

中等专业学校教学用书

金属切削原理与  
切削工具

下册

齐恕安等编

机械工业出版社

中等专业学校教学用书



# 金属切削原理与切削工具

下 册

齐 恕 安 等 编

机械工业出版社

1959

## 出版者的話

本書系第一机械工业部教育局組織北京机器制造学校編写。作者根据四年制中等技术学校〔金属切削加工专业〕教学大纲，参考苏联与我国有关资料及生产經驗編成。内容簡要而实际，避免采用复杂的数学計算，以适合中等技术学校学生的水平。

本書是下册。内容包括有鑽头設計与計算，總鑽的計算与設計，鉸刀的計算与設計，拉削过程、拉刀的計算及設計，銑削的过程，銑刀的計算与設計，螺紋切削，切螺絲工具的計算和設計等16章。本書是目前中等专业学校金属切削加工专业机器制造工艺学課程最适宜的教科書，也可以作为机器制造企业工程技术人员和大学机器制造系学生的参考書。

本書是由齐恕安、裘惠孚、廖上光、李云芳、薄霄五位同志編写的。

NO. 2326

1959年6月第一版 1959年6月第一版第一次印刷

787×1092<sup>1</sup>/<sub>25</sub> 字数287千字 印張13<sup>1</sup>/<sub>25</sub> 00,001—22,500册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

中央民族印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第008号 定价(10)1.55元

## 目 次

第十三章 鑽頭的計算与設計 .....	7
1. 鑽頭的分类 .....	7
2. 麻花鑽主要結構部分 .....	8
3. 鑽尾及其計算 .....	9
4. 平鑽 .....	10
5. 中心鑽 .....	11
6. 裝有硬質合金刀片的鑽頭 .....	12
7. 深孔鑽的概念 .....	14
8. 鑽頭的刃磨 .....	17
第十四章 鉗鑽 .....	20
1. 鉗鑽的分类及其應用範圍 .....	20
2. 鉗鑽的主要結構部分 .....	21
3. 整體式鉗鑽、套裝式鉗鑽和裝制式鉗鑽 .....	22
4. 鑲有硬質合金刀片的鉗鑽 .....	24
5. 鉗鑽的刃磨 .....	26
第十五章 鉸刀的計算与設計 .....	27
1. 鉸刀的分类 .....	27
2. 鉸刀的主要結構部分 .....	27
3. 各类型鉸刀的特点与應用 .....	31
4. 鉸刀的新結構 .....	35
5. 鉸刀的刃磨 .....	36
第十六章 拉削的过程 .....	38
1. 拉刀組成部分与几何原素 .....	39
2. 切削用量各原素 .....	40
3. 拉削时的切削过程及切削力 .....	41
4. 拉刀的磨損与耐用度 .....	43
5. 拉削时的切削速度 .....	44
6. 拉削时切削用量各主要原素的決定 .....	45
第十七章 拉刀的設計与計算 .....	46
1. 拉削方式的选择 .....	46
2. 層剝法內孔拉刀的設計 .....	47
3. 节剝法內孔拉刀的設計 .....	58
4. 花鍵槽拉刀 .....	60
5. 鍵槽拉刀 .....	61
6. 复合拉刀 .....	61
7. 外表面拉刀 .....	61

8. 拉刀的刃磨	65
<b>第十八章 銑削的过程</b>	<b>71</b>
1. 銑刀类型和各种銑削方式	71
2. 銑刀切削部分的几何参数	71
3. 銑削用量各原素	73
4. 銑削的均衡性	75
5. 銑削过程的特性	77
6. 逆銑和順銑	78
7. 銑削时的切削力与功率	79
8. 銑刀的磨損与耐用度	85
9. 銑刀切削性能所能容許的切削速度	88
10. 高生产率の銑削	92
11. 銑削用量各原素的決定	95
<b>第十九章 銑刀的計算与設計</b>	<b>100</b>
1. 銑刀的分类	100
2. 銑刀切削部分几何参数的選擇	101
3. 尖齿銑刀齿的結構	102
4. 尖齿整料銑刀	104
5. 鏟齿銑刀	113
6. 鏟齿銑刀的設計	117
7. 鑽齿銑刀	124
8. 鋸片	132
9. 銑刀和鋸的刃磨	134
<b>第二十章 切削螺紋的过程</b>	<b>136</b>
1. 螺紋切刀切削螺紋	136
2. 用絲錐板牙及切头切削螺紋	140
3. 螺紋銑削	145
4. 螺紋的高速銑削	150
<b>第二十一章 切螺絲工具的計算和設計</b>	<b>153</b>
1. 螺絲車刀及螺絲梳刀	153
2. 絲錐	159
3. 各种絲錐的構造特点	166
4. 絲錐的刃磨	170
5. 螺絲板牙	171
6. 自动开合外螺紋切头	174
7. 螺絲銑刀	182
8. 搓螺絲的工具	187
<b>第二十二章 切削齿輪的过程</b>	<b>189</b>

1. 各种切齿方法及切齿时的切削用量各原素	190
2. 切削力及动力	197
3. 切齿刀具的磨损及耐用度	198
4. 刀具切削性能所允许的切削速度	200
5. 提高刀具生产率之途径及先进切削法	203
6. 切齿时切削用量各主要原素的决定	206
<b>第二十三章 切齿刀具的计算和設計</b>	<b>209</b>
1. 模数盘铣刀的计算和設計	209
2. 模数指状铣刀的计算和設計	216
3. 齿輪滾刀的计算和設計	218
4. 錫輪滾刀的计算和設計	229
5. 插齿刀的计算和設計	240
6. 傘齿輪刨刀的结构	250
7. 剃齿刀主要部分的計算	251
8. 齿輪刀具的刃磨	255
<b>第二十四章 組合刀具</b>	<b>256</b>
1. 同时加工数个表面的組合刀具	256
2. 順次加工表面的組合刀具	257
3. 組合刀具的切削用量与設計特点	260
<b>第二十五章 磨削工具</b>	<b>262</b>
1. 构成磨具的要素及其特征	262
2. 磨具的种类	267
3. 砂輪的选择	272
4. 砂輪的装卡	274
5. 砂輪的修整	275
<b>第二十六章 磨削</b>	<b>279</b>
1. 磨削的主要类型	279
2. 磨削时的切削过程	285
3. 磨削时的切削截面积	286
4. 磨削力及动力	287
5. 砂輪的耐用度, 工件速度和砂輪速度	290
6. 高速磨削	293
7. 磨削用量的选择	295
8. 特形磨削	298
9. 研磨	300
10. 研磨工艺过程及用量	302
<b>第二十七章 刀具的翻新</b>	<b>303</b>
1. 刀具翻新与改制的意义	303

2. 刀具的翻新与改制方法及其标准过程	刀具翻新的方法	303
3. 刀具的改制方法		307
4. 锯条翻新方法		307
5. 砂轮的翻新及改制		307
<b>第二十八章 改善刀具切削部分和切削刃光加工的方法</b>		309
1. 概述		309
2. 刀具的氮化		309
3. 刀具的硼化		311
4. 刀具的磷化		311
5. 蒸汽处理		312
6. 热水处理		312
7. 电火花强化处理		313
8. 镀铬		316
9. 喷球处理		317
10. 刀具的刃磨和磨料研磨		318
11. 化学-机械刃磨与研磨		320
12. 电化学研磨(电抛光)		321
13. 电火花刃磨和研磨		322
14. 阳极机械刃磨和研磨		323
15. 刀具的磨液抛光		325

# 第十三章

## 鑽头的計算与設計

### 1 鑽头的分类

常用的鑽头，根据其构造，可分为下列几类：

1. 平鑽 平鑽（圖13-1）又可分为（1）——整料平鑽；（2）——組合鑽。

2. 直槽鑽 直槽鑽（圖13-2）又可分为（1）——柱尾直槽鑽；（2）——錐尾直槽鑽；（3）——双磨直槽鑽（即鑽头切削刃磨成折綫，由两角 $\Phi$ 与 $\Phi_0$ 形成）。

3. 麻花鑽 麻花鑽（圖13-3）又可分为（1）——柱尾麻花鑽；（2）——錐尾麻花鑽；（3）——四棱楔尾麻花鑽（用于手搖鑽）；（4）——扭板鑽。

4. 深孔鑽（鑽孔的深度超过孔徑5倍）（如圖13-4）这种鑽头又分为：單刃深孔鑽如槍孔鑽（1及2）与炮孔鑽（3及4）；多

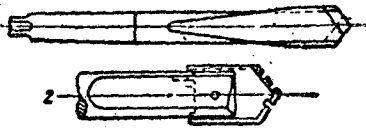


圖13-1 平鑽。

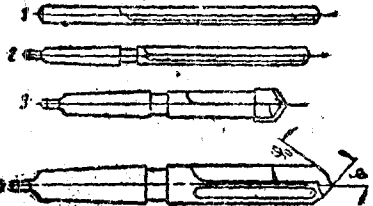


圖13-2 直槽鑽。

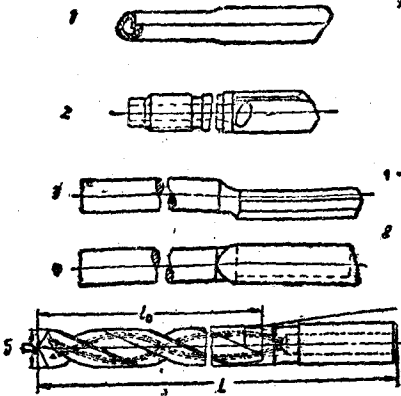


圖13-4 深孔鑽。

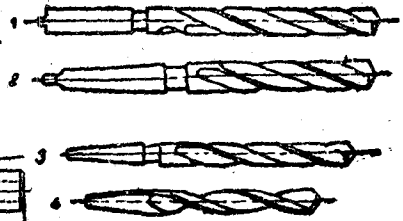


圖13-3 麻花鑽。



刃深孔鑽 (5)。

5. 中心鑽 (圖13-5) (1) ——簡單中心鑽; (2) ——復合中心鑽; (3) ——帶護錐的中心鑽。

## 2 麻花鑽主要結構部分

**鑽頭直徑** 直徑按鑽頭的用途選取, 並按標準選取標準尺寸。因為鑽頭工作時會顫動, 所以鑽出的孔要比鑽頭直徑大。ГОСТ 885-41規定選取直徑大小的表中, 列有顫動量的大小, 這一點在選擇直徑時應注意。

為了減少摩擦, 鑽頭有愈近尾部直徑愈小的倒錐。

**鑽心及橫刀** 鑽心的大小決定了鑽頭所能承受的扭矩, 因此它不能太小, 但太大会使橫刀長度增加, 不利於切削。一般當直徑 $D$ 為6~10公厘時, 鑽心直徑為 $0.2\sim 0.16D$ , 直徑大於10公厘時, 可取為 $0.13\sim 0.16$

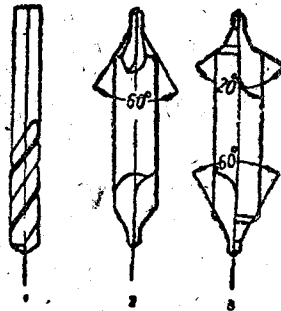


圖 13-5 中心鑽。

$D$ 。硬質合金鑽頭直徑在10公厘以下, 取為 $0.27D$ ; 直徑在10公厘以上的取為 $0.25\sim 0.26D$ 。為了加強鑽心, 它做成向尾部直徑漸漸增加的形狀。

**鑽的狹邊** 在鑽的外徑上磨出的狹邊, 是起引導作用的, 它如果作得很寬與工件孔壁摩擦會很厲害。

**切削刃的形狀** 切削刃為前面與后面的交線, 可以是凹下的、凸起的或直線的。用得最多的是直線的切削刃。要得到一定形狀的切削刃, 鑽頭溝槽處須有一定形狀。

**鑽槽的形狀** 為了獲得直線的切削刃, 鑽槽必須有一定形狀。精確的設計槽銑刀, 必需考慮很多因素, 設計也很複雜。因此可以採用蘇聯“銑刀”工廠所用的較簡單的方法來求銑刀截形。一般來說, 鑽槽的形狀在鑽頭的工作圖紙上, 是不標明的, 但圖紙上用銑制鑽槽的槽銑刀截形來表示槽的形狀。

**鑽頭的其餘部分** 鑽頭的工作部分長度, 在標準中有規定。

選擇時應考慮到加工孔的深度及刃磨留量。

鑽尾的形狀與裝卡方法有關，較小的鑽（直徑10~12公厘以內）作成柱尾的，裝在夾頭里。較大的都用錐尾，裝于機床主軸套筒內。錐尾的好處是定心準確。

### 3 鑽尾及其計算

鑽尾的形狀，與鑽的裝卡有關。較小的鑽（直徑10~12公厘以內）作成圓柱形，裝卡在特殊的套筒夾具里。至于較大的鑽頭，則作成錐形的鑽尾。錐形鑽尾的主要好處，在于能較好的對准中心綫，能得到牢固而且剛性高的裝卡，當作用在鑽頭上的扭轉力矩大的條件下，這是很重要的。錐形鑽尾上有扁頭，但扁頭並不承受扭轉力矩，僅在將鑽頭從鑽軸套上松下來時有用。

鑽頭的鑽尾是莫氏錐，依靠錐尾從機床的機軸將扭轉力矩傳給鑽頭。錐體的摩擦力，應能把錐體保持在機軸槽里，而不轉動。所以錐面表面所產生的力，所形成的力矩，應超過切削時發生的最大扭轉力矩。圖13-6所示，為作用于錐尾的力。

求一軸向力 $P_0$ 所引起的最大摩擦力矩。假設錐面上的摩擦力，都集中於錐體的平均直徑上，錐體的平均直徑 $d_{平均} = \frac{d_1 + d_2}{2}$ 。

$P_0$ 可分成法綫分力 $Q$ 與徑向分力 $R$ 。 $R$ 被錐體表面上相反的一點上的徑向分力抵消。 $Q = \frac{P_0}{\sin\theta}$  ( $\theta$ ——尾的錐角) 切綫力 $T = \mu_1 \cdot Q = \frac{\mu_1 P_0}{\sin\theta}$  ( $\mu_1$ ——摩擦係數)。

摩擦扭轉力矩，

$$M_{摩擦} = \frac{T \cdot d_{平均}}{2} = \frac{\mu_1 P_0 d_{平均}}{2 \sin\theta} = \frac{\mu_1 P_0 (d_1 + d_2)}{4 \sin\theta}$$

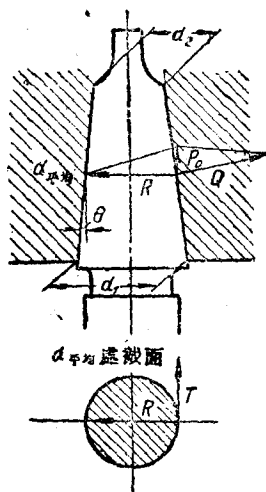


圖13-6 作用在刀具錐尾上的力。

鋼與鋼間的  $\mu_1$  可取成 0.096,  $\theta$  在最通用的莫氏錐上, 約為  $1^\circ 30'$ 。

上面的計算, 是以刀具錐面與孔面全部吻合為條件的。但事實上, 錐與孔只能是部分吻合, 因此在求扭轉力矩的式子里, 應加上校正的一項, 即

$$M_{\text{摩擦}} = \frac{\mu_1 P_0 (d_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.4 \Delta \theta)。$$

其中  $\Delta \theta$ ——錐與孔對理論上的偏差角度, 以分 (' ) 計。

以製造錐體時度量的不準確作為考慮的基礎, 可將  $\Delta \theta$  取成  $5'$ , 於是  $(1 - 0.04 \Delta \theta) = 0.8$  而

$$M_{\text{摩擦}} = \frac{0.8 \mu_1 P_0 (d_1 + d_2)}{4 \sin \theta} = \frac{0.2 \mu_1 (d_1 + d_2)}{\sin \theta}。$$

假定

$$M_{\text{扭轉}} = M_{\text{摩擦}},$$

式中  $M_{\text{扭轉}}$ ——最大扭轉力矩

$$\therefore M_{\text{扭轉}} = \frac{0.2 \mu_1 (d_1 + d_2)}{\sin \theta},$$

$$d_1 + d_2 = \frac{M_{\text{扭轉}} \sin \theta}{0.2 \mu_1}, \quad d_{\text{平均}} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{M_{\text{扭轉}} \sin \theta}{0.4 \mu_1}。$$

為了防止各種不良情況, 我們不直接取  $M_{\text{摩擦}}$  等於  $M_{\text{扭轉}}$ , 而取  $M_{\text{摩擦}} = 3M_{\text{扭轉}}$ 。

知道平均直徑後, 根據 ГОСТ 2847-45 選取錐體的尺寸。

莫氏錐的平均直徑見下表。

錐 號	平均直徑	錐 號	平均直徑
0	7.873	4	28.884
1	10.883	5	41.300
2	16.340	6	59.074
3	22.013		

選擇錐尾時還應考慮切削的軸向力, 是否足以使產生的摩擦扭矩大於切削力矩。

#### 4. 平鑽

圖 13-7 是平鑽的構造, 平鑽可以作成整料的、焊接的和複合的。由於平鑽的切削角大於  $90^\circ$ , 為了使鑽頭容易切削, 須將它

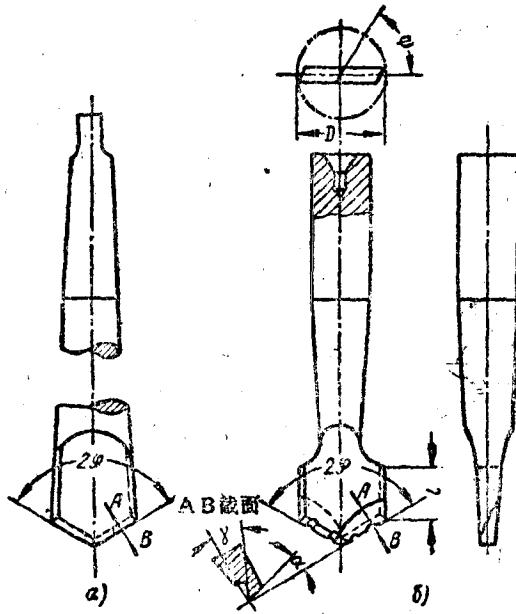


圖13-7 平鑽。

的前面加以修磨。但為了保持鑽頭的強度， $\gamma$ 角不得大於 $10^\circ$ ， $2\phi$ 的數值應當在 $90^\circ$ 至 $140^\circ$ 的界限內，下限( $90^\circ$ )用於軟材料，上限( $140^\circ$ )用於硬材料，通常取中間值 $2\phi = 116^\circ$ 。平鑽的後角 $\alpha$ 可取在 $10^\circ \sim 20^\circ$ 之間。橫刃角 $\psi$ 可作成 $55^\circ$ ，鑽的校準部分，須作成倒錐的形式（工作部分 $l$ 做成 $0.05 \sim 0.1$ 公厘的錐體如圖13-76所示），或為 $2 \sim 4^\circ$ 的倒錐體（圖13-7a）。

為了略微減輕平鑽的切削負荷，可在它的切削面上做碎屑槽，槽的分布，要能使轉動時，切削刃上能互相蓋過，槽的寬度，可選在 $2 \sim 4$ 公厘之間。

平鑽的構造簡單，剛性好，但不能保證切屑的排出，生產率低，鑽孔時不易保持孔的正確位置，所以平鑽是用于加工硬性材料，或用于成形鑽孔。

## 5 中心鑽

中心鑽用來鑽零件上的中心孔，中心鑽有三種形式：

1. 簡式中心鑽 構造与麻花鑽相同，只是工作部分短些。这种鑽是根据OCT 3727制造的。直徑由0.5~1.2公厘。

2. 复合中心鑽 (圖13-8a) 这种鑽先鑽出直徑 $d$ 的小孔，然后鑽中心孔的錐形部分。这种鑽按OCT 3727制造。

3. 有护錐的中心鑽 (圖13-8b) 除 $60^\circ$ 的錐体部分外，还有 $120^\circ$ 的錐体，用以保护中心孔不被損害，这种鑽按OCT 3733制造。

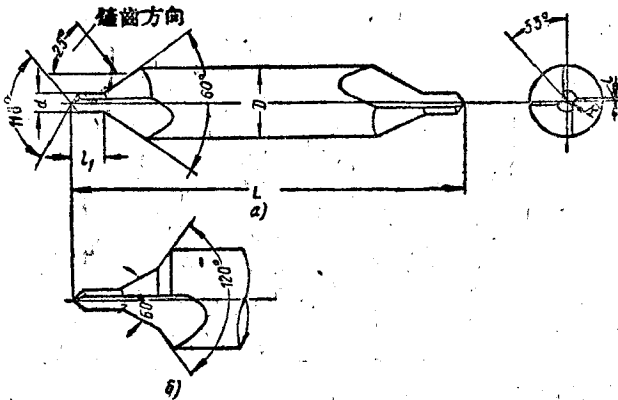


圖13-8 复合中心鑽。

## 6 装有硬質合金刀片的鑽头

装有硬質合金刀片的鑽头具有高的耐用度，能保証更高的生产率。提高加工表面質量，降低加工費用。这种鑽头还能加工淬硬的鋼料，硬橡胶、人造树脂、玻璃等硬脆的材料。

装有硬質合金的鑽头可分为下列各类：

(1) 具有斜槽的 (圖13-9) 鑽上的导屑槽不長，只适于鑽淺孔。为了装卡剛性好，要减少硬質合金刀片的長度 $l_1$ ，但减少 $l_1$ ，会减少整个鑽头的使用時間，我們可选 $l_1$ 在 $1.5D$ 以內。

(2) 具有直槽的 (圖13-10) 这种鑽由于排屑困难，不利于鑽深孔，用于鑽深度为直徑2~4倍的孔。直槽在制造上要簡單得多。鑽的工作部分長度，可取为直徑的4~4.5倍。

(3) 具有螺旋槽的 (圖13-11) 排屑良好，特別是在韌性

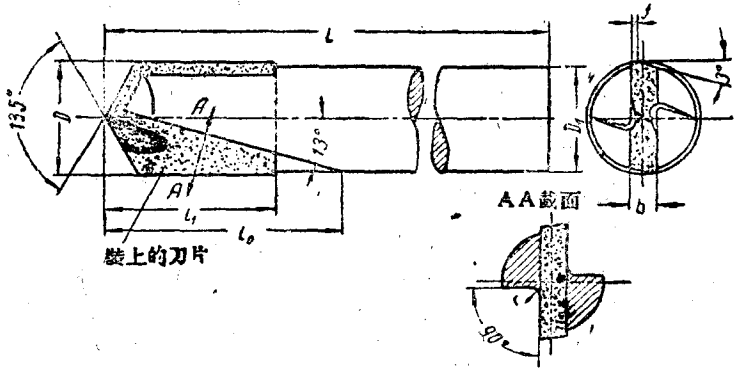


圖13-9 裝有硬質合金刀片的斜槽鑽。

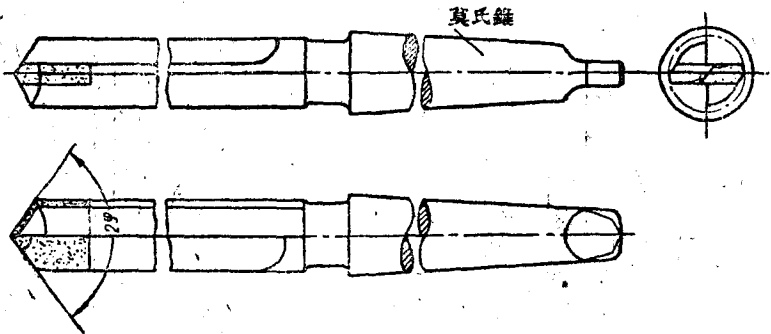


圖13-10 裝有硬質合金刀片的直槽錐尾鑽。

材料加工時如此。但構造較為複雜。有  $(1.5 \sim 2.0)D$  長度的直槽，其餘為  $15^\circ \sim 20^\circ$  的螺旋槽，其切削構成部分，可取成同直槽鑽一樣。

(4) 具有陡螺旋槽的(圖13-12) 用於鑽相當深的孔，且所加工的是發生斷屑的脆性材料。因為陡的螺旋( $\omega = 55^\circ \sim 60^\circ$ ) 可促進碎屑的排出。

硬質合金鑽頭具有前角  $0 \sim 7^\circ$  及  $2\Phi = 118^\circ \sim 150^\circ$ ，在鑽未淬硬鋼時，推薦用硬質合金BK8；淬硬鋼用  $T_{15}K_6$ ，鑄鐵用BK8。為了增加硬質合金的剛性，軀體用合金鋼(9% $T$ ) 製造，鑽心應比高速鋼鑽頭大，鑽心向尾端均勻變粗。具有直槽和斜角在  $20^\circ$

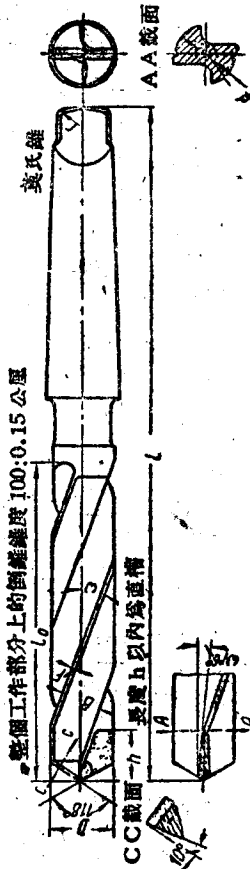


圖13-11 螺旋槽鑽。

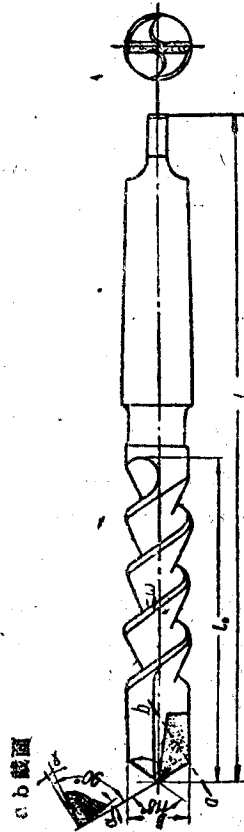


圖13-12 陡螺旋槽的錐尾鑽。

以上的螺旋槽鑽，在每 100 公厘長度上變粗 1.4~1.8 公厘。對於陡螺旋槽在直徑 6~30 公厘的範圍內，其變粗為 2~4.5 公厘（決定於鑽頭直徑）。

為了順利工作，兩個切削刃應刃磨得對稱，切削刃的振擺差不允許超過 0.08 公厘。

### 7 深孔鑽的概念

深孔鑽用來鑽直徑在 70~80 公厘以內的整孔，這時孔內的全

部材料都变成切屑，另外还用他来鑽直径在70公厘以上的环孔。

設計深孔鑽时，必須考虑鑽深孔时的特点。鑽深孔时加冷却液和导出切屑都很困难。此外为得到精确孔还必须保持正确的加工方法。

为了获得与工件旋轉中心相重合的直綫軸綫，在鑽深孔时应采用工件旋轉，而鑽头只作走刀运动的方法。

鑽整孔时可采用單刃鑽和多刃鑽。圖 13-13 中所示的是單刃炮孔鑽，它仅有一个切削刃，按鑽头直径大小，使頂面高出中心綫  $f = 0.2 \sim 0.5$  公厘。这种鑽头由于具有大的导引面而能精确的工作。鑽头不切削的部分在全部过程中都經受孔壁方面的向心徑向压力。由于切削角很大 ( $\delta = 90^\circ$ )，炮孔鑽切削时很吃力。切屑排出也困难。到达鑽头切削部分的冷却液也很不够，所以这种深孔鑽較少使用。圖 13-14 是單刃槍孔鑽，生产率比炮孔鑽高，这是因为鑽的引导部分更完善，切屑的冷却、断裂及排出更好的

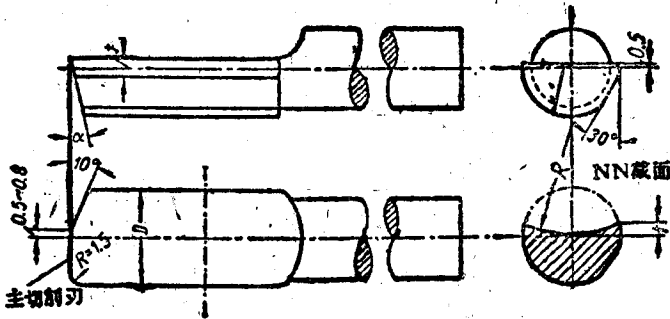


圖13-13 單刃炮孔鑽。

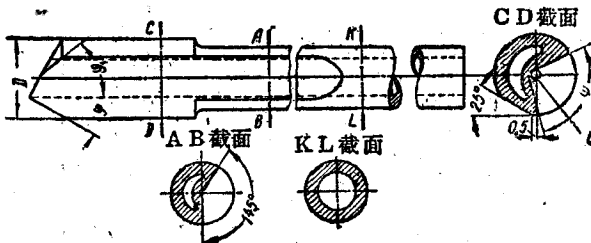


圖13-14 槍孔鑽。



緣故。

多刃鑽（圖13-4中的5）因為有兩個切削刃，所以生產率較高，但由於受橫刃兩條切削刃不對稱的影響，不能得到足夠的光潔度及精度。因此多刃鑽只能用於要求不太高的地方，在精度和光潔度要求較高時，通常用單刃鑽。

當鑽直徑大於60~70公厘的大孔時，則常用環孔鑽（或叫套

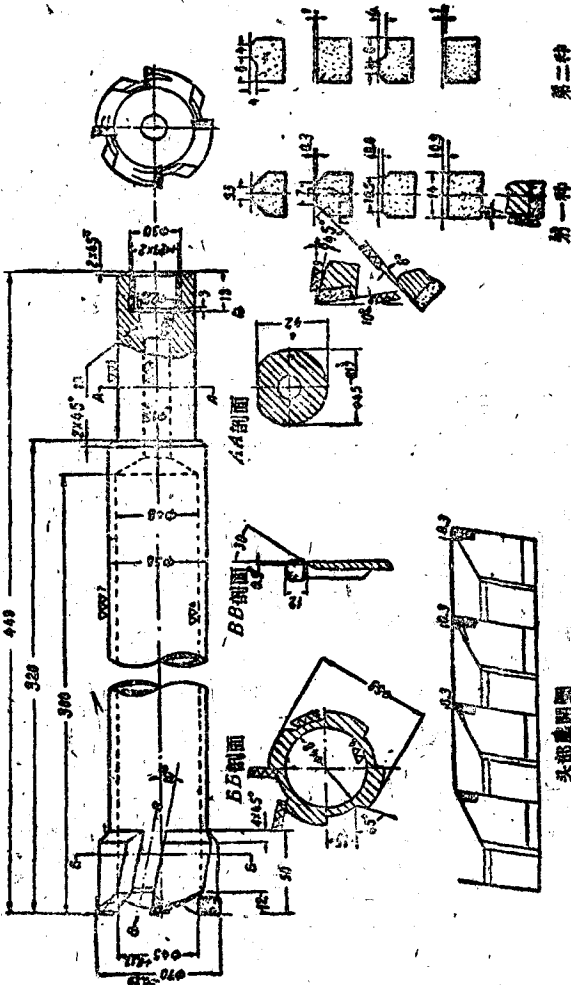


圖13-15 套料刀。

頭部虛明圖