

科學圖書大庫

數字控制之零件程式製作

譯者 徐萬椿

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

數字控制之零件程式製作

譯者 徐萬椿

江苏工业学院图书馆
藏书章

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十七年十二月三十日再版

數字控制之零件程式製作

基本定價 3.00

譯者 徐萬椿 美國密歇根大學1945年機械工程碩士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員王洪鎰氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐，分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本，發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

譯者序

本書數字控制之零件程式製作，原名爲 Numerical Control Part Programming，是威爾志 (James, J. Childs) 所著，爲其另一著作數字控制原理 (Principles of Numerical Control) 之姊妹作。

本書計分十章，諸如何謂數字控制；數字控制機器之移動；數字控制帶；人工法點對點程式製作；人工法輪廓程式製作；數字控制與電腦；電腦協助之零件程式製作；自動刀具程式系統；在自動刀具程式所用之幾何敘述，補助敘述，與後處理程式敘述；及書寫一完全之自動刀具程式；等主題作詳細闡述，並有舉例說明，務使讀者徹底瞭解，而能自行製作零件程式。書末並有附錄六種：附錄 A，切削操作之進給與速度。附錄 B，數字控制名詞，電腦名詞，與切削名詞之定義。附錄 C，幾何敘述與計算敘述。附錄 D，自動刀具程式補助敘述及後處理程式敘述。附錄 E，準備功用，雜項功用，及其他位址文字。附錄 F，則爲本書練習題答案。

零件程式製作，是下達命令，使機器依照命令切削一零件至所需之尺寸和形狀，故零件程式製作師須具備工具機操作之知識，切削刀具與材料之常識，以及數字控制之基本原理，方能得心應手。

本書係以簡潔平易之筆法譯述，並不拘泥於字句之推敲，惟求讀者能一目瞭然。所有名詞悉依國立編譯館出版之機械工程名詞，電子工程名詞，並另參照黃振亞博士所編英漢電腦學辭典。惟以書成倉促，謬誤之處定然難免，尚祈先進賢達，賜予指正，是爲序。

徐 萬 椿 謹 序
中華民國六十五年雙十節

懷特氏序

數字控制學會 (Numerical Control Society)，是一職業性之學會，其主要目的之一，則在教育與資料之傳播給正在此一領域中工作之人士或傳播給正將入門之人士。一種新穎，可靠，而具權威性之出版物，可將學會之目標發揚廣大，自屬最受歡迎。有關工具機之數字控制技術，曾具全球性之重要衝擊力。當此種“技術形態”繼續進步，並在新的製造領域中發展成長，數字控制成功之作業中最重要之條件之一，則為零件程式製作。一數字控制工業設施之成敗，端視其零件程式製作人員之能力而定。因為零件程式製作是一種新的要求，多數零件程式製作師，其所受之教育，可自正式之訓練班，或經由學校（在教室中接受或函授課程），或自設備製造廠或程式製作服務單位得之。

本書之出版，就電腦協助設計與電腦協助製作零件程式領域之進步而言，特別重要。本書所含電腦操作之基本原理及其對零件程式製作之關係，尤稱恰當。本書中所含之人工零件程式製作，亦受歡迎。

本書是威爾志氏繼廣受歡迎之“數字控制”一書之續集，合併敘明。

數字控制學會常務理事 懷特
(William H. White)

致不列顛讀者

數字控制之零件程式製作，是對數字控制程式製作原理一種有意義之引導，以填充日趨專業化最新出版物之空隙。本主題對於計劃應用與裝置數字控制設施者，以及欲得零件程式製作之初步瞭解者，均將具有直接興趣。本書對多元化技術與其他實務訓練作為基本教材，亦甚適合，對於透過貿易與工業計劃部購置設施之安裝與應用，在時間之配合上，亦頗相宜。

技術是重視答覆“甚麼”之問題，而非答覆“為甚麼”之問題，縱然極有抱負之專家，在閱讀參考手冊細節之前準備學習電腦程式製作，對於本書亦將發覺極為有用。讀者對於本書圖說之品質，與教材之結構，均將發現極為優良，各節之末均列有問題，並作妥善之解答，無論師生，均受其益。

雖然電子工業協會（Electronic Industry Association，簡寫為 EIA）標準列入首要地位，而國際標準組織（International Organization for Standardization，簡寫為 ISO）標準只作簡單之討論，但是本書所包含者對讀者之瞭解與教育要求，已屬適當。此處之控制系統命令之慣例，均係參照標準者，讀者若具有老的或非標準控制系統時，則均應小心。所有電腦協助程式製作之討論，均係基於自動刀具程式語言（Automatically Programmed Tools language，簡寫為 APT language），此等語言均係善為規劃者。

作者索序於余，以表示本書對不列顛讀者之價值，本人認為此書對多數不列顛人士均極有用，尤以正在開始數字控制教育者為更甚。

不列顛數字控制學會理事長
英國 IBM 公司應用程式經理
鈕賽博士（Dr. I.D. Nussey）

作者序

近二十餘年來，數字控制之應用，自麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology）之一試驗銑床，在美國已發展至25,000個單位應用此項設備。此一數字與在此方面之工具機總數比較，則只是一相當小之數字，其中約有50%之金錢係化費於具有數字控制設備之鑽床，銑床，和車床。由於數字控制工具機之加速需要，促使對操作與維護此等設備所需人力資源極大之壓力。事實上，在此方面之甚多人士均已被說服，若有更多訓練有素之人員，尤其在零件程式製作方面之人才，則數字控制工具機之數量將定然增多。

由於數字控制零件程式製作之需要，已將工廠中切削技能與技術轉移至零件程式製作師室。在多數情形，零件程式製作師，除去選擇適當之刀具，切削速度，及進給之外，實際上是負責決定確實切削順序與夾具設施。不過，此並非排除機器操作者之職責，操作者仍然必需瞭解零件程式製作，以達成程式製作師之切削計劃。

零件程式製作無有成例可循，而必需搜集所必需之知識，最有效之辦法則為參加正式之訓練班課程，或仔細着手對學術資料如本書所含之資料作有次序之溫習。因之，本書之設計，主要者係為課室所用，其中含有甚多之練習與題目。本書對於自習者亦有甚大裨益，因為對於技術之逐漸累積，實際練習與答案對讀者知識之測驗，均經善為考慮及之。

除去人工零件程式製作細節研究之外，本書包含有電腦在零件程式製作中之職責，此是一項重要之考慮，因為約有55%之數字控制工具機之程式製作係以電腦協助者，而且此項百分數仍可望顯著增加。因為說明所選之特別電腦零件程式製作語言則為自動刀具程式語言（Automatically Programmed Tool language，簡寫為APT language）。雖然其他零件程式製作語言亦相當優良，也值得研究，但是自動刀具程式語言是最廣為應用者。與自動刀具程式語言有關之零件程式製作中對電腦任務之發展與瞭解，讀者極易將其所學之才智應用於更適宜於某一特別數字控制設施之另一種

語言。

零件程式製作之知識，不必局限於零件程式製作師，也不應該局限於零件程式製作師。任何人與數字控制操作有關係者，均有義務熟習零件程式製作之原理。由於本書各章材料之結構，連同附錄之資料，故讀者不必具有高深之切削基礎或電腦基礎，亦能瞭解與鑑賞本書。因之，數字控制之零件程式製作，不僅可為未來零件程式製作師打下基礎，對於任何與數字控制操作有關人士，包括工廠主任，經理，製法工程師，設計工程師，電腦程式製作師，以及工具機操作者，可作高度有用之規範。

作者對於甚多人對本書之協助，深表謝意。

戚 爾 志 (James J. Childs)

對英制度量與國際公制度量單位之註釋

(A Note on English and SI Unit of Measurements)

本書中所用之度量值均為英制單位，不過，此項事實將不致妨讀者對國際公制單位 (International System of Units, 簡寫為 SI) 之應用。國際公制是一種現代化之度量公制。多數讀者均已知道，採用此項度量公制已在全球性之推動，美國對此國際公制之採用，興趣亦已大增。

本書中所用多數數值甚為簡單，諸如位置尺寸，大小尺寸，以及進給率。在甚多情形，若讀者需要知道尺寸大小，亦可直接代以國際公制當量。一般而言，此處所提出之舉例，並非設計以顯示絕對值，而只是指出其原理而已。

最需用之兩種國際公制單位，則為長度與時間。長度之基本單位為公尺 (m)。若干常用之換算則為 $1 \text{ 吋} = 0.0254 \text{ 公尺} = 2.54 \text{ 公分} = 25.4 \text{ 公厘}$ 。所有此等數字均為確實之數字。

本書中之進給率，為每分鐘之吋數。國際公制時間之基本單位為秒 (S)，此時間之傳統單位，在公制與英制均相同。分 (minute)，雖然摒除於國際公制以外，但是由於其實際之重要性，故仍公認具有保留之必要。

目 錄

譯 者 序

懷特氏序

致不列顛讀者

作 者 序

對英制度量與國際公制度量 單位之註釋

第一章 何謂數字控制

- 1-1 數字控制是如何開始者··· 7
- 1-2 數字控制之優點····· 9
- 1-3 數字控制之機器如何工
作····· 10
- 1-4 一數字控制設施之主要
部份····· 15
- 1-5 數字控制之應用····· 19
- 1-6 數字控制與工作····· 23
- 第一章問題····· 23

第二章 數字控制機器之移動

- 2-1 運動之鑑別····· 25
- 2-2 軸之名稱····· 27
- 2-3 點對點之數字控制····· 31
- 2-4 點對點之應用····· 34

- 2-5 輪廓數字控制····· 35

- 第二章問題····· 40

第三章 座標系統

- 3-1 固定零對全浮零····· 43
- 3-2 絕對程式製作對增量程
式製作····· 45
- 第三章練習題····· 46
- 第三章問題····· 46

第四章 數字控制帶

- 4-1 數字控制帶之歷史····· 48
- 4-2 帶之材料····· 49
- 4-3 帶之編碼····· 50
- 4-4 縱行孔之意義為何····· 50
- 4-5 同位····· 51
- 4-6 文字····· 52
- 4-7 字語····· 53
- 4-8 補助功用或雜項功用·· 54
- 4-9 段····· 55
- 4-10 其他數字控制字語····· 55
- 4-11 帶之格式····· 61
- 4-12 字語位址格式····· 61
- 4-13 列表順序格式····· 63
- 4-14 固定段格式····· 64
- 4-15 帶之準備設施····· 64

4-16 電子工業協會RS-358 編碼，資料交換所用美 國標準編碼支組·····	66
---	----

第四章練習題·····	68
-------------	----

第四章問題·····	69
------------	----

第五章 人工法點對點程式製作

5-1 何謂零件程式製作·····	71
-------------------	----

5-2 零件程式製作師·····	71
------------------	----

5-3 兩種型式之程式製作·····	71
--------------------	----

5-4 一簡單點對點零件程式 製作——具有全浮零、 列表順序、絕對度量之 系統·····	72
---	----

5-5 程式製作師之工作·····	74
-------------------	----

5-6 典型原稿型式·····	75
-----------------	----

第五章第一練習題·····	78
---------------	----

5-7 簡單點對點零件程式製 作——具有固定零、固 定段格式、絕對度量之 系統·····	79
---	----

5-8 對準標的之步驟·····	80
------------------	----

5-9 一更爲複雜點對點零件 程式製作·····	81
-----------------------------	----

第五章第二練習題·····	85
---------------	----

5-10 何謂直銑法·····	85
-----------------	----

5-11 直銑法之程式製作·····	86
--------------------	----

5-12 袋形銑切·····	89
----------------	----

5-13 應用正符號與負符號之 程式製作·····	93
------------------------------	----

第五章第三練習題·····	96
---------------	----

第五章問題·····	98
------------	----

第六章 輪廓程式製作——人工法

6-1 點對點程式製作與輪廓 程式製作·····	100
-----------------------------	-----

6-2 以直線作近似曲線·····	103
-------------------	-----

6-3 簡化圓周運動——圓周 插值·····	108
---------------------------	-----

第六章第一練習題·····	110
---------------	-----

6-4 刀具偏位·····	112
---------------	-----

6-5 輪廓車床之程式製作·····	116
--------------------	-----

6-6 帶之核對·····	120
---------------	-----

第六章第二練習題·····	121
---------------	-----

第六章問題·····	124
------------	-----

第七章 數字控制與電腦

7-1 數字控制何以需用電腦·····	128
---------------------	-----

7-2 何謂一電腦·····	129
----------------	-----

7-3 分時終站·····	131
---------------	-----

7-4 輸入語言·····	133
---------------	-----

7-5 一電腦之主要元件·····	135
-------------------	-----

7-6 自動刀具程式系統·····	138
-------------------	-----

7-7 經由自動刀具程式系統 準備工具機控制帶之步 驟·····	139
--	-----

7-8 後處理程式·····	141
----------------	-----

7-9 直接自電腦操作工具機·····	143
---------------------	-----

第七章問題·····	145
------------	-----

第八章 電腦協助之零件程式製作、自動刀具程式系統

8-1 自動刀具程式製作系統·····	147
---------------------	-----

8-2 自動刀具零件程式製作	
----------------	--

系統之基本觀念.....	147	第十章練習題.....	199
8-3 點對點運動.....	152	第十章問題.....	200
8-4 輪廓運動.....	155	附錄A 切削操作之進給與速度	
第八章第一練習題.....	161	A-1 鑽孔.....	202
8-5 兩個表面與一個表面之 啟動敘述.....	163	A-2 銑切.....	204
第八章第二練習題.....	164	A-3 鉸孔.....	206
第八章問題.....	165	A-4 攻螺紋.....	206
第九章 在自動刀具程式所用 之幾何敘述、補助敘述、與後 處理程式敘述		A-5 車削.....	208
9-1 幾何敘述.....	169	A-6 車製螺紋.....	211
9-2 直線.....	171	附錄B 數字控制名詞、電腦 名詞、與切削名詞之定義	
第九章第一練習題.....	172	附錄C 幾何敘述與計算敘述	
9-3 圓.....	174	C-1 幾何敘述.....	247
9-4 平面.....	174	C-2 計算敘述.....	259
9-5 決定一直線之多種方法	178	附錄D 自動刀具程式補助敘 述及後處理程式敘述	
9-6 聯合幾何敘述與運動敘 述.....	180	D-1 自動刀具程式補助敘述	261
9-7 補助敘述與後處理程式 敘述.....	182	D-2 自動刀具程式之後處理 程式敘述.....	262
第九章第二練習題.....	184	附錄E 準備功用、雜項功用 、及其他位址文字	
第九章問題.....	186	E-1 準備(g)功用.....	265
第十章 書寫一完全之自動刀 具程式		E-2 雜項功用或m功用.....	268
10-1 在一聯合數字控制銑床 與鑽床切削一零件之程 式製作.....	191	E-3 其他位址文字.....	270
10-2 為一車床零件之程式製 作.....	195	附錄F 練習題答案	

第一章 何謂數字控制 (What is Numerical Control?)

數字控制 (Numerical control 簡寫爲 NC)，是一種自動化之型式，但是此種自動化並非千千萬萬相同之零件如汽車之曲軸或電燈泡以特別機

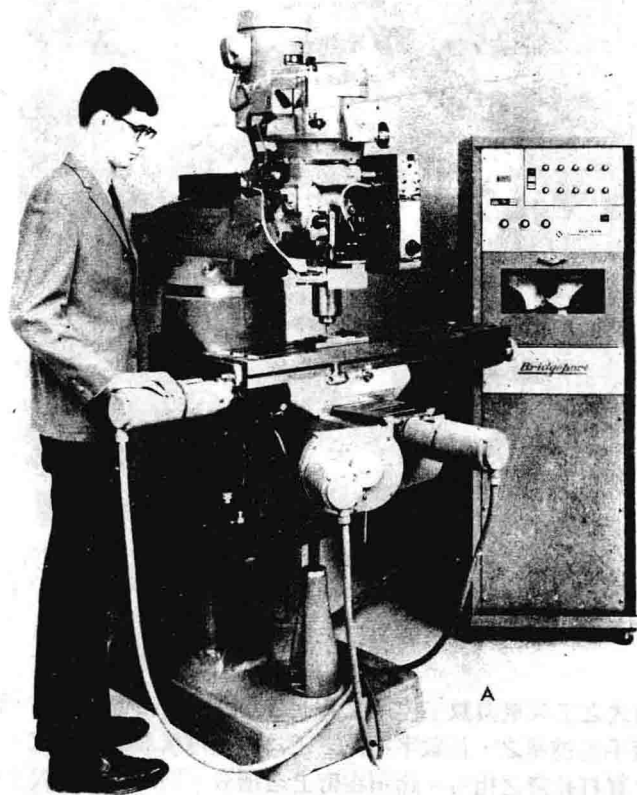


圖 1-1 此數字控制之銑床係以馬達操作，而馬達則爲右邊所示之電子系統所控制。

2 · 數字控制之零件程式製作

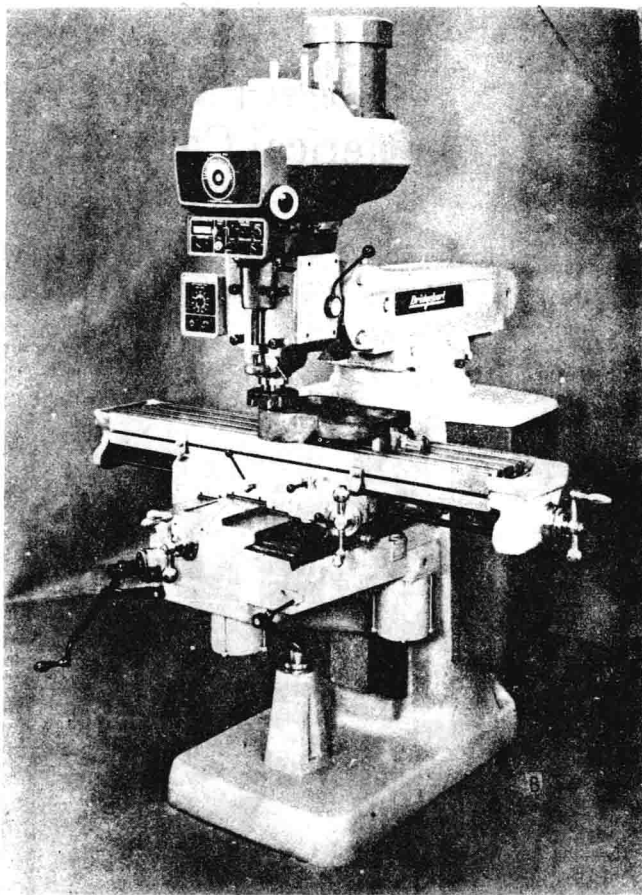


圖 1-1(B) 一普通銑床，工作物係以所示之手輪移動至所需之位置。

器自動生產之謂。數字控制是應用於普通工具機如車床，銑床，和鑽床之設施。此種數字控制之工具機係應用於一般機器工廠，藉以製造比較小量不同之零件。

普通型式之工具機與數字控制工具機之差別，則在普通工具機之運動係以操作者藉手輪控制之，而數字控制之工具機以電氣設施控制之。電氣設施則接受 1 吋寬打孔帶之指令。此項在帶上之指令，則由零件程式製作師所準備，零件程式製作師計劃機器之運動與機器之操作。打孔帶亦可由操作者所準備，不過，據發現機器之操作與帶之準備以不同之人承手，其效率較高。

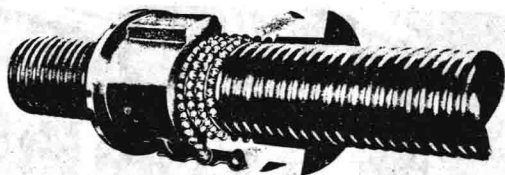


圖 1-2 此球軸承螺帽導螺桿係配合應用於數字控制之機器。此種導螺桿較普通機器上所用者為精密，並且具有較少之摩擦。

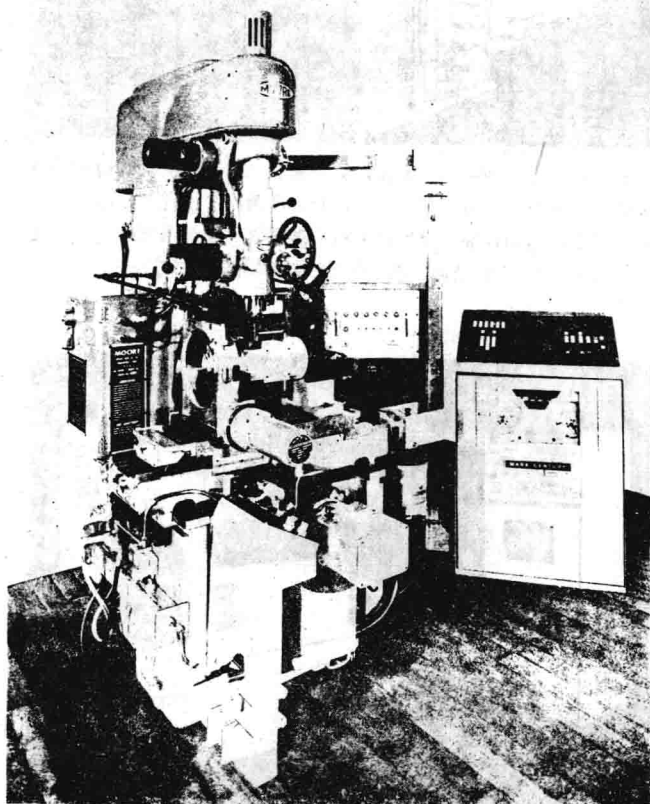


圖 1-3 此數字控制之工模搪孔機，其能得到之定位精度為 ± 0.001 吋。此機器備有一垂直定位旋轉工作台，使能切削同一零件之各邊。