

數值控制機械

陳春池 編著
陳進郎



全華科技圖書公司 印行

大 專 用 書

數值控制機械

陳春池・陳進郎 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

國立中央圖書館出版品預行編目資料

數值控制機械 / 陳春池, 陳進郎編著, -- 初
版. -- 臺北市: 全華, 民 81
面; 公分
ISBN 957-21-0221-4 (平裝)

1. 工具機
446.841

81002020

法律顧問: 蕭雄淋律師

數值控制機械

陳春池 • 陳進郎 編著

定價 新台幣 300 元

初版二刷 / 81年 9 月

圖書編號 0122186

版權所有 • 翻印必究

出版者 / 全華科技圖書股份有限公司

地址: 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話: 5071300(總機) FAX: 5062993

郵撥帳號: 0100836-1 號

發行人 / 陳 本 源

印刷者 / 宏懋打字印刷股份有限公司

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

ISBN 957-21-0221-4

我們的宗旨：

提供種類完備的教科書 為科技中文化再創新猷

資訊蓬勃發展的今日，
全華本著「全是精華」的出版理念
以專業化精神
提供優良科技圖書
滿足您求知的權利
更期以精益求精的完美品質
為科技領域更奉獻一份心力！

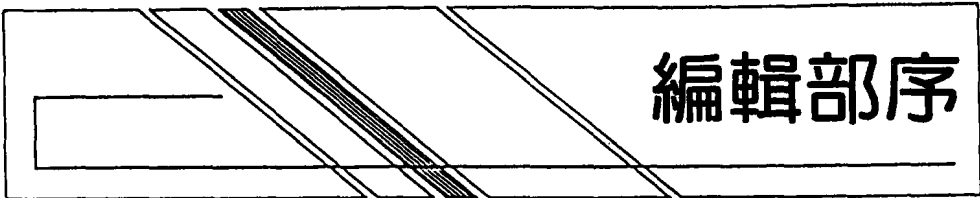
... 為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

序 言

- 一、本書共分七章，由數值控制的基本概念開始，數值控制機械之構造與系統分類，數控工具機之座標與軸向設定，數控機械之資料媒體，以迄車床、銑床（加工中心機）之程式設計、電腦語言之程式製作（APT）等，皆有詳盡之介紹，內容依學習之難易，循序漸進，理論與實際並重，俾使初學者能達到系統完整之學習效果。
- 二、本書之所有工作程式，均採時下最爲工業界所廣泛使用之 FANUC 0T 及 0M 系列控制器指令爲主，並附註 10 T 及 10M 之指令，使學者能適應不同系統之工具機類型。
- 三、爲方便教師之授課講解及同學之自我修習，本書所有工作程式之每一單節均附詳細之說明註解，且均經筆者實機測試，以期配合上機實習之用，並提高同學之學習興趣與效果。
- 四、本書所提及之專有名詞均係依據教育部公佈之「機械工程名詞」及經濟部中央標準局編訂之「生產自動化名詞彙編」爲主，較特殊之數值控制術語則以工業界慣用之稱呼命名，並附原文，以供查考。
- 五、全書所有度量單位，均爲公制。每章之前均有教材大綱，期使學者於修習課程內容之前，即有初步之認知，每章結束並附習題，作爲學習成效評量之用。
- 六、本書係筆者利用公餘閒暇編寫而成，編校之際，雖竭盡心

力，唯恐仍有疏漏之處，尙祈各界先進惠予指正，不勝感激。

編者 謹識



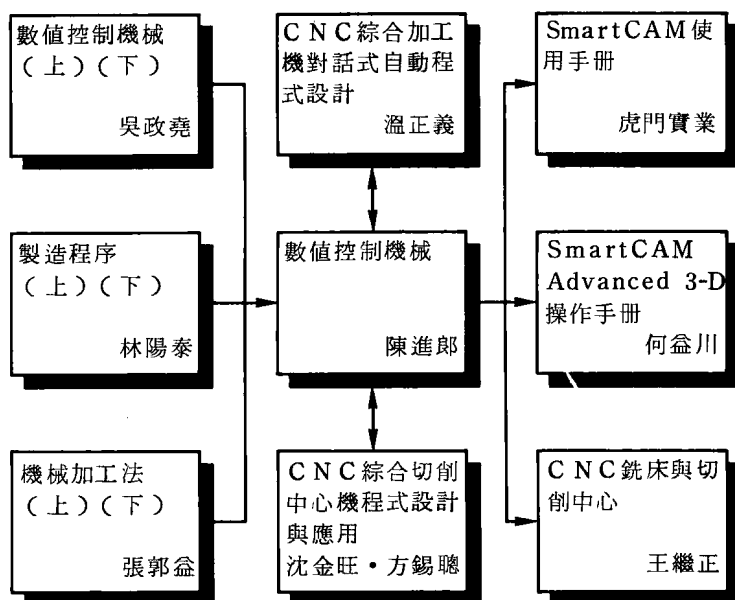
編輯部序

「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。

本書所有的工作程式，都以使用最廣泛的FANUC 0T及0M系列控制器指令為主，並附註10T及10M的指令；所有的度量單位都是公制，每章前的教材大綱及章末的習題都是作者教學多年的經驗，是一本極適合專科學校機械科「數控工具機」課程使用的教科書。

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 概 論	1
1.1 數值控制之意義	2
1.2 數值控制機械之演進與發展	3
1.3 數值控制工具機之等級	5
1.3-1 依程式設計方法之不同作等級之區分	5
1.3-2 依數控系統技術應用層次之不同作等級之區分	7
1.3-3 依伺服驅動系統之不同而分類	10
1.4 數值控制機械之優越性與發展趨勢	10
1.4-1 數值控制機械之優越性	10
1.4-2 數值控制機械之發展趨勢	12
習 題	13
第二章 數值控制機械之構造與系統分類	15
2.1 數值控制機械之構造	16
2.1-1 機械本體結構	16
2.1-2 伺服驅動系統	25
2.1-3 量測系統	31
2.1-4 數控系統	36
2.2 數控工具機之分類	38
2.2-1 依刀具路徑形態分類	38

2.2-2	依伺服驅動系統分類	40
2.2-3	依座標系統之不同而分類	43
2.3	數控工具機之型式	43
	習題	48
第三章	數值控制工具機之座標軸向設定	51
3.1	座標系統	52
3.1-1	二軸向座標系統	52
3.1-2	三軸向座標系統	53
3.2	座標原點之設定	54
3.2-1	固定零點	55
3.2-2	浮動零點	55
3.3	絕對值與增量值座標系統	56
3.3-1	絕對值座標標註法	57
3.3-2	增量值座標標註法	59
3.4	右手座標系統	61
3.5	工具機之座標軸	61
3.5-1	工具機之 Z 軸	62
3.5-2	工具機之其他軸向	64
	習題	65
第四章	數值控制機械之資料媒體	67
4.1	二進位數系統	69
4.1-1	二進位數與十進位數系統之轉換	69
4.1-2	十進位數以二進位系統編碼 (binary coded decimal)	72
4.2	孔帶之編碼	74
4.2-1	打孔紙帶	74

4.2-2 孔帶之編碼	77
4.3 孔帶之格式	80
4.3-1 字語位址格式	80
4.3-2 列表順序格式	84
4.3-3 固定單節格式	85
4.4 磁帶	86
習題	88

第五章 CNC 車床工作程式設計 91

5.1 CNC車床程式製作之基本認識	92
5.1-1 座標軸之設定	93
5.1-2 座標值與尺寸	94
5.1-3 程式之組成	96
5.1-4 基本機能簡介	104
5.2 準備機能	112
5.2-1 G00 快速定位	112
5.2-2 G01 直線切削指令	114
5.2-3 G03 (G03) 順(逆)時針方向圓弧切削	116
5.2-4 G04 暫停指令	123
5.2-5 G10 刀具補正量設定	124
5.2-6 G20 (G21) 英(公)制單位設定	125
5.2-7 G22 (G23) 行程極限設定機能	125
5.2-8 G27 原點復歸檢測指令	127
5.2-9 G28 自動原點復歸指令	127
5.2-10 G30 第二參考點自動復歸指令	128
5.2-11 G32 螺紋切削指令	128
5.3 自動倒斜角及圓弧角	138
5.4 刀具補正機能 (G41, G42)	148

5.4-1	刀具補正方向	148
5.4-2	補正值之設定	149
5.5	單一型固定循環切削指令	152
5.5-1	G90 Z軸向單一型固定循環切削指令	152
5.5-2	G92 螺紋切削循環指令	156
5.5-3	G94 X軸（徑向）單一固定切削循環指令	159
5.6	複合型固定循環切削指令	162
5.6-1	G71 Z軸向（外徑）粗車削循環	162
5.6-2	G72 X軸向（端面）粗車削循環	165
5.6-3	G73 成型輪廓粗車削循環	168
5.6-4	G70 精車削複循環指令	171
5.6-5	G74 Z軸向啄式鑽孔循環（端面溝槽切削循環）	176
5.6-6	G75 X軸向（外徑）溝槽切削循環	178
5.6-7	G76 螺紋複循環車削	180
5.6-8	複合型固定循環切削指令執行時注意事項	183
5.7	副程式	184
5.7-1	副程式之製作與執行	184
5.7-2	副程式之特殊用法	186
5.7-3	副程式應用範例	187
5.8	程式範例	188
5.8-1	外形輪廓切削一	188
5.8-2	外形輪廓切削二	190
5.8-3	平行螺紋與槽之切削	192
5.8-4	錐度螺紋車削	194
5.8-5	綜合練習	196
5.8-6	內錐孔車削	199
習題		201

第六章	CNC 銑床工作程式製作	205
6.1	銑床程式製作之基本認識	206
6.1-1	座標軸之設定	208
6.1-2	絕對值與增量值座標	210
6.1-3	程式之組成	212
6.1-4	基本機能介紹	213
6.2	準備機能	223
6.2-1	G00 快速定位	223
6.2-2	G01 直線切削指令	226
6.2-3	G02 (G03) 順 (逆) 時針方向圓弧切削指令	229
6.2-4	G02 (G03) 螺旋銑削	237
6.2-5	G04 暫停指令	238
6.2-6	G09 確實停止指令	239
6.2-7	G10 工件座標系統與刀具補正設定	239
6.2-8	G20 (G21) 英 (公) 制單位設定	240
6.2-9	G27 機械原點復歸檢測	241
6.2-10	G28 自動復歸機械原點指令	242
6.2-11	G29 從機械原點自動復歸指令	243
6.2-12	G30 自動復歸第二、三、四原點指令	245
6.2-13	G31 直線切削跳略功能	245
6.2-14	G33 螺紋切削指令	247
6.3	刀具補正機能	249
6.3-1	G40 ~ G42 刀具半徑補正機能	249
6.3-2	G43、G44、G49 刀具長度補正	261
6.3-3	G45 ~ G48 刀具位置補正	267
6.4	座標系統設定與選擇性準備機能	280
6.4-1	G50 (G51) 比例切削功能	280

6.4-2	G52 ~ G59座標系統設定	282
6.4-3	G60單方向快速定位	286
6.4-4	G61確實停止指令	287
6.4-5	G62自動轉角速率調整	287
6.4-6	G63攻螺紋模式	287
6.4-7	G64切削模式	288
6.4-8	G68 (G69)座標系統旋轉(取消)指令	288
6.5	固定循環機能	291
6.5-1	G73高速深孔啄鑽(微退)循環	295
6.5-2	G74左螺旋切削循環	296
6.5-3	G76精密搪孔循環	298
6.5-4	G81鑽孔循環	300
6.5-5	G82沈頭孔鑽削循環	301
6.5-6	G83分段式深孔啄鑽循環	302
6.5-7	G84右螺旋切削循環	303
6.5-8	G85鉸孔(搪孔)循環	305
6.5-9	G86粗搪孔循環	306
6.5-10	G87背搪孔循環	307
6.5-11	G88盲孔搪削循環	309
6.5-12	G89盲孔鉸削循環	310
6.5-13	G80固定循環取消	311
6.5-14	固定循環指令綜合練習範例	313
6.6	副程式	316
6.6-1	副程式之組成	316
6.6-2	副程式之執行	318
6.6-3	副程式應用範例	320
6.7	程式範例	322
習題		331

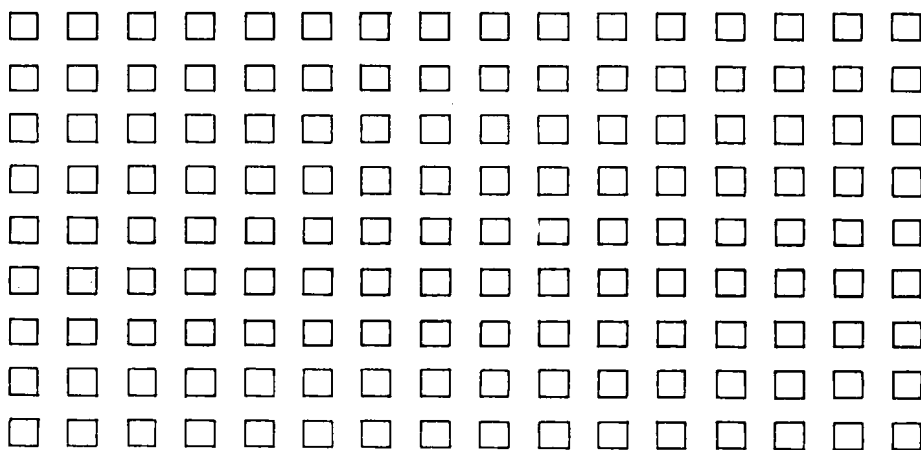
第七章 電腦語言的程式製作 (APT)	335
7.1 概 說	336
7.1-1 APT之結構	338
7.1-2 FAPT系統規則概要	339
7.2 幾何形狀之敘述	343
7.2-1 點的定義	347
7.2-2 線的定義	356
7.2-3 圓的定義	364
7.3 刀具運動形態之敘述	373
7.3-1 一般敘述	374
7.3-2 基本運動形態之敘述	375
7.3-3 複製或拷貝 (COPY) 之敘述	385
7.4 後處理程序敘述 (post-processor statement)	386
7.5 輔助敘述	391
7.6 程式範例	393
習 題	403

第

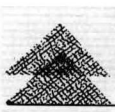
一

章

概 論



我國由農業為主之社會形態逐漸轉變為今日之工業社會後，機械製造業即以一日千里之勢蓬勃發展，由二十年前之勞力密集，迅速轉化為資本與技術密集之市場形態，對於產品零件之品質、精確度，重複性與互換性之要求，大為提昇外，產品生產之速度、成本之降低、複雜而多樣式之產品變化，及對技術工人之依存度等等，無一不在各企業主考慮之範圍。凡此種種，皆非昔日純人工操作之能力所及，為因應類此諸多問題，生產自動化之趨向，勢所難免，對於機械工業而言，數值控制工具機乃其中最主要之環節，近年來，更因其結合 CAD / CAM之強大功能，而使其居於舉足輕重之地位與態勢已甚為明顯。



1.1 數值控制之意義

所謂數值控制 (numerical control)，簡稱 NC 或數控，乃經由控制器上之面盤、磁碟機、磁帶機或讀帶機將加工程式指令，輸入數控系統之記憶體後，經由電腦之計算與編譯，透過位移控制系統，將資訊傳至驅動器以驅動馬達之過程。圖 1.1-1 為數值控制之加工流程。

然而，數控工具機也絕非萬能，若無其他周邊設備之配合，則功能將無法做淋漓盡緻之發揮，如數控車床若欠缺相關夾具或治具之輔助，則無法作偏心工作之切削，數控銑床如無法結合 CAM (電腦輔助製造) 系統，則亦難以做 3D 之曲面加工，同時，對於簡易外形零件之大量生產，則其適應性也絕無法與單能機相互比擬，少量生產則又不符經濟效益之須求。故而數控工具機較適用於下列場合之中：

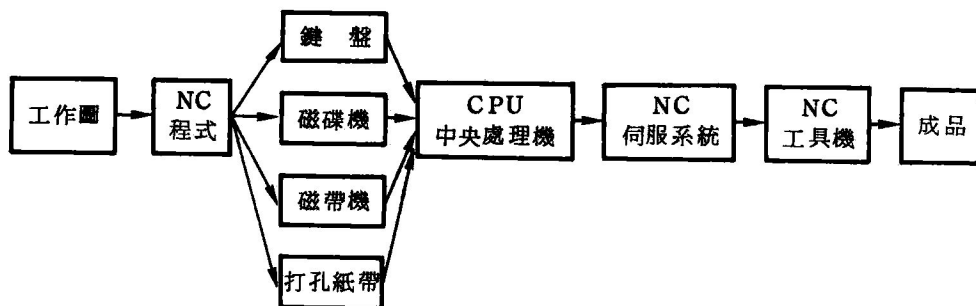


圖 1.1-1 NC 加工流程圖