

科學圖書大庫

數值控制製造工程進階(一)

譯者 陳茂盛

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

數值控制製造工程進階(一)

譯者 陳茂盛

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

中華民國六十八年十二月十四日 初版

數值控制製造工程進階(一)

基本定價 1.60

譯者 陳茂盛 私立逢甲工商學院自動控制系碩士

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

原 序

這個課程專為，使用數值控制的工作母機，從事製造的工程人員而設計的。

機械師必須適應他的習慣，從手動的工作母機至 N / C 的操作，方法分析人員，工作件程式設計人員，或幹部人員必須由傳統和 N / C 作業的經濟比較因素，來作抉擇。

這課程涉及 N / C 的基本原理：N / C 系統和他們的製造步驟，點至點的定位，連續路徑輪廓機製，和 N / C 作業工程學上的考慮。

第一部分討論使用數值電碼指令，來控制機器的過程。它分析機器的操作和字帶上的電碼，機器如何讀出字帶上的指令，依其指令動作的方法，對它的作動結果提供回饋信號。

第一部分同時說明 N / C 操作和手動控制操作間的差別，並將 N / C 設備與其他控制機器的方法，作成本上比較，最後詳述一組產品，有效地利用 N / C 操作系統，所需的技術和認識。

小 言

NC 控制乃是計算機工程和機械製造工程二大學科相結合而成的新興科學，尤其於精密機件製造的範圍中，NC 貢獻頗大。

本書所有的內容，涉及的原理由淺入深，文圖並茂，清楚明顯，詳而不煩，除適合工科學生閱讀外，更適合從事實務的工程人員參考進修。

本書大抵完成於寒假中，如有疏漏舛誤之處，尚祈專家業者不吝教正，俾便訂正。

陳茂盛 謹誌

六十八年三月于台中

簡 介

這裏提供一些例題，讓您作為“學習計畫”的練習參考。 作練習前，
首先，我們說，如下： 請將答案蓋

“這學習計畫像是一項測驗，其實它並不是一項測驗。” 上。

其次，我們請您說明，或者對剛才所說的事，留一些大意，讓
您來填空。如：

“這學習計畫並不是一項_____。” 測驗

當您填空格後，再參考右邊的答案，看您的回答是否正確。

如果您的答案錯誤，必須檢討錯誤的原因，然後再繼續下題。

如果您的答案正確，請繼續看下題。有時，我們會給您兩個答
案，讓您選出正確的答案。

沒有人對您的答案作評分，然而，能從自我學習，熟悉所
有觀念，對您來說是最重要的事。

“它（是/不是）重要的有關您熟悉課程的所有觀念。” 是

下面還有一個例子：

“依您自己所定的學習速度，來研讀這課程，並且細心研
讀每一項目，因為略讀和猜測是最不理想的學習方法。”

“細心研讀課程的每一項目是（有益處的/無益處的）”。有益處的

目 錄

第一部分

單元一 數值控制系統

1. 在N / C字帶上的字母和十進數字電碼.....	4
2. 數值控制的量測方法.....	7
3. 在N / C系統回饋作用的使用	11
4. 在N / C系統中，點至點的定位和連續路徑輪廓機製	15
5. N / C指令的程式編寫	16
6. N / C系統的使用	18

第二部分

單元一 連續路徑控制

1-1 利用點至點控制以預知軸運動.....	32
1-2 利用連續控制以預知軸運動.....	37
1-3 脈衝產生.....	40
1-4 脈衝加權增倍.....	42
1-5 類比產生.....	42
1-6 線性插值.....	43
1-7 圓插值.....	46
1-8 拋物線插值.....	49
1-9 連續控制的準備函數.....	51

單元二 車削作業的連續控制

2-1 主軸旋轉.....	58
2-2 軸方位.....	60
2-3 刀具路徑的方向.....	62

2-4	變 量	67
2-5	弧心偏位	69
2-6	在輪廓機製中使用進給速率	71
2-7	程式編寫直線和斜度切削	74
2-8	弧之程式編寫	81
2-9	利用三角函數以得知刀具偏位	82
單元三 為一部兩軸車床編寫其編註稿		
3-1	一部假想車床的規格	95
3-2	程式編寫m, s 和 t 語句	96
3-3	停留程式編寫	97
3-4	記入編註稿	103
單元四 在輪廓機製中插值的應用		
4-1	在輪廓機製中僅使用線性插值	118
4-2	插值平面的識別	133
4-3	連續控制的討論和摘要	135

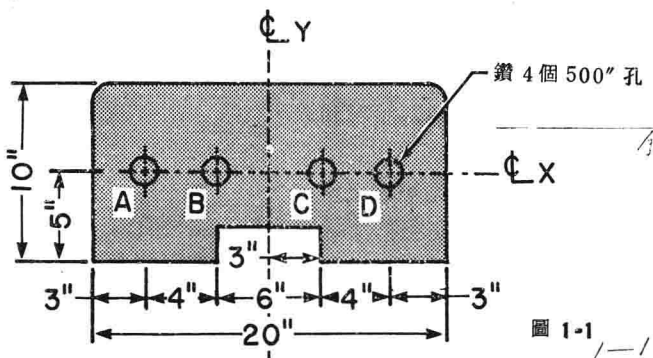
中英對照索引

第一部分

單元一 數值控制系統

1. 當您在機械廠操作一台直立鑽床 (drill press) 。

您必須有一張工作規格的藍圖。



因為藍圖是成品的圖形，由圖 1-1，您知道在工作
件上鑽 _____ 個孔。

2. 藍圖說明成品上，尺寸的正確位置及大小。由圖 1-1，每一孔的直徑是 _____ 。
3. 由藍圖，您可充分瞭解每個鑽孔的位置。由圖 1-1，孔 A 位於中心線 x 軸上，及中心線 _____ 軸左邊 7" 的位置。
4. 您由 _____ 上可知曉每一操作的步驟。
5. 由藍圖上，您在工作上可定出特定的 _____。

4
500, 或 $\frac{1}{2}$
y
藍圖
點或孔

2 數值控制・製造工程進階(一)

6. 雖然由藍圖得知每一孔之位置，但您必須在 _____ 上去量測，以決定它的位置。
工作件或機器
7. 每一工作件，均有量測用的參考記號。
每一機器，均有量測用的參考點。
您安排工作件的參考記號和機器的參考點，您便能正確 _____ 工作上的尺寸。
測量或定位
8. 您在工作件上作量測（僅對第一次操作 / 對每次不同位置的操作）行之。
對每一次不同位置的操作
9. 對此工作，典型的順序如下：
藉著 _____ 點或記號，將工作件定位於機器上，由 _____ 上知曉操作步驟及機製順序；
參考
藍圖
量測
利用 _____ 方法對每一次操作點定位之；
起動主軸（Spindle），打開冷却劑（Coolant），工具定位，進刀至切削的深度，關閉冷却劑，停止主軸。
以上的整個順序便是資料說明和給予 _____ 指令的過程。
機器
指令
10. 機器未動作前，您必須給它完整的 _____。
11. 在未操作機器前，您必須搜集操作資料，然後將這些資料翻譯或改變成 _____ 的形式，如此即可起動或停止機器。
指令
12. 機器效率受到您搜集資料，翻譯成指令電碼，和將這些指令傳至機器的速度所限制。假若您搜集資料，翻譯資料成為電碼，時間上有了延遲，這機製順序便有 _____。
延遲
13. 如果操作僅須同時利用電鈕及指度盤二種工具，您的手可引導機器有稍微或無 _____。
延遲，或幫助，或麻煩
14. 如果操作須同時到用電鈕及指度盤二種以上的工具，則機製順序可與您的 _____ 動作那麼快。
手
15. 機器受您準確讀出藍圖和量測指度盤或儀器所限制。如果您造成誤差（error），則機器也將有 _____。
誤差
16. 如果藍圖說明主軸須位於距 Y 軸 2.7" 處，但您誤讀且引導主軸至距 Y 軸 2.5" 處，這樣您完成的零

件，將不_____且不能使用。

17. 除非您重複您的操作步驟一研讀藍圖，編譯，和測量尺寸大小一否則您必須由檢驗_____，才可發現誤差。

18. 在 N / C 實際操作中，您必須準備指令，因此機器受到您的準備速度和_____所限制。

19. 您機製工作件前，必須準備和檢查所有的指令，如此您可加速機器的生產率和估計您本身的一些_____。

20. 除了您的手外，亦可利用其他的方法，將整個製造順序的指令，傳至機器，如此也可加速機器的生產率及估計_____。

21. 數值控制 (Numerical Control) 是不同於手動，將整個機製順序指令傳送至機器的一種方法。數值控制 (N / C) 是利用數碼，將指令傳至_____的一種機器控制系統。

22. 為製造_____，須由工作人員將所有製造資料列成表。

23. 這些資料編譯成可讀出的數碼，然後經操縱裝置 (Control) 譯出傳送至_____。

24. 用手寫出的數碼語句 (Words) 如下：

輸入號碼

1. X 00250

2. Y 00000

3. Z 00500

4. F 427

5. S 633

6. N 17

7. G 00

8. T 20

9. M 02

X 00250 表在 X 軸上移動 $\frac{1}{4}$ "。

Y 00000 表在 Y 軸上無移動距離。

準確，或正確

工作件

準確度或能力

誤差

誤差

機器

工作件

機器

4 數值控制・製造工程進階(一)

- Z 00500 表在 _____ 軸上移動 $\frac{1}{2}$ "。 Z
25. F 427 表某種進給速率的電碼 (Code) 。因此，
表進給電碼的字母是 _____。 F
26. 有些部分的電碼是絕對標準化。有些部分的電碼是
隨機器或公司而變。
所有的數碼語句表示對 _____ 的指令。 機器
27. 所有電碼可以打在紙帶上或磁帶上 (或有時用打孔
卡片) ，因此連接於機器的操縱裝置可讀出所有資
料。
將字帶或卡片上的資料送入連接於機器的 _____。 操縱裝置
28. 操縱裝置將電碼資料轉變成電子信號，以便動作連
接於機器上的馬達，開關 (Switches) ，電磁
(Electromagnets) 和液壓 (Hydraulic)
系統，和感覺器 (Sensing Devices) 。
馬達轉動機器零件；感覺器控制機器移動距離和沿
那一路徑 _____。 移動
29. N / C 系統包含下列：
工作指令，寫出組成 _____ 的字母和數字。 電碼
將 _____ 上和卡片上的電碼指令傳送到操縱裝置。 字帶
操縱裝置讀出電碼資料並且將它轉變成電子 _____。 信號
利用馬達，開關，液壓系統和感覺器使機器運轉，
並且控制沿那一路徑 _____。 移動

在 N / C 字帶上的字母和十進數字電碼

30. 二進制 (Binary) 正好是二者擇一的狀態。開關
，電磁，液壓系統，繼電器 (Relays) ，等等
正好也是 _____：即開或關的狀態。 二者擇一
31. 語言可為二進制，數目也可為二進制，僅有兩個數
字可組合表任何數目或大小。
例如：編碼由 0 和 1 組成：

$$0 = 0$$

$$1 = 1$$

$$10 = 2$$

$$11 = 3$$

$$100 = 4$$

$$101 = 5$$

因為僅有 0 或 1 兩種狀況存在，這種數目方法稱為 _____ 系統。

二進制

32. 在 N/C 操作時，所有給予機器的文字和數目指令，均以二進制數字電碼的形式出現。

每一文字或十進位數目，均以二進位 _____ 表示。

數字

33. 在 N/C 系統，每一數目和文字均用二進位數字組成，因為開關，繼電器等等僅有 _____ 種可能情況。

二

34. N/C 數碼指令經常打在紙帶或塑膠字帶上，它們很方便的傳送 N/C 操縱裝置。

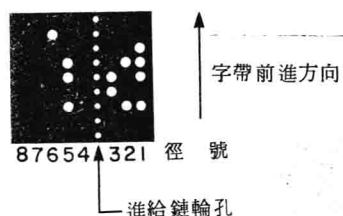


圖 1-2

標準的打孔字帶有一吋寬和 _____ 個孔徑 (Track)，以便記錄訊息。

8

35. 讀出每一橫行的各孔道

每一行表示一個十進位數目或文字的 N/C _____。

電碼

36. 第八孔徑作用僅表特殊符號，第五孔徑作用為保護編碼誤差。

剩下的六個孔道 (鏈輪孔不包括在內) 用來表示要求的字母或十進位 _____。

數目

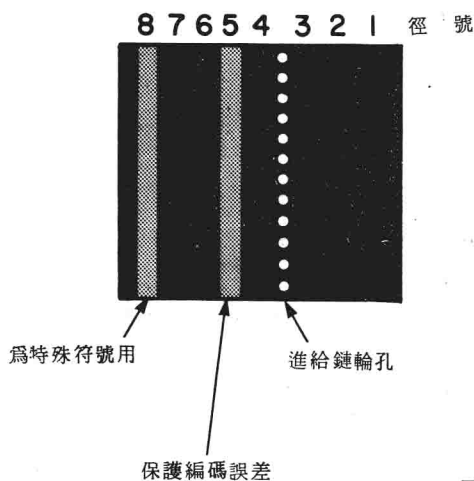


圖 1-3

37. 僅有六個孔徑，用來表示字母和十進位數目的N/C電碼。

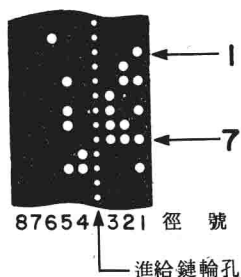


圖 1-4

例如：數目 1 在 N/C 電碼表示為 1 個打孔徑和一個專打孔後。

38. 數目 7 在 N/C 電碼以 3 個打孔徑和 _____ 個未打孔徑來表示。 5 3
39. 除了鏈輪孔外，任何打孔徑均可表示 N/C _____ 電碼的一個數字。
40. 未打孔的孔徑部分，表 N/C 電碼的其他 _____。 數字
41. 二進制系統，在字帶上以孔和 _____ 孔來表示。 無

42. 每一橫行中，每個孔徑是孔或無孔情況。

每一橫行二進位數字的組合，是表十進位的 _____ 和 _____ 字母。

數目，文字

43. 當字帶傳送至操縱裝置，探測器 (Feeler) 掉至有孔的地方以操作開關或光束經過孔處至光電管 (Photoelectric Cells) 的觸發器 (Trigger)。

打孔字帶能使操縱裝置 (Control)，打開開關和在特殊順序中 _____ 和 _____ 電流。

開啓，關上

44. 利用控制開關和機器的電路部分，使字帶能控制 _____ 的操作。

機器

45. 給予機器指令包括：

將所有機製的操作資料，編譯成二進制數字組成的 _____。

電碼

將電碼打入字帶，以便送至 _____。

操縱裝置

操縱裝置讀出或審視字帶，以便打開開關和使 _____ 通或切。

電路

藉著開關和電路的通與切，以便控制機器整個 _____ 的已知順序。

操作

數值控制的量測方法

46. 機器可移動的構件，僅沿機床上的一個平面作來回運動。

平台 (Table) 僅能沿 + X - _____ 平面移動。

- X

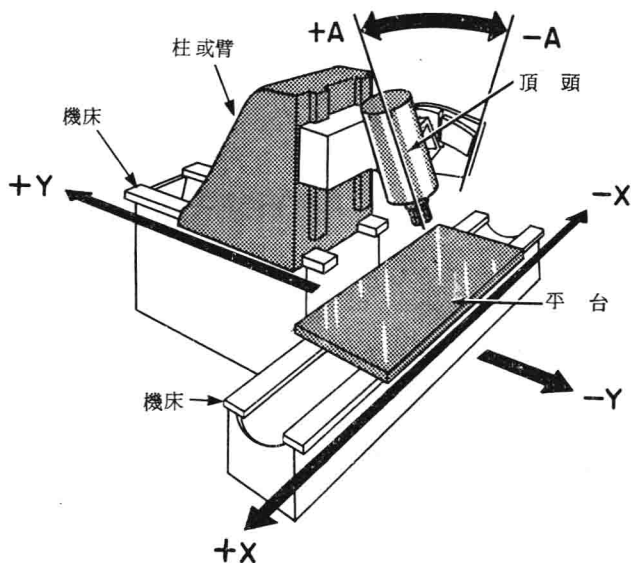


圖 1-5

47. 在機床上，機柱 (Column) 和機臂 (Ram) 僅能沿 $-Y$ $+Y$ - _____ 平面移動。

48. 機器的頂部 (Head) 僅沿 $+A$ - _____ 平面旋轉。 $-A$

49. 以上均為一軸移動

平台及柱是為線性軸移動，頂頭是旋轉 _____ 移動。 軸

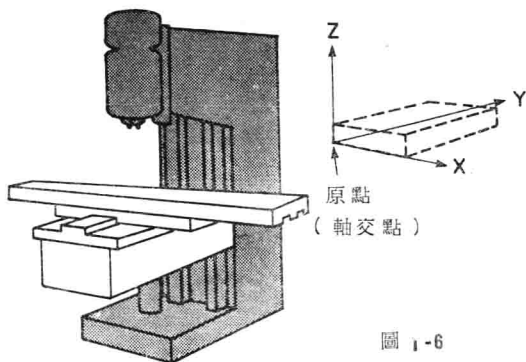


圖 1-6

50. 對 N/C，沿線性軸或旋轉軸的量測方法，可用二種系統之一測定之。
方法之一，所有的量測均由共同點測定之。

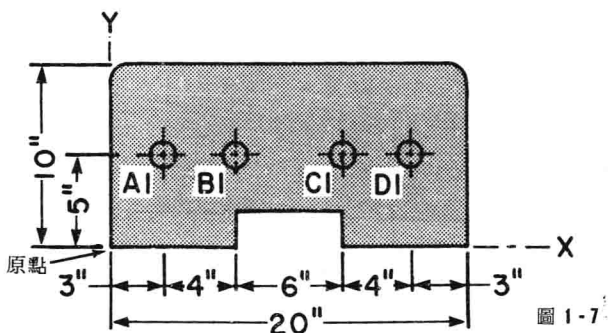


圖 1-7

- 共同點或原點 (Origin) 是軸的 _____。 交點
51. 原點的位置是任意的。
工作人員所準備的指令中選擇一點，能使所有量測方法為最方便，則稱此點為 _____。 原點
52. 絕對系統 (Absolute-system) 乃是每次量測均由原點測之。
故使用 _____ 系統時，即每次量測的始點均為原點。 絕對
53. 請看圖 1-7 所示：
字帶表示量測孔 A1 的位置是 X 3 吋，Y 5 吋，量測孔 B1 的位置是 X 7 吋，Y 5 吋。這是 _____ 系統的量測。 絕對
54. C1 的絕對位置是 X 13 吋，Y 5 吋。
這種量度方法是表沿著 X 軸和 Y 軸，C1 孔中心與 _____ 間之距離。 原點
55. 圖 1-8 所示：
A 孔絕對位置是 X 3 吋，Y 4 吋；
B 孔絕對位置是 X 5 吋，Y 6 吋；
C 孔絕對位置是 X 10 吋，Y 9 吋。