

机械工人学习材料

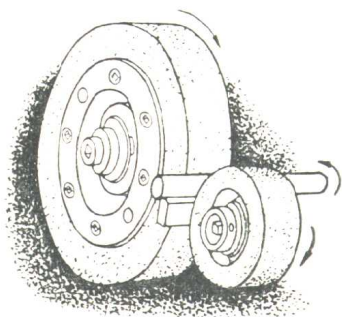
JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

群钻及其刃磨

王世清 编著

磨

工



机械工业出版社

内容提要 本书较系统地介绍了基本群钻的特点和几何参数，剖析了基本群钻的手工刃磨的步骤和方法；重点介绍常用群钻和新型群钻的钻削、刃磨特点以及各部分几何参数，并扼要地说明了一种记忆群钻主要几何参数的简便方法。此外，还讨论了有关群钻的几种完全分屑方式、钻刃对称性、内刃斜角等问题。

本书可供钳工和钻工阅读。

群钻及其刃磨

王世清 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门内百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $3 \frac{1}{8}$ · 字数 74 千字

1981年4月北京第一版·1981年4月北京第一次印刷

印数 00,001—19,500 · 定价 0.27元

*

统一书号：15033·5152

目 次

一 麻花钻	1
1 麻花钻的构造 (1) —— 2 麻花钻的切削角度 (2) —— 3 麻花钻切削部分形状的改进 (19)	
二 基本群钻	22
1 基本群钻的特点及优点 (22) —— 2 基本群钻的几何参数 (27) —— 3 用“数字法”记忆基本群钻的主要几何参数 (30)	
三 群钻的刃磨方法	35
1 基本群钻的手工刃磨 (35) —— 2 群钻的机械刃磨 (48)	
四 常用群钻和类似群钻	51
1 钻铸铁群钻 (51) —— 2 钻黄铜群钻 (53) —— 3 钻铝合金群钻 (55) —— 4 钻紫铜群钻 (56) —— 5 钻不锈钢群钻 (58) —— 6 钻钛合金群钻 (61) —— 7 钻薄板群钻 (64) —— 8 钻多层板群钻 (64) —— 9 钻精孔群钻 (66) —— 10 钻胶木群钻 (70) —— 11 钻有机玻璃群钻 (72) —— 12 钻橡胶群钻 (74) —— 13 钻无氧铜断屑群钻 (74) —— 14 钻硬材料群钻 (77) —— 15 钻高锰钢硬质合金群钻 (78) —— 16 扩毛坯孔群钻 (79) —— 17 扩精孔群钻 (80)	
五 有关群钻的几个问题	86
1 完全分屑问题 (86) —— 2 钻刃的对称性问题 (90) —— 3 内刃斜角问题 (91) —— 4 增强钻心强度、增大钻心前角 (95) —— 5 毛坯扩孔群钻的改进 (96)	

群钻是我国广大机械工人在总结使用麻花钻经验的基础上，创造成功的一种效率高、寿命长和质量好的新型钻头。为了进一步讨论和研究群钻的特点，有必要先来介绍一下麻花钻。

一 麻 花 钻

1 麻花钻的构造

一、麻花钻的组成 如图 1 所示，麻花钻由三大部分组成：尾部、颈部和工作部分。

尾部 用于夹持和传递扭矩。分直柄和莫氏锥柄两种。直柄钻头的直径一般为 0.3~16 毫米。莫氏锥柄号和钻头直径的尺寸范围见表 1。

颈部 制作时的磨削退刀槽，也用来标注商标、规格及材料等。

工作部分 由导向部分和切削部分组成。分别担负导向、备磨和切削工作。切削部分是我们研究和讨论的重点。

二、麻花钻的切削部分（见图 2）

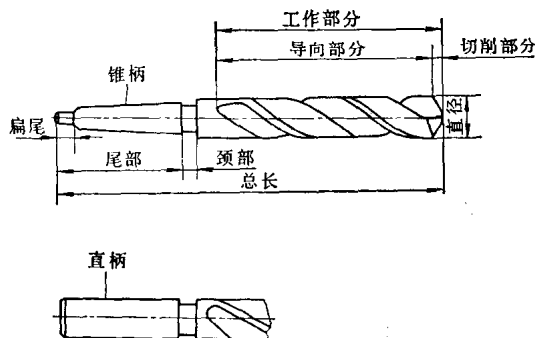


图 1 麻花钻的组成

表 1 莫氏锥柄号与钻头直径

钻头直径 (毫米)	6~15.5	15.6~23.5	23.6~32.5	32.6~49.5	49.6~65	~80
莫氏锥柄号	1*	2*	3*	4*	5*	6*

1) 钻头的几个面
前刀面 即螺旋槽表面。切屑沿这个表面流出。

主后刀面 钻头的端部跟工件加工表面相对的表面。工具厂生产的新钻头，一般是用平

面磨法、圆锥面磨法或螺旋面磨法磨出主后刀面的。

副后刀面 跟已加工面相对的表面，即钻头的棱边。

2) 钻头的几个刃

主切削刃 前刀面跟主后刀面的交线，担负主要切削工作。

横刃 两主后刀面的交线，在刃磨两主后刀面时形成。

副切削刃 前刀面跟副后刀面的交线。

2. 麻花钻的切削角度

一、辅助平面和测量平面 钻头切削部分的面和刃都是能看得见的。辅助平面和测量平面都是看不见的假想平面。设置假想平面的目的是为了确定和测量刀具的角度。常用的辅助平面有基面和切削平面。主剖面是主要的测量平面。

1) 基面 切削刃上任一点的基面，就是通过该点而又跟该点的切削速度方向垂直的平面。

如图 3 所示的刨刀，切削刃上 A 点的切削速度方向为 V_A ，

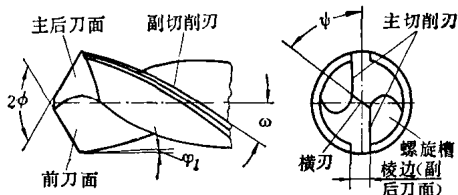


图 2 麻花钻的切削部分

通过A点而又跟 V_A 方向垂直的平面就是它的基面。

钻头切削刃某一点的基面，就是通过该点跟钻头轴线的平面（如图4中的基面I和基面II），分别为钻刀上1点和2点的基面。

2) 切削平面 切削刃上某一点的切削平面，是该点切削速度方向跟通过该点的切削刃的切线所构成的平面，它始终垂直于基面。

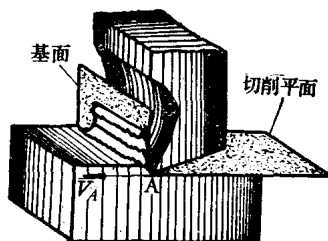


图3 切削的切削平面和基面

如图3的平直刃刨刀，A点的切削平面是由A点的切削速度方向 V_A 和刨刀的主刃所确定的，也就是通过A点而跟加工表面相重合的水平面。

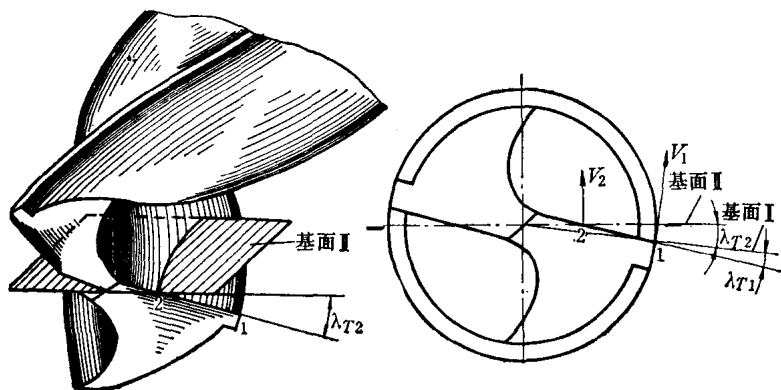


图4 钻刀上各点的切削速度方向和基面

在图5中，钻刀上A点的切削平面，是由A点的切削速度方向 V_A 跟这一点上切削刃的切线所构成的平面。

基面和切削平面是两个相互垂直的坐标平面。有了这两个基本平面，就能确定刀具的前刀面和后刀面跟工件的相对位置。但

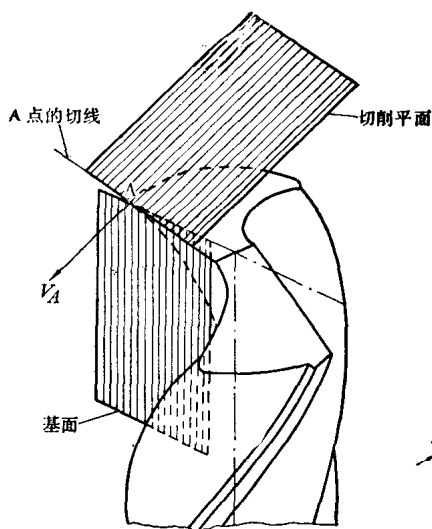


图5 钻刃上A点的切削平面和基面

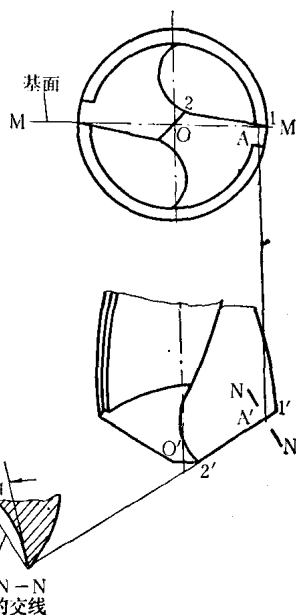


图6 钻头的主剖切面

是，光有这两个平面还不行，为了测量刀具角度的大小，还必须规定测量平面。钻头的测量平面有主剖切面、圆柱剖切面或跟钻头轴平行而又垂直于基面的轴向剖切面。

3) 主剖切面 切削刃上某一点的主剖切面，是通过该点而垂直于切削刃的切线在基面上的投影的平面，如图6的N-N剖切面。通常，我们就在这个平面内测量刀具的主要角度。

从图6可看到，1'和2'是切削刃1点和2点在基面M-M上的投影，在俯视图中，过切削刃上的A'点（即A在基面M-M上的投影）作垂直于1'2'的平面N-N，平面N-N就是A点的主剖切面。

二、麻花钻的切削角度

1) 螺旋角 ω 通常所说的钻头螺旋角, 是指螺旋槽上最外缘的螺旋线展开直线跟钻头轴线之间的夹角, 见图 7。由于螺旋槽上各点螺旋线的螺距相同, 因此在不同半径处, 螺旋角的大小是不相等的。

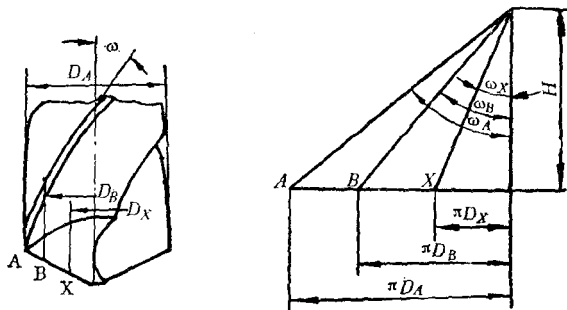


图 7 钻刃上各点的螺旋角

根据图 7 的展开图, 设不同半径 R_A 、 R_B 及 R_X 的螺旋角为 ω_A 、 ω_B 和 ω_X , 螺旋槽的螺旋导程为 H , 就可以算出:

$$A \text{ 点的螺旋角 } \operatorname{tg} \omega_A = \frac{2\pi R_A}{H}$$

$$B \text{ 点的螺旋角 } \operatorname{tg} \omega_B = \frac{2\pi R_B}{H}$$

$$X \text{ 点的螺旋角 } \operatorname{tg} \omega_X = \frac{2\pi R_X}{H}$$

任意半径 R_X 的螺旋角跟最外缘半径 R_A 的螺旋角之间的关系为:

$$\frac{2\pi R_A}{\operatorname{tg} \omega_A} = \frac{2\pi R_X}{\operatorname{tg} \omega_X}$$

$$\operatorname{tg} \omega_X = \frac{R_X}{R_A} \operatorname{tg} \omega_A \quad (1)$$

263845

从公式 1 可以看出, 钻头切削刃上各点的螺旋角, 是从外缘到钻心逐渐减小的。

目前, 我国生产的标准麻花钻头, 螺旋角一般取 $18^\circ \sim 30^\circ$ (小钻头用小螺旋角, 大钻头用大螺旋角)。对钻某些特殊材料的专用钻头, 其螺旋角另行选定。如钻青铜和黄铜, $\omega = 8^\circ \sim 12^\circ$; 钻紫铜、铝合金, $\omega = 35^\circ \sim 40^\circ$; 钻高强度钢和铸铁, $\omega = 10^\circ \sim 15^\circ$ 。

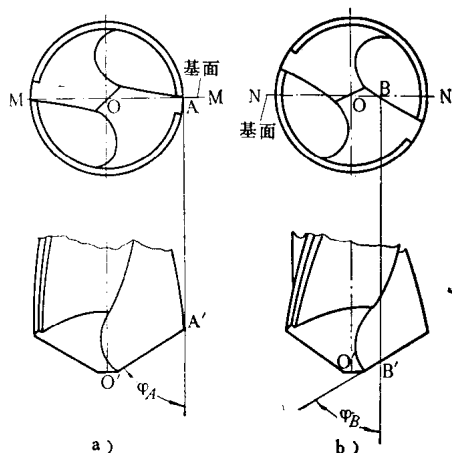


图 8 不同半径上的主偏角

2) 锋角 2ϕ 及主

偏角 ϕ 钻头两主切削刃在跟它们平行的平面上投影的夹角, 就是钻头的锋角。一般钻头的原始锋角 $2\phi = 118^\circ$, 这时两主切削刃是直线。当 $2\phi > 118^\circ$ 时, 主切削刃为凹形; 当 $2\phi < 118^\circ$ 时, 主切削刃为凸形。

钻刃上某点的主偏角, 就是在该点的基面内, 走刀方向跟过该点而又切于切削刃的切线间的夹角。对同一支钻头来讲, 钻刃上各点的基面不同。图 8 表示同一支钻头不同点 A、B 的基面位置。A 点的基面为 M-M, B 点的基面为 N-N, 所以这两点的主偏角不相等 (即 $\phi_A \neq \phi_B$)。当主切削刃为直线刃时, 任一点的主偏角为:

$$\operatorname{tg} \phi_x \approx \operatorname{tg} \phi \frac{\sqrt{R_x^2 - R_0^2}}{R_x} \quad (2)$$

式中 R_x ——X 点的位置半径 (毫米);

R ——钻头的半径 (毫米);

R_0 ——钻心厚度的一半, 即 $\frac{0.15}{2}D$ (毫米)。

从图 8 和公式 2 可知: 锋角纯属几何角度, 跟基面无关; 主偏角却跟基面密切相关, 主偏角随半径的减小而减小;

虽然半锋角不等于主偏角, 但两者密切相关, 且同一点的主偏角和半锋角相差不多。分析问题时, 可以近似地将半锋角当作主偏角来看待。

主偏角是钻刃上的主要参数, 对切削性能影响很大。如果改变主偏角的大小, 就会产生以下几种情况:

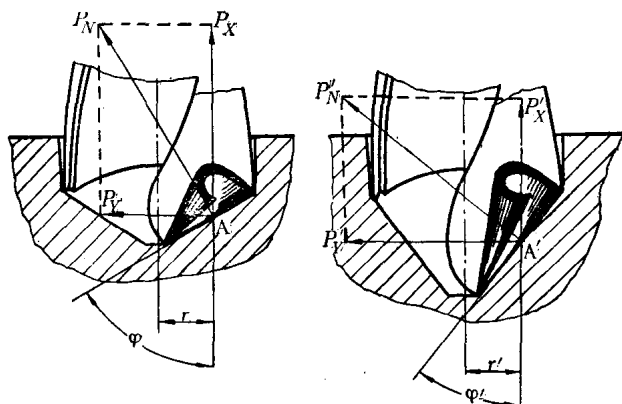


图 9 主偏角对切削力和切屑变形的影响

第一, 改变切削厚度 a 跟切削宽度 b 的比例。切削厚度 $a = s/2\sin\varphi$, 切削宽度 $b = \frac{D}{2\sin\varphi}$ 。当钻头直径 (D) 和走刀量 (S) 不变时 (见图 10), 切削厚度随主偏角的减小而变薄, 即 $a > a'$; 切削宽度随主偏角减小而变宽, 即 $b < b'$ 。

第二, 改变了径向力 P_Y 与走刀力 P_X 的比例, 如图 9 所示。

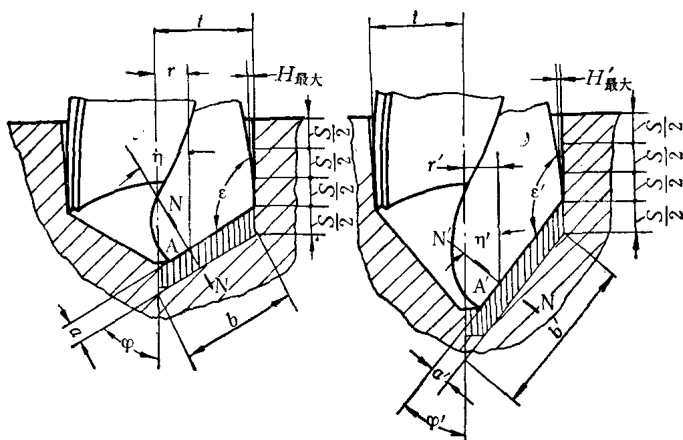


图10 主偏角 φ 对切削要素的影响

当钻头直径 (D)、被加工材料和走刀量 (S) 都不变时, 径向力 P_r 随主偏角减小而增大; 走刀力 P_x 随主偏角的减小而减小。

第三, 改变了切屑的变形程度。从图 9 可看出, 主偏角小的切屑卷曲成细螺卷的程度就越厉害。切屑总变形加大, 使扭矩也增大。

第四, 影响孔壁的光洁度。由于钻头的主、副偏角存在, 在一定的走刀量下孔壁就会留下残留金属, 如图 10 所示。图 11 为孔壁残留面积的分析图。孔壁最大表面不平度 $H_{\text{最大}}$ 和钻头主副偏角的关系为:

$$H_{\text{最大}} = \frac{S}{2(\text{ctg}\varphi_1 + \text{ctg}\varphi)} \quad (3)$$

由此看出, 当主偏角增大, 孔壁最大表面不平度 $H_{\text{最大}}$ 也增大, 孔壁表面光洁度降低。如主偏角减小, 孔壁最大表面不平度 $H_{\text{最大}}$ 减

小，孔壁表面光洁度提高。

当刀尖圆角半径 $r \neq 0$ 时，一般来讲，孔壁光洁度可以大大提高。

第五，影响钻头的耐用度。主偏角的改变，不但使切削厚度和切削宽度发生变化，还可使切削刃上单位长度的负荷发生变化，并且外缘转角处的刀尖角 ε 也将增大或减小，如图 10 所示。适当减小主偏角，有利于散热和减小负荷，因此可以提高钻头的耐用度。一般钻钢料时，锋角在 $110^\circ \sim 130^\circ$ 范围内，钻头的耐用度最高。

第六，影响钻削定心精度和孔径的扩张量。

第七，影响主剖切面的剖切方位（将在前角部分介绍）。

3) 前角 γ 在切削刃上任一点的主剖面内，基面跟前刀面的夹角，就是该点的前角 γ 。图 12 中，在 B 点的主剖切面 N-N 内，基面 M-M 跟前刀面的夹角，就是 B 点的前角 γ_B 。

前角的大小是由该点的端面前角 γ_r 和轴向前角 γ_x 来确定的。图 13 中，A、B 为钻刃上任意两点，OA、OB 分别是 A、B 两点的基面，在过 A 点的端剖切面 I-I 内作 $A''C \parallel AO$ ， $A''C$ 就是 I-I 端剖切面内的基面。这基面跟前刀面的夹角 γ_{rA} ，就是 A 点的端面前角。同理，在过 B 点端剖切面 II-II 内作 $B''D \parallel BO$ ， $B''D$ 就是 II-II 端剖切面内的基面。这基面跟前刀面的夹角 γ_{rB} ，就是 B 点的端面前角。过 A 点作垂直于基面 AO 且与钻轴平行

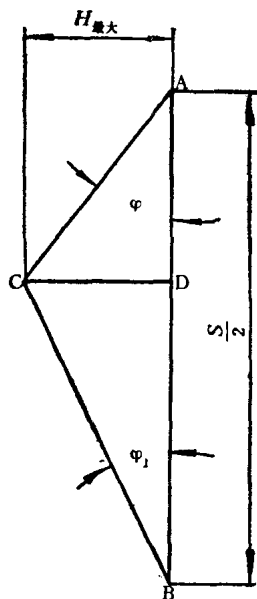


图11 残留面积

的轴向剖切面 E-E, 在这剖切面内, 基面跟前刀面的夹角 γ_{yA} , 就是 A 点的轴向前角。同理, γ_{yB} 就是 B 点的轴向前角。

从图 13 可知, 无论从端剖切面还是从轴向剖切面看, 由外缘到钻心基面的倾斜度都是越来越大的, 从外缘到钻心端面前角 γ_r 和轴向前角 γ_y 都是逐渐减小的。因此钻刃上各点的前角, 也是从外缘到钻心逐渐减小的。

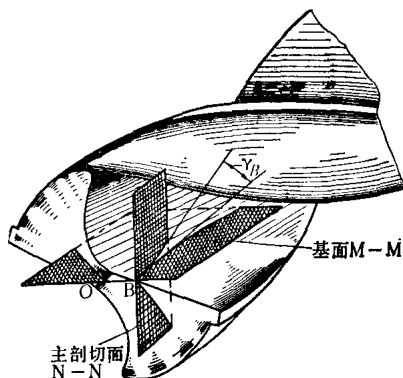


图12 钻刃上任一点的前角

钻刃上任一点的前角大小, 可根据下式计算:

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \frac{R_x \operatorname{tg} \omega}{R \sin \varphi_x} - \operatorname{tg} \lambda_{rx} \cos \varphi_x \quad (4)$$

$$\sin \lambda_{rx} = \frac{R_0}{R_x} \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_x = \operatorname{tg} \phi_0 \cos \lambda_{rx} \quad (6)$$

式中 $2\phi_0$ ——钻头的原始锋角 (度);

$2R_0$ ——钻心厚度 (毫米);

λ_{rx} ——钻刃上任一点的端面刃倾角。

这些公式只适用于使用锋角 2ϕ 等于原始锋角时 ($2\phi = 2\phi_0 = 118^\circ$)。如使用的锋角 (2ϕ) 不等于原始锋角, 或切削刃刃形改变时, 应采用前角的一般公式, 即:

$$\operatorname{tg} \gamma_x = A \sin(\varphi_x + \theta) \quad (7)$$

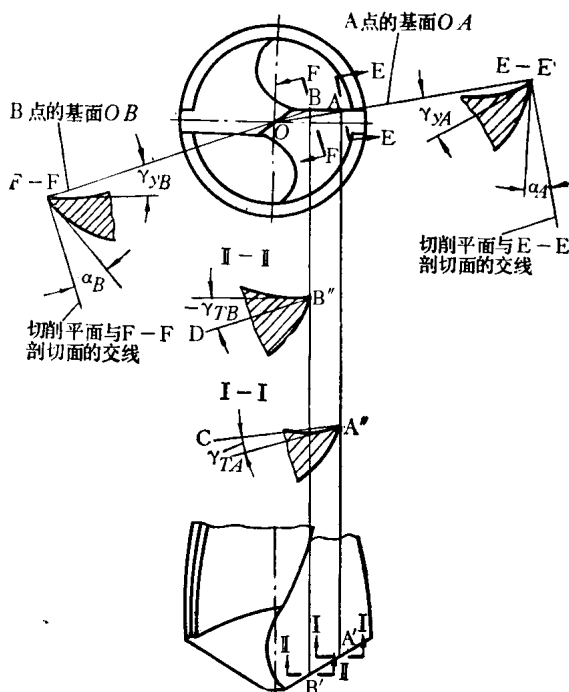


图13 钻头的端面前角 γ_r 和轴向前角 γ_y

$$A = \sqrt{\frac{(R_x/R)^2}{3} + \frac{[(R_x/R)^2/3 - 0.15]^2}{(R_x/R)^2 - 0.15^2}} \quad (8)$$

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left[\frac{(R_x/R)^2/3 - 0.15}{\frac{R_x/R}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{R_x}{R}\right)^2 - 0.15^2}} \right] \quad (9)$$

式中 γ_x ——切削刃上任一点的前角（度）；

φ_x ——该点的主偏角（度）。

对于外直刃和圆弧刃部分的主偏角，可根据公式（2）近似计算。

公式(7)、(8)、(9)只适用于螺旋角 $\omega = 30^\circ$ ，钻心厚度 $d = 0.15D$ ($R_0 = 0.075D$)，且螺旋面未经修磨的一般前角计算。

根据计算或实测，切削刃上各点在主剖面内的前角值是不相等的，而且变化极大，从外缘到钻心，前角约由 $+30^\circ$ 变到 -30° ，如图14所示。

钻刀前角是钻头非常重要的切削参数，它影响切削变形的大小，切削温度的高低，钻孔质量的好坏等。

影响前角大小的因素很多，现分析如下：

第一，刃倾角 λ 的影响 在切削平面内，钻刃上某一点的切线跟该点基面的夹角，就是这点的刃倾角 λ_x 。

由于刃倾角的存在，使切屑流出的方向发生了改变。钻头实际工作的前角 $\gamma_{\text{工}x}$ ，不再是主剖面内测量的前角 γ_x 。实际工作前角 $\gamma_{\text{工}x}$ 有所增大，其计算公式是：

$$\sin \gamma_{\text{工}x} \approx \sin \gamma_x \cos^2 \lambda_x + \sin^2 \lambda_x \quad (10)$$

$$\operatorname{tg} \lambda_x \approx \operatorname{tg} \lambda_{\text{Tx}} \sin \varphi_x \quad (11)$$

由于从外缘到钻心，端面刃倾角增大不少，所以使钻心部分的实际工作前角 $\gamma_{\text{工}x}$ 增大较多，如图15所示。

第二，螺旋角 ω 的影响 由公式4知，螺旋角的大小，直接影

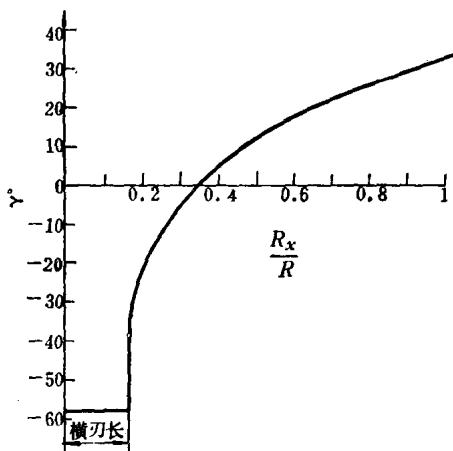


图14 普通麻花钻切削刃上各点在主剖面内的前角值

响前角的大小，增大螺旋角，就能增大前角。但增大螺旋角有一定限度，过份增大螺旋角，不能明显增大钻心部分的前角，相反却会大大降低钻刃外缘处的强度。

制作麻花钻时，

可根据加工材料的性能设计固定的螺旋角，使用者也可根据情况修磨刃口部分，局部地改变螺旋角。

第三，主偏角 φ 的影响 从图 10 看出，随主偏角的变化，钻刃上主剖切面的剖切方位也发生了变化。当主偏角由小增大时，主剖切面的剖切方位跟该点轴向剖切面的夹角也越来越小 ($\eta < \eta'$)。当主偏角增大到 90° 时，主剖切面就跟轴向剖切面近似重合。因此，该点的前角近似它的轴向前角，也就是它的螺旋角。在根据实

验或计算后绘制的图 16 中可以看到主偏角 φ 和钻头前角 γ 的关系。由图可知：

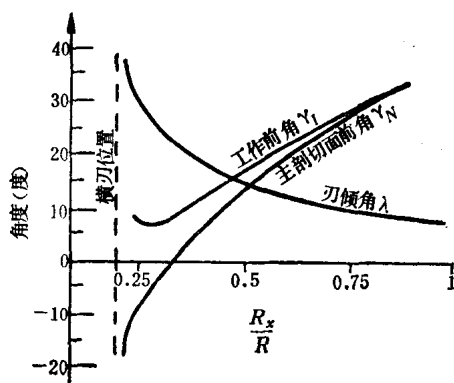


图15 刃倾角对前角的影响

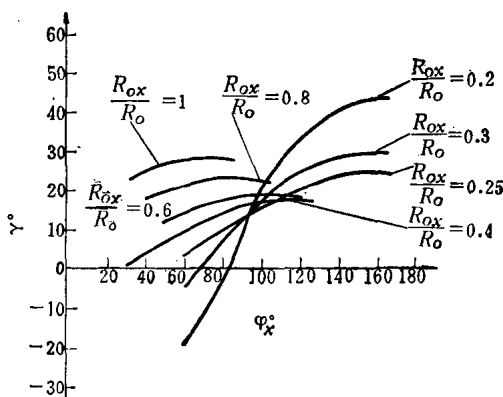


图16 主偏角对前角的影响

前角随主偏角的增大而增大，但主偏角增大到一定值后，前角反而减小。例如，钻刃的最外缘点（即 $R_x/R = 1$ ），当主偏角由小增大时，前角也随之增大。当主偏角增大到约 70° 左右，该点的前角达最大值约 28° 左右。如主偏角继续增大，前角反而减小。可见，对于钻刃各点来说，都有一个可能得到的最大前角 $\gamma_{\text{最大}}$ ，和一个与之对应的最大主偏角 $\varphi_{\gamma\text{最大}}$ 。由图 17 可以看出：

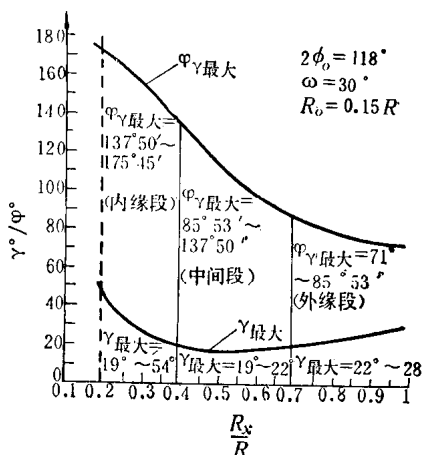


图17 主切削刃上各点的前角最大时的最大主偏角

在切削刃外缘段（即 $R_x/R = 0.7 \sim 1$ ），增大主偏角，前角增大不明显。在切削刃中间段（即 $R_x/R = 0.4 \sim 0.7$ ），增大主偏角，前角增加较大。在切削刃内缘段（即 $R_x/R = 0.2 \sim 0.4$ ），增大主偏角，前角增大最明显。

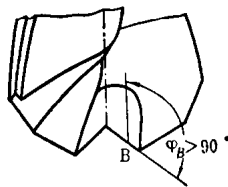


图18 无横刃钻心部分的主偏角

由图 16 和图 17 还可知：钻刃外缘段本身前角较大，不需要用加大锋角来增大前角，应该根据被加工材料的性能或孔的深浅等来改变锋角；钻刃中间段，可以改变刃形（如磨月牙槽）来增大主偏角，从而使中间段前角增大；对横刃部分要想使主偏角大于 90° 是困难的，除非把横刃全磨掉（图 18），钻心部分 B 点的主偏角 $\varphi_B > 90^\circ$ 。但这种钻头定心不稳，钻孔质量差，刀刃容易崩，只适于钻铸铁。所以，一般说来，