

图解机械加工技能系列丛书

数控钻头选用 全图解

杨晓 等编著

Shukong Zuantou Xuanyong
Quantujie

数控刀具全解析
选刀用刀一本通

- 涵盖数控加工常用的整体硬质合金钻头、冠齿钻、可转位钻头和各种深孔钻的选用方法。
- 以介绍这些刀具的使用为脉络，串联起硬质合金材料、涂层、钻头钻尖形式及其几何参数、内冷孔形态、不同结构的齿冠和齿冠的装夹、可转位钻头的片和刀体、整体硬质合金深孔钻以及枪钻、单管内排屑深孔钻、单管外排屑深孔钻、喷吸钻、DF钻等多种深孔钻，对钻头切屑的形成和排出、钻孔精度和表面粗糙精度、孔口毛刺、钻头稳定性、深孔钻削策略与刀具选用之间的联系。
- 详细介绍了整体硬质合金钻头的选用实例。

全彩印刷



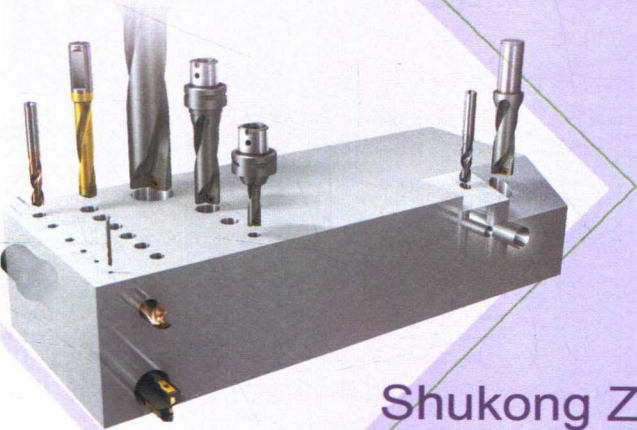
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解机械加工技能

数控钻头选用 全图解

杨晓 等编著

Shukong Zuantou Xuanyong
Quantujie



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书主要针对现代数控钻头，结合加工现场的状况，从操作者或选用者的角度，以图解和实例的形式，详细介绍了数控钻头选择和应用技术，力求贴近生产实际。主要内容包括：钻削的概念，整体硬质合金钻头、冠齿钻、可转位钻头、深孔钻、整体硬质合金钻头的使用。从本书中不仅可以学到数控钻头的选择和使用方法，而且能够学到解决数控钻削加工中的常见问题的方法。

本书供数控车工、数控铣工、加工中心操作工使用，也可作为普通车工和铣工转数控车工和数控铣工时的自学及短期培训用书，还可作为大中专院校数控技术应用专业的教材或参考书。

图书在版编目（CIP）数据

数控钻头选用全图解 / 杨晓等编著. —北京：机械工业出版社，2017.4

（图解机械加工技能系列丛书）

ISBN 978-7-111-56458-4

I . ①数… II . ①杨… III . ①数控刀具 - 钻头 - 图解
IV . ① TG713-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 063681 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：王晓洁 责任编辑：王晓洁

责任校对：刘 岚 封面设计：张 静

责任印制：李 飞

北京新华印刷有限公司印刷

2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

190mm×210mm·6.667 印张·179 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-56458-4

定价：35.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066 机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294 机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网：www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com



序 FOREWORD

经过改革开放 30 多年的发展，我国已由一个经济落后的发展中国家成长为世界第二大经济体。在这个过程中制造业的发展对经济和社会的发展起到了十分重要的作用，也确立了制造业在经济社会发展中的重要地位。目前，我国已是一个制造大国，但还不是制造强国。建设制造强国并大力发展制造技术，是深化改革开放和建成小康社会的重要举措，也是政府和企业的共识。

制造业的发展有赖于装备制造业提供先进的、优质的装备。目前，我国制造业所需的高端设备多数依赖进口，极大地制约着我国制造业由大转强的进程。装备制造业的先进程度和发展水平，决定了制造业的发展速度和强弱，为此，国家制定了振兴装备制造业的规划和目标。大力开发和应用数控制造技术，大力提高和创新装备制造的基础工艺技术，直接关系到装备制造业的自主创新能力和市场竞争能力。切削加工工艺作为装备制造的主要基础工艺技术，其先进的程度决定着装备制造的效率、精度、成本，以及企业应用新材料、开发新产品的能力和速度。然而，我国装备制造业所应用的先进切削技术和高端刀具多数由国外的刀具制造商提供，这与振兴装备制造业的目标很不适应。因此，重视和发展切削加工工艺技术、应用先进刀具是振兴我国装备制造业十分重要的基础工作，也是必由之路。

近 20 年来，切削技术得到了快速发展，形成了以刀具制造商为主导的切削技术发展新模式，它们以先进的装备、强大的人才队伍、高额的科研投入和先进的经营理念对刀具工业进行了脱胎换骨的改造，大大加快了切削技术和刀具创新的速度，并十分重视刀具在用户端的应用效果。因此，开发刀具应用技术、提高用户的加工效率和效益，已成为现代切削技术的显著特征和刀具制造商新的业务领域。

世界装备制造业的发展证明，正是近代刀具应用技术的开发和运用使切削加工技术水平有了全面的、快速的提高，正确地掌握和运用刀具应用技术是发挥先进刀具潜能的重要环节，是在不同岗位上从事切削加工的工程技术人员必备的技能。

本书以提高刀具应用技术为出发点，将作者多年工作中积累起来的丰富知识提炼、精选，针对数控刀具“如何选择”和“如何使用”两部分关键内容，以图文并茂的形式、简洁流畅的叙述、“授之以渔”的分析方法传授给读者，将对广大一线的切削技术人员的专业水平和工作能力的迅速提高起到积极的促进作用。

成都工具研究所原所长、原总工程师
赵炳桢

切削技术是先进设备制造业的组成部分和关键技术，振兴和发展我国装备制造业必须充分发挥切削技术的作用，重视切削技术的发展。数控加工所用的数控机床及其所用的以整体硬质合金刀具、可转位刀具为代表的数控刀具技术等相关技术一起，构成了金属切削发展史上的一次重要变革，使加工更快、更准确，可控程度更高。现代切削技术正朝着“高速、高效、高精度、智能、人性化、专业化、环保”的方向发展，创新的刀具制造技术和刀具应用技术层出不穷。

数控刀具应用技术的发展已形成规模，对广大刀具使用者而言，普及应用成为当务之急。了解切削技术的基础知识，掌握数控刀具应用技术的基础内容，并能够运用这些知识和技术来解决实际问题，是数控加工技术人员、技术工人的迫切需要和必备技能，也是提高我国数控切削技术水平的迫切需要。尽管许多企业很早就开始使用数控机床，但它们的员工在接受数控技术培训时，却很难找到与数控加工相适应的数控刀具培训教材。数控刀具培训已成为整个数控加工培训中一块不可忽视的短板。广大数控操作工和数控工艺人员迫切需要实用性较强的，关于数控刀具选择和使用的读物，以提高数控刀具的应用水平。为此，我们编写了“图解机械加工技能系列丛书”。

该系列丛书以普及现代数控加工的金属切削刀具知识，介绍数控刀具的选用方法为主要目的，涉及刀具原理、刀具结构和刀具应用等方面的内容，着重介绍数控刀具的知识、选择和应用，用图文并茂的方式，多角度介绍现代刀具；从加工现场的状况和操作者或选用者的角度，解决常见问题，力求贴近生产实际；在结构、内容和表达方式上，针对大部分数控操作工人和数控工艺人员的实际水平，力求做到易于理解和实用。

本书是该系列丛书的第3本，第1本《数控车刀选用全图解》已于2014年出版，第2本《数控铣刀选用全图解》已于2015年出版。

本书以数控切削常用的整体硬质合金钻头、冠齿钻、可转位钻头和各種深孔钻为主要着眼点，以介绍这些钻头的使用为脉络，串联起整体硬质合金材料、涂层、钻头的钻尖形式和几何参数、内冷孔形态、不同结构的齿冠和齿冠的装夹、可转位钻头的刀片和刀体，以及整体硬质合金深孔钻、枪钻、单管内排屑深孔钻、单管外排屑深孔钻、喷吸钻、DF钻等多种深孔钻等内容，对钻头切屑的形成和排出、钻孔精度和表面粗糙度、孔口毛刺、钻头稳定性、深孔钻削策略与刀具选用之间的联系进行了介绍，以帮助数控钻头的使用者能够认识和掌握这些数控钻头使用中的问题。

限于篇幅，本书对数控钻削中装夹钻头的各类夹持系统（即所谓的刀柄）并未提及。

包括冠齿钻、可转位钻头和整体硬质合金钻头在内的数控刀具，无论在我国还是国际上都处于应用发展期，大部分产品和数据在实践中会不断更新，恳请读者加以注意。

本书第1章由杨晓、张凤莉编写，第2章～第5章由杨晓编写，第6章由杨晓、蒋长青、陈江编写，全书由杨晓统稿。

在本书的编写过程中，得到了苏州阿诺和斯来福临的大力支持。在此，作者谨向苏州阿诺的柯亚仕博士、原苏州阿诺的刘伟先生和斯来福临的符西洋先生、沈伟先生等协助者表示感谢。在收集资料的过程中，还得到无锡职业技术学院顾京教授和王振宇先生、上海工程技术大学周琼老师的大力协助，作者同样深表谢意。

在本书的编写过程中，还得到钻领的李永峰先生、原住友电工的汤一平先生、肯纳金属的李文清先生、翰默的陈涛先生、瓦尔特的方涛和贺海涛先生、伊斯卡的易逢春女士、玛帕的行百胜先生、山高刀具的苏国江先生、Star SU的颜怀祥先生、泰珂洛的赵洪锋先生、巴尔查斯的金敏先生、三菱的张乐天先生、黛杰的高永明先生、方寸的徐贵海先生、高迈特的顾春雅女士、霍夫曼的熊毅飞先生的协助，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。



目录 CONTENTS



序 前言

1 钻削的概念 1

- 1.1 钻削总体概念 2
- 1.2 常见的钻头 2
 - 1.2.1 按切削刃材料和结构划分 2
 - 1.2.2 按钻削深度与钻孔直径之比划分 4
 - 1.2.3 按钻头的安装类型划分 6
 - 1.2.4 其他类型的钻头 8
- 1.3 钻头的基本几何角度 9
 - 1.3.1 用车刀理解钻头 9
 - 1.3.2 一个钻头切削刃的几何平面 10
- 1.4 钻孔难题 11

2 整体硬质合金钻头 12

- 2.1 影响整体硬质合金钻头钻孔的要素 13
 - 2.1.1 生产数据 13
 - 2.1.2 钻头基体 15
 - 2.1.3 涂层 16

- 2.1.4 槽型 18
- 2.1.5 冷却结构 53
- 2.1.6 夹持结构 56
- 2.2 整体硬质合金钻头加工中的常见问题 57
 - 2.2.1 整体硬质合金钻头使用注意事项 57
 - 2.2.2 整体硬质合金钻头常见失效分析 60
 - 2.2.3 切削力和功率特性 64

3 冠齿钻 66

- 3.1 刀片式冠齿钻 67
- 3.2 整头式冠齿钻 77
- 3.3 冠齿钻的使用 83
 - 3.3.1 较长冠齿钻的使用 83
 - 3.3.2 重磨 84

4 可转位钻头 87

- 4.1 可转位钻头特点 88
 - 4.1.1 可转位钻头刀体 89
 - 4.1.2 可转位钻刀片 94
- 4.2 可转位钻头的使用 98
 - 4.2.1 可转位钻头的径向尺寸调节 98

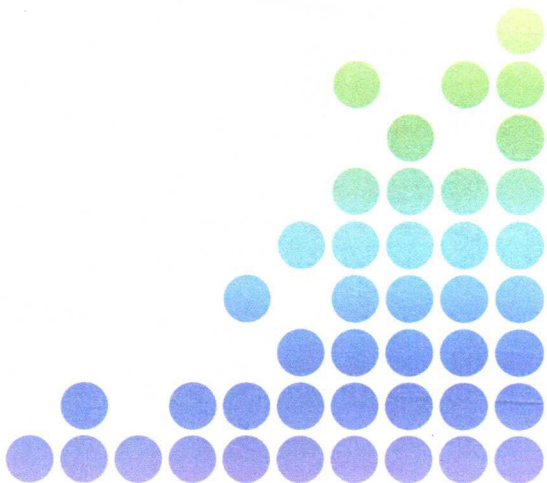
4.2.2 不平面钻入钻出和相交孔钻削	101
4.2.3 可转位钻削常见问题	104
4.2.4 可转位钻刀片的失效	107
4.2.5 其他使用信息	108

▶▶ 5 深孔钻 111

5.1 整体硬质合金深孔钻	112
5.2 枪钻	114
5.2.1 钻尖	115
5.2.2 钻杆	122
5.2.3 柄部	124
5.2.4 枪钻的使用	125
5.3 单管内排屑深孔钻	128
5.4 单管外排屑深孔钻	129
5.4.1 单管外排屑深孔钻概述	129
5.4.2 单孔外排屑深孔钻的使用	131
5.5 双管喷吸钻	132
5.6 单管双向喷吸钻	135

▶▶ 6 整体硬质合金钻头的使用...136

6.1 整体硬质合金钻头选用实例	137
6.1.1 螺栓孔钻头的选用	137
6.1.2 中心油道孔钻头的选用	140
6.2 整体硬质合金钻头的修磨	145
6.2.1 磨损极限	145
6.2.2 刃磨参数	146
6.2.3 刃磨质量	147
6.2.4 修磨设置实例	150



Shukong Zuantou Xuanyong
Quantujie

1

钻削的概念



1.1 钻削总体概念

什么是钻削？钻削是在实心金属上钻孔的加工。专门用于钻孔的机床称为钻床。钻床有多种型号与规格。在数控机床中，数控车床和数控镗铣床及加工中心都能进行钻削。

通常，在车床和数控车床上进行钻削

时，是工件旋转而钻头不旋转，进给通常由钻头的移动来完成；而在钻床、铣床或数控镗铣床和加工中心上进行钻削时，通常是工件定位夹紧、固定不动，钻头一面旋转，一面钻入工件（图 1-1）。

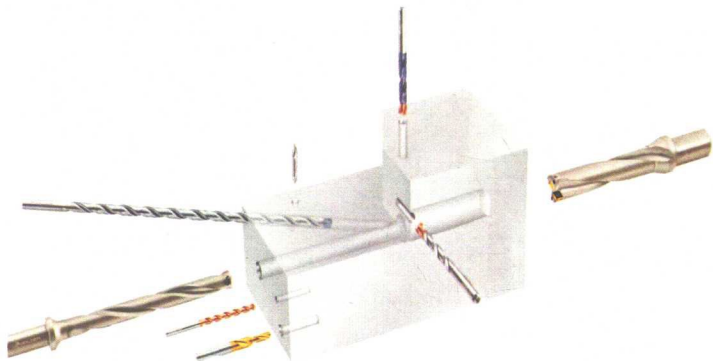


图 1-1 各种钻头一览（图片来源：瓦尔特刀具）

1.2 常见的钻头

1.2.1 按切削刃材料和结构划分

■ 高速钢钻头

高速钢（High Speed Steel，简称 HSS）钻头是从传统机床到数控机床都有应用的

一种钻头。高速钢是一种加入了较多的钨、钼、铬、钒等合金元素的高合金工具钢（普通高速钢的金相组织见图 1-2）。在生产现场，它因为良好的淬透性，在空气中冷却就可淬硬而被称为风钢；或因为可以将刃口磨

得很锋利而被称为锋钢；还有因这类刀具磨光后刀具表面很光亮而被称为白钢。

高速钢材料具有强度较高、韧性较好、性能比较稳定、工艺性好，易于制作形状复杂刀具和大型成形刀具的特点。

改进的高速钢从材料成分上分类有高碳高速钢（在通用高速钢基础上增加约质量分数 0.2% 的碳而形成，可加强回火时的弥散硬化作用，从而提高了常温和高温硬度）、含钴高速钢（钴的质量分数超过 2%，常规为 5% ~ 8%，可以促进回火时从马氏体中析出钨、钼碳化物，提高弥散硬化效果，并提高热稳定性，故能提高常温、高温硬度及耐磨性）、高钒高速钢（钒的质量分数为 3% ~ 5%，同时加大碳含量形成 VC 与 V_4C_3 ，具有高的硬度和耐磨性，耐热性也好）及含铝高速钢（铝的质量分数约为 1%，能提高钨、钼在钢中的溶解度，产生固溶强化，铝化合物在钢中能起“钉扎”作用），当然也可以用多种材料强化，如高钒含钴高速钢和高钒含氮高速钢。

另一种改进的高速钢是采用粉末冶金的方法来制造高速钢，称为粉末冶金高速钢（PM-HSS）。粉末冶金高速钢具有非常小而且均匀的碳化物颗粒（图 1-3），具有高的刚性和耐磨性。由于这种材料在丝锥中应用较多，所以将在《数控螺纹、齿轮和成形刀具选用全图解》一书中作较为详细的介绍。

高速钢钻头主要有直柄钻头和锥柄钻头两种，图 1-4 中左侧是直柄钻头，右侧是锥柄钻头。

直柄钻头如果其表面是全磨制的或经氮化钛（TiN）涂层的，直观上与整体硬质合金不太容易分别（不过高速钢的钻头经磨制后通常更光亮），但像图 1-4 中左侧的表面呈黑色（注意不是暗紫色），一般是高速钢经表面蒸汽或氮化处理。

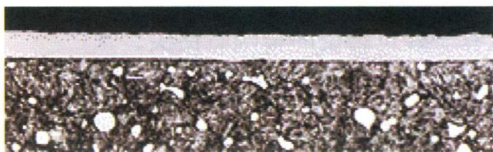


图 1-2 普通高速钢的金相组织（图片源自网络）

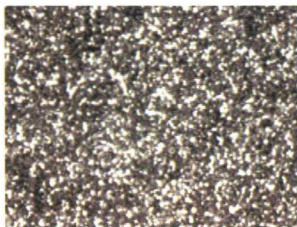


图 1-3 粉末冶金高速钢的金相组织
（图片源自网络）



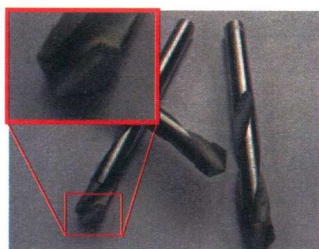
图 1-4 高速钢钻头（图片源自网络）

■ 硬质合金钻头

硬质合金钻头是指钻削部分用硬质合金制造的钻头，大致分为焊接式、可转位式、可换头式和整体硬质合金等几种（图 1-5）。硬质合金钻头是本书介绍的主要对象，但是不在这里花太多篇幅介绍，请各位读者跟着本书慢慢了解。

■ 金刚石钻头

金刚石钻头主要指切削刃为金刚石的钻头，常见为焊接式金刚石钻头（图 1-6），也有一些可转位的金刚石钻头。



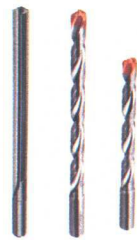
a) 焊接硬质合金



b) 硬质合金可转位



c) 换头式硬质合金



d) 整体硬质合金

图 1-5 硬质合金钻头（图片源自网络和瓦尔特刀具）

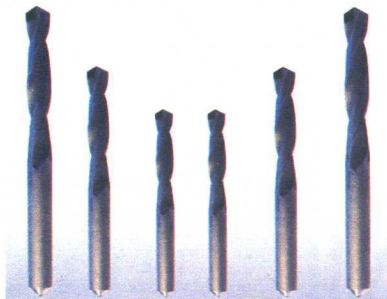


图 1-6 金刚石钻头
（图片源自网络）



图 1-7 $L/d_c=3$ 的可转位浅孔钻
（图片来源：瓦尔特刀具）

1.2.2 按钻削深度与钻孔直径之比划分

■ 浅孔钻

可钻削深度与钻孔直径之比 (L/d_c) 小于等于 5 的可以被称为浅孔钻。

◆ 整体硬质合金浅孔钻

整体硬质合金浅孔钻是沟槽较短的整体硬质合金钻头。由于沟槽较短，其刚性较好，一般不需要辅助结构措施。

◆ 可转位浅孔钻

可转位浅孔钻是装有可转位刀片的浅



孔钻（图 1-7）。安装的刀片可以是硬质合金刀片，也可以是含有金刚石的可转位刀片。

■ 深孔钻

可钻削深度与钻孔直径之比 (L/d_c) 大于等于 12 的可以被称为深孔钻。图 1-8 所示是瓦尔特刀具的几种整体深孔钻，自上至下的 L/d_c 分别是：70、30、25、20 和 16。

◆ 高速钢深孔钻

由于高速钢具有比硬质合金更好的韧性，在深孔加工中使用高速钢深孔钻比较常见。图 1-9 所示是典型的高速钢深孔钻。

◆ 整体硬质合金深孔钻

随着硬质合金技术和数控机床刚性 / 精度的进步，越来越多的整体硬质合金深孔钻正在取代高速钢的深孔钻。图 1-8 中几种

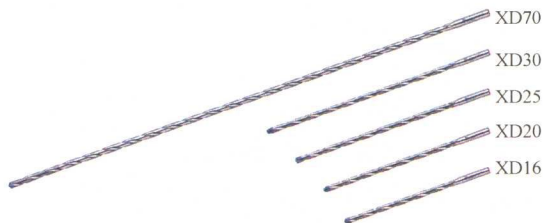


图 1-8 $L/d_c=16 \sim 70$ 的整体硬质合金深孔钻
(图片来源：瓦尔特刀具)



图 1-9 典型的高速钢深孔钻 (图片来源: 网络)

深孔钻都是整体硬质合金的。

◆ 焊接硬质合金深孔钻

焊接硬质合金深孔钻较为常见的是焊接式的枪钻（图 1-10），以及较大直径的焊接式单管喷吸钻（BTA，图 1-11）等。

◆ 换头式深孔钻

较常见的换头式深孔钻是换头式枪钻，（图 1-12）。



图 1-10 焊接式的枪钻 (图片来源: 网络)



图 1-11 焊接式的喷吸钻 (图片来源: 网络)

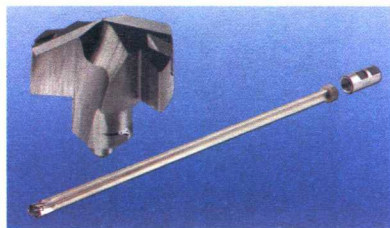


图 1-12 换头式枪钻 (图片来源: 伊斯卡)

◆ 可转位深孔钻

可转位深孔钻主要出现在较大直径的孔中,图 1-13 就是肯纳金属的一种大直径深孔钻 HTS。可转位深孔钻(图 1-14)也较常见。

■ 普通钻

介于浅孔钻和深孔钻之间的就是常规的普通长径比钻头。

其实,浅孔钻、深孔钻并没有十分固定的定义。例如,有些人把可钻削深度与钻孔直径之比(L/d_c)小于等于 3 的才称为浅孔钻,这种定义显然比本书的限定更为严格;也有些人把可钻削深度与钻孔直径之比(L/d_c)大于等于 8 的就称为深孔钻,这个深孔钻的定义又显然比本书的限定更



图 1-13 可转位深孔钻(图片来源:肯纳金属)



图 1-14 可转位深孔钻(图片源自网络)

为宽泛。因此,有些浅孔深孔需要与钻头供应商确认。

1.2.3 按钻头的安装类型划分

■ 直柄钻

直柄钻在广义上是指柄部主体为圆柱体的钻头,而在狭义上,又指不但柄部主体为圆柱体,而且圆柱体的基本直径与钻头钻孔部分的基本直径相等的钻头。图 1-5 ~ 图 1-10 所示都是广义直柄钻,其中图 1-7 所示是带驱动压力面的直柄钻。

◆ 与工作部分直径有差异的直柄钻

• 粗柄钻

有些工作部分直径很小(例如该直径小于 1mm)的钻头,为有效装夹和驱动,有一些柄部直径与工作部分直径相比较大的粗柄钻(图 1-15)。

• 细柄钻

相对粗柄钻,市场上也有一些柄部直径较工作部分直径小的细柄钻(图 1-16)。这类钻头多半是因为钻削所使用机床可装夹直径较小而定制的非标准特殊产品。另外一些细柄钻则用于非数控加工,这部分不属于数控钻头,本书不再加以介绍。

◆ 带驱动面的直柄钻

带驱动面的直柄钻主要有三种形式,其中两种形式是削平的压力面驱动,另外一种尾部驱动(尾部驱动如果不是钻头还会有其他方式,如方尾和螺纹柄等)。

- 带削平压力面的直柄钻

图 1-17 是带削平压力面的直柄钻。与带削平压力面的铣刀（《数控铣刀选用全图解》图 3-37）不同，大直径铣刀会带两个不连续的压力面，而直柄钻的削平压力面是连续的。

- 带倾斜削平压力面的直柄钻

图 1-18 是带倾斜削平压力面的直柄钻。这种钻头的柄部带有 2° 的倾斜压力面，这可以在防止钻头柄部与刀柄孔圆周上打滑的同时，防止轴向打滑导致刀具被拉出。

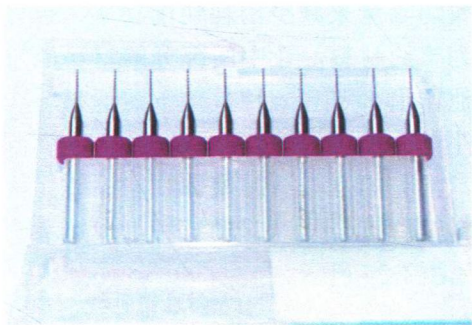


图 1-15 粗柄钻（图片源自网络）



图 1-16 细柄钻（图片来源：瓦尔特刀具）



图 1-17 带削平压力面的直柄钻
（图片来源：瓦尔特刀具）

- 带扁尾的直柄钻

图 1-19 是带扁尾的直柄钻。

- 其他直柄钻

图 1-20 是带削平和斜削平两个压力面的直柄钻。



图 1-18 带倾斜削平压力面的直柄钻
（图片源自网络）

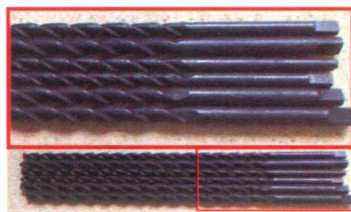


图 1-19 带扁尾的直柄钻（图片源自网络）



图 1-20 双削平压力面直柄钻
（图片来源：瓦尔特刀具）

■ 锥柄钻

锥柄钻的柄部是圆锥形的，常见的是带扁尾的莫氏圆锥柄（带螺纹拉紧的莫氏圆锥柄主要用于铣刀），如图 1-4 右所示。

1.2.4 其他类型的钻头

■ 中心钻

中心钻是用于加工标准的中心孔的钻头。按中心孔的类型，中心钻分为不带保护锥的A型中心钻、带 120° 保护锥的B型中心钻以及圆弧形的R型中心钻，如图1-21所示。

中心钻也可分为高速钢中心钻、硬质合金中心钻（通常是整体硬质合金）和可转位中心钻（图1-22）。

■ 定心钻

定心钻又称定位钻。相当一部分定心钻所加工的只是一个工艺孔，这样的定位工艺孔只是为随后的钻孔确定中心位置。因为定心钻通常很短，容屑槽更短，所以刚性较好，能使后续的钻孔位置不易偏离。这样的工艺孔常常在完工后的工件上不留

痕迹，但也有一部分定心钻为随后的钻孔加工出孔口的倒角。

定心钻可分为高速钢定心钻和硬质合金定心钻，外形上没有太多差别。

定心钻的外形如图1-23所示。

■ 套料钻

套料钻也是在实体上钻孔的刀具，但它并不是将材料上孔的那部分材料全部切除掉，而是只切除一个环形区域，让中间的部分材料保留下来。它通过相对较小的金属切除量来减少消耗切削功率，也可以是为节约材料，让中间部分的材料能发挥其他作用；还有一种是将中间的材料作为工件材料的留样，以便进行理化分析等。

常见的套料钻有整体套料钻、焊接齿套料钻和可转位套料钻三种。焊接齿套料钻如图1-24所示。

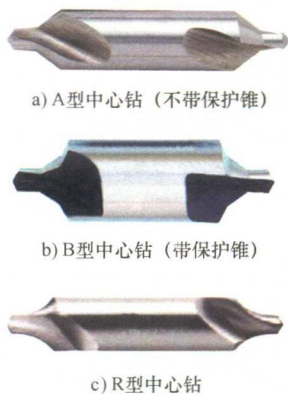


图 1-21 三种类型的中心钻
（图片源自网络）



图 1-22 可转位中心钻（图
片来源：中国台湾耐久）



图 1-23 定心钻
（图片源自网络）

图 1-25 是可转位的套料钻。可以看到，套料钻分两组刀齿，一组外齿用于加工环形的较大直径面（工件内孔表面），另一组用于加工环形的较小直径（取下的芯部的外表面）。或许可以把套料钻的刀齿看作是三面刃铣刀（参见《数控铣刀选用全图解》的槽铣刀部分）的盘型刀齿先拉成一个类似于锯条的结构，再组成环形。

有人将套料钻称为钢板钻，那不够准确，虽然相当部分的套料钻用于加工薄板

类零件，但也有不少套料钻用于加工较深的孔，那些工件与薄板相去甚远。图 1-26 是一种深孔套料钻，在其后部接上管形刀杆，很深的孔也可以用套料的方法进行钻削。

■ 塔钻

图 1-27 所示的塔钻在数控加工中使用很少，它专门用于加工钢板（钢板厚度小于塔钻台阶高度），可以用一个塔钻在薄板上钻削多个不同直径的孔，图中的塔钻有 8 个台阶，连同头部可以钻削 9 个直径的孔。



图 1-24 焊接齿套料钻（图片源自网络）



图 1-25 可转位套料



图 1-26 深孔套料



钻（图片源自网络）



图 1-27 塔钻
钻（图片源自网络）

1.3

钻头的基本几何角度

1.3.1 用车刀理解钻头

我们常说刀具的基本几何角度从车刀开始（关于车刀的基本几何角度请参见《数控车刀选用全图解》），但许多人对如何用车刀来理解钻头觉得比较困惑。图 1-28

是一把内孔车刀车削内孔，而图 1-29 则是将两把内孔车刀相叠在一起的图像。图 1-30 是将两个车刀复合，就是典型的钻头的切削刃，对于我们理解钻头的几何角度应该能有一些帮助。

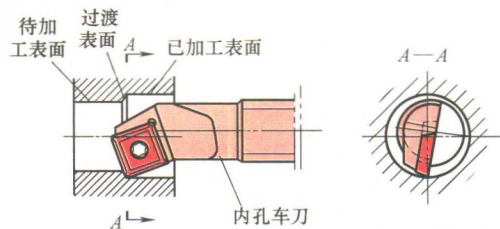


图 1-28 一把内孔车刀车削内孔 (图片来源: 阿诺)

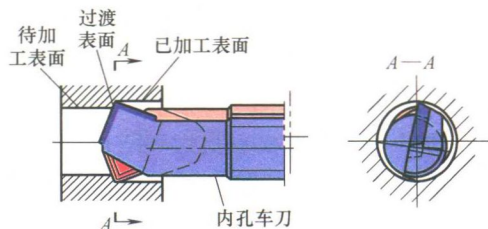
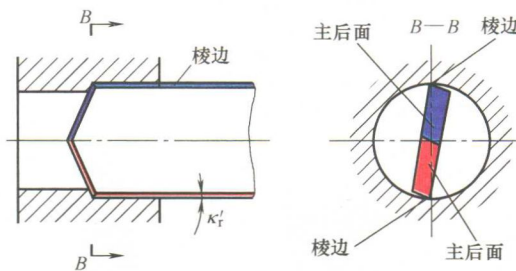


图 1-29 两把内孔车刀车削内孔 (图片来源: 阿诺)

图 1-30 两个车刀复合钻头的切削刃
(图片来源: 阿诺)

两条红线或蓝线的转折处就是两个刀尖。

1.3.2 一个钻头切削刃的几何平面

大部分钻头都是如图 1-30 所示有两个切削刃, 当然也有一个切削刃的 (如枪钻)、三个切削刃或更多的。取钻头中的一个切削刃, 在切削刃上选取一点, 就可以分析该点的基本几何平面——基面和切削平面。而这些平面是定义刀具几何角度的基础。

先确定下这两个基本几何平面的概念:

■ 基面

基面是通过切削刃上选定点上垂直于切削速度的平面。基面是确定前角、刃倾

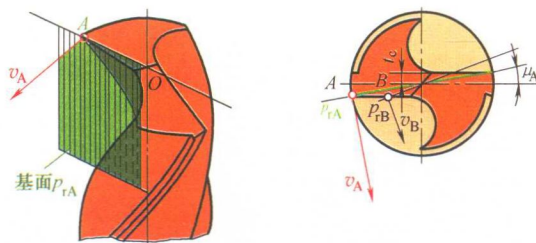


图 1-31 钻头的基面

角、主偏角、副偏角的重要平面, 对刀具的性能评价有重要作用。图 1-31 是某钻头的选定点 A 点的基面示意, 图中以红色箭头表示切削速度, 绿色表示基面。如果选定点换成 B 点, 由于切削速度方向改变 (图中黑色箭头), 基面也会完全不同。

■ 切削平面

切削平面是通过切削刃上选定点、与切削刃相切并且与基面相垂直的平面。图 1-32 是与图 1-31 中案例相同的切削平面, 图中仍以绿色表示基面, 而以蓝色表示切削平面。

在钻削的过程中, 切削表面会连成一个螺旋面, 如图 1-33 所示。