

大學叢書

# 工具機學

王澤隆編譯



商務印書館發行

大學叢書

工 具 機 學

# 大學叢書委員會

## 委 員

丁燮林君 王世杰君 王雲五君  
任鴻雋君 朱經農君 朱家驊君  
李四光君 李建勛君 李書華君  
李書田君 李權時君 余青松君  
何炳松君 辛樹幟君 吳澤霖君  
吳經熊君 周 仁君 周昌壽君  
秉 志君 竺可楨君 胡 適君  
胡庶華君 姜立夫君 翁之龍君  
翁文灝君 馬寅初君 孫貴定君  
徐誦明君 唐 鈺君 郭任遠君  
陶孟和君 陳可忠君 陳裕光君  
曹惠羣君 張伯苓君 梅貽琦君  
程天放君 程演生君 馮友蘭君  
傅斯年君 傅運森君 鄒 魯君  
鄭貞文君 鄭振鐸君 劉秉麟君  
黎照寰君 蔣夢麟君 歐元懷君  
顏任光君 顏福慶君 羅家倫君  
顧頡剛君

大學叢書  
工具機學

王澤隆編譯

商務印書館發行

## 俞 序

並世列強，機械工程之猛進，皆已一日千里，而反觀吾國，則瞠乎其後。推源溯本，機械教育之未普，實亦重要原因。往者專校以上，競以原本是尚，遂令千萬學子，必先盡力，從事西文，然後方可研求工學。經濟光陰之浪費，既足阻塞士向學之心，而事倍功半，學術難興，尤為國家無窮之損失。王君挹芝，有慨乎此，緣以工暇，編譯工具機學一書，是亦促進機械學術之一助也。大學叢書委員會，既為審定而付梓矣，乃以印本，徵序於予，展讀既竟，欽遲無已。至若內容之切實詳盡，叢委會已有定評，當毋俟予之贅述。喜機械學術，多一著作，特為之序。

俞 大 維

## 翁 序

歐洲自十八世紀中葉產業革命以還，手工業漸次淘汰，機器工業，遂逐見蓬勃。緣機器所製造者，精細周密，生產量大，足以滿足人類之一切需要也。是故歐美工業發達之國家，凡交通，農業，以及日用品等應用之工業，無不利用機器，以從事製造，謂機器為凡百工業之母，誰曰不宜。我國一切生產，均落人後，實由於機器工業未能進步之所致也。

各種機器之形式與用途，各有不同，而其由簡單原件組合而成之理則一。欲求全部機器之精良，非以精工製造原件不為功。研求此種製造之學，為金工工藝學。工具機學，即其中之重要部分。如製造機件之如何省時，出品之如何準確，以至製造法及製造時所需之工具，應如何適合。機件之形狀材料等，則又非精研工具機學不為功矣。此皆相因而至，有連鎖之關係者。

我國當此建設時期，振興工業，發展生產，實為當務之急，而振興工業之道，工具機學尤為習工者極應研求之學。王君挹芝有見於此，特編譯此書，經數年之琢磨，乃克完成，已付梨棗，行將問世，徵序於予，予讀竟全稿，至深欽佩。此書出版，不獨於習工者有所補益，實亦大有益於我國之工業界也。故樂為之序。

翁之龍 二四·七·二十·於同濟大學。

## 自序

數年前，偶攪腿疾，久艱步履，因乘暇編譯此書，當時以精神有所寄託，故雖在病中，幾忘苦痛，歷一載而稿成，又三月乃際清，嗣後人事倥惚，遂不遑修正矣。民二十年秋，因借回國友人，代為校閱，不意竟被乘車遺失，兩年心血，頓付東流，為之不擇者久之。所幸初稿仍存故里，得復取作藍本，去歲以全年心力，增修整理，臘底始竣，較之初次兩稿，質量似均勝之，此或亦遺失之功也歟。比經商務編審諸君審查，認為可以印行，遂復繕正校勘一過，迨今完成，忽忽又三月矣。編者服務於實業工廠，事繁時冗，原無暇晷，此書編譯，大都執筆於更殘漏盡之時，光陰本不寬餘也，今以付梓，用誌頌末。至於書中辭義，設有疵謬，尙希工學同志，不吝指正，此非特編者之幸，亦工學前途之利也。

合肥王澤隆自識 二四·五·七。

## 例 言

1. 本書取材，以德國徐萊教授所著之工具機學 (Die Werkzeugmaschinen von Fr. W. Hülle), 席愛爾教授所著之機器工藝學 (Technologie des Maschinentechnikers von Karl Meyer), 及故師，大學教授，德國貝倫子博士 (Prof. Dr. Berrrens) 所教工具機學之筆記等為藍本，並參以編者歷年經驗，及收羅之圖書，編譯而成。各原本悉為德國工學名著，吾國如國立同濟大學，即採作課本及參考書，其內容之充實完美，可見一般。

2. 全書講解工具機工程，詳明切要，系統井然，插圖四百五十餘幅，各種機器之全體，局部，均極詳盡，包羅尤為宏富。各章附有實用例題頗多，尤便記習。

3. 全書共分五編，都二百八十三頁，既合大學院，專門學校，採作課本之用，亦適合職業學校，工廠技師，及一般有志研究機器製造技術者之參考，補習，及自修。

4. 本書所用專門名詞，因吾國向無標準，且不完備，除審慎採用通行者外，其尚無譯名，或有而不當者，率由編者，從新逡譯。惟書未附有德英華名詞對照表，及度量衡新舊名稱表，俾可參考西文各原本。

5. 本書自着筆以至殺青，歷時三載，稿凡四易，其中名詞等類，均曾再三斟酌，惟編者學識簡陋，亥豕魯魚，恐終難免，倘讀者有以正之，無任企盼。

編者識。



# 目 錄

第一章 概論 .....	1
第一節 工具機應具之主要條件 .....	1
第二章 工具機之工作情形 .....	7
甲 工具機之工作運動 .....	7
乙 主體及聯絡運動之測定 .....	9
丙 工具機之工作時間及切削功率 .....	14
丁 工具機之經濟之運用法 .....	20
<b>第二編 傳動 .....</b>	<b>23</b>
第一章 主體傳動 .....	23
甲 工具機之曳動 .....	23
(4) 旋轉的主體運動之曳動 .....	23
工具機之速率變換法 .....	24
(a) 階級引帶 .....	24
(b) 速率變換範圍之擴大 .....	26
(I) 由頂蓋聯動機關 .....	26
(II) 由機器本身 .....	27
(1) 由齒輪聯動機關 .....	27
(2) 由無級帶輪 .....	30
(3) 由階級齒輪聯動機關 .....	31

	(III) 用可調整的電動機 .....	39
	(c) 引帶開關 .....	42
	(d) 曳動之結構 .....	43
	(I) 於水平的主軸 .....	43
	(II) 於垂直的主軸 .....	46
	(B) 直行的主體運動之曳動 .....	53
	(C) 直行往返的主體運動之曳動 .....	57
	(a) 曲拐曳動 .....	57
	(b) 曲拐擺 .....	59
	(c) 旋轉擺 .....	60
乙	回動機關 .....	66
	(A) 直行的主體運動之回動機關 .....	66
	(a) 齒輪回動機關 .....	66
	(I) 正齒輪變向傳動 .....	66
	(II) 錐齒輪變向傳動 .....	67
	(b) 引帶回動機關 .....	68
	(I) 引帶同時推移之變向傳動 .....	68
	(II) 引帶接續推移之變向傳動 .....	69
	(c) 聯結器回動機關 .....	70
	(d) 電力回動機關 .....	71
	(B) 旋轉的主體運動之回動機關 .....	71
丙	開關 .....	72
第二章	聯絡傳動或聯絡機關 .....	73
甲	進給推進之聯絡機關 .....	73
乙	回程推進之聯絡機關 .....	82
丙	重要推進機關之結構 .....	83

<b>第三編</b>	<b>工具機之主要部分軸承與導軌</b> .....	<b>89</b>
<b>第一章</b>	<b>軸承</b> .....	<b>89</b>
<b>第二章</b>	<b>直行的主體及推進運動之導軌</b> .....	<b>92</b>
<b>第四編</b>	<b>重要工具機之構造</b> .....	<b>95</b>
<b>第一章</b>	<b>車床</b> .....	<b>95</b>
<b>甲</b>	<b>普通車床</b> .....	<b>95</b>
(A)	<b>車頭</b> .....	<b>96</b>
(B)	<b>拆座</b> .....	<b>96</b>
(C)	<b>刀具溜座</b> .....	<b>98</b>
(a)	<b>刀具溜座之機關</b> .....	<b>100</b>
(b)	<b>良動之調整法</b> .....	<b>104</b>
(c)	<b>推進之自動開關</b> .....	<b>105</b>
(D)	<b>車製螺絲變換齒輪之算法</b> .....	<b>107</b>
<b>乙</b>	<b>特殊車床</b> .....	<b>111</b>
(A)	<b>筒型車床</b> .....	<b>111</b>
(B)	<b>製球車床</b> .....	<b>113</b>
(C)	<b>磨機車床</b> .....	<b>114</b>
(D)	<b>鏜齒車床</b> .....	<b>114</b>
(E)	<b>平面車床</b> .....	<b>118</b>
(F)	<b>立式車床</b> .....	<b>119</b>
(G)	<b>輪箍車床</b> .....	<b>120</b>
(H)	<b>截料車床</b> .....	<b>120</b>
(I)	<b>曲拐車床</b> .....	<b>121</b>
(J)	<b>迴輪車床</b> .....	<b>122</b>
(K)	<b>自動迴輪車床</b> .....	<b>127</b>

	(L) 半自動車床 .....	129
	(M) 複工自動車床 .....	129
	(N) 複工半自動車床 .....	131
<b>第二章</b>	<b>鑽床</b> .....	<b>134</b>
甲	立式鑽床 .....	134
(A)	柱式鑽床 .....	134
(B)	展轉鑽床 .....	138
乙	臥式鑽床或搪床.....	140
(A)	軸位固定之搪床 .....	140
(B)	軸位活動之搪床 .....	141
(C)	氣筒搪床 .....	142
<b>第三章</b>	<b>銼床</b> .....	<b>145</b>
甲	臥式銼床 .....	146
(A)	簡單銼床 .....	148
(B)	全能銼床 .....	150
	分配鼓 .....	151
(a)	分配鼓之構造 .....	151
(b)	分配鼓之應用 .....	154
(I)	正齒輪之銼法.....	154
(II)	螺絲之銼法 .....	155
(III)	螺旋齒輪之銼法.....	158
(IV)	錫齒輪之銼法.....	161
(V)	錐齒輪之銼法 .....	161
(C)	平面銼床 .....	168
乙	立式銼床 .....	168
丙	特種銼床 .....	171
(A)	楔槽銼床 .....	171

	(B) 硬型鑽床 .....	172
	(C) 雙圓鑽床 .....	172
	(D) 錐紋鑽床 .....	173
	(E) 齒輪鑽床 .....	175
<b>第四章</b>	<b>磨床</b> .....	<b>179</b>
甲	修平磨床 .....	179
	(A) 圓體磨床 .....	179
	(a) 圓錐的工件之圓體磨床 .....	179
	(b) 廣大的工件之圓體磨床 .....	181
	(I) 全能磨床 .....	182
	(II) 氣筒磨床 .....	183
	(B) 平面磨床 .....	184
乙	特種磨床] .....	186
	(A) 精輪磨床 .....	186
	(B) 齒輪磨床 .....	187
	(C) 鋼珠磨床 .....	190
丙	工具磨床 .....	191
<b>第五章</b>	<b>製螺絲機</b> .....	<b>194</b>
甲	退輪床 .....	194
乙	自動退輪床 .....	195
丙	割紋機 .....	196
丁	縱紋機 .....	198
戊	環紋機 .....	199
<b>第六章</b>	<b>鉋床</b> .....	<b>202</b>
甲	合鉋床 .....	203
乙	快鉋床 .....	210
丙	單柱鉋床 .....	215

	丁 牛頭鉋床 .....	216
	戊 立鉋床 .....	220
	己 楔形拉鉋機 .....	222
	庚 出空機 .....	223
	辛 飯邊鉋床 .....	226
<b>第七章</b>	<b>鋸機 .....</b>	<b>227</b>
	甲 圓鋸 .....	228
	乙 帶鋸 .....	231
	丙 弓鋸 .....	232
	丁 鋸解器 .....	233
<b>第八章</b>	<b>輓板機 .....</b>	<b>233</b>
<b>第九章</b>	<b>剪機及衝洞機 .....</b>	<b>236</b>
	甲 開合剪 .....	236
	乙 圓剪 .....	237
	丙 衝洞機 .....	238
<b>第十章</b>	<b>木工用機 .....</b>	<b>239</b>
	甲 鋸木機 .....	239
	(A) 圓鋸機 .....	239
	(B) 帶鋸機 .....	241
	(C) 切鋸機 .....	243
	(a) 立式切鋸 .....	243
	(b) 臥式切鋸 .....	246
	乙 鉋木機 .....	247
	(A) 鉋直機 .....	247
	(B) 平鉋機 .....	248
	丙 其他木工機 .....	249

第十一章 工具機之耗損及試驗.....	250
第十二章 工具機之裝置法.....	254
<b>第五編 算法.....</b>	<b>257</b>
第一章 工具機之切削壓力及所需功.....	257
甲 在單刃刀具間之切削壓力 .....	257
乙 在剪刀間之切削壓力 .....	259
丙 在衝頭間之切削壓力 .....	259
丁 在鑽頭間之切削壓力 .....	260
戊 在鑽刀間之切削壓力 .....	262
己 磨琢之功率 .....	263
庚 工具機所需功 .....	264
第二章 曳動之計算.....	266
第三章 工具機之速率推進及功率之算法.....	279
<b>第六編 配合及公差.....</b>	<b>285</b>
公差及尺寸差之基本定義.....	285
配合之基本定義.....	286
公差及配合名詞對照表.....	313
德英華名詞對照表.....	317
度量衡新舊名稱對照表.....	327



# 工 具 機 學

## 第 一 編

### 工 具 機 概 論

#### 第一章 工具機應具之主要條件

工具機究爲何種機器耶？對此問題，德人羅曼，在其柏林展覽會說明書中，有一極佳之答詞曰“彼乃金屬的人手”。以成績論，工具機今日在工作上之所成就，已遠勝於手工。蓋機器工作，非特工率優良，其精密程度，亦復較筋骨的人手爲勝也。

當此經濟戰爭時代，每一工廠之經營，其第一生存條件，必訓練多數工人，善用功率優良之機器，然後方能減輕成本。

每座工具機，有二種主要條件，必須試驗：

1. 機器之功率。
2. 製品之成績。

工具機之功率的測量：

- (a) 粗製機，以每點鐘所出殘屑重量計。例如每點鐘出殘屑 50 斤克。或大量製造，以每點鐘所成件數計。
- (b) 磨光機，以每點鐘所磨面積計。例如每點鐘磨光面 1.5 方米。

或大量製造，以每點鐘所磨件數計。

工具機之製品的檢驗：

製品之檢驗，分尺寸，及形體二種。

測量尺寸之工具，自來所用者，為摺尺，摺尺，及分微尺等。惟此種活動的量度工具，猶常欠精密，故製成之工件，仍多需要複修的工作。

在製造大量精密機件之工廠，多用固定的量度工具，尺寸既極準確，使用尤為簡便。此種量具，名為極限規，圖 1 所示，乃錐體的極限規。

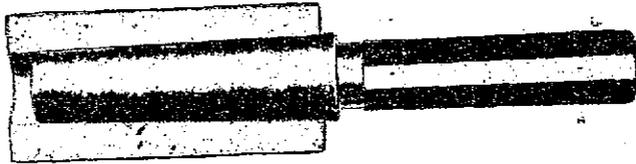


圖 1 錐體極限規

凡機件互相接合者，名曰配合。配合的部分，常分為旋轉，移動，固定等。

例如。

- (1) 旋轉部位 其旋轉部位，須留滑油容存的餘隙。如軸在軸承內是也。
- (2) 移動部位 須移動輕易。如引帶輪之在軸上是也。
- (3) 固定部位 加輕微壓力或錘力，即可裝卸。如齒輪之裝軸上是也。
- (4) 緊縮部位 在強壓力下，或赤熱時套進，冷後因收縮作用以結合者。如火車輪箍之套於輪緣，或輪殼套於軸上是也。

因情形之各異，其配合部位之尺寸，常需要若干的微差。此種微差限度，吾人應用微差極限規以檢驗之。

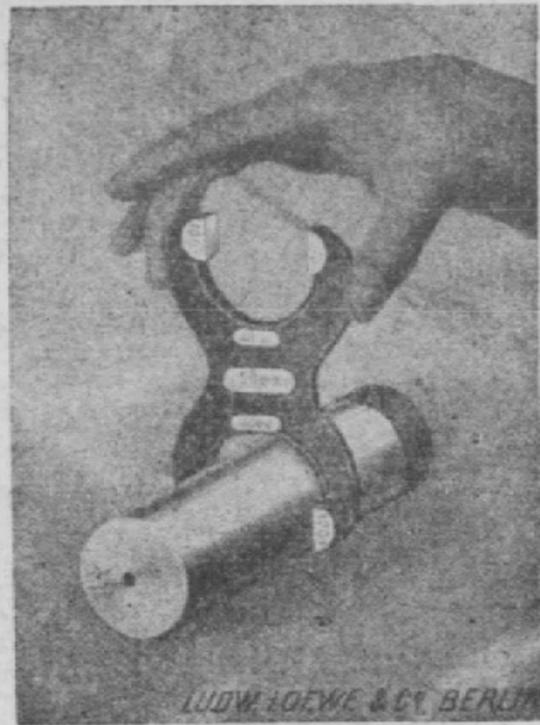


圖 2 微差極限規 (以盈端量軸)



圖 3 微差極限規 (以負端量軸)

此種極限規上，中段標明標準尺寸，一端有(-)號，是為負端，另端



圖 4 微差極限規 (用盈端量孔)

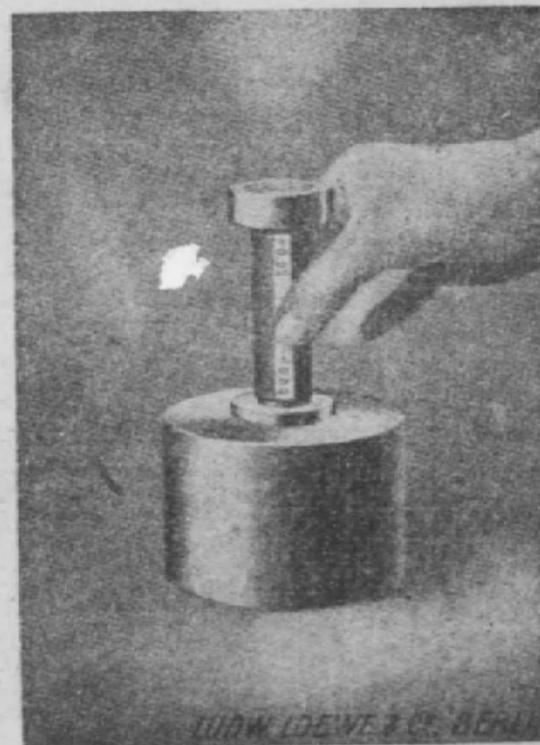


圖 5 微差極限規 (用負端量孔)

有(+)號,是爲盈端。如用此種量軸規之(+)端,以量標準軸,則跨過甚爲輕易(圖 2)。反之倘以(-)端量之,則感緊澀(圖 3)。又如用量孔規之(+)端,以量標準孔,則感緊澀(圖 4)。反之,如用(-)端量之,則納入甚爲輕易(圖 5)。

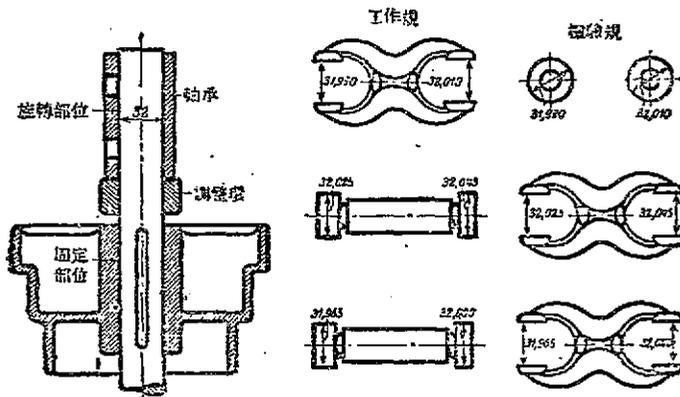


圖 6—13 以軸爲標準,關於軸,軸承,及輪所應用之工作規及檢驗規

由以上現象之觀察,應用微差極限規時,須注意下列之兩種制度。

- (1) 如規定以“孔徑爲標準”則孔徑準定,而單以軸徑,隨配合情形變其微差。
- (2) 如規定以“軸徑爲標準”則軸徑準定,而單以孔徑,隨配合情形變其微差。

圖 6—23, 乃表示兩種制度下,極限規應用之例。工作規用以量測工件,而檢驗規則用以檢驗工作規者。

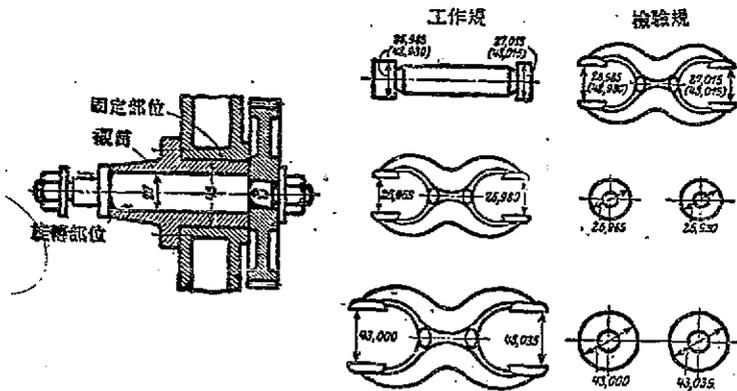


圖 14-22 以孔為標準，關於軸，視筒，所應用之工作規及檢驗規

表 1 及 2，乃兩種制度下，極限規在各種配合情形時，微差之規定。

表 1 以孔為標準之微差限度表

配零件 之對徑 φ	孔		軸					
	適合者		旋轉部位		推移部位		固定部位	
9-10	+0.01	-0.01	-0.015	-0.025	-0.007	-0.012	±0.00	+0.02
11-20	+0.01	-0.01	-0.015	-0.03	-0.01	-0.015	±0.00	+0.025
21-30	+0.015	-0.015	-0.02	-0.035	-0.012	-0.02	±0.00	+0.03
31-50	+0.015	-0.02	-0.025	-0.045	-0.012	-0.025	±0.00	+0.035
51-75	+0.02	-0.02	-0.03	-0.05	-0.012	-0.03	±0.00	+0.04
76-100	+0.02	-0.025	-0.035	-0.06	-0.015	-0.035	±0.00	+0.045

表 2 以軸為標準之微差限度表

配零件 之對徑 φ	軸		孔					
	適合者		旋轉部位		推移部位		固定部位	
6-10	+0.01	-0.01	+0.015	+0.03	+0.01	+0.015	±0.00	-0.02
11-20	+0.01	-0.01	+0.015	+0.035	+0.01	+0.02	±0.00	-0.025
21-30	+0.01	-0.01	+0.02	+0.04	+0.012	+0.022	±0.00	-0.03
31-50	+0.01	-0.01	+0.025	+0.045	+0.012	+0.025	±0.00	-0.035
51-75	+0.01	-0.01	+0.03	+0.05	+0.012	+0.03	±0.00	-0.04
76-100	+0.01	-0.01	+0.035	+0.06	+0.015	+0.035	±0.00	-0.045

## 形體之精密檢驗。

- (1) 光隙檢驗 將規尺正確透，側置於欲試之平面，向各方遍移，同時觀察接觸面之光隙。倘所試之面確係平正，則規尺到處完全無隙(圖 23<sub>a</sub>)。
- (2) 着色檢驗 將着極薄紅色的平規板，置於欲檢之平面，輕緩反復推抹。倘所試面，着色不均，須加錐刮，至勻遍為度(圖 23<sub>b</sub>)。
- (3) 水平檢驗 用極小水平儀，逐推移於所檢試之面上，而觀察水泡現象，以靜止不動為當。
- (4) 感觸檢驗 將欲檢之件，置於驗平板。然後將感觸儀之觸角，輕微的觸於試面，再將感觸儀，連底座推移，使觸角在試面上，到處輕抹。如試面確係平正，則儀上指針靜止。倘針有蕩動，則該面須加修刮(圖 24)。

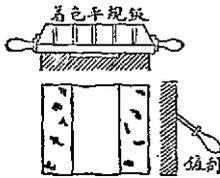
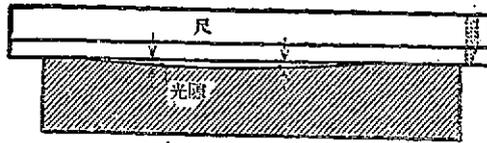
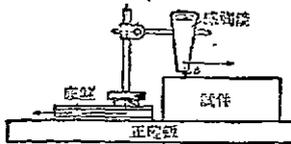
圖 23<sub>a</sub> 着色檢驗法圖 23<sub>b</sub> 用光隙法，檢驗彎曲的平面

圖 24 用感觸儀檢驗平面

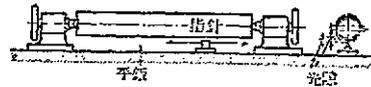


圖 25 依光隙法，以檢驗圓面光面

此種檢驗法，亦可應用於圓體的工件。祇須將試件，支於兩尖錐上，緩緩的旋轉，以感觸儀或光隙指針接近之，即可驗出其是否準確（圖 25）。

## 第二章 工具機之工作情形

### 甲 工具機之工作運動

當工具機自動的製造工件時，必具有兩種自動的運動：

- (1) 主體或切削運動，以完成工具之切削工作。
- (2) 聯絡或推進運動，以完成工具或工件之推進工作。

在車床中（圖 26—27），刀具切削時，工件的旋轉運動 1，是為主體運動。其刀具之直行運動 2，是為聯絡運動。當彼在縱行車削時，則沿車床，縱行推進，而在車平面時，則橫行推進。

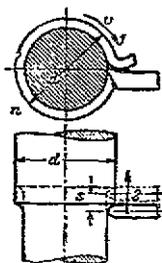


圖 26—27

車床之工作情形

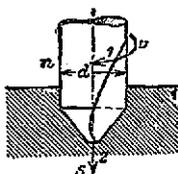


圖 28

鑽床之工作情形

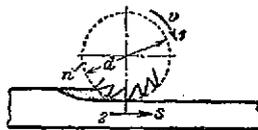


圖 29

銖床之工作情形

在鑽床中（圖 28），鑽頭旋轉運動 1，是為主體運動，而鑽頭向工件侵進之直行運動 2，是為聯絡運動。

在銖床中（圖 29），銖刀之旋轉運動 1，是為主體運動，而工件之直

行運動 2, 是為聯絡運動。

在圓體磨床中(圖 30—31), 磨輪之迅速旋轉 1, 是為主體運動, 而

工件之緩慢旋轉的運動 2, 是為聯絡運動。至於羅通式磨床, 尚有往復之推進運動 2'。在南第式磨床, 則磨輪具有縱行推進運動 2'。

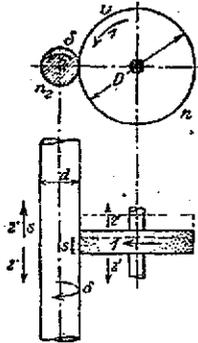


圖 30—31  
圓體磨床之工作情形

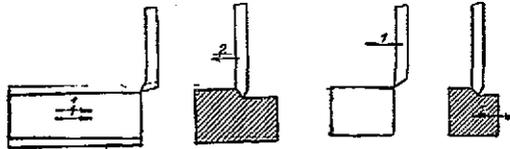


圖 32—33  
鉋床之工作情形

圖 34—35  
牛頭鉋床之工作情形

在鉋床中(圖 32—33), 工件之直行的往復運動 1, 是為主體運動, 而在回程中, 鉋刀之推移運動 2, 是為聯絡運動。

在立鉋床中(圖 34—35), 銜鑿器借刀具之直行運動 1, 是為主體運動, 而工作台借工件, 在回程時之推移 2, 是為聯絡運動。

除以上的主體及聯絡運動外, 尚有一種調整運動, 以調整刀具所切削之深度。例如在車床上, 將刀具溜飯邊之手輪右轉, 則刀具侵入工件, 或反之將其左轉, 則切削減淺或退出。

主體運動之種類, 概別為

- (1) 工具機為旋轉的主體運動者, 計如車床, 鑽床, 銼床, 磨床等屬之,
- (2) 工具機為直行的主體運動者, 如鉋床及立鉋床屬等之。

機之工作，為旋轉主體運動者，例為連綿推進，彼在全行程中，毫不間斷。機為直行切削者，大都於回動時，由回動機關推進，以供工作行程時鉋削。

吾人以考驗所得，則知此兩種機之功率，及製品成績，比較上，凡機為旋轉主體運動者，其功率輒較直行者為佳。因每種直行之機，其回程均係空行無用也。又如以成績論，旋轉主體運動者，其工作亦穩靜而準確，而直行切削者，於回動時，聯絡機關，每有振動。

### 乙 主體及聯絡運動之測量

因主體運動，乃造成切削作用，故主體運動之速率愈大，則機之工作亦愈速。因此，於主體運動，吾人須測計其切削速率。

在一切工具機，屬於旋轉主體運動者，其刀具或工件之圓周速率，即為切削速率。以  $d$  表刀具或工件之對徑， $n$  為每分鐘之轉數，如是則車床，鏝床，鑽床之切削速率  $v$  為

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ 毫米/秒 } (d \text{ 以毫米計})$$

或 
$$v = \pi \cdot d \cdot n \text{ 米/分 } (d \text{ 以米計})$$

在車床中  $d$  = 工件之對徑

在鑽床中  $d$  = 鑽頭之對徑

在鏝床中  $d$  = 鏝刀之對徑

在磨床中切削速率，吾人常以每秒鐘所駛米距計，例如 30 米/秒，

因此

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \text{ 米/秒 } \text{ 此處之 } D = \text{磨輪對徑}$$

在工具機為直行主體運動者，則其切削速率  $c$  為

$$c = \frac{w}{t} = \frac{\text{行程}}{\text{時間}}$$

於試驗時，將鉋床或立鉋床之床，用粉筆畫界線  $w$ 。例如  $w = 1500$  毫米，再於鉋台或衝擊器，畫一  $A$  線（圖 36）。至此可注意所持時計，當鉋台或衝擊器行駛，經過  $w$  距時，如時計所指為 10 秒，則其切削速率

$$c = \frac{w}{t} = \frac{1500}{10} = 150 \text{ 毫米/秒} = 9 \text{ 米/分}$$

凡工件或刀具之推進，名曰聯絡或推進運動，前已述之。茲再述其測計之方法。在旋轉主體運動之機，其每一迴轉，工件或刀具，所推進距離，是為單位推進。例如車床工作，其推進距  $s = 2$  毫米，即刀具在工件每一迴轉時，推進 2 毫米。

每分鐘所推進的距離，是為推進速率，以  $\delta$  表之， $\delta = n \cdot s$  毫米/分。  
 $n$  為每分鐘之轉數。吾人欲確知機器之推進距，使刀具溜板自動前行至  $w$  距，以毫米計，同時數其轉數  $n_1$ 。於是單位推進，以下式得之（圖 37—38）。

$$s = \frac{w}{n_1} \text{ 毫米/迴轉}$$

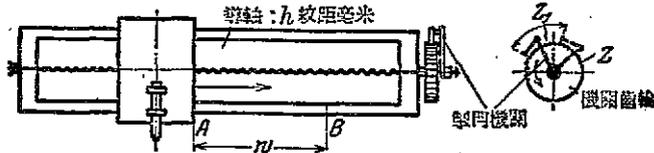


圖 37—38 刀具溜板之推進

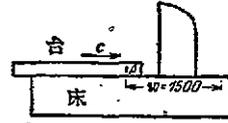


圖 36 鉋床之速率

在直行主體運動之機，其刀具或工件，在鉋台或衝擊器，每次回行時推進。例如，鉋床之單位推進  $s=2$  毫米，即刀具在每次回行時，推進 2 毫米。每分鐘之推進距（即推進速率）亦適用  $\delta = n \cdot s$  毫米，惟  $n$  在此處，為每分鐘之雙程數。至於推進速率，亦可由實驗而確定之，吾人祇須於溜板自動由  $A$  至  $B$ ，所行  $w$  段時，而記其雙程數  $n_1$ （圖 37—38），於是單位推進

$$s = \frac{w}{n_1} \text{ 毫米}$$

設吾人將 1 聯絡輪之齒數  $z$ ，2 型門躍過之齒數  $z_1$ ，及 3 聯絡軸之螺紋距  $h$  等，均測計得其數字，則亦可以下式求得單位推進。

$$s = \frac{z_1}{z} \cdot h$$

例如  $z=20$ ， $h=10$  毫米

$$\text{當 } z_1=1; \text{ 則 } s_1 = \frac{1}{20} \cdot 10 = 0.5 \text{ 毫米}$$

$$\text{當 } z_1=2; \text{ 則 } s_2 = \frac{2}{20} \cdot 10 = 1.0 \text{ 毫米}$$

$$\text{當 } z_1=3; \text{ 則 } s_3 = \frac{3}{20} \cdot 10 = 1.5 \text{ 毫米}$$

$$\text{當 } z_1=4; \text{ 則 } s_4 = \frac{4}{20} \cdot 10 = 2.0 \text{ 毫米}$$

表 3 切削速率表

原 料	車及鉋 米/分	鑽 米/分	銼 米/分	磨 米/秒
鑄鐵 . . . . .	15-25	12-20	10-16	} 20-30
鑄鋼 . . . . .	12-22	12-25	8-14	
磨性鑄鐵 . . . . .	16-28	14-28	10-16	
錫鋼 . . . . .	15-22	15-25	12-20	
工具鋼 . . . . .	9-12	10-13	6-12	
黃銅 . . . . .	20-40	30-50	15-30	

表 4 推進速率表

鑽 及 鉋	粗 車	鉋	磨
0.2-1 毫米/迴轉	0.5-4 毫米/迴轉	0.5-3 毫米/行程	1/5-9/10 磨輪寬度

## 例 題

1. 今有一鐵床，其鑽刀之對徑  $d=60$  毫米，每分鐘之轉數，為 150 迴轉。問其切削速率幾何？

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 150}{60} = 471 \text{ 毫米/秒}$$

或 
$$v = \frac{60 \cdot 471}{1000} = 28.26 \text{ 米/分}$$

2. 有一 80 毫米對徑之軸，在每分鐘 20 米之速率下車之。則該機應配以何種轉數？

$$v = \pi \cdot d \cdot n; \quad 20 = \frac{\pi \cdot 80}{1000} \cdot n$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 80} = \frac{250}{\pi} \sim 80 \text{ 迴轉/分}$$

3. 一車床有轉數八級，為  $n_1 = 20$ ,  $n_2 = 30$ ,  $n_3 = 45$ ,  $n_4 = 68$ ,  $n_5 = 100$ ,  $n_6 = 150$ ,  $n_7 = 225$ ,  $n_8 = 340$ 。今規定  $v = 20$  米/分，試計算工作時，該床所能車之對徑。

(a) 算法答案：

$$v = \pi \cdot d \cdot n \quad \text{而} \quad \pi \cdot d = \frac{v}{n}$$

$$\pi \cdot d_1 = \frac{v}{n_1} = \frac{20}{20} = 1 \quad \text{米；於是 } d_1 \sim 320 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_2 = \frac{v}{n_2} = \frac{20}{30} = 0.667 \quad \text{米；} \quad d_2 \sim 210 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_3 = \frac{v}{n_3} = \frac{20}{45} = 0.444 \quad \text{米；} \quad d_3 \sim 140 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_4 = \frac{v}{n_4} = \frac{20}{68} = 0.294 \quad \text{米；} \quad d_4 \sim 95 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_5 = \frac{v}{n_5} = \frac{20}{100} = 0.2 \quad \text{米；} \quad d_5 \sim 65 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_6 = \frac{v}{n_6} = \frac{20}{150} = 0.133 \quad \text{米；} \quad d_6 \sim 40 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_7 = \frac{v}{n_7} = \frac{20}{225} = 0.089 \quad \text{米；} \quad d_7 \sim 30 \text{ 毫米}$$

$$\pi \cdot d_8 = \frac{v}{n_8} = \frac{20}{340} = 0.06 \quad \text{米；} \quad d_8 \sim 20 \text{ 毫米}$$

(b) 圖解答案：

由公式  $v = \pi \cdot d \cdot n$  米/分 及  $d \cdot n = \frac{v}{\pi}$  為明白表現計,使

$x = d$ ,  $y = n$ , 及  $\frac{v}{\pi} = a^2$ ; 於是

$x \cdot y = a^2$  是為等邊雙曲線。

因  $y = x$ : 故  $x^2 = a^2$  而  $x = \sqrt{a^2} = \sqrt{\frac{v}{\pi}}$

在圖 39 中, 雙曲線所表示者, 為

$v = 15$  米/分,  $v = 20$  米/分,  $v = 25$  米/分。

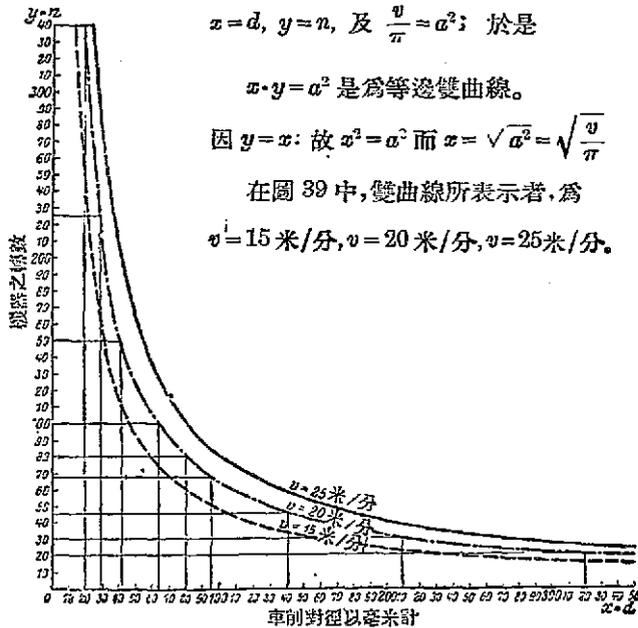


圖 39 關於  $v, d, n$  之算表

由雙曲線  $v = 20$  所表現者為

$$n_1 = 20, \quad d_1 = 320 \text{ 毫米} \quad n_5 = 100, \quad d_5 = 64 \text{ 毫米}$$

$$n_2 = 30, \quad d_2 = 210 \text{ 毫米} \quad n_6 = 150, \quad d_6 = 42 \text{ 毫米}$$

$$n_3 = 45, \quad d_3 = 140 \text{ 毫米} \quad n_7 = 225, \quad d_7 = 28 \text{ 毫米}$$

$$n_4 = 68, \quad d_4 = 95 \text{ 毫米} \quad n_8 = 340, \quad d_8 = 20 \text{ 毫米}$$

丙 工具機之工作時間及切屑功率

由單位推進，及切削速率，可算得工具機之純粹的工作時間，及切層功率。每一迴轉之推進距為  $s$ (毫米)，每分鐘之轉數為  $n$ ，如是則機器對於工件，每分鐘所工作的長度，即等於每分鐘所推進  $\delta = n \cdot s$ 。

(a) 工作時間之計算法。

凡工具機主體運動之為旋轉者，其每一切削行程，均為連貫路，表以  $L$ 。於是

$$\text{機器行駛時間 } t_m = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{\text{連貫路}}{\text{每分鐘所推進}}$$

車床：連貫路 = 車削長度

鑽床：連貫路 =  $h + w = h + \frac{d}{2 \tan 60^\circ} \sim h + \frac{2}{7} d$  (圖 40);  $h$  = 鑽深度

銼床：連貫路 =  $L + W_1 + W_2 = L + t \sqrt{\frac{d}{t} - 1} + 5 \div 10$  毫米 (圖 41)

磨床：  $t_m = \frac{L + 10 \text{ 毫米}}{n_2 \cdot s} \cdot z$  (見圖 30—31);  $z$  為磨程次數

照圖 30—31，則工件之圓周速率為

$$\delta = \pi \cdot d \cdot n_2 \text{ 而 } n_2 = \frac{\delta}{\pi \cdot d}; \quad \delta = 8 \div 15 \text{ 米/分}; \text{ 於是}$$

$$\text{磨床之工作時間 } t_m = \frac{\pi \cdot d}{\delta} \cdot \frac{L + 10}{s} \cdot z$$

其磨程之次數  $z = \frac{d - d_0}{2t}$ ; 當切削深度  $t = 0.01 \div 0.05$  毫米，

$$\text{則 } s = 1/5 b \dots \dots 9/10 b$$

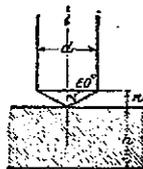


圖 40 鑽床之運貨路

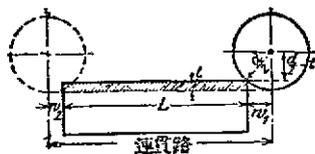


圖 41 銼床之運貨路

凡工具機之主體運動為直行，如鉋床及立鉋床者，則

$$\text{機之行駛時間 } t_m = \frac{B}{n \cdot s} = \frac{\text{共鉋寬度}}{\text{每分鐘之推進距}}$$

式中之  $n$ ，為每分鐘之雙程數，並須試驗而確定之，即使機行動 10 分鐘，計其共計雙程數，然後再計其每分鐘之雙程數。

設  $C_H$  為鉋削速率米/分，而  $C_R$  為回駛速率米/分，則  $H_m$  為雙程。其程數亦可以算法測定之。

$$t = \frac{H}{C_H} + \frac{H}{C_R}, \quad \text{此處 } C_R = m \cdot C_H; \quad m = \text{加速程度}$$

$$t = \frac{H}{C_H} \sqrt{1 + \frac{1}{m}}; \quad \text{每分鐘之程數 } n = \frac{1}{t} = \frac{C_H}{H \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

鉋台之運動，在每行程中，尚有加速率與減速率之相替變換，故此程數尚非完全準確。

$$\text{平均的鉋台速率 } C_m = \frac{2H}{t} = \frac{2C_H}{1 + \frac{1}{m}}; \quad \text{帶入以上之 } n \text{ 值，則}$$

$$\text{機器之行駛時間 } t_m = \frac{B}{n \cdot s} = \frac{H \left(1 + \frac{1}{m}\right)}{C_H} \cdot \frac{B}{s} \text{ 以分計。}$$

· 回行時加速率之倍數值：大型機  $m \leq 2$

中型機  $m \leq 2.5$

小型機  $m \leq 3$

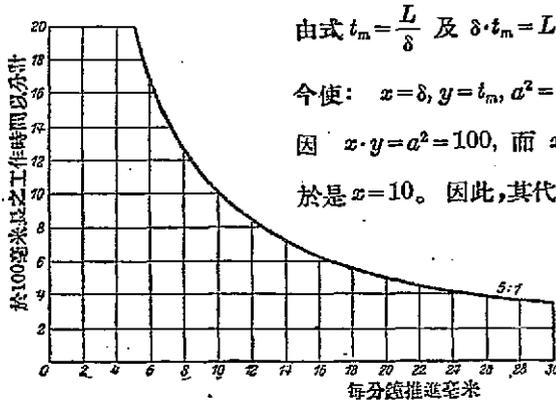
行程  $H = L + 2w =$  鉋削長度 + 2 越程 ( $w =$  越程)

各種鉋削行程，應具之越程數值： $H \leq 2$  米，則  $w = 100$  毫米

$H \leq 4$  米，則  $w = 100 \dots \dots 125$  毫米

$H \leq 8$  米，則  $w = 150 \dots \dots 175$  毫米

(b) 工作時間之圖解法。



由式  $t_m = \frac{L}{\delta}$  及  $\delta \cdot t_m = L$ ；而作圖 42。

今使： $x = \delta, y = t_m, a^2 = L = 100$  毫米，

因  $x \cdot y = a^2 = 100$ ，而  $x = y$ ，故  $x^2 = 100$ ，

於是  $x = 10$ 。因此，其代表時間之線，遂成

一等邊雙曲線，

如圖 42 所示者。

吾人在  $x$  軸

中，可檢得推進

圖 42 100 毫米進路，機器工作時間之算表

速率，於垂直方  $y$  軸中，則可檢得工作時間。

工具機之功率，切屑重量，及尺寸之計算：

車床： $G = \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma$  仟克/點 (縱行車削，圖 43—44)

( $\gamma$  為各種金屬之比重)

$$\text{搪床: } G = \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma \text{ 仟克/點}$$

$$\text{鑽床: } G = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma \text{ 仟克/點}$$

$$\text{銼床: } G = B \cdot t \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma \text{ 仟克/點 (圖 45—46)}$$

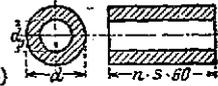


圖 43—44

車, 搖, 鑽工作之切屑功率

鉋床及立鉋床:

$$G = L \cdot t \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma \text{ 仟克/點 (圖 47—48)}$$

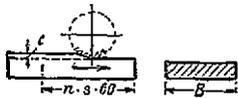


圖 45—46

銼削工作, 每點鐘之切屑功率



圖 47—48

鉋削工作, 每點鐘之切屑功率

在一般機器中, 吾人亦可由切屑功率, 及切削速率, 測定所需之功  $N$ .

$$G = \frac{q \cdot v \cdot 60 \cdot \gamma}{1000} = \frac{60 \cdot 75 \cdot N \cdot \eta \cdot 60 \cdot \gamma}{K \cdot 1000} = \frac{270 \cdot \gamma \cdot N \cdot \eta}{K}$$

$$= \frac{189 \cdot \gamma \cdot N}{K} \text{ 仟克/點 式中 } \eta = 0.7, G \text{ 爲切屑重量}$$

若機之所需功, 以馬功率計, 則

$$N = \frac{W \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{q \cdot K \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \quad K \text{ 值, 見第五編, 第一章甲, 乙, 丙, 條.}$$

$$\text{於 } N = 1 \text{ 馬功率, 則每點鐘之切屑重量 } q = \frac{189 \gamma}{K}$$

### 例 題

1. 今有軸一, 其對徑爲 100 毫米, 切削速率  $v = 20$  米/分, 單位推進  $s = 2.5$  毫米, 車削長度  $L = 1500$  毫米。問需車製時間幾何?

(a) 算法答案：

$$\text{工作時間 } t_m = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{1500}{64 \cdot 2.5} = \frac{1500}{160} \sim 10 \text{ 分}$$

(b) 圖解答案：

檢圖 42, 知推進速率  $s = 16$  毫米/分者, 其時間為 6.5 分, 其車削長度為 100 毫米。由此, 得推知推進速率  $s = 160$  毫米/分者, 其時間當為 0.65 分。於是, 工作時間

$$t_m = \frac{1500 \cdot 0.65}{100} \sim 10 \text{ 分}$$

又如切削深度, 為 6 毫米者, 該車床之功率為幾何?

$$G = \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma$$

$$G = \left( \frac{\pi}{4} \cdot 12^2 - \frac{\pi}{4} \cdot 0.88^2 \right) \cdot 0.025 \cdot 64 \cdot 60 \cdot 7.8 = 134 \text{ 仟克/點}$$

2. 有一工件, 長 1500 毫米, 寬 120 毫米, 鉋床之切削速率, 為 10 米/分, 即為 170 毫米/秒, 其回行時之加速率為 8 倍, 其單位推進為 2 毫米。問其工作時間幾何?

(a) 算法答案：

今定鉋削越程  $w = 100$  毫米, 則工作行程  $L = 1500 + 2 \cdot 100 = 1700$  毫米,

$$\text{其鉋削時間 } t = \frac{L}{v} = \frac{1700}{170} = 10 \text{ 秒}$$

$$\text{雙程次數 } z = \frac{B}{s} = \frac{120}{2} = 60 \text{ 次}$$

$$\text{回行時間 } t_r = \frac{10}{3} = 3 \frac{1}{3} \text{ 秒}$$

$$\text{每一往返時間 } t_D = 10 + 3 \frac{1}{3} \sim 15 \text{ 秒}$$

$$\text{於是 共需時間 } t_m = 60 \cdot 15 = 900 \text{ 秒} = 15 \text{ 分}$$

演成公式，即

$$t_m = \frac{H}{C_H} \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right) \cdot \frac{B}{s} = \frac{1.7}{10.2} \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{120}{2} = 13 \frac{1}{3} \sim 15 \text{ 分}$$

設切削深度為 6 毫米，則切屑功率幾何？

由上演算，知鉋台每往返一次，需時 15 秒，於是，每分鐘之工作行程為 4 次，每點鐘為  $60 \cdot 4 = 240$  次。今已知單位推進為 2 毫米，則每點鐘切削寬度為  $60 \cdot n \cdot s = 240 \cdot 2$  毫米。茲工件長為 1500 毫米，於是切屑功率

$$G_m = L \cdot t \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma = 15 \cdot 0.06 \cdot 0.02 \cdot 240 \cdot 7.5 = 32 \text{ 仟克/點}$$

(b) 圖解答案：

今已知每分鐘為 4 雙程，單位推進為 2 毫米，於是推進速率  $\delta = 8$  毫米/分。據此，查圖 42，可知鉋削寬度為 100 毫米者，其時間為 12.5 分。因此，鉋削寬度為 120 毫米者，其時間

$$t_m = \frac{120 \cdot 12.5}{100} = 15 \text{ 分}$$

#### 丁 工具機之經濟的運用法

當工具機在工作時，其切削速率，轉數，及工件之對徑，常有連帶關係，必須支配適當。惟工件之質料，對徑，件各不同，每次均施計算，殊嫌費時，故欲使工具機經濟的運用，必使一般工件，在適當的切削速率，

及規定的對徑之範圍內，有正確相當的轉數。因此最好應用一種算表如圖 49。

此表係由公式  $v = \pi \cdot d \cdot n$  演繹而出。其間之工具機轉數  $n$ ，為已知者，而  $v$  及  $d$ ，則係不定的。而  $\text{tg } \alpha = \frac{v}{d} = \pi \cdot n$ 。在表中，吾人使  $y = v$  及  $x = d$ 。故  $\frac{y}{x} = \pi \cdot n$ 。是為直線公式，其線均由 0 點引出。

例如有一車床，具以下之各種轉數。

$$n_1 = 20, \quad n_3 = 45, \quad n_5 = 100, \quad n_7 = 225,$$

$$n_2 = 30, \quad n_4 = 68, \quad n_6 = 150, \quad n_8 = 340.$$

茲令  $x = 100$ ，則  $y$  如下

$$y_1 = 100 \cdot \pi \cdot 20 = 6283 \text{ 毫米}, \quad y_5 = 100 \cdot \pi \cdot 100 = 31416 \text{ 毫米},$$

$$y_2 = 100 \cdot \pi \cdot 30 = 9424 \text{ 毫米}, \quad y_6 = 100 \cdot \pi \cdot 150 = 47124 \text{ 毫米},$$

$$y_3 = 100 \cdot \pi \cdot 45 = 14137 \text{ 毫米}, \quad y_7 = 100 \cdot \pi \cdot 225 = 70686 \text{ 毫米},$$

$$y_4 = 100 \cdot \pi \cdot 68 = 21363 \text{ 毫米}, \quad y_8 = 100 \cdot \pi \cdot 340 = 106810 \text{ 毫米}.$$

由上得數，加以繪製，則成下表。

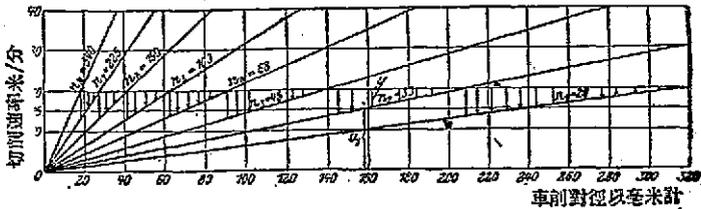


圖 49 關於  $v = \pi \cdot d \cdot n$  之算表

當  $v = 30$  米/分，車件之對徑為已知，即可於表中，查得在各種對徑下，應用  $n_1 - n_8$  之適當的轉數。因轉數線與速率線相交處之垂線，即

車件對徑。如表上所示，車床上之車件對徑，自 320—210 毫米者，須用  $n_1 = 20$ 。

$v = 20$  米/分，其相關各數如後：

$d = 320 - 210$  毫米，  $d = 210 - 140$  毫米，  $d = 140 - 90$  毫米。

$n_1 = 20$ ，  $n_2 = 30$ ，  $n_3 = 45$ ，

$d = 90 - 65$  毫米，  $d = 65 - 40$  毫米，  $d = 40 - 30$  毫米，

$n_4 = 68$ ，  $n_5 = 100$ ，  $n_6 = 150$ ，

$d = 30 - 20$  毫米，  $d \leq 20$  毫米。

$n_7 = 225$ ，  $n_8 = 340$ 。

用同等方法，由車件對徑，亦可查得，在各種切削速率下之適當轉數。例如  $v = 10, 15, 30, 40$  米/分下之各種轉數。故具此一表，所有該機之工作範圍，即一目瞭然。例如所用  $v = 20$  米/分，所車對徑為 160 毫米，如是，檢閱 49，可見  $d = 160$  之垂直線，與  $v = 20$  之水平線的相交處，即應用之  $n_2 = 30$ ，其便捷可見。

## 第二編

### 傳 動

工具機之傳動，乃發生主體及聯絡運動者，佔工具機之重要位置。  
凡傳動主體運動者，曰主體傳動，傳動聯絡運動者，曰聯絡傳動。

#### 第一章 主體傳動

因功用之不同，吾人對於主體傳動，復區別為

甲、機之曳動，

乙、機之回動，

丙、機之開關。

甲 工具機之曳動

(A) 旋轉的主體運動之曳動

旋轉主體運動，在軸距較遠者，常用鏈、索及引帶以傳達，而由頂蓋聯動機關，或電動機之旋轉運動以曳動。當引帶曳動巨量之功，必須用相當大速率  $v_r$ ，在相當大帶輪上運轉之，因此乃增大引力  $Z$ ， $v_r$  及  $D$ 。引帶功為

$$N = \frac{Z v_r}{75} (\text{馬功率})$$

在軸距甚近，以齒輪傳達，而在同一中心之軸，並可用聯結器傳達之。

### 工具機之速率變換法

#### (a) 階級引帶

欲工具之功率，隨時能盡其用，必使所有的切削速率，遇大，小，尺寸之工件，均能適應。於是成立以次之公式。

$$v = \pi \cdot d_{\text{最大}} \cdot n_{\text{最小}} = \pi \cdot d_{\text{最小}} \cdot n_{\text{最大}}$$

明此公式，可知機之工作，遇大工件，必須用小轉數，遇小工件，當用大轉數也。因此每工具機，應有若干級之轉數，使切削速率，在製造一切尺寸之工件時，有完全利用之可能。凡機為引帶曳動者，即以階級帶輪，完成此功用。至於裝置，必須將帶緊張於輪，庶行駛之速率相等。

圖 50，即此種理想的結構，其階級輪之相互的關係如下：

$$v_{\text{上}} = v_{\text{下}}, \quad \pi \cdot d_1 \cdot n_1 = \pi \cdot d_4 \cdot n_4;$$

$$\frac{d_1}{d_4} = \frac{n_4}{n_1}$$

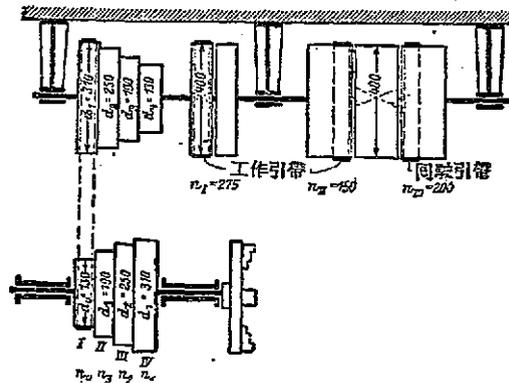


圖 50 階級輪曳動，相接於頂蓋聯動機關

## 例題

設頂蓋聯動機關之轉數  $n_I = 275$  迴轉/分 (圖 50)。問機上階級帶輪之各種轉數為幾何?

$$\text{引帶在 I: } n_4 = n_I \cdot \frac{d_1}{d_4} = 275 \cdot \frac{310}{130} = 656,$$

$$\text{引帶在 II: } n_3 = n_I \cdot \frac{d_2}{d_3} = 275 \cdot \frac{250}{190} = 362,$$

$$\text{引帶在 III: } n_2 = n_I \cdot \frac{d_3}{d_2} = 275 \cdot \frac{190}{250} = 209,$$

$$\text{引帶在 IV: } n_1 = n_I \cdot \frac{d_4}{d_1} = 275 \cdot \frac{130}{310} = 115.$$

設車製螺絲時,用  $n_{II} = 150$  迴轉/分,於回駛時用  $n_{III} = 200$  迴轉/分。

如是,問機上之轉數各為幾何?

$$\text{引帶在 I: } n_4 = n_{II} \cdot \frac{d_1}{d_4} = 150 \cdot \frac{310}{130} = 346$$

$$\text{引帶在 II: } n_3 = n_{II} \cdot \frac{d_2}{d_3} = 150 \cdot \frac{250}{190} = 198$$

$$\text{引帶在 III: } n_2 = n_{II} \cdot \frac{d_3}{d_2} = 150 \cdot \frac{190}{250} = 114$$

$$\text{引帶在 IV: } n_1 = n_{II} \cdot \frac{d_4}{d_1} = 150 \cdot \frac{130}{310} = 63$$

} 車螺絲之轉數。

$$\text{引帶在 I: } n_4 = n_{III} \cdot \frac{d_1}{d_4} = 200 \cdot \frac{310}{130} = 476$$

$$\text{引帶在 II: } n_3 = n_{III} \cdot \frac{d_2}{d_3} = 200 \cdot \frac{250}{190} = 262$$

$$\text{引帶在 III: } n_2 = n_{III} \cdot \frac{d_3}{d_2} = 200 \cdot \frac{190}{250} = 152$$

$$\text{引帶在 IV: } n_1 = n_{III} \cdot \frac{d_4}{d_1} = 200 \cdot \frac{130}{310} = 84$$

} 回駛之轉數。

## (b) 速率變換範圍之擴大

階級帶輪為 4 級者，則機之轉數，祇有 4 種。全部切削速率，所利用者，僅屬少數，吾人為盡量利用工具機之功率計，必須擴大轉數等級之範圍。今以簡單算法，解釋其義意。

## 例 題

有軸 30 根，其對徑為 60 毫米，長度 1200 毫米，今以  $v = 18$  米/分之速率車削之，其車床之推進距  $s = 2$  毫米，而轉數之設備不完。問時間損失幾何？

(1) 理論的工作時間：

$$v = \pi \cdot d \cdot n; \quad 18 = \pi \cdot \frac{60}{1000} \cdot n$$

$$n = \frac{1800}{\pi \cdot 60} = 96 \text{ 迴轉/分}$$

$$\text{於是純粹車削時間 } t_m = \frac{L}{s \cdot n} = \frac{30 \cdot 1200}{2 \cdot 96} = 188 \text{ 分} = 3 \text{ 點 } 8 \text{ 分}$$

(2) 實際的工作時間：

車床所有，為以次之轉數  $n = 70$ ,

$$\text{實際車削時間} = \frac{30 \cdot 1200}{2 \cdot 70} = 257 \text{ 分} = 4 \text{ 點 } 17 \text{ 分}$$

由上比較，時間之損失，為 1 點 9 分，此即轉數等級，設備不完所致。設每點鐘之代價為 .3 元，則前者祇 .94 元而後者則需 1.285 元。

速率變換之能擴充者：

(I) 由頂蓋聯動機關

照圖 50, 由 2 條傳功引帶, 以曳動頂蓋聯動機關, 其第一條為車光轉數  $n_1 = 275$ , 第二為車削螺絲之轉數  $n_{II} = 150$ , 階級輪在此雙重聯動機關下, 仍為 4 級, 故此機具有  $2 \times 4$  級之轉數。

速率級數, 亦可由 3 或 4 條的引帶, 以擴充之。如是則機之轉數等級即為  $3 \times 4$  或  $4 \times 4$  矣。但吾人所採用者, 大都為 2 條傳功引帶, 及 1 條回駛引帶, 鮮有超過此數者, 蓋引帶過多, 工人之視線, 易於迷亂也。

(II) 由機器本身

(1) 由齒輪聯動機關

車頭具有 2 組齒輪聯動機關者, 其齒輪聯動機關之結構, 必具

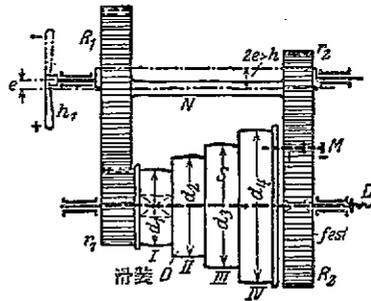
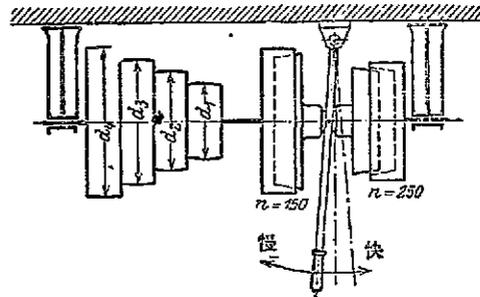


圖 51—52 階級輪曳動, 具有 2 齒輪聯動機關

(1) 不用齒輪聯動機關, 即單獨用階級帶輪。

(2) 應用齒輪聯動機關, 即階級帶輪聯合聯動機關。

車頭構造, 如圖 52, 當機用聯動機關時, 階級帶輪  $S$ , 借齒輪  $r$ , 滑旋於軸上。當工作不用聯動機關時, 必須將聯動機關解脫, 而與楔固的

齒輪  $R_2$  相聯結。聯動機關之解脫，由執手之轉移而成，即圖 53 所示，聯動器軸，轉置於偏距  $e$  處也。當吾人將執手轉至  $180^\circ$  處，則齒輪頭  $M$ ，借變遷齒輪  $R_1$  及  $r_2$ ，所轉之偏距為  $2e$ ，因此遂與  $r_1$  及  $R_2$  脫離。設  $h$  為齒之高度，必使  $e > \frac{h}{2}$ ，庶齒無相觸之慮。轉移柄在此兩種位置內，經一彈簧管  $a$  門定之（圖 53）。

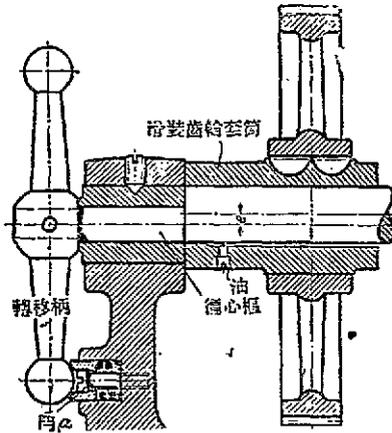


圖 53 聯動機關之解脫

滑旋的階級輪  $S$ ，與楔固的齒輪  $R_2$  之聯結，係連攜器  $M$  之作用（圖 52）。在輕便機，其連攜器為一彈簧栓（圖 54），由下端之彈簧壓力，將栓彈入  $S$  之管子  $O$  內。栓及簧納於鐘形殼內，殼旋固於齒輪  $R_2$  之輪輻，與  $O$  相對。

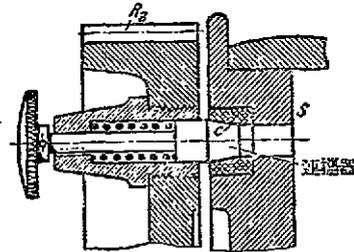


圖 54 連攜器彈簧栓

將栓拔回，略捻轉之，使栓楔橫闔於殼之前端，則  $S$  與  $R_2$  脫離。

使用簡明表：

- (a) 不用聯動機關：聯動器解脫， $M$  插入，轉數範圍為  $n_1 - n_4$ 。
- (b) 應用聯動機關： $M$  拔出，聯動器結合，轉數範圍為  $n_5 - n_3$ 。

照圖 52，階級帶輪與雙重聯動機關並用，可達 8 種轉數。設其頂蓋

聯動機關之傳功引帶爲2條(圖51),則總計轉數種數爲 $2 \times 8$ 。

此種曳動法,因成績尚佳,在工具機中,利用者甚多。但此種車頭,亦有其缺點,即無保安之設備是也。假使工人忘記拔出連搭器,而即將聯動機關結合,則開動時,齒將損壞矣。爲避免此種損失,吾人乃照鑽床

表5 車頭機關表,見圖55

引帶之位置	聯動機關柄 $h_1$	速搭器之位置 $M$	聯搭器之開閉柄 $n_2$	機齒之選擇級數
I	-	+	●	$n_{15} = 382 \cdot \frac{284}{180} = 602$
II	-	+	●	$n_{15} = 382 \cdot \frac{258}{206} = 478$
III	-	+	●	$n_{12} = 382 \cdot \frac{232}{232} = 382$
IV	-	+	●	$n_{12} = 382 \cdot \frac{206}{258} = 305$
V	-	+	●	$n_{11} = 382 \cdot \frac{180}{284} = 242$
I	+	-	●/	$n_{10} = n_{15} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = 194$
II	+	-	●/	$n_9 = n_{15} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = 154$
III	+	-	●/	$n_8 = n_{13} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = 123$
IV	+	-	●/	$n_7 = n_{12} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = 98$
V	+	-	●/	$n_6 = n_{11} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = 78$
I	+	-	●/	$n_5 = n_{11} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 60$
II	+	-	●/	$n_4 = n_{11} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 48$
III	+	-	●/	$n_3 = n_{15} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 38$
IV	+	-	●/	$n_2 = n_{12} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 31$
V	+	-	●/	$n_1 = n_{11} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 24$

機關，如圖 219，用手柄  $h$ ，推動聯結器  $k$ ，使與聯動機關，或帶輪  $S_2$  聯結。於是，吾人可以一執手支配之，即能免除錯誤。

車頭具有 3 組齒輪聯動機關者：凡具有 3 組齒輪聯動機關之設備者，在階級帶輪上，可獲得更多的速率級數。照圖 55，滑旋齒輪  $R_1, R_2$  在套筒  $H$  上，可單獨聯結。

採用此種機關，其轉數的種數，可達  $3 \times 5$ 。設再用雙重頂蓋聯動機關者，其種數可增至  $2 \times 15$ 。於是此機應用之範圍，愈益增廣。

凡工具之轉數的級數為  $4 \times 3n$  或  $3 \times 3n$  者，其構造原理相同，所異者，僅帶輪為 4 級或 3 級而已。

### (2) 由無級帶輪

用一種引帶，其裏面邊緣，斜如楔狀(圖 56)。在軸  $I$  上，裝與動輪  $E$ ，經楔狀帶  $K$ ，而傳動旋軸  $II$ 。在軸  $I$  及  $II$  上，各有兩錐體輪。當吾人搖轉手輪  $H$ ，則具有左，右，旋之螺紋調整軸  $S$ ，推移

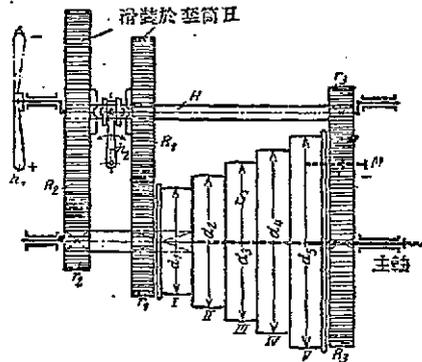


圖 55 用 3 組齒輪聯動機關之車頭

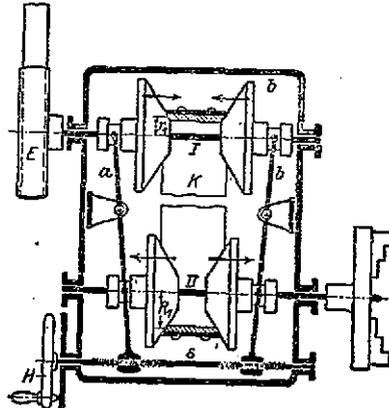


圖 56 用無級帶輪與動法

槓桿  $a$  及  $b$ , 以調整錐體輪之變換率  $\frac{r_1}{R_1}$ , 使或大或小。此時軸  $I$  上之錐體輪, 相向開合, 同時軸  $II$  之錐體輪, 動態相同, 惟開合之方向, 與  $I$  上者適相反耳。於是在最大最小轉數之間, 可得到各種不同的轉數。

無級帶輪所具之優點, 為吾人可隨意規定轉數之等級, 於配合時, 因工件情狀, 而採用充分適當的切削速率。

(3) 由階級齒輪聯動機關

階級帶輪, 對於應用, 有兩種缺點:

- (1) 在機器之荷載大時, 如巨大工件, 施行粗製工作, 則引帶在頂蓋小帶輪上, 相接面積甚小, 所得行駛速率亦小, 即  $v_{\text{最小}} = \frac{d_1 \cdot \pi \cdot n}{60}$ 。因此切削沉重時, 引帶難以牽動, 機之功率亦微 (圖 57)。
- (2) 引帶移級, 費時甚多。

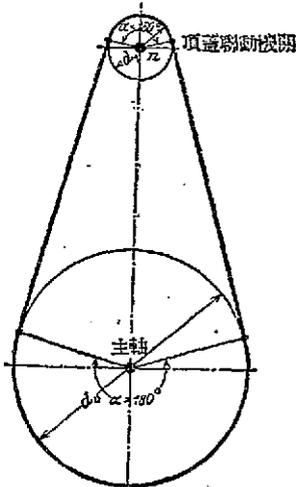


圖 57 在階級帶輪間之不合法的與動

以上兩種缺點, 設吾人以階級齒輪代替階級帶輪, 即可消除。

階級齒輪之構造, 與階級帶輪, 理想相同, 不過將頂蓋聯動機關上之階級帶輪, 移置與機接近, 而雙方裝齒耳, 故曰以階級帶輪, 代替階級齒輪。

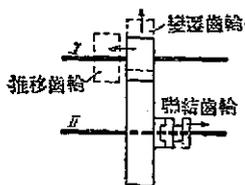


圖 58 齒輪偶之閉關

齒輪每對相接, 謂之齒輪偶。此種齒輪偶, 通常工作者, 祇許一

對，而與他齒輪組之聯結，則應用推移，或變向法支配之。於是階級齒輪傳動之構造，復分為聯結齒輪，推移齒輪及變向齒輪(圖 58)。此種階級齒輪傳動法，所具之優點為

- (1) 引帶毋須移置。且能於上下方，裝置能荷巨載之寬大帶輪，而迅速旋轉。故引帶之牽力亦巨。
- (2) 轉移引帶之位置，僅須用執手支配之，故機之控制敏捷。
- (3) 階級齒輪之轉動，由於輪齒交錯，強制運轉，故用於大功率機，特為相宜。
- (4) 當機軸於引帶進行之際，卸去荷載，其行駛仍能穩靜。

照圖 59 之傳動法，在軸 *I* 上，有曳動輪  $R_1$ 。軸 *I* 曳動 *II* 上之套筒  $L_1$  及 4 組之齒輪偶，而由雙重聯結器  $k_1$  及  $k_2$  支配之。因此，套筒  $L_1$  可獲 4 種轉數。吾人若將  $k_2$  聯結於  $L_1$  上，則軸 *II* 上之轉數，與  $L_1$  相等。反之將  $k_2$  聯結於  $R_4$ ，則在機軸 *II* 上，所曳動之可開關的聯動機關為

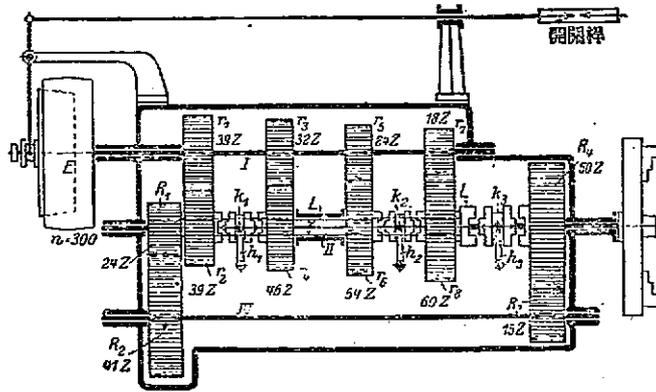


圖 59 用聯結齒輪之階級齒輪傳動法

$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$ 。因此可得轉數之種數為  $4 \times 2$ 。

設吾人以階級齒輪傳動法，與圖 51—52 比擬，則 4 組聯結齒輪偶，等於階級帶輪，而連帶器  $M$ ，及解脫柄  $h$  之功用，等於聯結器  $k_3$ 。

在階級齒輪傳動法中，如圖 60 者，其軸  $I$ ，及  $II$  間，有 3 組齒輪偶之設備，其功用與 3 級帶輪相當。此 3 組齒輪偶，由 3 隻推移齒輪聯絡之，即并連齒輪  $r_1, r_2, r_3$  也。在  $II$  及  $III$  之間，有雙接的可閉聯聯動機關之設備，用聯結器  $k$  聯結之，於是可得  $3 \times 2$  種轉數。

表 6 圖 59 之開關表

開 關	工作的 齒輪偶	聯結器			機器之速傳級數	許可的單則對徑 以毫米計		
		$h_1$	$h_2$	$h_3$		$v = 16$ 米/分	$v = 20$ 米/分	$v = 25$ 米/分
1.	$\frac{r_1}{r_2}$				$n_3 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} = 300 \cdot \frac{39}{59} = 300$	16	21	27
2.	$\frac{r_2}{r_4}$				$n_7 = n \cdot \frac{r_2}{r_4} = 300 \cdot \frac{32}{46} = 209$	23	31	38
3.	$\frac{r_5}{r_6}$				$n_8 = n \cdot \frac{r_5}{r_6} = 300 \cdot \frac{24}{54} = 133$	36	48	60
4.	$\frac{r_7}{r_8}$				$n_9 = n \cdot \frac{r_7}{r_8} = 300 \cdot \frac{18}{60} = 90$	53	71	88
5.	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$				$n_4 = n_9 \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = 300 \cdot \frac{24}{41} \cdot \frac{15}{50} = 53$	90	120	150
6.	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$				$n_5 = n_7 \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = 37$	129	172	216
7.	$\frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$				$n_2 = n_6 \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = 23$	207	277	345
8.	$\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$				$n_1 = n_9 \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = 16$	298	398	497

階級齒輪之傳動法，如圖 61 者，為  $4 \times 2$  種轉數之設備。其推移齒輪，為 2 組并連齒輪  $r_1, r_3$ ，及  $r_5, r_7$ ，所組成。

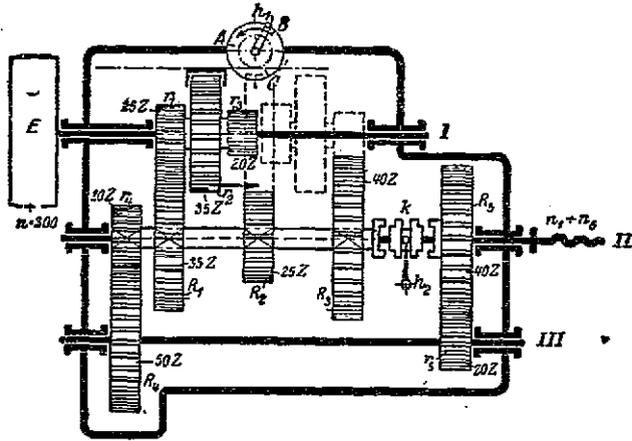


圖 60 用推移齒輪，具有  $3 \times 2$  種轉數之階段齒輪傳動法

表 7 圖 60 之開關表

開 關	工作的 齒輪係	聯結器及并連 齒輪之安置		齒 器 之 速 轉 數	許 可 的 車 削 對 徑 以 毫 米 計		
		$h_1$	$h_2$		鑄鐵 $v=15$ 米/分	鋼 $v=20$ 米/分	鍛鐵 $v=25$ 米/分
1.	$\frac{T_2}{R_2}$	A		$n_1 = 300 \cdot \frac{35}{25} = 420$	12	15	19
2.	$\frac{T_1}{R_1}$	B		$n_2 = 300 \cdot \frac{25}{35} = 215$	23	30	37
3.	$\frac{T_3}{R_3}$	C		$n_3 = 300 \cdot \frac{20}{40} = 150$	32	43	53
4.	$\frac{T_2}{R_2} \cdot \frac{T_4}{R_4} \cdot \frac{T_5}{R_5}$	A		$n_4 = 300 \cdot \frac{35}{25} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{20}{40} = 84$	57	75	95
5.	$\frac{T_1}{R_1} \cdot \frac{T_3}{R_3} \cdot \frac{T_5}{R_5}$	B		$n_5 = 300 \cdot \frac{25}{35} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{20}{40} = 43$	111	148	185
6.	$\frac{T_3}{R_3} \cdot \frac{T_4}{R_4} \cdot \frac{T_5}{R_5}$	C		$n_6 = 300 \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{20}{40} = 30$	163	216	270

圖 62 所示，乃 4 推移齒輪相并結合，成一排并連齒輪。因其常祇一組齒輪，能相聯絡，故錯誤聯絡之弊，可以杜絕。

凡用聯結齒輪，及推移齒輪者，其速率變換，在軸 I 及 II 上之轉數等級，與齒輪之數目  $z$  相關，即  $2 \times z$  齒輪。他如圖 59 及 61，為 4 種速率者，其構造為  $2 \times 4$  齒輪。又如圖 60，為 3 種速率者，則為  $2 \times 3$  齒輪。

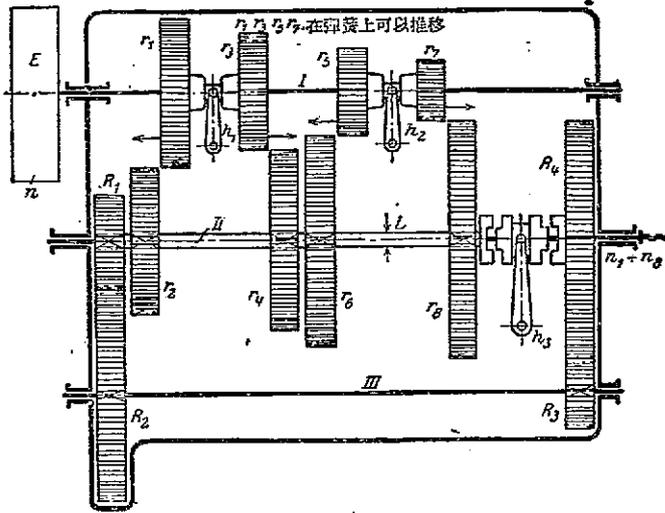


圖 61 用推移齒輪，具有  $4 \times 2$  種級數之階級齒輪傳動法

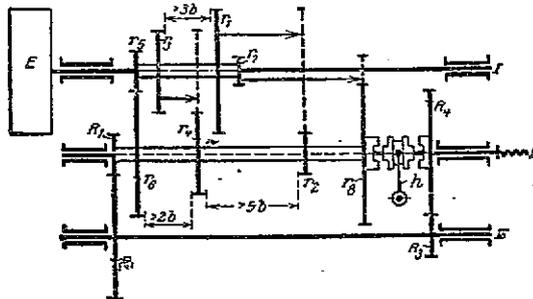


圖 62 用可推移的 4 并連齒輪之階級齒輪傳動法

以上各式階級齒輪傳動法，其輪數過多，故又有一種，應用推移兼變遷之齒輪，以減少之。其速率之級數，等於齒輪數目  $z+2$ 。

圖 63，乃羅通式傳動法。在軸 *I* 上，裝有推移齒輪 *r*，經由居間變遷齒輪 *R*，可與階級齒輪  $r_1-r_5$  之任何一輪相聯絡。*r* 及 *R*，轄於變遷柄 *S*，柄之彈簧楔，可插入梳形板，1—5 之任何一孔內。

設吾人增加齒數，採用聯結齒輪，則齒輪數目之減少，亦屬可能。圖 64，即此種階級齒輪之傳動方法。在軸 *I*，*II* 及 *III* 上，各有 2 列齒

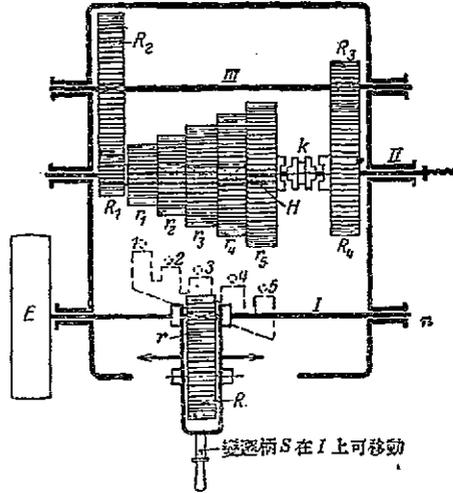


圖 63 用推移及變遷齒輪之羅通傳動法

輪，每列相聯 3 齒輪。其聯絡方法，2 排為直線式，2 排為交叉線式。其聯動機關，為  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$ 。其速率級數，則為  $4 \times 2$  種。

此種 3 軸傳動法之優點，為使用時，可保無錯誤聯絡之弊。

設吾人將齒輪排為 3 組，每組 3 齒輪（圖 219），則 3 軸傳動式之齒輪數目，尤可減少。由上齒輪之 3 種聯絡，及下齒輪之 3 種聯絡，僅需 9 齒輪，即可得  $3 \times 3$  種之速率。

表 8 圖 63 之開關表

調整軸 $S$ 所在之孔	聯結器 $k$	齒輪之迴轉級數
1 至 5		$n_2 = n \cdot \frac{r}{r_1}$ bis
		$n_6 = n \cdot \frac{r}{r_6}$
1 至 5		$n_8 = n \cdot \frac{r}{r_1} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{K_2}{R_4}$ 至
		$n_{10} = n \cdot \frac{r}{r_5} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$

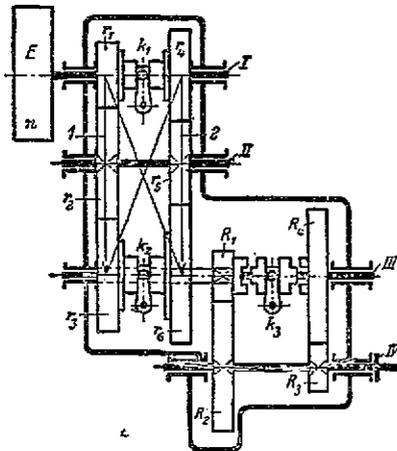


圖 64 階級齒輪之 3 軸傳動法

為預防錯誤聯絡，故推移齒輪之聯結及分離，均需要一種開關執手  $h_1, h_2$ ，交錯門型之。圖 65，為開關之門型，彼係 2 鋸齒狀之樞  $S$ ，及門  $r$  所組成。當  $h_1$  在  $r_1$  或  $r_2$  之位置

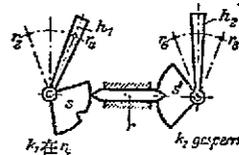


圖 65 開關之門型

時，則  $h_2$  均被門閉。

聯結器者，乃用以控制靜止或運轉者，然在圖 59 內，若易一磨擦聯結器，以代齒狀聯結器，在使用上，亦屬可能。惟階級齒輪之用磨擦聯結器者，僅屬於輕型及中型機，自 10—15 馬功率，較為適宜，若用於重工

表9 圖 64 之開關表

號數	滑 位 區			機之迴轉級數
	$k_1$	$k_2$	$k_3$	
1				$n_1 = n \cdot \frac{r_1}{r_3}$
2				$n_2 = n \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_2}{r_3}$
3				$n_3 = n \cdot \frac{r_3}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6}$
4				$n_4 = n \cdot \frac{r_3}{r_6}$
5				$n_5 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$
6				$n_6 = n \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_2}{r_3} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$
7				$n_7 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$
8				$n_8 = n \cdot \frac{r_3}{r_6} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$

機，其不能勝任，與推移齒輪之情形相同。

此種傳動法之普遍缺點，為齒輪之數目甚多，吾人若採用羅通傳動法，用推移及變遷齒輪，以變換速率，輪亦可減少(圖 63)，惟僅便用於輕型及中型之機耳。至於重工機，傳動之唯一方法，仍宜用齒式聯結器。

設吾人於以上之階級齒輪結構中，增加聯動機關之數量，於前後加以適當之聯絡，則轉數之級數，仍可擴充。圖 66，為 4 對的階級齒輪之傳動法，其中 2 聯動機關  $\frac{r_1}{r_2}$  及  $\frac{r_3}{r_4}$  為早所具有者，而 3 聯動機關  $\frac{R_1}{R_2}$ 、 $\frac{R_3}{R_4}$  及  $\frac{R_5}{R_6}$  係照圖 55 之原理加入者。此種齒輪系，具有 24 種之速率，而用 5 開關柄控制之。

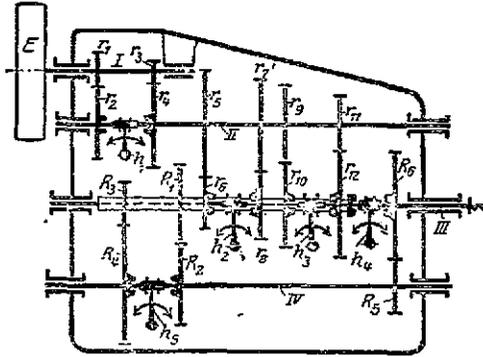


圖 66 具有 24 種速率之階級齒輪傳動法

以上兩種傳動法，在工具機中，何時當用階級齒輪，何時當用階級帶輪，亦應予研究。大概凡應用階級齒輪者，必為 1. 功率巨大之機，如重型粗製機，需 5—8 馬功率以上者。2. 操縱須敏捷者。至輕型機，所用 5 馬功率以下者，則階級帶輪，已為應用，其價較廉，但敏捷處，亦較遜耳。設在工作中，速率常須變換者，仍宜用階級齒輪，取其聯絡敏捷，節省時間極多，購價雖昂，平時所省，足以相抵。例如：今於鑽床上，鑽 60 件各不相同之孔，用階級帶輪傳動之機，變換速率所需之時間為  $60 \times 2 = 120$  分。反之用階級齒輪，僅需  $60 \times 10 = 600$  秒 = 10 分。每點鐘之代價以 0.5 元計，則  $1.2 - 0.1 = 1.1$  元，即所省之數也。

### (III) 用可調整的電動機

稠級電動機之轉數，由調節起動器之轉移，分成稠密之等級，因此吾人可得多級的速率（圖 67—68），其最大調節範圍為 1 : 3—1 : 4。電動機之傳動方法，係用引帶，經绷紧輓，或用齒鏈，以直接曳動機軸 D，或

其聯動機關。階級電動機之優點，即在於曳動機關，甚為簡單。因此，用一階級齒輪傳動之齒輪數目，可再為減少。開關柄之位置，在此機上，即係使起動器柄，位於適當之觸鈕。用 30 枚觸鈕之起動器，及具有 3 組齒輪聯動機關之機，可調成 90 級之轉數。如是，吾人在操作時，所有工件或工具之速率，均能調整 使適於工作。此種電動機，在今日且有裝置於軸

表 10 階級齒輪傳動之開關表

所需級數 $n$	頂速與最低速之觸鈕	前構造之聯動機關	級齒倍與動法之開關	後造成之聯動機關
3	$n_1$	—	3 nach Abb. 35	—
4	$n_1$	—	4 „ „ 34, 36, 37	—
5	$n_1$	—	5 „ „ 35	—
6 = 1·3·2	$n_1$	—	3 „ „ 35	2 照圖 35
= 1·2·3	$n_1$	2 照圖 41	3 „ „ 35	—
8 = 1·4·2	$n_1$	—	4 „ „ 34	2 „ „ 34
= 1·2·4	$n_1$	2 „ „ 41	4 „ „ 34	—
10 = 1·5·2	$n_1$	—	5 „ „ 38	2 „ „ 38
= 1·2·5	$n_1$	2 „ „ 41	5 „ „ 38	—
12 = 2·3·2	$n_1$ u. $n_2$	—	3 „ „ 35	2 „ „ 35
= 1·4·3	$n_1$	—	4 „ „ 35	3 „ „ 41
= 2·3·2	$n_1$	2 „ „ 41	3 „ „ 35	2 „ „ 35
15 = 5·3	$n_1$	—	5 „ „ 38	3 „ „ 38
16 = 2·4·2	$n_1$	2 „ „ 41	4 „ „ 36	2 „ „ 36
= 2·4·2	$n_1$ u. $n_2$	—	4 „ „ 36	2 „ „ 36
18 = 2·3·3	$n_1$	2 „ „ 41	3 „ „ 36	3 „ „ 36
—	$n_1$ u. $n_2$	—	3 „ „ 36	3 „ „ 36
= 1·6·3	$n_1$	—	6 „ „ 38	3 „ „ 38
20 = 2·5·2	$n_1$	2 „ „ 41	5 „ „ 38	2 „ „ 38
—	$n_1$ u. $n_2$	—	5 „ „ 38	2 „ „ 38
24 = 2·4·3	$n_1$	2 „ „ 41	4 „ „ 36	3 „ „ 36
—	$n_1, n_2$	—	4 „ „ 36	3 „ „ 36
28 = 2·7·2	$n_1, n_2$	—	7 „ „ 38	2 „ „ 38
—	$n_1$	2 „ „ 41	7 „ „ 38	2 „ „ 38
30 = 2·5·3	$n_1$	2 „ „ 41	5 „ „ 38	3 „ „ 38
—	$n_1, n_2$	—	5 „ „ 38	3 „ „ 38
32 = 2·4·2·2	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	4 „ „ 36	2 „ „ 36
36 = 2·2·3·3	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	3 „ „ 36	3 „ „ 36
—	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	3 „ „ 36	3 „ „ 36
40 = 2·2·5·2	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	5 „ „ 38	2 „ „ 38
42 = 2·7·3	$n_1$	2 „ „ 41	7 „ „ 38	3 „ „ 38
—	$n_1, n_2$	—	7 „ „ 38	3 „ „ 38
48 = 2·2·4·3	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	4 „ „ 36	3 „ „ 36
= 2·3·2·2	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	4 „ „ 36	3 „ „ 36
60 = 2·5·2·3	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	5 „ „ 38	2 „ „ 38
72 = 2·2·6·3	$n_1, n_2$	2 „ „ 41	6 „ „ 38	3 „ „ 38

箱之內者。在重型長機，可將開關箱及壓鈕，裝置於機軸箱及刀具溜板  
上。在低壓者，尚聯一小型輔助電動機，以控制起動調整器之快，慢，前  
進及後退，開或關(圖 69)。至於壓鈕機關內，防護電流過量之方法，常用  
熔解保險器，如是每當電流過量，保險器即熔解，機亦隨停，約半分鐘  
自動接通。故開動電動機，吾人可無復危險，而與電流防護器併用，尤為

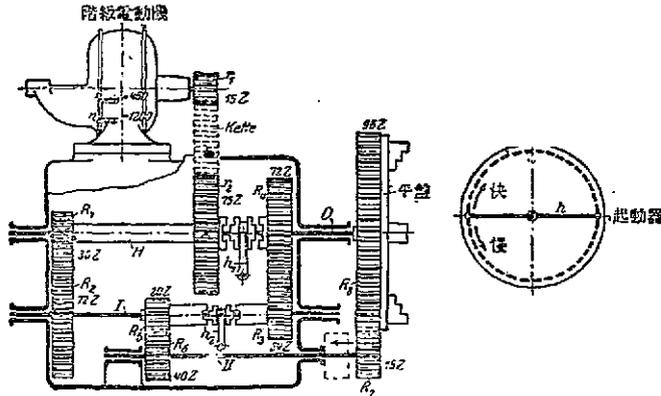


圖 67—68 用階級電動機與動法

表 11 圖 67—68 之開關表

電動機調整用 $h$ 自 $n$ 最小至 $n$ 最大	柄 位 置		推 移 滑 輪 $R_7$
	$h_1$	$h_2$	
1. 用 $r_1$ $r_2$	●	●	開
2. 用 $r_1$ · $B_1$ · $R_3$ $r_2$ · $R_2$ · $R_4$	● /	● /	"
3. 用 $r_1$ · $R_1$ · $R_5$ · $R_7$ $r_2$ · $R_2$ · $R_6$ · $R_8$	● /	● /	連

永遠經濟。設無電流防護器，則必須計算，電動機堪受最大負荷。但過大  
則既不相稱，價尤昂貴。

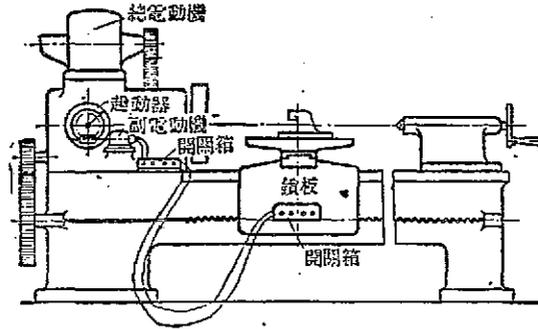


圖 69 壓鈕機關

## (c) 引帶開關

在階級帶輪曳動法中，亦可使速率變換，極為敏捷，因吾人已造成引帶開關，使引帶敏捷的由此級移至另級。

引帶移動之最佳的說明，可參閱圖 70—71。藉執手  $h$ ，先將彈簧

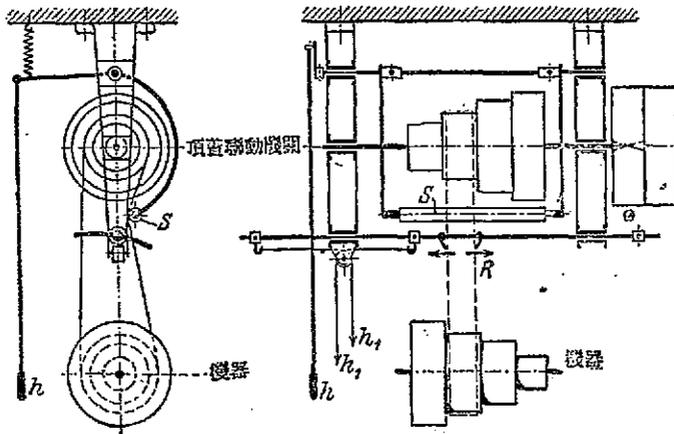


圖 70—71 引帶開關

$S$  拉開，則鬆弛之引帶  $R$ ，由拉動繩子  $b_1$ ，被推至擬在之階級。

#### (d) 曳動之結構

在旋轉主體運動之各個工具機，其曳動結構，因下列情形而分類：

- (1) 依主軸之水平或垂直位置。
- (2) 機床之形態。
- (3) 軸之移調法。

#### (I) 於水平的主軸

位置固定之主軸，在機為長床，如車床者，係裝於敞式軸箱內。階級帶輪，在兩軸承間，直接裝於主軸上，并與兩邊之聯動機關，聯絡而旋轉，其理想如圖 51—52。在階級齒輪之傳動者，其主軸箱完全封閉，如圖 155，并旋緊於長床，或鑄成一體。銼床之垂直櫃座，如圖 232，在其頂端，用階級帶輪曳動，位置固定之軸，無殼，箱，籠罩，是為敞式座。反之，銼床為階級帶輪曳動者，如圖 233，其構造為封閉式。

可縱行推移之主軸，如磨床軸，乃由一種長鼓，經引帶而曳動，且向 1 方作往返運動（圖 73）。

用電力分部曳動法，係將電動機，裝於磨輪齒，以完成縱行推進 2' 之往返運動，見圖 30—31，如是，在電動機軸及磨輪軸之間有一簡單引帶已足敷用。

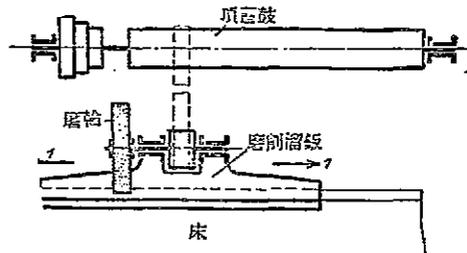


圖 72 可縱行推移之主軸曳動法

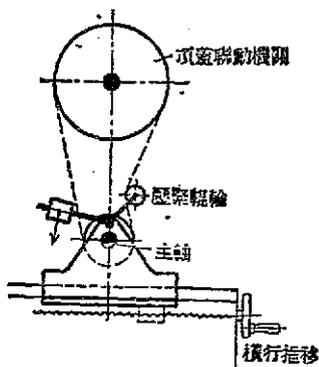


圖 73 可橫行推移之主軸曳動法

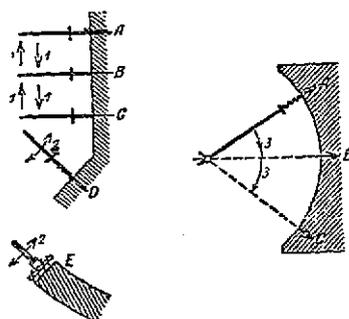


圖 74—76 水平軸之移調

可橫行推移之圓體磨床之主軸，如圖 274，延長壓緊之引帶，可至各種距離之位置（圖 73）。

設以電動機軸為主軸，如圖 390，借溜板完成其橫行運動，曳動設備至為簡單。

可上下移動之主軸，為在各種高度  $A, B, C$  位置（圖 74—76），鑽孔或搪洞之用。照圖 77，在軸之溜板  $S$  上，裝置曳動機關  $r_3-r_8$ ，以完成向 1 方之移調運動。在垂直曳動軸上裝有  $r_3$ ，至於聯動機關  $\frac{r_3}{r_A}, \frac{r_5}{r_6}, \frac{r_7}{r_8}$ ，則裝於溜板。其速率變換之設備，則為底盤上之齒輪箱。輕型機在 5 馬功率以下者，可以階級帶輪替代之。用電動機分部曳動者，可用一單級電動機，曳動齒輪箱，或裝一階級電動機，功用亦同。電動機可裝於座基上，如是，可使曳動設備愈益簡單，其外全部曳動機關，均可免除（圖 78）。

照圖 74—75，依方向 1，可上下推移，2 可斜置主軸，以鑽孔  $D$ ，或鏤斜面  $E$ ，或例外，如圖 79—80，為轉盤  $D$  之斜置， $D$  及樞在  $S$  上，依

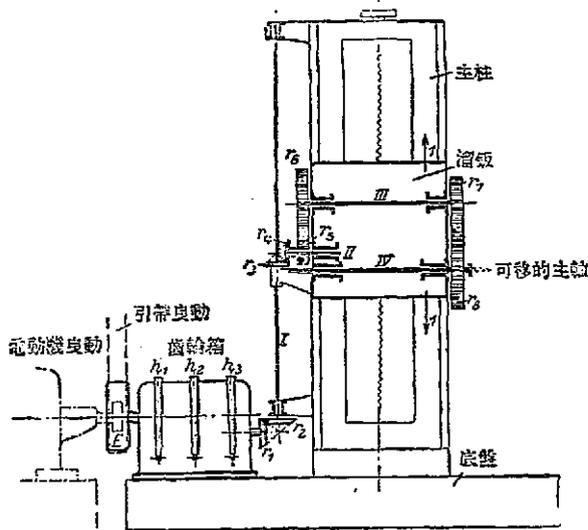


圖 77 可上下移動的主軸之曳動法

照刻畫之分度安置，並用螺釘  $K$  壓緊之。其中軸  $III$ ，必須經樞  $Z$  之中心，其餘齒輪  $r_6, r_7$  亦同一中心， $r_5, r_8$  則圍繞  $Z$  之中心。設吾人照圖 78，於轉盤  $D$  上，裝一階級電動機，用電力分部曳動，尤為簡單。

照圖 81，其主軸除具有升降運動 1，及斜置移調 2 外，在水平面內，為鍛圓周面之  $A, B, C$  處（圖 76），尚有變遷方向 3，其座及樞  $Z_1$ ，在底座上，必須可以轉動，而用螺釘  $K$  壓緊之。設吾人欲使具有 3 種移調方向之主軸，由底座上之齒輪箱曳動，如圖 77 之理想，則必使垂直軸  $I$ ，經  $Z_1$  之中心，如圖 81 之虛線所示，至於曳動方法，則依照其他圖 79—80 之結構。若欲其極度簡單，宜採用電力曳動法。在轉盤上，裝一齒輪箱，及一單級電動機，即可作一切的運動。然單級電動機及齒輪箱，亦可用

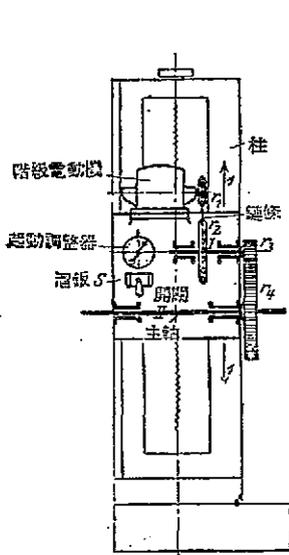


圖 78

可上下移動的主軸之電力與動法

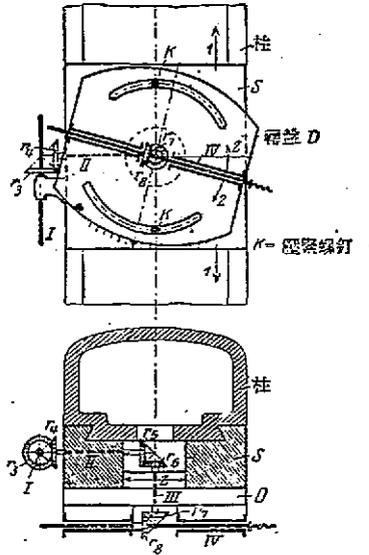


圖 79—80

可移動及斜置的主軸之曳動法

階級電動機，連齒輪聯動機關以代之（圖 78）。

照圖 82，其主軸除具有 1—3 之移調方向外，其在水平直線上，尚須縱移，使能鑽 A, B, C, D 等處。如是，其座在底盤上，須能向 4 方移動，即於座底增一溜板，而於底盤上作成導軌是也，然亦可用起重機將全機搬移。

### (II) 於垂直的主軸

垂直主軸之曳動法，較普通者複雜，因其與頂蓋聯動機關，成交叉位置也。階級帶輪或階級齒輪，不能直接裝於主軸，因曳動均係轉折而達。垂直（即立式）車床或鑽床，其位置固定之軸 S（圖 186），乃旋轉於

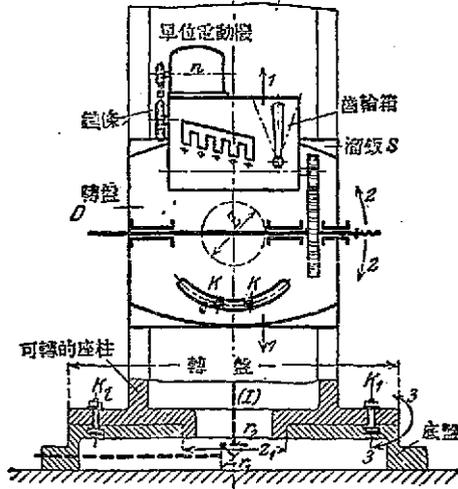


圖 81 可移動, 斜溜, 及變向的主軸之電力與動法

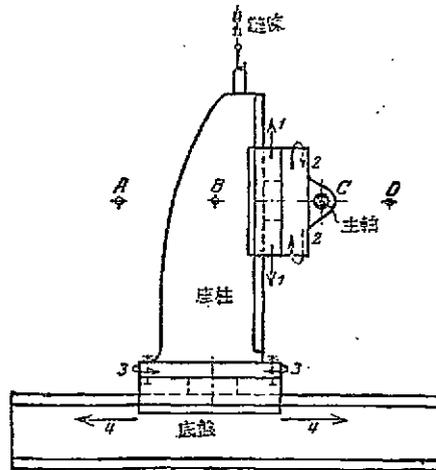


圖 82 可搬運的鑽夾機

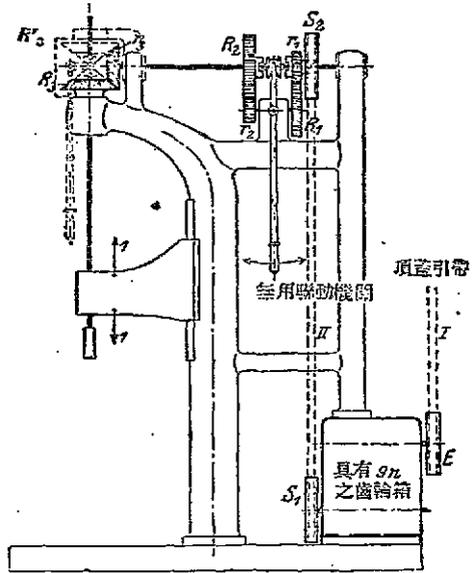


圖 83 在柱座間的垂直主軸之與動法

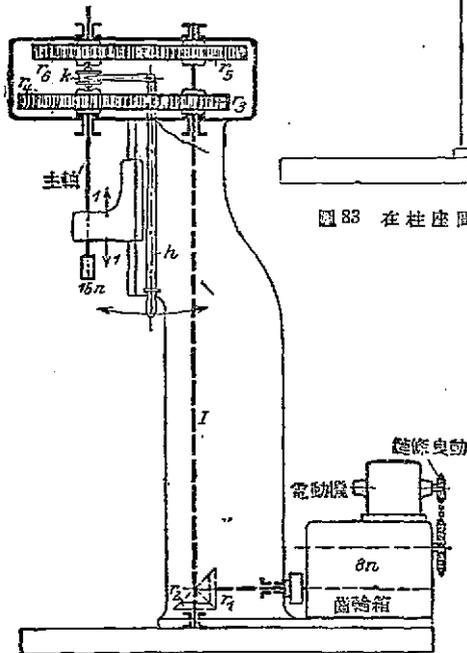


圖 84 礎座間之垂直軸與動法

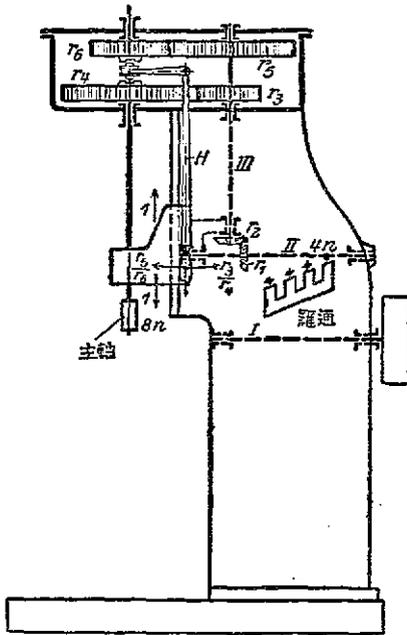


圖 85 齒樞座內之曳動法

機座下首之軸承內。其軸乃由頂蓋聯動機關之階級帶輪 1, 經過齒輪 2—5 所曳動。在巨型鑽床, 以應用齒輪箱, 或單

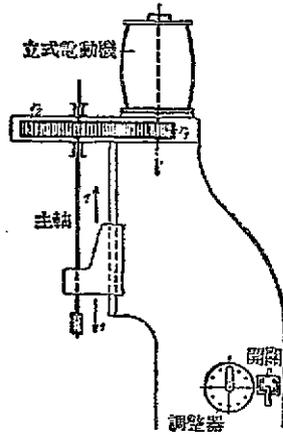


圖 86 垂直主軸用電動機曳動法

級電動機為宜。

平面磨床, 可縱行推移之高架主軸 (圖 290), 乃由腳端聯動機關之曲折引帶所曳動, 而在可移的溜板之軸上, 裝一引帶鼓。此種不便應用曲折引帶, 大概僅磨床上用之, 其餘工具機, 均採用階級帶輪, 或階級齒輪 (圖 259)。此機短而便利, 階級帶輪  $S_1$ , 裝於機之足部,  $S_2$  則裝於頂端, 其軸均裝於機之本身。頂蓋引帶 1, 曳動足部聯動機關  $I$ , 其階級引帶 2, 復曳動  $S_2$ , 而經過 2 錐齒輪, 及可以開關的聯動機關  $\frac{T_1}{R_1}$  或  $\frac{T_2}{R_2}$  以達軸  $F$ 。

照圖 83, 乃 2 階級帶輪, 經一具有 9 種轉數之齒輪箱, 再經聯動機關  $\frac{T_1}{R_1} \cdot \frac{T_2}{R_2}$ , 於是鑽軸乃具有  $2 \times 9$  種之數。在此種曳動法中, 尚備有錐齒輪回動機關  $\frac{T_3}{R_3}$  或  $\frac{T_3}{R_3}$ , 故此軸在製螺絲時, 亦能聯絡, 使左旋或右旋。

在輕型櫃座, 其引帶 II, 裝於垂直軸 I 之地位 (圖 84), 在重型座, 其曳動方法, 完全照圖 85 之構造。

垂直軸之曳動設備, 如使極為簡單, 則用立式電動機 (圖 86)。電動機如為階級式者, 僅須附以簡單之聯動機關  $\frac{T_1}{T_2}$ , 已足敷用。若係單級電動機, 則必附以階級齒輪設備。

縱行及橫行推移之主軸, 用以銼楔槽者 (圖 87—88), 其構造如圖 263, 其斜置軸, 及錐齒輪 1—4, 係由後面之橫軸所曳動。至於全座之遷移, 係以橫行溜板向 2 方推移。當工件鑽 2 及 3 方之孔時 (圖 89), 則主軸及橫梁 Q (圖 92), 在框柱 R 上, 必須向 2 方移動, 而工件台則向 3 方移動。

曳動此重重移調之軸, 必須由齒輪箱, 經軸 I, II, 錐齒輪  $\frac{T_3}{T_2}$  及蝸輪  $\frac{T_3}{T_4}$  傳導而成。

設吾人採用立式電動機, 裝於溜板 S 上, 如圖 95 之理想, 則所有各軸均省除矣。

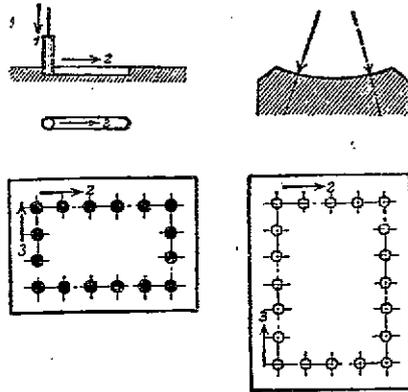


圖 87—91 垂直主軸之移調

照圖 91, 其主軸除能向 1, 2 方移調外, 當鑽重工件時, 其框柱  $R$ , 與溜板  $S$ , 可在長床  $B$  上, 向 3 方移動 (圖 93—94)。其軸 IV 之曳動, 由

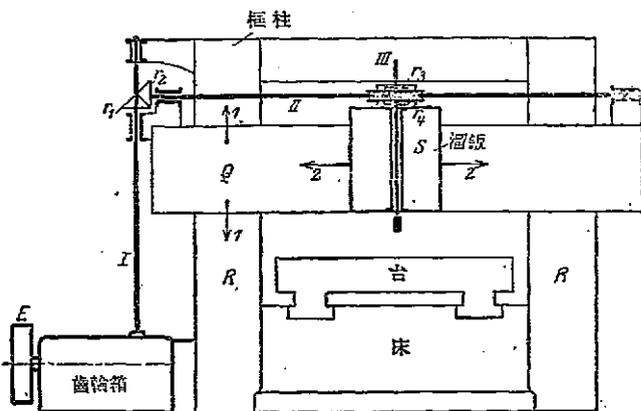


圖 93 可平移及垂移的主軸之曳動法

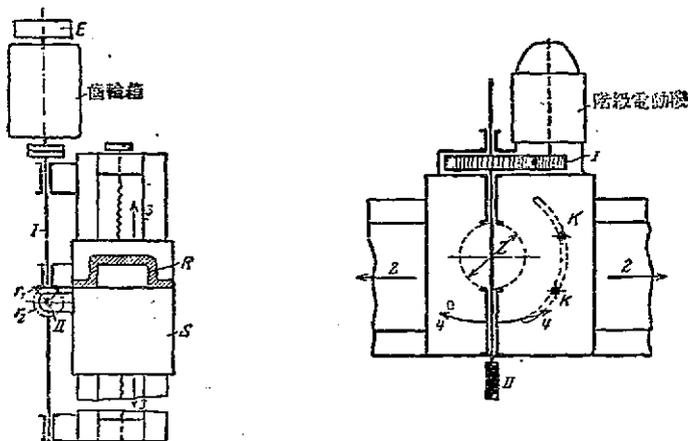


圖 93—94 可 3 方移動之垂直主軸曳動法

長軸 I，與齒輪箱，或階級電動機聯結，經 I 上之推移齒輪  $r_1$ ，及軸 II 上之齒輪  $r_2$  以傳達。其餘結構，與圖 92 相同。若採用立式階級電動機，其裝置如圖 95。其軸 II 可繞樞 Z，而向 4 方轉移，因此可鑽弧形面上之孔（圖 90）。

在圖 224 內，爲使軸在水平的平面內可以遷移，故溜板 B，裝置於懸梁 A。此梁具有樞 Z，懸裝於柱座上之溜板 S，並

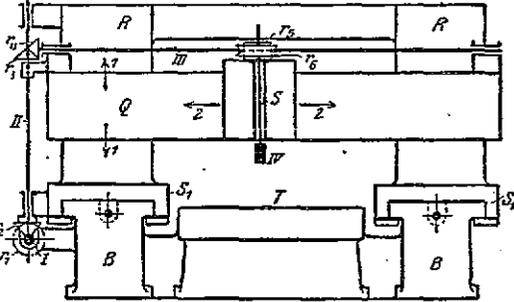


圖 95 輪用立式電動機曳動法

可轉移。鑽軸之曳動，經軸 I—IV，傳導而來，其中軸 II 必須經樞 Z 之中心。軸之位置，除以上外，尚有需要向 4, 5 方移調者，如圖 95, 96。如

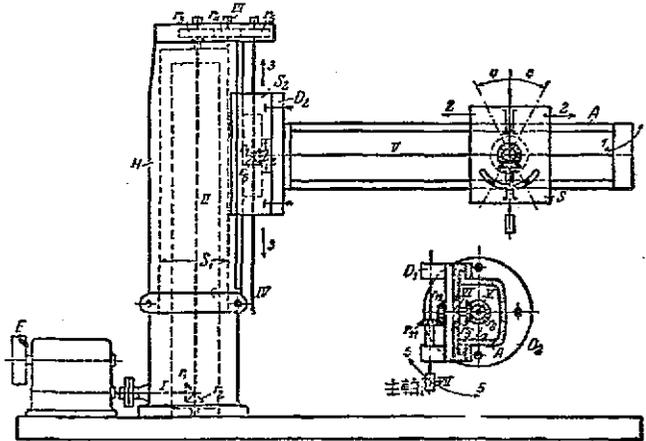


圖 96 可向 5 種方向移調之主軸的電動法

是，其動向 4，乃由鑽軸及轉盤  $D_1$ ，裝於溜板  $S$  所構成，而動向 5，則由懸梁及轉盤  $D_2$ ，在垂直溜板  $S_2$  上所構成。至於移調的鑽軸，向 5 方移動，係由軸 V，經  $Z_2$ ，及 VI 經  $Z_1$  而曳動。

設吾人採用電力曳動，如圖 95，則所有繁複之軸，可以一併省除，效率尤可增高。在長而且重之工件，吾人可以電動的懸梁鑽床，裝於長底盤上，且能縱運，其理想如圖 82，或將多數機裝於底盤，聯合而成一鑽床甬道。

### (B) 直行的主體運動之曳動

直行主體運動，係由頂蓋聯動機關或電動機之旋轉運動，以曳動鉋台或銜繫器，作直行運動。此種曳動法，所用之機件，可別為

1. 齒輪及齒桿。
2. 螺軸及螺帽。
3. 螺軸及齒桿。

在齒桿曳動類，其齒桿以螺釘固定於鉋台，而齒輪或螺軸，則由頂蓋聯動機關，經引帶及齒輪聯動機關而曳動（圖 97）。

在螺軸曳動類，其螺帽固定於鉋台，而螺軸則由引帶及齒輪聯動機所曳動。

吾人計算鉋台速率之公式，為

$$c = \pi \cdot D \cdot n, \quad D = \text{對徑以米計}, \quad n = R_1 \text{ 之轉數見圖 97.}$$

$$c = s \cdot n, \quad s = \text{齒距以米計}, \quad n = \text{螺軸或導軸之轉數.}$$

為使機之運動速率，能普用於各種工件，故無論齒輪，螺軸，齒桿，或導軸之曳動，必具有各種轉數，並適用切削速率公式  $c = \frac{v}{f}$ 。

照圖 97, 其曳動方法, 亦可變換速率, 即在  $A$  及  $B$  上, 各一引帶, 或用階級帶輪, 或用階級齒輪。如是, 其鉋台具有 2 種切削速率, 當鉋削硬質工件, 則鉋削引帶在  $A$ , 轉數  $n=176$ 。當鉋削柔質工件, 其鉋削引帶在  $B$ , 轉數  $n=315$ 。在  $C$  上者, 為回動引帶, 其轉數  $n=505$ 。

在圖 98 內, 鉋削行程, 由套筒軸  $H$  上, 具有 3 種速率之階級帶輪所曳動。在回駛時, 則由速轉軸  $W$  所曳動。此種階級帶輪, 佔地位既多, 而引帶錯綜繁複, 尤

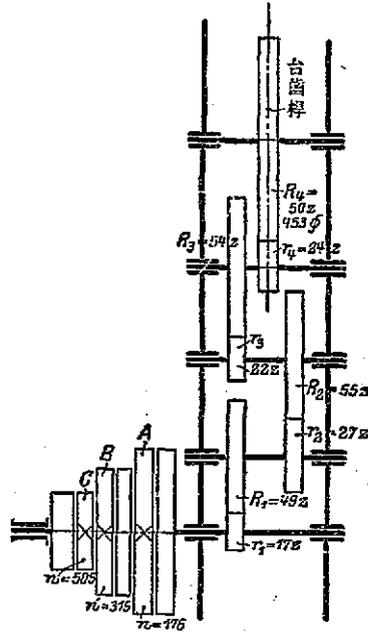


圖 97 鉋台用齒桿曳動法

不便利, 故多以階級齒輪傳動法代之 (圖 99—101)。當聯動機關, 作  $\frac{T_1}{T_2}$ ,  $\frac{T_3}{T_4} \cdot \frac{T_5}{T_6}$  的聯絡時, 為鉋削硬質工件之速率, 作  $\frac{T_1}{T_3}$  之聯絡時, 為鉋削柔質, 中質及迅速回駛之速率。吾人亦可在齒輪箱上, 裝置階級電動機, 而用調整起動器, 以調整鉋台或衝擊器之速率。

欲工件製造優良, 曳動必須穩靜。因此, 曳動齒桿之齒輪, 必須有相當尺寸之對徑, 俾交齒可以較多, 而齒之鑄製尤須平潔。用螺軸曳動者, 其齒及螺紋亦然, 而螺帽尤須有充分長度, 俾工作壓力, 分佈於多數螺紋, 以減輕磨擦之耗損。

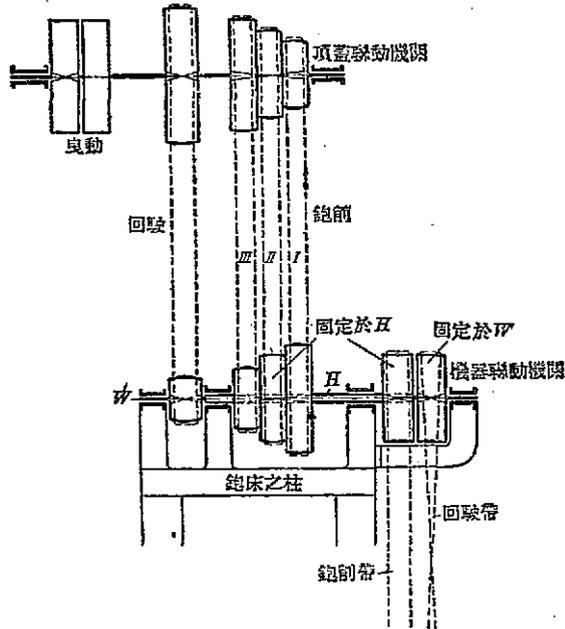


圖 98 鉋台用階級帶給电动机法

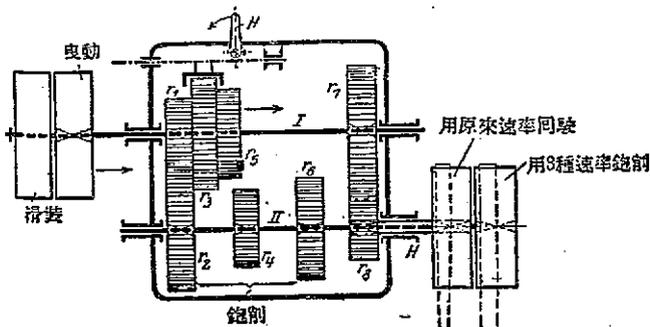


圖 99 具有3種速率及迅速回輪之齒輪箱

在蝸軸齒桿曳動式中，交齒方法，最須注意。齒桿之齒，設照圖 103，其斜度為  $\rho$ ，則蝸軸所在之角度為  $\alpha + \rho$ 。

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\mu \cdot Z}{Z} = \mu; \mu = 0.1, \rho = 5-6^{\circ};$$

切削速率  $c = n \cdot s \cdot \cos(\alpha + \rho)$  米/分。

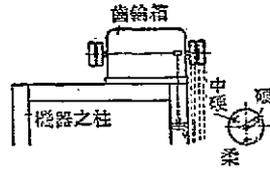


圖 100-101  
齒輪用階級齒特曳動法

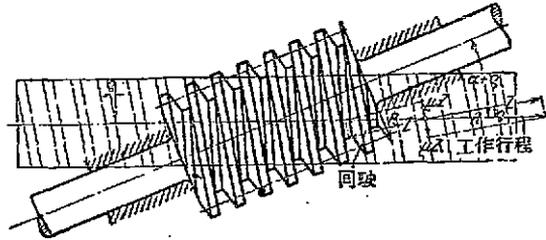


圖 102 蝸軸齒桿曳動法

蝸軸齒桿曳動法（圖 102）之最大缺點，為蝸軸與齒桿齒之接觸面極少，以致滑潤作用不良，磨擦之耗損極大。但齒桿一經照螺紋製法，則此弊自免。此種螺紋齒桿（圖 103）之構造，與剖開之長螺帽，或循環不絕之蝸輪，同一原理。因其接觸面既大，潤滑作用，亦極優良，故可受承巨大壓力，而磨擦之耗損甚少，用於重型機最宜。至於齒輪曳動齒桿法，惟輕型及中等機用之耳。

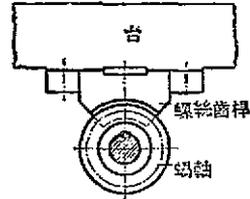


圖 103  
螺絲齒桿曳動法

### 例 題

有一鉋床，其曳動法，如圖 97。問其回駛及切削速率幾何？

(1) 引帶在  $A$ ,  $n = 176$ 。則與齒桿相接的齒輪  $R_1$  之轉數

$$n_1 = 176 \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_4}{R_4} = 176 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 5.9.$$

最小切削速率  $c = \pi \cdot 0.453 \cdot 5.9 \sim 8.4$  米/分。

(2) 引帶在  $B$ ,  $n = 315$ 。則  $R_1$  之轉數

$$n_2 = 315 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 10.5.$$

最大切削速率  $c = \pi \cdot 0.453 \cdot 10.5 \sim 15$  米/分。

(3) 引帶在  $C$ ,  $n = 505$ 。則  $R_1$  之轉數

$$n_3 = 505 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 16.9.$$

回駛速率  $c = \pi \cdot 0.453 \cdot 16.9 \sim 24$  米/分。

### (C) 直行往返的主體運動之曳動

#### (a) 曲拐曳動

直行往返的主體運動之曳動法，係將頂蓋聯動機關，或電動機之旋轉運動，變為衝擊器之往返運動。曲拐曳動，即其機關之一種（圖 104）。當工作時，機軸旋轉之方向，毋須變更，而衝擊器直行運動，達至終點，即自動變向。

簡單之曲拐曳動，係由曲拐盤  $K$  所組成，由頂蓋聯動機關曳動，藉搖桿  $L$ ，使衝擊器往返運動。當自  $T_1$  向  $T_2$ ，曲拐係平均旋轉，衝擊器向左進行。今假定  $L = \infty$ ，則衝擊器之速率  $c = v \cdot \sin \alpha$ 。

當曲拐在  $T_1$  或  $T_2$  之位置，則  $\alpha = 0^\circ$ ，或  $180^\circ$ ，而衝擊器速率  $c = 0$ 。

當曲拐在垂直位置，則  $\alpha = 90^\circ$ ，而衝擊器速率  $c = v$ 。

由上證明，知銜整器之速率，在轉向點最小，在行程中央最大，且知在第一半程時，其速率自  $c=0$  加速至  $c=v$ ，在第二半程，復由  $v$  減速

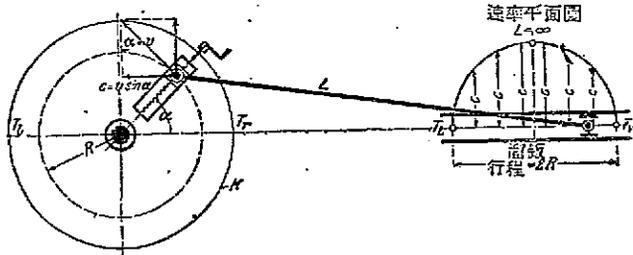


圖 104 曲拐與動之平面圖

至 0，全程中，速率既不平均，工作成績自難美滿。其銜整器之平均速率，當在行程  $H_m$ ，則  $c_m = 2 \cdot H \cdot n$  米/分。其雙程之時間  $t = \frac{2 \cdot H}{c_m}$ ，當聯絡數為  $z$ ，機之行駛時間

$$t_m = \frac{2 \cdot H}{c_m} z$$

機之行程 = 鉋削長度 + 2.25 毫米，曲拐之調移位置  $R = \frac{H}{2}$ 。

### 例 題

有一鑄鐵工件，長 450 毫米，寬 120 毫米，所用速率  $c = 6$  米/分，單位推進 1.5 毫米。問鉋削時間幾何？

$$\text{行程} = L + 2.25 = 450 + 50 = 500 \text{ 毫米} = 0.5 \text{ 米。}$$

$$\text{推進次數 } z = \frac{B}{s} = \frac{120}{1.5} = 80。$$

因  $c_m = 2 \cdot H \cdot n$  即  $6 = 2 \cdot 0.5 \cdot n$  故  $n = 6$ 。

$$\text{曲拐位置 (即半徑)} R = \frac{H}{2} = 250 \text{ 毫米。}$$

於是工作時間

$$t_m = \frac{2 \cdot H}{c_m} \cdot z = \frac{2 \cdot 0.5}{a} \cdot 80 = 12 \frac{1}{3} \text{ 分。}$$

由上所述，吾人知衝擊器每一往一返之行程，各為曲拐迴轉之半。又知惟往程完成鉋削工作。故此種曳動法，每運動 10 點時間者，其實際鉋削僅 5 點時間耳。由上結論，曲拐曳動法，實有下列缺點。

- (1) 機在每行程中，速率極不平均。
- (2) 時間浪費甚多，功率太低。

此種曳動，改良之唯一條件，必使衝擊器，在工作行程中，速率平均，而於回駛時，速率擴大。

為達此兩種目的，故吾人於搖桿及曲拐之間，裝一滑槓，其構造見以下曲拐擺及旋轉槓篇。

#### (b) 曲拐擺

曲拐  $K$  (圖 105)，似時鐘指針，環繞於  $A$ ，並擋同裝於曲拐框  $Z$  上之擺，均勻的旋轉。其擺繞其軸  $B$ ，而往返擺動。當擺由右終點  $T_1$  至左終點  $T_2$ ，則鉋台向左行。此時，曲拐  $K$  所經過，為大斜角  $\alpha$ 。當擺由  $T_2$  向  $T_1$  退回，則鉋台右行。此時，曲拐所經過，為小斜角  $\beta$ 。此種曳動法，曲拐之旋轉平均，而  $\alpha$  所需之時間，則較  $\beta$  為多。由此推知，衝擊器向左之行程，速率小而勻，反之，向右之行程，時間短而速率增加甚速。曲拐所經角度為  $\alpha$  者，在衝擊器，則為工作行程，所經角度為  $\beta$  者，則衝擊器為回駛行程。角度  $\alpha$  及  $\beta$ ，亦可代表時間。例如： $\alpha = 240^\circ$ ， $\beta = 120^\circ$ ，如是則回駛為雙倍加速率。設機工作時間為 10 點，則回駛所費時間為

$\frac{10}{2+1} = 3\frac{1}{3}$  點。而鉋削時間，則為  $6\frac{2}{3}$  點。

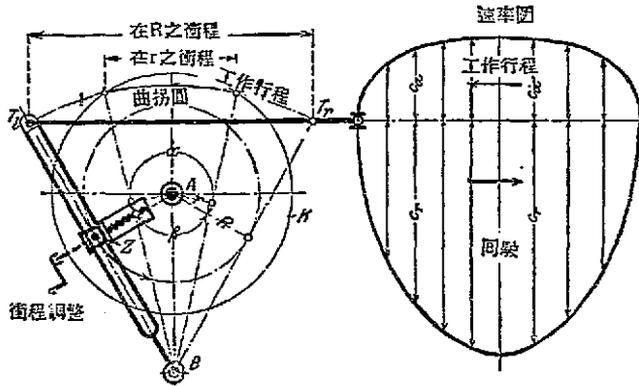


圖 105 曲拐槓平面圖

(c) 旋轉槓

旋轉槓之構造，脫胎於曲拐槓。惟將槓之旋轉點，移置於曲拐旋轉圓圖之內。因此，槓與曲拐，均作完全的旋轉運動。照圖 106，曲拐

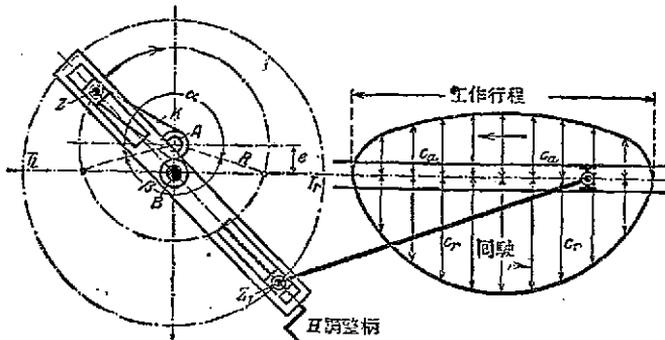


圖 106 旋轉槓

$K$  環繞  $A$  之旋轉運動，速率等勻，而橋環繞  $B$  之旋轉運動，則非等勻速率。當橋端之  $Z_1$  自  $T_1$  至  $T_2$ ，則  $K$  所經過者，為大角度  $\alpha$ 。及橋端  $Z_1$  由  $T_2$  回至  $T_1$ ，則  $K$  所經者，為小角度  $\beta$ 。其角度  $\alpha$  及  $\beta$ ，在此處，亦可代表時間。當衝擊器向左行駛，速率小而勻，故用作鉋削行程。而向右之加速運動，是為回駛行程。

橋係全周旋轉，故所需地位，較擺為多，用者大多做置。至於擺，以其地位較省，故多籠罩於箱櫃之內。以上曳動法，均係用於小鉋機，即俗所謂牛頭鉋床也(圖 151)。

凡機用曲拐曳動法者，為達經濟目的計，必使具備以下條件。

- (1) 衝擊器可因工件之長度，而變更其行程之距離。
- (2) 對各種質料之工件，使許可的切削速率，能盡量利用。

對於第一條，曲拐樞  $Z$  及  $Z_1$ ，可以移動，以調整行程之距離。

對於第二條，可依理想，使曲拐軸由階級帶輪，如圖 107 所示，或階級齒輪，如圖 108 所示者曳動之。

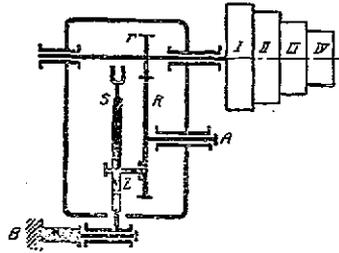


圖 107 級輪曳動之曲拐樞

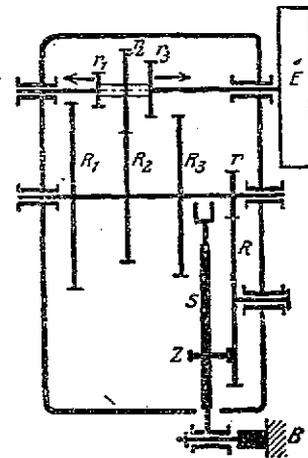


圖 108 級齒輪曳動之曲拐樞

## 例 題

(1) 一牛頭鉋床，具有擺式曳動之衝擊器，如圖 104。其擺係由 4 種轉數之階級帶輪運轉之。此機之最大行程，為 250 毫米。其曲軸，由階級帶輪，可得每分鐘 30, 20, 15, 10 等轉數。問在最大行程時，切削速率及回駛速率各幾何？

在最大行程時平均速率：

曲拐經行於最大角度  $\alpha$ ，而衝擊器之工作行程為已知(圖 109)。衝擊器之行程  $H$ ，以毫米計，其時間  $t_H$ ，以秒計。如是則平均速率

$$c_H = \frac{H}{t_H} \text{ 毫米/秒。}$$

當衝擊器向下時(圖 109)，其旋轉平勻之曲拐，所經之弧  $AB = 2 \cdot R \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$ 。其曲拐樞所具之速率  $v = \frac{2 \cdot R \cdot \pi \cdot n}{60}$  米/秒。由此可推算曲拐所經之角度  $\alpha$ 。至於衝擊器工作行程之時間

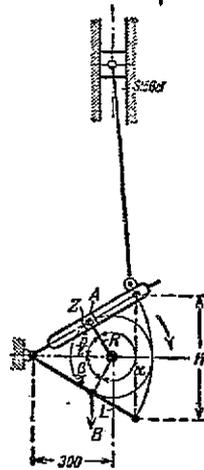


圖 109 衝擊器曳動簡圖

$$t_H = \frac{2 \cdot R \cdot \pi \cdot \alpha}{360} \cdot \frac{1}{v} = \frac{2 \cdot R \cdot \pi \cdot \alpha \cdot 60}{2 \cdot R \cdot \pi \cdot 360 \cdot n} = \frac{\alpha}{6n} \text{ 秒。}$$

於是

$$\text{平均的切削速率 } c_H = \frac{H}{t_H} = \frac{H \cdot 6 \cdot n}{\alpha}, \quad n = \text{每分鐘曲拐之轉數。}$$

當曲拐經行角度  $\beta$ ，則衝擊器迅速回駛。於是

$$\text{平均的回駛速率 } c_R = \frac{6 \cdot H \cdot n}{\beta}.$$

其角度  $\alpha$  及  $\beta$ , 由圖 109 之規定, 而知

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2L}$$

設  $L$  為規定的擺之長度, 則  $\alpha = 360 - \beta$ .

今曲拐擺至樞之長度為 500 毫米, 其最大行程為 250 毫米, 故

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2L} = \frac{250}{2 \cdot 500} = \frac{1}{4},$$

$$\frac{\beta}{2} \sim 75^\circ, \beta = 150^\circ, \alpha = 360 - \beta = 210^\circ.$$

於是最大行程之平均速率

$$\text{引帶在 I: } c_H = \frac{6 \cdot H \cdot n_1}{\alpha} = \frac{6 \cdot 250 \cdot 30}{210} \sim 215 \text{ 毫米/秒,}$$

$$\text{引帶在 II: } c_H = \frac{6 \cdot H \cdot n_2}{\alpha} = \frac{6 \cdot 250 \cdot 20}{210} \sim 145 \text{ 毫米/秒,}$$

$$\text{引帶在 III: } c_H = \frac{6 \cdot H \cdot n_3}{\alpha} = \frac{6 \cdot 250 \cdot 15}{210} \sim 110 \text{ 毫米/秒,}$$

$$\text{引帶在 IV: } c_H = \frac{6 \cdot H \cdot n_4}{\alpha} = \frac{6 \cdot 250 \cdot 10}{210} \sim 70 \text{ 毫米/秒.}$$

衝擊器之切削及回駛速率, 與  $\alpha$  及  $\beta$  之關係相同, 故  $\frac{c_H}{c_E} = \frac{\beta}{\alpha}$ , 而回

駛速率

$$c_E = c_H \frac{\alpha}{\beta} = c_H \cdot \frac{210}{150} = \frac{7}{5} c_H$$

因

$$c_E = \frac{7}{5} c_H,$$

故 引帶在 I:  $c_R = \frac{7}{5} \cdot 215 \sim 300$ ,

引帶在 II:  $c_R = \frac{7}{5} \cdot 145 \sim 200$ ,

引帶在 III:  $c_R = \frac{7}{5} \cdot 110 \sim 150$ ,

引帶在 IV:  $c_R = \frac{7}{5} \cdot 70 \sim 100$ .

曲拐樞 Z 之位置 (圖 109), 調整於曲拐圓最大對徑, 可由下式計得之。

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{r_{\text{最大}}}{300}, \quad \text{關於 } \frac{\beta}{2} = 75^\circ.$$

$$r_{\text{最大}} = 300 \cdot \cos \frac{\beta}{2} = 300 \cdot 0.25 = 75 \text{ 毫米}.$$

轉旋樞之算法, 與以上之情形相同:

$$c_H = \frac{6 \cdot H \cdot n}{\alpha}, \quad \text{而 } c_R = \frac{6 \cdot H \cdot n}{\beta}.$$

今照圖 106:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{e}{R}.$$

(2) 有一鑄鐵底盤, 長 450 毫米, 寬 120 毫米, 今用式擺機鉋削, 其  $c_H = 6$  米/分 = 100 毫米/秒, 單位推進 1.5 毫米, 擺桿長 500 毫米。

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2L} = \frac{500}{2 \cdot 500} = \frac{1}{2}; \quad \beta = 120^\circ.$$

每分鐘曲拐之轉數：
$$n = \frac{\alpha \cdot c_H}{6 \cdot H} = \frac{240 \cdot 100}{6 \cdot 500} = 8。$$

採用  $n = 10$ ，
$$c_H = \frac{6 \cdot 500 \cdot 10}{240} = 125 \text{ 毫米/秒。}$$

曲拐位置 
$$r = 300 \cdot \cos \frac{\beta}{2} = \frac{1}{2} \cdot 300 = 150 \text{ 毫米。}$$

回駛速率 
$$c_R = c_H \frac{\alpha}{\beta} = 125 \cdot \frac{240}{120} = 250 \text{ 毫米/秒。}$$

飽程時間 
$$= \frac{500}{125} = 4 \text{ 秒。}$$

回駛時間 
$$= \frac{500}{250} = 2 \text{ 秒。}$$

每往返行程時間 6 秒。

機之飽削次數為  $\frac{120}{1.5} = 80$  次，於是工作時間為  $80 \cdot 6 = 480$  秒 = 8 分，其裝卸時間，吾人計作 7 分。如是，則 10 點鐘內，在擺式機，所製為  $\frac{600}{15} = 40$  件。如用曲拐曳動之機，則僅為  $\frac{600}{13 \frac{1}{3} + 7} = 29.5$  件。設機之代價，每點鐘為 0.2 元，則每件代價，一則為 5 分，一則為 6.8 分。

速率之圖解測定法：

照圖 109，其瞬息即逝的速率  $c_H$  及  $c_R$ ，吾人亦可用極敏捷的圖解法求得之，如圖 110。

由曲拐樞  $Z$  所具之速率  $v$ ，分析之，則得樞  $S$  之  $Z$  點速率  $v_1$ 。由  $B$  點拉一直線，與

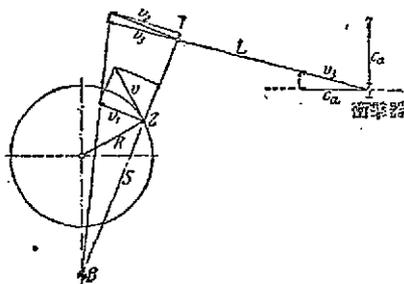


圖 110 速率之圖解測定法

$v_1$  之終點相交，并延長之，再由擺  $S$  之  $T$  點，拉一與  $v_1$  平行之線，與延長線相交，是為擺  $T$  點之速率  $v_2$ 。將與  $T$  點相交之搖桿  $L$  線延長之，至其垂直線與  $v_2$  終點相交之一段，是為搖桿之速率  $v_3$ 。以搖桿交接頭為起點，其水平線中，至垂直線能與  $v_3$  終點相交之一段，是為衝擊器之平行速率  $c_n$ ，亦即前式中之  $c_H$  也。

## 乙 回動機關

本篇所闡，乃主體運動之回動機關。在機器中，直行主體運動之需回動者，為鉋台或衝擊器。直行主體運動之回動機關，在經濟條件下，必使回駛時，增加速率，并因工件之質料各異，而具有多種之切削速率。除衝擊器之回動法，已詳上篇，其他大都由以下之機關回動。

- (1) 由齒輪回動機關；
- (2) 由引帶回動機關；
- (3) 由聯結器回動機關；
- (4) 由電力回動機關；

### (A) 直行的主體運動之回動機關

#### (a) 齒輪回動機關

##### (I) 正齒輪變向傳動

凡用正齒輪以回動者，必須用 2 及 3 可變換的齒輪。如圖 111，置引帶於輪  $A$ ，則所用之齒輪偶為  $\frac{r_1}{r_2}$ ，係機之緩駛的工作行程。當引帶在  $G$ ，則  $\frac{R_1}{R_2}$  曳動鉋台而回駛，至於所以變向，係居間輪  $R_3$  之作用。 $\frac{R_1}{R_2}$  係變速者，故用之為加速的回駛行程。當引帶由鄰輪移來，必先經滑旋輪

$B$ , 故飽台於每次變向時, 以實際言, 兩固定輪, 已經靜止, 惟藉溜駛作用, 推動引帶至  $A$  或  $B$ , 以完成其變向運動。

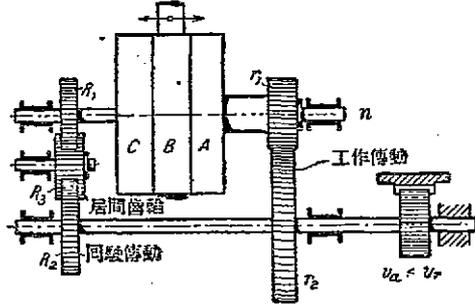


圖 111 正齒輪變向傳動法

(II) 錐齒輪變向傳動

照圖 112, 設主齒輪  $R$ , 由一雙相對齒輪  $r$  及  $r'$ , 交換與動, 則錐齒輪亦能作回動機關。置引帶於  $C$ , 則  $\frac{r'}{R}$  與動飽台, 是為緩駛的工作行程。及引帶至  $A$  上, 則  $\frac{r}{R}$ , 而成加速的回駛行程。其每次變向時, 引帶經過滑旋輪, 與上篇之情狀同。

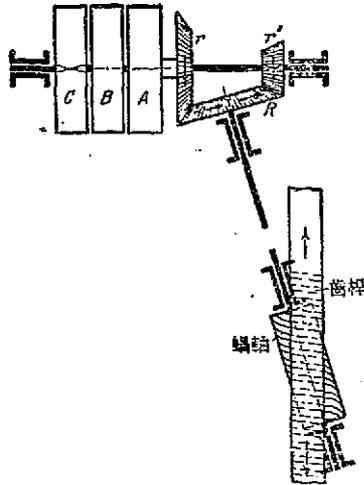


圖 112 錐齒輪變向傳動法

齒輪變向傳動法之通同缺點, 是為

1. 其應靜止之齒輪, 均須連帶旋轉, 照理論, 多損失功。

- 2 引帶推移之距離大，機器多浪費功。
3. 在每行程交換時，均有若干的強烈衝動。

基以上各種原因，故精密機器，頗少應用齒輪回動機關，反之，若輕便之鐵板製造機，則多有用之者。

### (b) 引帶回動機關

引帶回動機關，乃藉平行引帶，及交叉引帶，交換的推移於滑旋輪及固定輪上。當加速回駛時，回駛引帶，必移置速旋輪上。在圖 113，機上回駛輪，故較鉋削輪為小。其變向繫於引帶之推移，當某一帶，已完全移置於滑旋輪時，其第二帶，尙稍遲方移置於固定輪。在居間時，鉋台藉惰力溜行。此兩引帶，又分同時推移法及接續推移法兩種。

#### (1) 引帶同時推移之變向傳動

引帶同時推移之機關，乃由拉桿及其上之 2 括叉，并滑旋帶輪等所組成(圖 113)。當鉋削行程，變向而入回駛行程，則鉋台將機關桿向右拉移。此時，鉋削的平行引帶，被括叉由狹的固定帶輪，推至寬滑旋輪。此時，交叉的回駛引帶，雖已被括叉推動，惟因滑旋輪較寬，仍未達到固定輪。照理論言，此時兩帶均在滑旋輪上，鉋台應即靜

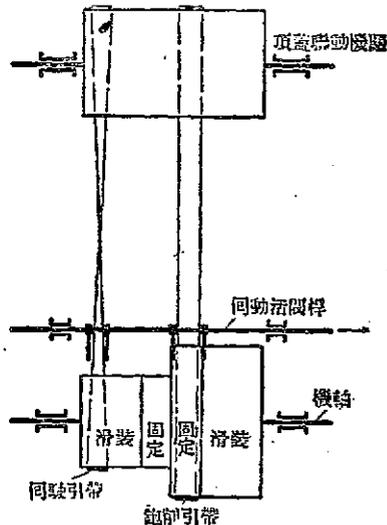


圖 113 引帶同時推移之回動機關

此，惟因惰力關係，在此一瞥時間，鉋台仍向前溜行，於是機關桿仍向前推，卒將回駛引帶，移送於固定輪，因此鉋台遂變方向，而入加速率的回駛行程。

以上設計，實用上雖係可能，但兩滑旋輪，至少須兩倍寬於引帶，所佔地位既多，推移距離亦大，引帶耗損過甚。

(II) 引帶接續推移之變向傳動

為減少上篇所述之缺點，故有引帶接續推移之變向傳動法，見圖 114。彼乃 2 機關桿  $a$  及  $b$ ，其上之括叉，並機關滑閥  $S$ ，與  $\angle$  形之槽所組成。

當鉋台由鉋削行程，轉向而入回駛行程時，其撞拐  $F_2$ ，對  $K_2$  撞擊，而推轉機關柄  $w$ 。此柄攜同桿  $s$ ，將機關滑閥  $S$ ，向左拉移。於是，由滑閥斜槽，拉動桿  $a$ ，將鉋削引帶，由固定輪，移置於滑旋輪。此時，回駛引

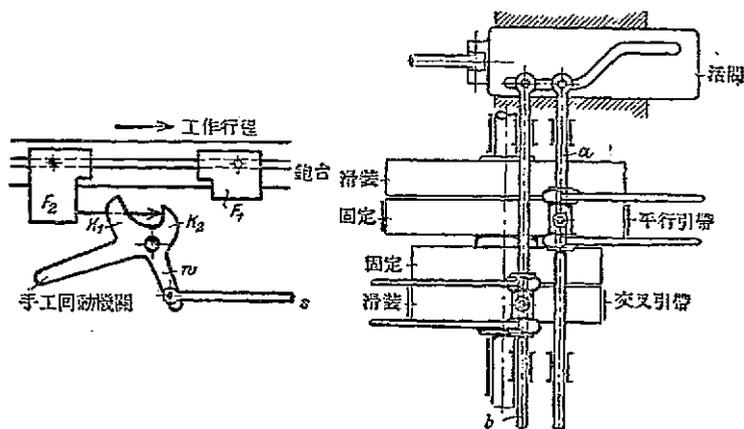


圖 114 引帶接續推移之回動機關

帶，於鉋台本應靜止，而仍藉惰力，向前溜行之一瞥間，固仍留滑旋輪上。迨一經斜槽，拉動桿  $b$ ，遂將回駛引帶，移置於固定帶輪，於是鉋台變向，而入回駛行程。此兩引帶，被推移時，係一前一後，而非同時，故曰接續推移法。其旋輪之寬度，祇須稍大於引帶，因此，所佔地位較少，且推移距離甚小，因推移而惹起之引帶耗損，亦得減輕。

### (c) 聯結器回動機關

引帶因推移而惹起之耗損，照上篇所述，僅可減輕，終難全免。昔人曾有以巨機而常鉋短件，全年引帶之耗費，有至 300 元者。吾人為減輕此種浪費計，必須使引帶在原輪行駛，毋須推移，而用聯結器，交換與鉋削帶輪及回駛帶輪相聯結。

圖 115，為佛侃式，電磁聯結器。當變向而入鉋削行程時，機關拐  $F_2$ ，將電路開關移置，因此，電磁極  $E_1$ ，通過電流，而將固定轉盤  $M$  吸住，於是階級帶輪  $S$ ，與  $M$  聯結，而曳動鉋台。當變向而入回駛行程時，由攪拐  $F_2$  (圖 114)，將  $E_1$  之電路隔斷，而將  $E_2$  之電路接通。此時電磁極  $E_2$ ，因通過電流，而將  $M$  吸住。於是回駛帶輪  $R$  與  $M$  聯結，而曳動鉋台，迅速回駛。至於帶輪  $S$ ，當  $E_1$  之電路隔斷

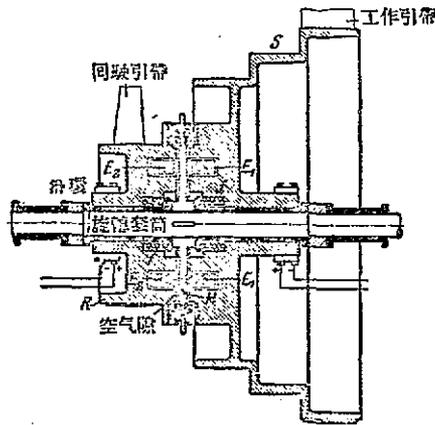


圖 115 電磁聯結器回動機關

時，已被彈簧  $f$  推開，脫離  $M$ 。

設將電路開關，置於中央，則  $E_1$  及  $E_2$  之電路均斷，於是兩輪均滑旋，而機乃停止。

由上述方法，而知用電磁力，交換聯結，以代推移引帶，簡捷省費，在機械為可稱之設計。且用階級帶輪者，更可得多種速率。

(d) 電力回動機關

以上之電磁聯結法，固甚佳矣，但用於重工機，則增加熱度太大，頗多不便。因此而有電力回動機關。此法即用一變向電動機，其變向開關及起動器，亦由鉋台之搖柄控制之。其用調整變向電動機者，亦能變換多種速率。設不用變向電動機，亦可用 2 具電動機代之，其一供給鉋削行程，另一供給加速的回駛行程。

(B) 旋轉的主體運動之回動機關

旋轉主體運動，僅在特種情形時變向。例如車床車製螺絲時，刀具溜板，須導回至切削發端位置，故於機之頂蓋聯動機關，用交叉引帶變向。在圖 50 內，工作引帶  $n=150$ ，乃用以車製螺絲者，而回駛則用  $n=200$ ，俾能迅速。此兩引帶，必須交換的，推移於中間固定帶輪。設在左首輪，

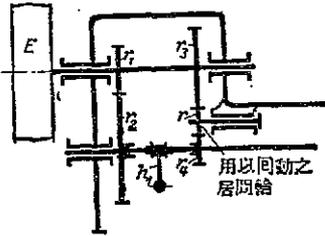


圖 116 迅速的回動機關

平行引帶  $n=150$ ，而右首交叉帶輪  $n=250$ ，如圖 51，亦能利用頂蓋聯動機關變向。至於齒輪變向傳動，大都裝於機內。如圖 53，鑽軸可用  $r_1$ ， $R_2$ ， $R_3$  之錐齒輪變向法，以作螺旋鑽，左右旋轉之開關。在階級齒輪，

則用正齒輪變向傳動機關。照圖 116, 係由  $\frac{T_1}{T_2}$  及  $\frac{T_3}{T_4}$  所組成, 而由其居間齒輪變向。

### 丙 開關

開關器, 乃用以控制機器之開動及停止者, 故曰開關。凡機用階級帶輪者, 其開關可用以下之方法。1. 照圖 117, 用一開關桿  $c$ , 將曳動頂蓋聯動機關之引帶, 由右首固定帶輪, 移置於左首滑旋輪。2. 亦可如圖 51, 將推移引帶法, 改用聯結輪。此兩式中, 其共同缺點, 不適用於長機, 工作位置, 距桿太遠時, 控制開關, 常須往返行動, 殊欠敏捷。

欲圖輕便者, 可於機中, 裝用階級齒輪。照圖 59, 係以帶輪  $B$  作聯結器, 而以一橫桿控制之。此桿伸達機之全部, 故工作時, 任立何種地位, 均極便於操縱。在用壓鈕機關者, 可用低壓之鈕, 使機停止 (圖 69)。

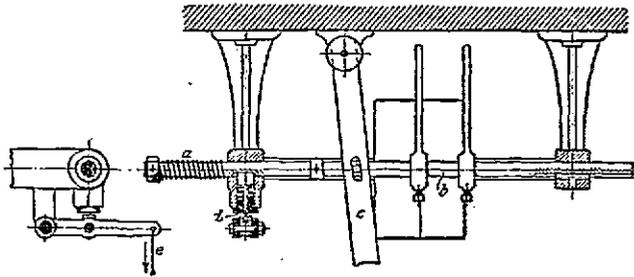


圖 117—118 自動開關

在製造大量同樣工件之機, 常需要自動開關。其方法乃於頂蓋聯動機關中, 用錘重或螺旋彈簧, 將引帶推於滑旋輪。照圖 118, 其螺旋彈簧  $a$ , 套於引帶推桿  $b$  之末端。用手柄  $c$ , 將引帶右推, 機遂開動。此時彈簧  $a$  壓縮, 桿  $b$  經插楔  $d$  插住。當機上工件已成, 由機之運動, 自動牽引繩

子  $e$ ，將插楔  $d$ ，拉出  $b$  之槽，於是彈簧  $a$ ，將桿  $b$  向左彈回，遂連帶將引帶，由固定輪，移置於滑旋輪，而機乃停止。

## 第二章 聯絡傳動或聯絡機關

聯絡機關，須具下列設備。

1. 聯絡運動，或稱推進運動之曳動。
2. 因材料強度，及精粗工作之關係，推進速率，須能變換。
3. 因需要變向，而有變向機關。
4. 開關。

直行聯絡運動，乃用以曳動溜板，例如車床之刀具溜板，經螺軸及螺帽，齒輪及齒桿，或螺軸及齒桿等之聯絡而推進。直行推進，得用於直行或旋轉之主體運動。旋轉推進，乃因鉋圓，鏜圓等之用途而發生，如圖140，係貫物軸或轉盤，經齒輪及蝸輪傳動而推進。其磨圓者，如圖 274，係經引帶傳動。

工具機為旋轉主體運動者，例為連綿推進，即在工作行程中，完全不斷推進，故所有工作時間，毫無浪費。工具機為直行主體運動者，例為回程推進，即在鉋台或銜擊器，變向回駛時推進，以供工作行程之鉋削。

### 甲 連綿推進之聯絡機關

此種聯絡機關，連綿推進，故不斷的工作，其推進係由機之主軸，或頂蓋聯動機關，經引帶，鏈條，或齒輪以曳動。至於第 2, 3, 4 等條，亦須圓滿解決，故又應包括速率變換，變向及開關等設備。

引帶曳動所具之優點，為當荷載過量時，彼能立即滑磨，於是對於

輪齒之折損，得以避免。惟在重工機，則難勝任，其應用固僅限於輕型機及中型機也。推進之大小，照圖 199，乃由兩引帶，移級而變換。其前端之引帶，為 2 番，即  $\frac{T_1}{R_1}$  或  $\frac{T_2}{R_2}$ ，後端則為 3 番，即  $\frac{T'_1}{R'_1}$ 、 $\frac{T'_2}{R'_2}$ 、 $\frac{T'_3}{R'_3}$ 。於是遂具  $2 \times 3$  種之推進。設用一對 3 級帶輪，顛倒裝置，亦可得 6 種推進（圖 120）。至於聯絡運動中之變向機關，則用齒輪變向傳動法，如圖 235—236。當吾人用開關 *b*，亦可使台停止。

鏈條曳動法，較引帶為強制，故宜於重工機。推進大小之變換，大都用齒輪完成之，如圖 123。其變向仍係用齒輪變向傳動法，如圖 122。

齒輪曳動法，於今日應用快鋼時代，已普遍採用矣。因係強制曳動，

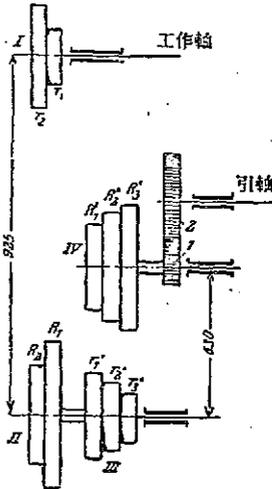


圖 119 具 6 種推進之引帶曳動

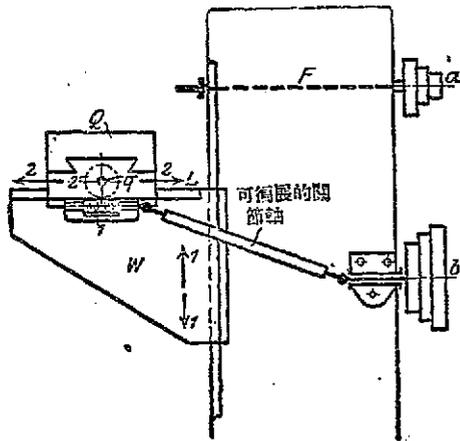


圖 120 a, b, 顛倒裝置曳動法

可保證轉數準確，無引帶滑磨之弊。由此推知齒輪曳動之聯絡機關，於車割螺紋，其紋距可極為準確。照圖 121，車床之導軸，由車頭軸經齒輪

而曳動。關於車製倒順螺紋，或左，右旋轉，於齒輪曳動機關中，又須有變向之設備。此係由變向板  $w$  所完成，當吾人將  $w$  位於  $C$ ，則導軸左旋，位於  $A$  則右旋。其變向作用，係由心齒輪  $r_2, r_3$  傳遞而來，當  $w$  在  $C$ ， $r_3$  與  $r_1$  相接， $r_2$  與  $r_4$  相接， $w$  在  $A$ ，惟  $r_2$  與  $r_1$  及  $r_4$  相接。當吾人將  $w$  置  $B$ ，則導軸之曳動解脫。

在巨型機，多採用錐齒輪變向傳動，如圖 122，而用聯結器司開關。聯結器  $k$  與  $r_4$  聯，則導軸旋轉，由左視之為右旋， $k$  與  $r_5$  聯，則導軸左旋。當吾人推移齒輪  $r_2$  與級帶輪上之齒輪  $r_1$  聯絡，則應用齒輪聯動機關，其推進之變換率為 1 : 10，用以車製傾斜 10 倍之螺紋。

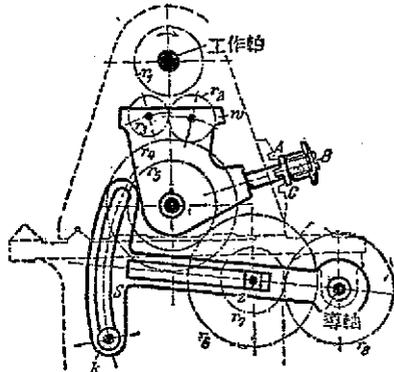


圖 121 齒輪曳動導軸法

至於車製各種螺紋，其推進之大小，則用變換齒輪  $r_5 - r_8$ ，以變更之。此種齒輪，均裝於車頭前端，以其接近，易於裝卸也。各種大小之齒輪，其裝置法，則需用一變換齒輪缺  $S$  及一調整框  $Z$ ，中間齒輪  $r_6, r_7$ ，即裝於其上。此缺可繞導軸移轉，而用壓緊螺釘  $k$ ，壓緊於相當位置。

圖 121，齒輪曳動之變換率：

$$\begin{aligned} w \text{ 在 } C: \quad \varphi &= \left( \frac{r_1 \cdot r_3 \cdot r_2}{r_3 \cdot r_2 \cdot r_4} \right) \left( \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} \right) \\ w \text{ 在 } A: \quad \varphi &= \left( \frac{r_1 \cdot r_2}{r_2 \cdot r_4} \right) \left( \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} \right) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} = \frac{r_1}{r_4} \cdot \left( \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} \right) \\ \downarrow \quad \downarrow \\ w \quad S \end{array} \right.$$

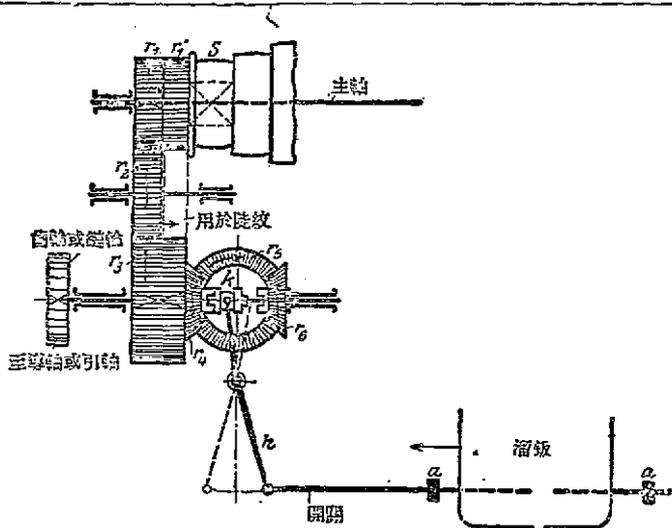


圖 122 用自動開關之錐齒給變向傳動法

在兩種位置， $w$  之變換率相等，因心齒輪  $r_2, r_3$  為居間輪，僅具變向作用。其齒輪  $r_1$  及  $r_4$  相等，故在變換率上，有關係之變換輪，僅

$$\varphi = \frac{r_5 \cdot r_1}{r_6 \cdot r_3}$$

### 變換齒輪傳動法

以上所述變換齒輪之缺點，為更換變換齒輪  $r_5 - r_6$  時，裝卸頗費時間。設推進必須時常變換者，則時間之損失尤多。假定車工於一日間，更換十次齒輪，則時間損失，至少當在 50 分鐘。然吾人如應用齒輪偶，則時間損失，即能減少。此種齒輪偶，亦如階級齒輪傳動法，通常祇許一對齒輪工作，其他各輪，均相借滑旋。變換齒輪傳動法，同樣的可用聯結齒輪，或推移齒輪組成之。

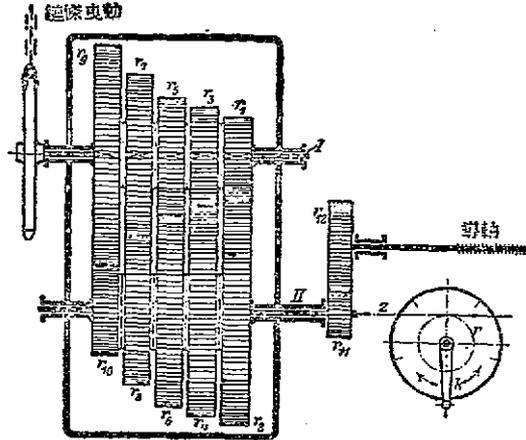
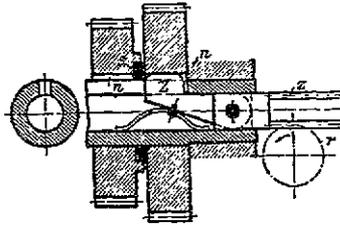


圖 123 拉楔變換齒輪傳動法

圖 123, 乃拉楔變換齒輪傳動法, 并可看出其 5 齒輪偶, 具有 5 種推進。其上齒輪組, 固定於 I 上, 下部由 5 聯結齒輪組成。在空心軸 II 之長槽中, 裝有拉楔 Z (圖 124), 當轉動搖肘 k 時, 則楔子由所在之一齒輪, 被拉入另一齒輪, 并經彈力, 將其彈入楔槽 n 中。為防止楔子介於兩齒輪間, 同時聯結, 故用環 s, 將楔子 Z, 於每次拉移時, 壓退於空心軸內。此種傳動法之主要優點, 祇須以搖肘 k, 照數盤所指, 可隨時變換推進, 時間損失極少。



n = 楔槽, s = 環, z = 圓齒桿, Z = 拉楔。  
圖 124 拉楔

圖 125, 乃羅通式變換齒輪傳動法, 其下部齒輪組, 非復前式, 而以

推移齒輪  $r$  及變遷齒輪  $z$  代之。因此，齒輪數可減至極少，凡普通拉楔傳動，具 6 種推進，而需用齒輪 12 者，在羅通傳動法，僅用 6+2 齒輪。至於羅通法之變換推進，乃由變遷柄  $S$  控制之，即納  $S$  於 1—6 之任一梳式銀孔內。乃變遷齒輪  $z$ ，與齒輪  $R_1 - R_6$  之任一輪相聯絡。當變換時，先須拔動彈簧執手  $g$ ，變遷既畢，復門定之。在此種推進傳動，吾人亦可照一數表，以變換推進。

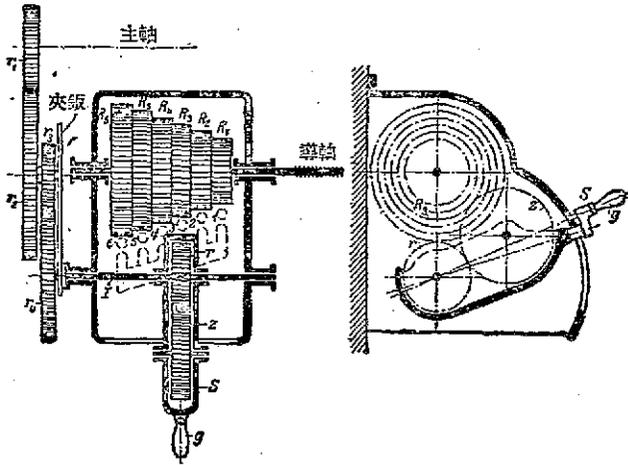


圖 125 羅通式推進傳動法

設仍欲增高推進種數，則吾人可續造 2 拉楔傳動，或用複式羅通傳動法。照圖 126 之拉楔傳動法，例為  $2 \times 4$  種推進，因拉楔  $Z_1$ ，在  $I$  及  $II$  上，可用  $h_1$  聯絡 2 次，而拉楔  $Z_2$ ，用  $h_2$  在 1 至 4 處，可聯絡 4 次。照圖 127 之羅通傳動法，其變遷柄  $S_1$ ，在  $I - III$  上，聯絡 3 次，而  $S_2$  在 1—5 處，聯絡 5 次，於是可得  $3 \times 5$  種推進，以供應用。

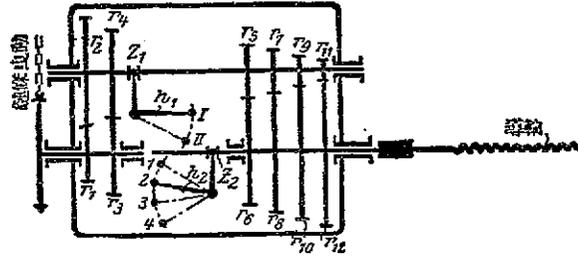


圖 126 雙重拉楔傳動法

以上變換推進之手續，僅須移置拉楔，或移置變遷柄，甚為簡捷，故凡用變換齒輪傳動，而需時常變換推進者，如車床，鑽床，銑床等，均多採用此法。

在輕工機及中等重工機，引帶曳動，已為應用，惟重工機，須用齒輪或鏈條曳動耳。移置拉楔所費之時間，吾人如計為  $1/4$  分，移置變遷柄，所需以  $1/2$  分鐘計，如是，則齒輪變換 10 次，所費時間僅為  $2\frac{1}{2}$  分，或 5 分鐘，其較之用變換齒輪錶，需時 50 分鐘者，僅十分之一，或二十分之一時間耳。

圖 128—129，乃推進之磨擦輪曳動法，其變換推進，既極敏捷，變

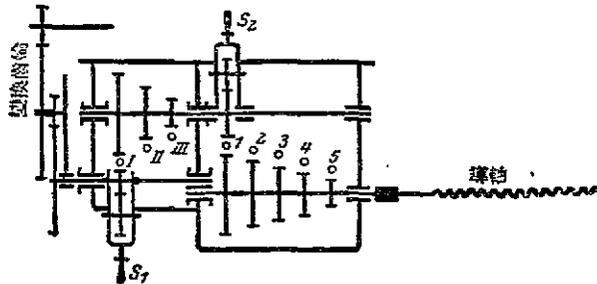


圖 127 複式繩通傳動法

向亦頗便利，而分級尤為稠密。故可替代變換齒輪及變向軚。當用小推進時，則將  $R$  上之磨擦輪  $r$ ，向中央推移，反之，需要大推進時，則將  $r$  向外推移。其變換關係，可由式  $2r\pi n = 2R_{\text{最大}}\pi n_{\text{最小}} = 2R_{\text{最小}}\pi n_{\text{最大}}$  推算之。吾人設將  $r$  推過  $R$  之中心，置於虛線之位置，則推進運動

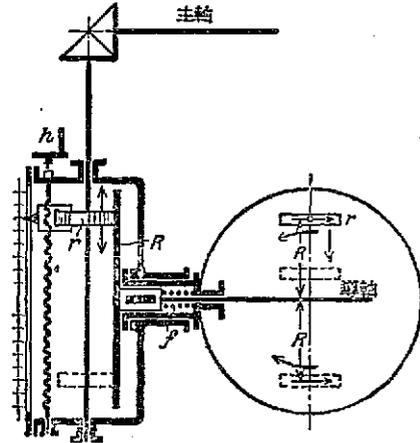


圖 128—129 磨擦輪與動法

即可變向。此兩種方法，可用  $h$  將  $r$ ，照標尺分度，推移於適用位置。其與動之牽引力，係由彈簧  $f$  所產生，力量既微，故僅適用於輕工機。

今日吾人對於推進設備，幾於每一工具機，均裝用自動開關，俾製成工件，保持一律尺寸。如圖 122，當溜鋸行至可徙的撞核  $a$ ，所在之工作界限，則撥動槓桿  $h$ ，於是聯結器  $k$  脫離，而推進運動遂停止。

### 例 題

1. 試計算圖 125 所示，羅通傳動之推進（即單位推進）。其變換齒輪，計有  $z_1 = 12$ ， $z_2 = 36$ ， $z_3 = 15$ ， $z_4 = 30$  齒。推移齒輪  $r$  之齒數，為 20 枚。在導軸上，齒輪之齒數，計有 56, 52, 48, 44, 40, 36 等。導軸之螺紋距為 6 毫米。

$$s_1 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{56} \cdot 6 = 0.357 \text{ 毫米}; \quad s_4 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{44} \cdot 6 = 0.455 \text{ 毫米};$$

$$s_2 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{52} \cdot 6 = 0.385 \text{ 毫米}; \quad s_5 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{40} \cdot 6 = 0.500 \text{ 毫米};$$

$$s_3 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{48} \cdot 6 = 0.417 \text{ 毫米}; \quad s_6 = \frac{12}{36} \cdot \frac{15}{30} \cdot \frac{20}{36} \cdot 6 = 0.556 \text{ 毫米}.$$

2. 在拉楔傳動法, 如圖 123, 鏈條曳動之變換率為 1:3, 其齒輪偶之各齒數如次,  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{12}{48}$ ,  $\frac{r_3}{r_4} = \frac{16}{44}$ ,  $\frac{r_5}{r_6} = \frac{20}{40}$ ,  $\frac{r_7}{r_8} = \frac{24}{36}$ ,  $\frac{r_9}{r_{10}} = \frac{28}{32}$ . 其聯動機關為  $\frac{r_{11}}{r_{12}} = \frac{12}{36}$ , 導軸之螺紋距為 6 毫米。

$$s_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot 6 = \frac{1}{3} \cdot \frac{12}{48} \cdot \frac{12}{36} \cdot 6 = 0.167 \text{ 毫米};$$

$$s_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot 6 = \frac{1}{3} \cdot \frac{16}{44} \cdot \frac{12}{36} \cdot 6 = 0.242 \text{ 毫米};$$

$$s_3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot 6 = \frac{1}{3} \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{12}{36} \cdot 6 = 0.333 \text{ 毫米};$$

$$s_4 = \frac{1}{3} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot 6 = \frac{1}{3} \cdot \frac{24}{36} \cdot \frac{12}{36} \cdot 6 = 0.444 \text{ 毫米};$$

$$s_5 = \frac{1}{3} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot 6 = \frac{1}{3} \cdot \frac{28}{32} \cdot \frac{12}{36} \cdot 6 = 0.583 \text{ 毫米}.$$

### 推進之自動變向機關

凡溜飯須急速回駛者, 則機上常需要一種自動變向機關。其曳動乃包括於齒輪變向傳動組織內。圖 130,  $\frac{r_1}{r_2}$  乃曳動工作行程, 而  $\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_4}{r_5}$ , 則迅速回駛, 由劍頭  $s_1 s_2$  之作用, 瞬息中使溜飯  $S$ , 變向而行。即  $S$  借  $a$ ,

對撞核  $a_1$  撞擊，於是  $s_1$  將劍頭  $s_2$  壓退，而復由彈簧  $f$  彈出。在此一管中，其尖端互相通過，由機關桿  $u$ ，推動柄  $h$ ，使聯結器與  $r_6$  聯結。在回駛之末端，由  $a_2$  之作用，又復重演此種動作，使聯結器與  $r_2$  聯結。

車削變向機關，亦可作自動開關，照圖 131，吾人於變向機關桿上，裝一複劍頭  $s_1$ ，當  $s_2$  彈入  $s_1$

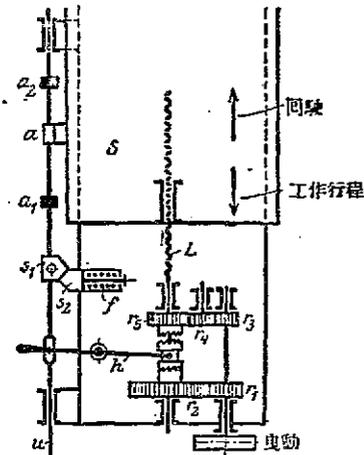


圖 130 自動變向機關並使溜板退回

之中央，則推進停止，此時必須扳動執手  $h$ ，方能變向。

以上方法，因其能自動節制，故製造大量的同樣尺寸之工件，極為適宜。於管理方面，以一工人，可監督數機，蓋祇司裝卸工件，故於經濟上，尤為合算。

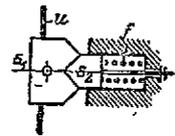


圖 131 切削開關

乙 回程推進之聯絡機關

凡機之主體運動為直行者，其聯絡機關，概於鉋台或衝擊器之回駛時，完成推進工作。在牛頭鉋床，其鉋台必須與衝擊器聯絡，以完成推進。如圖 132，掣門機關，由一機關盤  $N$  所傳動，而經盤上之桃形槽， $A, B, C$  之作用完成之。當盤旋轉時，槽中之樞，自  $A$  升至  $B$  處，由橫桿  $h$ ，經桿  $s$ ，將拐肘  $w$ ，向右轉動，於是聯絡掣門  $k$ ，推齒輪  $S$  俱轉，再經錐齒輪 1—4，正齒輪 5, 6，以轉動軸  $q$ ，而使工件台之橫溜板  $Q$ ，於回程時推進。

在同一情狀下，當樞由  $B$  至  $C$  時，槓桿  $h$  復回至原來位置，其機關桿向上行，拐肘  $w$  向左轉，於是  $k$  跳出，越過 1 齒或多齒，回至以前所在之位置，此時齒輪  $S$ ，未被拉動，故橫溜板  $Q$ ，居留不動。由此知盤槽由  $A$  至  $B$ ，具推進作用，由  $B$  至  $C$ ，則具使犁門  $k$  恢復原位之作用。至於推進之大小，則由一調整滑框  $X$ ，照標尺分度調整之，欲推進小者，樞向左，大則向右，由此使聯絡門，在  $S$  上跳過一齒或多齒。

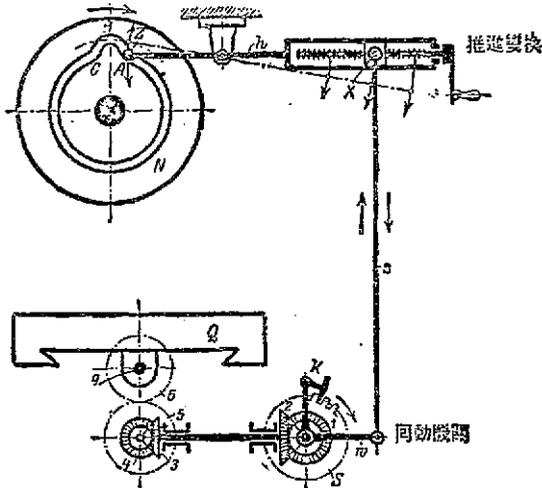


圖 132 立銑床之犁門機關

丙 重要推進機關之結構

推進機關之構造，須依

1. 推進之種類(縱行，橫行，或圓行推進)。
2. 聯絡傳動法(導軸或齒桿)。
3. 推進變換之大小而設計。

每一機，必具有變向及停止作用。其齒輪須包括於防護罩內，以免危險，然開關執手，則必須顯露於外，俾便操縱。機件之構造，祇要能達到所需之功用，以愈簡單愈妙。

車床之工作情形，見圖 26 及 27 中之縱行推進 2，其螺絲之車製，係由導軸所發生。其機關之結構，見圖 133，由變向板，以司推進或回動。應用羅通傳動法，可車製 8 種規定的螺紋。設更換外部變換齒輪，更可車製規定以外之各種螺紋。用螺帽鎖，則刀具溜板，行至工作界限時，即停止推進，見圖 164。

縱行推進，如圖 134，係用固定於床身之齒桿 Z，借錐齒輪等曳動，并使溜板在動向 2，往返行動。其 4 種推進，則用拉楔支配之。其引軸由錐齒輪 20/21，及正齒輪 22，23，24 之傳動，沿齒桿向 2 方縱行推進。其手開關，裝於推移齒輪 20，而自動開關，則裝於變向傳動機關內， $\alpha$  即其變向之界限。

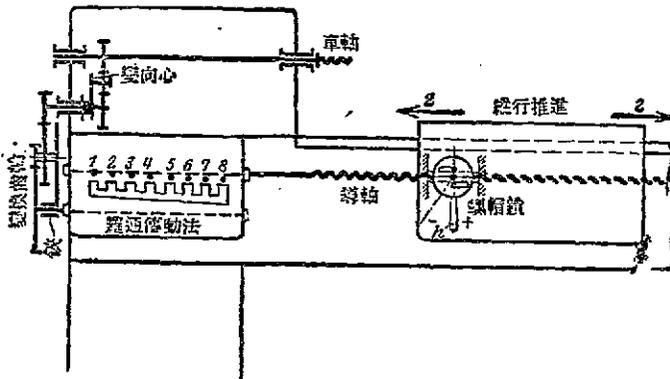


圖 133 用螺紋導軸經曳之車床

當車削平面時，引軸必須曳動平面軸，在圖 135 內，乃經蝸輪 20, 21 以傳動正齒輪 22, 23, 24 以達之。至於橫行推進，則用變遷齒輪，控制其行止。

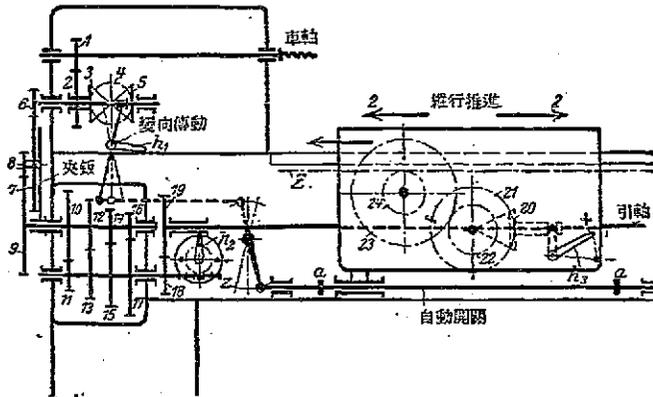


圖 134 用齒桿縱曳之引軸車床

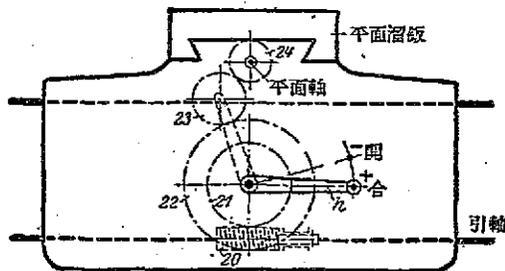


圖 135 用變遷齒輪平曳法

橫溜飯之結構，可於圖 120 見之，其動向 1 為升降，2 為縱行推進，故推進機關，須構於台內。最簡單者，可用一種，能展長之關節軸構成

之。照圖 136—137，橫溜鋸機關，在齒輪內，具有 4 種推進，若將  $a, b$  兩輪顛倒裝置，則可擴充至 8 種推進。其開關則裝於聯結齒輪 10，當  $Q$  借  $a$  與  $a_1$  撞擊時，則解脫聯結。

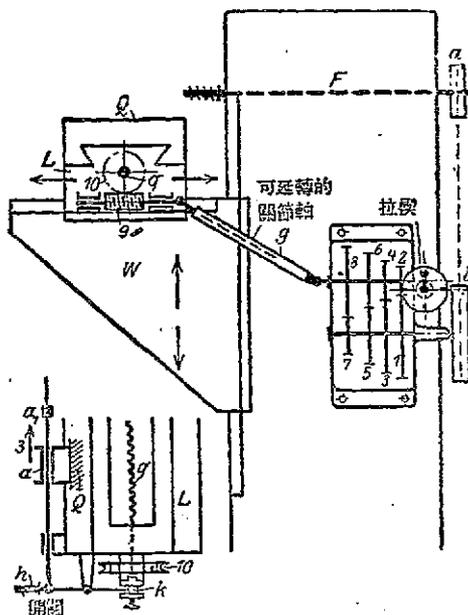


圖 136—137 橫溜鋸之縱行升降機關

凡重工機之關節軸，以照圖 138 之結構為妥，由分段之軸所組成。其全部傳動機關，均藏於機體內部，以防謬之。矩台  $W$  之最高部，有軸  $III$ ，在齒輪 10 內，可以升降。其齒輪 13，在縱行溜鋸  $L$  下之軸  $IV$  上，亦可推移。橫溜鋸  $Q$ ，因有轉盤  $D$ ，故可移斜。其軸  $V$ ，係旋轉於樞之中心。至於溜鋸開關之構造，見圖 235。

鑽床之工作情形，已見圖 28，其動向 1，為鑽軸之主體運動，2 為推進運動。其自動推進機關之結構，照圖 139，由鑽軸傳動齒輪，經過正齒輪 1—3，傳導而來。軸 Z 傳動拉楔聯絡機關，具 4 種聯絡，以傳動錐齒輪 12/13 及蝸輪軸 14/15，以達齒桿 16/17，而使鑽軸向 2 方推進。執手  $h_1$  可以手扳動，使聯絡機關脫離，然亦可由撞核  $a$  之撞擊，自動解脫聯絡，而停止推進。

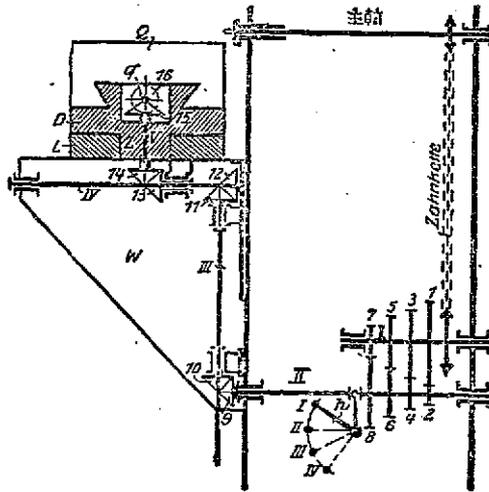


圖 138 橫溜板上可旋轉之機關

鑽圓者，乃於鑽台  $R$  上工作，而由聯絡機關傳動之。在圖 140 內，圓轉機關 1—6，乃用一執手  $h_1$  控制之。圓台  $R$  之外周，具有圓軌，在其中心，則有粗壯之框，均裝置於橫溜板  $Q$ 。

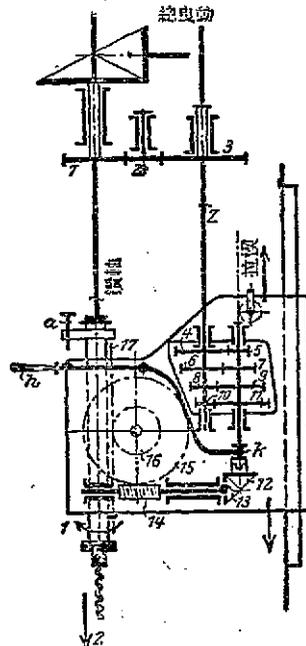


圖 139 鑽孔之自動裝置

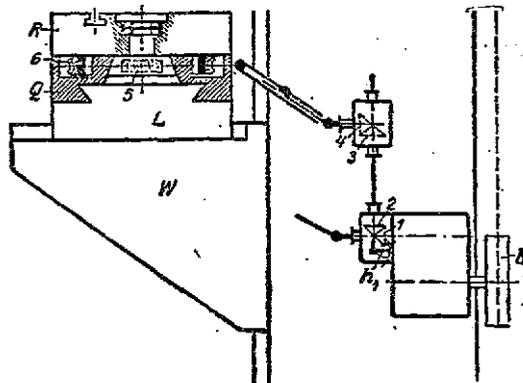


圖 140 電動旋轉台之圓行推進裝置

# 第三編

## 工具機之主要部分軸承與導軌

### 第一章 軸承

工作之美惡，在旋轉主體運動之機中，其主軸及旋轉之是否精密準確，實具極大關係。欲保證機器工作之準確，其工作軸，不得有振顫及搖動之現象，然後刀具或工件之旋轉，方能穩靜。

軸之顫搖，常由下列情形發生。1. 由於機件體格之細弱，2. 由於軸承粗劣。凡欲軸之工作準確，必使軸在引帶引力下及刀具壓力下，不得發生彎撓。即由習用之公式  $f = \frac{P \cdot l^3}{CE \frac{\pi \cdot d^4}{60}}$  計算之。軸之抗彎強度，可變化  $l^3$  及  $d^4$  而增減之。

促進工作準確之惟一方法，當運用材料抵抗力之原理，使軸短而且粗，即  $E$  最大。凡用階級齒輪傳動，較用引帶傳動者，負力為輕。

因軸須極準確的圓旋，故不許有搖動，防止之法，使軸在承內，縱，橫俱能密切吻合，自無搖動之病。

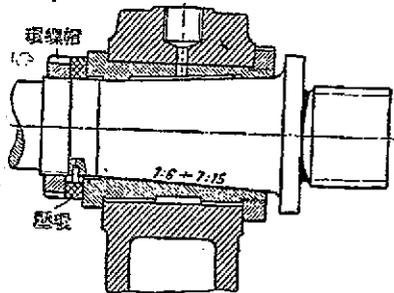


圖 141 主軸承與錐體箱

軸承磨耗，實妨害旋軸之穩靜，故軸承須有相當長度，以減輕磨擦之單位壓力。樞軸務須堅硬，而襯筒則宜用紅銅，鑄鐵，或青銅製成。除此以外，尚有重要之補救法，即必使軸承襯筒，可以隨時收緊也。其收緊法，可用一種錐體樞或錐體襯筒構成之。

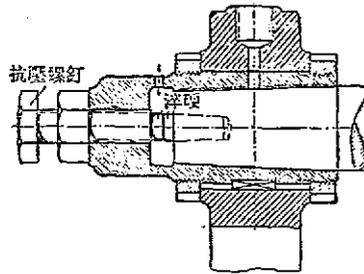


圖 142 尾軸承

照圖 141，在主軸承內者，為錐體樞，而用環螺帽調整其位置，使相密接。

圖 142，為尾軸承，在其內者，為同一形狀之錐體樞，其襯筒一端封閉，并裝一抗壓螺釘，以減輕兩襯筒所感受由前端而來之縱壓力。當工作時，主軸壓力，向後端者，則尾軸承之抗壓螺釘抵抗之。設主軸壓力，向前端者，則主軸承之軸端壓環限制之（圖 141）。當兩端襯筒，均嫌鬆動時，可將抗壓螺釘，旋退至適當位置，然後將首端軸上之環螺帽旋緊，則整個樞軸退後，遂與襯筒，密切相接。

主軸承之構造，如圖 143—144 者，其軸旋轉於一種錐體襯筒內，其形態頗似透洛氏錐體聯結器，在下部 *b* 處割有縫隙，而上部 *a* 處之縫隙尤廣，所以備旋緊環螺帽，使襯筒可以收緊也。當軸搖動時，先旋鬆右端之環螺帽，再旋緊左端之環螺帽，各至適當位置為止。

以上主軸承，僅可補救橫行搖動之病，對於縱行走動，則必須照圖 145，用 3 壓環限制之。其居間壓環 *b*，由環螺帽 *d*，將其固定於軸上，并

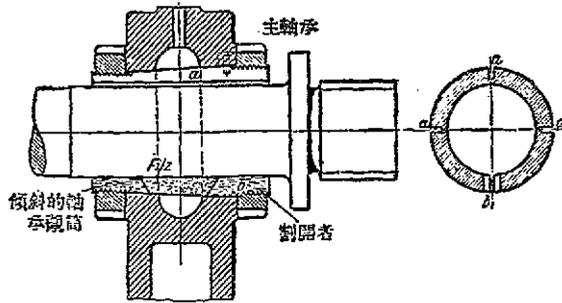


圖 143—144 用錐體襯筒之主軸承

由穿楔  $f$  限定之，而與軸偕同旋轉。在襯筒之左端，裝一壓環  $c$ ，并在  $b$  之左旁，套一壓環  $a$ ，而用楔子限定於套筒螺帽  $m$ 。當軸壓力，由  $b$  向  $a$  時，則移載重於  $m$ ，當軸壓力由  $b$  向  $c$  時，則  $c$  承受之。其對於縱行走動之補救法，可略鬆環螺帽，而收緊套筒螺帽  $m$ ，務使環與環密接，無走動之餘隙。在大多車床，有採用鋼珠，以減輕磨擦者，即在旋轉環  $a, b, c$  之間，裝置鋼珠。

在借愛式軸承，如圖 146，其主壓力，由鋼珠軸承載負之。收緊環螺帽  $r$ ，則軸承對於橫行搖動及縱行走動之軸，均可調整矣。

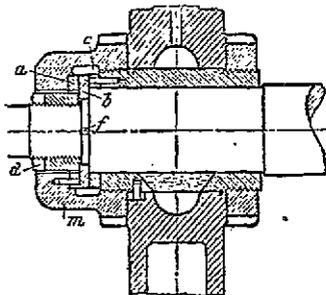


圖 145 尾軸承或抗壓軸承

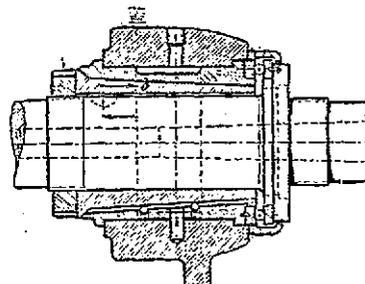


圖 146 借愛公司所製主軸承

錐體樞之調整，較難於圓柱體樞，稍有參差，旋轉即易發熱。因此吾人常喜採用圓柱體樞。惟於銼床之軸，吾人每採用錐體樞，因其適於裝置銼刀之軸，其軸頸亦可具較大之強度。

試驗軸之旋轉，是否穩靜，則用感觸儀，以觸角密接於標準軸  $d$ ，而拉動引帶，使軸旋轉以檢之（圖 147）。凡檢驗軸之縱行走動者，將儀之觸角，對軸之正面  $a$ ，垂直密接，檢驗橫行搖動者，將儀垂直，接於軸之圓周面。當檢驗時，設儀之指針，發生強烈擺動，則軸必須從新調整。設祇有極微弱之擺動，則由於襯筒內，具有油膜間隙所致。

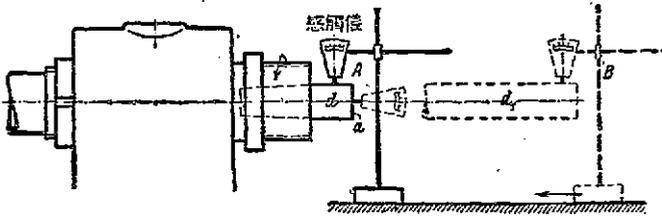


圖 147 軸之檢驗

## 第二章 直行的主體及推進運動之導軌

導軌者乃應用於直行主體運動之鉋台與衝擊器。導軌應保證工作準確，在鉋台等運動時，既不當有傾斜出軌之虞，亦不能有顫動發生。蓋鉋台及衝擊器，行駛之需要穩靜，一如旋轉主體運動中之軸。

鉋台之導軌，有平面導軌，燕尾導軌及屋脊導軌之分。在平面導軌，為防止鉋削運動時，發生傾斜，故常構成邊緣，以限制之。其構造式，亦有為斜面者，是為燕尾導軌（圖 148）。

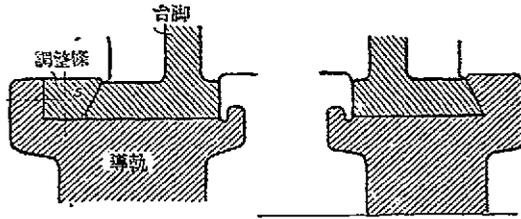


圖 148 燕尾導軌

凡在導軌上，行駛穩靜者，其平面必須潔淨，而修刮極平。並有用調整條，以防止鬆動(圖 148)及應用油軛，以潤滑其滑軌。調整條，係以螺釘，固定於座或床，因此不致走移。

屋脊導軌之脊，其傾斜度，不宜過大，祇許可  $90^{\circ}-100^{\circ}$ ，過比，則刀壓力加於鉋台時，台有傾斜之處(圖 149)。

屋脊導軌，係自動修刮平淨，故極相吻合，全面之負載極勻。其調整條，可以免除因鉋台在重載下，其軌脊自然吻合密切。其潤滑法，用可

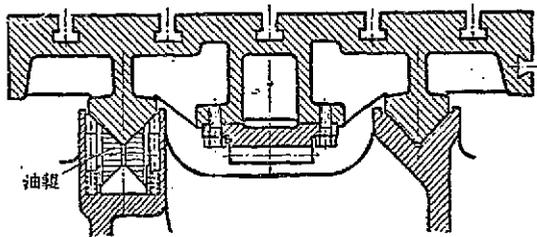


圖 149 屋脊導軌

旋轉之軛輪，浸於油池，以彈簧之力，着於鉋台之滑軌。當鉋台駛動時，滑軛輾轉軛輪，於是滑軌全部着油，而傳佈於導軌全面。

檢驗鉋台行駛之是否穩靜，亦應用感觸儀，將其裝於鉋刀溜板，使

觸角密接鉋台。然後使鉋台行駛，以觀察指針之動靜 (圖 150)。

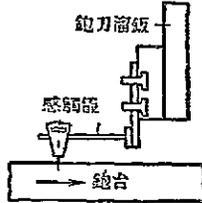


圖 150 鉋台行駛穩定之試驗

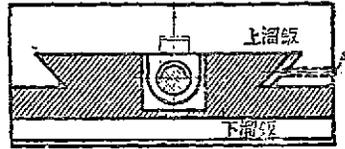


圖 151 用燕尾導軌之十字溜板

推進運動用之溜板導軌，亦用燕尾導軌，或屋脊導軌。燕尾導軌，對於動搖之調整，需用調整條，而以多數螺釘  $\phi$  抵定之 (圖 151-152)。至於屋脊導軌之防止溜板出軌法，係用一種導軌夾板  $F$  (圖 153)。此種導軌，對於防護殘屑，務須注意，最佳之法，宜用長防護罩。

凡工作台之溜板，或刀具溜板，亦係用感觸儀，檢驗其行動。設吾人所檢，為車床之刀具溜板，則將感觸儀  $D$ ，裝於鉗刀椿  $C$  (圖 154)。在燕尾導軌，則使觸角接於支承面，在屋脊導軌，則接於斜脊面。設指針擺動，則須調整其調整條，或修刮其平面。

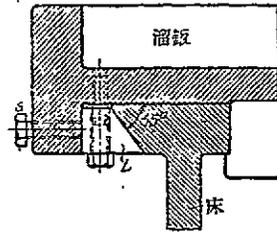


圖 152 用燕尾導軌之床溜板

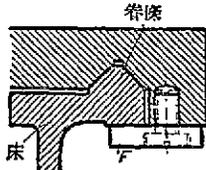


圖 153 用屋脊導軌之床溜板

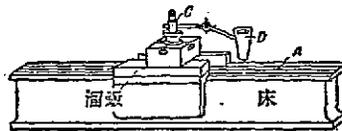


圖 154 溜板之試驗

## 第四編

### 重要工具機之構造

#### 第一章 車床

車床乃用以車製旋轉體者，其車件支架於兩錐之間，或鉗固於鉗具之上。普通車床，常支架所車工件，於兩錐間，故又名尖錐車床。

##### 甲 普通車床

普通車床(圖 155)，因工件需要支承及主體運動，故有車頭及抵座。車頭內之主要原件，為主軸及其右端之錐。凡已具錐眼之工件，一端頂於此錐，而由軸之擋盤及旋轉心曳動。他端則抵於對方抵座之錐上。

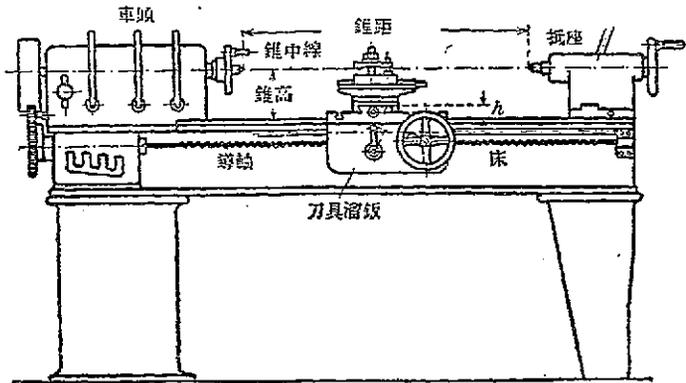


圖 155 普通車床

爲工作便利計，抵座概置於車之右端，因此車工可用右手，隨意的敏捷移動抵錐。至於刀具之推進，則用一種刀具溜座，往返運行於車頭及抵座之間。

車床之主要部分，係：車頭，抵座，刀具溜座，床身。其主要尺寸，爲：錐高  $H$ ，錐距  $L$ ，而車件之對徑與長度繫焉。

縱車之最大對徑： $D \leq 2(H-h) \sim 1.4 H$  毫米。

平車之最大對徑： $D \leq 2.25 H$  毫米。

最大車削長度 = 錐距  $L$ 。

#### (A) 車 頭

車頭乃負載工件，並曳動之。爲使車床之功率，儘量利用計，必用一階級帶輪及 2 或 3 組齒輪聯動機關（見圖 51, 52, 55）。照圖 452 之車頭，具有 3 組可開關的齒輪聯動機關，而由推移齒輪  $R_1, R_2$  任一聯絡之。於是，此床乃具有 9 種轉數，其對於各種材料，車削對徑及各種切削速率，俱能應付矣。

重工車床，係用階級齒輪曳動，因其能具極大功率，即輕工機，用之則控制亦較敏捷（圖 58—69）。

欲工作優良，需要短而有力之車頭軸，旋轉於可調整之軸承內，而無任何之搖動（圖 141—142）。其旋轉之是否穩靜，可照圖 147，用長標準軸  $d_1$  檢驗於水平的位置上。

#### (B) 抵 座

抵座（圖 156—157）具有抵錐，車製長工件時，將座固定，而調整錐以抵之。於錐之調整，用螺軸及螺帽。螺帽  $m$ ，裝於套筒  $P$  內右端，抵錐

R, 則裝於左端。用手輪 H, 轉動軸 S, 則套筒借抵錐, 可隨意伸縮, 以抵定工件。當工件旋轉時, 套筒在抵座內, 必須固定, 因此, 抵座之外套, 割有縫隙, 而用裁定螺釘及執手螺帽 g 壓緊之。

抵座在構造上, 須注意下列各點: 車床應能車製準確的圓柱體, 故車頭之錐與抵座之錐, 必須準確的針鋒相對, 簡言之, 必須絕對的在一一直線上。兩錐高距之準確相同, 製造上常慎重從事, 吾人每將抵座及車

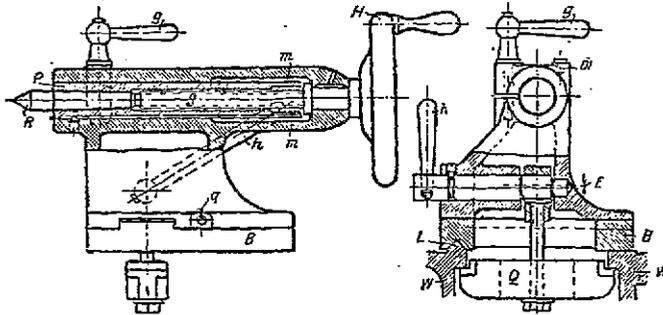


圖 156—157 抵座

頭, 貫於一標準軸上, 而以普通方法, 鉋削其滑軌, 或分離之, 而依樣鉋鉋製及鑽孔。其細微差訛, 則施以修刮。旋轉之錐, 有搖動時, 須將軸承, 重行調整, 校準其高距。

抵錐旁移之結構, 係將抵座, 裝於床板 B 上, 而用螺栓 g 橫行推移之。用此橫移設備, 亦可車製縱長之錐體, 依公式  $\frac{d_1 - d_2}{2} \cdot \frac{L}{l}$  或以斜距乘工件之長度, 而調整之。

如圖 161:

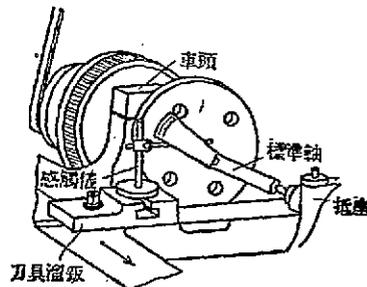


圖 158 錐之檢驗

$d_1=80$ ,  $d_2=50$ ,  $l=150$ ,  $L=200$  毫米,於是

$$e = \frac{80-50}{2} \cdot \frac{200}{150} = 20 \text{ 毫米。}$$

設在抵座上,裝一量尺,更為便捷。車床之錐距,必使能適合工件之長度,故使抵座,可在床上推移,並敏捷壓緊之。在推移時,錐之直線,并不變動,其床板  $B$ ,係裝置床之屋脊導軌上。其壓緊之方法,係用一種偏心軸  $E$ ,當扳轉執手  $h$ ,則橫板  $Q$ ,壓緊於床框  $W$ 。

### (C) 刀具溜座

刀具溜座(圖 159),為鉗執刀具之用,其構造須具備兩種條件:

1. 縱車及平車之推進,并車削錐體及鑽孔。
2. 在一切車削及鑽孔工作時,其刀具,須能裝置於適當位置。

因在縱車及平車時,其推進方向 1 及 2,相交成一十字;故其下部

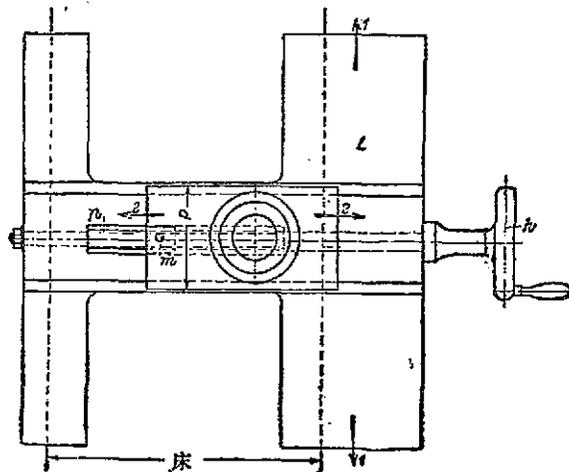
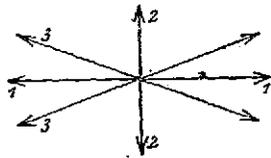


圖 159 刀具下溜板

溜板，亦必須相交成直角，稱曰十字溜板，或交叉溜板。其結構，係由床溜板  $L$  及平車溜板  $P$  所組成。其 I 形寬邊之床溜板  $L$ ，為縱車之用，即動向  $1$ ，板底具有摺邊，而導行於車床導軌之上（圖 159），其一邊則由引軸或導軸曳動之。平車溜板，係裝置於  $L$  之橫導軌上（圖 159），用手輪  $h$ ，可向床身，橫行推移。至於錐體之車製，必須如圖 161，車刀與錐體表面平行，刀沿



1=縱行推進 2=橫行推進  
3=斜行推進

圖-160 推進方向

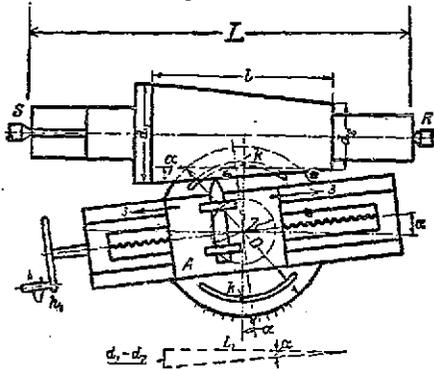


圖 161 刀具上溜板

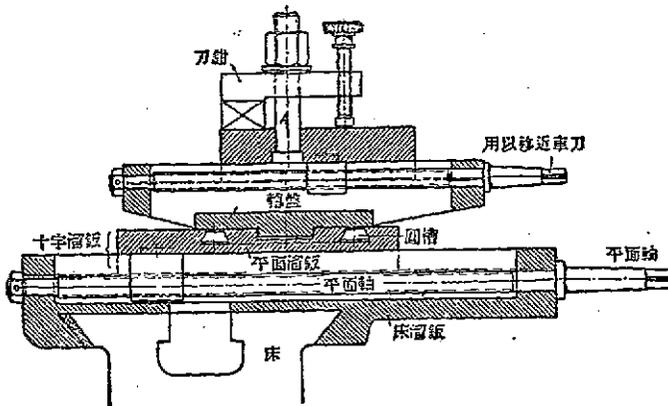


圖 162 刀具溜座之構造

車床，斜行推進，即動向 3。此斜行推進，既不能由  $L$  發生，復不能由  $P$  發生，故刀具溜座中，亟需一種轉盤  $D$ 。即刀具裝置於鉗刀溜板  $A$ ，而導行於上溜板之導軌上，上溜板底部之轉盤  $D$ ，係以樞  $Z$ ，裝置於平車溜板  $P$  上。因此，上溜板可照角度  $\alpha$  斜置，而以 2 壓緊螺釘  $k$  壓緊之

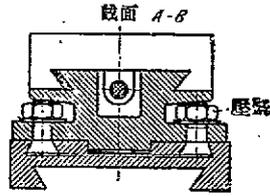


圖 163 轉盤

（ $\text{tg } \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2l}$ ）。當車製錐體時，用搖肘  $h_1$ ，將鉗刀溜板  $A$ ，沿床身斜行推進。

車刀在刀鉗上，係用壓緊螺栓及壓板鉗緊之（圖 162）。因此可在適當位置，以車削長的，平面的及錐體之各種工件，其刀鉗，並可繞螺栓  $A$  而轉移。上溜板之全部（圖 163），即係由轉盤，鉗刀溜板及刀鉗所組成。

#### (a) 刀具溜座之機關

##### 1 在簡單導軸車床者

車床應能自動縱車及平車（即車削平面，又稱橫車），故刀具溜座之機關，必具有縱車及平車作用。惟在縱車時，平車曳動，必須停止，反之，平車時，縱車曳動，亦須停止。故吾人對此兩種曳動，必用一種關鍵，以司開閉。引曳之機件，為防護計，均裝置於鍵板之後，而開關執手，則裝於板前，以便操縱。

縱車曳動機關（圖 164—166），係由螺帽鎖及其導軸所組成。其螺帽鎖  $a$  及  $b$ ，裝置於鍵板內部，而可以開閉。其釘  $s$ ，伸於前面鑰匙  $S$  之槽內。當執手  $h_1$ ，向右轉動時，其顎互相張開，此時鎖開。當  $h_1$  向左轉時，則重復鎖閉。

平車曳動法，係經錐齒輪 1, 2 及正齒輪 3, 4, 5, 以曳動平面軸  $p$ 。其平車鍵，裝於可移錐齒輪 1。吾人將搖肘  $h_2$ ，置於  $R$  處，則平車鍵開，簡言之，1 及 2 不復交齒。吾人置  $h_2$  於  $P$ ，則平車機關曳動，刀具推進矣。

平車鍵，亦可利用平面齒輪 5 爲之，惟須用一執手，可以抽出及納入，使 4 內外推移。

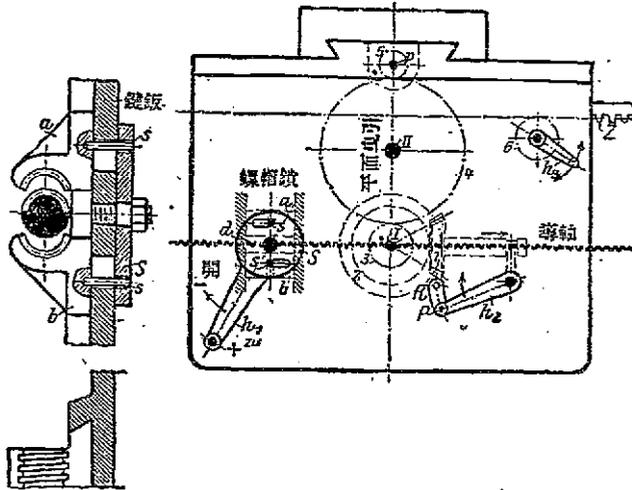


圖 164—166 一種導軌車床之鍵錠

設裝置栓 I，較高或較低於導軌，使成交叉位置，則 1, 2 之傳動法，遂爲一種蝸輪，或螺輪傳動法 (圖 167)。

刀具溜座，在床導軌上，如需迅速遷移其位置，則用手曳動。即手輪  $h_3$ ，及正齒輪 6 所組成，與床沿底部之齒桿相接。在  $h_3$  之每轉，座之行駛距離，即爲着於齒桿之齒輪的圓周率。由上所述，知在鍵錠後之全部秘密，不過由螺帽鎖及若干齒輪組合而成耳。

## 2 在導軸並引軸車床者

在導軸車床，其軸不斷的曳動刀具溜座。因此耗損極甚，工作遂不復準確。為應高度的準確工作之需要，吾人必須於導軸旁，裝用一種引軸。在此種車床上，其導軸惟以車螺紋，而引軸則用以車製其他各工件。至於鑷板機關之構造如次 (圖 167)。

1. 車製螺紋之曳動，由導軸及螺帽鎖組成之；
2. 縱行曳動，係縱車長件者，由螺輪傳動 1, 2 及正齒輪 3, 4, 7, 8 組成。8 與床緣底之齒桿相接。縱行關鍵，係用  $h_2$ ，將變遷齒輪 4，置於 7 上。
3. 平車時之曳動法，係由 1, 2, 3, 4, 5, 6 所組成。平車之關鍵，係扳動  $h_2$ ，使變遷齒輪 4，置於 5 上。
4. 手力曳動，係為刀具溜座，在床上迅速曳動之用。其結構以手輪  $h_3$  及 9, 7, 8, 2 所組成。

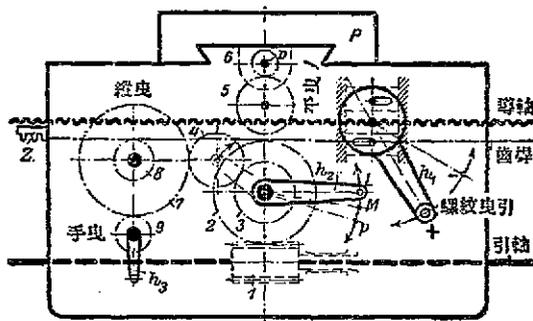


圖 167 一種引軸並導軸車床之鑷板

## 操縱表

1. 車製螺紋， $h_2$  在  $M$ ， $h_1$  在  $+$ ；

2. 車長件(縱車),  $h_1$  在  $-$ ,  $h_2$  在  $L$ ;
3. 車平面(橫車),  $h_1$  在  $-$ ,  $h_2$  在  $P$ ;
4. 遷移位置,  $h_1$  在  $-$ ,  $h_2$  在  $M$ , 搖  $h_3$ .

此種變飯, 包括 4 種用法, 其常用之齒輪及執手, 排列亦甚簡明, 惟吾人爲操縱敏捷計, 更需要較完美之變飯, 而依下列之條件:

1. 使用安全, 2. 少用執手, 3. 可能範圍內, 少用齒輪。

前圖 165, 雖有 4 種曳動, 但執手僅有 3 隻, 故上述第 2, 3 條, 尚無不合。惟當使用時, 能極度保安, 且縱車與平車之曳動, 永不至同時發生者, 惟聯結齒輪能解決之 (圖 168), 因一切齒輪, 均在其控制範圍之中, 吾人無須再顧慮齒輪之互相妨害矣。

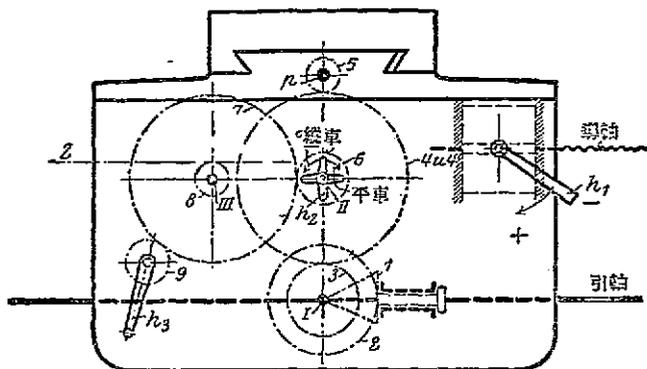


圖 168 又一種具有導軌及引軸車床之變飯

其平車曳動, 係由 1, 2, 3, 4, 4', 5, 而縱車曳動, 則由 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 所組成。其平車及縱車之關鍵, 則置於雙聯結器 4, 4', 6 內。將手輪  $h_2$ , 向左轉, 則 4 聯結於縱車曳動 6, 向右轉, 則聯結於平車曳動 4', 其結構, 可於圖 169 見之。

設用磨擦聯結器，則齒輪對於感受過量負荷，同時可以保安。

在兩種鍵鉸中(圖 167-168), 使用時, 僅有一種可能的缺點: 即螺帽鎖, 可與縱行或平行曳動, 同時發生。吾人爲避免此弊, 必須將各執手, 交互的門掣之。

(b) 曳動之門掣法

導軸及引軸所需要之門, 如圖 170-171, 係變透齒輪 4 之轉柄, 與

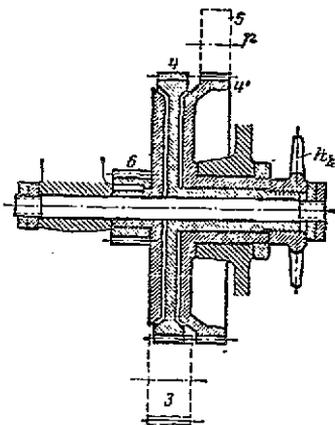


圖 169 平車及纜車鍵

螺帽鎖之掣子柄  $s$ , 由一桿子  $g$  連結。照此種結構, 將  $h_2$  納入  $L$  或  $P$ , 則掣子柄  $s$ , 與其樞  $Z$ , 遂在螺帽頭  $b$  之掣槽中, 1 或 2 之位置, 於是螺帽鎖, 遂被掣住。將  $h_2$  置於  $R$ , 則螺帽鎖方能關閉。此時  $Z$  在槽內, 并掣住  $h_2$ 。因此, 在使用時, 可杜絕不慎之錯誤聯結。

最簡單者, 照圖 168, 亦可改進, 用爲曳動之門。其構造如圖 172, 由一種抓子  $k$  所組成。當聯結器 4, 一經納入縱行或平行機關時, 此抓之爪  $n_1$  及  $n_2$ , 即把持螺帽  $b$ , 使其不能同時發生。因  $b$ , 裝於  $n_1, n_2$  之間, 故聯結器

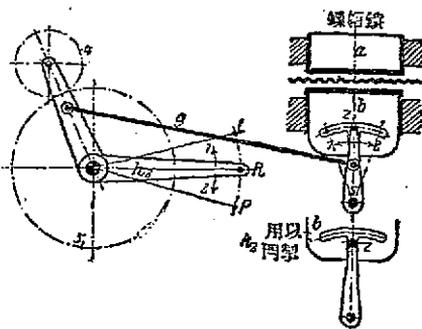


圖 170-171 用於變透齒輪之門掣法

$k$ ，遂能使螺帽頸與齒輪間，得以保安。

在推移齒輪，如圖 173，乃於平行時，用釘  $s$ ，插入螺帽頸  $b$ ，使不能閉合。反之，縱車時將  $s$  拔出，則 1 與 2 離，平行停。

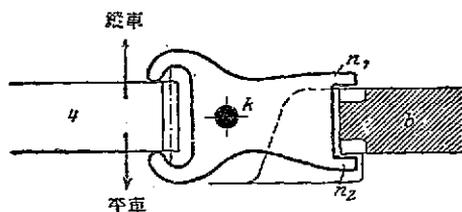


圖 172 用於聯結齒輪之凹製法

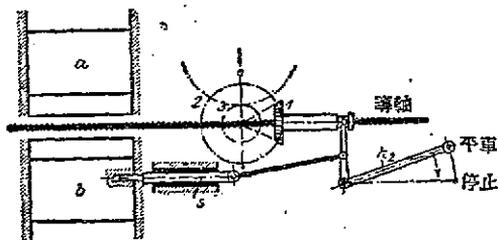


圖 173 用於推移齒輪之凹製法

(c) 推進之自動開關

製造大量同樣工件之車床，應使推進運動，照工作界限，自動停止，則所有工件，長度既可相等，管理工人，亦可事半功倍。此篇所述，即解決此問題者。平行或縱行曳動之錐齒輪，或蝸輪，因撞擊而解脫聯絡。圖 174，即其撞擊機關之結構，其鍵板與開關桿  $s$ ，對床上一可移的撞核相撞，例如  $a_2$ 。如是則鍵  $m$ ，將拐肘  $w$  舉起，聯結器  $k$ ，遂與 1 脫離。因此推進停止。至於回復縱車之起點，係用搖肘，將座推回，由彈簧  $f$  之彈

力，將鍵  $m$  回復原狀，并由彈簧  $f_1$ ，將聯結器  $k$ ，壓入  $i$  內，因此  $w$ ，重復彈入  $m$  之劍頭槽中。

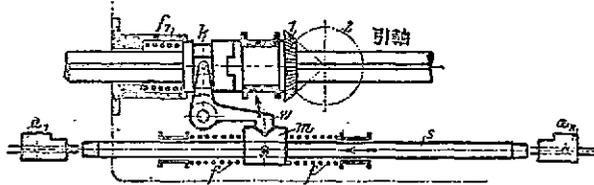


圖 174 用於引軸之自動開關

新式普通車床，又分：

**通用車床：**此床以用於普通機械工程為宗旨，如車製長，平，錐體之工件及鑽孔，車製螺紋等，均有相當之設備。快車床則須應用高速度之刀具鋼。凡新式車床，其構造，應據以下所載為標準：須具大而且寬之階級帶輪，寬齒輪，并具巨大的比率，大的變換速率，粗壯之軸，與長軸承，長溜座，用導軸以車螺紋，用引軸以車普通工件，鑄軚曳動，用犁門法，齒輪箱應具 4-6 種之推進變換，推進有自動開關。車螺絲床，其推進應具巨大的變換率，以車製遠距的巨螺紋。

**粗工車床：**乃一種粗製工具機，具有巨大的切屑功率。其主要條件，構造式須堅固而簡單。錐高及錐距，在可能範圍內，當令其縮小，俾利承受粗重之工件。惟速率及推進變換可減少，而導軸可以不備。反之，其零件構造，必須堅固。其曳動法，當用階級齒輪，軸承及溜座，必須特別加長。

**巨型車床：**錐高有 3-4 米者，錐距有至 16 米者，其重量約 350 噸。此種車床之造端，由於製造船用蒸汽渦輪機而來，可以其製造重約 150

鐵之渦輪軸連旋輪。車頭及抵座，係以電動機良動。此機之全部，裝置於墩座上，而用架上之壓鈕，以操縱其運動。

(D) 車製螺絲變換齒輪之算法

車頭軸在每一迴轉，其車刀，輒繞所車螺紋之距離而推進。此種推進，乃由導軸所產生。加以最重要的車頭軸與導軸之比率  $\varphi$ ，及導軸之螺紋距  $s_1$  毫米。在車頭軸每一迴轉，則刀具溜飯所推進者，為  $\varphi \cdot s_1$  毫米。

因此 
$$s = \varphi \cdot s_1$$

或 (1) 
$$\frac{s}{s_1} = \varphi \quad \text{即} \quad \text{變換齒輪之比率} = \frac{\text{所車之螺紋距}}{\text{導軸之螺紋距}}$$

以螺紋之紋數代之，則

(2) 
$$\frac{g_1}{g} = \frac{s}{s_1} = \varphi \quad \text{即} \quad \text{變換齒輪之比率} = \frac{\text{導軸之螺紋數}}{\text{所車之螺紋數}}$$

變換齒輪之裝置位置，應如圖 175。吾人備用變換齒輪，輪數恆為 17，而各輪之齒數，常規定為 24, 32, 36, 40, 44, 48, 51, 56, 64, 72, 80, 80, 88, 96, 104, 112, 127 齒。

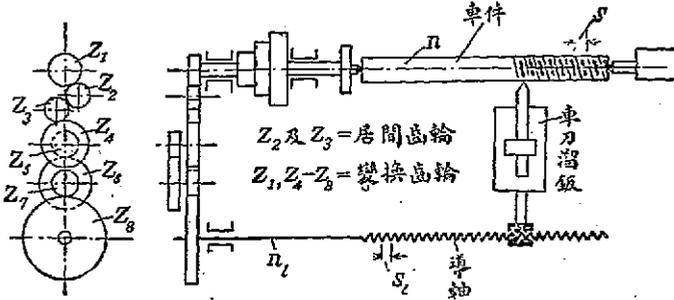


圖 175 車製螺紋時變換齒輪之排列法

以  $s$  = 所車之螺紋距,  $n$  = 所車螺絲之轉數,  
 $s_1$  = 導軸之螺紋距,  $n_1$  = 導軸之轉數;

則 
$$n_1 \cdot s = n \cdot s_1; \quad n = n_1 \frac{s}{s_1}.$$

因 
$$\frac{s}{s_1} = \varphi, \quad \text{故} \quad n_1 \frac{s}{s_1} = i \cdot \varphi.$$

於是 
$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8}.$$

### 例 題

1. 在一車床上, 其導軸螺紋距為  $1/4''$ , 今擬車之螺紋距為  $1/40''$   
 試計算變換齒輪  $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8$  之齒數。

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{s}{s_1} = \frac{1/40}{1/4} = \frac{1}{40} \cdot \frac{4}{1} = \frac{1}{10} \\ &= \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} = \frac{4 \cdot 9 \cdot 18}{9 \cdot 18 \cdot 40} = \frac{32 \cdot 24 \cdot 36}{72 \cdot 48 \cdot 80} \end{aligned}$$

於是  $z_1 = 32, z_4 = 72, z_5 = 24, z_6 = 48, z_7 = 36, z_8 = 80$  齒。其  $z_2, z_3$ , 因係居間齒輪, 不生比率關係, 故不列入。且因其具變向作用, 裝於變向心上, 常不拆卸, 而  $z_1$  亦然。故實際  $z_1, z_4$  為已知, 所需計算變換者惟  $z_5, z_6, z_7, z_8$  耳。

2. 所車螺紋距, 定為  $3/8''$ , 車床導軸螺紋距為  $1/4''$ , 問變換齒輪, 各齒幾何?

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{s}{s_1} = \frac{3/8}{1/4} = \frac{3}{8} \cdot \frac{4}{1} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2} \\ &= \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} = \frac{36 \cdot 32 \cdot 80}{24 \cdot 64 \cdot 40} \end{aligned}$$

3. 設導軸螺紋距為  $S$  毫米，所車螺紋距為 1.2 毫米。問變換齒輪，應如何配合？

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{s}{s_t} = \frac{1.2}{S} = \frac{3}{20} \\ &= \frac{1.2 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 5} = \frac{24 \cdot 32 \cdot 48}{48 \cdot 64 \cdot 80}\end{aligned}$$

以上各題，其導軸及所車工件之螺紋距，均係同一單位。例如題 1 之  $1/4''$ ， $1/40''$  均以英寸計，題 3 之 1.2, 8 均以毫米計。但有時，導軸螺紋距，係以英寸計，而所車螺紋距，則以毫米計。反之，導軸螺紋距，以毫米計，而所車螺紋距，則以英寸計。為解決此問題，必須將不同單位之數值，變為同一單位，然後依照上式計算之。今以下列例題說明之：

4. 車床導軸之螺紋距為  $1/4''$ ，所車之螺紋距為 4 毫米。問變換齒輪，應如何配合？吾人知  $1'' = 25.4$  毫米，但有小數，不便應用，故須改作分數，即  $25.4 = \frac{127}{5}$ 。於是：

$$\varphi = \frac{s}{s_t} = \frac{4}{\frac{1}{4} \cdot 25.4} = \frac{4}{\frac{1}{4} \cdot \frac{127}{5}} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 127} = \frac{80 \cdot 64 \cdot 48}{96 \cdot 32 \cdot 127}$$

5. 導軸螺紋距為 5 毫米，擬車螺紋距為  $3/16''$ 。試配合變換齒輪。

$$\varphi = \frac{s}{s_t} = \frac{\frac{3}{16} \cdot \frac{127}{5}}{5} = \frac{3 \cdot 127}{16 \cdot 5 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 127}{16 \cdot 5 \cdot 20} = \frac{48 \cdot 36 \cdot 127}{72 \cdot 40 \cdot 80}$$

高度螺紋距之車製：設所車之螺紋，斜度甚高者，則導軸之曳動，不復自車頭軸上，所裝齒輪直接而來，乃另由與階級帶輪結合之齒輪，經齒輪聯動機關曳動之。

$$\text{齒輪聯動機關之比率 } \varphi' = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}.$$

因此導軸之旋轉，緣加入比率  $\varphi'$ ，故較車頭軸為速。於是，車床導軸之螺紋距，不以  $s_1$  表之而以  $\frac{s_1}{\varphi'}$ 。因此

$$\varphi = \frac{s}{s_1} \cdot \varphi'.$$

6. 用一種  $s_1 = 1/4''$  之導軸，以車製 85 毫米之螺紋距，車床齒輪聯動機關之比率  $\varphi' = 1/8$ 。試配合變換齒輪。

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{s}{s_1} \cdot \varphi' = \frac{85 \cdot 1.5}{1/4 \cdot 8 \cdot 127} = \frac{35 \cdot 4.5}{1.8 \cdot 127} \\ &= \frac{z_1 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} = \frac{40 \cdot 56 \cdot 80}{32 \cdot 64 \cdot 127} \end{aligned}$$

車製齒率蝸軸之計算法：此係導軸之螺紋距，以英寸計，而所車蝸軸之螺紋距，則以齒率計。即齒距  $t = m \cdot \pi$ ，代入公式，則

$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{m \cdot 3.14}{s_1 \cdot 25.4} \quad (\text{用於單紋蝸軸}),$$

$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{g \cdot m \cdot 3.14}{s_1 \cdot 25.4} \quad (\text{用於多紋蝸軸。} g \text{ 代表蝸軸紋之根數}).$$

$$\text{因} \quad \frac{3.14}{25.4} = \frac{12}{97}$$

$$\text{故} \quad \varphi = \frac{g \cdot m \cdot 12}{s_1 \cdot 97} \quad (\text{用於小齒距 } m \cdot \pi),$$

$$\varphi = \frac{g \cdot m \cdot 12 \cdot \varphi'}{s_1 \cdot 97} \quad (\text{用於大齒距 } m \cdot \pi).$$

7. 今有車床導軸之  $s_1 = 1/4''$ ，齒輪聯動機關之比率  $\varphi' = 1/8$ ，蝸軸

之複紋根數  $g=3$ , 齒率  $m=4$ ; 問變換齒輪, 應如何配合?

$$\varphi = \frac{g \cdot m \cdot 12 \cdot \varphi'}{s_1 \cdot 97} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1/8}{1/4 \cdot 97} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 4}{97 \cdot 8} = \frac{12 \cdot 12 \cdot 4}{97 \cdot 8} = \frac{48 \cdot 36 \cdot 96}{32 \cdot 97 \cdot 72^\circ}$$

8 車床導軸之  $s_1=5/16''$ , 齒輪聯動機關之比率  $\varphi'=1/9$ , 所車蝸軸之螺紋根數  $g=5$ 。試配合其變換齒輪。

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{s}{s_1} = \frac{g \cdot m \cdot 12 \cdot \varphi'}{s_1 \cdot 97} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 1/9}{5/16 \cdot 97} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 16}{5 \cdot 97 \cdot 9} \\ &= \frac{20 \cdot 12 \cdot 16}{5 \cdot 97 \cdot 9} = \frac{80 \cdot 96 \cdot 32}{80 \cdot 97 \cdot 36^\circ} \end{aligned}$$

設車製多根螺紋之蝸軸, 則車頭上齒輪之齒數, 必須可以蝸軸紋之根數除盡之。簡言之, 齒數被根數所除, 所得之商, 必為整數, 不得有小數也。

## 乙 特種車床

特種車床, 由普通車床, 進化而來, 因實際之需要, 以適合於特別用途。

長車床之機關, 僅由一種, 用以曳動縱行之引軸及一種用手曳動之設備所組成。車軸車床, 構造情形相同, 且大都具多數刀具溜板, 同時工作。在巨型機, 其縱行曳動機關, 常於床之兩邊俱裝之。車製螺紋車床, 所裝之機關, 為一種導軸及螺帽鎖及用手曳動之機關。截桿車床, 大多僅以手平行推進。此篇所有特種車床, 所繪之圖, 均係簡明圖, 俾易明瞭其重要結構。

### (4) 範型車床

範型車床, 乃依模型, 以車製同型工件之車床。簡言之, 其所車者,

係一種不規則之物體，如執手等是也。在此種工作中，其車刀，必須同時縱行及平行推進。模型係裝置於刀具溜座之機關間（圖 176）。其縱行曳動，亦如上述，由一引軸及附屬之齒輪所組成（167）。其平行曳動，刀具必向工件進行，而相對的，變換其進退。因工件對徑，處處遞變，故平行曳動須由一種樣板及臂  $Z$  所組成。其臂有一導棒  $K$ ，而裝置於平行溜板  $P$  上。當床溜板  $B$ ，向 1 方前行，則平行溜板  $P$ ，必與執手  $H$ ，受鑄鐵或鍛鐵之錘重引力，向 2 方操縱之，因此導棒  $K$ ，着於樣板之緣而行（圖 176）。於是，所車工件，遂照樣板複製，而成同型之物矣。

設欲將普通車床，改為範型車床，祇須將平行溜板之平行螺軸取出，而裝用臂  $Z$  及樣板即可矣。

錐體之車製，與範型車法，同一情形，准易裝直線樣板，以代替彎曲樣板耳，但直線板，須置於錐角度  $\alpha$  之位置，即

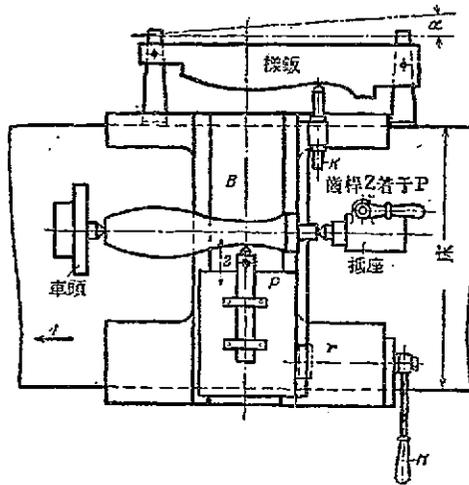


圖 176 範型車床之刀具溜座

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2l}$$

(B) 製球車床

球面之車製，吾人可使刀具溜  
 板之轉盤  $D$ ，經蝸輪傳動 1, 2，在平  
 行溜板上，繞樞  $Z$  而旋轉，如圖 177。  
 轉樞  $Z$  與所車之球，必須同在一垂  
 直中心線上，而車刀則裝置如錐之  
 高度。

設吾人欲用筒型車床之刀具溜  
 板，以車製球面，其樣板之形式，必  
 須如圖 176，由所裝之半圓板完成  
 之。至於車製球面之孔，則以弧形樣  
 板  $L$ ，向 1 方操縱刀具溜板，同時平  
 行溜板  $P$  向 2 方推進。

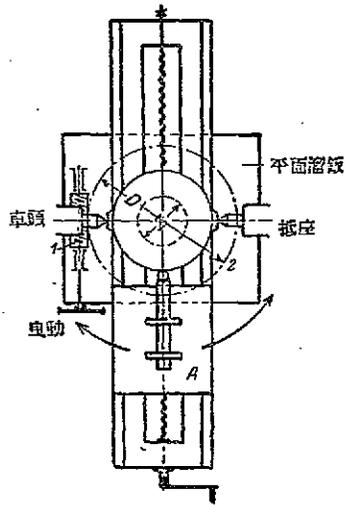


圖 177 製球車床之平面圖。

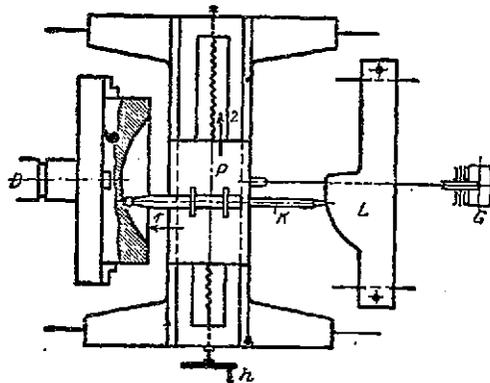


圖 178 照樣板車製球機

## (C) 雙模車床

雙模車床，乃用以車製輪箍之周面及凸緣者。其凸緣之車製，由樣飯所形成，而周圍之斜面，則由刀具溜飯 *I* 車製之。當 *I* 上之車刀，向 1 方推進時，則樣飯 *L*<sub>1</sub>，推動平行溜飯 *P*<sub>1</sub>，借車刀在角度  $\alpha$  下完成之。至於車削輪箍之凸緣，則由樣飯 *L*<sub>2</sub>，操縱刀具溜飯 *II* 完成之。當槽 *B* 至 *r* 處，經 *A* 牽引平行溜飯 *P*<sub>2</sub>，借圓珠刀，向 1' 方推進，以凸緣之最大對徑，再經 *B*, *C*, *r*，將其向 2' 推進。於是，其刀具經樣飯 *L*<sub>1</sub> 之控制，沿輪緣而導行。因此，輪箍車床，遂又稱雙模車床。

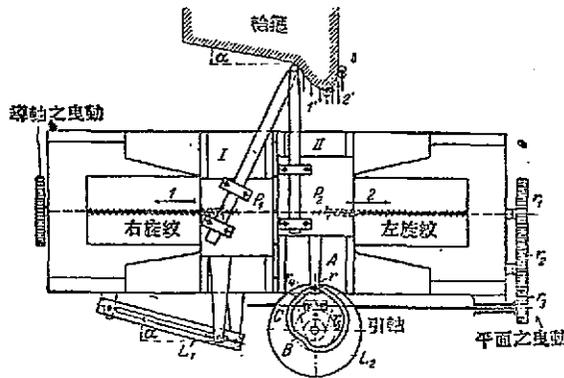


圖 179 輪箍車床

## (D) 鑿齒車床

鑿齒車床，係車製鋸刀之齒背，保證其具一定之弧形，如圖 180-181，所車去者，乃 *ABC* 部分。當定型車刀，自 *A* 點起，向 *C* 點推進，既達終點，復由彈簧之力，將其彈回。此種往返遊動之平行推進，如圖 182，用一種平行曳動法，由自動開合聯結器組成之。其齒套管 *a*，係裝定於平

車軸  $p$ ，其對面齒套管  $b$ ，則裝定於平行溜板  $P$  之底部。 $p$  由引軸所曳動時，則錐齒輪壓力，將  $P$  向 1 方推進，完成車削工作，當  $a$  向 3 方旋轉，其齒尖達  $b$  之齒尖時，一瞥中，經彈簧  $f$ ，將  $P$  向 2 方迅速的彈回。故  $a$  及  $b$ ，遂成自動聯結器，而具有齒者。如此齒式聯結器之齒數  $Z_k = 4$ ，則  $p$  於車削鋸刀每一齒，必為  $1/Z_k = 1/4$  轉，而在鋸刀之齒數為  $Z_f$  時，則  $Z_f/Z_k = Z_f/4$  轉。於是變換齒輪之比率，必為  $\frac{Z_f}{Z_k}$ 。例如  $\frac{15}{4} = 3\frac{3}{4}$ ，簡言之，所車鋸刀，每轉一週，則聯結器  $a$ ，借平行軸  $p$ ，須旋轉  $3\frac{3}{4}$  週。

除以上構造式以外，尚有一種，如圖 183—184 之構造，用偏心桃子，以推動鉗刀溜板。其曳動方法，由裝於床

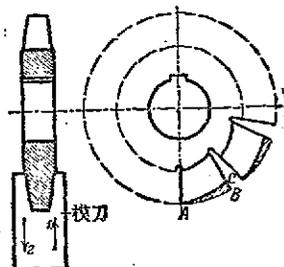


圖 180—181 鋸刀齒背之車法

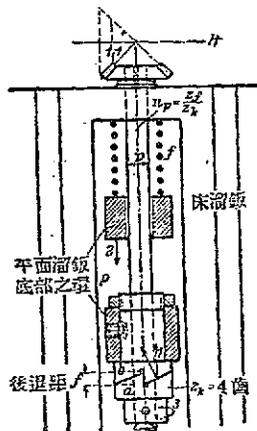


圖 182 車背機關

身中線之引軸，經錐齒輪 1, 2 及 3，以傳動桃子  $d$ ，以推動裝於平行溜板底部之固定桃子  $e$ 。至於平行溜板，向右之張力，係由緊聚彈簧所產生。當車削時， $d$  之凸尖，旋至  $e$  之凸尖時，則平行溜板  $c$ ，向左推進，其車刀達至所車鋸刀齒之  $C$  點 (圖 181)，在此一瞥中， $d$  之凸尖，迅速與  $e$  尖錯過，於是溜板  $c$  迅速的借刀退右，此時，車刀復回至所車鋸刀齒之  $B$

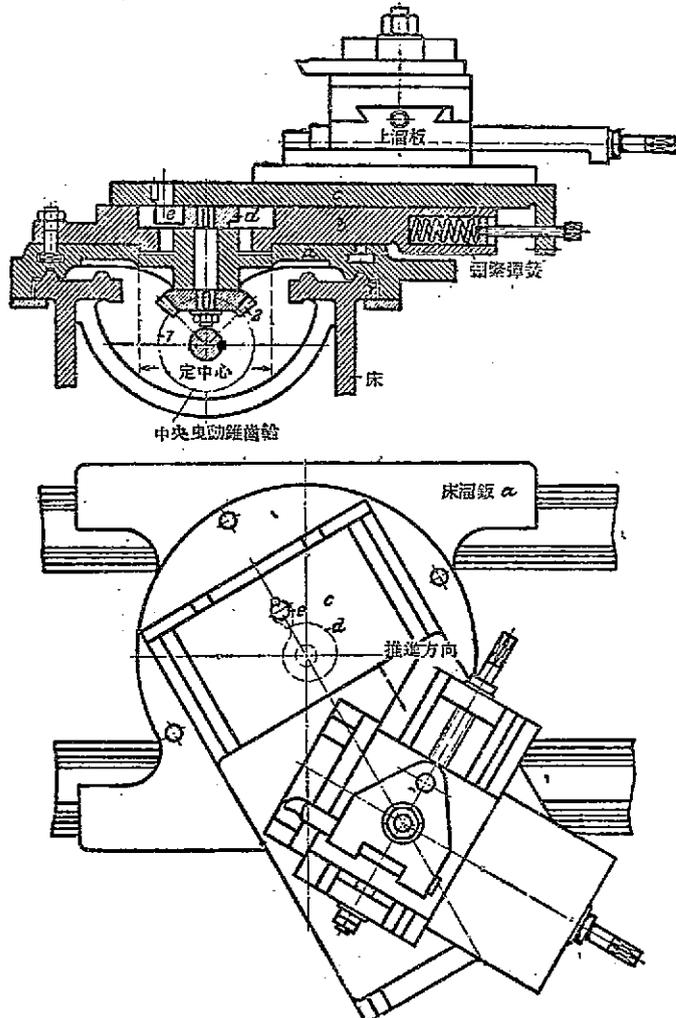


圖 183—184 錐齒車床

點，而達第二齒之A點。至於所車鏃刀之轉數，與偏心桃子之轉數，其變換率，與上法相同，惟將  $Z_k$  易為  $d$ ，而其數常為1耳。

例 題

1. 有對徑 90 毫米及 24 齒之盤式鏃刀，用鑿齒法車製。照圖 185，其後部旋轉軸  $H$ ，係用變換齒輪  $r_5-r_8$ ，以解決其極大之比率。由聯動軸  $V$ ，將  $H$  曳動，其  $\frac{R_3}{R_4} = \frac{1}{3}$ ，即旋轉較速於車頭軸  $D$  之 3 倍也。

$$D \text{ 與 } H \text{ 之比率: } \frac{R_4 \cdot r_5 \cdot r_7}{R_3 \cdot r_6 \cdot r_8} = \frac{n_H}{n_D}$$

$$n_H = \frac{Z_f}{Z_k} \text{ 而 } n_D = 1.$$

$$\text{變換齒輪 } \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{R_3}{R_4} \cdot \frac{Z_f}{Z_k} = \frac{1}{3} \cdot \frac{Z_f}{4} = \frac{Z_f}{12} = \frac{24}{12} = 2 = \frac{48}{24}$$

於是：在  $V$  上之輪齒：  $r_5 = 48$  齒。 | 在  $S_2$  上之  $r_6$  及  $r_7$ ，以居間齒輪  
 在  $H$  上之輪齒：  $r_8 = 24$  齒。 | 代之。例如用 36 齒。

車齒背之進退距（即開合聯結器  $a$  及  $b$  之齒高度）： $f = \frac{D}{2 \cdot Z} = \frac{90}{2 \cdot 24} = 2$  毫米。

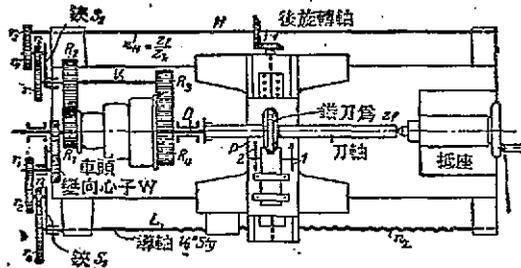


圖 185 鑿齒車床之平面圖

車製直線長槽之輥式銼刀的齒背法，係由引軸  $L$ ，推進刀具溜飯，一如縱車法，於銼刀每一迴轉，向前推進  $\delta$ 。其後面旋軸  $H$ ，每次車削時，與  $Z_f$  之關係為  $\frac{Z_f}{Z_k}$  週。

2. 今以鑿齒法，車製對徑 100 毫米之直齒輥式銼刀的齒背。試配合其變換齒輪。

(a) 銼刀之齒數  $Z_f = \frac{D}{9} + 7 = 18$  齒。

(b) 導軸推進為  $1/24''$  者，則變換齒輪為

$$\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{1/24}{1/4} = \frac{1}{6} = \frac{28 \cdot 63}{84 \cdot 126}$$

於是：在  $W$  上齒輪  $r_1 = 28$  齒，在  $S_1$  上曳動齒輪  $r_3 = 63$  齒，  
在  $L$  上齒輪  $r_2 = 126$  齒，在  $S_2$  上傳動齒輪  $r_4 = 84$  齒。

(c) 關於後面旋轉軸變換齒輪

$$\frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{Z_f}{12} = \frac{18}{12} = \frac{36}{24}$$

於是：在  $W$  上齒輪  $r_5 = 36$ ，

在  $H$  上齒輪  $r_7 = 24$ ，

其居間齒輪 = 42。

(d) 車齒背之聯結器的進退距

$$f = \frac{D}{2 \cdot z} = \frac{100}{2 \cdot 18} = 3 \text{ 毫米。}$$

#### (E) 平面車床

平面車床之特點，專以車製平面。盤形工件，裝置於巨大之平盤內，其底座設備，可以免除。其結構，由車頭與階級帶輪及多數齒輪聯動變

關，并橫行之刀具溜板所組成。此機之缺點，於在裝卸工件時，工件必須豎起，常用起重機起卸，既不便利，尤覺費時。

(F) 立式車床

立式車床，具有垂直之軸，以垂直車削及搪孔。且因其具有平裝之盤，故俗稱木馬車床，又稱龍門車床。此機之優點，為工件之便於裝卸，工作俯視甚便，且可當鑽床用(圖 186)。

其臥置之平盤  $P$ ，可與軸  $S$ ，在套筒及直立軸承內旋轉，其周邊，則由床之圓軌  $R$  支持之。因此，因保證機上平盤，行駛穩靜。其曳動機關，

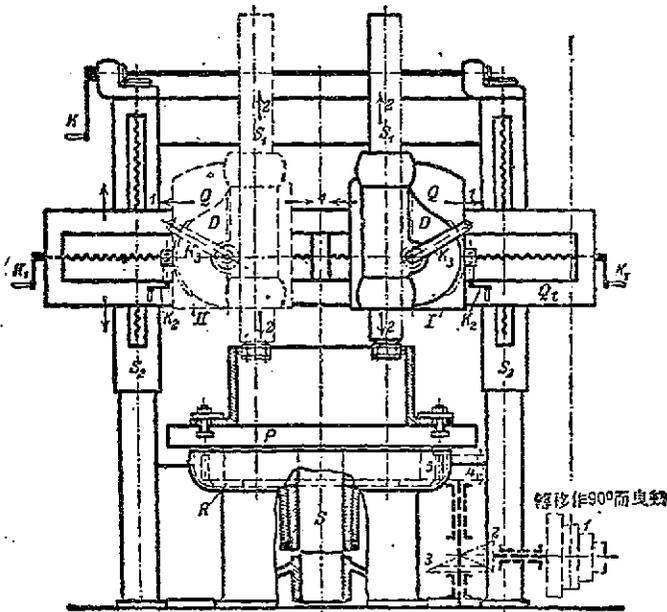


圖 186 立式車床

爲透視之 1-5 及階級帶輪，均裝於床身內部，以防護之。機之構造式，因刀具必須向工件橫行推進，故刀具溜座  $I$ ，裝於一種橫梁  $Q$  上，此梁又裝置於樞柱  $S_2$  上，而用  $K$  以調整位置之高低。因此，可使橫梁  $Q$  及刀具，在可能範圍內，置於工件之適當高度的位置。當車削水平的上表面時，刀具溜座  $Q$  必須在  $Q$  上，橫行向 1 方推進，而車削垂直面，則刀具溜座  $S_1$ ，向 2 方垂直推進。此機構造式，頗似鉋床，吾人可由此解悟，將其作爲具有旋轉台之鉋床使用。

當刀具由上下降，以車削工件時，則此機亦可當作鑽及搥床使用。滑閥  $S_1$ ，在搥氣筒時，則垂直向下推進。在搥斜面時，則  $S_1$  斜置，而向下斜行推進。關於滑閥斜置之設備，則有轉盤  $D$ ，以  $K_2$  調整之。此機之雙柱  $S_2$  上，尚可裝設多數刀具，同時工作。即工件之上平面及圓周面，須同時工作者，則一柱或雙柱  $S_2$  上，各裝設刀具溜座，以同時車削。但如圖 186，用刀具溜座 II，其功用亦同。

### (G) 輪箍車床

輪箍車床，係一種垂直車床，大多自動車出輪箍。圖 187，右刀具溜座，借刀 1, 2，車削箍之內圓  $a$  及內緣  $b$ 。當粗車刀一經車過  $c$  點，其左首滑閥，沿樣板導行推進，以深車刀 3 及 4，車削深溝  $c$  及絲線  $d$ 。當粗車既畢，刀 1, 2 上升，精車刀繼之，3, 4 亦同時完成。

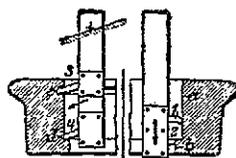


圖187 輪箍之車床

### (H) 截料車床

截料車床，係用以割截適當長度之圓桿，及鑄件之澆頭，在今日已

成爲重要工具機之一。照圖 188，圓鐵  $R$ ，由車頭軸  $D$  之空心，對頂棒  $a$  推出，而以三顎軋頭  $F$  鉗緊之。其主軸之曳動，係由帶輪  $E$ ，經磨擦輪  $\frac{r_1}{R_1}$  及齒輪  $\frac{r_2}{R_2}$  而來。其割截刀，裝於平行溜板  $P$ ，而由 1, 2, 3 曳動之，向

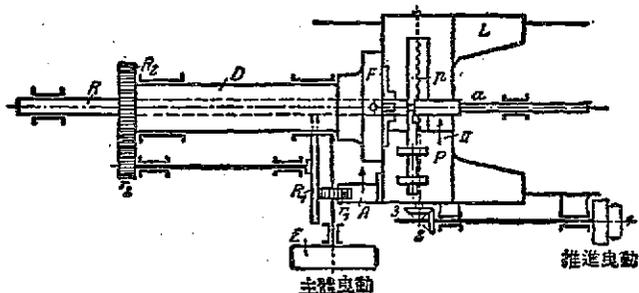


圖 188 截料車床之平面圖

II 方推進。床之功率，如盡量利用，必使轉數  $n$ ，視所車割之對徑，時時變換之，即依公式：

$$v = \pi \cdot d_{最大} \cdot n_{最小} = \pi \cdot d_{最小} \cdot n_{最大}$$

此式之應用方法：當平行溜板  $P$ ，向 II 方前進時，連同臂  $A$ ，將磨擦輪  $r_1$ ，推向  $R_1$  之中央。於是車頭軸  $D$  之轉數，由  $n_{最小}$  至  $n_{最大}$ ，因此，可時時保持其相當速率。

此種設計，構造簡單，而能自動調整速率，最爲經濟適用。

### (I) 曲拐車床

曲拐樞軸之車製，雖亦可以普通車床爲之（圖 189），但曲拐之彎曲空處，因感受兩端抵錐之壓力，易於彎曲，雖車削兩端軸  $a$  時，空處可以物堵塞，免致彎曲，但在車削曲拐樞  $r$  時，墊物爲不可能。因此需要一種，車製曲拐之專機。

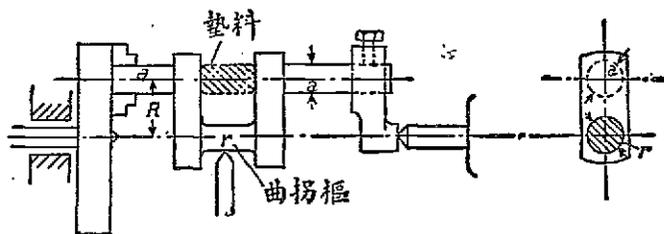


圖 189 曲拐車製法

圖 190，即曲拐車床之構造式，車刀  $x$ ，如一行星，繞  $r$  而旋轉。 $x$  裝於刀具溜板  $C$ ，而可在  $D$  上推移，用手輪調整其位置。 $D$  與圓箍  $A$  為一體，而由蝸輪傳動器  $S$ ， $s$  曳動之，以旋轉導行於  $B$  內。圓罩殼，可運行於床  $F$  之導軌上。當車削時，由  $F$  上之導軸，推進  $B$ ，於是遂完成刀具之縱行推進。

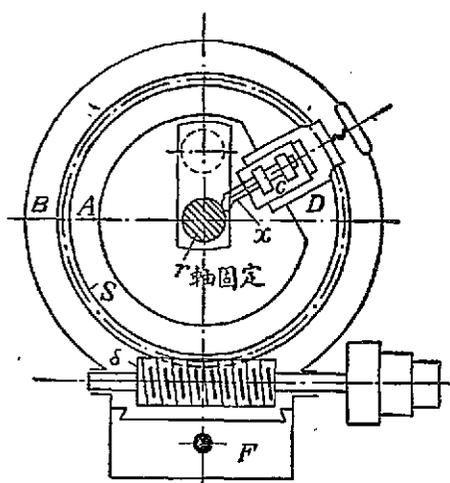


圖 190 曲拐車床

#### (J) 迴輪車床

迴輪車床，係於刀具溜板上，裝置全組刀具，以車製大量之同樣工件，而一氣完成。因其刀具溜座之式樣，宛如舊式手鎗之轉輪，故名迴輪車床。照圖 191，其迴輪刀具溜座，係由床溜板  $B$ ，平溜板  $P$  及迴輪頭  $R$

所組成， $R$  兼作鉗刀架。 $R$  因軸之位置不同，又有立軸迴輪頭及臥軸迴輪頭之分（圖 191-192）。

此機之重要部分，為迴輪頭之內部機關，當拉回時，必須自動開門，反之，推進時，則自動門閉（圖 192）。照圖 193-194，當用執手 1，將迴

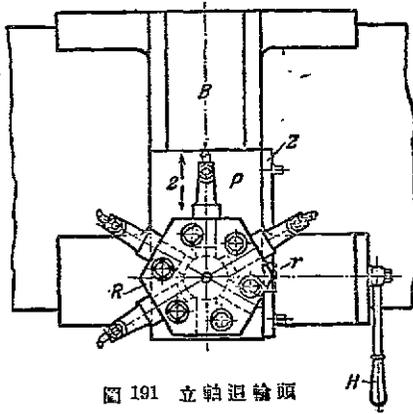


圖 191 立軸迴輪頭

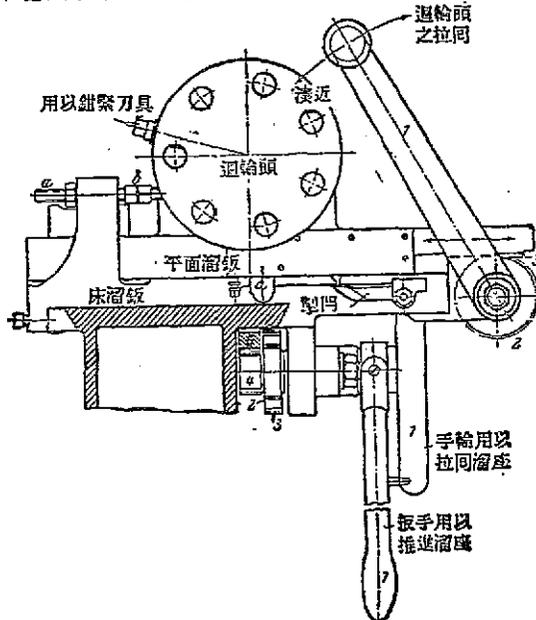


圖 192 臥軸迴輪頭

輪頭，拉回至終點時，其撞核  $d$ ，將掣子  $c$  推轉，間接將門  $b$ ，拉出於掣門  $a$ 。 $a$  下端之輓輪  $e$ ，此時達到裝於床溜飯邊緣之彈力掣門的斜平面，於是掣門  $a$ ，遂被拉向下，其上端脫離迴輪頭掣環槽，於是迴輪頭被解放，可以推轉，迴輪推轉之設備，如圖 195。其已開門之迴輪頭，由轉槓  $h$ ，與  $f$  對撞，於是  $h$  之上端掣門，遂將掣齒輪推轉一角，此時，與此輪結合之迴輪頭及其上另一刀具，遂轉至車削位置。此時，掣門  $a$ ，由彈簧之壓力，彈入掣環之另一槽內，其門  $b$ ，亦同樣的回復原狀，插入  $a$  內，如是，迴輪頭遂復被門定，而車刀變換，於以自動完成。至於迴輪頭之狀況，由彈簧栓  $g$ ，將轉槓  $h$ ，壓回原在之位置， $h$  上端之掣門，遂入於掣齒輪之另一齒隙。

由桿棒車製工件，係將原料桿，插入空心的車頭軸中，而以軋鞘（即

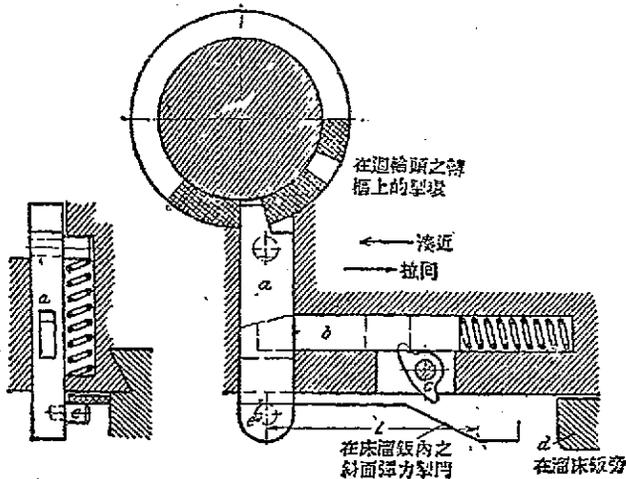


圖 193—94 迴輪頭之門鎖

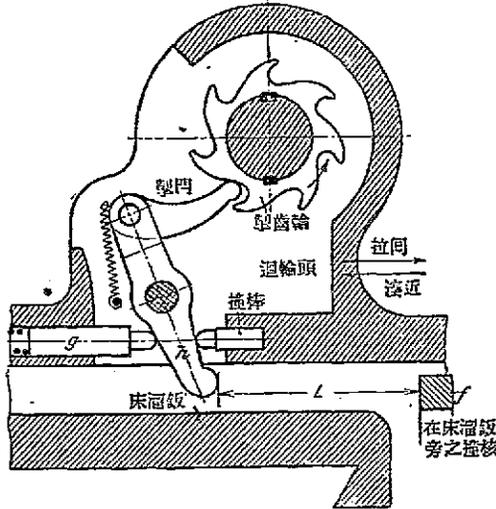


圖 195 迴輪頭之轉動機關

軋頭) 鉗緊之。照圖 196, 將  $H_1$  左轉時, 經推環  $a$ , 將撐拐  $h$  抬起 (圖 197),  $h$  頂壓腔管  $r$ , 而將前端具有縫隙之套筒鉗  $s$ , 對包頭  $S$  之錐體口

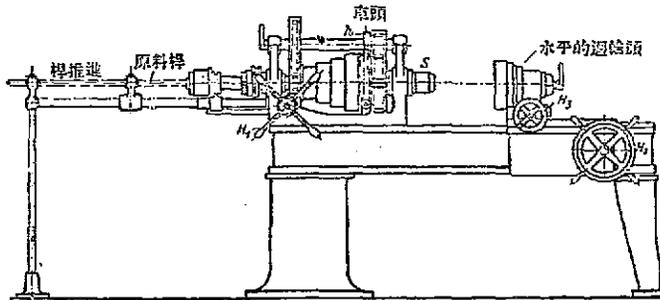


圖 196 迴輪車床

推壓。因此軋箱遂閉合, 原料桿乃被鉗緊, 而隨車頭軸旋轉。其用以將原料桿, 對迴輪頭之頂棒推進者, 吾人可將  $H_1$  向右轉, 於是  $a$  脫離  $h$ ,  $h$  不

復頂壓  $r$ ，其閉合之  $s$ ，隨之開放。此時，齒桿  $Z$  (圖 198)，借推進轆轤  $K$  及調整環  $R$ ，將原料桿向前推動。當  $H_1$  向左轉時，則軋鞘重復閉合，而齒桿  $Z$ ，則由彈舌下滑回，至是推進轆轤  $K$ ，經彈簧栓作用，停住其所在之位置。以上所述，係用十字柄  $H_1$ ，使軋鞘作相當鬆弛，而將原料桿，對

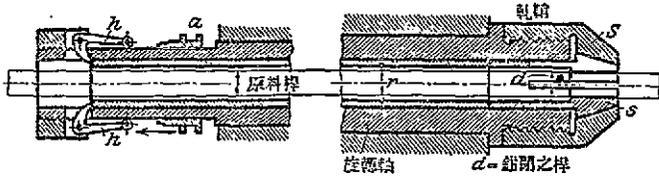


圖 197 原料桿之鉗軋機閘

迴輪頭上之頂棒推進，并復鉗緊之。此後，遂用迴輪頭，開始工作。裝於迴輪頭上刀具之式樣，視所製工件之形狀而配合 (圖 200—203)。迴輪溜飯，係用手輪  $H_2$ ，操縱其縱行，而用  $H_3$ ，操縱其橫行 (圖 196)。在此兩種推進方向中，其程距，適合預定之尺度，而由頂棒，限定其位置，例如圖 192 中之  $a$ 、 $b$ 。

軋鞘之工作法，係將原料鉗緊於頸式軋鞘，至完成之位置取出。故迴輪車床，經一次裝配，以後，工人祇須管理執手，即可工作。用  $H_2$  及  $H_3$  以操縱迴輪頭，用  $H_1$  以推進原

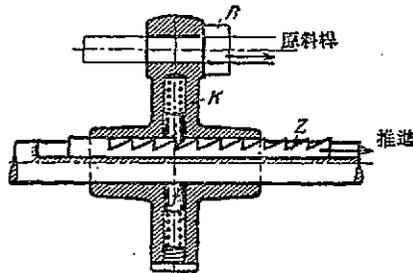


圖 198 原料桿之推進機閘

料桿，而用  $h_1$ ，則可控制車頭軸上之齒輪聯動機閘，使在尋常用快車，車削螺紋，則用慢車。

(K) 自動迴輪車床

在手工迴輪車床，係工人與機器合作，其功率之良否，繫於工人技術之是否純熟。此種自動迴輪車床，自撥出原料桿，以至成為完件，完全自動工作。因此，以一工人，可以監督多部機器，成本遂能減輕。

在自動機中，工件及刀具，由一總機關操縱之，即圖 199，裝於床邊之機關軸  $w$ ，在刀具工作時，聯動機關為  $\frac{T_2}{R_2}$ ，則慢旋，刀具拉回時，聯動機關為  $\frac{T_1}{R_1}$ ，則速旋。 $w$  之右端，有一鼓  $V$ ，是為迴輪鼓，專操縱迴輪溜座之動作，其上裝有梗條 1，用以將迴輪溜座，向 1 方推進而工作。當工作

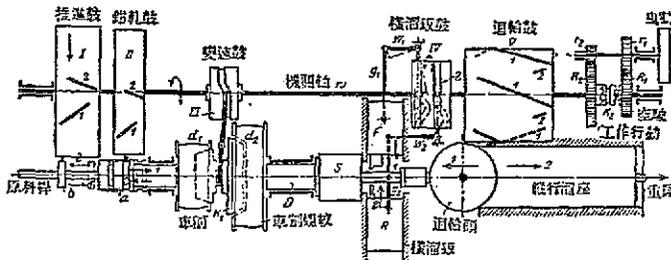


圖 199 單輪自動車床之平面圖

終了時，迴輪溜座，由一重錘，向 2 方急速拉回，其迴輪頭，并經梗條 2，自動開門，且重錘門閉。機關鼓  $V$  之此種運動，周而復始，循環不息，以為縱車，鑽孔等工作，至於完成。當車製螺絲時，先由變速鼓 III，操縱聯結器  $K_1$ ，使與  $d_2$  聯結，於是車頭緩行，然後車製螺絲。至螺絲車削終了，復由鼓 III 之操縱，使  $K_1$  與  $d_1$  聯結，仍復急駛。其橫溜飯  $F$ ，向 1 方推進以車型，及橫溜飯  $A$  向 2 方推進以割斷，均由橫溜飯鼓 IV 操縱之。當工件割斷終了，其軋軋，由鉗軋鼓 II 之梗條 1，使之開放，而原料

桿，則由推進鼓 I 之梗條 2，將齒桿重行推回，其內容如圖 198。凡此種種錯綜複雜之動作，吾人設默然旁觀，宛如一鐵人之在工作也。

茲將車製一種螺釘時，各機關之自動情形，照圖 200—203 說明之。首由機關鼓 II (即鉗軋鼓)，以其梗條 1 及推環  $\alpha$ ，將軋鞘開放，而推進鼓 I 上之梗條 1，則將原料桿推前，至適當長度。復由鼓 II 之梗條 2，將桿鉗緊，且由鼓 I 之梗條 2，將齒桿重行推回。以下說明迴輪機關鼓 V。如圖 200，鼓 V 將迴輪頭向 1 方推進，以粗車刀三具，疊車螺絲。當機在接觸車削前之一瞬間，其機關軸  $w$ ，由迅速的空轉，變為緩旋的工作運動。當車削終了時，其迴輪頭，由錘重力，向 2 方拉回，并由鼓 V 之梗條 2，將其轉動，於是精車刀，乃處於工作位置。此時  $w$  復變速駛。迨後，機復以同樣運動，用 V 之梗條 2，以行精車工作，迴輪頭借精車刀 3 具，向前推進。至於車割螺紋，其運動情形，亦復相同，係迴輪頭借割螺紋鉗，向 1 方推進。在鉗將輪到工作位置之先，由鼓 III 之操縱，使  $K_1$  與  $d_2$  聯結，令車頭緩行，以割製螺絲。同時鼓 IV，將橫溜板  $F$  推進，用以型車釘頭，並即行退回。螺紋車割既畢，由鼓 III 之操縱，復變換車頭之速率，為車削用之速駛。此時迴輪頭退回，由鼓 IV，操縱橫行

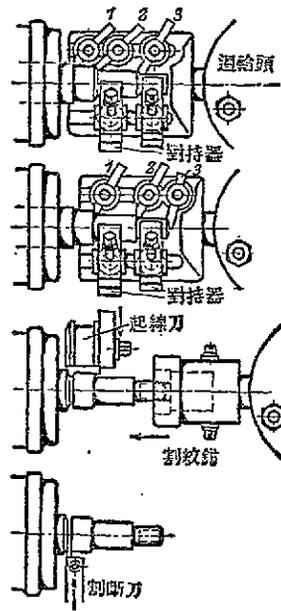


圖 200—203  
在自動車床上螺釘之製造法

溜板  $A$ ，向前推進，將已成之螺釘割斷。

(L) 半自動車床

完全自動車床，在完成之工件割斷後，其原料桿，恆自動推進。此種半自動車床則不然，例如單個零件之自動製造，係每次將其鉗於旋轉軸之軋箱內。故在半自動車床中，僅有迴輪頭，橫溜板及旋轉軸之曳動，由機關軸操縱之，他如自動車床中之機關鼓 I, II, 則可不備。對於工件之裝卸，則以手工執行之。因此，半自動車床，每次必須略停片時。

(M) 複工自動車床

單軸自動車床，在工作上，固已盡自動之能事，但迴輪頭，於數數推進後，方能完成一件，尚為美中不足。設於迴輪頭之每一往復，即完成一件，則自動機之功率，尤當增加數倍。由此理想，乃發明迴輪頭之每一刀具，與一原料桿對峙，其各刀具，能同時進行及工作。

四軸自動車床，在軸鼓內，有四車頭軸 I~IV，用以容納并鉗緊原料桿者（圖 204-205）。此四軸由中央齒輪  $B$ ，以傳動  $R_1-R_4$ ，是即主體傳動。每當刀具退回時，軸鼓必須開門，並轉移位置，使原料桿達於次一刀具。其開門機關，係以轉掌  $D$ ，與轉槓  $H$  操縱之，使門

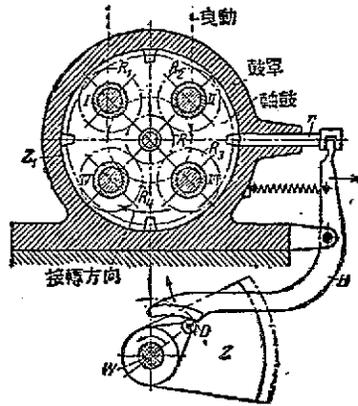


圖 204

多軸自動車床車軸鼓之轉動及開門機關

開放。在開門後，隨由齒弧板  $Z$ ，與鼓 IV 之齒輪相接，而將鼓轉置  $90^\circ$  之

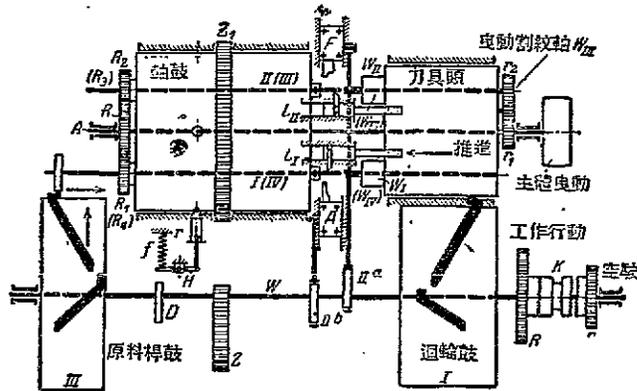


圖 205 多軸自動車床之平面圖

位。其門  $r$ ，在彈簧壓力下，復插於新的型槽內。其車頭軸與 4 刀具軸  $W_I - W_{IV}$ ，在同一中心，相對而立(圖 206-207)。

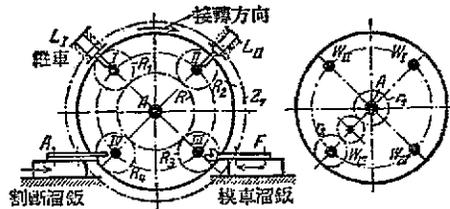


圖 206-207 刀具之裝置

其推進機關鼓 I，在每一轉移，將刀具頭，緩緩推進而工作，并迅速的仍復退回。其機關轉掌  $II_a$  及  $II_b$ ，係操縱橫行溜板  $F$  及  $A$ ，而鼓 III，則使軸 IV 之原料桿推進。此種 4 軸自動機，亦可車割多種形狀之具體工件。除頂頭刀具外，在原料桿 I 及 II 位置，又有刀具  $L_I$  及  $L_{II}$ ，用以縱行車割，并在原料桿 III 及 IV 之位置，有橫行溜板  $A$  及  $F$ ，用以橫行車割。因此，此種自動機，可用 8 種刀具，同時工作。

至於 4 軸自動機之工作情形，茲於圖 206-211 中說明之。原料桿 I，係由刀具迴輪頭，所裝之刀具  $W_b$ ，初步鑽孔，車孔口外緣，并用  $L_b$  縱

行車削。原料桿 II，由  $W_{II}$  復鑽，并車孔口內緣 ( $L_{II}$  未用)。原料桿 III，由  $W_{III}$  割成螺紋，同時，由後端橫溜飯  $F$ ，車一邊線。原料桿 IV，係由橫溜飯  $A$ ，將完成之件割斷，并由機關鼓 III，將未製原料桿，再向前推出，至適當長度。當刀具迴輪頭，回程達終點後，轉掌  $D$  借  $H$ ，將門  $r$  開放，弧齒飯  $Z$ ，將軸鼓轉移，如是，原料桿 I，遂着於刀具  $W_{II}$  處。如此連綿不斷，其工作情形，可以類推，故每一原料桿，

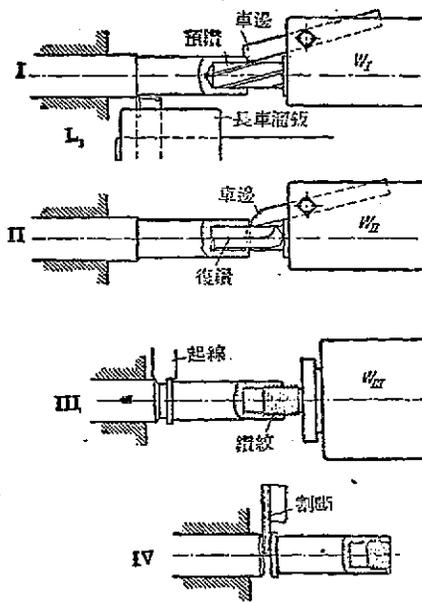


圖 203—211 多軸自動機之工作情形

均環轉一周，以與各個刀具相對時，而由刀具推進，以車削之，迨至 IV 處，則一完成之件，即割斷矣。

#### (N) 複工半自動車床

單軸半自動車床，在更換工件時，每次必須停止，此種時間損失，至可惋惜。設吾人對於時間，儘量利用，必須使半自動車床，用多數刀，着於多數工件，同時工作，屆至裝換位置，則將成件卸下，而將新者裝入。照此理想，造成之機器，是為複工半自動車床。

四軸半自動車床 (圖 212)，係在一種固定位置之車頭內，裝有 4 軸，

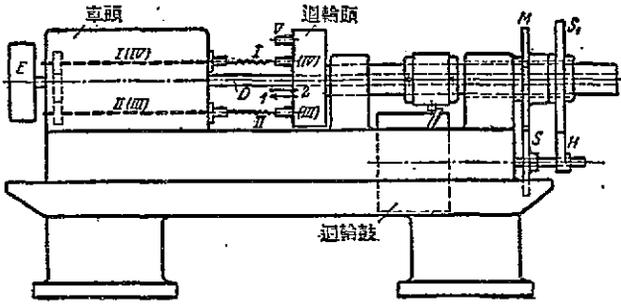


圖 212 四軸半自動車床

各運一刀具，係用以車割，鑽孔，車邊，車割螺絲。其可以轉移之迴輪頭  $R$ ，具有 5 孔，惟并非裝刀具者，係用以鉗軋工件之軋箱。其迴輪機關鼓，操縱迴輪頭，偕同 4 隻工件，向 4 刀具軸推進，每轉移一次，工人在孔  $V$  上，卸下完成之件，并裝入新的工件。再次，迴輪鼓將迴輪頭  $R$  迅速的拉回。於是轉掌  $D$ ，經槓桿  $H$ ，將掣門開放，於是掣盤  $M$ ，因月牙盤  $S$  轉動，其缺弧與之相對，遂不復被掣矣（圖 213），同時，轉臂  $C$ ，以其輻輪  $r$ ，括於掣盤之角槽  $II$  內，將掣盤  $M$ ，由  $A$  推轉至  $B$  處，因此，迴輪頭內之每工件，均移轉一角，與以次之刀具對峙。迨後，一經缺弧終點，越過  $B$  點， $H$  重行彈入  $R$  之另一槽內， $S$  之圓弧，復與  $M$  之另一凹弧相合，而將其掣住（即  $I$  至  $II$  之間）。

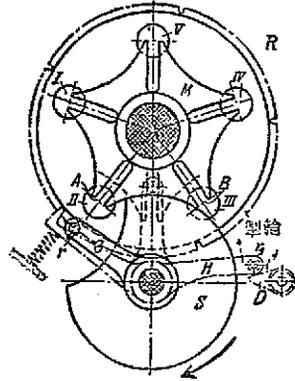


圖 213 迴輪頭之掣門機關

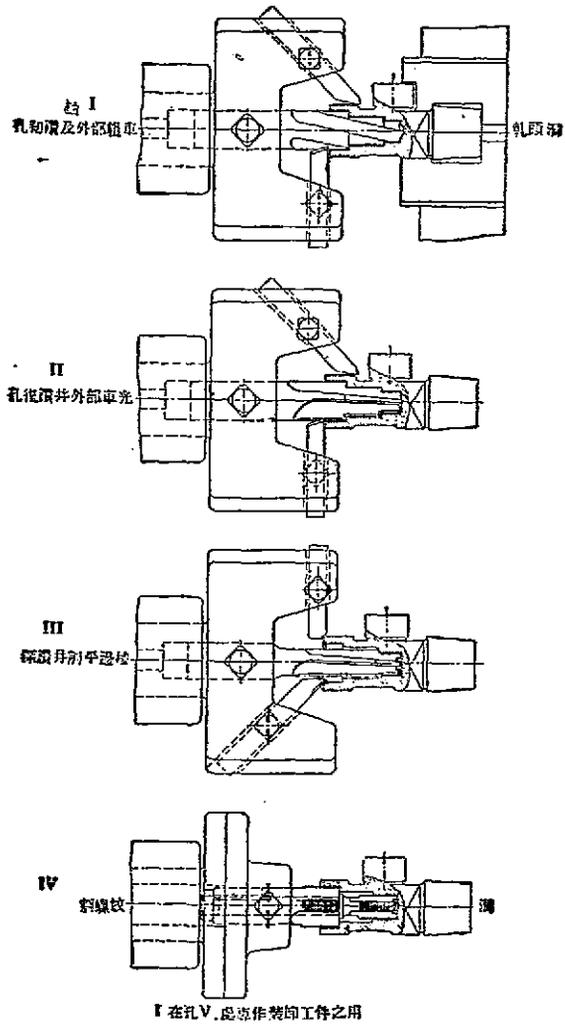


圖 214—217 一種開孔之製造法

其工作情形，如圖 214—217。在軋軸 I—IV 中，所鉗者為製造中之活閥。其迴輪頭鉗同 4 活閥，對刀具推進。在軸 I 上者，係車削及鑽孔，軸 II 係加以復鑽，軸 III 更加深鑽，并車削口之內外邊緣，至軸 IV 乃車割螺紋。此時，工人於孔 V 內，卸下完成之件，而裝入新的工件。

## 第二章 鑽 床

鑽機之種類，可分為二：

1. 鑽床 用以鑽穿與鑽頭同徑之孔。
2. 搪床 用以擴大洞孔。

鑽床之刀具，為螺旋鑽頭及錐鑽頭，而插於鑽軸內者。搪床之刀具，係一種鑽刀，吾人將其鉗於鑽軸或軸端。至於鑽床與搪床之正確分界，吾人當然不易劃清。

由鑽軸位置之不同，又分

1. 立式鑽床，多數為鑽孔床，其構造式，係座式，或柱式，亦有為牆鑽床者。
2. 臥式鑽床，多數為搪床。

### 甲 立式鑽床

#### (A) 柱式鑽床

鑽床之普通工作時，其鑽頭具有主體及聯絡運動（圖 28）。鑽頭之錐尾，插於垂直鑽軸下端之錐孔內，軸可敏捷升降，以着於工件之已具錐眼的鑽位。其工件，則置於鑽台上，以手靈敏而平坦執持，或用鉗夾器具鉗緊之。

鑽床之最要原件為鑽軸。彼具有 2 種運動，即旋轉的主體運動及聯絡的直行推進。彼與車軸及鑽軸之分別，即在軸承內可移動也，因此，軸之導行，頗不易準確。況螺旋鑽頭，在工作中，尚須自動推進，軸承尤須時常保持準確，因此，吾人極採用圖 143 之調整軸承。關於直行推進，如圖 218，於鑽軸之腰段，套一外圍一面有齒之套筒，此筒導行鑽軸溜板之軸承內，而以壓緊外套調準之（圖 221）。

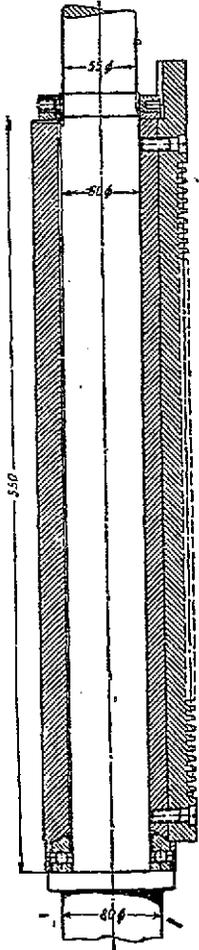


圖 218 鑽軸

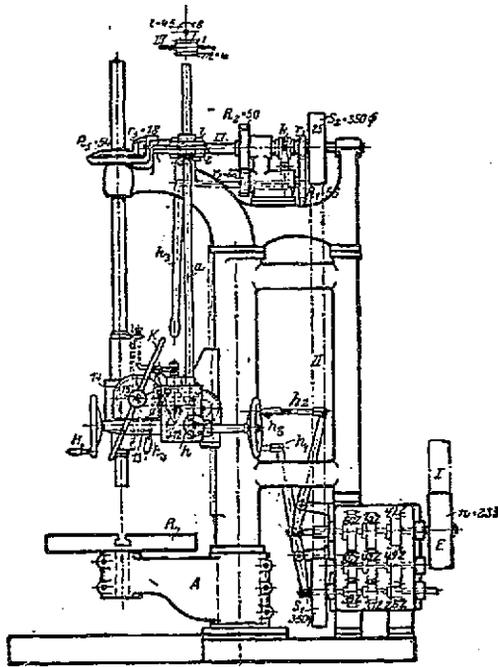


圖 219 柱式鑽床



鑽床之推進機關，必具下列條件：

1. 鑽頭升降須敏捷。
2. 鑽頭之推進，用手輪，或機器自動操縱之。
3. 其推進速率，須適合工件材料之硬度，
4. 關於鑽深度同樣之大量工件，鑽頭至規定界限，須自動停止。

以上之各種條件，均於圖 220 中解決之。其自動推進機關，如圖 219，由曳動軸 III，傳動蝸輪 1, 2，而曳動機關軸  $a$ ，再經拉楔傳動法 3-10 及錐齒輪 11, 12，以達於  $c$ 。復由蝸輪 13, 14 之傳動，使 15 曳動齒桿，於是，鑽軸乃自動推進。其推進之速度，由拉楔傳動法變換之，拉楔裝於  $b$  內，用搖肘  $h$  調整。在鑽孔時，設用手推進，則以手輪  $H$  操縱之。此時，自動推進機關，當然解脫，即扳下執手  $h_1$ ，使聯結器  $k$ ，脫離錐齒輪 11。至於鑽頭之升降，以執手  $K$  操縱之。但必須將蝸輪解脫，方可用  $K$ 。此種升降法，先將  $K$  扳斜，使聯結器  $k_1$ ，脫離蝸輪 14，然後扳轉  $K$ ，以操縱鑽軸升降(圖 221)。在圖 222 中，則解脫法，係用一種解脫蝸軸 13，此蝸軸承  $L$ ，一端掛於栓  $A$ ，可繞之而轉，並由門  $w$  掣定，而以彈簧栓  $s$  箝頂之。今如以一指掀  $w$ ，則門解脫，於是蝸軸承  $L$  墜落，擱於支持螺釘  $F$ 。至是蝸輪傳動解脫，而鑽軸乃可以十字手柄升降之。其推進

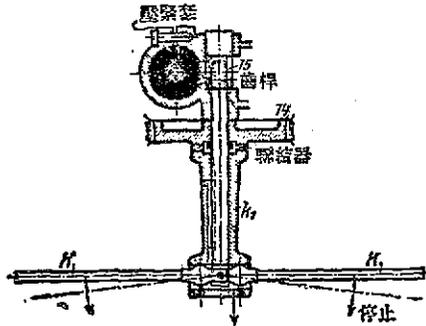


圖 221 自動推進之閉關

之自動開關,可注意圖 220 內之槓棒  $a_1$ , 當其達到規定鑽界時, 聯結器  $k$ , 遂解脫。在圖 222 內, 調整螺釘  $a$ , 撞擊  $w$  時, 解脫蝸軸  $L$ , 即解脫矣。

鑽台, 係用以置放工件, 或具有老虎鉗, 以鉗工件者。其構造式, 必為可轉之圓台  $R$ , 且與擎臂  $A$ , 繞床柱而轉移, 俾可任意轉移, 使鉗固之工件, 其已具

錐眼之鑽位, 可準確的, 置於鑽頭之下。設遇巨大工件, 則置於底盤上, 而鑽台須能拆卸。

座式鑽床之區別處, 即在其外表似一座耳 (即櫥櫃式) 如圖 241。牆鑽床係裝於牆壁, 而柱鑽床, 則裝於柱上。

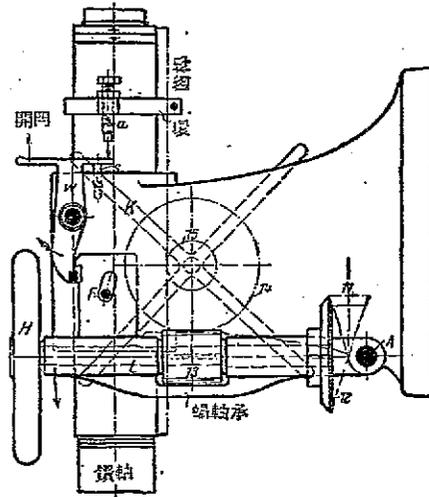


圖 222 用解脫蝸軸自動停止器

### (B) 展轉鑽床

在柱式鑽床, 因鑽軸係固定, 故鑽多孔之工件, 工件必須每次移動, 因此, 該機之唯一用途, 惟鑽製小工件。至於重工件, 各處須鑽孔者, 必照以下之構造, 較為合宜, 使吾人可將鑽頭, 置於任何應鑽之位置。因此, 重工件可毋須移動。圖 223-224, 即解決此問題之設計, 其鑽軸, 具有 3 種移動運動。

1. 在工件寬度  $B$  之範圍內，鑽機有側轉移調 1 應付之。
2. 在工件長度  $L$  之範圍內，鑽機有左右移調 2 應付之。
3. 在工件高度範圍內，則有升降移調 3 應付之。

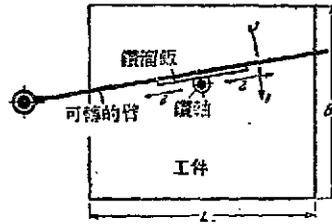


圖 223 展轉鑽床移調法

有此三種移調方向，故鑽軸可時於工件之任何位置。基此原則，而照圖 224，造成一種展轉鑽床，或名旋臂鑽床。其懸梁  $A$ ，以兩樞  $B$ ，裝於溜板  $S$ ，并可轉動。因此，可在工件寬度範圍內，移調其位置。鑽軸溜板  $B$ ，裝於懸梁  $A$ ，可在工件長度範圍內，向 2 方移調其位置。由此兩種移調方向，可使鑽頭，時於工件表面之任何位置。

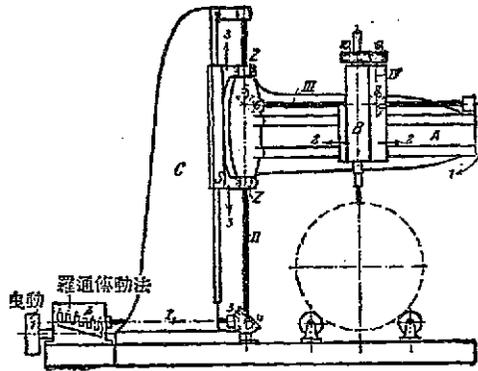


圖 224 展轉鑽床

由溜板  $S$  之升降，可使鑽頭時於工件高低之任何位置。此機構造既特異，其鑽軸之曳動法，當然亦有若干不同之點。彼需要 4 軸 I-IV，經過錐齒輪及正齒輪 3-10，由羅通法，以曳動鑽軸。

照圖 224，尚為簡單展轉鑽床，彼僅能垂直鑽物。設欲在一切方向，均能應用，必須在  $S$  上，裝一轉盤，同樣的，於  $B$  上亦增一轉盤。此種全

能鑽床，移調之方向，計有 5 種。極重鑄造工件，可將展轉鑽床，用車或起重機搬往。

### 乙 臥式鑽床或搪床

臥式鑽床，係一種具有水平的鑽軸之搪床，其搪製巨大工件，較用立式鑽床為便利。在臥式搪床，又有用於輕工件及重工件之分。其外表之區別，即在於鑽軸之裝置，為固定或可移者也。

#### (A) 軸位固定之搪床

搪床軸位固定者，係用以製造輕工件及中等重工件。工作台之高低位置，可以變更。其最大長度，以框柱之距離為界，而最大對徑，以工作台最低位置為界。其鑽軸，亦如車軸及銼軸，係固定的位於相當高度。此機之全部構造，可謂為一種具有伸縮軸之簡單鑽床（圖 232）。

為使機之功率，盡量利用，故鑽軸  $B$  之曳動，亦復具有階級帶輪及齒輪聯動機關，或階級齒輪聯動機關。在圖 225 內之搪床，係由一單輪  $B$  曳動之。用執手  $k_1, k_2, k_3$  操縱之，可得 8 種速率。因軸平裝，故車

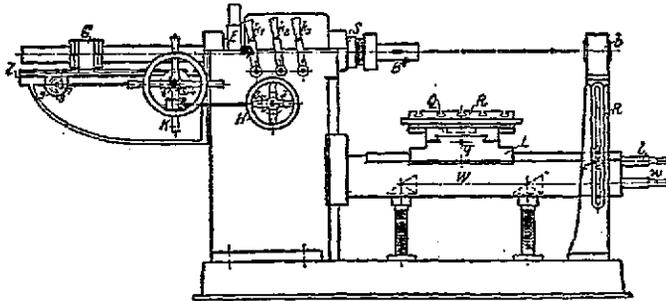


圖 225 軸位固定之水平的搪床

頭之構造，多仿車床。其分別處，僅車床軸，不能往來移動耳。因鑽頭  $B$ ，在車頭內，須往來移動，故在車頭調整軸承內之車頭軸  $S$ ，必須中空。

鑽頭推進，係發生於聯絡機關，大多數由主軸  $S$  所曳動，亦可用手輪  $H$  操縱之。鑽頭之迅速進退，則以十字手柄控制之。其聯結或解脫，由蝸輪  $t$  之作用，與圖 221 之情形相同。

工作台，係由短台  $W$  及縱行溜板  $L$ ，與橫行溜板  $Q$  相疊之十字溜板所組成。吾人爲使工件，不須拆卸再鉗，亦可鑽其另一側面者，則必有轉盤之設備。因此，而有圓台  $R$ ，係以一旋轉樞，裝於橫溜板上。爲防止懸空工作顛動計，必須將台，壓緊於前端導架  $R$  上，并將鑽軸貫於軸承  $b$  內。

### (B) 軸位活動之搪床

軸位活動之搪床，係用以製造重大之鑄件。其工作台，並不升降，惟將旋轉之鑽軸，軸承及其溜板，在座及架上，變遷高低位置。

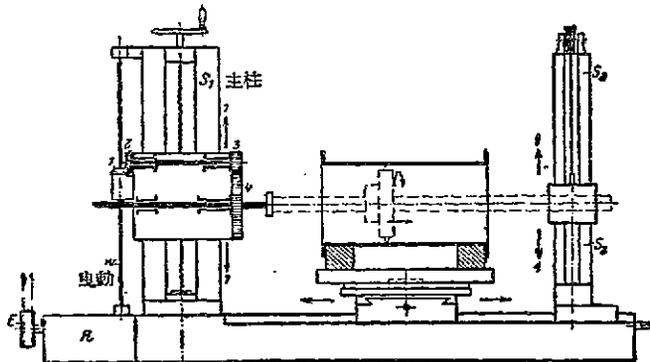


圖 226 軸位可移之搪床

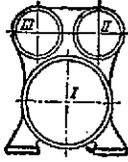


圖 227 氣筒與活閥箱

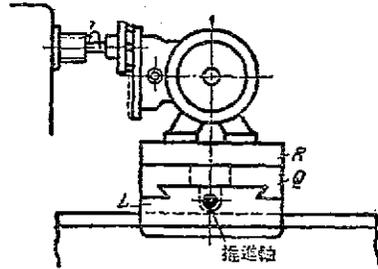


圖 228 在水平的搪床或銼床銼製工件法

車頭溜板，隨鑽軸應在之位置，導行於主軸  $S_1$  上，鑽桿一端與鑽軸結合，另端則支承於副架  $S_2$  之可移軸承內。此種活動鑽軸之曳動法，係由齒輪箱  $R$ ，經聯動機關  $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}$  而來。

工作台之重工件，須具縱行，橫行，及轉向之移調位置，或聯絡運動，故亦有十字溜板及圓台之設備，而導行於床上。此機之優點，凡重工件之各方面，均須搪鑽者，皆便於工作。例如氣筒與活閥箱（圖 227）。

照圖 225—226 之搪床，頗與銼床相似，故吾人又可以之銼製接口之摺邊。此種銼製工作（圖 228），其工件必需橫行推進，故工作台亦自動橫行。

### (C) 氣筒搪床

氣筒搪床，係一種搪製蒸汽筒，唧水筒，及壓氣筒等之專門機器。其工具為鑽刀，而鉗緊於盤形鑽頭內。

當工作時機器之盤形鑽頭偕同鑽刀，為主體運動。照圖 229 之工作情形，為隔別運動法，其軸承距離，必須  $a > 2L$ 。因此，機身既長而重，關於推進氣筒，所浪費之功，亦復甚多。

設照圖 230 之構造，用遊行鑽頭，則以上兩種缺點，均可避免。其推進運動，即包括於主體運動內。故軸承距離，如  $a > L$ ，即已敷用。

鑽頭之曳動，亦需要一定的變換速率。鑽頭之主體運動，來自階級帶輪 1，經錐齒輪 2, 3 及蝸輪傳動 4, 5，以達於 B。關於鑽頭之推進，係於空心鑽軸內，裝置導軸 l，以一種螺帽將鑽頭連繫之。當機工作時，則

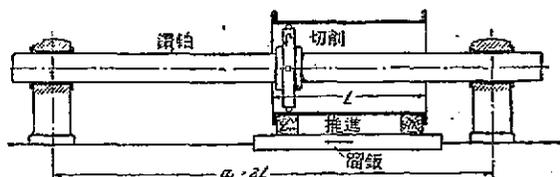


圖 229 用遊行台之氣筒搪床

導軸必自動推進鑽頭。彼由鑽軸 B，經過齒輪  $r_1, r_2, r_3, r_4$  而曳動。凡用此法，以推進鑽頭者，導軸之旋轉，必須較速或較慢於鑽軸之旋轉，否則，鑽頭將迴旋於原位，不能發生推進作用。因此  $r_1 - r_4$ ，須使鑽軸及導軸之轉數，具有差別。故此種曳動，又名差別齒輪傳動法。以此法產生之鑽頭推進速率，即等於導軸之轉數  $\times$  螺紋距。

吾人對於每一種專門機器，所需要者，為須具合法而特別準確之工作。故欲使氣筒搪床，搪圓準確，必強固鑽軸，不令其發生軟彈。吾人本此原則，以試驗此兩種機，則用遊行鑽頭之機，決然佔優勢也。因鑽軸之抗彎率，為  $f = \frac{P \cdot a^3}{48 \cdot E \cdot J}$ 。明此公式，則軸彈軟，可變更  $a^3$  及  $d_1$  以救濟之。因此，凡優良之氣筒搪床，其重要原則，必具有短而粗壯之鑽軸。注意此點，可知選擇機器，寧用遊行鑽頭式為佳，因其軸可減短，祇須  $a > L$  即可矣。惟軸因有負荷 P，故仍易發生彎撓。因此，在重要準確工作，於

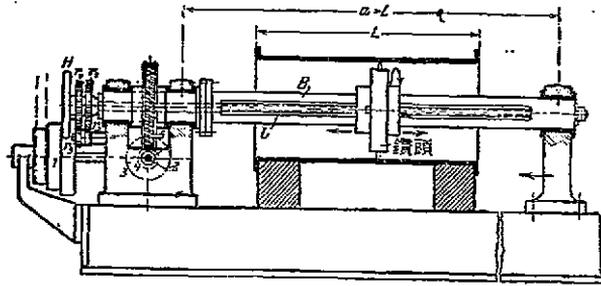


圖 230 用遊行鑽頭之氣筒搪床

可能範圍內，須減輕負荷。軸之負荷，係由鑽軸及鑽頭之重量，并鑽刀感受之切削壓力，併合而成。設能將刀壓力解除，則負荷亦可減輕。茲假定於盤形鑽頭之圓周，等分距離，裝刀 3 柄，則軸上所感各方之壓力相等，

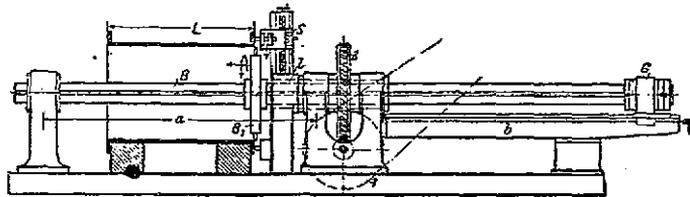


圖 231 用遊行鑽軸之氣筒搪床

而互相抵消。在遊動鑽頭式機中，所最感缺憾者，鑽軸內因貫一導軸，故必須中空，且必須用鑄鐵，或鑄鋼製成。因此又復導成易於彎撓之病。惟此背時之式，已由遊行鑽軸式，起而淘汰之矣（圖 231）。

用遊行鑽軸式之搪床，其鑽軸之主體運動，係由階級帶輪 1 及蝸輪 2 所曳動。其推進，則由另一導軸完成之，即經溜板軸承 G，而推進鑽軸及鑽頭。此種新式機，實為理論上最良之產物，惟因溜板軸承之滑軌關係，僅需要較多之地位耳。

氣筒搪床，亦可如車床，利用之以車削摺邊。其刀具溜板，作旋轉之主體運動，而推進，則由刀具溜板之旋轉而產生。溜板裝於雙臂  $S$  上，而旋於摺邊之面。當每旋一周，溜板底部螺軸端之星式齒輪，因被撞核撞擊而轉動，於是螺軸亦轉，而將刀具溜板推進。

### 例 題

1. 導軸每分鐘之轉數  $n_t = 8$ ，鑽軸之轉數  $n_b = 10$  迴轉/分，導軸之螺紋距為 10 毫米。問每分鐘鑽頭推進幾何？

$$\delta = (n_b - n_t) \cdot h,$$

$$\delta = (10 - 8) \cdot 10 = 20 \text{ 毫米/分}。$$

2. 又鑽軸每轉，其鑽頭之推進幾何？彼之  $\delta = (n_b - n_t) \cdot h$ ，此處  $n_b = 1$ ，并照圖 230， $\frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{\tau_3}{\tau_4} = \frac{n_t}{n_b} = \frac{n_t}{1}$ 。由此值，證明鑽頭推進  $s = \left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{\tau_3}{\tau_4}\right) \cdot h$  毫米/迴轉。例如： $\tau_1 = 61$ ， $\tau_2 = 18$ ， $\tau_3 = 17$ ， $\tau_4 = 62$  齒。於是

$$s = \left(1 - \frac{61}{18} \cdot \frac{17}{62}\right) \cdot 10 = (1 - 0.93) \cdot 10 = 0.07 \cdot 10 = 0.7 \text{ 毫米/轉週}。$$

## 第三章 銹 床

銹床，具有一種旋轉主體運動及一種直行推進運動（圖 29）。其主體運動，分配於銹刀，此刀套於銹刀軸，而鉗插於銹軸內（即銹床之車頭軸）。銹軸之速率，因銹刀對徑及工件資料之各異，須能變換。因此，為功率完全利用計，須用階級帶輪或齒輪傳動法，以曳動銹軸（圖 232 - 233）。此機之第一主要部為車頭。當銹削時，則工件完成其推進。工件鉗緊於

工作台，而由鐵軸，間接將其推進。因工件具有推進作用，故工作台，遂為本機之第二主要部分。此兩主要部分，均裝於機之床架或座上。吾人因鐵軸之位置，為水平的，或垂直的，故又分臥式銼床及立式銼床。

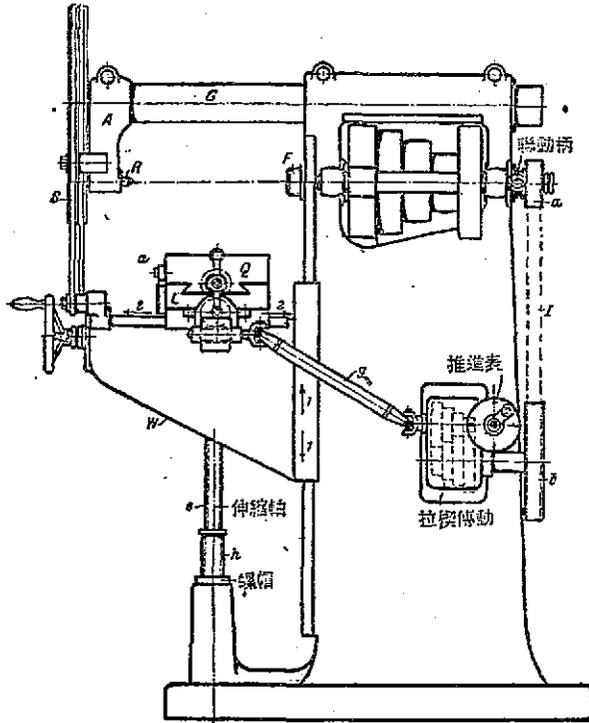


圖 232 簡單銼床

甲 臥式銼床

臥式銼床之構造，可照圖 232，俾鐵軸與頂蓋聯動機關平行。因此，其級帶輪或級齒輪，可裝置於鐵軸及聯動機關軸上。其車頭之構造，亦

如在車床上者。軸箱與箱床，爲鑄鐵製，級帶輪及齒輪聯動機關，則位於座上。

凡鑽床用 5-8 馬功率以上者，因其功率甚大，故宜用級齒輪曳動，機完全裝於座內，僅單帶輪，露裝於外耳 (圖 233)。照圖 234，係用羅通傳動法，與 3 道齒輪聯動機關，以曳動鑽軸  $F$ ，而具 18 種之速率，即將羅通式柄插於  $R_1-R_6$  上所得者。當  $k_1$  聯結於  $L$ ，則套筒  $L$ ，曳動鑽軸，具有 6 種速率。吾人將聯動機關變向，使  $k_2$  在  $R_3$  上，同時  $k_2$  在  $R_{12}$  上，如是， $L$  傳動  $\frac{R_1}{R_3} \cdot \frac{R_{11}}{R_{12}}$ ，以曳動鑽軸，而又得 6 種速率。再將  $k_2$  反聯於  $R_{10}$ ，則  $L$  經  $\frac{R_9}{R_{10}} \cdot \frac{P_{10}}{R_{12}}$ ，而機乃再得 6 種速率。

鑽軸之需要旋轉安穩，亦如車床軸，須粗短相當，在軸承內，并不許

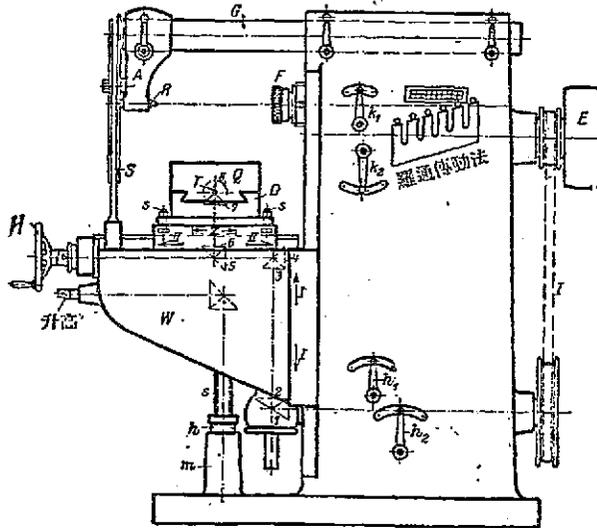


圖 233 全能鑽床

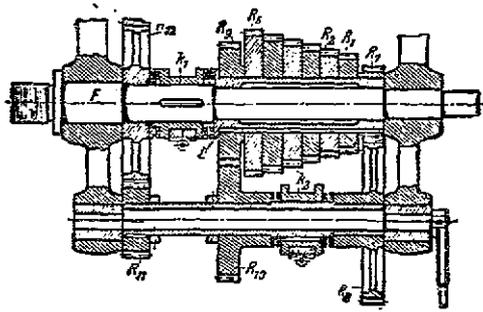


圖 234 鑽床之級齒輪自動法

走移。因此，須用錐體樞，或圓柱體樞，旋轉於主軸承內，而尾軸承內，祇須用圓柱體樞。

對於精細工作，尤需要一種特別設計，以保障鑽刀，行駛安穩。即鑽刀軸之懸空的尾端，必須旋轉於對受承內，以抵抗強烈之振動。或由一種頂錐  $R$  支持之。此種頂錐，裝於懸梁  $G$  之臂  $A$  上，在其上可調整距離之遠近，并壓緊之。其臂  $A$ ，可轉動向上，俾工作台外邊空曠，以便工件之裝卸。

此機之工作範圍，僅能直行鑽削，即工件向鑽刀軸垂直推進，故此機尚係一種簡單鑽床。至於能鑽製一切工件，如蝸線槽，螺旋齒者，其工件必對鑽刀軸斜行推進，如是之機，是為通用或全能鑽床。此兩種機之唯一區別，即在於工作台耳。

#### (A) 簡單鑽床

簡單鑽床之工作台，應具下列條件：

1. 工件調整與鑽刀相接。

## 2. 向銼軸垂直推進。

工件之升降，係以矩台  $W$ ，導行於櫃式座旁之導軌上，而用伸縮軸，向 1 方搖高（圖 232—233）。彼係由螺軸  $s$ ，及螺絲套筒  $h$  所構成。當提高工作台時，祇須搖轉在  $h$  內之  $s$ 。關於工件之旁移法，由搖動  $W$  上之螺軸，將縱行溜板  $L$ ，向 2 方推移。縱行溜板上，并裝有橫行溜板  $Q$ 。此全部工作台，即係矩台  $W$  及十字溜板  $LQ$  所組成。

橫行溜板  $Q$ ，亦為鉗物台，並使工件，垂直向銼刀軸推進。其推進橫行溜板之軸，則由機之聯絡機關傳動之。工作台之曳動法，必依下列條件。

1. 可向 3 種方向移調。
2. 須具多種推進速率而工作。
3. 達到工作限界，自動停止，并可用手將其拉回。

此台之構造，照圖 232，由銼軸曳動引帶  $I$ ，而經拉楔聯動機關，并雙關節軸  $g$ ，以達台上之齒輪機關。此種齒輪機關，照圖 235，係由外部蝸輪傳動器 2, 3，內部蝸輪 4, 5 及錐齒輪變向傳動機關 6, 7, 7' 所組成。3 種台溜板，雖移易位置，但由可展關節  $g$  之作用，仍可隨處傳動。其拉楔傳動法，具有 4 種推進速率，設將  $a, b$ ，顛倒裝置，則可得雙倍之種數。

推進之自動停止，以橫行溜板  $Q$  之撞核  $a$  操縱之。照圖 236，當  $Q$  達到工作限界時， $a$  將  $s$  壓向下退，直棒  $s$ ，以所連之橫棒  $c$ ，將斜置之轉棒  $b$ ，轉至水平位置。因此，軸  $w$  與曲拐  $k_1$ ，將聯結器  $K$ ，由錐齒輪 7 拉回。迨橫溜板  $Q$  搖回後，則  $s$  在彈簧  $f$  之壓力下，仍彈升如前，於是，吾人用執手  $h$ ，可將聯結器  $K$ ，重行結合。當台自動回行，或反向推進，則

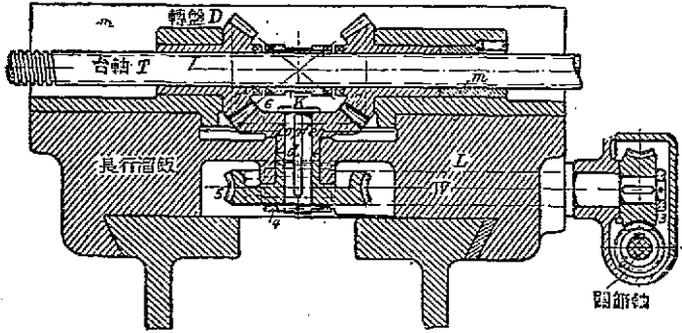


圖 235 銑台自動法

K' 聯結於 7'.

關於艱重之銑工，則宜用內裝  
 自動機關 1-8 (圖 138)，較為可  
 靠。其推進速率之變換，同樣的具  
 有拉楔之設備。

(B) 全能銑床

在簡單銑床，其橫溜板 Q，僅  
 能向銑刀軸垂直推進，故該機僅適

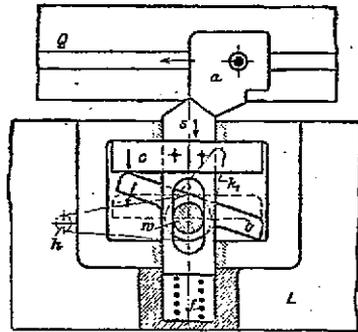


圖 236 推進之自停機關

用於銑平，銑直槽及齒隙，而不能銑螺旋線及斜線。其能銑製一切者，必  
 如圖 237。

1. 將工件斜置於角度  $\beta$  處，則銑刀所銑面，遂成斜線。
2. 當工件向 2 方作緩緩的旋轉運動，同時向 1 方作直行運動 (即工件向銑軸斜行)，則可得較佳之螺旋線。

設將橫溜板 Q，用轉盤 D，置斜度  $\beta$  處，則斜行推進 1，即可完成。

Q 與 D, 裝於縱行溜板上, 可繞樞 Z 旋轉, 而用壓緊螺釘壓緊之 (圖 233)。其銼斜線之設備, 與車床車製錐體之設備, 極相類似。全能銼床之特點, 即在於銼台可以轉移, 足應付一切銼工。但亦有連帶的缺點, 即對於艱重銼工, 銼台難勝負荷。此種銼台, 因在各種位置, 均須能完成推進, 故曳動之軸, 必如圖 233, 貫於 Z 之中心, 借齒輪而傳動。

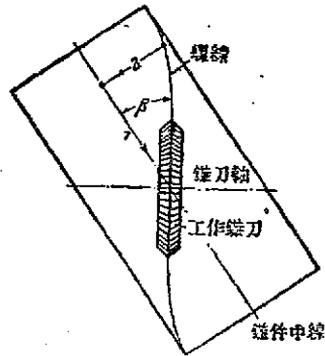


圖 237 螺線銼法

### 分配鼓

#### (a) 分配鼓之構造

凡銼削輪齒, 輒需要一種分配鼓及抵座 (圖 238), 用以分割及抵緊工件。

分配鼓之構造, 如圖 239-241。其主要用途, 將工件照預定分距, 而分割之。因此需要一種支持工件之分配軸。軸之一端, 內有錐體孔, 外有螺紋, 係用以插緊銼件之軸, 或旋緊軋鞘。劃分之方法, 係搖轉分配搖肘, 經蝸輪 7, 8, 而傳動分配軸。凡工件於每次銼削後, 須搖動搖肘, 將工件重行分配, 而準定其位置。因此, 分配鼓須具以下之各種設備。

1. 一種用以準確分割工件之設備。

例如, 銼製齒輪。此由分配盤及分配搖肘所組成。

2. 一種斜置設備, 將分配軸罩殼, 作架墩式, 用以銼削錐體。

例如, 銼製錐齒輪。將分配軸, 置於相當斜度, 使所銼錐齒輪之齒跟線, 準確的在水平位置 (圖 242)。



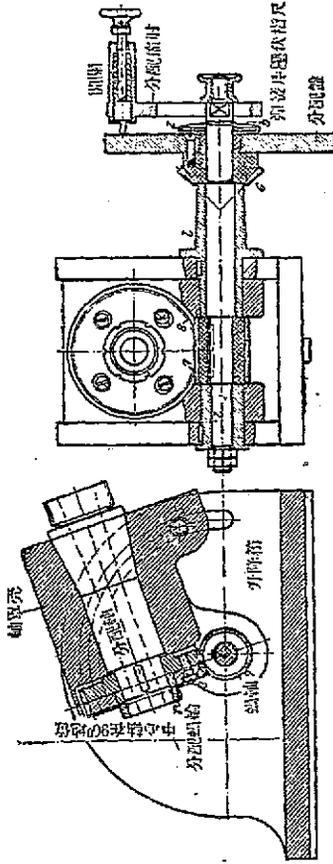


圖 240—241 分度鼓前面圖

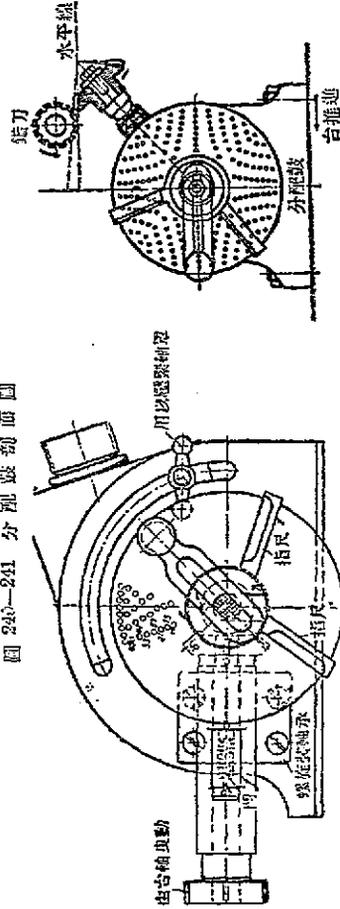


圖 242 錐齒輪之鑽法

圖 240 分度鼓

何分配，並搖肘之轉法如何？

(1) 用 1 道孔圈分配法

吾人將鑽件軸（亦即分配軸），每次分配，為全周若干分之 1，即  $\frac{1}{n}$ 。

於是蝸輪聯動機關之比率  $\frac{m}{z} = \frac{1}{z}$ ，而分配搖肘  $K$  之轉數  $x$ ，為

$$x = \frac{1/z_1}{1/z} = \frac{z}{z_1} \quad z = \text{蝸輪之齒數}, z_1 = \text{所鑄輪之齒數}.$$

$$x = \frac{40}{34} = 1\frac{6}{34} = 1\frac{3}{17} = \text{搖肘之轉數}.$$

實際上，使轉距滿足，必須  $3+1=4$ ，即將  $K$  置於 17 孔之圈上，搖轉 1 周後，再將楔插於第 4 孔中。

### (2) 用 2 道孔圈分配法

設所鑄之輪，為 57 齒，則所有各孔圈，均不適用，在如是情形下，必須作兩次分配，即

$$x = \frac{z}{z_1} = \frac{40}{57} = \frac{21}{57} + \frac{19}{57} = \frac{7}{19} + \frac{1}{3} = \frac{7}{19} + \frac{5}{15}.$$

簡言之，即  $K$  在 19 孔圈上者，置於第 7 孔，在 15 孔圈上者，置於第 5 孔。實際上  $7+1=8$ ， $5+1=6$ 。即  $K$  在 19 孔圈上者，插於第 8 孔，在 15 孔圈上者，插於第 6 孔。

### (b) 分配鼓之應用

#### (I) 正齒輪之鑄法

正齒輪之鑄製法，係將所鑄輪，用一緊軸貫於輪孔，再將軸，支持於分配鼓及底座之兩錐間，而於每次鑄削後，搖動搖肘，繼續分配所鑄之齒距，其裝置法，見圖 243。

凡鑄削多數同樣之輪，可將其疊合，套於軸上，而以墊板及螺帽壓緊之，照圖 243 內之 IV。

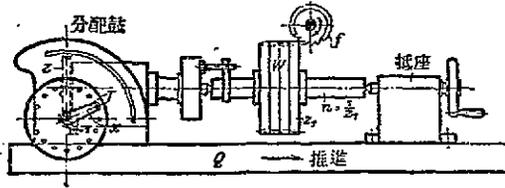


圖 243 正齒輪之鑄法

例 題

今鑄一具有 20 齒之正齒輪。其分配鼓內，蝸輪之齒數，為 45 齒，蝸軸紋為單根。照圖 243，分配搖肘  $K$  之轉數為  $x$ ， $n$  為所鑄齒輪，分配齒距之轉數， $z_1$  為所鑄齒輪之齒數， $z$  為分配軸上蝸輪之齒數， $m$  為蝸軸紋之根數。如是則：

$$\frac{x}{n} = \frac{z}{m}$$

此處  $m = 1$ ， $n = \frac{1}{z_1}$  即每次所分之齒分距。由此公式，變化之，即可得分配搖肘之轉數：

$$x = \frac{n \cdot z}{m} = \frac{z}{z_1} = \frac{\text{蝸輪齒數}}{\text{所鑄齒輪齒數}} = \frac{45}{20} = 2 + \frac{5}{20}$$

照此得數，可知分配搖肘  $K$ ，在 20 孔圈上，須每次搖轉 2 足周，復加 5 孔。實際上，必插於第 6 孔，方為足數。

(II) 螺絲之鑄法

鑄製螺紋，所首應知者，為螺旋角度  $B$ ，俾將工作台，置於相當之位置。鑄製時，工件向 2 方緩緩旋轉，同時工作台向 1 方推進（圖 237）。工件之此種運動，係由工作台之導軸，傳動而來。此軸除將工作台，向 1 方

推進,並經變換齒輪,將分配軸與工件,向 2 方旋轉。當向 2 方曳動時,分配鼓之門鍵開放,分配搖肘,則仍楔插於分配盤之孔內。

變換齒輪之配合,與車床上車製螺紋相同,即以工件螺紋,與導軸螺紋的傾斜度(即紋距)之比率,為配合變換齒輪之比率。即

$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{\text{所鑽螺紋傾斜度}}{\text{導軸螺紋傾斜度}}$$

如圖 244, 所鑽螺紋傾斜度  $s = \pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha$ 。

如圖 245,  $\alpha = 90^\circ - \beta$ 。

於是 
$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{\pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha}{s_1} = \frac{z}{m} \cdot \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$$

$$\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{\frac{\pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha}{s_1}}{\frac{z \cdot \pi}{m \cdot k_2}} = \frac{\pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha}{s_1} \cdot \frac{m}{z} \cdot \frac{k_2}{k_1}$$

在鑽台及分配鼓之  $s_1, k_1, k_2, m, z, \pi$ , 均為已知數,可由上式變為定數  $C_0$ , 以省以後計算之繁,即

$$C_0 = \frac{\pi \cdot m \cdot k_2}{s_1 \cdot z \cdot k_1} \quad \text{而} \quad \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = d \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot C_0$$

今定  $m = 1$  根,  $z = 40$  齒,  $k_1 = k_2 = 24$  齒,  $s_1 = 6.35$  毫米,

於是 
$$C_0 = \frac{3.14 \cdot 1 \cdot 24}{6.35 \cdot 40 \cdot 24} = 0.01239$$

### 例 題

1. 今鑽具有螺旋之輓鑽刀, 對徑  $d = 70$  毫米, 齒數為 37, 螺紋之傾

斜度  $\alpha = 60^\circ$ 。問變換齒輪，應如何配合，及鑽床之橫台，所置斜角  $\beta$  為若干度 (圖 246)?

已知  $\beta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 60 = 30^\circ$ ,

$\text{tg} = 1.732$ ;  $C_0 = 0.01239$ .

於是  $\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = d \cdot \text{tg} \alpha \cdot C_0 = 70 \cdot 1.732 \cdot 0.01239 = 1.5$ ,

$$\varphi = 1.5 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{42 \cdot 30}{30 \cdot 28}$$

而搖刀轉數

$$z = \frac{z}{z_1} = \frac{40}{37} = 1 \frac{3}{37}$$

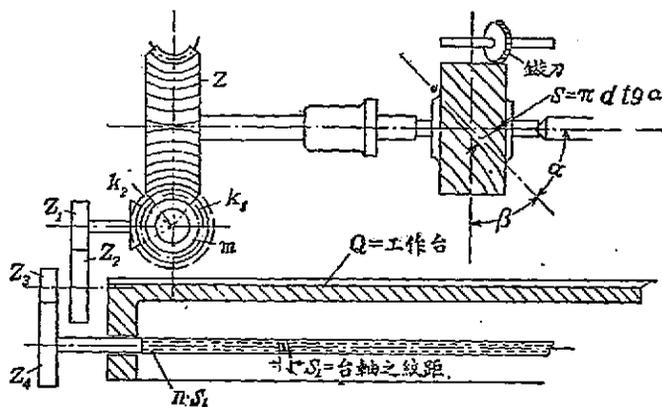


圖 244 螺旋齒之鑽法

2. 今鑽一具有 24 齒，對徑  $d = 90$  毫米之螺旋，其傾斜度為  $75^\circ$ 。試計算分配搖刀轉數及變換齒輪之配合。

已檢知  $\operatorname{tg} \alpha = 3.732$ 。

於是 
$$\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = 90 \cdot 3.732 \cdot 0.01289$$

$$= 4.15 \sim 4.2$$

$$= \frac{4.2}{1} = \frac{2.1 \cdot 2}{1 \cdot 1} = \frac{42 \cdot 80}{20 \cdot 40}$$

$$x = \frac{40}{24} = 1 \frac{2}{3}$$

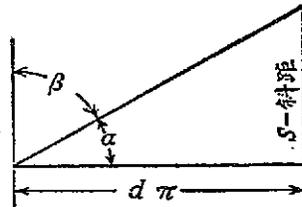


圖 245 螺紋斜距

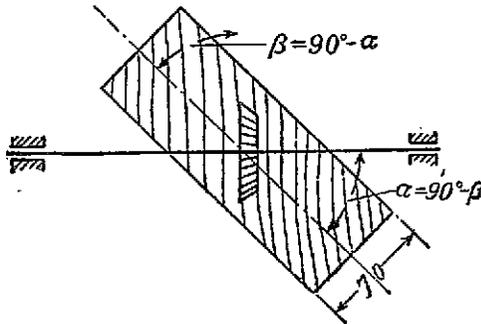


圖 246 斜銼位置

### (III) 螺旋齒輪之銼法

螺旋齒輪之銼法，與銼製螺紋，并無二致。其工作台之位置及分配鼓之使用亦然。所注意者，祇關於輪齒之劃分，以正面齒距  $t_s$  為標準，此係由普通齒距  $t_n$  算出之。即照圖 247—248。

$$\cos \beta = \frac{t_n}{t_s}; \quad t_s = \frac{t_n}{\cos \beta}$$

### 例 題

今銼製相交之 2 螺旋齒輪，其輪軸交叉之角度為  $90^\circ$ 。其輪 I 之齒

數為 31, 普通齒距為  $3\pi$ 。其齒與輪軸中線之斜度  $\beta$  為  $50^\circ$ , 輪 II 之  $\beta = 40^\circ$ , 齒數為 61。

齒輪 I:

$$\text{正面齒距 } t_s = \frac{t_n}{\cos 50^\circ} = \frac{3 \cdot \pi}{0.643} = 4.665 \cdot \pi,$$

$$\text{齒率 } M_s = 4.665,$$

$$\text{分齒圓對徑} = M_s \cdot z_1 = 4.665 \cdot 31 = 144.26 \text{ 毫米。}$$

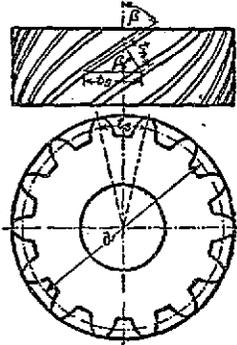
螺旋齒之斜距, 可由圖 245 計出之:

$$\text{tg } \alpha = \frac{s}{\pi \cdot d}, \text{ 此處 } \alpha = 90^\circ - \beta = 40^\circ,$$

$$\begin{aligned} s &= \pi \cdot d \cdot \text{tg } \alpha = \pi \cdot 144.62 \cdot \text{tg } 40^\circ \\ &= 380 \text{ 毫米} = 15''. \end{aligned}$$

工作台導軸每轉之紋距為  $1/4''$ , 則

$$n_2 = \frac{s}{s_1} = \frac{15}{1/4} = 60.$$



在分配鼓內之蝸輪齒數  $z = 40$ , 而蝸軸

紋為單根 ( $m = 1$ ), 於是變換齒輪之比率:

$$\varphi = \frac{z}{m} \cdot \frac{1}{n_2} = \frac{40}{60} = \frac{5}{6} \cdot \frac{8}{10} = \frac{15}{18} \cdot \frac{24}{30}$$

由上所示, 而知工作台之位置, 斜度為  $50^\circ$ 。變換齒輪之齒數,  $z_1 = 15$ ,  $z_2 = 18$ ,  $z_3 = 24$ ,  $z_4 = 30$ 。至於鏃刀, 與普通齒距及螺旋齒輪之斜度相關。最後所當注意者, 吾人選擇鏃刀, 并不依照實在的螺旋齒輪之齒數, 而照理想的齒輪之齒數, 以剖面橢圓之彎曲半徑  $R$  為半徑。見圖 249。

$$R = \frac{a^2}{b}, \quad b = \frac{d}{2},$$

$$a = \frac{d}{2} \cdot \frac{1}{\cos \beta},$$

$$R = \frac{d^2}{4} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} \cdot \frac{2}{d} = \frac{d}{2 \cdot \cos^2 \beta}$$

理想的齒輪之齒數:

$$Z_i = \frac{2R}{M_n} = \frac{d}{\cos^2 \beta \cdot M_n}$$

而  $M_n = M_s \cdot \cos \beta,$

於是  $Z_i = \frac{d}{\cos^3 \beta \cdot M_s} = \frac{Z}{\cos^3 \beta} = \frac{31}{0.6413^3} = 116,$

關於銑刀之  $M_n = 3,$  而  $Z_i = 116,$

齒輪 II:

$$\text{正面齒距 } t_s = \frac{3 \cdot \pi}{\cos 40^\circ} = \frac{3 \cdot \pi}{0.766} = 3.92 \cdot \pi,$$

$$\text{齒率 } M_s = 3.92,$$

$$\text{分齒圓對徑} = M_s \cdot Z_2 = 3.92 \cdot 61 = 239.12 \text{ 毫米},$$

$$\text{齒之斜度 } s = \pi \cdot d \cdot \text{tg } 50^\circ = \pi \cdot 239 \cdot \text{tg } 50^\circ = 35'',$$

$$\text{工作台導軸之轉數 } n_2 = 35 \cdot 4 = 140,$$

$$\text{變換齒輪之比率 } \varphi = \frac{40}{140} = \frac{12}{15} \cdot \frac{30}{84}$$

工作台斜置之角度為  $40^\circ,$  變換齒輪之齒數  $z_1 = 15, z_2 = 15, z_3 = 30,$   
 $z_4 = 84.$  銑刀之齒率  $M_n = 3,$  而  $z_i = 116.$

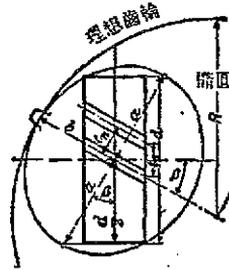


圖 249 螺旋齒輪

## (IV) 蝸齒輪之鑄法

巨大蝸齒輪，僅特種鑄床，可以鑄製，小者則全能鑄床，即可鑄製，或用接近法，或照軋鑄法。

蝸齒輪鑄製時，先將工作台，照蝸旋線角度斜置。再用一種盤形鑄刀初鑄之。其齒輪中線，準確的置於鑄刀中線下，鑄削時，使齒輪由下向上，漸向鑄刀推進，於是遂成凹齒矣。此種鑄法，需要將工作台，緩緩搖高，但須設一擋棒，俾達到規定界限時，即行停止，使各齒深度一致。當一齒鑄畢，將台復行降下，用分配鼓，分割齒距後，復照上法，繼續鑄削。此種方法所鑄之斜凹齒，尚可應用，但微有不確耳。

以上鑄成之齒，當再用蝸鑄刀復鑄之，故初鑄之齒，并未達完滿深度。復鑄時，係將蝸輪，貫軸裝於兩錐之間，可以旋轉，並準確的，在蝸鑄刀之中線下。鑄削時，蝸軸式之鑄刀，旋轉較速，而所鑄之蝸輪，則緩緩旋轉。同時，工作台緩緩向上推進，以至規定之完滿齒深度。照此種方法，鑄出之齒，甚為準確。

鑄台斜置角度之算法：例如，今鑄一對徑 192 毫米，4' 斜距之蝸輪的齒輪。其斜度，由螺旋繞線而得：

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi \cdot d} = \frac{4 \cdot 25.4}{\pi \cdot 192} = \frac{101.6}{603.2} = 0.1684, \text{ 於是 } \alpha = 9^{\circ}34'$$

## (V) 錐齒輪之鑄法

鑄製錐齒輪，係將齒輪，裝定於分配軸端，將軸翹起至相當角度，即使齒輪之齒跟線，在水平位置也（圖 250）。

錐齒輪鑄齒之手續，較正齒輪為繁，而有 3 種可能的鑄法：

1. 照圖 251, 初銑切面 I 處, 迨全輪周圍之齒完成, 然後將分配鼓向後斜置, 照角度  $\alpha$  之位置, 銑削 II 處, 至輪周之齒完成, 再將分配鼓向前斜置, 仍照  $\alpha$  之位置, 以銑 III 處。此種銑法, 手續雖繁, 然較準確。

2. 照圖 252, 先將分配鼓照  $\alpha$  角度, 向後斜置, 以銑 I 處。輪周之齒既畢, 再將鼓向前斜置, 亦照  $\alpha$  角度, 以銑 II 處。此法較為簡單, 但欠準確。

3. 如銑製小齒輪, 亦可不照以上方法, 而仍如銑削正齒輪法, 一次完成後, 略施銼工即可, 但準確性當然欠佳, 且惟小齒輪, 可以如此。

銑製錐齒輪, 分配鼓斜置之角度  $\alpha$  (圖 251), 根據下式求得之, 即

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b_a - b_t}{2b}; \text{例如: } b_a = 8 \text{ 毫米, } b_t = 5 \text{ 毫米, 齒輪寬 } b = 50 \text{ 毫米。}$$

$$\text{於是 } \operatorname{tg} \alpha = \frac{b_a - b_t}{2b} = \frac{8 - 5}{2 \cdot 50} = \frac{3}{100} = 0.03; \alpha = 1'43'$$

銑製錐齒輪, 分配搖肘之使用法及  $\alpha$  之算法, 均與銑削正齒輪同。

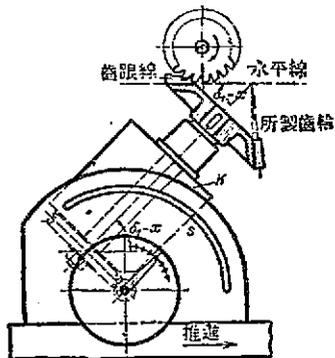


圖 250 錐齒輪之銑法



圖 251 錐齒銑法平面圖

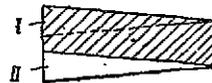


圖 252 錐齒又一銑法平面圖

當車削及鑄削錐齒輪之先，必須將圖 253 內之各處斜度，如  $y$ ,  $x$ ,  $\delta_1 - x$  等，用算法求得之，然後方能着手鑄製。茲將各種應用公式，演繹於後。

兩錐輪斜度之比，即等於兩輪半徑之比。

$$\frac{\sin \delta_1}{\sin \delta_2} = \frac{r_1}{r_2} = \varphi.$$

照圖 253，則  $\alpha = \delta_1 - \delta_2$ ；而  $\delta_2 = \alpha - \delta_1$ 。

由上所示，則得  $\sin \delta_1 = \varphi \cdot \sin \delta_2 = \varphi \cdot \sin (\alpha - \delta_1)$   
 $= \varphi \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \delta_1 - \cos \alpha \cdot \sin \delta_1),$

$$\sin \delta_1 + \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin \delta_1 = \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \delta_1,$$

$$\sin \delta_1 (1 + \varphi \cos \alpha) = \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \delta_1,$$

$$\frac{\sin \delta_1}{\cos \delta_2} = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha},$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha}.$$

吾人規定齒跟至分齒圓之斜度  $x$ ，由

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{m} \quad \text{而} \quad \sin \delta_1 = \frac{r_1}{m}, \quad \text{於是} \quad m = \frac{r_1}{\sin \delta_1},$$

然後

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

齒頂至分齒圓之角度  $y$ ，為

$$\operatorname{tg} y = \frac{k}{m}, \quad \bar{m} = \frac{r_1}{\sin \delta_1}, \quad \text{然後} \quad \operatorname{tg} y = \frac{k}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

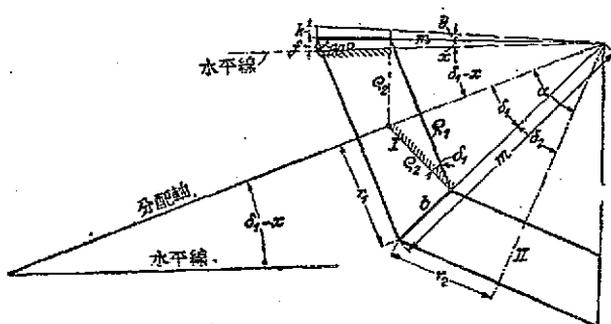


圖 253 分配鼓之斜度

## 例 題

1. 有相交之錐齒輪一對，其軸心斜度  $\alpha = 70^\circ$  (圖 254)， $z_1 = 50$  齒， $z_2 = 25$  齒，齒距  $t = 3 \cdot \pi$  毫米，齒頂高  $k = 3$  毫米，齒跟深  $f = 4$  毫米。試算出其各斜度。

(1) 鏤削斜度  $= \delta_1 - \alpha$ 。

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha}; \quad \varphi = \frac{r_1}{r_2} = \frac{50}{25} = 2,$$

$$\alpha = 70^\circ, \text{ 於是 } \sin \alpha = 0.9397, \cos \alpha = 0.342,$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{2 \cdot 0.9397}{1 + 2 \cdot 0.342} = \frac{1.8784}{1.684} = 1.116,$$

$$\delta_1 = 48^\circ 3',$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

吾人由齒距  $t$  及齒數  $z_1$  算出半徑  $r_1$ :  $2 r_1 \cdot \pi = z_1 \cdot t$ 。

$$r_1 = \frac{z_1 \cdot t}{2 \cdot \pi} = \frac{50 \cdot 3}{2} = 75 \text{ 毫米}。$$

$$\text{然後} \quad \operatorname{tg} x = \frac{4 \cdot 0.7447}{75} = 0.0397,$$

$$x = 2'17'.$$

於是銼削角度  $\alpha = 48'8'' - 2'17'' = 45'51''$ 。

(2) 車削角度  $= \delta_1 + y$ 。

$$\operatorname{tg} y = \frac{k \cdot \sin \delta_1}{r_1} = \frac{3 \cdot 0.7447}{75} = 0.0298,$$

$$y = 1'43'.$$

於是車削角度  $\alpha = 48'8'' + 1'43'' = 49'51''$ 。

銼削齒輪用之銼刀，其大小以齒率  $M$  計， $M = \frac{t}{m}$ ，例如銼一齒輪，其齒距  $t = 6.28$  毫米，則  $M = \frac{6.28}{\pi} = 2$ 。銼削正齒輪，所用銼刀之齒率，即照上法計算，僅用此一種齒率之銼刀。然銼削錐齒輪，未能如此簡單，因輪之外緣齒距，較內緣者為大，故外齒率當然亦較內齒率為大。本題之齒率，由  $t$  知其為 3，然此係外齒率，因  $r_1, r_2$ ，均係外半徑也，銼削時不適於用，故必須求出內齒率  $M_i$ 。

初銼之齒率，由內齒距計出之，而  $M_i = M_a \frac{r_1}{r_2}$ 。照圖 253，係

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m - b}{m}; \quad m = \frac{r_1}{\sin \delta_1} = \frac{75}{0.7447} = 100; \quad b = 2.5 \cdot t = 25 \text{ 毫米},$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{100 - 25}{100} = \frac{75}{100} = \frac{3}{4}$$

於是 內齒率  $M_i = M_a \frac{r_1}{r_2} = 3 \cdot \frac{3}{4} = 2.25$ ,

$$\text{內齒距} \quad t_i = M_i \cdot \pi = 2.25 \cdot \pi = 7.06 \text{ 毫米},$$

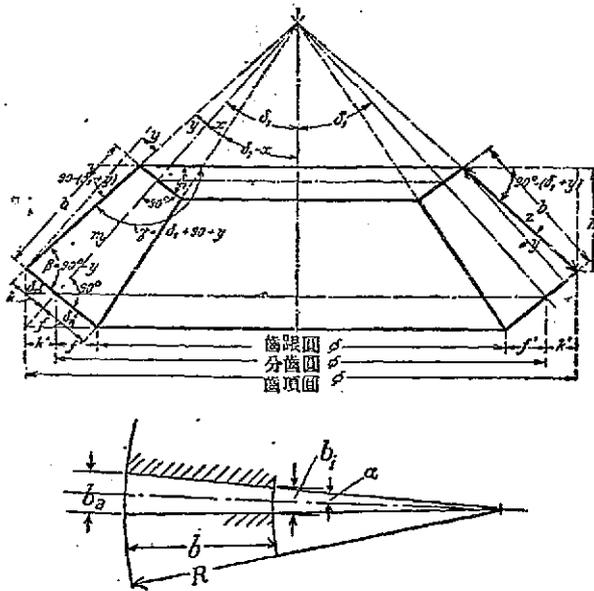


圖 254-255 錐齒輪

$$\text{內齒厚 } b_i = \frac{t_i}{2} = \frac{M_i \cdot \pi}{2} = \frac{7.03}{2} = 3.53 \text{ 毫米,}$$

$$\text{外齒厚 } b_a = \frac{t_a}{2} = \frac{M_a \cdot \pi}{2} = \frac{3 \cdot \pi}{2} \sim 5 \text{ 毫米.}$$

分配鼓向前,後,斜置,以鏈 II, III, 處 (圖 252), 其角度  $\alpha$  為:

$$\text{tg } \alpha = \frac{b_a - b_i}{2b} = \frac{5 - 3.53}{2 \cdot 2.5} = 0.0294,$$

$$\alpha = 1'41'.$$

設兩錐齒軸線之角度  $\alpha = 90^\circ$ , 則因  $\sin 90^\circ = 1$ ,  $\cos 90^\circ = 0$  之關係, 計算各處角度, 較為簡單, 即

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{r_1}{r_2}, \operatorname{tg} x = \frac{f}{m}, \text{ 而 } m = \frac{r_1}{\sin \delta_1} \text{ 或 } m = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}.$$

2. 今鑄製錐齒輪一對，其軸中線之角度  $\alpha = 60^\circ$ ，大輪之齒數  $z_1 = 86$ ，小輪之齒數  $z_2 = 24$ ，齒率  $M = 4$ 。試算出其各處之角度。

$$\begin{aligned} \text{齒輪 (I)} \quad \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{z_1/z_2 \cdot \sin \alpha}{1 + z_1/z_2 \cdot \cos \alpha} = \frac{86/24 \cdot \sin 60^\circ}{1 + 86/24 \cdot \cos 60^\circ} \\ &= \frac{86/24 \cdot 0.866}{1 + 86/24 \cdot 0.5} = \frac{1.3}{1.75} = 0.745, \end{aligned}$$

$$\delta_1 = 36^\circ 40', d_1 = m \cdot z_1 = 4 \cdot 86 = 144 \text{ 毫米},$$

$$r_1 = \frac{144}{2} = 72 \text{ 毫米}, k = m = 4, f = 1 \frac{1}{6} \cdot 4 = 4 \frac{2}{3},$$

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{r_1} \cdot \sin \delta_1 = \frac{4 \frac{2}{3}}{72} \cdot \sin 36^\circ 40'$$

$$= \frac{14}{72 \cdot 3} \cdot 0.597 = 0.0387,$$

$$x = 2^\circ 15', \text{ 錐削角度 } \angle = \delta_1 - x = 36^\circ 40' - 2^\circ 15' = 34^\circ 25',$$

$$\operatorname{tg} y = \frac{k}{r_1} \cdot \sin \delta_1 = \frac{4}{72} \cdot \sin 36^\circ 40' = \frac{4}{72} \cdot 0.597 = 0.0332,$$

$$y = 1^\circ 55', \text{ 車削角度 } \angle = \delta_1 + y = 36^\circ 40' + 1^\circ 55' = 38^\circ 35'$$

$$\text{齒輪 (II)} \quad \text{錐削角度 } \angle = \delta_2 - x = (\alpha - \delta_1) - x$$

$$= (60^\circ - 36^\circ 40') - 2^\circ 15' = 21^\circ 5',$$

$$\text{車削角度 } \angle = \delta_2 + y = 23^\circ 20' + 1^\circ 55' = 25^\circ 15'.$$

關於特種機上，製削錐齒輪，亦有需釋明者。見圖 254。

1. 外齒角度  $\beta = 90^\circ - y = 88^\circ 17'$ 。

2. 內齒角度  $\gamma = 90^\circ + \delta_1 + y = 139^\circ 51'$ 。

3. 齒頂圓對徑 = 分齒圓對徑 +  $2k' = 150 + 2k \cos \delta_1 = 154$  毫米。

$$\text{此處 } \cos \delta_1 = \frac{k'}{k}, \text{ 而 } k' = k \cdot \cos \delta_1.$$

4. 齒跟圓對徑 =  $150 - 2f' = 150 - 2f \cdot \cos \delta_1 = 145$  毫米。

$$\text{此處 } \cos \delta_1 = \frac{f'}{f}, \text{ 而 } f' = f \cdot \cos \delta_1.$$

5. 其高度  $h$ , 吾人照圖 254, 計算如下:

$$\sin [90^\circ - (\delta_1 + y)] = \frac{h}{z}, \cos y = \frac{b}{z}, z = \frac{b}{\cos y},$$

$$h = \frac{b}{\cos y} \cdot \sin [90^\circ - (\delta_1 + y)] = \frac{20}{0.999} \cdot 0.76 = 15.2 \text{ 毫米}.$$

其第二齒輪之尺寸, 亦以同樣情形計算之。

### (C) 平面銼床

簡單銼床之構造, 其最弱處, 是為矩台, 在中型機, 常用叉桿把持之, 重型機, 復用一種掌軸, 對床之底盤支掌之 (圖 232-233 內之  $S, s$ )。惟本篇之平面銼床, 於矩台之弱點, 可完全避免, 其十字溜板  $LQ$ , 直導行於箱式之床上, 故此機可用於重大之平面銼工 (圖 256)。此機工作台, 無升降設備, 故機上之銼刀, 必須可以調整高底。其銼軸  $F$ , 係旋轉於溜板  $F_1$  之軸承內, 在柱  $S_1$  上, 可移動并壓緊之。銼刀軸, 亦用對支承, 或抵座  $R$  支持之。彼在  $S_2$  上, 亦可移動及壓緊。為使銼軸承與抵座, 便於一致置平, 故銼軸溜板, 復由橫臂  $Q$ , 與抵座結合。由此種結合, 并可使機架, 格外穩固。銼軸曳動, 係發源於單帶輪  $B$ , 經過級齒輪傳動機關, 與軸 I、錐齒輪 1, 2 及正齒輪 3, 4 而達於銼軸。

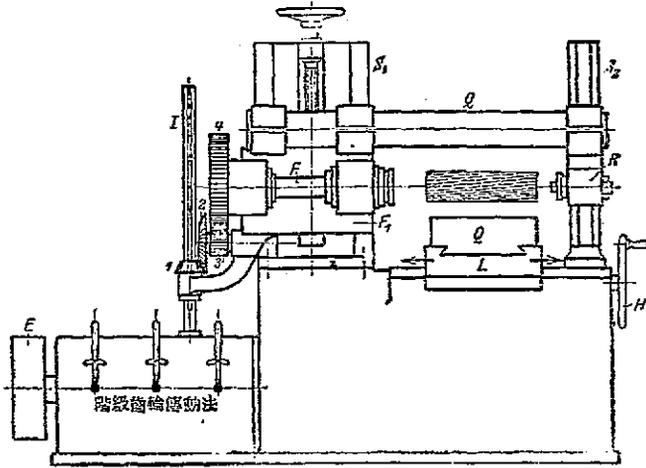


圖 256 平面銼床

乙 立式銼床

立式銼床之顯明區別，即在於具有垂直之銼軸，有若干工作，如銼槽，銼圓（圖 257—258），用此種機，實較臥式銼床為便利。其頂蓋聯動機關，與銼軸之位置交叉，因此曳動方法，較為繁複。首由頂蓋引帶 1（圖 259），引動跟下之聯動機關 I，復經階級帶輪 2，越開關聯動機關  $\frac{r_1}{R_1}$ ，或  $\frac{r_2}{R_2}$ ，以曳動銼軸，使具有 8 種速率。

其銼軸  $F$ ，係旋轉於銼軸溜板之軸承內，搖轉手輪  $h$ ，可使銼刀，依照量尺，精密的鑽入工件，至相當深度。

立式銼床之工作台，與簡單銼床之台，具有同樣之功用及設備。其用以升高工件之位置者，由短台所組成，縱行溜板  $L$ ，用以使工件旁移，而橫溜板  $Q$ ，用以橫移，并橫行推進。至於銼圓，當然尚需要一種圓台  $D$ ，

此係用樞裝於橫溜板  $Q$  上 (圖 260)。此機亦可依照樣板, 鑄製非圓槽。  
 樣板  $S$ , 裝於工件下之鉗緊軸上, 由  
 一種重錘, 對導棒  $K$  而牽制之 (圖  
 260 - 262)。

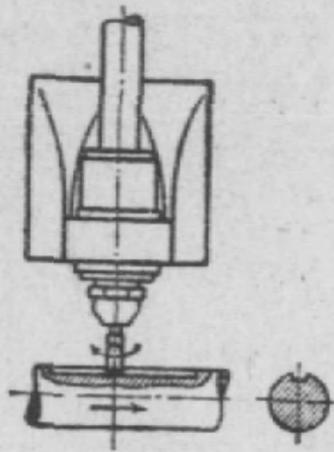


圖 257 鑄槽

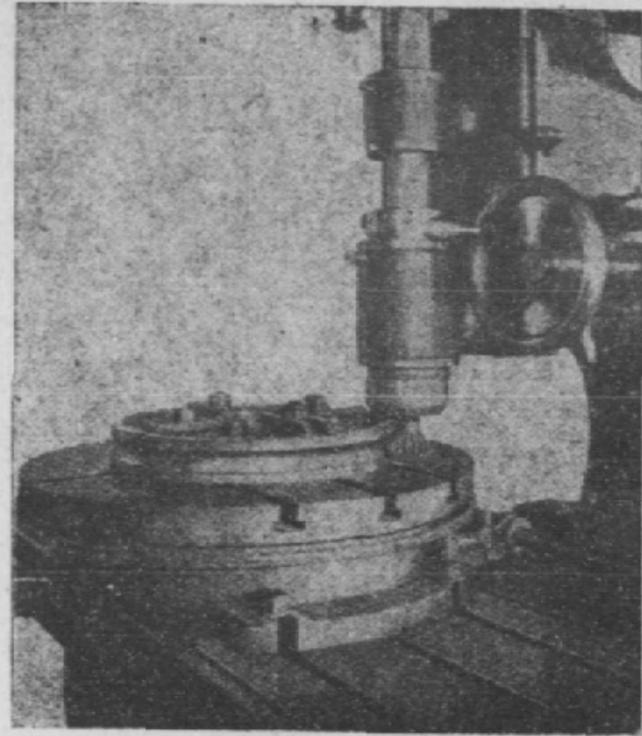


圖 258 鑄圓

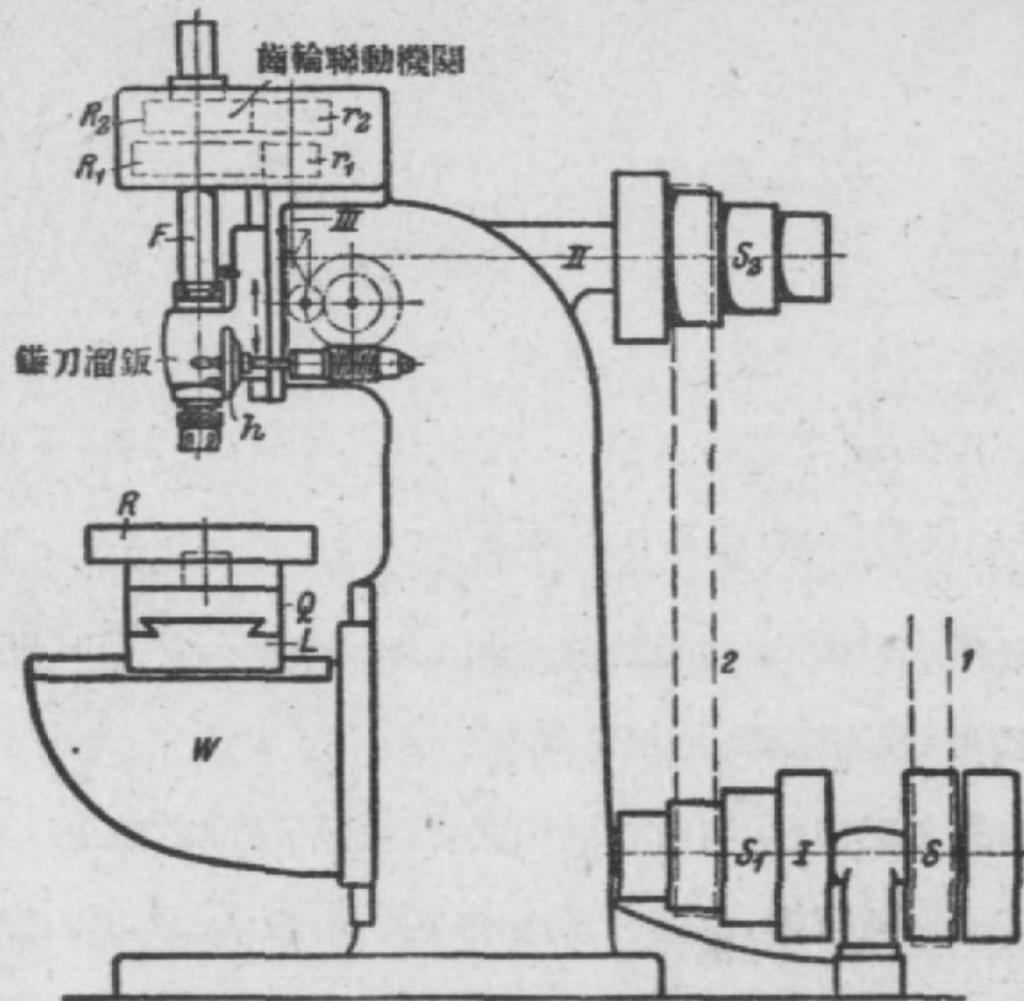


圖 259 立式鑄床

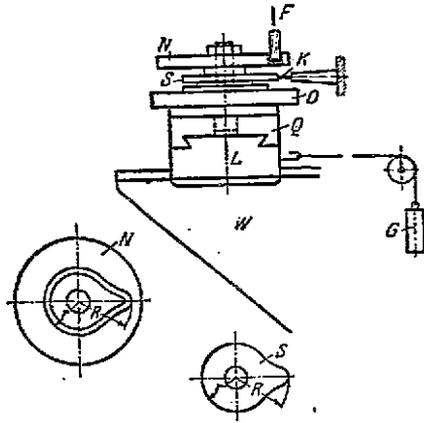


圖 260—262 照模型仿製

丙 特種銼床

(A) 楔槽銼床

楔槽銼床之主要工作，為銼製軸內之楔子槽。其銼軸裝置，或為垂直，或為水平式。垂直軸之缺點，銼屑常存槽內，刀齒研磨，易於鈍損。反之，在水平軸，則屑易墜落。垂直軸之主體運動，係由縱軸 1, 2, 經過斜軸 3, 4, 傳導而來。平軸之運動，經由輪 1', 2', 直接得自縱軸。

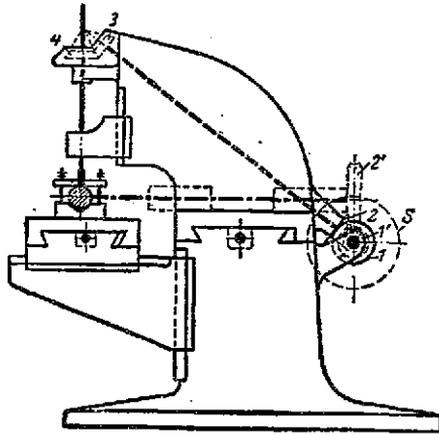


圖 263 楔槽銼床

關於縱行推進，係縱行溜座，導行於箱式床上，而由導軸曳動之(圖 263)。至於銼台，亦有十字溜板，以調整位置。

### (B) 範型銼床

範型銼床(圖 264-265)，乃一種銼機，一如範型車床，照樣銼而工作。在機車廠，係用以製造大量推桿及轉軸。將多數桿鉗緊於銼台，而向銼刀推進。於是，遂仿原樣頭，幹之形狀而銼成。其模型或樣板，用螺釘鉗於台之右邊，銼軸溜板之導棒 *K*，即支於其上。在縱銼時，其樣板(圖 265)，導銼軸溜板 *F*，恰合原件模型而升降，遂銼成與原件同型之工件。設將原件，反轉鉗裝，則兩邊即銼成同一形狀。

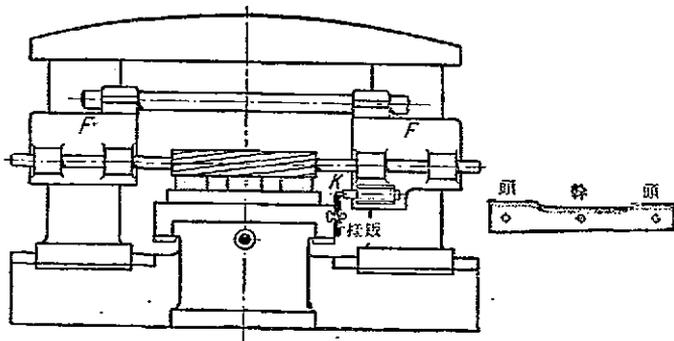


圖 264-265 範型銼床

### (C) 鑄圓銼床

鑄圓銼床之構造，模仿車床而成。其工具為一種模銼刀，適合所擬銼成之式樣(圖 266)。故此種銼床，最宜於製造大量同樣工件。惟其所用刀具之鋼，甚為昂貴。故自車床之模車刀，採用高速度鋼以來，多數工作，仍屬於車床範圍之內。

主體運動，為模鐵刀  $f$ ，一如車床，由車頭曳動之。當銼削工件圓周時，若為鑄鐵，必須以  $\delta = 20 - 60$  毫米/分之速率，旋轉推進，以碾過鐵刀。至於工件，則緊裝於貫物軸  $d$ ，而用手輪  $h$ ，調整其與鐵刀之距離。貫物軸之推進，由變換齒輪  $r_1 - r_3$ ，錐齒輪  $r_4 - r_5$  及蝸輪軸  $r_6 - r_7$  所曳動。

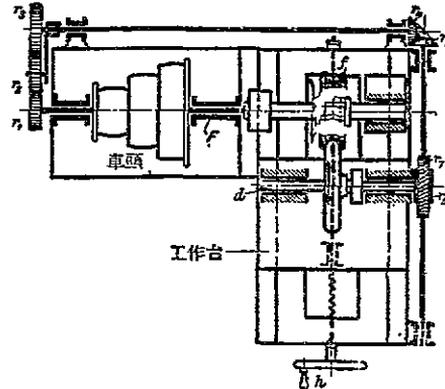


圖 265 圓周銼床

此種銼床，僅需調整工件位置之手續。至於銼削工件之型樣，無須手工協助。因此管理人工，可以減省，在車床邊，可由工人附帶管理。專職者，每人可管 4-6 部。

$$\text{工作時間} = \frac{\text{工件周圍}}{\text{工件速率}} = \frac{\pi \cdot d}{\delta} \text{ (以分計)}。$$

#### (D) 螺紋銼床

螺紋銼床之刀具，亦為模鐵刀，且恰合螺紋槽之形狀。此刀須照所銼紋之斜度而斜置。因須使銼紋側面潔淨，故銼刀齒尖，互相交錯 (圖 267)。惟此法祇能銼梯形及尖紋耳。

此機銼削螺紋，一如銼削斜紋，而需要 3 種自動運動：

1. 鐵刀之旋轉主體運動，在圖 268 內，係由帶輪  $a$ ，經錐齒輪，以達於鐵軸  $F$ 。其鐵軸溜板，必須在角度  $\alpha$  下斜置。

2. 因工件之一種徐緩的旋轉運動，遂使鋸刀繞軸而鋸成螺紋。



圖 267 鋸紋刀

3. 關於螺紋之傾斜度，由鋸刀之直行推進<sup>2</sup>完成之。與在車床上，車削螺紋之情形相同。

因與車製螺紋，同一情形，故鋸刀亦必須在工件之每轉，依螺紋斜距，向<sup>2</sup>方推進。其旋轉運動<sup>1</sup>，為曳動螺軸之車頭。而鋸刀之直行推進<sup>2</sup>，係由車頭，經變換齒輪 $r_1-r_3$ 及導軸 $L$ 所曳動。變換齒輪之比率，亦為

$$\varphi = \frac{\text{所鋸紋斜度}}{\text{導軸紋斜度}} \text{ 或 } = \frac{\text{導軸紋數}}{\text{所鋸紋數}}$$

由上一切，可知螺紋鋸床之構造，全與車床相似，僅用鋸刀，代替車刀耳，此外，唯於床之背後，多一曳動鋸刀之設備耳。

鋸製螺紋法之優點，即為螺紋經一度鋸削，遂完全成就。吾人如欲使所鋸之紋，更臻精密，則必須照紋之斜度磨淨之。螺紋鋸床之工作時間，與所鋸軸之長度 $L$ 及其周圍 $\pi \cdot d$ 相關，并加以軸之圓周速率 $\delta$ 及螺紋斜距 $s$ ，即

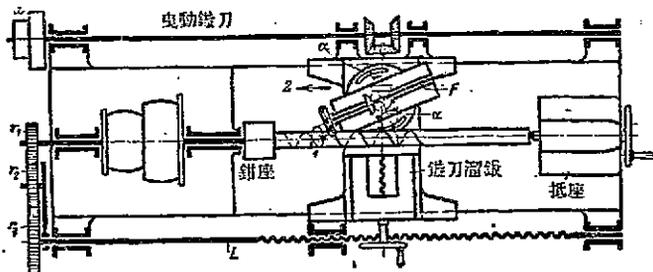


圖 268 螺紋鋸床

$$t = \frac{\pi \cdot d}{s} \cdot \frac{L}{s} \text{ 爲單根螺紋,}$$

$$t = \frac{\pi \cdot d}{s} \cdot \frac{L}{s} \cdot z \text{ 爲多根螺紋 (} z \text{ 爲根數).}$$

### 例 題

所鑽軸  $d = 60$  毫米, 長爲 900 毫米, 係單根螺紋, 螺紋距爲 15 毫米。軸之圓周速率爲 120 毫米/分, 導軸之紋距爲 25 毫米。試算其工作時間, 并配合變換齒輪。

$$\text{工作時間 } t = \frac{\pi \cdot d}{s} \cdot \frac{L}{s} = \frac{\pi \cdot 60}{15} \cdot \frac{900}{120} = 95 \text{ 分,}$$

$$\text{變換齒輪 } \frac{r_1}{r_3} = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = \frac{24}{40},$$

即  $r_1 = 24$  齒,  $r_2 = 30$  齒,  $r_3 = 40$  齒。

### (E) 齒輪銼床

在齒輪銼床, 其銼刀, 係裝於溜板  $F_1$  之鑽軸  $F$  上, 而在柱  $S'$  上, 可以導行。用手輪  $H_3$ , 可調整溜板之高低位置。銼刀之曳動, 係由階級帶輪 1, 經錐齒輪 2-7 及正齒輪 8-9 (圖 269) 而來。此處之鑽軸  $F$ , 須可斜置, 故必照圖 79-80, 將傳動軸 (即 5, 6 所貫之軸), 置於轉盤樞之中心。其工件齒輪  $W$ , 裝緊於圓台之貫物軸, 并用手輪  $H_2$ , 依齒深度, 調整其位置。

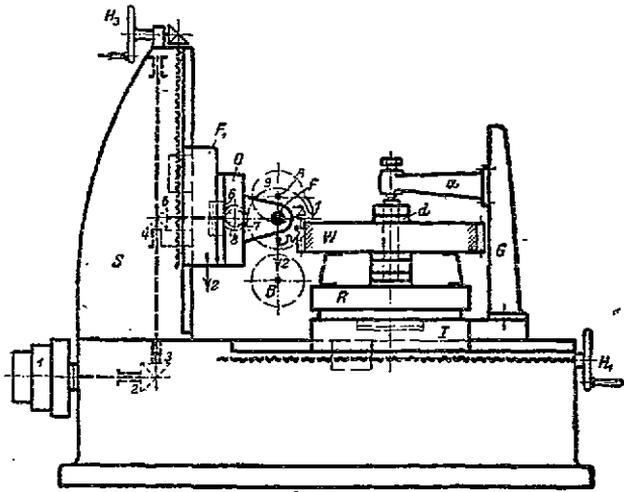


圖 269 齒輪銼床

齒輪銼床之工作，或照分銼法，或照軋銼法。在分銼法中，其刀具係一種盤形銼刀，邊緣式樣，一如齒槽形狀。當銼齒槽時，銼刀以相當切削速率，向 1 方旋轉。此時溜板  $F_1$ ，借銼刀向 2 方緩緩推進，越過齒輪。及至 B 處，由一種撞擊機關之作用，使溜板迅速的向 A 點回駛（圖 130）。在回駛之終點，又對一種分齒機關撞擊，使所銼輪 W，向 3 方轉動一齒距（圖 270）。故在分銼法中，銼刀在實際上，係斷續工作，於每次銼削後，必將齒輪從新分割。吾人使座柱 S，在床上迴轉  $90^\circ$ ，可使軸 F 之頂端，



圖 270 用盤形銼刀分銼法

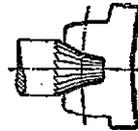


圖 271 用指形銼刀分銼法

與齒輪  $W$  相對。照此種裝置，亦可用頂頭鏟刀，或名指頭鏟刀，依分鏟法，鏟製齒輪（圖 271）。

在軋鏟法中，其刀具為一種蝸軸形鏟刀（圖 272 A, B）。此種鏟法，係由蝸鏟刀，與所鏟輪，自動共同工作而成。當鏟削時，蝸軸形鏟刀，向 1 方作旋轉運動，同時所鏟之輪，亦向 3 方，作徐緩的旋轉運動，而鏟刀

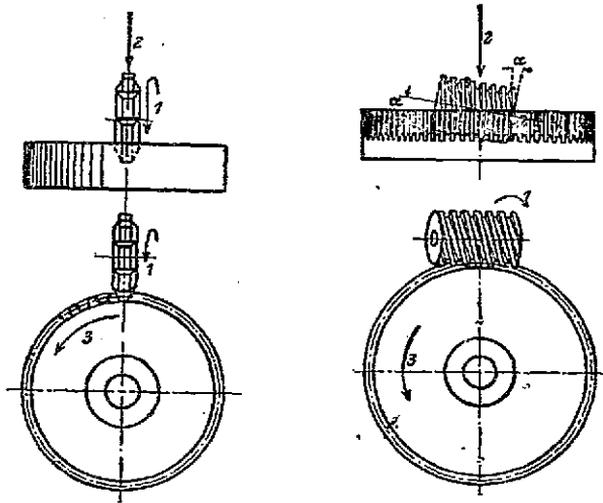


圖 272 A 照軋鏟法鏟製正齒輪

復同時向 2 方，徐緩推進。此種情形，吾人可想像其為一種蝸輪軸傳動器，以鏟刀為蝸軸，所鏟輪為蝸輪。其各個的轉數，可以計算蝸輪軸法計算之。至於蝸軸螺紋之根數  $z$ ，在計算時，亦當注意及之。

因蝸軸形鏟刀，為螺旋紋，故無論所鏟為正齒輪，抑為螺旋齒輪，必須利用轉盤  $D$ ，使鏟刀置於相當之斜度  $\alpha$  位置。當工作時，所鏟輪旋轉

一周，其周邊之齒均已鑄着，迨鑄刀由  $A$  至  $B$ ，則全輪之齒，亦即完成。

照圖 273 A，為鑄削蝸齒輪之方法，除鑄刀與所鑄輪之旋轉運動，與上相同外，其所鑄輪，并由台向上徐緩推進，以鑄成適當深度，最佳宜有撞擊停止器之設，俾保證深度之準確。

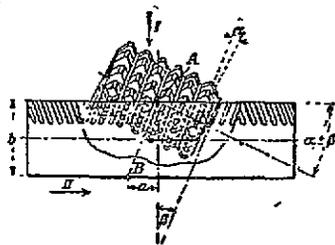


圖 272 B 照圖鑄法鑄製螺旋齒輪

照圖 273 B，為鑄製蝸齒輪之另一方法。其錐頭之蝸軸鑄刀，自右向左，徐徐推進，同時迅速的旋轉，迨推進至末端位置，全輪之齒，即行完成。至於鑄刀之旋轉主體運動及齒輪之旋轉推進運動，與前相同。此法所應注意者，鑄刀之中心與所鑄輪中心之距離，必須準確，因其關係齒之深度。此法之特點，即在兩中心距離校準後，鑄台無須向上推進，仍能保證準確。

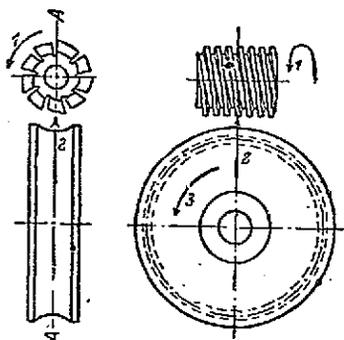


圖 273 A 用蝸輪鑄刀鑄製蝸輪法

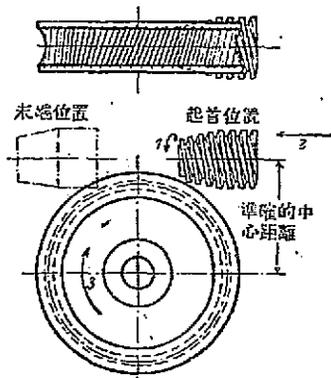


圖 273 B 用錐頭蝸輪鑄刀鑄製法

## 第四章 磨床

### 甲 修平磨床

修平磨床，今日在製造工程上，已佔甚重要之位置。凡工件需要高度準確性者，惟在磨床上，可達此目的。因所磨物面，形狀之不同，又分數項：用以磨圓體者，名圓體磨床。用以磨平面者，名平面磨床。而用於特種工件者，名特種磨床。

#### (A) 圓體磨床

一種工件之磨圓，需要 3 種運動：

1. 磨輪之旋轉主體運動。輪為金剛砂製。
2. 工件之旋轉推進運動 I。
3. 工件或磨輪之直行推進運動 II。

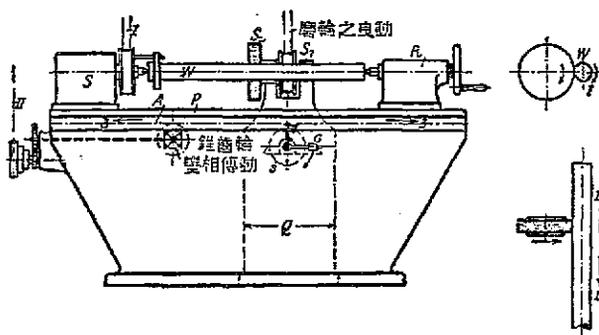
在工件可作圓轉運動者，推進 I 及 II，可由工件自身完成之。在廣大工件，不便圓轉者，則磨輪必須完成全部的 3 種運動。因此，吾人又分為：圓轉工件之圓體磨床及廣大工件之圓體磨床。

#### (a) 圓轉的工件之圓體磨床

在圓轉工件之圓體磨床 (圖 274-276)，係將工件  $W$ ，一種樞或軸，支持於車頭  $S$ ，及抵座  $R$  之兩錐間。其旋轉推進 I，由車頭引帶 I 所曳動。縱行推進 II，在此處為羅通式，由引帶 II 曳動，使磨台  $A$  導行，并由錐齒輪變向傳動機關而回駛。為磨琢錐體工件之用，而有可轉鉸  $P$ ，裝於台上， $S$  與  $R$ ，更裝置於  $P$  上。用此，可將工件，照錐體角度而斜置 (圖 161)。磨輪  $S_2$ ，係裝於磨輪溜座  $S_1$  之磨軸上，而由一引帶，使其以每

秒鐘 25—35 米之速度而旋轉。用一手輪，可調整在橫床 Q 上之磨軸高座，使磨輪  $S_2$  接近工件。至使所欲磨耗，合於標準之機關，則用調整盤 s，依照尺寸，由重錘 G 控制之。欲使磨成工件，保證準確，尤須有以下之設備。

1. 所磨工件，須由多數之彎腳墊（圖 277）支持之，以抵抗磨琢之壓力。
2. 需用多量冷水沖澆，以免因磨琢所發之熱，并沖去磨下之細屑。
3. 抵座之套筒，須用螺旋彈簧擊持之，以防工件因磨熱而膨脹。



- 圖 274—276 圓體磨床

凡需要磨琢之工件，當在車床精車時，必須照成品尺寸，放寬 0.5—0.8 毫米。然後在圓磨床上，每次磨深  $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{100}$  毫米，往復多次，以至合於規定之準確尺寸。

在南第式磨床，其磨輪并具有縱行推進運動 II。但此種機，在工作時，因磨輪旋轉迅速，

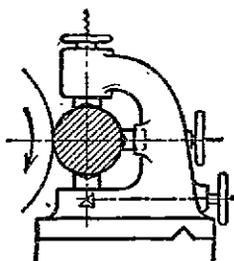


圖 277 彎腳墊

常易引起顫動，而影響精密程度，且尤需要，精而且長的磨軸溜座之導軌。

(b) 廣大的工件之圓體磨床

在廣大的工件之圓體磨床(圖 282—287)，其磨輪必具主體運動，并完成推進運動 I 及 II，而工件則并無圓轉運動。例如，磨一圓筒之內壁，則磨輪必須照圖 278—279，着於筒內圓周之壁，簡言之，磨輪軸應在  $e = R - r$  之位置，并在筒內向 I 方圓轉。同時，磨輪并向 II 方，作升降之遊動。凡磨圓樞軸，必須照圖 280—281，其磨輪 S，繞樞軸外圓，簡言之，磨輪軸在  $e = R + r$  位置，向 I 方圓轉，并向 II 方，作升降的遊動。

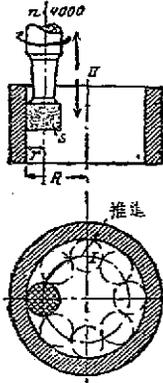


圖 278—279 筒管類之磨法

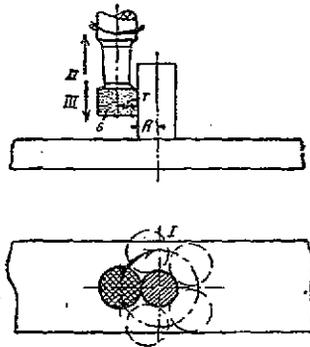


圖 280—281 樞軸類之磨法

此種磨床之磨輪軸，在其移調範圍內，必須能調整，置於任何位置，且須具備 3 種運動：

1. 磨輪之主體運動，以  $v = 25 - 30$  米/秒之速率而旋轉。

2. 在半徑  $e$  之圓軌道上，作一種圓遊運動 I，繞工件之內圓或外圓環行。
3. 在工件之縱行方向中，作升降運動 II。

## (I) 全能磨床

爲磨琢廣大工件用之全能磨床 (圖 282)，其垂直之圓行軸，具備 3 種運動，而偕同軸溜板，在機座上，向 II 方上下遊動。磨輪軸，係由引帶 1 所曳動，而用上端手輪，調整其偏距  $e$  之位置。磨輪軸  $s$ ，旋轉於調整圓筒偏心之孔內，而  $A$  又裝於旋轉圓筒  $B$  之偏心處。由此兩重偏心設備，可使軸  $a$  (圖 283)，用手輪，將其自 0 點至  $e$  點之偏距界限內，置於任何位置。例如，磨一機關桿之樞，則圓轉之軸，所在位置  $e = R + r$ 。其圓轉

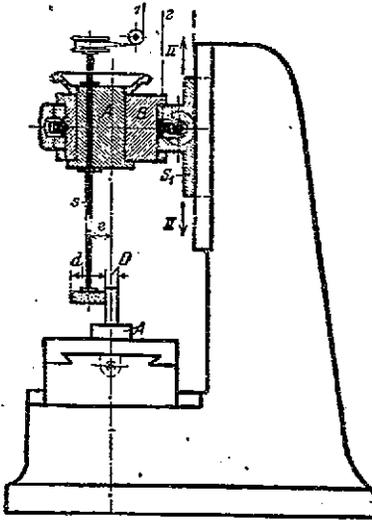


圖 282 全能磨床

敏捷之磨輪，然後如圖 280—281，向 I 方繞樞而圓轉，并向 II 方，上下遊動。設所磨工件，爲圓筒內圓，則圓轉之軸，所在位置  $e = R - r$  (圖 278—279)。在此處，磨輪於筒之內圓，除完成圓轉運動 I 外，亦向 II 方，作上下遊動。至於工件

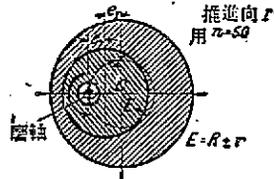


圖 283 圓磨位置調整法

磨面爲平面者，在此機上，當然亦可磨琢（圖 284—285）。此種磨平面工作，其磨輪軸，當然無需圓轉運動。即  $e=0$  之位置，如是，磨輪軸  $S$ ，在  $B$

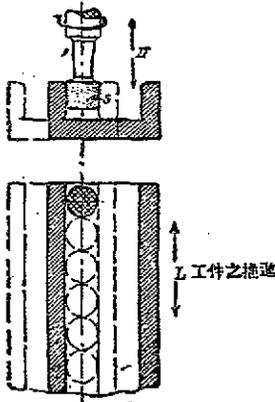


圖 284—285 平面磨法

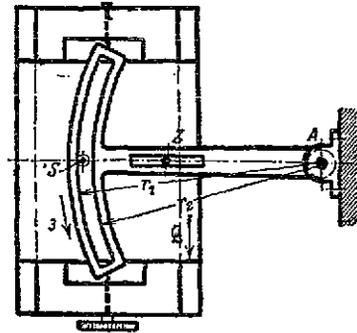


圖 286 弧形槽之磨法

之中心旋轉。工作時，磨輪在此種位置，接觸於工件之直線側面，不斷的旋轉，并向  $\Pi$  方，上下遊動（圖 284—285）。同時，工件由工作台，向  $I$  方推進。

機關弧槽之磨琢，亦需要工作台之輔助（圖 286）。其圓轉軸，仍在  $e=0$  之位置。而工件，必須由工作台之橫溜板  $Q$ ，繞樞  $A$ ，在半徑  $r_1, r_2$  之位置，以磨弧面。此處之磨輪，亦上下遊動。

### (II) 氣筒磨床

氣筒磨床（圖 287），亦具有 3 種運動，并同樣的，用圓轉軸，旋轉於溜板之軸承內，其構造式，係用斜調整筒  $A$ ，調整磨輪，使與圓氣筒之內壁相接，復經圓筒  $B$  之旋轉，作圓轉運動。設所磨氣筒之對徑較小，則

將調整圓筒  $A$ ，向右移置，如較大，則向左移置。磨輪軸之主體運動，由引帶曳動，其旋轉筒  $B$ ，由引帶 1 及蝸輪軸所曳動。於是，磨輪軸作旋

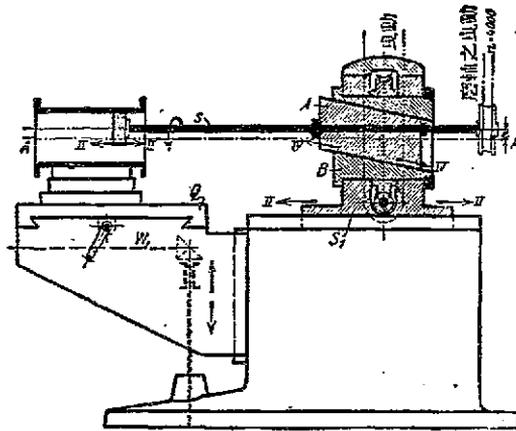


圖 237 氣筒磨床

轉運動，而圍行於半徑  $e$  之圓軌道內者，是為推進運動 I。磨輪溜座  $S_1$ ，導行於床座，向 II 方不斷的作往復運動。工作台在此處之用途，僅用以調整高低，使氣筒中心線，與  $B$  之中心線，成一直線，即  $AA$  線也。因此，需要一種升降及橫移之設備，即由矩台  $W$  及橫溜板  $Q$  所組成。

### (B) 平面磨床

平面磨床(圖 238)係用以磨琢直線平面之工件。其磨輪為平盤者，係應用於精工機，若為盆形盤，或瓣形盤，則應用於粗工機。平盤磨輪，多裝置於水平的磨床，而盆形或瓣形者，則裝置於垂直式機。凡用平盤，以磨平面者，照圖 238-239，需要 3 種的自動運動。

1. 磨輪之主體運動,
2. 工件之直行推進 I,
3. 磨輪之往復橫行推進 II.

在磨平面時，磨輪必須在工件上，橫行推進，故精密磨床，極似鉋床。其工件，由工作台 *T*，在磨輪下，向雙方以同等速率推進。磨輪係裝於橫梁 *Q* 上，吾人可調整其距工件之高度，至於些微差距，則用搖肘 *K* 調整之。橫行推進 II，為磨輪之往復運動。此處由搖核 *a*，操縱變向機關 *w*，使導軸回動。於是，工件在左右遊動的磨輪下，以同等速率，往復行動。工作台之曳動機關，與鉋床之設備相似，但無加速之回動耳。

凡用盆形磨盤磨琢者，係將盤之邊緣平面，覆於工件上而旋轉。盤與底盤之結合法，

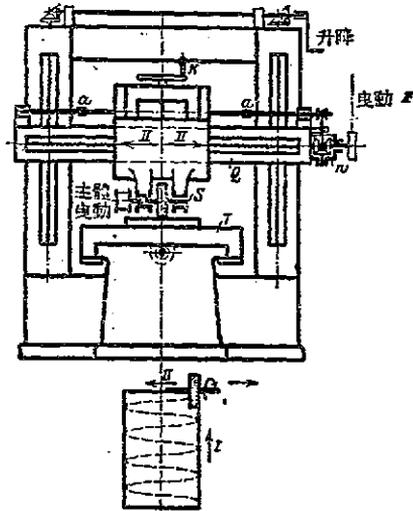


圖 288—289 水平的平面磨床

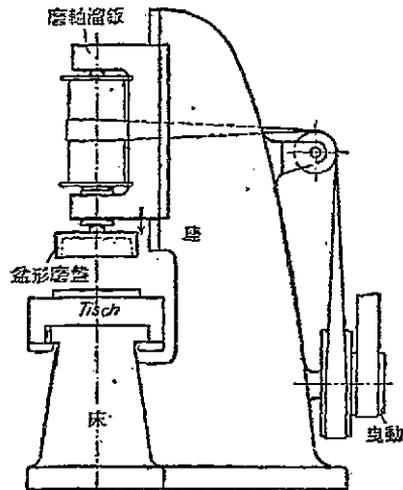


圖 290 垂直的平面磨床

係用環  $r$ ，而以螺釘壓緊之(圖 291)。至於瓣形磨盤，則用楔子  $k$ ，穿於隔板 I 及環 II 之間，而將在 I, II 中間之磨盤弄緊(圖 292-293)。

高度功率之磨床，其構造式，與立式鏟床，約略相似(圖 290)。其座式柱，裝置磨軸溜板，用以調整位置之高低，而在長床之上台，則用以推進工件。其型狀亦頗似立鉋床。

其垂直而可推移之磨軸的曳動，需要一種曲折引帶，以引動極長之引帶鼓。磨盤外，常加一罩殼，以阻磨屑之飛揚。台須有水溝，以瀉流水。其他導軌及台之周圍，均須鐵板籠罩，以阻砂屑及水霧之飛濺。

## 乙 特種磨床

### (A) 鞣輪環磨床

鞣輪環磨床，係將鞣輪環，磨琢精密，俾恰合鞣輪槽，不致發生動搖。照圖 294，需要 3 種運動。若與圖 288 比較，此

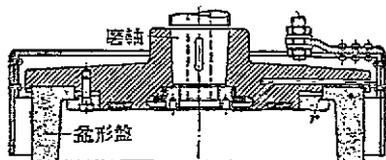


圖 291 盆形磨盤

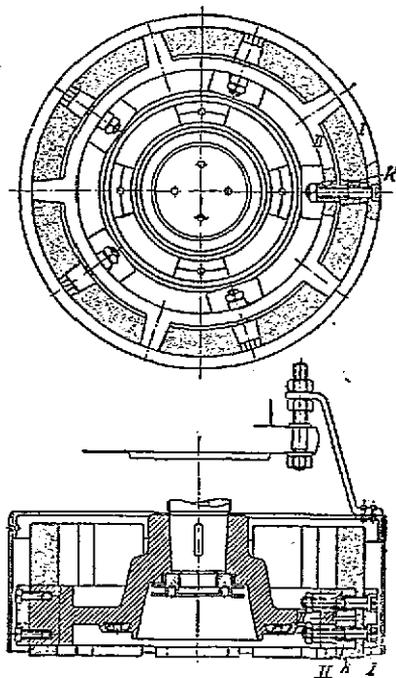


圖 292-293 盆形磨盤

處祇將其台之直行推進運動 I, 變作旋轉運動, 以便磨琢環狀平面耳。故此機, 需要一種轉盤 D, 在其上裝置電磁鐵, 將環吸緊。

此機之全體構造, 與立式車床相同。所異者, 祇將車刀所在之位置, 易為向 II 方往來遊動之磨輪耳。

此機最重要問題, 為徐緩旋轉之轉盤 D, 對動搖之防禦, 須有充分精密之設備。其旋轉樞, 因此常用雙層錐形襯筒, 顛倒裝置, 俾可精密調整。

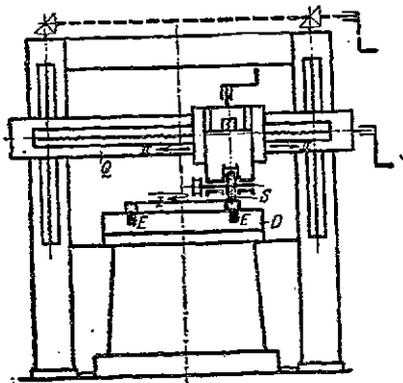


圖 294 精齒環磨床

(B) 齒輪磨床

齒輪磨床, 對於機車, 船舶及工具機械工程上, 佔有重要地位。其功用, 為修正齒側面, 使極度精密。凡齒輪旋轉愈速, 其噪音愈大, 而以齒式不精密為尤甚。且淬火之齒, 每易變形, 實為傳動時, 惹起衝擊及噪音之主要原因。吾人欲避免此種矛盾, 必須將齒磨琢。齒輪磨床之工作, 亦有分磨法及軋磨法。

在分磨法中, 磨輪之邊緣, 必須照標準齒式, 修製準確, 然後方能磨

琢鑽成及已經淬火之齒。且須時時用金剛鑽復修，俾不致因磨耗而變形（見圖 296）。

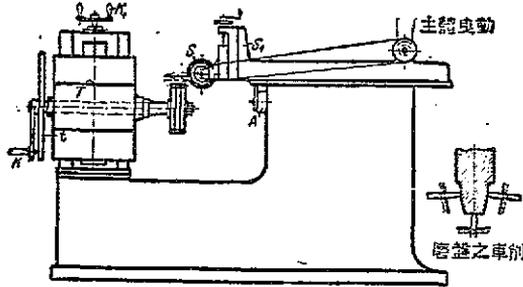


圖 295-296 齒輪磨床

在齒輪磨床，其磨輪  $S$ ，裝於衝擊器  $S_1$  之磨軸溜板上，作往復運動，以穿越齒槽，其狀態頗似牛頭鉋床。其工件（齒輪）可重疊多數，套於分配鼓  $T$  之軸上，并用分配盤  $t$  上之搖肘  $K$ ，繞規定數目之孔而旋轉，以分配齒距。齒輪齒距之分配，亦可如齒輪銼床，而需要自動之設備。

今說明其工作狀況如後：衝擊器導磨輪穿過齒隙。然在未達到齒輪之先，衝擊器尚停留片刻。此時，由 3 枚金剛鑽，將磨輪照樣版，車成標準齒式（圖 295-296）。於是，衝擊器繼續前進，以曾經修正之磨輪，磨

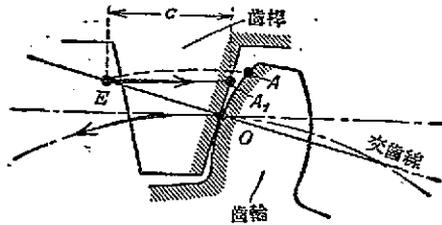


圖 297 磨法

琢齒槽側面及底面。當衝擊器，回駛至終點，則照分配法，將齒輪分割一齒距，其磨輪，則由一種機關，調整略低，并再用金剛鑽，如前法復車修正之。此種手續，須照輪齒數，一一施行。此種方法之缺點，為磨輪與齒槽之接觸面太廣，因此有發生強熱之危險，使淬火之齒，失去其效用。

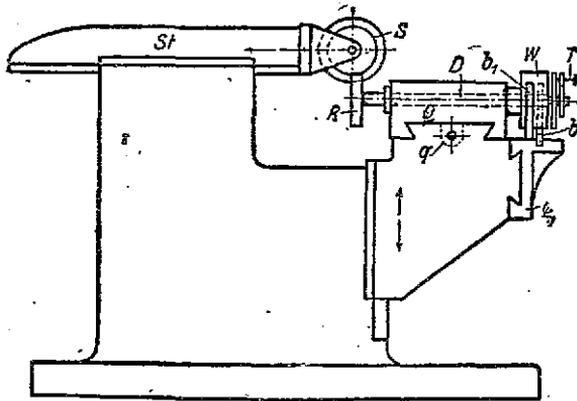


圖 298 齒輪磨床

軋磨法，需要一種簡單磨輪，在其邊沿，照漸伸線齒桿齒，車成 15° 斜角之側面（圖 297）。軋磨法之原理，說明於後：當磨琢齒側面， $O$  至  $A_1$  時，齒輪必須繞弧線  $E, A$ ，而向左轉，同時并繞漸伸線  $E, A_1$ ，而向右推移。因此，齒輪上所磨側面，為  $OA$  段，而磨輪上之接觸面，為  $OA_1$  段。

在軋磨機中，磨輪  $S$ ，亦裝於衝擊器  $St$  上（圖 298），由滑擺曳動，作往復運動。用金剛鑽 3 枚，將磨輪照所需要之標準式樣車成。然後將會經淬火，擬加磨琢之齒輪  $R$ ，套於軸  $D$ ，此軸貫於弧軋  $W$ 。 $W$  因具推進運動，故裝於橫溜板  $Q$ ，因具軋轉運動，故用 2 鋼皮帶  $b_1 b$ ，結合於台

Q<sub>1</sub>。由聯絡機關，使橫溜  
 飯，繞 A<sub>1</sub>E 向 2 方推移  
 (圖 299)，同時由變換齒  
 輪及蝸軸之傳動，使齒輪  
 R，繞 AE 而旋轉。在每次  
 從新磨另一齒前，須用分  
 配鼓，分割齒距。磨輪邊  
 緣，亦須時加修正，精密  
 檢驗，俾磨出之齒，保證  
 厚度之一致。

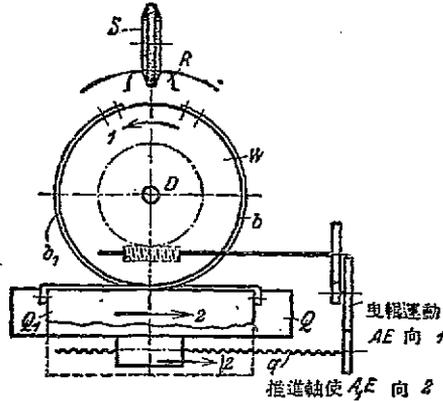


圖 299 磨齒機之磨台

### (C) 鋼珠磨床

鋼珠軸承之優劣，繫於單個鋼珠之是否精確，其對徑之微差，最高不得超過 0.001 - 0.002 毫米。現代大量出產之鋼珠，均以極少消費，而製成極度精密之成品。其製法，係以小而圓之鉻鋼桿，截成適當之長度，然後用冷法或熱法，銜成圓球，次之初度磨琢，再經淬火，再度磨琢，擦光，即完成矣。

鋼珠之磨琢，係以鋼珠磨床磨成之，而羅馬公司，發明之鋼珠磨床，最為巧妙(圖 800)。此機有一磨盤 a，繞平軸而旋轉。其貯珠處，則用金屬盤 b，而具有旋轉之溝。當盤 a, b，雙方合閉後，鋼珠即填滿於其中之溝內。在磨琢時，機每一旋轉，由指頭 c，將珠截留，入於珠之混合區內，至 d 處，復導入以次溝中。因此，每一鋼珠，均由悉數之溝中經過，照規定之大小磨成。繼用滾筒滾光，鋼珠即全體完成矣。

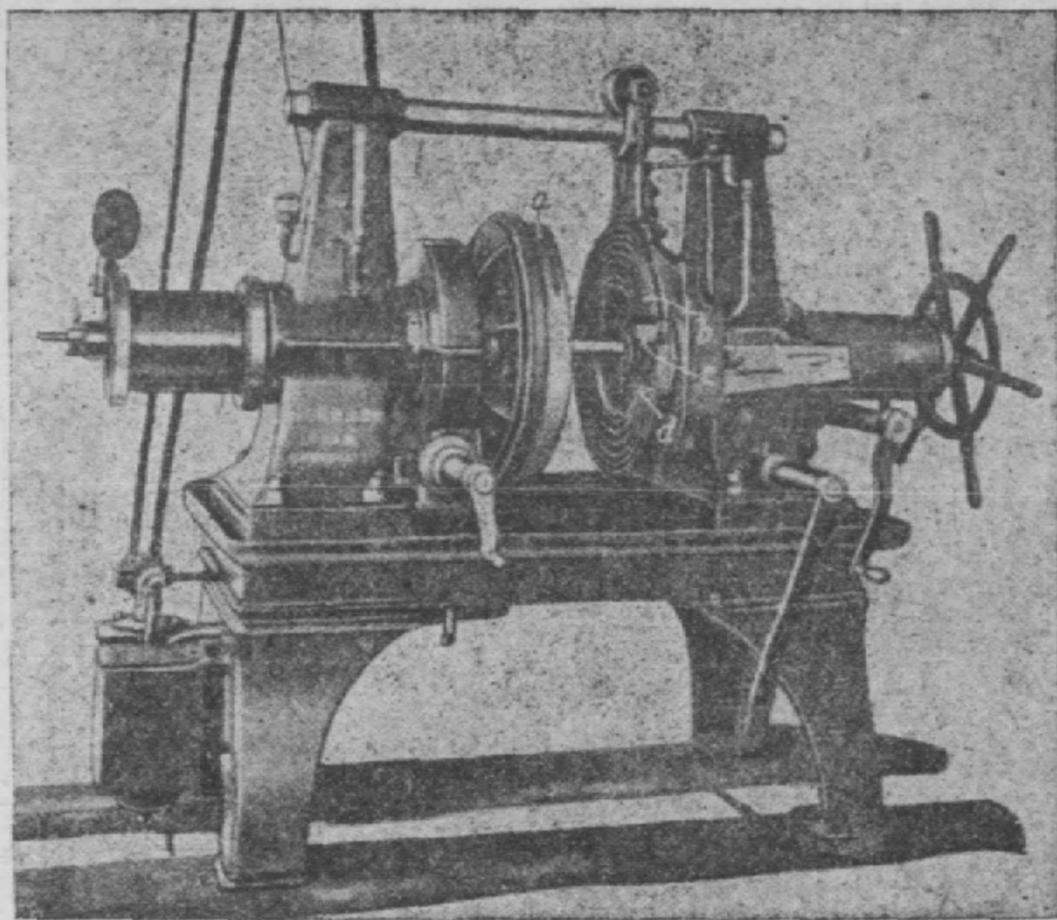


圖 300 鋼珠磨床

## 丙 工具磨床

工具磨床，係用以磨礪工具，蓋工具之利鈍，不僅關係機器之效率，抑且影響工作之良窳。故保持工具之鋒利，實為工具機中，必要工作。因此，工具磨床，遂為一般製造廠，所不可少之輔助機器（圖 301）。

工具磨床，最重要者，為磨礪鏟刀。因鏟刀係在全能鏟床製成，故工具磨床之構造式，與全能鏟床，極為相似。至於磨礪時之各種運動及需要之工作位置，亦與鏟削者相同。吾人僅將鏟刀所在之位置，易為磨輪耳。

因此，工具磨床，亦如全能鏟床，有一車頭，而由階級帶輪，曳動其磨軸。其磨輪，裝於急旋之磨軸，惟照鏟床之懸臂，則可不備。其工作台，

係由矩台  $W$ ，十字溜板  $LQ$  及轉盤  $D$  所組成。設吾人磨礪螺旋工具，則將轉盤斜置。

凡磨礪刀之齒鋒，應用平面磨盤，或盆形磨盤（圖 302-303）。在會車齒背之礪刀，則磨盤必須恰合齒槽，因此，需用碟式磨盤（圖 304）。為避免磨盤與所磨礪刀之接觸面太大而發熱，故常用磨盤之凹面，或錐形邊緣。無論在何種磨礪狀態下，所磨之刀具，必須安置穩定，因此，礪鋒之齒，需用一撐指支持之。螺旋礪刀之礪鋒，必具迴轉運動 1。當所磨礪刀，向 2 方接鋼碟式磨盤而前進時，由重錘  $G$ ，或撐指  $E$ ，使其轉動。至於磨盤亦當在角度  $\beta$  位置（圖 305-306）。

凡磨礪簡單工具，則應用磨軸另端所裝之磨輪（圖 301），其上具有可向 1, 2 方

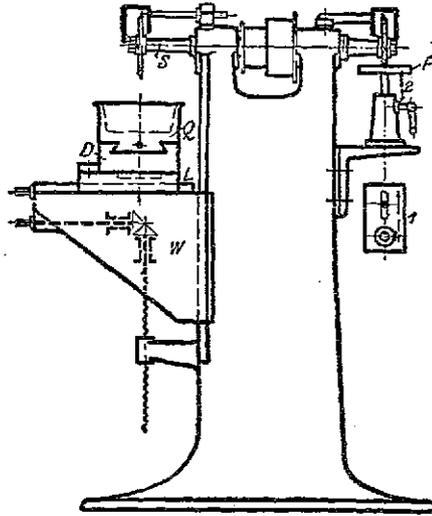


圖 30L 工具磨床

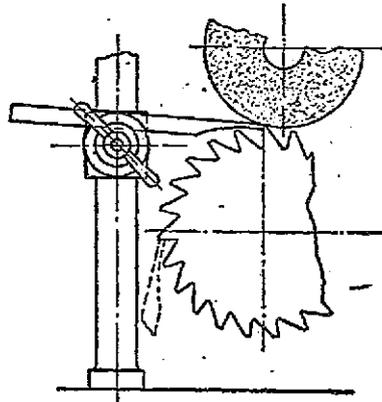


圖 302 撐指位置之正誤

移動之托板。多數尚附有保持架，以爲磨礪鑽頭之用(圖 307)。

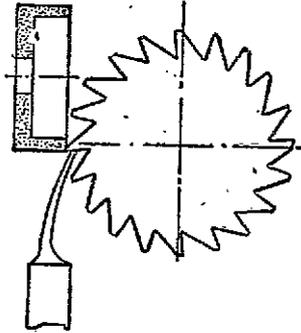


圖 303

用盆形磨盤礪鑽

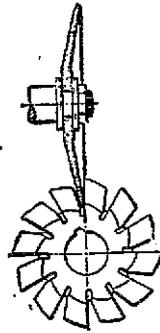


圖 304

用碟式盤礪鑽

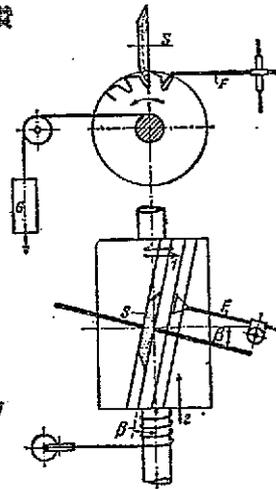


圖 305—306

螺旋鑽刀之礪鑽法

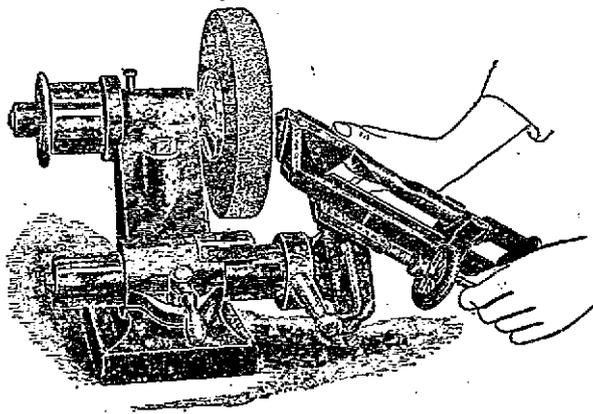


圖 307 螺旋鑽頭之礪法

## 第五章 製螺絲機

### 甲 迴輪床

迴輪床，具有螺旋樣筒及割刀扳柄（圖 308—309），此種機，製造大量螺絲，已有極佳之成績，較之螺絲車床，實已遠勝。

樣筒與刀具扳柄之構造，借鏡於車床上車製螺絲之原理，即車紋刀，於所車釘之每一迴轉，繞螺紋之斜距而推進。此機之推進機關，即為螺旋樣筒及刀具把柄尾端之螺母，於是無變換齒輪。

螺旋樣筒，裝於車頭軸之尾端，而螺母，則裝於刀具扳柄之推軸  $w$  尾端之臂上。樣筒與螺母，因所車螺紋之不同，須照樣隨時更換。其車刀，裝於車頭前端之刀扳柄內。在此處，且有時有小溜鉸之設備，以調整車刀之高低，但用調整螺釘  $b$ ，亦可調整。扳柄之一端，裝於推軸  $w$  之前端（圖 309）。

由此種平常結構，樣筒，螺母，車刀，遂完成割紋之工作。今說明其工作情形於後：當車頭軸旋轉時，將扳柄撤下，車刀遂接觸鉗於軌輪內之擬車螺紋釘。同時  $w$  尾端之螺母，與樣筒接合，因螺旋關係，將螺帽，連同  $w$  及扳柄，車刀，依樣筒螺旋斜距而推進。

螺帽與樣筒之接合，以執手  $H$  操縱之。工件割紋之長度，以調整螺釘  $a$  限定之，紋深以調整螺釘  $b$  限定之。例如在工作中，車刀向車頭駛去，當至規定長度，扳柄頭對  $a$  相撞，在此一瞥中，刀扳柄必須立即提起，并由強有力之螺旋彈簧，將其急速彈回，其情形，與圖 118 相似。在此處，環  $c$  之固定位置，即車紋之開端位置。

設車刀由內外行，則車頭軸必須倒駛，所擋之  $a$ ，即限制車紋之發端位置，而刀具扳柄之速回，必須  $c$  對後端軸承相擋。因此環  $c$ ，須固定於後軸承之內側，但為可任意使用起見，多數前後兩軸承內側，各裝一調整環  $c$ 。當工作時，車刀係由車頭向外行者，前端之環弛之，而將後端之環，固定於  $w$ 。

在此種車床上，常裝用立軸迴輪頭，以施其他工作，如鑽孔，車邊等。至於割斷，則用導軌上橫溜板之車刀執行之。

原料桿之鉗軋，常用圖 197 之軋輪。

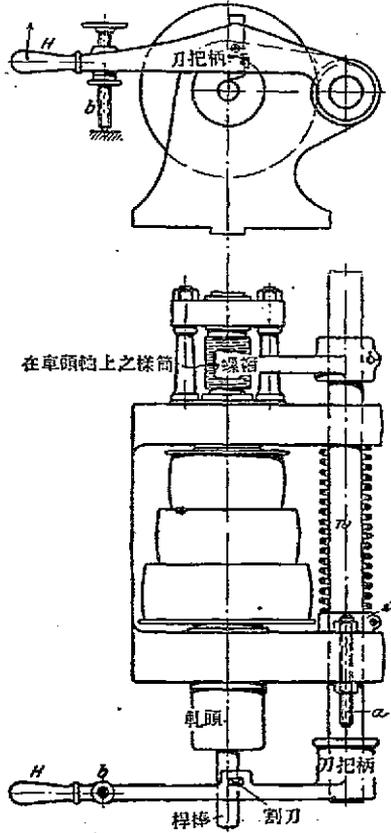


圖 308—309 樣筒及刀扳柄

### 乙 自動迴輪床

自動迴輪床，與螺絲車床及製螺絲機相較，亦佔相當地位，對於所知一切運動，均係自動。其具體螺釘，由原料桿一氣完成，見圖 201—203。

## 丙 割紋機

割紋機，為割製螺釘及螺帽之紋，其所以優於車床者，即為祇須一度割削，即能完成螺紋。因此，用此種機，可大量生產。

割製陽紋所用之刀具，為割紋顎，狀似割紋鋸。割製陰紋之工具，為螺紋鑽。刀具裝於割頭內，工件則鉗於鉗座。割紋之刀具，或具主體運動，或具推進運動。

照圖 310 之割紋機，係用旋轉割頭，即旋固於車頭軸端者，而由級帶輪及齒輪聯動機關所曳動。工件則鉗定於虎鉗式之鉗座內，而用十字手柄，推進及拉退。

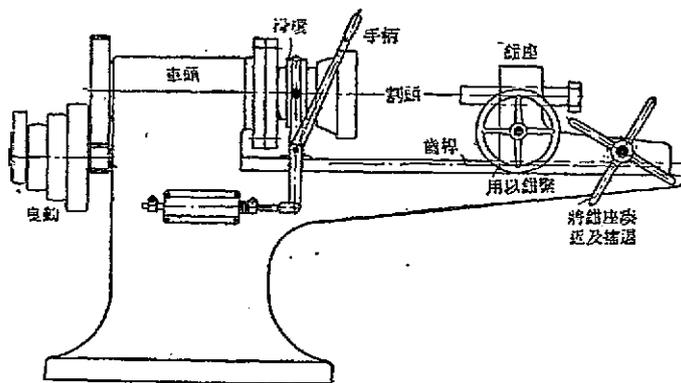


圖 310 割螺紋機

割紋機之主要部分為割頭(圖 311—315)。內有割顎  $m$  枚，導行於曾經淬火之  $U$  形鋼槽中，而用平盤  $a$  掩蓋之。其開，合，則用調整環  $b$  推移之， $b$  有 4 斜槽，割顎  $m$  所鑲之包頭  $k$  則導行於斜槽內。當調整環向左推移，則  $m$  互相湊合，環  $b$  向右，則  $m$  復行開敞。

保持  $m$  穩定於割削位置法，係由閉合機關，附帶完成。照圖 310，當手柄向右扳轉，則推環  $c$  前行，而將可轉的月牙鑿  $s$ ，繞  $d$  推轉，於是調整環  $b$ ，被推向前，而割紋顎  $m$ ，乃被壓閉合。此時  $m$  之位置穩定，在  $c$  未拉回前， $m$  無鬆退之虞。至於割紋深度，可由調整螺釘  $e$  調整之。

圖 316-317，為固定軋頭之構造式，其閉合環，以一種斜彎梗條之

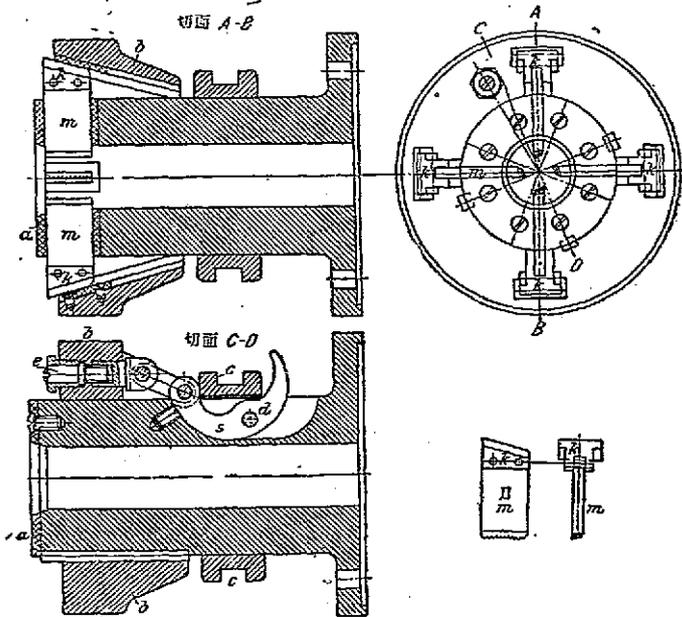


圖 311-315 螺紋割頭

作用，使割顎閉合。閉合環套於盤之中樞，顎之凹槽，即嵌於其彎梗條  $c$ ，并以蓋板覆蓋之。當手柄向右 (+) 扳轉，則割顎互相湊合，扳向左 (-) 轉，則割顎開張。

此種割頭，裝於鉗座，由導軸推移之。至於所割工件（螺釘），則鉗於車頭之軋箱，而具有旋轉主體運動。

割紋機較車床為優，上已述之，其工作簡單，功率甚佳，是其可取處。但螺釘需要巨大感受量及高度精密者，則此機當然不能與車床媲美。

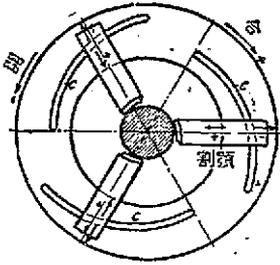


圖 316 閉合環

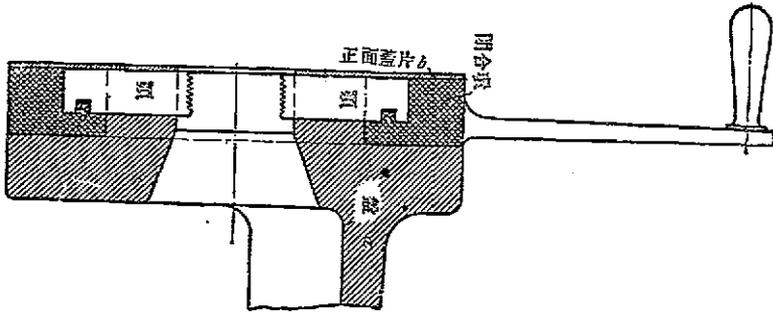


圖 317 固定割頭之構造

#### 丁 鐵紋機

吾人已知螺絲鐵床之工作，係用一種模型鐵刀，由機之導軸推進而鐵紋。並可以一人管理多機，而大量製造（見 155 頁）。

本章鐵機之特點，鐵刀係溝紋，而非螺旋紋（圖 318-319）。鐵刀溝紋之式樣，紋數及紋切面，與所擬鐵之螺紋符合，但無斜度耳。吾人鐵製螺紋時，若為陽紋，則將鐵刀嵌於軸體之外圓，設為母紋（即陰紋），嵌於孔之內圓。

其工作情形，照圖 318—319，溝紋鋸刀，具有旋轉主體運動，而裝於準確溜板之鋸軸上。其工件，必須與鋸刀同向（陽紋）或反向（陰紋）旋轉，以輾繞外圓或內圓。同時，溜板必須照螺紋斜距，縱行推進。其鉗座，則鉗軋工件，作旋轉的推進。紋之深淺，可由鋸刀橫行推移，以調整之。鋸刀之主體運動及工件之推進運動，均備有多種速率。

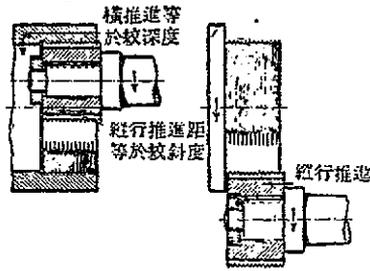


圖 318—319 溝紋鋸刀鑽螺紋法

戊 輾紋機

輾紋之法，係將圓釘，在壓力下，輾成螺紋。因此，釘之質料，必具延展性。因係輾壓而出，非由割削，故無銹屑產生。其刀具為 2 斜紋輾板，由鋼製成并淬硬。板上溝紋之截面式樣及斜度，係照所製螺紋製成（圖 320 A, B）。當兩輾板  $B_1$  及  $B_2$ ，相合輾動，則兩板間之圓釘  $G$ ，遂被斜紋，輾成螺紋矣（見圖 320 C）。此法功率極佳，最合大量生產，但螺釘需極準確者，輾紋不適於用。

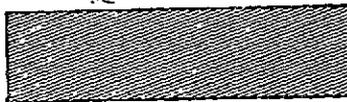


圖 320 A 左紋輾紋板

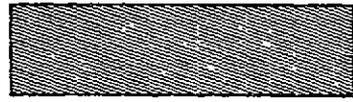


圖 320 B 右紋輾紋板

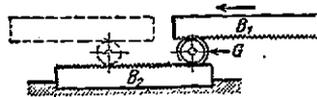


圖 320 C 輾紋法

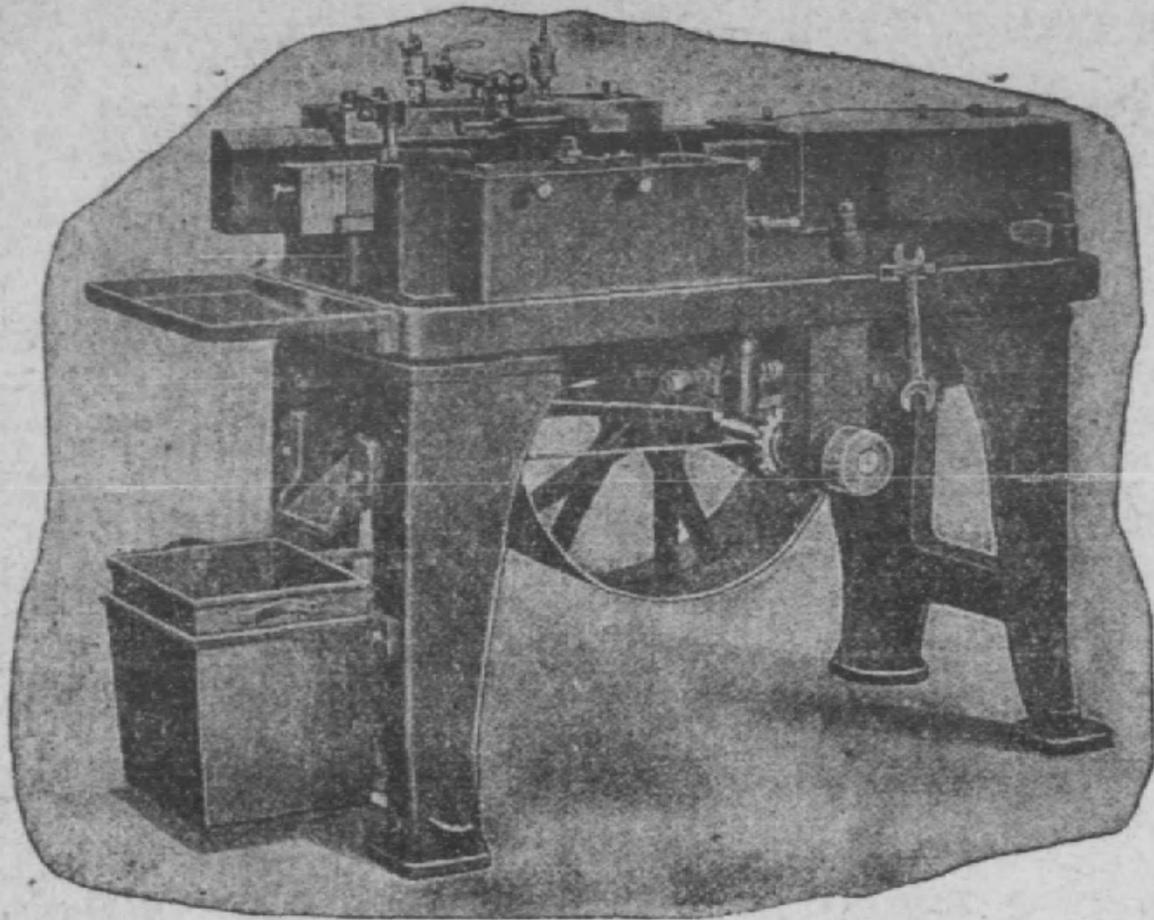


圖 321 輾紋機

輾紋機之工作情形，如圖 320 C，輾板  $B_2$  係固定，而  $B_1$  為活動的，裝於導行之溜板，由機曳動，作往復運動。當  $B_1$  在最右端時，由工人將圓釘插入兩板之間，彼即自動輾成螺釘，墜落於盛箱內。釘插入之一瞥，其紋尖由於  $B_1$  輾凸，紋礎由於  $B_2$  輾凹。因螺釘之紋，係由輾板之溝紋輾高，故原料釘之對徑，須等於紋中之對徑。釘之原料，以柔質之鋼鐵并曾經腐蝕處理者為宜。所輾釘之式樣，如圖 322，凡機器用螺釘及木用螺釘，均可輾壓而成。

輾紋機之構造，見圖 321，但在今日為增加功率計，多採用自動輾紋機（圖 323 A, 323 B），其原料釘，盛於斗中，工作時自動排列，流入輾板間。

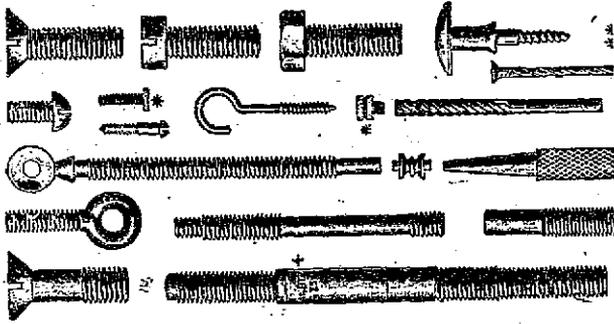


圖 322 由製機製成之各種螺釘

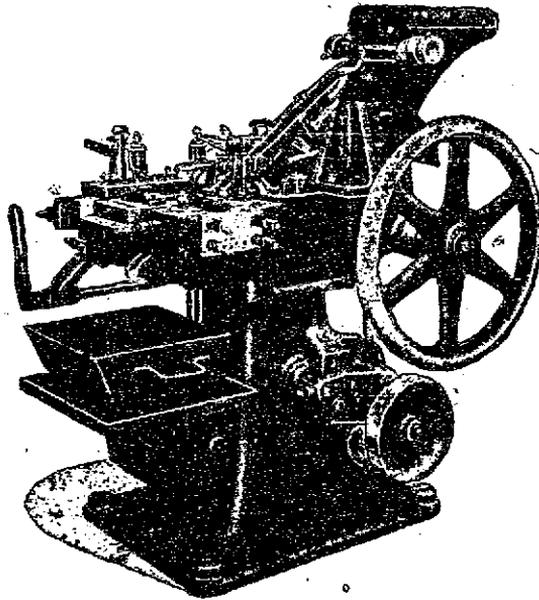


圖 323 A 臥式自動製螺機

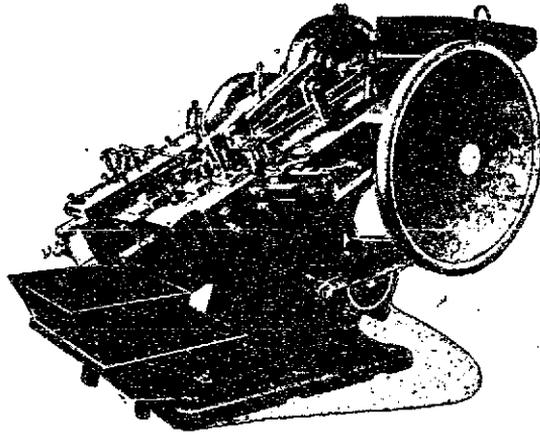


圖 323 B 具有斜溜板之自動製紋機

## 第六章 鉋床

鉋削之工作面，照圖 324—329，有 3 種不同的工作情形，故鉋機之構造，亦因需用之目的而各異。工作情形，計分：

1. 工件靜止，鉋刀具有主體運動 1，并完成推進運動 2。
2. 工件具主體運動 1，而鉋刀則具推進運動 2。
3. 鉋刀具有主體運動 1，而工件則具推進運動 2。

設鉋削重而長大之工件，則應用第一種工作情形，而第二種，則為過長及過重機所需要。凡長 10 米以上之工件，機器長於 20 米者均屬

之。照第一工作情形者，大多為鋸邊鉋床及坑溝鉋床，例如鉋削長鋸及重機架。坑溝鉋床之特點，為具有移動之鉋座，其刀沿工件而導行。牛頭鉋床之工作情形，與以上原理相同。此機特徵，為具有活動之鉋刀溜座，主體運動及推進，均屬於鉋刀。

照第二種情形而工作者，為一切台式鉋床。其工件，鉋緊於活動的鉋台。此台在工件重量壓制下，而穩靜行駛。鉋刀溜鋸，則借鉋刀推進，故台式鉋床之工作，係用隔別運動法。此種工

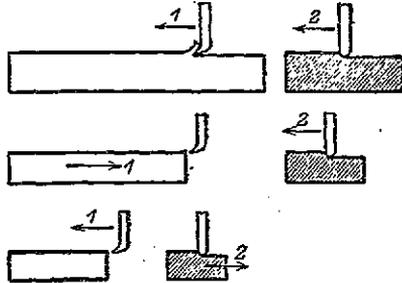


圖 324—329 鉋床之工作情形

作情形，本係用於普通中型工件，但今日在大而且重之工件，亦已採用之矣，例如渦輪機殼，甲鋸等。

輕便的牛頭鉋床及立鉋床，係照第三種工作情形，為製短而且輕之工件而構造。其工件，在機之回駛時推進，且無甚振動。

### 甲 台式鉋床

台式鉋床(俗又稱龍門鉋床)(圖 330—331)之工作，由上所述，知為隔別運動法。其工件具有往復行駛的主體運動，而刀具則於回程推進。由此種工作情形，知鉋床之重要部分為：

1. 鉋台及其曳動與回動機關，
2. 鉋刀溜座之推進機關。

鉋台滑於平面或屋脊形之床導軌上，為往復的主體運動，工件即鉋於其上。此種活動鉋台，即為台式鉋床之特有標誌。其基本條件，須行

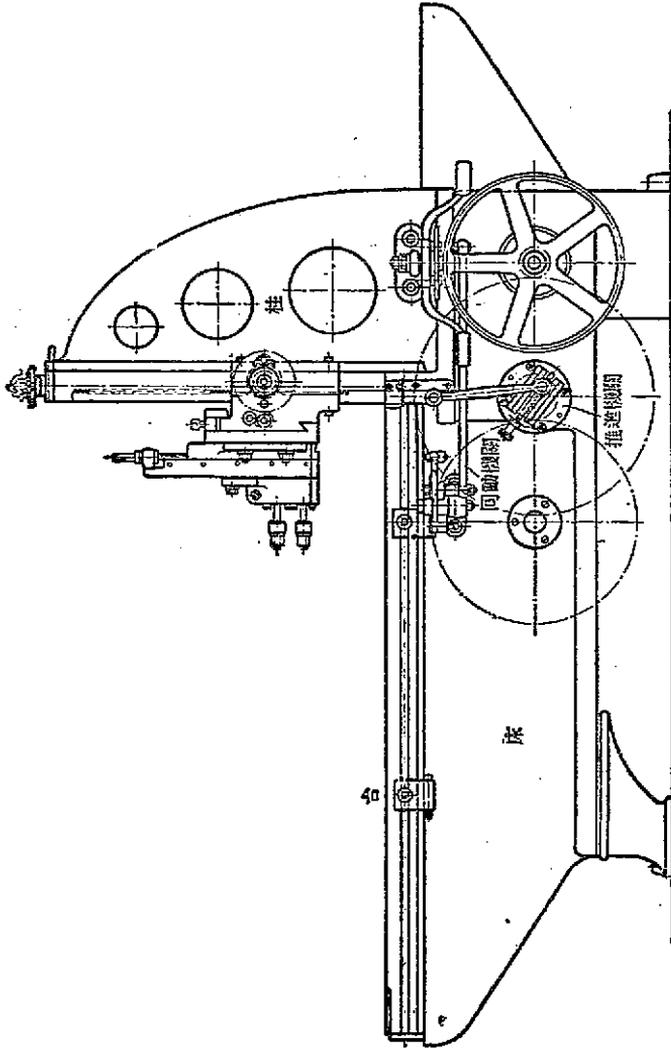


圖 880 台 刨 床

駛安穩，吾人得以感觸儀檢驗之，即將儀裝於鉋刀溜板，使觸角接近鉋台（圖 150）。

鉋台之曳動法，計有 3 種： 1. 齒輪與齒桿， 2. 螺軸及螺帽， 3. 蝸軸及齒桿。

照圖 330-331，由帶輪曳動，經 2 重齒輪聯動機關，以傳動鉋台下之齒桿。其他部分所堪注意者，為鉋刀溜板所在之位置，須橫行跨越工件而推進。鉋刀溜座所寄托之橫梁，可調整至相當高度，視工件之情形

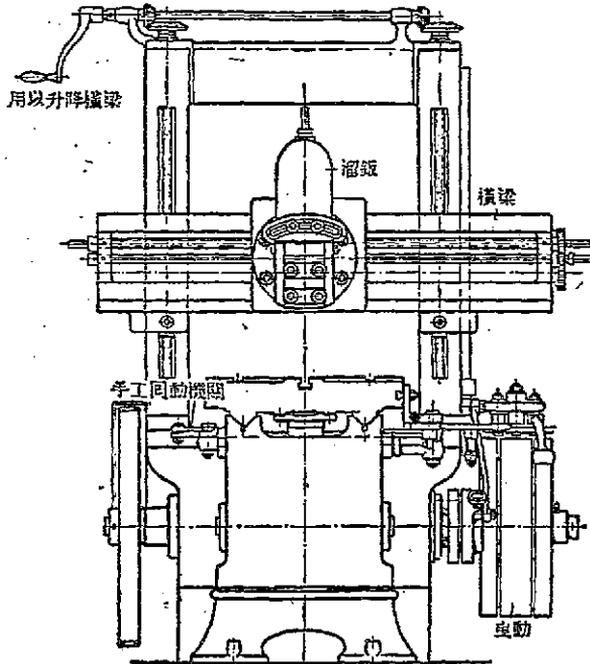


圖 331 合鉋床(雙柱)

而定。橫梁在雙柱上之升降，以搖肘操縱之。如欲使鉋刀無顫動，必須將柱頂，用橫桁結連，而柱之底足，則固定於床基面上。由此種狀況，遂造成封口式框架，鉋台溜板，得免顫動。至於鉋削時，鉋刀之調整及推進，由導軸傳動溜板。

鉋刀溜板之設備，可將刀具，置於一切位置而推進，如橫鉋，垂鉋，直鉋，斜鉋，視需要而定（圖 332）。在鉋台回駛時，刀具必須鬆弛的着於工件，或竟懸起，以免刀鋒被工件磨鈍。

凡橫鉋之平面，則需要一種橫溜板  $Q$ ，彼在橫梁上，橫跨工件而推進（圖 333-335）。鉋垂直面，則需要垂直溜板  $S$ ，可垂直向 2 方推進。設鉋斜面，則垂直溜板  $S$ ，亦可向 3 方斜行推進，如是，在橫溜板上，必用一轉盤  $D$ ，斜置於相當角度，并用壓緊螺釘  $k$  壓緊。故鉋刀溜座之全部，實係一十字溜板  $QS$ ，與轉盤  $D$  所組成，其構造與全能鐵床之上台相同。

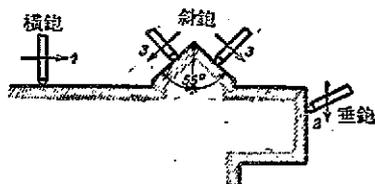


圖 332 鉋削中刀之推進及切削位置

此兩種溜板之推進，由聯絡機關傳動。在橫鉋時，由導軸  $L$ ，推移橫溜板  $Q$ ，左行或右行。垂鉋時，由橫梁內之引軸  $Z$ ，經過錐齒輪 1-4，以與動垂軸  $s$ 。當斜鉋時，此種與動法，亦可傳動溜板  $S$ ，故貫通錐齒輪 2, 3 之軸，必須在轉樞  $a$  之中心。

前溜板所鉋之鉋刀，在橫，直及斜鉋時，可置於任何切削位置，而當鉋台回駛時，則刀鬆弛，或竟舉起（圖 336-338）。關於鉋刀可置於任何切削位置之設備，係將前面之抬板盤  $K_1$ ，作為第二轉盤用，在  $S$  上，可

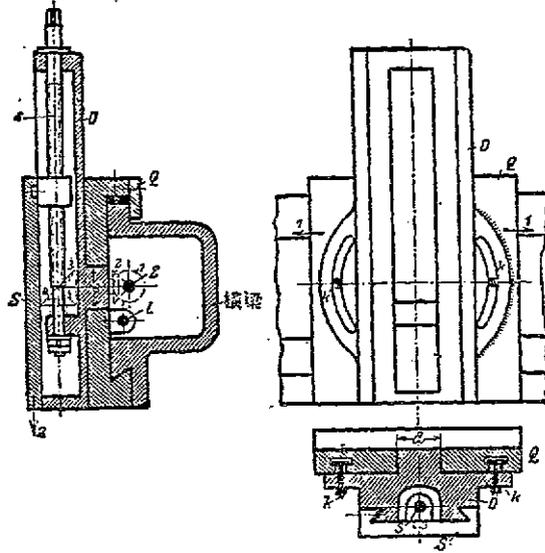


圖 333—335 鉋刀溜座(下溜座)

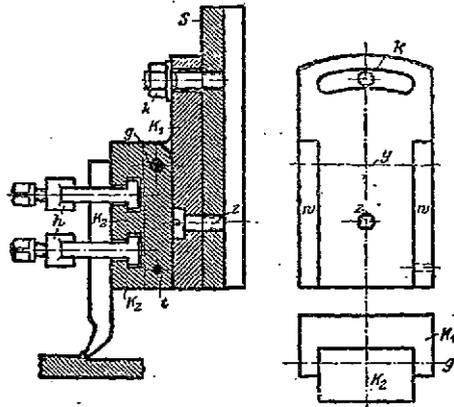


圖 336—338 鉋刀前溜座

繞繩  $z$  而轉動；置於任何斜位，以壓緊螺釘壓緊之。至於鉋刀之弛置或舉起，即將執刀椿所在之拍板  $K_2$ ，如鉸鏈式，用穿栓  $g$ ，貫掛於  $K_1$  之邊廓  $w$  中。設所鉋係光滑平面，可用插釘  $t$ ，使  $K_2$  固定，因其不致觸及平面也。

範型鉋法，一如範型車工及範型鑄工，依照樣板而工作。照圖 339，係操縱垂直溜板而仿鉋。此處之軸  $s$ ，必須改造，或將套於其上之螺帽解脫。

鉋床之機關，計有兩種功用：1. 用以回動鉋台，2. 用以推進鉋刀溜座。

關於鉋台，則有回動機關之設備，而鉋刀溜座，則由聯絡機關完成之。

鉋台之回動機關，在新式鉋床，均由引帶構成。照圖 114，係由一種機關滑閘，接續推移。推移引帶之速率，亦甚緊要。在加速回動時，引帶推移太速，則鉋

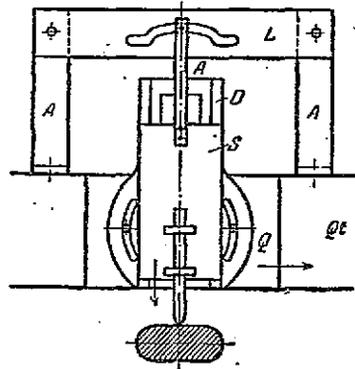


圖 339 照樣板仿鉋

台必被強力制動。因此引帶發生嘯聲，機亦將感受強烈振動。為避免此弊，故如圖 114，作一斜槽於滑閘上，使推桿徐緩推移，於是台之行駛穩靜。

在推移引帶法中，引帶耗損太甚，實為缺點。吾人欲免此種損失，宜採用聯絡器，以操縱回動，即聯絡器，交互的聯絡於平行引帶及交叉引



將犁門曳起。在回駛將終，變向而入工作行程時， $F_1$  撞於長爪  $K_1$  上，於是間接牽動機關桿，復回至圖中所示之位置。如是，由機關桿，一進一退之作用，使拐肘犁門推動犁齒輪，而轉動導軸等。當橫鉋時，齒輪 2 聯結於導軸，而 1 則與引軸  $Z$  解脫聯結。直鉋或斜鉋，則齒輪 1 與引軸聯結，而 2 則停止。橫鉋時，推進之方向，可因掉轉犁門而變更。設將搖肘框，移置於盤  $K$  之對邊，可使在鉋程推進。推進距離之大小，因搖肘框，在  $K$  槽內，距中心之遠近，而有差別，且可調整。

鉋刀於鉋台回駛時之提起，則有馬賽爾式提起法（圖 341）。當鉋台變向，入於回駛行程時，由一種機關，將鉋刀由工件表面，強制提起，並於變向而入鉋削行程時，強制還復原位。此種動作，亦同樣的由聯絡機關完成之。即在拍板  $K_2$  之背後，裝一種桿  $h$ ，以鏈條繫於聯絡機件。當鉋台變向回動時，聯絡機件，牽動鏈條，於是  $h$  翹起，將拍板  $K_2$  及鉋刀翹起。在鉋台變向，將入工作行程時，則鏈條鬆弛，使鉋刀拍板，回復至原來狀態。

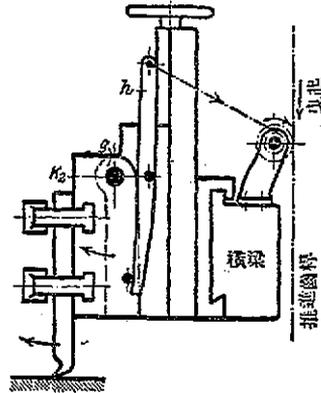


圖 341 馬賽爾自動提起法

### 乙 快鉋床

鉋機之製造，因與鐵機競爭之關係，而增加不少進步，已足以對抗鐵機，仍維持其相當地位。其進化之端固多，但高速度鋼，實具特別勢力。至引導鉋床進化之目標為：

1. 增高功率者，如快鉋床，
2. 改良者，如精鉋床。

增加鉋床之功率，需要較大的切削速率。因此，須裝用高速度鋼鉋刀。切削速率，在昔罕有超過 4.5 米/分者，但今日粗鉋速率，已增至 12—20 米/分，精鉋者亦增至 8—12 米/分。其回駛速率，吾人已提高至 18—30 米/分而上之。

機器之功率，何以因提高切削速率而增加，今姑以算法說明之。例如：有一鉋床，鉋程 3.6 米，切削速率 10 米，而回駛加速 3 倍，如是，每鉋程所需 0.36 分，鉋台每次回駛為 0.12 分。由是得知此機在每點鐘內，約可完 120 工作行程。設再有一機，其切削速率為 5 米，回駛則加速 4 倍，如是，每鉋程所需者，為 0.72 分，回駛為 0.18 分。由是，可知此機，每點鐘僅能作 63 工作行程。設工件長為 3.3 米，而推進距為 2 毫米。如是，在第一種機，於 10 點鐘內，約鉋平面 8 方米，反之，在第二種機，僅約 4.2 方米耳。設每方米之代價，在第一種為 0.25 元者，在第二種，則每方米非 0.467 元不辦。由此，可知切削速率，直接關係機器功率，間接且影響於成本。

為適應工件及刀具所具之各異的切削速率，鉋台應具多種速率。照圖 98，鉋台之曳動，由 3 級帶輪完成之。亦可照圖 99，用級齒輪傳動法，此法控制敏捷，且可得較多之速率，是其優點。新式鉋床之鉋台速率，有 3, 4, 或 6 種者，因鉋寬而愈增。例如：

鉋削寬度	切削速率	回駛速率
610—765 毫米	6, 9, 12, 17 米/分	18—30 米/分

765—915 毫米	6, 9, 11, 14 米/分	大多至此而止。
1070—1830 毫米	5, 6, 8, 9, 10, 12 米/分	

特殊之式樣，則有鮑威爾式鉋床。彼能將高速度鉋之利益，儘量利用，工作時，最初以 9 米/分之速率，與鉋刀接觸，隨即變為 36 米/分之速率，而正式鉋削，將至終點，復以 9 米/分之速率，脫離鉋刀。在變向後，復以 36 米/分之速率而回駛。其最初接觸及最後脫離時，速率變緩者，所以避免鑄件邊稜，因衝擊而崩碎。在重鉋床，則用調整變向電動機與動之。

凡機為直行主體運動者，回駛空行，實為普遍的缺點。惟近年改進之結果，可使前進及回駛，均能完成鉋削工作。在賽洛氏，已有一種變向刀鉗，由試驗而施諸實用矣，即在鉋台變向時，每次將鉋刀作 180° 之迴轉，而置於

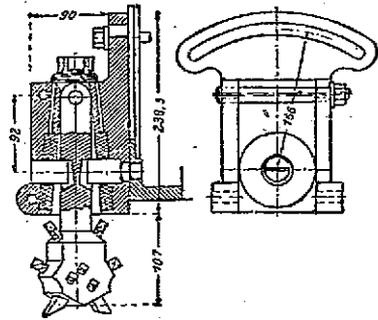


圖 342—343 懸器刀鉗

新的鉋削位置。圖 342—343，即此種刀鉗之構造式，每次迴轉動作，由電磁力操縱之。因左右迴轉，渾如一擺，故稱懸擺刀鉗。除此之外，尚有於橫梁之前後，各裝一刀溜鉋者。鉋台前行，則前面之鉋刀鉋削，台回駛，則後面之刀鉋削。此種方法，在台鉋床，用者當然尚少，然在坑溝鉋床，已普遍採用矣。

巨大鉋床，亦有用多數刀具，同時鉋削者，即於橫梁上，裝 2 鉋刀溜座，而柱上各裝一具。在橫梁上，鉋刀溜座之旁，亦可裝設一鑽具溜座

及鐵刀溜座，如是，在鉋件上，可兼施鑽工及銼工。此種機之回駛，亦須加速，大概重型機為 1 : 2，中型機為 1 : 2.5，而輕型機則為 1 : 3。

凡快鉋床，其附屬機關，亦須經改造，使鉋台雖具甚大速率，而在與變向及推動機關撞擊時，不致因強烈而惹起振動。在圖 340，吾人已知  $\omega$  控制兩重機關，即因撞擊，而完成變向及推進。但台之撞拐，對  $\omega$  相撞時，台速率愈大，所感之衝擊力愈重，台之振動亦愈甚。欲使振動減輕，必須令機關分立，則鉋台之速率雖大，因衝擊時，感力既輕，振動自較柔和。分立之方法有二：

1. 照圖 344，裝兩機關柄  $W_1$  及  $W_2$ ，其  $W_2$  聯絡鉋刀溜座， $W_1$  則使鉋台變向。但兩柄位置，必須隔離若干度。變向時，由工作行程之  $F_2$ ，先對  $W_2$  上之  $K_2$  撞擊，因此，傳動鉋刀溜座之推進機關。繼之  $F_2$  與後爪  $K_1$  接觸，而將前端之變向機關柄  $W_1$  轉移。於是，鉋台在不同時間內，分作兩次撞擊，感力因分立而減輕，因力輕而振動柔和。且用此種機關，尚有一優點，即易於用手控制是也。照圖 344，用執手操縱，除可變更鉋刀溜座之位置外，並可使鉋台停止或變向。

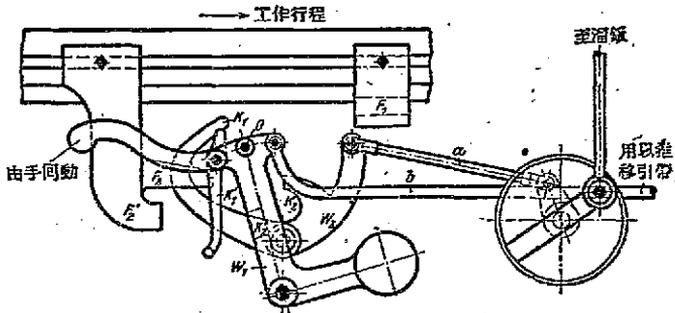


圖 344 分立的推進及回動機關

2. 其外方法，係使台上之擋拐，僅操縱引帶變向機關，至於推進，則由曳動鉋台之軸傳動之。因此，需要一種自動聯結器，使推進機關，於瞬息間，可聯結於曳動軸（圖 345—346）。此種計畫，用一種液環聯結器解

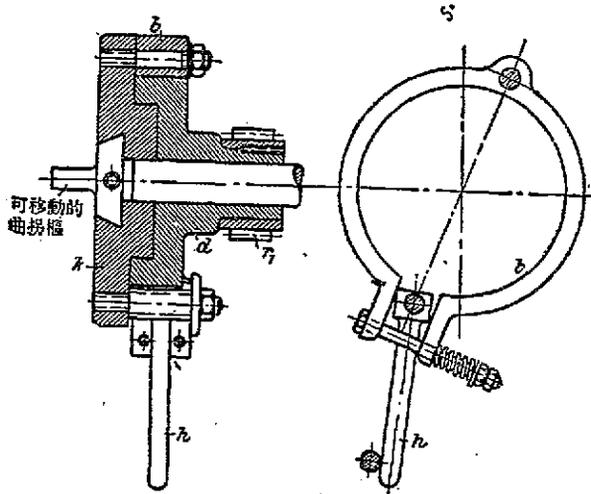


圖 345—346 液環聯結器

決之。此器由連攜盤  $d$  構成（圖 347），而由曳動鉋台軸，經聯動機關  $\frac{R_1}{r_1}$  曳動之。在  $d$  之外圓，有一擴張環  $b$ ，以螺釘固定於  $k$ ，其敞口處，以二螺釘連貫，用強力旋簧之壓力，使  $b$  緊箍於  $d$ 。當機一經變向， $d$  亦變向。此時  $b$  緊箍於  $d$ ，遂

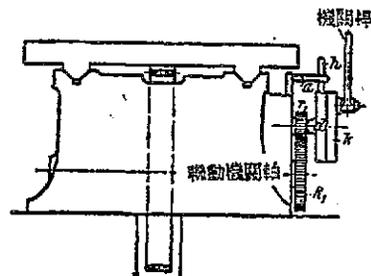


圖 347 推進機關之曳動法

將  $k$  聯帶旋轉，在向左或右之一瞥間，開關柄  $h$  與撞棒  $a$  相撞而斜轉，於是  $b$  被擴大，間接使  $k$  與  $d$ ，不復聯結。由其左右旋轉一周之作用，遂完成推進工作。

### 丙 單柱鉋床

雙柱鉋床，因兩柱之限制，其鉋削寬度，常限於一定範圍內。但近代，巨型機器，日在發展。雙柱鉋床，時有狹隘之障。於是，需用不限定鉋削寬度之鉋床，遂為一般人所企求，而單柱鉋床，乃應運而生。

單柱鉋床之構造式（圖 348），一側敞開，用以裝鉋廣大工件  $W$ 。因

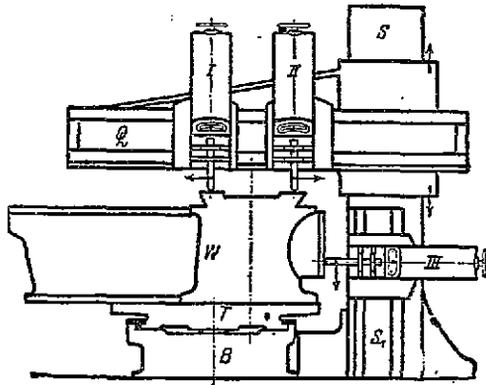


圖 348 單柱鉋床

避免刀具顫動，故此機需要一強有力之柱  $S$  及橫梁  $Q$ 。其柱上  $S_1$  處之導軌，用以裝置鉋刀溜板  $III$ ，如是用鉋刀溜板  $I, II$ ，橫鉋，同時用  $III$  垂鉋。

以單柱鉋床，作坑溝鉋床用，亦一極妙之利用法。圖 349，表示正在

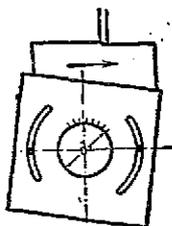
鉋削半飛輪  $S$ ，此輪置於坑內，而緊鉗於床身。其懸臂  $A$  與矩架  $W$ ，則裝於鉋台，作主體運動。此時鉋刀溜板  $H$ ，由一種撞擊作用而推進。

#### 丁 牛頭鉋床

牛頭鉋床，或名衝擊鉋床（圖 350—351），係一種短鉋機器，其鉋程約為 600—800 毫米。其刀具作主體運動，而工件作推進運動。

其刀具，在此處亦係裝於刀具溜板，并 1. 完成主體運動，  
2. 可調整鉋刀鉋削之深度。

主體運動之鉋刀溜板，裝於一種衝擊



可轉的鉋台

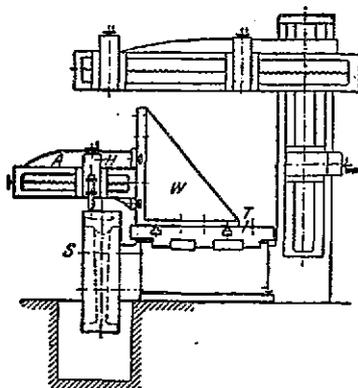


圖 349 坑刨床

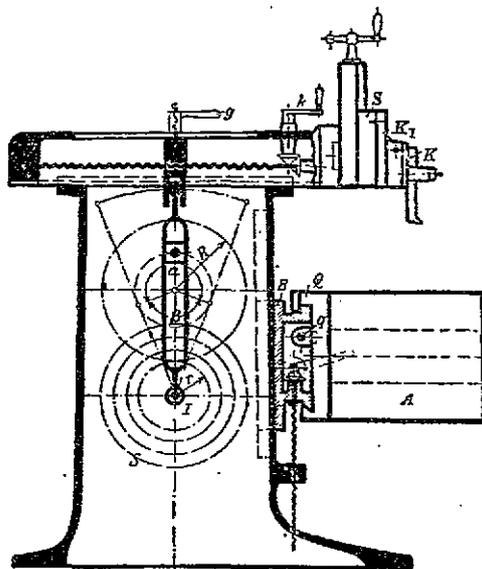


圖 350—351 牛頭刨床

器上，而導行於櫃式座之頂端。衝擊器之平行往返衝擊，是為牛頭鉋床之特徵。至於刀具之工作位置，鉋刀溜板之構造，一如台鉋床，惟缺橫溜板，因工件可橫行推進也。衝擊器端之鉋刀溜座，係由轉盤  $D$ ，垂直溜板  $S$ ，拍板盤  $K_1$  及活動拍板  $K$  所組成。 $D$  可斜轉，以鉋斜面， $S$  可調整鉋削深度， $K_1$  亦可斜置， $K$  則提起刀具。衝擊器并可因工件所在位置而調整，當旋鬆執手螺帽  $g$  後，可搖轉搖肘  $K$ ，使其向前或向後移動。

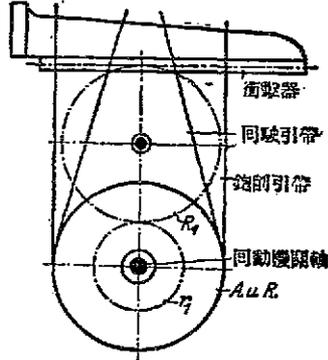


圖 352 衝擊器之齒桿曳動法

衝擊器之曳動法，在多數機，均用曲拐擺，但亦有用齒輪曳動齒桿法者。曲拐之優點，為在櫃內易於裝置，而齒桿法之優點，在於衝擊器行駛平勻，而回駛速率相等。

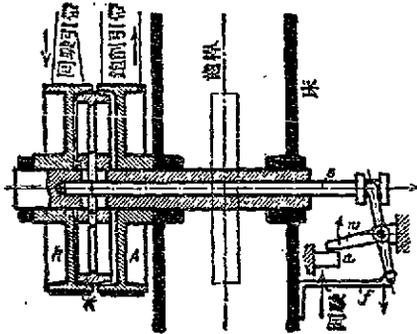
曲拐擺曳動法，在圖 105 中已知之。在曲拐經行大角度  $\alpha$ ，衝擊器完成鉋削行程，曲拐經行角度  $\beta$ ，則衝擊器回駛。其

$$\text{切削速率 } v_u = \frac{6 H n}{\alpha}, \quad \text{回駛速率 } v_R = \frac{6 H n}{\beta}.$$

在此處，吾人欲使切削速率，因工件質料而變換者，則該機必用階級帶輪  $S$ ，或級齒輪曳動之(圖 107-108)。用此曳動法，回駛速率，亦隨鉋削速率變換，故使用高轉數時，回駛更速，每易引起強烈之振動。此機之行程，因切削長度而配合，即  $H \sim L + 2.25$  毫米。

在齒桿曳動法(圖 352)，必用一種聯結器，使一次與回駛帶輪聯結，

另一次與鉋削帶輪聯結。此種方法，由圖 353—354 之設計解決之。在回駛之終點，衝擊器偕同撞棒  $a$ ，對拐柄  $w$  撞擊，而轉動之。因此  $w$  之另端，拉動桿  $s$ ，使聯結輪  $K$ ，與回駛輪  $R$  脫離，而聯結於鉋削輪  $A$ 。為使



$K$  位置固定，故每次由彈簧鉋  $f$ ，將拐柄門定。其門定法，係在變向時，以彈簧鉋之三棱頭，將  $w$  之三棱端，隔於

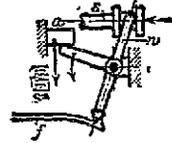


圖 353—354 衝擊器之聯結器回動機關

棧之左側或右側。在鉋削行程之終點，第二撞棒  $a$ ，又將機關柄  $w$  轉移，於是，聯結器復聯結回駛輪  $R$ 。此時  $w$  之三棱端，彈至  $f$  之三棱頭另一側，而保持原位。彈簧鉋之鬆弛，聯結輪之耗損，均足使曳動，發生障礙，須調整準確。

此機銜程之變更，祇須變動  $a$  之距離，其速率  $v = 2 R_1 \pi n$ ，與行程  $H$  之大小無關。

輕型牛頭鉋床之工作台，可以升降，并於衝擊器回駛時，橫行推進。其構造則由床溜板  $B$  及橫溜板  $Q$  所組成。其床溜板，頗似銼床，用一調整軸，調整其高低。在橫鉋時，則由橫溜板推進。其橫溜板軸  $q$ ，由機軸傳動，經過一種掣門聯絡機關操縱之。當衝擊回駛，則由此種機關，橫行推進。在衝擊器為齒桿曳動法者，則用瞬息聯結器（圖 345—346，即

擴環聯結器), 將台橫行推進。  
 在衝擊器每次回動時, 此機關  
 瞬息間與機軸聯結。工件之鉗  
 固, 則用鉗物箱 A, 在其上三  
 方面均有鉗槽。彼又可繞樞  
 轉移, 以爲鉋製模狀物體之用  
 (圖 350)。

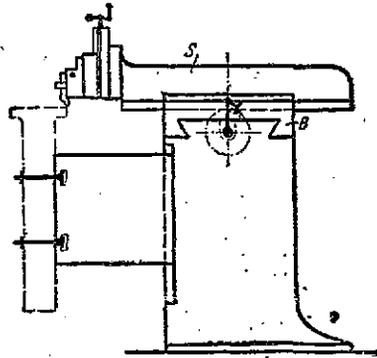


圖 355 以衝擊器橫行推進之牛頭鉋床

牛頭鉋床, 使橫台時時推  
 進者, 惟輕工件爲宜, 若所鉋爲重工件, 則必發生顛動。故鉋削重工件之  
 牛頭鉋床, 其衝擊器, 具有雙重運動。彼係導行於床座之溜板 B 之導軌

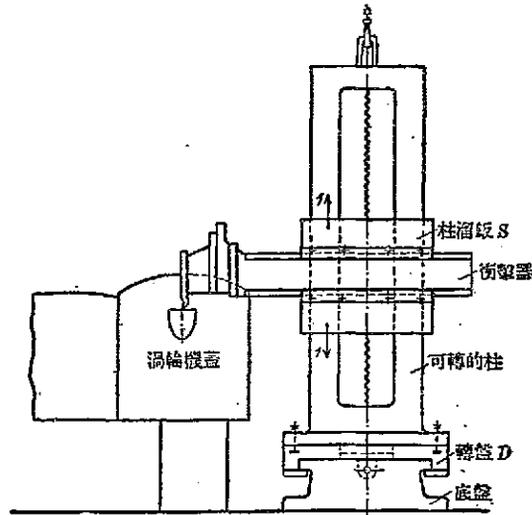


圖 356 可搬運的鉋床

上，而  $B$  復可導行於床座上，於衝擊器每次回駛時，橫行推進(圖 355)，在長形工件，以同式兩衝擊器，裝於櫃式座上，如是可兩處同時鉋削。

鉋削過重大之工件，牛頭鉋床，必須活動，即可由起重機搬移之。在偉大機器工程，亦有其相當效用。如鉋削渦輪機蓋(圖 356)，則衝擊器及溜板  $S$ ，必裝於柱架上，可向 1 方調整。其柱架，因有轉盤  $D$  之設備，可以轉移，並因  $D$  下之溜板，可導行於底盤上，而調整柱之位置。於修製他處時，則可用起重機，搬移至新的位置。

### 戊 立鉋床

立鉋床又名鑿床或鋸床(圖 357)，其主要用途，係用以鉋削潛隱部分之平面，如殼內之楔槽等是也。楔槽之鉋削，必須用長刀，由上向下，穿殼而鉋。其上下行動的主體運動之刀具，係裝於衝擊器，而垂直導行於鉤型之架上。工作台在架之底盤上，用以安置工件。此種立鉋床，吾人可設想其為圖 351 式之衝擊器，僅轉  $90^\circ$  角而立置耳。至於推進運動，在輕型立

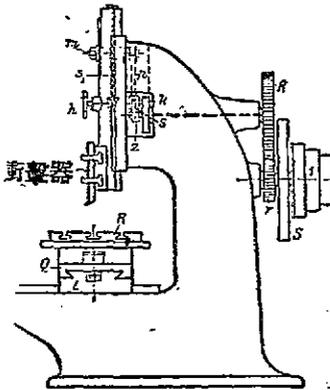


圖 357 輕立鉋床

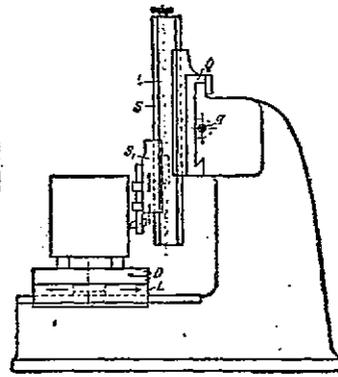


圖 358 重立鉋床

鉋床，由工作台，重型床則由衝擊器完成之。

衝擊器之曳動機關，在輕型機，則用曲拐擺，至於各種的切削速率，由級帶輪 1，及聯動機關  $\frac{r}{R}$  而成。其曲拐  $k$ ，由徑  $a$  裝於滑擺  $s$ ，以桿  $p$ ，推動衝擊器，作上下的升降運動，其速率則降緩而升速(圖 109)。在重型機，衝擊器之曳動，則用螺軸及螺帽，齒輪及齒桿之設備。而變向則用引帶或聯結器變向機關，或用變向電動機操縱之。

在此處之刀具，於回駛時，並不舉起，故刀座係固定於衝擊器。衝擊器在工件上之高度，可如圖 357 之構造，用調整軸  $s_1$  調整之。

工作台所具之作用，須使工件，能作縱，橫，圓之調整及推進。因此，工作台需要一種縱行溜板  $L$ ，及橫行溜板  $Q$ ，以縱行及橫行調整或推進。由此兩溜板，組成十字溜板，導行於床上。當鉋製圓孔，更需要一圓台  $R$ ，使工件迴轉。因此，工作台之構造，除矩台不備外，與立式鐵床之台相同。立鉋床之推進機關，原理與一切直行主體運動之機器同，用一種回動機關，於衝擊器回駛時推進。此種機關，由曲拐軸，經槽子盤，一進一退而傳動，其設備如圖 132。

重型之立鉋床，因工件艱重，故以衝擊器完成推進。其衝擊器溜板  $S_1$ ，在導軌  $S$  上，作上下行動之主體運動(圖 358)。用橫溜板  $Q$ ，在雙柱之導軌上，完成其推進。此機原理，係由圖 335，變化而成，惟將衝擊器豎立耳。

其工作台，係由縱溜板  $L$ ，及圓台  $D$  合組而成。於極重之工件，則用起重機，搬運立鉋床至工作處所。

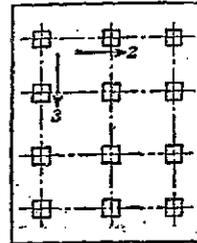


圖 359 孔之衝法

凡鉋製長而重之工件的各異位置，則衝擊器，必須能向 2 及 3 方調整(圖 359)。因此，吾人於圖 95 內，將其主軸 IV，換為衝擊器，則成為可移整機，或名龍門整床。

己 楔槽拉鉋機

楔槽拉鉋機(圖 360)，亦係鉋削槽，溝及通孔之平面者，與立鉋床可並立而抗衡。惟所鉋工件，必能容刀桿，上下貫穿，此與立鉋床微異處。此

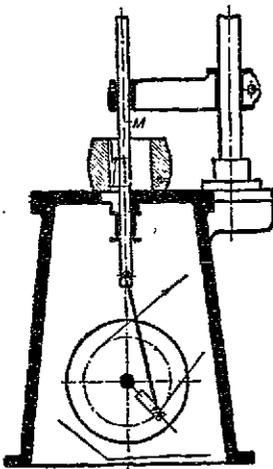


圖 360 楔槽鉋機

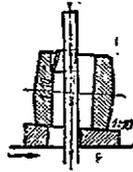


圖 361 斜鉋

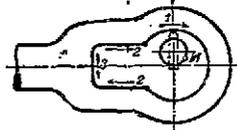


圖 362 插桿頭鉋法

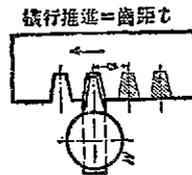


圖 363 齒桿鉋法

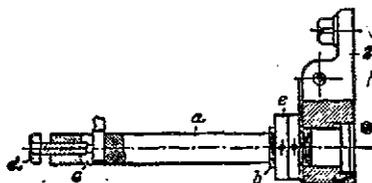


圖 364 利用牛頭鉋床鉋楔槽法

機之優點，為曳動機關，均包藏於箱內，台上無巨架之障礙，故可任意拉鉋大小輪件等之楔槽。台上之小柱，則用以裝置橫臂。此機之重要原件，為刀桿  $M$ ，由下部曲

拐之曳動，以完成主體運動。當刀具每次上行後，由工作台，將工件縱，橫 圓行推進。因此，工作台需要十字溜板及圓台。此機之主要用途，為鉋楔槽，但槽面常有作斜式者，故鉋件須墊斜板(圖 361)，或將台照所需之斜度而斜置。例如 1:10 者，係在 10 毫米之距離，高距為 1 毫米。此機亦可鉋製搖桿頭之孔(圖 362)，於孔之圓部，用圓台向 1 方迴轉推進，於縱邊及橫邊，則用縱溜板及橫溜板，向 2 方及 3 方推進。設用模型刀，亦可鉋削齒桿及齒輪(圖 363)。

楔槽之鉋製，在牛頭鉋床，亦可為之，祇須用一長刀柄 *a*，以螺帽 *e*，鉋緊於拍板上，而所鉋之工件，則裝於台上之虎鉗內(圖 364)。

#### 庚 出空機

出空機，係用以拉鉋輪轆及搖柄之楔槽等。同樣的，亦可由圓孔，拉成方孔，或拉鉋多角及彎曲之槽及孔(圖 365-368)。其刀具，為多齒之

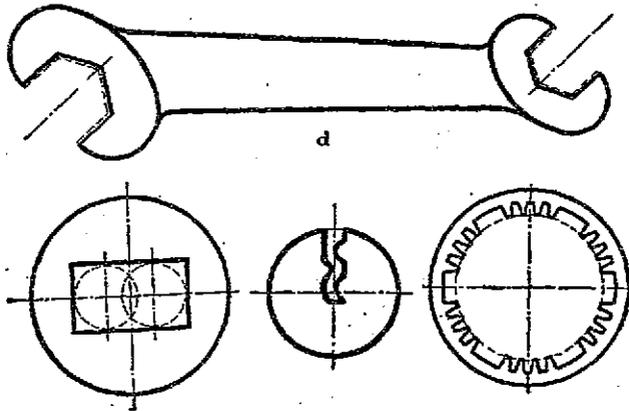


圖 365-368 拉件之種類

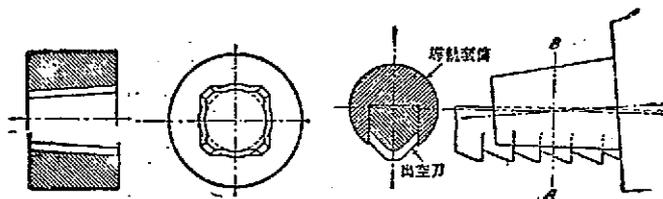


圖 369—370 出空刀

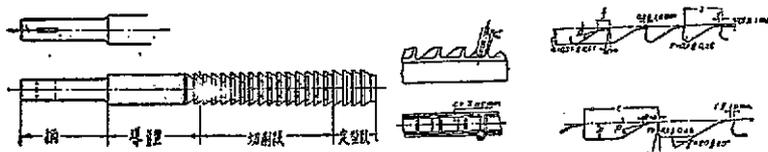


圖 371 拉刀之式樣(即出空刀)

桿，齒鋒即刀(圖371)，後齒較前齒之高距，約為0.1—0.3毫米。用此種刀工作者，其功率，自較單鋒之刀具為優，且可毋須時時磨礪。出空刀，可平置或垂置，而以 $v=5$ 毫米/秒之速率，穿槽而過。其切削深度，於每行程前，用一種調整楔，在刀之背後，調整0.25毫米，是為推進。在迅速的回駛時，將楔退回，則刀可行動輕易。但所拉之槽或孔，用模型刀一氣拉成者，無須用楔推進。此機之構造，用電動機曳動者，為電動出空機，用手搖者，為手搖出空機(圖372—373)。

編者按：出空刀之製造，頗為繁重，以編者製造該刀之經驗，必須注意下列條件，否則難得優良之成績。

1. 每齒之背，必須修削微低，俾齒鋒銳利。
2. 齒之凹溝深度及齒距，須有適當分寸，淺則殘屑滿塞，深則齒不

堅固，此可由每齒所出殘屑容積計算，惟殘屑容積不宜過凹溝容積 $\frac{2}{3}$ 。

3. 刀之長度，視所拉工件之孔或槽的長度而定，孔或槽愈長者，刀亦愈長。每齒之距離及齒寬，可由每齒所荷之切削壓力，鋼之強度，計算規定之。

4. 此刀製造工程中，最感艱難者，為兩側厚薄懸殊之刀，淬火後每易彎曲，故淬火後，必須用磨輪修正之，須退火者，宜先退後磨。如刀體具模型者，則磨輪須用金剛鑽車修，俾符合原型。刀之傾斜度，亦須磨準，否則因刀既彎曲後，齒即高低不成直線，於是，切削時負力不勻，極易破裂。

5. 長刀不易淬火及製造，故亦可分段製成(須視刀之種類)，其手續除遵照以上各條外，其接續及固定法，須審慎從事，不可稍有動搖。接頭處尤不可偏斜，或有厚薄之差，裝好後宜縱行一氣磨成之。

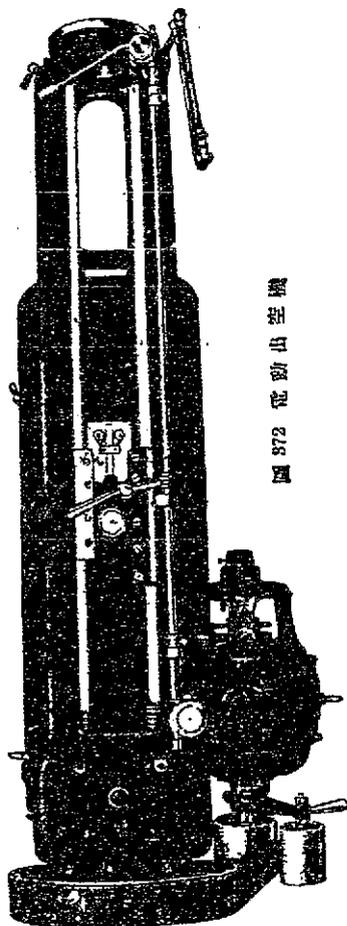


圖 872 電動齒輪機

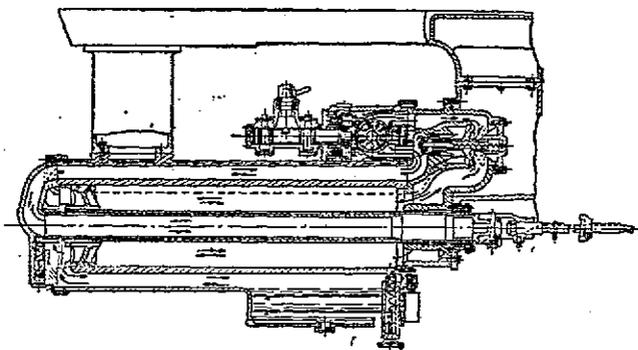


圖 373 手搖出空機

## 辛 鋸邊鉋床

鋸邊鉋床(圖 374),係用以鉋削鍋爐鋸,及船甲鋸等之邊緣。其縱行鉋削之刀具,具有兩種運動。照圖 374,鉋刀鉗於溜座  $H$  內,床溜鋸  $B$ ,導行於長床上,完成往來的主體運動。溜鋸  $B$  之運動,由導軸  $L$ ,經齒輪或引帶之變向傳動法所曳動。在重型鋸邊鉋床,尚有用變向電動機者。

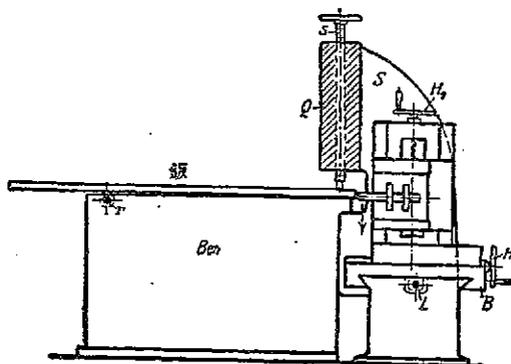


圖 374 鋸邊鉋床

爲免除空回之時間損失，常於鉋座上，裝置兩鉋削溜飯，前進時則前鉋之刀鉋削回駛，則後鉋之刀鉋削。

鉋削飯邊時，常須垂直推進，故垂直溜飯之軸，由一種聯絡機關傳動之。當前進至終點，後溜飯必須推進，俾刀具在變向後，立於工作位置。反之，在回駛之終點，前溜飯之鉋刀推進。因兩溜飯交互推進，故每溜飯每次推進之距離，較所鉋深度須加一倍。

所鉋之飯，置於台上，均用裝於橫梁  $Q$  上之一排螺軸，壓緊之。橫梁裝於兩柱之間。鐵飯之輕微移動，由露出台面之輥調整之。

## 第七章 鋸機

鋸機之用途，係以之分解鑄件之澆頭，或鍛件如曲拐之凹部，搖桿

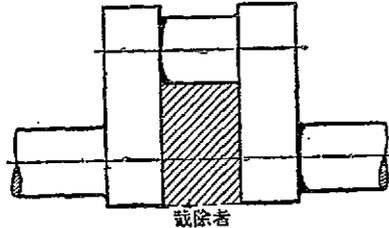


圖 375 曲拐之截除部分

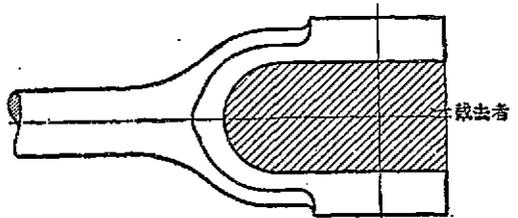


圖 376 搖桿頭之截除部分

頭之中空部 (圖 375—376), 及割斷鑲製之鐵梁等, 使適於需用之長度。此種工作, 係用鋸片或鋸帶為刀具, 因此分為圓鋸機, 或帶鋸機。

### 甲 圓 鋸

圓鋸機以圓鋼片為刀具, 而於其周邊開多數之鋸齒。近時提高功率計, 輒裝用高速鋼齒。照圖 377—378, 係用分個鋼齒, 裝於圓片之周邊, 而以保安釘楔固之。故圓鋸刀之構造, 質言之, 即一種裝齒之狹薄鐵刀耳。為使鋸齒易於鋸入工件, 故將周邊齒之兩側稜角, 交錯削斜。

圓鋸機之構造, 亦照一切機器之工作情形而設計。其圓鋸片, 具有旋轉的主體運動, 兼推進運動。凡鋸之推進, 由鋸片所在之溜板發生者, 謂之溜座鋸 (圖 379)。其外用一種

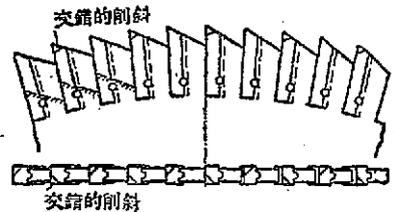


圖 377—378 鑲齒之鋸片

繞  $A$  轉移之臂, 鋸片在工件上, 以其自身重量下沉者, 謂之臂鋸 (圖 380),

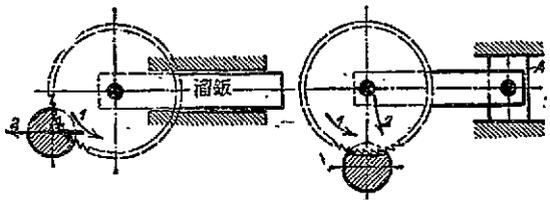


圖 379 溜座鋸

圖 380 臂鋸

溜座鋸機之構造, 如圖 381, 鋸片  $S$ , 係裝置於方型溜柱  $S$  之一端。其主體運動, 由引帶輪  $R$ , 經齒輪 1—4, 及軸  $\omega$ , 以達啮輪軸 5—6, 而

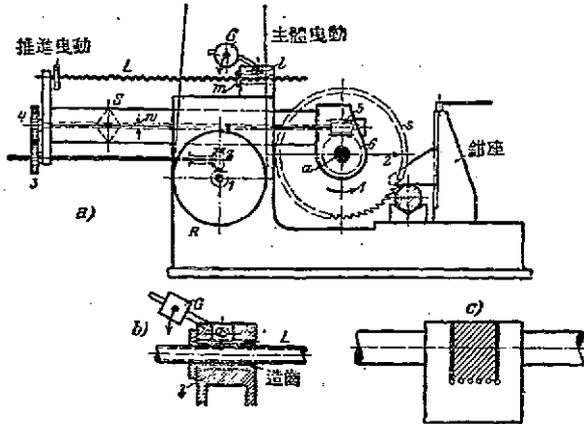


圖 381—383 溜座鋸機

曳動雙軸承內之鋸片軸  $a$ ，於是鋸片旋轉。在圓鋸機中，推進機關，應特別注意。須使工作時，遇鑄件堅硬處，及遭其他阻礙，凡一經切削阻力過大，推進須即自動停止，以保障鋸齒之安全。此種條件，照圖 382，由一種退避螺帽  $m$  解決之。此帽由一重錘  $G$ ，稱壓於軸承  $l$  內，借磨擦阻力而停住。由一曲柄曳動導軸  $L$ ，將鋸片溜柱，向  $2$  方推進。當切削壓力，

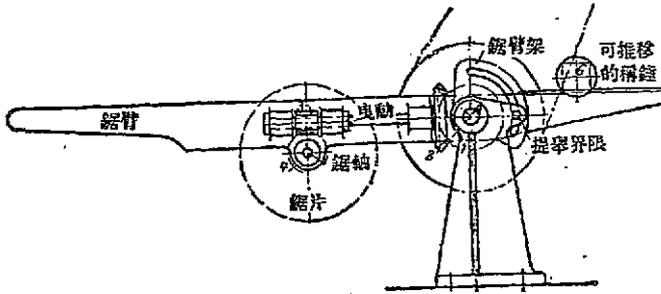


圖 384 臂鋸機

忽然過大時，則螺帽  $m$ ，因磨阻力，不足以保持靜止，遂自動隨導軸旋轉，於是，推進運動停止。重錘  $G$  在槓桿上之距離，與所感切削壓力大小，然後發生自動停止作用有關，故用  $G$  可調整所能感阻力之大小。所鋸之工件，在鉗座內，係用上顎鉗緊之。

臂鋸機之構造，如圖 384，其鋸片軸，裝於一長臂中，工作時由上下沉，使鋸片嵌入工件，其推進輕重，則由臂之重量，及可移的重錘  $G$  調整之。其主動力，係由引帶而來，經錐齒輪 1, 2, 及蝸輪軸 3, 4 以曳動鋸片軸。

柱鋸之構造，如圖 385，其用途多以之分解重鑄件之澆頭等。此機鋸片之位置，計有 5 種移動方向，而載托工件之台，並可迴轉，因此極便於工作。

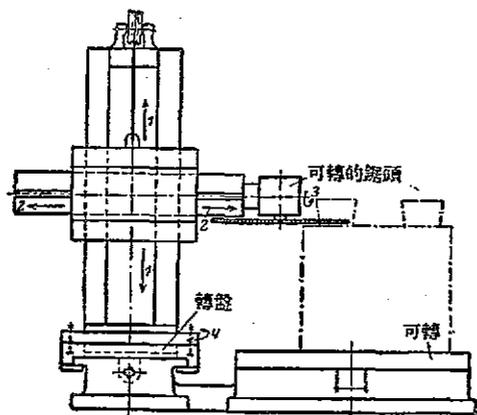


圖 385 柱鋸

乙 帶 鋸

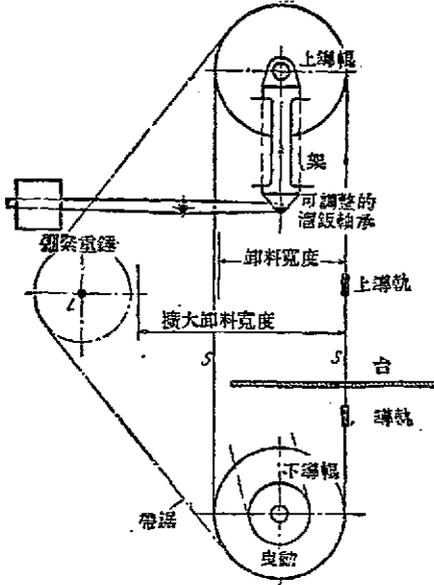


圖 386 帶鋸

帶鋸機之刀具，為一種連環無端之鋸帶，循環行駛於兩輓輪上，如引帶然（圖 386）。此種形狀之鋸帶，係由下輪所曳動，以完成主體運動。至於工件之推進，則將工件置於台上，依沿導尺前進以縱鋸。

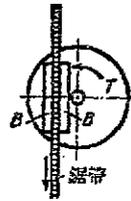


圖 387 帶導軌

帶鋸機所必具之條件，須有導行優良，緊張平勻之鋸帶，割縫之光滑準確與否，實繫於此。鋸帶緊張法，以上部溜板軸承擴展之，而用彈簧重錘調整保持之。為使鋸帶行駛穩靜，而無滑脫之弊，故帶輪之面常鑲以皮革。對抗鋸帶所感切削壓力之鋸帶導軌，一裝於工作台上，一裝於台下，與帶之兩側面及後背，均密切相接。其兩側導軌，為輓輪式（圖 388），或雙頰式，如圖 387 之 B，鋸帶即行駛於空隙中。鋸帶之背後導軌，為一種輓輪或鋼碟 T，隨帶行駛而旋轉，以免拉成溝槽（圖 387）。

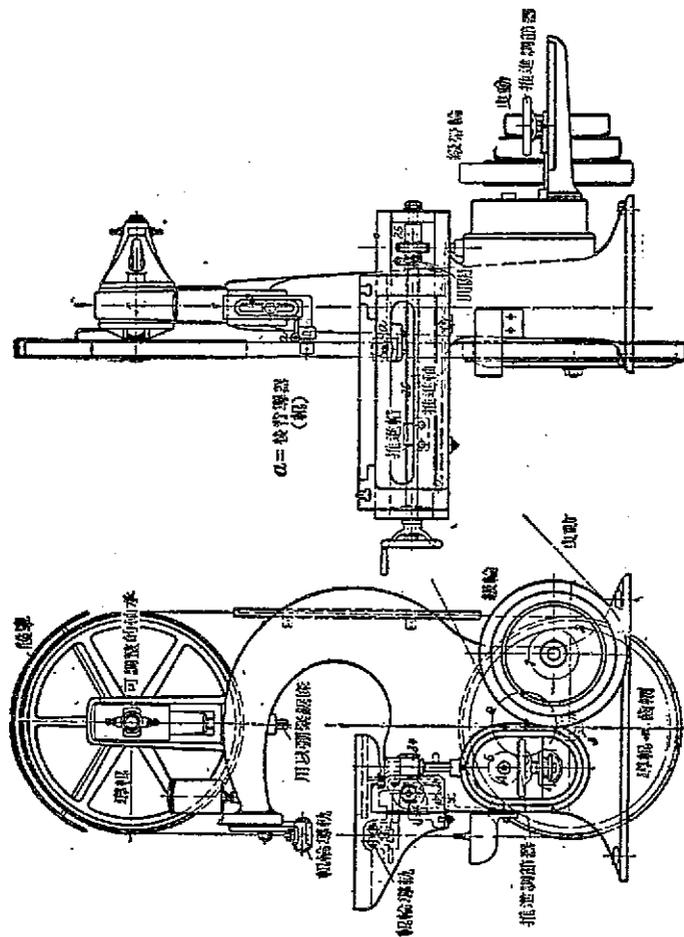


圖 388 帶鋸機

丙 弓 鋸

弓鋸機之刀具，為一種較短之鋸條，緊張於弧弓或框架中，而由曲

拐曳動，以完成其往復割鋸之工作。此機之優點，為割縫甚狹，適於割裁貴重之鋼料等。其結構如圖 389。

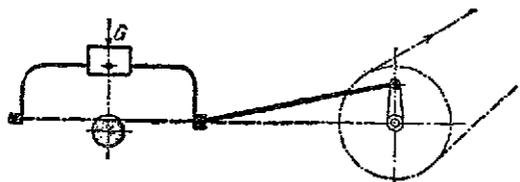


圖 389 手鋸

### 丁 鎔 解 鋸

鎔解鋸亦名磨擦鋸 (圖 390)，為鋸類中之最奇特者，其刀具為一種周邊無齒之圓鋼片，名曰割片。工作時以高速率旋轉，使割片與工件接觸面所發生之高熱，將接觸線鎔化，而分解工件。其工作固甚速，但所需之功亦甚巨。割片之下部，必浸於池內之油或水中，以散其因磨擦發生之熱。其原動力則取給於電動機。

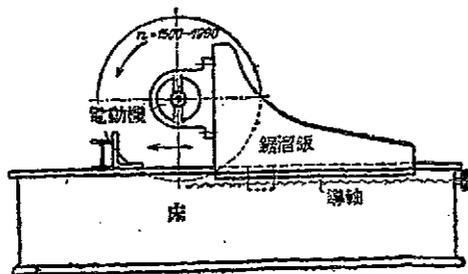


圖 390 鎔解鋸

## 第八章 輾 鈹 機

彎鈹及直鈹機，係供給工業上應用之鈹，使成適當形狀，並矯正其

凹凸不平處。其主要工作，為將軋輥彎，以作鍋爐軋等，或將軋輥直。於第一條由軋彎機完成之，而第二條則用軋直機。兩種變型工作，均以軋輥為工具。

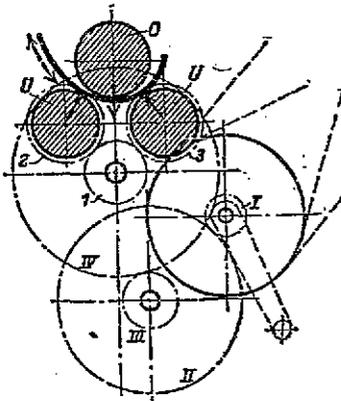


圖 391 軋輥彎法

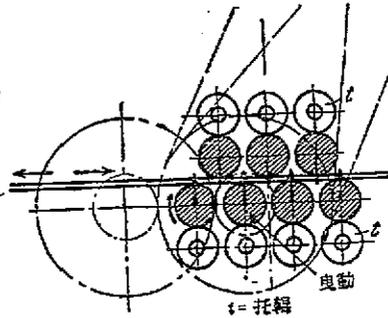


圖 392 軋輥直法

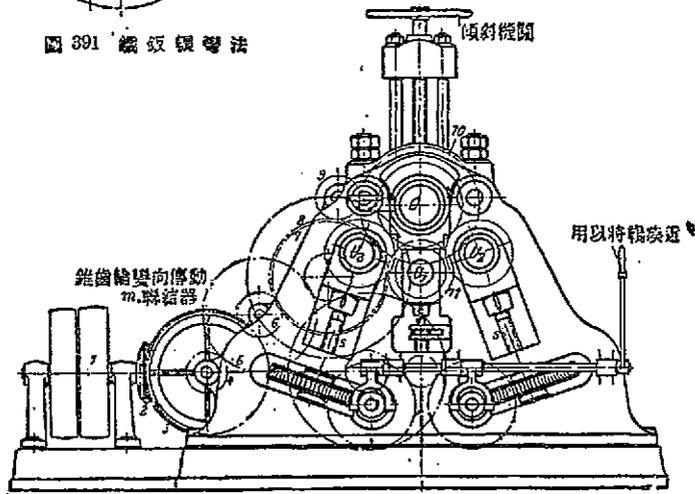


圖 393 軋彎機

鐵之軋彎，照圖 391，需要 3 軋輥，而與所軋圓筒鐵之內外面接觸，其上軋  $O$  之位置，須在兩下軋  $U$  之居間。欲將鐵板，漸漸變成筒狀，必須經過軋輥，往復軋軋多次。軋輥須可變向旋轉，而上軋且須能調整。變向之方法，照圖 391，係用引帶變向傳動法，彼經聯動機關  $\frac{I}{II} \cdot \frac{III}{IV}$ ，以曳動齒輪 1，此輪與下軋之齒輪 2, 3，啮合。至於上軋則以磨擦阻力而旋轉，其升降可調整溜板軸承以操縱之。

鐵之軋直，在薄鐵則需要 7 軋輥 (圖 392)，而厚鐵則 5 軋輥即可矣。其上軋之位置，亦必須每軋均置於下面兩軋之間。鐵板之軋直，亦須往復軋軋多次。軋輥之曳動，亦需要變向之設備，上軋之溜板軸承，應能調整。在甚長之軋，尚須用承托軋輪  $t$ ，以抵抗其因感受壓力而彎撓。兩種機之全體構造，見圖 393—395。

在同樣情形下，亦可用軋直機，以軋造 L, I, C 等形狀之鐵梁，惟軋輥須短而粗，一對即可，輥周須車成具

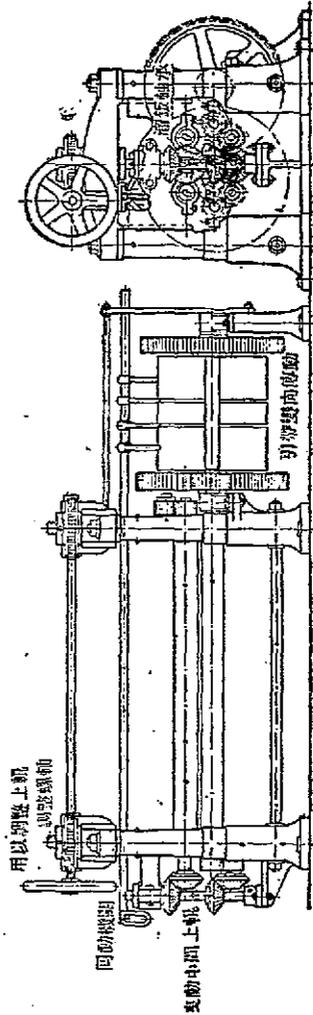


圖 394—395 軋直機

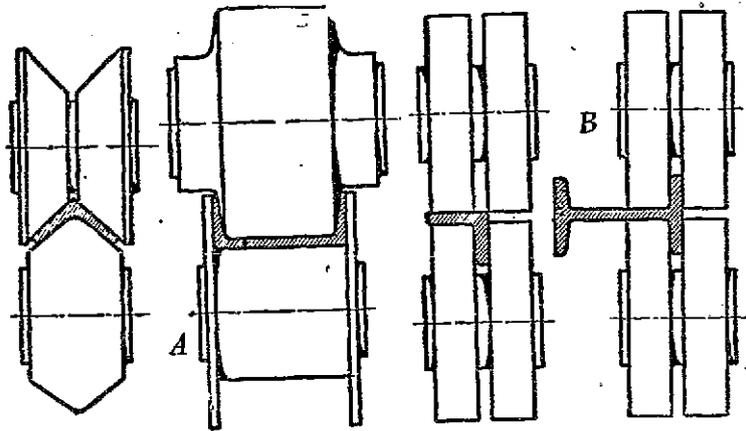


圖 396—397 型鐵之構造

型之溝槽 (圖 396—397)。

## 第九章 剪機及衝洞機

### 甲 開合剪

分裁鐵板之工具為剪刀。其固定剪刀板  $S_2$ ，係裝緊於機架，而活動剪刀板  $S_1$ ，則裝於刀具溜板  $S$  上 (圖 398—399)。溜板上下導行之運動，在開合剪，由曲拐軸  $D$  所傳動，彼以拐樞  $E$ ，鑲於溜承內。由抽出開關墊板之作用，可使剪機開合之工作停止。曲拐之曳動，發生於旋轉之電動機。為使機器於剪切時，減少所需功力，故活動剪刀板，多作  $9-14^\circ$  之斜角。因此剪切時，逐漸進行，以達完全寬度。剪機之構造，常與衝洞機連為一體 (圖 399)。

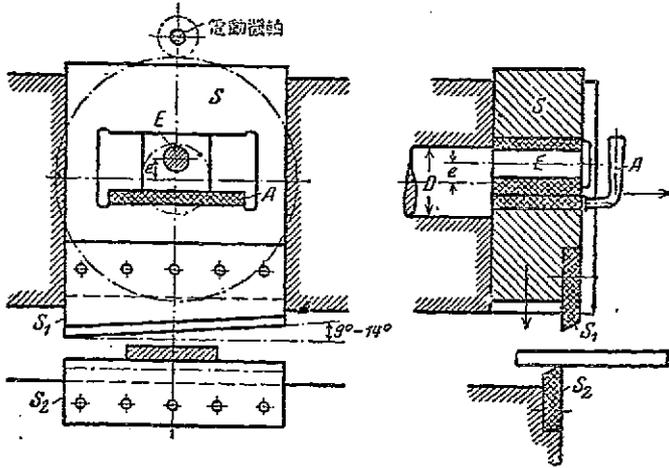


圖 398 圓合剪

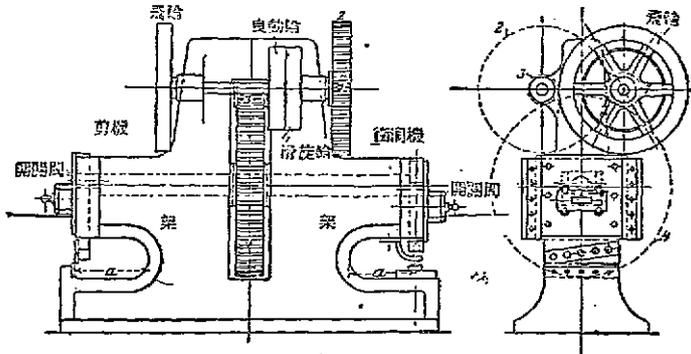


圖 399 剪及衝孔機

乙 圓剪

圓剪機之刀具，為曾經淬火圓刀  $O$  及  $U$  (圖 400)。兩刀口密切相接，以  $v=1.5$  米/分之相同速率，相向旋轉，以剪裁直，斜，及捲邊擠縫的

邊緣。設以垂直錐，將板扎於刀之外側，而將板邊喂入刀口，則兩刀旋轉時，可將板剪成圓片，其對徑之大小，可由錐距刀口之遠近而調整之（圖 401）。

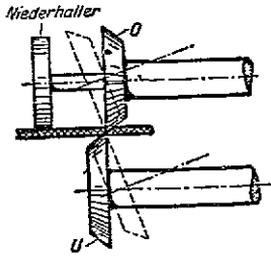


圖 400 圓剪

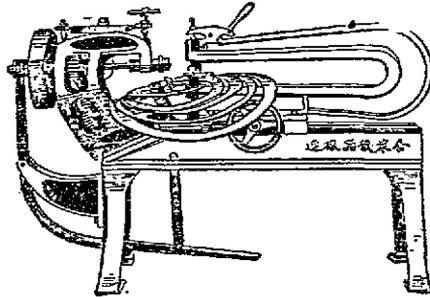


圖 401 圓剪機

### 丙 衝洞機

衝洞機之構造式，及工作狀況，均與開合剪機相同。其衝頭  $S$ ，即為

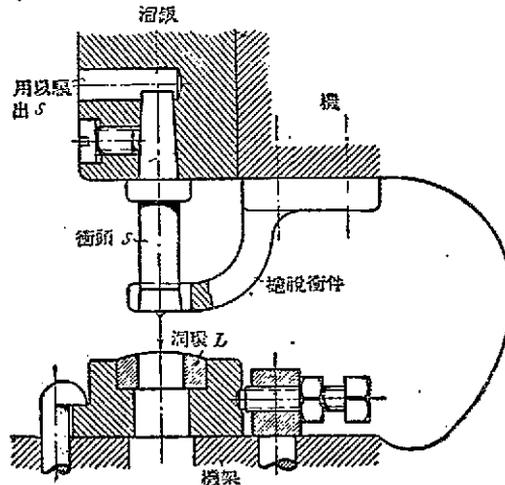


圖 402 衝洞機

衝洞之刀具(圖 402), 係裝於上下行動之溜板內, 其孔環  $L$ , 是爲母模, 裝於底架, 溜板之行動, 如圖 398, 係由電動機曳動。此種機常與剪機爲一體, 除如圖 399 外, 尚有一種, 在上溜板及架, 裝置剪刀, 而下溜板及架, 裝置衝洞工具。因此, 機器在上行時剪切, 下行時衝洞。

## 第十章 木工用機

此種機器, 一部分用以切削及分解原樹幹, 使成方柱, 厚板, 或薄板, 另一部, 則用以製造應用器物, 如傢具模型等。於第一類, 則採用立式柵鋸, 或臥式柵鋸, 及大木圓鋸, 或大木帶鋸。於第二類, 除應用圓鋸及帶鋸外, 尚需用特種機器, 如鉋木機, 車床, 鑽床, 銼床等。

### 甲 鋸木機

此種工具, 與製造金屬機相似, 或爲圓旋具齒之鋼片, 或爲具齒之帶狀的鋼箍, 均稱之爲鋸。

#### (A) 圓鋸機

由其名稱, 可知其刀具, 爲一種圓的鋸片。其齒係向單方鋸割, 而爲三角式, 或用於大板, 則爲狼齒式。此片以每秒鐘 15—65 米之圓周速率而旋轉, 因木質之軟硬而異, 概別如下:

硬質木料  $v = 15 - 30$  米/秒,

中質木料  $v = 20 - 40$  米/秒,

柔質木料  $v = 30 - 65$  米/秒。

至於木料推進之速率, 因工作之精粗而異: 推進速率  $= u$ 。

在大木圓鋸  $\frac{v}{u} = 0.07 - 0.007$ ,

在細工圓鋸  $\frac{v}{u} = 0.007 - 0.001$ 。

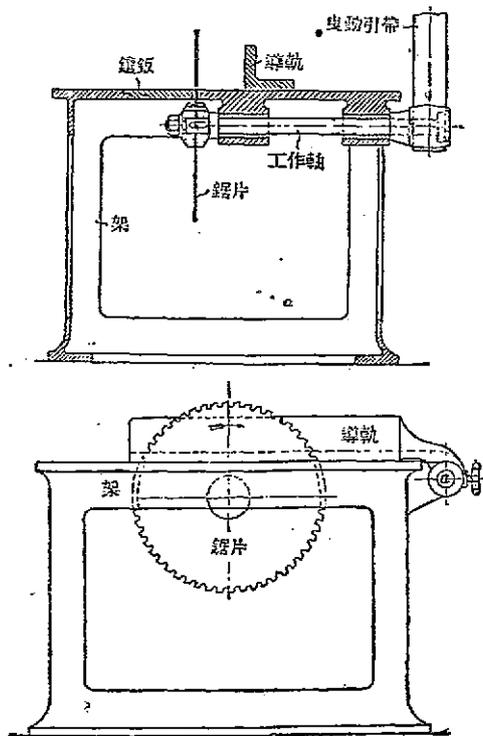


圖 403—404 圓鋸

圖 403—404，為一圓鋸機之構造式。其鋸片以螺旋鉗緊於工作軸之一端，而由台面之縫隙伸出。工件置於台上，以手傍導軌，向正在旋轉之鋸片推進。除右半台面，與機架一體外，鋸片左首，尚有一活鑲的台

面，可以取下，以便裝卸鋸片。其導軌，由指輪螺釘，固定於桿  $a$  上，可以推移，以變更鋸片與導軌之距離。對於工人傷害之防禦，則用隙楔及防護罩。凡鋸大木，則需用巨大鋸片，惟鋸片既大，為保持其強硬，亦須加厚，因此鋸路厚，耗料亦多。故分解大而高貴之樹木，圓鋸機不適於用。

(B) 帶鋸機

大木帶鋸，與鐵工帶鋸之原理相同，亦係用銲結無頭之鋸帶，裝於兩帶輪上，由機力循環運轉之。

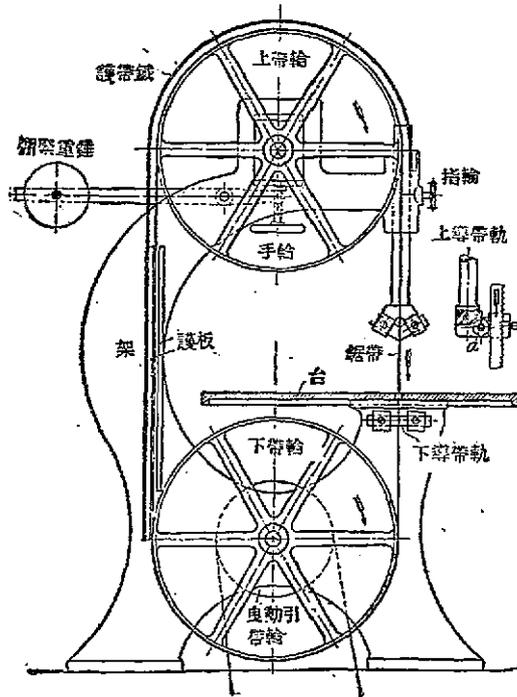


圖 405 帶鋸

圖 405, 爲此種鋸機之全型, 工件置於台上, 而用手自由活動的推進。鋸條狹者, 不僅可鋸直線, 且可鋸弧線及曲線。因此, 帶鋸機可完成各色細木工作。此種鋸帶, 在工件之上下段, 需要一密切導軌, 其下導軌固定於台底, 上端者, 則視工件之厚薄, 可調整高低。支持鋸帶, 以抵抗切削之壓力, 則用一種淬火鋼輾輪  $\alpha$ 。其側面導軌, 則由可繼續伸長之革盤, 或堅硬木棒所組成。爲使鋸帶緊張平勻, 故用重錘調整之。設鋸帶折斷, 因銲接而縮短, 可用手輪, 調整溜板軸承降低之。對於工人傷害之防禦, 使迅速旋轉之鋸帶, 行駛於防護夾板內, 並於上帶輪之半周, 用一種鐵箍圍罩之, 以防護鋸帶因折斷而飛騰。

鋸帶環駛之速率, 約爲 20—40 米/秒, 向單方循環行駛, 因此鋸割犀利而穩速。爲避免鋸帶感彎力及帶輪對徑之過大, 故鋸帶必須薄至可能薄度。

大木鋸 (圖 406), 適用於分解粗大樹木, 其鋸帶甚寬, 有至 130—300

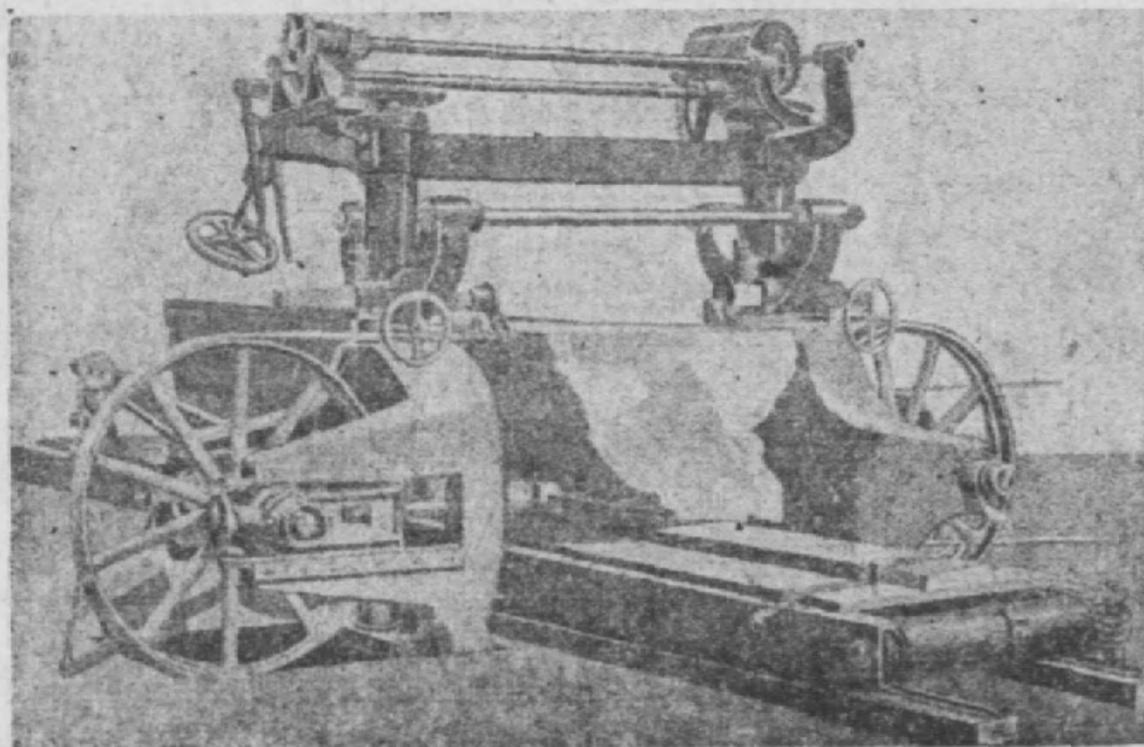


圖 406 大木帶鋸機

毫米者，其構造大都為臥式，俾樹幹便於安置。

帶鋸機之主要尺寸，以帶輪對徑為標準。而在大木帶鋸機，尚有通過的口門之尺寸，及載樹車之長度。

(C) 柵鋸機

此機之鋸條，由一種曲拐曳動，或作上下運動，或作往來運動，用以截除或分解原樹幹。其鋸條垂直，而作上下運動者，是為立式柵鋸。反之，臥式柵鋸，則鋸條作水平的往復運動。立式柵鋸，例有多數鋸條，原樹幹於一次通過鋸條後，或全體分解成板，或截平兩邊，是為完全柵鋸機。至於截邊柵鋸是為臥式柵鋸，僅有鋸條一根。

(a) 立式柵鋸

鋸條之寬度，規定為 125—175 毫米，厚為 1.25—2.5 毫米。鋸條排列如柵，而固定於柵框內(圖 407)。柵框係由門桁及兩榜所組成。鋸條則緊張於上下兩門桁之間，設吾人欲鋸另一厚度之板，可變更其距離。圖 403，表示鋸條之固定法，如此，可適合吾人所需要，以鋸成可能的薄度之板。柵框之上門桁，具有兩框，裝於曲拐搖桿頭內，由曲拐曳動，而導行於垂直兩柱間。

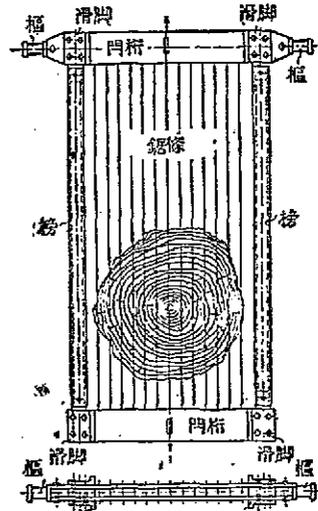


圖 409, 乃表示一種柵鋸機之工

圖 407 柵框

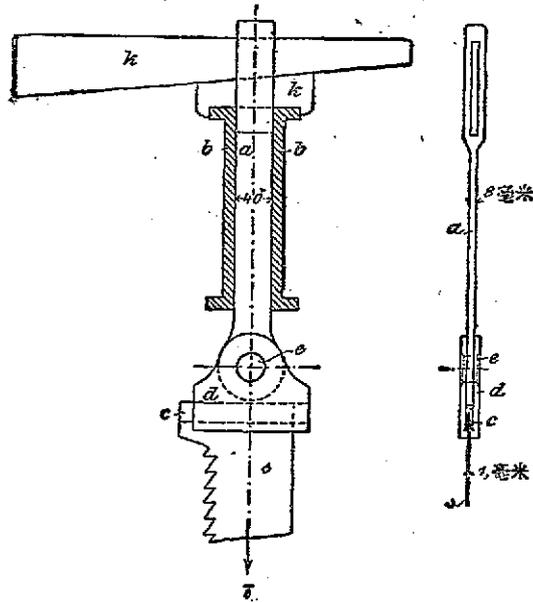


圖 408 鋸條之固定法

作情形。原樹幹裝載於載料車，由自動旋轉之喂料輥，向上下行動之柵框內的鋸條而導行。載料車係行駛於軌道上。當右首載料車，進行至不能通過之鋸柵處，則車與樹幹解脫，由前端之載料車，單載幹之一端，而由喂料輥之壓力與旋轉，將原樹幹推進。

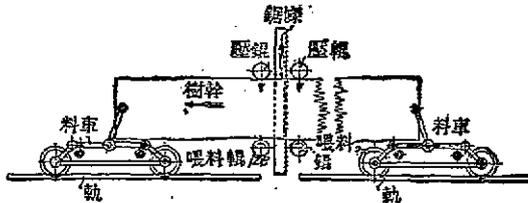


圖 409 立式柵鋸之工作情形



立式柵鋸機，鋸條之平均速率，約為每秒鐘 2.5—3.5 米。為使上下行動勻和，故曲拐軸上，有飛輪及對稱錘之設備。

### (b) 臥式柵鋸

臥式柵鋸機之柵框內，僅張一鋸條，故每次僅鋸板一片（圖 411）。每鋸板一片，必須將橫梁，照板之厚度，調整降下若干 橫梁即為柵框之導軌，與台鉋床之橫梁相同，可在固定的柱上，上下調整。原樹幹之推進，係由所在之載料車，在導軌上進行，以通過機之雙柱間，其曳動方法，頗似鉋床台，亦由齒輪及齒桿所曳動。鋸條齒之形式，對於往返行動，均可鋸割。因此，其推進連綿不息。推進運動，由帶輪曳動，經磨擦輪 1, 2, 蝸輪軸 3, 4, 正齒輪 5, 6, 7, 以傳動固定於載料車底部之齒桿 8, 因此而推進載料車。迨一板鋸開後，載料車必須偕原樹幹迅速駛回。此時正齒輪 5, 及錐齒輪 10 之軸，可獨立旋轉，而在其上之蝸輪，必須解脫其聯絡。推進速率之變換，由磨擦輪 1, 在其軸上推移，於是，彼在磨擦輪 2 上之大小各異的圓圈位而旋轉，因此遂得變換比率，而得各種推進之速率。

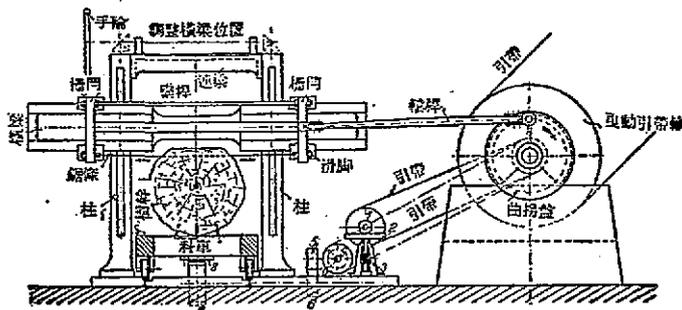


圖 411 臥式柵鋸機

論機器之功率，照表面觀察，似立式勝於臥式，因其鋸條之根數頗多，但實不盡然，在臥式機中，鋸條之速率，吾人如採用每秒 4-7 米，實屬可能，如是較之立式柵鋸之速率，已增一倍，況臥式柵鋸，往復行程，均能鋸割，其推進連綿不斷，故以實際論，臥式之功率，較之立式實無多遜。設吾人僅需少數同樣厚薄之板，臥式柵鋸，且較立式為優，因立式柵鋸之調整鋸條，費時頗多也。

此機往復運動物質（柵框及轆桿之一部），所發生之振動，吾人每於曲拐盤內，鑄入對稱錘，以抵消之。且因此，其轆桿亦如立式柵鋸，用木料製成，而柵桁及柵槌亦然。

此兩種柵鋸之尺寸，以原料樹通過之高度及寬度為標準。除此以外，載料車之長度，亦有關係。

## 乙 鉋木機

### (A) 鉋直機

在此機上(圖 412)，以每秒鐘具有 20-30 米圓周速率之旋轉的刀軸，裝置於台底，而將刀鋒微露於台面之空槽間。工件置於台上，而鉋其

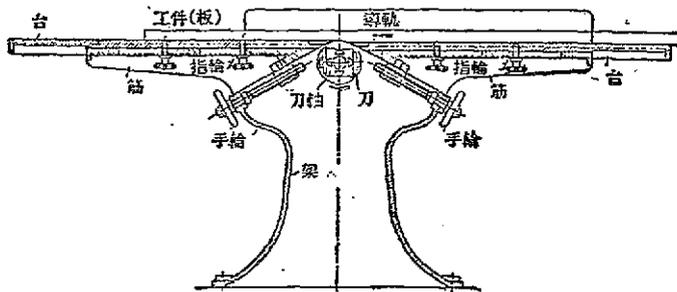


圖 412 鉋直機

下面，並以手壓伏推進。台之右部，平面常較左部降低若干，即鉋去之厚度，左部台面與刀鋒齊平。台之空槽處邊稜，與鉋刀旋轉之圓圓，須密切相近。台面之兩部，均可調整至適當位置，並可用手輪及螺軸，調整作各種斜度。台面調整後，可用指輪固定之。其刀具，或為鉋刀，或為挖槽刀，或為起線刀，視用途而定，均裝於刀軸之方柱的兩面或四面，而以螺釘固定之。板之狹邊，亦可在此機上鉋削，吾人將板之狹邊置於台面，傍導軌而推進。此機鉋削木板時，僅能鉋削下面，須翻轉後再鉋上面，因上下不能同時鉋成，故在特別情形下，如風撓之板，其上下面每不能平行。刀鋒之調整，務須準確，各刀鋒口，必須與旋轉圓圓線齊平。

### (B) 輓鉋機

此機所以有此名稱者，因此具有喂料輓及輔助輓，將木板輓動而推進。又因其可將木板，照規定厚度推進，以鉋成厚薄平均之板，故又名鉋厚機。照圖 413，刀軸裝置於可上下移動之台面的上部。故所施工作，在工件之上面。刀軸之曳動，亦如鉋直機刀軸，由同軸上之小帶輪曳動。喂料輓之曳動，由頂蓋聯動機關而來，係另一引帶，並非由刀軸分支傳動也。第一輓傳動第二輓，係用齒輪聯絡。其下輓裝於台面之底，借工件之磨擦而轉動。其喂料輓為第一輓，未加工作之工件，

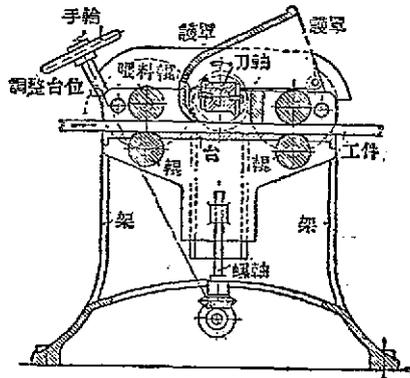


圖 413 輓鉋機

即插於其內，以輓面之線槽的磨擦力，將工件推進。其餘之輓，必須光滑，俾加工後之工件平面，不致損壞。其防護罩，覆蓋於刀軸上，用以導集飛揚之鉋屑，由工人立在之方位，送落於右首之工件上。為防止顫動，故罩須固定於台上。工件之厚薄，可調整台面之位置，以規定之。此機亦僅能鉋板之一面，下面不能同時鉋成，因風撓之板，經過輓輓，雖可壓直；但一經離機，即仍復原狀。

以上兩種鉋機之主要尺寸，以鉋台之寬度為標準，由此以規定所鉋工件之寬度。

丙 其他木工機

其餘的木工製造機，均仿照相關的金工製造機而成，或酷似，或近似。其區別處，惟工作之速率極大，而構造式較輕便耳。一切木工機，所

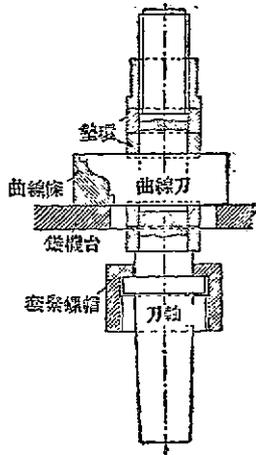


圖 414 刀軸裝置曲線刀以裝曲線

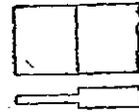


圖 415 刨



圖 416 槽

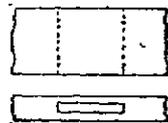


圖 417 槽

以須具極大之速率者，因工件之強度及硬度均極低。木工用機之工作情形，與金工所用相仿者，如車床鑽床是也。其與金工機之工作情形迥異者，是為鉋木機，其動作情形，極似金工用機之銼床。但亦有用水銼機，係用以製造彎曲截面之木條（圖 414），木樺（圖 415），槽隙（圖 416），不似鉋木機之僅能鉋削平面也。至於樺梢之製造，吾人應用穿孔鑽床，或鑿樺機，或鏈條銼機。其第一種價最廉，但工作亦最遲緩，末者價雖昂，但成績亦佳。鑿孔機，係仿照金工用機之立鉋床，製造而成。鏈條銼機之銼刀，由一種茄爾式鏈條所組成，其關節即為割削的刀鋒。製造彎曲線木條用之銼刀，必須有同型之刀口，裝於銼刀軸上，以高速率運動而工作。

## 第十一章 工具機之耗損及試驗

設工具機之單件，在製造時，平面及尺寸，均曾經準確試驗者，然後方能產生準確之工作。在機器全體中，單件之最重要者，軸承與導軌，必須詳加試驗。凡不平者，如為軸承或調整條，則加以調整，若係平面，須施修刮，凡優良之工具機，其工件及刀具之位置，必須為準確的水平線，或垂直線，而具有完善的穩靜行動。

凡車床須試驗者，首將床身，置於平正飯上，繼用水平儀，在導軌面上，縱置及橫置試驗之（圖 418），並須各處遊到。在屋脊形導軌，墊子  $m$ ，係用以置放水平儀（圖 419）。床之側邊，以溜飯及感測儀試驗之（圖 420），一經遇有差異，則由指針在表上指出（421）。側邊之厚薄，是否均勻，照圖 422 試驗之，用一種溜飯設備，以觸角  $T$ ，觸於平面  $a$ ，一經遇到較厚處，則  $T$  露出  $L$  之平面，或較薄處則反之。床緣為屋脊形線條者，其檢

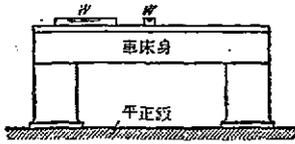


圖 418 車床身之檢驗法

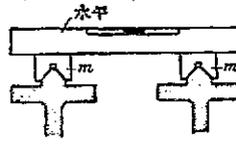


圖 419 背條檢驗法



圖 420 感觸儀

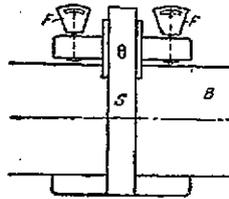


圖 421 床邊之檢驗法

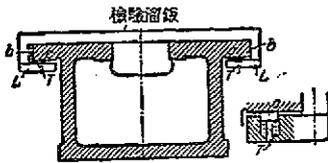


圖 422 床邊底面之檢驗法

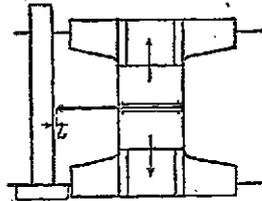


圖 423 平面溜板之檢驗法

驗之法，最好用標準溜板，邊緣設有厚薄不勻處，則溜板自感重滯。

欲工作準確，最要者須車軸旋轉準確，軸裝置於軸箱內，先用水平儀校正，再用感觸儀，縱橫檢驗之（圖 147）。吾人亦可用感觸儀，接近於旋轉之級帶輪，或單帶輪以檢驗之。抵座之頸軸，同樣的可用水平儀校正之。抵座及車頭之預試，吾人可將其裝置正確底板上檢驗之。在車床上，車頭及抵座，須準確的，在同一中心線上。其確定準確法，吾人可裝一較長之標準軸於兩錐之間，而將感觸儀裝於溜板，縱行檢驗之（圖 147）。

以相似情形，亦可試驗溜座。在溜座上，裝置感觸儀，使着於床身之上面或側面，縱行及橫行檢驗之。用此種試驗，則溜板縱行，得保證準確。至於溜板之橫行，必須與床身垂直，此係用光隙指針，及丁字板，照圖 423 試驗之。車頭及抵座之相對的錐，亦為主要的試驗，蓋必須置於準確的相同高度及方位也。其試驗法，

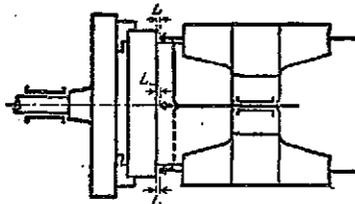


圖 424 平盤之檢驗法

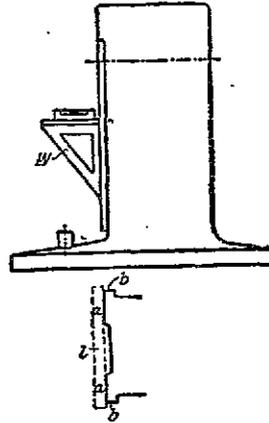


圖 425-426 柱座檢驗法

係推移抵座至車頭前，將錐壓於居間之紙上，設兩錐確為直線者，錐尖必戮於同一眼內。在車製平面時，欲使產生準確平面者，吾人必須裝一標準平盤於車頭，而用光隙指針試驗之（圖 424）。

車床之是否耗損及不確，吾人以其所造之工件，用極限規試驗之，亦可測得其不確之程度。

臥式銼床之檢驗法，與以上之情形相同。櫃式座之垂直導軌，可照圖 425-426，用平尺及水平儀，接近於 *a* 及 *b* 處，以驗其縱橫面，並可以照圖 422，檢驗其側面。軸及對軸承之檢驗，可照試驗車床法，以檢驗其位置行動及直線。其矩台裝於櫃座側面，必須確能垂直運動（圖 427-428）。設矩台對於櫃座側面導軌，不能確為垂直，而微俯或微

仰，則用指針  $Z$  及矩尺  $W$ ，在  $a$  位置檢驗之，其橫面之斜側，則在  $b$  位置檢出之。台之位置準確者，兩處之光隙，必均勻如一。工作台之十字溜板，係用水平儀及感觸儀，檢驗其行動及位置。至於橫溜板之橫縫工作，須照圖 428，對軸確係垂直。一切平臥式工具機，凡為旋轉主體運動者，均

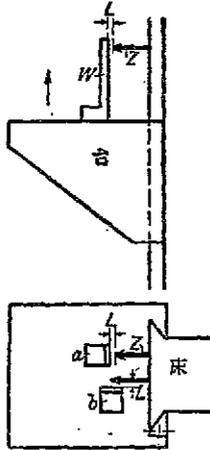


圖 427—428 矩台之檢驗法

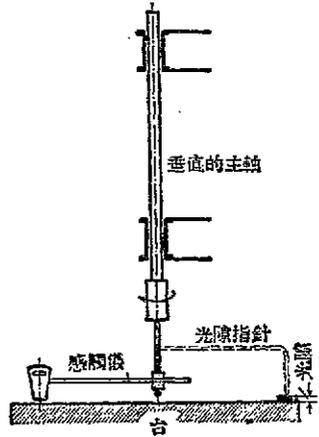


圖 429 垂直主軸之檢驗法

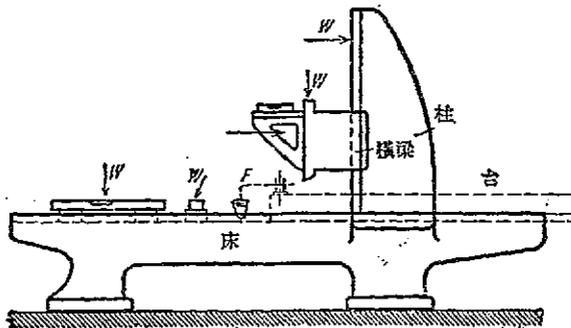


圖 430 銲床之檢驗法

用上述之方法檢驗之。在垂直式之工具機，尚須照圖 429，將光隙指針，或感觸儀，裝於垂直的主軸上，然後運動工作台，以檢驗軸與台是否垂直。

在台鉋床，床身之平導軌，及垂直之柱，照圖 430 之方法檢驗之。至於鉋台，行駛直線之是否正確，則用水平儀及感觸儀，裝於台上，或使觸角觸於屋脊形導軌之面上，然後使台行動，以檢驗之(圖 430)。其橫梁在柱之各處位置，必須垂直(圖 430)。鉋刀座之十字溜板，吾人照圖 154，檢驗其行動是否準確。設鉋刀溜座橫行時，與鉋台面之高距，到處相等，然後鉋成之平面，方確為水平。最佳之法，用感觸儀及光隙指針確定之，即將其裝於鉋刀溜板，橫跨台面而推移。

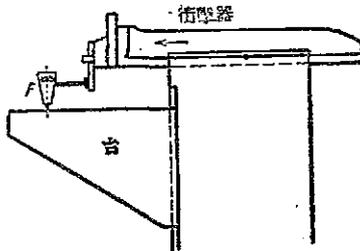


圖 431 水平的銜擊器之檢驗法

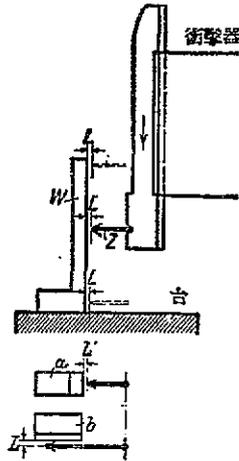


圖 432-433

垂直的銜擊器之檢驗法

在半頭鉋床，係將感觸儀，裝於銜擊器上，而滑行於曾經校準水平之台面(圖 431)。以同樣情形，亦可用指針及矩尺，試驗立鉋床(圖 432-3)。

## 第十二章 工具機之裝置法

凡一種工具機，需產生準確之工作者，應有堅強而耐久之基礎。如

是，則工作時，可免震盪及歪扭。輕型的機器，即固定於地板之木桁上(圖 434)，木料上，鐵枕，鐵軌上，或一種石基上(圖 435)。重型機，須置於混凝土基座上，其錨頭的基礎螺釘，即澆固於基礎內(圖 435)。在裝置機器之先，須有充分時間，使混凝土乾燥凝結，否則床身將有斜側之虞。

機器之正直處，用水平儀檢查之，最低限度，必須縱橫遊遍機身各處。襯墊床身底部之鐵楔，不可過狹。用此楔將床身調整平準，然後用一

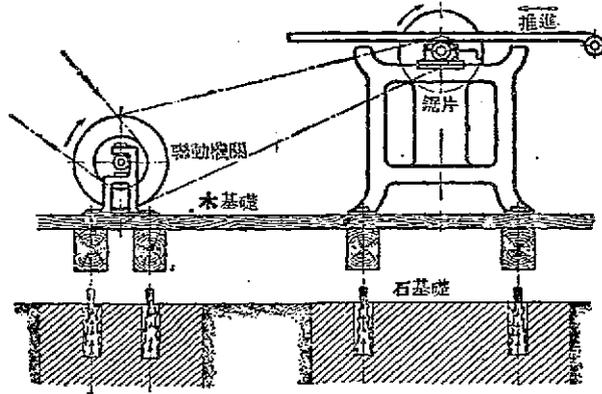


圖 434—435 鋸機之裝置法

種黏土，圍於床底盤四周，作一小埂堤，嗣用混凝土或硫磺灌鑄之，設基礎為木料，則用砂和瀝青，或石腦油以代之。在澆料凝結後，除去黏土邊緣，略加修飾。

鐵床之裝置(圖 436)，在 A, B, C, 均墊有鐵楔，而重型機，B 處之楔，尤不可缺，否則底盤中段懸空，如伸縮的擎軸，勢將微有彎撓。在校平後，必須將矩台，搖使升降，覺不感緊滯，然後澆灌凝結料，完全凝結後，再旋緊螺帽。

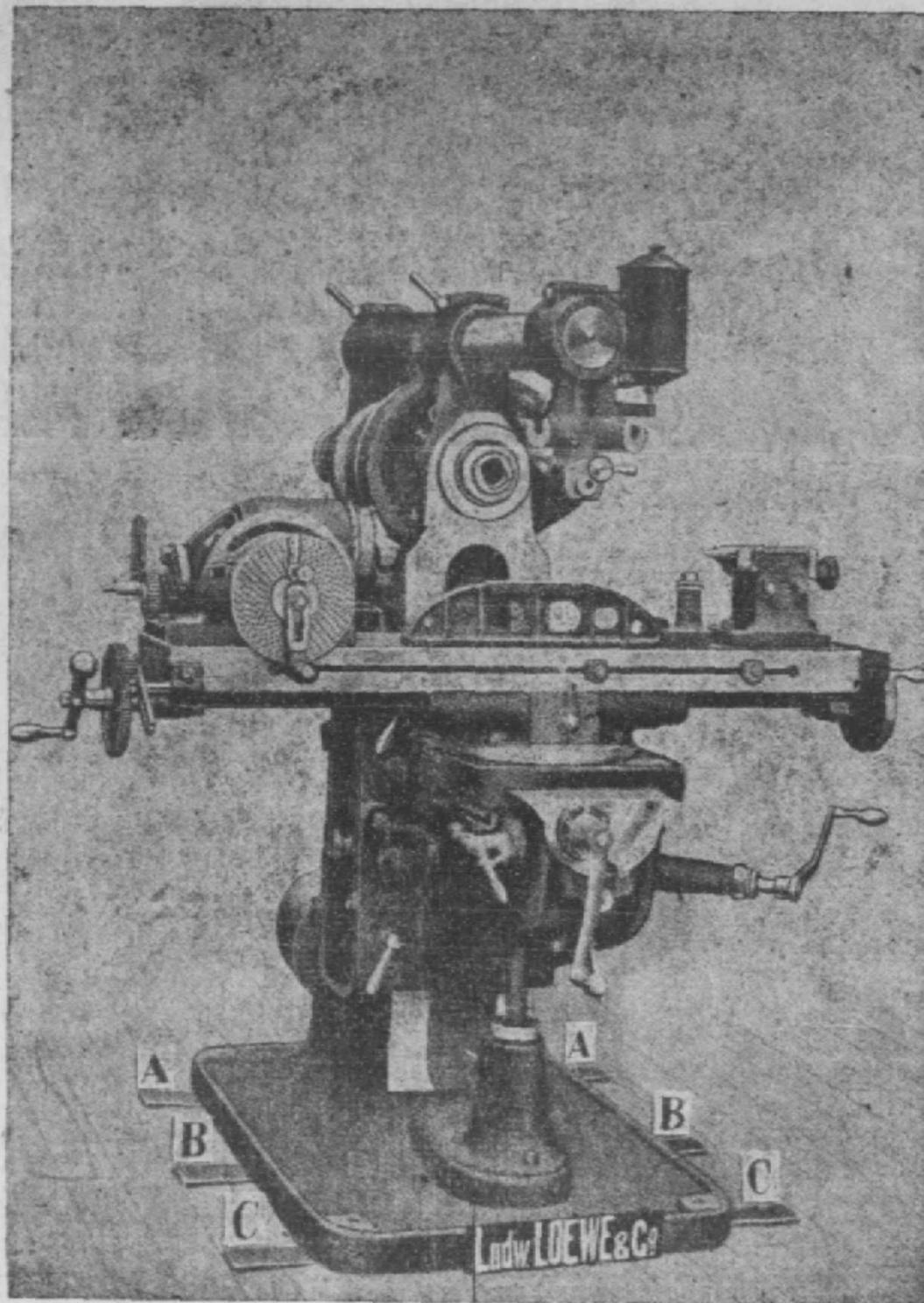


圖 436 鑽床之裝置法

# 第五編

## 算法

### 第一章 工具機之切削壓力及所需功

#### 甲 在單鋒刀具間之切削壓力

寄於刀鋒之分劈的切削壓力  $W_1$  (圖 437), 隨切屑截面  $q$ , 及所製材料之強度  $K_2$  而發生, 因此  $W_1 = q \cdot K_2$ 。

惟此處尚有奪去切屑磨擦阻力, 並隨刀鋒形勢而演變, 故破裂強度  $K_2$ , 尚須代之以單位切削壓力  $K = aK_2$ 。

切削壓力  $W_1 = q \cdot K$  (仟克)。

此式可適用於一切單鋒刀具, 如車刀, 鉋刀, 銜鑿, 鑽刀及類似者。

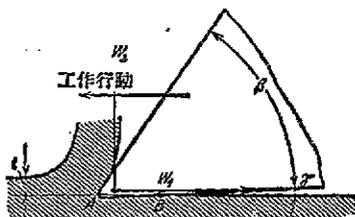


圖 437 單鋒刀具之切削壓力

設推進距為  $s$ , 切屑深度為  $t$ , 而皆以毫米計, 則切屑截面  $q = s \cdot t$  (方毫米)。

各種材料之  $a$  值:

鍛鐵及鑄鋼之製造  $a = 2.5 - 3.2$ 。

鑄鐵之製造  $a = 4 - 5 - 6$ 。

單位切削壓力  $K = a \cdot K_s$  仟克/方毫米。

單位切削壓力之平均值：

鑄鐵及柔鋼  $K = 100 - 150$  仟克/方毫米。

中質及硬鋼  $K = 150 - 240$  仟克/方毫米。

柔質鑄鐵  $K = 60 - 90$  仟克/方毫米。

硬質鑄鐵  $K = 90 - 130$  仟克/方毫米。

照圖 437, 刀鋒壓於工件之  $AB$  段, 則刀上所感者:

1. 壓力  $W_1$ , 在刀之胸部, 對抗工作行動。
2. 壓力  $W_2$ , 與刀鋒之背垂直。

吾人計算機器時, 常擬定

$$W_2 = W_1.$$

設  $D$  為工件之最大對徑, 則車軸之扭率:

$$M = W_1 \frac{D}{2} \text{ 仟克毫米。}$$

### 例 題

今在車床上, 車製一強度 40 仟克之鍛鐵軸。其切削深度為 5 毫米, 推進距為 2 毫米。試計算其切削壓力。

切削壓力  $W_1 = q \cdot K$ 。

切屑截面  $q = s \cdot t = 5 \cdot 2 = 10$  方毫米。

材料數值  $K = a \cdot K_s = 3 \cdot 40 = 120$  仟克/方毫米。

$$W_1 = 10 \cdot 120 = 1200 \text{ 仟克。}$$

$$W_2 = 1200 \text{ 仟克。}$$

着於刀鋒之推進力，可假定為  $0.5 W_1$  至  $W_1$ 。在軸上最大壓力  $\sim 3 W_1 = 3600$  仟克，在抵座上者  $\sim 2 W_1 = 2400$  仟克，至於溜鋸之運動，用力  $\sim 2.5 - 3 W_1 = 3000 - 3600$  仟克。

### 乙 在剪刀間之切削壓力

在剪刀間之切削壓力，與以上之情形相似。設  $b$  為切削寬度， $t$  為鐵板厚度，則在齊切的剪刀板間之切削壓力：

$$W_1 = q \cdot K = b \cdot t \cdot K.$$

剪刀板斜位，在  $\delta$  角度下者，

則 (圖 438)

$$W_1 = \frac{0.225 \cdot t^2}{\text{tg } \delta} \cdot K.$$

設  $\delta = 9^\circ$ ，則

$$W_1 = 1.4 t^2 \cdot K.$$

切削速率  $c = 15 - 30$  毫米/秒。

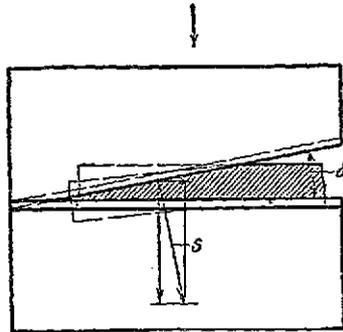


圖 438 開合剪

### 丙 在銜頭間之切削壓力

吾人採用銜孔機 (圖 402)，以銜得光滑的孔壁，則須使銜頭之對徑  $d_1 = d - \frac{1}{8} s$ ，其中  $d$  為孔徑， $s$  為最大的鐵板厚度，皆以毫米計。至於下模孔環，吾人規定其對徑  $d_2 = d + \frac{1}{8} s$  毫米。或使  $d_1 = d$  及  $d_2 = d + \frac{1}{4} s$ 。在精緻鐵板，必須除去銜頭之頂尖，準確的適合下模之孔環。為減少孔內磨擦阻力，將銜頭自鋒稜向上，周圍略微收小，並將環孔，微作錐體。

此處之切削阻力，亦導源於剪切截面：

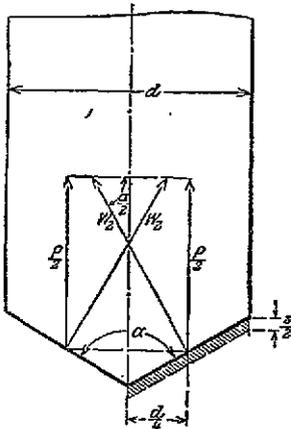
$$W_1 = d \pi \cdot s \cdot K.$$

其單位切削壓力  $K$ ，在此處約為  $1.7 \times$  抗截強度。銼頭之銼程，約等於銼厚 2-3 倍。其切削速率  $c = 15-20$  毫米/秒。

鋼銼	$K = 60-70$ 仟克/方毫米。
鍛鐵銼	$K = 40-60$ 仟克/方毫米。
鍛鐵銼 (暗紅赤熱)	$K = 12-20$ 仟克/方毫米。
紫銅銼	$K = 25-40$ 仟克/方毫米。
鋅銼	$K = 9-15$ 仟克/方毫米。
錫銼	$K = 2-3$ 仟克/方毫米。
鉛銼	$K = 1.5-2.4$ 仟克/方毫米。

#### 丁 在銼頭間之切削壓力

銼頭之切削，用兩鋒口 (圖 439-440)。銼頭之推進距  $s$  及其對徑  $d$ ，均以毫米計，如是則每一鋒口，削去一層，其截面  $q = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2}$  方毫米。



因此着於每鋒口之背壓力

$$W_2 = q \cdot K = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} \cdot K \text{ (仟克)}.$$

除背壓力  $W_2$  外，尚須測定推進齒桿之推進壓力  $P$ 。照圖 439，係

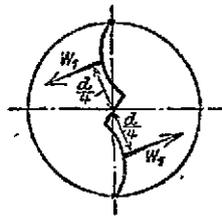


圖 439-440 銼頭之切削壓力

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{P}{2}}{W_2},$$

$$\frac{P}{2} = W_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

鑽頭及鑽桿之扭率，照圖 440：

$$M = 2 \cdot W_1 \cdot \frac{d}{4},$$

$$W_1 = W_2,$$

$$M = 2 \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} \cdot K \cdot \frac{d}{4} = \frac{d^2}{8} \cdot s \cdot K \text{ 仟克毫米。}$$

在螺旋鑽頭  $\alpha = 120^\circ$  及  $\frac{\alpha}{2} = 60^\circ$ ，則

$$\text{推進壓力 } P = d \cdot \frac{s}{2} \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0.5 d \cdot s \cdot K,$$

$$\text{扭率 } M = \frac{d^2}{8} \cdot s \cdot K.$$

### 例 題

一對徑 75 毫米之孔，為強度 65 仟克之 S.M. 鋼，在推進距 0.5 毫米下鑽之。

$$\text{推進壓力 } P = 0.433 \cdot d \cdot s \cdot K.$$

其中  $d = 75$  毫米， $s = 0.5$  毫米， $K = 3.2 \cdot K_s = 208$  仟克/方毫米。

$$\text{於是 } P = 0.433 \cdot 75 \cdot 0.5 \cdot 208 = \sim 3400 \text{ 仟克，}$$

$$\text{扭率 } M = \frac{d^2}{8} \cdot s \cdot K = 73000 \text{ 仟克毫米。}$$

在  $v = 20$  米/分，則鑽頭消費之功

$$N_n = \frac{W_1 \cdot v}{75 \cdot 60} = \frac{d \cdot s}{2 \cdot 2} \cdot K \cdot \frac{v}{60 \cdot 75} = \frac{75 \cdot 0.5}{2 \cdot 2} \cdot 208 \cdot \frac{20}{60 \cdot 75} \sim 9 \text{ 馬功率。}$$

#### 戊 在鏢刀間之切削壓力

假定鏢刀為靜止，工件以  $c$  米/秒之速率前進（圖 441—442），如是，則關於鉋削，消費之功  $A = q \cdot K \cdot c = b \cdot t \cdot K \cdot c$  米仟克。其以  $v$  米/秒旋轉之鏢刀，亦有相同的消費功  $A = W_1 \cdot v$ 。

$$W_1 \cdot v = b \cdot t \cdot K \cdot c$$

鏢刀之切削壓力： $W_1 = b \cdot t \cdot K \cdot \frac{c}{v}$ （仟克）。

其中  $b$  = 屑寬（以毫米計）， $t$  = 屑深（以毫米計）， $c$  = 推進速率（以毫米/秒計） $= \frac{\pi \cdot s}{60}$ ， $s$  = 每週轉之推進距， $v$  = 切削速率（以毫米/秒計）。

習知公式  $W_1 = b \cdot t \cdot K \cdot \frac{c}{v}$ ，則知在多鋒刀具間之切削壓力，亦隨屑深，屑寬及所製材料之強度而增加。在推進速率  $c$  增大時亦然，因推進距大，則鏢刀每齒所切之屑，較推進距小者為厚。反之，所用之切削壓力，則因切削速率  $v$  之增高，而反減低，因圓周速率既大，則每齒所切之屑較薄。

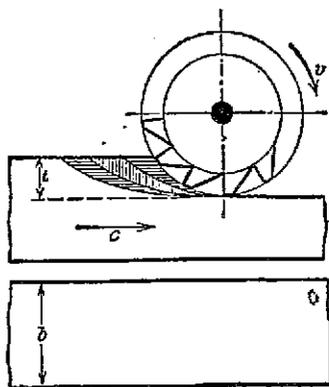


圖 441—442 鏢刀之切削壓力

其橫向鏢軸之直壓力  $R = \sqrt{W_1^2 + W_2^2} = 1.4 W_1$ 。

鏢軸之扭率  $M = W_1 \frac{D}{2}$ ， $D$  = 鏢刀徑。

## 例 題

今鑄一 300 毫米寬度之鑄件，切屑深度 5 毫米，切削速率為 300 毫米，推進速率，每秒 1 毫米。

$$\text{切削壓力 } W_1 = b \cdot t \cdot K \cdot \frac{v}{v_0} = 300 \cdot 5 \cdot 100 \cdot \frac{1}{300} = 500 \text{ 仟克。}$$

$$\text{垂直於鑄軸之壓力 } R = 1.4 \cdot W_1 = 700 \text{ 仟克。}$$

## 己 磨琢之功率

欲計算磨琢功率，必先明瞭下列各值之關係：

$P$  = 磨輪之圓周力，以仟克計。

$v$  = 磨輪之圓周速率，以米/秒計。

$s$  = 在工件每迴轉，磨輪之推進距，以毫米計。

$t$  = 切削深度，以毫米計。

$E$  = 對鋼及鑄鐵，每磨殘屑 1 克，消費功，以米仟克計 ( $K_s = 50$  仟克/方毫米)。

$$P = 7 - 40 \text{ 仟克，最高 } 80 \text{ 仟克。}$$

$P$  隨  $s$  及  $t$  而俱增，因  $v$  增加而降小。所謂磨琢功率，簡言之，即金剛砂每耗 1 仟克，所磨落之鐵屑重量，以仟克計。在中等硬度之鋼，功率因  $v$  增加而提高，反之因  $t$  及  $s$  增加而降低。平均的切屑功率，對於鋼 ( $K_s = 50$  仟克/方毫米) 為 20 仟克/點。

所需功  $E$ ，隨  $v$  增加而升高，因  $s$  及  $t$  增加而降低。

每磨屑1克,其 $E$ 之平均值

材料	鋼						鑄鐵					
	25			35			25			35		
$v$ 米/秒	25			35			25			35		
$t$ 毫米	0.02	0.14	0.14	0.02	0.14	0.14	0.02	0.14	0.14	0.01	0.14	0.14
$s$ 毫米	12	12	24	12	12	24	12	12	24	12	12	24
$E$ 米/仟克	1930	635	525	2070	635	540	2180	540	350	2230	690	480

## 庚 工具機所需功

凡工具機所需之功,與多種情形有關,須經測算,方能規定。惟每種算法,亦僅得近似值。

1. 由切削壓力,及切削速率,計算所需功。

機器切削時,以每秒 $v$ (米)之切削速率,及着於刀鋒之切削阻力 $W_1$ (仟克),以完成其工作,故

$$\text{其純粹切削功} = W_1 \cdot v \text{ 米仟克/秒} = \frac{W_1 \cdot v}{75} \text{ 馬功率。}$$

吾人爲注意及機器內之磨擦阻力,故計算時,須加入效率 $\eta$ ,如是,凡工具機爲圓轉主體運動者,其實際所需功

$$N = \frac{W_1 \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ (馬功率)。}$$

工具機爲直行主體運動者,其

$$N = \frac{W_1 \cdot c}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ (馬功率)。}$$

其中 $W_1$  = 切削壓力,以仟克計。 $c$  或  $v$  = 切削速率,以米/秒計。

效率: 在平常構造式之車床,鑽床,銑床  $\eta \sim 0.7$ 。

在鉋床  $\eta = 0.6$ 。

$$\eta = \frac{\text{切削功}}{\text{所消費功}}$$

凡用引帶曳動，或齒輪曳動，以執行推進者，其推進功

$$N_p = \frac{\text{推進力} \times \text{推進速率}}{75},$$

$$N_p = 0.5 W_1 \frac{\pi \cdot s}{60} \cdot \frac{1}{75} \text{ 至 } 0.8 W_1 \cdot \frac{\pi \cdot s}{60} \cdot \frac{1}{75} \text{ (馬功率)}.$$

其中  $s$  = 推進距，以米/迴轉計。 $\pi$  = 迴轉/分。

### 例 題

照本章甲條後之例題，設其切削速率  $v = 20$  米/分 =  $\frac{20}{60}$  米/秒。則車床之所需功為幾何？

$$N = \frac{W_1 \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{1200 \cdot 20}{75 \cdot 60} \cdot \frac{1}{0.7} \sim 7.6 \text{ 馬功率}.$$

又推進引帶之功為幾何？

設軸對徑為 65 毫米，彼必須在  $v = 20$  米/分， $\pi = \frac{v}{\pi \cdot d} = \frac{20}{0.204} = 100$  迴轉之情形下工作。此際每轉之推進距為 2 毫米，故

$$\text{推進速率} = \frac{\pi \cdot s}{60} = \frac{100 \cdot 0.002}{60} = \frac{1}{300} \text{ 米/秒}.$$

然後 
$$N_p = 0.8 \cdot \frac{W_1}{300} \cdot \frac{1}{75} = \frac{0.8 \cdot 1200}{300 \cdot 75} \sim 0.05 \text{ 馬功率}.$$

2 由切屑功率，及空行所費功以計算所需功。

工具機之所需功  $N$ ，係空行所費功  $N_1$ ，及應用功  $N_2$ ，併合而成。故

$$N = N_1 + N_2.$$

其應用功  $N_2$ , 即係  $E$ , 與機器每點鐘切屑重量  $G$ , 及每點鐘切屑 1 仟克所消費功  $\varepsilon$  相關。故

$$N_2 = \varepsilon G \text{ (馬功率)}。$$

與硬度相關之  $\varepsilon$  及  $N_1$  值。

1. 車床: 在適中的切屑截面  $q = 2.5$  方毫米者, 則關於  
 鑄鐵..... $\varepsilon = 0.069$  馬功率,  
 鍛鐵..... $\varepsilon = 0.072$  馬功率,  
 鋼..... $\varepsilon = 0.104$  馬功率。
2.  $N_1 = 0.1$  至  $0.7$  馬功率。
3. 用電力曳動者。

$$N = \frac{\text{電壓伏} \times \text{電流安}}{736} \cdot \eta_m$$

$$\eta_m = \text{電動機效率} = 0.8 - 0.95。$$

## 第二章 曳動之計算

### 例 題

甲. 計算一車床, 在普通情形下之曳動。其每分鐘之迴轉數, 最小為 10, 最大為 360。此床為級帶輪曳動法, 應具有 8 種速率。

(a) 算法答案: 工具機之迴轉數, 吾人照幾何級數規定之。

$$1. \text{幾何級數之轉數: } n_1, n_2 = n_1 \cdot q, n_3 = n_1 \cdot q^2, n_z = n_1 \cdot q^{z-1},$$

$z$  為速率之種數。

$$\text{照題 } n_3 = n_1 \cdot q^{3-1} = n_1 \cdot q^2.$$

$$360 = 10 \cdot q^2,$$

$$\text{級數之商 } q = \sqrt{\frac{360}{10}} = 1.669.$$

級數的理論轉數：

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 10, \\ n_2 = n_1 \cdot q = 10 \cdot 1.669 = 16.7, \\ n_3 = n_1 \cdot q^2 = 10 \cdot 1.669^2 = 27.8, \\ n_4 = n_1 \cdot q^3 = 10 \cdot 1.669^3 = 46.5, \end{array} \right\} \text{用聯動機關} \quad \left. \begin{array}{l} n_5 = 10 \cdot 1.669^4 = 77.5, \\ n_6 = 10 \cdot 1.669^5 = 129.3, \\ n_7 = 10 \cdot 1.669^6 = 215.7, \\ n_8 = 10 \cdot 1.669^7 = 360.0. \end{array} \right\} \text{非聯動機關}$$

2. 在同等級帶輪間，頂蓋聯動機關之轉數：

$$\text{引帶位置(圖 443)在 I: } \frac{d_1}{d_4} = \frac{n}{n_5}$$

$$\text{引帶位置(圖 443)在 IV: } \frac{d_1}{d_4} = \frac{n_8}{n}$$

$$n^2 = n_5 \cdot n_8$$

$$n = \sqrt{n_5 \cdot n_8} = \sqrt{77.5 \cdot 360} = 167 \sim 165.$$

頂蓋聯動機關之轉數  $n = 165$ 。

$$3. \text{ 級帶輪. 照圖 443: } \frac{d_1}{d_4} = \frac{n_8}{n} = \frac{360}{165} = 2.18.$$

此處最小齒輪，必須將其設插於最小級內，如是，則選定  $d_4 = 100$  毫米。因此  $d_1 = 100 \cdot 2.18 = 218 \sim 220$  毫米。其級輪分層，應照數學法，簡言之，在 3 級間之升度相等。

$$\text{升度} = \frac{d_1 - d_4}{3} = \frac{220 - 100}{3} = 40 \text{ 毫米}.$$

級對徑  $d_4 = 100$ ,  $d_3 = 140$ ,  $d_2 = 180$ ,  $d_1 = 220$  毫米。

級寬度選定為 65 毫米。

級輪之尺寸,即為:級對徑: 100, 140, 180, 220 毫米,級寬 65 毫米。

4. 齒輪聯動機關: 置引帶於  $d_1$  上, 則級輪旋轉之轉數  $n_5 = 77.5$  週轉, 在結連聯動機關時, 則工作軸所用之  $n_1 = 10$ 。其齒輪聯動機關之功用, 即係將級輪之 77.5 週轉, 變至工作軸上為 10 週轉。

$$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = \frac{10}{77.5} = \frac{1}{7.75} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2.58}$$

照圖 443:  $r_1 + R_1 = r_2 + R_2 = 156$  毫米。

$$\begin{array}{l} \text{由 } \frac{r_1}{R_1} = \frac{1}{3}, \\ \frac{r_1 + R_1 = 156}{r_1 = 78 \text{ 毫米 } \phi, R_1 = 234 \text{ 毫米 } \phi} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \frac{r_2}{R_2} = \frac{1}{2.58} \\ \frac{r_2 + R_2 = 156}{r_2 = 87 \text{ 毫米 } \phi, R_2 = 225 \text{ 毫米 } \phi} \end{array} \right.$$

輪之齒距: 其引帶以速率  $v_r = \frac{\pi \cdot 0.22 \cdot 77.5}{60} = 0.86$  米/秒, 旋轉

於 I 上。因此, 彼在 100 毫米對徑之最小級間, 可荷載  $p = 2$  仟克/方釐米。在 6 釐米寬之引帶, 其牽引力  $Z = 6 \cdot 2 = 12$  仟克。

在齒輪  $r_1$  之齒壓力:

$$Z \cdot \frac{d_1}{2} \cdot 0.95 = P r_1,$$

$$P = \frac{12 \cdot 11 \cdot 0.95}{3.9} = 32 \text{ 仟克。}$$

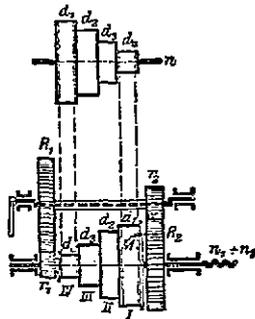


圖 443 級引帶曳動法

$$\text{齒距: } P = c \cdot b \cdot t,$$

$$\text{其中 } b = 3.5 t, c = 24,$$

$$32 = 24 \cdot 3.5 t^2,$$

$$t = 6.2 \text{ 毫米};$$

$$M = 2,$$

其齒輪  $r_1$  及  $R_1$  所具  $M = 2$ , 及

$$z_1 = \frac{78}{2} = 39, Z_1 = \frac{234}{2} = 117 \text{ 齒, 寬爲 } 30 \text{ 毫米。}$$

在齒輪  $R_2$  之齒壓力:

$$0.95^2 \cdot Z \cdot \frac{d_1}{2} \cdot \frac{R_1}{r_1} \cdot \frac{R_2}{r_2} = P \cdot R_2,$$

$$P = \frac{12 \cdot 11 \cdot 7.75 \cdot 0.95^2}{\frac{22.5}{2}} = 78 \text{ 仟克。}$$

$$\text{齒距: } P = c \cdot b \cdot t,$$

$$78 = 24 \cdot 3.5 t^2,$$

$$t = 9.29 \text{ 毫米};$$

$$M = 3,$$

$$\text{其齒輪 } r_2 \text{ 及 } R_2 \text{ 所具之 } M = 3 \text{ 及 } z_2 = \frac{87}{3} = 29 \text{ 及 } Z_2 = \frac{225}{3} = 75$$

齒。其寬爲 40 毫米。

## 齒 輪 之 尺 寸

齒 輪	齒 率	齒 數	寬	分 齒 圓 對 徑 $\phi$	齒 頂 圓 對 徑 $\phi$	材 料
$r_1$	2	39	30	78	82	鑄 鐵
$R_1$	2	117	30	234	238	鑄 鐵
$r_2$	3	29	40	87	98	鑄 鐵
$R_2$	3	75	40	225	231	鑄 鐵

## 5. 機 器 之 實 際 轉 數:

$$n_6 = 165 \cdot \frac{220}{100} = 363,$$

$$n_4 = 363 \cdot \frac{39}{117} \cdot \frac{29}{75} = 47,$$

$$n_7 = 165 \cdot \frac{180}{140} = 212,$$

$$n_3 = 212 \cdot \frac{39}{117} \cdot \frac{29}{75} = 28,$$

$$n_8 = 165 \cdot \frac{140}{180} = 128,$$

$$n_2 = 128 \cdot \frac{39}{117} \cdot \frac{29}{75} = 16,$$

$$n_5 = 165 \cdot \frac{100}{220} = 75,$$

$$n_1 = 75 \cdot \frac{39}{117} \cdot \frac{29}{75} = 10.$$

## (b) 圖 解 答 案: 機 器 之 轉 數:

照圖 444, 係  $\cos \alpha = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} = \dots$  照幾何法級數, 則

$$\cos \alpha = \frac{1}{q} = \frac{1}{1.669} = 0.59817 \text{ 而 } \alpha = 53^\circ 40'.$$

吾人配  $n_1 = 10$  於垂直線  $a$  上, 而引一水平線至  $b$ , 如是, 在  $b$  上之段落, 即為  $n_2$  之大小. 吾人再用圓規, 由  $n_2$  向  $a$  線引回, 並照上法, 重復行之, 如是, 則在相似的三角內, 即為

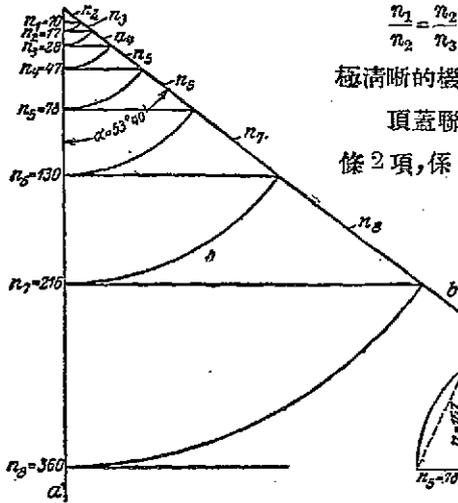


圖 444 機器轉數之圖解測定法

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} = \dots = \frac{n_7}{n_8} \text{ 由此圖，遂得}$$

極清晰的機器轉數，並係幾何法分級。

頂蓋聯動機器之轉數：照本章

條 2 項，係  $n^2 = n_5 \cdot n_8$ 。其說明由圖 445



圖 445 頂蓋聯動機器轉數之圖解測定法

顯示之，並得平均的比例為  $n = 167$ 。

級輪：在圖 446 內顯示之。

$$\frac{d_1}{d_4} = \frac{n}{n_5} = \frac{167}{78}$$

$$\frac{d_3}{d_2} = \frac{n}{n_7} = \frac{167}{216}$$

$$\frac{d_2}{d_3} = \frac{n}{n_6} = \frac{167}{130}$$

$$\frac{d_4}{d_1} = \frac{n}{n_8} = \frac{167}{360}$$

以  $d_4 = 100$  毫米，則吾人測定級輪之對徑為  $d_1 = 220$ ， $d_2 = 180$ ， $d_3 = 140$ ， $d_1 = 100$  毫米。

齒輪聯動機關： $\frac{r_1 \cdot r_2}{R_1 \cdot R_2} = \frac{10}{78}$  為用圖解測定，吾人設想，將雙重聯

動機關，假定為簡單者  $\frac{r}{R}$ 。

$$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = \frac{r}{R} = \frac{A \cdot r}{R \cdot A} \quad \text{或} \quad \frac{r_1}{R_1} = \frac{A}{H} \quad \text{及} \quad \frac{r_2}{R_2} = \frac{r}{A}$$

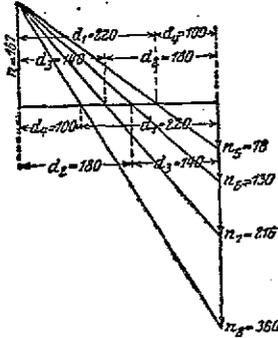


圖 446 階級帶輪之圖解測定法

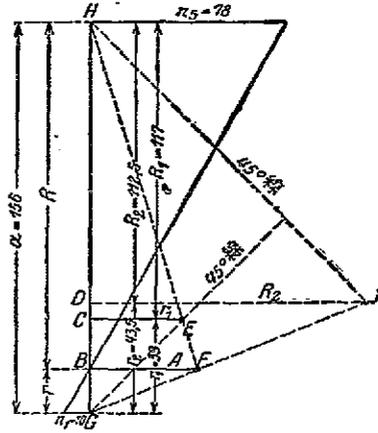


圖 447 齒輪聯動機關之圖解測定法

在圖 447 內，軸線距離  $a=156$  毫米，而於  $\frac{r}{R} = \frac{10}{78}$  內分析之，其引至  $B$  內者為水平線，至  $G$  及  $H$  內者，為  $45^\circ$  線。

延引線  $GC = r_1 = 39$  毫米，則  $CH = R_1 = 117$  毫米。吾人引  $HF$  經過  $B$  線，並引  $GJ$  線經過  $F$ ，如是，則  $DJ = R_2 = 112.5$  毫米，而  $GD = r_2 = 43.5$  毫米。因此，

$$\text{在} \quad \triangle ECH \text{ 及 } \triangle FBH \text{ 係} \quad \frac{r_1}{R_1} = \frac{A}{R} \text{ 並}$$

$$\text{在} \quad \triangle JDG \text{ 及 } \triangle FBG \text{ 係} \quad \frac{R_2}{r_2} = \frac{A}{r}$$

其齒壓力係於圖 448 內測定之。其力率  $\frac{Zd_1}{2} = P_1 \cdot r_1$  圖示於等積的右角，其式為  $P_1 \cdot R_1 = P_2 \cdot r_2$ 。

齒距:  $P = c \cdot b \cdot t = c \cdot 3.5 t^2;$   
 $x = 3.5 \cdot c \cdot y^2,$   
 $y^2 = \frac{1}{3.5 \cdot c} \cdot x,$   
 $y^2 = 2 p X = \text{拋物線公式。}$

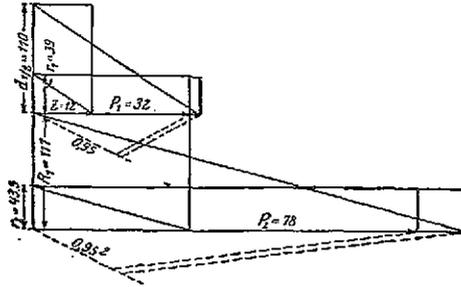


圖 448 齒壓力之圖解測定法

在圖 449 內,係表示關於鑄鐵齒輪用  $c=24$ , 及鋼齒輪用  $c=70$  之

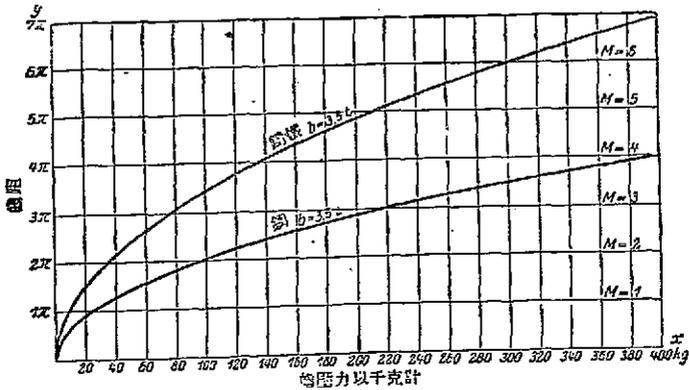


圖 449 齒距之算表

拋物線。在鑄鐵齒輪，其  $P_1 = 32$  仟克者，則  $M = 2$ ，其  $P_2 = 78$  仟克者，則  $M = 3$ 。

乙。試計算應具 6 種速率之級齒輪傳動。其最小轉數為 30，最大者為 390。其車床，在強度 40 仟克/方毫米之鍛鐵上，應能切削 1.6 方毫米之屑截面，而具有 20 米/分之切削速率。

答案：

$$1. \text{ 機器之所需功: } N = \frac{W_1 \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta}$$

此中  $W_1 = q \cdot K = 1.6 \cdot 2.5 \cdot 40 = 160$  仟克。

$$\text{切削速率 } v = \frac{20}{60} \cdot \frac{1}{3} \text{ 米/秒。}$$

$$\text{於是, 所需功 } N = \frac{160 \cdot 1}{75 \cdot 3} \cdot \frac{1}{0.7} \sim 1 \text{ 馬功率。}$$

2. 帶輪及引帶：關於所需功為 1 馬功率之單帶輪  $Z$ ，應作 300 迴轉，而具 250 毫米之對徑  $\phi$ 。

$$\text{引帶速率 } v_r = \frac{\pi \cdot 0.25 \cdot 300}{60} = 4 \text{ 米/秒。}$$

$$\text{引帶功率 } N = \frac{Z \cdot v_r}{75} \text{ 而}$$

$$\text{牽引力 } Z = \frac{75 \cdot N}{v_r} = \frac{75 \cdot 1}{4} = 19 \text{ 仟克。}$$

$$\text{帶寬 } b = \frac{Z}{p} = \frac{19}{4} = 5 \text{ 釐米。}$$

帶輪之尺寸：250 毫米  $\phi$ ，60 毫米寬，300 迴轉，引帶寬 50 毫米。

3. 機器之理論的轉數：

$$n_1 = 30, \quad n_6 = 390.$$

幾何的級數： $n_1, n_2 = n_1 \cdot q, n_3 = n_1 \cdot q^2, \dots, n_6 = n_1 \cdot q^5$ .

$$\text{級數之商： } q = \sqrt[5]{\frac{n_6}{n_1}} = \sqrt[5]{\frac{390}{30}} = 1.67.$$

$$\text{用聯動機函} \left\{ \begin{array}{l} n_1 = 30, \\ n_2 = 30 \cdot 1.67 = 50.1, \\ n_3 = 30 \cdot 1.67^2 = 83.7, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} n_4 = 30 \cdot 1.67^3 = 139.7, \\ n_5 = 30 \cdot 1.67^4 = 233.4, \\ n_6 = 30 \cdot 1.67^5 = 390.0. \end{array} \right. \text{齒輪個數}$$

4. 齒輪偶：級齒輪傳動法之構造，在圖 450 內顯示之。此處之齒輪  $R_3, R_3'$  係相同者，故用  $\frac{r_1}{R_1}$ ，則使軸 II 之轉數為 390 迴轉，用  $\frac{r_2}{R_2}$  則為 233.4 迴轉，用  $\frac{r_3}{R_3}$  為 139.7 迴轉。

然後其比率為：

$$\frac{r_1}{R_1} = \frac{390}{300} = \frac{13}{10}, \quad \frac{r_2}{R_2} = \frac{233}{300} = \frac{7}{9}, \quad \frac{r_3}{R_3} = \frac{140}{300} = \frac{7}{15}$$

因圖 450 內之軸距離相等

$$r_1 + R_1 = r_2 + R_2 = r_3 + R_3 = \frac{195}{2} = 97.5 \text{ 毫米。}$$

齒輪之對徑：

$$(a) \quad r_1 + R_1 = \frac{195}{2}$$

$$\cdot \frac{r_1}{R_1} = \frac{13}{10}$$

$$R_1 = 84 \text{ 毫米 } \phi, \quad r_1 = 111 \text{ 毫米 } \phi.$$

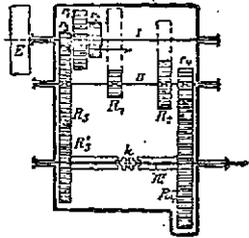


圖 450

單軸與動用階級齒輪傳動

$$(b) \quad r_2 + R_2 = \frac{195}{2}$$

$$\frac{r_2}{R_2} = \frac{7}{9}$$

---


$$R_2 = 110 \text{ 毫米 } \phi, \quad r_2 = 85 \text{ 毫米 } \phi.$$

$$(c) \quad r_3 + R_3 = \frac{195}{2}$$

$$\frac{r_3}{R_3} = \frac{7}{15}$$

---


$$R_3 = 132 \text{ 毫米 } \phi, \quad r_3 = 63 \text{ 毫米 } \phi.$$

齒輪偶  $\frac{r_4}{R_4}$  之比率:

用齒輪偶  $\frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}$  將 *E* 之 300 迴轉, 變至 *III* 為 30 迴轉。

$$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_4}{R_4} = \frac{30}{300} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{r_3}{R_3} = \frac{7}{15}$$

$$\frac{r_4}{R_4} = \frac{15}{70} = \frac{3}{14}$$

---


$$R_3 + R_4 = r_4 + R_4 = 132$$

$$R_4 = 218 \text{ 毫米 } \phi; \quad r_4 = 46 \text{ 毫米 } \phi.$$

齒輪  $r_1$  至  $R_4$  之齒距:

其最小齒輪  $r_3$ , 感受最大齒壓力。

$$P \cdot r_3 = Z \cdot \frac{25}{2} \cdot 0.95,$$

$$P \frac{6.3}{2} = 20 \cdot \frac{25}{2} \cdot 0.95;$$

$$P = 75 \text{ 仟克,}$$

$$P = c \cdot b \cdot t;$$

$$75 = 24 \cdot 3.5 t^2 \text{ (鑄鐵),}$$

$$t = 9.5 \text{ 毫米;}$$

$$M = 3.$$

其齒輪  $r_1$  至  $R_3$ , 所得之齒率數  $M = 3$ .

$$\left. \begin{array}{l} \text{齒數 } z_1 = \frac{111}{3} = 37, \\ Z_1 = \frac{84}{3} = 28, \\ z_3 = \frac{63}{3} = 21, \\ Z_3 = \frac{132}{3} = 44, \end{array} \right\} \begin{array}{l} z_2 = \frac{85}{3} = 28 \text{ 爲 } 84 \text{ 毫米 } \phi \text{ 者,} \\ Z_2 = \frac{110}{3} = 37 \text{ 爲 } 111 \text{ 毫米 } \phi, \\ Z'_3 = Z_3 = 44. \end{array}$$

$r_1$  及  $R_4$  之齒距:

着於  $R_4$  之齒壓力。

$$P \cdot R_4 = Z \cdot \frac{25}{2} \cdot \frac{15}{7} \cdot \frac{14}{3} \cdot 0.85$$

(0.85 = 0.95<sup>3</sup> 爲 2 軸及 1 齒輪偶),

$$P \cdot \frac{21.8}{2} = 20 \cdot \frac{25}{2} \cdot \frac{15}{7} \cdot \frac{14}{3} \cdot 0.85,$$

$$P = 195 \text{ 仟克.}$$

鋼齒輪  $c = 70$ :

$$P = c \cdot 4 \cdot t^2,$$

$$195 = 70 \cdot 4 \cdot t^2,$$

$$t = 8.5 \text{ 毫米};$$

$$M = 3,$$

$$z_4 = \frac{46}{3} = 15 \text{ 爲 } 45 \text{ 毫米 } \phi \text{ 者},$$

$$Z_4 = \frac{218}{3} = 73 \text{ 爲 } 219 \text{ 毫米 } \phi \text{ 者}.$$

### 5. 機器之實在轉數:

$$n_6 = 300 \cdot \frac{37}{28} = 396, \quad n_3 = 396 \cdot \frac{15}{73} = 81.4,$$

$$n_5 = 300 \cdot \frac{28}{37} = 227, \quad n_2 = 227 \cdot \frac{15}{73} = 46.6,$$

$$n_4 = 300 \cdot \frac{21}{44} = 143, \quad n_1 = 143 \cdot \frac{15}{73} = 29.4.$$

### 齒 輪 尺 寸 表

齒 輪	齒 率 數 $M$	齒 數	分齒圓 $\phi$ 毫米	齒頂圓 $\phi$ 毫米	寬 度	材 料	附 註
$r_1$	3	37	111	117	40	鍛 鐵	
$R_1$	3	28	84	90	40	鑄 鐵	
$r_2$	3	28	84	90	40	鑄 鐵	$R_1$ 之 式 樣
$R_2$	3	37	111	117	40	鑄 鐵	$r_1$ 之 式 樣
$r_3$	3	21	63	69	40	鑄 鐵	
$R_3$	3	44	132	138	40	鑄 鐵	
$R'_3$	3	44	132	138	40	鑄 鐵	$R_3$ 之 式 樣
$r_4$	3	15	45	51	40	鋼	小 齒 輪
$R_4$	3	73	219	225	40	鋼	

實在的轉數: 29.4-46.6-81.4-143-227-396.

理論的轉數: 30.0-50.1-83.7-139.7-233.4-390.

其圖解答案,與階級帶輪曳動者相同。



$$(b) \text{ 用聯動機關 } \frac{r_1 \cdot r_3}{R_1 \cdot R_2} = \frac{52 \cdot 26}{52 \cdot 78} = \frac{1}{3}$$

$$\text{輪 I: } n_4 = 435 \cdot \frac{1}{3} = 145, \quad n'_4 = 650 \cdot \frac{1}{3} = 216.6,$$

$$\text{輪 II: } n_5 = 285 \cdot \frac{1}{3} = 95, \quad n'_5 = 425 \cdot \frac{1}{3} = 141.7,$$

$$\text{輪 III: } n_6 = 186.5 \cdot \frac{1}{3} = 62.2, \quad n'_6 = 278 \cdot \frac{1}{3} = 92.7,$$

$$(c) \text{ 用聯動機關 } \frac{r_2 \cdot r_3}{R_2 \cdot R_3} = \frac{24 \cdot 26}{80 \cdot 78} = \frac{1}{10}$$

$$\text{輪 I: } n_7 = 435 \cdot \frac{1}{10} = 43.5, \quad n'_7 = 650 \cdot \frac{1}{10} = 65,$$

$$\text{輪 II: } n_8 = 285 \cdot \frac{1}{10} = 28.5, \quad n'_8 = 425 \cdot \frac{1}{10} = 42.5,$$

$$\text{輪 III: } n_9 = 186.5 \cdot \frac{1}{10} = 18.7, \quad n'_9 = 278 \cdot \frac{1}{10} = 27.8.$$

## 2. 機器之單位推進:

### (a) 在縱車時

$$\text{拉楔在 1: } s_1 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{24}{96} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{104} \cdot \frac{30}{112} \cdot \pi \cdot 57 = 0.12 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 2: } s_2 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{40}{80} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{104} \cdot \frac{30}{112} \cdot \pi \cdot 57 = 0.25 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 3: } s_3 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{104} \cdot \frac{30}{112} \cdot \pi \cdot 57 = 0.49 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 4: } s_4 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{72}{48} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{104} \cdot \frac{30}{112} \cdot \pi \cdot 57 = 0.74 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 5: } s_5 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{80}{40} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{104} \cdot \frac{30}{112} \cdot \pi \cdot 57 = 0.98 \text{ 毫米}$$

(b) 在平車時: 其平面軸之螺紋距為 8 毫米。

$$\text{拉楔在 1: } s_1 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{24}{96} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{20} \cdot 8 = 0.11 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 2: } s_2 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{40}{80} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{20} \cdot 8 = 0.21 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 3: } s_3 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{20} \cdot 8 = 0.43 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 4: } s_4 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{72}{48} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{20} \cdot 8 = 0.64 \text{ 毫米}$$

$$\text{拉楔在 5: } s_5 = \frac{28}{56} \cdot \frac{32}{80} \cdot \frac{80}{40} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{25}{75} \cdot \frac{24}{20} \cdot 8 = 0.85 \text{ 毫米}$$

3. 此床之所需功:

$$\text{設引帶速率 } v_r = \frac{0.144 \cdot \pi \cdot 425}{60} = 3.2 \text{ 米/秒而引帶之牽引力}$$

$$Z = b \cdot p = 6 \cdot 3 = 18 \text{ 仟克。其 } p = 3 \text{ 仟克/方釐米, 則}$$

$$N = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{18 \cdot 3.2}{75} = 0.8 \sim 1 \text{ 馬功率。}$$

4. 規定的切削壓力:

$$\text{在效率 } \eta = 0.7, \text{ 則實用功 } N_n = \eta \cdot N = 0.7 \text{ 馬功率。}$$

實用功 = 切削功。

$$N_n = \frac{W_1 \cdot v}{75}, \text{ 照此則}$$

$$\text{切削壓力 } W_1 = \frac{N_n \cdot 75}{v}.$$

鑄鐵  $v = 15$  米/分,

$$W_1 = \frac{0.7 \cdot 75}{15} = 210 \text{ 仟克。}$$

機器鋼  $v = 20$  米/分,

$$W_1 = \frac{0.7 \cdot 75}{20} = 158 \text{ 仟克。}$$

鍛鐵  $v = 25$  米/分,

$$W_1 = \frac{0.7 \cdot 75}{\frac{25}{60}} = 126 \text{ 仟克。}$$

5. 許可的切屑截面:

$$W_1 = q \cdot K \quad \text{而} \quad q = \frac{W_1}{K}$$

鑄鐵  $K = 4 \cdot K_2 = 4 \cdot 20 = 80$  仟克/方毫米,

$$q = \frac{210}{80} = 2.63 \text{ 方毫米。}$$

機器鋼  $K = 2.5 \cdot K_2 = 2.5 \cdot 50 = 125$  仟克/方毫米,

$$q = \frac{158}{125} = 1.26 \text{ 方毫米。}$$

鍛鐵  $K = 2.5 \cdot K_2 = 2.5 \cdot 40 = 100$  仟克/方毫米,

$$q = \frac{126}{100} = 1.26 \text{ 方毫米。}$$

6. 車削對徑:

照第 12 頁所述,吾人可由式

$$v = \pi \cdot D \cdot n$$

以算出對徑  $D$ 。所算得之值,編列於表內者,均為頂蓋聯動機關之慢轉數。

階 級	聯 動 機 關	頂蓋 聯 動 機 關	車削對徑 $D$ 及切屑表面 $q$						刀 具 鋼	
			鍛鐵 $v=15$ 米/分		鍛鐵 $v=25$ 米/分		機器鋼 $v=20$ 米/分		$v=10$ 米/分	
			$D$ 毫米	$q$ 方毫米	$D$ 毫米	$q$ 方毫米	$D$ 毫米	$q$ 方毫米	$D$ 毫米	$q$ 方毫米
I	—	慢	10	2.63	20	1.26	15	1.28	7	1.8
II	—	”	15	”	30	”	20	”	10	”
III	—	”	25	”	45	”	35	”	17	”
I	$\frac{r_1}{R_1}$ $\frac{r_2}{R_2}$	”	35	”	55	”	45	”	22	”
II	”	”	50	”	85	”	70	”	35	”
III	”	”	80	”	130	”	100	”	50	”
I	$\frac{r_2}{R_2}$ $\frac{r_3}{R_3}$	”	110	”	185	”	145	”	72	”
II	”	”	170	”	280	”	225	”	112	”
III	”	”	255	”	—	”	345	”	170	”

由式  $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$  或  $\frac{v}{d} = \frac{\pi}{60} \cdot n$  而用  $n_1$  至  $n_9$  演算之，則得一如圖

453 之簡明的速率比例表。當  $v=10$  米/分，車削對徑為 170—110 毫米者，檢表即得所問之轉數為 19。在  $v=20$  米/分，對徑為 225—145 毫米者，則得轉數  $n_3=29$ 。又如  $v=20$  米/分，對徑為 200 毫米者，照表亦為  $n_3=29$ 。但用此轉數，實際之速率  $v=y=18$  米/分，較之應有速率，所差者，為  $y_1=2$  米/分。

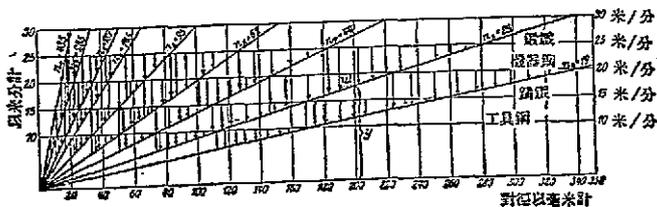


圖 453 算表



# 第六編

## 配合及公差

公差及尺寸差之基本定義。

界限尺寸：普通之規定尺寸，在製件製作時，從無精確恰符者。因此，須規定兩種尺寸，作實施時之伸縮界限。此種尺寸，是為『界限尺寸』，即以

最大尺寸  $G$ ，及

最小尺寸  $K$  表示之。

例：最大尺寸  $G=59,97$

最小尺寸  $K=59,94$

公差  $T$ ，係最大尺寸，與最小尺寸之差， $T=G-K$

例：  $T=59,97-59,94=0,03$



圖 454 孔及軸之界限尺寸



圖 455 上尺寸差及下尺寸差

公稱尺寸：凡每製件之兩界限尺寸，均係與一種公稱尺寸  $N$  (60) 之距離，例如，最大尺寸與公稱尺寸之差  $+0,03$ ，或最小尺寸

與公稱尺寸之差  $-0,06$ ，均是。此種差距，是謂『上尺寸差』及『下尺寸差』。

例：公稱尺寸  $60 \begin{matrix} -0,03 & \text{上尺寸差} \\ -0,06 & \text{下尺寸差} \end{matrix}$

上尺寸差  $OA$ ，係最大尺寸與公稱尺寸之差， $OA = G - N$

例：  $OA = 59,97 - 60 = -0,03$

下尺寸差  $UA$ ，係最小尺寸與公稱尺寸之差， $UA = K - N$

例：  $UA = 59,94 - 60 = -0,06$

實在尺寸，係製件在製成後，實際上所量測之尺寸。優良製件之實在尺寸，必須在界限尺寸之範圍內。

例：  $59,96$

尺寸差：成品之尺寸差，係實在尺寸與公稱尺寸之差。

例：當實在尺寸為  $59,96$ ，而公稱尺寸為  $60$ ，則尺寸差為  
 $59,96 - 60 = -0,04$

配合之基本定義。

配合各定義之訂立，以公差與尺寸差之定義為根據。配合者，乃一切具公隙或公盈之相配件，所具相互關係之總稱也。

軸與孔之相配（相配之內外件準此），設孔之對徑，大於軸之對徑，則公隙  $S$ ，為孔與軸的對徑之差。

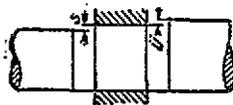


圖 456 公隙及公盈

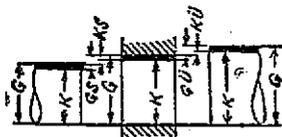


圖 457 最大最小之公隙及公盈

最大公隙  $GS$ ，為孔之最大尺寸，軸的最小尺寸之差。

例： $GS=60,03-59,94=0,09$

最小公隙  $KS$ ，為孔之最小尺寸，軸的最大尺寸之差。

例： $KS=60-59,97=0,03$

設孔之對徑，在裝配前，小於軸之對徑，則公盈  $\ddot{U}$ ，為孔與軸的對徑之差。

最大公盈  $G\ddot{U}$ ，為軸的最大尺寸，與孔的最小尺寸之差。

例： $G\ddot{U}=60,06-60=0,06$

最小公盈  $K\ddot{U}$ ，為軸的最小尺寸，與孔的最大尺寸之差。

例： $K\ddot{U}=60,04-60,03=0,01$

座：因公隙與公盈各異，而得各種不同之配合，是稱曰座。其動座配合。如轉合座，滑合座，乃具充分公隙，而各件能互相轉動或活動者。

靜座配合。如推合座，輕迫合座，迫合座，重迫合座，乃公隙較小，或為公盈者。

配合方式。各種公隙（公盈）不同之座，依次排列成序，則為配合方式。

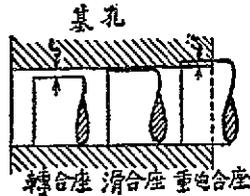


圖 458 基孔制

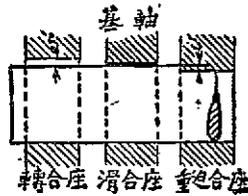


圖 459 基軸制

而又分二種制度，即

基孔制，見本編表 13。

基軸制，見本編表 14。

基孔制。每一公差等級內，所有各座，具同一之孔差。軸則視所擇座應需之公隙  $S$ ，或公盈  $\bar{U}$ ，而較小或較大於孔。

基軸制。每一公差等級內，所有各座，具同一之軸差。孔則視所擇座應需之公隙  $S$ ，或公盈  $\bar{U}$ ，而較大或較小於軸。

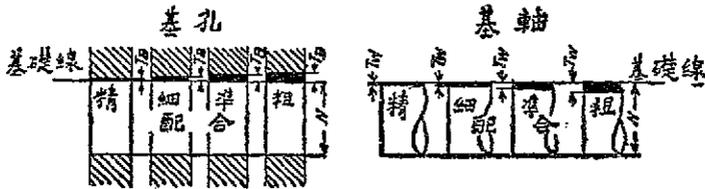


圖 460—461 基孔及基軸之基礎線

基孔。基孔制內，公稱尺寸為最小尺寸，亦即孔之下界限尺寸，增孔差  $T_B$ ，則得最大尺寸，即上界限尺寸，故上尺寸差之值，等於孔差，而下尺寸差為零。基孔制內，各軸所具上尺寸差之值，等於各該座之最小公隙（最大公盈）。增軸差，則得下尺寸差（若係公盈，則為減軸差）。

基軸。基軸制內，公稱尺寸，為軸之上界限尺寸，減軸差則得下界限尺寸，故上尺寸差為零，而下尺寸差，等於孔差之值。基軸制各孔，所具下尺寸差之值，等於各該座之最小公隙（最大公盈），增孔差  $T_B$ ，則得上尺寸差（若係公盈，則為減孔差）。

基礎線。公稱尺寸，為分配尺寸差之起點。因基孔之最小尺寸，與基軸之最大尺寸 所具之尺寸差為零，故此零線，在制定配合方式時，稱之

曰『基礎線』。

基孔制滑合座之軸，同時亦為基軸，而基軸制滑合座之孔，同於基孔，故若公稱尺寸相同，基軸與基孔合用，則得滑合座。

二種配合方式內，同名各座，具相等之最大公隙；及最小公隙，或相等之最大公盈，及最小公盈。

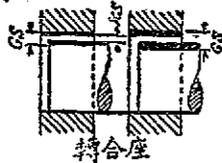


圖 462 基孔之公差等級

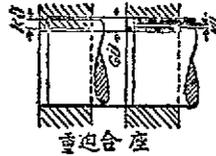


圖 463 基軸之公差等級

公差等級。成品之公差，視精度之需要而異其值，除以座區別外，製造精度，亦使有差異。成品之公差，共有四級，其值逐級而增，計分：

精配合，細配合，準配合，粗配合。（見本編附表 12,13,14）

基礎線之位置，不因公差等級之不同而異。

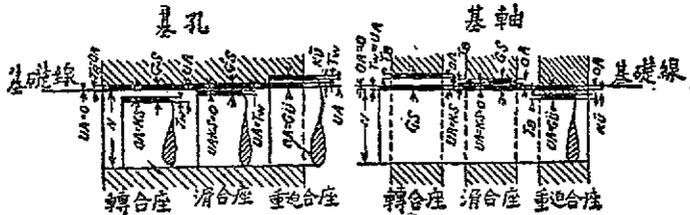


圖 464及465 配合公差

每一配合方式內，各種公差等級不同之同名座，如為動座配合，具相等之最小公隙。如為靜座配合，具相等之最大公盈。反之，首者之最大公隙，及末者之最小公盈，則互異，因成品公差，按照公差等級而各異也。

凡同一配合方式內，基孔或基軸，若改變最大公隙，或最小公盈，而對於機械之作用無礙，則公差等級內各座，可與其他等級中同名座換用。

配合公差。配合公差，與單獨件之公差不同。蓋此乃二個相配件，配合之公差也。試就軸與孔而論，配合公差，乃孔與相屬軸的公差之和 ( $P = T_D + T_F$ )，等於公隙差，即最大公隙與最小公隙之差也 ( $P = GS - KS = K\bar{U} - G\bar{U}$ )。座之特性，在具平均公隙，或平均公盈時，最為明顯，漸近最大或最小公隙，以及最大或最小公盈時，則漸消失。精配合及細配合之公差較狹，配合公差（公隙差），為之所限，故該種公差等級，易使獲得所預期的座之性質。

配合之公差等級。此係由於配合所要之精度，及所選較小或較大之公差而成。故其組織，不僅因座而區別，抑且因配合件之精度而分級。在配合中，依類別將公差分為 4 級或更細之級。

1. 精配合，係應用於精密機器，或測量器械之需要特別高度的精密性者。應具極細的公差，因此，其配合面，須由極潔淨的磨工，及修擦而成。

2. 細配合，係應用於高度精密，而能互相調換之機件。其基孔之公差，係大於精配合 1.5 倍。若為基軸，則公差與精配合相同。

3. 準配合，以用於可推移及活動的配合件為宗旨，而具較大的公差；例如：限制環，搖柄，齒輪，帶輪等。準配合之公差，係大於精配合者 3 倍。其配合部份，可在優良之車床上，以寶砂磨光之，或以拉法，準確拉成之。

4. 粗配合，可令其公差較大，而 10 倍於精配合。此係應用於機車

表 12 重要座別及配合之對照表

公差等級			基 孔		座 別	基 軸	
名 稱	簡 號	量 規 表 色	孔	軸		孔	軸
精配合	精	藍	精孔 eB	精重道 eF	靜座配合	eF 精重道	精軸
				精道 eT	精重道合座		
				精輕道 eH	精道合座	eH 精輕道	精軸
				精推 eS	精輕道合座	eS 精推	
				精滑 eG	動座配合	eG 精滑	精軸
					精滑合座		
細配合		黑	孔 B	壓 P	靜座配合	P 壓	精軸
				重道 F	壓合座	F 重道	
				道 T	重道合座	T 道	
				輕道 H	道合座	H 輕道	
				推 S	輕道合座	S 推	
				滑 G	推合座	G 滑	
				緊轉 EL	滑合座	EL 緊轉	
				鬆轉 L	緊轉合座	L 鬆轉	
				輕轉 LL	鬆轉合座	LL 輕轉	
				鬆轉 WL	輕轉合座	WL 鬆轉	
單配合	單	黃	單孔 sB	單滑 sG	動座配合	sG 單滑	單軸 sH
				單轉 sL	單滑合座	sL 單轉	
				單鬆轉 sHL	單轉合座	sHL 單鬆轉	
					單鬆轉合座		
粗配合	粗	淡綠	粗孔 gB	粗 <sup>1</sup> g <sup>1</sup>	動座配合	粗 <sup>1</sup> g <sup>1</sup> 粗 <sup>1</sup>	粗軸 gH
				粗 <sup>2</sup> g <sup>2</sup>	粗配合座	粗 <sup>2</sup> g <sup>2</sup> 粗 <sup>2</sup>	
				粗 <sup>3</sup> g <sup>3</sup>	粗配合座	粗 <sup>3</sup> g <sup>3</sup> 粗 <sup>3</sup>	
				粗 <sup>4</sup> g <sup>4</sup>	粗配合座	粗 <sup>4</sup> g <sup>4</sup> 粗 <sup>4</sup>	
					粗配合座		

簡號供：  
 界限量規數字  
 圖中註明量規之用  
 基孔制量規同於基軸制各滑入座及粗配合座粗<sup>1</sup>之測孔量規其  
 記號如下：精孔=精滑，孔=滑，單孔=單滑，粗孔=粗<sup>1</sup>。  
 基軸制測軸量規同於基孔制各滑合座及粗配合座粗<sup>1</sup>之測軸量規其  
 記號如下：精軸=精滑，軸=滑，單軸=單滑，粗軸=粗<sup>1</sup>。

表 23 基孔制配合一覽表

公差等級		精配合	細 配 合	準配合	粗配合
簡號	孔	精 孔	孔	準孔	粗 孔
	配合	精孔=滑	孔=滑	準孔=準	粗孔=粗
	10				10
	8				8
	6				6
	4				4
	2				2
	0				0
	-2				-2
	-4				-4
	-6				-6
	-8				-8
	-10				-10
	-12				-12
	-14				-14
	-16				-16
	-18				-18
	-20				-20
	-22				-22
	-24				-24
	-26				-26
	-28				-28
	-30				-30
座 別		H7/g6	H7/g5	H7/g4	H7/g3
簡號		H7/h6	H7/h5	H7/h4	H7/h3
軸		H7/g6	H7/g5	H7/g4	H7/g3
配合		H7/h6	H7/h5	H7/h4	H7/h3

配合單位  
i DE = 0.005 DE

 基孔之公差區域  
 軸之公差區域

1) 壓合座之公差及公盈不按照配合單位增值。上表所列僅限用於公稱尺寸 6 至 10 公厘之範圍內。

表 14 基軸制配合一覽表

公差等級		精配合					細配合					準配合		粗配合	
簡號	孔	極	精	中	粗	極	精	中	粗	極	準	準	粗	粗	粗
		配合													
		30													30
		28													28
		26													26
		24													24
		22													22
		20													20
		18													18
		16													16
		14													14
		12													12
		10													10
		8													8
		6													6
		4													4
		2													2
		基礎線													
		-2													-2
		-4													-4
		-6													-6
		-8													-8
		-10													-10
簡號	軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	精 軸	準 軸	準 軸	準 軸	粗 軸	粗 軸
		精	精	精	精	精	精	精	精	精	準	準	準	粗	粗

配合單位  
1PE = 0.005-35

 孔之公差區域  
 基軸之公差區域

1) 壓合座之公差及公差不按照配合單位增值。上表所列僅限用於公稱尺寸30至50公厘之範圍內。

及普通車輛之拉成零件，同樣的亦應用於農業機器。

### 座之分類。

在動座配合，依軸承之型類，運動件之速率，相配件之精糙，及油質之性質等情況，將座復分為若干類級。凡緊轉合座，轉合座，輕轉合座，及鬆轉合座等之為細配合者，其細微之差別，可於其公隙中知之。凡多數支承之軸，較單純支承者，需要較大之公隙，厚質之油質，較薄質者，需要較大之公隙，旋轉迅速之軸，比旋轉緩慢之軸，需要較大之公隙，精車之軸，比細磨之軸，需要較大之公隙。

準配合，於單純支承，及多數支承之軸，別為準轉合座，及準鬆轉合座。

靜座配合，為強迫配合，係以較小或較重之力，使相配件接合。

在滑合座 ( $G$ )，配合件係互相滑合，當運動停止，則能自相吸住。其已塗油之件，用手推動，則尤易吸合。因此，在基孔制滑合座，必須使  $D_{最大} = B_{最小}$ 。在基軸制，同為  $D_{最大} = B_{最小}$ 。於是軸之公盈，乃等於 0。

推合座 ( $S$ )，較滑合座之強迫性為多，其相配件之配合，須用手推或輕微之錘擊而成。因此，其軸須具些微之公盈，無論在基軸或基孔制，同為  $D_{最大} > B_{最小}$  (圖 466—467)

輕迫合座，相配件係互相緊定，但在不用重力下，須能使其分離。

重迫合座 ( $F$ )，須用重大力量，以分離其配合件，故所具之公盈，較推合座為大。在基孔 (照圖 466) 及基軸制 (照圖 467)，同為  $D_{最大} > B_{最大}$ 。在製造上，推合座及重迫合座，應用細配合，滑合座仍用

表 15 配合單位之近似值

值以  $\mu$  計( $1\mu=1/1000$  毫米)

配合單位 之 數	直 徑 (以 毫 米 計)											
	1 至 3	3 至 6	6 至 10	10 至 18	18 至 30	30 至 50	50 至 80	80 至 120	120 至 180	180 至 260	260 至 360	360 至 500
0,25	2	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10
0,5	3	4	5	6	8	9	10	11	13	15	18	20
0,75	5	6	7	9	11	13	15	17	20	22	25	28
1	6	8	10	12	15	18	20	22	25	30	35	40
1,25	7	10	12	15	18	22	25	28	32	38	45	50
1,5	9	12	15	18	22	25	30	35	40	45	50	60
2	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80
3	18	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100	120
3,5	20	30	35	40	50	60	70	80	95	105	120	140
5	30	40	50	60	70	80	100	120	140	150	170	200
5,5	35	45	55	65	80	95	110	130	150	170	190	220
7,5	50	60	75	90	110	130	150	180	200	220	250	280
8	50	60	80	100	120	140	160	180	210	240	270	300
10	50	80	100	100	150	150	200	200	250	250	300	350
10,5	60	80	100	120	150	180	200	250	280	320	350	400
15	80	120	150	200	250	250	300	350	400	450	500	550
20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700
25	150	200	250	300	350	450	500	600	700	750	850	950
30	180	250	300	350	450	500	600	700	800	900	1000	1100
50	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1500	1700	2000
80	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2400	2700	3000

準配合。

配合單位。座之公隙或公差，公差以及尺寸差，均按成品之對徑而異其值。其單位以  $PE$  計：

$$1PE = \frac{1}{200} \sqrt[3]{D} \quad (D \text{ 以毫米計})$$

一切座之尺寸差，均以此式制訂之。其理論值，見德國工業法規第 772 頁，本編不具載。近似值見附表 15。

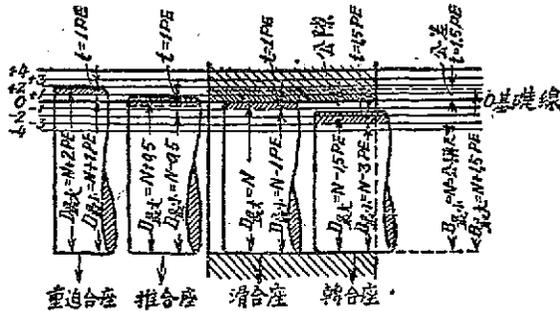


圖 466 在細配合基孔制，座之尺寸

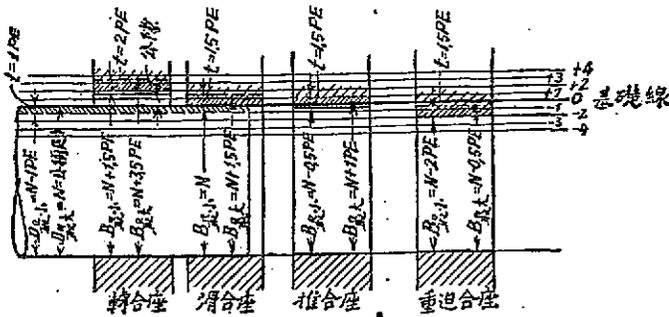


圖 467 在細配合基軸制，座之尺寸

在圖 466 及 467, 與數表 16 至 26 內所載者, 係制定的座之主要尺寸。

### 例 題

配合之公稱尺寸為 50 毫米, 試規定其轉合座之界限尺寸。

#### 1. 細 配 合

a) 基孔制。

照數表 15 當  $D=50$  毫米, 則  $1PE=0,018$  毫米。

照圖 466。孔之最小尺寸  $K=B_{\text{最小}}=N=50$  毫米。

$$\text{孔之最大尺寸 } G=B_{\text{最大}}=N+1,5PE=50+1,5 \cdot 0,018=$$

$$50,027 \text{ 毫米。孔之公差 } T=1,5PE=0,027 \text{ 毫米。}$$

於是, 用於孔之界限測孔規, 其正端對徑為 50 毫米, 越限端對徑為 50,027 毫米。

照圖 466。在轉合座, 軸之最大尺寸。

$$G=D_{\text{最大}}=N-1,5PE=50-1,5 \cdot 0,018=49,973 \text{ 毫米。}$$

乃最小尺

$$K=D_{\text{最小}}=N-3PE=50-3 \cdot 0,018=49,946 \text{ 毫米。}$$

軸之公差  $t=1,5PE=0,027$  毫米。

$$OA=N-D_{\text{最大}}=50-49,973=0,027 \text{ 毫米。}$$

$$UA=N-D_{\text{最小}}=50-49,946=0,054 \text{ 毫米。}$$

於是, 用於軸之外指界限量規, 在正端之指距, 為 49,973 毫米, 在越限端之指距, 為 49,946 毫米。

最小公隙  $KS = B_{\text{最小}} - D_{\text{最大}} = N - (N + 1,5 PE) = 0,027$  毫米。

最大公隙  $GS = B_{\text{最大}} - D_{\text{最小}} = N + 1,5 PE - (N - 3 PE)$   
 $= 4,5 PE = 0,081$  毫米。

b) 基軸制:

照圖 467, 軸之界限尺寸為:

$G = N = D_{\text{最大}} = 50$  毫米, 而  $K = D_{\text{最小}} = N - 1 PE = 50 - 0,018$   
 $= 49,982$  毫米。

公差  $t = 1 PE = 0,018$  毫米 =  $UA$ 。

外摺量規所得之指距, 在正端者, 係 50 毫米, 在越限端者, 係 49,982 毫米。

關於轉合座, 孔之界限尺寸:

$KS = B_{\text{最小}} - D_{\text{最大}} = 1,5 PE = 0,027$  毫米 =  $UA$

$GS = B_{\text{最大}} - D_{\text{最小}} = 4,5 PE = 0,081$  毫米。

## 2. 準 配 合

a) 基孔制:

在準轉合座之孔:

$K = B_{\text{最小}} = N = 50$  毫米 = 界限測孔規之正端之對徑。

$G = B_{\text{最大}} = N + 3 PE = 50,054$  毫米 = 界限測孔規之越  
 限端對徑。

公差  $t = OA = 3 PE = 0,054$  毫米。

關於軸:

$G = D_{\text{最大}} = N - 1,5 PE = 49,973$  毫米 = 外摺量規之正端。

$$K = D_{\text{最小}} = N - 5 PE = 49,91 \text{ 毫米} = \text{外摺量規之越限端。}$$

公差  $t = 0,063$  毫米。

$$KS = B_{\text{最小}} - D_{\text{最大}} = 1,5 PE = 0,027 \text{ 毫米} = OA。$$

$$GS = B_{\text{最大}} - D_{\text{最小}} = 8 PE = 0,144 \text{ 毫米。}$$

b) 基軸制:

在準轉合座之軸:

$$G = D_{\text{最大}} = N = 50 \text{ 毫米} = \text{外摺量規之正端。}$$

$$K = D_{\text{最小}} = N - 3 PE = 49,946 \text{ 毫米} = \text{外摺量規之越限端。}$$

$$t = 3 PE = 0,054 \text{ 毫米} = UA。$$

關於孔:

$$G = B_{\text{最大}} = N + 5 PE = 50,09 \text{ 毫米} = \text{測孔規之越限端。}$$

$$K = B_{\text{最小}} = N + 1,5 PE = 50,027 \text{ 毫米} = \text{測孔規之正端。}$$

$$t = 3,5 PE = 0,063 \text{ 毫米。}$$

$$KS = B_{\text{最小}} - D_{\text{最大}} = 1,5 PE = 0,027 \text{ 毫米} = UA。$$

$$GS = B_{\text{最大}} - D_{\text{最小}} = 8 PE = 0,144 \text{ 毫米。}$$

$$OA = B_{\text{最大}} - N = 5 PE = 0,09 \text{ 毫米。}$$

在配合中,何時應採用基孔,及何時應採用基軸? 實為極多爭論之問題。此種問題,係依照經濟條件,及相配件之製造情形為選擇目標。在近代成品中,拉成之圓桿及軸,應用極廣,故凡準配合,粗配合,及細配合等之轉合座,均以基軸制為宜,因拉成之圓桿,在該座可以調換。惟在靜座配合,用基孔制,因孔之精細的公差,製造及量測較難,故在細配合

及精配合之靜座，寧採用基孔制。在機械工程中，可公認之定則；關於轉合座，則選用基軸制，而滑合座，推合座，輕迫合座，及重迫合座，則選用基孔制。此兩種配合，依照哥德曼法，亦可合併而成一種聯合制。

以聯合制解答以上問題，尚嫌不足。吾人必更須因時制宜，以決定採用基軸或基孔。普通選擇之標準如後：凡接連甚長之光軸，須貫穿於多種配件之內者，則選用基軸配合為有利。如準配合及粗配合，用完全拉成之軸，可無需復修的工作。凡軸之貫串於軸承，襯筒，齒輪，聯結器，引帶輪等，配合座別不一者，例如傳動箱之情形，若選基孔制，則軸之各段，須具若干徑差，以適應各別之配合座，如是，在製造上，裝配上，每多困難，故仍以基軸制為便。在軸徑各段互異者，則多採用基孔制，但亦須經過考核，軸之插入軸承及齒輪，是否順粗細之序，而不致扞格。工具機械工程，所選之配合，類為基孔，且多數為細配合。至於精配合，惟高貴之機械選用之，鋼珠軸承殼，迴輪車床工具等是也。在光滑之栓及軸，例如頂蓋聯動機關，則採用基軸制。船舶工程，則以基孔為佳。至於車輛，壓榨空氣機，及巨大機械工程，統為基孔，反之如原動機，紡織機，則採用基軸制。電機及儀器之製造，照兩種配合法，均能得同樣之效果。

檢驗量規，係檢驗員，用以復驗已由工作量規所量測之製件，在其正端，必須加以考察，而計算工作量規之損耗限（表 25）。因此，檢驗量規之正端，須具工作量規正端之充分損耗的尺寸差。檢驗外插量規，在正端之損耗限，必須較寬於新的工作外插量規。凡  $50 \frac{\phi B}{L}$ ，照表 9，係工作外插量規之尺寸差，即  $50 \frac{-0,025}{-0,050}$ 。關於工作外插量規之損耗限，照表 17 所載，係 0,006 毫米。因此檢驗外插量規，在正端所得之

表 16 及 17 工作量規之尺寸差(精及細配合,基孔制)

$\mu$  (1 $\mu$ =1/1000 毫米)

對 徑 毫 米	測孔規, 平量規, 圓頭量規.		外 插 量 規											
	精配合 eB		細 配 合 B		適 合 座 P		重 適 合 座 F		適 合 座 T		輕 適 合 座 H		推 合 座 S	
	尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
1至3	+0.008	+0.009	0	+0.015	-0.010	-0.012	+0.006	+0.009	+0.003	+0.000	0	+0.003	-0.003	
3至6	+0.008	0	+0.012	0	+0.022	-0.015	-0.018	+0.008	+0.012	+0.004	+0.008	0	+0.004	-0.004
6至10	+0.010	0	+0.015	0	+0.030	-0.020	-0.020	+0.010	+0.015	+0.005	+0.010	0	+0.005	-0.005
10至18	+0.012	0	+0.018	0	+0.038	-0.025	-0.025	+0.012	+0.018	+0.006	+0.012	0	+0.006	-0.006
18至30	+0.015	0	+0.022	0	+0.045	-0.032	-0.030	+0.015	+0.022	+0.008	+0.015	0	+0.008	-0.008
30至60	+0.018	0	+0.025	0	+0.060	-0.040	-0.035	+0.018	+0.025	+0.009	+0.018	0	+0.009	-0.009
60至80	+0.020	0	+0.030	0	+0.075	-0.055	-0.040	+0.020	+0.030	+0.010	+0.020	0	+0.010	-0.010
80至120	+0.022	0	+0.035	0	+0.090	-0.065	-0.045	+0.022	+0.035	+0.011	+0.022	0	+0.011	-0.011
120至180	-	-	+0.040	0	+0.105	-0.080	-0.050	+0.025	+0.040	+0.013	+0.025	0	+0.013	-0.013
180至260	-	-	+0.045	0	+0.130	-0.100	-0.060	+0.030	+0.045	+0.015	+0.030	0	+0.015	-0.015
260至360	-	-	+0.050	0	+0.155	-0.120	-0.070	+0.035	+0.050	+0.018	+0.035	0	+0.018	-0.018
360至500	-	-	+0.060	0	+0.180	-0.140	-0.080	+0.040	+0.060	+0.020	+0.040	0	+0.020	-0.020
配合單位	+1	0	+1.5	0	-	-	+2	+1	+1.5	+0.5	+1	0	+0.5	-0.5

對 徑 毫 米	測孔規, 平量規, 圓頭量規.		外 插 量 規											
	精配合 eB		細 配 合 B		滑 合 座 G		緊 鬆 合 座 EL		轉 合 座 L		輕 轉 合 座 LL		鬆 轉 合 座 FL	
	尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差		尺寸差	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
1至3	+0.008	+0.009	0	0	0	-0.006	-0.003	-0.009	-0.012	-0.018	-0.018	-0.030	-0.030	-0.050
3至6	+0.008	0	+0.012	0	0	-0.008	-0.008	-0.012	-0.012	-0.025	-0.025	-0.040	-0.040	-0.060
6至10	+0.010	0	+0.015	0	0	-0.010	-0.005	-0.015	-0.015	-0.030	-0.030	-0.050	-0.050	-0.075
10至18	+0.012	0	+0.018	0	0	-0.012	-0.006	-0.018	-0.018	-0.035	-0.035	-0.060	-0.060	-0.090
18至30	+0.015	0	+0.022	0	0	-0.015	-0.008	-0.022	-0.022	-0.045	-0.045	-0.070	-0.070	-0.110
30至60	+0.018	0	+0.025	0	0	-0.018	-0.009	-0.025	-0.025	-0.050	-0.050	-0.080	-0.080	-0.130
60至80	+0.020	0	+0.030	0	0	-0.020	-0.010	-0.030	-0.030	-0.060	-0.060	-0.100	-0.100	-0.150
80至120	+0.022	0	+0.035	0	0	-0.022	-0.011	-0.035	-0.035	-0.070	-0.070	-0.120	-0.120	-0.180
120至180	-	-	+0.040	0	0	-0.025	-0.013	-0.040	-0.040	-0.080	-0.080	-0.140	-0.140	-0.200
180至260	-	-	+0.045	0	0	-0.030	-0.015	-0.045	-0.045	-0.090	-0.090	-0.150	-0.150	-0.220
260至360	-	-	+0.050	0	0	-0.035	-0.018	-0.050	-0.050	-0.100	-0.100	-0.170	-0.170	-0.250
360至500	-	-	+0.060	0	0	-0.040	-0.020	-0.060	-0.060	-0.120	-0.120	-0.200	-0.200	-0.280
配合單位	+1	0	+1.5	0	0	-1	-0.5	-1.5	-1.5	-3	-3	-5	-5	-7.5

表 18 工作量規之尺寸差(準配合及基孔制)

 $\mu$  ( $1\mu=1/1000$  毫米)

對 徑 毫 米	圓 平 面 孔 量 $sB$	規 規 規 量 量 量	外 插 量 規							
			準 滑 合 座 $sG$		準 轉 合 座 $sL$		準 轉 合 座 $sHL$			
			尺 寸	差	尺 寸	差	尺 寸	差	尺 寸	差
			上	下	上	下	上	下	上	下
			越 限 端	正 端	正 端	越 限 端	正 端	越 限 端	正 端	越 限 端
1至 3	+ 18	0	0	- 18	- 9	- 30	- 30	- 60		
3至 6	25	0	0	25	12	40	40	80		
6至 10	30	0	0	30	15	50	50	100		
10至 18	35	0	0	35	18	60	60	120		
18至 30	45	0	0	45	22	70	70	150		
30至 50	50	0	0	50	25	80	80	180		
50至 80	60	0	0	60	30	100	100	200		
80至 120	70	0	0	70	35	120	120	250		
120至 180	80	0	0	80	40	140	140	280		
180至 260	90	0	0	90	45	150	150	320		
260至 360	100	0	0	100	50	170	170	350		
360至 500	120	0	0	120	60	200	200	400		
配合單位	+ 3	0	0	- 3	- 1.5	- 5	- 5	- 10.5		

表 19 工作量規之尺寸差(粗配合及基孔制)

 $\mu$  ( $1\mu=1/1000$  毫米)

對 徑 毫 米	圓 平 面 孔 量 $gB$	規 規 規 量 量 量	外 插 量 規							
			粗 配 合 座 $g^1$		粗 配 合 座 $g^2$		粗 配 合 座 $g^3$		粗 配 合 座 $g^4$	
			尺 寸	差	尺 寸	差	尺 寸	差	尺 寸	差
			上	下	上	下	上	下	上	下
			越 限 端	正 端	正 端	越 限 端	正 端	越 限 端	正 端	越 限 端
1至 3	+ 50	0	0	- 50	- 30	- 80	- 50	- 100	- 100	- 180
3至 6	80	0	0	80	40	120	80	150	150	250
6至 10	100	0	0	100	50	150	100	200	200	300
10至 18	100	0	0	100	60	200	100	250	250	350
18至 30	150	0	0	150	70	250	150	300	300	450
30至 50	150	0	0	150	80	250	150	350	350	500
50至 80	200	0	0	200	100	300	200	400	400	600
80至 120	200	0	0	200	120	350	200	450	450	700
120至 180	250	0	0	250	140	400	250	500	500	800
180至 260	250	0	0	250	150	450	250	550	550	800
260至 360	300	0	0	300	170	500	300	600	600	1000
360至 500	350	0	0	350	190	550	350	700	700	1100
配合單位	+ 10	0	0	- 10	- 5	- 15	- 10	- 20	- 20	- 30

表 20 工作量規之尺寸差(精配合基軸制)

$\mu$  ( $1\mu=1/1000$ 毫米)

對 徑  毫 米	外 指 量 規		測 孔 規, 千 量 規。									
			精 合 重 座 <i>eF</i>		精 適 合 座 <i>eT</i>		精 適 合 輕 座 <i>eH</i>		精 推 合 座 <i>eS</i>		精 滑 合 座 <i>eG</i>	
	尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差	
	上 正 端	下 越 限 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端
1至 3	0	+ 6	- 6	-12	- 3	- 9	0	- 6	+ 3	- 3	+ 6	0
3至 6	0	8	- 8	-15	- 4	-12	0	8	4	- 4	8	0
6至 10	0	10	-10	-20	- 5	-15	0	10	5	- 5	10	0
10至 18	0	12	-12	-25	- 6	-18	0	12	6	- 6	12	0
18至 30	0	15	-15	-30	- 8	-22	0	15	8	- 8	15	0
30至 50	0	18	-18	-35	- 9	-25	0	18	9	- 9	18	0
50至 80	0	20	-20	-40	-10	-30	0	20	10	-10	20	0
80至 120	0	22	-22	-45	-11	-35	0	22	11	-11	22	0
配合單位	0	- 1	- 1	- 2	-0,5	-1,5	0	- 1	+0,5	-0,5	+ 1	0

尺寸差，為  $-0,025+0,006=-0,019$  毫米，於是較寬於新工作外指量規者為  $0,006$  毫米。其正端之指距，然後為  $50-0,019=49,981$  毫米。檢驗界限測孔規之正端的損耗限，係較狹於新的工作測孔規者。以上例題，係照表 17，其測孔規之尺寸差為  $-50 \phi + 0,025$ 。關於正端之損耗限，照表 25，係  $0,006$  毫米。故檢驗規正端之尺寸差為  $-0,006$ ，而檢驗測孔規之對徑為  $50-0,006=49,994$  毫米。檢驗外指量規之越限端，則照表 26，以精算製造精度之尺寸差，而檢驗界限測孔規之尺寸差則較大。因此檢驗規，具有極限的界限尺寸。在以上例題中，工作外指量規，其越限端所有之尺寸差為  $-0,050$ ，關於外指量規之製造精度，照表 26，為  $\pm 0,0025$ 。因此檢驗的外指量規，在越限端之尺寸差，必須為

表 21 及 22 工作量規之尺寸差(細配合,基軸制)

表 13 及 14

$\mu$  (1 $\mu$ =1/1000 毫米)

對 徑  毫 米	外 徑  IV	測 孔 規, 平 量 規, 圓 頭 量 規													
		摺 規		徑 合 座 P		重 迫 合 座 K		迫 合 座 T		輕 迫 合 座 H		徑 合 座 S			
		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差			
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下		
1至3	0	-6	-7	-15	-3	-12	0	-9	+3	-6	+6	-3			
3至6	0	8	10	22	4	15	0	12	4	8	8	4			
6至10	0	10	15	30	5	20	0	15	5	10	10	5			
10至18	0	12	20	38	6	25	0	18	6	12	12	6			
18至30	0	15	25	45	8	30	0	22	8	15	15	8			
30至50	0	18	35	60	9	35	0	25	9	18	18	9			
50至80	0	20	45	75	10	40	0	30	10	20	20	10			
80至120	0	22	55	90	11	45	0	35	11	22	22	11			
120至180	0	25	65	105	13	50	0	40	13	25	25	13			
180至260	0	30	85	130	15	60	0	45	15	30	30	15			
260至360	0	35	105	155	18	70	0	50	18	35	35	18			
360至500	0	40	120	180	20	80	0	60	20	40	40	20			
配合單位	0	-1	-	-	-0,5	-2	0	-1,5	+0,5	-1	+1	-0,5			

對 徑  毫 米	外 徑  IV	測 孔 規, 平 量 規, 圓 頭 量 規													
		摺 規		徑 合 座 G		緊 迫 合 座 EL		轉 合 座 L		輕 迫 合 座 LL		緊 迫 合 座 VL			
		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差			
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下		
1至3	0	-8	+9	0	+12	+3	+20	+9	+35	+15	+50	+30			
3至6	0	8	12	0	15	4	30	12	45	25	60	40			
6至10	0	10	15	0	20	5	35	15	55	30	80	50			
10至18	0	12	18	0	25	6	40	18	65	35	100	60			
18至30	0	15	22	0	30	8	50	22	80	45	120	70			
30至50	0	18	25	0	35	9	60	25	95	50	140	80			
50至80	0	20	30	0	40	10	70	30	110	60	160	100			
80至120	0	22	35	0	45	11	80	35	130	70	180	120			
120至180	0	25	40	0	50	13	95	40	150	80	210	140			
180至260	0	30	45	0	60	15	105	45	170	90	240	160			
260至360	0	35	50	0	70	18	120	50	190	100	270	170			
360至500	0	40	60	0	80	20	140	60	220	120	300	200			
配合單位	0	-1	+1,5	0	+2	+0,5	+3,5	+1,5	+5,5	+3	+8	+3			

表 23 工作量規之尺寸差(準配合及基軸制)

$\mu$  ( $1\mu=1/1000$  毫米)

對 徑  毫 米	外 量 規		測 孔 規, 平 量 規, 圓 頭 量 規					
	$sH$		$sG$		$sL$		$sHL$	
	尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差	
	上 正 端	下 越 限 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端
1至 3	0	- 18	+ 18	0	+ 30	+ 9	+ 60	+ 30
3至 6	0	25	25	0	40	12	80	40
6至 10	0	30	30	0	50	15	100	50
10至 18	0	35	35	0	60	18	120	60
18至 30	0	45	45	0	70	22	150	70
30至 50	0	50	50	0	80	25	180	80
50至 80	0	60	60	0	100	30	200	100
80至 120	0	70	70	0	120	35	250	120
120至 180	0	80	80	0	140	40	300	140
180至 260	0	90	90	0	150	45	320	150
260至 360	0	100	100	0	170	50	350	170
360至 500	0	120	120	0	200	60	400	200
配合單位	0	- 3	+ 3	0	+ 5	+ 1.5	+ 10	+ 5

表 24 工作量規之尺寸差(相配合及基軸制)

$\mu$  ( $1\mu=1/1000$  毫米)

對 徑  毫 米	外 量 規		測 孔 規, 平 量 規, 圓 頭 量 規							
	$gH$		粗 配 合		粗 配 合		粗 配 合		粗 配 合	
	尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差		尺 寸 差	
	上 正 端	下 越 限 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端	上 越 限 端	下 正 端
1至 3	0	- 50	+ 50	0	+ 80	+ 30	+ 100	+ 50	+ 180	+ 100
3至 6	0	80	80	0	120	40	150	80	250	150
6至 10	0	100	100	0	150	50	200	100	300	200
10至 18	0	100	100	0	200	60	250	100	350	250
18至 30	0	150	150	0	250	70	300	150	450	300
30至 50	0	150	150	0	250	80	350	150	500	350
50至 80	0	200	200	0	300	100	400	200	600	400
80至 120	0	200	200	0	350	120	450	200	700	450
120至 180	0	250	250	0	400	140	500	250	800	500
180至 260	0	250	250	0	450	150	550	250	900	550
260至 360	0	300	300	0	500	170	600	300	1000	600
360至 500	0	350	350	0	500	200	700	350	1100	700
配合單位	0	- 10	+ 10	0	+ 15	+ 5	+ 20	+ 10	+ 30	+ 20

-0,0525, 簡言之, 即指距  $50-0,0525=49,9475$  毫米。工作界限測孔規, 在越限端為  $50+0,025$ 。製造精度, 照表 25, 係  $\pm 0,0025$ , 故所得檢驗界限測孔規之越限端的尺寸差為  $+0,0275$  毫米, 而對徑乃為  $50,0275$  毫米。

工作量規及檢驗量規, 最好在一種特別試驗室, 用靈敏的感觸儀, 量測機, 或尺寸規復校之。外指量規, 可照圖 468 檢驗之。當尺寸規通過充分損耗的外指量規之正端, 而為  $49,981$  毫米, 則該規即屬無用。照以上例題, 在外指量規之越限端所容之尺寸規, 必須為  $49,9-0,0025=49,9475$  毫米, 當用  $49,95+0,0025=49,9525$  毫米之尺寸規, 須不能

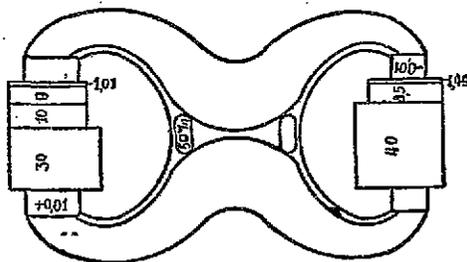


圖 468 用尺寸規量測外指距

通過, 否則此規即屬不準。測孔規之試驗方法, 係感觸儀, 觸於相同數之尺寸規上, 將指針準確的調整至零點, 然後將測孔規推入, 吾人即可辨出其差數。於校對量規, 可利用相當尺寸之測孔規, 及外指規為之。於測孔規之正端, 則用外指規為校對規, 而具有最大的損耗限。關於製造精度, 在外指規之表面, 一端須有十號, 另端須有一號以表示之。

公差等級及座之標誌, 則用表 16 至 26 內所規定之簡號。在精配合

表 25 量 規 之 損 耗 限

以  $\mu$  計 ( $\mu=1/1000$  毫米)

界限孔規，界限平量規，圓頭量規之損耗限														
界限孔規，界限平量規，圓頭量規之損耗總計。					界限外招量規之總計									
對 徑	基 軸			基 孔			對 徑	基 軸			基 孔			
	細	配 合 之 各 座	粗	細	配 合 之 各 座	粗		細	配 合 之 各 座	粗	細	配 合 之 各 座		
1至3	3.0	3.0	2.5	2.0	3.0	3.0	1至3	1.5	3.0	2.5	2.0	1.5	3.0	2.5
3至6	5.0	4.0	3.0	3.0	2.5	2.0	3至6	2.0	5.0	3.0	3.0	2.0	5.0	3.0
6至10	8.0	6.0	4.0	3.5	3.5	3.0	6至10	2.5	8.0	4.0	3.5	2.5	8.0	4.0
10至18	12.0	8.0	5.0	4.0	4.0	3.0	10至18	3.0	12.0	5.0	4.0	3.0	12.0	5.0
18至30	18.0	10.0	6.0	5.0	5.0	4.0	18至30	4.0	18.0	6.0	5.0	4.0	18.0	6.0
30至50	25.0	15.0	7.0	6.0	6.0	5.0	30至50	5.0	25.0	7.0	6.0	5.0	25.0	7.0
50至80	35.0	20.0	8.0	7.0	7.0	6.0	50至80	6.0	35.0	8.0	7.0	6.0	35.0	8.0
80至120	50.0	28.0	9.0	8.0	8.0	7.0	80至120	7.0	50.0	9.0	8.0	7.0	50.0	9.0
120至180	70.0	38.0	10.0	9.0	9.0	8.0	120至180	8.0	70.0	10.0	9.0	8.0	70.0	10.0
180至280	100.0	55.0	11.0	10.0	10.0	9.0	180至280	9.0	100.0	11.0	10.0	9.0	100.0	11.0
280至380	140.0	75.0	12.0	11.0	11.0	10.0	280至380	10.0	140.0	12.0	11.0	10.0	140.0	12.0
380至500	200.0	110.0	14.0	13.0	13.0	12.0	380至500	12.0	200.0	14.0	13.0	12.0	200.0	14.0
配合單位	0.25	0.4	0.5	0.35	0.6	1.0	配合單位	0.25	0.4	0.5	0.35	0.6	1.0	



基孔制，則所用之簡號為  $eB$ ，細配合為  $B$ ，準配合為  $sB$ ，粗配合為  $gB$ ，均寫於尺寸線上，傍於孔尺寸之符號  $\phi$  旁，於是乃成  $-50 \frac{\phi eB}{F}$ ， $-50 \frac{\phi B}{F}$ ， $-50 \frac{\phi sB}{F}$ ，及  $-50 \frac{\phi gB}{F}$ 。

其所屬之座，則表示於尺寸線下，即  $-50 \frac{\phi eB}{F}$ ，其意為 50 毫米  $\phi$ ，基孔制，精配合，而軸用重迫合座； $-50 \frac{\phi sB}{sG}$ ，為 50 毫米  $\phi$ ，基孔制，準配合，軸用準滑合座； $-50 \frac{\phi B}{WL}$  為 50 毫米  $\phi$ ，基孔制，細配合，軸用鬆轉合座。

在基軸制中，於精配合以  $eW$  表之，細配合以  $W$  表之，準配合以  $sW$  表之，及粗配合以  $gW$  表之。其位置則在尺寸線下，於是  $-50 \frac{\phi}{eW}$  = 基軸制，50 毫米  $\phi$  精配合。其所屬座之簡號，則置於尺寸線上，傍於  $\phi$  旁，例如： $-50 \frac{\phi T}{W}$  = 基軸制，50 毫米  $\phi$ ，細配合，孔用迫合座。

吾人亦可以簡號代替尺寸差。其上尺寸差，應與公稱尺寸  $N$ ，最大尺寸  $G$ ，共同顯示。若尺寸差為 0，則毋須記載，例如： $-50 \frac{\phi + 0,30}{+0,10}$  或  $-50 \frac{\phi - 0,2}{-0,4}$  或  $-50 \frac{\phi}{-0,3}$  或  $-50 \phi \frac{+0,2}{+0,10}$

依照上列定則，則圖 469 至 473 之例題解決矣。

### 例 題

今有 27 毫米對徑之栓，在導筒內為轉合座，係基孔制 ( $EB$ )，細配合。照圖 466，關於軸  $D_{最大} = N - 1,5 PE = 27 - 0,022 = 26,978$  毫米，而  $D_{最小} = N - 3 PE = 27 - 0,045 = 26,955$  毫米。因此關於 27 毫米栓，所用之外指量規，在正端之指距，應為 26,978 毫米，在越限端之指距，應為 26,955 毫米，其檢驗規，在正端之指距，應為  $26,978 + 0,005 = 26,983$  毫米，於是尺寸差為 0,017 毫米，其越限端之指距為 26,955—

$0,0023 = 26,9527$  毫米，而尺寸差則為  $0,0473$  毫米。

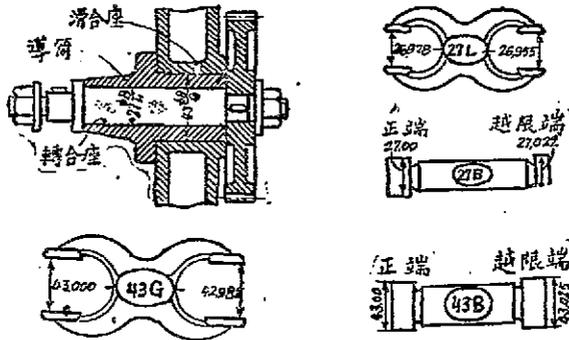


圖 469—478 27 及 43 毫米  $\phi$ ，關於配合之工作量規

套筒之 27 毫米孔，照基孔制 ( $EB$ )， $B$  最小 =  $N = 27$  毫米，而  $B$  最大 =  $N + 1,5 PE = 27 + 1,5 \cdot 0,015 = 27,022$  毫米。因此，測孔規之正端，必為 27 毫米  $\phi$ ，在越限端必須有 27,022 毫米  $\phi$ 。其檢驗規，照表 25，在正端為  $27,00 - 0,005 = 26,995$  毫米  $\phi$ ，并照表 26，在越限端為  $27,022 + 0,0023 = 27,0243$  毫米  $\phi$ 。

導筒之配合於錐體的 43 毫米之孔內，係用滑合座，基孔制。照圖 466，所得之孔為  $D$  最小 =  $N = 43$  毫米，而  $D$  最大 =  $N + 1,5 PE = 43 + 1,5 \cdot 0,018 = 43,027 - 43,025$  毫米  $\phi$ 。其檢驗測孔規，在正端為  $43,00 - 0,006 = 42,994$  毫米  $\phi$ ，於是尺寸差為  $-0,006$  毫米，在越限端為  $43,025 + 0,0025 = 43,0275$  毫米  $\phi$ ，於是尺寸差為  $+0,0275$  毫米。其套筒，照圖 466，必須外徑  $D$  最大 =  $N = 43$  毫米，而  $D$  最小 =  $N - 1 PE = 43 - 0,018 = 42,982$  毫米。因此，外插量規，在正端為 43,00 毫米，在越限端為 42,982 毫米。其檢驗規，在正端之指距為  $43,00 + 0,0045 =$

43,0045 毫米,而尺寸差為 +0,0045 毫米,在越限端為 42,982-0,0025=42,9795 毫米,而尺寸差為 -0,0205 毫米。

如前所述,界限量規,不指示尺寸,因尚有磨工之磨耗也。尤其在外摺量規,設吾人將其接觸於駛動之製件,則正端之損耗亦極大。關於種種座之量測,需要極大之量規儲備。在軸及孔之非圓處,則界限量規,不能測定。所用之量規,除工作量規外,尚需要檢驗量規,及核對量規。此

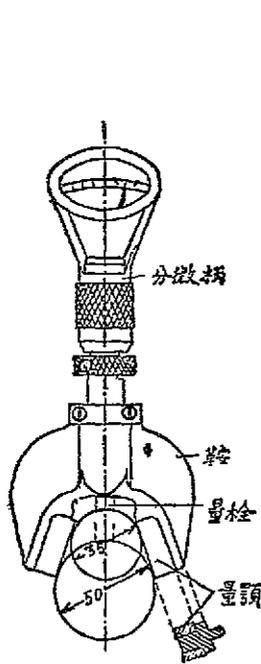


圖 474 跨量儀

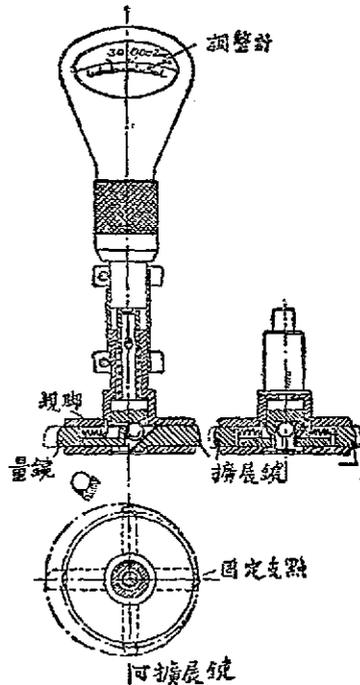


圖 475-477, 量量儀

均爲應用量規之缺點。設吾人在機器上，照圖 474—477，應用克虜伯式之精微感觸儀，則一切缺點，均可解除，在其中，吾人可用表計，調整其容許尺寸差。

## 附 註

本書前五編，既版成校正矣，適因德國新近工業法規之配合部份，較前已多變更，且更精細，爲製造精密機械所必習，故增譯第六編。惟此中若干名詞，因界說略異，較前間有不同，希閱者參閱所附名詞表可也。

編者附識。

公差及配合名詞對照表

德	英	華
<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <p>Abmass Abnahmelehre (für Besteller) Abnutzung, zulässige Aeusserstes Werkstück- mass Arbeitslehre Ausschusslehre Ausschussseite</p>	<p>Deviation Purchase inspection gage  Permissible wear Extreme dimension of work- piece Working gage "Not go" gage "Not go" side</p>	<p>尺寸差 檢驗量規  損耗限 成品之界限尺寸  工作量規 越限量規 (首編譯作越端) 越限端</p>
<p style="text-align: center;"><b>B</b></p> <p>Bewegungssitze Bohrung Bohrungslehre</p>	<p>Clearance fits Hole Internal gage</p>	<p>動座配合 孔 測孔規</p>
<p style="text-align: center;"><b>E</b></p> <p>Edelpassung Einheitsbohrung Einheitswelle Endm Enger Laufsitz</p>	<p>Basic hole Basic shaft  Close running fit</p>	<p>精配合 基孔 基軸 尺寸規 緊得合座</p>
<p style="text-align: center;"><b>F</b></p> <p>Feinpassung Festsitze Festsitze Flachlehre</p>	<p>Interference fit Medium force fit Caliper gage</p>	<p>超配合 緊座配合 重迫合座 平量規</p>
<p style="text-align: center;"><b>G</b></p> <p>Gleitsitz Gottwein Grenzlehre Grenzmasse</p>	<p>Slide fit  Limit gage Limits</p>	<p>滑合座 哥德登(人名) 界限量規 界限尺寸</p>

德	英	華
Großpassung Größtmass Größtspiel Größtübermass Grund toleranz Gütergrad, Qualität Gutlehre Gutseite	High limit Maximum clearance Maximum interference Basic toleranz Grad of fit "Go" gage "Go" side	粗配合 最大尺寸 最大公隙 最大公差 理論公差 公差等級 正量規 (先譯作負端) 正端
<b>H</b>		
Haftsitz Herstellungsgenauigkeit Herstellungstoleranz der Lehre	Wringing fit Accuracy of manufacture	鉋迫合座 製造精度 量規之製造公差
<b>I</b>		
Istmass	Actual size	實在尺寸
<b>K</b>		
Kleinstmass Kleinstspiel Kleinstübermass Kugelmess	Low limit Minimum clearance Maximum interference Measuring rod with spherical ends	最小尺寸 最小公隙 最小公差 圓頭量規
<b>L</b>		
Laufsitz Leichter Laufsitz Lehrdorn	Running fit Plug gage Easy running fit	鉋合座 測孔規 鉋鉋合座
<b>N</b>		
Nennmass Nulllinie	Nominal size Reference line	公稱尺寸 基礎線
<b>O</b>		
Oberes Abmass	Upper deviation	上尺寸差

德	英	華
<b>P</b>		
Passseinheit (PE)	Unit of fit	配合單位
Passsystem	System of fits	配合制度
Passstoleranz	Tolerance on fit	配合公差
Passung	Fit	配合
Presssitz	Force fit	壓合座
Prüflehre	Reference gage	校對量規
<b>R</b>		
Rachenlehre	Snap gage	外掛量規
Reitlehre		跨量儀
Ruhe-sitz	Transition fits	靜座配合
<b>S</b>		
Schiebesitz	Push fit	推合座
Schlichtpassung		過配合
Schrumpfsitz	Shrink fit	熱套座
Sitz	Fit (case of fit)	座
Sitzart	Class of fit	座別
Sollmass	Theoretical size	理論尺寸
Spiel	Clearance	公隙
Spreizlehre		擴量儀
<b>T</b>		
Toleranz	Tolerance	公差
Toleranzeinheit	Tolerance unit	公差單位
Toleranzfeld	Tolerance zone	公差區域, 公差範圍
Treibsitz	Drive fit	迫合座
<b>U</b>		
Uebermass	Interference	公差
Unteres Abmass	Lower deviation	下尺寸差
<b>W</b>		
Weiter Laufsitz	Loose running fit	鬆配合座
Welle	Shaft	軸
Wellenlehre	External gage	視面量規
Werkstattabnahmelehre, Revisionslehre	Inspection gage (factory acceptance gage)	檢驗量規



## 德 英 華 名 詞 對 照 表

德	英	華
<b>A</b>		
Abstechbank	Slicing Lathe	斜桿車床, 截料車床
Anschlag	Feed Stop. Adjustable Stop	限制器, 擋核
Antrieb	Drive	主動, 曳動
Arbeitsbedarf	Required Power	需用功, 所需功
Arbeitsbewegung	Working Motion	工作運動
Arbeitsfeld	Working Part	工作範圍, 工作區域
Arbeitsgang	Working Stroke	工作行程
Arbeitslehre	Working Gauge	工作量規
Arbeitsriemen	Driving Belt	傳功引帶, 傳工帶
Arbeitsstück	Working Piece	製件, 工件
Arbeitstisch	Working Table	工作台
Armsäge	Arm Saw	臂鋸機
Aufspanndorn	Mandrel	貫物軸, 穿軸
Aufspannkasten	Vice. Table Caisson	鐵物箱
Aufspannschlitten	Sliding Saddle	銼物溜座
Ausbohrmaschine	Horizontal Boring Machine	橫孔機, 鑽床
Ausleger	Arm	伸臂, 懸臂
Auslegerbohrmaschine	Radial Drilling Machine	旋臂鑽床, 展臂鑽床
Ausrückhebel	Shifter Bar. Disengaging Lever	開關柄
Ansrückplatte	Shifter Plate. Disengaging Plate	開關板
Ausrückung	Shifter	移勢器, 開關
Anschleifen	Inside and Outside Grinding	環磨, 磨磨
Anschwenkhebel	Swivelling Lever	旋轉柄, 解脫柄
<b>B</b>		
Bandsäge	Band Saw	帶鋸, 帶鋸機
Beanspruchung	Strain	感受量
Beschleunigung	Acceleration	加速率
Bett	Bed	床
Bettwange	Track	床架, 床框

德	英	華
Blechkanthobelmaschine	Plate Edge Planing Machine	板邊刨床
Blockrad	Combination Gear	并進齒輪
Blockwage	Travelling Carriage	鞍齒車
Bohrer	Drill	鑽頭
Bohrmaschine	Drilling Machine	鑽床
Bohrspindel	Boring Spindle	鑽桿, 鑽軸
Bohrstange	Boring Bar	鑽桿
Bohrstange, wandernde	Boring Bar with Rotary and Sliding Motion	遊行鑽桿
Bohrtiefe	Boring Depth	鑽深度, 鑽深
Bremse	Brake	制動器
<b>D</b>		
Dachführung	Inverted V Guide	屋脊導軌
Dauervorschub	Continuous Feed	連續推進
Daumen	Cam	錘字, 偏凸輪
Deckenvorgelege	Overhead Countershaft	頂蓋聯動滾筒
Dickenhobelmaschine	Thicknessing Machine for Planks	鉋板機, 板鉋機
Doppelhübe	Double Stroke	雙程
Doppelkupplung	Double Coupling	雙重聯結器
Drehbank	Lathe	車床
Drehbewegung	Turning Motion	旋轉運動
Drehherz	Carrier. Dog	轉心, 鏈心夾頭
Drehlänge	Cutting Length	車削長度
Drehmoment	Twisting Moment	扭率
Drehscheibe	Swivel Plate	轉盤
Drehstahl	Turning Tool	車刀
Drehzapfen	Fulcrum Pin	轉樞
Druck	Pressure	壓力
Druckring	Thrust Ring	壓環
Durchbiegung	Deflection	抗彎率
Durchzugkraft	Tensile Force	牽引力
<b>E</b>		
Einheitsmotor		單級電動機
Einheitsvorschub	Unit Feed	單位推進
Elektromotor	Electromotor	電動機

德	英	華
<b>F</b>		
Fallschnecke	Worm with Disengaging Motion	解脫螺軸
Fangschranke	Locking Screw	把持螺釘
Fassonstahl	Forming Tool	起線刀
Federbolzen	Spring Pin	彈簧栓, 彈簧楔
Fingerfräser	Finger Cutter	指頭鏟刀
Flachführung	Planing Slide Bearing	平面導軌
Flächenschleifmaschine	Surface Grinding Machine	修平磨床
Formdrehbank	Copying Lathe	範型車床
Formdrehen	Copying Turning	仿型車, 仿車
Formfräser	Formed Milling Cutter	模鏟刀
Fräserdorn	Milling Arbor	鏟刀軸
Fräsmaschine	Milling Machine	鏟床
Fräsmaschine, universal	Universal Milling Machine	全能鏟床
Fräsmaschine, waagrecht	Horizontal Milling Machine	橫鏟床, 平鏟床
Fräser	Milling Cutter	鏟刀
Fühlhebel	Feeler. Lever Gauge	感觸儀
<b>G</b>		
Gabel	Belt Fork	帶叉, 括帶叉
Gattersäge	Board Saw	柯諾機
Gegenhalter	Arbor Support. Overhanging Arm	對支承
Gelenkwelle	Joint	關節軸
Geschwindigkeit	Speed	速率
Geschwindigkeitswechsel	Change of Speed	速率變換
Getriebe	Pinion	齒動
Gewindebohrer	Screw Tap	螺絲公, 螺紋鑽
Gewindeschneidbacken	Screw Stocks	割紋頭
Gewindewalzmaschine	Screw Machine	製紋機
Gleitbahn	Slide	滑軌
Grenzlehre	Limit Gauge	量規, 極限規
Griffmutter	Spindle Clamp	執手螺帽
<b>H</b>		
Halter	Holder. Clamp	鉗器
Handgriff	Handle. Knob	把柄, 執手
Handkrenz	Cross Handle	十字手柄

德	英	華
Handrad	Hand Wheel	手輪
Hauptbewegung	Main Motion	主體運動
Hauptgetriebe	Main Pinion	主體傳動
Hauptspindel	Main Shaft	主軸
Hebel	Lever	槓桿, 柄
Hinterdrehbank	Relieving Machine	齒背車床, 銑齒車床
Hobelbreit	Width of Planed Surface	鉋削寬度
Hobelgang	Cutting Stroke	鉋削行程
Hobelgeschwindigkeit	Planing Cutting Speed	鉋削速率
Hobelmaschine	Planing Machine	鉋床
Hobelstahl	Planing Tool	鉋刀
Hobeltisch	Planing Machine Table	鉋台
Hubsäge	Power Hack Saw	往復鋸, 弓鋸
Hyperbel	Hyperbola	雙曲線
Hyperbel, gleichseitig	Equivalent Hyperbola	等邊雙曲線
<b>K</b>		
Kammpatte	Slotted Adjustment Plate	梳形板
Kastenständer	Box Section Underframe	樑式座, 櫃座
Kegeirad	Bevel Gear	錐齒輪
Kegeelscheibe	Coned Wheel	錐輪
Keilnute	Key Slot	楔子槽
Kette	Chain	鏈條
Klappe	Clapper, Hinged Plate	拍板
Klauienscheibe	Claw Disk	鉗盤, 蹄形盤
Klemmplatte	Clamping Plate	壓板
Klinke	Pawl	掣門, 掣楔
Kluppe	Screw Die	制紋板
Knagge	Adjustable Stop	限制器, 擋拐
Kniehebel	Toggle Lever	撐槓, 曲柄
Kolbenring	Piston Ring	稱筒環
Kontaktknöpfe	Contact Button	接觸鈕
Kreuzbewegung	Cross Motion	交叉運動
Kugeldrehbank	Ball Lathe	製球車床
Kupplung	Coupling	聯結器
Kaplnungumstenerung	Coupling Chngement	聯結器回動機關
Kuroel	Crank Lever	曲拐, 搖柄, 搖肘
Kurbelantrieb	Crank Drive	曲拐傳動
Kurbelgetriebe	Crank Gear	曲拐傳動
Kurbelscheibe	Eccentric Disc	搖肘盤

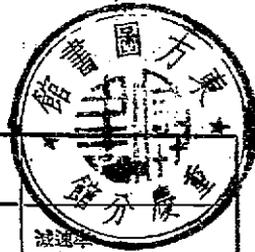
德	英	華
Kurbelschwinge Kurbelwelle	Oscillating Crank Gear. Eccentric Shaft	曲拐扇 曲拐軸
<b>L</b>		
Lager	Bearing	軸承
Landis	Landis	(名) 齒輪式
Langdrehen	Turning Along	縱車, 縱行車削
Lehre	Gauge	樣板
Leistung	Duty. Capacity	能力, 功率
Leitlineal	Guide Bar	導尺
Leitspindel	Lead Screw	導絲
Leitstift	Guide	導棒
Lenkstange	Feed Connecting Rod	饋桿, 搖桿
Lichtspalt	Light Space	光隙
Lichtspaltzeiger	Indicator	光隙指針
Lochmaschine	Punchung Machine	穿孔機
<b>M</b>		
Maschine	Machine	機械, 機器
Meisselabhebung	Selfacting Lift of the Tool	磨套附提把法
Messwerkzeug	Measurement	量度工具
Mikrometer	Micrometer	分微尺
Mitnehmer	Diver. Catch	聯環器
Moment	Moment	力矩, 力率
Motor	Motor	發動機, 電動機
Modul	(Constant of Pitch)	齒率
Mutter	Nut	螺槽
Mutter, nachgiebige	Retired Nut	退避螺帽
Mutterschloss	Lock Nut	螺帽鎖
<b>N</b>		
Nachdrehen	Copying Cutting	仿型車, 仿車
Nachfräsen	Copying Milling	仿型鏤, 仿鏤
Nase	Nose	鼻子
Naumen	Naumen	(名) 羅曼
Niedergang	Lower Stroke	下行程
Norton	Norton	(名) 羅遜
<b>O</b>		
Oilrolle	Oil Roller	油輥

德	英	華
<b>P</b>		
Pauserplatte	Bulb Iron	厚板
Passung	Fit	配合
Patrone	Sleeve	套筒
Plandrehbank	Face Lathe	平面車床
Plandrehen	Face Cutting	車平面, 平車
Planfräsmaschine	Surface Milling Machine	平面銼床
Planspindel	Cross Feed Screw. Surface Screw	平車齒(橫行推進用)
Prüpforn	Standard Bar. Proof Bar	樣標準, 檢驗軸
Prüflehre	Standard Gauge	樣標準, 檢驗規
<b>Q</b>		
Querschlitten	Cross Slide	橫溜板
Querschnitt	Cross Section	橫截面
Querträger	Beam. Girder	橫樑
Quervorschub	Cross Feed	橫行推進
<b>R</b>		
Radhülse	Back Gear	齒輪頸, 齒輪套筒
Räderkasten	Gears Housing	齒輪箱
Räderumsteuerung	Wheel Reversing	齒輪回動機關
Rädervorgelege	Spur Wheel Counterhaft	齒輪聯動機關
Radialbohrmaschine	Radial Drilling Machine	展轉鑽床, 旋轉鑽床
Radreifendrehbank	Wheel Tyre Lathe	輪箍車床
Rahmenständer	Frame	框座, 框柱
Räummaschine	Broaching Machine	出空機
Rechentafel	Diagram	圖解表, 算表
Reibungskupplung	Friction Clutch	摩擦聯結器
Reibscheibeantrieb	Frictional Disc Drive	摩擦盤與動法
Reitstock	Footstock	頂座, 抵座
Revolverdrehbank	Turret Lathe	迴輪車床
Revolverkopf	Revolving Tool Holder	迴輪頭
Revolverschlitten	Revolving Slider	迴輪溜板
Revolvertrommel	Revolving Drum	迴輪鼓, 迴輪操縱鼓
Riegel	Bolt. Latch	門鉗
Riemen	Belt	引帶
Riemen, gekrenzte	Crossed Belt	交叉引帶
Riemen, offene	Open Belt	平行引帶

德	英	華
Riemenansrücker	Belt Shifter	移帶器, 引帶開關
Riemenumsteuerung	Belt Revers	引帶回帶機關
Ringmutter	Ring-nut	環螺帽
Rohstange	Working Bar	原料桿
Rücklaufgeschwindigkeit	Return Speed	回駛速率
Rückschub	Return Feed	回推, 回行推進
Randschleifmaschine	Circular Grinding Machine	圓邊磨床
Rundtisch	Round Table	圓台, 圓面台
<b>S</b>		
Säge	Saw. Saw Machine	鋸, 鋸機
Sägeband	Saw Belt. Saw Band	鋸帶
Sägeblatt	Saw Blade	鋸條
Schalbewegung	Feed Motion	推進運動, 聯絡運動
Schaltgetriebe	Feed Pinion	聯絡傳動
Schaltspindel	Feed Rod. Feed Spindle	推進軸
Schaltklinke, Sperrklinke	Ratch. Pawl	聯絡掣門
Schaltweg	Feed Patch	推進程, 聯貫路
Scheerer	Schearer	(名) 剪髮師
Scherblatt	Shear Blade	剪刀板, 剪刀片
Schere	Shearing Machine. Shear	剪, 剪機
Schleifhebel	Slide Bar	滑桿
Schleifmaschine	Grinding Machine	磨床
Schleifrad	Grinding Wheel	砂輪, 磨輪
Schlichtmaschine	Smoothing Planing Machine	精工機
Schlitten	Slide	溜板, 溜座
Schlittensäge	Slide Saw	溜座鋸
Schlossplatte	Carriage Apron	鋸板
Schlüssel	Key	鑰匙
Schmierung	Lubrication	潤滑法
Schnapper	Spring Pic	彈舌, 彈簧楔
Schnecke	Worm	蝸輪
Schneckenrad	Worm Wheel	蝸輪
Schneckenantrieb	Worm Gear Drive	蝸輪軸傳動
Schneckengetrieb	Worm Gear	蝸輪軸傳動
Schneidbacke	Screw Stocks	割紋刀, 割頭
Schnittbewegung	Cutting Motion	切削運動
Schnittdruck	Cutting Pressure	切削壓力
Schnittgeschwindigkeit	Cutting Speed	切削速率

德	英	華
Schraube	Screw	螺釘
Schraubenantrieb	Screw Drive	螺旋曳動
Schraubenrad	Screw Gear	螺旋齒輪
Schublehre	Vernier Caliper	指尺
Schubstange	Pitman. Push Rod	推桿
Schutzhaube	Guard. Shield	防護罩
Schwabenschwanzführung	Dovetail Slide Bearing	燕尾式導軌
Schwenkhebel	Swivelling Handle	旋轉柄
Schwenkrad	Swivelling Gear	旋轉齒輪
Schwinge	Rocking Lever	搖擺
Seil	Rope	繩
Selbststeuerung	Automatic Revers	自動逆向機關
Seelenrohr	Tube	管
Spaltkeil	Reving Knief	縫楔, 隙楔
Spangewicht	Chip Weight	屑重量, 屑重
Spanleistung	Chip Capacity	切屑能力, 切屑功率
Spannfutter	Chuck	夾頭, 軋箱, 軋頭
Spannrolle	Belt Tightener. Tension Pulley	調整軋, 緊帶軋
Spannstock	Saddle	銼座
Spannung	Tension	緊張, 引力
Spannschlitten	Tool Table. Tool Slider	銼刀溜座
Spantiefe	Thickness of Chip	切屑深度, 屑深
Sperrholzen	Ratchet Pawl	掣釘, 掣楔
Sperrhebel	Ratchet Lever	掣子柄
Sperrrad	Ratchet Wheel	掣輪, 掣齒輪
Spindelstock	Head Stock. Mandrel Stock	車頭座, 車頭
Spitzen	Center of Lathe	錐
Spitzenhöhe	Height of Centres	錐高
Spitzenweite	Distance Between Centres	錐距
Spreizringkupplung	Spring Ring Coupling	彈簧聯結器
Spurkranz	Rim	車輪邊緣
Stahlhalter	Tool Holder	刀銼, 銼刀器
Stahlsteller	Steel Plate	鋼板
Ständer	Standard. Upright	柱, 座
Stange, Steuer	Reversing Rod	機關桿
Steigung	Pitch. Angle of Obliquity	斜距, 螺旋距
Stellring	Adjustable Collar	定位環, 調整環
Stellspindel	Set Screw	調整絲
Stempel	Punching Tool. Punch	衝模, 砵頭

德	英	華
Sternrad	Star Wheel	星式輪
Stenerschieber	Operating Valve	活閥, 機關滑閥
Steuerwelle	Reversing Spindle	機關軸
Stift	Pin	楔, 釘
Stirnrad	Spur Gear	正齒輪
Stirnteilung	Pitch	正齒距
Stossel	Ram	衝壓器
Stosshobelmaschine	Shaping Machine	牛頭鉋床
Stufenriemen	Belt of Cone Pulleys	階級引帶
Stufenrad	Stepped Gear	階級齒輪
Stufenrädergetriebe	Stepped Wheel Gear	級齒輪傳動
Stufenräderpaare	The Pair of Stepped Gear	級齒輪偶
Stufenscheibe	Cone Pulley	階級帶輪
Stützbrille	Support	撐腳架
System	System	制度
<b>T</b>		
Taster	Feeler	觸角
Teilkopf	Index. Dividing Head	分度鼓, 分配鼓
Teilkurbel	Index Crank. Dividing Spindle	分度搖肘, 分配搖柄
Teilscheibe	Index Plate. Dividing Plate	分度盤, 分配盤
Teilung	Pitch	分度, 齒距
Teilverfahren	Formed Cutter Milling	分鏟法
Tischhobelmaschine	Table Planing Machine	龍門鉋床, 台鉋床
Topfscheibe	Flaring Cup	錫形盤, 盆形盤
Tuschierplatte	Scraped Straight Edge	平規紋, 着色板
<b>U</b>		
Übersetzungsverhältnis	Gear Ratio	比率
Überweg	Excess of Stroke. Over Actual Cut	超程
Umfangsgeschwindigkeit	Clockwise Speed	圓周速率
Umlauf	Revolution	迴轉
Umstenerung	Reverse	回動機關
Umsteuerung, elektrische	Electric Reverse	電力回動機關
Unterschiedrädergetriebe	Differential Gear Pinion	差別齒輪傳動法
<b>V</b>		
Verrieglung	Locking	閉鎖, 閉鎖
Verschiebrad	Removing Gear	推移齒輪



德	英	
Verzögerung Vorschub Vorschubbewegung Vorschubkloben Vorschubsteuerwelle	Deceleration Feed Feed Motion Feeder Reversing Spindle of Feed	減速率 推進 推進運動 進料器, 推進鏈輪 推進機頭軸
<b>W</b>		
Walzenfräser Walzenhobelmachine	Cylindrical Cutter Planing Machine with Cylindrical Cutter (Wood Working Machine)	輻條刀 (木用) 輻條機
Wälzverfahren	Cutting Gear Teeth by Helicoidal Cutter	輻條法
Wasserwage	Water Level	水平儀
Wechselräder	Change Wheels	變換齒輪
Wechselräderschere	Bracket	變換齒輪架
Welle	Shaft	軸
Wendegetrieb	Reversing Gear	變向傳動
Wendeherz	Tumble. Stud Wheel Plate	變向板
Wendepunkt	Reversing Point	變向點
Werkstück	Working Piece	工件, 製件
Werkzeuge	Tool	刀具, 工具
Werkzeugmaschine	Tools Machine	工具機
Winkelhebel	Cranked Lever	曲柄
Winkelriemen	Quarter Turn Belt	曲折引帶
Winkeltisch	Knee. Angle Table	三角台, 短台
<b>Z</b>		
Zahnbogen	Sector Gear	扇齒級
Zahnkette	Gearing Chain	齒鏈
Zahnkranz	Gear Rim	齒冠
Zahnkupplung	Gear Coupling	齒聯結器
Zahnlecke	Tooth Space	齒隙, 齒槽
Zahnstange	Gear Rack	齒桿
Zapfen	Journal	軸 (木器), 樞
Ziehkeil	Spring Coupling Catch	拉楔
Zugspindel	Feed Rod	引料

度量衡新舊名稱對照表

	德文原名	中文舊名	中文新名	符號
長	Kilometer	公里	仟米	km
	Meter	公尺	米	m
	Dezimeter	公寸	分米	dm
	Centimeter	公分	釐米	cm
	Minimeter	公釐	毫米	mm
	Mikrom	千分之一公釐	0.001 毫米	$\mu$
面積	Quadratkilometer	平方公里	方仟米	qkm
	Quadratmeter	平方公尺	方米	qm
	Quadratdezimeter	平方公寸	方分米	qdm
	Quadratcentimeter	平方公分	方釐米	qcm
	Quadratminimeter	平方公釐	方毫米	qmm
容量	Kubikmeter	立方公尺	立米	cbm
	Kubikdezimeter	立方公寸	立方分米	cdm
	Kubikcentimeter	立方公分	立釐米	ccm
	Kubikminimeter	立方公釐	立毫米	cmm
衡	Tonne	公噸		
	Kilogramm	公斤	仟克	kg
	Gramm	公分	克	g
	Minigramm	公絲	0.001 克	mg
	0.001 Minigramm	千分之一公絲	$\frac{1}{10}^6$ 克	$\gamma$

東方圖書館重慶分館

分類號 6219  
0550  
登錄號 G.0.023

中華民國二十九年六月初版

◎(61747.1本)

大學叢書  
（發本）工具機學 一冊

Die Werkzeugmaschinen

每冊實價國幣貳元

外埠酌加運費匯費

原著者 W. Hülle

編譯者 王 澤 隆

發行人 王 長 沙 南 正 路 五

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

各埠  
商務印書館

版權所有  
翻印必究

（本卷校對者朱仁毅）

日三廿二四

周

