

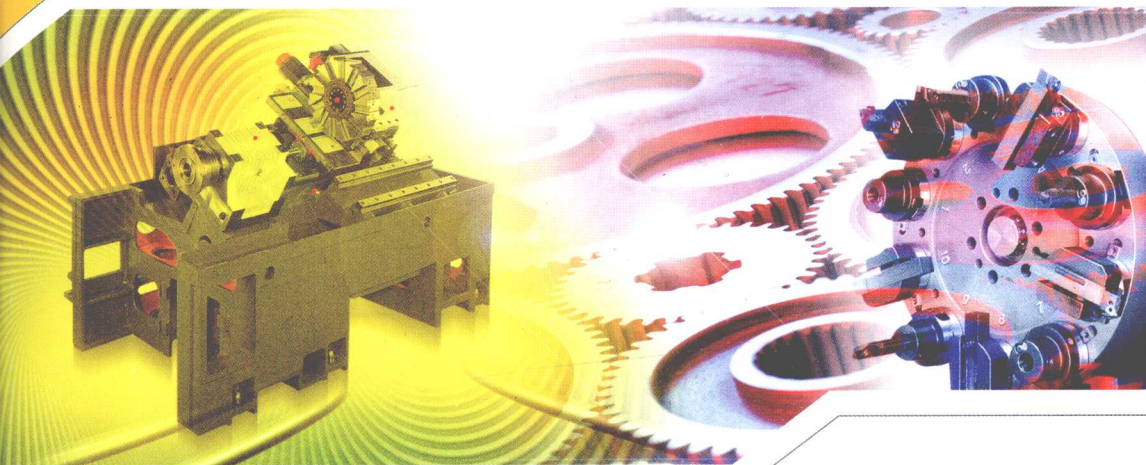
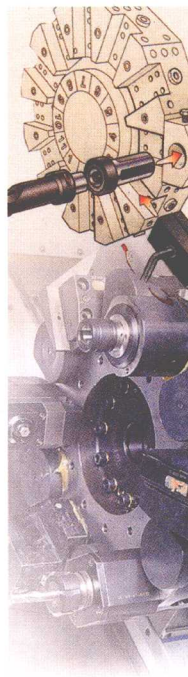
◎主编 郭成操



中等职业教育实用系列教材

数控加工技术

SHUKONG JIAGONG JISHU



 中国地图出版社

内 容 简 介

《数控加工技术》教材是根据中等职业技术学校机电类及相关专业数控加工技术的教学大纲编写,教材的适用对象以初中起点的中等职业技术学校学生为主,教材内容通俗易懂,易学易用。该教材是学生理解金属切削理论、数控加工方法、数控加工工艺和数控加工质量的知识基础,也是学生继续深造及将来从事该领域工作的重要工具。

本书可作为中等职业技术学校数控技术专业学生的专业课教材,也可作为数控机床操作工、机械制造技术人员、机械加工技术人员、机床操作人员的培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术/郭成操主编. — 北京:中国地图出版社,
2008.12
中等职业教育实用系列教材
ISBN 978-7-5031-4862-0

I.数… II.郭… III.数控机床-加工-专业学校-教材 IV.TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第115666号

责任编辑	万波	封面设计	王凯丽
特约编辑	莫小东	责任校对	叶国珩
出版发行	中国地图出版社	邮政编码	100054
社 址	北京市宣武区白纸坊西街3号	网 址	www.sinomaps.com
电 话	010-83543927	经 销	新华书店
印 刷	北京天顺鸿彩印有限公司		
成品规格	185mm×260mm	印 张	10
字 数	215 000		
版 次	2009年9月第1版	印 次	2009年9月第1次印刷
印 数	1-3000	定 价	16.00元

书 号 ISBN 978-7-5031-4862-0/G·1644

如有印装质量问题,请与我社发行部联系

前 言

《数控加工技术》教材是根据中等职业技术学校机电类及相关专业数控加工技术的教学大纲编写,教材的适用对象以初中起点的中等职业技术学校学生为主,学习对象的教育背景与知识结构决定了我们编写的教材应尽可能的通俗易懂,易学易用。该教材是学生理解金属切削理论、数控方法、数控加工工艺和数控加工质量的知识基础,也是学生继续深造及将来从事该领域工作的重要工具,在本专业课程体系中占有重要的地位。

根据中等职业学校教材应遵循“淡化理论,加强应用、联系实际、突出特色”的编写原则,为解决学时少、难度大,使学生达到教学目标。本教材力争做到理论联系实际,分析细致,通俗易懂和切合实用。

本书的内容是按照“必需、够用、管用”的原则进行编写。“必需”,也就是要做到理论知识在建构学生的知识、能力、素质结构时,只要求理论知识和操作知识能够满足支撑学生运用知识从事实践即岗位工作的需要。“够用”是说在教材编写和内容的选择上,理论内容的广度和深度能够满足实践教学和未来从事岗位工作的需要。“管用”是指教材的内容能够满足以后实际生产的需要。

本书还可以作为数控机床操作工的培训教材、机械制造技术教材和数控技术人员、机械加工技术人员、机床操作人员的参考用书。

本书由成都电子机械高等专科学校郭成操主编,成都市新都职业技术学校莫崇能和成都电子机械高等专科学校江书勇参编。其中第一、二、四章的内容由郭成操老师编写;第三、六章由江书勇老师编写;第五章由莫崇能老师编写。全书由郭成操统稿。本书聘请四川大学制造科学与工程学院陈珂博士审稿,成都电子机械高等专科学校李刚俊博士担任主审,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者

2008年6月

目 录

第一章 数控机床基础知识	1
第一节 数控概述	1
第二节 数控系统的发展概况与发展趋势	4
【习题】	6
第二章 金属切削原理与刀具	7
第一节 金属切削运动和切削用量	7
第二节 刀具切削部分的基本知识	9
第三节 刀具材料	14
第四节 金属切削过程	17
第五节 金属切削过程的基本规律	21
第六节 切削液	28
【习题】	30
第三章 数控加工方法	32
第一节 数控车削加工	32
第二节 数控铣削加工	46
第三节 数控钻削加工	54
第四节 数控磨削加工	60
第五节 特种加工	65
【习题】	68
第四章 数控机床夹具	69
第一节 数控机床夹具概述	69
第二节 基准及其分类	71
第三节 工件的定位与夹紧	73
第四节 数控加工常用夹具	86
【习题】	92

第五章 数控加工工艺规程设计	94
第一节 数控加工概述	94
第二节 机械加工工艺规程的制定	99
第三节 数控加工工艺规程设计	119
第四节 各类数控加工方法刀具路线的拟订	124
【习题】	136
第六章 数控加工质量分析与控制	138
第一节 机械加工精度	138
第二节 机械加工表面质量	147
【习题】	152
参考文献	153

第一章 数控机床基础知识

第一节 数控概述

在机械制造业中,单件与小批生产的零件(批量在 10 ~ 100 件)约占机械加工总量的 80% 以上,尤其是在造船、航天、航空、机床、重型机械以及国防部门,其产品加工批量小、改型频繁、零件的形状复杂而且精度要求高,采用专用化程度很高的自动化机床加工这类零件就显得很不合适,因为生产过程中需要经常改装与调整设备,对于专用生产线来说,这种改装与调整甚至是不可能实现的。近年来,由于市场竞争日趋激烈,为了在竞争中求得生存与发展,就必须频繁地改型,并缩短生产周期,满足市场上不断变化的需要。因此,即使是大批量生产,也改变了产品长期一成不变的做法,频繁地进行新产品开发。

为了解决上述这些问题,满足多品种、小批量的自动化生产,迫切需要一种灵活的、通用的、能够适应产品频繁变化的柔性自动化机床。

数字控制(或数控)机床,就是在这样的背景下产生与发展起来的,极其有效地为单件、小批量生产的精密复杂零件的生产提供了自动化加工手段。

一、数控的概念

数字控制技术,简称数控(Numerical Control,缩写为 NC)是以数字或数字代码的形式来实现控制的一门技术。也就是把加工产品的整个过程的全部内容(如几何尺寸、加工顺序、运动规律、辅助功能等)进行代码化的数字处理,并把它记录在控制介质中(如穿孔带、磁带、磁盘、存储器等),加工时,将它输入到专用的计算装置或计算机中,经过运算与处理,发出各种控制信号,控制数控设备自动进行加工。当被加工的产品变更时,只要改用另一种描写该产品的控制介质即可,而不需要对加工设备作复杂的调整工作,从而可使生产过程能在人不干预或少干预的情况下自动进行,实现生产过程的自动化。因此数控技术是一种灵活的、高效的控制技术。

数字控制的对象是多种多样的,但数控机床是最早应用数控技术的控制对象,也是最典型的数控化设备。数控系统与被控机床本体的结合体称为数控机床。数控机床是具有高附加值的技术密集性产品,实现了高度的机电一体化。它集机械制造、计算机、微电子、现代控制及精密测量等多种技术为一体,使传统的机械加工工艺发生了质的变化。这个

变化的本质就在于用数控系统实现了加工过程的自动化操作。

数控机床通常由控制介质、输入装置、数控装置、伺服控制装置和检测装置、辅助控制装置和机床本体等几部分组成,其原理框图如图 1-1 所示。

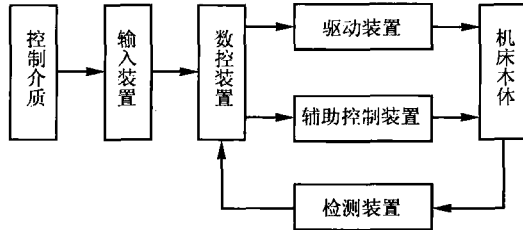


图 1-1 数控机床的基本结构

二、数控系统的分类

1. 按机床的运动轨迹分类

按照机床的运动轨迹,数控机床可分为点位控制数控机床、直线控制数控机床和轮廓控制数控机床。

点位控制只要求控制机床的移动部件从一点移动到另一点的准确定位,对于点与点之间的运动轨迹的要求并不严格,在移动过程中不进行加工,各坐标轴之间的运动是不相关的。具有点位控制功能的机床主要有数控钻床、数控镗床、数控冲床等。

直线控制数控机床的特点是除了控制点与点之间的精确定位外,还要控制两相关点之间的移动速度和路线(轨迹),但其运动路线只能以一定的速度沿平行于机床坐标轴方向移动(有些机床可以沿 45° 斜率直线移动)。具有直线控制功能的机床主要有简易数控车床、数控镗铣床、数控磨床等。

轮廓控制数控机床(也称连续控制数控机床),其控制特点是能够对两个或两个以上的运动坐标的位移和速度同时进行插补控制。为了满足刀具沿工件轮廓的相对运动轨迹符合工件加工轮廓的要求,必须将各坐标运动的位移控制和速度控制按照规定的比例关系精确地协调起来。因此在这类控制方式中,就要求数控装置具有插补运算功能。这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、加工中心等。

2. 按伺服控制方式分类

按伺服控制方式分,可以分为开环控制数控机床、闭环控制数控机床和半闭环控制数控机床。

(1)开环控制数控机床。如图 1-2 所示,开环控制数控机床没有位置检测元件,伺服用驱动元件通常有功率步进电机或混合式步进电机。数控系统每发出一个指令脉冲,经驱动电路放大后,驱动电机旋转一个角度,再经传动机构带动工作台移动。这类机床控制

的信息流是单向的,脉冲信号发出后,实际位移值不再反馈回来,所以称开环控制,其精度主要取决于驱动元器件和步进电机的性能。

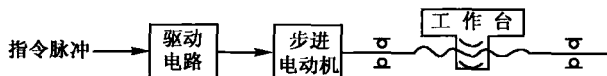


图 1-2 开环控制系统框图

开环控制的优点是结构简单、调试和维修方便,成本较低,缺点是精度较低,进给速度也受步进电机工作频率的限制。一般适用于中、小型经济型数控机床,以及普通机床的数控化改造。

(2) 闭环控制数控机床。如图 1-3 所示,这类机床带有直线位置检测装置,可直接对工作台的实际位移量进行检测。加工过程中,将速度反馈信号送到速度控制电路,将工作台实际位移量反馈回位置比较电路,与数控装置发出的位移指令值进行比较,用比较后的误差信号作为控制量去控制工作台的运动,直到误差为零为止。常用的伺服驱动元件为直流或交流伺服电动机。

这种机床因为把工作台纳入了控制环,故称闭环控制。闭环控制可以消除包括工作台传动链在内的传动误差,因而定位精度高、调节速度快。但由于机床工作台惯量大,对系统的稳定性会带来不利影响,使调试、维修困难,且控制系统复杂成本高,故一般对要求很高的数控机床才采用这种控制方式,如数控精密镗铣床等。

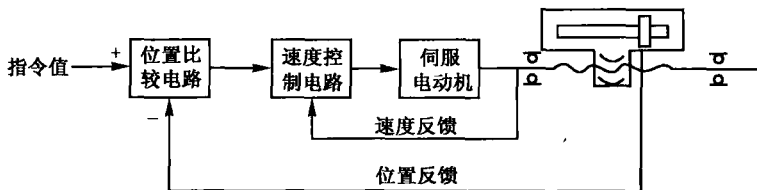


图 1-3 闭环控制系统框图

(3) 半闭环控制数控机床。如图 1-4 所示,这类机床与闭环控制机床的区别在于检测反馈信号不是来自安装在工作台上的直线位移测量元件,而是来自安装在电机轴或丝杆轴上的角位移测量元件。通过测量电机转角或丝杆转角推算出工作台的位移量,并将此值与指令值进行比较,用差值来进行控制。

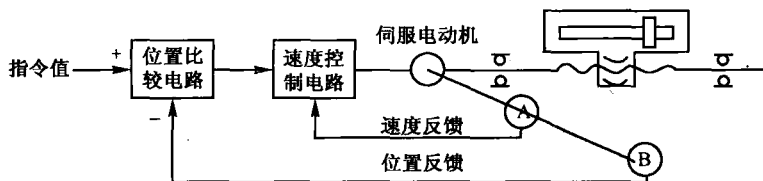


图 1-4 半闭环控制系统框图

这种控制方式由于排除了惯量很大的机床工作台部分,使整个系统的稳定性得以保证。目前已普遍将角位移检测元件与伺服电机做成一个部件,使系统结构简单、调试和维护也方便。

第二节 数控系统的发展概况与发展趋势

一、数控系统的发展简史

1952年,美国麻省理工学院成功地研制出一台三坐标联动的试验型数控铣床,这是公认的世界上第一台数控机床,当时的电子元件是电子管。

1959年,开始采用晶体管元件和印刷电路板,出现了带自动换刀装置的数控机床,称为“加工中心”。从1960年开始,其他一些工业国家,如德国、日本也陆续开发生产出了数控机床。

1965年,数控装置开始采用小规模集成电路,使数控装置的体积减小,功耗降低,可靠性提高。但仍然是硬件逻辑数控系统(NC)。

1967年,英国首先把几台数控机床联接成具有柔性的加工系统,这就是最初的FMS(Flexible Manufacturing System,柔性制造系统)。

1970年,在美国芝加哥国际机床展览会上,首次展出了用小型计算机控制的数控机床,这是第一台计算机控制的数控机床(CNC)。

1974年,微处理器直接用于数控系统,促进了数控机床的普及应用和数控技术的发展。上世纪80年代初,国际上出现了以加工中心为主体,再配上工件自动装卸和监控检测装置的FMC(Flexible Manufacturing Cell,柔性制造单元)。FMC和FMS被认为是实现计算机集成制造系统CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)的必经阶段和基础。

20世纪90年代,出现了包括市场预测、生产决策、产品设计与制造和销售等全过程均由计算机集成管理和控制的计算机集成制造系统CIMS。其中,数控是其基本控制单元。

20世纪90年代,基于PC-NC的智能数控系统开始得到发展,它打破了原数控厂家各自为政的封闭式专用系统结构模式,提供开放式基础,使升级换代变得非常容易。充分利用现有PC机的软硬件资源,使远程控制、远程检测诊断能够得以实现。

二、数控系统的发展趋势

随着微电子技术和计算机技术的发展,数控系统性能日臻完善,数控系统应用领域日益扩大。为了满足社会经济发展和科技发展的需要,数控系统正朝着高精度、高速度、高可靠性、多功能、智能化及开放性方向发展。

现代数控加工正在向高速化、高精度化、高柔性化、高一体化、网络化和智能化等方向发展。

1. 高速切削

受高生产率的驱使,高速化已是现代机床技术发展的重要方向之一。高速切削可通

过高速运算技术、快速插补运算技术、超高速通信技术和高速主轴等技术来实现。

高主轴转速可减少切削力,减小切削深度,有利于克服机床振动,传入零件中的热量大大减低,排屑加快,热变形减小,加工精度和表面质量得到显著改善。因此,经高速加工的工件一般不需要精加工。

2. 高精度控制

高精度化一直是数控机床技术发展追求的目标。它包括机床制造的几何精度和机床使用的加工精度控制两方面。

提高机床的加工精度,一般是通过减少数控系统误差,提高数控机床基础大件结构特性和热稳定性,采用补偿技术和辅助措施来达到的。目前精整加工精度已提高到 $0.1\ \mu\text{m}$,并进入了亚微米级,不久超精加工将进入纳米时代(加工精度达 $0.01\ \mu\text{m}$)。

3. 高柔性化

柔性是指机床适应加工对象变化的能力。目前,在进一步提高单机柔性自动化加工的同时,正努力向单元柔性和系统柔性化发展。

数控系统在 21 世纪将具有最大限度的柔性,能实现多种用途。具体是指具有开放性体系结构,通过重构和编辑,视需要系统的组成可大可小;功能可专用也可通用,功能价格比可调;可以集成用户的技术经验,形成专家系统。

4. 高度一体化

CNC 系统与加工过程作为一个整体,实现机、电、光、声综合控制,测量造型、加工一体化,加工、实时检测与修正一体化,机床主机设计与数控系统设计一体化。

5. 网络化

实现多种通讯协议,既满足单机需要,又能满足 FMS(柔性制造系统)、CIMS(计算机集成制造系统)对基层设备的要求。配置网络接口,通过 Internet 可实现远程监视和控制加工,进行远程检测和诊断,使维修变得简单。建立分布式网络化制造系统,可便于形成“全球制造”。

6. 智能化

21 世纪的 CNC 系统将是一个高度智能化的系统。具体是指系统应在局部或全部实现加工过程的自适应、自诊断和自调整;多媒体人机接口使用户操作简单,智能编程使编程更加直观,可使用自然语言编程;加工数据的自生成及智能数据库;智能监控;采用专家系统以降低对操作者的要求等。

【习题】

1. 什么是数控技术？数控设备就是数控机床么？
2. 数控机床的组成部分有哪些？
3. 按照机床的运动轨迹，数控机床分为几类？数控车床属于哪一类？
4. 闭环控制系统和开环控制系统在控制原理上有什么不同？
5. 半闭环控制系统分别与闭环控制系统、开环控制系统在控制原理上有什么异同？
6. 数控系统的发展趋势是什么？

第二章 金属切削原理与刀具

第一节 金属切削运动和切削用量

各种机器都是由零件、组件和部件组装的。零件制造是机器制造过程中最基本、最重要的阶段。金属切削加工是使用最广泛、最主要的机器零件加工方法,这种方法又称为机械加工。由金属切削机床、刀具、夹具和工件(被加工机器零件)组成的系统,称为金属切削工艺系统,简称工艺系统。工件在工艺系统中,被切削加工成为符合设计图要求的合格机器零件的过程,称为切削加工过程。

一、金属切削运动

要加工出工件的表面,就要求刀具与工件之间有一定的相对运动,即表面成形运动。成形运动包括主运动和进给运动:

(1)主运动。是进行切削的最基本、最主要的运动,也称为切削运动。通常其速度最高,消耗功率最多。一般机床只有一个主运动。如图2-1所示的外圆车削加工中,工件的旋转运动就是主运动。主运动的速度称为切削速度,用 v_c 表示。

(2)进给运动。进给运动与主运动配合,使切削工作能够连续地进行以获得所需要的工件表面。通常其消耗动力较少,可由一个或多个运动组成,甚至没有(如拉削)。如图2-1所示的外圆车削加工中,进给运动是车刀沿平行于工件轴线方向的连续直线运动。进给运动的速度称为进给速度,以 v_f 表示,单位为 mm/s 或 mm/min 。进给速度还可以以每转或每行程进给量 f (mm/r 或 mm/st)、每齿进给量 f_z (mm/z)表示。

由主运动和进给运动合成的运动称为合成切削运动。刀具切削刃上选定点相对工件的瞬时合成运动方向称为合成切削运动方向,其速度称为合成切削速度 v_c ,如图2-1所示。合成切削速度为同一选定点的主运动速度与进给运动速度的矢量和,即:

$$v_c = v_c + v_f$$

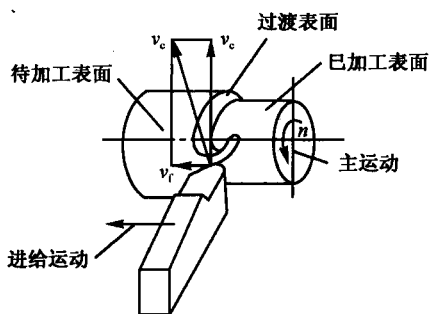


图2-1 外圆车削的切削运动与切削表面

其中, v_c 称为主运动速度, v_f 称为进给运动速度。

(3) 辅助运动。要完成机床的工作循环, 除主运动和进给运动外, 还需其他的一些运动。

①空行程运动。包括刀架、工作台的快速接近与退出工件等, 可节省辅助时间。

②切入运动。为了保证被加工面获得所需要的尺寸, 刀具相对于工件表面所作的深入运动。

③分度运动。使工件或刀具回转所需要的角度, 多用于加工若干个均匀分布的表面。按照表面分布的形式, 有圆周分度运动和直线分度运动两种。

④操纵及控制运动。包括变速、换向、起停及工件的装夹等。

二、切削表面

加工工件表面上依次变化着已加工表面、待加工表面和过渡表面, 见图 2-1 所示。

(1) 已加工表面。工件上经刀具切削后产生的表面称为已加工表面。

(2) 待加工表面。工件上即将被切除的表面称为待加工表面。

(3) 过渡表面。过渡表面就是工件上由切削刃形成的那部分表面, 它在下一切削行程(如刨削)、刀具或工件的下一转(如单刃镗削或车削)将被切除, 或者由下一切削刃(如铣削)切除。

三、切削用量

所谓切削用量是指切削速度、进给量和切削深度三要素的总称。在切削加工过程中, 需针对不同的工件材料、刀具材料及其他工艺技术要求来选定合适的切削用量。

(1) 切削速度。大多数切削加工的主运动采用回转运动。回旋体(刀具或工件)上外圆或内孔某一点的切削速度计算公式如下

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000} \quad \text{m/s 或 m/min}$$

式中 d ——工件或刀具上某一点的回转直径(mm)

n ——工件或刀具的转速(r/s 或 r/min)

(2) 进给速度、进给量和每齿进给量。进给速度 v_f 是单位时间的进给量, 单位是 mm/s (mm/min)。

进给量是工件或刀具每回转一周时两者沿进给运动方向的相对位移, 单位是 mm/r (毫米/转)。

对于铣刀、铰刀、拉刀、齿轮滚刀等多刃切削工具, 在它们进行工作时, 还应规定每一个刀齿的进给量 f_z , 即后一个刀齿相对于前一个刀齿的进给量, 单位是 mm/z (毫米/齿)。显而易见

$$v_f = f \cdot n = f_z \cdot z \cdot n \quad \text{mm/s 或 mm/min}$$

(3)背吃刀量。对于车削和刨削加工来说,背吃刀量 a_p 为工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离,单位为 mm。

如图 2-2 所示,外圆柱表面车削的深度可用下式计算

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad \text{mm}$$

对于钻孔工作

$$a_p = \frac{d_m}{2} \quad \text{mm}$$

式中: d_m ——已加工表面直径(mm)

d_w ——待加工表面直径(mm)

圆周铣削和端面铣削时,背吃刀量 a_p 为平行于铣刀轴线测量的切削层尺寸。铣削用量还包括侧吃刀量 a_e ,即垂直于铣刀轴线测量的切削层尺寸。如图 2-3 所示。

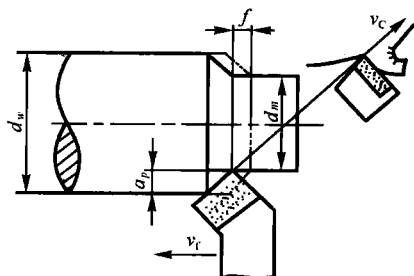


图 2-2 车削用量三要素

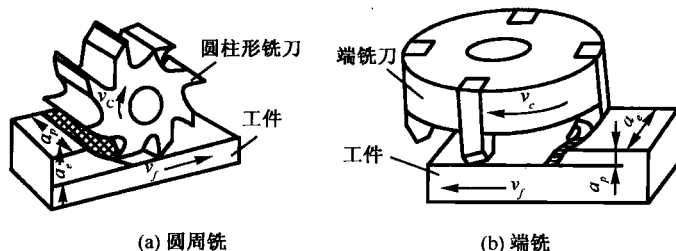


图 2-3 铣削运进及铣削用量

第二节 刀具切削部分的基本知识

一、刀具切削部分的组成

金属切削加工中使用的刀具种类很多,形状用途各不相同,其中车刀是一种应用广泛的基本刀具,其他刀具可以看作是由车刀演变或组合形成。现以外圆车刀为例来说明刀具的组成和刀具切削部分的几何参数的基本概念,如图 2-4 所示,外圆车刀由刀头和刀体组成。

刀体用来将车刀夹固在刀架上;刀头用来切削,又称切削部分。车刀切削部分由三个刀面、两个刀刃和一个刀尖组成。

- (1)前刀面。切屑流出接触的刀面,又称前面。
- (2)主后面。与工件上过渡表面相对的刀面。

- (3)副后面。与工件上已加工表面相对的刀面。
- (4)主切削刃。前刀面与主后面相交形成的切削刃,又称主刀刃。它担负着主要的切削工作。
- (5)副切削刃。前刀面与副后面相交形成的切削刃,又称副刀刃。
- (6)刀尖。三个刀面在空间的交点,也可理解为主、副切削刃二条刀刃汇交的一小段切削刃。在实际应用中,为增加刀尖的强度与耐磨性,一般在刀尖处磨出直线或圆弧形的过渡刃。

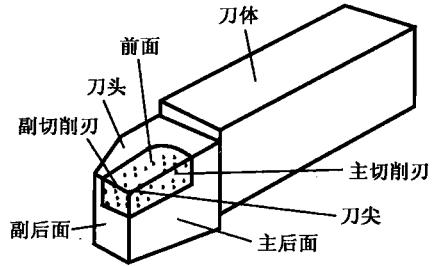


图 2-4 车刀的组成

二、刀具的静止角度参考系

1. 参考系的建立

刀具静止坐标系是用于设计、制造、刃磨和测量刀具几何角度的参考系。由于刀具的几何角度是在切削过程中起作用的角度,因此刀具静止坐标系坐标平面的建立应以切削运动为依据。首先给出假定工作条件,假定工作条件包括假定运动条件和假定安装条件,然后建立参考系。如图 2-5 所示,常用的刀具静止坐标系由下列平面组成:

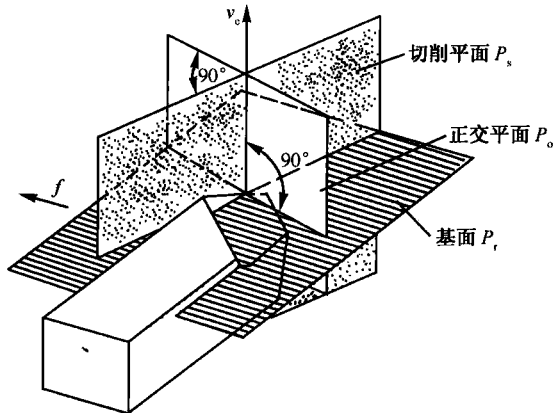


图 2-5 刀具静止参考系

- (1)基面 p_r 。过切削刃上选定点与切削速度相垂直的平面。车刀的基面就是过切削刃选定点与底面平行的平面,铣刀和钻头的基面就是刀具的轴向剖面。
 - (2)切削平面 p_s 。过切削刃上选定点与切削刃相切并与基面垂直的平面。
 - (3)正交平面 p_o 。过切削刃上选定点同时垂直于基面和切削平面的平面。
- 基面、切削平面和正交平面相互垂直构成确定刀面和刀刃空间位置的直角坐标系,称为正交平面系。

2. 刀具的基本角度

刀具角度是刀具在静止参考系中的角度,下面以图 2-6 所示的外圆车刀为例进行介绍。

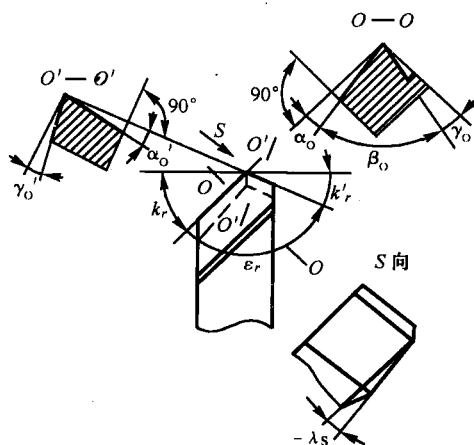


图 2-6 外圆车刀刀具角度

(1) 主偏角 κ_r 。过主切削刃上选定点,在基面内测量的主切削刃与进给运动方向间的夹角。

(2) 前角 γ_o 。过切削刃上选定点,在正交平面内测量的前刀面与基面间的夹角。按规定前角可取正值、负值。前刀面与基面间的夹角为锐角时,前角为正值;夹角为钝角时,前角为负值;夹角为直角时,前角为 0° 。

(3) 后角 α_o 。过主切削刃上选定点,在正交平面内测量的主后刀面与切削平面间的夹角。后角也可取正值、负值。主后刀面与基面间的夹角为锐角时,后角为正值;夹角为钝角时,后角为负值;夹角为直角时,后角为 0° 。

(4) 刃倾角 λ_s 。过主切削刃上选定点,在切削平面内测量的主切削刃与基面间的夹角。当刀尖是主切削刃上最高点时,刃倾角为正值;刀尖是主切削刃上最低点时,刃倾角为负值;主切削刃与基面平行时,刃倾角为 0° 。

(5) 副偏角 κ'_r 。过副切削刃上选定点,在基面内测量的副切削刃与进给运动反方向间的夹角。

(6) 副后角 α'_o 。过副切削刃上选点,在副正交平面内测量的副后刀面与副切削平面间的夹角。

以上标注角度是在刀尖与工件回转轴线等高、刀杆纵向轴线垂直于进给方向,以及不考虑进给运动的影响等条件下确定的。

三、刀具的工作角度

上述车刀的标注角度没有考虑刀具安装位置的变化和进给运动的影响。在实际切削

过程中,由于装刀位置可能变化和进给运动的影响,这些标注角度则会发生一些变化。这种变化了的角度叫做刀具的工作角度。一般情况下,工作角度与标注角度的数值相差不大,可以忽略。但在有些情况下,二者的数值差别较大时,则应考虑两者差值的影响。例如车螺纹时,由于进给量的加大(此时,进给量等于导程),从而使前后角的数值变化较大。

外圆车刀安装角度对工作角度的影响如图 2-7 所示。

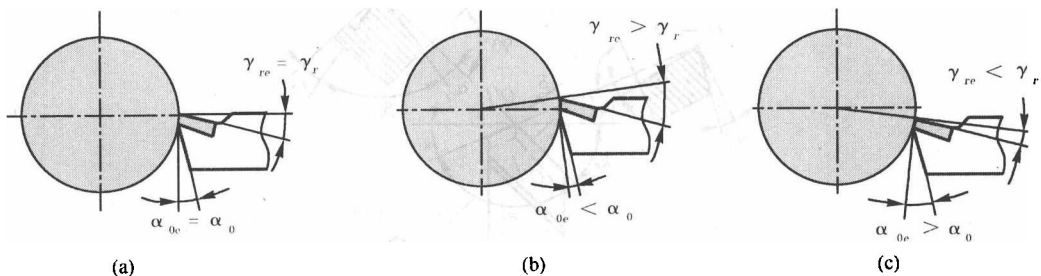


图 2-7 车刀安装高度对工作角度的影响

图 2-7(a)所示为车刀刀尖与工件的回转轴线等高;图 2-7(b)所示为车刀刀尖高于工件的回转轴线,此时,工作前角增大,工作后角减小相同的角度;图 2-7(c)所示为车刀刀尖低于工件的回转轴线,此时,刀具的工作前角减小,工作后角增大相同的角度。内孔镗削时与外圆加工时刚好相反。

四、刀具几何参数的合理选择

刀具切削部分的几何参数,对切削过程中的金属变形、切削力、切削温度、工件的加工质量以及刀具的磨损都有显著的影响。选择合理的刀具几何参数,就是要在保证工件加工质量和刀具经济耐用度的前提下,达到提高生产率、降低生产成本的目的。影响刀具合理几何参数选择的主要因素是工件材料、刀具材料及类型、切削用量、工艺系统刚度以及机床功率等。

1. 前角的选择

在选择刀具前角时首先应保证刀刃锋利,同时也要兼顾刀刃的强度与耐用度。刀具前角的合理选择,主要由刀具材料和工件材料的种类与性质决定。增大前角可使切削变形减小,使切削力、切削温度降低,也可抑制积屑瘤等现象,提高已加工表面质量。但前角过大,会造成刀具楔角减小,刀头强度降低、散热体积减小、切削温度升高、刀具磨损加剧、刀具耐用度降低等。

加工塑性材料时选择较大的前角,加工脆性材料时选择较小的前角,材料的强度、硬度越高,前角越小,甚至为负值。

高速钢刀具强度高、韧性好,可选较大前角;硬质合金刀具的硬度高、脆性大,应选较小前角;陶瓷刀具脆性更大,不耐冲击,前角应更小。