


先进制造技术普及丛书

图解普通麻花钻 与倪志福钻头

• 蔡运飞 段建中 著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



先进制造技术普及丛书出版计划

书 名	作 者
1. 图解数控铣削加工与编程	段建中
2. 图解数控铣削刀具的选择与使用	段建中 蔡运飞
3. 图解数控加工与编程——数控车	王春秀
4. 图解数控车削刀具的选择与使用	段建中 蔡运飞
5. 图解普通麻花钻与倪志福钻头	蔡运飞 段建中
6. 图解电火花线切割与成型加工技术	雍耀维
7. 图解金属材料合理选材	樊静波
8. 图解组合夹具的原理、设计与使用	马国华 段建中

定价：39.00元

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010)88326294 网址：<http://www.cmpbook.com> (机工门户网)
(010)88993821 E-mail: cmp@cmpbook.com
购书热线：(010)88379639 (010)88379641 (010)88379643

ISBN 978-7-111-23581-1



9 787111 235811 >

先进制造技术普及丛书

图解普通麻花钻与倪志福钻头

蔡运飞 段建中 编著



机械工业出版社

本书共分6章,主要讲解了普通麻花钻与倪志福钻头的基本知识、几何设计、切削原理、使用方法。本书同时还提供了麻花钻三维实体设计造型的详细方法及步骤,这是刀具类书籍中尚未见到的,也是为普及刀具设计技能做的一次尝试。每章的开始罗列了学习本章的知识点作为阅读的导引,结尾总结了该章必须掌握的要点并配有相应的思考题,供读者巩固知识加深理解和记忆。

图书在版编目(CIP)数据

图解普通麻花钻与倪志福钻头/蔡运飞,段建中编著.—北京:

机械工业出版社,2008.10

(先进制造技术普及丛书)

ISBN 978-7-111-23581-1

I. 图… II. ①蔡… ②段… III. 钻头—图解 IV. TG713-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第026199号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:曲彩云 责任印制:王书来

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2008年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.25印张·226千字

0001-4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23581-1

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话(010)68326294

购书热线电话(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话(010)68351729

封面防伪标均为盗版

丛书序

为了普及先进制造技术，造就大批数字时代的技术工人，技师和工程师，我们启动了“先进制造技术普及丛书出版计划”，准备出版一系列先进制造技术方面的普及读物。该丛书的初衷是试图将只有专家才能把玩的东西，撒播到生产第一线的从业者中间。因为任何技术只有掌握的人多了，才有可能产生出原始创新。尤其是一线的技工普遍掌握了某项技术，说不定会搞出第二个，第三个或更多个“倪志福钻头”式的发明。需要本行当的各色人等积极参与。特别是那些常年和机床，刀具，工艺打交道的执行者，只要掌握了实用的书本知识，勤于思考，搞出比大学教授强的技术革新并非没有可能。基于这种认识，我们觉得编写这样一套丛书意义很大。

这种先进制造技术的普及工作或许不能和时髦的基因芯片，纳米技术相提并论。但我们认为，在现阶段能为企业和国家真正创造财富的，对国防工业起支撑作用的主要技术手段还是常规制造工艺，特别是以数控为主要标志的先进制造技术。要让我们这样一个制造业大国在国际国内市场上可持续发展并向制造业强国迈进，不造就大批合格的，数以百万计的，热爱钻研技术的技工和现场工程师是不可想象的。而要造就这样一批人，仅仅靠学校培养是远远不够的。编出一套适合自学的丛书，就相当于办了很多无形的流动技术学校。说句套话，这有利于将“人口资源转化为人才资源”。

“把复杂的事情尽可能地讲简单”是我们对作者写作风格的基本要求，“将复杂，难懂的原理与结构图解”是另一个基本要求，这也是我们这套丛书有可能在机械制造培训类图书市场上立住脚的基本砝码。我们希望展现在读者面前的技术书不再是艰涩难懂，枯燥乏味的老面孔，而是语言通俗，图文并茂，内容实用，阅读轻松的画册，但又不能失其专业性。所以丛书中的书名都以“图解”开头。当然，要把技术书编的即能让车间操作工能较轻松地看懂，又让工程师也读地津津有味，不是很容易做到的。我们只能是尽可能地不让读者失望。

最后，我们期待这套丛书的问世能为我国机器制造业的人才培养多多少少有所贡献。

樊静波 段建中

前 言

《图解普通麻花钻与倪志福钻头（群钻）》是“先进制造技术普及丛书”之一。本书共分6章，主要讲解了普通麻花钻与倪志福钻头的基本知识、几何设计、切削原理、使用方法。本书同时还提供了麻花钻三维实体设计造型的详细方法及步骤，这是刀具类书籍中尚未见到的，也是为普及刀具设计技能做的一次尝试。每章的开始罗列了学习本章的知识点作为阅读的导引，结尾总结了该章必须掌握的要点并配有相应的思考题，供读者巩固知识加深理解和记忆。倪志福先生是中国机械工人的骄傲，我们选此主题，一是因为钻削加工确实重要，二是激励现在的一线技工和工程师向他学习。

普通麻花钻部分，编者从最基本的结构术语出发，介绍了普通麻花钻的相关参数；接着详细分析了这些参数的特点及其合理选用。与此同时，对麻花钻的切削原理、切削特点也作了深入的分析，另外，本书还探讨了改进麻花钻的相关途径。

倪志福钻头（群钻）部分，从常见的基本型群钻出发，介绍了它的结构术语及其相关的参数；分析了基本型群钻的参数特点、切削原理与切削特点、群钻的优点；最后还从切削不同的材料出发，举例了群钻的实践应用。

三维实体设计造型部分，详细讲解了普通麻花钻的实体造型。目的是使具有机械类职业高中以上文化程度的读者学完本章并认真练习后，能够改进或设计新的钻头。在编写过程中，本书努力体现以下特色与原则：

1. 语言通俗易懂。书中内容尽量用浅显的语言讲解，有些地方还用了形象的比喻，适合各层次的读者阅读。

2. 讲解潜移默化。每个章节的讲解顺序都力求符合人们认识新事物的逻辑思维习惯，读者可以层层深入，对加强记忆十分有利。

3. 编排独具一格。书中的编排特色在同类中文教材或读物中可以说是首次见到，用文字难以说清和或难以理解的问题，本书用“图片语言”作了十分直观的说明，真正体现了“科普”这一特点。本书制作了大约500多副精美彩色插图。

书中的术语，实验数据均取自文献[1]、[2]、[3]。其中，倪志福钻头部分的文字说明大部分取自《群钻—倪志福钻头》一书，我们的工作主要是针对这些文字说明制作了大量的图片以使它们更容易被读者理解。在此，对文献作者表示衷心感谢。

这是我们第一次尝试将艰涩的专业技术类书籍撰写成可轻松阅读的科普读物，但又不能失其专业性，所以不妥之处乃至错误肯定不少，敬请同行和读者不吝指正。

本书可作为各层次机械加工从业人士的自学参考书，也可作为各层次院校机械加工工艺课程的补充教材。

蔡运飞 段建中

目 录

丛书序

前言

第一章 麻花钻的基本结构	1
第一节 麻花钻的结构与术语	2
麻花钻简介	2
麻花钻的组成	2
麻花钻的名称术语	2
第二节 麻花钻的三种基准系	3
三种基准系简介	3
三种基准系的区别	4
第三节 麻花钻的结构参数	5
长度尺寸参数	5
结构角度参数	6
本章小结	7
第二章 麻花钻结构参数特点及其分析	8
第一节 麻花钻长度参数的特点	9
钻头直径	9
钻心厚度、钻心增量	9
钻径倒锥	10
刃带高度、宽度	10
刃瓣宽度与刃沟槽宽	10
钻尖偏心	10
切削刃高度差	11
横刃长度	11
第二节 麻花钻结构角度参数的特点	11
原始锋角	11
使用锋角	12
螺旋角	12
横刃斜角	13
结构后角	13
尾隙角	14
周边后角	15
其他角度参数	15
第三节 麻花钻在理论参考系中的基本角度组	15
基本角度组简介	15
主刃的刀具角度组	15

副刃的刀具角度组	18
横刃的刀具角度组	19
第四节 麻花钻在工作参考系中的基本角度组	20
第五节 麻花钻的前角分析	21
简述	21
麻花钻几种前角的定义	21
麻花钻的前角公式	22
前角与测量平面方位角	25
主刃上各段的前角分析	27
普通麻花钻的前角分析	28
专用麻花钻的前角分析	29
第六节 麻花钻的后角分析	30
概述	30
后面的刃磨方法	30
切深方向后角的分析	30
进给方向后角的分析	31
第七节 横刃的参数分析及其切削特点	32
横刃的前、后角计算	32
横刃的切削特点	32
横刃可以不要吗	33
第八节 钻头工作角度的分析	33
本章小结	35
第三章 麻花钻的钻削原理	36
第一节 钻削运动与钻削要素	37
钻削运动	37
加工表面	37
钻削层要素	38
表面残留面积及其高度	39
第二节 制造麻花钻的常用材料	40
材料应具备的性能	40
常用的材料	40
其他材料	43
第三节 麻花钻的钻削过程	43
钻削层变形过程	44
钻削层变形区的划分	44
钻屑的形态与排屑	45
钻削时的积屑瘤	46
第四节 麻花钻的钻削力	46
钻削力的来源	46

主切削刃的钻削力分析	47
横刃的钻削力分析	48
副切削刃的钻削力分析	48
钻削力的经验公式	49
影响钻削力的因素	49
第五节 麻花钻的钻削热与钻削温度	51
钻削热的来源	51
钻削热的传出	51
钻削温度的测量方法	51
钻削温度的分布	52
影响钻削温度的因素	53
第六节 麻花钻的磨损与耐用度	54
钻头的磨损形式	54
钻头的磨损原因	54
钻头的磨钝标准	55
钻头耐用度	56
第七节 钻孔的质量	57
钻孔质量的内容	57
钻孔质量的分析	57
钻头对钻孔质量的影响	59
第八节 钻孔的冷却与润滑	60
切削液的作用	60
切削液添加剂	60
切削液的类型	61
切削液的选用	61
切削液的使用方法	61
第九节 钻孔的振动与振动钻削	61
钻孔的振动	61
振动钻削的概念与种类	62
振动钻削的工作原理	62
第十节 钻削用量的合理选用	63
选取钻削用量的依据	63
钻削用量的推荐值	63
第十一节 麻花钻的改进途径	66
普通麻花钻存在的问题	66
钻头材料的改进	66
钻头结构的改进	66
本章小结	68
第四章 群钻	69

第一节	基本型群钻的结构与术语	70
	群钻简介	70
	基本型群钻的组成	70
	基本型群钻的名称术语	71
	基本型群钻的结构特点	72
第二节	基本型群钻的结构参数	72
	长度参数	72
	角度参数	73
第三节	基本型群钻的几何参数分析	74
	圆弧刃	74
	内刃	75
	横刃	76
	外刃	77
	分屑槽	78
第四节	基本型群钻的钻削力的试验比较	80
	钻削力的试验	80
	钻削力试验的结果分析	82
第五节	基本型群钻的磨损与耐用度	82
	群钻的磨损形式	82
	群钻的磨损曲线	83
	磨钝标准与群钻寿命公式	83
第六节	基本型群钻的切削用量	84
	切削深度	85
	进给量	85
	切削速度	86
	选用原则	86
第七节	基本型群钻的优点分析	86
	分屑、排屑和断屑	86
	定心与切入	89
	钻削过程	90
	基本型群钻的优点总结	93
	本章小结	94
第五章	群钻的应用	95
第一节	钻铸铁群钻	96
	铸铁的特点	96
	钻铸铁群钻	96
	钻铸铁群钻口诀	96
	钻铸铁群钻切削部分的几何参数	97
	钻铸铁群钻钻孔钻削用量	98

第二节 钻不锈钢群钻	98
不锈钢的特点	98
钻不锈钢群钻	99
钻不锈钢群钻切削部分的几何参数	100
第三节 钻铝合金群钻	100
铝合金的特点	100
钻铝合金群钻	101
钻铝合金群钻口诀	101
铝合金ZL101钻孔钻削用量	101
第四节 钻纯铜群钻	102
纯铜的特点	102
钻纯铜群钻	102
钻纯铜群钻口诀	102
纯铜群钻钻削部分的几何参数	103
第五节 钻橡胶群钻	103
橡胶的特点	103
钻橡胶群钻	103
钻橡胶群钻口诀	104
第六节 扩毛坯孔群钻	104
扩毛坯孔时常见的问题	104
扩毛坯孔群钻	105
扩毛坯孔群钻口诀	105
毛坯孔扩孔群钻切削部分的几何参数	105
本章小结	106
第六章 麻花钻的三维造型过程	107
第一节 麻花钻造型的相关参数	107
第二节 麻花钻的三维造型过程	108
本章小结	137
参考文献	138

第一章

麻花钻的基本结构

本章知识内容简介

本章从认识麻花钻开始，介绍了麻花钻的基本结构及其相关术语。同时作为分析麻花钻的辅助工具——基准系在本章也作了具体的讲解，并在此基础上介绍了麻花钻的长度参数和角度参数。通过本章的学习，读者可以初步了解麻花钻的组成，为后续内容的学习做必要的准备。

本章的主要知识点如下：

▶ 麻花钻的结构与术语

▶ 麻花钻的三种基准系

三种基准系简介

测量平面

三种基准系的区别

▶ 麻花钻的结构参数

第一节 麻花钻的结构与术语

麻花钻简介

麻花钻是一种形状较复杂的双刀槽孔加工工具，其形状如右图所示。

要分析麻花钻切削过程的特点，必须深入了解麻花钻的结构。

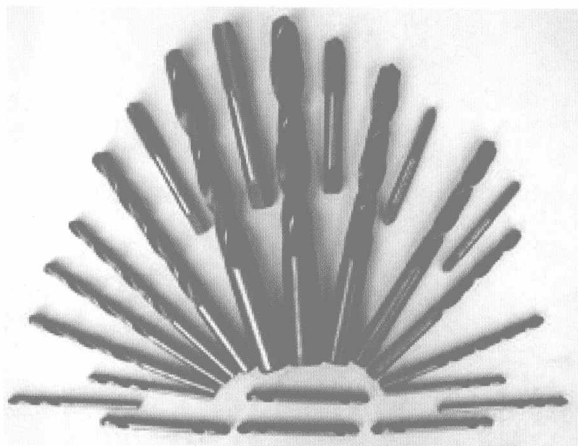
麻花钻的组成

麻花钻按其功能的不同，可以分为三部分：

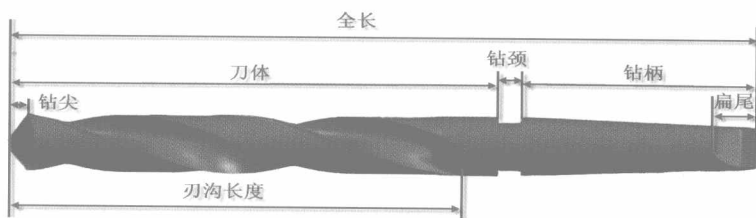
1. 钻柄 钻头上供装夹用的部分，并用以传递钻孔所需的动力（转矩和轴向力）。

2. 钻颈 位于刀体和钻柄之间的过渡部分。通常用作砂轮退刀用的空刀槽。

3. 钻体 钻头的工作部分，由切削部分（即钻尖）和导向部分组成。



各种不同类型的麻花钻

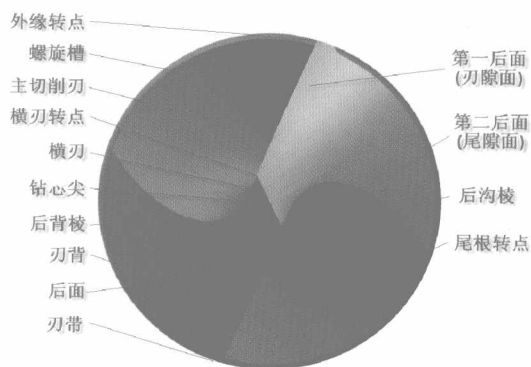


麻花钻的名称术语

切削部分

1. 前面 (Face) 螺旋槽靠近切削刃的那部分面。

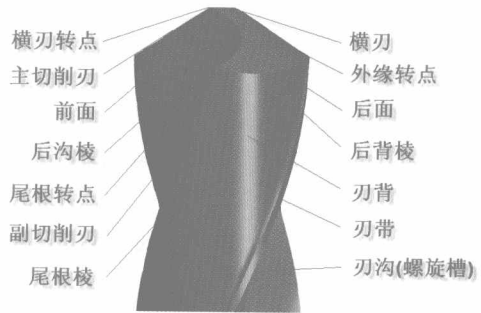
2. 后面 (Flank) 在钻尖上与被加工表面相对的面。有两个后面，每个又可分为第一后面和第二后面。



3. 钻尖 (Point) 或称钻锋, 承担主要的切削任务。

4. 主切削刃 (Major cutting edge) 前面与后面相交成的刃口。普通麻花钻有两条。

5. 副切削刃 (Minor cutting edge) 前面与刃带的相交线, 即刃带边缘刃。



6. 横刃 (Chisel edge) 两后面相交成的刃口。

7. 横刃转点 (Chisel edge corner) 主切削刃与横刃相交成的转角交点。

8. 外缘转点 (Outer corner) 主切削刃与副切削刃的转角交点。

9. 钻心尖 (Core tip) 理论上麻花钻中心轴在钻尖处的端点, 实际当中有偏差。

导向部分

1. 螺旋槽 (Flute) 或称刃沟, 钻体上螺旋形沟槽。作用有排屑、容屑和作为切削液流入的通道。

2. 刃瓣 (Land) 钻体上外缘未切出刃沟的部分。

3. 刃背 (Body clearance) 刃瓣上低于刃带的外缘表面。作用是在钻体的外圆上减小直径, 以与孔壁形成径向间隙, 防止摩擦, 提高加工精度, 降低切削力。

4. 刃带 (Margin) 或称棱边, 即钻头的副后面。

5. 后背棱 后面与刃背的相交棱线。

6. 后沟棱 后面与螺旋槽的相交棱线。

7. 尾根棱 (Heel) 或称沟背棱, 刃瓣上刃背与螺旋槽的相交棱线。

8. 尾根转点 (Heel corner) 尾根棱、后背棱和后沟棱三棱的汇交点。

9. 钻心 (Web) 连接两刃瓣钻体中心部分。

由以上的相关术语, 可以将麻花钻参加切削的主要部分归纳为“一尖、三刃”, “一尖”即钻心尖, “三刃”即两主切削刃, 一横刃。

第二节 麻花钻的三种基准系

三种基准系简介

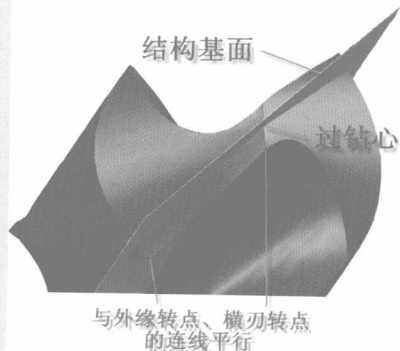
麻花钻的结构参数是在基准系 (即坐标系) 中研究的, 所以必须熟练掌握相关的坐标系。

三种基准系分别是:

1. 结构基准系 又称制造基准系, 它的三个基准面是:

(1) 端平面 p_c : 与钻轴相垂直的平面。

(2) 结构基面 p_{rc} : 与主切削刃上的外缘转点



和横刃转点连线相平行且通过钻心的平面。

(3) 中心平面 p_c : 通过钻轴且和端平面及结构基面都垂直的平面。

2. 理论参考系也叫静止参考系, 它的三个基准面是:

(1) 基面 p_r : 过钻头轴线且和切削速度方向垂直的平面。

(2) 切削平面 p_s : 切削刃选定点的切削平面, 是由该点的切削速度方向和过该点切削刃的切线两者所成的平面。

(3) 测量平面: 一般有五个, 即:

1) 正交平面: 通过切削刃选定点且垂直于其他两基准面的平面。

2) 法平面: 切削刃的法平面, 是与切削刃垂直的平面。

3) 假定进给平面: 通过选定点与基面垂直, 且平行于假定进给方向的平面。

4) 最大前角平面: 在最大前角处, 该方位角对应的剖面。

5) 任意正交平面: 垂直于另两基准面的平面。

3. 工作参考系的三个基准面是:

1. 工作基面。切削刃选定点的工作基面是与该点合成速度 v_c 方向相垂直的平面。

2. 工作切削平面。切削刃选定点的工作切削平面, 是由该点的合成切削速度方向和过该点切削刃的切线两者所成的平面。

3. 工作测量平面。和静止参考系一样, 也有五个, 即:

1) 正交平面坐标系。

2) 法平面坐标系。

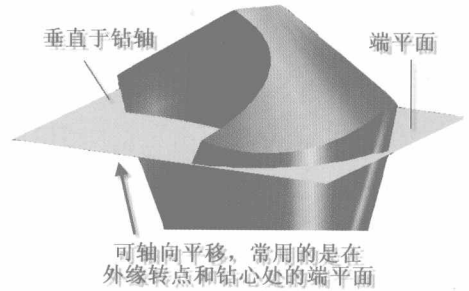
3) 假定进给平面坐标系。

4) 最大前角平面坐标系。

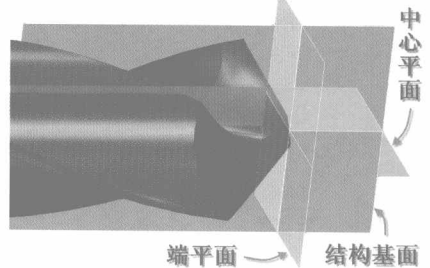
5) 任意正交平面坐标系。

三种基准系的区别

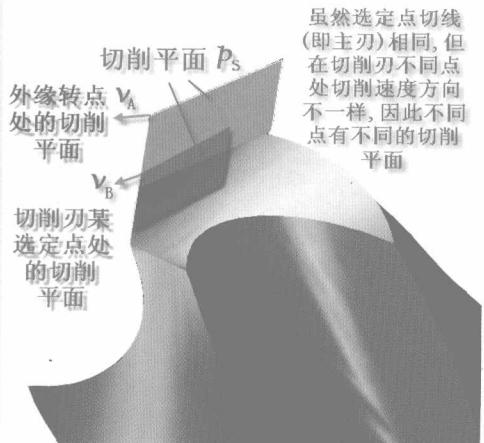
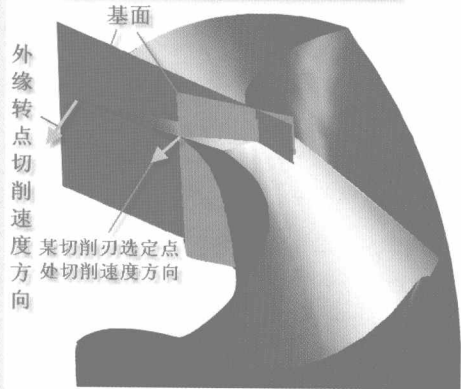
1. 结构基准系是依据刀体的形状, 为制造、刃磨和检测的方便而建立的。在钻头制造、刃磨时用得多, 它没有与钻头实际的运动情况联



中心平面过钻轴且垂直于其它两面



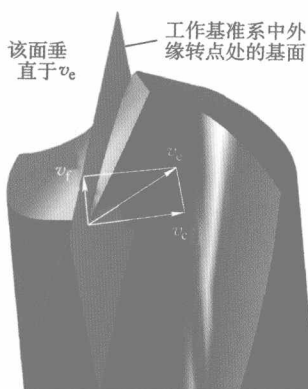
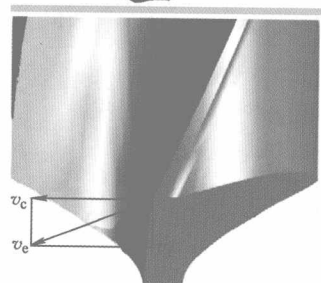
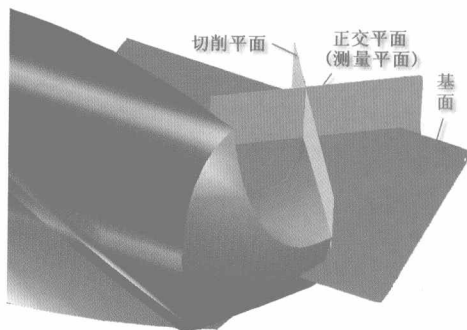
在切削刃不同的选定处, 切削速度方向不一样, 因此有不同的基面



来, 其有关角度参数可以说是真正的静止角度。

2. 理论参考系 (静止参考系) 是依据刀具的主运动方向建立的, 工作参考系是依据刀具的主运动方向和进给运动方向的合成即合成运动方向而建立的。在这两种基准系测出来的工作角度, 用来分析切削过程中产生的各种物理现象较为科学, 也比较符合实际情况。

3. 至于麻花钻, 因其形状复杂, 三种基准系各有不同, 各有所用。想要精通麻花钻, 这三种基准系都应认真的了解。



麻花钻的工作基准系与理论基准系类似, 只是其工作基面、工作切削平面和工作测量平面由切削刃选定点的合成速度方向决定

第三节 麻花钻的结构参数

长度尺寸参数

1. 钻头直径 d : 钻体的刃带上两外缘转点的距离。
2. 钻心厚度 K : 在钻头钻尖处测得的钻心最小尺寸。若 r_0 为钻心半厚, 则有 $K=2r_0$ 。
3. 钻径倒锥: 由钻尖向钻柄, 钻头直径在一定长度上的缩小值。该一定长度一般取 100mm。
4. 钻心增量: 由钻尖向钻柄, 钻心厚度在一定长度上 (比如 100mm) 的增厚值, 也称锥心锥度。
5. 刃带高度 c : 刃带的径向高度, 即刃背与孔壁间的间隙量。
6. 刃带宽度 f : 在垂直于刃带边缘 (即副切削刃) 的方向上测量的刃带的宽度。
7. 刃背直径 q : 钻体刃瓣上刃背的直径值, 和刃带高度的关系是 $q=d-2c$ 。
8. 刃瓣宽度 B : 在垂直于刃带边缘 (即副切削刃) 测得的刃带边缘刃与刃瓣尾根棱之间的长度。

9. 切削刃高度差 H : 在给定的位置半径上, 相对于钻头端平面测得的两切削刃的轴向位移。

10. 横刃长度 b : 指在钻头端视图中的横刃的长度值。

结构角度参数

1. 螺旋角 β : 刃带边缘刃螺旋线展开到平面成直线后与钻头轴线的夹角即为螺旋角。

2. 横刃斜角 ψ : 在钻尖的端视图上, 外缘转点与横刃转点的连线与横刃的锐夹角。

3. 原始锋角 $2\phi_0$: 钻尖两原始主刃母线的夹角, 即主切削刃在结构基面上投影线的夹角。

4. 使用锋角 2ϕ : 简称锋角, 是两实际主刃的外缘转点处切线在结构基面上的投影线的夹角。

5. 后角: 在钻尖的外缘转点, 第一后面与钻头端平面之间的夹角。在不同测量面内, 可分为轴向结构后角、结构法后角、结构圆周后角, 定义如下:

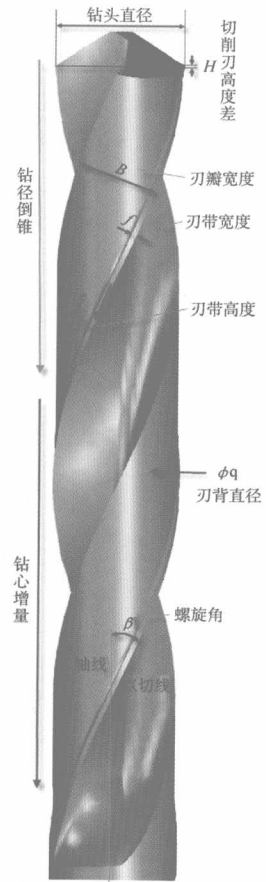
① 轴向结构后角 α_c : 在平行于钻轴且垂直于结构基面的轴向平面内测量, 简称结构后角;

② 结构法后角 α_{nc} : 在切削刃的法剖面内测量;

③ 结构圆周后角 α_{rc} : 在平行于钻轴且垂直于半径的平面(或圆柱面)内测量。

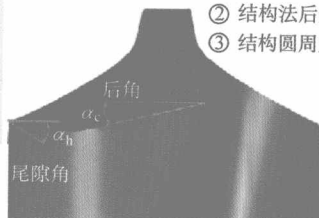
6. 周边后角 α_d : 在钻尖外缘后背棱线的选定点处, 后背棱的切线与钻头端平面的夹角, 在以钻轴为轴线的圆柱面内测量。

7. 尾隙角 α_h : 是第二后面(尾隙面)与钻头端平面之间的夹角, 通常是在以钻轴为轴心线的圆柱面内、钻尖的尾根转点处测量。

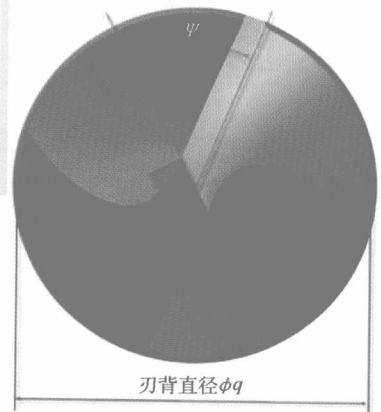


后角在不同的平面内测量, 分为

- ① 轴向结构后角
- ② 结构法后角
- ③ 结构圆周后角



横刃斜角



刀背直径 ϕq

