



国防特色教材·职业教育

# 数控加工工艺及刀具

SHUKONG JIAGONG GONGYI JI DAOJU

于辉 主编 李存鹏 副主编

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

北京航空航天大学出版社 哈尔滨工程大学出版社  
哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社

59  
2

## 内容简介

本书是根据国防科技工业局“十一五”国防特色规划职业教育教材的有关精神,以及高职高专培养数控技术应用型专门人才的教学需要编写的。全书共八章,主要包括数控加工刀具、数控车削加工工艺、数控铣削加工工艺、加工方法和加工技巧。本书内容较全面、较系统,层次清晰,实用性强。通过对大量实例的论述,重点突出了数控加工工艺的基本思路和关键问题,使读者能把握学习要点,基本掌握编制数控加工工艺方法,提高解决实际问题的能力。

本书为高职高专、成人高校的机械类、近机类,特别是数控技术及应用专业的教学用书,也可供有关的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺及刀具/于辉主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.8

国防特色教材. 职业教育

ISBN 978-7-5640-2354-6

I. 数… II. 于… III. ①数控机床-加工工艺-高等学校:技术学校-教材  
②数控刀具-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659 TG7129

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 101480 号

## 数控加工工艺及刀具

于 辉 主编

责任编辑 刘志实

\*

北京理工大学出版社出版发行

北京市海淀区中关村南大街5号(100081) 发行部电话:010-68944990 传真:010-68944450

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

北京地质印刷厂印刷 全国各地新华书店经销

\*

开本:787毫米×960毫米 1/16 印张:13.5 字数:275千字

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷 印数:1~3000册

ISBN 978-7-5640-2354-6 定价:23.00元

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 绪论                      | 1   |
| 第一章 数控加工工艺概述            | 3   |
| 1.1 数控加工工艺概述            | 3   |
| 1.2 数控加工工艺设计            | 9   |
| 第二章 数控加工刀具              | 20  |
| 2.1 概述                  | 20  |
| 2.2 数控机床刀具的选择           | 25  |
| 2.3 数控加工中心的工具系统         | 46  |
| 2.4 数控加工刀具选择实例          | 53  |
| 第三章 数控车削加工工艺            | 55  |
| 3.1 概述                  | 55  |
| 3.2 数控车削加工工艺的制定         | 59  |
| 3.3 典型数控车削零件的加工工艺分析与设计  | 76  |
| 3.4 数控车床上车削螺纹时的工艺处理     | 97  |
| 3.5 数控车床上车削薄壁套筒零件时的工艺处理 | 99  |
| 第四章 数控铣削加工工艺            | 104 |
| 4.1 概述                  | 104 |
| 4.2 数控铣削加工工艺的分析与制定      | 106 |
| 4.3 典型数控铣削零件的加工工艺分析与设计  | 123 |
| 第五章 加工中心加工工艺            | 132 |
| 5.1 概述                  | 132 |
| 5.2 加工中心加工工艺的制定         | 137 |
| 5.3 典型零件的加工中心工艺分析与设计    | 149 |

---

---

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <b>第六章 数控电加工工艺</b> .....       | 158 |
| 6.1 数控电火花成形加工工艺 .....          | 158 |
| 6.2 数控线切割加工工艺 .....            | 168 |
| <b>第七章 其他数控加工工艺简介</b> .....    | 184 |
| 7.1 数控外圆磨削加工工艺 .....           | 184 |
| 7.2 数控冲压加工工艺 .....             | 190 |
| <b>第八章 数控机床操作规程及相关技术</b> ..... | 201 |
| 8.1 数控加工程序的调试 .....            | 201 |
| 8.2 手工对刀方法简介 .....             | 203 |
| 8.3 数控机床操作规范 .....             | 206 |
| <b>参考文献</b> .....              | 210 |

# 绪 论

## 一、数控加工及其在制造业中的地位、作用和发展状况

数控加工是现代机械制造的重要组成部分。数控加工技术是将普通金属切削加工、计算机数控、计算机辅助制造、计算机通信等技术综合的一门先进加工技术。

随着科学技术的飞速发展,社会对产品多样化的要求日益强烈,产品更新越来越快,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生产周期越来越短,传统的加工设备和制造方法已难以适应这种多样化、柔性化与复杂形状的高效、高质量加工要求。因此,近几十年来,能有效解决复杂、精密、小批多变零件加工问题的数控(NC)加工技术得到了迅速发展和广泛应用,使制造技术发生了根本性的变化。努力发展数控加工技术,并向更高层次的自动化、柔性化、敏捷化、网络化和数字化制造方向推进,是当前机械制造业发展的方向。

数控技术是机械加工现代化的重要基础与关键技术。应用数控加工可大大提高生产率、稳定和提高加工质量、缩短加工周期、增加生产柔性、实现对各种复杂精密零件的自动化加工,易于在工厂或车间实行计算机管理,节省人力、改善劳动条件,有利于加快产品的开发和更新换代,并提高企业对市场的适应能力及提高企业综合经济效益。数控加工技术的应用,使机械加工的大量前期准备工作与机械加工过程联为一体,使零件的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规划(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)的一体化成为现实,从而使机械加工的柔性自动化水平不断提高。

## 二、本课程的性质、任务和内容

《数控加工工艺及刀具》是高职高专院校机械类、机电类、近机类,特别是数控技术及应用专业的一门重要的专业课程,是进行《数控加工编程与操作》课程教学前期必须掌握的学习内容。只有对所加工零件进行合理、正确的加工工艺方案设计,才能编制出正确的数控加工程序。

本课程的任务是以机械加工工艺基本理论为基础,结合数控加工特点并综合运用多方面的知识来解决数控加工中的工艺问题,实现能规范、正确地对中等复杂程度零件的数控加工工艺设计,编制出数控加工工艺规程。

《数控加工工艺及刀具》内容包括:数控加工工艺概述、数控加工刀具、数控车削加工工艺、数控铣削和加工中心的加工工艺、数控电加工工艺、特种加工工艺简介。

本课程教学内容建议按 80 学时完成,具体学时分配如下:

| 序号 | 内 容               | 学 时 |    |    |
|----|-------------------|-----|----|----|
|    |                   | 理论  | 实践 | 合计 |
|    | 绪论                |     |    |    |
| 1  | 第一章 数控加工工艺概述      | 6   |    | 6  |
| 2  | 第二章 数控加工刀具        | 8   |    | 8  |
| 3  | 第三章 数控车削加工工艺      | 10  | 6  | 16 |
| 4  | 第四章 数控铣削加工工艺      | 10  | 6  | 16 |
| 5  | 第五章 加工中心加工工艺      | 6   | 4  | 10 |
| 6  | 第六章 数控电加工工艺       | 6   | 4  | 10 |
| 7  | 第七章 其他数控加工工艺简介    | 4   | 4  | 8  |
| 8  | 第八章 数控机床操作规程及相关技术 | 2   | 4  | 6  |
|    |                   |     |    | 80 |

### 三、学习本课程的目的和要求

通过本课程的学习,使学生掌握数控加工工艺的基本理论和方法,以及先进制造技术的有关知识、为熟练先进制造技术手段的应用、具备突出的工程实践能力奠定良好的基础。

本课程的学习要求主要有以下几方面:

1. 了解数控加工工艺过程的基本概念;
2. 掌握数控刀具的种类、特点及应用;
3. 了解常用的数控夹具、掌握工件的定位和夹紧原则;
4. 熟练掌握数控加工工艺规程的设计;基本掌握中等复杂程度的车、铣类及电加工类零件的数控加工工艺编制方法。

《数控加工工艺与刀具》课程实践性强,其理论源于生产实际,是长期生产实践的总结。学习本课程必须注重理论同生产实践的结合,多深入生产实际,根据不同的现场条件灵活运用理论知识,以获得解决生产实践问题的最佳方案。

本书由安徽国防科技职业学院于辉高级工程师主编,合肥工业大学机械与汽车学院韩江教授主审。参加编写的人员有:绪论、第二、第三、第四、第五、第八章由于辉编写;第六章由安徽红星机械厂张俊编写。

由于编者水平有限,随着数控技术正在突飞猛进地发展,书中缺陷或错误在所难免,恳请广大读者给予批评、指正。

作者

# 第一章 数控加工工艺概述

本章对数控加工工艺的特点、数控加工工艺的主要内容、常用的数控加工方法、数控机床的使用条件、典型零件的数控加工工艺进行了分析和讨论,为数控车、铣加工工艺规程的制定奠定基础。

## 1.1 数控加工工艺概述

数控加工(如图 1-1 所示)就是将零件图形和工艺参数、加工内容等以数字信息的形式,编成程序代码输入到数控机床的控制系统中,再由其进行运算处理后转换成驱动伺服机构的指令信号,从而控制数控机床各执行部件协调动作,自动地加工零件。

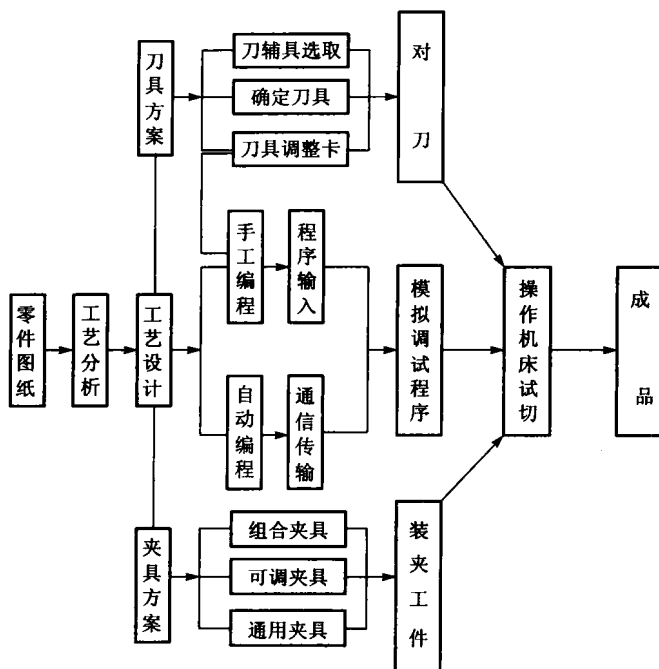


图 1-1 数控机床加工过程

### 1.1.1 数控加工的特点

#### 1. 数控机床加工的特点

(1) 适应性强。数控机床的一个运动方向定义为一个坐标轴,数控机床能实现多个坐标轴的联动,所以数控机床能完成复杂型面的零件加工,特别是对于可用数学方程式和坐标点表示的形状复杂的零件加工。同一台数控机床,在加工不同的零件时,只需变换加工程序、调整刀具参数等,不必用凸轮、靠模、样板或其他模具等专用工艺装备,且可采用成组技术的成套夹具。因此,零件生产的准备周期短,有利于机械产品的迅速更新换代,特别适合多品种、中小批量和复杂型面的零件加工。所以,数控机床的适应性非常强。

(2) 加工质量稳定。对于同一批零件,由于使用同一类数控机床和刀具及同一个加工程序,刀具的运动轨迹完全相同,且数控机床是根据数控程序自动地进行加工的,可以避免人为的误差,因此这就保证了零件加工的一致性且质量稳定。

(3) 生产效率高。数控机床跟普通机床相比较,由于其刚度高、功率大、主轴转速和进给速度范围大且为无级变速,所以每道工序都可选择较大而合理的切削用量,大大减少了机动时间。

数控机床加工可免去零件加工过程中的划线工作。数控机床加工的空行程速度大大高于普通机床,缩短了刀具快进、快退的时间。数控机床的定位精度、加工精度较稳定,一般可省去加工过程中的中间检验,而只作关键工序间的尺寸抽样检验,减少了停机检验时间。

数控车床和加工中心能一次装夹,自动换刀加工,缩短了辅助加工时间。所以,数控机床比普通机床的生产效率高。数控机床的时间利用率高达90%,而普通机床仅为30%~50%。

(4) 加工精度高。数控系统每输出一个脉冲时,机床移动部件的移动量就称为脉冲当量。数控机床的脉冲当量一般为0.001 mm,高精度的数控机床的脉冲当量可达0.000 1 mm,其运动分辨率远高于普通机床。另外,数控机床可具有位置检测装置,可将移动部件的实际位移量或滚珠丝杆、伺服电机的转角反馈到数控系统中,并由数控系统自动进行补偿。因此数控加工可获得比机床本身精度还高的加工精度,所以零件加工尺寸的精度高。

(5) 工序集中,一机多用。数控机床特别是带自动换刀的数控加工中心,在一次装夹的情况下,几乎可以完成零件的全部加工工序,一台数控机床可以代替数台普通机床。这样可以减少装夹误差,节约工序之间的运输、测量和装夹等辅助时间,还可以节省加工车间的占地面积,从而带来较高的经济效益。

(6) 减轻劳动强度。在输入数控程序并启动机床后,数控机床就自动地连续加工,直至零件加工完毕。只要对操作人员进行了专门的培训,操作人员就可以且只是观察机床的运行,就使工人的劳动强度大大降低。



(7) 易于建立与计算机间的通信联络,容易实现群控,便于现代化管理。数控机床使用数字信息与标准代码处理、传递信息,易于建立与计算机间的通信联络,一台计算机可以控制多台数控机床,即群控,便于现代化管理。

## 2. 数控加工零件的特点

在数控机床上加工的零件,可以是普通零件,但更多的零件是普通机床加工起来具有一定的难度或对操作人员的技术水平有相当高的要求,一般在数控机床上加工的零件有如下的特点:

- (1) 多品种、小批量生产的零件或新产品试制中的零件、短期急需的零件。
- (2) 轮廓形状复杂,对加工精度要求较高的零件。
- (3) 用普通机床加工较困难或无法加工(需昂贵的工艺装备)的零件。
- (4) 价值昂贵,加工中不允许报废的关键零件。

## 3. 数控加工工艺的特点

由于数控加工是利用程序进行加工,因此,数控加工工艺就必须有利于数控程序的编写并体现数控加工的特点,一般数控加工工艺有如下的特点:

- (1) 数控加工工艺要充分考虑编程的要求。
- (2) 数控加工工艺中工序相对集中,因此,工件各部位的数控加工顺序可能与普通机床上的加工顺序有很大区别。数控工艺规程中的工序内容要求特别详细。如加工部位、加工顺序、刀具配置与使用顺序,刀具加工时的对刀点、换刀点及走刀路线、夹具及工件的定位与安装、切削参数等,都要清晰明确,数控加工工艺中的工序内容比普通机床加工工艺中的工序内容详细得多。

### 1.1.2 常用的数控加工方法

#### 1. 平面孔系零件

常用点位、直线控制数控机床(如数控钻床)加工,选择加工方法时,主要考虑加工精度和加工效率两个原则,即:用什么加工方法能保证零件的加工精度,用什么加工方法能提高零件的加工效率。

例 孔加工:

$\phi 20H7$  孔  $Ra0.8$ : 钻—扩—粗铰—精铰

$\phi 50H7$  孔  $Ra0.8$ : 钻—粗镗—半精镗—精镗

#### 2. 旋转体类零件

常用数控车床或数控磨床加工。选择加工方法时,主要考虑加工效率和刀尖强度两个

原则。

(1) 考虑加工效率。在车床上加工时,通常加工余量大,必须合理安排粗加工路线,以提高加工效率。实际编程时,一般不宜采用循环指令(否则,以工进速度的空刀行程太大)。比较好的方法是用粗车尽快去除材料,再精车。

(2) 考虑刀尖强度。数控车床上经常用到低强度刀具加工细小凹槽,在确定加工方法时必须考虑选用刀具的刀尖强度。

### 3. 平面轮廓零件

常用数控铣床加工。选择加工方法时,主要考虑加工精度和加工效率两个原则,在确定加工方法时应注意:

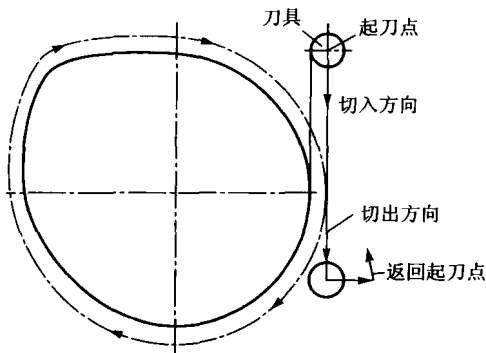


图 1-2 刀具的切入与切出

(1) 刀具的切入与切出方向的控制。在图 1-2 中,铣削平面轮廓,刀具沿切削边的延长线方向切入、沿切削边的延长线方向切出,工件表面轮廓光滑。如果刀具不是沿切削边的延长线方向切入、切出,则在工件表面轮廓上会留下刀具切削的痕迹。

(2) 一次逼近方法的选择。用微小直线段或圆弧段逼近非圆曲线轮廓的方法称为一次逼近。在只具有直线和圆弧插补功能的数控铣床上加工非圆曲线轮廓时,微小直线段或圆弧段与被加工轮廓之间的误差称为一次逼近误差,选择一次逼近方法时,应该使工件的轮廓误差在合格范围内,同时程序段的数量以少为佳。

例 平面尺寸精度 IT6 级;表面粗糙度  $Ra0.8$ ; 铣—精铣—磨,如图 1-3 所示。

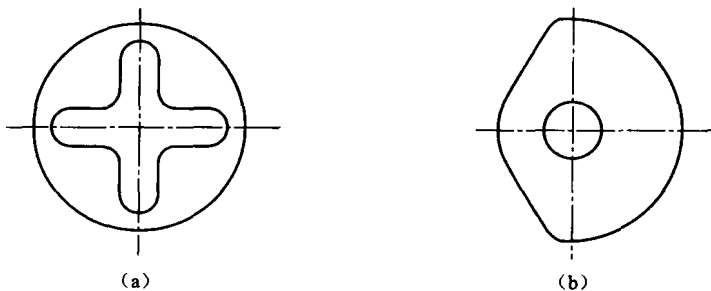


图 1-3 平面轮廓加工  
(a) 内轮廓加工;(b) 外轮廓加工

#### 4. 立体轮廓零件

常用多坐标轴联动数控机床(加工中心)加工。选择加工方法时,主要考虑加工精度和加工效率两个原则,在确定加工方法时应考虑:① 工件强度及表面质量。立体轮廓零件上的强度薄弱部位,常常难以承受粗加工时的切削量,同时对表面质量要求高的部位要采取相应的工艺措施。② 机床的插补功能。如图 1-4 和图 1-5 所示。

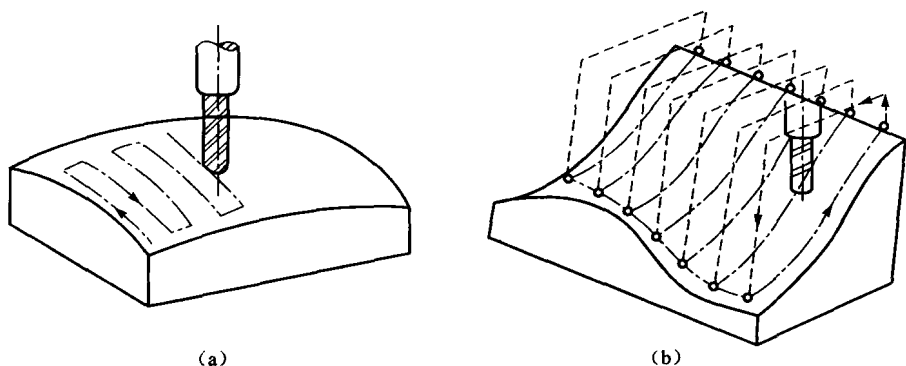


图 1-4 立体轮廓零件行切法加工

(a) 行切法加工一; (b) 行切法加工二

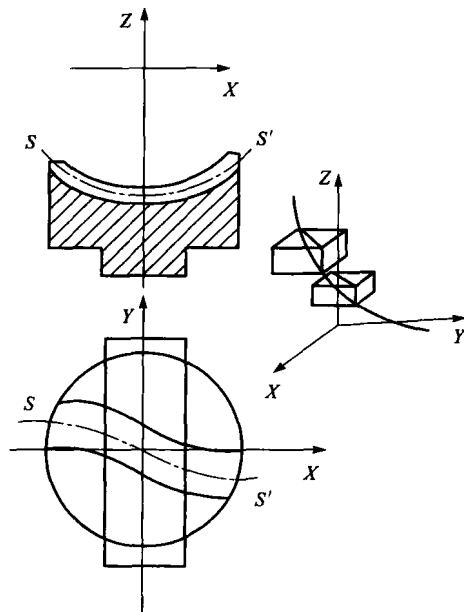


图 1-5 立体轮廓零件三坐标联动加工

### 1.1.3 数控机床的合理使用

数控机床是高精度、高效率的加工母机。合理使用数控机床,有利于最大限度地发挥数控机床的功效。

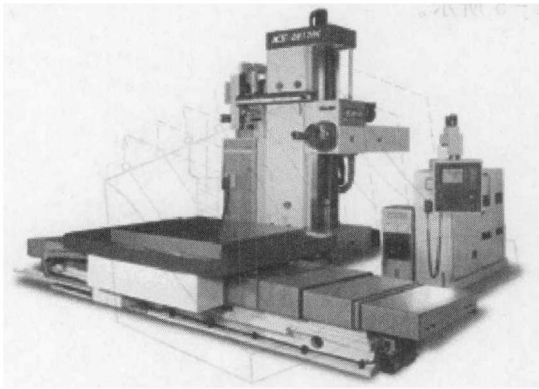


图 1-6 卧式加工中心

#### 1. 数控机床的应用范围

不同类型的机床有不同的用途,在选用数控机床前,应对其性能、规格、特点及应用范围作详细的了解。一般来说:

- 数控车床适用于加工回转体特征的轴类、盘类零件;
- 数控铣床、立式加工中心适用于加工板类、箱体类、具有平面复杂轮廓的零件;
- 卧式加工中心适用于加工复杂的箱体、泵体、阀体类零件,见图 1-6。

#### 2. 数控机床的正常使用条件

数控机床的正常使用条件要求主要包括:机床位置的环境要求、电源要求、温度条件的要求;此外,还要按说明书的规定使用数控机床。

(1) 机床位置环境要求。机床的位置应远离振源和避免阳光直接照射和热辐射的影响,避免潮湿和气流的影响。如机床附近有振源,则机床四周应设置防振沟;否则将直接影响机床的加工精度及稳定性,并且将使数控系统中的电子元件因受振动而接触不良,发生故障,降低机床的可靠性。

(2) 电源要求。一般数控机床安装在机加工车间,不仅环境温度变化大,使用条件差,而且各种机电设备多,致使电网电压波动大。因此,安装数控机床的位置,需要对电源电压有严格控制。电源电压波动必须在数控机床允许的范围内,并且保持相对稳定;否则会影响数控系统的正常工作。

(3) 温度条件。一般来说,数控电控箱内部设有排风扇或冷风机,以保持电子元件,特别是中央处理器工作温度恒定或温差变化很小。过高的温度和湿度将降低控制系统元件的寿命,并导致故障增多。温度和湿度的增高,灰尘增多会在集成电路板上产生黏结,并导致短路,从而降低数控系统的寿命。

(4) 按说明书的规定使用数控机床。用户在使用数控机床时,不允许随意改变控制系统内制造厂设定的参数。这些参数的设定直接关系到数控机床各部件的动态特征。数控系统中

的参数只有间隙补偿参数值可根据实际情况予以调整。

用户不能随意更换机床附件,如使用超出说明书规定的液压卡盘等。数控机床制造厂在设置附件时,充分考虑了各项环节参数的匹配。盲目更换数控机床附件会造成各项环节参数的不匹配,甚至造成估计不到的事故。

使用液压卡盘、液压刀架、液压尾座、液压缸的压力,都应在许用压力范围内,不允许任意提高。

## 1.2 数控加工工艺设计

### 1.2.1 数控加工工艺的主要内容

数控加工工艺有以下九方面的内容:

- (1) 选择并确定进行数控加工的零件及内容;
- (2) 对零件图纸进行数控加工的工艺分析;
- (3) 数控加工的工艺设计;
- (4) 对零件图纸的数学处理;
- (5) 编写加工程序单;
- (6) 按程序单制作控制介质;
- (7) 程序的校验与修改;
- (8) 首件试加工与现场问题处理;
- (9) 数控加工工艺文件的定型与归档。

### 1.2.2 数控加工工艺设计的具体内容

数控加工前对工件进行工艺设计是必不可少的准备工作。无论是手工编程还是自动编程,在编程前都要对所加工的工件进行工艺分析、拟定工艺路线、设计加工工序。因此,合理的工艺设计方案是编制加工程序的依据,工艺设计做不好是数控加工出差错的主要原因之一,往往造成工作反复,工作量成倍增加的后果。编程人员必须先搞好工艺设计,再考虑编程。

#### 1. 数控加工内容的选择

当选择并决定对某个零件进行数控加工后,并非其全部加工内容都采用数控加工,数控加工可能只是零件加工工序中的一部分。因此,有必要对零件图样进行仔细分析,立足于解决难

题、提高生产效率,注意充分发挥数控机床的优势,选择那些最适合、最需要的内容和工序进行数控加工。一般可按下列原则选择数控加工内容:

- (1) 普通机床无法加工的内容应作为优先选择内容;
- (2) 普通机床难加工,质量也难以保证的内容应作为重点选择内容;
- (3) 普通机床加工效率低,工人手工操作劳动强度大的内容,可在数控机床尚有加工能力的基础上进行选择。

相比之下,下列一些加工内容则不宜选择数控加工:

- (1) 需要用较长时间占机调整的加工内容。
- (2) 加工余量极不稳定,且数控机床上又无法自动调整零件坐标位置的加工内容。
- (3) 不能在一次安装中加工完成的零星分散部位,采用数控加工很不方便,效果不明显,可以安排普通机床补充加工。

此外,在选择数控加工内容时,还要考虑生产批量、生产周期、工序间周转情况等因素,要尽量合理使用数控机床,达到产品质量、生产率及综合经济效益等指标都明显提高的目的,要防止将数控机床降格为普通机床使用。

## 2. 数控加工零件的工艺性分析

对数控加工零件的工艺性分析,主要包括产品的零件图样分析和零件的结构工艺性分析两部分。

## 3. 数控加工工艺路线的设计

数控加工工艺路线的设计工序有以下三步:

- (1) 工序的划分;
- (2) 加工顺序的安排;
- (3) 数控加工工序与普通工序的衔接。

这里所说的普通工序是指常规的加工工序、热处理工序和检验等辅助工序。数控加工工序前后一般都穿插其他普通工序,若衔接不好就容易产生矛盾。较好的解决办法是建立工序间的相互状态联系,在工艺文件中做到互审会签。例如是否预留加工余量,留多少、定位基准的要求、零件的热处理等,这些问题都需要前后衔接,统筹兼顾。

与常规工艺路线拟定过程相似,数控加工工艺路线的设计,最初也需要找出零件所有的加工表面并逐一确定各表面的加工方法,其每一步相当于一个工步。然后将所有工步内容按一定原则排列成先后顺序。再确定哪些相邻工步可以划为一个工序,即进行工序的划分。最后再将所需的其他工序如常规工序、辅助工序、热处理工序等插入,衔接于数控加工工序序列之中,就得到了要求的工艺路线。

数控加工工艺路线的设计与普通机床加工的常规工艺路线拟定的区别主要在于它仅是几道数控加工工艺过程的概括,而不是指从毛坯到成品的整个工艺过程,由于数控加工工序一般均穿插于零件加工的整个工艺过程之中,因此在工艺路线设计中,一定要兼顾常规工序的安排,使之与整个工艺过程协调吻合。

#### 4. 数控加工工序的设计

数控加工工序设计的主要任务是为每一道工序选择机床、夹具、刀具及量具,确定定位夹紧方案、走刀路线、工步顺序、加工余量、工序尺寸及其公差、切削用量和工时定额等,为编制加工程序做好充分准备。数控加工工序的设计概括如下:

- (1) 确定走刀路线和工步顺序;
- (2) 工件的定位与夹紧方案的确定;
- (3) 夹具的选择。

数控加工的特点对夹具提出了两个基本要求:一是保证夹具的坐标方向与机床的坐标方向相对固定;二是要能协调零件与机床坐标系的尺寸。

(4) 刀具的选择。刀具的选择是数控加工工艺中重要的内容之一,不仅影响机床的加工效率,而且直接影响加工质量。

(5) 切削用量的确定。粗加工时,一般以提高生产率为主,但也应考虑经济性和加工成本;半精加工和精加工时,应在保证加工质量的前提下,兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体数值应根据机床说明书、切削用量手册,并结合经验而定。

从刀具的耐用度出发,切削用量的选择顺序是:首先确定背吃刀量,其次确定进给量,最后确定切削速度。

数控车削切削条件见表 1-1。

表 1-1 数控车削切削条件参考表

m/min

| $a_p, f, v$ |             | 轻切削   | 一般切削   | 重切削   |
|-------------|-------------|---|--|---|
|             |             | $a_p=0.5\sim 1.0\text{ mm}$<br>$f=0.05\sim 0.3\text{ mm/r}$ | $a_p=1\sim 4\text{ mm}$<br>$f=0.2\sim 0.5\text{ mm/r}$ | $a_p=5\sim 10\text{ mm}$<br>$f=1\sim 3\text{ mm/r}$ |
| 切削材料        | 优质碳素<br>20号 | 100~250   | 150~250  | 80~220  |
|             | 结构钢<br>45号  | 60~230  | 70~220   | 80~180  |
| 合金钢         |             | 100~220   | 100~230  | 70~220  |
|             |             | 70~220  | 80~220   | 80~200  |

铣刀刀具材料与许用最高切削速度可见表 1-2。

表 1-2 铣刀刀具材料与许用最高切削速度

| 序 号 | 刀具材料          | 类 别                             | 最高切削速度/( $m \cdot \min^{-1}$ ) |
|-----|---------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1   | 碳素工具钢         |                                 |                                |
| 2   | 高速钢           | 钨系<br>铝系                        | 50                             |
| 3   | 超硬刀具          | P 种(钢用)<br>M 种(铸钢用)<br>K 种(铸铁用) | 150                            |
| 4   | 涂镀刀具(COATING) |                                 | 250                            |

## 5. 数控加工工艺守则

数控加工除遵守普通加工通用工艺守则的有关规定外,还应遵守表 1-3 的规定。

表 1-3 数控加工工艺守则

| 项 目      | 要 求 内 容   |
|----------|---|
| 加工前的准备   | (1) 操作者必须根据机床使用说明书熟悉机床的性能、加工范围和精度,并熟练地掌握机床及其数控装置各部分的作用及操作方法<br>(2) 检查各开关、旋钮和手柄是否在正确位置<br>(3) 启动控制电气部分,按规定进行预热<br>(4) 开动机床使其空运转,并检查各开关、按钮、旋钮和手柄的灵敏性及润滑系统是否正常等<br>(5) 熟悉被加工件的加工程序 |
| 刀具与工件的装夹 | (1) 安放刀具时应注意刀具的使用顺序,刀具的安放位置必须与程序要求的顺序和位置一致<br>(2) 工件的装夹除应牢固可靠外,还应注意避免在工作中刀具与工件或刀具与夹具发生干涉  |
| 加工       | (1) 进行首件加工前,必须经过程序检查(试走程序)、轨迹检查、单程序段试切及工件尺寸检查等步骤<br>(2) 在加工时,必须正确输入程序,不得擅自更改程序<br>(3) 在加工过程中操作者应随时监视显示装置,发现报警信号时应及时停车排除故障<br>(4) 零件加工完后,应将程序介质妥善保管、归档,以备再用                      |

## 6. 数控加工工艺文件的填写

工艺文件是数控加工中操作者要遵守、执行的规则,同时也为生产积累和储备了必要的技术资料。主要包括:数控加工工序卡、数控加工刀具卡、数控加工刀具明细表、数控加工路线图及数控加工程序单。

(1) 数控加工工序卡(见表 1-4)。



表 1-4 数控加工工序卡

| 单位  | 数控加工<br>工序卡片 | 产品名称      |         | 零件名称       |      | 零件图号   |       |
|-----|--------------|-----------|---------|------------|------|--------|-------|
|     |              |           |         |            |      |        |       |
| 工序号 | 工序编号         | 夹具名称      |         | 使用设备       |      | 车间     |       |
|     |              | 三爪卡盘、专用夹具 |         |            |      |        |       |
| 工步号 | 内容           | 刀具号       | 刀具规格/mm | 主轴转速 r/min | 进给速度 | 吃刀量/mm | 备注    |
| 1   | 平端面          | T01       | 25×25   | 320        |      | 1      |       |
| 2   | 钻中心孔         | T02       | φ4      | 550        |      | 2      |       |
| 3   | 钻孔           | T03       | φ31.5   | 500        |      | 15.75  |       |
| 4   | 镗孔           | T04       | 20×20   | 300        |      | 0.2    |       |
| ∴   | ∴            | ∴         | ∴       | ∴          | ∴    | ∴      | ∴     |
| 编制  |              | 审核        |         | 批准         |      | 年月日    | 共页 第页 |

(2) 数控加工刀具卡(见表 1-5)。

表 1-5 数控加工刀具卡

| 零件图号 |    | 数控加工刀具卡片 |         |    | 使用设备 |       |
|------|----|----------|---------|----|------|-------|
| 刀具名称 |    | 换刀方式     |         |    | 备注   |       |
| 刀具编号 |    | 自动       |         |    | 程序编号 |       |
| 序号   | 编号 | 刀具名称     | 规格      | 数量 | 备注   |       |
| 1    |    | 拉钉       |         | 1  |      |       |
| 2    |    | 刀柄       |         | 1  |      |       |
| 3    |    | 镗刀杆      |         | 1  |      |       |
| 4    |    | 镗刀柄      |         | 1  |      |       |
| 5    |    | 精镗单元     | φ50~φ72 | 1  |      |       |
| 6    |    | 刀片       |         | 1  |      |       |
|      |    |          |         |    |      |       |
| 备注   |    |          |         |    |      |       |
| 编制   |    | 审核       |         | 批准 |      | 共页 第页 |