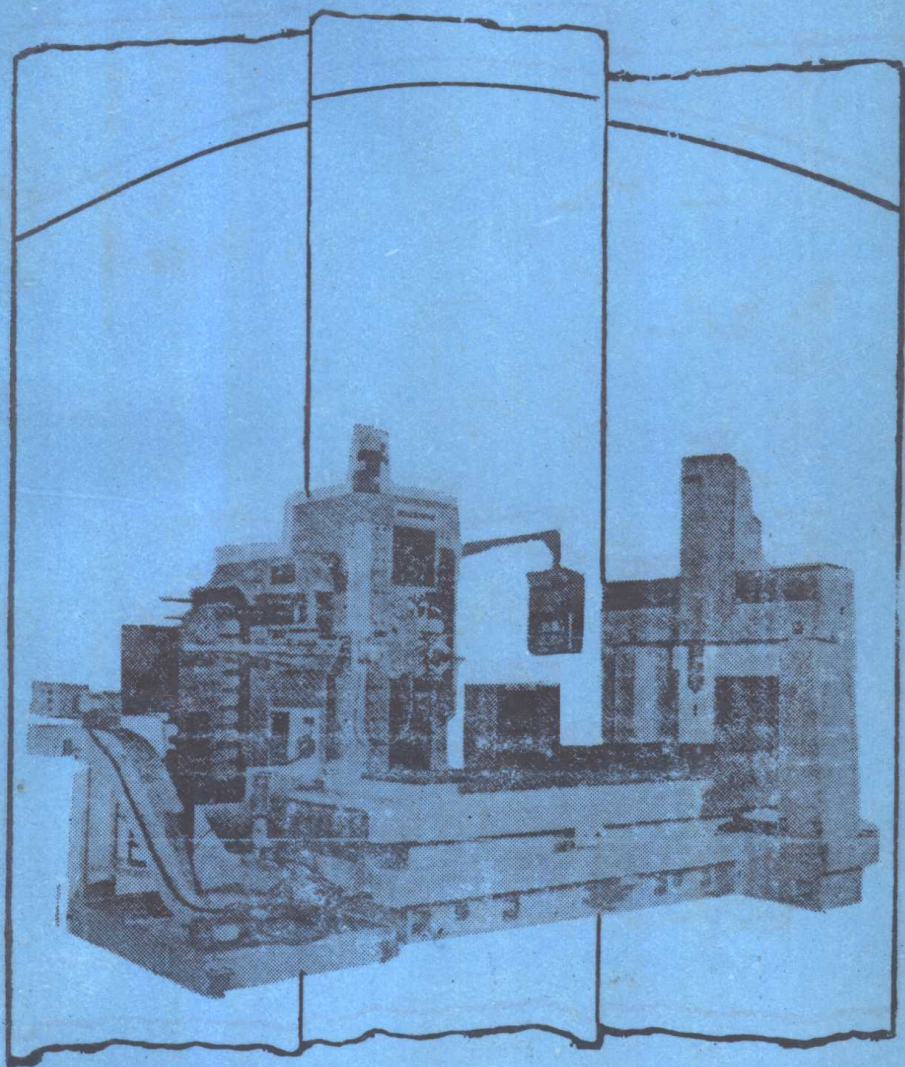


CNC銑床與切削中心



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界圖書出版公司 重印

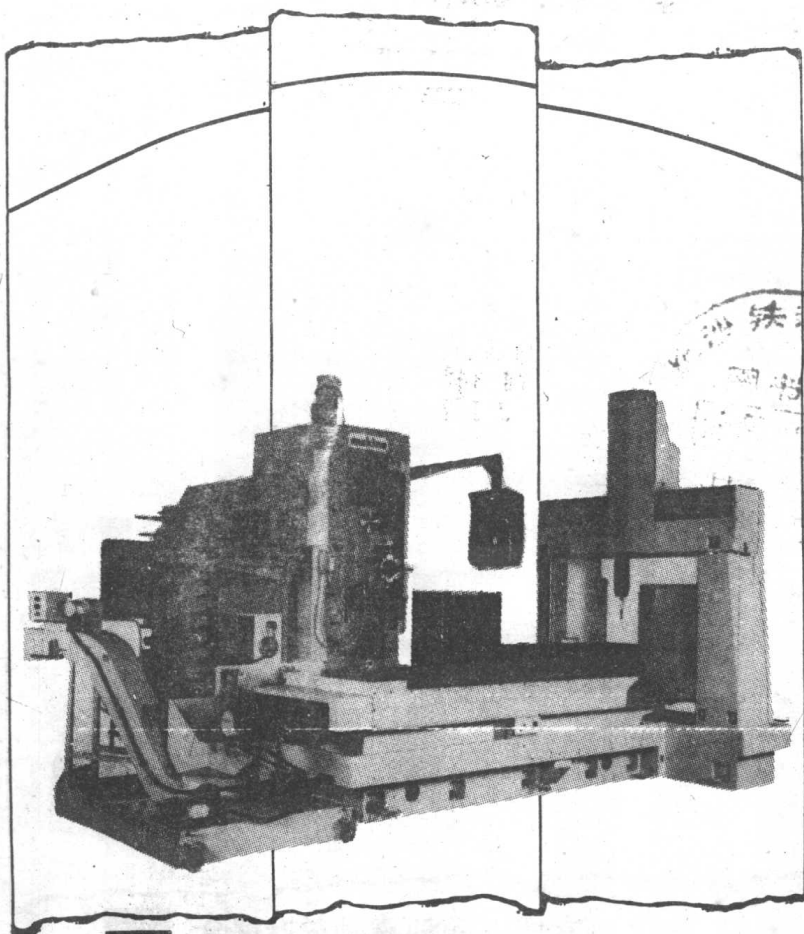
556156



C0074136

CNC銑床與切削中心

王繼正 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界圖書出版公司 重印

CNC铣床与切削中心

王继正 编著

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年9月第1版 开本: 711 × 1245 1/8

1991年9月第1次印刷 印张: 14.5

印数: 001—820

ISBN 7-5062-1011-8

定价: 10.90

本书经全华科技图书股份有限公司香港和

中国大陆总代理鑫港出版社有限公司特许

世界图书出版公司独家重印, 限国内发行

1991

序 言

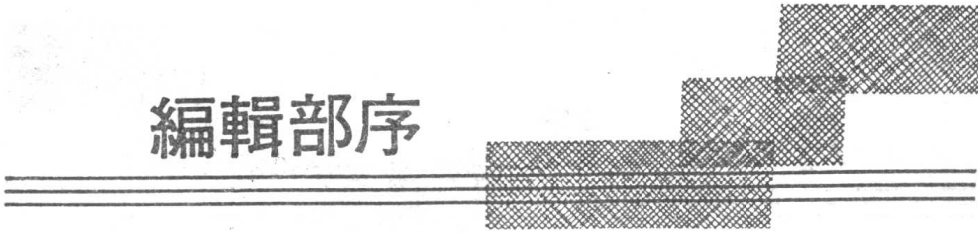
在工業自動化的過程中，CNC 數控工具機實位居重要的地位，因此不論談到CAM、FMS 或 CIM，都與CNC數控工具機脫離不了關係，而CNC 銑床與切削中心在機械加工中，因具有非常大的加工彈性和範圍，所以在工業界中應用得很多，筆者有鑒於當前國內機械工業環境的需要，並根據從事CNC 教學經驗所得，編寫本書，以期對我國機械工業略盡一份心力。

本書係針對CNC 銑床與切削中心作一系統的整理和說明，從NC 的基本概念介紹起，對數控的演進、原理及優缺點有完整的說明。接著第二章介紹數值控制的未來發展，將工業自動化中有關的技術詳細地加以介紹。第三章則是CNC 切削中心的基本構造說明，以期讀者能夠對機械本體部份有所認識。第四章則係CNC 程式設計的基本概念。第五章則是針對CNC 程式設計中的指令，作詳細的說明，期望讀者可以自行著手設計CNC 的程式。第六章則是自動程式設計（APT），此部份係依據全友的MAPT 編寫而成。第七章則是CNC 銑床與切削中心的基本操作。相信讀者研讀完後，當可開始著手有關CNC 銑床和切削中心的程式設計和操作等工作了。

本書的完成，非常感謝全華圖書公司的支持，使得本書得以出版，並筆者才疏學淺，有所疏漏在所難免，尚祈諸先進、專家惠予指正，是幸！

王繼正 謹識

編輯部序

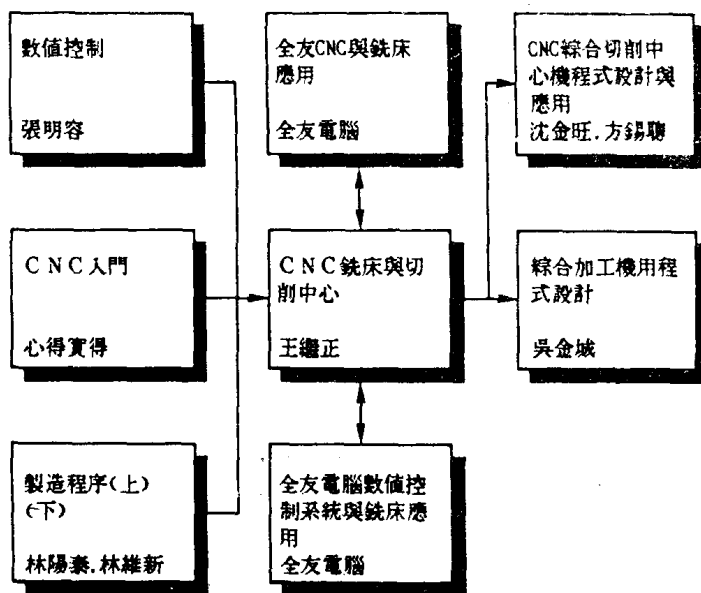


「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

工業自動化的過程中，CNC 數控工具機實居重要的地位。又 CNC 銑床與切削中心在機械加工中具有極大的加工彈性和範圍，為適應國內機械工業之需要，特推出本書以餉讀者。本書對 CNC 銑床與切削中心作一系統的整理和說明：包括程式設計、應用 APT 語言及操作流程。適合高工及大專機械科系閱讀以及數控切削中心操作之相關人員使用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流程圖



目 錄

第一章 數值控制的基本概念 1

1-1	前言	1
1-2	數值控制的基本意義	2
1-3	數值控制的演進	4
1-4	數值控制的原理	4
1-4-1	控制模式	6
1-4-2	控制系統	7
1-5	數值控制的優點	8
1-6	數控工具機的選用	10

第二章 數值控制的未來發展 15

2-1	前言	15
2-2	電腦數值控制CNC	15
2-3	直接數值控制DNC	16
2-4	電腦輔助設計與製造CAD/CAM	19
2-5	彈性製造系統FMS	24
2-6	電腦整合製造CIM	27

第三章 CNC切削中心的基本構造 31

3-1 前言	31
3-2 機械本體	32
3-2-1 主軸頭	32
3-2-2 工作台	36
3-2-3 導軌	40
3-2-4 自動刀具交換	42
3-3 驅動系統	49
3-3-1 伺服馬達	50
3-3-2 滾珠導螺桿	53
3-3-3 伺服馬達與滾珠導螺桿的結合	56
3-4 量測系統	58
3-5 數控系統	63
3-5-1 硬體設備	63
3-5-2 軟體功能	64
3-6 探針系統在切削中心的應用	69
3-7 適應控制	70
3-8 切削中心的發展趨勢	73

第四章 程式設計的基本概念 81

4-1 前言	81
4-2 程式設計	82
4-2-1 手工程式設計	82
4-2-2 自動程式設計	83
4-2-3 交談式程式設計	84
4-3 程式組成	85
4-3-1 區段的構成	85

4-3-2	輸入格式	86
4-3-3	孔帶介紹	87
4-3-4	座標軸	90
4-4	進給機能F	91
4-5	主軸轉速S	92
4-6	刀具機能T	93
4-7	輔助機能M	94
4-8	副程式	96

第五章 CNC銑床與切削中心程式設計 99

5-1	準備機能	99
5-2	準備機能使用說明	102
5-2-1	G 00 快速定位	102
5-2-2	G 01 直線切削	103
5-2-3	G 02 , G 03 圓弧切削	104
5-2-4	G 02 , G 03 螺旋切削	107
5-2-5	G 90 / G 91 絕對 / 增量座標設定	108
5-2-6	G 92 程式原點設定	109
5-2-7	G 04 暫停	111
5-2-8	G 07 假想軸切削	111
5-2-9	G 10 資料設定	113
5-2-10	G 15 / G 16 極座標指令取消 / 設定	113
5-2-11	G 17 ~ G 19 切削平面設定	114
5-2-12	G 20 / G 21 英制 / 公制單位設定	115
5-2-13	G 22 / G 23 軟體極限設定 / 取消	116
5-2-14	G 27 ~ G 30 參考點 (機械原點)	117
5-2-15	G 31 跳躍功能	118
5-2-16	G 33 螺紋切削	120
5-2-17	補正功能	121

5-2-18	G 50/G 51 比例功能取消/設定	144
5-2-19	座標系統	146
5-2-20	G 60 單方向定位	149
5-2-21	G 61 正確停止模式	150
5-2-22	G 62 自動轉角調整	150
5-2-23	G 63 攻牙模式	150
5-2-24	G 64 切削模式	150
5-2-25	G 68 座標系統旋轉	150
5-2-26	固定循環	154
5-2-27	G 94/G 95 進給設定	167
5-2-28	G 96/G 97 固定周速控制設定/取消	168
5-3	程式範例	168

第六章 自動程式設計 193

6-1	前言	193
6-2	APT的基本結構	195
6-3	MAPT 語言介紹	195
6-3-1	工件幾何圖形定義指令	195
6-3-2	刀具路徑定義指令	238
6-4	程式範例	286

第七章 CNC銑床與切削中心的基本操作 291

7-1	操作面盤介紹	291
7-1-1	MDI 及CRT面盤	291
7-1-2	機械操作面盤	294
7-2	操作方法介紹	297
7-2-1	手動操作說明	297
7-2-2	自動操作說明	298

7-2-3	CRT機能與操作說明	299
7-2-4	刀具長度補正與設定ATC	306
7-3	錯誤警報訊息表	313

第一章

數值控制的基本概念

1-1 前言

近年來勞工薪資不斷地往上調升，而產品的成本却很難相對地提高，製造廠商如果不設法找到解決的方法就只有被淘汰了，這也就是為何工業自動化一直是現今人類所追求目標的原因。

自從二次世界大戰以來，液壓、氣壓等技術被大量應用，自動化便由「省力化」發展到「低成本自動化」，使得自動化更廣泛地應用到各方面，而後隨著數值控制（Numerical Control, NC）快速地發展與應用，各種電腦數值控制（Computer Numerical Control, CNC）機械與電腦控制系統設備等蓬勃發展，促使工業自動化邁向了所謂「彈性製造系統」（Flexible Manufacturing System, FMS）和「電腦整合製造」（Computer Integrated Manufacturing, CIM）的時代，在未來配合著雷射光電科技，微電腦以及人工智慧的成熟發展，將使工業自動化步入無人化，複合自動化的境界，圖 1-1 即是現代化工業生產自動化的產生過程。

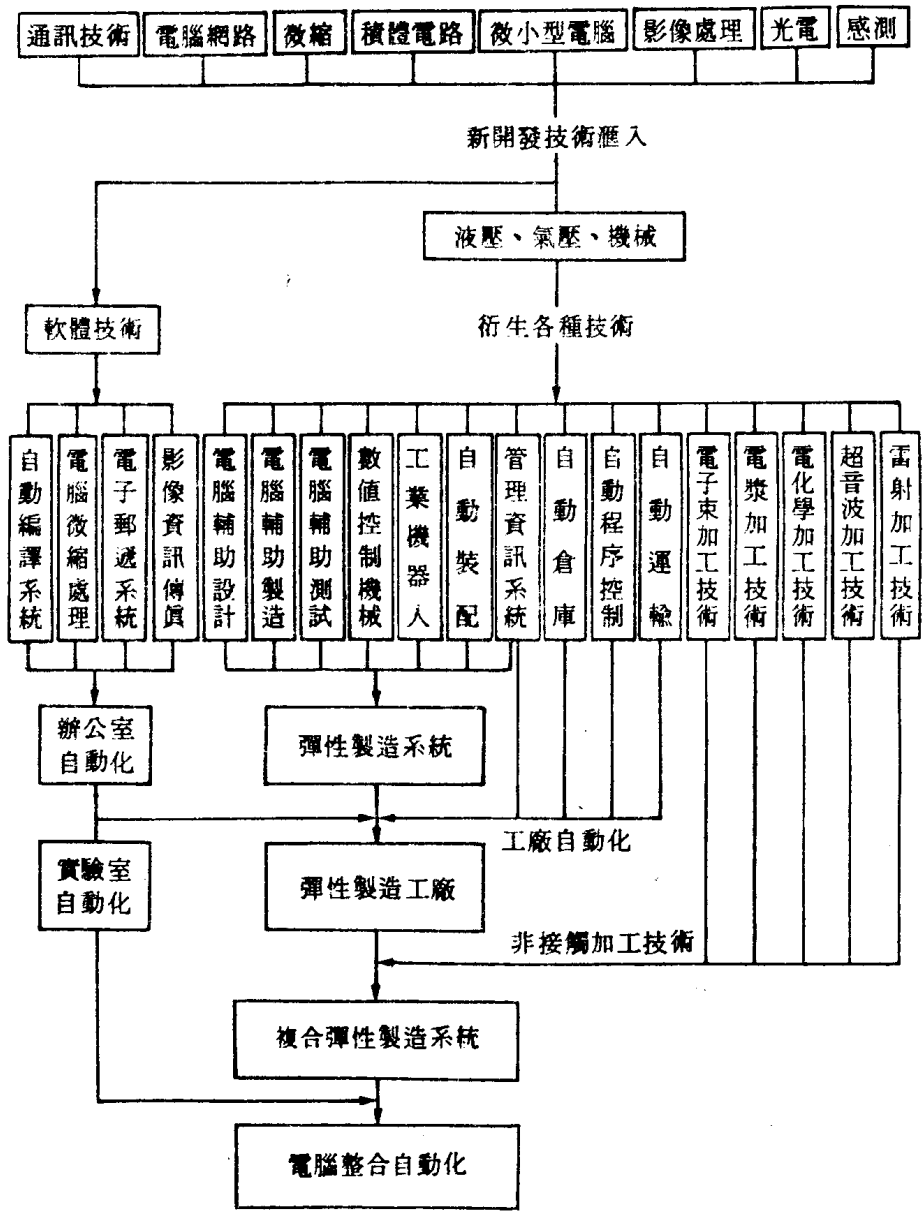


圖 1-1 現代工業生產自動化產生過程

1-2 數值控制的基本意義

基於工業生產自動化的趨勢，以數值控制為基礎的工具機，已成為機械工

廠中從事生產加工所必需的主要設備。在傳統式的機械製造程序中，技術人員須先詳閱工作圖資料，接著安排工作計劃；如刀具和工具的選擇安裝、工件的夾持固定、主軸轉速的選定調整，切削和進刀的安排、冷却劑的使用、切屑的清除等等，最後依據工作圖的形狀和尺寸大小不斷地量測調整，再加上個人的熟練技術和工作經驗，辛苦賣力地工作才逐漸地將工作加工完成，圖 1-2 正刻劃出在傳統式銑床中加工的情形。

所謂的數值控制簡稱 NC，就是將如圖 1-2 中所表現的機械加工操作項目，以數值資料和符號來組成，用以控制機械的運動，亦即將機械運動的距離、運動的速度、運動的方式等等，以數據資料來表示，而將這些資料依實際的需要與一定的格式編寫成加工程式並打成一連續的孔帶，再由數控工具機讀取孔帶的資料，以進行操作的加工方式。其所構成的流程如圖 1-3 所示。

現今所使用數值控制工具機包括有：NC 車床、NC 銑床、NC 鑽床、NC 磨床、NC 切削中心 (Machining Center, MC)、NC 旋削中心 (Turning Center, TC)、NC 沖床、NC 線切割 (Wire Cut)、NC 放電加工機……等等，舉凡一切的工具機或專用機械都已經 NC 化了。

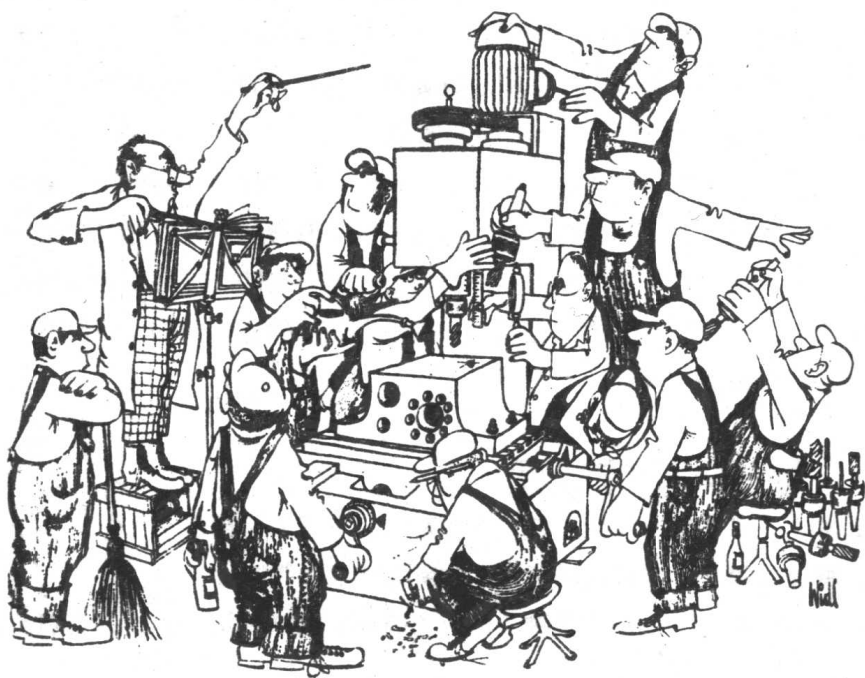


圖 1-2 傳統式銑床加工情形

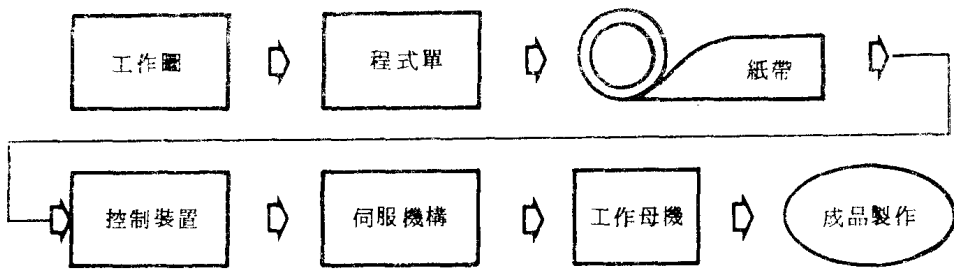


圖 1-3 NC 構成流程圖

1-3 數值控制的演進

數值控制的緣起在於 1940 年代，因製造直昇機螺旋槳迴轉翼非常地繁瑣，為了輪廓切削的加工與成品檢驗，往往需要借助大量的精密做削模板與標準量規，而這些模板與量規的製作過程，却都以人工沿著繪定的輪廓邊緣，先加以鑽孔，再將具有扇形粗邊的這些半成品用工具加以修整磨光而使其順滑，如此不但耗時費事且無一定標準，因此完工的成品誤差也很大。

1947 年 John T. Parsons 著手使用電腦來計算切削的路徑，並使銑刀沿著計算好的路徑做極微小的增量移動，因此可得到平滑的切削輪廓而大大地簡化了模板與量規的製作程序，至於對數值控制正式的開發研究則自 1949 年開始，表 1-1 為美國與日本的 NC 發展過程。

數值控制隨著電子工業的快速發展，從真空管二極體的時代到電晶體、積體電路以至於現今的大型積體電路，使得 NC 工具機的控制系統體積更為縮小而功能卻大為增加，更重要的是提高了控制系統的可靠性，足可擔任極為複雜的控制作業，且因機械工廠的廣泛使用以及勞工成本的逐年增加，促使 NC 工具機未來的發展是不可限量的。

1-4 數值控制的原理

基本上一部完整的數值控制工具機結構可分為四大部份：

- (1) 機械本體：是我們在進行加工中所要控制的對象。
- (2) 量測系統：用來量測機械各部份的靜態和動態情況，以提供資料給數控系统作為判斷的依據。

表 1-1 美國與日本的NC發展過程

西 元	美 國	日 本
1949	Parsons Corp 與 MIT 接受美國空軍委託共同研究開發以數值資料控制的工具機，發展試作三軸控制的 NC 銑床。	
1952	MIT 成功完成第一步 NC 銑床並正式公開，Parsons 公司亦正式申請 NC 伺服系統的有關專利。	日本東大高橋安人教授首先介紹有關 NC 銑床而將 NC 知識引入日本，因而東工大、東大、機械技術研究所開始研究 NC。
1954	APT 程式語言開始發展。	
1955	APT 自動程式設計語言發表。	
1957		東工大首先展示試作之 NC 車床，中田孝、池邊洋、池邊潤等教授建議先發展 NC 車床及採用電氣油壓步進馬達。
1958	Kearney & Trecker 公司自動刀具交換裝置 ATC，並展出切削中心機。	牧野與富士通的第一部 NC 銑床發展問世。
1959	Pratt & Whitney 公司正式推出商業化之 NC 鑽床。	日立精機與富士通合作推出工廠生產用的 NC 銑床。
1960	芝加哥機械展中有 100 部 NC 機械展出，然售價仍偏高。	東京機械展中 Jidic 的 NC 磨床正式推出。
1961	APT 長期計劃開始。	日立第一台切削中心機推出。
1962	點對點之控制系統普遍應用且售價大幅下降。	
1964		日立推出附有 ATC 之切削中心機問世。
1965	低價位之 NC 控制系統問世，各公司亦大量展出 NC 機械。	

(3) 驅動系統：作為數控系統指令的執行者。

(4) 數控系統：是數控工具機的大腦，用以分析、判斷及指令的傳達，並和操作者作加工資料與訊息的交換。

在圖 1-4 中說明了數值控制的整個動作順序，首先將加工程式指令經由讀帶機、磁碟機或鍵盤上的按鍵直接輸入數控系統的記憶體內，這些數據資料經過電腦的計算處理後，再經過位移控制介面將所產生的脈衝信號傳送到驅動器來驅動伺服馬達，直到由回饋所送回的信號與執行正確位移量所需脈衝信號一

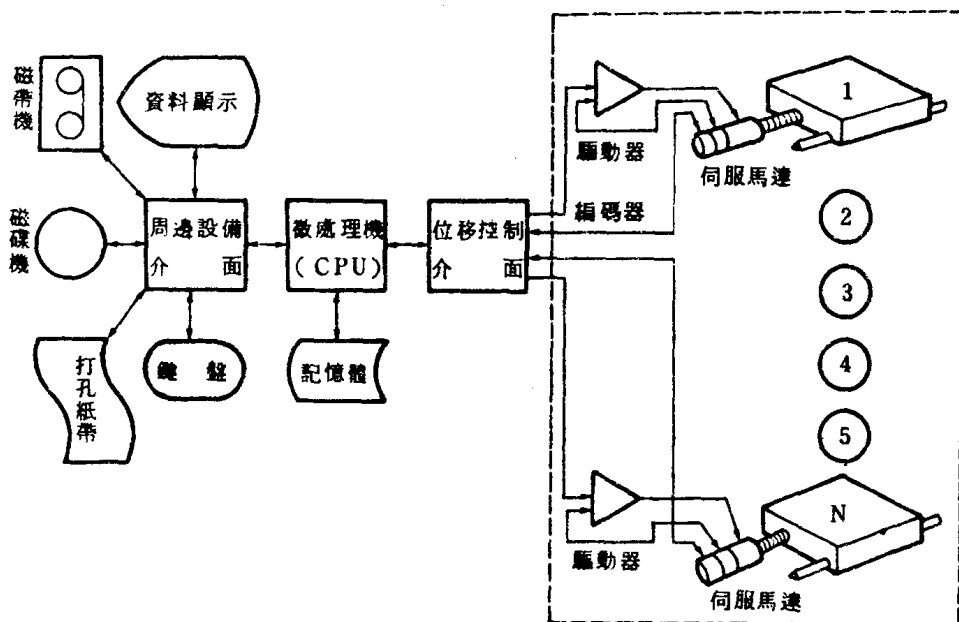


圖 1-4 數控工具機系統方塊圖

致為止，若二者不相等時則會產生一誤差信號，繼續驅動伺服馬達，直到回饋之脈衝值與所輸入的值相等為止。

1-4-1 控制模式

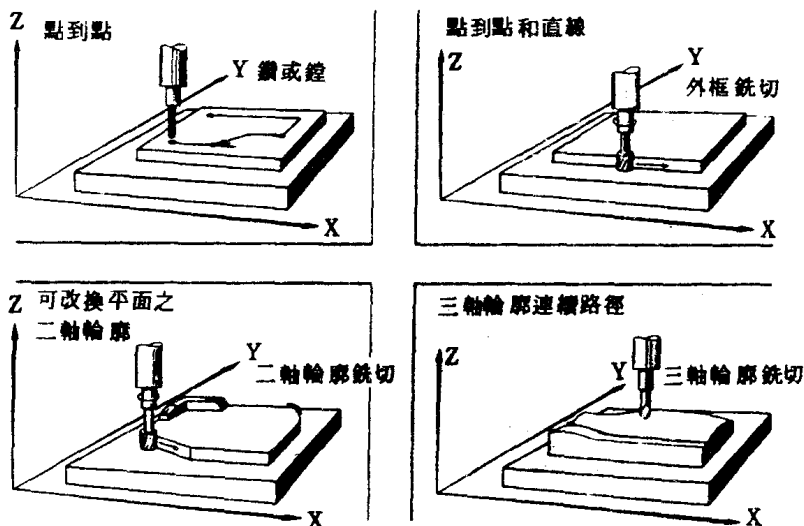


圖 1-5 控制模式的型式