

科學圖書大庫

工具機之理論及實用

(下 冊)

譯者 吳家駒

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 陳俊安

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十二年四月廿一日初版

工具機之理論及實用

(下冊)

基本定價 ~~5.40~~

譯者 吳家駒 同濟大學工學士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回

惠顧

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 13-306 號

發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 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

9221763
9271575
電話 9271576
9286842

電話 9719739

目 錄

第三篇 自動化及控制技術

第三篇 “自動化及控制技術” 前言.....	2
算式符號及縮寫.....	4
第一章 前 言:.....	9
1-1 定 義.....	9
1-2 工具機自動化之發展觀點及基本要件.....	10
第二章 工具機自動化效應.....	13
2-1 行程效應.....	13
2-2 操縱效應及輔助效應.....	15
第三章 機械自動裝置.....	30
3-1 半自動化或部份自動化.....	30
3-2 全自動裝置.....	32
3-3 曲線盤計算.....	41
第四章 靠模裝置.....	46
4-1 單軸及雙軸靠模裝置.....	47
4-2 非連續靠模裝置.....	49

4-3	連續靠模裝置	51
第五章 結點迴路控制		68
5-1	基本要點	68
5-2	結點控制之構成	77
5-3	電驛控制及半導體控制	80
5-4	程式控制 (P C)	85
第六章 步進控制		93
6-1	步進控制之特徵	93
6-2	插座板控制及凸輪控制	94
第七章 數值控制		99
7-1	基 本	99
7-2	普通數值控制 (N C)	122
7-3	使用人工資料輸入之數值控制	142
7-4	計算機數值控制 (C N C)	145
第八章 進給驅動		151
8-1	進給驅動之原理	151
8-2	調節技術之基本原理	156
8-3	進給驅動作爲位置調節迴路	168
8-4	進給驅動用驅動單元	184
8-5	進給驅動用之機械傳遞元件	217
第九章 數值控制工具機之位置計量系統		236
9-1	行程及角度計量基準	236
9-2	類比計量系統	241
9-3	數值計量系統	248
9-4	干涉計量系統	255

第十章	自適控制系統 (A C)	
10-1	定義及目的	259
10-2	車削加工用自適控制	262
10-3	銑削加工之自適控制	277
10-4	磨削加工之自適控制	297
10-5	放電蝕刻之自適控制	300
10-6	幾何性自適系統	303
第十一章	直接數值控制系統 (D N C - 系統)	309
11-1	D N C - 系統之效用	311
11-2	D N C 系統中之資訊流程	315
11-3	軟體構成	317
11-4	硬體構成	321
11-5	D N C - 系統之構成	324
11-6	計算實施製造設施之構造分段	326
第十二章	適應性製造系統	328
12-1	作業資料處理本機中之適應性製造系統	328
12-2	定義及限界	329
12-3	自動化製造設施之應用範圍	331
12-4	在適應性製造系統中之材料流程及資訊流程	333
12-5	適應性製造系統之效應	335
12-6	適應性製造系統之設計及構成	340
12-7	系統之計畫及實施	343
12-8	綜合及概述	351
第十三章	操作資料測定 (B D E)	352
13-1	操作資料區分及內容定義	352
13-2	操作資料測定	354

13-3 DNC - 系統中操作資料測定及製造檢核.....	357
參考文獻.....	360
第四篇 計量試驗及研判	
第四篇 “計量測驗及研判”前言.....	366
算式符號及縮寫.....	367
第一章 測定工具機之目的及方法.....	372
第二章 機器幾何性及運動性狀態.....	378
2-1 幾何性誤差.....	378
2-2 動態誤差.....	406
第三章 工具機之熱狀態.....	415
第四章 工具機之靜力狀態及動力狀態.....	418
4-1 動力狀態之基本原理.....	418
4-2 振動型類及發生原因.....	422
4-3 激勵效應之調變說明.....	427
4-4 抖震狀態之影響因素.....	433
4-5 韌性狀態之計量.....	433
4-6 分析方法.....	450
4-7 振動型類分析.....	457
4-8 降低抖震之措施.....	463
4-9 韌性狀態之研判，模擬加工.....	465
第五章 工具機噪音狀態.....	473

5-1	基本定義，音之特性值	473
5-2	聲量標之評值	477
5-3	時間性震盪噪音之研判	478
5-4	複聲譜	480
5-5	聲計量技術	481
5-6	由結果回溯噪音原因	485
5-7	降低噪音之措施	488
5-8	機器噪音狀態之研判—工藝標準	494
第六章 工作可靠度（加工工件之研判）		501
6-1	工件計量技術	502
第七章 限界切削功率（動態）		512
第八章 綜合說明		516
參考文獻		517

第三篇 自動化及控制技術

第三篇 “自動化及控制技術”前言

依照本篇之標題使讀者能對工具機自動化及控制技術之範圍有一概念。

本篇重點，一方面在於說明曾經長期實驗之解答，另一方面在於引述最新發展，此經由新穎半導體工藝及應用新穎作業計算機及微處理機始有可能。為使讀者能對範圍廣泛之資料有所熟悉起見，因之在最初數章中，首先以簡明方式對原理說明，此項原理為對以後了解所需者。

所提供之資料作如下之區分，對發展過程之簡短敘述，自動化原則，及工具機效用，此為自動化所需者，或在自動化本體中自動工作製造系統所需者。在節3及4中涵蓋有大量製造純粹機械性工作自動化，並使用靠模系統。

此外，結合控制及過程控制使數值控制（NC數值控制）在製造技術中增加其重要性，並形成廣泛之範圍。節8及9含有數值控制工具機之進給驅動及計量系統之詳細說明。最後將對有關限界及最佳調節（AC自動控制）範圍之最新發展，以及對製造設備之機械性，效能性及資訊性之結合。在最後節中尚包括對操作資料測定之簡短說明；此含有目標，將實際值由製造操作收集，並對製造配置作短期之廣泛調定。

本第三篇在共同工作者 Herren Dipl.-Ing. Friedel Breuer, Dipl.-Ing. Chris D'Souza, Dipl.-Ing. Gerd Engel, Dipl.-Ing. Georg Klingenberg, Dipl.-Ing. Rolf-Dieter Leveringhaus, Dipl.-Ing. Norbert Mombauer, Dipl.-Ing. Herbert Schriefer, Dipl.-Ing. Gert Stapelfeldt, Dipl.-Ing. York Tüchelmann, Dipl.-Ing. Detlef Zülke 以及 Dr.-Ing. Matthias

Gather 同心協力下完成，並蒙 Dr. Ing. Matthaus Gather 對本篇逐章校核，作由衷之感謝。同樣情形，必須感謝諸多工具機及控制製造者提供有關基本原理及製品等圖表資料，以及 VDI - 出版社中之 Dr. Ing. Wolfgang Borchert 對原稿作詳細之校閱。

1978 三月, Manfred Wech 序於 Aachen

算式符號及縮寫

大寫字母

A	mm	面積
B	mm	切削寬
C_o	—	速度放大率
D	—	阻尼質量 (阻尼度)
D	mm	彈簧直徑
E	N/m^2	彈性係數
E_o	—	力放大率
F	N	力
F_L	N	負荷力
F_R	N	摩擦力
F_s	N	切削力
$G(j\omega)$	—	頻率應答
$G_o(j\omega)$	—	開路頻率應答
$G_F(j\omega)$	—	干擾頻率應答
$G_w(j\omega)$	—	引導頻率應答
H	—	曲線盤百分度
I	A	直流電流
Im	—	虛數部份
J	Nms^2	質量慣性矩
K	—	傳遞構件之傳遞係數，常數
M	Nm	力矩
N	—	整數

P	kW	功率
R	Ω	電阻
R	m	圓半徑
Re	—	實數部份
T	s	時間常數
Tt	s	死點時間
U	V	直流電壓
U	—	轉換作用間隙
U _i	—	工作道 i 中至心軸轉數
U _h	—	主時間內主心軸轉數
V	—	迴線放大率
V _h	m ³	液動機吸排液量
V _w	m ³	液動機存液量
W	—	引導量
$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	mm	坐標軸向之增值
Z	mm	插入法誤差

小寫字母

a	mm	切削厚
b	mm	切屑寬
b _z	mm	刀刃距離
c	Ns/m	阻尼係數
d	mm	直徑
e	mm	鏤入量
f	Hz	頻率
f _o	Hz	固有頻率
h	m	觸針行程
i	—	變速比
i	A	交流電流
j	—	$\sqrt{-1}$

k	N/m^2	剛性係數(彈簧常數)
k_s	N/m^2	比切削力
$k_{s1,1}$	N/m^2	比切削力之主要值
l	mm	長, 工作行程
m	Kg	質量
m	—	運轉參數(0, 1, 2, 3, 4 ……)
n	min^{-1}	轉速
n	—	運轉參數(0, 1, 2, 3, 4 ……)
p	bar	壓力
p	—	極數
q	m^3/min	流量
r	mm	半徑
s	mm	進給
s_z	mm	每一刀刃之進給
t	s	時間
u	V	交流電壓
u	mm/min	進給速度
v	m/min	速度, 切削速度
v	m/min	行程速度
v	m/min	切向速度
w	—	應有值, 導入值
x, y, z	mm	坐標軸向之行程
x_M, y_M, z_M	mm	圓心坐標
$x_a, x_a(t)$	—	與時間有關之輸出信號
$\hat{x}_a$	—	x_a 之振幅
$x_o, x_o(t)$	—	與時間有關之輸入信號
$\hat{x}_o$	—	x_o 之振幅
z	—	刀刃數
z_E	—	鏢入刀刃數
1-z	—	比切削力之增值

希臘字母

α	Grad	角
β	m^2/N	壓縮性係數
ϵ	μm	變位
γ	Grad	切屑角
ϵ_1	μm	位置誤差
ϵ_s	μm	速度誤差
ϵ_b	μm	加速度誤差
η	—	效率
η	—	作用比
κ	Grad	刀具基準系主切刃裝置角
ρ	$\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	比電阻
ρ	g/mm^3	密度
τ	—	周期，行程階段，時期
φ	Grad	相位差
φ	Grad	進給方向角
φ_1	Grad	銑刀鏤入角
φ_0	Grad	銑刀脫出角
φ_s	Grad	切削角，切削弧
φ_T	Grad	銑刀周節角
ω	s^{-1}	圓頻率
ω_0	s^{-1}	固有圓頻率
ω_E	s^{-1}	角圓頻率

底角註

A	開始
a	輸出量
B	行程
b	加速度

c	抖震
cr	臨界
e	輸入量
eil	加速過程
g	速度
ges	總量
h	以主時間為基準
ist	實際值
L	負載
l	位置
M	中心
M	動力機
max	最大值
min	最小值
n	以副時間為基準
red	約簡
rot	迴轉
st	穩定, 穩定處理
T	切向
var	變數, 變化
W	工件
x,y,z	與坐標軸相關

第一章 前言

1-1. 定義

自動化係所有過程進行為完全或部份由自動完成之措施，此依據預先設定之程式，無需接觸機器而完成控制。必要之前提為機械化及控制技術，如圖 1-1 所示。機械化為經由使用夾具及動力驅動之機器代替人力及人功，控制技術解除操作人員作調單之記憶及思考工作；此中包含有儲存及邏輯工作及傳遞資訊及操作資訊。

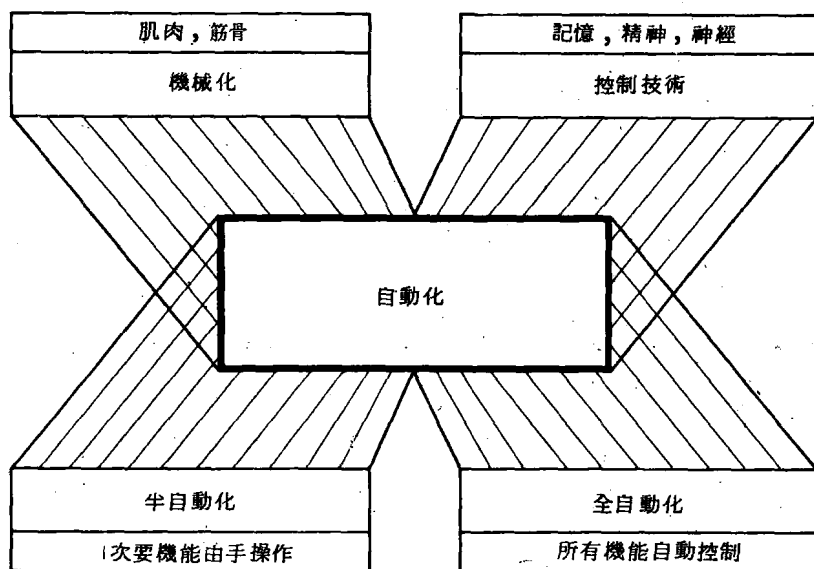


圖 1-1 人工操作、機械化及自動化間之綜合關係。

自動裝置為一種夾具或機器，此係依照一次調定或及程式過程，根據預定效用，對材料及工具實施半自動或全自動之控制。

半自動或部份自動裝置係工具機構造中之一項機器，此能使工具或及工件之主運動及進給運動自動實施；例如材料進給、工件夾緊及轉速選定等次要機能由人工操作。

全自動裝置係將工具機上所有運動及機能全由自動實施，無需在工作過程中經由人工操作。此並需實施控制機能，並可能將原料送填及坯件夾定。

1-2. 工具機自動化之發展觀點及基本要件

夾具之發軔，與工具機本身相類似，可回溯至中古時期。例如 14 世紀所用之踏板式車床，在此木工車床上加工之工件頂住於可調整之頂針間，使用有柄車刀以人力加工。主運動使用腳踏板經由索輪機構驅動，進給運動由手操作 [1]。

至十八世紀末應用蒸汽機將加工機械化。但在此種機器上，工具仍須由人力操縱，直至 1790 年在金屬加工機上發展鑄鐵製造之工具溜板（工具台）及機架，代替木製者。1830 年英國 Mandslay 首先製造完成自動縱向進給之車床。由此結束第一階段之機械化，並同時開創自動化之先河 [2]。

由機械化演變成爲自動化在最近 150 年中爲工業發展之趨勢。除定位塊、凸輪、曲線板及曲線盤對行程資料作機械式儲存，部份並對困難之機能調定，諸如皮帶變換代以移動又調定之齒輪變速機構，現今使用液壓作用於開關上或作用於信號上將齒輪組調定，或使用電力或液壓操縱分段齒輪之離合器。

相應控制技術之發展，由純粹機械式手柄及凸輪經由液力、電力及液力、電力作位置及形狀控制，演變爲液力及電子控制。在最近十年中製造程序自動化之發展與電子構件之功率適應性大量提高相結合。約自 1960 年開始應用數值控制，自 1970 年起使用程式控制及設算機控制者不斷增加。現今由於使用此種控制方法及電子數據處理可能性，將製造之整個操作資料流程集積構成。自動化之最高階段，除傳遞連續加工