



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I568528 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：103138492

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 06 日

(51)Int. Cl. : **B23Q15/22 (2006.01)****B23Q15/14 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：許哲瑋 HSU, CHE WEI (TW)；李建毅 LEE, CHIEN YI (TW)；林依穎 LIN, YI YING (TW)；徐士哲 SHIU, SHIH JE (TW)；高永銘 KAO, YUNG MING (TW)

(74)代理人：陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 499345

CN 101859126A

CN 102350522A

CN 103862326A

CN 103926873A

US 2011/0188959A1

審查人員：鄭廷仰

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 23 頁

(54)名稱

刀具控制器及其控制方法

CUTTING TOOL CONTROLLER AND CONTROLLING METHOD THEREOF

(57)摘要

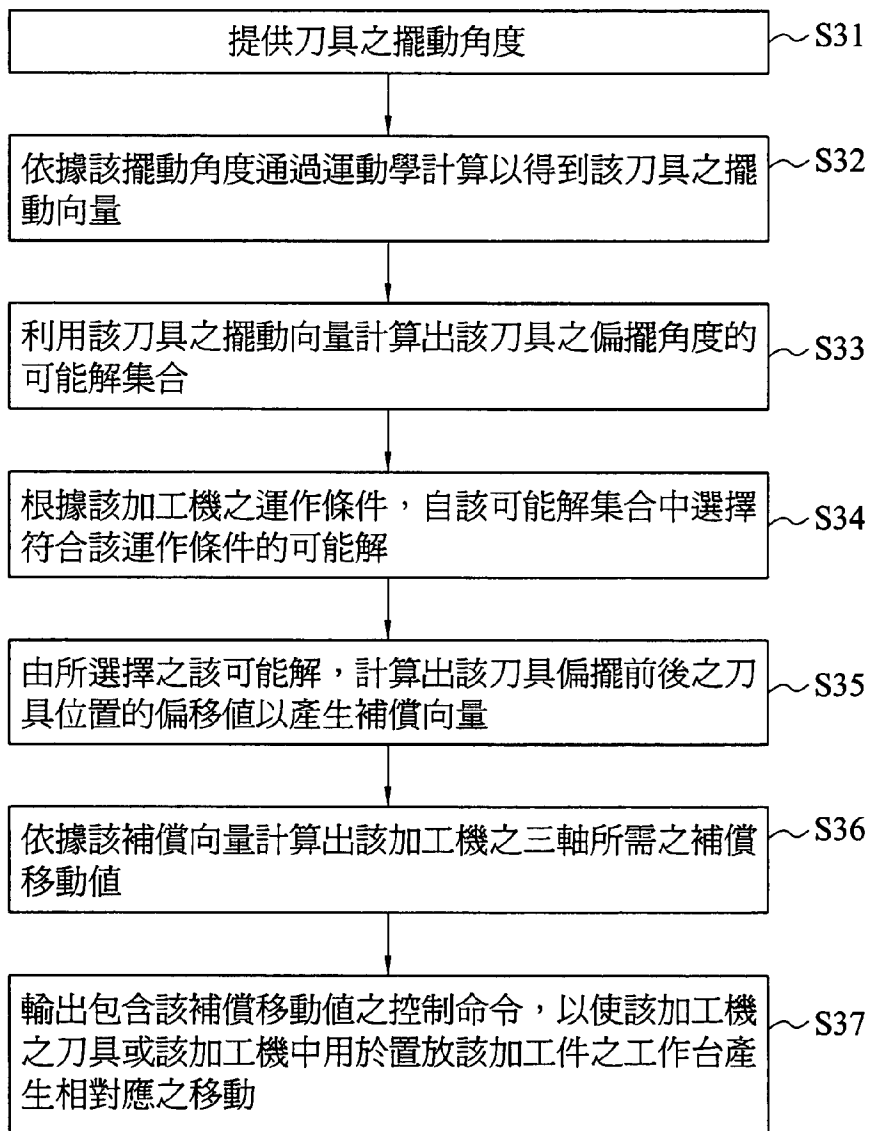
本揭露提供一種刀具控制器及其控制方法，包括提供刀具之擺動角度，依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量，利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合，根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解，由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量，依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值，以及輸出包含該補償移動值之控制命令，以使該加工機之刀具或工作台產生相對應之移動。

The disclosure is cutting tool controller and controlling method thereof, comprising: providing yawing angle of a tool, calculating a yawing vector of the tool using the kinesiology according to the yawing angle of the tool, calculating possible solutions of the swing angle of the tool according to the yawing vector of the tool, selecting one possible solution in the possible solutions according with the operational condition of a machine, computing compensated vector by calculating offset value of the tool position before and after the tool swing, calculating a compensated shift value for the three-axis values of the machine based on the compensated vector, and outputting control command about the compensated shift value for moving the tool or worktable of the machine.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S31 至 S37 . . . 步驟



第3圖

## 發明摘要

公告本

※申請案號：103138492

※申請日：103.11.06

※IPC分類：B23Q<sup>15</sup>/<sub>2</sub> (2006.01)B23Q<sup>15</sup>/<sub>4</sub> (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

刀具控制器及其控制方法

CUTTING TOOL CONTROLLER AND CONTROLLING  
METHOD THEREOF

【中文】

本揭露提供一種刀具控制器及其控制方法，包括提供刀具之擺動角度，依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量，利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合，根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解，由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量，依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值，以及輸出包含該補償移動值之控制命令，以使該加工機之刀具或工作台產生相對應之移動。

## 【英文】

The disclosure is cutting tool controller and controlling method thereof, comprising : providing yawing angle of a tool, calculating a yawing vector of the tool using the kinesiology according to the yawing angle of the tool, calculating possible solutions of the swing angle of the tool according to the yawing vector of the tool, selecting one possible solution in the possible solutions according with the operational condition of a machine, computing compensated vector by calculating offset value of the tool position before and after the tool swing, calculating a compensated shift value for the three-axis values of the machine based on the compensated vector, and outputting control command about the compensated shift value for moving the tool or worktable of the machine.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 3 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

S31 至 S37                      步驟

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

本案無化學式

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

刀具控制器及其控制方法

CUTTING TOOL CONTROLLER AND CONTROLLING  
METHOD THEREOF

## 【技術領域】

本揭露係關於加工機控制技術，更詳而言之，係關於一種刀具控制器及其控制方法。

## 【先前技術】

在加工應用中，大多數的精加工路徑是使用球型刀來執行切削，由於球型刀於三軸路徑上會有加工靜點的產生，不僅造成加工刀具磨損，更因靜點的產生而使得加工表面粗糙，且光澤度不好，因而導致加工時間延長或加工作品質不佳等狀況。

如第 1 圖所示，在完成加工路徑規劃後，由加工機控制刀具主軸 1 執行切削，加工機的刀具多為球型刀，其中，刀具主軸 1 依據刀具主軸路徑 10 移動，使得刀具 11 可沿著加工刀具路徑 3 進行切削，由於刀具 11 之刀具尖端 111 垂直於加工件表面，將導致加工靜點 31 的產生，因為刀具 11 垂直於加工表面使得刀具 11 之刀軸中心處不會動，故無切削能力，如此將會導致加工表面不平滑的情況，嚴重者，僅能再調整加工路徑，再次對加工件切削以得到所需的切削結果。然而，調整加工路徑的手續是十分繁瑣的，

詳言之，由於加工機與用於規劃加工路徑之 CAD/CAM 軟體通常是分開的，因此，在 CAD/CAM 軟體規劃完加工路徑後，需將 CAD/CAM 軟體的參數輸入至加工機，經轉檔後成爲可供加工機執行的 NC 碼，因而當需要新的加工路徑時，則需要再次重新轉碼產生新的 NC 碼，整個過程不僅繁瑣，若加工機與執行 CAD/CAM 軟體的設備爲分別獨立者，其中需要執行的數據傳輸、轉檔等程序，更會耗時許久。

因此，本領域之業者需具一種新的加工機控制技術，希望在不變更原始的加工機設備下，找出排除加工靜點的產生，並且可縮短加工時間的加工控制機制，若能同時減少刀具受損，以及增加加工件表面光滑度和光澤，對於加工件品質有所極大助益，此亦成爲本技術領域之人士所亟欲解決的技術課題。

### 【發明內容】

本揭露提供一種刀具控制方法，係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的加工控制，包括：提供該刀具之擺動角度；依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量；利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合；根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解；由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量；依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值；以及輸出包含該補償移動值之控制命令，以使

該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動。

本揭露還提供一種使用上述之刀具控制方法的刀具控制器。

另外，本揭露更提出一種刀具控制器，係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的調整，該刀具控制器包括：解譯單元，係用於解譯欲執行之切削路徑之加工參數以產生該擺動角度；運動學運算單元，係用於依據該擺動角度計算該刀具之擺動向量；補償單元，係用於計算該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量；以及運動控制單元，係依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值，且通過該補償移動值產生對應之控制命令。

由上述內容可知，本揭露之刀具控制器及其控制方法，透過控制器執行切削點偏移控制，亦即改變原本刀具的切削點，使得執行原本加工路徑時無刀具靜點產生，如此，降低刀具受損情況，同時增加加工件表面平滑度以及減少加工時間，更無需使用習知 CAD/CAM 重新修改加工路徑與工具機模組等繁複程序，故使加工機之切削控制更簡易，同時達到良好的切削效果。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係現有加工機之切削方式的示意圖；

第 2 圖係本揭露所提出之切削方式的示意圖；

第 3 圖係說明本揭露之刀具控制方法之流程圖；

第 4 圖係說明本揭露之刀具控制器之架構圖；



第 5A 圖係使用本揭露之刀具控制方法之 3+2 軸機台構型之示意圖；

第 5B 圖係使用本揭露之刀具控制方法之 4+1 軸機台構型之示意圖；以及

第 5C 圖係使用本揭露之刀具控制方法之雙轉頭式機台構型之示意圖。

### 【實施方式】

以下藉由特定的具體實施形態說明本揭露之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本揭露之其他優點與功效，亦可藉由其他不同的具體實施形態加以施行或應用。

第 2 圖係本揭露所提出之切削方式的示意圖，如該圖所示，由加工機會控制刀具主軸 2 執行切削程序，在精加工中，刀具通常為球型刀，因而，若使刀具 21 與加工件表面維持垂直的話，則將有如第 1 圖的靜點產生。因此，本揭露是提出改變刀具 21 的偏擺角度，但在加工刀具路徑 3 維持不變下，故需要移動刀具 21 與加工件的相對位置關係，使得加工機在控制刀具主軸 2 進行切削時，仍可完成與原本加工條件下的相同切削結果。

第 3 圖係說明本揭露之刀具控制方法之流程圖，本實施例之刀具控制方法係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的加工控制，具體而言，於本實施例中，加工機可為包括三個直線軸與兩個旋轉軸的機台，其是利用五軸控制器與切削點的偏移控制，透過改變原本刀具切削點，使原

本加工路徑無刀具靜點產生，使得加工件表面可以更平滑，同時透過直接對控制器改變刀具偏擺角度，將可大幅減少加工時間，此為目前加工機之控制器所無法達到的。

於步驟 S31 中，係提供刀具之擺動角度。詳言之，擺動角度係指刀具偏擺後與偏擺前之原始垂直表面之角度，此擺動角度可依據需求而彈性輸入，由於不同加工機或加工件有不同的接受條件，例如 5 度切削有平滑效果，10 度切削可產生更平滑效果，但 45 度切削的平滑效果最佳，但可能加工機或加工件無法接受刀具以 45 度的切削，故此步驟可依據加工機或加工件的可接受條件，輸入刀具的擺動角度。

於步驟 S32 中，係依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量。在知悉擺動角度下，可通過運動學的分析計算得到刀具的擺動向量，具體而言，可利用旋轉點與力臂間關係求得擺動向量。

於步驟 S33 中，係利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合，其中，該偏擺角度包括該加工機之刀具之傾斜角度及旋轉軸角度。詳言之，刀具在不同的角度擺設下，仍可完成相同的切削結果，舉例來說，刀具與加工件表面呈現 45 度的角度關係，若刀具沿 Z 軸旋轉 180 度後，刀具與加工件仍是呈現 45 度的角度關係，但切削方向可能剛好相反，前者若往右切削，則刀具旋轉後則需往左切削。

由上可知，可能解集合係指刀具以相對原始垂直表面

之正角度或負角度之偏擺角度執行切削而達到相同切削目標者，因此，刀具在一個擺動角度下，將會產生兩個可能解（可執行切削的方式），故步驟 S33 即利用刀具之擺動向量計算出可能解集合，以供後續計算偏擺補償之用。

於步驟 S34 中，係根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解。如前所述，不同加工機有不同運作機制，當然也會有不同限制條件，例如無法提供大於 30 度的切削，因此，於步驟 S34 中，將依據加工機之運作條件，由可能解集合中找出符合該運作條件者，可能僅其中一者符合，或者是若兩者都符合則任何一者皆可。

於步驟 S35 中，係由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量。此步驟係說明，當選擇其中一切削方式後，刀具已形成偏擺，此時刀具偏擺所對應的刀具切削點當然會與一開始的不同，因為刀具被偏擺某角度後已不在原本位置上，因此，此步驟即依據偏擺後之刀具與原始垂直表面之刀具的刀具位置計算出偏移值，並根據偏移值的距離關係（作為力臂）進而求得補償向量，此補償向量即用於控制刀具和加工件的相對位置關係。

於步驟 S36 中，係依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值。前一步驟已計算出刀具和加工件的偏移值，以及要維持控制刀具和加工件處於原位置關係的補償向量，而此步驟即是將利用該補償向量計算出加工

機之三軸所要需之補償移動值，亦即將刀具和加工件間的補償關係，實際轉換成用於控制加工機之三軸位置的移動值。

於步驟 S37 中，係輸出包含該補償移動值之控制命令，以使該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動。在知悉加工機之三軸位置的移動值後，可輸出包含該補償移動值之控制命令，進而控制刀具或工作台的移動，由於每種加工機的類型不同，特別是有些工作台不能移動，故可根據加工機的條件限制，對應調整刀具或工作台的位置關係。因此，此步驟的目的是希望透過移動刀具與加工件之相對位置，使得刀具以原定之切削路徑執行切削。

藉由本揭露前述的方法，通過控制器，藉由變化刀具擺動角度以改變刀具與加工件表面的關係，如此有助於排除加工靜點的產生，但因刀具角度改變，故需要使刀具和加工件維持在一開始的相關位置上，故本揭露提出計算位置補償，通過移動刀具和工作台，使得刀具和加工件的相關關係維持在一開始的加工路徑上，故仍能完成相同的切削結果，但無加工靜點下，當然能增加加工件表面平滑度與光澤度。

另外，透過直接控制刀具偏擺角度，無需如習知需要通過 CAD/CAM 重新修改加工路徑以及轉檔等程序，更有助於縮短加工時間。

需說明者，本揭露之刀具控制方法可適用於多種機台

構型之加工機中，例如機台構型可為 3+2 軸機台構型、4+1 軸機台構型或雙轉頭式機台構型，後面將有更詳細說明。

第 4 圖為本揭露之刀具控制器之架構圖。如圖所示，本實施例之刀具控制器 4 是用於執行前述之刀具控制方法的控制器，其具有靜點移除模組 41，可用於調整刀具與加工件之位置關係，靜點移除模組 41 係包括：解譯單元 411、運動學運算單元 412、補償單元 413 以及運動控制單元 414。

解譯單元 411 是用於解譯欲執行之切削路徑之加工參數以產生該擺動角度。解譯單元 411 即對應步驟 S31 的執行，具體而言，在確定欲執行之切削路徑後，會將相關加工參數輸入至刀具控制器 4 內，解譯單元 411 則是解譯加工參數，使該些加工參數可為刀具控制器 4 所執行使用，其中，該加工參數即包括刀具擺動角度。

運動學運算單元 412 用於依據該擺動角度計算該刀具之擺動向量。運動學運算單元 412 是對應步驟 S32 的執行，因此，運動學運算單元 412 是在取得加工參數（含刀具之擺動角度）後，通過運動學計算得到刀具之擺動向量。

補償單元 413 用於計算刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量。補償單元 413 是對應步驟 S33-S35 的執行，換言之，補償單元 413 主要是運算刀具偏擺後需要提供多少補償，因而同樣也需要利用運動學來進行運算。

運動控制單元 414 是依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值，且通過該補償移動值產生對應之控制命令。運動控制單元 414 是對應步驟 S36-S37 的執

行，具體而言，運動控制單元 414 係提供當取得加工件或刀具的補償移動值後，產生對應的控制命令，藉此控制刀具控制器 4 執行對應的偏擺補償。

另外，本實施例之刀具控制器 4 更包括輸入模組（圖未示），可供輸入加工參數以及控制器參數，通常可利用人機介面來呈現。其中，加工參數即前述之欲執行之切削路徑的相關定義，而控制器參數則是控制器運作時的基本設定，例如各個旋轉軸和加工件的位置設定。

本實施例之刀具控制器 4 更包括輸出模組（圖未示），可供傳送控制命令至加工機之驅動器，以控制刀具或工作台之移動。如前所述，在取得補償移動值後，既可由運動控制單元 414 產生控制命令，之後，可通過輸出模組傳送至加工機之驅動器來執行。

接著，通過具體實施例，說明 3+2 軸機台構型、4+1 軸機台構型或雙轉頭式機台構型等不同機台構型的偏擺補償計算。其中，第 5A 圖說明使用本揭露之刀具控制方法之 3+2 軸機台構型之示意圖，第 5B 圖為使用本揭露之刀具控制方法之 4+1 軸機台構型之示意圖，第 5C 圖為使用本揭露之刀具控制方法之雙轉頭式機台構型之示意圖。

如第 5A 圖所示，在刀具 501 由刀具主軸 50 控制，在提供刀具 501 擺動角度後，可求得刀具向量模型  $\vec{K} = T(L_x, L_y, L_z) \cdot R(C) \cdot T(M_x, M_y, M_z) \cdot R(w) \cdot T(P_x, P_y, P_z, L_t) \cdot \vec{T}_v$  以及刀具位置模型  $\vec{Q} = T(L_x, L_y, L_z) \cdot R(C) \cdot T(M_x, M_y, M_z) \cdot R(w) \cdot T(P_x, P_y, P_z, L_t) \cdot \vec{T}_o$ ，其中， $T(L_x, L_y, L_z)$  為加工原點 52 與旋轉軸 C 之偏移量、 $R(C)$  為旋轉

軸矩陣、 $R(w)$ 為搖擺軸矩陣， $(P_x, P_y, P_z)$ 為三軸移動量， $L_t$ 為刀長值， $\bar{T}_v$ 與 $\bar{T}_o$ 分別為刀具向量與刀具位置，刀具向量於第 5A 圖的值為 $(0,0,1,0)^T$ ，而刀具位置的初值為 $(0,0,0,1)^T$ 。

可由已知 $\bar{K}$ 、 $\bar{Q}$ 與、 $T(L_x, L_y, L_z)$ 、 $T(M_x, M_y, M_z)$ 、 $R(w)$ 、 $R(C)$ 與 $L_t$ 情況下，求得補償向量 $\bar{P} = R^{-1}(w) \cdot T^{-1}(M_x, M_y, M_z) \cdot R^{-1}(C) \cdot T^{-1}(L_x, L_y, L_z) \cdot \bar{Q} + T(L_t)$ 。

與前述刀具控制方法相對應，刀具控制方法之步驟 S32 中的求得刀具之擺動向量，對應於本實施例，即求得上述之 $\bar{K}$ 和 $\bar{Q}$ 。

刀具控制方法之步驟 S33，是計算加工機之刀具之傾斜角度及旋轉軸角度，以得到刀具之偏擺角度的可能解集合，對應於本實施例，即利用 $\bar{K}$ 和 $\bar{Q}$ 計算出兩組解，並將這兩組解之傾斜角度及旋轉軸角度算出。

刀具控制方法之步驟 S34，是選擇一組可能解，對應於本實施例，即利用一組可能解，得到 $R^{-1}(C)$ 和 $R^{-1}(w)$ 。

刀具控制方法之步驟 S35，是求得補償向量，對應於本實施例，即利用刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值，計算得到補償向量 $\bar{P}$ 。

刀具控制方法之步驟 S36，是計算三軸移動值，對應於本實施例，即利用補償向量 $\bar{P}$ ，反向計算出加工機之三軸所需之補償移動值。

由上可知，可使用補償向量補償因旋轉軸擺動而偏移的刀具 501 位置，例如移動刀具主軸 50 位置或移動工作台 51 位置，使加工路徑與原本三軸路徑相同，但刀具切削工

件點改變。

如第 5B 圖所示，為 4+1 軸機台構型的示意圖。同樣地，在刀具 501 由刀具主軸 50 控制，在提供刀具 501 擺動角度後，可計算得到刀具向量模型  $\bar{K} = T(L_x, L_y, L_z) \cdot R(C) \cdot T(P_x, P_y, P_z, L_t) \cdot R(w) \cdot T(L_t) \cdot \bar{T}_v$  以及刀具位置模型  $\bar{Q} = T(L_x, L_y, L_z) \cdot R(C) \cdot T(P_x, P_y, P_z, L_t) \cdot R(w) \cdot T(L_t) \cdot \bar{T}_0$ ，其中， $T(L_x, L_y, L_z)$  為加工原點 52 與旋轉軸 C 之偏移量、 $R(C)$  為旋轉軸矩陣、 $R(w)$  為搖擺軸矩陣， $(P_x, P_y, P_z)$  為三軸移動量， $L_t$  為刀長值（由刀具尖端至搖擺軸  $w$  之距離）， $\bar{T}_v$  與  $\bar{T}_0$  分別為刀具向量與刀具位置，刀具向量於第 5B 圖的值為  $(0, 0, 1, 0)^T$ ，而刀具位置的初值為  $(0, 0, 0, 1)^T$ 。

可由已知  $\bar{K}$ 、 $\bar{Q}$  與  $T(L_x, L_y, L_z)$ 、 $T(P_x, P_y, P_z, L_t)$ 、 $R(w)$ 、 $R(C)$  與  $L_t$  的情況下，求得補償向量  $\bar{P} = R^{-1}(C) \cdot T^{-1}(L_x, L_y, L_z) \cdot \bar{Q} - Matrix(W, L_t)$ 。

如此，使用補償向量補償因旋轉軸擺動而偏移的刀具 501 位置，例如移動刀具主軸 50 位置或移動工作台 51 位置，使得加工路徑與原本三軸路徑相同，但刀具切削工件點改變。

如第 5C 圖所示，為雙轉頭式機台構型的示意圖。同樣地，在刀具 501 由刀具主軸 50 控制，在提供刀具 501 擺動角度後，可計算得到刀具向量模型  $\bar{K} = T(P_x, P_y, P_z, L_t, M_z) \cdot R(C) \cdot T(M_x, M_y, M_z) \cdot R(w) \cdot \bar{T}_v$  以及刀具位置模型  $\bar{Q} = T(P_x, P_y, P_z, L_t, M_z) \cdot R(C) \cdot T(M_x, M_y, M_z) \cdot R(w) \cdot T(L_t) \cdot \bar{T}_0$ ，其中， $T(P_x, P_y, P_z, L_t, M_z)$  為加工原點 52 與旋轉軸 C 之偏移量、 $R(C)$



為旋轉軸矩陣、 $R(w)$ 為搖擺軸矩陣， $(P_x, P_y, P_z)$ 為三軸移動量， $L_t$ 為刀長值（刀具尖端至搖擺軸  $w$  之距離）， $\bar{T}_v$ 與 $\bar{T}_o$ 分別為刀具向量與刀具位置，刀具向量於第 5C 圖的值為  $(0,0,1,0)^T$ ，而刀具位置的初值為  $(0,0,0,1)^T$ 。

可由已知  $\bar{K}$ 、 $\bar{Q}$ 、 $T(P_x, P_y, P_z, L_t, M_z)$ 、 $T(M_x, M_y, M_z)$ 、 $R(w)$ 、 $R(C)$ 與  $L_t$  的情況下，求得補償向量  $\bar{P} = \bar{Q} - \text{Matrix}(M, W, C, \bar{T}_o, L_t)$ 。如此，使用補償向量補償因旋轉軸擺動而偏移的刀具 501 位置，例如移動刀具主軸 50 位置或移動加工件 53 位置，使得加工路徑與原本三軸路徑相同，但刀具切削工件點改變。

綜上所述，本揭露之刀具控制器及其控制方法，通過五軸加工機及其控制器執行三軸加工路徑，亦即調整原本垂直於加工件的刀具之刀軸，藉此改變刀具於加工件上的切削點，之後通過位置補償機制，使得切削仍維持在加工件上原本欲切削的位置，將有助於避免加工靜點的產生。由上可知，通過本揭露之控制刀具偏擺及位置補償，將具有減少加工時間、降低刀具受損以延長刀具壽命以及增加加工件表面平滑度與光澤等優點。

上述實施樣態僅用以說明本揭露之功效，而非用於限制本揭露，任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本揭露之精神及範疇下，對上述該些實施態樣進行修飾與改變。此外，在上述該些實施態樣中之元件的數量僅為例示性說明，亦非用於限制本揭露。因此本揭露之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

**【符號說明】**

1、2、50	刀具主軸
10、20	刀具主軸路徑
11、21、501	刀具
111、211	刀具尖端
3	加工刀具路徑
31	加工靜點
S31 至 S37	步驟
4	刀具控制器
41	靜點移除模組
411	解譯單元
412	運動學運算單元
413	補償單元
414	運動控制單元
51	工作台
52	加工原點
53	加工件

## 申請專利範圍

1. 一種刀具控制方法，係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的加工控制，包括：

提供該刀具之擺動角度，該擺動角度係指該刀具偏擺後與該刀具偏擺前之原始垂直表面之角度；

依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量；

利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合；

根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解，其中，該可能解集合係指該刀具以相對該原始垂直表面之正角度或負角度之偏擺角度執行切削而達到相同切削目標者；

由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量；

依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值；以及

輸出包含該補償移動值之控制命令，以使該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之刀具控制方法，其中，該加工機包括三個直線軸與兩個旋轉軸。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之刀具控制方法，其中，該偏擺角度包括該加工機之刀具之傾斜角度及旋轉軸

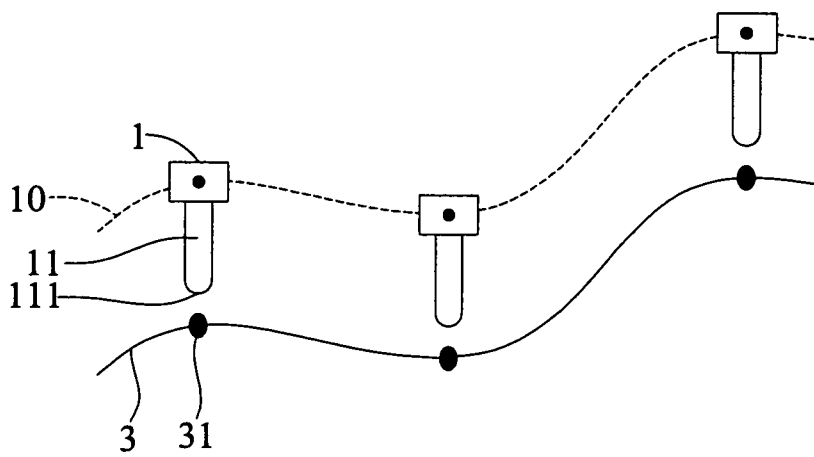
角度。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之刀具控制方法，其中，該加工機之機台構型包括 3+2 軸機台構型、4+1 軸機台構型或雙轉頭式機台構型。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之刀具控制方法，其中，該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動之步驟，係指移動該刀具與該加工件之相對位置，使該刀具以原定之切削路徑執行切削。
6. 一種執行申請專利範圍第 1-5 項所述之刀具控制方法的刀具控制器。
7. 一種刀具控制器，係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的調整，該刀具控制器包括：
  - 解譯單元，係用於解譯欲執行之切削路徑之加工參數以產生該擺動角度；
  - 運動學運算單元，係用於依據該擺動角度計算該刀具之擺動向量；
  - 補償單元，係用於計算該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量；以及
  - 運動控制單元，係依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值，且通過該補償移動值產生對應之控制命令。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之刀具控制器，更包括輸入模組，係用於輸入該加工參數以及控制器參數。

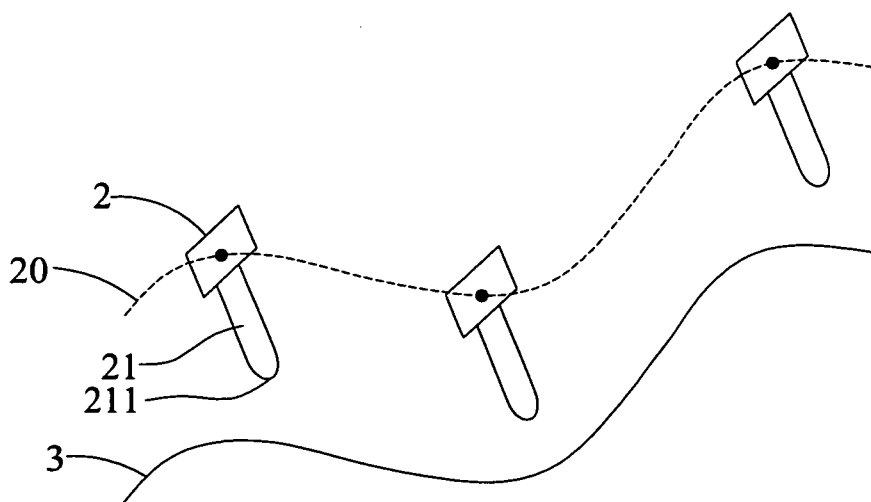
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之刀具控制器，更包括輸出模組，係用以傳送該控制命令至該加工機之驅動器，以控制該刀具或該工作台之移動。
10. 一種刀具控制方法，係提供加工機之刀具與加工件之位置關係的加工控制，包括：
  - 提供該刀具之擺動角度；
  - 依據該擺動角度通過運動學計算以得到該刀具之擺動向量；
  - 利用該刀具之擺動向量計算出該刀具之偏擺角度的可能解集合；
  - 根據該加工機之運作條件，自該可能解集合中選擇符合該運作條件的可能解；
  - 由所選擇之該可能解，計算出該刀具偏擺前後之刀具位置的偏移值以產生補償向量；
  - 依據該補償向量計算出該加工機之三軸所需之補償移動值；以及
  - 輸出包含該補償移動值之控制命令，以使該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動，其中，該加工機之刀具或該加工機中用於置放該加工件之工作台產生相對應之移動之步驟，係指移動該刀具與該加工件之相對位置，使該刀具以原定之切削路徑執行切削。

105年7月25日修正(更)正替換頁

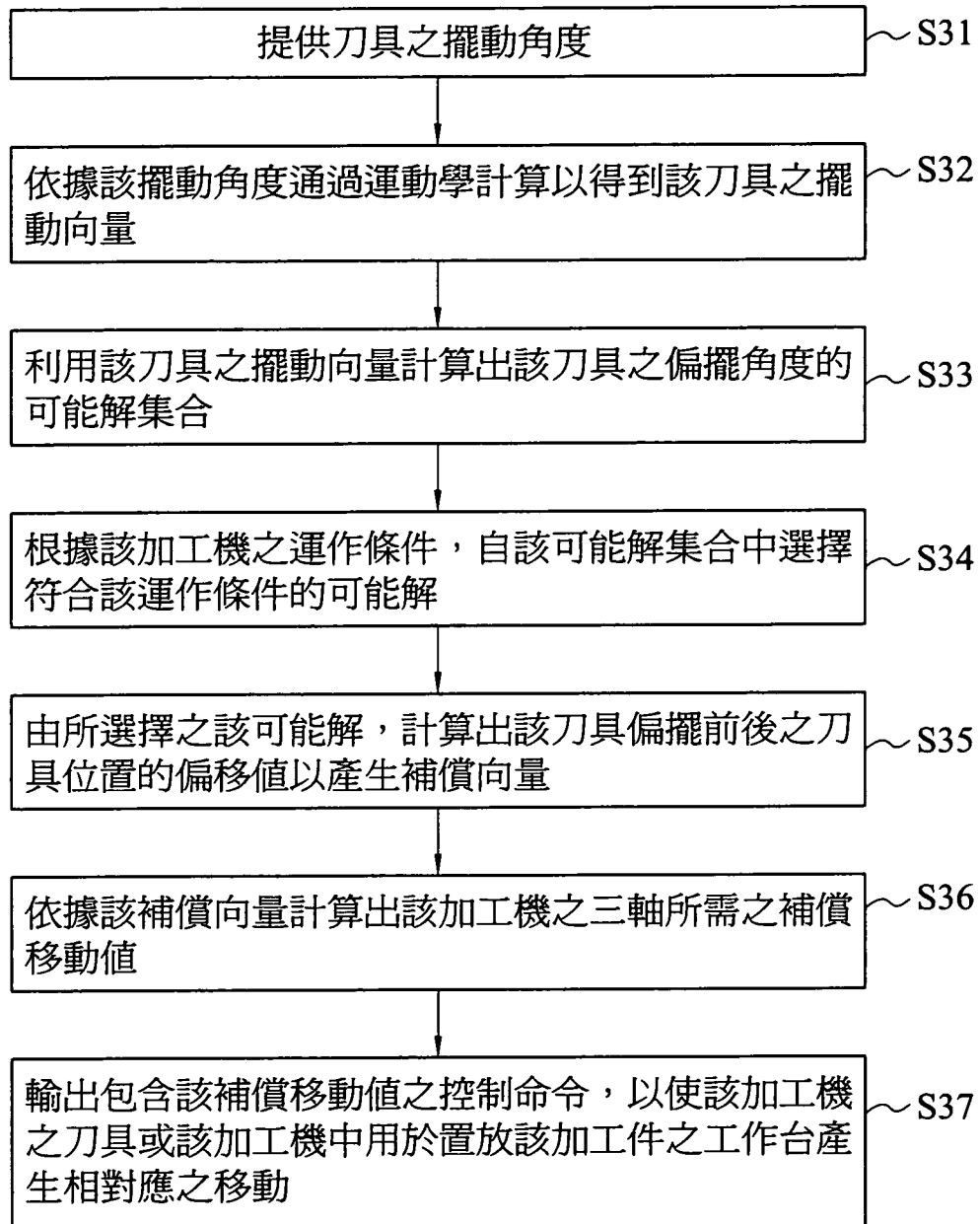
圖式



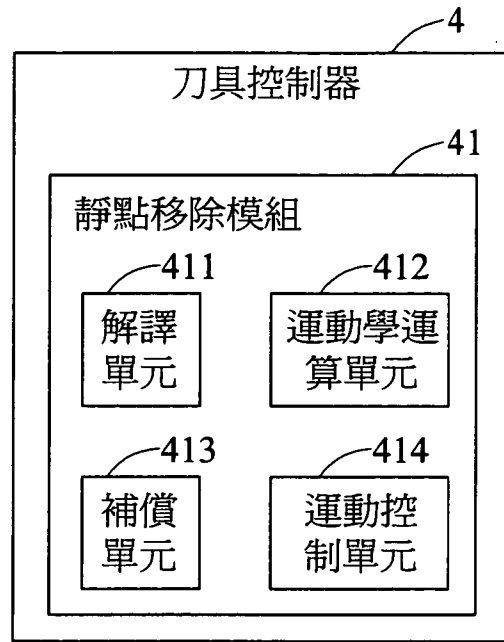
第1圖



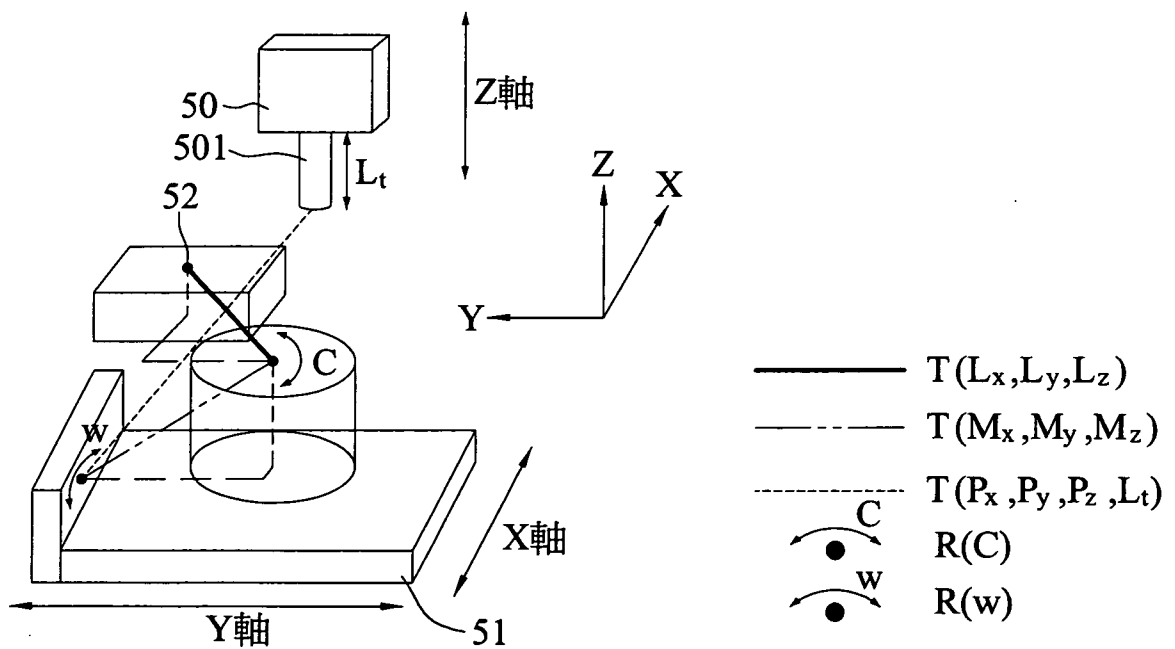
第2圖



第3圖

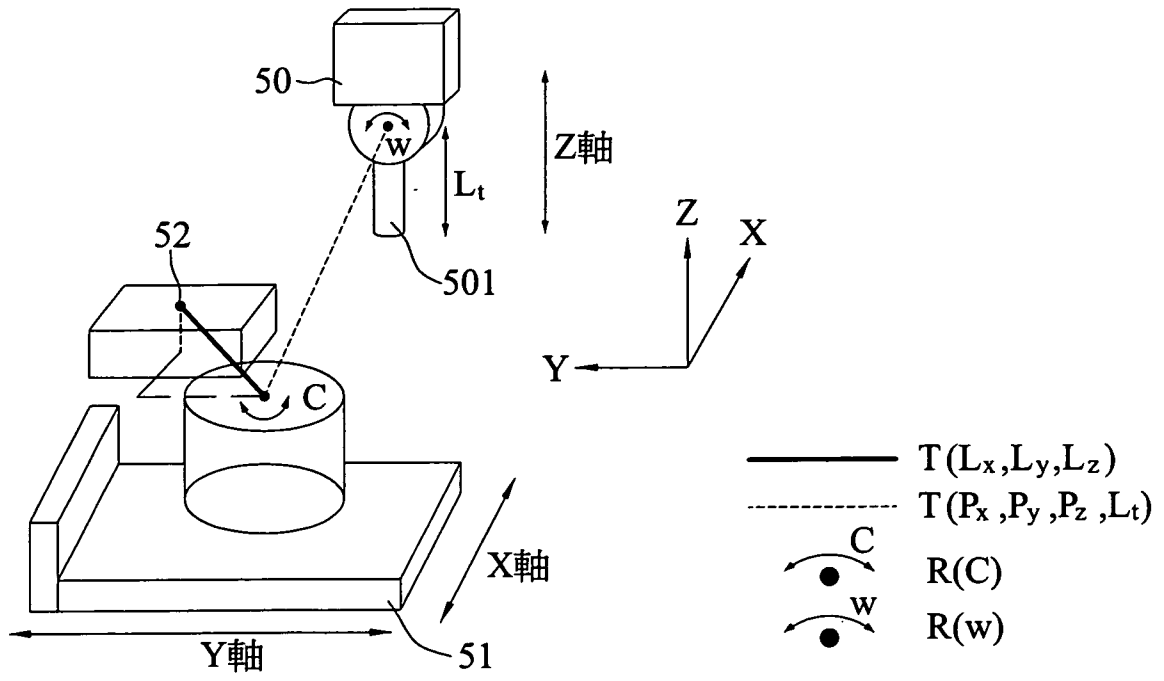


第4圖

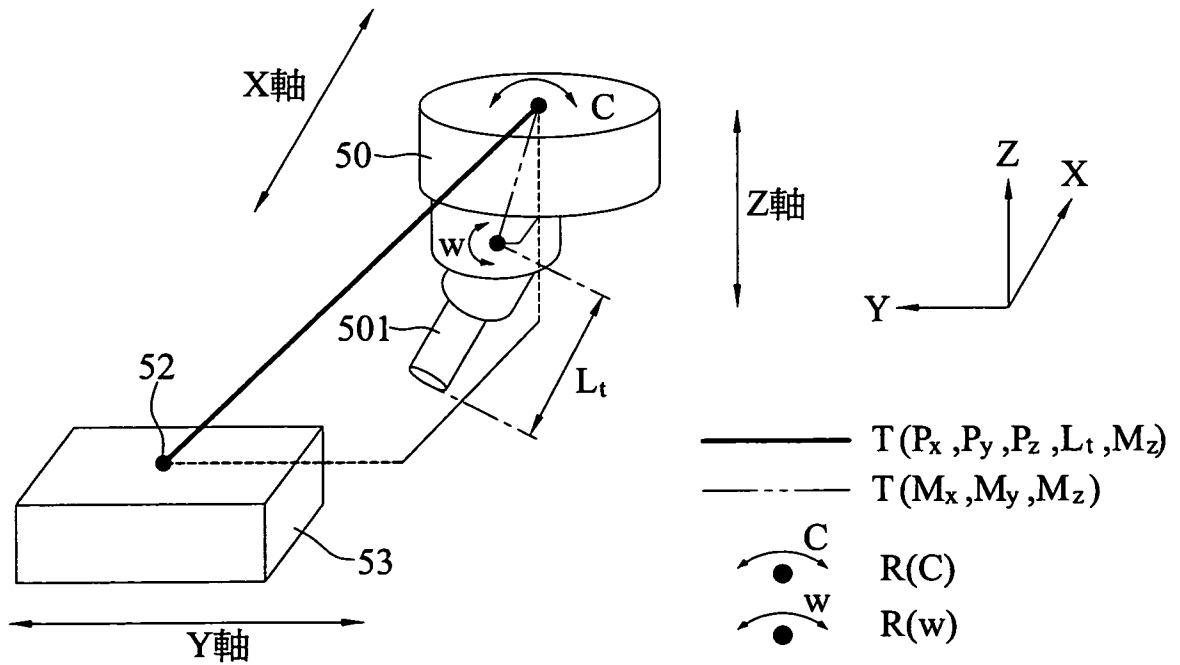


第5A圖





第5B圖



第5C圖