

# 孔加工刀具

李锡峰 编

(上册)

焦作矿业学院

一九八八年三月

## 前 言

对于一台机器来说，大部分零件上都有孔，孔的切削加工占整台机器切削加工的比重为50~80%，因此如何高效、精确进行各类孔的加工是机械制造中的重要课题。

随着科学技术的发展，在实际应用中出现了许多新型的孔加工刀具，如无横刃麻花钻、EX涂层钻头、可转位钻头、错齿内排屑深孔钻、冷挤丝锥等，为适应机械制造业的需要，本书除介绍常用的孔加工刀具外，还系统的介绍了国内外相继成熟发展起来的新型孔加工刀具，以供大专院校、函大、电大、职大等机制专业学生选学、参考。也可供从事金属切削的工人、工程技术人员及职工业余教育选用。

编者 1988年3月

# 目 录

## 第一章 标准麻花钻

- § 1—1 标准麻花钻的结构及几何参数..... 1
- § 1—2 标准麻花钻主要几何参数的分析..... 1 7
- § 1—3 钻削基本规律..... 4 3
- § 1—4 标准麻花钻的磨损与耐用度..... 5 3
- § 1—5 提高标准麻花钻切削性能的途径..... 5 6
- § 1—6 钻削用量的选择..... 7 2

## 第二章 改型麻花钻

- § 2—1 群钻..... 8 9
- § 2—2 无横刃麻花钻..... 1 2 8
- § 2—3 EX涂层麻花钻..... 1 4 2

## 第三章 可转位钻头

- § 3—1 可转位钻头的种类..... 1 5 9
- § 3—2 可转位钻头的特点..... 1 6 2
- § 3—3 可转位钻头的构造..... 1 6
- § 3—4 可转位钻头刀片位置的设计..... 1 7
- § 3—5 可转位钻头的几何角度..... 1 7
- § 3—6 可转位钻头的切削过程..... 1 7
- § 3—7 可转位钻头的应用..... 1 7

## 第四章 枪 钻

§ 4—1	外排屑枪钻	185
§ 4—2	内排屑枪钻	200
§ 4—3	枪钻的附件	205
§ 4—4	切削液	209
<b>第五章 错齿内排屑深孔钻</b>		
§ 5—1	错齿内排屑深孔钻的工作原理及结构特点	213
§ 5—2	错齿内排屑深孔钻的结构参数	215
§ 5—3	错齿内排屑深孔钻的分析	240
<b>第六章 套料钻</b>		
§ 6—1	套料钻的结构	247
§ 6—2	套料钻的设计	249
§ 6—3	套料钻的切削液	258
<b>第七章 喷吸钻</b>		
§ 7—1	喷吸钻的工作原理	261
§ 7—2	喷吸钻的结构	262
§ 7—3	喷吸钻的几何参数	267
§ 7—4	喷吸钻的受力分析	271
§ 7—5	其他喷吸钻简介	272
<b>第八章 铰刀</b>		
§ 8—1	铰削的特点	275
§ 8—2	园孔铰刀的结构	276

§ 8—3	铰刀切削部分的几何参数.....	2 8 3
§ 8—4	几种常用的铰刀结构特点.....	2 8 6
§ 8—5	单刃铰刀.....	2 9 6

## 第一章 标准麻花钻

标准麻花钻是用量最大的一种孔加工刀具。用标准麻花钻可以在实心材料上钻孔或已有孔的基础上扩孔。钻孔的精度一般为 $T_{10} \sim T_{11}$ ，表面粗糙度为 $Ra = 5 \sim 20 \mu m$ 。如果对孔的精度及表面粗糙度要求较高，可在钻孔后进行扩孔、铰孔或镗孔。

### § 1—1 标准麻花钻的结构及几何参数

#### 一、标准麻花钻的结构

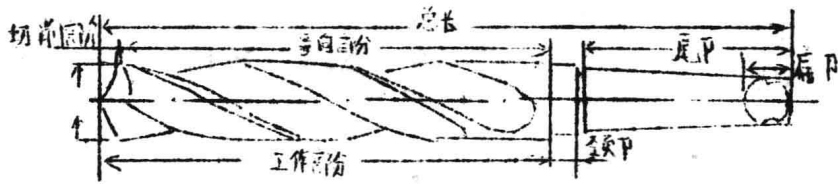
标准麻花钻由工作部分、尾部（或称柄部）及颈部构成，如图 1—1（a）所示。

工作部分又可分切削部分和导向部分。在钻头最前端的刃瓣上磨出后刀面，于是就形成切削部分，如图 1—1（b）所示。切削部分有 5 条切削刃，即两条主切削刃、两条付切削刃及一条横刃。此五条切削刃是由前刀面、后刀面、付后刀面形成的。主切削刃是螺旋槽与后刀面形成的交线，它担负着主要的切削工作。

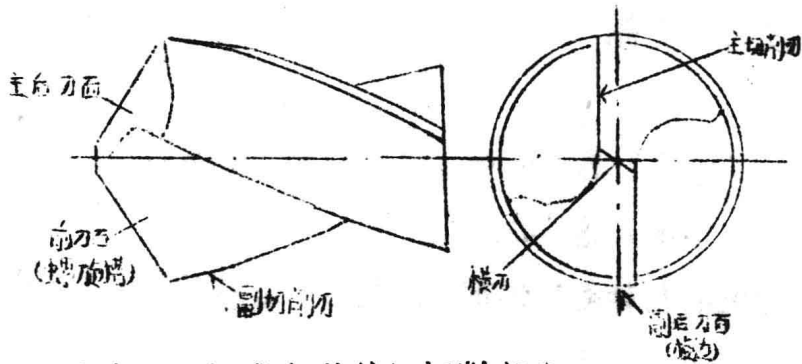
标准麻花钻的主切削刃是不通过轴心线的直线，为了使钻出的孔不产生很大的偏斜，两条主切削刃要磨得对称。

付切削刃是前刀面（螺旋面）与付后刀面形成的交线，呈螺旋线状。

横刃是由刃磨两个主后刀面所形成的交线。起着连接两条主切削刃的作用。



(a) 标准麻花钻的组成



(b) 标准麻花钻的切削部分

图 1—1 麻花钻的组成和切削部分

前刀面即螺旋槽表面，钻孔时，切屑沿着螺旋槽表面流出。

后刀面位于工作部分的最前端，它是在钻孔时与孔底相对的钻头表面。后刀面的形状可以是螺旋面、锥面或平面。但手工刃磨时一般为近似的曲面。

付后刀面即钻头的棱边（或刃带），这两条窄棱边作在同心圆柱上，当直径小于 $0.6\text{mm}$ 时，不设棱边。

工作部的导向部分由两个螺旋形的刃瓣组成，用来保持钻孔的方向，同时还作为切削部分的预备部分，使钻<sup>头</sup>有一定的重磨次数，

为了减少导向部分(棱边刃带)与孔壁的摩擦,导向部分的直径由钻尖向尾部逐渐减小。在100mm的长度上直径相差0.04~0.08mm,形成倒锥。

钻头的尾部有直柄和锥柄两种,其作用是供装夹头钻头使用,并用来传递钻孔时所需要的扭矩。直径大于16mm时,常做成锥柄当直径小于16mm时,常做成直柄。

钻头的颈部是连接工作部分和尾部的短圆柱部分,在磨削钻头尾部时起着退刀槽的作用,也是打印钻头标记的地方。当切削部分和柄部材料不同时,常常在颈部将两种材料对焊,以节省贵重的刀具材料。

## 二、标准麻花钻的结构参数

标准麻花钻切削部分的结构参数如图1—2(c)所示。除了钻头直径 $d$ 、钻心厚度 $2r_0$ 、棱边宽度 $b$ 、棱边高度 $c$ 和直径倒锥值等长度参数外,还有4个制造结构角度:原始顶角 $2\phi$ 、螺旋角 $\beta$ 、横刃斜角 $\psi$ 和制造后角 $\alpha_0$ 。

通常用控制结构角度来得到所要求的钻头刀具角度( $\gamma_0$ 、 $\alpha_0$ 、 $k_r$ 、 $\lambda_s$ ),这是分析形状较复杂的刀具的一个特点。

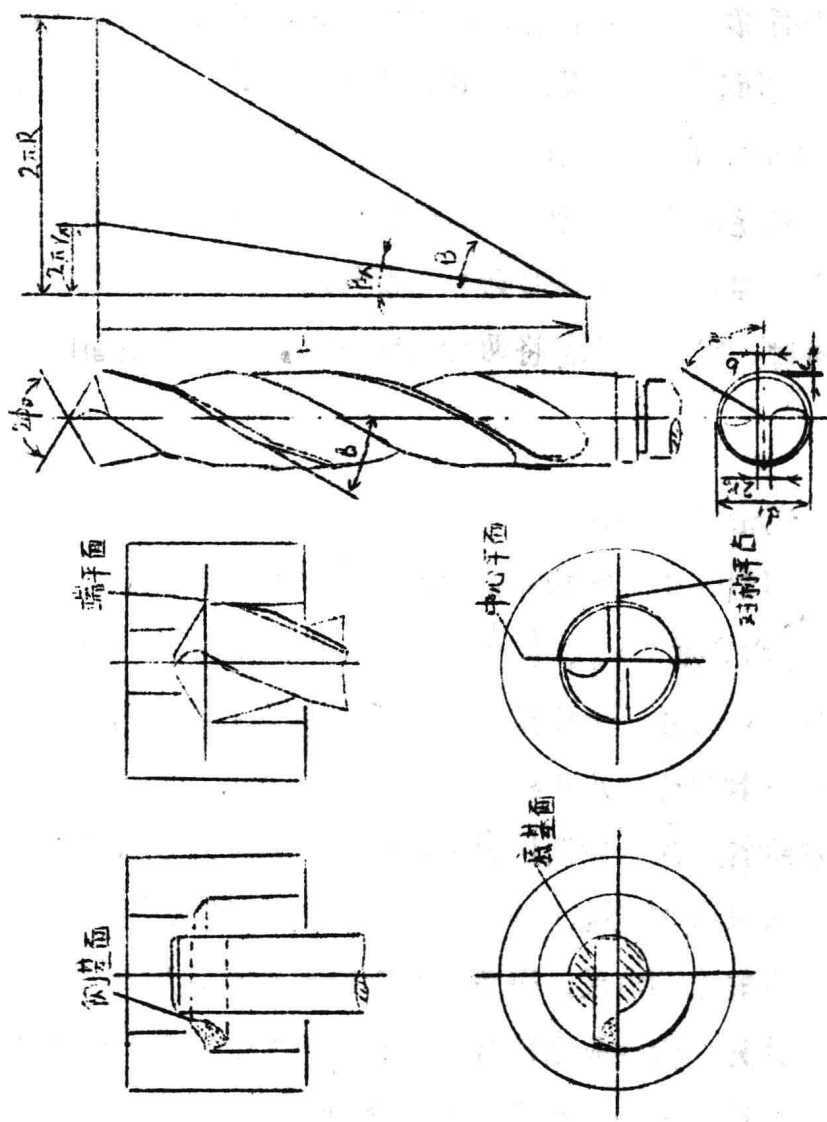
为了表示钻头的结构角度,需要规定制造基准系。如图1—2所示,它包括与钻头轴心线垂直的端平面、与两主切削刃平行而对称的对称平面和通过钻头轴心线且与前两者垂直的中心平面。

### 1、标准麻花钻切削部分的主要参数

#### (1) 钻心厚度 $2r_0$

通常标准麻花钻的钻心厚度如表1—1所示,或者取作





(a) 单刃镗刀头的基准系 (b) 麻花钻的制造基准系 (c) 标准麻花钻制造参数

图 1-2 麻花钻制造结构参数

表 1—1 标准麻花钻钻心厚度

$dt(\text{mm})$	0.25~1.25	1.5~12	13~80
$2r_0(\text{mm})$	$(0.28\sim0.2)dt$	$(0.20\sim0.15)dt$	$(0.145\sim0.125)dt$

$2r_0 = 0.22dt^{0.87}$  <sup>难</sup>。钻削加工材料的专用钻头，其钻心厚度可加大到  $2r_0 = (0.35\sim0.4)dt$ 。加大钻心厚度，可以提高钻头的强度和刚性，对提高耐用度有利，但会导致横刃加长，增大钻削力。

同样，硬质合金钻头的钻心厚度也较大， $2r_0 = (0.25\sim0.27)dt$ ，为了使钻头尽量满足等强度的条件，可把钻心做成正锥，使之向尾部逐渐加厚，一般正锥量为  $1.4\sim2\text{mm}/100$ 。

## (2) 棱边宽度 $b$ 、棱边高度 $c$ 和倒锥值。

两条棱边起着导向作用，棱边作成较窄、并沿外园向尾部有倒锥，形成付偏角  $\epsilon r'$ ，以尽量减小刃带与孔壁的摩擦。棱边宽度  $b$ 、棱边高度  $c$  和倒锥值如表 1—2 所示。

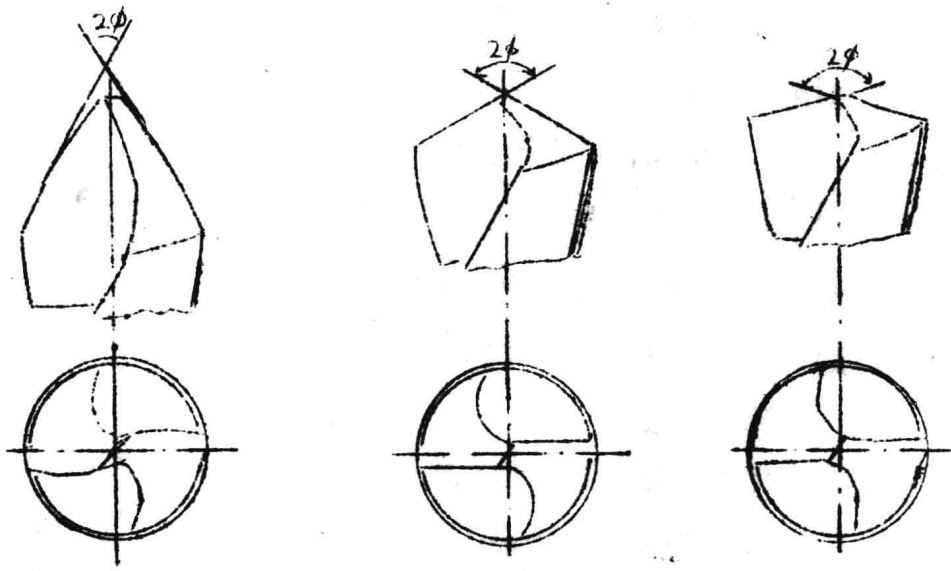
## 2. 原始顶角 $2\phi_0$ 。

顶角是两条主切削刃在钻头对称平面上投影的夹角，如图 1—3 所示：标准麻花钻的沟槽形状应满足以下条件：当按原始顶角  $2\phi_0$  刃磨时，钻头自然形成一定的形状（通常为直线）的切削刃。标准麻花钻的原始顶角  $2\phi_0 = 118^\circ$ 。可见  $2\phi_0$  是钻头螺旋槽槽型结构设计的重要原始依据。

使用顶角  $2\phi$ （或锋角），是两条主切削刃中点的切线在钻头对称平面上投影的夹角。在使用中，可以通过刃磨来改变使用顶角。

表 1—2 标准麻花钻的棱边参数

钻头直径 $d_t$ (mm)	1—6	> 16~18	> 18~80
棱边宽度 $b$ (mm)	0.30~0.55	0.60~1.25	1.3~3.4
棱边高度 $c$ (mm)	0.10~0.20	0.23~0.65	0.65~2.
倒锥量 mm/100	0.03~0.08	0.04~0.10	0.05~0.



(a)  $2\phi < 2\phi_0$

(b)  $2\phi = 2\phi_0$

(c)  $2\phi > 2\phi_0$

图 1—3 钻头不同锋角时的切削刃

若使用顶角与原始顶角不相等，则主切削刃变为曲线，当  $2\phi > 2\phi_0$  时，切削刃为凹曲线，当  $2\phi < 2\phi_0$  时，即切削刃为凸曲线（图 1—3）

标准麻花钻钻削不同工件材料时，可选用不同的原始顶角  $2\phi_0$ 。据此设计所需的螺旋槽槽型，以得到各种专用的钻头（表 1—3）。在使用中还可以改变不同的使用顶角，这种方法灵活多变，简易方便，但这与采用不同的原始顶角  $2\phi_0$  的专用钻头是不同的。

表 1—3 麻花钻的原始锋角

工件材料	钢 铸钢 硬青铜	黄铜 软青铜	铝合金 巴氏合金	紫 铜	锌合金 镁合金	硬橡胶 硬塑料 木
$2\phi_0$ (度)	116~ 120	130	140	125	90~ 100	50~ 90

### 3. 螺旋角 $\beta$

钻头螺旋角是指钻头螺旋槽最外缘的螺旋线展开成直线后与钻头轴心线之间的夹角，如图 1—2 所示，由于螺旋槽各点螺旋线的螺距相等，因此，在不同半径处螺旋角则不等，可按下列式计算：

$$\operatorname{tg} \beta_x = \frac{V_x}{R} \cdot \operatorname{tg} \beta \dots\dots\dots (1-1)$$

式中：R——钻头半径 (mm)

$V_x$ ——切削刃上选定点的半径 (mm)

$\beta$ ——外缘处螺旋角。

$\beta_x$ ——切削刃上选定点处的螺旋角。

螺旋角越大，则前角越大，且有利于排屑。但螺旋角过大，将

减弱切削刃的强度、刚性和散热条件。因此，小直径的钻头所选用的螺旋角较小。标准麻花钻的螺旋角如表 1—4 所示。

表 1—4 标准麻花钻的螺旋角(度)

工件材料	钻头直径 $d_t$ (mm)		
	< 1	1~10	> 10
碳钢、合金钢 铸铁	19	20~24	25~33
黄铜、青铜、硬胶木 硬塑料	8~10	10~12	12~20
铝、铝合金、其他 软金属	25~30	30~40	40~50
难加工材料，高硬 度钢			10~15

#### 4. 横刃斜角 $\psi$

横刃斜角是横刃与主切削刃在端平面投影图中的夹角如图 1—2 (c) 所示。横刃斜角是在刃磨后刀面时自然形成的角度。当后角增大时，横刃斜角  $\psi$  要减小，横刃长度增大。通常取  $\psi = 50^\circ \sim 55^\circ$ 。

#### 5. 制造后角 $\alpha$

主切削刃选定点的制造后角是通过该点的端平面与后刀面之间的夹角。为了方便起见，后角规定在以轴心线的圆柱剖面或其切平面内测量(图 1—4)。标准麻花钻的制造后角如表 1—5 所示。因小直径钻头螺旋角较小，即前角较小，故小直径钻头的制造后角

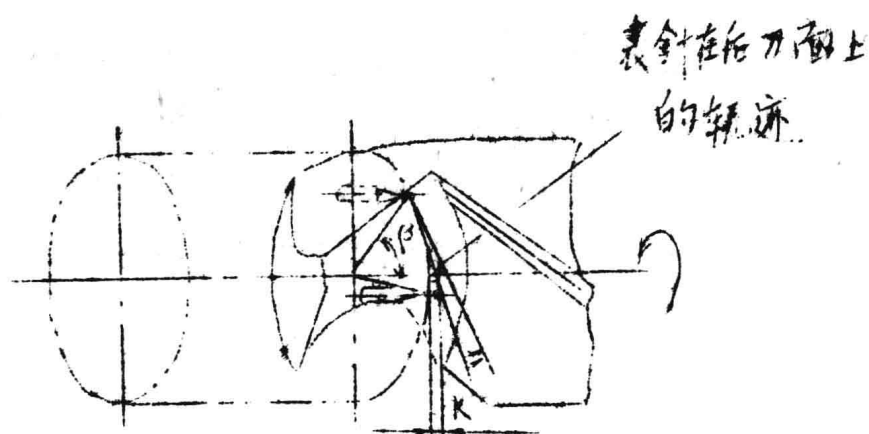


图 1—4 钻头的制造后角测量

可取较大值。

表 1—5 麻花钻的制造后角

钻头直径 $d_t$ (毫米)	~1	1~15	15~30	30~80
制造后角 $\alpha$ (度)	20~30	11~14	9~12	8~11

### 三、标准麻花钻的几何角度和工作角度

#### 1、标准麻花钻的静止参考系和工作参考系

标准麻花钻的静止参考系（包括基面、切削平面和测量平面）和工作参考系，分别是由切削刃上选定点的假定运动方向和合成切削速度方向来决定的。首先分析静止参考系。

##### (1)、基面 $P_r$

基面  $P_r$  是与切削速度方向垂直的平面，它包括钻头的轴心线。也可以说是主切削刃上的选定点与钻头轴心线所形成的平面。由于

钻头实际上相当于一对安装相反且互相错开一个钻心厚度的内孔镗刀，如图 1—2 所示。显然，主切削刃上各点的主运动方向是变化的，因而就决定了各点的基面  $P_r$  也是变化的，如图 1—5 所示。图中基面  $P_r$  偏转角  $\mu$  为基面  $P_r$  与对称平面的夹角。

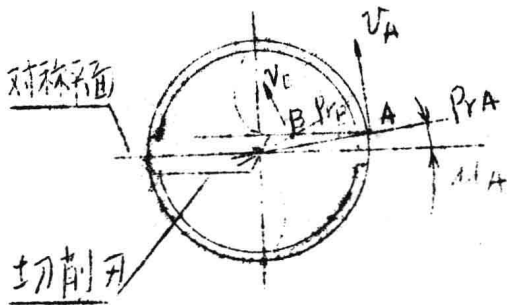


图 1—5 钻头主刃各点基面的变化

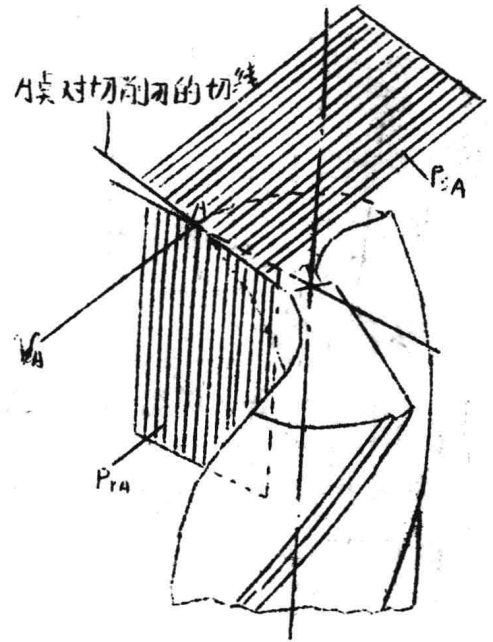


图 1—6 钻头的切削平面和基面

## (2)、切削平面 $P_s$

切削平面  $P_s$  是切于切削刃且包含主运动方向的平面，因此，它垂直于基面  $P_r$  (图 1—6)。主切削刃上各点的切削平面也各不相同。

同。

### (3)、测量平面

钻头主切削刃选定点有多种测量平面，如图 1—7 所示。其中有两个测量平面是主要的，一个是主切削刃的法剖面  $P_n$ ，一个是主剖面  $P_o$ 。此外，还有假定进给剖面  $P_f$  和假定切深剖面  $P_p$ （即钻头的端平面）。

标准麻花钻的工作参考系是由合成切削速度  $V_s$  来决定的。其方法与静止参考系相似。

由于钻头的基面  $P_r$ ，切削平面  $P_s$  和主剖面  $P_o$  是三个互相正交的参考平面，因此在分析钻头的角度时，常采用这组参考系。

## 2、钻头的几何角度

钻头同单刃刀具一样，为确定每条切削刃和前、后刀面的定向，都用一组基本几何角度来表述，通常用主剖面参考系中的前角  $\gamma_o$ 、后角  $\alpha_o$ 、主偏角  $\beta_r$  和 倾角  $\lambda_s$ 。因此，钻头主切削刃、横刃和付切削刃的几何角度共有 12 个。但由于这三个切削刃的前、后刀面有些是公共的，例如主付切削刃的前刀面都是由同一个螺旋槽面横刃的前、后刀面决定于主切削刃的后刀面，因此这些几何角度是互相关联的。其次，还要弄清钻头的几何角度与其结构参数的关系，以便通过一定的结构参数来保证钻头所需要的几何角度。

标准麻花钻主切削刃外缘处的几何角度如图 1—8 所示。主切削刃<sup>外</sup>缘处的主运动方向为  $V$ ，钻头主视图平面与基面重合。

### (1)、主切削刃的前角（简称前角） $\gamma_o$

钻头主切削刃的前角是指图 1—8 中外缘处的前角  $\gamma_o$ ，是在主



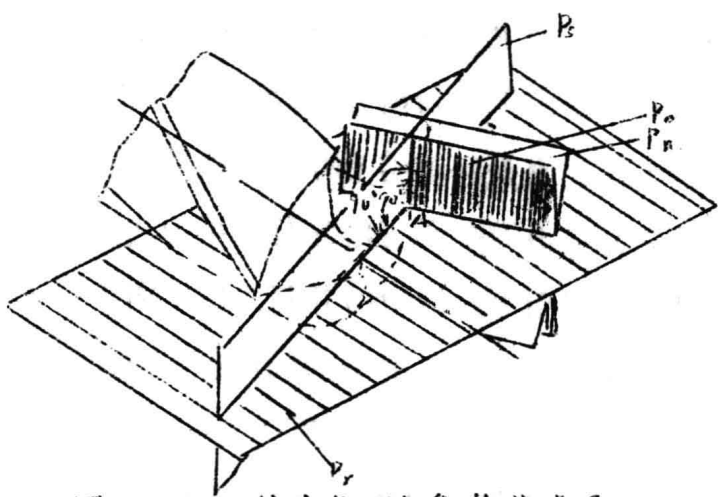
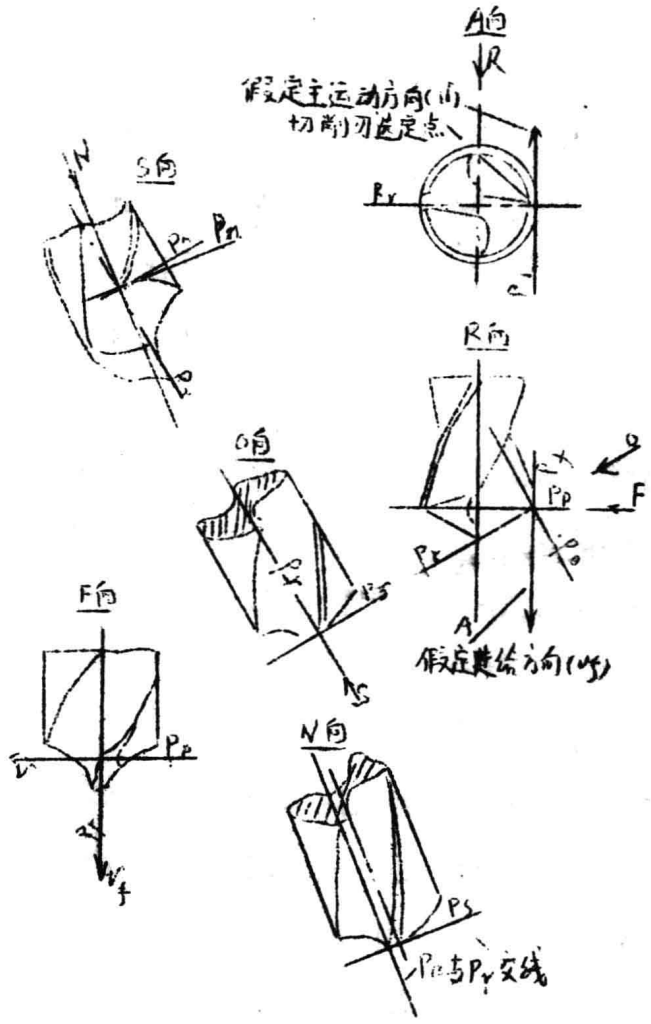


图 1-7 钻头角度的参考基准系