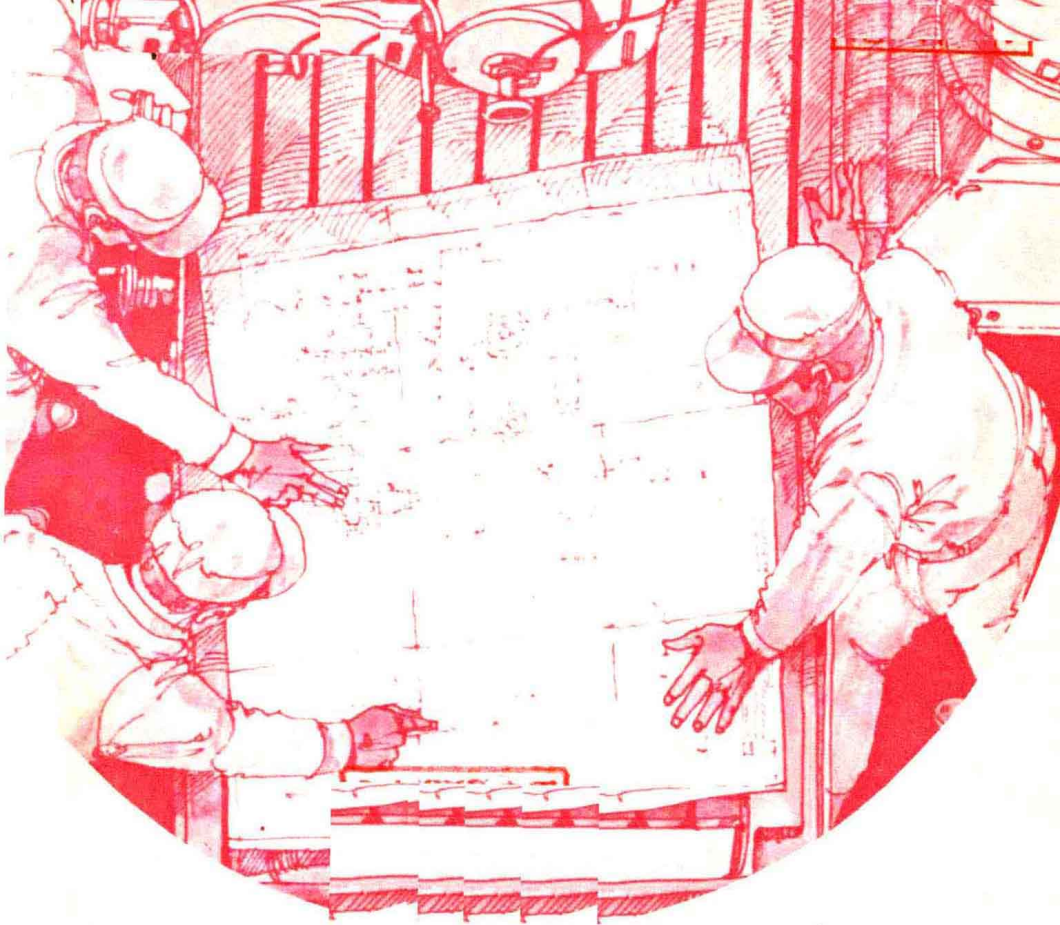


精密機械設計叢書 1

車床 設計製圖

台南工業學校 / 葉朝蒼譯 / 正言出版社印行



精密機械設計叢書 1

車床 設計製圖

立台南工業學校／葉朝蒼譯／正言出版社印行

東床設計製圖(精裝)

譯者：葉朝蒼◇

出版者□正言出版社□台南市衛民街三十一號□郵政劃撥儲金帳戶三一六一四號□電話(〇六二)二五二一五五／六號□發行者□正言出版社□發行人□王餘安□本社業經行政院新聞局核准登記□登記字號局版台業第〇四〇七號□印刷者□美光美術印刷廠□台南市塩埕七號

67.9.初版

前 言

機械設計首先需要考慮到的要件如次：

(1)工作物的材料、大小、形狀、重量：由此決定機械的大小，儘量使製造同一材料、同一尺寸物品的專用機，也可能成爲製造材料、尺寸相差某些程度的汎用機。

(2)單位時間內之加工量：由此可決定切削速度、送刀速度、電動機之出力及切削摩擦力。

(3)加工精密度：工作物之尺寸精密度由主軸之構造、引導面之精度、床部之剛性來決定，而加工面良否則除上述外，尙由切削速度、送刀速度來決定。

(4)操作輕便，價格低廉。

本書是由笠松先生講述理論及構造，由佑野先生負責設計列題及製圖，並將執筆之際用來參考的書籍一一列出。相信讀後讀者對於動力之傳達、變速、送刀、引導面等之生產過程能有進一步的了解而能應用到其他工作。在此並對發行本書賜以全力援助的己哇廠原日廠長表示至深的謝意。

日本機械學會編	機械工業便覽
日本機械學會	工作機械
工作機械部門委員會著	機械工作法
伊藤鎮著	機械設計製圖演習(1)
塩見、大西、松井著	工作機械設計圖集(1)
工作機械設計研究會編	機械要素設計法
笠松、飯田著	Die Werkzeugmaschinen(1) (1936)
Schlesinger 著	Lathe design
Niclson and Smith 著	工作機械精度檢查通則
J I S B 6201	車床精度檢查
J I S B 6202	車床運轉檢查
J I S B 6232	工作機械操作檢查
J I S B 6203	工作機械之振動檢查方法
J I S B 6003	工作機械噪音水準測定法
J I S B 6004	

民國 年 9 月

笠 松 勇
佐 野 京 亮

車床之設計製圖 目 次

第1章 切削理論	1
1.1 切削工具.....	1
1.2 車刀尖之形狀.....	2
1.3 切屑之形成.....	4
1.4 切削速度、送刀、切入量.....	6
1.5 切削抵抗.....	9
1.6 切削動力.....	13
第2章 基本設計	16
2.1 車床之策劃.....	16
2.2 設計之方針.....	19
2.3 心軸速度之選定.....	21
2.4 計算切削力、所需動力.....	25
2.5 工作物之重量.....	28
2.6 設計例.....	29
第3章 頭 座	34
3.1 頭座之概要.....	34
3.2 變速機構.....	35
3.3 心 軸.....	38
3.4 其他之齒輪軸.....	42
3.5 心軸齒輪.....	46
3.6 心軸軸承.....	53

2 目 錄

3.7	心軸箱	60
3.8	電動機、V皮帶、離合器	61
3.9	設計例	65
第4章	變速箱	94
4.1	變速之傳動系	94
4.2	油壓驅動、靠模裝置	95
4.3	變速箱之構造	99
4.4	送刀之範圍、送刀速度	101
4.5	車削螺絲	104
4.6	齒輪、齒輪軸	106
4.7	傳動桿、導螺桿	107
4.8	設計例	110
第5章	床 護	132
5.1	床護之傳動系	132
5.2	齒輪之尺寸、軸徑	133
5.3	滑動軸承、對開螺帽	138
5.4	搖手類	140
5.5	變速之掛解	141
5.6	過負荷防止機構	142
5.7	設計例	145
第6章	行刀架	155
6.1	行刀架之概要	155
6.2	床鞍之構造	156
6.3	床鞍之尺寸	157

6.4	搖 台	161
6.5	送刀架之構造	163
6.6	送刀架之尺寸	165
6.7	挾刀架	167
6.8	傳動桿	169
6.9	設計例	171
第7章 尾 架		178
7.1	尾架之構造	178
7.2	本體、下座	180
7.3	死心軸	181
7.4	螺絲輪	183
7.5	搖手輪	184
7.6	凸緣部之螺絲	184
7.7	尾架固定T螺絲	185
7.8	鑽頭夾頭	188
7.9	設計例	188
第8章 床架，床脚		193
8.1	床架、床腳之概要	193
8.2	床架之長度與幅度	194
8.3	床架之剛度與強度	195
8.4	引導面	198
8.5	床 架	200
8.6	設計例	201

第9章	附設計資料，設計圖例	203
資料1	車床之檢查規格.....	203
資料2	車床主軸端.....	218
資料3	超硬頂心.....	243
資料4	螺旋夾頭.....	244
資料5	四爪單動夾頭.....	245
資料6	角形栓槽.....	247
資料7	滾動軸承.....	252
資料8	滾動軸承用零件之尺寸.....	254
資料9	軸之容許差.....	260
資料10	軸承箱之內徑之容許差.....	261
資料11	三相籠形誘導電動機（閉鎖防滴形）.....	262
資料12	V皮帶與溝輪.....	264
資料13	機械多板離合器.....	269
資料14	油壓多板離合器.....	274
資料15	電磁多板離合器.....	276
資料16	漸開線鋸齒狀缺口.....	277
資料17	愛克姆螺絲.....	278
資料18	滑動軸承.....	279
資料19	搖手輪、搖手、握柄.....	284
資料20	工作機械用鑽頭夾頭.....	292
資料21	數 表.....	310
資料22	車床用刀架之車刀按裝部位之尺寸.....	313
附 錄	內外各廠車床之策劃	
附 錄	部份零件明細	
附 圖		

第 1 章 切削理論

1.1 切削工具

切削工具 (cutting tool) 如使用在車床或刨床的車刀 (bite)、旋削床 (fraise) 之銑刀 (mulling cutter)、鑽床之鑽頭 (drill)、鋸床之鋸齒、研削床的砂輪等多種。

近來高速切削技術除工作機械外，耐熱、耐磨性切削工具材料之驚人之改良，有急速之進步。使用於車刀的主要材料有高速鋼，燒結超硬合金，鑄造超硬合金，非金屬材料等，各個具有下列之特長與缺點。

(1) 高速鋼 (high speed steel)，其代表的有 $18\%W - 4\%Cr - 1\%V$ ，為 18-4-1 的形態，到 600 度 C 左右尚不致改變其硬度 ($H_{RC} 60 \sim 65$)，較碳鋼工具，其耐磨性更大。

(2) 燒結超硬合金 (sintered hard metal) 是燒結碳化鎢系之合金，而有 $WC + 6\%Co$ (G 種) 與 $Wc + 15\%TiC + 6\%Co$ (S 種) 等。不管那一種，在 1000°C 左右，均保持 $H_{RC} 75 \sim 80$ 之硬度。能以高速鋼之 5 ~ 10 倍之高速切削，但對衝擊較弱，是故為振動較少的強固工作機械之必需品，G 種是適於鑄鐵、銅合金、輕合金、玻璃、合成樹脂等之切削。S 種則適於鋼之切削。通常是將刃尖焊接於鋼製之柄來使用的。焊接鎢化物 (tangaloy) (東芝) 池田焊接物 (住友)，三菱 (Triangler)，Widia (德國、克律布社)，焊接碳化物 Carboloy 等屬之。

(3) 鑄造超硬合金 (cast nonferrous metal)，是以 $C_0 - C_7 -$

2 1. 切削理論

W系之 Stellite (美國) 為代表的, 到 700°C 尚保持 $H_{RC} 60$ 左右之硬度, 對軟鋼或鑄鐵之切削雖尚能具有高速度鋼約 2 倍之能力, 但非常脆弱, 如對引張強度 120 kg/mm^2 以上之構造用合金鋼或冷硬鑄鐵之加工則不適當。

(4) 非金屬材料之工具: 在目前比較實用的有, 以 Al_2O_3 為主體的 Selamic 作代表的非金屬工具, 在切削速度 180 m/mn 以上對耐熱性、高溫硬度、耐摩性等則較優於前者之諸材料。其缺點是耐衝擊性較小, 角研削性較為更劣。

(5) 鑽石工具雖是自古代使用過來的, 但因高價, 且刀尖非常脆弱, 其角研削甚為困難之故, 因此除特殊之場合下則儘避不用。但由於被最近之高速切削所刺戟, (其刀尖由於耐摩性而遭致其加工面之美觀與其具有高度之尺寸, 精度之關係復為再度被公認), 將鑽石鍛燒在鋼之柄端來使用, 作輕合金、玻璃、合成樹脂之切削, 則使用以 $100 \sim 300 \text{ m/mn}$ 。

1.2 車刀尖之形狀

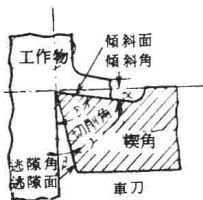


圖 1.1 刃尖之角度

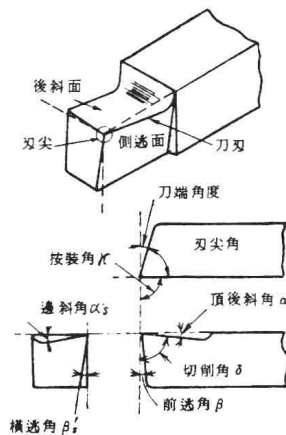


圖 1.2 刃尖之名稱

刀具之刃尖以二次元的角度來觀看之時，如圖 1.1 所示。楔角 γ 則依刀具而為一定，斜面角 α ，逃角 β ，切削角 δ 則由刀具之安裝角度或操作狀態來作變化。此等之角度之最適中值是將切削角 δ 基以加工物與刀具之材料，切入量等之切削條件，及從刀具之壽命等之切削理論與實驗來決定，而其他之角度亦能必然的自為決定。

普通切削角 δ 是 $70^\circ \sim 80^\circ$ ，當楔角 γ 決定為逃角 β 則由 $(\delta - \gamma)$ 而決定，但 β 是為防止工作物之加工面與刀具之逃面接觸，使加工面着傷或有摩擦熱之增加，故不須要作成更大角度。普通為 $4^\circ \sim 10^\circ$ 如表 1.1 所示。

對於實際之刀尖則以順應操作程序或加工物之形態而有種種之形狀。刀尖之 1 例作以圖示時即成為如圖 1.2 般的複雜的立體形狀，除

表 1.1 刀具之刃尖

加工物材料	高速度鋼車刀				超硬車刀				
	前逃隙角 β	橫逃隙角 β'	傾斜角 α	橫傾斜角 α'	前逃隙角 β	橫逃隙角 β'	傾斜角 α	橫傾斜角 α'	
鑄鐵	軟	8	10	5	12	4~6	4~6	0~6	0~10
	硬	8	10	5	12	4~10	4~10	0~6	0~12
可鍛鑄鐵					4~8	4~8	0~6	0~10	
碳鋼	硬	8	10	8~12	12~14	5~10	5~10	0~10	4~12
	軟	8	12	12~16½	14~22	6~12	6~12	0~15	8~15
快削鋼		8	12	12~16½	18~22	6~12	6~12	0~15	8~15
合金鋼	硬	8	10	8~10	12~14	5~10	5~10	0~10	4~12
	軟	8	10	10~12	12~14	6~12	6~12	0~15	8~15
青銅, 黃銅	硬	8	10	0	-2~0	4~6	4~6	0~5	4~8
	軟	8	10	0	-4~0	6~8	6~8	0~10	4~16
銅		12	14	16½	20	7~10	7~10	6~10	15~25
鋁		8	12	35	15	6~10	6~10	5~15	8~15
塑膠		8~10	12~15	-5~16½	0~10	6~10	6~10	0~10	8~15

4 1. 切削理論

使用二次元之斷面所表示的角度之外、尚有橫斜角、橫迷角、安裝角等，這些是依操作條件來取決之。

1.3 切屑之形成

切屑 (chip) 之形成的狀態是由於刃物之形狀，加工物之品質及其他之切削條件而異，將此分類為流動形、剪斷形、裂斷形之三種形狀。是由 Rosenhain 氏與 Sturney 氏來提倡的。

(1) 流動形 (flow type)，示於如圖 1.3(a) 所示之形成切屑之形態，由作用於斜面成直角方向的剪斷力，而從刀尖向斜上方發生滑動因為連續而引起之關係，其切削時能極其圓滑，於是其切屑則如流動般地連續。

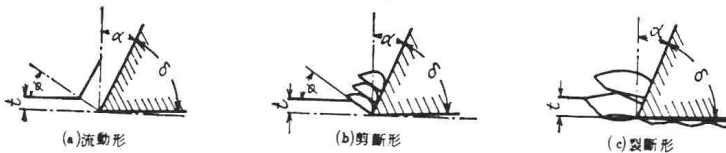


圖 1.3 切屑之三種形式過程

由於此種形式其加工面非常之良好，其切屑力之變動非常小之故，所以儘可能使用此種較佳之切屑。材料為甚軟而斜角大者，如切入亦甚小，則其切削速度較大，如使用適當的切削劑時，亦經常會產生同樣之情形。

(2) 剪斷形 (shear type) 對斜面成直角方向而起的滑動之間隔比流動形稍大，斜角為 10° 左右，而切入量比較小之時產生。於圖 1.3(b) 中，刀具進行之間，其切屑被壓縮，向斜上方沿切屑面而成剪斷狀。所以切削力之變動較大，且對加工面會形成凹凸狀。在作鑄鐵之切削時，經常會發生此種形式之切屑。

(3)裂斷形 (tear type) 將粘性較強之材料，以甚小之斜角之刀具來切削時，其切屑會附黏在刃尖致難以流動。

若伴以刀具之進行，會愈黏愈多，終於在咬入刃尖之材料時產生裂痕，但是由於此裂痕之發生而易向斜方向滑動，於是成為如圖 1.3(c)一般之切屑。於切屑面留下齒痕致使加工面極不光滑，且切削力不平均。是故不得不避免使用。

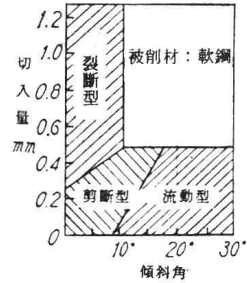


圖 1.4 切屑之形狀之範圍

又據大越氏再發現除此外尚有龜裂形 (crack type) 之情形。龜裂形是將如鑄鐵般脆弱之材料，以很小之斜面角以低速作切削而產生的。伴隨刀具之進行在瞬間內使加工物產生龜裂而作切削，會使加工面成為極惡劣之狀態。

表 1.2 切屑之形狀之生成條件與結果

條件與結果		切屑之形狀		
		流動形	剪斷形	裂斷形
生成條件	傾斜角	大	中	小
	切削速度	大	中	小
	切入量	小	中	大
	傾斜面之摩擦	小	中	大
	加工面之粗度	良	中	惡
結果	切削抵抗之變動	小	中	大

6 1. 切削理論

在圖 1.4 與表 1.2 裡是切屑之形式之生成條件與結果，並使以加工物為軟鋼之情形來作圖示的。

(4) 形成刃尖 (built-up edge) 於切削中因產生高溫，高壓，致使切屑凝着於刃尖，其被覆蓋時為極硬的非結晶質之東西，此情形謂之形成刃尖 (圖 1.5)，此種形成刃尖在某些程度內能履行作保護刃尖之任務。但如繼續到某些程度時，會脫落下來而使加工面變為不光滑，且摩擦到切削面。此形成到脫落之周期是 $0.1 \sim 0.5 \text{ sec}$ ，其大小則約在 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$ 之程度。

軟鋼、不銹鋼、鋁等有黏度之軟材料作切削之時，極易發生，但如增加其切削速度時，則使其較難發生。如在軟鋼於 $120 \sim 150 \text{ m/mn}$ 以上者就會消失。

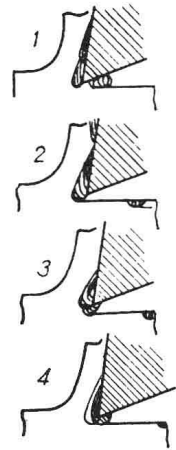


圖 1.5 形成刃尖

1.4 切削速度，送刀，切入量

(1) 切削速度 (cutting speed) 所謂的切削速度是指車刀與加工物之間運動之速度，普通以 m/mn 來表示。旋削時之切削速度 v 是將加工物之直徑 d (mm) 在其每分回轉數為

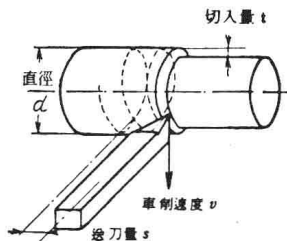


圖 1.6 切削速度

n 之時形成

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/mn} \dots\dots\dots (1.1)$$

(圖 1.6) 之式。

(2) 送刀量 (feed) 移動刀之運動速度叫做送刀，在旋削時，當主軸作一回轉單位之送走長度，而使用 mm / rev，在平切削之時以 1 往復單位之送走長度 mm / stroke，旋床切削之時除 mm / mn，mm / rev 之外，將使用銑刀 1 刃單位之送走單位為 mm / tooth。

(3) 切入深度 (depth of cut) 加工物之表面與加工安定面間之距離，即為車刀之切入深度，以 mm 來表示。

(4) 切屑面積 (area of chip) 嚴格地指切削掉部分之斷面積。但一般以切屑面積來表示。

$$q = s \cdot t \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (1.2)$$

(5) 切削效率 (cutting efficiency) 表示工作機械之切削效率，則依在單位時間內所切削出的切屑量來表示。若切屑量之比量為 γ (普通則換算成銅之比重，而使 $\gamma = 7.85 \times 10^{-3} \text{ g/mm}^3$) 之時，每單位時間單位之切屑量，則變為如次。

$$w = v \cdot s \cdot t \times 10^3 \text{ mm}^3 / \text{mn} \text{ 或 } w = v \cdot s \cdot t \cdot \gamma \text{ g} / \text{mn} \dots (1.3)$$

又以工作機械 1 PS 單位之切削量來表示的也有。若機械之馬力為 N PS 之時，此工作機械之切屑效率即變成爲如次：

$$\eta_c = \frac{v \cdot s \cdot t}{N} \times 10^3 \text{ mm}^3 / \text{mn} \cdot \text{PS} \dots\dots\dots (1.4)$$

將工作機械之切屑效率表示在表 1.3 裡。

表 1.3 工作機械之切屑效率

工作機械	加工物之材料	切削工具	切削效率 $\text{mm}^3/\text{mn} \cdot \text{PS}$
車床	鋼	高速度鋼車刀	21.8×10^3
"	鑄鐵	"	34.3×10^3
鑽床	軟鋼	高速度鋼鑽頭	10.2×10^3
旋削床	軟鋼	高速度鋼旋削	19.0×10^3

(6)經濟的切削速度 (economical cutting speed) 在將切屑效率至最大，及爲了將加工費降爲最低廉之條件下，所求的，只要將切削速度、送刀速度、切入深度使爲較大則可，但所需之功力增大或車刀之壽命減少。

車刀之壽命 (life of tool) 之判定法雖有多種，但在高速度鋼車刀時，則在加工完成面產生有光澤之斑痕，或以切削抵抗之背分力或送刀分力急增時之時間來表示。又在超硬車刀時，對於加工完成面的切刃之側面 (flank) 所產生的寬度到達 $0.8 \text{ m}/\text{mn}$ 時的各場合以時間 (mn) 來作表示的，多被使用。在普通之工作裡，使車刀之壽命變成爲 60 mn 來作切屑則被認爲最經濟的，尤其在再研削、按裝、調整等所需要的時間或費用較大時，則通常用 480 mn 。

對各種材料，以送刀速度與切入深度之組合的大體之標準切屑速度作表示之則如表 1.4 般。

其切屑速度則如表 1.4 所示的一般，將高速鋼以車刀來作切屑時，用 $20 \sim 90 \text{ m}/\text{mn}$ ，以超硬車刀則爲 $90 \sim 20 \text{ m}/\text{mn}$ 程度，但據最近之研究，有超越從未嚐試的 $1000 \text{ m}/\text{mn}$ 以上之超高速切削的情形反之，其摩擦可爲之減少，使切削抵抗與溫度，更爲降低，更可能作到