

高职高专系列教材



数控加工 实训教程

Shukong Jiagong Shixun Jiaocheng

主 编 尹昭辉 孙业明
主 审 于庆有



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

数控加工实训教程

主 编 尹昭辉 孙业明
主 审 于庆有

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书以数控加工工艺、数控机床操作、典型零件加工为核心内容,从金属切削原理、数控加工工艺分析,到数控加工的编程与操作,以典型零件工艺分析和编程实例为重点,强调实际加工操作,体现动手实践能力的培养。全书共分8章,内容包括金属切削基础知识、数控加工概述、数控加工工艺设计、数控车床加工实训、数控铣床加工实训、数控加工中心实训、常用检测仪器及方法和数控职业技能鉴定基本要求。突出数控加工的规范性,在编程、操作和实例方面,以当今流行数控系统为主。

本书可作为高职高专数控专业实训教材,机械制造、机电一体化、模具设计与制造等相关专业也可以使用,也可作为数控加工技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训教程/尹昭辉,孙业明主编. —重庆:重庆大学出版社,2008. 11

(高职高专数控技术应用专业系列教材)

ISBN 978-7-5624-4570-8

I. 数… II. ①尹…②孙… III. 数控机床—加工—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 092862 号

数控加工实训教程

主 编 尹昭辉 孙业明

主 审 于庆有

责任编辑:曾显跃 李定群 版式设计:曾显跃

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:215千

2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4570-8 定价:16.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着科学技术的飞速发展,社会对机械产品的结构、性能、精度、效率和品种的要求越来越高,新的机械产品层出不穷,新的加工技术不断更新。传统的通用、专用机床和工艺装备已经不能很好地适应高质量、高效率、多样化加工的要求,因而,以微电子技术和计算机技术为基础的数控技术,将机械技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术和成组技术等有机地结合在一起,使机器制造行业的生产方式和机器制造技术发生了巨大的变化。因此,相关工程技术人员及操作人员掌握数控技术已成为一种趋势。未来将成为生产战线技术骨干的高职院校学生,更需要全面地了解和掌握数控技术。

数控加工作为一种新技术,在许多加工企业得到了应用,为了适应现代化生产的需要,本书是作者在多年理论及实践教学的基础上,以培养和提高学生在数控加工过程中的工艺分析能力及实际操作技能为目标进行编写的。全书内容丰富,言简意赅,实用性强,共分为8章。第1章为金属切削基础知识,第2章介绍数控加工概述,第3章为数控加工工艺设计,第4章为数控车床加工实训,第5章是数控铣床加工实训,第6章为数控加工中心实训,第7章为常用检测仪器及方法,第8章为数控职业技能鉴定基本要求。本书较详细地介绍了采用国内外主流数控系统(FANUC, SINUMERIK)的数控机床的加工操作方法,并配有大量实例,可供学生练习和作为实训课题。

本书以突出工艺分析与操作技能为主导,在分析加工工艺的基础上应用多种实例,重点讲述了典型零件类型进行数控加工的操作方法和编程思路,并给出了参考程序。本书编写力求理论表述简洁易懂,步骤清晰明了,便于初学者学习使用。

本书由尹昭辉、孙业明主编,于庆有主审。其中第2,3,6,8章由尹昭辉编写;第1章由张月平编写;第4章由叶畅编写;第5章由孙业明编写;第7章由潘云忠编写。全书由尹昭辉负责统稿和定稿。在全书编写过程中也得到了南通机床有限公

司、大连机床集团技术人员鼎力支持,在此一并表示感谢。

由于编者的水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 8 月

目 录

第 1 章 金属切削基础知识	1
1.1 常见金属材料	1
1.2 常见刀具材料	3
1.3 常见切削方法	6
第 2 章 数控加工概述	10
第 3 章 数控加工工艺设计	15
3.1 数控加工工艺概述	15
3.2 数控加工工艺设计	16
3.3 数控加工专用技术文件的编写	21
第 4 章 数控车床加工实训	26
4.1 数控加工工艺与工装	26
4.2 数控车床编程常用指令回顾	30
4.3 数控车床的基本操作训练	39
4.4 数控车削加工训练	44
第 5 章 数控铣床加工实训	58
5.1 数控铣床编程回顾	58
5.2 数控铣床刀具认识	60
5.3 数控铣床操作训练	63
5.4 数控铣床加工训练	71
第 6 章 数控加工中心实训	83
6.1 数控加工中心编程回顾	84
6.2 数控加工中心常用刀具	86

6.3	数控加工中心操作训练	88
6.4	数控加工中心加工训练	91
第7章	常用检测仪器及方法	95
7.1	常用检测仪器	95
7.2	常用检测方法	101
7.3	精度检验与分析	102
第8章	数控职业技能鉴定基本要求	105
	参考文献	129

第 1 章

金属切削基础知识

1.1 常见金属材料

1.1.1 常见金属材料

金属材料一般是指工业应用中的纯金属或合金。自然界中大约有 70 多种纯金属,其中常见的有铁、铜、铝、锡、镍、金、银、铅及锌等。而合金通常是指两种或两种以上的金属或金属与非金属结合而成,且具有金属特性的材料。常见的合金如铁和碳所组成的钢合金、铜和锌所形成的合金(即黄铜)等。

通常金属材料分为黑色金属、有色金属和特种金属材料。

(1) 黑色金属

黑色金属又称钢铁材料,包括含铁 90% 以上的工业纯铁,含碳 2% ~ 4% 的铸铁,含碳量小于 2% 的碳钢,以及各种用途的结构钢、不锈钢、耐热钢、高温合金及精密合金等。广义的黑色金属还包括铬、锰及其合金。

(2) 有色金属

有色金属是指除铁、铬、锰以外的所有金属及其合金,通常分为轻金属、重金属、贵金属、半金属、稀有金属和稀土金属等。有色合金的强度和硬度一般比纯金属高,并且电阻大、电阻温度系数小。

(3) 特种金属材料

特种金属材料包括不同用途的结构金属材料 and 功能金属材料。其中,有通过快速凝固工艺获得的非晶态金属材料,以及准晶、微晶和纳米晶金属材料等;还有隐身、抗氢、超导、形状记忆、耐磨、减振阻尼等特殊功能合金,以及金属基复合材料等。

金属及合金具有下列共同特性:

- ① 固体状态下具有晶体结构。
- ② 具有独特的金属光泽且不透明。
- ③ 导电性和导热性良好。

④延展性。

金属材料品种繁多。随着科学技术的发展不仅新的金属材料品种不断出现,而且传统的金属材料,如钢铁、铜、铝等合金材料品种也日益增加。金属材料的分类方法很多。从生产、管理和统计的习惯,常把金属材料按元素分为:钢铁材料,如铁、钢、碳素钢及合金钢等;有色金属材料,如铝、铜、镍及贵金属材料等。按主要性能和用途分为金属结构材料和金属功能材料,其中有要求力学性能(强度、硬度、韧性等)为主的材料,如结构材料、工具材料等;按加工工艺可分为铸造合金、变形(可进行金属塑性加工)合金和粉末冶金材料;按材料提供使用的形态可分为板材、丝材、棒材、带材和多孔材料、纤维强化复合材料等。此外,还可按金属的组织状态分为结晶态金属材料和非晶态金属材料等。

1.1.2 金属材料的加工性

工件机械加工难易程度称为材料的加工性。它是影响工件机械加工的主要因素,加工性与金属材料的化学成分、硬度、韧性、导热性、金相组织和加工硬化能力等因素有关。

(1) 化学成分的影响

化学成分的影响主要是指金属材料的含碳量。通常降低钢的强度和硬度的元素是 S,提高钢的强度和硬度的合金元素为石墨化,游离石墨改善加工性。

(2) 组织与热处理工艺的影响

组织不同,其机械性能不同,加工性也不同。珠光体、索氏体和马氏体的加工性是下降的。衡量材料切削加工性能的优势常用相对加工性 K_r 指标衡量,见表 1.1。

表 1.1 材料切削加工性分级

加工性等级	名称及种类		相对加工性 K_r	代表性材料
1	很容易切削材料	一般有色金属	>3.0	铜铝合金、铝铜合金、铝镁合金
2	容易切削材料	易切削钢	2.5~3.0	15Cr 退火 $\sigma_b = 380 \sim 450$ MPa 自动机钢 $\sigma_b = 400 \sim 500$ MPa 30 钢正火 $\sigma_b = 450 \sim 560$ MPa
3		较易切削钢	1.6~2.5	
4	普通材料	一般钢及铸铁	1.0~1.6	45 钢,灰铸铁 2Cr13 调质 $\sigma_b = 850$ MPa 35 钢 $\sigma_b = 900$ MPa
5		稍难切削材料	0.65~1.0	
6	难切削材料	较难切削材料	0.5~0.65	45Cr 调质 $\sigma_b = 1\ 050$ MPa 65Mn 调质 $\sigma_b = 950 \sim 1\ 000$ MPa 50CrV 调质 1Cr18Ni9Ti 某些钛合金 某些钛合金,铸造镍基高温合金
7		难切削材料	0.15~0.5	
8		很难切削材料	<0.15	

不同组织、不同硬度对不同的切削加工操作(如车、铣、刨、镗、拉等)和切削加工性是不同的。例如,回火索氏体的中碳钢的车削加工性较好,钻削加工性中等,拉、拔加工性较差。

1.2 常见刀具材料

目前,在切削加工中常用的刀具材料有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金及陶瓷等。

1.2.1 碳素工具钢

碳素工具钢是一种含 C 量较高的优质钢(含 C 量一般为 0.65% ~ 1.35%)。

(1) 常用牌号

常用牌号:T7A, T8A, ..., T13A。其中, T 表示碳, A 表示高级优质碳素工具钢。

(2) 主要性能

淬火后硬度较高,可达 61 ~ 65 HRC,红硬性为 200 ~ 250 °C,价格低廉,不耐高温,切削速度且不能提高,允许切削速度 $v_c \leq 10$ m/min,只能制作低速手用刀具,如板牙、锯条和锉等;其优点为易刃磨,可获得锋利的刀刃。

1.2.2 合金工具钢

在碳素工具钢中加入一定量的铬(Cr)、钨(W)、锰(Mn)等合金元素,能够提高材料的耐热性、耐磨性和韧性,同时还可以减少热处理的变形。

(1) 主要牌号

9SiCr:9 表示平均含 C 量为 0.90%, Si, Cr 平均含量均小于 1.5%。

CrWMn:其平均含 C 量大于 1.0%, Cr, W, Mn 平均含量均小于 1.5%。

(2) 主要性能

淬火后的硬度可达 61 ~ 65 HRC,红硬性为 300 ~ 400 °C,允许切削速度 $v_c = 10 \sim 15$ m/min,制作低速、形状较复杂、要求淬火后变形小的刀具,如板牙、拉刀、手用铰刀(孔的精加工)等。

1.2.3 高速钢

高速钢是一种高合金工具钢,钢中含有 W, Mo, Cr, V 等合金元素,这些合金元素的含量较高,主要改变以往工具钢的性能。

(1) 高速钢的性能

①具有高的强度和韧性。

②良好的耐磨性,63 ~ 66 HRC (加入 V 元素的作用)。

③红硬性为 600 °C (加入 W 元素的作用)。

④允许切削速度 $v_c = 25 \sim 30$ m/min。高速钢经过适当热处理,可获得良好的切削性能。高速钢区别于其他一般工具钢的主要特性是它具有良好的热硬性(红硬性),当切削温度高达 600 °C 左右时硬度仍无明显下降,能以比合金工具钢更高的切削速度进行切削,高速钢由此而得名。

⑤具有良好的制造工艺性。高速钢能锻造,易刃磨,能制造形状复杂及大型成形刀具,如钻头、丝锥、成形刀具、拉刀、齿轮刀具及整体铣刀盘等都采用高速钢。高速钢的焊接、韧性及

热处理性能好。

⑥可获得锋利的刀刃。用高速钢制成的刀具,在切削时显得比一般低合金工具钢刀具更加锋利,故又称为锋钢。

⑦加工范围较大。铸铁、有色金属和钢(是指正火状态,而非淬火状态)均可加工。

(2) 高速钢的分类

高速钢按用途可分为普通高速钢和高性能高速钢。

1) 普通高速钢

普通高速钢的工艺性好,可满足一般工程材料的切削加工。可分为:

钨系高速钢:W18Cr4V(最常用,刃磨性好)

钼系高速钢:W6Mo5Cr4V2

2) 高性能高速钢

通过调整基本化学成分和添加其他合金元素,使其性能比普通高速钢进一步提高,可用于切削高强度钢、高温合金和钛合金等难加工材料。可分为:

高碳高速钢:95W18Cr4V(含C量为0.95%)

高钒高速钢:W6Mo5Cr4V3(提高耐磨性)

钴高速钢:W6Mo5Cr4V2Co8

铝高速钢:W6Mo5Cr4V2Al

1.2.4 硬质合金

硬质合金是指有高硬度、高熔点的碳化物,用金属黏结剂经过高压成形,在500℃的高温下烧结而成的材料为硬质合金。其组成为

硬质相(TiC或WC)+黏结相(Co, Ni, Mo等,其中Co较常用)

(1) 主要性能

①常温硬度74~81.5 HRC,红硬性为800~1000℃,耐磨性优良。

②允许切削速度 $v_c=100\text{ m/min}$ 以上,最高不能超过200 m/min。硬质合金刀具的切削速度比高速钢提高4~7倍,刀具寿命可提高5~80倍。有的金属材料(如奥氏体耐热钢和不锈钢等)用高速钢无法切削加工,若用含WC的硬质合金则可以切削加工,硬质合金还可加工硬度在50 HRC左右的硬质材料。

③脆性较大,避免冲击和震动。容易出现崩刃,因此,应注意加工条件。

④制造工艺性差。由于硬度太高,不能进行机械加工,因而硬质合金经常制成一定规格的刀片,焊在刀体上使用,如硬质合金端铣刀(非整体式)。

⑤加工范围较广。脆性材料、钢材及有色金属等均可加工。

(2) 分类

通常,硬质合金分为:

钨钴类硬质合金(YG)
钨钴钛类硬质合金(YT) } 应用较广

添加稀有金属硬质合金(YA、YW)

碳化钛基硬质合金(YN)

1) 钨钴钛类硬质合金 YG

①组成: WC + Co。

②常用牌号: YG3, YG6, YG8。其中, 3, 6, 8 代表 Co 含量占 3%, 6%, 8%。

当 Co 的含量较多、WC 的含量较小时, 则硬度较低, 韧性和强度提高, 硬度下降, 耐磨性降低; 反之, 韧性和强度下降, 硬度提高, 耐磨性和耐热性提高。

③应用:

YG3(精加工)	YG6(半精加工)	YG8(粗加工)
Co 的含量 ↑	韧性 ↑ 强度 ↑	HRC ↓ 耐磨性 ↓
Co 的含量 ↓	韧性 ↓ 强度 ↓	HRC ↑ 耐磨性 ↑ 脆性 ↑

它们主要用于加工铸铁、青铜等脆性材料, 不适合加工钢料, 由于在 640 °C 时发生严重黏结, 使刀具磨损, 故耐用度下降。

为了适应各种加工情况的需要, 在含 Co 量相同的情况下, 按 WC 粉末的不同粒度分为粗晶粒(YG3C)、细晶粒(YG3X)和中间晶粒(YG3)。一般硬质合金为中间晶粒。

2) 钨钴钛类硬质合金(YT)

①组成: 硬质相(WC + TiC) + 黏结相(Co)。

②常用牌号: YT5, YT14, YT15, YT30。其数字表示 TiC 的百分含量。

③应用:

YT5(粗加工)	YT14, YT15(半精加工)	YT30(精加工)
TiC 含量 ↑	硬度 ↑ 耐磨性 ↑	脆性 ↑ 韧性 ↓
TiC 含量 ↓	硬度 ↓ 耐磨性 ↓	脆性 ↓ 韧性 ↑

它们主要适用于加工钢材及有色金属, 一般不适用加工含 Ti 的材料(如 1Cr15Ni9Ti), 其原因是 Ti 与 Ti 的亲合力较大, 使刀具磨损较快。

3) 添加稀有金属硬质合金

钨钽(钼)钴类硬质合金(YA)和钨钽钼(钼)钴类硬质合金(YW), 是在钨钴钛类硬质合金(YT)中加入 TaC(NbC), 以提高其抗弯强度、疲劳强度和冲击韧性, 提高合金的高温硬度和高温强度, 提高抗氧化能力和耐磨性。这类合金可适用于加工铸铁及有色金属, 也可适用于加工钢材, 因此, 常成为通用硬质合金, 主要适用于难加工的材料。

4) 碳化钛基硬质合金(YN)

这种合金有很高的耐磨性、较高的耐热性和抗氧化能力, 化学稳定性好, 与工件材料的亲和力小, 抗黏结能力较强。它主要适用于钢材、铸铁的精加工、半精加工和粗加工。

(3) 涂层硬质合金的选用

涂层硬质合金是采用韧性较好的基体(如硬质合金刀片或高速钢等), 通过化学气相沉积和真空溅射等方法, 对硬质合金表面涂层厚度为 5 ~ 12 μm 的涂层材料以提高刀具的抗磨损能力。

其涂层材料为 TiC, TiN, Al₂O₃ 等, 适用于各种钢材、铸铁的半精加工和精加工, 也适用于负荷较小的精加工。

1.2.5 陶瓷材料

陶瓷材料是以氧化铝(Al₂O₃)或氮化硅(Si₃N₄)等为主要成分, 经压制成型后烧结而成的

刀具材料。陶瓷的硬度高,化学性能稳定,耐氧化,因此被广泛应用于高速切削加工中。但由于其强度低,韧性差,长期以来主要用于精加工。近年来,通过采用先进的工艺,使其抗弯强度、抗冲击性能有很大的提高,应用范围在日益扩大。除适用于一般的精加工和半精加工外,还可用于冲击负荷下的粗加工。

陶瓷刀具和传统硬质合金刀具相比,具有以下优点:

- ①可加工硬度高达 65 HRC 的高硬度难加工材料。
- ②可用于粗车及铣、刨等大冲击间断切削。
- ③耐用度提高几倍至几十倍。
- ④切削效率提高 3 ~ 10 倍,可实现以车、铣代磨。

1.2.6 立方氮化硼

它是 20 世纪 70 年代才发展起来的一种人工合成的新型刀具材料,是立方氮化硼在高温、高压下加入催化剂转变而成的。其硬度很高,可达 8 000 ~ 9 000 HV,仅次于金刚石,并具有良好的热稳定性,可承受 1 000 ℃ 以上的切削温度,它的最大优点是在高温 1 200 ~ 1 300 ℃ 时也不会与铁族金属起反应。因此,它既能胜任淬火钢、冷硬铸铁的粗车和精车,又能胜任高温合金、热喷涂材料、硬质合金及其他难加工材料的高速切削。

1.2.7 金刚石

金刚石分为人造和天然两种,是目前已知最硬的材料。其硬度约为 10 000 HV,故耐磨性好,不足之处是抗弯强度和韧性差,对铁的亲和作用大,故金刚石刀具不能加工黑色金属。在 800 ℃ 时,金刚石中的碳与铁族金属发生扩散反应,刀具急剧磨损。

金刚石价格昂贵,刃磨困难,应用较少。它主要用于磨具及磨料,有时也用于修整砂轮。

1.3 常见切削方法

1.3.1 车削

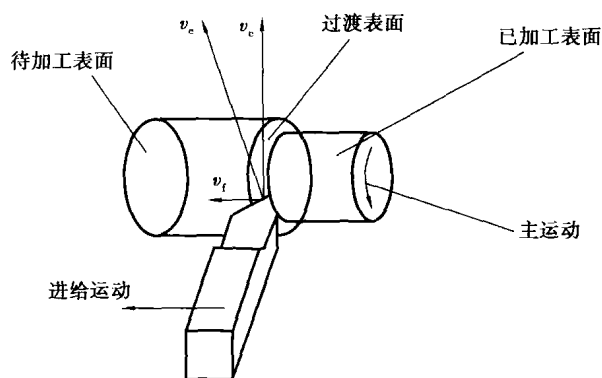


图 1.1 车削加工示意图

车削加工是在车床上利用工件旋转从工件上切除多余金属材料的加工方法。车削加工示意图如图 1.1 所示。车削加工范围非常广,就基本内容来说,可以车外圆、端面、切断、车槽、钻中心孔、车内圆、铰孔、圆锥面、滚花、盘弹及各种螺纹等,如图 1.2 所示。它们都具有共同的特点,带有旋转表面,如果装上其他附件和夹具,可以进行镗削、磨削、研磨、抛光及加工各种复杂零件。总之,车削加工在机械上应用得非常普遍且占有十分重要的地位。

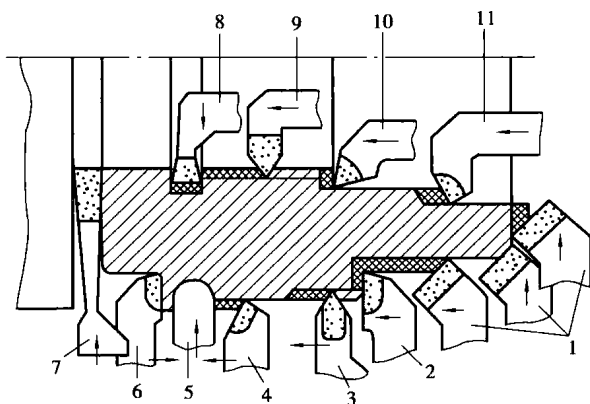


图 1.2 常见车刀的类型与用途

1—45°弯头车刀;2—90°外圆车刀;3—外螺纹车刀;4—75°外圆车刀;5—成形车刀;
6—90°左外圆车刀;7—车槽刀;8—内孔车槽刀;9—内螺纹车刀;10—盲孔镗刀;11—通孔镗刀

1.3.2 铣削

铣削的主运动是铣刀的旋转运动。一般进给运动有纵向、横向和垂直进给。铣削的主要加工对象是平面类零件、曲面类零件和变斜角类零件。主要加工形式如图 1.3 所示。

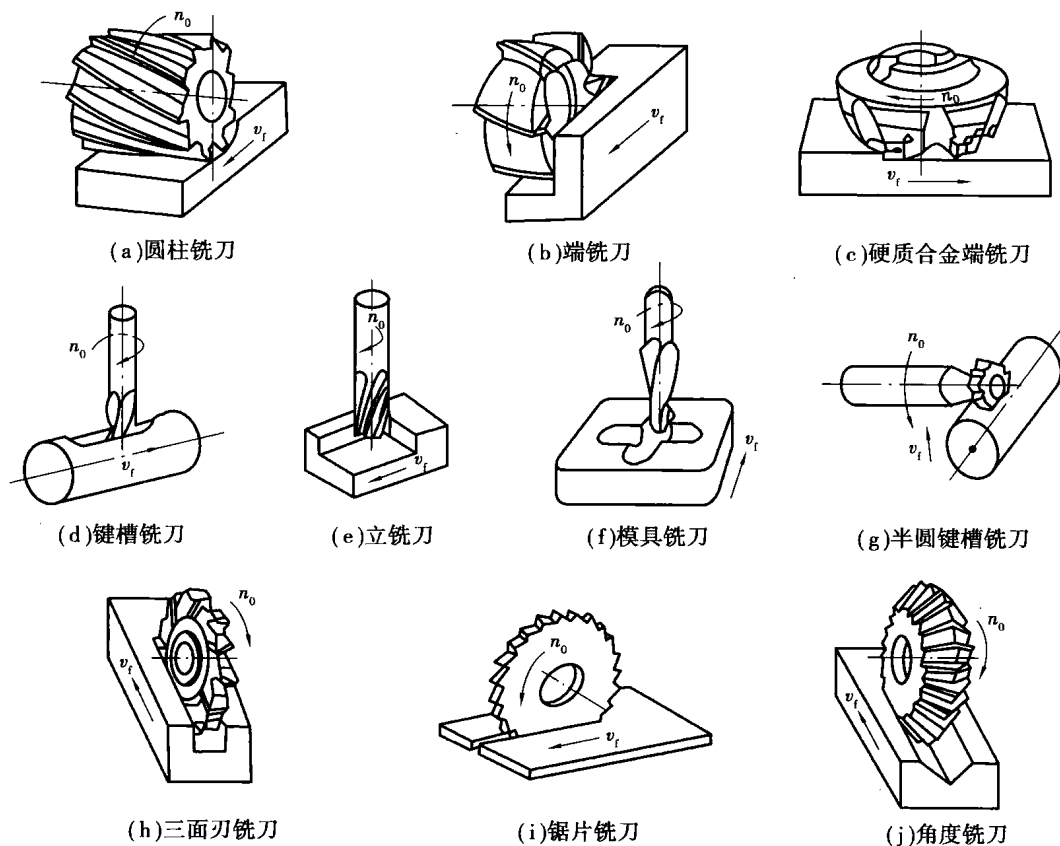


图 1.3 常见铣刀及加工方式

1.3.3 钻削

钻削是一种常用的切削加工方法,在孔加工中占有相当大的比重,它是一种使用钻头在实体材料上加工出孔(一般加工精度为 IT12 ~ IT11,表面粗糙度 R_a 为 100 ~ 50 μm),或作为攻丝、扩孔、铰孔和镗孔前的预加工。

钻削运动由主运动 v_c 。(钻头或工件的旋转运动)和进给运动 v_f (钻头的轴向运动)所组成,其合成运动为 v_e ,如图 1.4 所示。

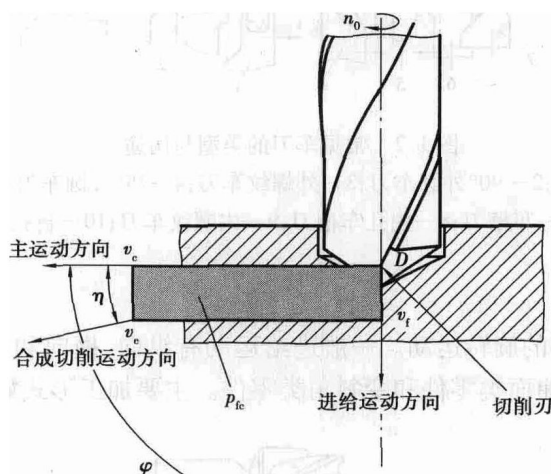


图 1.4 钻削加工示意图

1.3.4 深孔钻、套料钻与扩孔钻

(1) 深孔钻

深孔是指孔深与孔径之比超过 5 的孔,加工深孔用的刀具称为深孔刀具。

深孔按长度与直径之比(L/D)分为 3 类。

1) $L/D = 5 \sim 20$ 为一般深孔。这类零件用深孔刀具或用接长麻花钻则可以加工。

2) $L/D = 20 \sim 30$ 为中等深孔,如各类机床主轴内孔。这类零件可在普通车床上加工,但须使用深孔刀具。

3) $L/D = 30 \sim 100$ 为特殊深孔,如枪管、炮管和电机转子等。这类零件必须使用深孔机床或专用设备,并须用深孔刀具加工。

(2) 套料钻

在实心材料上加工直径较大(50 mm 以上)的孔时,可采用套料钻。由于它只切出一环形孔而留下一个料芯,因此,不仅可以减少切削工作量,提高生产效率,中间留下的芯材还可以利用,这对于节约贵重材料尤为重要。

套料钻是空心圆柱体,在其端面固定有切削齿,齿数一般为 3 ~ 12 齿。当被钻的孔较深时,断屑和排屑仍然是首先要解决的问题。钻孔时,钻杆的内、外圆柱面与被加工表面的间隙较小,排屑困难,往往需要强迫注入高压切削液,通过钻杆内部(称内排屑)或钻杆外部(称外排屑)将切屑排出。

(3) 扩孔钻

扩孔钻是用来扩大孔径、提高孔的加工精度的刀具。它适用于孔的最终加工或铰孔、磨孔前的预加工。扩孔钻与麻花钻相似,但齿数较多,一般有3~4齿。主切削刃不通过中心,无横刃,钻心直径较大,因此,扩孔钻的强度和刚性均比麻花钻好,可获得较高的加工质量及生产效率。

1.3.5 铰削

铰削是对预制孔进行半精加工或精加工的一种加工方法,所用铰刀是多刃刀具。铰孔是一种操作方便,生产率高,并能够获得高质量孔的切削方式,故在生产中应用极为广泛。

铰刀直径公差对被加工孔的尺寸精度、铰刀制造成本和铰刀的使用寿命有直接影响。铰孔时,由于铰刀径向跳动等因素的影响会使铰出孔的直径往往大于铰刀直径,称为铰孔“扩张”;由于已加工表面的弹性变形恢复和热变形恢复等原因,会使孔径缩小,称为铰孔“收缩”。通常铰孔后是扩张还是收缩由实验或凭经验来确定的。由经验可知,采用高速钢铰刀铰孔时,一般会发生扩张;采用硬质合金铰刀铰孔时,则会发生收缩。

1.3.6 镗削

镗削尤其适用于箱体孔系及大直径孔的加工。一般镗孔的加工精度可达IT7级,表面粗糙度 R_a 可达 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 。若在高精度镗床上进行高速精镗,可以获得更高的加工精度。

第 2 章

数控加工概述

数控机床是一种高效的自动化加工设备,它严格按照加工程序,自动地对被加工工件进行加工。数控加工经历了半个多世纪的发展已成为应用于当代各个制造领域的先进制造技术。数控加工的最大特征有两点:一是可以极大地提高精度,包括加工质量精度及加工时间误差精度;二是加工质量的重复性,可以稳定加工质量,保持加工零件质量的一致。也就是说,加工零件的质量及加工时间是由数控程序决定而不是由机床操作人员决定的。

采用数控机床加工零件时,只需要将零件图形和工艺参数、加工步骤等以数字信息的形式编成程序代码输入到机床控制系统中,再由其进行运算处理后转成驱动伺服机构的指令信号,从而控制机床各部件协调动作,自动地加工出零件来。当更换加工对象时,只需要重新编写程序代码,输入给机床,即可由数控装置代替人的大脑和双手的大部分功能,控制加工的全过程,制造出任意复杂的零件。数控加工过程总体上可分为数控程序编制和机床加工控制两大部分。

(1) 数控加工实训的重要性

随着科学技术的飞速发展,社会对机械产品的结构、性能、精度、效率和品种的要求越来越高,单件与中小批量产品的比重越来越大,传统的通用、专用机床和工艺装备已经不能很好地适应高质量、高效率、多样化加工的要求,因而,以微电子技术和计算机技术为基础的数控技术,将机械技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术和成组技术等有机地结合在一起,使机器制造行业的生产方式和机器制造技术发生了巨大的变化。

当今机床行业的计算机数控化已成为技术进步的大趋势。数控机床是电子信息技术和传统机械加工技术结合的产物,它集现代精密机械、计算机、通信、液压气动及光电等多学科技术为一体,具有高效率、高精度、高自动化和高柔性的特点,是当代机械制造业的主流装备。数控机床大大地提高了机械加工的性能(可以精确加工传统机床无法处理的复杂零件)。有效地提高了加工质量和效率,实现了柔性自动化(相对于传统技术基础上的大批量生产的刚性自动化),并向智能化和集成化方向发展。因此,可以毫不夸张地说,(计算机)数控技术是现代先进制造技术的基础和核心。

在发达国家中,数控机床已经大量并普遍使用。我国制造企业已开始广泛使用先进的数控技术,而掌握数控技术的机电复合人才奇缺,仅数控机床的操作工这样的“蓝领”全国就短缺几十万人,由于数控技术是最典型的、应用最广泛的机电光一体化综合技术,我国迫切需要