



(21)申請案號：098122498

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 03 日

(51)Int. Cl. : G05B19/04 (2006.01)

(71)申請人：新代科技股份有限公司 (中華民國) SYNTEC INCORPORATION (TW)

新竹市興學街 105 號 5 樓

(72)發明人：呂心宇 LU, HSIN YU (TW) ; 林昀暉 LIN, YUN WEI (TW) ; 黃煒生 HUANG, WEISHENG (TW)

(74)代理人：陳培道

(56)參考文獻：

廖家賢，NURBS 插補器在 PC-BASED CNC 之設計與實現，碩士論文，國立中央大學機械工程研究所，July 2002.

審查人員：吳柏鋒

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：6 共 0 頁

(54)名稱

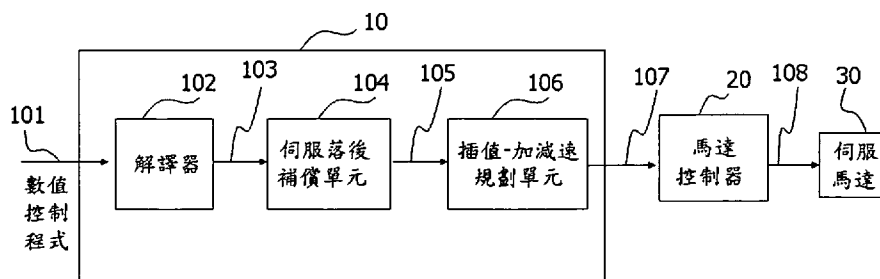
數值控制方法及裝置

METHOD AND DEVICE FOR NUMERICAL CONTROL

(57)摘要

一種數值控制方法，是針對快速來回運動加工之機械設備之伺服落後現象做改進。此數值控制方法係以預測方式從行程距離的條件做修正，使得在做完本方法的動程規劃修正後，實際馬達即使在既存伺服落後的影響下，仍可走至原來既定位置，以代償伺服落後。而且，用此伺服落後補償方式並不影響補償後速度-時間曲線之光滑性。

A numerical control method is designed for machines to decrease the servo lag phenomenon in fast forward and backward motion. The method is to simulate the actual motion and then, based on the simulation result, to modify the displacement of the motion plan such that the actual motor motion will move to the designed position even under the influence of servo lag. Moreover, this method does not affect the velocity smoothness of the original motion plan.



第2圖

- 10 . . . 數值控制裝置
- 101 . . . 數值控制程式
- 102 . . . 解譯器
- 103 . . . 原始行程條件
- 104 . . . 伺服落後補償單元
- 105 . . . 新行程條件

- 106 . . . 插值-加減
速規劃單元
- 107 . . . 動程規劃指
令
- 108 . . . 控制訊號
- 20 . . . 馬達控制器
- 30 . . . 伺服馬達

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98122498

※申請日：98.7.3

※IPC 分類：G05B 19/404 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

數值控制方法及裝置 / Method and device for numerical control

二、中文發明摘要：

一種數值控制方法，是針對快速來回運動加工之機械設備之伺服落後現象做改進。此數值控制方法係以預測方式從行程距離的條件做修正，使得在做完本方法的動程規劃修正後，實際馬達即使在既存伺服落後的影響下，仍可走至原來既定位置，以代償伺服落後。而且，用此伺服落後補償方式並不影響補償後速度-時間曲線之光滑性。

三、英文發明摘要：

A numerical control method is designed for machines to decrease the servo lag phenomenon in fast forward and backward motion. The method is to simulate the actual motion and then, based on the simulation result, to modify the displacement of the motion plan such that the actual motor motion will move to the designed position even under the influence of servo lag. Moreover, this method does not affect the velocity smoothness of the original motion plan.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 數值控制裝置
- 101 數值控制程式
- 102 解譯器
- 103 原始行程條件
- 104 伺服落後補償單元
- 105 新行程條件
- 106 插值-加減速規劃單元
- 107 動程規劃指令
- 108 控制訊號
- 20 馬達控制器
- 30 伺服馬達

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種數值控制方法，特別係關於快速來回運動之加工設備的伺服落後補償，例如：CNC 車床加工的伺服落後補償、CNC 銑床加工的伺服落後補償、攻牙加工的伺服落後補償、鑽孔加工的伺服落後補償以及磨床加工的伺服落後補償等。

【先前技術】

對於需快速來回加工之機械裝置，如車床、磨床、攻牙機及鑽孔機等，其數值控制一大問題來自於伺服落後，此現象會造成加工路徑精度的嚴重不足。習知之一種伺服落後補償方式，係利用前迴饋控制方式(Feedforward control)，係提供一增益值至伺服馬達，使伺服馬達能補償所落後的誤差。然而，這樣的補償方式有兩項缺點：1) 會造成機台震動而影響機台的使用壽命；2) 由於機台有多餘的震動，造成加工品有不必要的紋路產生。如第 1 圖所示，係在鑽孔動作中，使用前迴饋補償的速度-時間圖示意圖；如圖可知，利用前迴饋容易造成加工路徑的不平順，會使加工品有不必要的紋路產生。

而除了上述前迴饋補償之外，在磨床動作中，也有提出另一種補償方式，其步驟包括：1) 檢查上一單節加工精度是否超出預設，如果超出則進入以下步驟，若未超出，則結束；2) 本動單節增加速度，若速度超出預設值，則進入下一步驟；3) 不增加速度，改增加行走的距離，回到步驟 1)。但是，這個補償方式也是有缺點，其必須經過多個移動單節才能使加工精度收斂到預期的目標，會造成加工時間延長或加工精度不足。

【發明內容】

為解決習知之補償方式容易造成機台震動、加工時間延長及加工精度不足的問題，本發明之主要目的在提供一種伺服落後補償方式，係以數值方法得到預估的行程長度，並以此預估行程取代原來設定之行程條件做動程規劃；因此，最後送出的命令會抵消伺服落後的影響，使機台能準確到達原本預期的位置。

本發明之另一主要目的在提供一種伺服落後補償方式，此補償方式係從源頭更改行程長度，並以此修改後的行程長度條件做動程規劃，所以不會像前迴饋補償一樣造成機台抖動；且，由於每次的動作都係有效且能達到精度的要求，所以不會造成加工時間延長及加工精度不足。

依據上述之目的，本發明首先提供一種伺服落後補償方式，包括步驟如下：

- a) 提供一動程規劃，係依據一原始行程條件來產生動程規劃；
- b) 提供一預測行程，係將動程規劃結果輸入至一伺服落後模擬器，以產生預測行程；
- c) 判斷原始行程條件與預測行程相減的差值是否小於一預設之精度誤差，當差值小於預設之精度誤差時，流程結束，否則流程跳至步驟 d；
- d) 提供一新的行程條件，係將步驟 a 之原始行程條件加上步驟 c 之差值作為新的行程條件；
- e) 執行另一動程規劃，係依據新的行程條件執行動程規劃，並進入步驟 b 及步驟 c，直到產生一符合預期的行程條件。

此外，本發明也提供一種具有上述補償方式之數值控制

裝置，包括：一解譯器，係用以接收一數值控制程式並輸出一原始行程條件；一伺服落後補償單元，係接收原始行程條件且以原始行程條件預測一伺服落後量，並輸出一新行程條件，其中，新行程條件係原始行程條件與伺服落後量之和；一插值-加減速規劃單元，係接收新行程條件並輸出一指令，以控制一機械設備。

【實施方式】

首先，請參考第 2 圖，係本發明之一種數值控制裝置 10 之方塊圖。數值控制裝置 10，係用以控制一機械設備之伺服馬達 30，機械設備可以係車床、磨床、攻牙機及鑽孔機等。數值控制裝置 10 包括一解譯器 102、一伺服落後補償單元 104 及一插值-加減速規劃單元 106。解譯器 102，係接收一數值控制程式 101，並將數值控制程式 101 解譯以輸出一原始行程條件 103。伺服落後補償單元 104，係接收上述原始行程條件 103 並預測伺服馬達 30 於原始行程條件 103 下的伺服落後量，且進一步輸出一新行程條件 105。此新行程條件 105 係原始行程條件 103 與預測的伺服落後量的總和。接著，插值-加減速規劃單元 106 接收此新行程條件 105 並輸出一動程規劃指令 107 至馬達控制器 20。馬達控制器 20 則輸出一控制訊號 108 至伺服馬達 30，使伺服馬達 30 其實際行程能精準的達到既定的精度要求。

接著，請參考第 3 圖，係上述伺服落後補償單元 104 運作的詳細流程圖。首先，S1) 伺服落後補償單元 104 係接收從解譯器 102 輸出的一原始行程條件 103，且利用此原始行程條件 103 作一動程規劃；S2) 經動程規劃後的結果進一步輸入到一伺服落後模擬器以預測伺服馬達 30 的可能行程。伺服落後

模擬器係模擬伺服馬達 30 在加工路徑的轉彎處或折返點發生的落後情形；伺服馬達 30 在加工路徑的轉彎處往往無法來得及將每一個輸入命令立刻反應；係類似一低通濾波器。因此，模擬器便設計如第 4 圖所示，上述比率增益(K_p)與伺服馬達 30 本身的的特定有關，因此，使用者在操作機械設備時，必須先輸入伺服馬達的比率增益(K_p)，使模擬器能模擬或預期伺服馬達可能落後的情形。接著，便進入步驟三，即 S3)當模擬器模擬出輸出位置(Pos. out)之後，便可得到一伺服落後量，伺服落後量係原始行程條件 103 減去模擬器模擬出的輸出位置。若此伺服落後量係在可接受的精度誤差內，伺服落後補償單元 104 則會結束補償流程且將原始行程條件 103 直接輸出至插值-加減速規劃單元 106。相反地，若預測的伺服落後量係大於可接受的精度誤差，伺服落後補償單元 104 會進入步驟四；即 S4)將原始行程條件 103 加上預測的伺服落後量而形成一個新行程條件。接著，S5)用此新行程條件作一動程規劃，此動程規劃結果顯然跟 S1 中利用原始行程條件 103 所形成的動程規劃結果不同。接著，便重複步驟 S2 及 S3，直到產生一符合預期的行程條件。而當產生符合預期的行程條件後，伺服落後補償單元 104 則會結束補償流程，且將此符合預期的行程條件當作一新行程條件 105 而輸出至插值-加減速規劃單元 106。

請參考第 5 圖，係一鑽孔機利用上述補償方式之速度-時間示意圖。數值控制裝置 10 係控制伺服馬達 30 於同一路徑之起始點與折返點間作往復運動，而起始點與折返點之距離為往復運動路徑之長度。很明顯地，第 5 圖並沒有像第 1 圖一樣發生機台震動或不平順的現象。上述伺服馬達 30 運動的過程中，在經過折返點之速度與衝量可規劃為零而其加速度可規劃

不為零。

接著，請參考第 6 圖所示，係本發明之另一伺服落後補償流程圖。首先，如步驟一，即 S11) 伺服落後補償單元 104 接收一加工條件並判斷在這樣的加工條件下，是否已有相關補償資料；此加工條件包括行程條件、精準度的要求等，也就是從資料庫中去尋找是否曾接受過同樣的加工條件且曾經跑過補償流程。若已有相關補償資料，進入 S12) 提供一已補償或修正過的行程條件並結束補償流程，否則流程跳 S13) 將此次加工條件中的行程條件取出，此行程條件即所謂的原始行程條件。接著 S14) 以上述原始行程條件去做動程規劃。S15) 將動程規劃結果輸到一伺服落後模擬器，伺服落後模擬器如前文所述，係一低通濾波器，並輸出一預測行程。S16) 將原始行程減去模擬器預測出的行程，以得到一預測的伺服落後量。S17) 判斷此預測的伺服落後量是否在可接受的精度誤差內；若可以接受，則將原始行程，即將加工條件中的行程條件直接輸出並結束補償。若伺服落後大於可接受的誤差值，則代表需要補償，需修正行程條件。進入 S18) 將伺服落後量即原行程條件與預測行程的差值加到原始行程條件以得到一新的或修正的行程條件。S19) 以新的行程條件去做動程規劃，並重複 S15)、S16)及 S17) 直到產生一符合預期的行程條件。而當產生符合預期的行程條件後，伺服落後補償單元 104 則會結束補償流程，且將此符合預期的行程條件當作一新行程條件 105 而輸出至插值-加減速規劃單元 106。

很明顯地，本發明能克服伺服落後對於控制的影響，使得實際行程能精準的達到既定的精度要求；且由於是在源頭的行程條件下做修正，不會有傳統前迴饋補償造成的機台抖動問

題，且也不需要多次時機執行，才能使精度收斂到預設範圍內，造成加工時間的延長。

以上針對本發明較佳實施例之說明係為闡明之目的，而無意限定本發明之精確應用形式，由以上之教導或由本發明的實施例學習而作某種程度修改是可能的。因此，本發明的技術思想將由以下的申請專利範圍及其均等來決定之。

【圖式簡單說明】

第 1 圖 係於鑽孔動作中，使用習知之補償方式之速度-時間示意圖；

第 2 圖 係本發明之一種數值控制裝置之方塊圖；

第 3 圖 係本發明之一種伺服落後補償之流程圖；

第 4 圖 係利用之補償方式其使用的伺服落後模擬器之等效模型；

第 5 圖 係於鑽孔動作中，使用本發明之補償方式之速度-時間示意圖；及

第 6 圖 係本發明之另一種伺服落後補償之流程圖。

【主要元件符號說明】

- 10 數值控制裝置
- 101 數值控制程式
- 102 解譯器
- 103 原始行程條件
- 104 伺服落後補償單元
- 105 新行程條件
- 106 插值-加減速規劃單元
- 107 動程規劃指令

12年6月20日(修正)頁(本)
劃線

2013年6月17日_修正替換頁_無劃線版

- 108 控制訊號
- 20 馬達控制器
- 30 伺服馬達

七、申請專利範圍：

1. 一種數值控制裝置，用以控制一機械設備，該數值控制裝置包括：
一解譯器，係用以接收一數值控制程式並輸出一原始行程條件；
一伺服落後補償單元，係接收該原始行程條件且以該原始行程條件預測一伺服落後量，並輸出一新行程條件，其中，該新行程條件係該原始行程條件與該伺服落後量之和；
一插值-加減速規劃單元，係接收該新行程條件並輸出一指令，以控制該機械設備。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之數值控制裝置，該伺服落後補償單元包括一伺服落後模擬器，以模擬該機械設備之落後情形。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之數值控制裝置，該伺服落後模擬器係一低通濾波器。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之數值控制裝置，該伺服落後補償單元接收該原始行程條件後，以該原始行程條件產生一速度與時間之一動程規劃，且將該動程規劃結果輸入至該伺服落後模擬器，以輸出一預測行程。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之數值控制裝置，其中該伺服落後量係該原始行程條件與該預測行程之差值。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之數值控制裝置，其中該機械設備係一伺服馬達。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之數值控制裝置，該數值控制裝置係控制該機械設備於同一路徑之一起始點與一折返點間作往復運動。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之數值控制裝置，其中該起始點與該折返點之距離為該往復運動路徑之長度。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之數值控制裝置，其中該機械設備在經過該折返點時，該機械設備之速度與衝量為零，但加速度不為零。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之數值控制裝置，其中該機械設備係自下列組合中選出：一車床、一磨床、一攻牙機及一鑽孔機。
11. 一種數值控制方法，用以補償一機械設備之落後情形，該數值控制方法包括步驟如下：
 - A. 提供一動程規劃，係依據一原始行程條件來產生該動程規劃；
 - B. 提供一預測行程，係將該動程規劃結果輸入至一伺服落後模擬器，以產生該預測行程；
 - C. 判斷該原始行程條件與該預測行程相減的一差值是否小於一預設之精度誤差，當該差值小於該預設之精度誤差時，流程結束，否則流程跳至步驟 D；
 - D. 提供一新的行程條件，係將步驟 A 之該原始行程條件加上步驟 C 之該差值作為該新的行程條件；
 - E. 執行另一動程規劃，係依據該新的行程條件執行該動程規劃，並進入步驟 B 及步驟 C，直到產生一符合預期的行程條件。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之數值控制方法，該伺服落後模擬器係一低通濾波器。
13. 如申請專利範圍第 11 項所述之數值控制方法，其中該機械設備係一伺服馬達。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之數值控制方法，該數值控制方法係控制該機械設備於同一路徑之一起始點與一折返點間作一往復運動。
15. 如申請專利範圍第 14 項所述之數值控制方法，其中該起始點與該折返點之距離為該往復運動路徑之長度。
16. 如申請專利範圍第 14 項所述之數值控制方法，其中該機械設備在經過該折返點時，該機械設備之速度與衝量為零，但加速度不為零。
17. 如申請專利範圍第 11 項所述之數值控制方法，其中該機械設備係自下列組合中選出：一 CNC 車床、一攻牙機、一鑽孔機及一磨床。
18. 一種數值控制方法，用以補償一機械設備之落後情形，該數值控制方法包括步驟如下：
 - A. 提供一加工條件，該加工條件包括一原始行程條件及一動程條件；
 - B. 判斷在該加工條件下是否已有相關補償資料，若已有相關補償資料，則提供一已補償的行程條件並結束補償流程，否則流程跳至步驟 C；
 - C. 提供一動程規劃，係依據該原始行程條件來產生該動程規劃；
 - D. 提供一預測行程，係將該動程規劃結果輸入至一伺服落後模擬器，以產生該預測行程；
 - E. 提供一落後差值，該落後差值係該原始行程條件減去該預測行程；
 - F. 判斷該落後差值是否小於一預設之精度誤差，當該落後差值小於該預設之精度誤差時，流程結束，否則流程跳

至步驟 G；

G. 提供一新的行程條件，係將該落後差值加到該原始行程條件以作為該新的行程條件；

H. 執行另一動程規劃，係依據該新的行程條件執行該動程規劃，並進入步驟 D、步驟 E 及步驟 F，直到產生一符合預期的行程條件。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之數值控制方法，該伺服落後模擬器係一低通濾波器。

20. 如申請專利範圍第 18 項所述之數值控制方法，其中該機械設備係一伺服馬達。

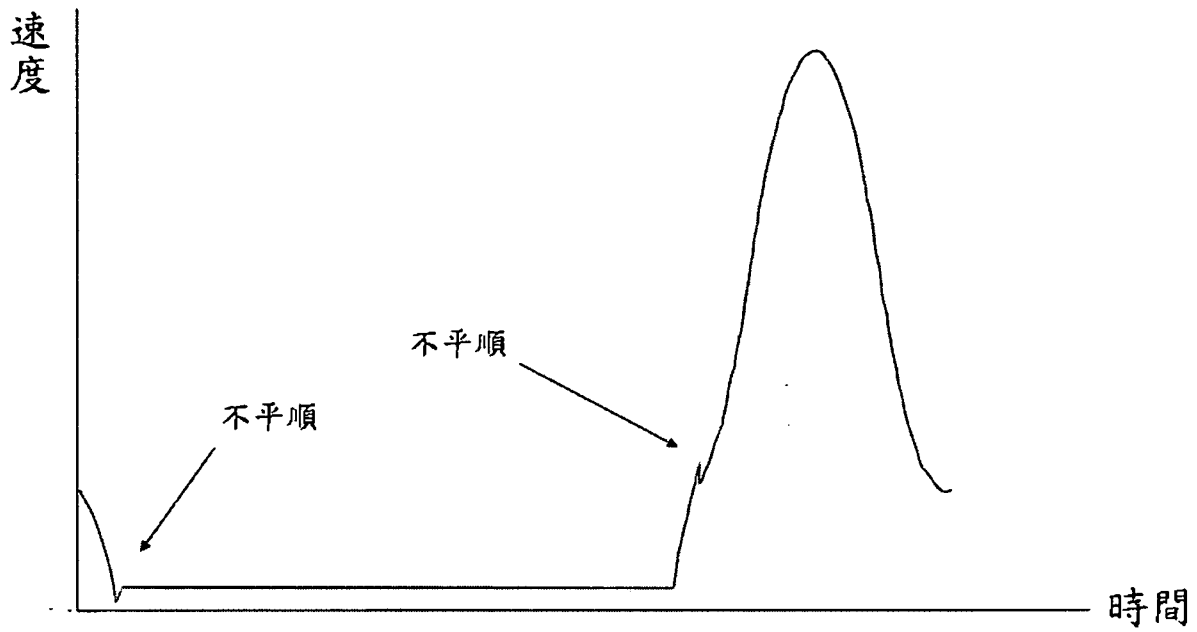
21. 如申請專利範圍第 18 項所述之數值控制方法，該伺服落後補償係控制該機械設備於同一路徑之一起始點與一折返點間作一往復運動。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之數值控制方法，其中該起始點與該折返點之距離為該往復運動路徑之長度。

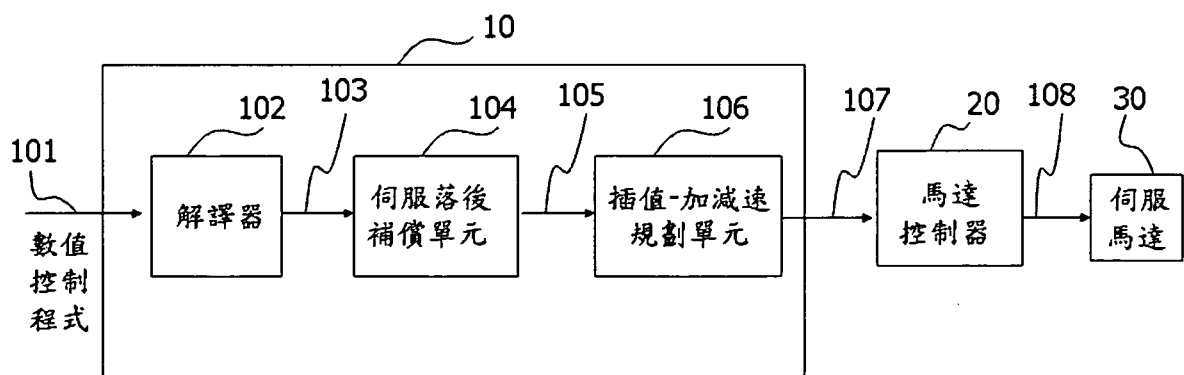
23. 如申請專利範圍第 21 項所述之數值控制方法，其中該機械設備在經過該折返點時，該機械設備之速度與衝量為零，但加速度不為零。

24. 如申請專利範圍第 18 項所述之數值控制方法，其中該機械設備係自下列組合中選出：一車床、一磨床、一攻牙機及一鑽孔機。

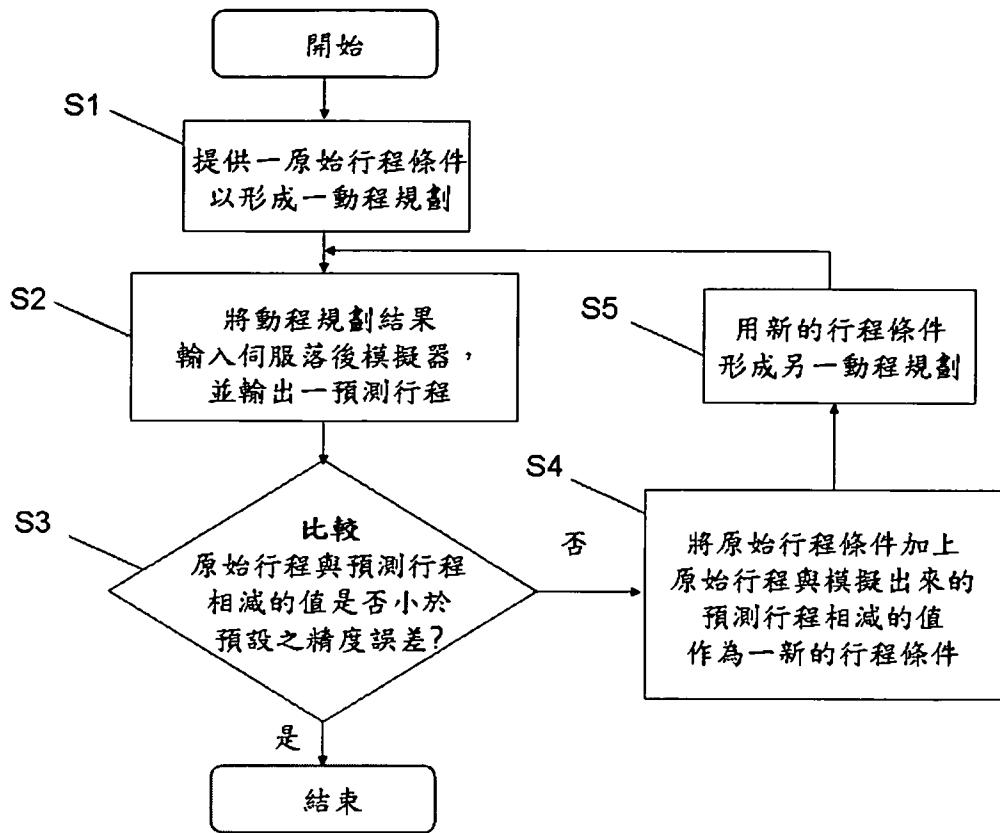
八、圖式：



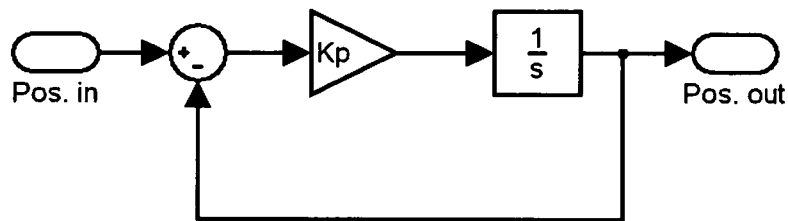
第1圖 先前技術



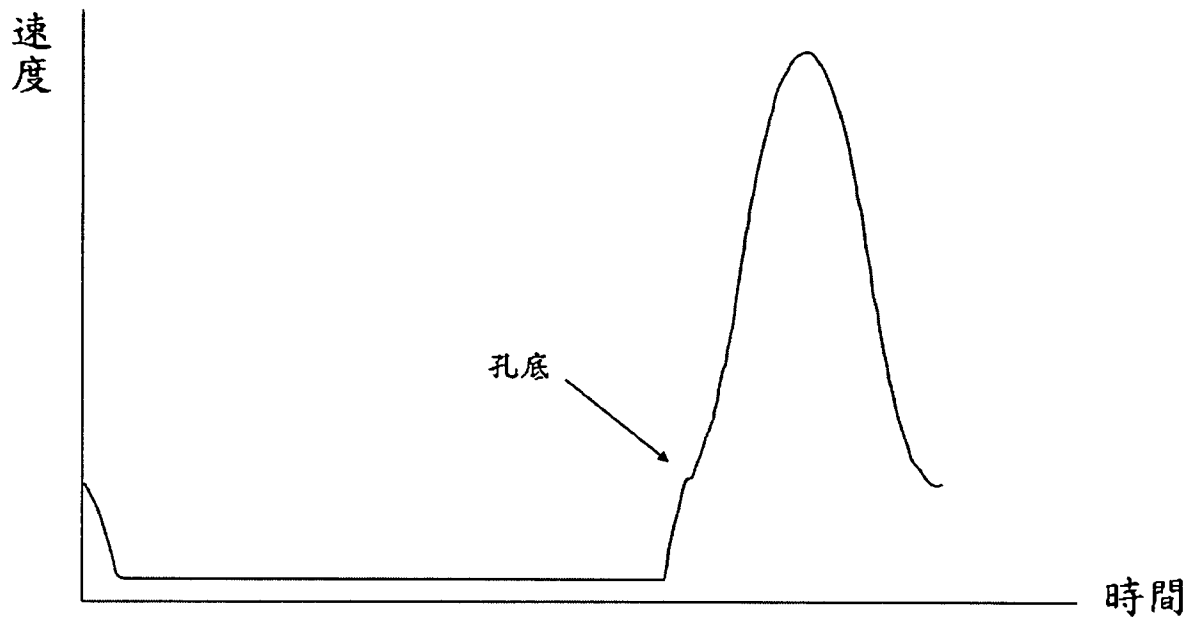
第2圖



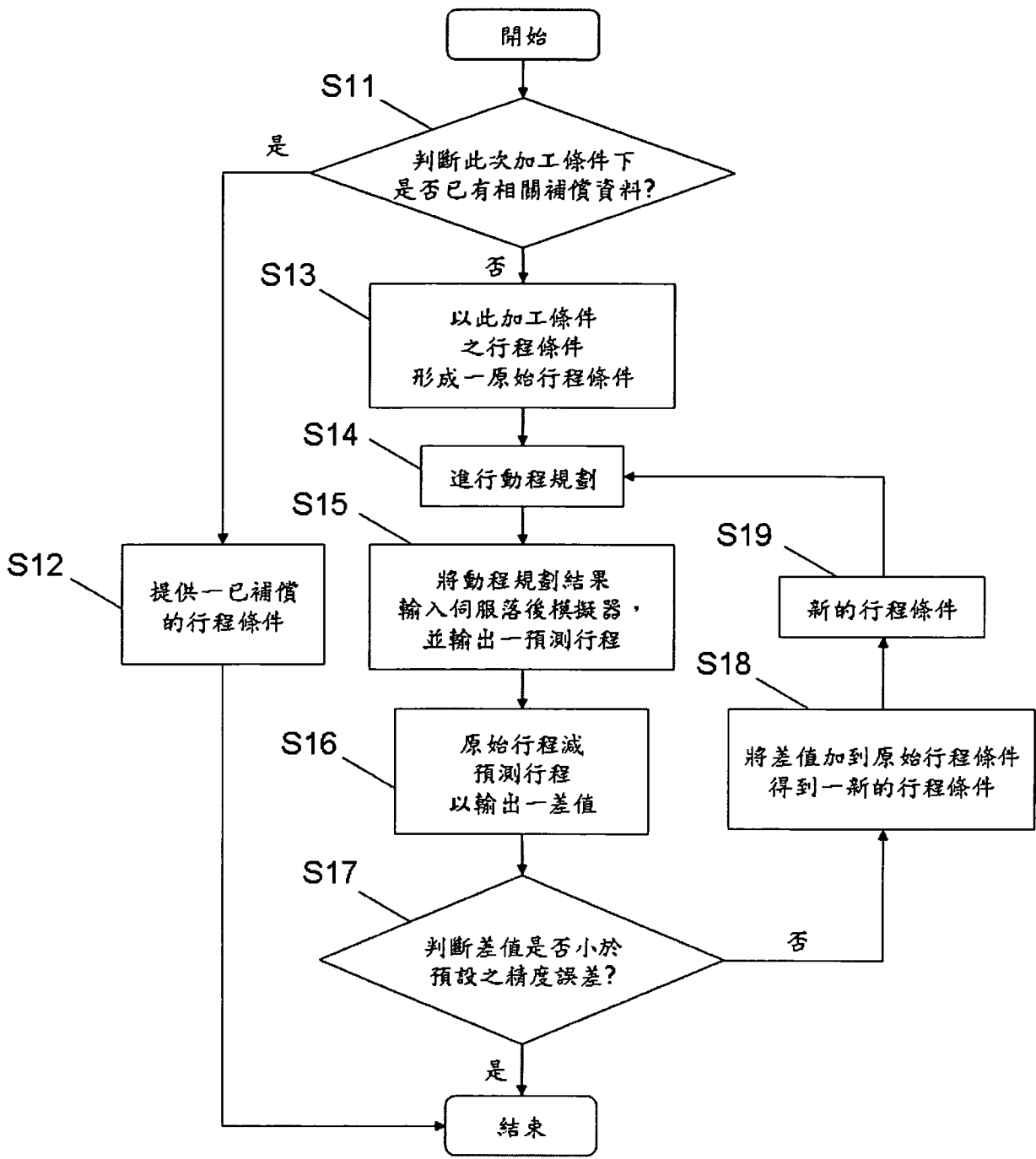
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖