

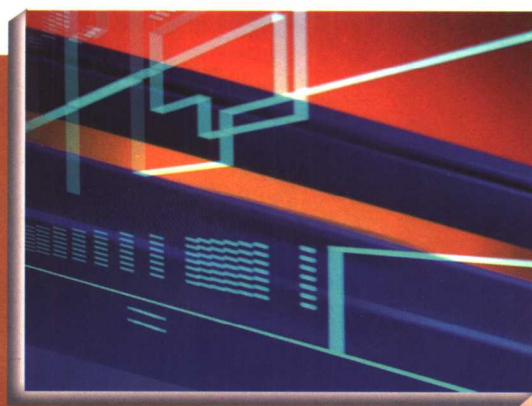
中 等 职 业 技 术 教 育 系 列 教 材



数控加工技术

shukong jiagong jishu

○ 余常青 陈国衡 黎红 主编



华中科技大学出版社
<http://press.hust.edu.cn>

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术/余常青 陈国衡 黎 红 主编

武汉:华中科技大学出版社,2005年9月

ISBN 7-5609-3492-7

I. 计…

II. ①余… ②陈… ③黎… ④张… ⑤邹… ⑥杨…

III. 数控机床-加工

IV. TG659

数控加工技术

余常青 陈国衡 黎 红 主编

策划编辑:卢金锋

责任编辑:孙基寿

责任校对:朱 霞

封面设计:秦 茹

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华大图文设计室

印 刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:787×1092 1/16

印张:16

字数:372 000

版次:2005年9月第1版

印次:2005年9月第1次印刷

定价:28.00元(含1 CD)

ISBN 7-5609-3492-7/TG·67

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书内容包括四部分,第一部分介绍数控加工、数控编程及数控工艺的相关概念、数控技术的现状及发展方向;第二部分介绍数控车削工艺及装备、数控车床编程及数控车床操作;第三部分介绍数控铣削工艺及装备、数控铣床编程及数控铣床操作;第四部分介绍数控线切割编程及操作。

本书注重实用性,各部分均有大量实例,并将工艺技巧、编程技巧与操作技巧融于实例之中,以利于全面提升学生实际操作能力。

本书除可作为职业院校数控技术应用、机电一体化、模具设计与制造等专业的教材之外,还可作为全国数控奥林匹克大赛的培训教材。本书对数控专业有关技术人员、数控机床操作人员也有参考价值。

前 言

2003年12月,教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合提出优先在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域实施“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。本书是为了满足数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训的需要,根据职业院校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案的基本要求和劳动和社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范而编写的。

本教材具有如下特点。

(1) 将数控加工必备的数控加工工艺、数控编程与数控机床操作有机地联系在一起。

(2) 各部分均有大量实例,并将工艺技巧、编程技巧与操作技巧融于实例之中。从分析零件图、选择材料与工艺装备、制定工艺规程、编制数控程序,到操作数控机床,均可在实例中进行演练。

(3) 考虑到国产数控系统的发展以及全国数控奥林匹克大赛的需要,本书以华中世纪星数控系统 HNC21/22 系统为例,介绍数控机床的编程及操作的相关知识。

本教材共分四部分,第一部分介绍数控加工、数控编程及数控工艺的相关概念、数控技术的现状及发展方向;第二部分介绍数控车削工艺及装备、数控车床编程及数控车床操作;第三部分介绍数控铣削工艺及装备、数控铣床编程及数控铣床操作;第四部分介绍数控线切割编程及操作。

参加本教材编写的有武汉市二轻工业学校的余常青、黎红,湖北孝感工业学校的陈国衡、邹福召,武汉仪表电子学校的张珍明,武汉机电工程学校的杨捷。全书最后由余常青统稿。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请同行专家和读者批评指正。

编 者
2005年7月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 数控加工与数控机床	(1)
1.1.1 数控机床的组成	(1)
1.1.2 数控机床的分类	(2)
1.1.3 数控加工的特点	(4)
1.2 数控编程的概念与方法	(5)
1.2.1 数控编程的概念	(5)
1.2.2 数控编程的种类	(5)
1.2.3 手工编程的步骤	(5)
1.3 数控加工工艺概述	(6)
1.3.1 数控加工工艺设计的准备	(6)
1.3.2 数控加工工艺设计的内容	(6)
1.4 数控技术的现状与发展方向	(7)
第 2 章 数控车削基础	(8)
2.1 车削加工原理	(8)
2.1.1 车削运动和车削要素	(8)
2.1.2 切削刀具的几何角度及其材料	(9)
2.1.3 切削液的选用	(16)
2.1.4 车削精度	(17)
2.2 数控车削概述	(18)
2.2.1 数控车削加工简介	(18)
2.2.2 数控车床简介	(22)
2.3 数控车削工艺	(24)
2.3.1 车削加工的工艺原则和划分方法	(24)
2.3.2 车削加工的工艺特点	(26)
2.3.3 数控加工工艺文件	(28)
2.3.4 数控车削加工零件的类型	(29)
2.3.5 零件基准和加工定位基准的选择	(29)
2.3.6 刀具的选择和走刀路线的确定	(30)
2.3.7 对刀的常用方法	(36)
2.3.8 典型零件数控车削工艺分析	(37)

练习与思考	(40)
第3章 数控车削编程	(41)
3.1 数控车削编程基础	(41)
3.1.1 坐标系与原点	(41)
3.1.2 程序的结构与格式	(42)
3.2 数控车削基本指令	(44)
3.2.1 M指令(辅助功能)、S指令(主轴功能)、F指令(进给功能) 和T指令(刀具功能)	(44)
3.2.2 G指令(准备功能)	(47)
3.2.3 与坐标系相关的G指令	(48)
3.2.4 与运动方式相关的G指令	(52)
3.2.5 简单循环G80、G81、G82指令	(59)
3.2.6 复合循环G71、G72、G73、G76指令	(63)
3.2.7 刀具补偿功能指令	(75)
3.3 宏指令编程	(81)
3.3.1 宏变量及常量	(81)
3.3.2 运算符	(82)
3.3.3 赋值语句	(82)
3.3.4 条件判别语句	(82)
3.3.5 循环语句	(83)
3.4 数控车削编程实例	(84)
3.4.1 编程步骤	(84)
3.4.2 编程实例一	(85)
3.4.3 编程实例二	(86)
3.4.4 编程实例三	(87)
3.4.5 编程实例四	(89)
练习与思考	(91)
第4章 数控车床操作	(94)
4.1 数控车床操作步骤	(94)
4.1.1 操作步骤	(94)
4.1.2 程序编辑与运行	(95)
4.1.3 上机操作步骤	(96)
4.2 HNC-21T数控车床的操作界面	(96)
4.2.1 界面介绍	(96)
4.2.2 界面功能	(98)
4.2.3 手动数据输入(MDI)操作	(102)

4.2.4	数据设置	(103)
4.2.5	运行控制	(106)
4.2.6	显示	(110)
第 5 章	数控铣削基础	(113)
5.1	数控铣削设备	(113)
5.1.1	一般数控铣床	(113)
5.1.2	铣削加工中心	(113)
5.1.3	多坐标轴数控铣床	(114)
5.2	数控铣削装备	(115)
5.2.1	工件的安装与找正	(115)
5.2.2	刀具的种类与选择	(116)
5.3	数控铣削工艺	(120)
5.3.1	数控铣削工艺	(120)
5.3.2	铣削工艺路线	(122)
5.3.3	铣削工艺参数	(126)
第 6 章	数控铣削编程	(128)
6.1	数控铣削编程基础	(128)
6.1.1	坐标系与原点	(128)
6.1.2	程序结构与格式	(130)
6.2	数控铣削指令代码	(132)
6.2.1	辅助功能 M 代码	(132)
6.2.2	主轴功能 S、进给功能 F 及刀具功能 T 代码	(134)
6.2.3	准备功能 G 代码	(134)
6.2.4	宏指令编程	(159)
6.3	数控铣削编程实例	(162)
第 7 章	数控铣床操作	(183)
7.1	数控铣床的控制面板及操作界面	(183)
7.2	数控铣床的控制面板的操作功能	(185)
7.2.1	急停	(185)
7.2.2	方式选择	(186)
7.2.3	轴手动按键	(186)
7.2.4	速度修调	(186)
7.2.5	回参考点	(187)
7.2.6	手动进给	(187)
7.2.7	增量进给	(187)

7.2.8	自动运行	(188)
7.2.9	单段运行	(189)
7.2.10	超程解除	(189)
7.2.11	手动机床动作控制	(189)
7.3	数控铣床操作界面的菜单操作	(190)
7.3.1	程序功能	(190)
7.3.2	手动数据输入(MDI)操作	(194)
7.3.3	数据设置	(195)
7.3.4	运行控制	(197)
7.3.5	显示	(200)
7.4	数控铣床的操作过程及对刀	(205)
7.4.1	数控铣床的操作过程	(205)
7.4.2	对刀	(205)
第 8 章	数控铣削编程与操作实训	(208)
第 9 章	数控线切割编程与加工	(215)
9.1	数控线切割机床简介	(215)
9.1.1	电火花线切割加工的原理和特点	(215)
9.1.2	电火花线切割机床简介	(216)
9.1.3	影响电火花线切割加工工艺指标的主要因素	(217)
9.2	数控线切割加工程序的编制	(219)
9.2.1	3B 格式程序编制	(219)
9.2.2	4B 格式程序编制	(224)
9.2.3	ISO 代码程序编制	(226)
9.2.4	线切割自动编程	(232)
第 10 章	数控线切割加工机床操作及加工实训	(238)
10.1	数控线切割机床操作	(238)
10.2	线切割加工实训	(242)
	练习与思考	(245)

第 1 章 概 论

随着科学技术和社会生产的迅速发展,产品更新换代的速度加快,人们对产品多样化的需求增加,使得机械制造业向多品种小批量的生产方式发展。数控机床正是为适应这种要求而产生的一种灵活、通用、高精度、高效率的“柔性”自动化生产设备。它综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密测量和新型机械结构等多方面的技术成果,并形成了一门新的应用技术——数控加工技术。

1.1 数控加工与数控机床

数控(Numerical Control, NC)是采用数字化信息对机床的运动及其加工过程进行控制的方法。数控机床是应用数控技术对加工过程进行控制的机床。

数控加工就是采用数控机床加工零件的方法。数控加工是随着数控机床的产生、发展而逐步完善的一种应用技术,它是人们长期从事数控加工实践的经验总结。

1.1.1 数控机床的组成

图 1-1 是一台数控车床,由于它装有数控装置,用伺服电机取代了普通车床上的手柄,其生产率和自动化程度比普通车床有了很大提高。

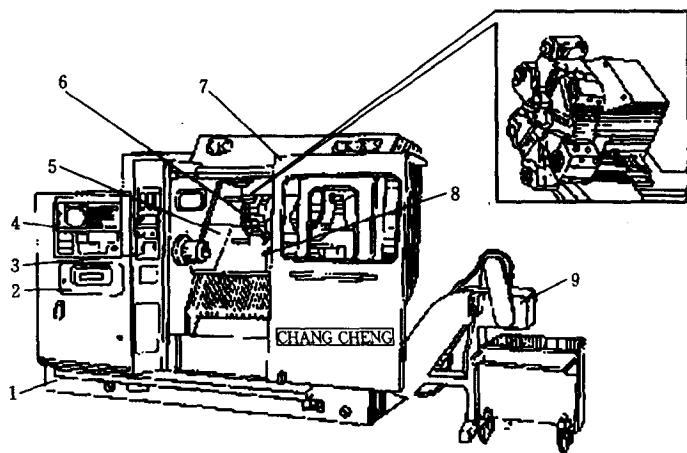


图 1-1 数控车床

- 1—床体 2—光电读带机 3—机床操作台 4—数控系统操作面板
5—倾斜导轨 6—刀盘 7—防护门 8—尾架 9—排屑装置

根据机床各组成部分的功能,可将数控机床分为输入输出设备、数控装置、伺服系统和机床本体等部分组成,其组成框图如图 1-2 所示。

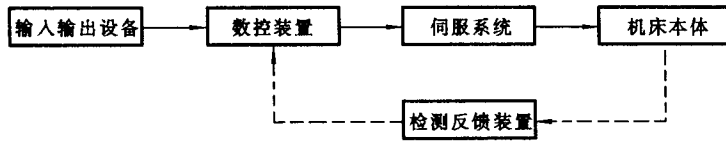


图 1-2 数控机床的组成

1. 输入输出设备

输入输出设备的作用是实现数控加工程序及相关数据的输入、显示、存储以及打印等。常用输入设备有软盘驱动器、RS232C 串行通信口以及 MDI 方式等,输出设备有显示器、打印机等。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心,它接受来自输入设备的程序和数据,并按输入信息的要求完成数值计算、逻辑判断和输入输出控制等。数控装置通常由一台通用或专用微型计算机与输入输出接口板、可编程控制器等连接构成。

3. 伺服系统

伺服系统是数控机床的执行部分,它的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换成机床的运动。每一个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量叫做脉冲当量,常用的脉冲当量为 0.001 mm/脉冲 。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服驱动系统,其性能是决定数控机床的加工精度、表面质量、生产率的主要因素之一。伺服系统由伺服驱动电路和伺服驱动装置组成。

4. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分。主要包括:主运动部件、进给运动部件(如工作台、刀架等)、支承部件(如床身、立柱等),还有冷却、润滑、转位部件以及夹紧、换刀机械手等辅助装置。

对于半闭环、闭环数控机床,还带有检测反馈装置,其作用是检测机床的实际运动速度、方向、位移量以及加工状态,并把检测结果转化为电信号反馈给数控装置,再通过比较,计算出实际位置与指令位置之间的偏差,并发出纠正误差指令。常用位置检测元件有感应同步器、光栅、编码器、磁栅和激光测距仪等。

1.1.2 数控机床的分类

数控机床的种类很多,通常可以从以下不同角度来对其分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床

这类机床和传统的通用机床一样,有数控的车、铣、镗、钻、磨等。这类机床的工艺性和通用机床相似,所不同的是它能加工形状复杂,精度要求高的零件。

(2) 带自动换刀装置的数控机床(加工中心)

这类机床是在一般数控机床上加装一个可容纳 $10 \sim 100$ 把刀具的刀库和自动换刀装置,工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地更换刀具,连续地对工件各加工面自动完成。

(3) 多坐标轴数控机床

数控机床的控制轴数和联动轴数能表示数控装置对机床运动部分的控制能力。一般的数控机床为2~3坐标控制(数控车床为2坐标、数控铣床为3坐标)。但有些复杂形状的工件如螺旋桨叶片,用3坐标数控铣床还是无法加工,为此就出现了多坐标数控机床。现在常用的是4~6坐标的数控机床。

2. 按控制的运动轨迹分类

(1) 点位控制数控机床

这类机床的数控装置只控制机床移动部件从一个位置(点)精确地移动到另一个位置(点),移动过程中不进行任何加工,对移动轨迹也不作控制要求(图1-3)。一般用于数控钻床、数控镗床、数控冲床和数控测量机的控制。

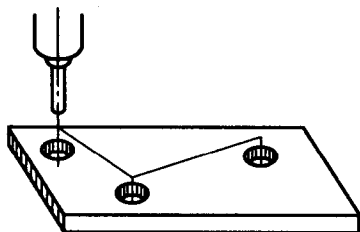


图 1-3 点位控制

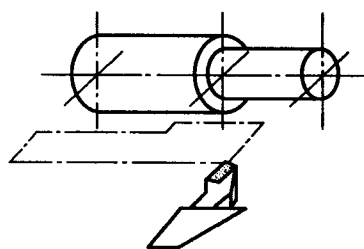


图 1-4 点位直线控制

(2) 点位直线控制数控机床

这类机床的数控装置不仅精确地控制两相关点之间的位置,并且还控制移动的速度和路线,实现平行于坐标轴或与坐标轴成 45° 方向的直线切削加工运动(图1-4)。一般用于直线切削加工的数控车床、数控铣床的控制。

(3) 轮廓控制数控机床

这类机床的数控装置能够控制几个坐标轴同时谐调运动(坐标联动),控制机床移动部件按规定的轨迹和速度运动,在运动过程中进行连续切削加工(图1-5)。一般用于曲线和曲面切削加工的数控车床、数控铣床和加工中心的控制。现代的数控机床基本上都是装备的这种数控系统。

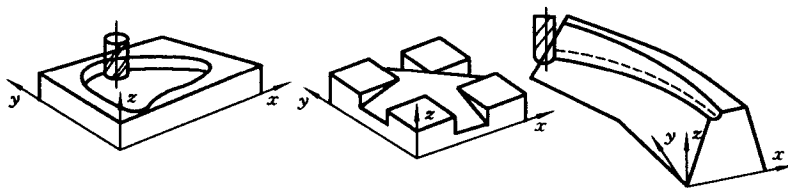


图 1-5 轮廓控制

3. 按有无检测反馈装置分类

(1) 开环控制数控机床

这种机床没有检测反馈装置。数控装置发出信号的流程是单向的,它对机床移动部件的

实际位移量不进行检测,也不能进行误差校正,所以机床的加工精度不高,其精度主要取决于伺服系统的性能。但是这种机床工作较稳定,反应迅速、调试方便,故仍被广泛应用于经济型数控机床上。

(2) 闭环控制数控机床

这种机床在机床移动部件上直接装有位置检测装置,加工中随时将工作台实际位移量反馈到计算机中,与所要求的位置指令进行比较,用比较的差值进行控制,使移动部件按照实际需要的位移量运动,所以能达到很高的加工精度。这类机床的关键是系统的稳定性,因而调试和维修比较复杂,成本高。

(3) 半闭环控制数控机床

这类机床将测量元件从工作台移到电机端头或丝杠端头,闭环环路内不包括丝杠、螺母副及工作台,因而可以获得稳定控制特性。半闭环控制精度较闭环控制差,但稳定性好,成本较低,调试维修也较容易,兼顾了开环控制和闭环控制两者的特点,因此应用比较普遍。

1.1.3 数控加工的特点

与传统机械加工方法相比,数控加工具有以下特点。

1. 可以加工具有复杂型面的工件

在数控机床上,所加工零件的形状都要取决于加工程序。因此只要能编写出程序,无论工件多么复杂都能加工。

2. 加工精度高,质量稳定

数控机床本身的精度比普通机床高,一般数控机床的定位精度为 ± 0.01 mm,重复定位精度为 ± 0.005 mm;而且在数控机床加工过程中,操作人员并不参与,所以消除了操作者的人为误差,工件的加工精度全部由数控机床保证;又因为数控加工采用工序集中,减少了工件多次装夹对加工精度的影响。基于以上几点,数控加工工件的精度高,尺寸一致性好,质量稳定。

3. 生产率高

数控加工可以有效地减少零件的加工时间和辅助时间。由于数控机床的主轴转速、进给速度以及其快速定位的速度快,通过合理选择切削用量,充分发挥刀具的切削性能,可以减少零件的加工时间。此外,数控加工一般采用通用或组合夹具,因此在数控加工前不需划线,而且加上过程中能进行自动换刀,减少了辅助时间。

4. 改善劳动条件

在数控机床上从事加工的操作者,其主要任务是编写程序、输入程序、装卸零件、准备刀具、观测加工状态、以及检验零件等,因此劳动强度极大降低。此外,数控机床一般是封闭式加工,既清洁,又安全,使劳动条件得到了改善。

5. 有利于生产管理现代化

因为相同工件所用时间基本一致,所以数控加工可预先估算加工工件所需时间,因此工时和工时费用可以精确估计。这既便于编制生产进度表,又有利于均衡生产和取得更高的预计产量;此外,对数控架上所使用的刀具、夹具可进行规范化管理。以上特点均有利于生产管理的现代化。

6. 数控加工是 CAD/CAM 技术和先进制造技术的基础

数控机床使用数字信号与标准代码作为控制信息,易于实现加工信息的标准化,目前已与 CAD/CAM 技术有机地结合起来,形成现代集成制造技术的基础。

1.2 数控编程的概念与方法

1.2.1 数控编程的概念

数控编程就是将加工零件的加工顺序、刀具运动轨迹的尺寸数据、工艺参数(如主运动和进给运动速度、切削深度等)以及辅助操作(如换刀、主轴正反转、冷却液开关、刀具夹紧、松开等)等加工信息,用规定的文字、数字、符号组成的代码,按一定格式编写成加工程序。

1.2.2 数控编程的种类

常见的数控编程方法有手工编程和自动编程。

1. 手工编程

利用一般的计算工具,通过各种数学方法,人工进行刀具轨迹的运算,并编制指令。这种方式比较简单,很容易掌握,适应性较大。适用于中等复杂程度程序或计算量不大的零件编程,对机床操作人员来讲必须掌握。

2. 自动编程

利用 CAD/CAM 技术进行零件设计、分析和造型,并通过后置处理,自动生成加工程序,经过程序校验和修改后,形成加工程序。这种方法适应面广、效率高、程序质量好,应用广泛。适用于形状复杂(如空间曲线、曲面等)、工序较长、计算繁琐的零件编程。

1.2.3 手工编程的步骤

手工编程如图 1-6 所示可分为以下几步。

1. 确定工艺过程

在数控机床上加工零件,操作者拿到的原始资料是零件图。根据零件图,可以对零件的形状、尺寸、精度、表面粗糙度、构料、毛坯种类和热处理状况等进行分析,从而选择机床、刀具,确定定位夹紧装置、加工方法、加工顺序及切削用量的大小。在确定工艺过程中,应充分考虑数控机床的所有功能,做到加工路线短、走刀次数少和换刀次数少等。

2. 计算刀具轨迹的坐标值

根据零件的形状、尺寸和走刀路线,计算出零件轮廓线上各几何元素的起点、终点、圆弧的圆心坐标即基点坐标。若数控系统没有刀补功能,则应计算刀心轨迹。当用直线、圆弧来逼近非圆曲线

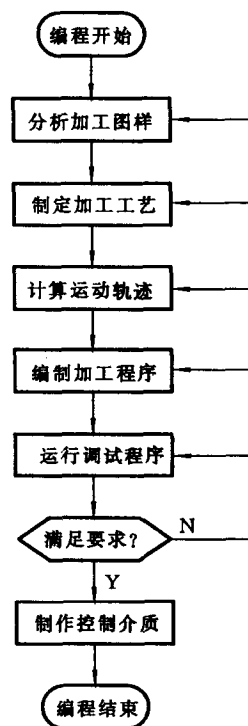


图 1-6 手工编程的步骤

时,应计算曲线上各节点的坐标值。若某尺寸带有上下偏差时,编程时应取尺寸的平均值。

3. 编写加工程序

根据工艺过程的先后顺序,按照指定数控系统的功能指令代码及程序段格式,逐段编写加工程序。程序员应对数控机床的性能、程序代码非常熟悉,才能编写出正确的零件加工程序。

4. 将程序输入数控机床

将程序记录在输入介质(穿孔纸带或磁盘)上,再输入至数控机床。简单程序可以直接使用键盘输入至数控机床。

5. 程序检验

对有图形模拟功能的数控机床,可进行图形模拟加工,检查刀具轨迹是否正确。对无此功能的数控机床可进行空运转检验。以上工作只能检查出刀具运动轨迹的正确性,验不出对刀误差和因某些计算误差引起的加工误差及加工精度。所以还要进行首件试切,试切后若发现工件不符合要求,可修改程序或进行刀具尺寸补偿。

1.3 数控加工工艺概述

1.3.1 数控加工工艺设计的准备

数控加工工艺设计时,必须具备如下原始资料。

- 加工零件图、生产纲领及工艺流程等技术文件。
- 数控机床使用说明书与编程手册。
- 数控机床使用的刀具的规格、编号及切削用量等有关资料。
- 数控加工中所使用的有关夹具、量具等资料。

1.3.2 数控加工工艺设计的内容

数控加工工艺设计的主要内容与步骤如下。

1. 确定数控加工的零件及加工的内容

生产中常把多品种、单件小批量生产的零件;新产品试制中的零件;形状复杂、精度及表面粗糙度要求高的零件;需要多工序集中加工的零件作为数控加工的零件。再将零件中通用机床无法加工或需要昂贵工装设备来加工的内容,通用机床加工质量很难保证的内容,通用机床加工效率低、劳动强度大的内容作为数控加工的内容。

2. 对零件进行数控加工的工艺性分析

分析被加工零件的图样,明确加工内容及技术要求,分析零件结构工艺性的合理性。

3. 确定零件数控加工的工艺方案

确定零件的加工方案,制定数控加工工艺路线。如划分工序、安排加工顺序,处理与非数控加工工序的衔接等。

4. 数控加工工序设计

落实本工序的加工表面、定位与夹紧方式、划分工步、选取工艺装备、确定切削用量。

5. 零件图形的数学处理与走刀路线的设计

选取对刀点和换刀点,确定刀具补偿,确定加工路线,计算刀具轨迹的坐标值。

1.4 数控技术的现状与发展方向

1952年美国研制了第一台3坐标数控铣床,用于加工直升飞机叶片的样板。半个世纪来,数控机床经历了电子管、晶体管、小规模集成电路、中大规模集成电路、微处理器以及PCNC六个发展阶段,其在制造领域的加工优势逐渐体现出来。

2002年,我国机床市场消费金额上升到59亿美元,跃升世界第一位。与此同时,根据全国工业普查资料,我国机床拥有量约378万台,但机床数控化率只有1.9%,而欧美发达国家现代制造业的数控化率已超过30%。

加入WTO以后,我国制造业获得空前发展,并快速成为全球重要的制造基地,对数控机床需求也迅速扩大。2003年1~6月份我国进口金属加工机床18.44亿美元,其中数控机床进口12.26亿美元,同比增长62.58%。

我国从1958年开始研制数控技术,目前已经建立了以中、低档数控机床为主的产业体系。在引进、消化、吸收、跟踪国外先进数控技术的基础上,开发出了一些高档的数控机床。例如五轴联动龙门镗铣加工中心,它配有高速电主轴,转速可达10 000~16 000 r/min,能够满足现代模具、飞机结构件等高速加工的需要。

随着微电子技术和计算机技术的发展,数控机床的性能日臻完善。同时为了满足社会经济和科技发展的需要,数控机床正朝着高精度、高速度、高可靠性、多功能、智能化以及开放化等方向发展。

第2章 数控车削基础

2.1 车削加工原理

2.1.1 车削运动和车削要素

金属切削加工的目的,就是使用各种类型的金属切削刀具,把各种金属原材料(称为工件毛坯)上多余的金属材料(称为加工余量)从工件毛坯上剥离,得到图纸所要求的零件。在车削过程中,刀具和工件之间必须有相对运动,这种相对运动称为车削运动。

1. 车削运动中的主运动和进给运动

(1) 主运动

主运动是指机床提供的主要运动,它使刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具的前刀面接近工件,并对加工余量进行剥离。在车床上,主运动是机床主轴的回转运动,即车削加工时工件的旋转运动。如图 2-1 所示。主运动的运动速度最高,消耗的功率也最大。

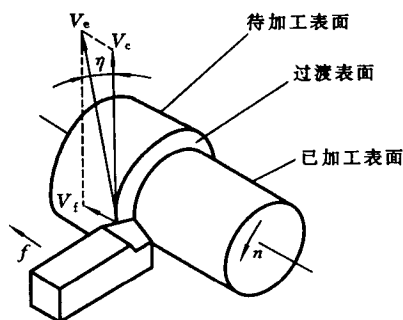


图 2-1 车削原理图

(2) 进给运动

进给运动是指由机床所提供的使刀具与工件之间产生的附加相对运动。进给运动与主运动相配合,就可以形成完整的切削加工。在普通车床上,进给运动是机床刀架(溜板)的直线移动。它可以是纵向的移动(沿机床主轴方向),也可以是横向的移动(与机床主轴方向相垂直)。与普通车床不同的是:数控车床可以同时两个方向的进给,从而加工出各种具有复杂母线的回转体工件。进给运动所消耗的功率比主运动小得多。

在普通车床中,主运动和进给运动的动力都来源于同一台电动机,通过一系列的机械传动,把能量分配给主运动和进给运动,进而实现车削加工。在数控车床中,主运动和进给运动是由不同的电动机来驱动的,分别称为主轴电动机和坐标轴伺服电动机。它们由机床的控制系统进行控制,完成加工任务。

2. 车削用量

车削用量是说明车床在进行车削加工时的状态参数,可用它对主运动和进给运动进行定量的表述。车削用量包括切削速度(V_c)、进给量(f)和背吃刀量(a_p)三个要素。

① 切削速度(V_c):切削刃上的切削点相对于工件主运

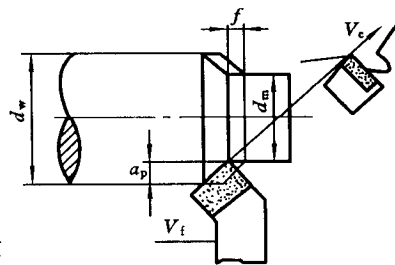


图 2-2 车削用量三要素

动的瞬时速度称为切削速度。切削速度的单位为米/分(m/min)。在各种金属切削机床中,大多数切削加工的主运动都是回转运动。这就需要在切削速度与机床主轴转速之间进行转换,两者的关系为

$$V_c = \pi dn / 1000$$

式中: V_c ——切削速度(m/min);

d ——工件直径(mm);

n ——主轴转速(r/min)。

② 进给量(f): 刀具在进给方向上相对于工件的位移量称为进给量。对于普通车床而言,进给量为工件(主轴)每转过一转,刀具沿进给方向与工件的相对移动量,单位为 mm/r; 对于数控车床,由于其控制原理与普通车床不同,进给量也可以用进给速度 V_f (单位为 mm/min) 来表达,即: 刀具在单位时间内沿着进给方向相对于工件的位移量。在车削加工时,进给速度 V_f 是指切削刃上选定点相对于工件进给运动的瞬时速度。它与进给量之间的关系为

$$V_f = n \cdot f$$

③ 背吃刀量(a_p): 背吃刀量也称为切深,是指已加工表面与待加工表面之间的垂直距离。

外圆车削时:

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

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)。

镗孔时,则上式中的 d_w 与 d_m 互换一下位置,即

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

在切削加工中,切削速度(V_c)、进给量(f)和背吃刀量(a_p)这三个参数是相互关联的。在粗加工中,为了提高效率,一般采用较大的背吃刀量(a_p),此时切削速度(V_c)和进给量(f)相对较小;而在半精加工和精加工阶段,一般采用较大的切削速度(V_c)、较小的进给量(f)和背吃刀量(a_p),以获得较好的加工质量(包括表面粗糙度、尺寸精度和形状精度)。

2.1.2 切削刀具的几何角度及其材料

1. 切削刀具(车刀)

切削加工离不开刀具。刀具是整个机械加工工艺系统中的一个重要环节。在各种刀具中,车刀的结构相对比较简单,具有代表性,下面以车刀为例予以介绍。

图 2-3 为普通外圆车刀的示意图。车刀由夹持部分和切削部分组成。夹持部分称为刀柄,通过刀柄把刀具装夹在车床的刀架上,刀柄一般采用普通钢材锻造而成;切削部分俗称刀头,在车刀上一般为单个刀

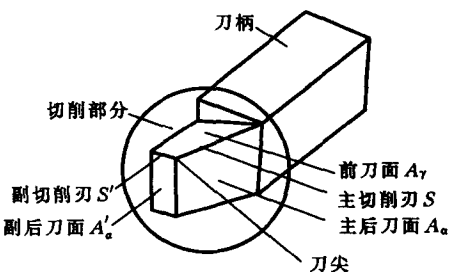


图 2-3 车刀示意图