



全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材

数控加工工艺

SHUKONG JIAGONG GONGYI

主编 崔兆华 主审 韩鸿鸾



SKJGGY



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

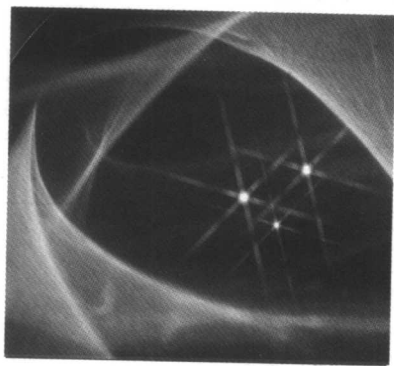


全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材

数控加工工艺

SHUKONG JIAGONG GONGYI

主编 崔兆华 主审 韩鸿鸾



山东科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

数控加工工艺 / 崔兆华主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2005.9

全国高职高专数控专业 (机电专业) 教学通用教材
ISBN 7-5331-4159-8

I. 数... II. 崔... III. 数控机床 - 加工工艺 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095400 号

全国高职高专数控专业 (机电专业) 教学通用教材

数控加工工艺

主编 崔兆华

主审 韩鸿鸾

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东华鑫天成印刷有限公司

地址: 潍坊市经济技术开发区

邮编: 261031 电话: (0536)2250617

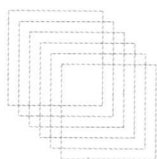
开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 17.75

版次: 2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4159-8 TG · 27

定价: 29.00 元



出版说明

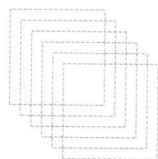
为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》(以下简称《计划》)。《计划》的目标是“经过 5 年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。此外，教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》，提出了“力争经过 5 年的努力，编写、出版 500 种左右高职高专教育规划教材”的目标。

根据这一精神，有关院校和出版社积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的。

教育部确定了普通高等教育国家级教材规划选题，将高职高专教育规划教材纳入其中。国家级规划教材的建设以“实施精品战略，抓好重点规划”为指导方针，处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系，在此基础上形成了特色鲜明、一纲多种、优化配套的高职高专教育教材体系。该套教材就是在这种情况下组织编写出版的。

该套教材的特点：在知识方面具有先进性、广泛性和实用性，尽量做到理论与实践的零距离；在应用上具有可操作性；在内容上具有正确性。

该套教材适用于高等职业学院、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术(技师)学院、高级技工学校、继续教育学院和民办高校数控专业和机电专业的师生使用，也可以作为其他专业及本科师生用书，还可以作为工厂中数控机床操作与维修人员的参考书。



前言

制造自动化技术是先进制造技术中的重要组成部分,其核心技术是数控技术。数控技术随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术的发展而得到飞速发展。数控技术极大地推动了计算机辅助设计、计算机辅助制造、柔性制造系统、计算机集成制造系统、虚拟制造系统和敏捷制造的发展,并为实现绿色制造打下了基础。有关专家们预言,21世纪机械制造业的竞争,其实质是数控技术的竞争。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批熟悉数控加工工艺、能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。为了适应我国高等职业技术教育发展及应用型高级技能人才培养的需要,我们总结了近几年来高等职业技术教育课程改革的经验,在此基础上编写了本教材。

数控加工工艺是数控编程与操作的基础,合理的工艺是保证数控加工质量、发挥数控机床效能的前提条件。本书正是从数控加工的实用角度出发,以数控加工的实际生产为基础,以掌握数控加工工艺为目标,在介绍数控加工切削基础、数控加工用刀具、数控加工中工件的定位与装夹以及数控加工工艺基础等基本知识的基础上,分析了数控车削、数控铣削、数控磨削及数控电加工等加工工艺。全书系统性、综合性强,前后各章联系紧密;书中精选了大量的典型实例,均经过实践检验,具有很高的可信度和可操作性。

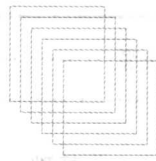
本书是高等职业技术教育数控专业通用教材,适合于高等职业院校数控专业与机电一体化专业的教材,也可以作为普通本科、大中专院校数控专业的教材,还可供数控加工技术人员的参考用书。

本书由崔兆华主编,韩鸿鸾主审。参加编写的人员有:绪论、第四章由崔兆华编写,第一章由房德涛、柴孟江和聂肇正编写,第二章由白雪峰编写,第三章由贾利敏、于川、张丽和丁步温编写,第五章由庄玉、温秀华编写,第六章由王大伟编写,第七章由陈文、刘同森编写,第八章由孙大伟、姜波、禄伟编写,第九章由迟京瑞编写。

本书在编写过程中得到了临沂技术学院各级领导的关心和大力支持,得到了各兄弟院校的大力帮助,部分从事数控专业教学的教师对该书的编写提出了一些建设性的建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,再加上数控技术发展迅速,书中缺陷乃至错误在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编者



目 录

绪 论	1
第一章 数控加工基础	6
第一节 金属切削加工的基本概念	6
第二节 刀具切削部分的几何参数	8
第三节 金属切削过程的基本理论及规律	10
第四节 刀具几何参数的合理选择	22
第五节 切削液	28
第六节 车削加工基础知识	30
第七节 铣削加工基础知识	39
第八节 钻削加工基础知识	42
第九节 磨削加工基础知识	47
第十节 常用量具	52
思考与练习题	60
第二章 数控加工用刀具	62
第一节 数控刀具的特点	62
第二节 数控工具系统	62
第三节 刀具材料及其选用	66
第四节 数控加工用刀具及其选用	72
第五节 刀具涂层技术	78
思考与练习题	81
第三章 数控加工工件的定位与装夹	82
第一节 机床夹具概述	82
第二节 工件定位	85
第三节 定位基准选择原则	90
第四节 常见定位方式及定位元件	91
第五节 定位误差	95



第六节 工件夹紧	98
思考与练习题	101
第四章 数控加工工艺基础	103
第一节 基本概念	103
第二节 制定数控加工工艺过程的主要问题	107
第三节 数控加工工艺的制定	120
第四节 加工余量的确定	128
第五节 工序尺寸的确定	133
第六节 机械加工精度及表面质量	138
第七节 成组技术	143
思考与练习题	148
第五章 数控车削加工工艺	150
第一节 数控车削加工工艺概述	150
第二节 数控车削加工工艺分析	151
第三节 典型零件加工工艺分析	162
思考与练习题	165
第六章 数控铣削加工工艺	167
第一节 数控铣削加工工艺概述	167
第二节 数控铣削加工工艺分析	171
第三节 典型零件加工工艺分析	189
思考与练习题	192
第七章 数控磨削加工工艺	193
第一节 数控磨削加工概述	193
第二节 数控磨削加工工艺的制定	195
第三节 典型零件加工工艺分析	199
思考与练习题	205
第八章 数控电加工工艺	206
第一节 概述	206
第二节 数控电火花成形加工	207
第三节 数控线切割机加工	232

思考与练习题	247
第九章 计算机辅助工艺设计	249
第一节 CAPP 技术概述	250
第二节 计算机辅助工艺设计系统的体系结构	254
第三节 CAPP 的基本原理与方法	256
第四节 CAPP 系统的工序设计	260
第五节 工艺数据库与知识库	266
思考与练习题	270
参考文献	271

绪 论

一、数控加工在机械制造业中的地位和作用

随着科学技术飞速发展和经济竞争的日趋激烈,机械产品的更新速度越来越快,多品种、中小批量生产的比重明显增加。同时,随着航空工业、汽车工业和轻工业消费品生产的高速增长,复杂形状的零件越来越多,精度要求也越来越高。此外,激烈的市场竞争要求产品研制周期越来越短,传统的加工设备和制造方法已难于适应这种多样化、柔性化与复杂形状零件的高效高质量加工要求。因此近几十年来,世界各国十分重视发展能有效解决复杂、精密、小批多变零件加工的数控加工技术。在加工设备中大量采用以微电子技术和计算机技术为基础的数控技术,将机械技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术有机地结合在一起,使机械制造业的生产方式发生了革命性变化。

数控加工技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,现代的 CAD/CAM、FMS、CIMS 等,都是建立在数控加工技术之上,离开数控加工技术,先进制造技术就成了无本之木。同时,数控加工技术关系到国家战略地位,是体现国家综合国力水平的重要基础性产业,其水平的高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志,实现加工机床及生产过程的数控化已经成为当今制造业的发展方向。专家们曾预言:机械制造的竞争,其实质是数控技术的竞争。

二、数控加工技术的发展

1. 数控机床的发展 数控机床即是采用了数控技术的机床,或者说装备了数控系统的机床。从应用来说,数控机床就是将加工过程所需的各种操作(如主轴变速、松夹工件、进刀与退刀、启动与停止、选择刀具、供给切削液等)和步骤,以及刀具与工件之间的相对位移量都用数字化的代码来表示,通过控制介质将数字信息送入专用的或通用的计算机,计算机对输入的信息进行处理与运算,发出各种指令来控制机床的伺服系统或其他执行元件,使机床自动加工出所需要的零件。

数控机床是由美国人发明的。1947 年美国密执安州特拉弗斯城帕森斯公司的帕森斯(John C. Parson),为了精确地制作直升机叶片的样板,设想了用电子技术控制坐标镗床的方案。1949 年美国空军后勤司令部为了在短时间内造出经常变更设计的火箭零件,与帕森斯公司合作,并选择麻省理工学院伺服机构研究所为协作单位,于 1952 年研制成功了世界上第一台数控机床——直线插补连续控制的三坐标立式铣床。经过三年的改进与自动程序编制的研究,于 1955 年生产了 100 台类似产品,这些数控铣床在复杂的曲面零件加工中发挥了很大作用。



从 1952 年第一台数控机床问世后,数控技术已先后经历了两个阶段和六代的发展,其六代是指电子管、晶体管、集成电路、小型计算机、微处理器和基于工控 PC 机的通用 CNC 系统。其中前三代为第一阶段,称作硬件联接数控,简称 NC 系统;后三代为第二阶段,称作计算机软件数控,也称 CNC 系统。

我国从 1958 年开始研制数控机床,在研制与推广使用数控机床方面取得了一定成绩。近年来,由于引进了国外的数控系统与伺服系统的制造技术,我国数控机床在品种、数量和质量方面得到了迅速发展。目前,我国已有几十家机床厂能够生产不同类型的数控机床和加工中心。我国经济型数控机床的研究、生产和推广工作也取得了较大的进展,它必将对我国各行业的技术改造起到积极的推动作用。

目前,在数控技术领域中,我国和先进的工业国家之间还存在着不小的差距,但这种差距正在缩小。随着工厂、企业技术改造的深入开展,各行各业对数控机床的需要量将会有大幅度的增长,这将有力地促进数控机床的发展。

2. 自动化生产系统的发展 在现代生产中,为了满足多品种、小批量、产品更新换代周期快的要求,原来以单功能组成机床为主体的生产线,已不能适应机械制造业日益提高的要求,因而具有多功能和一定柔性的设备和生产系统相继出现,促使数控技术向更高层次发展。现代生产系统主要有柔性制造单元 FMC(Flexible Manufacturing Cell)、柔性制造系统 FMS(Flexible Manufacturing system)和计算机集成制造系统 CIMS(Computer Integrated Manufacturing system)。以下简要介绍这三种生产系统。

(1) 柔性制造单元:柔性制造单元 FMC 是在制造单元的基础上发展起来的,又具有一定的柔性。所谓柔性,是指能够较容易地适应多品种、小批量的生产功能。FMC 可由一台或少数几台设备组成。FMC 具有独立自动加工的功能,又部分具有自动传送和监控管理功能,可实现某些种类的多品种小批量的加工。有些 FMC 还可实现 24h 无人运转。它的投资较柔性制造系统 FMS 少得多,技术上又容易实现,因而深受用户欢迎。

FMC 可以作为 FMS 中的基本单元,若干个 FMC 可以发展组成 FMS,因而 FMC 可看作企业发展过程中的一个阶段。

FMC 有两大类,一类是数控机床配上机器人(图 0-1),另一类是加工中心配上托盘交换系统(图 0-2)。

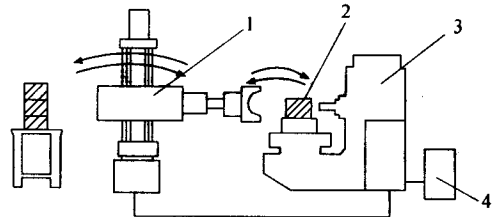


图 0-1 带有机器人的 FMC

1. 机器人 2. 工件 3. 加工中心 4. 监控器

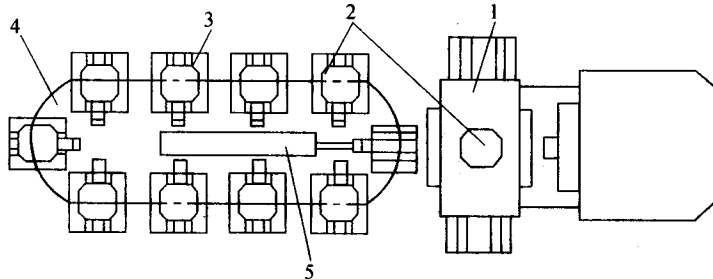


图 0-2 带有托盘交换系统的 FMC

1. 加工中心机床 2. 托盘 3. 托盘座 4. 环形工作台 5. 托盘交换装置

(2) 柔性制造系统: 柔性制造系统是一种把自动化加工设备、物流自动化处理和信息流自动处理溶为一体的智能化加工系统。目前使用较多的 FMS 大都是单一零件族内具有柔性的加工系统, 如车削 FMS、镗铣 FMS、板材生产 FMS、焊接 FMS 等。

柔性制造系统由加工子系统、物流子系统、信息子系统组成。

FMS 的计算机系统一般分为三级, 第一级为主计算机, 又称管理计算机。管理计算机根据调度作业命令或根据现场反馈信号(如故障、报警信号)运行“行业调度软件”, 实现各种工况的作业调度计划, 并对下一级计算机发出相应的控制指令。第二级为过程控制计算机, 包括计算机群控(DNC)、刀具管理计算机和工件管理计算机, 其作用是接受主计算机的指令, 根据指令对下属设备实施具体管理。第三级由各设备的控制计算机构成, 实现具体的程序动作。图 0-3 是一个 FMS 的组成实例。

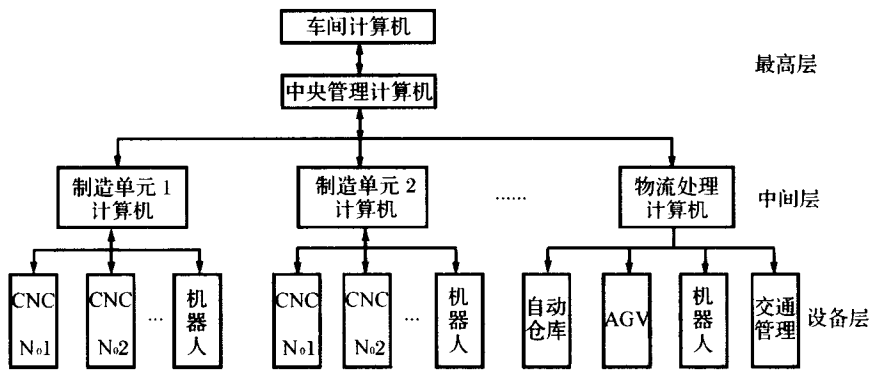


图 0-3 FMS 的组成实例

(3) 计算机集成制造系统: 计算机集成制造系统(CIMS, Computer Integrated Manufacturing system)是在信息技术、自动化技术、计算机技术及制造技术的基础上, 通过计算机及其软件, 将制造工厂生产、经营的全部活动(包括市场调研、生产决策、生产计划、生产管理、产品开发、产品设计、加工制造、质量检验及销售经营等)与整个生产过程有关的物料流与信息流实现计算机系统化的管理, 把各种分散的自动化系统(也称自动化孤岛, Islands Of Automation)有机地集成起来, 构成一个优化的完整生产系统, 从而获得更高的整体效率, 缩短产品开发制造周期, 提高产品的质量, 提高生产率, 提高企业的应变能力, 以赢得竞争。

CIMS 是通过计算机信息技术模块, 把工程设计、经营管理和加工制造三大自动化子系统集成起来的系统(图 0-4)。

自动化生产系统的发展, 使加工技术跨入了一个新的里程碑, 建立了一种全新的生产模式。我国已开始在这方面进行了探索与研制, 并取得了可喜的成果, 已有一些 FMS 和 CIMS 成功地用于生产。

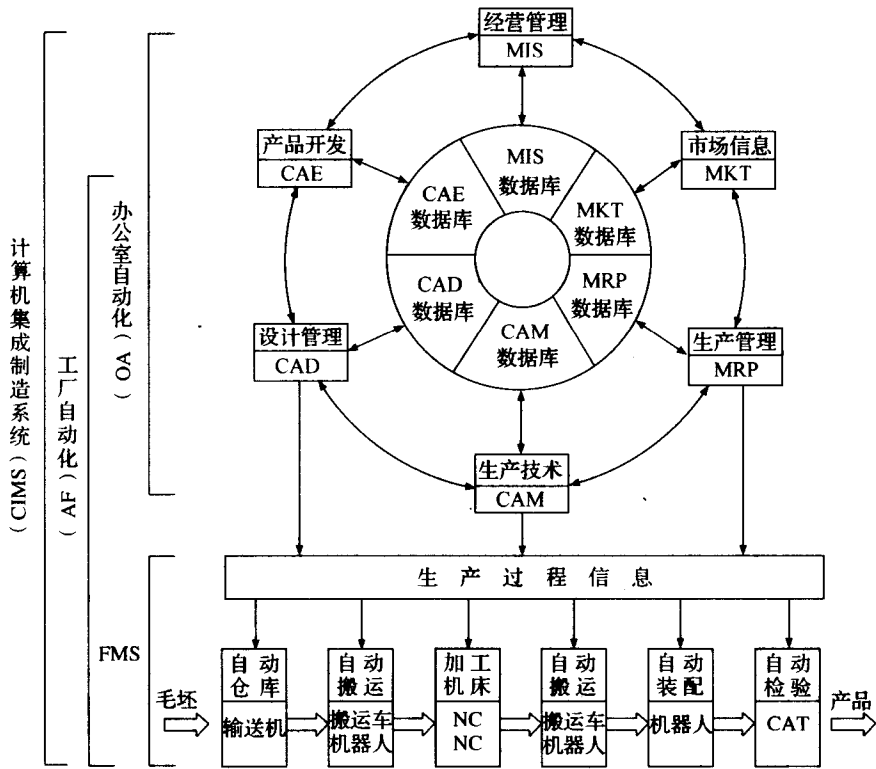


图 0-4 CIMS 的组成示意图

三、数控加工技术的特点

数控机床是由普通机床发展而来的,它们之间最明显的区别是数控机床可以按事先编制的加工程序自动地对工件进行加工,而普通机床的整个加工过程必须通过技术工人的手工操作来完成。图 0-5 说明了两者的主要关系。

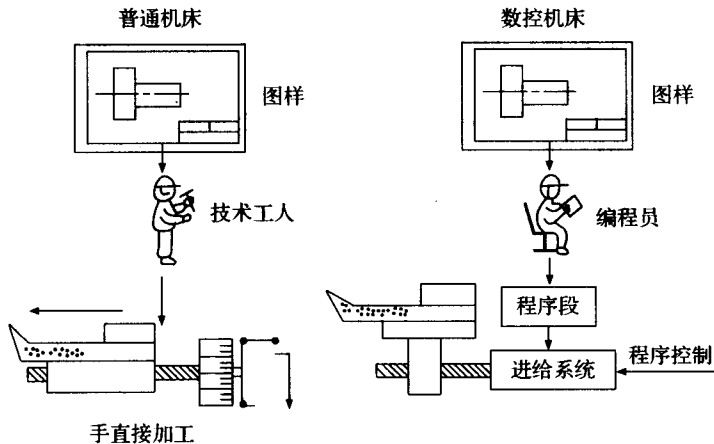


图 0-5 普通机床加工与数控机床加工的区别

同常规加工相比,数控加工具有如下的特点。

(1)自动化程度高:在数控机床上加工零件时,除了手工装卸工件外,全部加工过程都由机床自动完成。在柔性制造系统线上,上下料、检测、对刀、传输、调度、管理等也都自动完成,这样减轻了操作者的劳动强度,改善了劳动条件。

(2)加工精度高,尺寸一致性好:数控加工的尺寸精度通常在 $0.005 \sim 0.1\text{mm}$ 之间,目前最高的尺寸精度可达 $\pm 0.0015\text{mm}$,不受零件形状复杂程度的影响,加工中消除了操作者的人为误差,提高了同批零件尺寸的一致性,使产品质量保持稳定。

(3)加工柔性高:数控机床上实现自动加工的控制信息是加工程序。当加工对象改变时,除了相应更换刀具和解决工件装夹方式外,只要重新编写并输入该零件的加工程序,便可自动加工出新的零件,不必对机床作任何复杂的调整。这一特点不仅满足了当前产品更新快的市场竞争需要,而且较好地解决了单件、中小批量和多变产品的加工问题。高柔性是数控加工最突出的优点,也是数控加工得以产生和迅速发展的主要原因。

(4)生产效率高:数控机床的主轴转速、进给速度和快速定位速度高,可以合理地选择高的切削参数,充分发挥刀具的切削性能,减少切削时间,还可以自动地完成一些辅助动作,精度高而稳定,不需要在加工过程中进行中间测量,能连续完成整个加工过程,减少了辅助动作时间和停机时间。因此,数控加工的生产效率高。

(5)经济效益明显:虽然数控机床一次投资及日常维护保养费用较普通机床高很多,但是如能充分地发挥数控机床的能力,将会带来很高的经济效益。这些效益不仅表现在生产效率高、加工质量好、废品少上,还有减少工装和量刀具、缩短生产周期、减少在制品数量、缩短新产品试制周期等优势,从而为企业带来明显的经济效益。

(6)易于建立计算机通信网络:数控机床是使用数字信息,易与计算机辅助设计、制造(CAD/CAM)系统连接,形成计算机辅助设计、制造与数控机床紧密结合的一体化系统。

四、数控加工工艺的研究内容和任务

数控加工工艺是以数控机床加工中的工艺问题为研究对象的一门综合基础技术课程,它以机械制造中的工艺基本理论为基础,结合数控机床高精度、高效率和高柔性等特点,综合应用多方面的知识,解决数控加工中的工艺问题。

数控加工工艺的内容包括数控加工的基本知识和基本理论、典型数控加工工艺分析等内容。数控加工工艺研究宗旨是如何科学地、最优地设计加工工艺,充分发挥数控机床的特点,实现数控加工中的优质、高产和低耗。

数控加工工艺是数控技术应用专业和机电类专业的主要专业课之一。通过本课程的学习,应基本掌握数控加工工艺的基本知识和基本理论,学会选择机床、刀具、夹具及零件表面的加工方法,掌握数控加工工艺的设计方法。通过有关教学环节的配合,初步具有制定中等复杂程度零件的数控加工工艺的能力,以及分析解决生产中一般工艺问题的能力。

第一章 数控加工基础

第一节 金属切削加工的基本概念

一、切削运动

切削运动是指在切削过程中刀具相对于工件的运动,即在切削过程中,刀具和工件应具备形成零件表面的基本运动。按其在切削过程中所起的作用,可分为主运动和进给运动。

1.主运动 直接切除工件上的切削层,使之转变为切屑,以形成工件新表面的主要运动。例如,车削时工件的回转运动,铣削时铣刀的回转运动,钻削时钻头的旋转运动均为主运动。

2.进给运动 使新的切削层不断投入切削的运动称进给运动。进给运动可分为横向进给运动和纵向进给运动。如车削端面时车刀的运动为横向进给运动,车削外圆时车刀的运动为纵向进给运动。

3.合成切削运动 当主运动与进给运动同时进行时,这两个运动的合成运动称为合成切削运动。刀具切削刃上选定点相对于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。该速度的方向与过渡表面相切,如图 1-1 所示。

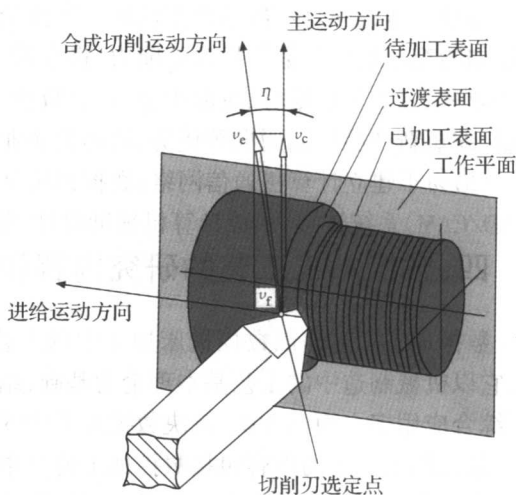


图 1-1 车削外圆时的切削运动和工件表面

二、切削加工时工件上形成的表面

工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面,如图 1-1 所示。

待加工表面,即将被切去金属层的表面。

过渡表面,刀刃正在切削的表面。

已加工表面,工件上经切削后产生的新表面。

三、切削用量

切削用量是度量主运动和进给运动大小的参数。它包括背吃刀量、进给量和切削速度。

1. **背吃刀量** a_p 是工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,单位为 mm 或 in,如图 1-2 所示。

车削外圆时背吃刀量如图 1-2a)所示。切断、车槽时背吃刀量等于车刀主切削刃的宽度,如图 1-2c)示。

车削外圆时的背吃刀量计算公式为

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中: a_p ——背吃刀量(mm);

d_w ——待加工表面直径(mm);

d_m ——已加工表面直径(mm)。

2. **进给量** f 进给量是工件或刀具每转一转,工件与刀具在进给方向上的相对位移。车削时,进给量 f 为工件每转一转,车刀沿进给方向移动的距离,其单位为 mm/r,如图 1-2 所示。车削时的进给速度 v_f (mm/s)为

$$v_f = nf$$

式中: n ——工件转速(r/min)。

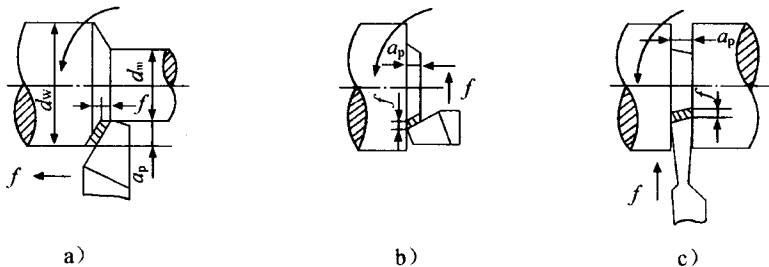


图 1-2 进给量和背吃刀量

a)车外圆 b)车端面 c)切断

3. **切削速度** v_c 它是指切削刃上的选定点相对于工件主运动的瞬时速度,是衡量主运动大小的参数,单位为 m/s 或 m/min。

当主运动为旋转运动时(如车削加工),切削速度的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000}$$

式中: v_c ——切削速度(m/min);

n ——工件转速(r/min);

d ——工件待加工表面直径(mm)。



第二节 刀具切削部分的几何参数

一、刀具切削部分的表面与刀刃

刀具由切削部分和刀体两部分组成,车刀是最典型的简单刀具,其他刀具均可认为是车刀的演变和组合。下面以外圆车刀为代表来确定切削部分的基本定义。

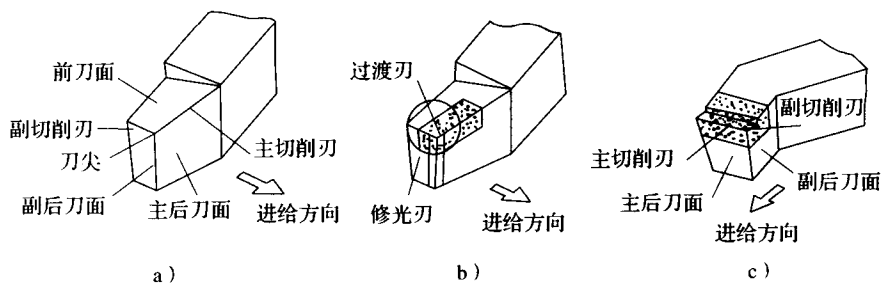


图 1-3 车刀的组成部分

a) 高速钢 75°车刀 b) 硬质合金 75°车刀 c) 硬质合金 45°车刀

从图 1-3 可以看出,车刀的切削部分有“三面两刃一尖”。前刀面:切屑流出时所流经的面。主后刀面:与工件上过渡表面相对的刀面。副后刀面:与工件上已加工表面相对的刀面。主切削刃:前刀面与主后刀面相交的部位,担负主要切削工作。副切削刃:前刀面与副后刀面相交的部位,它协同主切削刃完成金属的切除工作,以最终形成工件的已加工表面。刀尖:主、副切削刃连接处的那一小部分切削刃。为了提高刀尖的强度和耐磨性,可将刀尖磨成圆弧形或直线形的过渡刃,如图 1-3b)所示。修光刃:通常我们称副切削刃前段接近刀尖处的一段平直刀刃为修光刃,如图 1-3b)所示。装刀时必须使修光刃与进给方向平行,且修光刃长度要大于进给量,才能起到修光的作用。

所有车刀都有上述组成部分,但数量并不一样。如典型的外圆车刀由三个刀面、两条刃和一个刀尖组成,如图 1-3a)所示;45°车刀则由四个刀面(两个副后刀面)、三条刃和两个刀尖组成,如图 1-3c)所示。

二、确定刀具角度的参考系

用来确定刀具几何角度的参考坐标系有两大类:一类称为标注参考系(静态参考系),它是刀具设计计算、绘图标注、制造与刃磨及测量时用来确定刀刃、刀面空间几何角度的定位基准,用它定义的角度称为刀具的标注角度(静态角度);另一类称为工作参考系(动态参考系),它是确定刀具切削刃、刀面在切削过程中相对于工件的几何位置的基准,用它来定义的角度称为刀具的工作角度。

下面以外圆车刀为例来说明标注参考系。

1. 标注参考系的假定条件 一是假定没有进给运动,只考虑主运动,并且限定主运动垂直于水平面,方向向上;二是假定刀具的刃磨和安装基准面垂直于切削速度方向(或平行于基面),对车刀来说,规定其刀尖安装在工件中心高度上,刀杆中心线垂直于工件的回

转轴线。

2. 刀具标注参考系 刀具的标注参考系有三个坐标平面:基面、切削平面、刃截面(当讨论主切削刃时称为主切削刃截面,简称主截面。同理,在讨论副切削刃时,称为副切削刃剖面,简称副截面)。

(1)基面 P_r :是垂直主运动方向并通过切削刃上选定点(即要研究的点。如果切削刃是直线,并平行于水平面,切削刃上的各点均符合这个条件)的平面。根据假设条件,只考虑主运动方向和刀尖恰在工件中心线上的假设,可以认为基面就是由工件中心线和刀尖规定的一个平面。如果刀尖安装得过高或过低,根据主运动垂直向上的假设,该点不在刀尖上,而是在刀刃上的某一点,此时并不会改变基面的位置,如果刀刃是直线,也不会影响其测量的角度(图 1-4)。

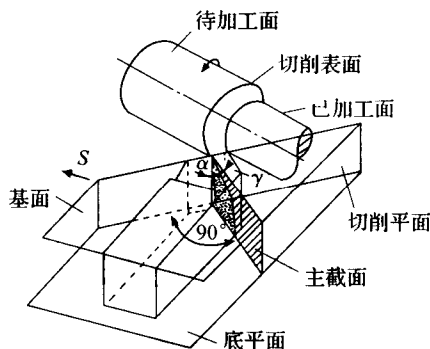


图 1-4 切削时的几个面

(2)切削平面 P_s :是指切削刃上选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面,如图 1-4 所示。一般情况下切削平面就是指主切削平面。

(3)主截面 P_o :是指通过切削刃上某选定点同时垂直于基面和切削平面的平面。

必须指出,以上刀具各标注角度参考系均适用于选定点选在主切削刃上,如果选定点选在副切削刃上,则所定义的是副切削刃标注参考系的坐标平面,应在相应的符号右上角加标“'”以示区别,如副截面 P_o' 。

三、刀具标注角度

下面以外圆车刀为例,介绍刀具的标注角度,如图 1-5 所示。

1. 在截面内测量的角度

(1)前角 γ_o :前角是前刀面与基面之间的夹角。当前刀面与切削平面夹角小于 90° 时,前角为正值,大于 90° 时前角为负值。

(2)后角 α_o :后角是主后刀面与切削平面之间的夹角。当主后刀面与基面夹角小于 90° 时,后角为正值;当主后刀面与基面夹角大于 90° 时,后角为负值。在副截面 P'_o 内测量的角度是副后角(α'_o)及副前角(γ'_o)。

(3)楔角 β_o :楔角是前刀面与主后刀面之间的夹角。它是由前角和后角得到的派生角度

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$$

2. 在基面中测量的角度 主偏角 k_r :主切削刃在基面上的投影与进给方向之

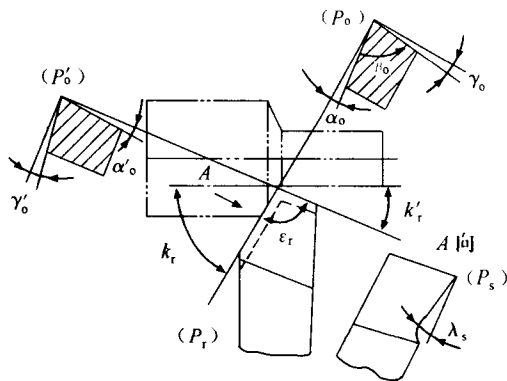


图 1-5 车刀的标注角度