



群钻

QUNZUAN

北京永定机械厂群钻小组著
上海科学技术出版社

责任编辑 任 侃
封面设计 卜允台

群 钻

北京永定机械厂群钻小组 著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 18 字数 413,000

1982 年 12 月第 1 版 1982 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—8,500

统一书号: 15119·2251 定价: (科四) 2.25 元

内 容 提 要

群钻是我国先进钻工创造性修磨麻花钻的新钻型。它是群众智慧的结晶，故称之为“群钻”。近卅年来，群钻已发展形成一套能钻不同材料和适应不同工艺特性的钻型系列。本书在“倪志福钻头”论文和《群钻的实践与认识》一书的基础上，对群钻的近期发展做了进一步的理论总结。

本书计七章，各章由浅入深，图文并茂，由特殊到一般，由经验介绍到理论分析，对群钻的切削特点、使用经验和变革方法进行了较详细的介绍。

本书对麻花钻和群钻切削部分的几何参数、钻型特点和钻孔经验进行了比较系统、全面的分析。提出了结构基准系的概念。书中有选择地介绍了国内外改进麻花钻的研究成果和先进方法。同时还研究了表述麻花钻和基本型群钻前、后刀面和切削刃的数学模型，以及几何角度公式，为钻头的计算机辅助设计、制造，提供了初步的理论依据。

本书可供机械工人、工程技术人员阅读；科研人员和大专院校有关专业师生均可参考。

前 言

自从 1953 年倪志福同志革新创造成功麻花钻的新钻型以来,群钻在社会主义群众性技术革新活动中,不断试验研究,不断探索交流,不断充实完善,已经初步形成一套加工各种材料的钻型,在生产中发挥了一定的作用。近 30 年来,群钻的发展经历了一条实践、认识、再实践、再认识的道路。

钻孔实践在不断发展,认识过程也在逐步地深化。这次,在倪志福同志的建议和参与下,我们又进行了一次较系统的总结,以期在实践中对钻孔获得新的更深的认识。在本书的写作过程中,充实了群钻的新钻型、新经验和新试验研究成果,并认真分析和吸取了国内外关于麻花钻的理论和试验研究资料。全书力求做到深入浅出,图文并重,普及与提高相结合。书中,表述了麻花钻在结构系、理论系和工作系等三个基准系中的几何角度,指出了区分原始锋角、使用锋角与刃偏角,区分结构后角、结构圆周后角与进给方向后角等的必要性;分析了结构角度与理论角度、工作角度的相互关系;介绍了国内外改进麻花钻的措施方法;论述了基本型群钻的切削性能特点;对各种材料(包括钛合金、不锈钢等难加工材料)和在各种工艺条件下的钻孔经验和群钻钻型进行了简要的阐述;最后,还初步研究了表述麻花钻和基本型群钻前、后刀面和切削刃的数学模型,针对结构参数与刃磨参数的函数关系和钻头各切削刃前角、后角、刃倾角、刃偏角的计算公式进行了分析、推导,以期逐步为钻头的计算机辅助设

计、辅助刃磨制造,提供较完善的理论依据。当然,这些工作尚有待今后继续深入地进行下去。全书由陈璧光同志执笔撰写,参加写作、试验工作的有周淑英、柳德春、吴冠林、贾志安、周效钊和吴艳林等同志。

我们的工作得到各级领导的大力支持,和许多兄弟单位的热情帮助。一并致以深切谢意。由于水平所限,书中会有不少缺点和错误,希望读者批评指正。

北京永定机械厂群钻小组

一九八二年一月

本书常用符号、术语和单位对照表

符 号	术 语	单 位
A_{α}	后刀面	
$A_{\alpha 1}$	刃隙面(第一后刀面)	
$A_{\alpha 2}$	尾隙面(第二后刀面)	
A_{α}	刃带(副后刀面)	
$A_{\alpha\psi}$	横刃后刀面	
A_{γ}	前刀面(刀沟)	
$A_{\gamma 1}$	倒棱(第一前刀面)	
$A_{\gamma\psi}$	横刃前刀面	
A_c	切削面积	毫米 ² (mm ²)
A_w	楔劈齿投影面积	毫米 ² (mm ²)
a_c	切削厚度	毫米(mm)
a_{cmin}	最小切削厚度	毫米(mm)
a_{cmax}	最大切削厚度	毫米(mm)
a_{cav}	平均切削厚度	毫米(mm)
a_f	每刃进给量	毫米/刃(mm/z)
a_k	冲击值	焦/米 ² (J/m ²) ^①
a_w	切削宽度	毫米(mm)
B	(1) 刃瓣宽度	毫米(mm)
	(2) 钻头伸出长度	毫米(mm)
b	原始横刃长度	毫米(mm)
$b_{\alpha 1}$	倒棱宽度(第一后刀面宽度)	毫米(mm)
$b_{\alpha 1'}$	刃带修磨宽度	毫米(mm)
b_{γ}	卷屑槽宽度	毫米(mm)
$b_{\gamma 1}$	倒棱宽度(第一前刀面宽度)	毫米(mm)
b_{η}	切屑宽度	毫米(mm)
b_{ψ}	横刃长度	毫米(mm)
c	(1) 刚度	牛/毫米(N/mm) ^②
	(2) 前刀面修磨长度	毫米(mm)

① 曾用单位: 公斤力·米/厘米²(kgf·m/cm²)

② 曾用单位: 公斤力/毫米(kgf/mm)

(续表)

符 号	术 语	单 位
	(3) 分屑槽深度	毫米(mm)
	(4) 刃带高度	毫米(mm)
c_F	轴向力系数	
c_M	扭矩系数	
c_v	切削速度系数	
c_w	横刃磨损宽度	毫米(mm)
c_N	刀刃缺口宽度	毫米(mm)
d	钻头直径	毫米(mm)
d_o	锥顶与钻轴的垂直距离	毫米(mm)
d_m	(1) 工件已加工表面直径	毫米(mm)
	(2) 磨削锥底直径	毫米(mm)
d_w	(1) 工件被加工面直径	毫米(mm)
	(2) 工件直径	毫米(mm)
E	弹性系数	兆帕(MPa) ③ 或牛/毫米 ² (N/mm ²)
e	(1) 偏心距	毫米(mm)
	(2) 旋转轴线偏移距	毫米(mm)
	(3) 屑卷轴线偏移距	毫米(mm)
e_ψ	钻心尖偏移距	毫米(mm)
F	总轴向力	牛(N)或千牛(kN) ④
F_a	主刃轴向力	牛(N)或千牛(kN)
F'_a	副刃轴向力	牛(N)或千牛(kN)
$F_{a\psi}$	横刃轴向力	牛(N)或千牛(kN)
F_f	摩擦力	牛(N)或千牛(kN)
F_n	正压力	牛(N)或千牛(kN)
F_r	主刃径向力	牛(N)或千牛(kN)
F'_r	副刃径向力	牛(N)或千牛(kN)
F_t	切向力	牛(N)或千牛(kN)
F'_t	副刃切向力	牛(N)或千牛(kN)
$F_{t\psi}$	横刃切向力	牛(N)或千牛(kN)
F_w	横刃楔劈力	牛(N)或千牛(kN)

③ 曾用单位: 公斤力/毫米²(kgf/mm²)

④ 曾用单位: 公斤力(kgf)

(续表)

符 号	术 语	单 位
f	(1) 进给量 (2) 频率 (3) 刃带原始宽度 (4) 孔频数	毫米/转(mm/r) 赫(Hz) 毫米(mm)
H	(1) 切削刃高度差 (2) 中心向距 (3) 理论残留高度	毫米(mm) 毫米(mm) 毫米(mm)
HB	布氏硬度值	公斤力/毫米 ² (kgf/mm ²)
HRC	洛氏 C 标度硬度值	
HV	维氏硬度值	公斤力/毫米 ² (kgf/mm ²)
h	尖高	毫米(mm)
h_1	圆弧刃深度	毫米(mm)
I	主惯性矩	毫米 ⁴ (mm ⁴)
I_P	极惯性矩	毫米 ⁴ (mm ⁴)
$I_{\max}$	最大惯性矩	毫米 ⁴ (mm ⁴)
$I_{\min}$	最小惯性矩	毫米 ⁴ (mm ⁴)
K	(1) 切屑变形系数 (2) 原始钻芯厚度	毫米(mm)
$K_F, K_M,$ K_v, K_T	各种修正系数	
K_T	月牙洼磨损深度	毫米(mm)
K_M	月牙洼中心距	毫米(mm)
K_B	月牙洼磨损宽度	毫米(mm)
L	(1) 钻孔深度 (2) 钻头全长	毫米(mm) 毫米(mm)
l	外刃长	毫米(mm)
l_1	(1) 分屑槽距 (2) 分外刃长	毫米(mm) 毫米(mm)
l_2	(1) 分屑槽宽 (2) 分外刃宽	毫米(mm) 毫米(mm)

(续表)

符 号	术 语	单 位
$l_{\alpha'}$	刃带修磨长度	毫米(mm)
l_b	钻体有效长度	毫米(mm)
l_w	工件长度	毫米(mm)
M	扭矩	牛·米(N·m) ^⑤ 或牛·毫米(N·mm)
m	耐用度指数	
N_γ	前刀面法线	
N_α	后刀面法线	
n	主轴转速	转/分(r/min)
O_c	钻心尖(横刃中点)	
P_b	最小后角平面	
P_o	(1) 轴向测量平面 (2) 钻头中心平面	
P_f	假定进给平面	
P_{fo}	圆柱测量平面	
P_{fe}	进给平面	
P_g	最大前角平面	
P_i, P_j	任意正交测量平面	
P_n	法剖面	
P_{ne}	工作法剖面	
P_o	主剖面	
P'_o	副刀主剖面	
P_{oe}	工作主剖面	
P_p	假定切深平面	
P_{pe}	切深平面	
P_r	理论基面	
P_{rc}	结构基面	
P_{re}	工作基面	
P'_r	副刀理论基面	
P_s	切削平面	
P'_s	副刀切削平面	

⑤ 曾用单位: 公斤力·米(kgf·m)

(续表)

符 号	术 语	单 位
P_{se}	工作切削平面	
P_{tc}	端平面	
P_{η}	流屑平面	
$P_{\eta e}$	工作流屑平面	
P	屑卷螺距	毫米(mm)
P_e	电机功率	千瓦(kW)
P_m	切削功率	千瓦(kW)
p	(1) 刃沟螺旋参数 (2) 单位切削力	毫米(mm) 兆帕(MPa)或 牛/毫米 ² (N/mm ²)
p_a	单位刃长上的轴向力	牛/毫米(N/mm)⑥
p_t	单位刃长上的切向力	牛/毫米(N/mm)
p_w	楔劈齿单位抗力	牛/毫米 ² (N/mm ²) 或兆帕(MPa)
Q	(1) 流量 (2) 切削热	米 ³ /秒(m ³ /sec)⑦ 焦(J)⑧
q	(1) 钻尖偏移值 (2) 刃背直径	毫米(mm) 毫米(mm)
q_1	瓣尾直径	毫米(mm)
R	(1) 钻头半径 (2) 刀刃圆弧半径	毫米(mm) 毫米(mm)
R_g	砂轮圆角中心工作半径	毫米(mm)
R_{λ}	刃倾角修磨半径	毫米(mm)
r	(1) 切削刃上各点位置半径 (2) 刀刃修圆半径	毫米(mm) 毫米(mm)
r_g	砂轮圆角半径	毫米(mm)
r_n	刃口圆弧半径	毫米(mm)
r_0	钻芯半厚	毫米(mm)
$r_{0\tau}$	内刃钻芯半厚	毫米(mm)

⑥ 曾用单位: 公斤力/毫米(kgf/mm)

⑦ 曾用单位: 升/分(l/min)

⑧ 曾用单位: 卡(Cal)

(续表)

符 号	术 语	单 位
r_s	刀尖圆弧半径	毫米(mm)
r_τ	折线刀转点位置半径	毫米(mm)
r_ψ	横刃上各点位置半径	毫米(mm)
S	主切削刃	
S'	副切削刃	
s	偏移向距	毫米(mm)
T	(1) 刀具耐用度	分(min)
	(2) 刃沟螺旋导程	毫米(mm)
V_η	切屑体积	毫米 ³ (mm ³)
V_w	金属切除量	毫米 ³ (mm ³)
VB_B	后刀面平均磨损值	毫米(mm)
VB_{Bmax}	后刀面最大磨损值	毫米(mm)
VB_c	刀尖磨损值	毫米(mm)
VB_{c1}	刃带磨损值	毫米(mm)
VB_{c2}	掉角磨损值	毫米(mm)
V_ψ	横刃磨损值	毫米(mm)
V_N	刀刃缺口深度	毫米(mm)
v	切削速度	米/分(m/min)
v_e	合成切削速度	米/分(m/min)
v_f	进给速度	毫米/分(mm/min)
v_η	切屑流出速度	米/分(m/min)
$v_{\eta e}$	切屑实际流出速度	米/分(m/min)
W	钻体断面系数	毫米 ³ (mm ³)
w	切屑容积系数	
$X_F, X_M,$ X_T, X_V	钻削力、耐用度指数	
$Y_F, Y_M,$ Y_T, Y_V	钻削力、耐用度指数	
$Z_F, Z_M,$ Z_T, Z_V	钻削力、耐用度指数	
Z_w	金属切除率	毫米 ³ /分(mm ³ /min)
α	(1) 线膨胀系数	毫米/毫米·°C (mm/mm·°C)

(续表)

符 号	术 语	单 位
	(2) 后角	度(°, deg)
α'	副后角	度(°, deg)
α_b	最小后角	度(°, deg)
α_{be}	最小工作后角	度(°, deg)
α_c	轴向结构后角(结构后角)	度(°, deg)
α'_c	径向结构副后角(结构副后角)	度(°, deg)
α_d	周边后角	度(°, deg)
α_f	进给方向后角	度(°, deg)
α_{fo}	结构圆周后角	度(°, deg)
α_{fe}	进给方向工作后角	度(°, deg)
$\alpha_{f\tau}$	内刃进给方向后角	度(°, deg)
$\alpha_{f\psi}$	横刃进给方向后角	度(°, deg)
α_h	尾隙角	度(°, deg)
α_i	任意正交平面 P_i 内的后角	度(°, deg)
α_j	任意正交平面 P_j 内的后角	度(°, deg)
α_n	法后角	度(°, deg)
α'_n	副刃法后角	度(°, deg)
α_{nc}	结构法后角	度(°, deg)
α_{ne}	工作法后角	度(°, deg)
$\alpha_{n\tau}$	内刃法后角	度(°, deg)
$\alpha_{n\psi}$	横刃法后角	度(°, deg)
α_0	主后角	度(°, deg)
α'_0	副刃主后角(副后角)	度(°, deg)
α_{0e}	工作主后角	度(°, deg)
$\alpha_{0\tau}$	内刃主后角	度(°, deg)
$\alpha_{0\psi}$	横刃主后角	度(°, deg)
α_p	切深方向后角	度(°, deg)
$\alpha_{p\tau}$	内刃切深方向后角	度(°, deg)
α_{pe}	切深方向工作后角	度(°, deg)
α_{Ro}	圆弧刃结构后角(圆弧后角)	度(°, deg)
α_t	侧后角	度(°, deg)
α_η	流屑方向后角	度(°, deg)

(续表)

符 号	术 语	单 位
$\alpha_{\eta e}$	流屑方向工作后角	度($^{\circ}$, deg)
$\alpha_{\tau o}$	内刃结构(法)后角	度($^{\circ}$, deg)
α_{ψ}	横刃后角	度($^{\circ}$, deg)
$\alpha_{\psi e}$	横刃工作后角	度($^{\circ}$, deg)
β	(1) 楔角	度($^{\circ}$, deg)
	(2) 螺旋角	度($^{\circ}$, deg)
β_0	钻头螺旋角	度($^{\circ}$, deg)
β_w	横刃楔劈齿楔角	度($^{\circ}$, deg)
γ_o	轴向结构前角(结构前角)	度($^{\circ}$, deg)
γ_f	进给方向前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{fe}	进给方向工作前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{f\tau}$	内刃进给方向前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{f\psi}$	横刃进给方向前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_g	最大前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{ge}	最大工作前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_i	任意正交平面 P_i 内的前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_j	任意正交平面 P_j 内的前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_n	法前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_n^*	简化法前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{no}	结构法前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{ne}	工作法前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{n\psi}$	横刃法前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_0	主前角(前角)	度($^{\circ}$, deg)
γ'_0	副刃主前角(副前角)	度($^{\circ}$, deg)
γ_{0e}	工作主前角(工作前角)	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{0\tau}$	内刃主前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{0\psi}$	横刃主前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_p	切深方向前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{pe}	切深方向工作前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{p\tau}$	内刃切深方向前角	度($^{\circ}$, deg)
$\gamma_{\tau o}$	内刃结构法前角(内刃前角)	度($^{\circ}$, deg)
γ_{η}	流屑方向前角	度($^{\circ}$, deg)

(续表)

符 号	术 语	单 位
γ_{η_0}	流屑方向工作前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{ψ}	横刃前角	度($^{\circ}$, deg)
γ_{ψ_0}	横刃工作前角	度($^{\circ}$, deg)
Δa_z	切削层厚度增量	毫米(mm)
$\Delta \bar{d}$	平均孔径扩张量	毫米(mm)
δ	(1) 切屑流出角 (2) 料厚 (3) 加工余量 (4) 伸长率	度($^{\circ}$, deg) 毫米(mm) 毫米(mm)
δ_0	切屑投影流出角	度($^{\circ}$, deg)
δ_{γ}	最大前角平面方向角	度($^{\circ}$, deg)
ε	(1) 刀尖角 (2) 切削刀母线的旋转角	度($^{\circ}$, deg) 度($^{\circ}$, deg)
ε_r	刀尖角	度($^{\circ}$, deg)
H	合成切削速度方向角	度($^{\circ}$, deg)
η_0	切屑流线角	度($^{\circ}$, deg)
η_m	机床传动效率	
η_r	流屑平面主方向角	度($^{\circ}$, deg)
η_{re}	工作流屑平面主方向角	度($^{\circ}$, deg)
θ	(1) 切削温度 (2) 磨削圆锥面半锥角 (3) 切屑母线斜角	$^{\circ}\text{C}$ 度($^{\circ}$, deg) 度($^{\circ}$, deg)
θ_r	最小后角平面方向角	度($^{\circ}$, deg)
θ_{re}	最小工作后角平面方向角	度($^{\circ}$, deg)
κ_r	刃偏角(主偏角)	度($^{\circ}$, deg)
κ'_r	副刃偏角(副偏角)	度($^{\circ}$, deg)
κ_{re}	工作刃偏角	度($^{\circ}$, deg)
$\kappa_{r\tau}$	内刃偏角	度($^{\circ}$, deg)
$\kappa_{r\psi}$	横刃偏角	度($^{\circ}$, deg)
$\kappa_{r\psi_0}$	横刃工作刃偏角	度($^{\circ}$, deg)
λ	导热系数	瓦/米 $\cdot^{\circ}\text{C}$ (W/m $\cdot^{\circ}\text{C}$) ^⑨

⑨ 曾用单位: 卡/厘米 $\cdot$ 米 $\cdot$ 秒 $\cdot^{\circ}\text{C}$ (Cal/cm $\cdot$ m $\cdot$ s $\cdot^{\circ}\text{C}$)

(续表)

符 号	术 语	单 位
λ_s	刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
λ'_s	副刀刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
λ_{so}	工作刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
$\lambda_{s\tau}$	内刀刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
$\lambda_{s\psi}$	横刀刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
$\lambda_{s\psi\theta}$	横刃工作刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
λ_t	端面刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
$\lambda_{t\tau}$	内刃端面刃倾角	度($^{\circ}$, deg)
μ	(1) 钻心角	度($^{\circ}$, deg)
	(2) 基面偏转角	度($^{\circ}$, deg)
μ_{τ}	内刃钻心角	度($^{\circ}$, deg)
ρ	屑卷外径	毫米(mm)
ρ_0	屑卷展开外径	毫米(mm)
ρ_x, ρ_y	屑卷半径	毫米(mm)
τ	(1) 内刃斜角	度($^{\circ}$, deg)
	(2) 剪切应力	兆帕(MPa)
		或牛/毫米 ² (N/mm ²)
$\tau_{\max}$	最大剪切应力	兆帕(MPa)
ν	主刃母线倾斜角	度($^{\circ}$, deg)
2ϕ	(1) 使用锋角(锋角)	度($^{\circ}$, deg)
	(2) 外刃锋角	度($^{\circ}$, deg)
$2\phi'$	副刃锥角	度($^{\circ}$, deg)
$2\phi_0$	原始锋角	度($^{\circ}$, deg)
$2\phi_1$	(1) 第一锋角	度($^{\circ}$, deg)
	(2) 修光刃锋角	度($^{\circ}$, deg)
$2\phi_{\tau}$	内刃锋角	度($^{\circ}$, deg)
φ	(1) 相位差角	度($^{\circ}$, deg)或弧度
	(2) 钻轴倾斜角	度($^{\circ}$, deg)
	(3) 任意正交测量平面方向余角	度($^{\circ}$, deg)
χ	任意正交测量平面方向角	度($^{\circ}$, deg)
χ_{η}	流屑平面方向角	度($^{\circ}$, deg)
$\chi_{\eta\theta}$	工作流屑平面方向角	度($^{\circ}$, deg)

(续表)

符 号	术 语	单 位
ψ	(1) 横刃斜角 (2) 断面收缩率	度($^{\circ}$, deg)
Ω	圆周转角	度($^{\circ}$, deg)
ω	(1) 主刃定位斜角 (2) 卷屑角速度	度($^{\circ}$, deg) 度/秒($^{\circ}/\text{sec}$) 或弧度/秒
ω_x	切屑上卷角速度	度/秒或弧度/秒
ω_y	切屑侧卷角速度	度/秒或弧度/秒
ω_z	切屑纵卷角速度	度/秒或弧度/秒
σ	锥轴倾斜角	度($^{\circ}$, deg)
σ_b	抗拉强度	兆帕(MPa)或 牛/毫米 ² (N/mm ²)
$[\sigma_b]$	许用应力	兆帕(MPa)或 牛/毫米 ² (N/mm ²)

本书常用符号的下角标

下角标	含 义	下角标	含 义	下角标	含 义
a	轴向	$\min$	最小	t	(1) 切向
ac	平均	$\max$	最大		(2) 侧向
b	钻体	n	法向		(3) 端面
c	结构	$o, 0$	(1) 原始状态	w	工件
e	工作		(2) 垂直正交	α	后刀面
f	(1) 进给方向	p	切深方向	α'	副后刀面
	(2) 摩擦	r	(1) 基面		(刃带)
F	轴向力		(2) 径向	γ	前刀面
i, j	任意方向	s	主切削刃	τ	内刃
M	扭矩	s'	副切削刃	ψ	横刃
m	已加工	T	耐用度	η	切屑