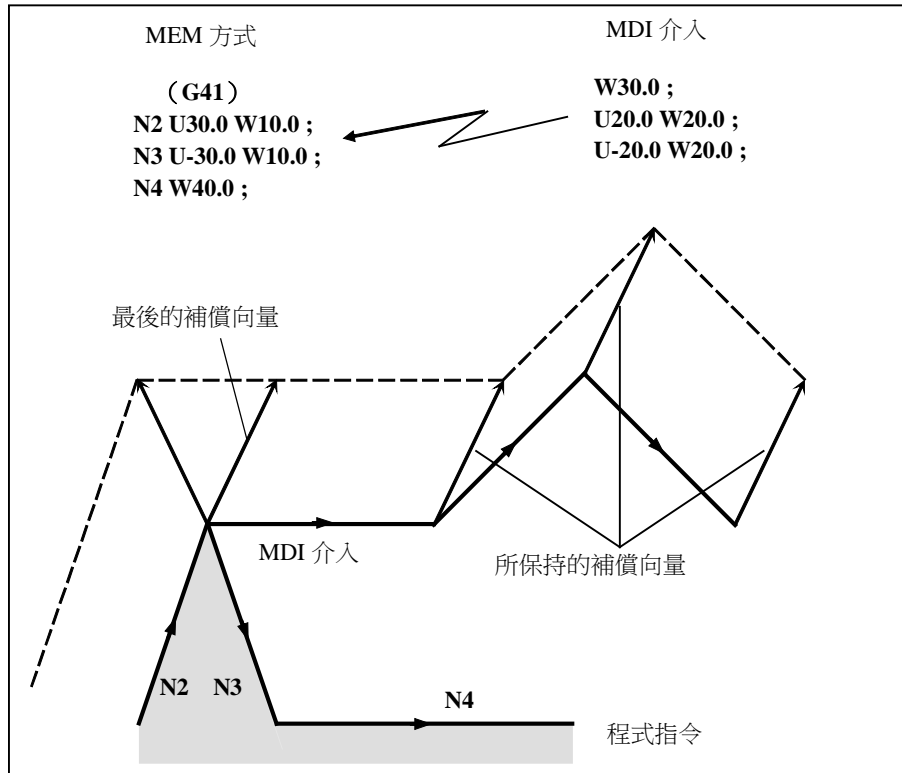


圖5.4.7 (b)

**註釋**

若要在 MDI 運轉、MDI 干預時執行刀具徑補償或刀尖 R 補償，請設定參數 MCR (No.5008#4) =0。如果想要在參數 MCR (No.5008#4) =1 的情況下執行，會發生警報 (PS5257) [MDI 模式中 G41/G42 不能被指令 < 在 MDI 模式中無法指定 G41/G42 指令>]。

## 5.5 向量保持 (G38)

在刀具徑補償或刀尖 R 補償中，藉由在偏移模式下指定 G38 指令，即可不進行交點計算，在上一個程式單節的終點位置保持補償向量。

**格式**

(偏移模式中)

G38 IP\_ ;

IP：軸移動的指令值

**解釋**

## - 向量保持

藉由上述指令，在 G38 的前 1 個程式單節的終點，輸出垂直於該程式單節的向量。並且，在 G38 的程式單節中，保持上一個程式單節中輸出的垂直向量。G38 是單步 G 代碼，因此，在沒有 G38 指令的下一個移動指令中會重新建立補償向量。

**限制事項**

## - 模式

請在 G00 或 G01 模式下指定 G38 指令。在 G02 或 G03 (圓弧插補) 模式下指定 G38 指令時，在起點和終點有時會產生半徑誤差。

## - 起刀/取消

在起刀/取消中，成為 5.4.2 以及 5.4.4 描述的動作。因此，在下一個程式單節中，無法指定 G38 指令。

- 1) 起刀指令 (G41、G42) 的程式單節
- 2) 取消指令 (G40) 的程式單節
- 3) 取消指令 (G40) 的前一個程式單節

## 例

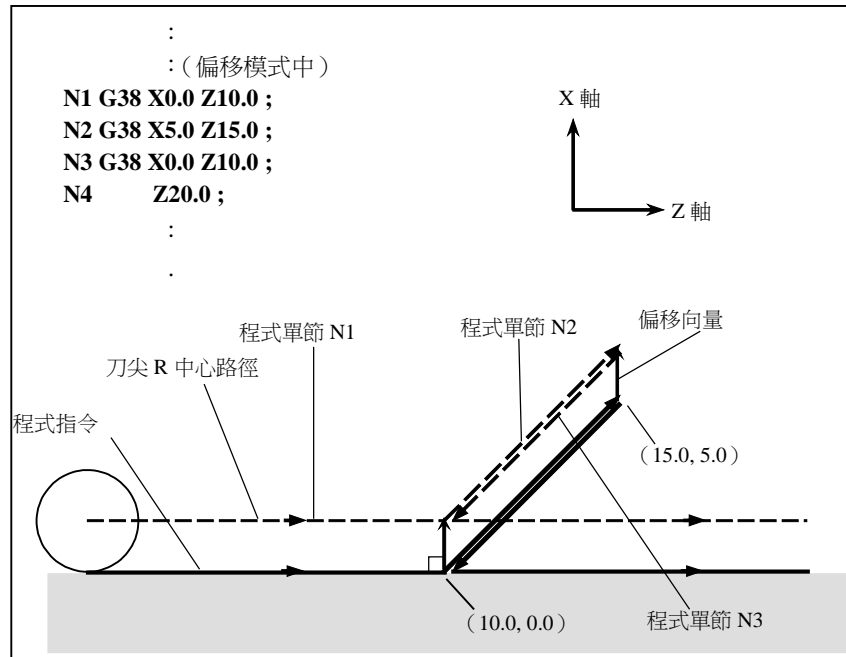


圖5.5 (a)

## 5.6 轉角圓弧插補 (G39)

在刀具徑補償或刀尖 R 補償中，藉由在偏移模式下指定 G39 指令，即可在轉角處進行以補償量為半徑的轉角圓弧插補。

## 格式

在偏移模式下

**G39 ;**

或者

**G39**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{I\_J\_} \\ \text{I\_K\_} \\ \text{J\_K\_} \end{array} \right\} ;$

## 解釋

## - 轉角圓弧插補

當上表所示的指令被指定時，即可在轉角處進行以補償量為半徑的轉角圓弧插補。根據之前指定的 G41、G42 決定圓弧是順時針還是逆時針。G39 是單步 G 代碼。

## - 沒有 I、J、K 指令時的 G39

當指定 G39 時，會產生轉角圓弧，該轉角圓弧使圓弧終點的向量與下一個程式單節的起點垂直。

## - 含有 I、J、K 指令時的 G39

當用 I、J、K 指定 G39 時，會產生轉角圓弧，該轉角圓弧使圓弧終點的向量與 I、J、K 值指定的向量垂直。

## 限制事項

## - 移動指令

在含有 G39 的程式單節中，無法指定移動指令。

若指定指令，會發出警報（PS5445）“不能用 G39 移動指令 <不能在 G39 指定移動指令>”。

## - 內邊轉角

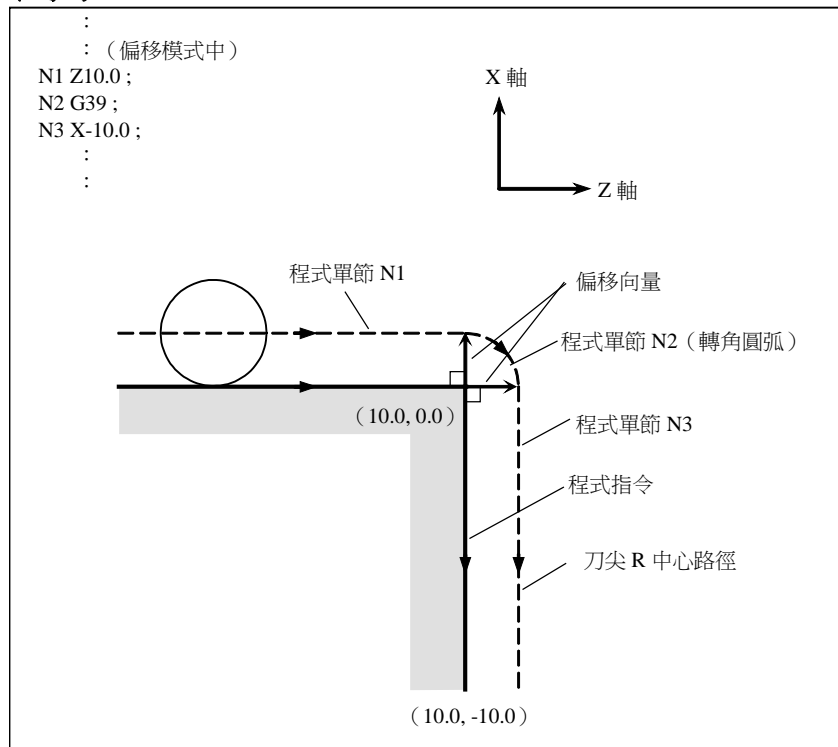
無法對於內邊轉角的程式單節間指定 G39 指令。指定該指令將導致過切。

## - 轉角圓弧的速度

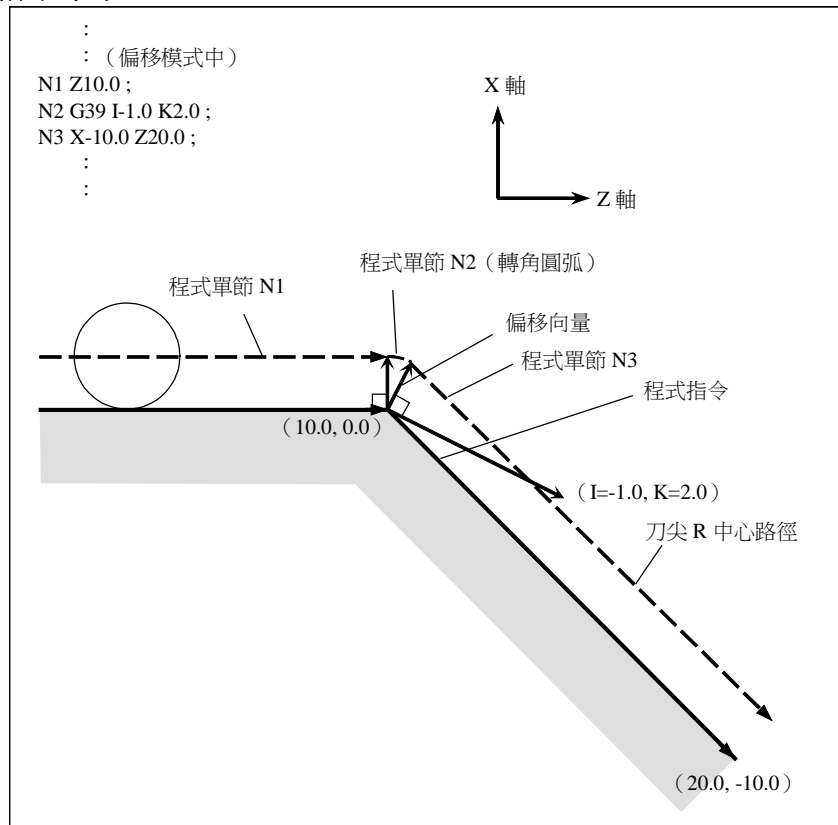
在 G00 模式下根據 G39 指定轉角圓弧時，轉角圓弧的程式單節的速度將是基於前面指定的 F 指令的速度。

## 例

## - 沒有 I、J、K 指令時的 G39



## - 含有 I、J、K 指令時的 G39



## 5.7 擴充刀具選擇

### 概要

車床系統的機床刀具交換方式，大致可以分為下列 2 類。

- (1) 安裝附帶多個刀具的刀塔，藉由刀塔的旋轉 (T 指令) 進行刀具交換。
- (2) 安裝自動換刀裝置 (ATC)，同時使用刀庫的分度 (T 指令) 和刀具交換指令 (M06 等) 進行刀具交換。

為支援上述 (2) 的刀具交換方式，本功能中有關刀具選擇的規格如下。

- (1) 使基於 T 指令的刀具位置補償無效。即，T 指令僅執行協助功能的動作。
- (2) 利用 G 代碼取代 T 指令進行刀具補償。此時，可以進行下列刀具補償。
  - 刀具位置補償 (相當於刀塔旋轉型時的 T 指令的補償)

## 格式

|         |          |
|---------|----------|
| M06 T_; | 刀具交換     |
| :       |          |
| G□□ D_; | 各類刀具補償開始 |
| :       |          |
| :       |          |
| G49;    | 刀具補償取消   |
| G□□     | 刀具補償的種類  |
| G43.7 : | 刀具位置補償   |
| D_      | 刀具補償號    |

## 解釋

## - 選擇刀具交換方式

藉由參數 TCT (No.5040#3) 選擇刀具交換方式。

由此，刀具補償的指令方法發生變化。

影響參數設定的範圍如表 5.7 (a) 所示。

表5.7 (a)

|             | No.5040#3=0 (刀塔型)   | No.5040#3=1 (ATC 型) |
|-------------|---------------------|---------------------|
| T 指令的動作     | 協助功能 (刀具交換) 和刀具位置補償 | 僅限協助功能 (刀具分度)       |
| 刀具位置補償      | 由 T 代碼指定            | 由 G43.7 D_ 指定       |
| 刀具位置補償的補償號  | 由 T 代碼指定            | 由 D 代碼指定            |
| 刀尖 R 補償的補償號 | 由 T 代碼指定            | 由 D 代碼指定            |
| G43 等的指令    | 不可 (警報)             | 可                   |
| G43 等的補償號   | —                   | 由 D 代碼指定            |

## - T 指令的動作

- (1) 參數 TCT (No.5040#3) 為 0 時

藉由 T 指令執行協助功能和刀具位置補償共 2 個動作。

此時，發送給機床端的代碼信號成為排除 T 指令的後 1~3 位的值。

譬如，參數 (No.5028) (T 代碼指令中的偏移號的位數) 為 2 的情況下指定以下指令

T0313;

發送給機床端的 T 代碼信號就成為“03”。

此外，刀具補償號成為後 2 位的“13”。

- (2) 參數 TCT (No.5040#3) 為 1 時

T 指令僅執行協助功能的動作。

此時，發送給機床端的代碼信號成為 T 指令值。

譬如，指定以下指令

T0313;

發送給機床端的 T 代碼信號就成為“0313”。它不受參數 (No.5028) (T 代碼指令中的偏移號的位數) 的影響。

此外，刀具補償號不因該指令而受到影響。

## - 刀具位置補償

- (1) 參數 TCT (No.5040#3) 為 0 時

藉由 T 指令執行刀具位置補償的動作。

- (2) 參數 TCT (No.5040#3) 為 1 時

不藉由 T 指令執行刀具位置補償的動作。

要進行刀具位置補償，指定 G43.7D\_。

刀具位置補償的動作，與參數 TCT (No.5040#3) 為 0 時的 T 指令動作相同。

### - 刀具位置補償的補償號

- (1) 參數 TCT (No.5040#3) 為 0 時  
使用 T 指令的後 1~3 位。位數由參數 (No.5028) 進行設定。  
刀具形狀/磨耗補償有效時 (參數 NGW (No.8136#6)=0)，藉由參數 LGN (No.5002#1) 的設定，還可為刀具形狀補償和磨耗補償設定不同的補償號。  
詳情請參閱操作說明書 (車床系統/加工中心系統通用) 的刀具選擇功能。
- (2) 參數 TCT (No.5040#3) 為 1 時  
除了藉由 D 指令指定補償號外，執行與(1)相同的動作。

### - 刀尖 R 補償的補償號

與上述刀具位置補償的情形相同。

### - G43 等的指令

- (1) 參數 TCT (No.5040#3) 為 0 時  
不能指定 G43 等組 23 的 G 代碼。  
進行上述指定時，會發出警報 (PS0366)。
- (2) 參數 TCT (No.5040#3) 為 1 時  
可以指定 G43 等組 23 的 G 代碼。可以指定的 G 代碼如下所示。  
G43.7： 刀具位置補償  
補償號由 D\_指定。D 代碼的指令方法，與刀具位置補償和刀尖 R 補償的情形相同。  
藉由參數 TLG (No.5040#4) 的設定，還可以為 G43/G44 和 G43.7 設定相反的含義。

### - 刀具補償記憶體

下面的功能中所使用的補償量，使用刀具補償記憶體畫面的“X”、“Z”、“Y”軸偏移中設定的值。

G43.7： 刀具位置補償

## 限制事項

### - 複合型固定循環

在參數 TCT (No.5040#3) 為 1 的狀態下執行複合型固定循環時，應注意下列事項。

#### ⚠ 注意

- 1 使用 Series15 程式格式時的 G71—G76，用 D 代碼來指定進刀量等。此時，在 G71—G76 之後指定的 D 指令視為進刀量。譬如下列所示的指令，(1)的 D 指令視為刀具補償號，(2)的 D 指令視為進刀量。

例)

```
D10 G71 P_Q_U_W_D7000 F_S;
```

(1) (2)

- 2 在 G71—G73 的動作中，精切削形狀 (由 P\_和 Q\_指定的順序號圍起來的區間) 的其中一個程式單節中即使包含 G43 等的 G 代碼或 D 指令也將被忽略，在指定 G71—G73 程式單節時的補償量有效。

### - 參數 TCT (No.5040#3) 的變更

#### ⚠ 警告

要變更本參數的設定值，請在已經取消偏移的狀態下進行變更。在未取消偏移的狀態下進行變更時，有時其後的偏移動作不會正常進行，或者會發出警報 (PS0368)。

## 5.8 自動刀具補償 (G36、G37)

自動刀具補償功能藉由為 CNC 指定用於進行自動測量的指令 (G36、G37)，使 CNC 自動測量刀具的補償量。首先發出一個用來測量的指令，使刀具移動到測量位置。CNC 自動計算測量點的座標值與被指定 (預想) 的測量位置座標值之差，並以這個差作為該刀具的補償量。  
當刀具已被補償時，則在經過補償的狀態下移動到測量位置。在計算出測量位置座標值和被指定的座標值之差後，如果 CNC 判斷需要對當前設定的補償量進一步補償，則對當前的補償量進一步補償。細節請參閱機床製造商提供的說明書。

## 格式

**Txx ;** 指定刀具位置補償的偏移號  
**G36 X\_ ; 或 G37 Z\_ ;**  
 自動刀具補償、絕對指令  
**G36、G37** 只對指定指令的程式單節有效。

## 解釋

## - 座標系

為了移動刀具到某一測量位置並進行測量，必須事先設置座標系。（共用程式設計時使用的工件座標系。）

## - 移動到測量位置

在 MDI 或 MEM 模式下，要指定下列指令。

G36 X xa ; 或者 G37 Z za ;

（參數 G36 (No.3405#3) 等於 1 時，為 G37.1Xxa;或 G37.2Zza;）

xa 或 za 是具有測量值的正確位置。（絕對指令）

藉由該指令，刀具向測量位置快速進給，中途減速並繼續移動，直到獲得測量儀器發出的終點達到信號。即，當刀具前端到達測量位置時，測量儀器輸出一個測量位置到達信號給 CNC，CNC 則將刀具停止。

## - 補償

當前刀具的補償量會進一步補償，補償量是刀具到達測量位置後的座標值 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) 與在 G36Xxa 或 G37Zza 中指定的 xa 或 za 之差。

補償量  $x = \text{當前補償量 } x + (\alpha - xa)$

補償量  $z = \text{當前補償量 } z + (\beta - za)$

xa : 程式設計時用的 X 軸測量點

za : 程式設計時用的 Z 軸測量點

還可藉由 MDI 鍵盤將這些補償量手動操作改變為任意的值。

## - 向測量位置的移動速度和警報

當刀具從起點向 G36 或 G37 中 xa 或 za 預測的測量位置移動時，刀具會以快速進給通過 A 區域。然後在 T 點 ( $xa - \gamma$  或  $za - \gamma$ ) 暫停，再以參數 (No.6241) 設定的測量速度移動通過 BCD 區域。如果在通過 B 區域的移動過程中測量位置到達信號 ON，則會發出警報。

另外，如果在到達 V 點後測量位置到達信號沒有 ON，刀具則停在 V 點，發出警報 (PS0080)。

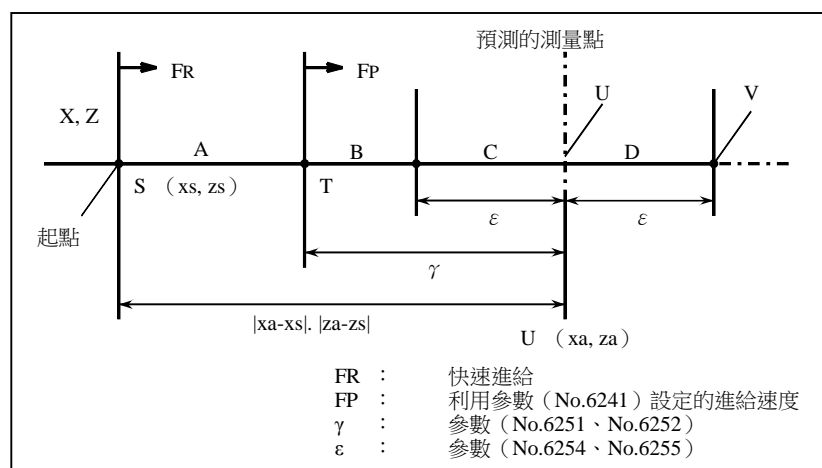


圖5.8 (a) 向測量位置的移動速度和警報

## - G 代碼

藉由將參數 G36 (No.3405#3) 設定為 1，G37.1 和 G37.2 可分別作為 X 軸和 Z 軸的自動刀具補償 G 代碼。

例

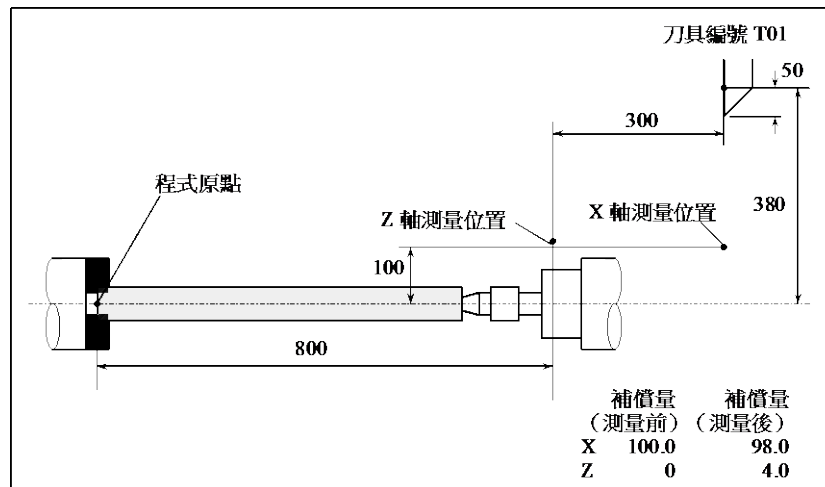
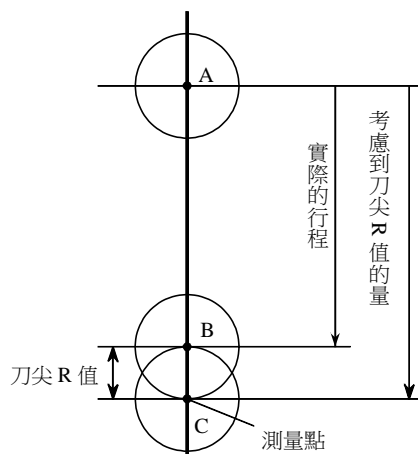


圖5.8 (b)

- G50 X760.0 Z1100.0 ;** 相對於程式絕對原點的座標系設定。
- S01 M03 T0101 ;** 刀具 T1 選擇、偏移號 1、主軸旋轉
- G36 X200.0 ;** 移動到 X 的測量位置。  
以 X198.0 到達測量位置時，測量位置的正確尺寸為 200.0mm，要變更的補償量為 198.0-200.0=-2.0mm。
- G00 X204.0 ;** 沿 X 方向稍許退刀。
- G37 Z800.0 ;** 移動到 Z 的測量位置。  
以 Z804.0 到達測量位置時，測量位置的正確尺寸為 800.0mm，要變更的補償量為 804.0-800.0=4.0mm。
- T0101 ;** 新的補償量藉由再次指定 T 代碼指令而有效。

⚠ 注意

- 1 測量速度 (FP)、 $\gamma$ 、 $\varepsilon$  由機床製造商作為參數 (FP: No.6241,  $\gamma$ : No.6251,  $\varepsilon$ : No.6254) 設定。設定資料時請滿足以下條件： $\varepsilon$  必須是正數，且  $\gamma > \varepsilon$ 。
- 2 在指定 G36、G37 之前，務須取消刀尖 R 補償方式。
- 3 測量位置到達信號檢測的延遲或偏差，除了 PMC 端，只有 CNC 端為 0~2msec。因此，測量誤差為在此 2msec 上累加 PMC 端的測量位置到達信號的傳遞延遲或偏差 (也包含接收的延遲或偏差) 後，乘以由參數 (No.6241) 設定的進給速度後的值。
- 4 在檢出測量位置到達信號後，使進給停止之前的延遲或偏差為 0~8msec。要計算越程量，還需要考慮加減速的延遲、伺服的延遲、PMC 端的延遲。
- 5 在以測量速度移動時，如果進行了手動移動的干預，請務必在干預後將刀具返回到干預之前的位置，而後重新啟動。
- 6 刀尖 R 補償有效時 (參數 NCR (No.8136#7) = 0)，在計算刀具補償量時應考慮刀尖 R 值。因此，必須正確設定並使用將要測量的刀具刀尖 R 值。  
(考慮刀尖 R 補償資料後的條件)  
X 軸 (基本 3 軸的第 1 軸) : TIP=0/5/7  
Z 軸 (基本 3 軸的第 3 軸) : TIP=0/6/8  
Y 軸 (基本 3 軸的第 2 軸) : TIP=0



刀具實際上只從 A 點移動到 B 點，但是計算刀具補償量時假設刀具移動到 C 點 (考慮刀尖 R 值)。

註釋

- 1 在 G36 或 G37 前無 T 代碼時，會發出警報 (PS0081) “G37 中 T 代碼未指定”。
- 2 在與 G36、G37 指令相同的程式單節指定 T 代碼時，會發出警報 (PS0082) “在同一程式單節指定 G37 與 T 代碼指令”。

## 5.9 座標旋轉 (G68.1、G69.1)

藉由使用座標旋轉功能，可以使程式設計形狀旋轉。譬如，在編制反覆旋轉一個形狀的模式程式時，可以作為副程式來建立一個形狀，旋轉並調用該副程式，這種方法可以縮短程式創建時間和程式的長度。

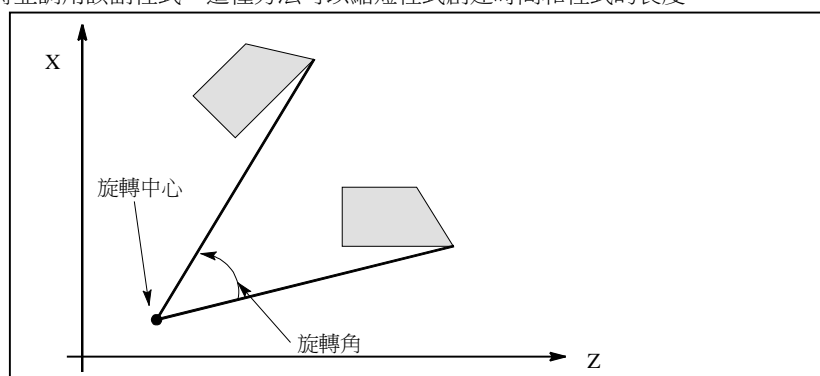


圖5.9 (a) 座標旋轉

## 格式

|                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| $\left. \begin{array}{l} \text{G17} \\ \text{G18} \\ \text{G19} \end{array} \right\}$                                                                                                 | $\text{G68.1 } \alpha\_ \beta\_ \text{R}_;$ | 座標旋轉開始                                                        |
|                                                                                                                                                                                       |                                             | $\left. \begin{array}{l} \cdot \\ \cdot \end{array} \right\}$ |
| $\text{G69.1};$                                                                                                                                                                       |                                             | 座標旋轉取消                                                        |
| <b>G17 (G18 或 G19) :</b> 包含要旋轉的形狀的平面選擇                                                                                                                                                |                                             |                                                               |
| <b><math>\alpha, \beta</math> :</b> 指定旋轉中心的座標值 X、Y、Z 中與 G17、G18、G19 一致的 2 個軸。指定旋轉中心的指令值始終是絕對值。                                                                                        |                                             |                                                               |
| <b>R :</b> 指定逆時針方向為+的旋轉角度。<br>藉由參數 RIN (No.5400#0) 的設定，可選擇始終為絕對指令，<br>或取決於 G 代碼的絕對 (G90) / 增量 (G91) 指令。<br>(G 代碼體系 A 時，無關 RIN 的設定，始終為絕對指令。)<br>單位：0.001 deg<br>指令範圍：-360000 ~ +360000 |                                             |                                                               |

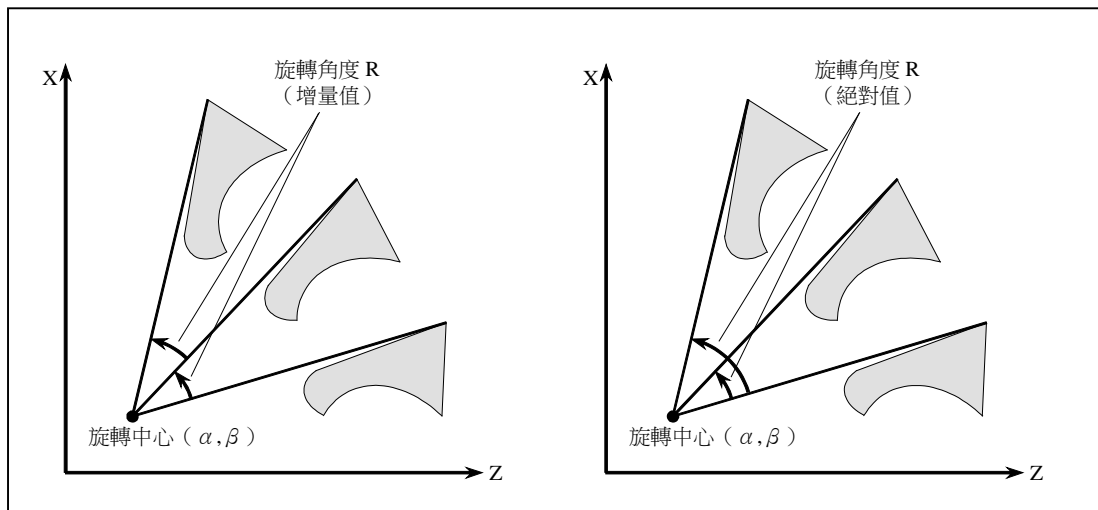


圖5.9 (b) 旋轉中心和旋轉角度

## 解釋

## - 平面選擇 G 代碼 G17、G18 或 G19

平面選擇的指令 G 代碼 (G17、G18、G19)，可在座標旋轉的指令 G 代碼 (G68.1) 之前的程式單節進行指定。在座標旋轉模式下，不應指定 G17、G18 或 G19。

## - 旋轉中心

在沒有指定旋轉中心 ( $\alpha, \beta$ ) 的情況下，指定 G68.1 時的刀具的位置就成為旋轉中心。

## - 旋轉角度指令

當省略旋轉角度指令 ( $R$ ) 時，在參數 (No.5410) 中設定的值成為角度。

在將參數 FRD (No.11630#0) 設定為 1 時，旋轉角度指令 ( $R$ ) 可以取 0.00001deg 單位 (10 萬分之 1)。這種情況下的指定範圍為  $-36000000 \leq R \leq 36000000$ 。

## - 座標旋轉取消

座標旋轉取消指令的 G 代碼 (G69.1)，可以與別的指令一起指定在相同的程式單節中。

### - 刀具補償

有關刀具的補償，首先對於指令程式進行座標旋轉處理，在進行座標旋轉後，再進行刀尖 R 補償、刀具位置偏移等偏移處理。

G68.1 指令可在 G00 模式下使用，也可在 G01 模式下使用。

## 限制事項

### - 返回參考點

請在 G69.1 模式下指定 G27、G28、G29、G30。在 G68.1 模式指定指令時，會發生警報 (PS0412) “不合的 G 指令 <不合的 G 代碼>”。

### - 座標值的變更

請勿在 G68.1 模式下改變座標值 (如 G50、G54~G59 指令和刀具位置偏移等指令)。在模式指定指令時，會發生警報 (PS0412) “不合的 G 指令 <不合的 G 代碼>”。

### - 固定循環

在單一型固定循環、複合形固定循環和鑽孔用固定循環中，座標旋轉無效。

### - 增量指令

座標旋轉指令 (G68.1) 和指定座標旋轉取消 (G69.1) 之後的移動指令，務須使用絕對值加以指令。如果是增量指令，就不會進行正確的移動。

### - AI 輪廓控制模式、3 維座標變換模式中的指令

在 T 系列可用 G 代碼體系 B/C 指定指令。

### - 座標旋轉的 1 軸指令的注意事項

藉由如下參數，可以選擇在絕對方式下指令了 1 軸時的移動位置。2 軸指令的情況下，與參數設定無關地移動到相同的位置。

參數 AX1 (No.11600#5)

座標旋轉模式下，在絕對方式下指令了 1 軸的情形

0：首先，在旋轉前的座標系中計算指令位置，並旋轉座標。

1：首先，座標系旋轉，然後在該座標系上移動到指令位置。(FS16i/18i/21i 相容規格)

由於本參數，尚未指定指令的軸座標的操作將會變化，所以移動的位置不同。

(例)

G90 G0 X0 Y0

G01 X10. Y10. F6000

G68.1 X0 Y0 R45. . . . . 座標旋轉指令

Y14.142 . . . . . 1 軸指令 ----- (1)

G69.1

AX1 (No.11600#5) =0 的情形：

由旋轉前的座標系 (XY) 計算指令位置，使座標旋轉。因此，①中的指令下，尚未指定指令的 X 軸位置會成為 X10，指令位置成為 (X10, Y14.142)。然後，移動到使其旋轉 45° 的移動位置 (X-2.929, Y17.071)。

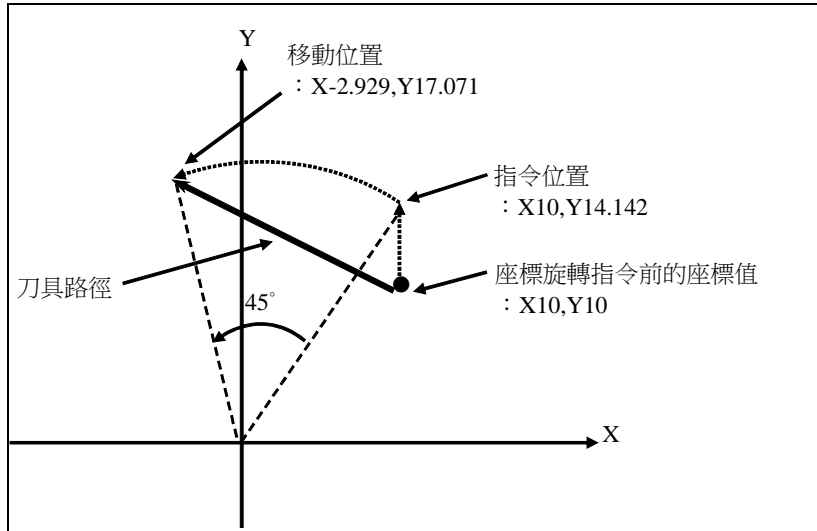


圖5.9 (c) 1 軸指令 (AX1=0)

AX1 (No.11600#5) =1 的情形：

在(1)中的指令下 將座標旋轉指令前的座標值(X10, Y10)變換為旋轉 45°後的座標系(X'Y')中的座標值(X'14.142, Y'0)。然後移動到指令位置 (X'14.142, Y'14.142)，即移動位置 (X0, Y20)。

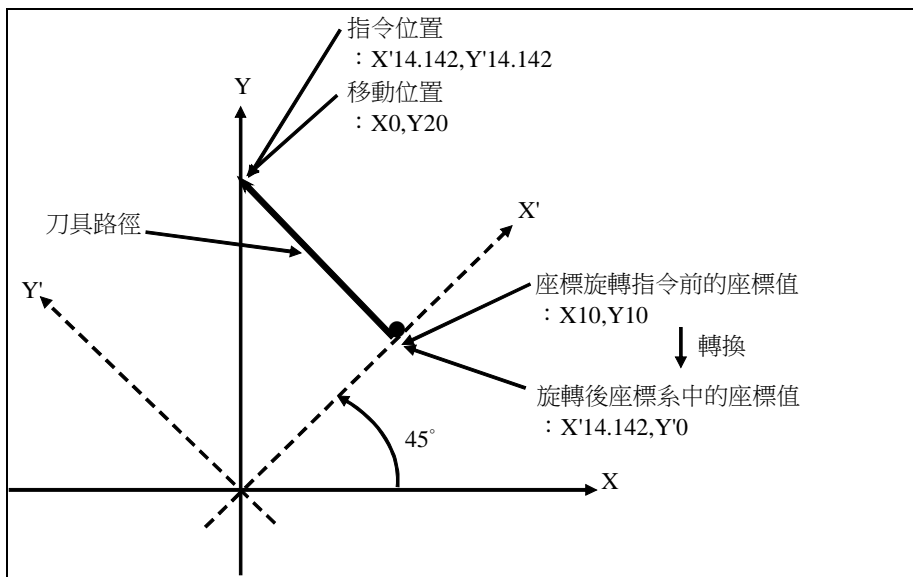


圖5.9 (d) 1 軸指令 (AX1=1)

#### - 刀具位置補償

基於座標系偏移的刀具位置補償有效 (參數 LWT (No.5002#2) =1 或者 LGT (No.5002#4) =0) 時，在座標旋轉模式中指定刀具位置補償時會發出警報 (PS0509)。

參數 EVO (No.5001#6) =1 時，在座標旋轉模式中變更刀具位置補償量時，也同樣會發出警報。

### 例

#### - 刀尖 R 補償和座標旋轉

在刀尖 R 補償期間可指定 G68.1、G69.1 指令。

此時，座標旋轉平面與刀尖 R 補償平面必須一致。

```
N1 G50 X0 Z0 G69.1 G01 ;
N2 G42 X1000 Z1000 F1000 T0101 ;
N3 G68 R-30000 ;
N4 Z3000 ;
N5 G03 U1000 R1000 ;
```

N6 G01 Z1000 ;  
N7 U-1000 ;  
N8 G69.1 G40 X0 Z0 ;

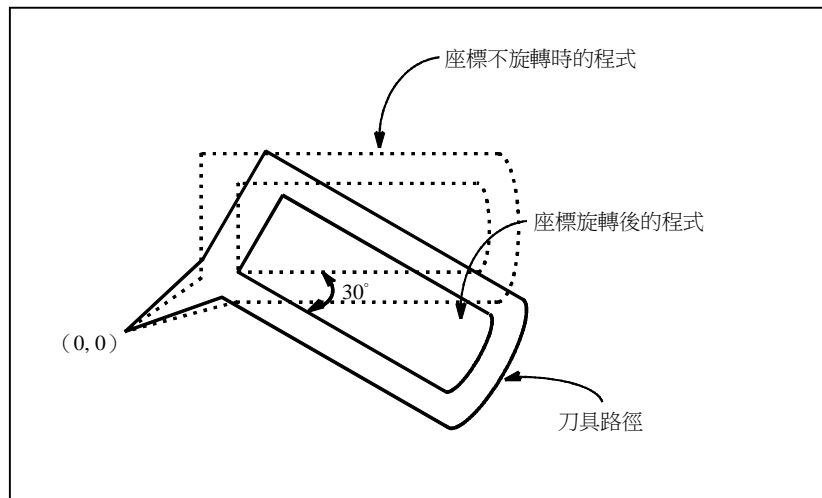


圖5.9 (e) 刀尖 R 補償和座標旋轉

# 6 Series 15 格式下的記憶體運轉

藉由設定與設定相關的參數 FCV (No.0001#1)，即可將以 Series15 程式格式創建的程式記錄到記憶體並進行記憶體運轉。

下述功能可以用 Series 15 指令格式記錄到記憶體並進行記憶體運轉。

- 副程式調用
- 單一型固定循環
- 複合形固定循環
- 鑽孔用固定循環

## 註釋

- 1 Series 0i 上沒有的功能不能記錄到記憶體中，也不能進行記憶體運轉。
- 2 請勿在記憶體運轉中切換參數 FCV (No.0001#1)。切換要在重置模式下進行。
- 3 關於剛性攻牙，請參閱“4.5 剛性攻牙循環”。
- 4 Series 15 格式的限制事項或注意事項，請參閱一般的格式。

## 6.1 Series 15 程式格式的位址和指定範圍

不能用於 Series 0i 的某些位址在 Series 15 程式格式下仍然可以使用。

Series 15 程式格式下的指定範圍基本上和 Series 0i 的指定範圍相同。

下面的項目針對指定範圍不同的位址加以記述。

如果指定了一個超出指定範圍的值，警報器就會發出警報。

## 6.2 副程式調用

### 格式

M98P○○○○L○○○；

P：副程式號

L：重複次數

### 解釋

#### ·位址

在本 Series 0i 的指令格式下，不可使用位址 L，但是，在 Series 15 格式下可以使用。

(但是，使用者巨集程式有效(參數 MNC (No.8135#5)=0)時，可以使用位址 L 且與 Series15 格式無關。)

#### ·副程式號

指定範圍與 Series 0i 相同 (1~9999)。

若錯誤指定 5 位以上的數值，則後 4 位為副程式號。

#### ·重複次數

重複次數 L 的指定範圍為 1~9999 次。

沒有指定重複次數時，重複次數為 1 次。

## 6.3 單一型固定循環

### 解釋

有三種單一型固定循環：外徑／內徑車削加工循環 (G90)、螺紋切削循環 (G92)、端面車削加工循環 (G94)。

## 註釋

- 1 本章的說明圖中，將平面設定為 ZX 平面，將 X 軸設定為直徑程式設計，將 Z 軸設定為半徑程式設計。X 軸為半徑程式設計時，請將 U/2 改變為 U，並將 X/2 改變為 X。
- 2 單一型固定循環可以在任意平面（包含平行軸）中進行。但是，若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。
- 3 縱向意味著平面第 1 軸方向，具體如下所示。  
ZX 平面：Z 軸方向  
YZ 平面：Y 軸方向  
XY 平面：X 軸方向
- 4 端面方向意味著平面第 2 軸方向，具體如下所示。  
ZX 平面：X 軸方向  
YZ 平面：Z 軸方向  
XY 平面：Y 軸方向

### 6.3.1 外徑／內徑車削加工循環（G90）

該循環可以執行縱向的直線以及錐形的切削循環。

#### 6.3.1.1 直線切削循環

##### 格式

**G90 X(U)\_ Z(W)\_ F\_ ;**

X\_,Z\_ : 縱向切削終點（圖6.3.1.1 (a) 中 A' 點）的座標值

U\_,W\_ : 至縱向切削終點（圖6.3.1.1 (a) A' 點）的行程

F\_ : 切削進給速度

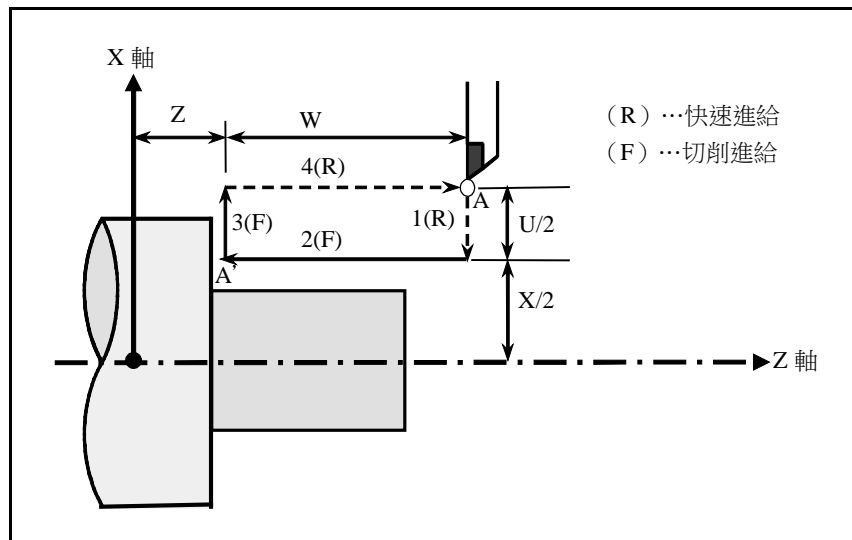


圖6.3.1.1 (a) 直線切削循環

##### 解釋

###### - 動作

直線切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。(移動到縱向切削終點 (A')。)
- (3) 第 3 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。

- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值（ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值）。  
（返回到起點（A）。）

**註釋**

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

**- 取消模式**

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

**6.3.1.2 錐形切削循環****格式****ZpXp 平面**

**G90 X(U)\_Z(W)\_I\_F\_;**

**YpZp 平面**

**G90 Y(V)\_Z(W)\_K\_F\_;**

**XpYp 平面**

**G90 X(U)\_Y(V)\_J\_F\_;**

**X\_,Y\_,Z\_ :** 縱向切削終點（圖6.3.1.2 (a) 中 A' 點）的座標值

**U\_,V\_,W\_ :** 至縱向切削終點（圖6.3.1.2 (a) 中 A' 點）的行程

**I\_,J\_,K\_ :** 錐度量（下圖 I）

**F\_ :** 切削進給速度

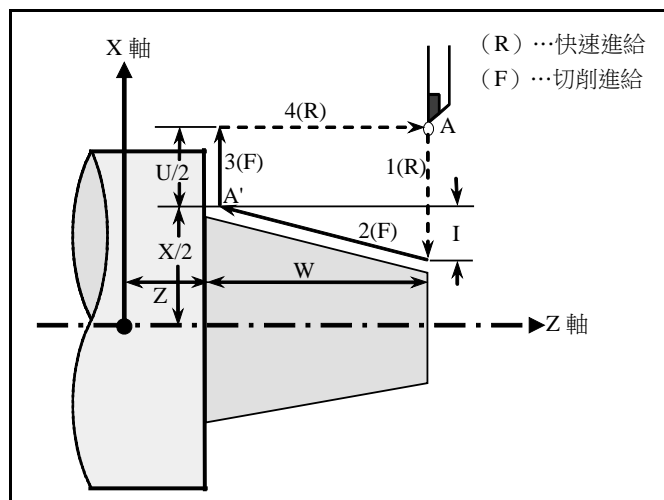


圖6.3.1.2 (a) 錐形切削循環

**解釋**

指定錐形的位址 I、J、K 隨所選的平面而變化。

錐形的形狀，取決於縱向切削終點的座標值（A'）與錐度量（位址 I、J、K）的符號。上圖的循環中，錐度量的符號為負。

**註釋**

指定錐形的位址 I、J、K 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，I、J、K 由半徑值來指定。

**- 動作**

錐形切削循環進行與直線切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點（A）移動到在平面第 2 軸的指令座標值（ZX 平面時為 X 軸的指令座標值）加上錐度量後的位置。

之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與直線切削循環相同。

**註釋**

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

**- 錐度量的符號與刀具路徑的關係**

根據錐度量（位址 I、J、K）的符號與基於絕對指令或增量指令的縱向切削終點之間的關係，刀具路徑如表 6.3.1.2 (a) 所示。

表 6.3.1.2 (a)

| 外徑加工                                                                                  | 內徑加工                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, I &lt; 0</math></p>                                   | <p>2. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, I &gt; 0</math></p>                                   |
| <p>3. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, I &gt; 0</math><br/>但 <math> I  \leq  U/2 </math></p> | <p>4. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, I &lt; 0</math><br/>但 <math> I  \leq  U/2 </math></p> |

**- 取消模式**

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

## 6.3.2 螺紋切削循環 (G92)

### 6.3.2.1 直線螺紋切削循環

**格式**

G92 X(U)\_Z(W)\_F\_Q\_;

X\_,Z\_ : 縱向切削終點 (圖 6.3.2.1 (a) 中 A' 點) 的座標值

U\_,W\_ : 至縱向切削終點 (圖 6.3.2.1 (a) A' 點) 的行程

Q\_ : 螺紋切削開始角度的位差角  
(單位: 0.001°, 範圍: 0~360°)

F\_ : 螺紋的導程 (下圖 L)

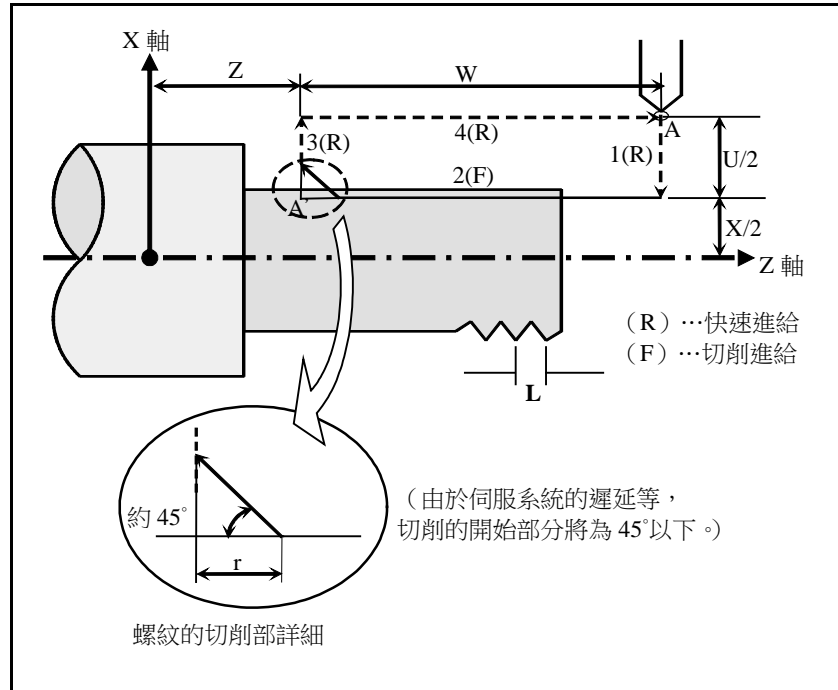


圖6.3.2.1 (a) 直線螺紋切削循環

## 解釋

螺紋的導程範圍以及主軸速度的限制，與 G32 的螺紋切削相同。

### - 動作

直線螺紋切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。此時，進行螺紋的倒角。
- (3) 第 3 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。  
(倒角後的退刀動作)
- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值)。  
(返回到起點 (A) 。



#### 注意

螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。

但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

#### 註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

### - 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

### - 螺紋切削的插補後加減速

螺紋切削的插補後加減速度，雖然是指數函數型加減速，但是可藉由參數 THLx (No.1610#5)，選擇與切削進給相同的加減速。(按照參數 CTBx,CTLx (No.1610#1、#0))。但是，時間常數和 FL 速度則使用螺紋切削循環的參數 (No.1626、No.1627)。

### - 螺紋切削的時間常數、FL 速度

使用參數 (No.1626) 的螺紋切削的插補後加減速時間常數、參數 (No.1627) 的 FL 速度。

FL 速度只有在插補後加減速為指數函數型的情況下有效。

### - 螺紋的倒角

可以進行螺紋的倒角（倒稜）。是否進行螺紋的倒角，隨機床端的信號而定。將導程設定為 L 時，螺紋的倒角 r 值，可以在 0.1L~12.7L 的範圍內，以 0.1L 為增量單位，藉由參數（No.5130）選擇任意值。

可以藉由參數（No.5131）在 1~89°範圍內指定螺紋的倒角角度。參數值為 0 時，角度為 45°。

螺紋的倒角，使用與螺紋切削相同的插補後加減速類型、插補後加減速的時間常數、FL 速度。

#### 註釋

螺紋的倒角（倒稜）量、角度的參數，與 G76 的螺紋切削循環通用。

### - 倒角後的退刀動作

倒角後的退刀動作速度以及插補後的加減速類型、時間常數如表 6.3.2.1 (a) 所示。

表 6.3.2.1 (a)

| 參數 CFR (No.1611#0) | 參數 (No.1466) | 內容                                                                                 |
|--------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                  | 0 以外         | 屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數（No.1626））、FL 速度（參數（No.1627））、參數（No.1466）指定的退刀動作速度。 |
| 0                  | 0            | 屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數（No.1626））、FL 速度（參數（No.1627））、參數（No.1420）指定的快速進給速度。 |
| 1                  |              | 在退刀動作前檢查指令速度是否為 0（加減速的遲延是否為 0），屬於快速進給的插補後加減速類型，使用快速進給的時間常數、參數（No.1420）的快速進給速度。     |

針對倒角後的退刀動作速度，將參數 ROC（No.1403#4）設定為 1，即可使快速進給倍率失效。

#### 註釋

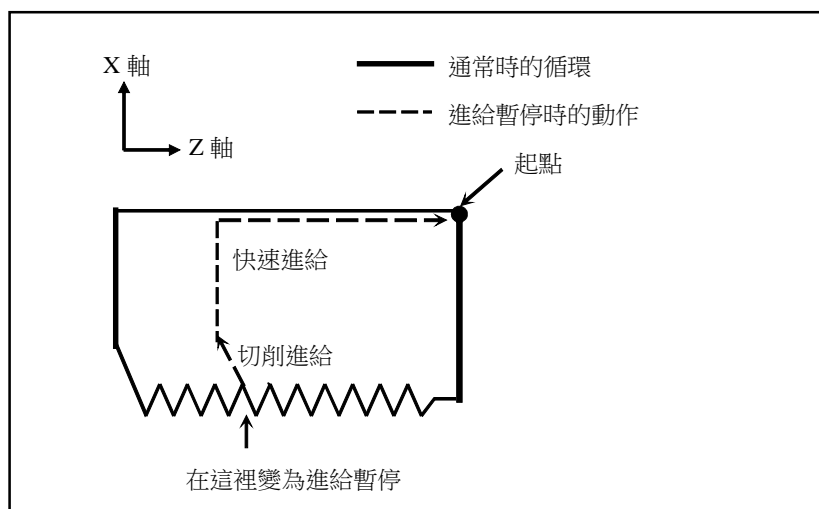
退刀動作中，機床不會在切削進給速度倍率 0% 下停止，這與參數 RF0（No.1401#4）無關。

### - 開始角度偏移

藉由指定位址 Q，可以使螺紋切削的開始角度偏移。開始角度的指令（Q）單位為 0.001°，其範圍為 0~360°。另外，不可指定小數點。

### - 螺紋切削循環中的進給暫停（螺紋切削循環收回）

如果在螺紋切削中（第 2 個動作）應用進給暫停，刀具會立即一邊執行倒角一邊退刀，並按照平面第 2 軸（X 軸）、平面第 1 軸（Z 軸）的順序返回到起點。



退刀時的倒角角度，與終點位置的倒角角度相同。

⚠ 注意  
退刀過程中不能執行另一進給暫停。

### - 英制螺紋切削

可進行藉由指定位址 E 來進行英制螺紋切削。

## 6.3.2.2 錐形螺紋切削循環

### 格式

ZpXp 平面

G92 X(U)\_Z(W)\_I\_F\_Q\_;

YpZp 平面

G92 Y(V)\_Z(W)\_K\_F\_Q\_;

XpYp 平面

G92 X(U)\_Y(V)\_J\_F\_Q\_;

X\_,Y\_,Z\_ : 縱向切削終點 (圖6.3.2.2 (a) 中 A' 點) 的座標值

U\_,V\_,W\_ : 至縱向切削終點 (圖6.3.2.2 (a) 中的 A' 點) 的行程

Q\_ : 螺紋切削開始角度的位差角  
(單位: 0.001°, 範圍: 0~360°)

I\_,J\_,K\_ : 錐度量 (下圖 I)

F\_ : 螺紋的導程 (下圖 L)

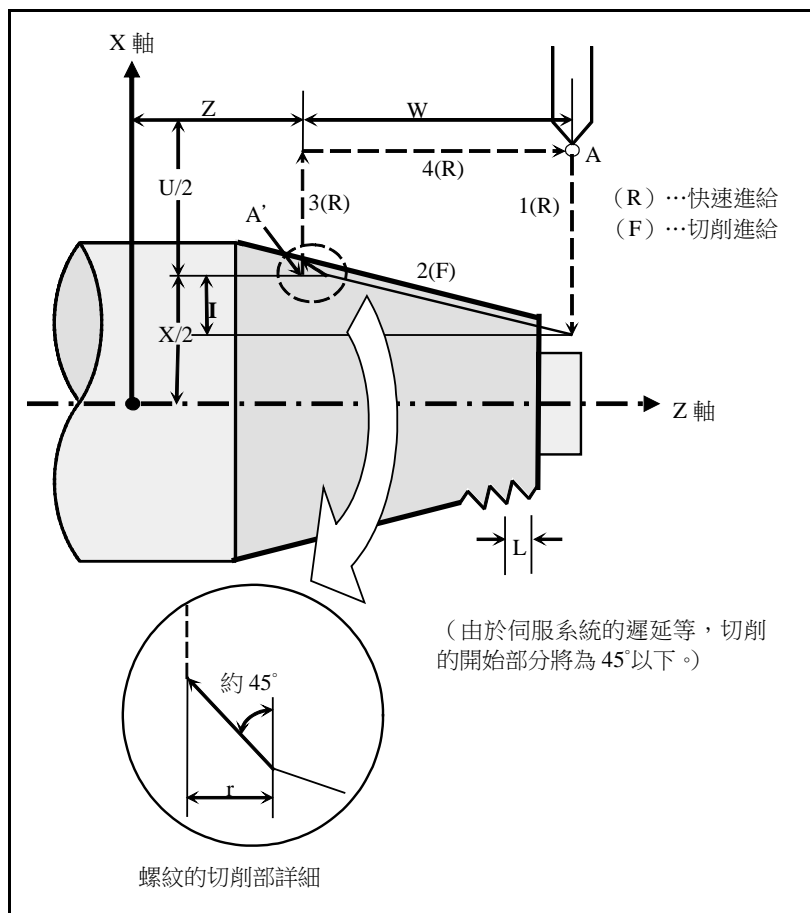


圖6.3.2.2 (a) 錐形螺紋切削循環

## 解釋

螺紋的導程範圍以及主軸速度的限制，與 G32 的螺紋切削相同。

錐形的形狀，取決於縱向切削終點的座標值 (A') 與錐度量 (位址 I、J、K) 的符號。上圖的循環中，錐度量的符號為負。

## 註釋

指定錐形的位址 I、J、K 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，I、J、K 由半徑值來指定。

## - 動作

錐形螺紋切削循環進行與直線螺紋切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到在平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值) 加上錐度量後的位置。之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與直線螺紋切削循環相同。

## ⚠ 注意

螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

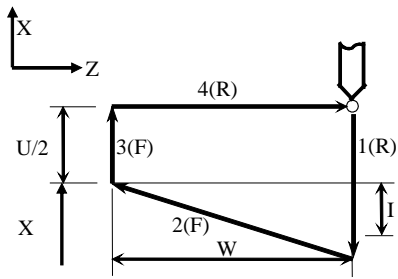
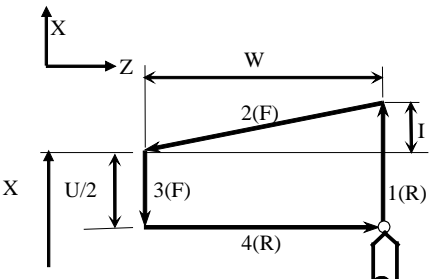
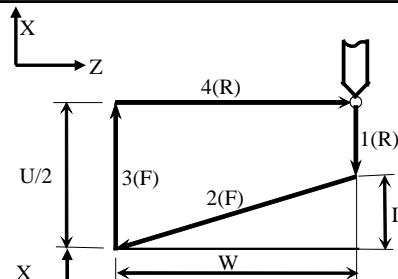
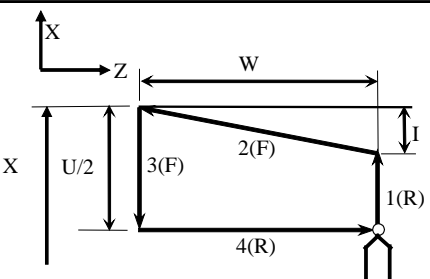
## 註釋

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

## - 錐度量的符號與刀具路徑的關係

根據錐度量 (位址 I、J、K) 的符號與基於絕對指令或增量指令的縱向切削終點之間的關係，刀具路徑如表 6.3.2.2 (a) 所示。

表 6.3.2.2 (a)

| 外徑加工                                                                                                                                                                      | 內徑加工                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, I &lt; 0</math></p>                                    | <p>2. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, I &gt; 0</math></p>                                    |
| <p>3. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, I &gt; 0</math><br/>但 <math> I  \leq  U/2 </math></p>  | <p>4. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, I &lt; 0</math><br/>但 <math> I  \leq  U/2 </math></p>  |

## - 取消模式

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

- 螺紋切削的插補後加減速
- 螺紋切削的時間常數、FL 速度
- 螺紋的倒角
- 倒角後的退刀動作
- 螺紋切削循環中的進給暫停
- 開始角度偏移
- 螺紋切削循環收回
- 英制螺紋切削

請參閱直線螺紋切削循環的相關頁。

### 6.3.3 端面車削加工循環 (G94)

#### 6.3.3.1 正面切削循環

格式

G94 X(U)\_Z(W)\_F\_ ;

X\_,Z\_ : 端面方向切削終點 (圖6.3.3.1 (a) 中 A' 點) 的座標值  
 U\_,W\_ : 至端面方向切削終點 (圖6.3.3.1 (a) 中 A' 點) 的行程  
 F : 切削進給速度

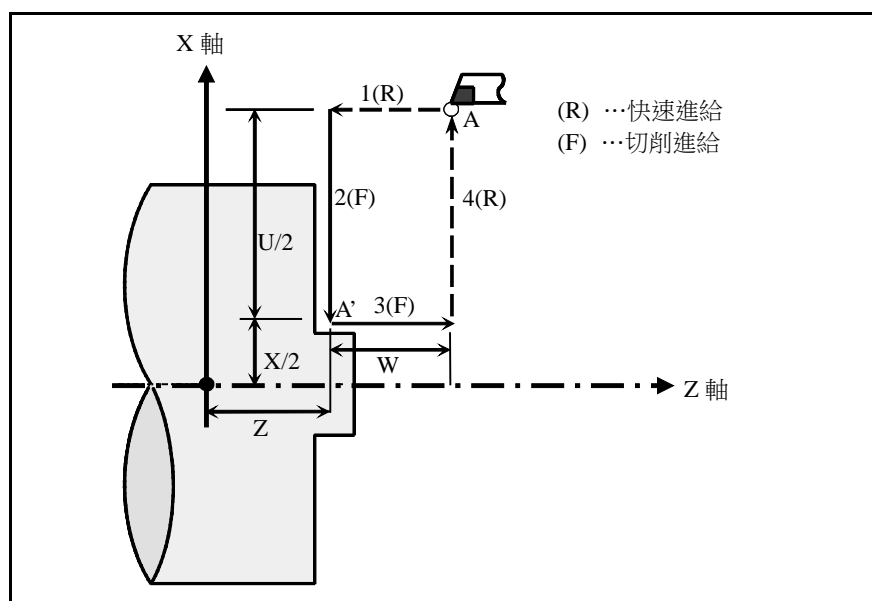


圖6.3.3.1 (a) 正面切削循環

解釋

#### - 動作

正面切削循環進行 4 個動作。

- (1) 第 1 個動作，在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值)。
- (2) 第 2 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 X 軸的指令座標值)。(移動到端面方向切削終點 (A')。)
- (3) 第 3 個動作，在切削進給方式下將刀具移動到平面第 1 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的開始座標值)。
- (4) 第 4 個動作，在快速進給方式下將刀具移動到平面第 2 軸的開始座標值 (ZX 平面時為 X 軸的開始座標值)。(返回到起點 (A)。)

**註釋**

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

**- 取消模式**

要取消單一型固定循環模式，需指定 G90、G92、G94 以外的 01 組代碼。

**6.3.3.2 錐形切削循環****格式****ZpXp 平面**

G94 X(U)\_ Z(W)\_ K \_ F\_ ;

**YpZp 平面**

G94 Y(V)\_ Z(W)\_ J \_ F\_ ;

**XpYp 平面**

G94 X(U)\_ Y(V)\_ I \_ F\_ ;

X\_,Y\_,Z\_ : 端面方向切削終點 (圖6.3.3.2 (a) 中 A' 點) 的座標值

U\_,V\_,W\_ : 至端面方向切削終點 (圖6.3.3.2 (a) 中 A' 點) 的行程

I\_,J\_,K\_ : 錐度量 (下圖 K)

F : 切削進給速度

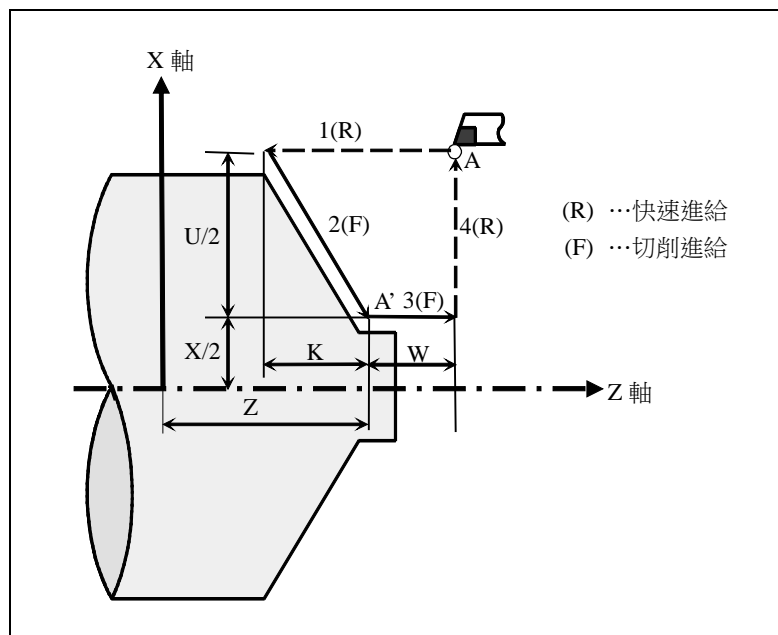


圖6.3.3.2 (a) 錐形切削循環

**解釋**

錐形的形狀，取決於端面方向切削終點的座標值 (A') 與錐度量 (位址 I、J、K) 的符號。上圖的循環中，錐度量的符號為負。

**註釋**

指定錐形的位址 I、J、K 的設定單位，取決於參考軸的設定單位。此外，I、J、K 由半徑值來指定。

**- 動作**

錐形切削循環進行與正面切削循環相同的 4 個動作。

但是，第 1 個動作，是在快速進給方式下將刀具從起點 (A) 移動到在平面第 1 軸的指令座標值 (ZX 平面時為 Z 軸的指令座標值) 上加上錐度量後的位置。

之後的第 2、第 3、第 4 個動作，與正面切削循環相同。

**註釋**

在單節程式方式下，以一次循環執行上述第 1、第 2、第 3、第 4 個動作。

**- 錐度量的符號與刀具路徑的關係**

根據錐度量（位址 I、J、K）的符號與基於絕對指令或增量指令的端面方向切削終點的座標值之間的關係，刀具路徑如表 6.3.3.2 (a) 所示。

表 6.3.3.2 (a)

| 外徑加工                                                                                | 內徑加工                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, K &lt; 0</math></p>                                 | <p>2. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, K &lt; 0</math></p>                                 |
| <p>3. <math>U &lt; 0, W &lt; 0, K &gt; 0</math><br/>但 <math> K  \leq  W </math></p> | <p>4. <math>U &gt; 0, W &lt; 0, K &gt; 0</math><br/>但 <math> K  \leq  W </math></p> |

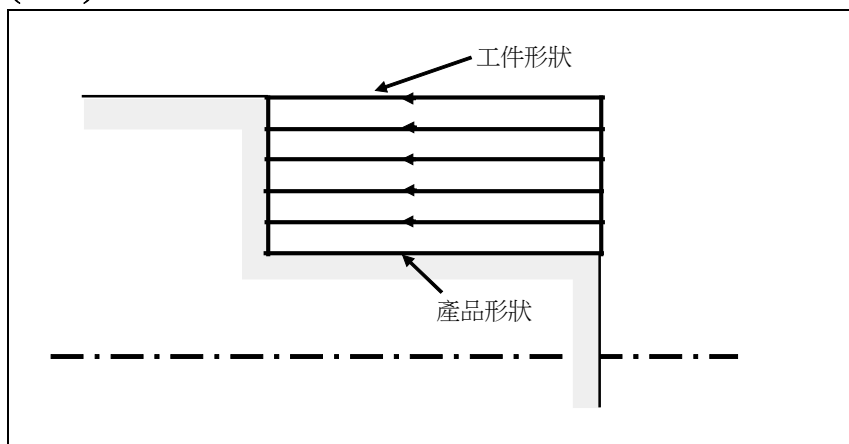
**- 取消模式**

當要取消單一型固定循環模式時，會指定 G90、G92、G94 以外的 01 組的代碼。

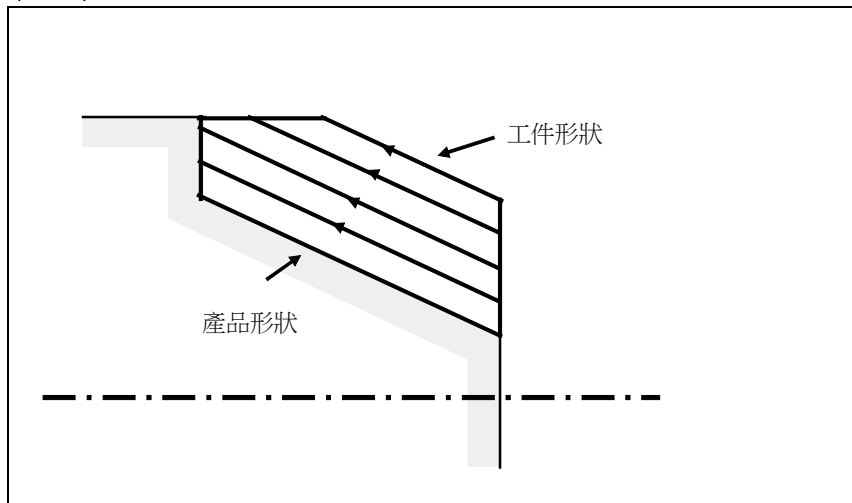
**6.3.4 單一型固定循環的使用方法**

按照材料的形狀和產品的形狀選擇一個合適的單一型固定循環。

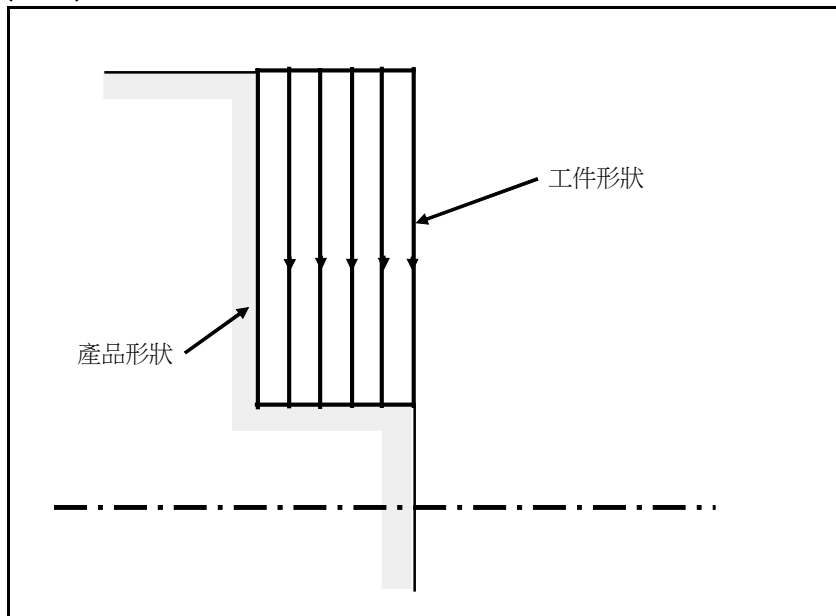
**- 直線切削循環 (G90)**



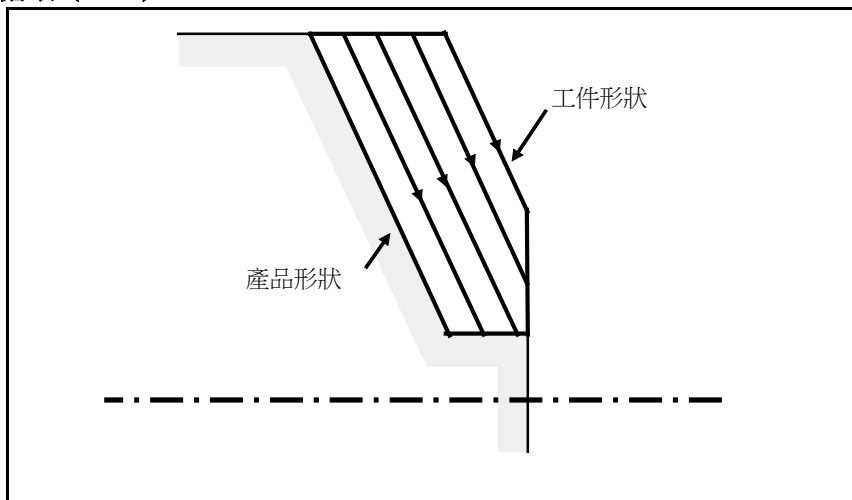
- 錐形切削循環 (G90)



- 正面切削循環 (G94)



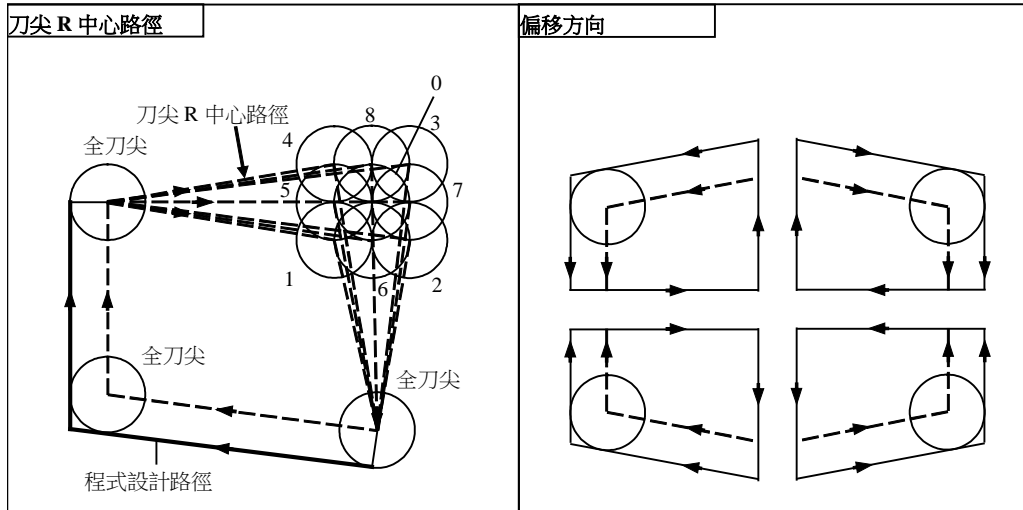
- 正面錐形切削循環 (G94)



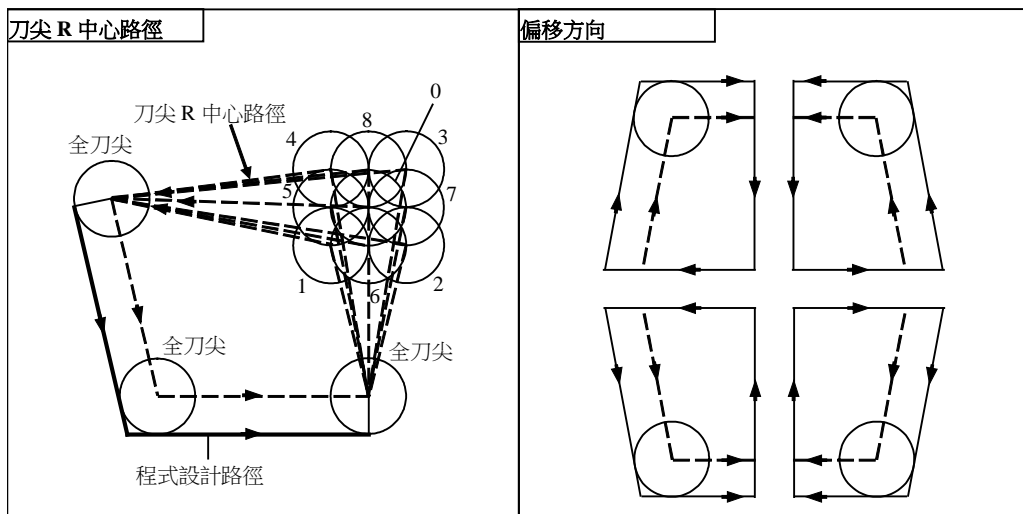
### 6.3.5 單一型固定循環和刀尖 R 補償

應用刀尖 R 補償時的刀尖中心路徑和偏移的方向如下所示。在循環起點位置，會取消偏移向量，藉由來自循環起點的移動執行偏移的起刀操作。此外，在刀具要返回到循環起點的時候，也會取消偏移向量，並且藉由下一個移動指令再次進行偏移操作。偏移的方向取決於切削模式，與 G41 和 G42 無關。

#### - 外徑／內徑車削加工循環（G90）



#### - 端面車削加工循環（G94）



#### - 螺紋切削循環（G92）

不可進行刀尖 R 補償。

#### Series 0i 與 Series 16i/18i/21i 之間的差異

##### 註釋

Series 0i 與 Series 16i/18i/21i 的偏移方向相同，但是刀尖 R 中心路徑不同。

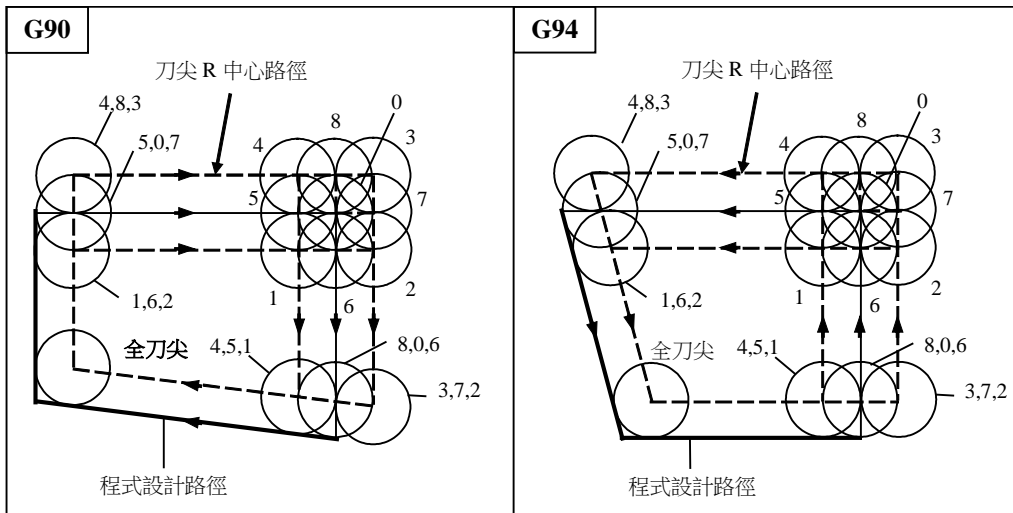
##### - Series 0i 的情形

與以下情形的動作相同：將單一型固定循環的循環動作置換為 G00 或 G01，在最初的移動程式單節從起點起刀，在最後將刀具移動到起點的程式單節取消偏移。

##### - Series 16i/18i/21i 的情形

在程式單節從起點移動刀具，以及在最後的程式單節將刀具移動到起點，動作均與 Series 0i 不同。細節請參閱 Series 16i/18i/21i 操作說明書。

Series16i/18i/21i 中的補償應用方法



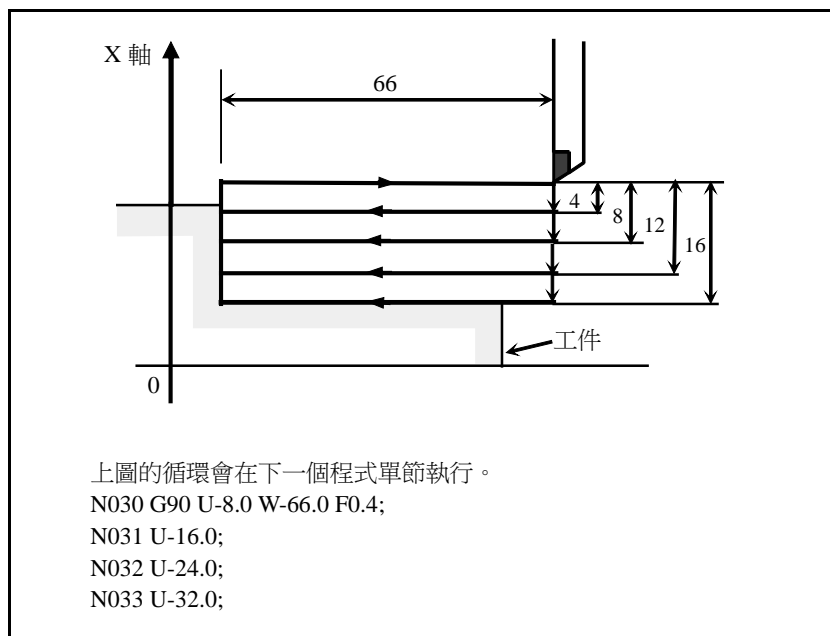
### 6.3.6 單一型固定循環的限制事項

#### 限制事項

- 模態

單一型固定循環中的資料 X (U) 、 Z (W) 、 R, 是 G90 、 G92 、 G94 通用的模態值。因此, 在沒有重新指定 X (U) 、 Z (W) 、 R 的情況下, 以前所指定的資料保持有效。

所以, 如下列程式例所示, 在 Z 軸的行程相同的情況下, 只要指定 X 軸的行程, 即可反覆進行單一型固定循環。



單一型固定循環的通用模態值, 一旦指定 G04 以外的單步 G 代碼即被清除。

單一型固定循環模式不會由於指定單步 G 代碼而取消, 因此, 藉由再次指定模態值, 即可執行單一型固定循環操作。若不指定模態值, 循環動作就不會被執行。

G04 指令執行 G04, 而不執行單一型固定循環操作。

### - 沒有移動指令的程式單節

在單一型固定循環模式下沒有移動指令的程式單節中，也可執行單一型固定循環操作。例如，只有 EOB 的程式單節或沒有 M、S、T 指令、移動指令的程式單節。在單一型固定循環模式下指定 M、S、T 的指令時，將同時執行單一型固定循環和 M、S、T 的功能。如果這樣不方便的話，如下列程式例所示，暫時指定取消單一型固定循環方式的 G90、G92、G94 以外的 01 組的代碼指令（G00、G01 指令），而後指定 M、S、T。之後，再指定單一型固定循環。

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>例</p> <pre> N003 T0101; : : N010 G90 X20.0 Z10.0 F0.2; N011 G00 T0202;      ← 取消模式 N012 G90 X20.5 Z10.0; </pre> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### - 平面選擇指令

平面選擇指令（G17、G18、G19）應在設定為單一型固定循環模式之前指定，或者在與首次指定的單一型固定循環相同的程式單節中指定。

在單一型固定循環模式後指定平面選擇指令，系統就會執行平面選擇指令，但會清除單一型固定循環的通用模態值。當指定所選平面外的軸指令時，會發生警報（PS0330）“在單一形循環中,有不正確的軸指令 <在單一型循環中,有不正確的軸指令>”。

### - 平行軸指令

若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。

### - 重置

如下藉由重置操作保持 01 組的模態 G 代碼設定中，如果是在執行單一型固定循環中進行重置操作，組 01 的模態 G 代碼將變更為 G01 方式。

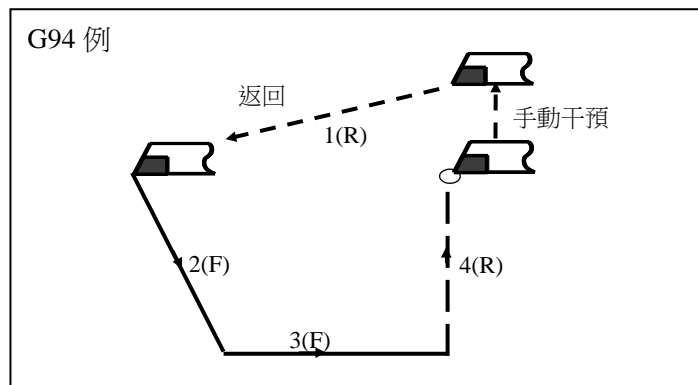
- 重置模式（參數 CLR（No.3402#6）=0）
- 清除狀態（參數 CLR（No.3402#6）=1）且重置時保持組 01 的模態 G 代碼（參數 C01（No.3406#1）=1）

動作例）

在執行單一型固定循環中（X0 程式單節）進行重置操作，運行 X20.Z1.的指令時，不是在單一型固定循環中動作，而是在直線插補（G01）下動作。

### - 手動干預

在執行單一型固定循環前和執行中使運轉停止並藉由手動絕對值 ON 進行手動干預時，即使循環的指令為增量指令，在開始循環動作後，也會執行手動干預量的返回。



## 6.4 複合形固定循環

複合形固定循環是為了簡化程式設計而準備的幾種固定循環。譬如，藉由確定精切削工件形狀的資訊，即可在中途自動地決定粗切削的刀具路徑。另外，還備有用於螺紋切削的固定循環。

### 註釋

- 1 本章的說明圖中，將平面設定為 ZX 平面，將 X 軸設定為直徑程式設計，將 Z 軸設定為半徑程式設計。X 軸為半徑程式設計時，請將 U/2 改變為 U，並將 X/2 改變為 X。
- 2 複合形固定循環可以在任意平面（包含平行軸）中進行。但是，若是 G 代碼體系 A 的情形，不可將 U、V、W 設定為平行軸。

### 6.4.1 外徑粗切削循環（G71）

外徑粗切削循環有兩類：類型 I 和類型 II。

#### 格式

##### ZpXp 平面

```
G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) I (Δi) K (Δk) D (Δd) F (f) S (s)
T (t) ;
```

```
N (ns);
```

```
...
```

```
N (nf);
```

} 以從順序號 ns 到 nf 的程式單節指定 A→A' →B 的  
精切削形狀的移動指令。

##### YpZp 平面

```
G71 P (ns) Q (nf) V (Δw) W (Δu) J (Δk) K (Δi) D (Δd) F (f) S (s)
T (t) ;
```

```
N (ns);
```

```
...
```

```
N (nf);
```

##### XpYp 平面

```
G71 P (ns) Q (nf) U (Δw) V (Δu) I (Δk) J (Δi) D (Δd) F (f) S (s)
T (t) ;
```

```
N (ns);
```

```
...
```

```
N (nf);
```

Δd : 進刀量

切削方向由 A A' 的方向而定。

ns : 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號

nf : 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

Δu : 平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向的精切削餘量的距離

Δw : 平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的精切削餘量的距離

Δi : 平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向的粗精切削餘量的距離

Δk : 平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的粗精切削餘量的距離

f、s、t : 循環中，在 ns~nf 間的程式單節中指定的 F 功能、S 功能或者 T 功能將被忽略。  
並且，G71 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

### 註釋

即使是計算器型小數點輸入的設定（參數 DPI (No.3401#0=1)），位址 D 的單位為最小設定單位。此外，在位址 D 輸入小數點時，會發出警報（PS0007）“小數點使用非法”。

|            | 單位          | 直徑/半徑程式設計            | 符號 | 小數點輸入 |
|------------|-------------|----------------------|----|-------|
| $\Delta d$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 不可    |
| $\Delta u$ | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 2 軸的直徑/半徑程式設計 | 有  | 可     |
| $\Delta w$ | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 1 軸的直徑/半徑程式設計 | 有  | 可     |
| $\Delta i$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 可     |
| $\Delta k$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 可     |

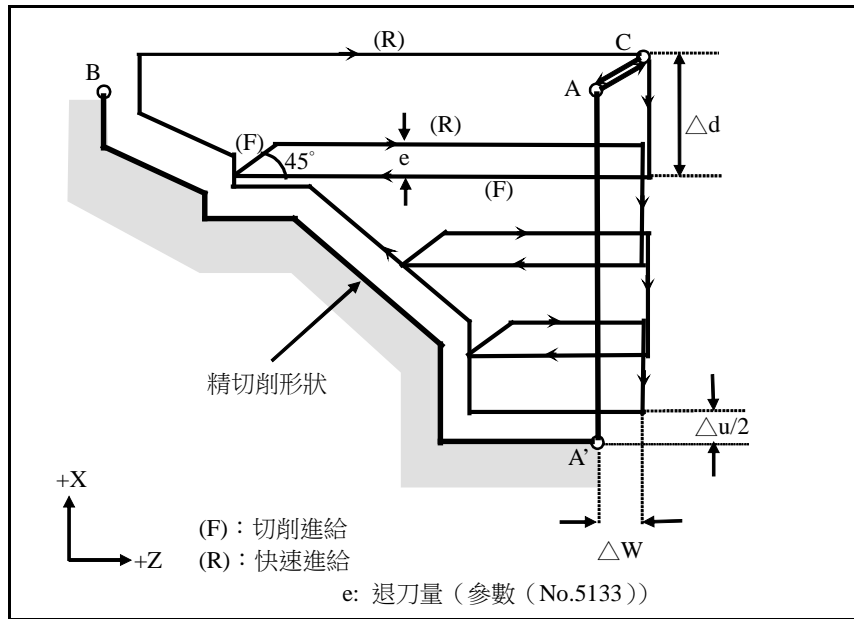


圖6.4.1 (a) 沒有粗精切削餘量的外徑粗切削循環的切削路徑 (類型 I)

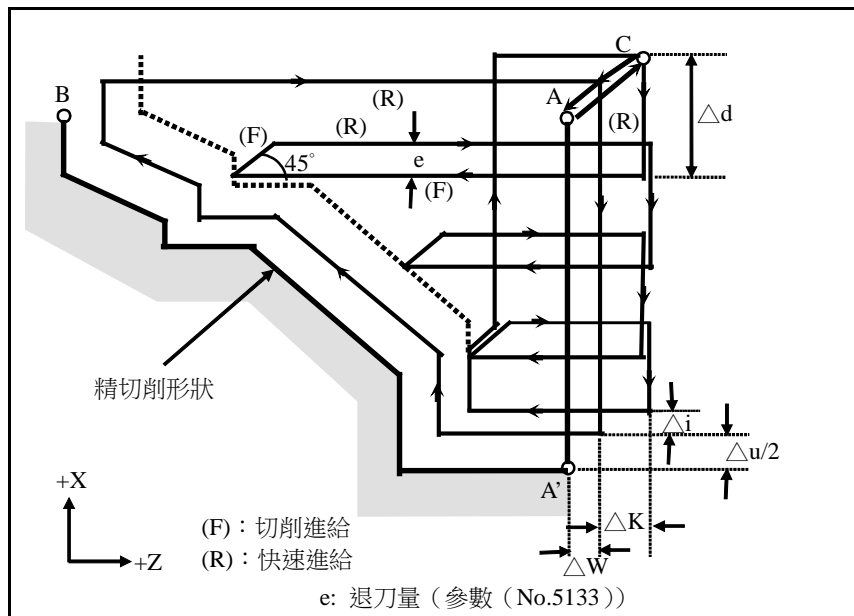


圖6.4.1 (b) 有粗精切削餘量的外徑粗切削循環的切削路徑 (類型 I)

解釋

- 動作

由程式給定 A→A' →B 之間的精切削形狀後，將每次切削進刀量  $\Delta d$ 。有指定與無指定粗精切削餘量，其路徑存在下列相異處。

- (1) 無指定粗精切削餘量  
留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  的精切削餘量，每次切削進刀量  $\Delta d$ ，在最後的切削完成後，沿著精切削形狀程式進行粗精加工切削。
- (2) 有指定粗精切削餘量  
留下  $\Delta u/2 + \Delta i$ 、 $\Delta w + \Delta k$  的加工餘量，每次切削進刀量  $\Delta d$ ，在最後的切削完成後，暫時返回到起點 (A)，而後沿著精切削形狀進行粗精加工切削，以消除加工餘量  $\Delta i$ 、 $\Delta k$ 。  
等粗精加工切削結束後，執行由 Q 指定的順序程式單節的下一個程式單節。

**註釋**

- 1 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G71 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。
- 2 周速一定控制有效時，A-B 間的移動指令中指定的 G96 或 G97 將被忽略。要使 G96 或 G97 在 A-B 間的移動中有效時，請在 G71 的程式單節或之前的程式單節中指定 G96 或 G97。

**- 退刀量 (e)**

退刀量 (e) 設定在參數 (No.5133) 中。

| No.  | 單位          | 直徑／半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5133 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

**- 精切削形狀****模式**

用 G71 來切削的形狀有下列 4 種模式。均藉由平行於平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動來進行工件切削，此時的  $\Delta u$ 、 $\Delta w$  的精切削餘量的符號如下所示。

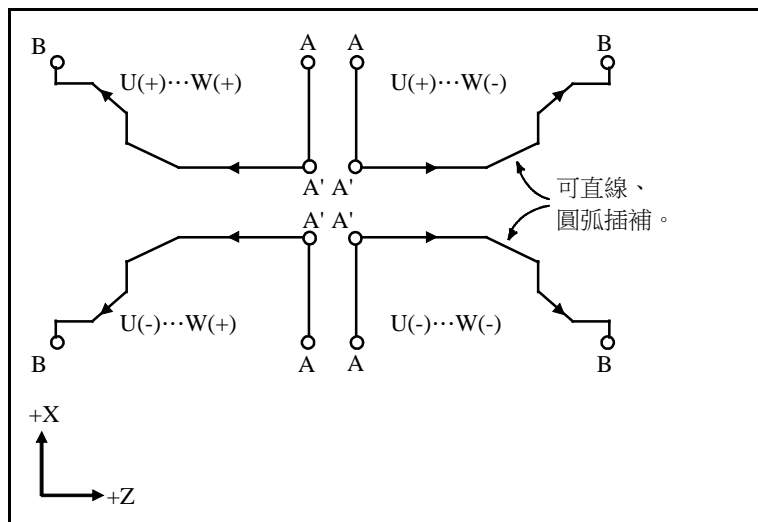


圖6.4.1 (c) 4 種模式的精切削形狀

**限制**

- (1) 在 U (+) 的情況下，不可加工具有比循環起點更高位置的形狀。  
在 U (-) 的情況下，不可加工具有比循環起點更低位置的形狀。
- (2) 在類型 I 的情況下，平面第 1 軸、平面第 2 軸均須為單調增加或者單調減少的形狀。
- (3) 在類型 II 的情況下，平面第 1 軸須為單調增加或單調減少的形狀。

**開頭程式單節**

在精切削形狀程式的開頭程式單節 (順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令) 中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報 (PS0065) "G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>"。G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。

此外，要在該開頭程式單節選擇類型 I 或者類型 II。

開頭程式單節中沒有 X 軸方向的移動時，會發生警報 (PS0325) "在形狀程式中，不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>"。

## 檢查功能

檢查精切削形狀是否在循環動作中始終為單調增加或單調減少。

### 註釋

在應用刀尖 R 補償時，利用應用了補償的精切削形狀進行檢查。

另外，還可以進行下列檢查。

| 檢查內容                                           | 相關參數                       |
|------------------------------------------------|----------------------------|
| 在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。             | 參數 QSR (No.5102#2) =1 時有效。 |
| 在循環動作前檢查精切削形狀。<br>(同時還對位址 Q 中所指定的順序號是否存在進行檢查。) | 參數 FCK (No.5104#2) =1 時有效。 |

## - 類型 I 和類型 II

### 類型 I 和類型 II 的區分使用

G71 具有類型 I 和類型 II。

精切削形狀中有槽孔時，務須使用類型 II。

此外，在類型 I 和 II 中，朝平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向進行粗切削後的退刀操作不同。類型 I 朝向 45° 方向退刀，而類型 II 則沿著精切削形狀切削。精切削形狀中沒有槽孔時，請根據退刀方法靈活選用。

### 選擇方法

在精切削形狀的開頭程式單節 (順序號 ns) 選擇類型 I 或者類型 II。

#### (1) 選擇類型 I

僅指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的指令。不得有平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。

#### (2) 選擇類型 II

指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 和平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。

沒有平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動而要使用類型 II 時，則指定行程 0 的增量指令 (ZX 平面時為 W0)。

## - 類型 I

(1) 在順序號 ns 的程式單節中，僅需要指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X (U) 軸) 的指令。

### 例

```

ZX 平面
G71 V10.0 R5.0 ;
G71 P100 Q200.....;
N100 X(U)_ ; (僅指定平面第 2 軸的指令。)
 : ;
 : ;
N200.....;

```

(2) A'-B 間的形狀在平面構成軸 (ZX 平面時為 Z 軸、X 軸) 方向上必須都是單調增加或單調減少。不得存在圖 6.4.1 (d) 所示的槽孔。

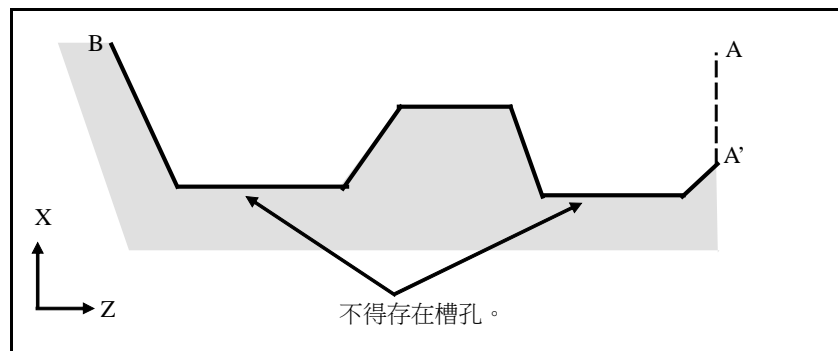


圖 6.4.1 (d) 非單調增加或單調減少的形狀 (類型 I)

**⚠ 注意**

平面第 1 軸或第 2 軸不是單調變化時，會發出警報 (PS0064) “最終的形狀並非單調變化(平面第 1 軸) <精切削形狀不是單調變化 (平面第 1 軸)>” 或警報 (PS0329) “精加工形狀不是單調變化(平面第 2 軸) <精切削形狀不是單調變化 (平面第 2 軸)>”。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數 (No.5145、No.5146) 中設定容許量，使其不發出警報。

- (3) 粗切削後，刀具在切削進給下朝著  $45^\circ$  方向退刀。

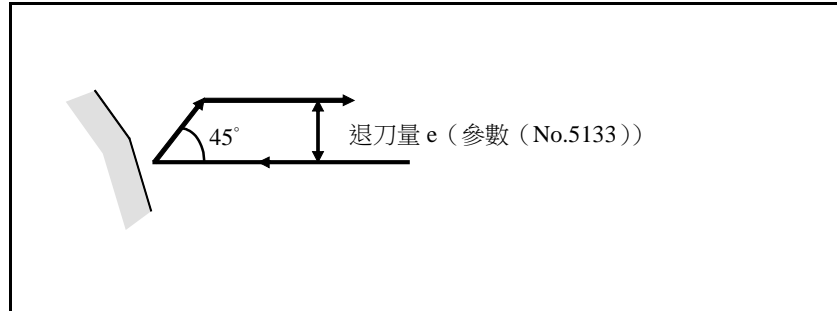


圖6.4.1 (e) 沿著  $45^\circ$  方向切削 (類型 I)

藉由將參數 CBR (No.5124#0) 設定為 1，可將粗切削後的退刀變更為快速進給。此時的刀具路徑取決於參數 LRP (No.1401#1) 的設定。

- (4) 在最後的粗精加工切削完成後，刀具馬上沿著精切削形狀程式執行最後的粗精加工切削。此外，藉由將參數 RF1 (No.5105#1) 設定為 1，還可以使系統不執行粗精加工切削。但是，在指定了粗精切削餘量的情況下，務須進行粗精加工切削。

- 類型 II

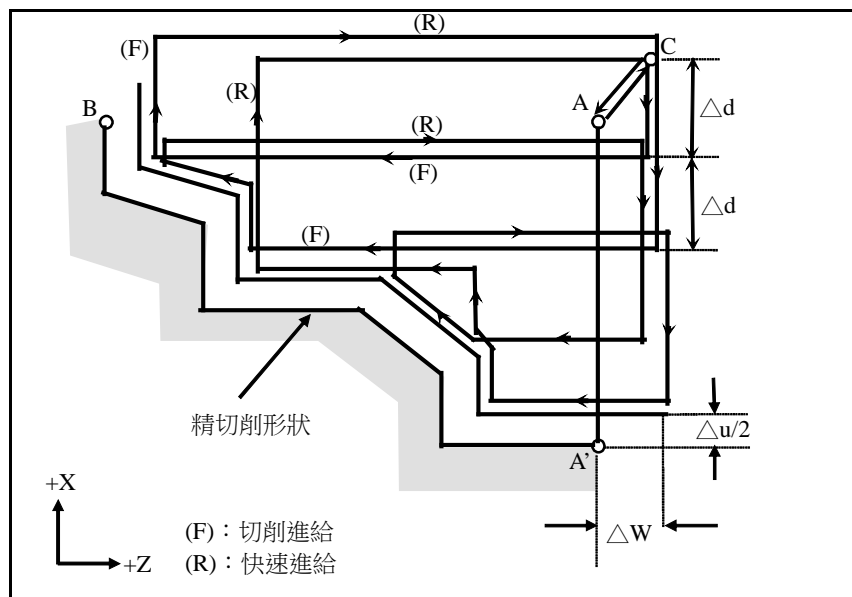


圖6.4.1 (f) 外徑粗切削循環的切削路徑 (類型 II)

由程式給定  $A \rightarrow A' \rightarrow B$  之間精切削形狀，每次切削進刀量  $\Delta d$ 。與類型 I 的不同點在於，在平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的粗切削後，類型 II 是沿著形狀切削。

有指定與無指定粗精切削餘量，其路徑存在下列相異處。

- (1) 無指定粗精切削餘量

留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  的加工餘量，每次切削進刀量  $\Delta d$ ，在最後的切削完成後，(圖6.4.1 (f) 中由於  $P_n \rightarrow P_m$  平行於 Z 軸而視為 1 個槽孔，在切削完該區域後) 暫時返回到起點 (A)，沿著精切削形狀程式留下精切削餘量  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$ ，進行粗精加工切削。

- (2) 有指定粗精切削餘量

留下  $\Delta u/2 + \Delta i$ 、 $\Delta w + \Delta k$  的加工餘量，每次切削進刀量  $\Delta d$ ，在最後的切削完成後，暫時返回到起點 (A)，而後沿著精切削形狀程式進行粗精加工切削，以消除加工餘量  $\Delta i$ 、 $\Delta k$ 。

等粗精加工切削結束後，執行由 Q 指定的順序程式單節的下一個程式單節。

類型 II 在以下方面不同於類型 I。

- (1) 需要在順序號 ns 的程式單節中指定構成平面的 2 個軸 (ZX 平面時為 X (U) 軸、Z (W) 軸) 的指令。如果您想在 ZX 平面中不使刀具在第一程式單節沿著 Z 軸移動而使用類型 II，則指定 W0。

例

```
ZX 平面
G71 V10.0 R5.0;
G71 P100 Q200.....;
N100 X(U)_ Z(W)_ ; (指定構成平面的 2 個軸指令。)
 ;
 ;
N200.....;
```

- (2) 形狀在平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向不必是單調增加或單調減少，可以設置凹陷部分 (槽孔)。

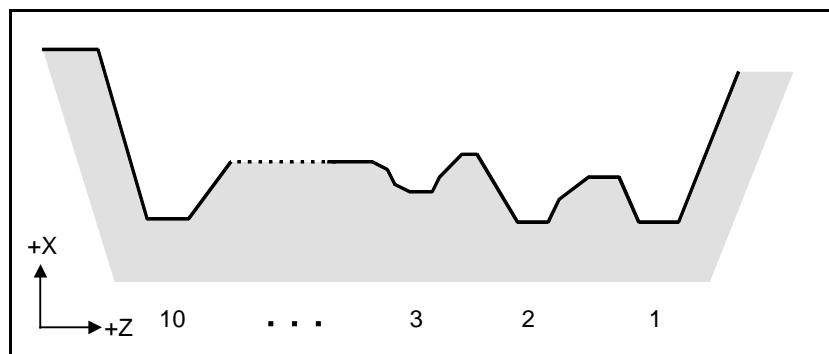


圖6.4.1 (g) 槽孔形狀 (類型 II)

但是，平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向，必須是單調變化。若是下列所示的形狀，就不能進行加工。

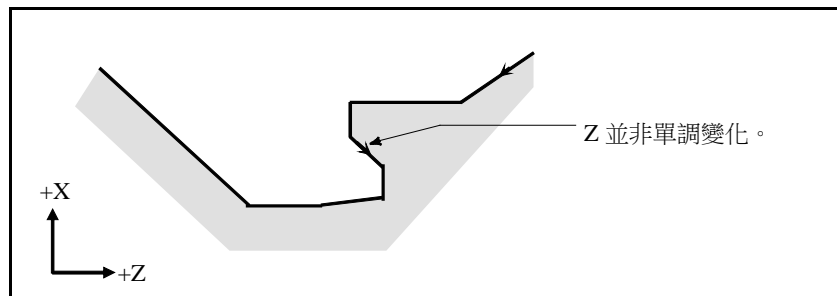


圖6.4.1 (h) 不能加工的形狀 (類型 II)

⚠ 注意

若是在平面第 1 軸切削過程中會朝著相反方向移動的形狀 (也包含基於圓弧指令的頂點)，車刀可能會接觸工件，因此遇到這種非單調變化的形狀時，會發出警報 (PS0064) “最終的形狀並非單調變化(平面第 1 軸) <精切削形狀不是單調變化 (平面第 1 軸)>” 或警報 (PS0329) “精加工形狀不是單調變化(平面第 2 軸) <精切削形狀不是單調變化 (平面第 2 軸)>”。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數 (No.5145) 中設定容許量，使其不發出警報。

最初的切削部分也可以不是垂直形狀，只要平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向屬於單調變化，不管什麼樣的形狀都可以。

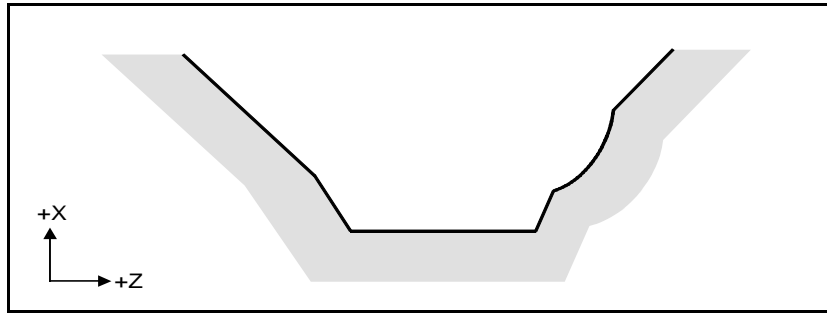


圖6.4.1 (i) 可以加工的形狀 (類型 II)

(3) 車削後，刀具沿著工件的形狀切削，並在切削進給下退刀。

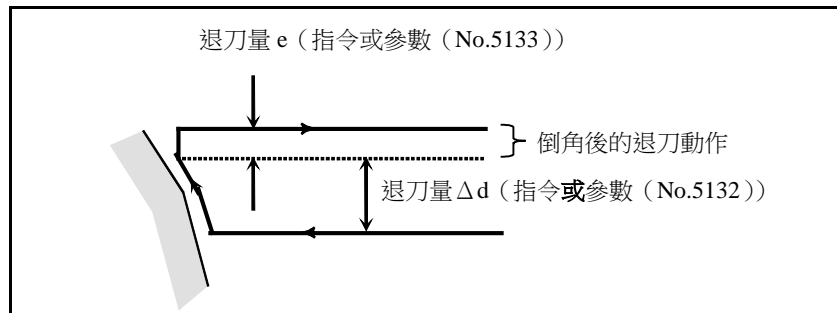
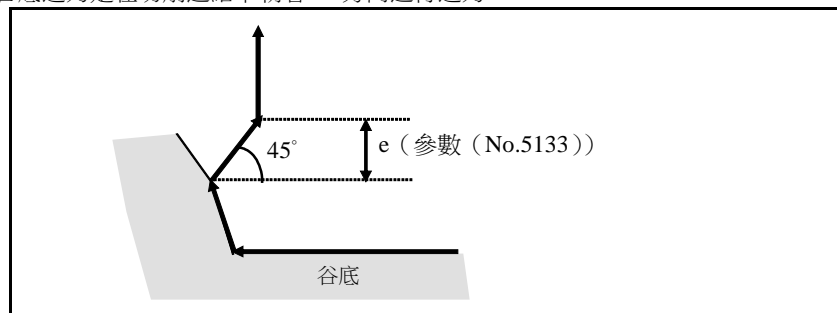


圖6.4.1 (j) 沿著工件切削 (類型 II)

切削後的退刀量  $e$  設定在參數 (No.5133) 中。  
但是，刀具從谷底退刀是在切削進給下朝著  $45^\circ$  方向進行退刀。

圖6.4.1 (k) 從谷底朝著  $45^\circ$  方向退刀

- (4) 精切削形狀中與平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 平行的程式單節，視為槽孔的谷底。
- (5) 在最後的粗精加工切削時，平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的所有粗切削都結束後，刀具會暫時返回到起點。此時，如果存在與循環起點高度相等的形狀，刀具會從較高形狀通過多增加進刀量  $\Delta d$  後退刀的位置，然後返回到起點。  
接著，刀具沿著精切削形狀執行粗切削的精加工切削。在這種情況下返回到起點，也會通過多增加進刀量  $\Delta d$  後退刀的位置。  
藉由將參數 RF2 (No.5105#2) 設定為 1，可以不執行粗精加工切削。

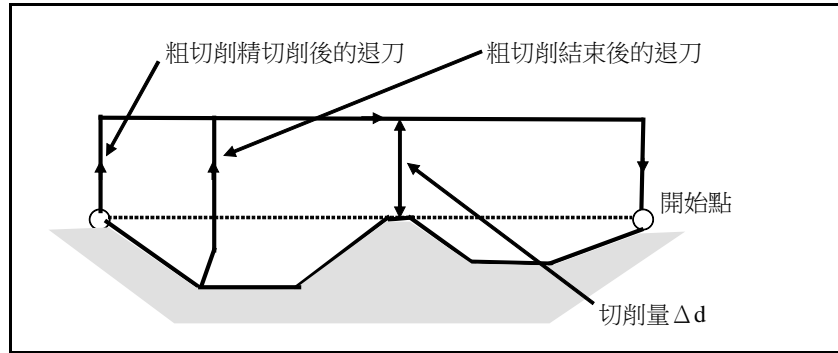


圖6.4.1 (1) 返回到起點時的退刀 (類型 II)

(6) 槽孔的粗切削順序和路徑  
粗切削順序如下例所示。

(a) 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 為單調減少

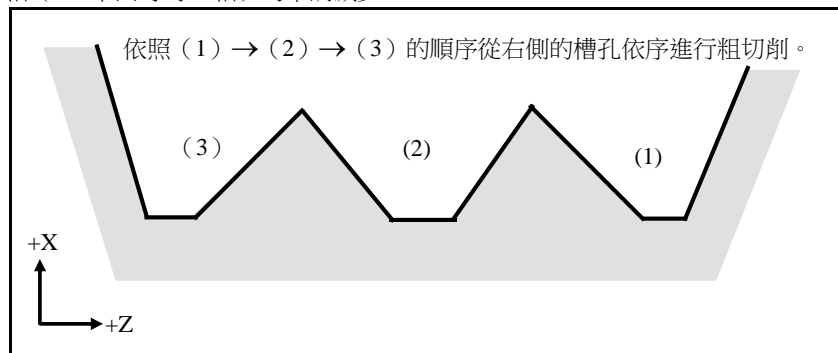


圖6.4.1 (m) 單調減少的粗切削順序 (類型 II)

(b) 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 為單調增加

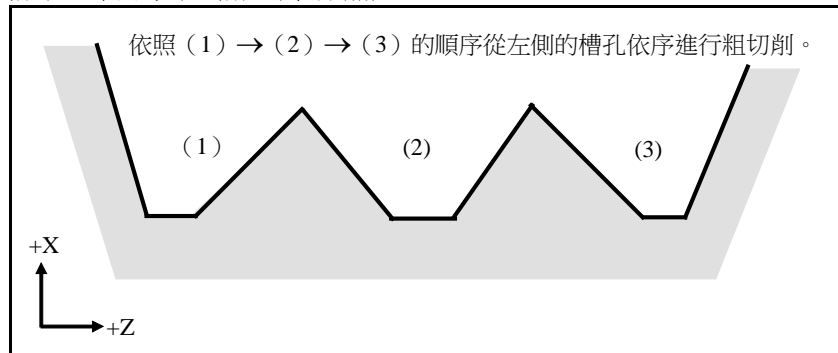


圖6.4.1 (n) 單調增加的粗切削順序 (類型 II)

粗切削路徑如圖6.4.1 (o) 所示。

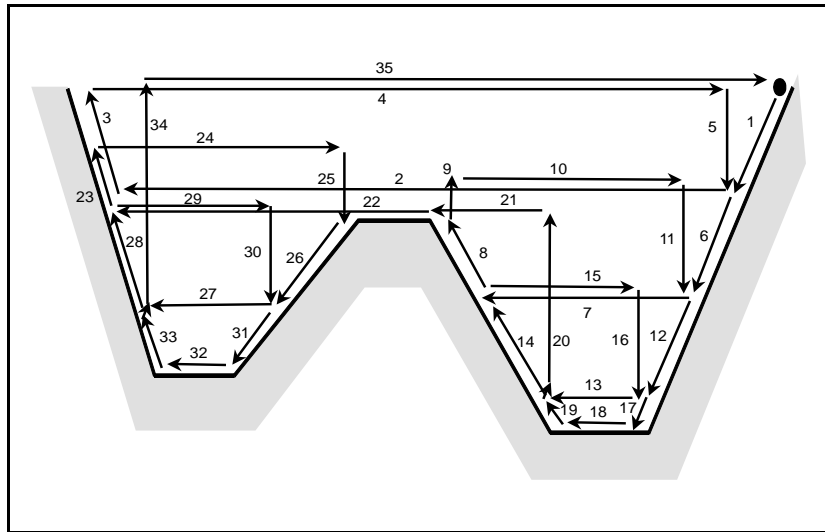


圖6.4.1 (o) 多個槽孔的切削路徑 (類型 II)

槽孔的粗切削結束後的詳細動作，如圖6.4.1 (p) 所示。

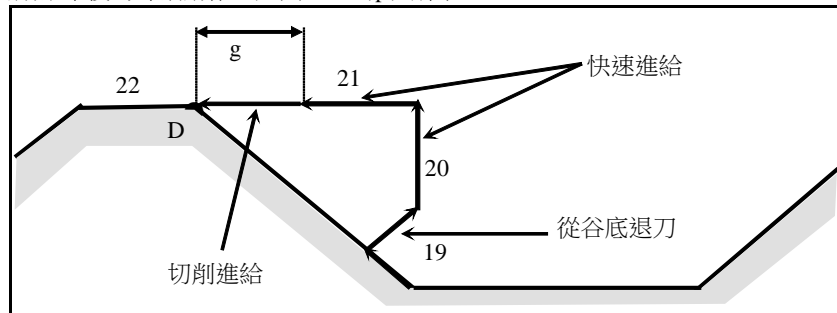


圖6.4.1 (p) 槽孔切削後的細節 (類型 II)

在切削速度下切削後，刀具朝著 45° 方向執行退刀操作。(動作 19)

接著以快速進給方式移動到 D 點高度。(動作 20)

然後以快速進給方式從 D 點移動到 g 值前的位置。(動作 21)

接著，以切削進給方式移動到 D 點。

與 g 的切削進給開始位置之間的餘隙量，藉由參數 (No.5134) 進行設定。

但是，若是最後的槽孔，在切削完谷底後，刀具會朝著 45° 方向執行退刀操作，以快速進給返回到起點。(動作 34、35)



#### 注意

- 1 槽孔的切削方法與 Series 16i/18i/21i 不同。  
從跟前的槽孔開始切削，並在槽孔的切削結束時，刀具移動到裡側槽孔進行切削。
- 2 存在槽孔時，通常將精切削餘量指定為  $\Delta w=0$ 。否則，刀具可能會切入其中側壁面。
- 3 車削後的切削路徑，根據工件形狀，與 FANUC Series 16i/18i/21i 有所不同。切削中，工件形狀若僅為平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動，將進入平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的退刀動作。

有關參數 R16 (No.5108#0)，請參閱“用以簡化程式設計的功能”的外徑粗切削循環 (G71) 的說明。

#### - 刀尖 R 補償

請參閱“用以簡化程式設計的功能”的外徑粗切削循環 (G71) 的說明。

#### - 縮短加工時間

請參閱“用以簡化程式設計的功能”的外徑粗切削循環 (G71) 的說明。

## 6.4.2 端面粗切削循環 (G72)

端面粗切削循環與 G71 一樣，藉由與平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 平行的動作進行切削。

### 格式

#### ZpXp 平面

G72 P (ns) Q (nf) U ( $\Delta u$ ) W ( $\Delta w$ ) I ( $\Delta i$ ) K ( $\Delta k$ ) D ( $\Delta d$ ) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

} 使用從順序號 ns 到 nf 的程式單節，指定 A→A' →B 的精切削形狀的移動指令。

#### YpZp 平面

G72 P (ns) Q (nf) V ( $\Delta w$ ) W ( $\Delta u$ ) J ( $\Delta k$ ) K ( $\Delta i$ ) D ( $\Delta d$ ) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

#### XpYp 平面

G72 P (ns) Q (nf) U ( $\Delta w$ ) V ( $\Delta u$ ) I ( $\Delta k$ ) J ( $\Delta i$ ) D ( $\Delta d$ ) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

$\Delta d$  : 進刀量

切削方向由 A A' 的方向而定。

ns : 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號

nf : 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

$\Delta u$  : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精切削餘量的距離

$\Delta w$  : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精切削餘量的距離

$\Delta i$  : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的粗精切削餘量的距離

$\Delta k$  : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的粗精切削餘量的距離

f、s、t : 循環中，在 ns~nf 間的程式單節中指定的 F 功能、S 功能或者 T 功能將被忽略。

並且，G72 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

### 註釋

即使是計算器型小數點輸入的設定 (參數 DPI (No.3401#0=1))，位址 D 的單位為最小設定單位。此外，在位址 D 輸入小數點時，會發出警報 (PS0007) “小數點使用非法”。

|            | 單位          | 直徑/半徑程式設計            | 符號 | 小數點輸入 |
|------------|-------------|----------------------|----|-------|
| $\Delta d$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 不可    |
| $\Delta u$ | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 2 軸的直徑/半徑程式設計 | 有  | 可     |
| $\Delta w$ | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 1 軸的直徑/半徑程式設計 | 有  | 可     |
| $\Delta i$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 可     |
| $\Delta k$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計               | 無  | 可     |

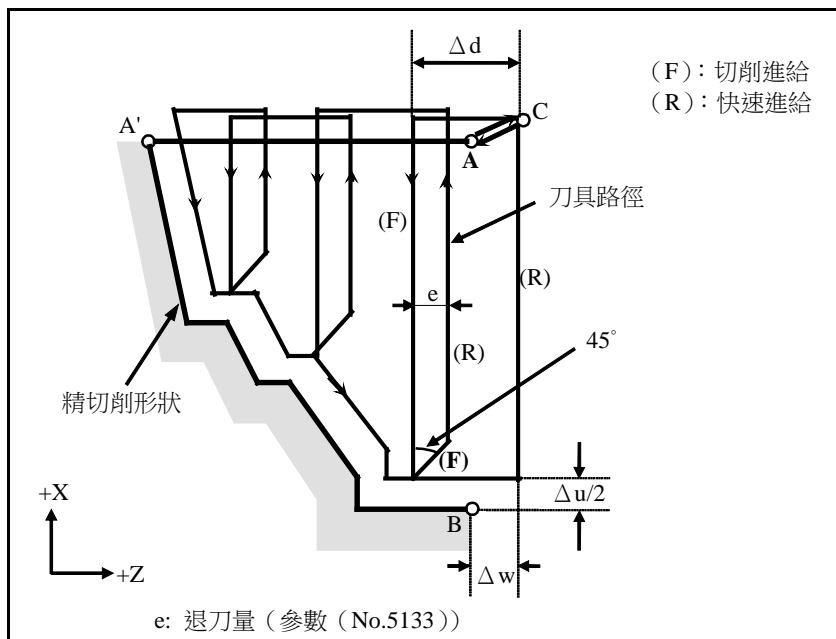


圖6.4.2 (a) 沒有粗精切削餘量的端面粗切削循環的切削路徑 (類型 I)

解釋

- 動作

由程式給定  $A \rightarrow A' \rightarrow B$  間的精切削形狀後，將留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  的精切削餘量，每次切削進刀量  $\Delta d$ 。

註釋

- 1 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G72 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。
- 2 周速一定控制有效時，A-B 間的移動指令中指定的 G96 或 G97 將被忽略。要使 G96 或 G97 在 A-B 間的移動中有效時，請在 G72 的程式單節或之前的程式單節中指定 G96 或 G97。

- 退刀量 (e)

退刀量 (e) 設定在參數 (No.5133) 中。

| No.  | 單位          | 直徑/半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5133 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

- 精切削形狀

模式

用 G72 來切削的形狀有下列 4 種模式。均藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削，此時的  $\Delta u$ 、 $\Delta w$  的精切削餘量的符號如下所示。

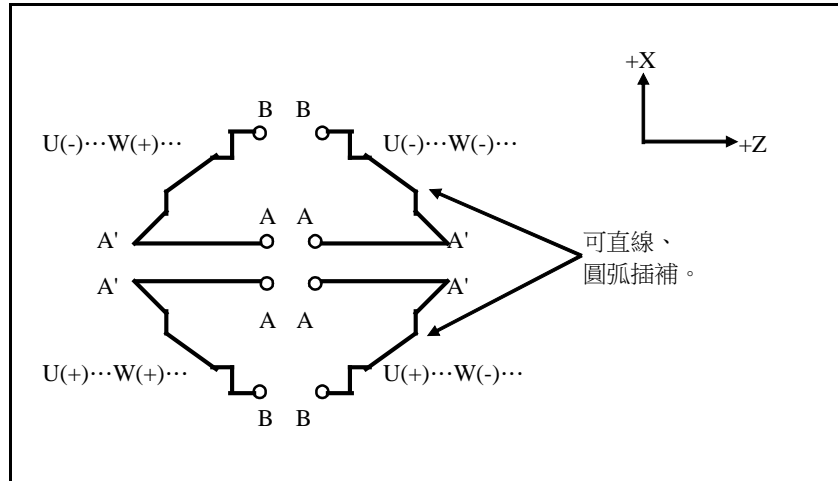


圖6.4.2 (b) 端面粗切削循環 U、W 的指令值符號

### 限制

- (1) 在 W (+) 的情況下，不可加工具有比循環起點更高位置的形狀。  
在 W (-) 的情況下，不可加工具有比循環起點更低位置的形狀。
- (2) 在類型 I 的情況下，平面第 1 軸、平面第 2 軸均須為單調增加或者單調減少的形狀。
- (3) 在類型 II 的情況下，平面第 2 軸須為單調增加或單調減少的形狀。

### 開頭程式單節

在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令）中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報(PS0065)“G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>”。G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。此外，要在該開頭程式單節選擇類型 I 或者類型 II。開頭程式單節中沒有 Z 軸方向的移動時，會發生警報(PS0325)“在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

### 檢查功能

檢查精切削形狀是否在循環動作中始終為單調增加或單調減少。

#### 註釋

在應用刀尖 R 補償時，利用應用了補償的精切削形狀進行檢查。

另外，還可以進行下列檢查。

| 檢查內容                                           | 相關參數                       |
|------------------------------------------------|----------------------------|
| 在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。             | 參數 QSR (No.5102#2) =1 時有效。 |
| 在循環動作前檢查精切削形狀。<br>(同時還對位址 Q 中所指定的順序號是否存在進行檢查。) | 參數 FCK (No.5104#2) =1 時有效。 |

### - 類型 I 和類型 II

#### 類型 I 和類型 II 的區分使用

G72 具有類型 I 和類型 II。

精切削形狀中有槽孔時，務須使用類型 II。

此外，在類型 I 和 II 中，朝平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向進行粗切削後的退刀操作不同。類型 I 朝向 45° 方向退刀，而類型 II 則沿著精切削形狀切削。精切削形狀中沒有槽孔時，請根據退刀方法靈活選用。

### 選擇方法

在精切削形狀的開頭程式單節（順序號 ns）選擇類型 I 或者類型 II。

#### (1) 選擇類型 I

僅指定平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。不得有平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的指令。

## (2) 選擇類型 II

指定平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 和平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的指令。

沒有平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動而使用類型 II 時，則指定行程 0 的增量指令 (ZX 平面時為 U0)。

**- 類型 I**

下面列出與 G71 的不同之處。

(1) G72 藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削。

(2) 指定在精切削形狀程式的開頭程式單節 (順序號 ns 的程式單節) 中的軸，僅需要指定平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z (W) 軸)。

**- 類型 II**

下面列出與 G71 的不同之處。

(1) G72 藉由平行於平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的移動來進行工件切削。

(2) 形狀在平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向不必是單調增加或單調減少，可以設置凹陷部分 (槽孔)。但是，平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向，必須是單調變化。

(3) 精切削形狀中與平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 平行的程式單節，視為槽孔的谷底。

(4) 在最後的粗精加工切削時，平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的所有粗切削都結束後，刀具會暫時返回到起點，然後進行粗切削的精加工切削。

**- 刀尖 R 補償**

請參閱描述 G71 的相關頁。

**- 縮短加工時間**

請參閱描述 G71 的相關頁。

### 6.4.3 閉迴路切削循環 (G73)

此功能允許稍許偏離位置而重複地執行一個固定的切削模式。藉由這個切削循環，可以使已經由鍛造或鑄造等粗加工完成大致形狀的工件進行更有效的切削。

#### 格式

##### ZpXp 平面

```
G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) I (Δi) K (Δk) D (d) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

使用從順序號 ns 到 nf 的程式單節，指定 A→A' →B 的精切削形狀的移動指令。

##### YpZp 平面

```
G73 P (ns) Q (nf) V (Δv) W (Δw) J (Δj) K (Δk) D (d) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

##### XpYp 平面

```
G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) V (Δv) I (Δi) J (Δj) D (d) F (f) S (s) T (t) ;
N (ns) ;
...
N (nf) ;
```

Δi : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的退刀距離

Δk : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的退刀距離

d : 分割次數  
該值與粗切削次數相等。

ns : 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號

nf : 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

Δu : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精切削餘量的距離

Δw : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精切削餘量的距離

f、s、t : 在 ns~nf 間的任一程式單節中即使指定 F 功能、S 功能或者 T 功能也將被忽略。  
並且，G73 程式單節中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

#### 註釋

即使是計算器型小數點輸入的設定 (參數 DPI (No.3401#0=1))，位址 D 的單位為最小設定單位。此外，在位址 D 輸入小數點時，會發出警報 (PS0007) “小數點使用非法”。

|    | 單位          | 直徑/半徑程式設計                | 符號 | 小數點輸入 |
|----|-------------|--------------------------|----|-------|
| Δi | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計                   | 有  | 可     |
| Δk | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計                   | 有  | 可     |
| Δu | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 2 軸的直徑/半徑<br>程式設計 | 有  | 可     |
| Δw | 取決於參考軸的設定單位 | 取決於平面第 1 軸的直徑/半徑<br>程式設計 | 有  | 可     |

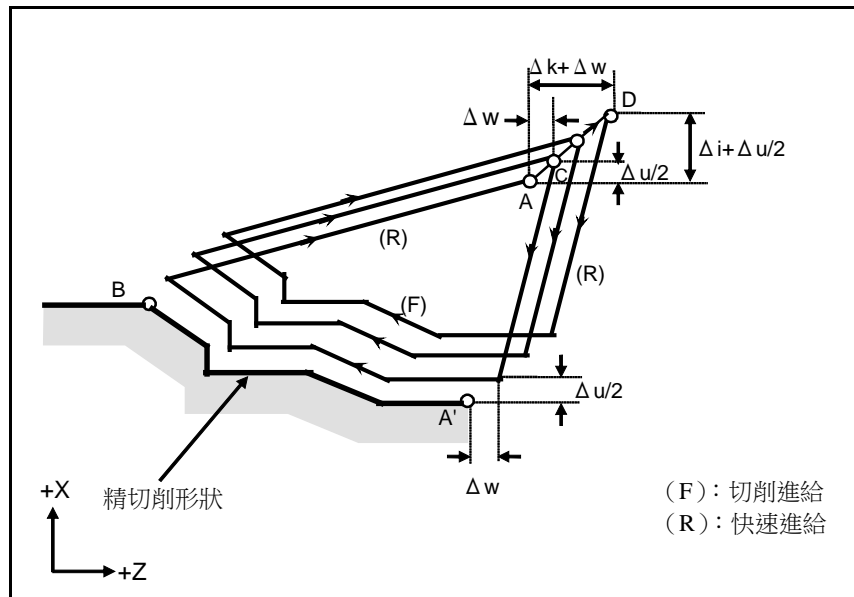


圖6.4.3 (a) 閉迴路切削循環的切削路徑

## 解釋

### - 動作

由程式給定  $A \rightarrow A' \rightarrow B$  間的精切削形狀後，將留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  的精切削餘量，進行指定分割次數的粗切削。

#### 註釋

- 1 循環結束時，刀具返回到 A 點。
- 2 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G73 指令的程式單節或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。

### - 精切削形狀

#### 模式

精切削形狀與 G71 一樣具有 4 種模式，因此，在程式設計時，應注意  $\Delta u$ 、 $\Delta w$ 、 $\Delta i$ 、 $\Delta k$  的符號。

#### 開頭程式單節

在精切削形狀程式的開頭程式單節（順序號 ns 的程式單節中 A-A' 間的指令）中需指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會發出警報 (PS0065) "G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>"。G00 指令的情況下，沿著 A-A' 進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A' 切削進給並進行直線插補。

#### 檢查功能

可以進行下列檢查。

| 檢查內容                               | 相關參數                       |
|------------------------------------|----------------------------|
| 在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。 | 參數 QSR (No.5102#2) =1 時有效。 |

### - 刀尖 R 補償

與 G71 一樣，本循環對於起點 A 的偏移向量為 0、在 A-A' 的程式單節起刀時的刀尖 R 補償路徑的形狀執行循環動作。

## 6.4.4 精切削循環 (G70)

藉由 G71、G72、G73 進行粗切削時，可以利用下列指令進行精加工切削。

### 格式

**G70 P(ns) Q(nf) ;**

**ns** : 精切削形狀程式單節組的第一個程式單節的順序號  
**nf** : 精切削形狀程式單節組的最後一個程式單節的順序號

### 解釋

#### - 動作

執行從順序號 ns 到 nf 的精切削形狀程式，進行精加工切削。系統忽略在 G71、G72 或 G73 程式單節中指定的 F、S、T、M、第 2 協助功能，使順序號 ns~nf 之間所指定的 F、S、T、M、第 2 協助功能有效。循環結束後，刀具以快速進給方式返回到起點。並且，讀取 G70 循環的下一個程式單節。

#### - 精切削形狀

##### 檢查功能

可以進行下列檢查。

| 檢查內容                               | 相關參數                       |
|------------------------------------|----------------------------|
| 在循環動作前檢查程式中是否存在位址 Q 中所指定的順序號的程式單節。 | 參數 QSR (No.5102#2) =1 時有效。 |

#### - 儲存 P、Q 程式單節

在 G71、G72、G73 執行粗切削時，至多儲存 3 個 P、Q 程式單節的記憶體位址。由此，在執行 G70 時，不必從記憶體的開頭搜尋 P、Q 的程式單節而會馬上找到由 P、Q 表示的程式單節。此外，還可以在執行幾個 G71、G72、G73 的粗切削循環之後，匯總執行 G70 的多個精切削循環。此時，第 4 個以後的粗切削循環要執行記憶體搜尋操作，找出 P、Q 程式單節，因此加工時間將會延長。

#### 例

```
G71 P100 Q200 ...;
N100 ...;
...;
...;
N200 ...;
G71 P300 Q400 ...;
N300 ...;
...;
...;
N400 ...;
...;
...;
G70 P100 Q200 ; (在第 1~第 3 個循環之前不搜尋就執行)
G70 P300 Q400 ; (4 個循環以上時於搜尋後執行)
```

#### 註釋

藉由基於 G71、G72、G73 的粗切削循環而儲存的 P、Q 程式單節的記憶體位址，在執行 G70 後會清除。此外，重置操作也會將所儲存的所有 P、Q 程式單節的記憶體位址清除。

### - 返回到循環起點

當刀具在精切削循環中切削到精切削形狀的終點位置時，會以快速進給返回到循環起點。

#### 註釋

刀具始終以非線性定位方式返回到循環起點，而與參數 LRP (No.1401#1) 設定無關。

利用由 G71、G72 切削槽孔的精切削形狀來執行精切削循環時，在刀具從精切削形狀的終點返回到循環起點期間，要注意避免刀具干涉工件。

### - 刀尖 R 補償

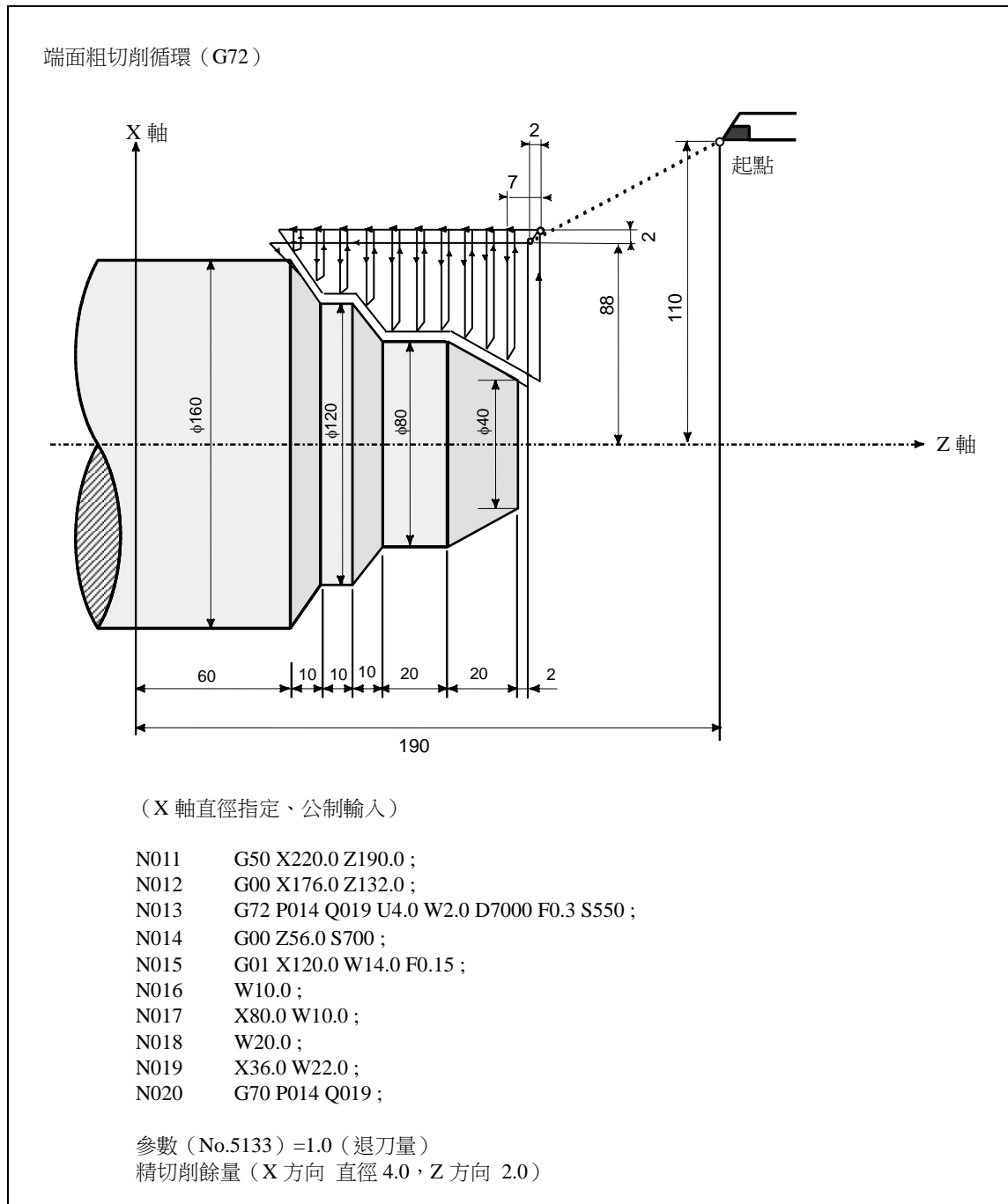
使用刀尖 R 補償時，刀尖 R 補償指令 (G41、G42) 在複合形固定循環指令 (G70) 之前指定，取消指令 (G40) 在複合形固定循環指令 (G70) 之後指定。

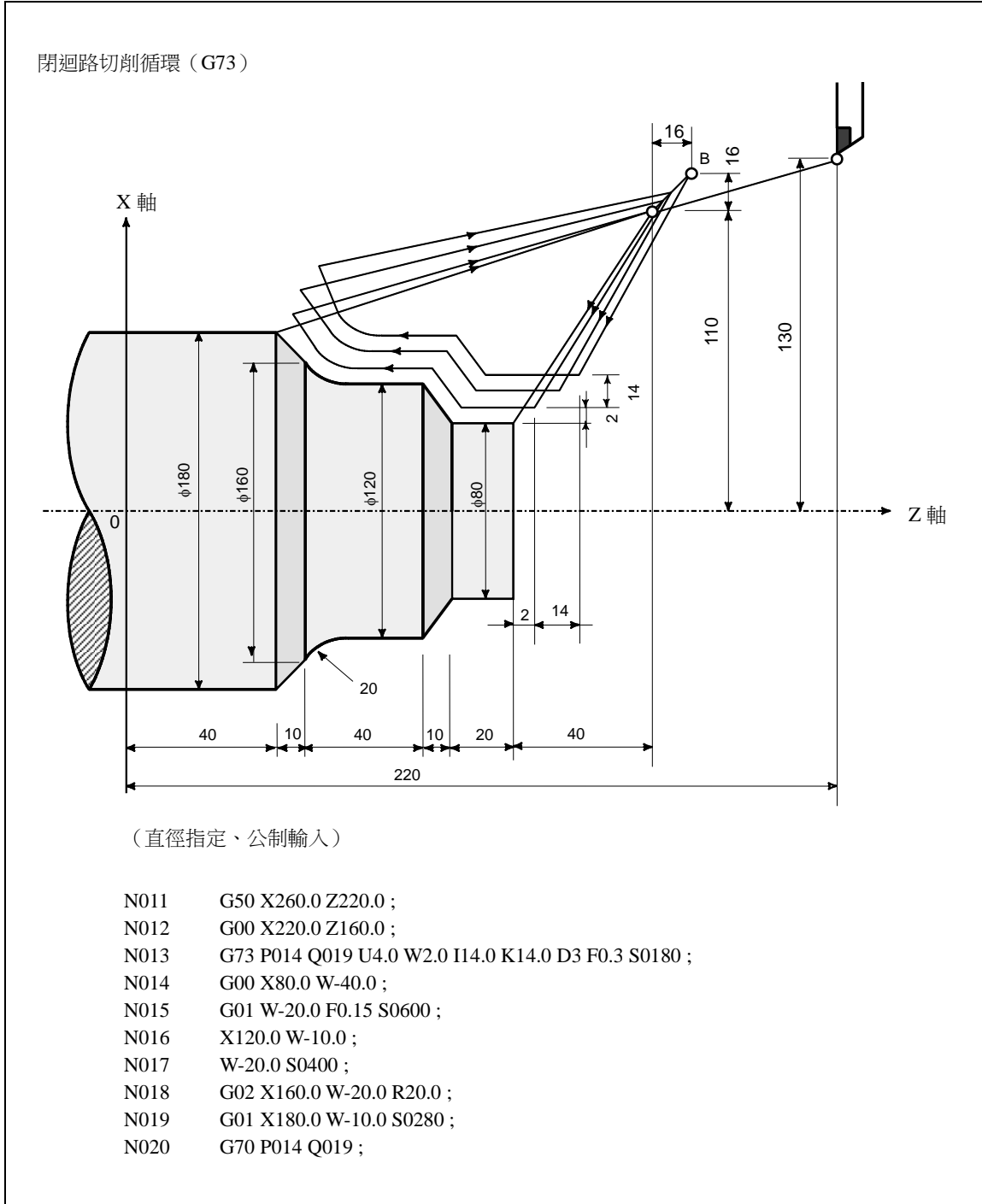
#### 程式例

|            |       |                |
|------------|-------|----------------|
| G42;       | ----- | 在複合形固定循環指令前指定。 |
| G70P10Q20; |       |                |
| G40;       | ----- | 在複合形固定循環指令後指定。 |

與 G71 一樣，本循環對於起點 A 的偏移向量為 0、在 A-A' 的程式單節起刀時的刀尖 R 補償路徑的形狀執行循環動作。

例





## 6.4.5 端面切斷循環 (G74)

端面切斷循環可以進行外徑切削的切屑處理。此外，當省略平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X (U) 軸)、位址 P 時，系統會執行沿著平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的動作，也就是執行深孔鑽削循環操作。

### 格式

#### ZpXp 平面

G74X (U) \_Z (W) \_I (Δi) K (Δk) D (Δd) F (f) ;

#### YpZp 平面

G74Y (V) \_Z (W) \_J (Δk) K (Δi) D (Δd) F (f) ;

#### XpYp 平面

G74X (U) \_Y (V) \_I (Δk) J (Δi) D (Δd) F (f) ;

X\_,Z\_ : B 點的平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 的座標值和

C 點的平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的座標值

U\_,W\_ : A 點→B 點的平面第 2 軸 (ZX 平面時為 U 軸) 的行程

A 點→C 點的平面第 1 軸 (ZX 平面時為 W) 的行程

(G 代碼體系 A 時，除此以外由 X\_,Z\_ 來指定)

Δi : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的行程

Δk : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的進刀量

Δd : 切削谷底位置的退刀量

f : 進給速度

|    | 單位          | 直徑/半徑程式設計 | 符號   | 小數點輸入 |
|----|-------------|-----------|------|-------|
| Δi | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無    | 可     |
| Δk | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無    | 可     |
| Δd | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 註釋 1 | 不可    |

#### 註釋

1 通常以正值指定，但省略 X (U) 和 Δi 時，要追加退刀方向的符號來指定。

2 即使是計算器型小數點輸入的設定 (參數 DPI (No.3401#0=1))，位址 D 的單位為最小設定單位。

此外，在位址 D 輸入小數點時，會發出警報 (PS0007) “小數點使用非法”。

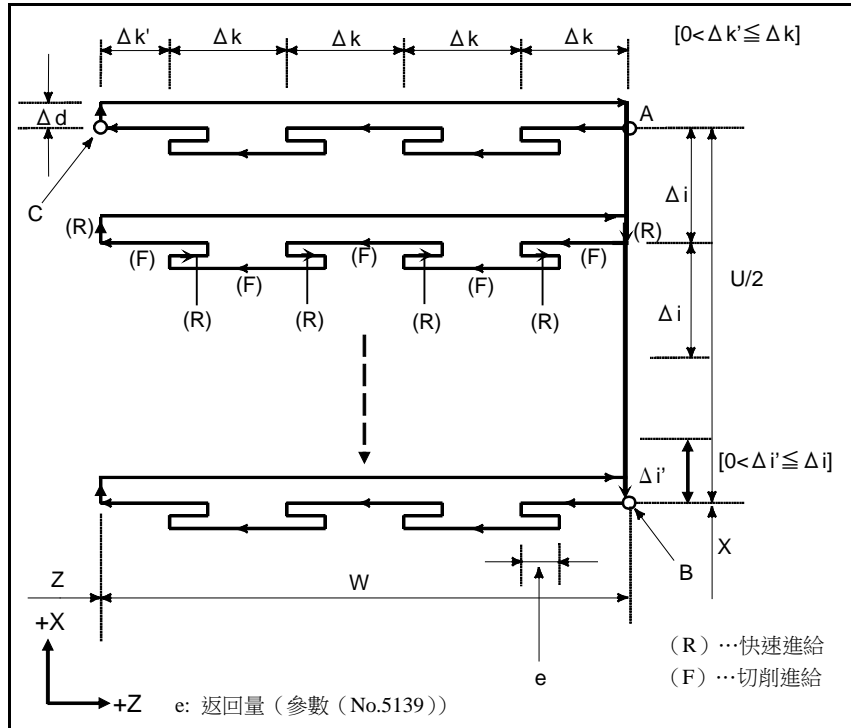


圖6.4.5 (a) 端面切斷循環的切削路徑

解釋

- 動作

反覆執行切削 $\Delta k$ 、返回 $e$ 的循環動作。  
 切削達到 C 點時，刀具退縮 $\Delta d$ ，並以快速進給方式返回，朝著 B 點方向移動 $\Delta i$ ，再次進行切削。

- 返回量 (e)

返回量 (e) 設定在參數 (No.5139) 中。

| No.  | 單位          | 直徑/半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5139 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

- 刀尖 R 補償

不可進行刀尖 R 補償。

## 6.4.6 外徑／內徑切斷循環（G75）

外徑、內徑切斷循環相當於在 G74 中調換平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）和平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）。藉由此循環，可以進行端面切削時的切屑處理。另外，還可以進行外徑切削中的切槽加工和切斷加工（平面第 1 軸時省略 Z（W）軸、Q）。

### 格式

#### ZpXp 平面

G75 X (U) \_ Z (W) \_ I (Δi) K (Δk) D (Δd) F (f) ;

#### YpZp 平面

G75 Y (V) \_ Z (W) \_ J (Δk) K (Δi) D (Δd) F (f) ;

#### XpYp 平面

G75 X (U) \_ Y (V) \_ I (Δk) J (Δi) D (Δd) F (f) ;

X\_,Z\_ : B 點的平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）的座標值和  
C 點的平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的座標值

U\_,W\_ : A 點→B 點的平面第 2 軸（ZX 平面時為 U）的行程和  
A 點→C 點的平面第 1 軸（ZX 平面時為 W）的行程  
（G 代碼體系 A 時，除此以外由 X\_,Z\_ 來指定）

Δi : 平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向的進刀量

Δk : 平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的行程

Δd : 切削谷底位置的退刀量

f : 進給速度

|    | 單位          | 直徑／半徑程式設計 | 符號   | 小數點輸入 |
|----|-------------|-----------|------|-------|
| Δi | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無    | 可     |
| Δk | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無    | 可     |
| Δd | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 註釋 1 | 不可    |

#### 註釋

1 通常以正值指定，但省略 Z (W) 和 Δk 時，要追加退刀方向的符號來指定。

2 即使是計算器型小數點輸入的設定（參數 DPI (No.3401#0) =1），位址 D 的單位為最小設定單位。此外，在位址 D 輸入小數點時，會發出警報（PS0007）“小數點使用非法”。

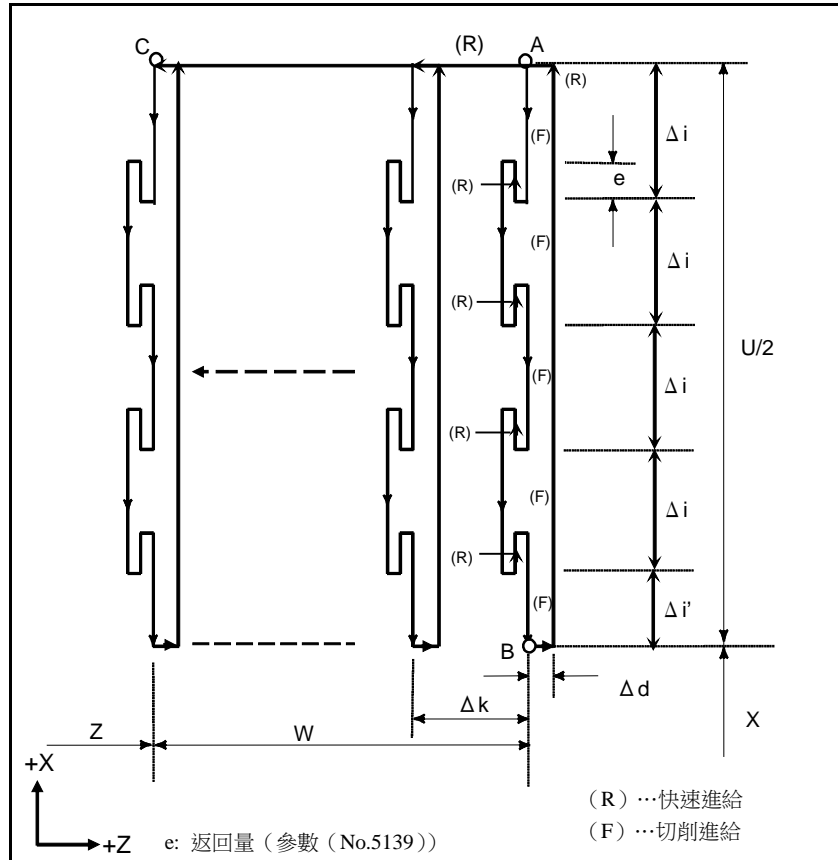


圖6.4.6 (a) 外徑/內徑切斷循環

解釋

- 動作

反覆執行切削 $\Delta i$ 、返回 $e$ 的循環動作。

切削達到 B 點時，刀具退縮 $\Delta d$ ，並以快速進給方式返回，朝著 C 點方向移動 $\Delta k$ ，再次進行切削。

G74 和 G75 也用於切斷、切槽或者鑽孔加工，在使刀具自動退縮的循環中，分別有 4 種相互對稱的模式。

- 返回量 (e)

返回量 (e) 設定在參數 (No.5139) 中。

| No.  | 單位          | 直徑/半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5139 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

- 刀尖 R 補償

不可進行刀尖 R 補償。

## 6.4.7 複合型螺紋切削循環 (G 代碼體系 A/B : G76) (G 代碼體系 C : G78)

這是可以選擇 4 種切削方法的螺紋切削循環。

### 格式

#### ZpXp 平面

G76 X (U) \_ Z (W) \_ I (i) K (k) D ( $\Delta d$ ) A (a) F (L) P (p) Q (q) ;

#### YpZp 平面

G76 Y (V) \_ Z (W) \_ J (k) K (i) D ( $\Delta d$ ) A (a) F (L) P (p) Q (q) ;

#### XpYp 平面

G76 X (U) \_ Y (V) \_ I (k) J (i) D ( $\Delta d$ ) A (a) F (L) P (p) Q (q) ;

X\_,Z\_ : 縱向切削終點 (圖中 D 點) 的座標值

U\_,W\_ : 至縱向切削終點 (圖中 D 點) 的行程

(G 代碼體系 A 時, 除此以外由 X\_,Z\_ 來指定)

a : 刀尖的角度 (螺紋牙的角度) 單位: 1°, 範圍: 0~120°  
(省略時視為 0°。)

i : 錐度量  
假設 i=0, 則可進行直線螺紋切削。

k : 螺紋牙的高度

$\Delta d$  : 第 1 次的進刀量

L : 螺紋的導程

p : 切削方法 (省略時和 P0 為切削量恆定的單刃切削)

P1 : 切削量恆定的單刃切削

P2 : 切削量恆定的錯齒切削

P3 : 進刀量恆定的單刃切削

P4 : 進刀量恆定的錯齒切削

q : 螺紋切削開始角度偏移  
(單位: 0.001°, 範圍: 0~360°)

### 註釋

- 即使是計算器型小數點輸入的設定 (參數 DPI (No.3401#0) =1), 位址 D 的單位為最小設定單位。此外, 在位址 D 輸入小數點時, 會發出警報 (PS0007) “小數點使用非法”。
- 位址 A 即使附帶小數點也無效。即, 指定 120°時, A120.和 A120 等價。
- 位址 Q 無法進行小數點輸入。

|            | 單位          | 直徑/半徑程式設計 | 符號 | 小數點輸入 |
|------------|-------------|-----------|----|-------|
| i          | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 有  | 可     |
| k          | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  | 可     |
| $\Delta d$ | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  | 不可    |

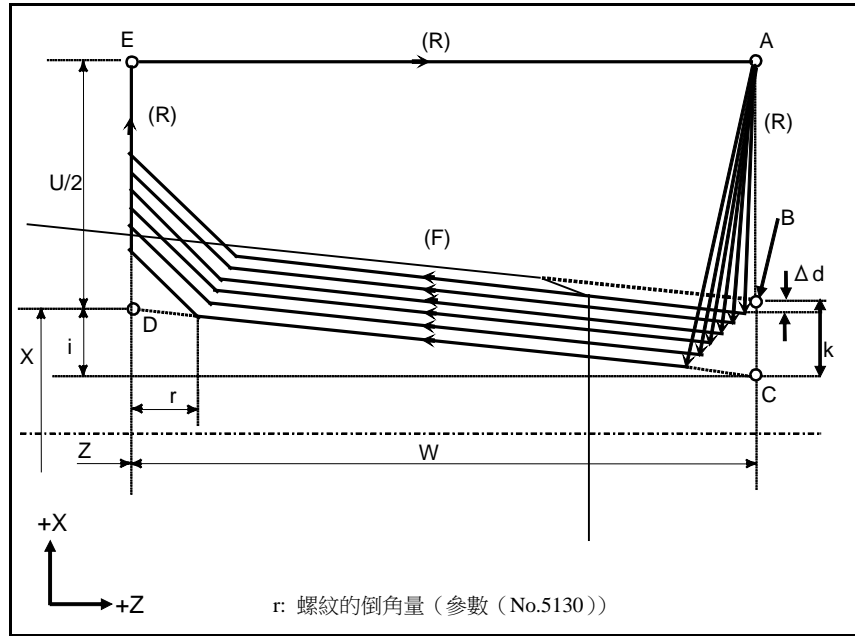


圖6.4.7 (a) 複合型螺紋切削循環的切削路徑

**解釋**

螺紋切削循環執行的螺紋切削，僅使 C、D 間的導程成為 F 代碼所指定的長度。其他部位則以快速進給方式移動。有關螺紋倒角的加減速的插補後時間常數、FL 速度、倒角後的退刀速度，與單一型固定循環的螺紋倒角相同。

**注意**  
 螺紋切削的注意事項，與 G32 的螺紋切削相同。但是，關於螺紋切削中的進給暫停，請參閱後述的“螺紋切削循環中的進給暫停”。

**- 切削方法**

切削方法有 4 種。

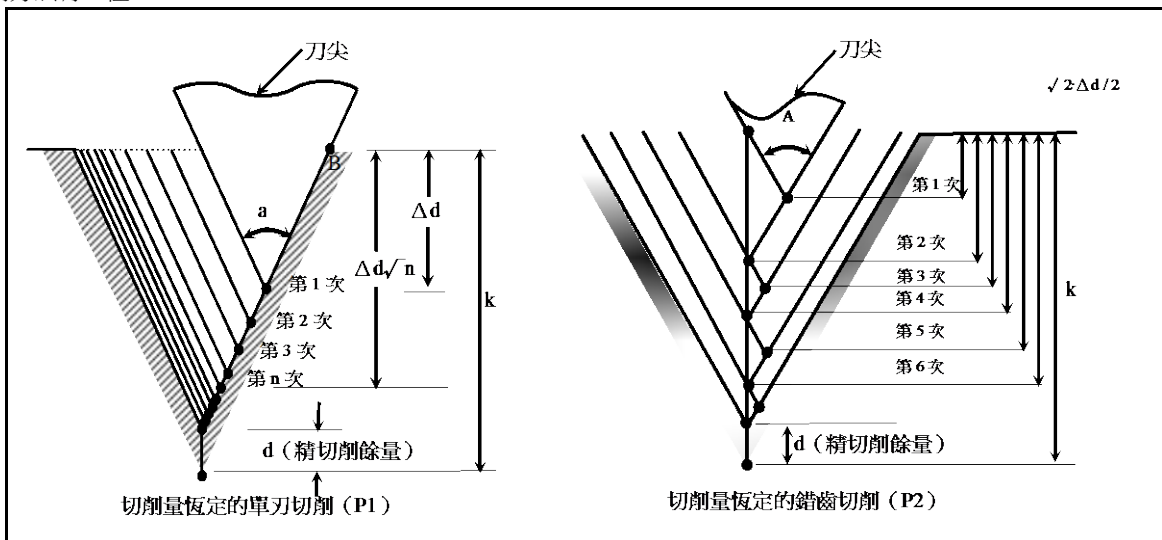


圖6.4.7 (b) 切劑量恆定的單刃切削/錯齒切削 (P1/2)

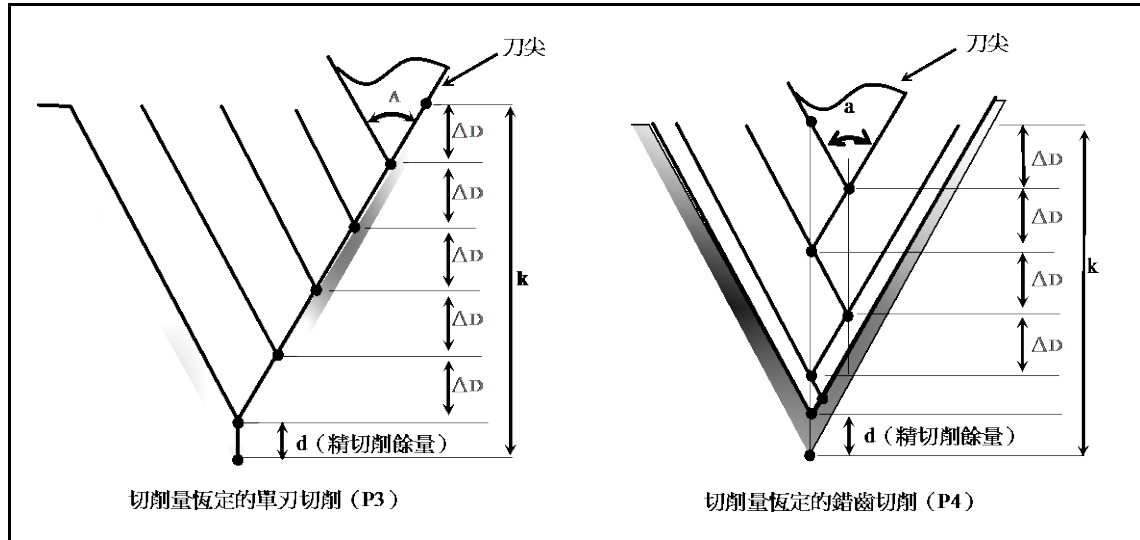
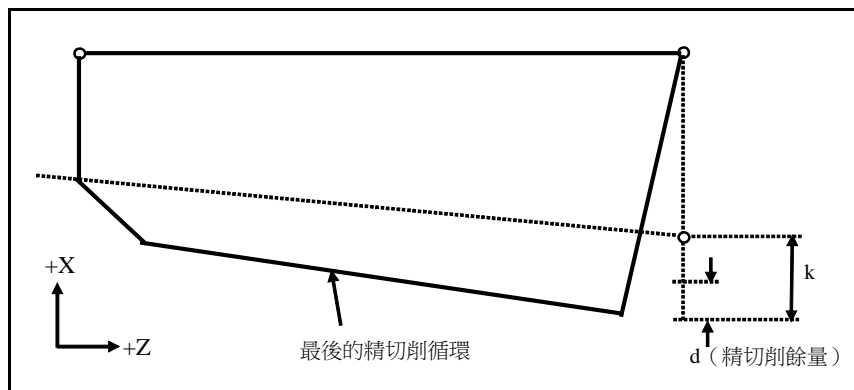


圖6.4.7 (c) 進刀量恆定的單刃切削／錯齒切削 (P3/4)

- 最終精切削重複次數

反覆執行最後的精切削循環（切除精切削餘量的循環）。  
 重複次數設定在參數（No.5142）中。  
 設定值為 0 時，僅執行一次。



- 最小進刀量

在選擇了切削量恆定的切削時（P1、P2），可以將其鉗制在最小進刀量上，以避免進刀量變得過小。  
 最小進刀量設定在參數（No.5140）中。

| No.  | 單位          | 直徑／半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5140 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

- 精切削餘量

精切削餘量設定在參數（No.5141）中。

| No.  | 單位          | 直徑／半徑程式設計 | 符號 |
|------|-------------|-----------|----|
| 5141 | 取決於參考軸的設定單位 | 半徑程式設計    | 無  |

**註釋**  
 精切削餘量，請設定比螺紋牙高度小的值。（No.5141 < k）

- 錐度量的符號與刀具路徑的關係

在圖 6.4.7 (a) 所示的循環中，增量值的符號如下。  
 U、W 的縱向切削終點：負（由路徑 A→C、C→D 的方向決定。）



表6.4.7 (b)

| 參數 CFR<br>(No.1611#0) | 參數 (No.1466) | 內容                                                                                     |
|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                     | 0 以外         | 屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數 (No.1626)）、FL 速度（參數 (No.1627)）、參數 (No.1466) 指定的退刀動作速度。 |
| 0                     | 0            | 屬於螺紋切削時的插補後加減速類型，使用螺紋切削的時間常數（參數 (No.1626)）、FL 速度（參數 (No.1627)）、參數 (No.1420) 指定的快速進給速度。 |
| 1                     |              | 在退刀動作前檢查指令速度是否為 0（加減速的遲延是否為 0），屬於快速進給的插補後加減速類型，使用快速進給的時間常數、參數 (No.1420) 的快速進給速度。       |

針對倒角後的退刀動作速度，將參數 ROC (No.1403#4) 設定為 1，即可使快速進給倍率失效。

#### 註釋

退刀動作中，機床不會在切削進給速度倍率 0% 下停止，這與參數 RF0 (No.1401#4) 無關。

#### - 開始角度偏移

藉由指定位址 Q，可以使螺紋切削的開始角度偏移。

開始角度的指令 (Q) 單位為 0.001°，其範圍為 0~360°。另外，不可指定小數點。

#### - 螺紋切削循環中的進給暫停

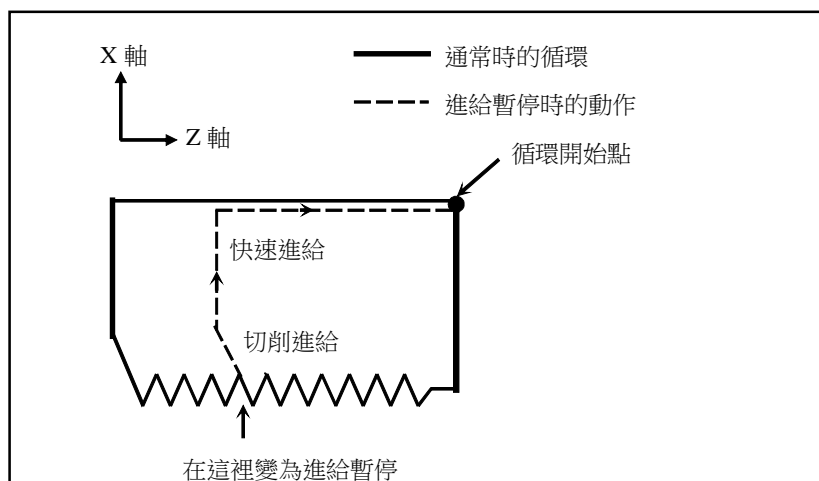
在無附加螺紋切削循環收回功能的情況下，螺紋切削中的進給暫停動作如下所示。

- 參數 No.5109#3=0 的情況下，在螺紋切削中按下並放開進給暫停按鍵時，會在返回起點 (A 點) 後停止動作。持續長按進給暫停按鍵時，會停止在退刀的終點 (E 點) 附近。
- 參數 No.5109#3=1 的情況下，無論是按下並放開螺紋切削中的進給暫停按鍵，或持續長按進給暫停按鍵，都會停止在退刀的終點 (E 點) 附近。

#### - 螺紋切削循環中的進給暫停 (附螺紋切削循環收回)

在有附加螺紋切削循環收回功能的情況下，在複合型螺紋切削循環 (G76) 的螺紋切削中應用進給暫停時，就會進行螺紋切削的倒角 (倒稜)，刀具會返回到螺紋切削循環的起點後停止。

再次觸發循環開始時，刀具從應用進給暫停的螺紋切削的循環重新啟動。



退刀時的倒角角度，與終點位置的倒角角度相同。



注意

退刀過程中的進給暫停無效。

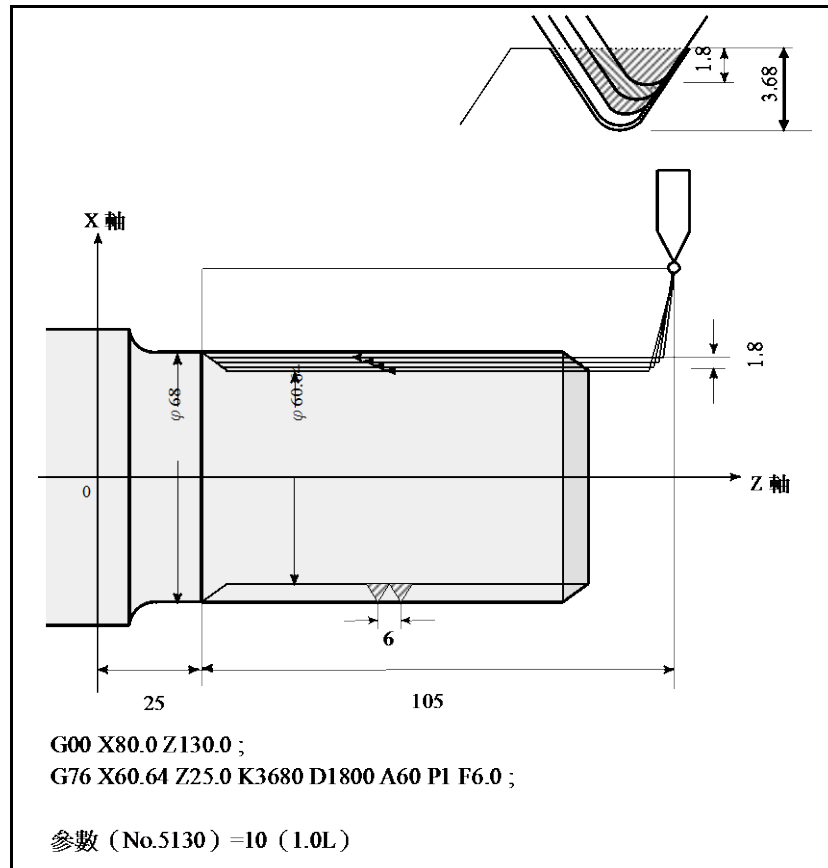
- 英制螺紋切削

可藉由指定位址 E 來進行英制螺紋切削。

- 刀尖 R 補償

不可進行刀尖 R 補償。

例



## 6.4.8 複合形固定循環中的限制事項

### 程式指令

- 程式記憶體

使用了 G70、G71、G72、G73 的程式組需要事先儲存在程式記憶體中。如果採用調用儲存在程式記憶體中的程式並運轉的方法，即使在 MEM 模式以外也可以執行這些指令。

G74、G75、G76 的指令不必事先儲存在程式記憶體中。

- 複合形固定循環指令的程式單節

必須在每個程式單節中正確指定 P、Q、X、Z、U、W、R 等所需參數。

在指定了 G70、G71、G72、G73 的程式單節中，不可指定下列指令。

- 使用者巨集程式的巨集程式調用  
(簡單調用、模態調用、副程式調用)

### - 精切削形狀的程式單節

在由 P 指定順序號的 G71、G72、G73 的程式單節中，必須指定組 01 的 G 代碼 G00 或 G01。如果沒有指定，將發生警報 (PS0065) “G00/G01 不在形狀程式的第一行 <形狀程式的開頭程式單節不是 G00/G01>”。

在由 G70、G71、G72、G73 的 P 和 Q 指定了順序號的程式單節中，可以指定下列指令。

- 暫停 (G04)

- G00,G01,G02,G03

圓弧指令 (G02、G03) 在圓弧的起點和終點不可有半徑差。有半徑差時，由於無法正確識別精切削形狀，有時會發生過切削等。

- 使用者巨集程式的轉移、重複指令

但是，跳躍目的地必須處在由 P 和 Q 指定的順序號之間。此外，基於參數 MGO、HGO (No.6000#1、#4) 的高速轉移無效。不能指定使用者巨集程式的巨集程式調用 (簡單調用、模態調用、副程式調用)。

- 圖紙尺寸直接輸入指令、去毛刺/轉角 R 指令

圖紙尺寸直接輸入指令、去毛刺/轉角 R 指令必須具備多個程式單節的指令。該多個程式單節中途的程式單節，不得為由 Q 指定的順序號的最後的程式單節。

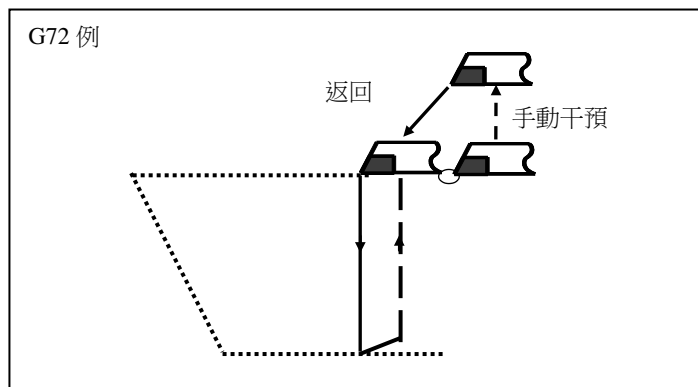
當執行 G70、G71、G72、G73 時，在一個程式中不能由位址 P 和 Q 來指定多個相同的順序號。

在使用者巨集程式中，當執行 #1=2500 時，2500.000 被指定給 #1，在這種情況下，P#1 等價於 P2500。

### 與其他功能之間的關係

#### - 手動干預

在執行複合形固定循環 (G70~G76) 前和執行中使運轉停止並藉由手動絕對值 ON 進行手動干預時，即使循環的指令為增量指令，在開始循環動作後，也會執行手動干預量的返回。但是，利用 G74 指定平面第 1 軸或利用 G75 指定平面第 2 軸時，只有指令軸執行手動干預量的返回。



#### - 中斷型巨集程式

在執行複合形固定循環的過程中不能執行中斷型巨集程式。

#### - 程式再啟動、刀具回退 & 返回

不能從複合形固定循環中途的程式單節執行程式再啟動、刀具回退 & 返回操作。

#### - 軸名稱、第 2 協助功能

即使是在軸名稱或第 2 協助功能中使用位址 U、V、W、A 進行設定，指定在 G71~G73、G76 程式單節中的位址 U、V、W、A 的指令也會視為複合形固定循環的指令。

#### - 刀尖 R 補償

使用刀尖 R 補償時，在複合形固定循環指令 (G70、G71、G72、G73) 前的程式單節，指定刀尖 R 補償指令 (G41、G42)，而取消指令 (G40) 則在精切削形狀程式 (由 P 指定的程式單節到由 Q 指定的程式單節) 之外指定。如果在精切削形狀程式內指定刀尖 R 補償，則會發出警報 (PS0325) “在形狀程式中,不能使用的指令 <不能用於形狀程式的指令>”。

## 6.5 鑽孔用固定循環

鑽孔用固定循環可以用包含 G 代碼的一個程式單節來指定，而無需在鑽孔加工中用多個程式單節來指定使用頻率較高的幾個加工動作。因此，可以簡化程式設計。同時可以減小程序，從而有效使用記憶體。

表 6.5 (a) 是鑽孔用固定循環的一覽表。

表6.5 (a) 鑽孔用固定循環一覽表

| G 代碼  | 鑽孔動作<br>(-Z 方向) | 在孔底位置<br>的動作 | 退刀動作<br>(+Z 方向) | 用途       |
|-------|-----------------|--------------|-----------------|----------|
| G83.1 | 間歇進給            | —————        | 快速進給            | 高速深孔鑽孔循環 |
| G80   | —————           | —————        | —————           | 取消       |
| G81   | 切削進給            | —————        | 快速進給            | 鑽削、定點鏜孔  |
| G82   | 切削進給            | 暫停           | 快速進給            | 鑽削、鏜階梯孔  |
| G83   | 間歇進給            | —————        | 快速進給            | 深孔鑽孔循環   |
| G84   | 切削進給            | 暫停 → 主軸反轉    | 切削進給            | 攻牙       |
| G85   | 切削進給            | —————        | 切削進給            | 鏜孔       |
| G89   | 切削進給            | 暫停           | 切削進給            | 鏜孔       |

### 解釋

鑽孔用固定循環由下列 6 個動作順序組成。

動作 1 ………X、Y 軸的定位（也有可能是其他軸。）

動作 2 ………快速進給到 R 點平面

動作 3 ………孔加工

動作 4 ………在孔底位置的動作

動作 5 ………退刀至 R 點平面

動作 6 ………快速進給到初始平面

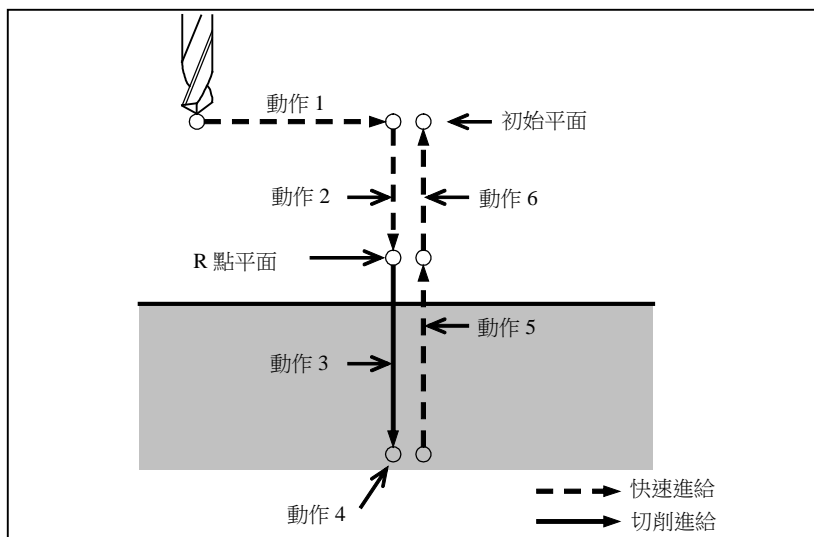


圖6.5 (a) 鑽孔用固定循環的動作順序

#### - 定位平面

定位平面由 G17、G18、G19 的平面選擇決定。

定位軸是鑽孔軸以外的軸。

#### - 鑽孔軸

雖然鑽孔用固定循環除包含鑽孔循環外還包含攻牙循環和鏜孔循環，本章中，為了統一名稱，將其稱為鑽孔。鑽孔軸為不構成定位平面的基準軸（X、Y 或 Z）或者其平行軸。

用來作為鑽孔軸的基準軸或平行軸按照鑽孔軸位址決定（指定在與 G81~G89 的 G 代碼相同的程式單節中）。

如果沒有指定鑽孔軸的軸位址，基準軸即為鑽孔軸。

表6.5 (b) 定位平面和鑽孔軸

| G 代碼 | 定位平面     | 鑽孔軸 |
|------|----------|-----|
| G17  | Xp-Yp 平面 | Zp  |
| G18  | Zp-Xp 平面 | Yp  |
| G19  | Yp-Zp 平面 | Xp  |

Xp：X 軸或 X 軸的平行軸

Yp：Y 軸或 Y 軸的平行軸

Zp：Z 軸或 Z 軸的平行軸

### - 例

假定在參數 (No.1022) 中設定 U、V、W 分別為 X、Y、Z 的平行軸。

G17 G81 Z \_\_：鑽孔軸為 Z 軸

G17 G81 W \_\_：鑽孔軸為 W 軸

G18 G81 Y \_\_：鑽孔軸為 Y 軸

G18 G81 V \_\_：鑽孔軸為 V 軸

G19 G81 X \_\_：鑽孔軸為 X 軸

G19 G81 U \_\_：鑽孔軸為 U 軸

G17、G18、G19 也可以不指定在與 G73~G89 相同的程式單節中。



### 注意

請在暫時取消固定循環後再切換鑽孔軸。

### 註釋

1 藉由參數 FXY (No.5101#0)，可以將 Z 軸始終設為鑽孔軸。當 FXY 為 0 時，Z 軸始終為鑽孔軸。

2 在鑽孔用固定循環模式中指定沒有軸存在的平面時，會發生警報 PS0021 “非法平面選擇”。藉由將參數 PNA (No.5103#3) 設定為 “1” 即可取消警報。

### - R 點的指定

在 Series 16/18 的指令格式下，在指定 R 點的過程中，利用增量值來指定由初始平面到 R 點的距離。

在 Series 15 指令格式下，根據參數 RAB (No.5102#6) 的設定，指定方法會有不同。RAB=0 時，始終以增量值來指定。

在 G 代碼體系 A 下，當 RAB=1 時，用絕對值來指定。在 G 代碼體系 B、C 下，當 RAB=1 時，G90 模式用絕對值來指定，G91 模式用增量值來指定。

| Series 15 指令格式        |            |           | Series16/18 的<br>指令格式 |
|-----------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 參數 RAB (No.5102#6) =1 |            | RAB=0     | 增量                    |
| G 代碼體系 A              | G 代碼體系 B、C |           |                       |
| 絕對                    | G90<br>絕對  | G91<br>增量 |                       |

### - 直徑／半徑程式設計

藉由設定參數 RDI (No.5102#7) =1，可以使 Series 15 指令格式的鑽孔用固定循環的 R 指令的直徑／半徑程式設計與鑽孔軸的直徑／半徑程式設計結合起來。

### - P

下面的 G 代碼中，暫停動作與 Series 15-T 不同。

Series 15 格式的動作

在 G83、G83.1、G84、G84.2 中，唯在程式單節中指定了位址 P 的情況下才執行暫停。

Series 15-T 的動作

在 G83、G83.1 中，不執行暫停。

在 G84、G84.2 中，可以藉由參數 DWL (No.6200#1) 執行基於位址 P 的暫停。位址 P 是一個模態資料。

### - Q

位址 Q 始終為增量值，由半徑程式設計來指定。

### - G85、G89 的進給速度

在 G85、G89 中，由 Z 點到 R 點的進給速度，將成為切削進給速度的 2 倍。進給速度在 Series 15-T 下成為切削進給速度。

### - 孔加工模式

G81~G89 是模態 G 代碼，直到被取消以前一直保持有效。此稱為孔加工模式。

一旦在孔加工模式下指定孔加工資料，則在改變或取消之前，該資料保持不變。

因此，在固定循環開始時指定全部所需的孔加工資料，而在固定循環過程中，只指定會變更的資料。

### - 返回點平面 G98/G99

在 G 代碼體系 A 中，刀具從孔底返回到初始平面。在 G 代碼體系 B 或 C 中，刀具從孔底返回到 R 點平面，還是返回到初始平面，由 G98、G99 來指定。下圖表示指定 G98 或 G99 指令時的動作。通常，最初的鑽孔使用 G99，最後的鑽孔使用 G98。

即使在 G99 模式下執行孔加工操作，初始平面也不會改變。

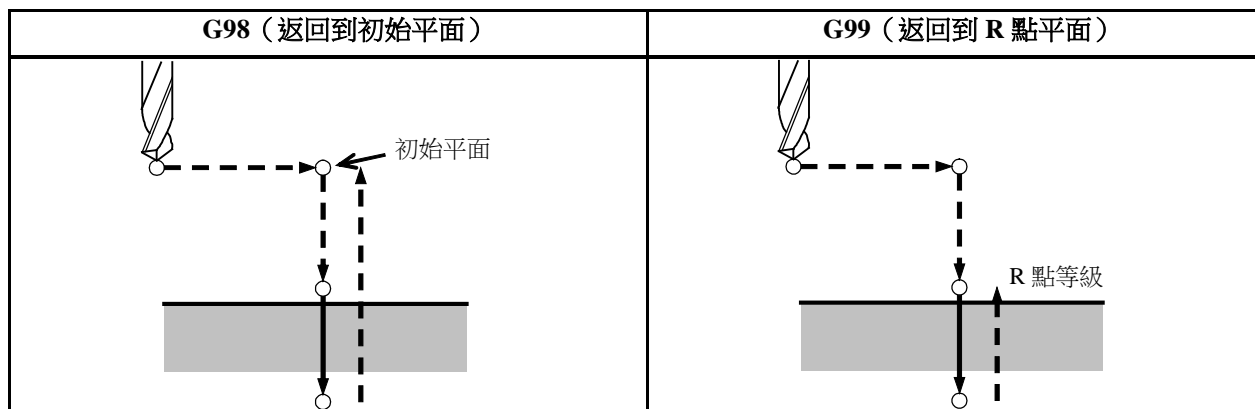


圖6.5 (b) 初始平面和 R 點平面

### - 重複

想要重複進行等距離的孔加工時，用 L\_指定重複次數。

L 只在它被指定的程式單節中有效。

以增量方式指定第一個孔的位置。

如果以絕對方式指定，則會在同一個孔位置重複鑽孔。

|                   |
|-------------------|
| 重複次數 L 最大指令值=9999 |
|-------------------|

如果指定 L0 時，會儲存孔加工資料，但不進行孔加工。

#### 註釋

請為 L 指定 0 或 1~9999 的整數值。

### - C 軸夾住

可以在 Series 16/18 的指令格式下指定 C 軸夾住的 M 代碼指令，但是，不可在 Series 15 指令格式下指定 C 軸夾住的 M 代碼指令。

### - Series 15 格式無效

藉由設定參數 F16 (No.5102#3) =1，即可使 Series 15 指令格式僅在鑽孔用固定循環中無效。但是，重複次數應利用位址 L 來指定。



#### 注意

設定參數 F16 (No.5102#3) =1 時，參數 RAB (No.5102#6) 和 RDI (No.5102#7) 的設定也將無效，從而成為 RAB=0 與 RDI=0 的動作。

### - 取消

用 G80 或組 01 的 G 代碼，取消固定循環。

**組 01 的 G 代碼 (例)**

G00 : 定位 (快速進給)

G01 : 直線插補

G02 : 圓弧插補 / 螺旋插補 (順時針方向旋轉)

G03 : 圓弧插補 / 螺旋插補 (逆時針方向旋轉)

**- 圖中符號說明**

下面說明各固定循環。

每個說明中所使用的圖中的符號含義如下所示。

|                                                                                   |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | 定位 (快速進給 G00)   |
|  | 切削進給 (直線插補 G01) |
| <b>P</b>                                                                          | 暫停              |

**6.5.1 高速深孔鑽孔循環 (G83.1)**

此循環進行高速鑽深孔操作。

該循環進行間歇切削進給到達孔底，並一邊將切屑排出孔外，一邊進行加工。

**格式****G83.1 X\_ Y\_ Z\_ R\_ P\_ Q\_ ,D\_ F\_ L\_ ;**

X\_ Y\_ : 孔位置資料

Z\_ : 從 R 點到孔底的距離

R\_ : 從初始平面到 R 點的距離

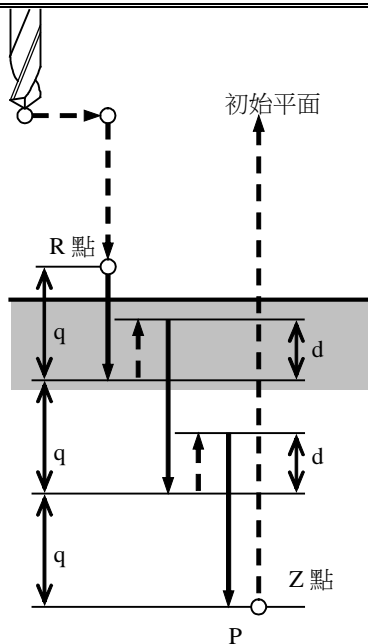
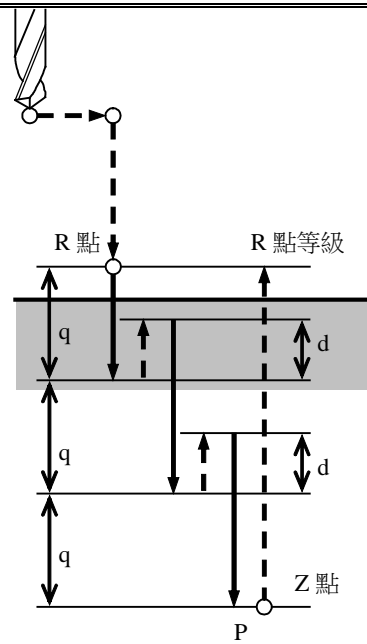
P\_ : 暫停時間

Q\_ : 每次的進刀量

,D\_ : 退刀量

F\_ : 切削進給速度

L\_ : 重複次數 (僅在需要重複時)

**G83.1 (G98 模式)****G83.1 (G99 模式)****解釋****- 動作**

利用 Z 軸方向の間歇進給，很容易清除鑽深孔時的切屑，並可設定較小的退刀量，因此能夠進行高效率加工。

退刀量 d 設定在 “,D” 指令或參數 (No.5114) 中。

刀具以快速進給方式退刀。

#### - 主軸的旋轉

在指定 G83.1 指令前，請利用協助功能（M 代碼）使主軸旋轉。

#### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G83.1 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

### 限制事項

#### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

#### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

#### - P

唯在程式單節中指定了位址 P 的情況下才執行暫停。

#### - Q

請在執行鑽孔動作的程式單節中指定 Q。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

#### - 取消

請勿在包含 G83.1 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03 等）。否則，G83.1 將被取消。

## 6.5.2 鑽削循環定點鑽孔（G81）

該循環用於一般的鑽孔加工。

切削進給至孔底，然後以快速進給方式從孔底退刀。

### 格式

| G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ L_ ;                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X_ Y_ : 孔位置資料<br>Z_ : 從 R 點到孔底的距離<br>R_ : 從初始平面到 R 點的距離<br>F_ : 切削進給速度<br>L_ : 重複次數（僅在需要重複時）                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| G81 (G98 模式)                                                                                                                                                                                                                                                         | G81 (G99 模式)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>The diagram illustrates the G81 (G98) mode. A drill bit starts at an 'Initial Plane' (初始平面). It moves down to an 'R point' (R 點), then continues to drill to the 'Z point' (Z 點) at the bottom of the hole. Finally, it returns to the 'Initial Plane' level.</p> | <p>The diagram illustrates the G81 (G99) mode. A drill bit starts at an 'Initial Plane' (initial level). It moves down to an 'R point' (R 點), then continues to drill to the 'Z point' (Z 點) at the bottom of the hole. Finally, it returns to the 'R point level' (R 點等級) instead of the initial plane.</p> |

### 解釋

#### - 動作

沿 X 軸和 Y 軸定位後，以快速進給方式移動到 R 點平面。

之後，從 R 點平面到 Z 點進行鑽孔加工。  
 刀具以快速進給方式退刀。

#### - 主軸的旋轉

在指定 G81 指令前，請利用協助功能（M 代碼）使主軸旋轉。

#### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G81 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

### 限制事項

#### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

#### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

#### - 取消

請勿在包含 G81 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03 等）。否則，G81 將被取消。

## 6.5.3 鑽削循環鏜階梯孔（G82）

該循環用於一般的鑽孔加工。

切削進給至孔底，在孔底暫停，然後刀具以快速進給方式從孔底退刀。

該循環可以提高孔深的精度。

### 格式

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ L_ ;</b><br>X_ Y_ : 孔位置資料<br>Z_ : 從 R 點到孔底的距離<br>R_ : 從初始平面到 R 點的距離<br>P_ : 孔底的暫停時間<br>F_ : 切削進給速度<br>L_ : 重複次數（僅在需要重複時）                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>G82 (G98 模式)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>G82 (G99 模式)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>The diagram illustrates the G82 (G98) mode. A drill bit starts at an 'Initial Plane' (初始平面). It moves down to the 'R point' (R 點). From there, it drills to the 'P point' (P 點), which is the bottom of the hole. After a dwell at the bottom, it retracts back to the 'R point' level.</p> | <p>The diagram illustrates the G82 (G99) mode. A drill bit starts at an 'Initial Plane' (初始平面). It moves down to the 'R point' (R 點). From there, it drills to the 'P point' (P 點), which is the bottom of the hole. After a dwell at the bottom, it retracts back to the 'Z point' (Z 點) level, which is below the R point level.</p> |

### 解釋

#### - 動作

沿 X 軸和 Y 軸定位後，以快速進給方式移動到 R 點平面。

之後，從 R 點平面到 Z 點進行鑽孔加工。

在孔底暫停後，刀具以快速進給方式退刀。

### - 主軸的旋轉

在指定 G82 指令前，請利用協助功能（M 代碼）使主軸旋轉。

### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G82 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

## 限制事項

### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

### - P

請在進行鑽孔動作的程式單節中指定 P。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

### - 取消

請勿在包含 G82 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03 等）。否則，G82 將被取消。

## 6.5.4 深孔鑽孔循環（G83）

該循環進行深孔的加工。

該循環進行間歇切削進給到達孔底，並一邊將切屑排出孔外，一邊進行加工。

## 格式

|                                                                                                                                                                                                                   |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>G83 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ F_ L_ ;</b><br><b>X_ Y_ :</b> 孔位置資料<br><b>Z_ :</b> 從 R 點到孔底的距離<br><b>R_ :</b> 從初始平面到 R 點的距離<br><b>P_ :</b> 暫停時間<br><b>Q_ :</b> 每次的進刀量<br><b>F_ :</b> 切削進給速度<br><b>L_ :</b> 重複次數（僅在需要重複時） |                     |
| <b>G83 (G98 模式)</b>                                                                                                                                                                                               | <b>G83 (G99 模式)</b> |
|                                                                                                                                                                                                                   |                     |

## 解釋

### - 動作

Q 是每次的進刀量，始終以增量值來指定。

在第 2 次以後的切削進給中，在到達上一個加工位置 d 之前，由快速進給改變為切削進給。d 設定在參數 (No.5115) 中。

Q 的指令值務須設定一正值。即使指定負值，也將被忽略。

#### - 主軸的旋轉

在指定 G83 指令前，請利用協助功能（M 代碼）使主軸旋轉。

#### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G83 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

### 限制事項

#### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

#### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

#### - P

唯在程式單節中指定了位址 P 的情況下才執行暫停。

#### - Q

請在執行鑽孔動作的程式單節中指定 Q。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

#### - 取消

請勿在包含 G83 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03 等）。否則，G83 將被取消。

## 6.5.5 攻牙循環（G84）

該循環可以進行攻牙加工。

主軸在孔底反轉，執行攻牙循環。

### 格式

| G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ L_ ;                                                                                                         |                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X_ Y_ : 孔位置資料<br>Z_ : 從 R 點到孔底的距離<br>R_ : 從初始平面到 R 點的距離<br>P_ : 暫停時間<br>F_ : 切削進給速度<br>L_ : 重複次數（僅在需要重複時）                          |                                                                                                                                    |
| G84 (G98 模式)                                                                                                                       | G84 (G99 模式)                                                                                                                       |
| <p>Initial plane<br/>R point<br/>P point<br/>Z point<br/>Main axis clockwise rotation<br/>Main axis counter-clockwise rotation</p> | <p>R point<br/>P point<br/>R point level<br/>Z point<br/>Main axis clockwise rotation<br/>Main axis counter-clockwise rotation</p> |

## 解釋

### - 動作

使主軸正向旋轉並切削，在孔底反轉並退刀，由此來製作螺紋。



#### 注意

在攻牙動作中，會忽略進給速度倍率，在完成返回動作之前，進給暫停也不會使機床停止。

### - 主軸的旋轉

在指定 G84 指令前，請利用協助功能（M 代碼）使主軸旋轉。

連續執行從孔位置和初始平面到 R 點平面的距離較短的鑽孔動作時，在進入孔的切削動作之前，主軸有可能不能進行正常旋轉。在這種情況下，請勿指定重複次數 L，而需要將基於 G04 的暫停插入到每個鑽孔動作之前以騰出時間。

有的機床不必考慮上述情況，詳情請參閱機床製造商提供的說明書。

### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G84 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

## 限制事項

### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

### - P

唯在程式單節中指定了位址 P 的情況下才執行暫停。

### - 取消

請勿在包含 G84 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼（G00~G03 等）。否則，G84 將被取消。

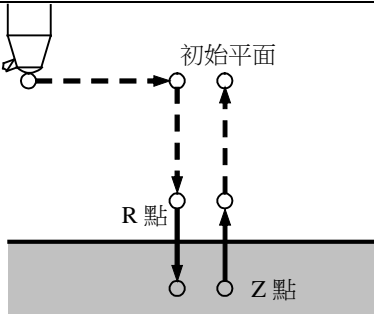
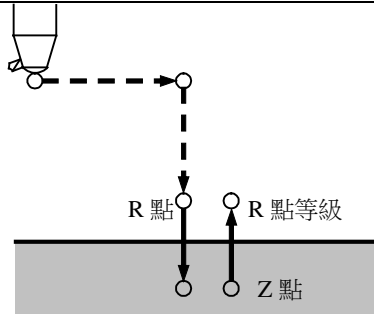
#### 註釋

在指定主軸正轉或者反轉的指令（M03 或者 M04）之前，可以指定或者不指定主軸停止命令（M05）。在參數 M5T（No.5105#3）中設定採用哪種方法，詳情請參閱機床製造商提供的說明書。

## 6.5.6 鏜孔循環 (G85)

該循環用於鏜孔加工。

### 格式

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>G85 X_ Y_ Z_ R_ F_ L_ ;</b><br/> <b>X_ Y_ :</b> 孔位置資料<br/> <b>Z_ :</b> 從 R 點到孔底的距離<br/> <b>R_ :</b> 從初始平面到 R 點的距離<br/> <b>F_ :</b> 切削進給速度<br/> <b>L_ :</b> 重複次數 (僅在需要重複時)</p> |                                                                                                                                                     |
| <b>G85 (G98 模式)</b>                                                                                                                                                                 | <b>G85 (G99 模式)</b>                                                                                                                                 |
|  <p>Initial plane (初始平面)<br/>R point (R 點)<br/>Z point (Z 點)</p>                                   |  <p>R point (R 點)<br/>R point level (R 點等級)<br/>Z point (Z 點)</p> |

### 解釋

#### - 動作

沿 X 軸和 Y 軸定位後，以快速進給方式移動到 R 點平面。  
 之後，從 R 點平面到 Z 點進行鑽孔加工。  
 在到達 Z 點後，刀具以切削進給的方式返回到 R 點。

#### - 主軸的旋轉

在指定 G85 指令前，請利用協助功能 (M 代碼) 使主軸旋轉。

#### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G85 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

### 限制事項

#### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

#### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

#### - 取消

請勿在包含 G85 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼 (G00~G03 等)。否則，G85 將被取消。

## 6.5.7 鏜孔循環 (G89)

該循環用於鏜孔加工。

### 格式

|                                                                                                                                                    |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ L_ ;</b><br>X_ Y_ : 孔位置資料<br>Z_ : 從 R 點到孔底的距離<br>R_ : 從初始平面到 R 點的距離<br>P_ : 孔底的暫停時間<br>F_ : 切削進給速度<br>L_ : 重複次數 (僅在需要重複時) |                     |
| <b>G89 (G98 模式)</b>                                                                                                                                | <b>G89 (G99 模式)</b> |
|                                                                                                                                                    |                     |

### 解釋

#### - 動作

這一循環與 G85 相同，但是會在孔底執行暫停操作。

#### - 主軸的旋轉

在指定 G89 指令前，請利用協助功能 (M 代碼) 使主軸旋轉。

#### - 協助功能

當在相同程式單節中指定 G89 指令和 M 代碼時，在最初的定位操作時執行 M 代碼。當指定了重複次數 L 時，僅在第一次執行上述操作，第 2 次以後不再執行 M 代碼。

### 限制事項

#### - 軸的切換

請在暫時取消鑽孔用固定循環後再切換鑽孔軸。

#### - 鑽孔

在沒有包含 X、Y、Z、R 或任何其他附加軸的程式單節中，不執行鑽孔動作。

#### - P

請在進行鑽孔動作的程式單節中指定 P。如果指定在不進行鑽孔動作的程式單節中，將不會儲存為模態資料。

#### - 取消

請勿在包含 G89 的程式單節中指定 01 組的 G 代碼 (G00~G03 等)。否則，G89 將被取消。

## 6.5.8 鑽孔用固定循環取消 (G80)

取消鑽孔用固定循環。

## 格式

|       |
|-------|
| G80 ; |
|-------|

## 解釋

取消所有的鑽孔用固定循環，之後進行正常的操作。  
R 點平面和 Z 點也被取消。  
其他孔加工資料也全部被取消。

## 6.5.9 操作者需要注意的事項

### - 重置、急停時

有時會在執行孔加工循環的中途進行重置或急停，使控制裝置停止。此時也會儲存孔加工模式和孔加工資料，再啟動時請特別留意。

### - 單節程式

在單節程式進行孔加工循環時，控制裝置會在圖 6.5 (a) 的動作 1、2、6 的終點分別停止。因此，為了鑽 1 個孔而要啟動 3 次。在動作 1、2 的終點，進給暫停指示燈點亮並停止操作。在動作 6 的終點，還留下重複次數時，會以進給暫停停止移動，沒有留下重複次數時則在單節程式停止狀態下停止移動。

### - 進給暫停

若在動作 3~5 之間由 G84、G88 應用了進給暫停，則進給暫停指示燈會立即點亮。但是，控制裝置一直進行到動作 6 才停止。如果進給暫停再被應用於動作 6，則馬上停止。

### - 倍率

在 G84、G88 的動作期間，進給速度的倍率是 100%。

## 6.6 鑽孔用固定循環重疊

## 概要

本功能可在鑽孔用固定循環模式中，於插補後加減速的時間常數內一定時間，與下一個程式單節的指令重疊。藉此，可加快鑽孔用固定循環的動作，並縮短加工時間。

## 解釋

### ●可對應的鑽孔用固定循環

可應用本功能的鑽孔用固定循環如表 6.6 (a) 所示。

表6.6 (a) 鑽孔用固定循環

| G 代碼  | 鑽孔動作 | 在孔底位置的動作 | 退刀動作 | 用途       |
|-------|------|----------|------|----------|
| G83.1 | 間歇進給 | ———      | 快速進給 | 高速深孔鑽孔循環 |
| G81   | 切削進給 | ———      | 快速進給 | 鑽削、定點鏜孔  |
| G82   | 切削進給 | 暫停       | 快速進給 | 鑽削、鏜階梯孔  |
| G83   | 間歇進給 | ———      | 快速進給 | 深孔鑽孔循環   |
| G85   | 切削進給 | ———      | 切削進給 | 鏜孔       |
| G89   | 切削進給 | 暫停       | 切削進給 | 鏜孔       |

•在各循環中重疊有效的動作

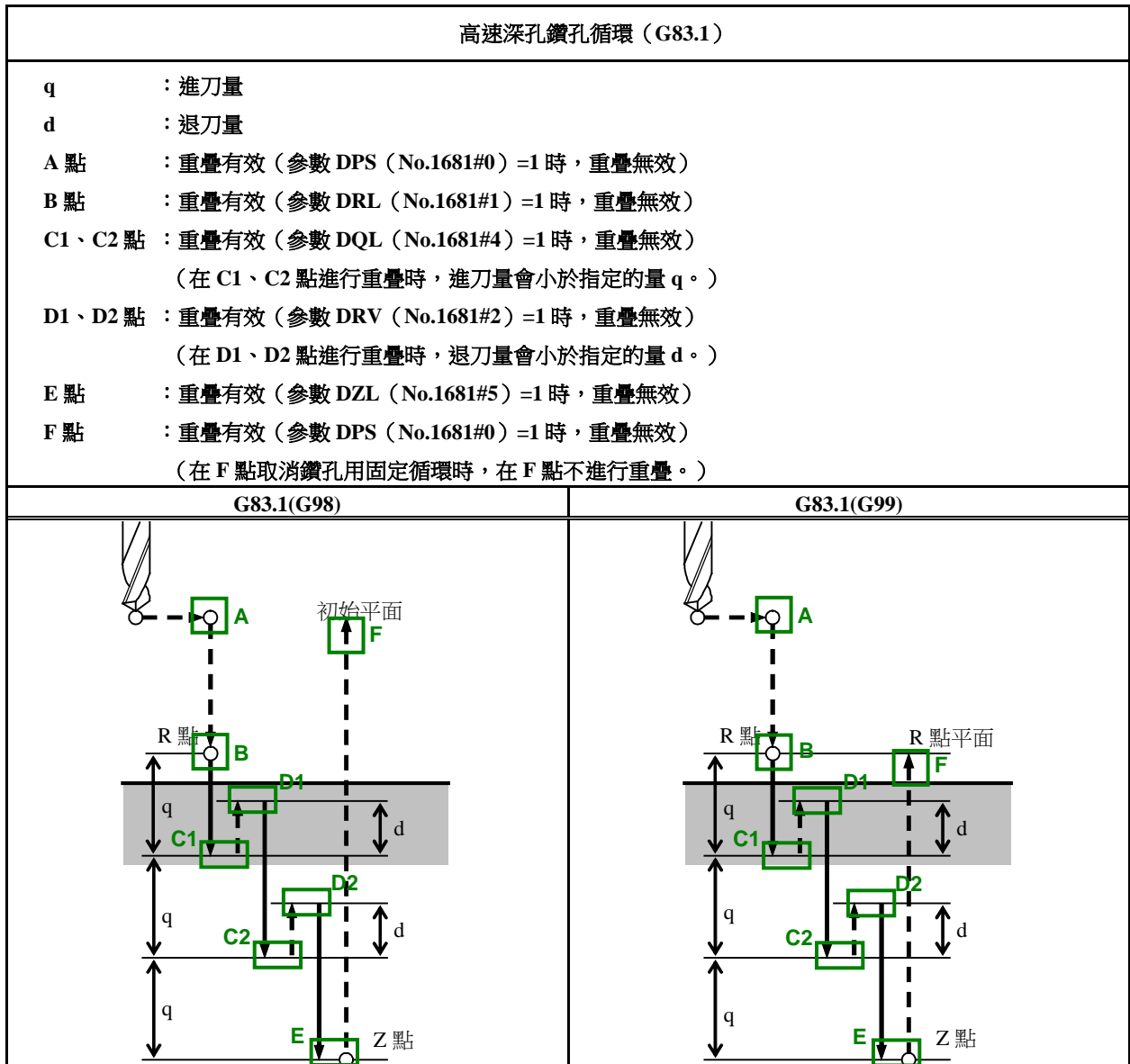


圖6.6 (a) 高速深孔鑽孔循環 (G83.1)

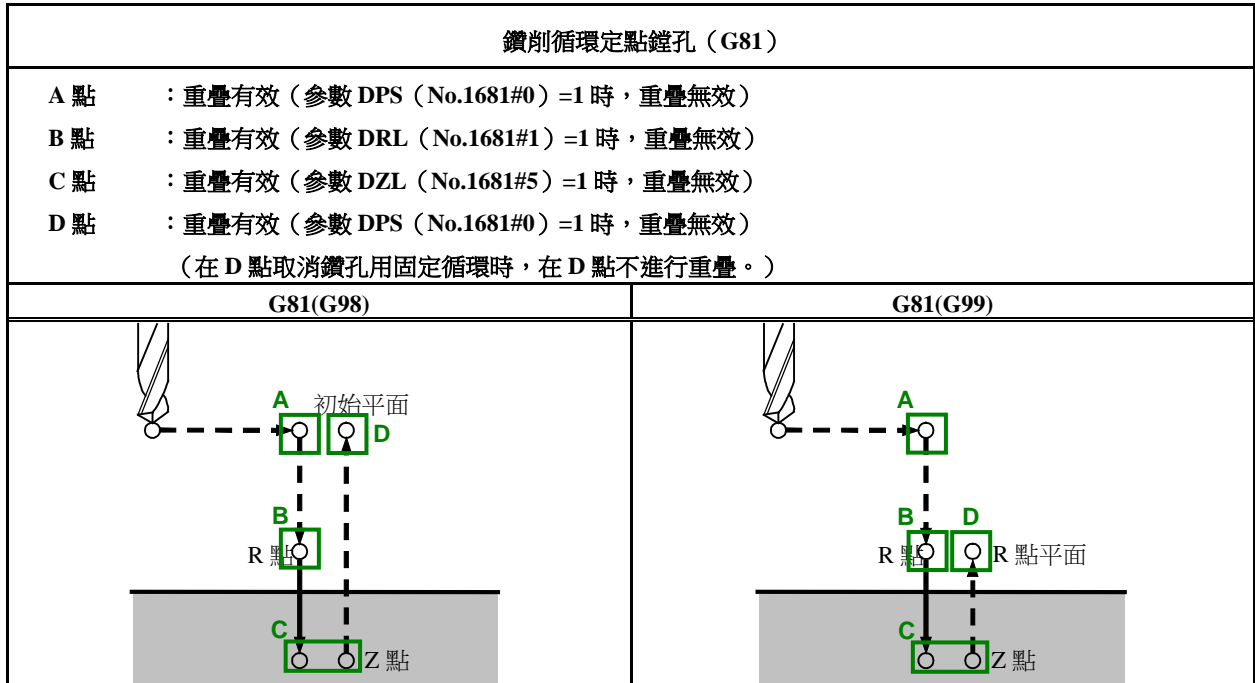


圖6.6 (b) 鑽削循環定點鑽孔 (G81)

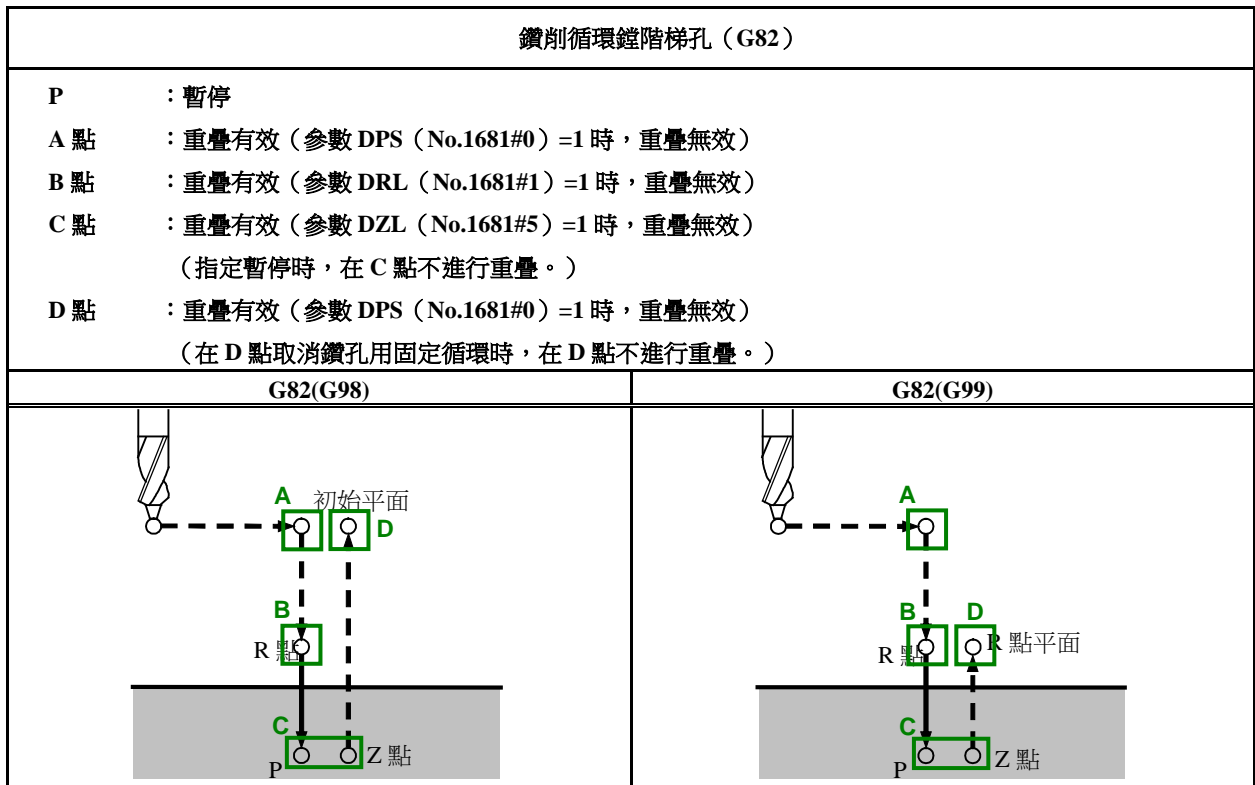


圖6.6 (c) 鑽削循環鏜階梯孔 (G82)

| 深孔鑽孔循環 (G83) |                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| q            | : 進刀量                                                                       |
| d            | : 在第 2 次以後的切削進給中, 在到達上一個加工位置 d 之前, 由快速進給改變為切削進給。                            |
| A 點          | : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效)                                      |
| B 點          | : 重疊有效 (參數 DRL (No.1681#1) =1 時, 重疊無效)                                      |
| C1、C2 點      | : 重疊有效 (參數 DQL (No.1681#4) =1 時, 重疊無效)<br>(在 C1、C2 點進行重疊時, 進刀量會小於指定的量 q。)   |
| D1、D2 點      | : 重疊有效 (參數 DRV (No.1681#2) =1 時, 重疊無效)<br>(在 D1、D2 點進行重疊時, 到 R 點之前會反轉移動方向。) |
| E1、E2 點      | : 重疊有效 (參數 DFW (No.1681#3) =1 時, 重疊無效)                                      |
| F 點          | : 重疊有效 (參數 DZL (No.1681#5) =1 時, 重疊無效)                                      |
| G 點          | : 重疊有效 (參數 DPS (No.1681#0) =1 時, 重疊無效)<br>(在 G 點取消鑽孔用固定循環時, 在 G 點不進行重疊。)    |
| G83(G98)     | G83(G99)                                                                    |
|              |                                                                             |

圖6.6 (d) 深孔鑽孔循環 (G83)

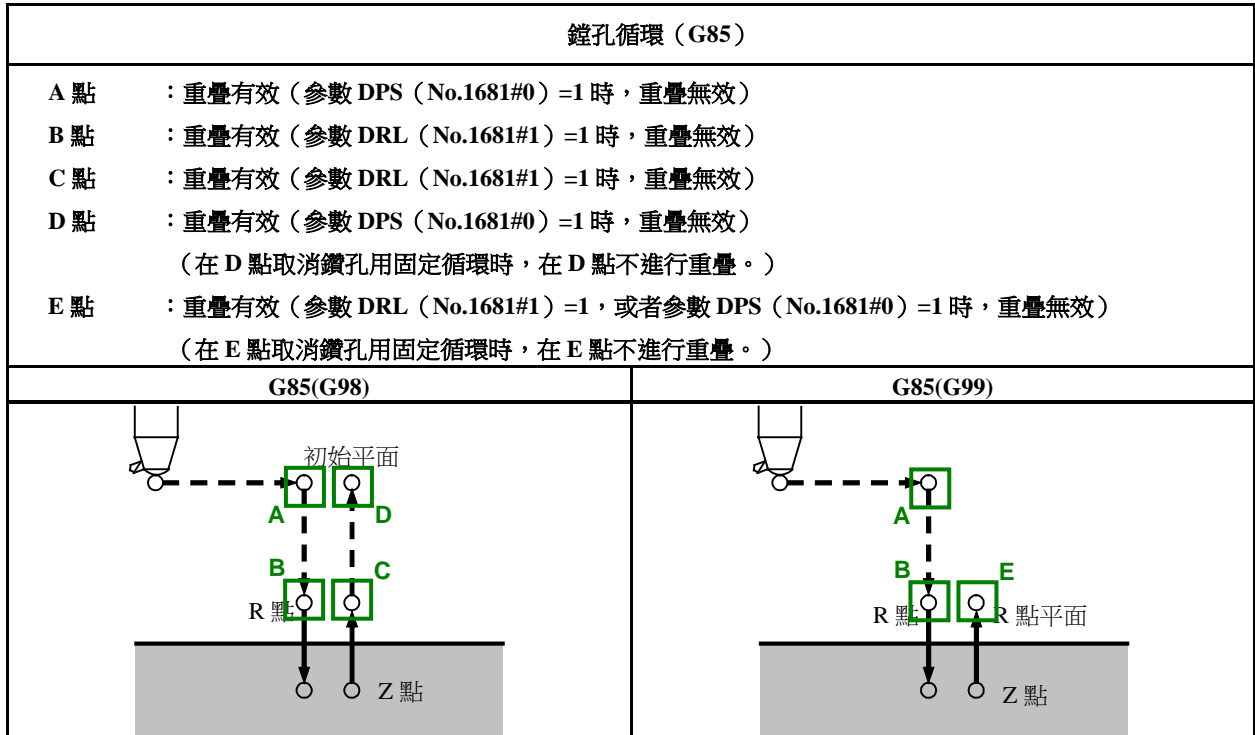


圖6.6 (e) 鏢孔循環 (G85)

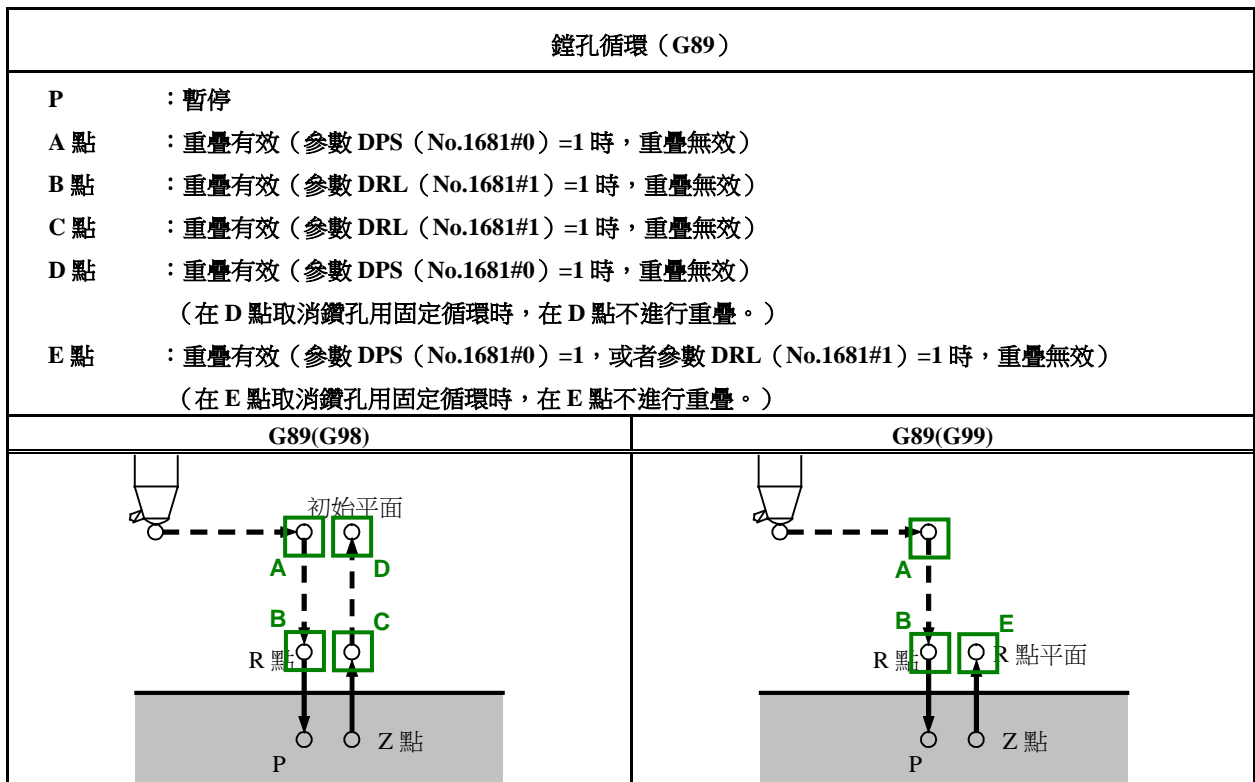


圖6.6 (f) 鏢孔循環 (G89)

# 7 多路徑控制功能

## 7.1 均衡切削 (G68、G69)

### 概要

在加工較為細小的工件時，若從工件的兩側將車刀對準工件同時進行加工，則可以防止從單側進行加工時引起的工件撓曲，從而可以確保精度進行加工（參見圖 7.1 (a)）。此外，如果不對兩個刀具的移動進行準確的同步調整，則會導致工件振動而不能正確加工。藉由使用本功能，可以輕鬆地對刀架的移動進行同步調整，並進行加工。

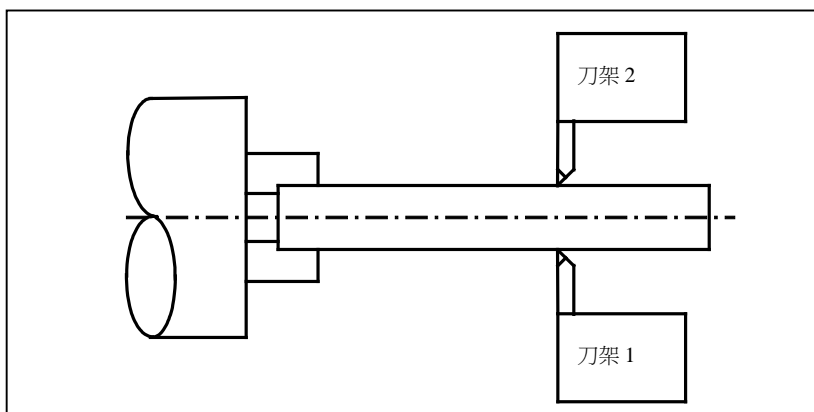


圖7.1 (a)

### 註釋

- 1 本功能屬於選定功能。
- 2 在參數 NVC (No.8137#0) 設定為 0 時可使用均衡切削。  
但是，不能同時使用“對置刀架鏡像”和“均衡切削”。使用對置刀架鏡像時，請將均衡切削設為無效（參數 NVC (No.8137#0) =1）。

### 格式

**G68 (P p) ; 均衡切削模式 ON**

**p :** 指定均衡切削組合的編號

- (1) 指定二進位值時，指定對有必要進行均衡切削的某個路徑號碼累加二進位值而得的值。
- (2) 指定路徑號碼時，組合指定進行均衡切削的路徑的所有編號。

沒有 P 指令時，即為路徑 1 和 2 的均衡切削。

**G69 ; 均衡切削模式取消**

### 解釋

在刀架 1 和刀架 2 的程式中指定 G68 指令時，均衡切削模式 ON；指定 G69 指令後，即取消均衡切削模式。在其中一個刀架上指定 G68/G69 指令時，在另外一個刀架上指定 G68/G69 指令之前，刀具會執行等待。

在均衡切削模式下，當有為兩個刀架指定切削進給的移動指令時，會執行均衡切削。在均衡切削下，對於每個指定了切削進給移動指令的程式單節，刀架同時移動。

請單獨指定 G68/G69 指令。在相同程式單節無法執行位址 P 以外的指令。  
G68/G69 指令或位址 P 不正確時，會發出警報 (PS0163) “G68/G69 中非法指令”。  
位址 P 指令有 2 種指定方法，可在參數 MWP (No.8103#1) 中選擇指定方法。

| 參數 MWP (No.8103#1) | 位址 P 指令方法                                |
|--------------------|------------------------------------------|
| 0                  | 在希望進行均衡切削的路徑加上二進位值的指定方法<br>(指定二進位值的均衡切削) |
| 1                  | 組合指定路徑號碼的指定方法<br>(指定路徑號碼的均衡切削)           |

**註釋**

- 1 在空運行、機械鎖定狀態下不會進行均衡切削。但會進行 G68/G69 指令的等待。
- 2 在均衡切削模式中的 G68 指令、均衡切削取消模式中的 G69 指令下不會進行等待。
- 3 在行程為 0 的程式單節中不會執行均衡切削。
- 4 在快速進給指令下不會執行均衡切削。

**⚠ 注意**

- 1 均衡切削同時在兩個刀架上開始切削進給，而不保證之後的同步性。要使兩個刀架同步移動，必須在兩個刀架上對行程、進給速度指令等進行相同設定。在兩個刀架上倍率、互鎖也將會分別有效，進行均衡切削時必須維持相同的狀態。
- 2 在執行兩個刀架的均衡切削中應用了進給暫停的情況下，再啟動時不會執行均衡切削的處理，而是在後續發出兩個刀架的移動指令時執行該操作。

**註釋**

- 1 開始兩個刀架脈衝分配的時間差在 2ms 以下。
- 2 重疊無效。在均衡切削模式時，會在每個切削移動程式單節的開始位置進行同步調整，因此在某些情況下移動會暫時停止。
- 3 均衡切削模式時，連續螺紋切削的重疊同樣無效。請在均衡切削取消模式下執行連續螺紋切削。
- 4 要在螺紋切削指令的程式單節中進行開始分配的同步調整時，必須在選擇了相同 PC 的狀態下進行。
- 5 藉由重置操作將無條件進入取消模式 (G69)。



### III. 操作



# 1 資料的輸入／輸出

用顯示器左邊的記憶卡介面和 USB 記憶體介面將寫入到記憶卡和 USB 記憶體中的資訊讀到 CNC 內部，或者反過來寫入到記憶卡和 USB 記憶體中。

可以輸入／輸出的資料有如下幾種類型。

1. Y 軸偏移資料
2. 刀具補償／第 2 形狀資料
3. 第 4 軸／第 5 軸偏移資料

可以在顯示和設定該資料的畫面以及 ALL IO 畫面上輸入或輸出上述資料。

## 1.1 在各畫面上的輸入輸出操作

可以從 Y 軸的偏移、刀具補償／第 2 形狀的操作畫面輸入／輸出各類資料。




### 1.1.1 輸入輸出 Y 軸偏移

#### 1.1.1.1 輸入 Y 軸偏移資料

將 Y 軸偏移資料從記憶卡等輸入到 CNC 的記憶體中。輸入格式與輸出格式相同。Y 軸偏移資料若在記憶體中已記錄與 Y 軸偏移資料相對應的資料號，則會置換為藉由本操作輸入的資料。


#### 輸入 Y 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 5 按下軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移資料畫面。
- 6 按下軟鍵〔(操作) <(操作)>〕。
- 7 在顯示軟鍵〔讀入〕之前，按繼續選單鍵 。
- 8 按下軟鍵〔讀入〕。
- 9 鍵入檔案名，指定將要輸入的檔案。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 10 按下軟鍵〔執行〕。  
輸入 Y 軸偏移資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在輸入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下軟鍵〔取消〕。

#### 輸入 Y 軸偏移資料（15/19”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移資料畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔讀入〕。
- 7 鍵入檔案名，指定將要輸入的檔案。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。




- 8 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸入 Y 軸偏移資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在輸入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。

### 1.1.1.2 輸出 Y 軸偏移資料

從 CNC 的記憶體，以輸出格式將 Y 軸偏移資料輸出到記憶卡等。


#### 輸出 Y 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸出設備設為可輸出狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 5 按下軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移資料畫面。
- 6 按下軟鍵〔（操作）<（操作）>〕。
- 7 在顯示軟鍵〔輸出〕之前，按繼續選單鍵 。
- 8 按下軟鍵〔輸出〕。
- 9 鍵入檔案名，指定將要輸出的檔案。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 10 按下軟鍵〔執行〕。  
輸出 Y 軸偏移資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在輸出完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下軟鍵〔取消〕。

#### 輸出 Y 軸偏移資料（15/19”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸出設備設為可輸出狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移資料畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔輸出〕。
- 7 鍵入檔案名，指定將要輸出的檔案。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 8 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸出 Y 軸偏移資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在輸出完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。




## 1.1.2 輸入輸出刀具補償／第 2 形狀資料

### 1.1.2.1 輸入刀具補償／第 2 形狀資料

將刀具補償／第 2 形狀資料從記憶卡等輸入到 CNC 的記憶體中。輸入格式與輸出格式相同。刀具補償／第 2 形狀資料若在記憶體中已記錄與刀具補償／第 2 形狀資料相對應的資料號，則會置換為藉由本操作輸入的資料。


#### 輸入刀具補償／第 2 形狀資料（10.4”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按繼續選單鍵 。
- 5 按下軟鍵〔第 2 形狀〕，顯示出刀具補償／第 2 形狀資料畫面。
- 6 按下軟鍵〔(操作) < (操作) >〕。
- 7 在顯示軟鍵〔讀入〕之前，按繼續選單鍵 。
- 8 按下軟鍵〔讀入〕。
- 9 鍵入檔案名，指定將要輸入的檔案。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 10 按下軟鍵〔執行〕。  
讀入第 2 形狀資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下軟鍵〔取消〕。

#### 輸入刀具補償／第 2 形狀資料（15/19”顯示器的情形）

##### 步驟



- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示直排軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔第 2 形狀〕，顯示出刀具補償／第 2 形狀資料畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔讀入〕。
- 7 鍵入檔案名，指定將要輸入的檔案。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 8 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
讀入第 2 形狀資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。


### 1.1.2.2 輸出刀具補償／第 2 形狀資料

從 CNC 的記憶體，以輸出格式將刀具補償／第 2 形狀資料輸出到記憶卡等。

#### 輸出刀具補償／第 2 形狀資料（10.4”顯示器的情形）


##### 步驟

- 1 將輸出設備設為可輸出狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按繼續選單鍵 。
- 5 按下軟鍵〔第 2 形狀〕，顯示出刀具補償／第 2 形狀資料畫面。
- 6 按下軟鍵〔(操作) < (操作) >〕。

- 7 在顯示軟鍵〔輸出〕之前，按繼續選單鍵 。
- 8 按下軟鍵〔輸出〕。
- 9 鍵入檔案名，指定將要輸出的檔案。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 10 按下軟鍵〔執行〕。  
輸出第 2 形狀資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下軟鍵〔取消〕。

## 輸出刀具補償／第 2 形狀資料（15/19”顯示器的情形）

### 步驟

- 1 將輸出設備設為可輸出狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 在顯示直排軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔第 2 形狀〕，顯示出刀具補償／第 2 形狀資料畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔輸出〕。
- 7 鍵入檔案名，指定將要輸出的檔案。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 8 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸出第 2 形狀資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。



## 1.1.3 輸入輸出第 4 軸／第 5 軸偏移

### 1.1.3.1 輸入第 4 軸／第 5 軸偏移資料

可以從 I/O 裝置輸入刀具位置偏移量。除了該操作外，也可以使用所有 I/O 功能來輸入刀具位置偏移量。

## 輸入第 4 軸／第 5 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 顯示軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕之前，按繼續選單鍵 。
- 5 按下軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕，顯示出偏移畫面或第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。
- 6 按下軟鍵〔（操作）<（操作）>〕。
- 7 按下軟鍵〔讀入〕。
- 8 按下軟鍵〔執行〕。


輸入格式為基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式。

#### 註釋

若已經輸入基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式程式，則由程式指定的軸位址和對應於偏移號的偏移量會全部改寫。

## 輸入第 4 軸／第 5 軸偏移資料（15/19”顯示器的情形）

### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。

- 4 顯示直排軟鍵〔補正 <偏移>〕或〔擴展偏移〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕，顯示出偏移畫面或第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔讀入〕。
- 7 按下橫排軟鍵〔執行〕。

輸入格式為基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式。

#### 註釋



若已經輸入基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式程式，則由程式指定的軸位址和對應於偏移號的偏移量會全部改寫。

### 1.1.3.2 輸出第 4 軸／第 5 軸偏移資料

可以向 I/O 裝置輸出刀具位置偏移量。

#### 輸出第 4 軸／第 5 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

##### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 .
- 4 顯示軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕之前，按繼續選單鍵 .
- 5 按下軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕，顯示出偏移畫面或第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。
- 6 按下軟鍵〔(操作) <(操作)>〕。
- 7 按下軟鍵〔輸出〕。
- 8 按下軟鍵〔執行〕。

輸出格式為基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式，採用絕對指令的形式輸出。

##### - 輸出資料例

具有刀具形狀／磨耗補償、Y 軸偏移、第 4 軸／第 5 軸偏移功能，沒有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能，刀具補償組數為 32 組的情形

```
%
G10 P01 X1.250 Z1.750 Y2.250 E2.750 F12.600 ;
 ⋮
G10 P32 X0.840 Z1.240 Y1.640 E2.040 F7.675 ;
G10 P10001 X9.680 Z9.280 Y8.880 E8.480 F24.345 ;
 ⋮
G10 P10032 X9.450 Z9.000 Y8.550 E8.100 F10.123 ;
```

%

輸出相當於刀具補償組數的形狀／磨耗的補償量。

由於沒有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能，不會輸出刀尖 R 補償量、假想刀尖方向。

具有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能時，會如下輸出有刀尖 R 補償量的資料。

```
G10 P01 X1.250 Z1.750 R12.254 Y2.250 E2.750 F12.600 ;
```

#### 註釋

輸出格式相對於刀具補償量的輸出所使用的 G10 格式，會追加表示第 4 軸偏移量的位址 E 和表示第 5 軸偏移量的位址 F。

##### -輸出格式的位址名變更

參數 OFN (No.11403#2) =1 時，Y 軸偏移以及第 4／第 5 軸偏移的指令位址可以使用 A 或者 B 的軸名稱，取代預設指令位址 Y、E、F。

例) 參數設定如下時，會變更位址。

- No.5044=4 (第 4 軸偏移為第 4 軸)

- No.5045=5 (第 5 軸偏移為第 5 軸)
- No.1020 (第 4 軸、第 5 軸) = 65,66 (第 4 軸／第 5 軸的名稱為“A”、“B”)
- No.11403#2=1 (位址取決於參數 No.1020)

```
%
G10 P01 X_ Z_ A_ B_
G10 P02 X_ Z_ A_ B_
...
G10 P__ X_ Z_ A_ B_
%
```


- A\_：刀具補償資料 (安裝實例為第 4 軸偏移值)。
- B\_：刀具補償資料 (安裝實例為第 5 軸偏移值)。
- 沒有擴充軸偏移時不予輸出。
- 其他位址與刀具補償量情形相同。

#### 註釋

- 1 可作為指令位址使用的軸名稱只限於“A”、“B”。  
作為 Y 軸偏移的指令位址使用“A”或者“B”時，無法使用位址 V (Y 軸偏移的增量指令)。
- 2 滿足如下條件時，指令位址使用預設的指令位址“Y”、“E”、“F”。
  - 參數 No.1020 中已設定“A (65)”或者“B (66)”以外的軸名稱。
  - 使用了擴充軸名稱。
- 3 設定參數 OFN (No.11403#2) =1 時，無法載入以往的偏移資料。要讀取以往的偏移資料時，請設定參數 OFN (No.11403#2) =0。

### 輸出第 4 軸／第 5 軸偏移資料 (15/19”顯示器的情形)

#### 步驟

- 1 將輸入裝置設為可讀入狀態。
- 2 按下機械操作面板上的〔EDIT <編輯>〕開關。
- 3 按下功能鍵 。
- 4 顯示直排軟鍵〔補正 <偏移>〕或〔擴展偏移〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 5 按下直排軟鍵〔補正 <偏移>〕或者〔擴展偏移〕，顯示出偏移畫面或第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。
- 6 按下橫排軟鍵〔輸出〕。
- 7 按下橫排軟鍵〔執行〕。

輸出格式為基於 G10 指令的刀具位置偏移量的格式，採用絕對指令的形式輸出。

- 輸出資料例  
具有刀具形狀／磨耗補償、Y 軸偏移、第 4 軸／第 5 軸偏移功能，沒有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能，刀具補償組數為 32 組的情形

```
%
G10 P01 X1.250 Z1.750 Y2.250 E2.750 F12.600 ;
:
G10 P32 X0.840 Z1.240 Y1.640 E2.040 F7.675 ;
G10 P10001 X9.680 Z9.280 Y8.880 E8.480 F24.345 ;
:
G10 P10032 X9.450 Z9.000 Y8.550 E8.100 F10.123 ;
```

- %  
輸出相當於刀具補償組數的形狀／磨耗的補償量。  
由於沒有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能，不會輸出刀尖 R 補償量、假想刀尖方向。  
具有刀具徑補償／刀尖 R 補償功能時，會如下輸出有刀尖 R 補償量的資料。  
G10 P01 X1.250 Z1.750 R12.254 Y2.250 E2.750 F12.600 ;

**註釋**

輸出格式相對於刀具補償量的輸出所使用的 G10 格式，會追加表示第 4 軸偏移量的位址 E 和表示第 5 軸偏移量的位址 F。

**輸出格式的位址名變更**

參數 No.11403#2=1 時，Y 軸偏移以及第 4／第 5 軸偏移的指令位址可以使用 A 或者 B 的軸名稱，取代預設指令位址 Y、E、F。

例) 參數設定如下時，會變更位址。

- No.5044=4 (第 4 軸偏移為第 4 軸)
- No.5045=5 (第 5 軸偏移為第 5 軸)
- No.1020 (第 4 軸、第 5 軸) = 65,66 (第 4 軸／第 5 軸的名稱為“A”、“B”)
- No.11403#2=1 (位址取決於參數 No.1020)

%

G10 P01 X\_ Z\_ A\_ B\_

G10 P02 X\_ Z\_ A\_ B\_

...

G10 P\_\_ X\_ Z\_ A\_ B\_

%

A\_：刀具補償資料（安裝實例為第 4 軸偏移值）。

B\_：刀具補償資料（安裝實例為第 5 軸偏移值）。

沒有擴充軸偏移時不予輸出。

其他位址與刀具補償量情形相同。

**註釋**

- 1 可作為指令位址使用的軸名稱只限於“A”、“B”。  
作為 Y 軸偏移的指令位址使用“A”或者“B”時，無法使用位址 V（Y 軸偏移的增量指令）。
- 2 滿足如下條件時，指令位址使用預設的指令位址“Y”、“E”、“F”。
  - 參數 No.1020 中已設定“A（65）”或者“B（66）”以外的軸名稱。
  - 使用了擴充軸名稱。
- 3 設定參數 No.11403#2=1 時，無法載入以往的偏移資料。要載入以往的偏移資料時，請設定參數 No.11403#2=0。



## 1.2 在 ALL IO 畫面上的輸入輸出操作

藉由使用 ALL IO 畫面，可以輸入輸出 Y 軸偏移、刀具補償／第 2 形狀的資料。

ALL IO 畫面的顯示步驟如下。

### ALL IO 畫面的顯示步驟（10.4”顯示器的情形）


**步驟**

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔ALL IO <所有 IO>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 3 按下軟鍵〔ALL IO <所有 IO>〕，顯示出 ALL IO 畫面。

自此以後，從 ALL IO 畫面的各資料的選擇方法，會按照各資料分開顯示。

### ALL IO 畫面的顯示步驟（15/19”顯示器的情形）

**步驟**

- 1 按下功能鍵 。

- 2 在顯示直排軟鍵〔ALL IO <所有 IO>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 3 按下直排軟鍵〔ALL IO <所有 IO>〕，顯示出 ALL IO 畫面。


自此以後，從 ALL IO 畫面的各資料的選擇方法，會按照各資料分開顯示。

## 1.2.1 輸入輸出 Y 軸偏移資料

若是車床系統，可以在 ALL IO 畫面上輸入輸出 Y 軸偏移資料。

### 輸入 Y 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示軟鍵〔Y 偏移〕之前，按繼續選單鍵 。
- 2 按下軟鍵〔Y 偏移〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下軟鍵〔(操作)<(操作)>〕。
- 5 按下軟鍵〔N 輸入〕。
- 6 設定作為輸入對象的檔案名。  
鍵入檔案名，按下軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 7 按下軟鍵〔執行〕。  
輸入 Y 軸偏移資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在輸入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下軟鍵〔取消〕。


### 輸入 Y 軸偏移資料（15/19”顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示直排軟鍵〔Y 軸補正 <Y 軸偏移>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 2 按下直排軟鍵〔Y 軸補正 <Y 軸偏移>〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下橫排軟鍵〔N 輸入〕。
- 5 設定作為輸入對象的檔案名。  
鍵入檔案名，按下橫排軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 6 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸入 Y 軸偏移資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在輸入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。

### 輸出 Y 軸偏移資料（10.4”顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示軟鍵〔Y 偏移〕之前，按繼續選單鍵 。
- 2 按下軟鍵〔Y 偏移〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下軟鍵〔(操作)<(操作)>〕。
- 5 按下軟鍵〔輸出〕。
- 6 設定將要輸出的檔案名。  
鍵入檔案名，按下軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 7 按下軟鍵〔執行〕。  
輸出 Y 軸偏移資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在輸出完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下軟鍵〔取消〕。

### 輸出 Y 軸偏移資料（15/19” 顯示器的情形）

#### 步驟


- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示直排軟鍵〔Y 軸補正 <Y 軸偏移>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 2 按下直排軟鍵〔Y 軸補正 <Y 軸偏移>〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下橫排軟鍵〔輸出〕。
- 5 設定將要輸出的檔案名。  
鍵入檔案名，按下橫排軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“TOOLOFST.TXT”。
- 6 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸出 Y 軸偏移資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在輸出完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。

## 1.2.2 輸入輸出刀具補償／第 2 形狀資料

若是車床系統，可以在 ALL IO 畫面上輸入輸出刀具補償／第 2 形狀資料。

### 輸入刀具補償／第 2 形狀資料（10.4” 顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示軟鍵〔形狀 2〕之前，按繼續選單鍵 。
- 2 按軟鍵〔形狀 2〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下軟鍵〔(操作)<(操作)>〕。
- 5 按下軟鍵〔N 輸入〕。
- 6 設定作為輸入對象的檔案名。  
鍵入檔案名，按下軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 7 按下軟鍵〔執行〕。  
讀入第 2 形狀資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下軟鍵〔取消〕。


### 輸入刀具補償／第 2 形狀資料（15/19” 顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示直排軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 2 按下直排軟鍵〔第 2 形狀〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下橫排軟鍵〔N 輸入〕。
- 5 設定作為輸入對象的檔案名。  
鍵入檔案名，按下橫排軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定輸入對象檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 6 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
讀入第 2 形狀資料，畫面右下的“INPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“INPUT”顯示消失。  
要取消輸入時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。

### 輸出刀具補償／第 2 形狀資料（10.4” 顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示軟鍵〔形狀 2〕之前，按繼續選單鍵 。
- 2 按軟鍵〔形狀 2〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下軟鍵〔(操作)<(操作)>〕。
- 5 按下軟鍵〔輸出〕。

- 6 設定將要輸出的檔案名。  
鍵入檔案名，按下軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 7 按下軟鍵〔執行〕。  
輸出第 2 形狀資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下軟鍵〔取消〕。

---

### 輸出刀具補償／第 2 形狀資料（15/19”顯示器的情形）


---

#### 步驟

- 1 在 ALL IO 畫面上，在顯示直排軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 2 按下直排軟鍵〔第 2 形狀〕。
- 3 進入 EDIT（編輯）模式。
- 4 按下橫排軟鍵〔輸出〕。
- 5 設定將要輸出的檔案名。  
鍵入檔案名，按下橫排軟鍵〔F 名稱〕。  
若不設定檔案名，就會採用預設的檔案名“SEC\_GEOM.TXT”。
- 6 按下橫排軟鍵〔執行〕。  
輸出第 2 形狀資料，畫面右下的“OUTPUT”會閃爍顯示。在讀入完成後，畫面上的“OUTPUT”顯示消失。  
要取消輸出時，請按下橫排軟鍵〔取消〕。

# 2 顯示和設定資料

## 2.1 按下功能鍵 顯示的畫面

按下功能鍵  可顯示或設定刀具偏移量及各類設定資料。

這裡將描述如何顯示或設定下面資料。


1. 刀具偏移量
2. 工件座標系偏移量
3. 刀具補償／第 2 形狀偏移量
4. Y 軸偏移量
5. 第 4 軸／第 5 軸偏移量
6. 夾爪尾架屏障

### 2.1.1 顯示和設定刀具偏移量


本機床為了顯示和設定刀具位置偏移量及刀尖 R 補償量，提供了專門的畫面。

#### 設定和顯示刀具位置偏移量、刀尖 R 補償量的步驟（8.4/10.4” 顯示器的情形）

##### 步驟

1. 按下功能鍵 。
 

若是多路徑系統，要事先利用路徑選擇開關選擇要設定哪個路徑的刀具偏移量。
2. 按下軟鍵〔補正 <偏移>〕。
 

或按下  數次，顯示出刀具偏移畫面。

根據有無刀具形狀／磨耗偏移，所顯示的畫面會有所不同。

| 工具補正 |       |       |       | 00123 N0000 |                                                                                                                  |
|------|-------|-------|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 編號   | X軸    | Z軸    | 半徑    | T           | 相對座標                                                                                                             |
| 001  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           | U1 0.000<br>W1 0.000<br>H1 0.000<br>V1 0.000                                                                     |
| 002  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           | 絕對座標<br>X1 0.000<br>Z1 0.000<br>C1 0.000<br>Y1 0.000<br><br>機械座標<br>X1 0.000<br>Z1 0.000<br>C1 0.000<br>Y1 0.000 |
| 003  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 004  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 005  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 006  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 007  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 008  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 009  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 010  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 011  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 012  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 013  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 014  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 015  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 016  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |
| 017  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0           |                                                                                                                  |

A>

MEM \*\*\*\* \*\* \* 12:00:00 PATH1



NO. SRH 測定 C 入力 輸入 輸入 消除 文件讀取 文件寫入

圖2.1.1 (a) 無刀具形狀／磨耗偏移時（10.4” 顯示器）



設定和顯示刀具位置偏移量、刀尖 R 補償量的步驟 (15/19" 顯示器的情形)

步驟

- 1 按下功能鍵 。  
若是多路徑系統，要事先利用路徑選擇開關選擇要設定哪個路徑的刀具偏移量。
- 2 按下直排軟鍵〔補正 <偏移>〕。  
或按下  數次，顯示出刀具偏移畫面。  
根據有無刀具形狀/磨耗偏移，所顯示的畫面會有所不同。

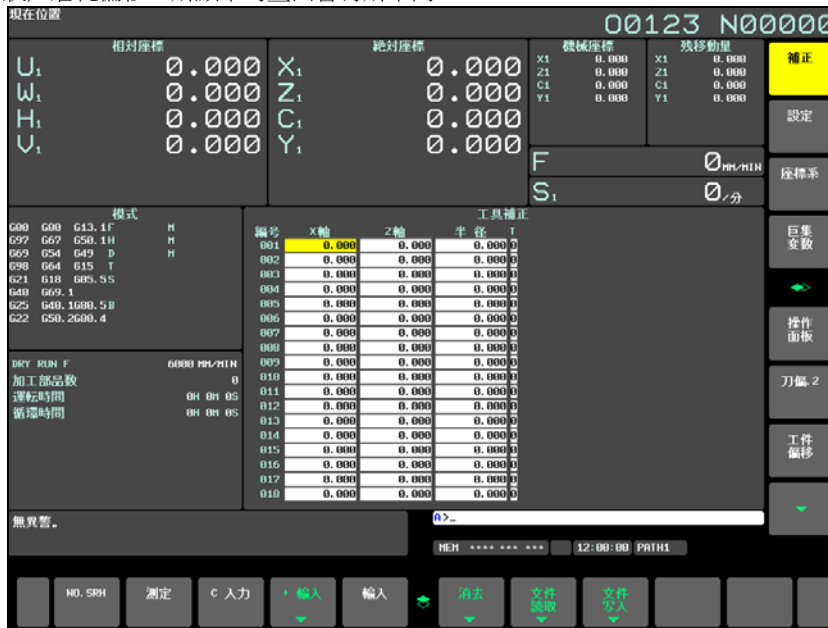


圖2.1.1 (d) 無刀具形狀/磨耗偏移時 (15" 顯示器)

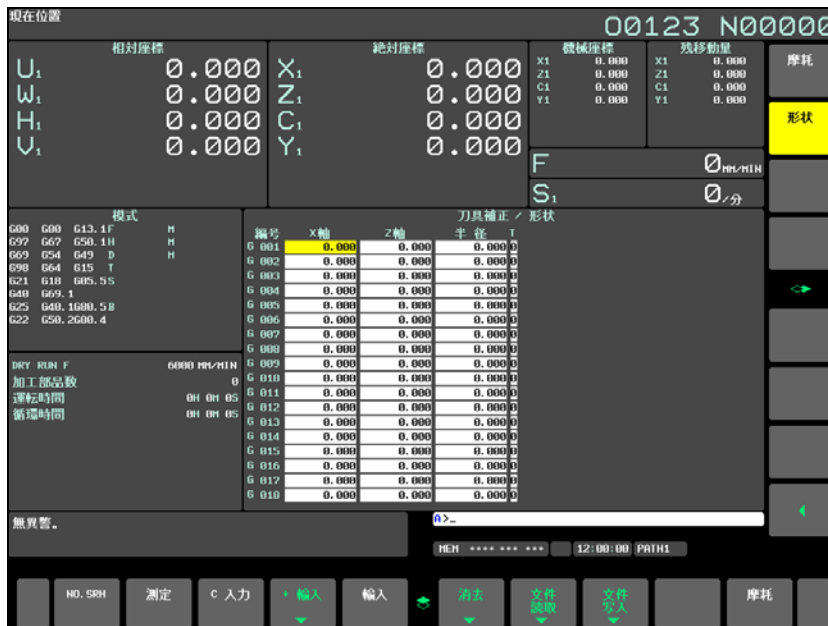


圖2.1.1 (e) 刀具形狀偏移量 (15" 顯示器)

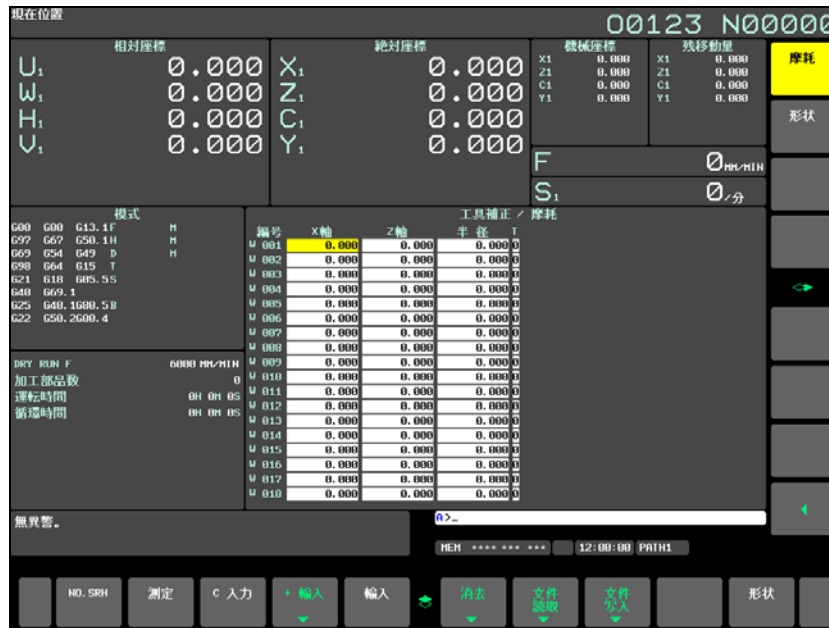


圖2.1.1 (f) 刀具磨耗偏移量 (15" 顯示器)

- 3 利用翻頁鍵、游標鍵將游標移動到希望設定／修改的偏移量位置。  
或者鍵入希望設定／修改的刀具偏移量的偏移號，再按下橫排軟鍵〔NO.SRH <NO.搜尋>〕。
- 4 希望設定偏移量時，鍵入希望設定的偏移量，按下橫排軟鍵〔輸入〕。  
希望修改偏移量時，鍵入希望增減的量並按下橫排軟鍵〔+ 輸入〕。

T 是假想刀尖的編號。

將 T 設定為形狀偏移或磨耗偏移的任何一方都無妨。

## 解釋

### - 小數點輸入

在輸入偏移量時可用小數點。

### - 其他方法

外部 I/O 裝置可用來輸入輸出刀具偏移量。

請參閱操作說明書（車床系統／加工中心系統通用）的“資料的輸入／輸出”（B-64694CT）。

另外，還可以利用下一節將要介紹的刀具位置偏移量的直接輸入、偏移量的計數器輸入功能來設定刀具偏移量。

### - 刀具偏移個數

刀具偏移個數標準提供 32 組。

此外，可以對每組區分刀具形狀偏移或磨耗偏移。

### - 禁止輸入補償量

在某些情況下，藉由參數 WOF、GOF (No.3290#0、#1) 的設定，將禁止輸入刀具磨耗偏移量／刀具形狀偏移量。藉由在參數 (No.3294) 中設定一個被禁止輸入刀具偏移量的開頭號，在參數 (No.3295) 中設定從該開頭號開始的數量，即可禁止從 MDI 輸入任意指定範圍內的刀具偏移量。

設定連續的輸入值時如下。

- (1) 從一個可以輸入的偏移號輸入到禁止輸入的偏移號時，將發出警告，僅在可以輸入的偏移號範圍內設定。
- (2) 從一個禁止輸入的偏移號輸入到可以輸入的偏移號時，將發出警告且不予設定。

### - 半徑和 T 的顯示

不顯示半徑和 T。

### - 在自動運轉時改變偏移量

在自動運轉過程中改變偏移量時，可以用參數 LGT (No.5002#4) 及參數 LWM (No.5002#6) 來選擇新的偏移量是在下一個移動指令生效，還是在下一個 T 代碼指令生效。

表2.1.1 (a)

| LGT | LWM | 區分形狀／磨耗偏移時      | 不區分形狀／磨耗偏移時     |
|-----|-----|-----------------|-----------------|
| 0   | 0   | 從下一個 T 代碼程式單節生效 | 從下一個 T 代碼程式單節生效 |
| 1   | 0   | 從下一個 T 代碼程式單節生效 | 從下一個 T 代碼程式單節生效 |
| 0   | 1   | 從下一個 T 代碼程式單節生效 | 從下一個移動指令生效      |
| 1   | 1   | 從下一個移動指令生效      | 從下一個移動指令生效      |

## 2.1.2 刀具補償值測量值直接輸入

可以將程式設計時的刀具基準位置（標準刀具前端和刀塔中心等）與實際使用的刀具尖端位置之間的差值作為偏移量進行設定。

### 刀具補償值測量值直接輸入的步驟（8.4/10.4” 顯示器的情形）

#### - 設定 Z 軸偏移量

- 1 選擇實際使用的刀具後，在手動模式下切削 A 面。  
假定工件座標系已被設定。

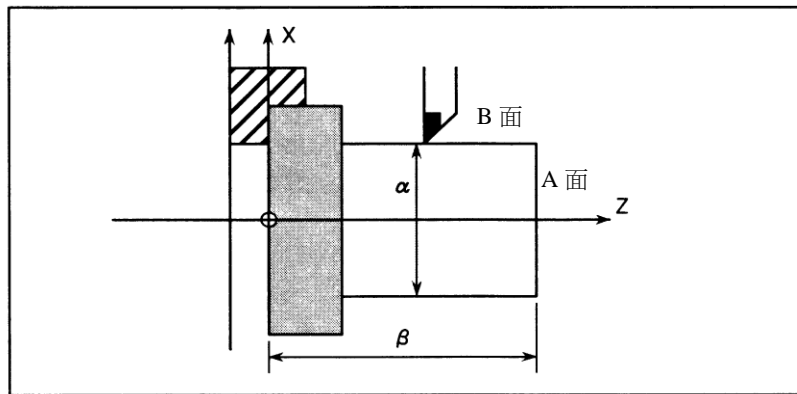


圖2.1.2 (a)

- 2 僅在 X 軸方向退刀，不移動 Z 軸。  
停止主軸。
- 3 測量從工件座標系的原點到 A 面的距離β，將該值設定為下列步驟中的所需偏移號的 Z 軸測量值資料。



## 刀具補償值測量值直接輸入的步驟（15/19”顯示器的情形）

### - 設定 Z 軸偏移量

- 1 選擇實際使用的刀具後，在手動模式下切削 A 面。  
假定工件座標系已被設定。

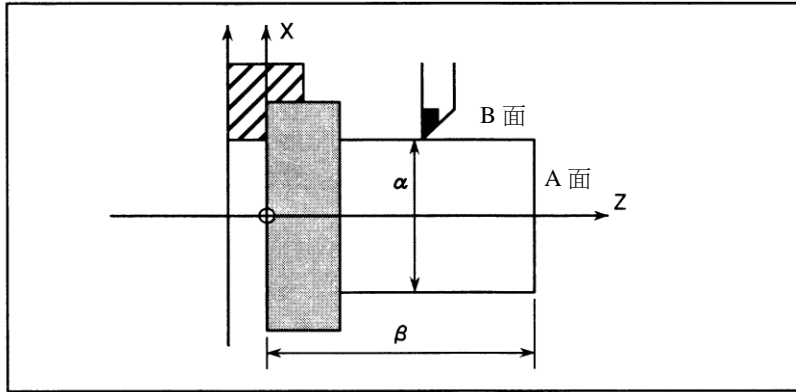


圖2.1.2 (c)

- 2 僅在 X 軸方向退刀，不移動 Z 軸。  
停止主軸。
- 3 測量從工件座標系的原點到 A 面的距離 $\beta$ ，將該值設定為下列步驟中的所需偏移號的 Z 軸測量值資料。

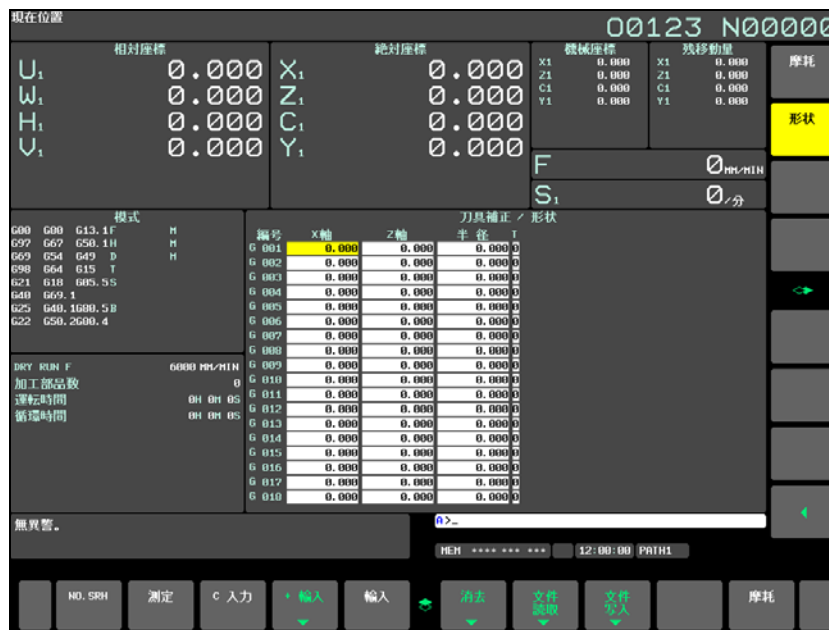


圖2.1.2 (d) 刀具補償畫面（15”顯示器）

- 3-1 按下功能鍵 及直排軟鍵〔補正〈偏移〉〕，顯示出刀具偏移畫面。如果分別指定形狀偏移量／磨耗偏移量，會顯示其中一個畫面。
- 3-2 用遊標鍵將游標移至已設定的偏移號位置。
- 3-3 按下要設定的軸（Z 軸）的位址鍵 。
- 3-4 鍵入測量值（ $\beta$ ）。
- 3-5 按下橫排軟鍵〔測量〕。  
測量值 $\beta$ 和座標值之差將設定為偏移量。

## - 設定 X 軸偏移量

- 4 以手動模式切削 B 面。
- 5 僅在 Z 軸方向退刀，不移動 X 軸。  
停止主軸。
- 6 測量 B 面的直徑  $\alpha$ ，用與 Z 軸相同的方法，將該值設定為所需偏移號的 X 軸的測量值。
- 7 重複上述步驟 1~6，其重複次數和所需刀具數相同。

偏移量會自動計算並設定。

譬如，在操作 1 的圖中，在 B 面的座標值=70.0， $\alpha=69.0$  時，在偏移號 02 設定為 69.0〔測量〕，就會將 1.0 設定為偏移號 02 的 X 軸偏移量。

## 解釋

## - 測量值的輸入值和直徑／半徑程式設計的關係

根據參數 DIAx (No.1006#3) 的指定，決定輸入直徑值還是半徑值作為測量值。

此外，根據如下表所示參數 DIAx (No.1006#3) 和參數 ORC (5004#1) 的指定，決定設定直徑值或半徑值作為偏移量。

| 參數<br>DIAx(No.1006#3) | 參數<br>ORC(5004#1) | 設定的<br>偏移量 |
|-----------------------|-------------------|------------|
| 0                     | 0                 | 半徑值        |
| 1                     | 0                 | 直徑值        |
| 0                     | 1                 | 半徑值        |
| 1                     | 1                 | 半徑值        |

## - 形狀偏移量和磨耗偏移量

如果在形狀偏移畫面上設定測量值，則所有偏移量變為形狀偏移量，磨耗偏移量變成 0。

如果在磨耗偏移畫面上設定測量值，則測量的偏移量和當前的磨耗偏移量之差會變成新的偏移量。

## - 刀具沿著 2 個軸退刀時

如果機床端備有記錄按鍵，藉由參數 PRC (No.5005#2) 的設定和位置記錄信號 PRC，可以使刀具沿著 2 個軸退刀。有關位置記錄信號 PRC 的細節，請參閱機床製造商提供的說明書。

## 2.1.3 刀具補償值測量值直接輸入 B

## 解釋

## - 設定刀具補償量的基本步驟

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，首先要使用主軸測量選擇信號 S2TLS，指定要測量的主軸。

- (1) 執行手動返回參考點操作。

藉由執行手動返回參考點操作，建立起機械座標系。刀具補償量將基於刀具的機械座標值進行計算。

- (2) 選擇手動手輪進給模式或者 JOG 進給模式，將刀具補償量寫入模式選擇信號 GOQSM 設定為“1”。

畫面自動切換為刀具補償畫面（形狀），畫面下面的狀態顯示開始閃爍顯示“偏移”，表示已準備好刀具補償量的寫入模式。

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，正在測量側的主軸測量中信號 S1MES 或者 S2MES 成為“1”。

## ⚠注意

此後，在刀具補償量寫入模式選擇信號 GOQSM 成為“0”之前，無法切換主軸測量選擇信號 S2TLS。

- (3) 選擇要測量的刀具。
- (4) 在游標沒有對準在要設定的刀具補償號時，利用翻頁鍵及游標鍵把游標移至要設定的偏移號位置。  
可藉由刀具補償號選擇信號 OFN0~OFN5、OFN6~OFN9 將游標自動指向希望設定的刀具補償號（參數 QNI (No.5005#5)=1 時）。  
在這種情況下，不能利用翻頁鍵及游標鍵來改變刀具補償畫面上的游標位置。
- (5) 藉由手動運轉使刀具接近檢出器。
- (6) 利用手動手輪進給，使刀具刀尖接觸到檢出器表面。  
當刀具刀尖接觸到檢出器時，將刀具偏移量寫入信號輸入到 CNC 中。  
藉由參數 TS1 (No.5004#3) 的設定，刀具補償量寫入信號為如下所示方式。  
0 時：+MIT1、-MIT1、+MIT2、-MIT2

1 時：僅限+MIT1

藉由將刀具補償量寫入信號設定為“1”

(a) 軸互鎖將應用於該方向，進給停止。

(b) 操作的刀具補償量設定在刀具補償記憶體（刀具形狀補償）中，該刀具補償記憶體與游標指示的偏移號相對應。

(7) 與 X 軸及 Z 軸一起，藉由（5）～（6）的操作設定補償量。

(8) 對於其他必要刀具，重複步驟（3）～（7）的操作。

(9) 將刀具補償量寫入模式選擇信號 GOQSM 設定為“0”。

寫入模式取消，閃爍顯示的“偏移”顯示熄滅。

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，正在測量側的主軸測量中信號 S1MES 或者 S2MES 成為“0”。

### - 設定工作座標系偏移量的基本步驟

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，首先要使用主軸測量選擇信號 S2TLS，指定希望測量的主軸。

(1) 事先設定各刀具的刀具形狀補償量。

(2) 執行手動返回參考點操作。

藉由執行手動返回參考點操作，建立起機械座標系。工件座標系偏移量將基於刀具的機械座標進行計算。

(3) 將工件座標系偏移量寫入模式選擇信號 WOQSM 設定為“1”。

畫面自動切換為工件偏移畫面，畫面下面的狀態顯示開始閃爍顯示“工件偏移”，表示已準備好工件座標系偏移量寫入模式。

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，切換到工件座標系畫面。此外，正在測量側的主軸測量中信號 S1MES 或 S2MES 成為“1”。



**注意**

此後，在工件座標系偏移量寫入模式選擇信號 WOQSM 成為“0”之前，無法切換主軸測量選擇信號 S2TLS。

(4) 選擇要使用於測量的刀具。

(5) 確認刀具補償號。

相對於測量所使用的刀具的刀具補償號，將事先設定在參數 (No.5020) 中。另外，也可藉由刀具補償號選擇信號 OFN0～OFN5、OFN6～OFN9，自動設定刀具補償號（參數 QNI (No.5005#5) 為 1 時）。

(6) 藉由手動運轉使刀具接近工件的端面。

(7) 利用手動手輪進給，使刀具刀尖接觸到工件的端面（檢出器）。

藉由刀具刀尖接觸到檢出器，將工件座標系偏移量寫入信號 WOSET 輸入至 CNC。當工件座標系偏移量寫入信號 WOSET 成為“1”時，會自動設定 Z 軸的工件座標系偏移量。

(8) 收回刀具。

(9) 將工件座標系偏移量寫入模式選擇信號 WOQSM 設定為“0”。

寫入模式取消，閃爍顯示的“工件偏移”顯示熄滅。

使用 2 主軸車床用刀具補償值測量值直接輸入 B 時，正在測量側的主軸測量中信號 S1MES 或者 S2MES 成為“0”。

## 2.1.4 偏移量的計數器輸入

藉由將刀具移動到任意的基準點，即可設定任意位置的偏移量。

### 偏移量的計數器輸入（8.4/10.4”顯示器的情形）

1 藉由手動運轉，使基準刀具對準在基準點。

2 將軸的相對座標值重置至 0。

3 將要設定的偏移量對準在基準點。

4 選擇刀具補償畫面，利用遊標鍵將游標移至將要設定的偏移量位置。

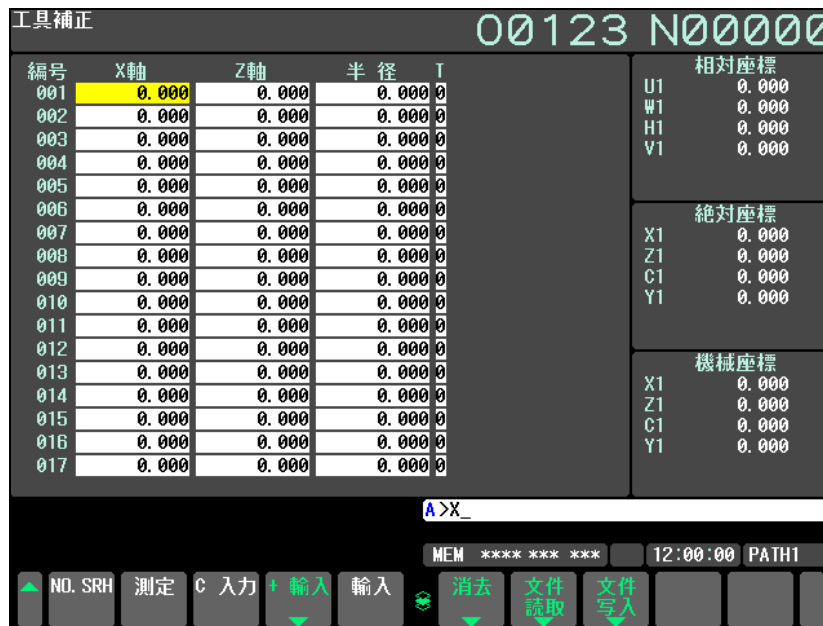


圖2.1.4 (a) 刀具補償畫面 (10.4" 顯示器)

- 5 按下位址  $\boxed{X}$  (或  $\boxed{Z}$ )，再按下軟鍵〔C 輸入〕。

### 偏移量的計數器輸入 (15/19" 顯示器的情形)

- 藉由手動運轉，使基準刀具對準在基準點。
- 將軸的相對座標值重置至 0。
- 將要設定的偏移量對準在基準點。
- 選擇刀具補償畫面，利用遊標鍵將游標移至將要設定的偏移量位置。

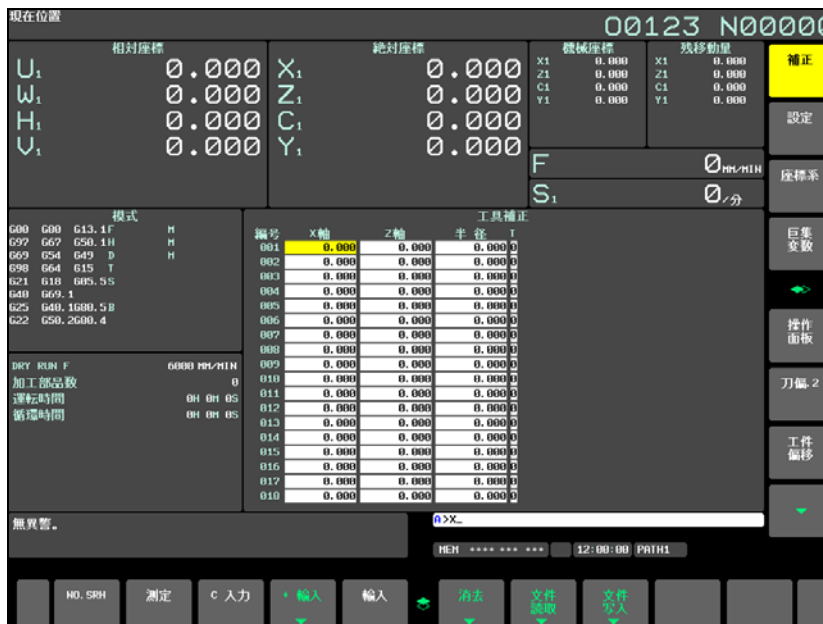


圖2.1.4 (b) 刀具補償畫面 (15" 顯示器)

- 5 按下位址  $\boxed{X}$  (或  $\boxed{Z}$ )，再按下橫排軟鍵〔C 輸入〕。

## 解釋

## - 形狀補償和磨耗補償

在刀具補償／形狀畫面上進行上述操作時，可以輸入刀具形狀偏移量。

磨耗偏移量不變。

此外，在刀具補償／磨耗畫面上進行上述操作時，可以輸入刀具磨耗偏移量。形狀偏移量不變。

## 2.1.5 設定工件座標系偏移量

當程式設計時假定的工件座標系和實際由 G50（或 G 代碼體系 B 和 C 時的 G92）指令以及自動座標系設定中所設定的座標系發生偏差時，可以使設定的座標系偏移。

系統為車床系統時，顯示出工件座標系偏移量設定畫面。

### 設定工件座標系偏移量的步驟（8.4/10.4” 顯示器的情形）



- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔工件 偏移 <工件偏移>〕之前，按繼續選單鍵 。



圖2.1.5 (a) 工件座標系偏移量設定畫面（10.4” 顯示器）

- 3 按下軟鍵〔工件 偏移 <工件偏移>〕。
- 4 利用遊標鍵把游標移至要偏移的軸。
- 5 輸入偏移量，再按下軟鍵〔輸入〕。

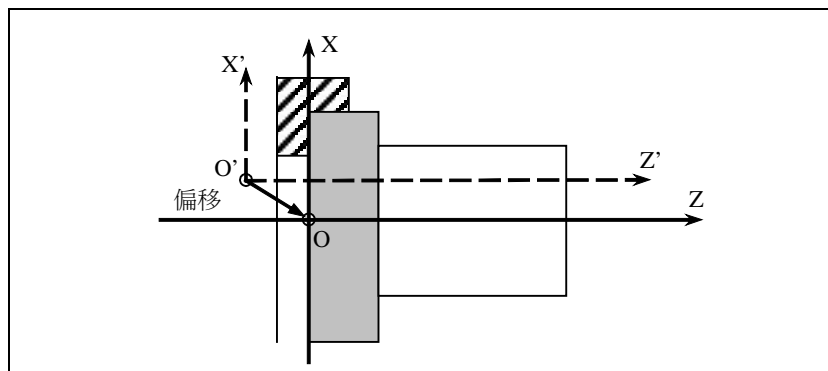


圖2.1.5 (b)

## 設定工件座標系偏移量的步驟（15/19”顯示器的情形）


- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示直排軟鍵〔工件 偏移 <工件偏移>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。



圖2.1.5 (c) 工件座標系偏移量設定畫面（15”顯示器）

- 3 按下直排軟鍵〔工件 偏移 <工件偏移>〕。
- 4 利用遊標鍵把游標移至要偏移的軸。
- 5 輸入偏移量，再按下橫排軟鍵〔輸入〕。

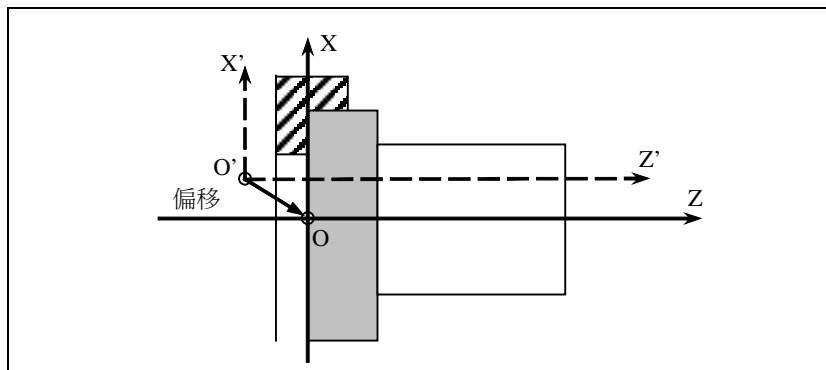


圖2.1.5 (d)

## 工件座標系偏移直接輸入

程式設計時設想的工件座標系與實際設定的座標偏離時，輸入刀具相對於程式設計時設想的工件的位置，就可以在工件座標系偏移量中設定程式設計時設想的工件座標系與實際設定的座標的偏移。

在輸入座標值之前的步驟隨參數 PRC (No.5005#2) 的設定而不同。

指定工件端面的座標值的步驟如下所示。

## 參數 PRC (No.5005#2) =0 時

- 1 試切削工件的端面。
- 2 在將刀具抵靠於工件端面的狀態下顯示工件座標系偏移量設定畫面。
- 3 將游標指向 Z 軸的測量值。
- 4 輸入程式設計時設想的端面的座標值，按下軟鍵〔輸入〕。

**參數 PRC (No.5005#2) =1 時**

- 1 試切削工件的端面。
- 2 在將刀具抵靠於工件端面的狀態下將位置記錄信號 PRC 設定為“1”。（關於實際操作，請參閱機床製造商提供的說明書。）
- 3 使得刀具從工件的端面離開。
- 4 顯示工件座標系偏移量設定畫面。
- 5 將游標指向 Z 軸的測量值。
- 6 輸入程式設計時設想的端面的座標值，按下軟鍵〔輸入〕。

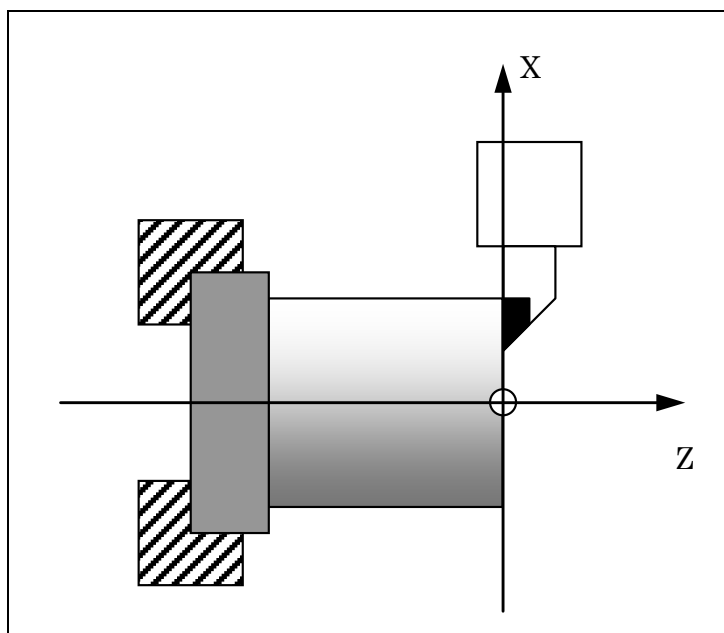


圖2.1.5 (e) 工件座標系偏移直接輸入

**解釋****- 偏移量的生效時間**

設定好偏移量以後，偏移量會馬上生效。

**- 偏移量和座標系設定指令**

當設定了座標系設定的指令（G50 或 G92）時，已經設定的偏移量無效。

例）當指定 G50 X100.0 Z80.0；指令時，不管工件座標系偏移量設定什麼樣的值，都會設定一個座標系，其當前的刀具基準位置為 X=100.0，Z=80.0。

**- 偏移量和座標系設定**

在設定好偏移量之後，進行手動返回參考點並進行自動座標系設定時，偏移量發生作用，設定的座標系立即偏移。

**- 直徑值和半徑值**

X 軸的偏移量是直徑值還是半徑值，取決於部件程式是直徑程式設計還是半徑程式設計。

**- 位置記錄信號**

參數 PRC (No.5005#2) =1 時，儲存位置記錄信號 PRC 為“1”時的絕對座標值，用於偏移量的計算。

**- 工件座標系偏移直接輸入中測量值的輸入和直徑／半徑程式設計的關係**

根據參數 DIAx (No.1006#3) 的指定，決定輸入直徑值還是半徑值作為測量值。

此外，也根據參數 DIAx (No.1006#3) 的指定，決定設定直徑值或半徑值為偏移量。

## 例

儘管基準點的位置應定位在從工件原點起為  $X = \phi 120.0$  (直徑值) 和  $Z = 70.0$  的位置, 但從實際的原點距離為  $X = \phi 121.0$  和  $Z = 69.0$  時, 如下設定偏移量。

$X = 1.0, Z = -1.0$

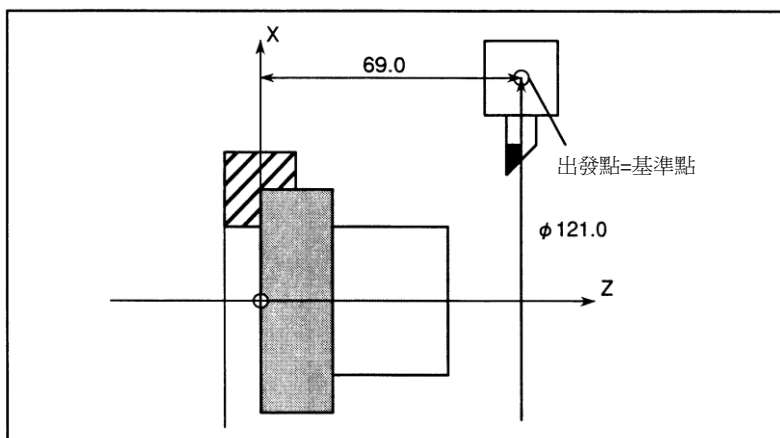






圖2.1.5 (f)

## 2.1.6 設定刀具補償/第2形狀偏移量

為了補償刀具的安裝位置差異和選擇位置差異, 除了刀具位置偏移外, 還可以追加第2形狀偏移。可以設定在第2形狀偏移中的資料為 X 軸/Z 軸/Y 軸的補償量。

### 顯示和設定第2形狀偏移量的步驟 (8.4/10.4" 顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔第2形狀〕之前, 按繼續選單鍵 。
- 3 按下軟鍵〔第2形狀〕, 顯示出工具補償/第2形狀畫面。如果要顯示出當前顯示的第2形狀偏移號資料以外的內容, 按下翻頁鍵  , 顯示出所需的第2形狀偏移號的畫面。

現在位置 00123 N00000

| 絕對座標               |        | F           |              |        |
|--------------------|--------|-------------|--------------|--------|
| X <sub>1</sub>     | 0. 000 | 加工部品數       | 0 DRN F 6000 |        |
| Z <sub>1</sub>     | 0. 000 | 運轉時間        | 0H 0M 0S     |        |
| C <sub>1</sub>     | 0. 000 | 循環時間        | 0H 0M 0S     |        |
| Y <sub>1</sub>     | 0. 000 | 刀具補正 / 第2形狀 |              |        |
| 模式                 |        | 編號          | X 軸          | Z 軸    |
| G00 G80 G13. 1F    | M      | G 01        | 0. 000       | 0. 000 |
| G97 G67 G50. 1H    | M      | G 02        | 0. 000       | 0. 000 |
| G69 G54 G49 D      | M      | G 03        | 0. 000       | 0. 000 |
| G98 G64 G15 T      |        | G 04        | 0. 000       | 0. 000 |
| G21 G18 G05. 5S    |        | G 05        | 0. 000       | 0. 000 |
| G40 G69. 1         |        | G 06        | 0. 000       | 0. 000 |
| G25 G40. 1 G80. 5B |        | G 07        | 0. 000       | 0. 000 |
| G22 G50. 2 G80. 4  |        | G 08        | 0. 000       | 0. 000 |
|                    |        | G 09        | 0. 000       | 0. 000 |
|                    |        | G 10        | 0. 000       | 0. 000 |
|                    |        | G 11        | 0. 000       | 0. 000 |

S1 0/分 A>

MEM \*\*\* \*\* \* 12:00:00 PATH1

絕對 相對 綜合 HANDLE NO. SRH 輸入 輸入

圖2.1.6 (a) 刀具補償/第2形狀畫面 (10.4" 顯示器)

3-1 顯示 Y 軸的第 2 形狀偏移量時，若不能在 1 個畫面上全部顯示，可按下軟鍵〔切換〕來切換顯示。

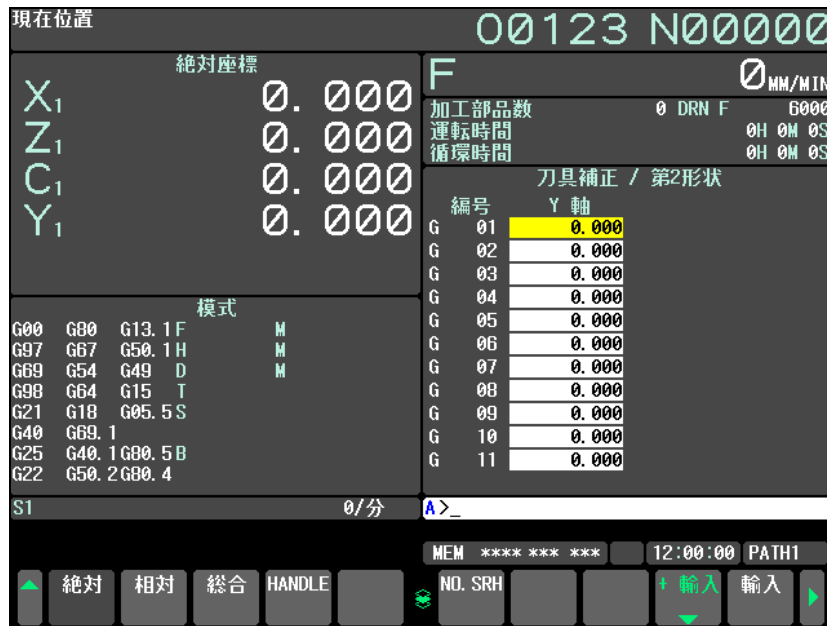






圖2.1.6 (b) 工具補償/第 2 形狀畫面 (切換後) (10.4" 顯示器)

- 4 藉由下列任一方法，將游標移動到希望改變的第 2 形狀偏移號的第 2 形狀偏移量位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。
  - 鍵入偏移號，按下軟鍵〔NO.SRH <NO. 搜尋>〕。
- 5 輸入第 2 形狀偏移量，按下  鍵或者軟鍵〔輸入〕。將設定輸入的第 2 形狀偏移量。此外，若已輸入與當前顯示的第 2 形狀偏移量之差時，請按下軟鍵〔+ 輸入〕。此時，偏移的累加結果設定為第 2 形狀偏移量。
- 6 重複 4 和 5 的步驟，設定要改變的所有偏移量。

### 顯示和設定第 2 形狀偏移量的步驟 (15/19"顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵  。
- 2 在顯示直排軟鍵〔第 2 形狀〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 3 按下直排軟鍵〔第 2 形狀〕。顯示出工具補償/第 2 形狀畫面。如果要顯示出當前顯示的第 2 形狀偏移號資料以外的內容，按下翻頁鍵  ，顯示出所需的第 2 形狀偏移號的畫面。

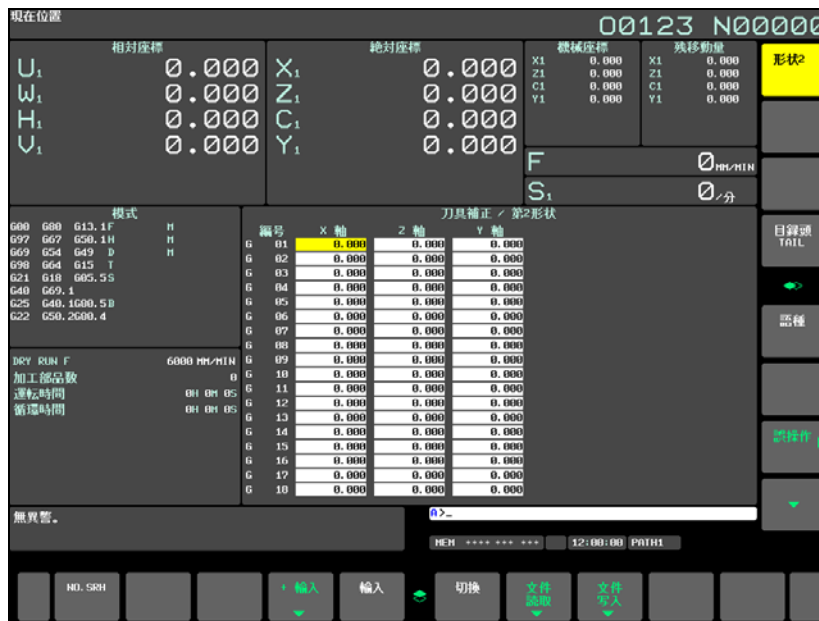



圖2.1.6 (c) 刀具補償/第 2 形狀畫面 (15" 顯示器)

- 4 藉由下列任一方法，將游標移動到希望改變的第 2 形狀偏移號的第 2 形狀偏移量位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。
  - 鍵入偏移號，按下橫排軟鍵〔NO.SRH <NO. 搜尋>〕。
- 5 輸入第 2 形狀偏移量，按下  鍵或者橫排軟鍵〔輸入〕。將設定輸入的第 2 形狀偏移量。此外，若已輸入當前顯示的第 2 形狀偏移量之偏移，請按下橫排軟鍵〔+ 輸入〕。此時，偏移的累加結果設定為第 2 形狀偏移量。
- 6 重複 4 和 5 的步驟，設定要改變的所有偏移量。

## 解釋

### - 輸入第 2 形狀偏移量

在當前游標所處位置的第 2 形狀偏移量中設定輸入到鍵入緩衝器的數值。

### - +輸入第 2 形狀偏移量

在當前游標所處位置的第 2 形狀偏移量中累加輸入到鍵入緩衝器的數值。

### - 搜尋第 2 形狀偏移量的編號

將輸入到鍵入緩衝器的數值作為第 2 形狀偏移號，將游標移動到該位置。

## 限制事項

### - 設定第 2 形狀偏移量

第 2 形狀偏移量的設定，唯在參數 GO2 (No.3290#5) =1 時才有效。



## 2.1.7 設定 Y 軸偏移量

本功能可以顯示和設定對應各刀具編號的 Y 軸的刀具偏移量。

在刀具形狀/磨耗補償功能有效，參數 YGW (No.11349#4) = 0 (操作 1) 時，可藉由軟鍵〔切換〕，來進行刀具形狀/磨耗補償畫面的切換。此外，在刀具形狀/磨耗補償功能有效，參數 YGW (No.11349#4) = 1 (操作 2) 時，可藉由軟鍵〔磨耗〕/〔形狀〕，來進行刀具形狀/磨耗補償畫面的切換。

## 操作 1

## 設定 Y 軸的刀具偏移量的步驟 (8.4/10.4"顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔刀偏. 2 <偏移 2>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 3 按下軟鍵〔刀偏. 2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移畫面。

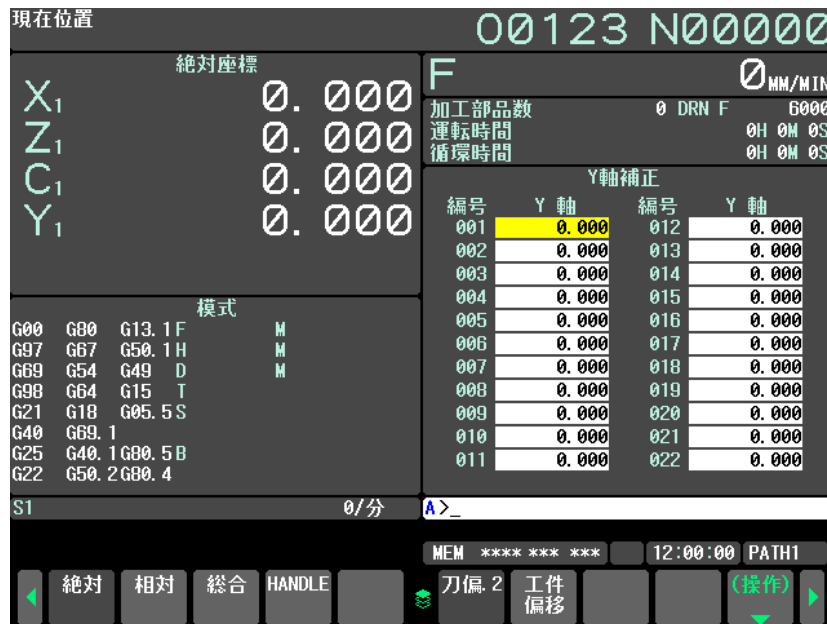



圖2.1.7 (a) Y 軸偏移畫面 (10.4" 顯示器)

- 3-1 刀具形狀／磨耗補償功能有效時，按下軟鍵〔操作〕<〔操作〕>〕，再按下繼續選單鍵 ，顯示軟鍵〔切換〕。按下軟鍵〔切換〕，顯示 Y 軸的刀具形狀補償量。再按一次軟鍵〔切換〕，切換為刀具磨耗補償量。

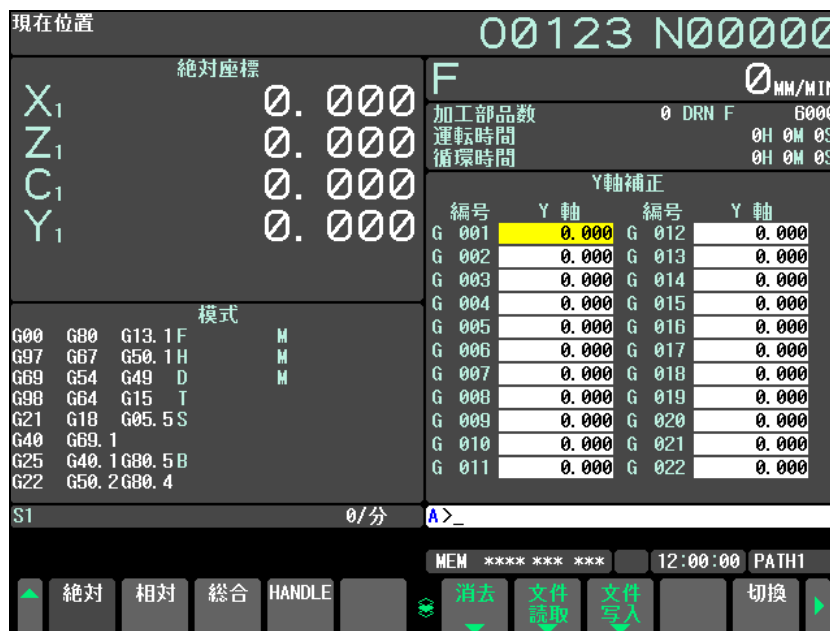


圖2.1.7 (b) Y 軸偏移畫面 (刀具形狀) (10.4" 顯示器)

- 4 利用下列任一方法移動游標至希望改變的偏移號的位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。

- 鍵入偏移號，按下軟鍵〔NO.SRH <NO.搜尋>〕。
- 5 輸入偏移量。
- 6 按下軟鍵〔輸入〕。將設定並顯示偏移量。

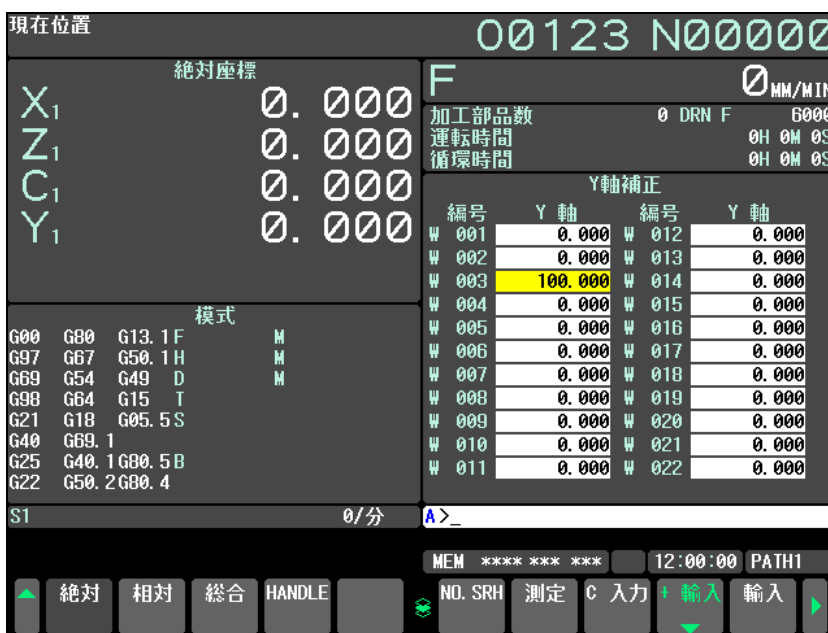



圖2.1.7 (c) Y 軸偏移畫面 (輸入) (10.4" 顯示器)

設定 Y 軸的刀具偏移量的步驟 (15/19"顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 3 按下直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移畫面。

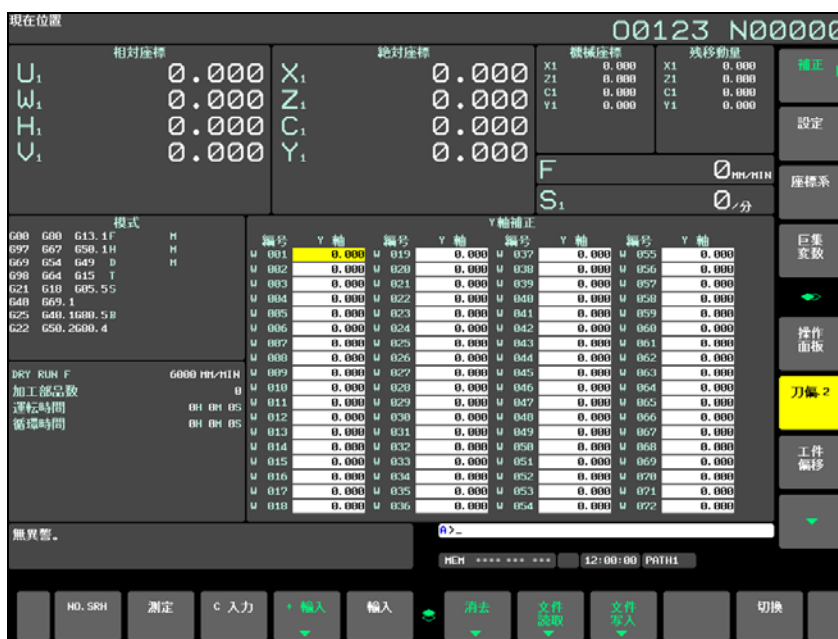


圖2.1.7 (d) Y 軸偏移畫面 (15" 顯示器)

3-1 按下橫排軟鍵〔切換〕，顯示 Y 軸的刀具形狀補償量。再按一次橫排軟鍵〔切換〕，切換到刀具磨耗補償量。

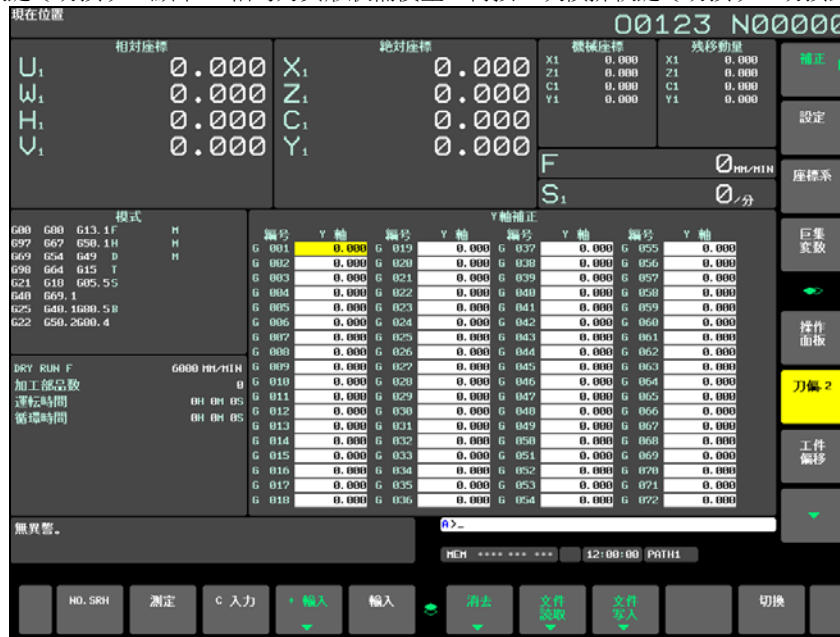


圖2.1.7 (e) Y 軸偏移畫面 (刀具形狀) (15" 顯示器)

- 4 利用下列任一方法移動游標至希望改變的偏移號的位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。
  - 鍵入偏移號，按下橫排軟鍵〔NO.SRH <NO.搜尋>〕。
- 5 輸入偏移量。
- 6 按下橫排軟鍵〔輸入〕。將設定並顯示偏移量。

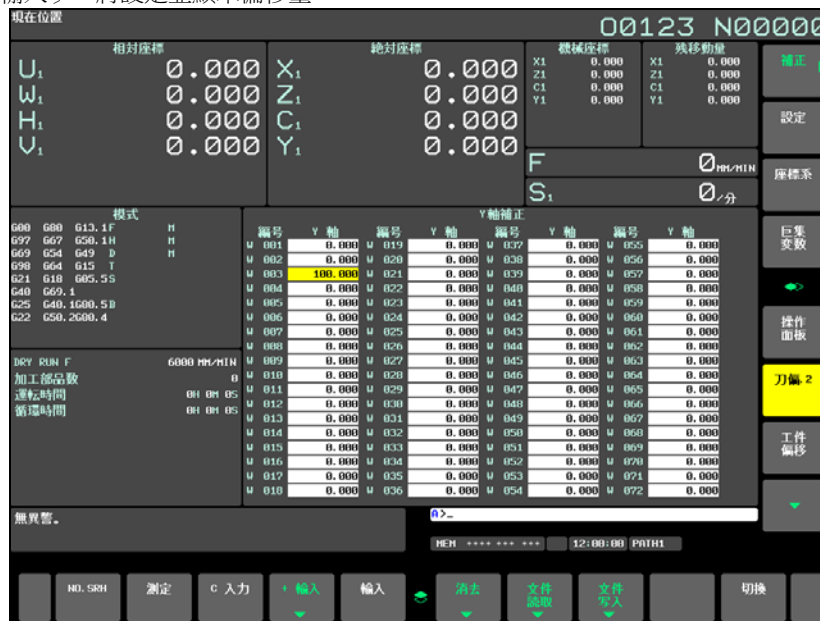




圖2.1.7 (f) Y 軸偏移畫面 (輸入) (15" 顯示器)

## 操作 2

在刀具形狀／磨耗補償功能有效，參數 YGW (No.11349#4) = 1 時，可藉由軟鍵〔磨耗〕〔形狀〕，來進行刀具形狀／磨耗補償畫面的切換。此外，還可藉由直排軟鍵〔磨耗〕〔形狀〕進行畫面切換。

## 設定 Y 軸的刀具偏移量的步驟 (8.4/10.4"顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔刀偏.2<偏移 2>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 3 按下軟鍵〔刀偏.2<偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移畫面。

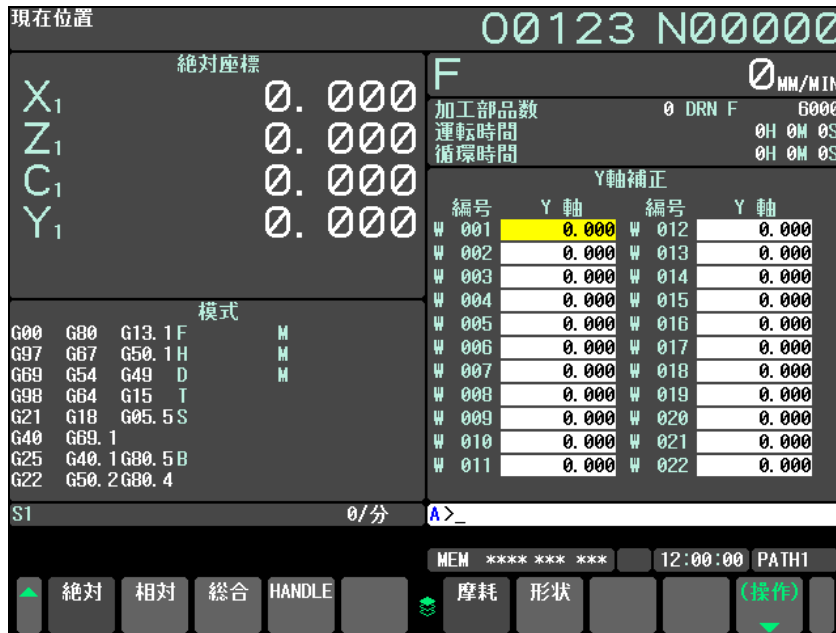



圖2.1.7 (g) Y 軸偏移畫面 (磨耗) (10.4" 顯示器)

- 3.1 按下軟鍵〔(操作)<(操作)>〕，再按下繼續選單鍵 ，顯示軟鍵〔形狀〕。

按下軟鍵〔形狀〕時，顯示刀具形狀補償量；按下軟鍵〔磨耗〕時，顯示刀具磨耗補償量。

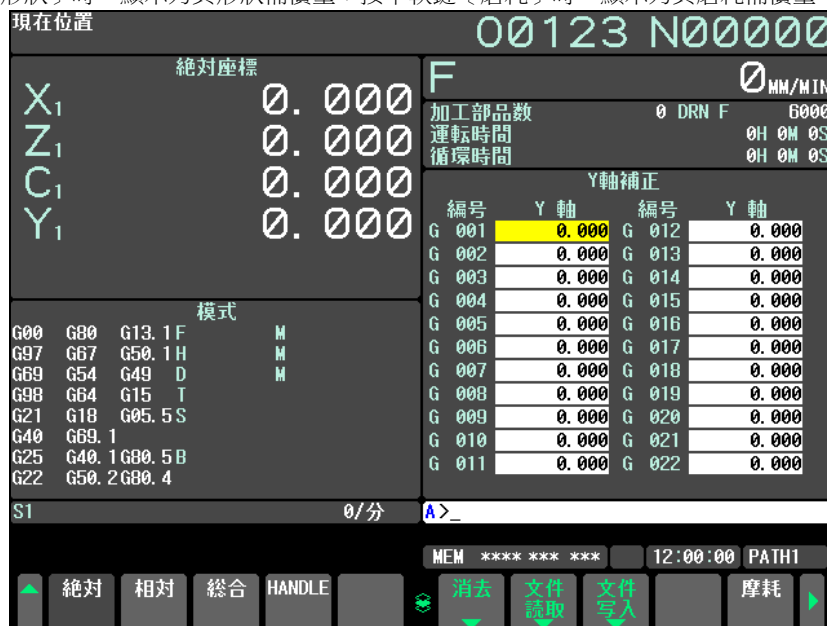


圖2.1.7 (h) Y 軸偏移畫面 (刀具形狀) (10.4" 顯示器)

- 4 利用下列任一方法移動游標至希望改變的偏移號的位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。
    - 鍵入偏移號，按下軟鍵〔NO.SRH <NO.搜尋>〕。
- 5 輸入偏移量。
- 6 按下軟鍵〔輸入〕。將設定並顯示偏移量。

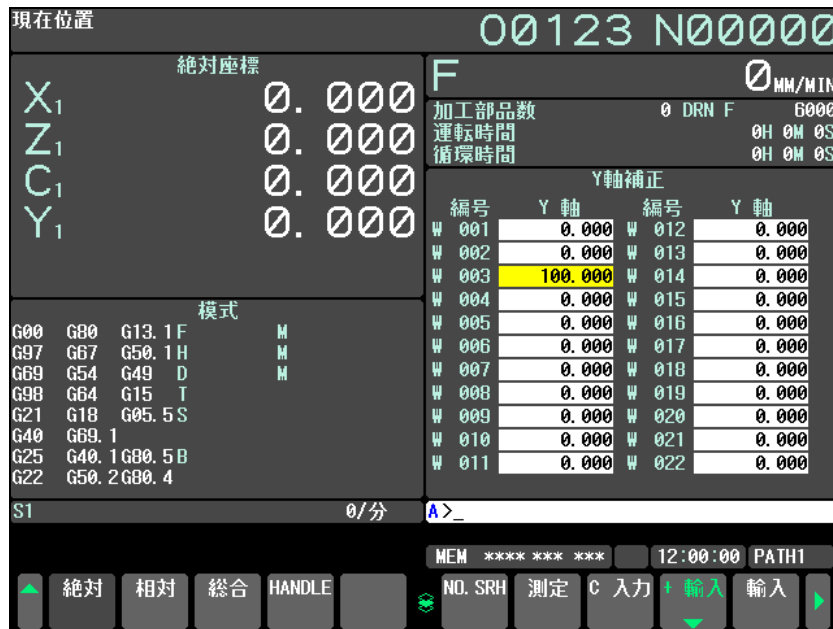


圖2.1.7 (i) Y 軸偏移畫面 (輸入) (10.4" 顯示器)

### 設定 Y 軸的刀具偏移量的步驟 (15/19"顯示器的情形)

- 1 按下功能鍵 。
  - 2 在顯示直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
  - 3 按下直排軟鍵〔刀偏.2 <偏移 2>〕，顯示出 Y 軸偏移畫面。
- 按下直排軟鍵〔磨耗〕時，顯示刀具磨耗補償量；按下直排軟鍵〔形狀〕時，顯示刀具形狀補償量。

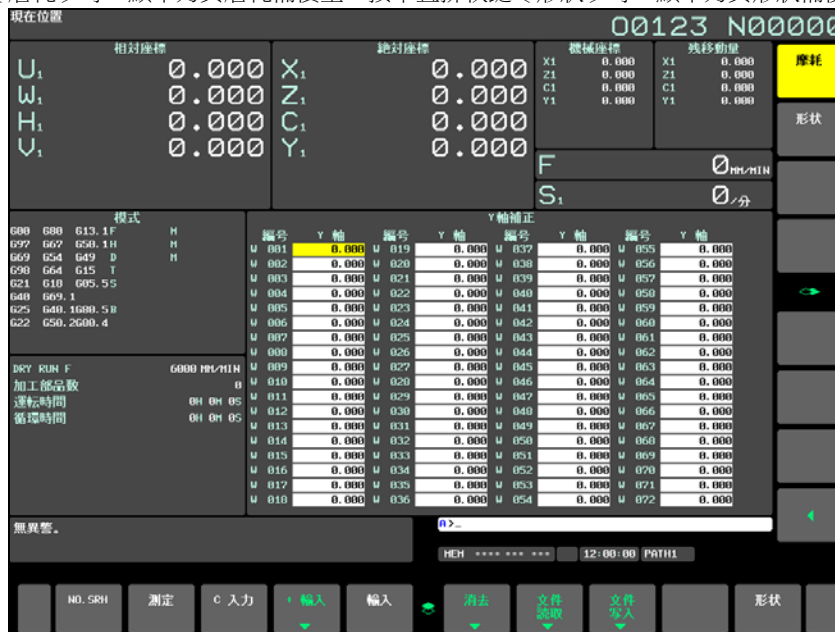


圖2.1.7 (j) Y 軸偏移畫面 (磨耗) (15" 顯示器)

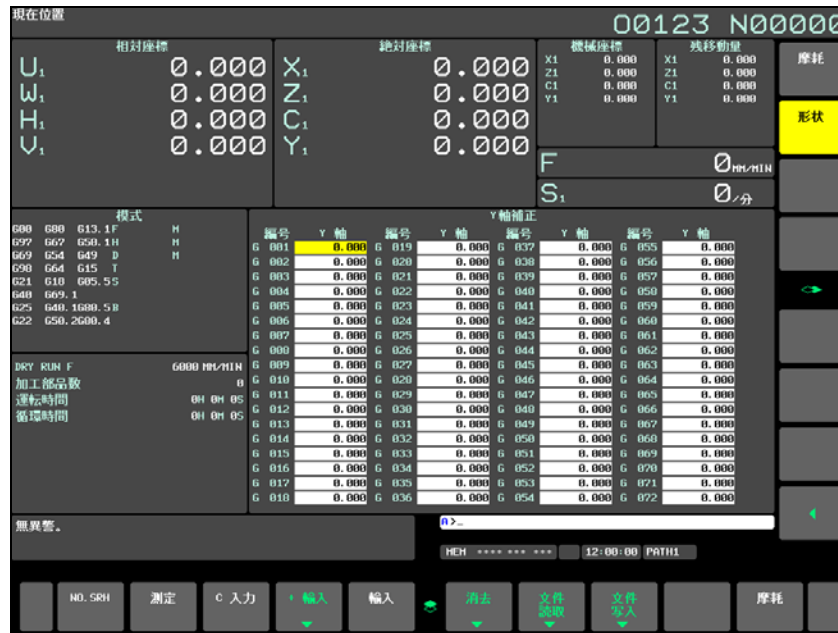


圖2.1.7 (k) Y 軸偏移畫面 (刀具形狀) (15" 顯示器)

- 4 利用下列任一方法移動游標至希望改變的偏移號的位置。
  - 利用翻頁鍵及游標移動鍵移動游標到希望改變的偏移量位置。
  - 鍵入偏移號，按下橫排軟鍵〔NO.SRH <NO.搜尋>〕。
- 5 輸入偏移量。
- 6 按下橫排軟鍵〔輸入〕。將設定並顯示偏移量。

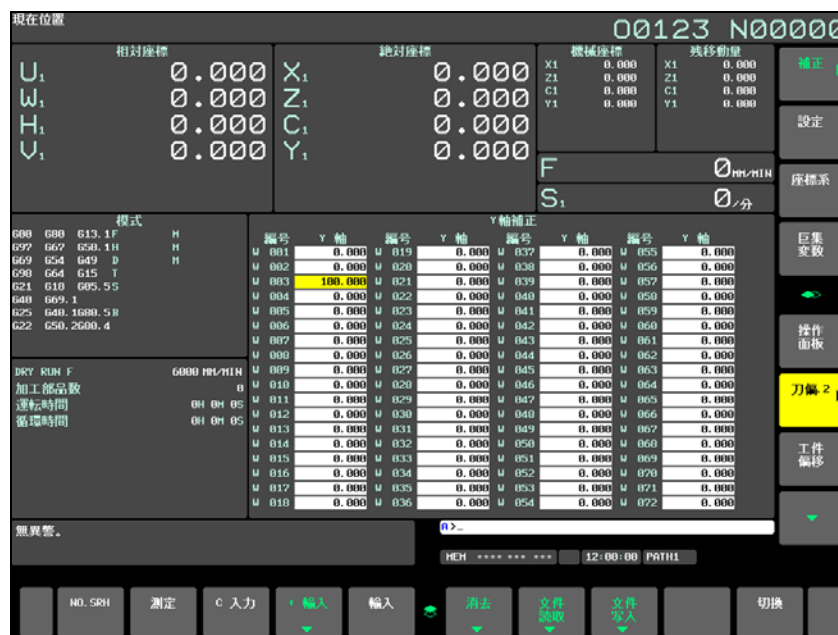



圖2.1.7 (l) Y 軸偏移畫面 (輸入) (15" 顯示器)

### 計數器輸入偏移量的步驟 (8.4/10.4"顯示器的情形)


可以將 Y 軸的相對座標值設定為偏移量。

- 1 移動基準刀具至基準點。
- 2 重置相對座標 Y 至 0。
- 3 把希望設定偏移量的刀具對準在基準點。

- 4 移動游標至將設定的偏移號的偏移量位置，按下  和軟鍵〔C 輸入〕。  
相對座標值 Y（或 V）值將設定為偏移量。

### 計數器輸入偏移量的步驟（15/19"顯示器的情形）

可以將 Y 軸的相對座標值設定為偏移量。



- 1 移動基準刀具至基準點。
- 2 重置相對座標 Y 至 0。
- 3 把希望設定偏移量的刀具對準在基準點。
- 4 移動游標至將設定的偏移號的偏移量位置，按下  和橫排軟鍵〔C 輸入〕。  
相對座標值 Y（或 V）值將設定為偏移量。

## 2.1.8 設定第 4 軸／第 5 軸偏移量

藉由如下操作，顯示第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。

### 顯示和設定第 4 軸／第 5 軸偏移量的步驟（8.4/10.4"顯示器的情形）

#### 步驟

- 1 按下功能鍵 。
- 2 顯示軟鍵〔擴展偏移〕之前，按繼續選單鍵 。
- 3 按下軟鍵〔擴展偏移〕，顯示出第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。根據刀具補償組數追加的組數，所顯示的刀具補償量數不同。此外，帶有刀具形狀／磨耗補償功能時，會顯示軟鍵〔磨耗〕〔形狀〕。

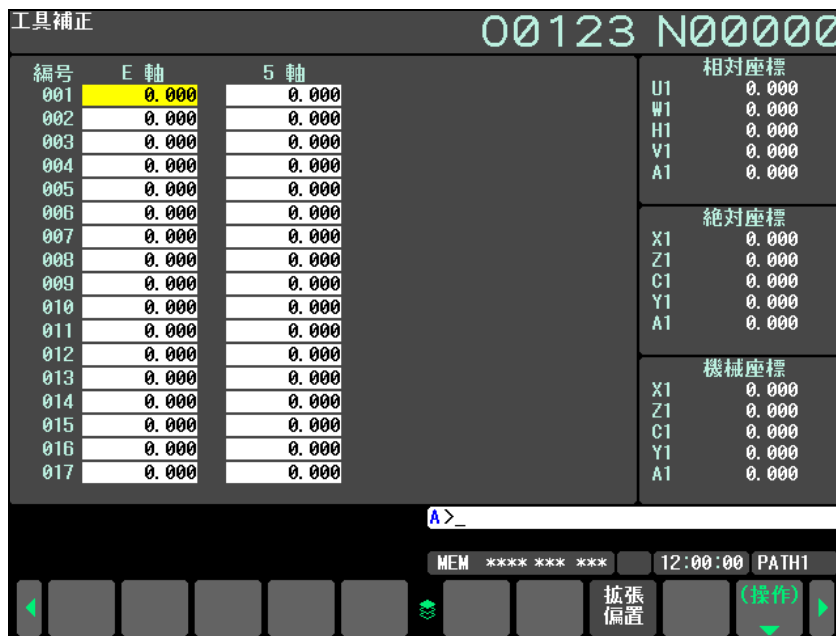


圖 2.1.8 (a) 第 4 軸／第 5 軸偏移畫面（無形狀和磨耗補償）（10.4" 顯示器）

- 4 按下軟鍵〔磨耗〕時，顯示刀具磨耗補償量；按下〔形狀〕時，顯示刀具形狀補償量。

| 工具補正 / 磨耗 |       |       | 00123 N00000 |       |  |
|-----------|-------|-------|--------------|-------|--|
| 編號        | E 軸   | 5 軸   | 相對座標         |       |  |
| W 001     | 0.000 | 0.000 | U1           | 0.000 |  |
| W 002     | 0.000 | 0.000 | W1           | 0.000 |  |
| W 003     | 0.000 | 0.000 | H1           | 0.000 |  |
| W 004     | 0.000 | 0.000 | V1           | 0.000 |  |
| W 005     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |
| W 006     | 0.000 | 0.000 | 絕對座標         |       |  |
| W 007     | 0.000 | 0.000 | X1           | 0.000 |  |
| W 008     | 0.000 | 0.000 | Z1           | 0.000 |  |
| W 009     | 0.000 | 0.000 | C1           | 0.000 |  |
| W 010     | 0.000 | 0.000 | Y1           | 0.000 |  |
| W 011     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |
| W 012     | 0.000 | 0.000 | 機械座標         |       |  |
| W 013     | 0.000 | 0.000 | X1           | 0.000 |  |
| W 014     | 0.000 | 0.000 | Z1           | 0.000 |  |
| W 015     | 0.000 | 0.000 | C1           | 0.000 |  |
| W 016     | 0.000 | 0.000 | Y1           | 0.000 |  |
| W 017     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |

A>\_

MEM \*\*\*\* \* 12:00:00 PATH1

▲ 磨耗 形狀 (操作) ▼

圖2.1.8 (b) 第4軸/第5軸偏移畫面(有形狀和磨耗補償)(10.4"顯示器)

- 5 按下操作選擇軟鍵〔(操作)<(操作)>〕，  
顯示軟鍵〔No.搜尋〕〔+輸入〕〔輸入〕〔清除〕〔讀入〕〔輸出〕。

| 工具補正 / 磨耗 |       |       | 00123 N00000 |       |  |
|-----------|-------|-------|--------------|-------|--|
| 編號        | E 軸   | 5 軸   | 相對座標         |       |  |
| W 001     | 0.000 | 0.000 | U1           | 0.000 |  |
| W 002     | 0.000 | 0.000 | W1           | 0.000 |  |
| W 003     | 0.000 | 0.000 | H1           | 0.000 |  |
| W 004     | 0.000 | 0.000 | V1           | 0.000 |  |
| W 005     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |
| W 006     | 0.000 | 0.000 | 絕對座標         |       |  |
| W 007     | 0.000 | 0.000 | X1           | 0.000 |  |
| W 008     | 0.000 | 0.000 | Z1           | 0.000 |  |
| W 009     | 0.000 | 0.000 | C1           | 0.000 |  |
| W 010     | 0.000 | 0.000 | Y1           | 0.000 |  |
| W 011     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |
| W 012     | 0.000 | 0.000 | 機械座標         |       |  |
| W 013     | 0.000 | 0.000 | X1           | 0.000 |  |
| W 014     | 0.000 | 0.000 | Z1           | 0.000 |  |
| W 015     | 0.000 | 0.000 | C1           | 0.000 |  |
| W 016     | 0.000 | 0.000 | Y1           | 0.000 |  |
| W 017     | 0.000 | 0.000 | A1           | 0.000 |  |

A>\_


MEM \*\*\*\* \* 12:00:00 PATH1

▲ NO. SRH +輸入 輸入 消除 文件讀取 文件寫入 ▼

圖2.1.8 (c) 第4軸/第5軸偏移畫面(操作)(10.4"顯示器)

## 顯示和設定第 4 軸／第 5 軸偏移量的步驟（15/19"顯示器的情形）

## 步驟

- 1 按下功能鍵 。
- 2 顯示直排軟鍵〔擴展偏移〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 3 按下軟鍵〔擴展偏移〕，顯示出第 4 軸／第 5 軸偏移畫面。根據刀具補償組數追加的組數，所顯示的刀具補償量數不同。此外，帶有刀具形狀／磨耗補償功能時，會顯示軟鍵〔磨耗〕〔形狀〕。

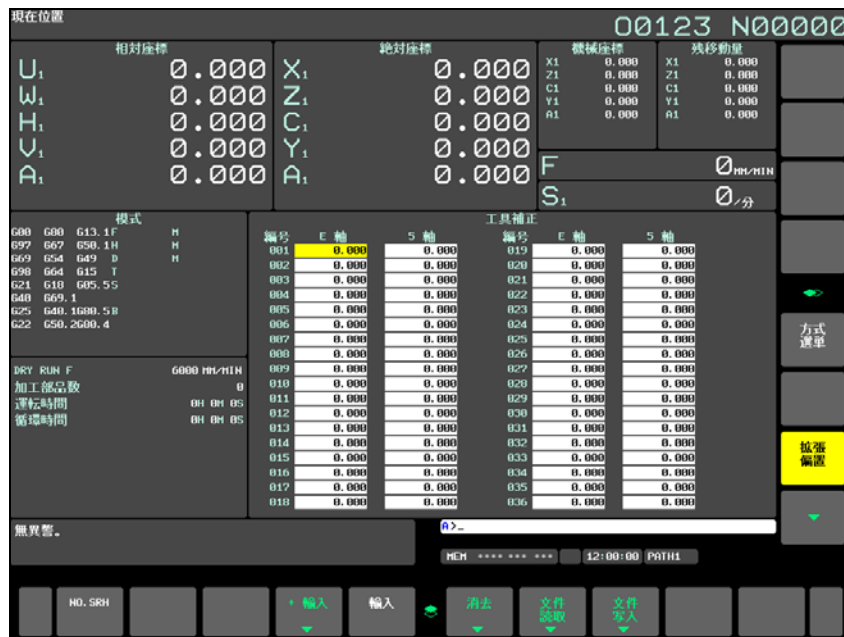


圖2.1.8 (d) 第 4 軸／第 5 軸偏移畫面（無形狀和磨耗補償）（15" 顯示器）

- 4 按下軟鍵〔磨耗〕時，顯示刀具磨耗補償量；按下〔形狀〕時，顯示刀具形狀補償量。此外，顯示軟鍵〔No.搜尋〕〔+ 輸入〕〔輸入〕〔清除〕〔讀入〕〔輸出〕。

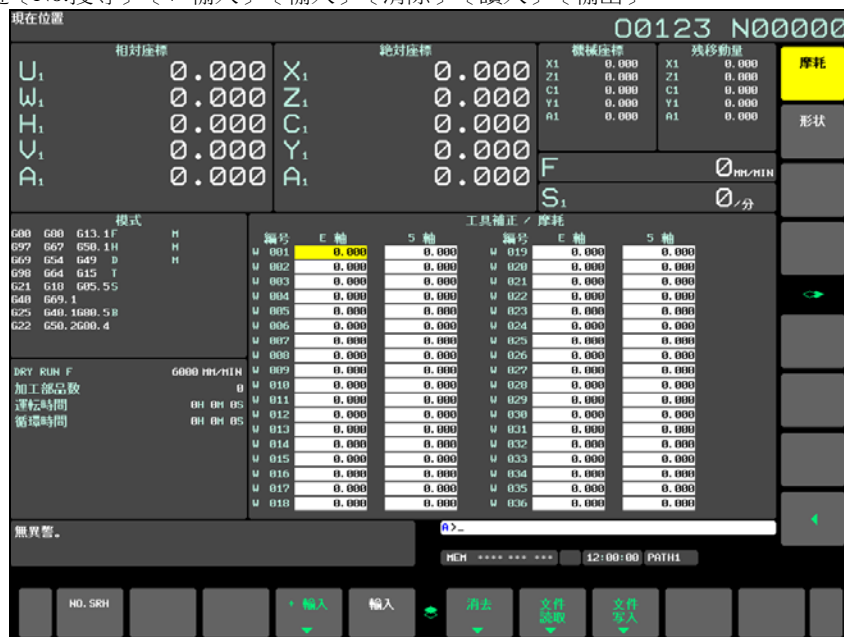


圖2.1.8 (e) 第 4 軸／第 5 軸偏移畫面（有形狀和磨耗補償）（15" 顯示器）

---

**顯示刀具位置偏移量（8.4/10.4"顯示器的情形）**

---

可以藉由如下方法顯示刀具位置偏移量。

**操作**

- 1 利用翻頁鍵和游標移動鍵，移動游標到希望顯示的刀具位置偏移量。
- 2 鍵入希望顯示的刀具位置偏移量的號碼後，按下軟鍵〔No.搜尋〕。


---

**設定刀具位置偏移量（8.4/10.4"顯示器的情形）**

---

可藉由如下方法，設定和改變刀具位置偏移量。

**操作**

- 1 希望設定偏移量時，移動游標到希望設定的刀具位置偏移量，鍵入偏移量後，按下 MDI 鍵 。
- 2 希望設定偏移量時，移動游標到希望設定的刀具位置偏移量，鍵入偏移量後，按下軟鍵〔輸入〕。
- 3 希望修改偏移量時，鍵入希望增減的量並按下軟鍵〔+ 輸入〕。

---

**顯示刀具位置偏移量（15/19"顯示器的情形）**

---

可以藉由如下任一方法顯示刀具位置偏移量。

**操作**

- 1 利用翻頁鍵和游標移動鍵，移動游標到希望顯示的刀具位置偏移量。
- 2 鍵入希望顯示的刀具位置偏移量的號碼後，按下橫排軟鍵〔No.搜尋〕。


---

**設定刀具位置偏移量（15/19"顯示器的情形）**

---

可藉由如下方法，設定和改變刀具位置偏移量。

**操作**

- 1 希望設定偏移量時，移動游標到希望設定的刀具位置偏移量，鍵入偏移量後，按下 MDI 鍵 。
- 2 希望設定偏移量時，移動游標到希望設定的刀具位置偏移量，鍵入偏移量後，按下橫排軟鍵〔輸入〕。
- 3 希望修改偏移量時，鍵入希望增減的量並按下橫排軟鍵〔+ 輸入〕。

---

**清除全部刀具位置偏移量（8.4/10.4"顯示器的情形）**

---

按下軟鍵〔清除〕，即可清除全部刀具位置偏移量。所謂清除，與將刀具位置偏移量設定為 0 相同。因此，不希望清除全部而希望個別清除時，請進行藉由刀具位置偏移量的設定將偏移量設定為 0 的操作。

**操作**

- 1 在第 4 軸／第 5 軸偏移畫面上按下操作選擇軟鍵〔(操作) < (操作) >〕時，顯示軟鍵〔No.搜尋〕〔+ 輸入〕〔輸入〕〔清除〕〔讀入〕〔輸出〕。
- 2 按下軟鍵〔清除〕。
- 3 顯示軟鍵〔全部〕。  
刀具形狀／磨耗補償有效（參數 NGW (No.8136#6) =0）時，除了軟鍵〔全部〕外，還會顯示〔磨耗〕〔形狀〕。

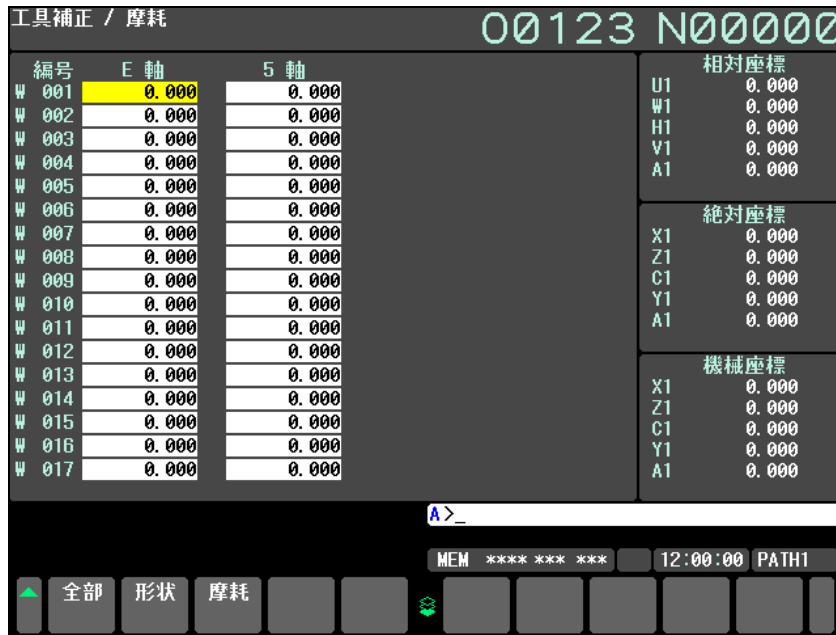


圖2.1.8 (f) 第 4 軸/第 5 軸偏移畫面 (清除操作) (10.4"顯示器)

- 4 按下軟鍵〔全部〕，清除所有的刀具位置偏移量。此外，按下〔磨耗〕時，清除所有磨耗偏移量；按下〔形狀〕時，清除所有形狀偏移量。

### 清除全部刀具位置偏移量 (15/19"顯示器的情形)

按下橫排軟鍵〔清除〕，即可刪除全部刀具位置偏移量。所謂清除，與將刀具位置偏移量設定為 0 相同。因此，不希望清除全部而希望個別清除時，請進行藉由刀具位置偏移量的設定將偏移量設定為 0 的操作。

### 操作

- 1 在第 4 軸/第 5 軸偏移畫面上，按下橫排軟鍵〔清除〕。
  - 2 顯示橫排軟鍵〔全部〕。
- 刀具形狀/磨耗補償有效 (參數 NGW (No.8136#6)=0) 時，除了橫排軟鍵〔全部〕外，還會顯示〔磨耗〕〔形狀〕。

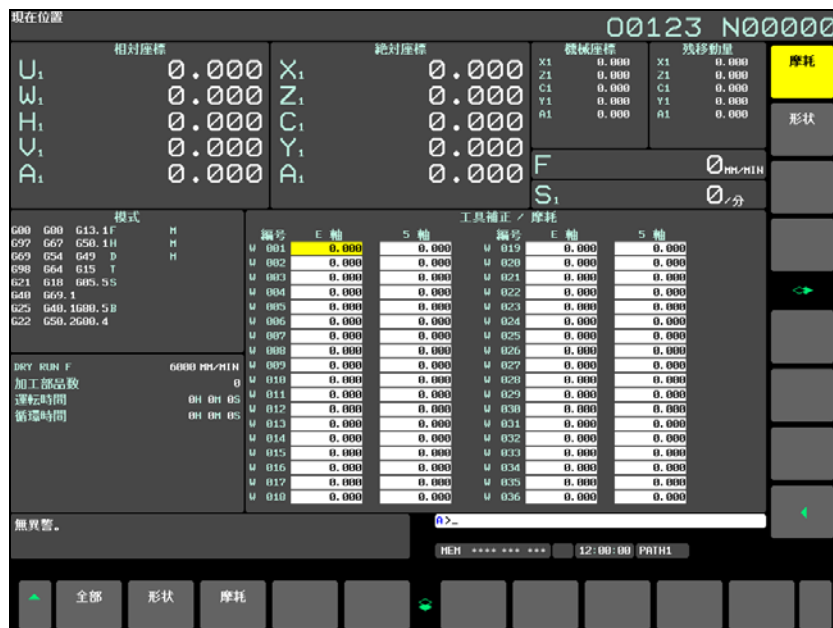


圖2.1.8 (g) 第 4 軸/第 5 軸偏移畫面 (清除操作) (15"顯示器)

- 3 按下橫排軟鍵〔全部〕並按下橫排軟鍵〔執行〕，清除所有的刀具位置偏移量。此外，按下〔磨耗〕時，清除所有磨耗偏移量；按下〔形狀〕時，清除所有形狀偏移量。





## 2.1.9 夾爪尾架屏障

夾爪尾架屏障功能是用來檢查夾爪和尾架與刀具刀尖之間的干涉，防止機床損壞。

可以根據夾爪及尾架的形狀，利用專用的設定畫面來事先設定一個刀具禁止進入區域。加工時如果刀具刀尖進入該禁止進入區域，該功能可使刀具停止移動並顯示警報資訊。可從進給的相反方向把刀具從禁止進入區域中移走。

### 設定夾爪尾架屏障的步驟（8.4/10.4"顯示器的情形）

#### - 設定夾爪及尾架的形狀

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示軟鍵〔目錄頭 TAIL <夾爪-尾架>〕之前，按繼續選單鍵 。
- 3 每按一次翻頁鍵  ，夾爪屏障設定畫面和尾架屏障設定畫面交替顯示。

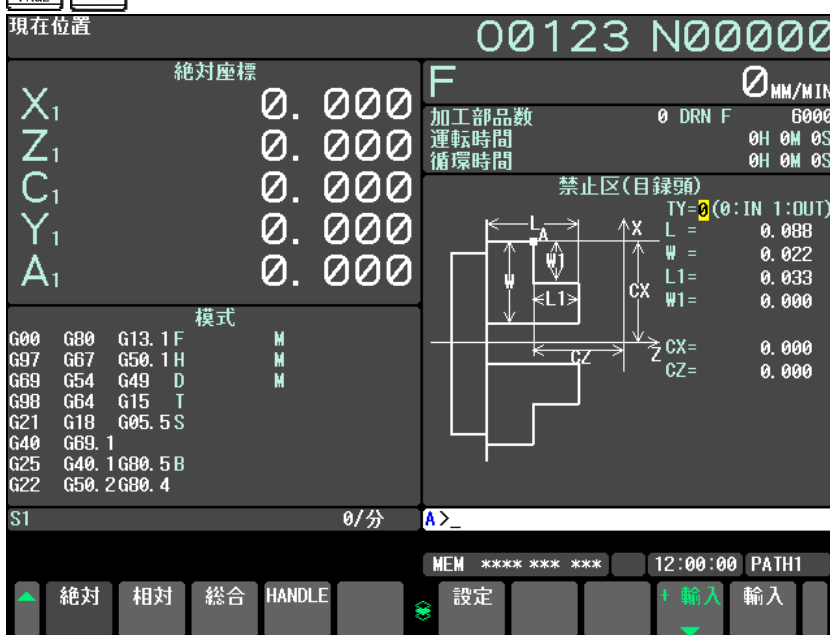


圖2.1.9 (a) 夾爪屏障設定畫面（10.4"顯示器）

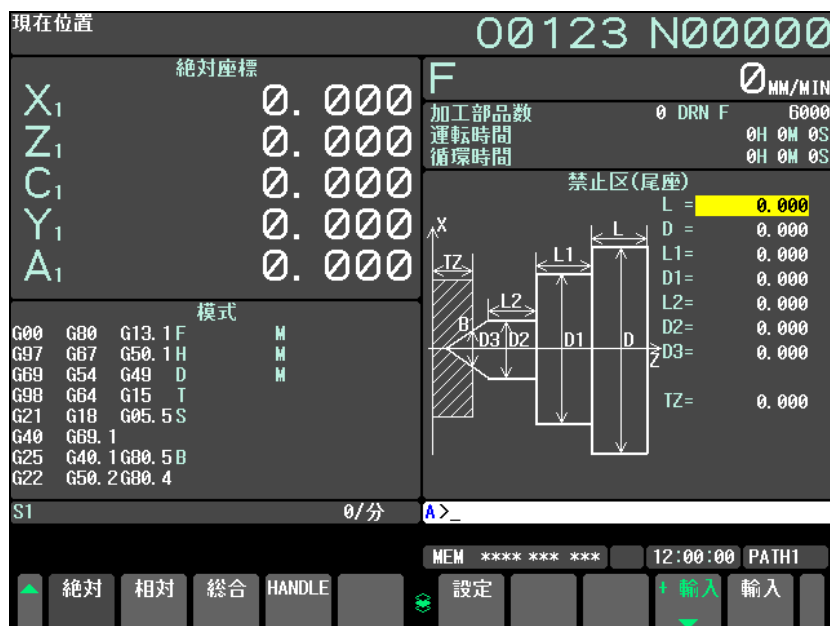


圖2.1.9 (b) 尾架屏障設定畫面（10.4"顯示器）

- 4 將游標移到確定夾爪和尾架形狀的各項目位置，輸入數值後，再按下軟鍵〔輸入〕，即可設定值。輸入數值後再按下軟鍵〔+ 輸入〕，即可設定在當前的設定值上累加上所輸入的數值之值。

有關項目 CX 及 CZ（夾爪屏障設定畫面）和 TZ（尾架屏障設定畫面），除了可用輸入數值進行設定的方法外，還可以藉由手動把刀具移動到規定的位置，再按下軟鍵〔設定〕，即可設定在那時的工件座標系中的座標值。但是，在這種情況下，如果使用刀具偏移量不是 0 的刀具，且不進行補償就將其手動移動至規定的位置並進行設定時，對於所設定的座標值，請進行刀具偏移量的補償。

CX、CZ、TZ 以外的值，不可以用軟鍵〔設定〕進行設定。

例 發生警報時，若參數 BFA（No.1300#7）為 1，刀具會在快要來到禁止進入區域之前停止。但是，參數 BFA 為 0 時，因 CNC 和機床系統會稍有時間差才停止，所以刀具實際的停止位置是比指定的形狀更加接近內側的位置。因此，為安全起見，設定的形狀應比實際形狀稍微大一些。

稍微設定大一些的距离 L 可由快速進給速度計算出。

$$L = (\text{快速進給速度}) \times \frac{1}{7500}$$

譬如，當快速進給速度為 15m/min 時，請設定大 2mm 左右的形狀。



夾爪和尾架的形狀，也可用參數（No.1330~No.1336、No.1341~No.1348）來設定。

### 註釋

在設定夾爪和尾架形狀之前，請先設為 G23 模式。

## 設定夾爪尾架屏障的步驟（15/19"顯示器的情形）

### - 設定夾爪及尾架的形狀

- 1 按下功能鍵 。
- 2 在顯示直排軟鍵〔目錄頭 TAIL <夾爪-尾架>〕之前，按直排軟鍵〔下一頁〕。
- 3 按下直排軟鍵〔目錄頭 TAIL <夾爪-尾架>〕。
- 4 每按一次翻頁鍵 ，夾爪屏障設定畫面和尾架屏障設定畫面交替顯示。

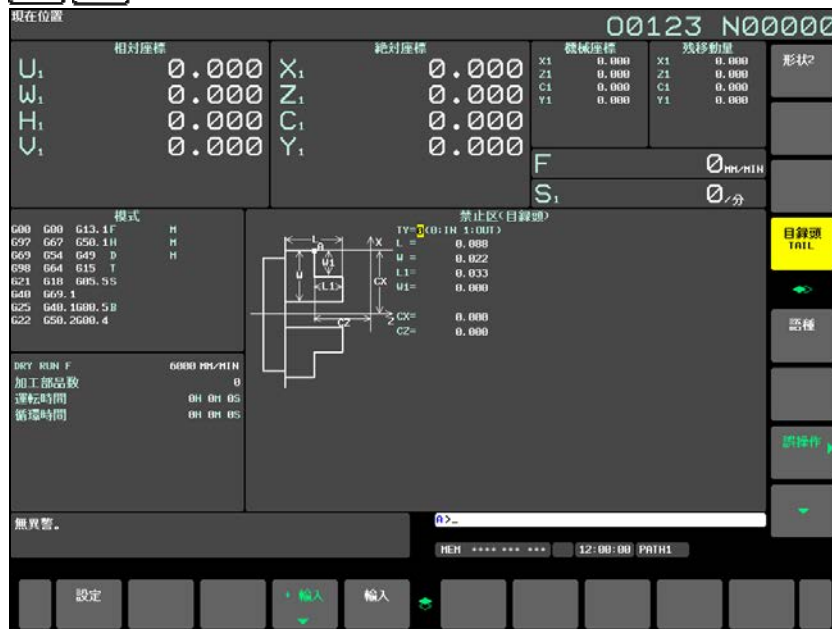


圖2.1.9 (c) 夾爪屏障設定畫面（15"顯示器）

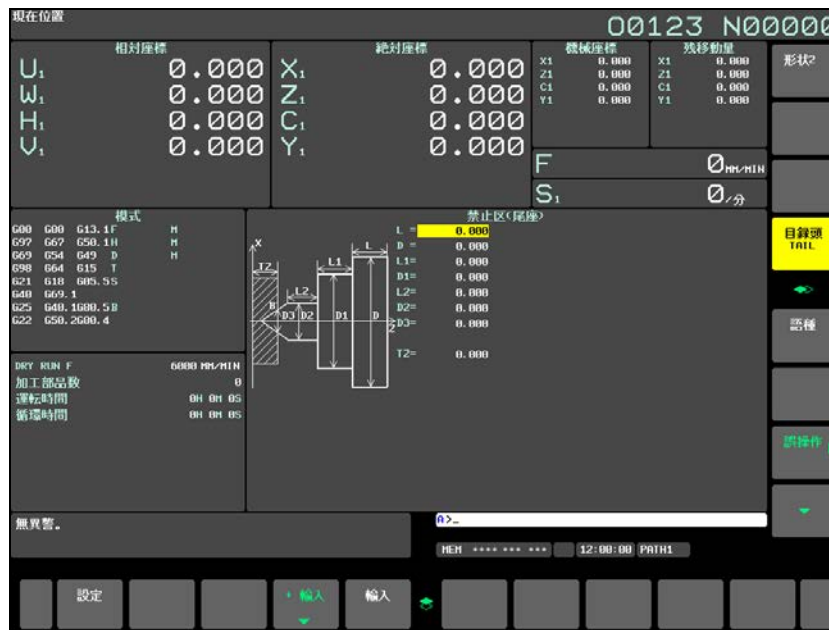


圖2.1.9 (d) 尾架屏障設定畫面 (15"顯示器)

- 5 將游標移到確定夾爪和尾架形狀的各項目位置，輸入數值後，再按下橫排軟鍵〔輸入〕，即可設定值。輸入數值後再按下橫排軟鍵〔+ 輸入〕，即可設定在當前的設定值上累加上所輸入的數值之值。

有關項目 CX 及 CZ (夾爪屏障設定畫面) 和 TZ (尾架屏障設定畫面)，除了可用輸入數值進行設定的方法外，還可以藉由手動把刀具移動到規定的位置，再按下橫排軟鍵〔設定〕，即可設定在那時的工件座標系中的座標值。但是，在這種情況下，如果使用刀具偏移量不是 0 的刀具，且不進行補償就將其手動移動至規定的位置並進行設定時，對於所設定的座標值，請進行刀具偏移量的補償。

CX、CZ、TZ 以外的值，不可以用橫排軟鍵〔設定〕進行設定。

例 發生警報時，若參數 BFA (No.1300#7) 為 1，刀具會在快要來到禁止進入區域之前停止。但是，參數 BFA 為 0 時，因 CNC 和機床系統會稍有時間差才停止，所以刀具實際的停止位置是比指定的形狀更加接近內側的位置。

因此，為安全起見，設定的形狀應比實際形狀稍微大一些。

稍微設定大一些的距离 L 可由快速進給速度計算出。

$$L = (\text{快速進給速度}) \times \frac{1}{7500}$$

譬如，當快速進給速度為 15m/min 時，請設定大 2mm 左右的形狀。

夾爪和尾架的形狀，也可用參數 (No.1330~No.1336、No.1341~No.1348) 來設定。

#### 註釋

在設定夾爪和尾架形狀之前，請先設為 G23 模式。

#### - 返回參考點

進行 X 軸及 Z 軸返回參考點。

接通電源後一旦完成返回參考點，夾爪尾架屏障功能就有效。

有絕對位置檢出器時，不需要返回參考點，但機械位置和絕對位置檢出器之間的位置對應必須已經完成。

**- G22/G23**

之後，藉由指定 G22（儲存行程限位 ON）指令，夾爪及尾架的區域成為禁止進入區域，而藉由指定 G23（儲存行程限位 OFF）指令，禁止進入區域就會無效。

請在單獨程式單節中指定 G22、G23 指令。

有關尾架，即使指定 G22 指令，也可藉由尾架屏障選擇信號\*TSB 來使其不會成為禁止進入區域。

當利用協助功能把尾架推上工件或使它與和工件分離時，PMC 信號可用來啟用或停用尾架設定區域。

表2.1.9 (a)

| G 代碼 | 尾架屏障選擇信號 | 夾爪屏障 | 尾架屏障 |
|------|----------|------|------|
| G22  | "0"      | 有效   | 有效   |
|      | "1"      | 有效   | 無效   |
| G23  | 無關       | 無效   | 無效   |

當接通電源時，G22 被選定。但是利用參數 G23 (No.3402#7)，在接通電源時，即可選擇 G23。

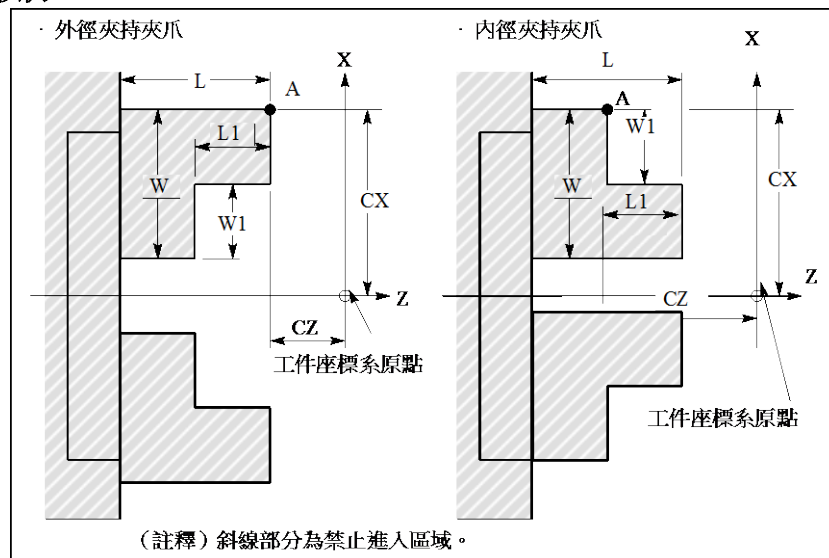
**解釋****設定夾爪屏障的形狀**

圖2.1.9 (e)

表2.1.9 (b)

| 記號 | 說明                          |
|----|-----------------------------|
| TY | 夾爪形狀的選擇 (0: 內徑夾持 / 1: 外徑夾持) |
| CX | 夾爪的位置 (X 軸)                 |
| CZ | 夾爪的位置 (Z 軸)                 |
| L  | 夾爪爪子的長度                     |
| W  | 夾爪爪子的尺寸 (半徑輸入)              |
| L1 | 夾爪爪子的夾持長度                   |
| W1 | 夾爪爪子的夾持高低差 (半徑輸入)           |

TY：選擇夾爪的形狀。指定 0 選擇內徑夾持夾爪，指定 1 則選擇外徑夾持夾爪。假定夾爪繞 Z 軸是對稱的。

CX, CZ：

以工件座標系中的座標值來設定夾爪的位置 (A 點)。它並不是機械座標系中的座標值。資料的單位如表 2.1.9 (c) 所示。

此外，根據 CZ 和 TZ (尾架的 Z 軸位置) 的大小關係，定義夾爪以及尾架的方向。詳情請參閱設定夾爪以及尾架的方向。

**注意**

- 1 以直徑值設定還是以半徑值設定，取決於其對應的軸是直徑程式設計還是半徑程式設計。當指定直徑時，以直徑值來設定。
- 2 CZ 用於定義夾爪以及尾架的方向。即使在不使用夾爪的禁止進入區域也請務必設定 CZ。

表2.1.9 (c)

| 設定單位 | 資料單位        |              | 資料範圍                |
|------|-------------|--------------|---------------------|
|      | IS-A        | IS-B         |                     |
| 公制輸入 | 0.001 mm    | 0.0001 mm    | -99999999~+99999999 |
| 英制輸入 | 0.0001 inch | 0.00001 inch | -99999999~+99999999 |

L、L1、W、W1：定義夾爪的形狀。資料的單位如表 2.1.9 (c) 所示。

**注意**

- 1 W、W1 始終以半徑值來設定。當 Z 軸是半徑程式設計時，L、L1 以半徑值設定。
- 2 若為不使用夾爪的禁止進入區域，請將 L、L1、W、W1 全都設定為 0。

## - 設定尾架屏障形狀

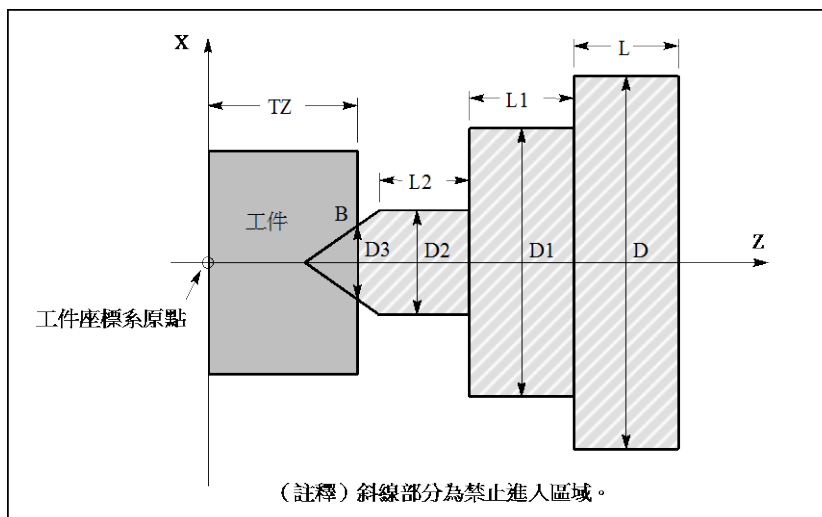


圖2.1.9 (f)

表2.1.9 (d)

| 記號 | 說明               |
|----|------------------|
| TZ | 尾架的位置 (Z 軸)      |
| L  | 尾架的長度            |
| D  | 尾架的直徑 (直徑輸入)     |
| L1 | 尾架的長度 (1)        |
| D1 | 尾架的直徑 (1) (直徑輸入) |
| L2 | 尾架的長度 (2)        |
| D2 | 尾架的直徑 (2) (直徑輸入) |
| D3 | 尾架的孔徑 (3) (直徑輸入) |

TZ：以工件座標系中的座標值來設定尾架的位置 (上圖 B 點)。它並不是機械座標系中的座標值。資料的單位如表 2.1.9 (c) 所示。假設尾架是繞 Z 軸對稱的。

此外，根據 CZ (夾爪的 Z 軸位置) 和 TZ 的大小關係，定義夾爪以及尾架的方向。詳情請參閱設定夾爪以及尾架的方向。

**注意**

- 1 以直徑值設定還是以半徑值設定，取決於 Z 軸是直徑程式設計還是半徑程式設計。
- 2 TZ 用於定義夾爪以及尾架的方向。即使在不使用尾架的禁止進入區域也請務必設定 TZ。

L, L1, L2, D, D1, D2, D3 :

定義尾架形狀。資料的範圍如表 2.1.9 (c) 所示。

**⚠ 注意**

- 1 D、D1、D2、D3 始終以半徑值來設定。當 Z 軸是半徑程式設計時，L、L1、L2 以半徑值設定。
- 2 若為不使用尾架的禁止進入區域，請將 L、L1、L2、D、D1、D2、D3 全都設定為 0。

### - 設定尾架頂端

尾架頂端角度實際上只有  $60^\circ$ ，但是計算時將其作為  $90^\circ$ ，如下圖所示設定禁止進入區域。

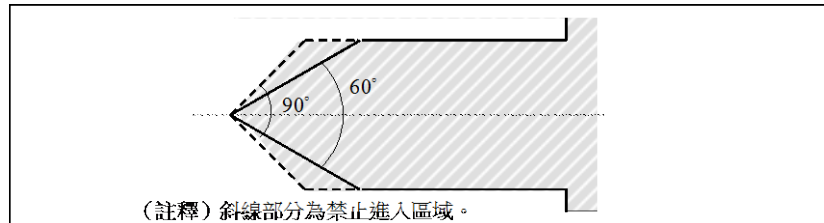


圖2.1.9 (g)

### - 設定夾爪以及尾架的方向

夾爪的禁止進入區域以及尾架的禁止進入區域的方向，取決於參數 No.1336 (CZ) 和參數 No.1348 (TZ) 的大小關係。CZ < TZ 時，夾爪以及尾架的方向成為圖 2.1.9 (h) 所示的方向。CZ > TZ 時，夾爪以及尾架的方向成為圖 2.1.9 (i) 所示的方向。

只有在使用夾爪的禁止進入區域時，才按照如下方式設定參數 No.1348 (TZ)。

- 希望如圖 2.1.9 (h) 設定夾爪的方向時，請設定 TZ 大於 CZ。
- 希望如圖 2.1.9 (i) 設定夾爪的方向時，請設定 TZ 小於 CZ。

只有在使用尾架的禁止進入區域時，才按照如下方式設定參數 No.1336 (CZ)。

- 希望如圖 2.1.9 (h) 設定尾架的方向時，請設定 CZ 小於 TZ。
- 希望如圖 2.1.9 (i) 設定尾架的方向時，請設定 CZ 大於 TZ。

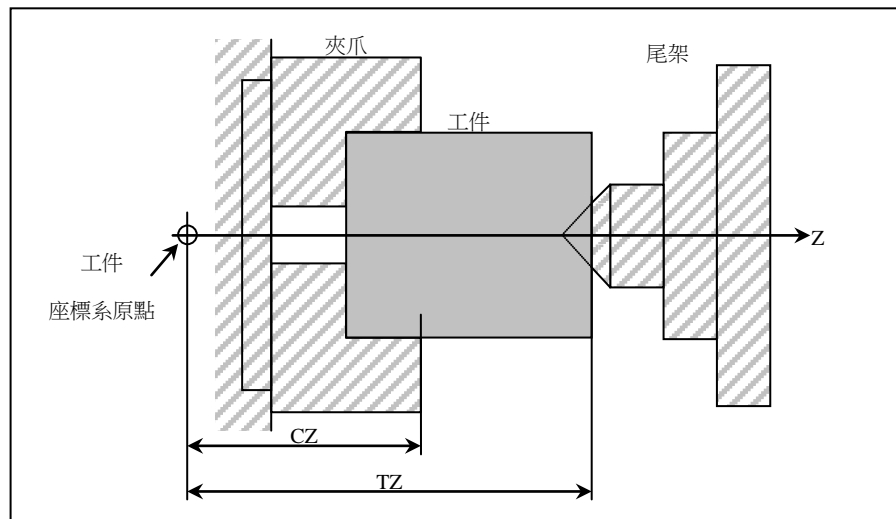


圖2.1.9 (h) 參數 No.1336 (CZ) < 參數 No.1348 (TZ) 時

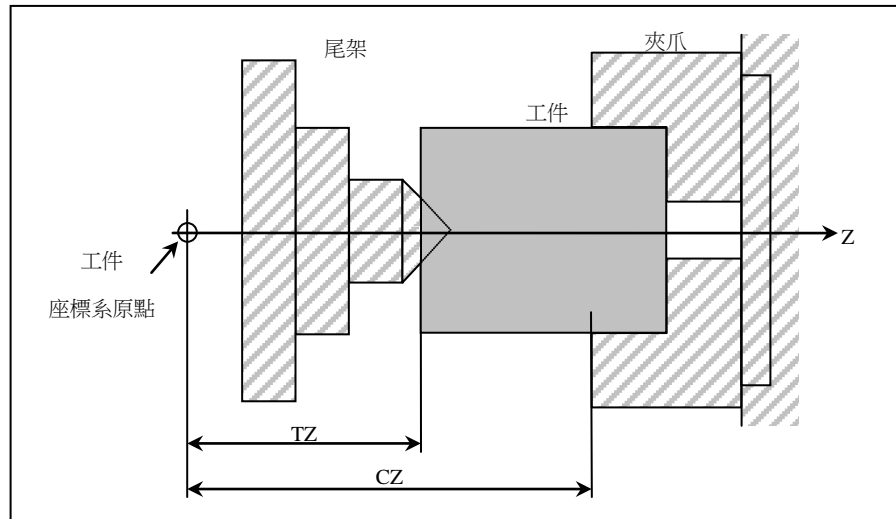


圖2.1.9 (i) 參數 No.1336 (CZ) &gt; 參數 No.1348 (TZ) 時

### 限制事項

#### - 禁止進入區域的正確設定

如果禁止進入區域設定不正確，有可能使禁止進入區域無效。設定值不正確是指下列情形。

- 夾爪形狀的設定中， $L \leq L1$  或  $W \leq W1$  時。
- 尾架形狀的設定中， $D2 \leq D3$  時。
- 夾爪和尾架的位置相互重疊時。

#### - 只使用夾爪或尾架的情形

夾爪以及尾架的禁止進入區域的方向，取決於 CZ 和 TZ 的大小關係。因此，即使在只使用夾爪、尾架的情況下，也要適當設定 CZ 和 TZ 的大小關係。詳情請參閱設定夾爪以及尾架的方向。

不使用夾爪的禁止進入區域時，請在夾爪形狀的設定中，將 L、L1、W、W1 全都設定為 0。

不使用尾架的禁止進入區域時，請在尾架形狀的設定中，將 L、L1、L2、D、D1、D2、D3 全都設定為 0。

#### - 從禁止進入區域退刀

如果刀具進入禁止進入區域且發出警報，請把開關切換到手動模式後，手動收回刀具，然後將系統重置解除警報。

此時，在手動模式下，可以使刀具沿著與進入禁止進入區域時相反的方向移動。而不能使刀具沿著與進入禁止進入區域時相同的方向（進一步進入禁止進入區域的方向）移動。

當夾爪尾架的禁止進入區域有效且刀具已定位在該禁止進入區域時，刀具移動就發出警報。

如果在移動刀具時發出警報，並且無法從禁止進入區域使刀具收回，請暫時改變刀具當前所處禁止進入區域的設定，使刀具不在禁止進入區域，再將系統重置並解除警報，而後再收回刀具，恢復原來的設定。

#### - 座標系

禁止進入區域利用工件座標系來定義，應注意下列事項。

- (1) 當執行使工作座標系偏移的指令或操作時，禁止進入區域也隨之偏移相同值。

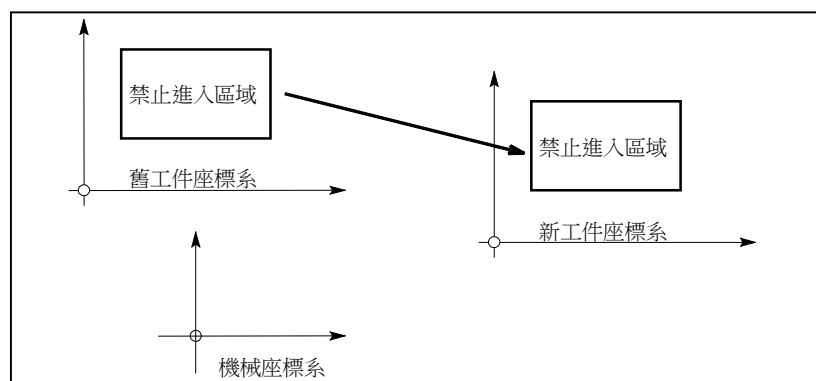


圖2.1.9 (j)

利用下面的指令和操作可使工件座標系偏移。

指令： G54~G59、G52、G50（在 G 代碼體系 B 或 C 中的 G92）

操作： 手動手輪中斷、工件原點偏移量的變更、刀具位置偏移量（刀具形狀補償量）的變更、基於機械鎖定的運轉、基於手動絕對信號 OFF 的手動運轉

- (2) 當自動運轉過程中刀具進入禁止進入區域而藉由手動運轉從禁止進入區域退刀時，請將手動絕對信號\*ABSM 設為“0”（手動絕對信號 ON）。如果設為“1”，在手動運轉方式下即使移動刀具，其行程也不會反映在工件座標值中，這樣就無法將刀具從禁止進入區域中移出。

#### - 儲存行程檢測 2、3

當同時安裝有儲存行程檢測 2、3 和夾爪尾架屏障時，夾爪尾架屏障優先於儲存行程檢測，儲存行程檢測 2、3 會被忽略。



# 附錄



# A 程式指令中包含位址 P 的功能一覽

## A.1 G 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表

下面表示 G 代碼中包含位址 P 的功能。

| 功能名                                 | 加工中心系統 | 車床系統   |       |       | 參考項目                              |
|-------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
|                                     |        | G 代碼體系 |       |       |                                   |
|                                     |        | A      | B     | C     |                                   |
| 暫停                                  | G04    | G04    | G04   | G04   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 基於 G 代碼的遮罩緩衝器                       | G04.1  | G04.1  | G04.1 | G04.1 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| AI 輪廓控制 II (高精度輪廓控制/AI 高精度輪廓控制相容指令) | G05    | G05    | G05   | G05   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| AI 輪廓控制 (先行控制相容)                    | G08    | G08    | G08   | G08   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| 可程式設計資料登錄                           | G10    | G10    | G10   | G10   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 可程式設計參數輸入                           | G10    | G10    | G10   | G10   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 可程式設計內部資料變更                         | G10.8  | G10.8  | G10.8 | G10.8 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用)         |
| 選擇機械構成                              | G10.8  | G10.8  | G10.8 | G10.8 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| 主軸速度變動檢出                            | G26    | G26    | G26   | G26   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| 返回參考點                               | G30    | G30    | G30   | G30   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 多級跳躍                                | G31    | G31    | G31   | G31   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 扭矩極限跳過                              | G31    | G31    | G31   | G31   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 連續高速跳躍                              | G31    | G31    | G31   | G31   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| EGB 跳過功能                            | G31.8  | G31.8  | G31.8 | G31.8 | 連接說明書 (功能篇)                       |
| 砂輪磨耗補償                              | G41    | G41    | G41   | G41   | 操作說明書 (加工中心系統) II.程式設計            |
| 比例縮放                                | G51    | -      | G51   | G51   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
| 多邊形加工                               | G51.2  | G51.2  | G51.2 | G51.2 | 連接說明書 (功能篇)                       |
|                                     |        | G251   | G251  | G251  | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
| 基於程式指令的同步/<br>混合/重疊控制               | G51.4  | G51.4  | G51.4 | G51.4 | 連接說明書 (功能篇)                       |
|                                     |        | G51.5  | G51.5 | G51.5 | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
|                                     |        | G51.6  | G51.6 | G51.6 |                                   |
|                                     |        | G50.5  | G50.5 | G50.5 |                                   |
| 任意軸切換                               | G52.1  | G52.1  | G52.1 | G52.1 | 連接說明書 (功能篇)                       |
|                                     |        | G52.2  | G52.2 | G52.2 |                                   |
|                                     |        | G52.3  | G52.3 | G52.3 |                                   |
| 高速 G53                              | G53    | G53    | G53   | G53   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II.程式設計 |
|                                     |        |        |       |       |                                   |
| 座標系設定                               | G54    | G54    | G54   | G54   | 連接說明書 (功能篇)                       |
|                                     |        | G54.1  | G54.1 | G54.1 | G54.1                             |
| 使用者巨集程式                             | G65    | G65    | G65   | G65   | 操作說明書 (通用) II.程式設計                |
|                                     |        | G66    | G66   | G66   |                                   |
|                                     |        | G66.1  | G66.1 | G66.1 | G66.1                             |

| 功能名              | 加工中心系統 | 車床系統   |       |       | 參考項目                                          |
|------------------|--------|--------|-------|-------|-----------------------------------------------|
|                  |        | G 代碼體系 |       |       |                                               |
|                  |        | A      | B     | C     |                                               |
| 執行巨集<br>註釋) 1    | G65    | G65    | G65   | G65   | 巨集指令執行器程式設計說明書                                |
|                  | G66    | G66    | G66   | G66   |                                               |
|                  | G66.1  | G66.1  | G66.1 | G66.1 |                                               |
|                  | 註釋) 1  | 註釋) 1  | 註釋) 1 | 註釋) 1 |                                               |
| 模式資料輸入           | G65    | G65    | G65   | G65   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II. 程式設計            |
| 均衡切削             | -      | G68    | G68   | G68   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (車床系統)                   |
| 傾斜面分度指令          | G68.2  | G68.2  | G68.2 | G68.2 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II. 程式設計            |
| 基於刀具軸向的傾斜面分度指令   | G68.3  | G68.3  | G68.3 | G68.3 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用)                     |
| 傾斜面分度指令 (增量多重指令) | G68.4  | G68.4  | G68.4 | G68.4 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (通用) II. 程式設計            |
| 複合形固定循環          | G70.7  | G70    | G70   | G72   | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (車床系統)<br>操作說明書 (加工中心系統) |
|                  | G71.7  | G71    | G71   | G73   |                                               |
|                  | G72.7  | G72    | G72   | G74   |                                               |
|                  | G73.7  | G73    | G73   | G75   |                                               |
|                  | G74.7  | G74    | G74   | G76   |                                               |
|                  | G75.7  | G75    | G75   | G77   |                                               |
|                  | G76.7  | G76    | G76   | G78   |                                               |
| 圖形複製             | G72.1  | G72.1  | G72.1 | G72.1 | 操作說明書 (通用)                                    |
|                  | G72.2  | G72.2  | G72.2 | G72.2 |                                               |
| 鑽孔用固定循環          | G74    | -      | -     | -     | 操作說明書 (加工中心系統)                                |
|                  | G76    |        |       |       |                                               |
| 研磨用固定循環<br>(磨床用) | G75    | G72    | G72   | G73   | 操作說明書 (車床系統) II. 程式設計                         |
|                  | G77    | G74    | G74   | G75   |                                               |
|                  | G78    |        |       |       |                                               |
|                  | G79    |        |       |       |                                               |
| 鑽孔用固定循環          | G82    | G82    | G82   | G82   | 操作說明書 (車床系統)<br>操作說明書 (加工中心系統)                |
|                  | G83    | G83    | G83   | G83   |                                               |
|                  | G84    | G84    | G84   | G84   |                                               |
|                  |        | G85    | G85   | G85   |                                               |
|                  | G87    | G87    | G87   | G87   |                                               |
|                  | G88    | G88    | G88   | G88   |                                               |
|                  | G89    | G89    | G89   | G89   |                                               |
|                  |        | G83.5  | G83.5 | G83.5 |                                               |
|                  |        | G83.6  | G83.6 | G83.6 |                                               |
|                  | G87.5  | G87.5  | G87.5 |       |                                               |
|                  | G87.6  | G87.6  | G87.6 |       |                                               |
| 電子齒輪箱            | G81    | G81    | G81   | G81   | 連接說明書 (功能篇)                                   |
| 電子齒輪箱 2 組        | G81.5  | G81.5  | G81.5 | G81.5 | 連接說明書 (功能篇)                                   |
| 高速深孔鑽孔循環         | -      | G83.1  | G83.1 | G83.1 | 操作說明書 (車床系統)                                  |
| 剛性攻牙循環 (FS15 格式) | G84.2  | G84.2  | G84.2 | G84.2 | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (車床系統)<br>操作說明書 (加工中心系統) |
| 反向攻牙 (FS15 格式)   | G84.3  | -      | -     | -     | 連接說明書 (功能篇)<br>操作說明書 (加工中心系統)                 |

| 功能名           | 加工中心系統 | 車床系統   |       |       | 參考項目                            |
|---------------|--------|--------|-------|-------|---------------------------------|
|               |        | G 代碼體系 |       |       |                                 |
|               |        | A      | B     | C     |                                 |
| 周速一定控制        | G96    | G96    | G96   | G96   | 連接說明書（功能篇）<br>操作說明書（通用） II.程式設計 |
| 主軸分度功能        | G96.1  | G96.1  | G96.1 | G96.1 | 連接說明書（功能篇）                      |
|               | G96.2  | G96.2  | G96.2 | G96.2 | 操作說明書（通用） II.程式設計               |
|               | G96.3  | G96.3  | G96.3 | G96.3 |                                 |
| 基於伺服馬達的主軸控制功能 | G96.4  | G96.4  | G96.4 | G96.4 | 連接說明書（功能篇）<br>操作說明書（通用） II.程式設計 |

註釋) 1：可根據如下編譯參數，選擇任意的 G 代碼。

No.9013~No.9022, No.9034, No.9045~No.9047, No.9129~No.9137

## A.2 M 代碼、S 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表

下面表示 M 代碼和 S 代碼中包含位址 P 的功能。

| 功能名                              | M 代碼格式   | 相關參數                                             | 參考項目                            |
|----------------------------------|----------|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| 等待 M 代碼                          | M_P_     | No.8110, No.8111, MWP(No.8103#1)                 | 連接說明書（功能篇）<br>操作說明書（通用） II.程式設計 |
| 高速類型的等待 M 代碼                     | M_P_     | No.8114, No.8115, MWP(No.8103#1)                 | 連接說明書（功能篇）<br>操作說明書（通用） II.程式設計 |
| 開始位置指定等待功能                       | M_P_L_IP | STW(No.8101#1), No.8110, No.8111, MWP(No.8103#1) | 連接說明書（功能篇）<br>操作說明書（通用） II.程式設計 |
| （使用者巨集程式）副程式調用                   | M98P_    |                                                  | 操作說明書（通用） II.程式設計               |
| 程式結尾                             | M99P_    |                                                  |                                 |
| 外部副程式調用                          | M198P_   | SBP(No.3404#2)                                   | 操作說明書（通用） III.操作                |
| 使用者巨集程式 M 代碼巨集程式調用（也包括多個指定、特殊調用） | M_P_     | MAA(No.6009#2)                                   | 操作說明書（通用） II.程式設計               |
| 執行巨集 副程式調用                       | M98P_    |                                                  | 巨集指令執行器程式設計說明書                  |
| 用戶程式的副程式調用                       | M_P_     |                                                  |                                 |
| 執行巨集 M 代碼巨集程式調用（也包括多個指定、特殊調用）    | M_P_     |                                                  |                                 |
| 多主軸                              | S_P_     | MPP(No.3703#3), No.3781                          | 連接說明書（功能篇）                      |



## 索引

- <G>  
G 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表.....323
- <M>  
M 代碼、S 代碼的引數中包含位址 P 的功能一覽表325
- <S>  
Series 15 格式下的記憶體運轉 .....209  
Series 15 程式格式的位址和指定範圍.....209
- <Y>  
Y 軸偏移.....126
- <ㄅ>  
拔出倍率.....98  
倍率信號.....99  
閉迴路切削循環 (G73) .....52,237  
補償.....9  
補償功能.....122
- <ㄆ>  
判斷為干涉時的動作.....188  
偏移模式取消時的刀具移動.....175  
偏移模式下的刀具移動.....157  
偏移的動作.....123  
偏移量的計數器輸入.....293  
偏移號.....123  
偏移號和偏移量.....135
- <ㄇ>  
副程式調用.....209  
複合形固定循環.....224  
複合形固定循環 (G70~G76) .....35  
複合形固定循環 (G70~G76) 的限制事項.....66  
複合形固定循環的路徑縮短.....67  
複合形固定循環中的限制事項.....252  
複合型螺紋切削循環 (G76) .....61  
複合型螺紋切削循環 (G 代碼體系 A/B : G76) (G 代碼體系 C : G78) .....247
- <ㄏ>  
刀尖 R 補償 (G40~G42) 的概括說明.....131  
刀具補償值測量值直接輸入.....289  
刀具補償值測量值直接輸入 B .....292  
刀具徑補償 (G40~G42) 的概括說明.....143  
刀具徑補償和刀尖 R 補償的詳細說明.....148  
刀具形狀偏移和刀具磨耗偏移.....122  
刀具選擇.....123  
刀具位置補償.....122  
刀具位置偏移的 T 代碼.....123  
單一型固定循環.....209  
單一型固定循環 (G90、G92、G94) .....20  
單一型固定循環 (G90、G92、G94) 的使用方法.....30  
單一型固定循環的限制事項.....33,222
- 單一型固定循環的使用方法.....219  
單一型固定循環和刀尖 R 補償.....32,221  
第 2 形狀刀具偏移.....126  
第 4 軸/第 5 軸偏移.....129  
多頭螺紋切削.....18  
多路徑控制功能.....270  
對置刀架鏡像 (G68、G69) .....115  
對應 Y 軸偏移任意軸.....126  
端面切斷循環 (G74) .....58,243  
端面車削加工循環 (G94) .....28,217  
端面粗切削循環 (G72) .....49,233
- <ㄏ>  
鏜孔循環 (G85) .....263  
鏜孔循環 (G89) .....264  
圖紙尺寸直接輸入.....116
- <ㄏ>  
利用刀具徑補償或刀尖 R 補償來防止過切.....182  
連續螺紋切削.....17  
螺紋切削 (G32) .....14  
螺紋切削循環 (G92) .....22,212
- <ㄏ>  
概要.....3,9,148  
高速深孔鑽孔循環 (G83.1) .....257  
干涉碰撞檢查.....185  
干涉碰撞檢查避開功能.....190  
干涉檢查警報功能.....189  
剛性攻牙循環.....88  
剛性攻牙循環中的倍率.....98  
固定循環取消 (G80) .....98  
關於刀尖 R 補償的注意事項.....141  
工件位置和移動指令.....136  
攻牙循環 (G84) .....261
- <ㄏ>  
擴充刀具選擇.....199
- <ㄏ>  
夾爪尾架屏障.....312  
假想刀尖.....132  
假想刀尖的方向.....134  
精切削循環 (G70) .....54,239  
均衡切削 (G68、G69) .....270
- <ㄏ>  
起刀時的刀具移動.....152  
去毛刺/轉角 R.....109
- <T>  
顯示和設定刀具偏移量.....285  
顯示和設定資料.....285  
向量保持 (G38) .....196

## &lt; 出 &gt;

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| 直線螺紋切削循環.....                            | 22,212        |
| 直線切削循環.....                              | 20,210        |
| 針對來自 MDI 輸入的刀具徑補償或刀尖 R 補償 ....           | 195           |
| 振盪控制直接固定尺寸研磨循環 (G74) .....               | 107           |
| 振盪控制研磨循環 (G73) .....                     | 105           |
| 正面鏜孔循環 (G85) / 側面鏜孔循環 (G89) .....        | 76            |
| 正面剛性攻牙循環 (G84) / 側面剛性攻牙循環<br>(G88) ..... | 89            |
| 正面攻牙循環 (G84) / 側面攻牙循環 (G88) .....        | 75            |
| 正面切削循環.....                              | 28,217        |
| 正面鑽削循環 (G83) / 側面鑽削循環 (G87) .....        | 72            |
| 錐形螺紋切削循環.....                            | 25,215        |
| 錐形切削循環.....                              | 21,29,211,218 |
| 轉角圓弧插補 (G39) .....                       | 197           |

## &lt; 入 &gt;

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 插補功能.....               | 14  |
| 程式指令中包含位址 P 的功能一覽 ..... | 323 |

## &lt; 戶 &gt;

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 設定 Y 軸偏移量 .....            | 300     |
| 設定刀具補償 / 第 2 形狀偏移量 .....   | 298     |
| 設定第 4 軸 / 第 5 軸偏移量 .....   | 307     |
| 設定工件座標系偏移量 .....           | 295     |
| 深孔剛性攻牙循環 (G84 或 G88) ..... | 94      |
| 深孔鑽孔循環 (G83) .....         | 260     |
| 輸出 Y 軸偏移資料 .....           | 276     |
| 輸出刀具補償 / 第 2 形狀資料 .....    | 277     |
| 輸出第 4 軸 / 第 5 軸偏移資料.....   | 279     |
| 輸入 Y 軸偏移資料 .....           | 275     |
| 輸入刀具補償 / 第 2 形狀資料 .....    | 277     |
| 輸入第 4 軸 / 第 5 軸偏移資料.....   | 278     |
| 輸入輸出 Y 軸偏移 .....           | 275     |
| 輸入輸出 Y 軸偏移資料 .....         | 282     |
| 輸入輸出刀具補償 / 第 2 形狀資料 .....  | 277,283 |
| 輸入輸出第 4 軸 / 第 5 軸偏移.....   | 278     |


## &lt; P &gt;

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 資料的輸入 / 輸出.....            | 275    |
| 自動刀具補償 (G36、G37) .....     | 201    |
| 在 ALL IO 畫面上的輸入輸出操作 .....  | 281    |
| 在各畫面上的輸入輸出操作 .....         | 275    |
| 座標旋轉 (G68.1、G69.1) .....   | 204    |
| 鑽孔固定循環主軸速度到達等待時間縮短 .....   | 78     |
| 鑽孔用固定循環.....               | 69,254 |
| 鑽孔用固定循環 M 代碼輸出改良.....      | 77     |
| 鑽孔用固定循環取消 (G80) .....      | 77,264 |
| 鑽孔用固定循環重疊.....             | 80,265 |
| 鑽削循環定點鏜孔 (G81) .....       | 258    |
| 鑽削循環鏜階梯孔 (G82) .....       | 259    |
| 縱向走刀直接固定尺寸研磨循環 (G72) ..... | 103    |
| 縱向走刀研磨循環 (G71) .....       | 101    |

## &lt; 夕 &gt;

|                 |        |
|-----------------|--------|
| 操作者需要注意的事項..... | 79,265 |
|-----------------|--------|

## &lt; 夕 &gt;

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 安全使用須知.....                                                                                           | s-1 |
| 按下功能鍵  顯示的畫面 ..... | 285 |

## &lt; 一 &gt;

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 有關各類資料的注意事項.....    | 6   |
| 研磨用固定循環 (磨床用) ..... | 100 |

## &lt; X &gt;

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 外徑 / 內徑切斷循環 (G75) .....   | 59,245 |
| 外徑 / 內徑車削加工循環 (G90) ..... | 20,210 |
| 外徑粗切削循環 (G71) .....       | 36,224 |

## &lt; LI &gt;

|                    |    |
|--------------------|----|
| 預備功能 (G 功能) .....  | 10 |
| 閱讀本說明書時的注意事項 ..... | 5  |
| 用以簡化程式設計的功能 .....  | 20 |

# 說明書改版履歷

| 版本 | 年月       | 變更內容 |
|----|----------|------|
| 01 | 2019年10月 |      |

**B-64694CT-1/01**



\* B - 6 4 6 9 4 C T - 1 / 0 1 \*