

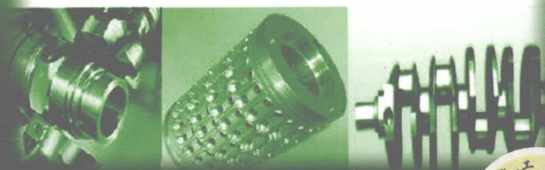


机械工人速成与提高丛书

数控车工 速成与提高



潘恩彩 易独清 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械工人速成与提高丛书

数控车工速成与提高

潘恩彩 易独清 编著



机械工业出版社

本书是为数控车工编写的一本速成与提高的技术图书。其内容包括：数控车床概述、数控车削工艺分析、数控车削加工编程技术、数控车削加工实训、数控车床自动编程与仿真加工、数控车床的检验与保养。根据国内数控技术及数控车床的应用情况，针对岗前培训、在岗培训和自学的机械工人或职业院校机械类专业学生的需求，本书在内容上突出了数控技术的实用性和数控车床的操作性，力求做到理论与实践的最佳结合。

本书的主要读者对象是数控车工，也可供中等职业学校的机械类学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车工速成与提高/潘恩彩，易独清编著. —北京：机械工业出版社，2008.7

(机械工人速成与提高丛书)

ISBN 978-7-111-24542-1

I. 数… II. ①潘…②易… III. 数控机床：车床—车削—基本知识 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 096799 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：陈保华 责任编辑：庞 晖 版式设计：霍永明

责任校对：张 媛 封面设计：陈 沛 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷 (北京樱花印刷厂装订)

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 14.5 印张 · 279 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-24542-1

定价：24.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

数控技术及数控机床在当今机械制造业中的重要地位和及其所带来的巨大效益,显示了其在国家基础工业现代化中的战略性作用,并已成为传统机械制造业提升改造和实现自动化、柔性化、集成化生产的重要手段和标志。数控技术及数控机床的广泛应用,给机械制造业的产业结构、产品种类和档次以及生产方式带来了革命性的变化。掌握现代数控技术知识是现代机电类专业学生必不可少的能力。根据国内数控技术及数控机床的应用情况,针对岗前培训、在岗培训和自学的机械工人或职业院校机械类专业学生的需求,本书内容突出了数控技术的实用性和数控机床的操作性,力求做到理论与实践的最佳结合。随着国内数控机床的用量剧增,人才市场急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型技术人才。为了适应我国职业教育发展及应用型人才培养的需要,我们经过反复地实践与总结,编写了这本《数控车工速成与提高》。

本书共有6章。第1章是数控车床的概述。第2章着重讲述数控车削工艺分析。第3章主要介绍数控车削的编程技术、机床坐标系、工件坐标系以及刀具补偿。第4章主要是数控车床操作、外圆与端面加工、锥面与圆弧加工、孔加工、槽及螺纹加工、非圆曲线加工、数控车床加工程序的综合实例。第5章介绍了数控车床的自动编程软件使用与仿真加工。第6章介绍了数控车床的检验与保养。

本书的出版得到了机械工业出版社的大力支持和许多教师的关心、支持与帮助,并提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促和编者水平有限,书中疏漏和错误在所难免,恳请读者不吝指教,以便进一步修改。

编者

目 录

前言

第1章 数控车床概述 1

1.1 数控的概念 1

1.2 数控车床的组成 1

1.3 数控车床的分类 3

1.4 数控车床的特点 6

第2章 数控车削工艺分析 8

2.1 数控加工技术概述 8

2.2 数控车削刀具系统 10

2.2.1 数控加工对刀具的要求 10

2.2.2 数控机床用刀具材料 11

2.2.3 刀具的选择 13

2.2.4 车刀类型和刀片的选择 15

2.2.5 常用车刀的几何参数 16

2.2.6 车刀的预调 22

2.3 工件装夹与定位 22

2.3.1 工件定位的基本原理 22

2.3.2 机床夹具的分类 23

2.3.3 机床夹具的组成 24

2.3.4 工件的装夹与夹具选择 24

2.4 切削用量选择 26

2.5 装刀与对刀 28

第3章 数控车削加工编程技术 31

3.1 数控车削编程基础 31

3.1.1 数控机床的坐标系统 31

3.1.2 数控机床编程的方法 33

3.1.3 数控机床编程的内容和步骤 34

3.1.4 程序结构及有关规则 35

3.2 数控车床编程中常用的编程指令 37

3.2.1 常用的准备功能 G 指令 37

3.2.2 固定循环功能 46

3.2.3 复合循环指令 53

3.2.4 辅助功能代码 62

3.2.5 F、S、T 功能 64

3.2.6 数控车削加工中的刀尖半径补偿 64

第4章 数控车削加工实训 70

4.1 FANUC 系统数控车床的操作面板、控制面板及软件功能 70

4.2 机床操作步骤 73

4.2.1 数控机床起动 73

4.2.2 程序编辑操作 74

4.2.3 手动操作 75

4.2.4 对刀、设定工件坐标系 77

4.2.5 自动加工操作 77

4.3 典型零件车削加工 79

4.3.1 外圆与端面加工 79

4.3.2 锥面与圆弧加工 84

4.3.3 孔加工 89

4.3.4 槽及螺纹加工 91

4.3.5 非圆曲线加工 98

4.3.6 数控车床加工程序综合实例 105

第5章 数控车床自动编程与仿真加工 116

5.1 自动编程的安装及其各个目标的功能和设置介绍 116

5.1.1 Mastercam 9.0 的安装 116

5.1.2 Mastercam 9.0 的主要用途 121

5.1.3 启动 Mastercam 9.0 和界面介绍 121

5.2 基本曲线的绘制 128

5.2.1 点的绘制 128

5.2.2 绘制直线	132	5.5.2 粗车、精车参数	180
5.2.3 绘制圆弧	136	5.5.3 端面车削	184
5.2.4 绘制矩形	141	5.5.4 挖槽加工	185
5.2.5 绘制椭圆	141	5.5.5 快捷车削加工	190
5.2.6 绘制正多边形	142	5.5.6 钻孔加工	192
5.2.7 绘制样条曲线	142	5.5.7 车削螺纹	193
5.2.8 绘制文字	143	5.5.8 车槽加工	197
5.3 曲线的修改、编辑	146	5.6 数控仿真软件的使用介绍	198
5.3.1 选取几何对象	146	5.6.1 FUNAC Oi 车床标准面板 操作	198
5.3.2 删除与恢复	148	5.6.2 车床准备	202
5.3.3 转换几何对象	148	5.6.3 对刀	203
5.3.4 修整几何对象	152	5.6.4 手动操作	207
5.4 尺寸标注	157	5.6.5 自动加工方式	208
5.4.1 常用的尺寸标注方法	157	5.6.6 实例	209
5.4.2 图形注释	162	第 6 章 数控车床的检验与保养 ...	217
5.4.3 快捷尺寸标注	163	6.1 数控车床的安装与调试	217
5.4.4 绘制尺寸界线和指引线 ...	165	6.1.1 数控车床的安装	217
5.4.5 图案填充	166	6.1.2 数控车床的调试	218
5.4.6 编辑图形标注	167	6.2 数控车床的验收	218
5.4.7 设置图形标注	168	6.3 数控车床的维护与保养	221
5.5 数控车床加工基础知识	173	参考文献	225
5.5.1 刀具参数	173		

第 1 章 数控车床概述

1.1 数控的概念

在现代机械制造业中，随着计算机、通信、电子、检测、控制和机械加工等各相关技术的飞跃发展，特别是计算机控制在机床上的应用，使机床本身产生了革命性的变化。数控车床加工的全部运动都由计算机控制，不但提高了加工精度和生产效率，还可以完成普通车床无法完成的工作。数控车床作为一种精密高效的加工设备，引起现代机械制造业的巨大变革。那么，为了更好地熟悉和操作数控车床，首先来学习一下数控机床的基本概念。这对于学习和掌握数控技术和数控机床操作与编程具有重要意义。

1. 数控（NC）

数字控制（Numerical Control，简称 NC 或数控）是一种自动控制技术，是用数字化信息控制机械装置的运行。

2. 数控机床

数控机床（NC Machine）就是采用了数控技术的机床。

国际信息处理联盟（International Federation of Information Processing，简称 IFIP）第五技术委员会对数控机床的定义：数控机床是一种装有程序控制系统的机床，该系统能逻辑地处理具有特定代码和其他符号编码指令规定的程序。

3. 计算机数控系统

计算机数控系统（Computerized Numerical Control System）由装有数控系统程序的专用计算机、输入输出设备、可编程序控制器（PLC）、存储器、主轴驱动及进给驱动装置等部分组成，习惯上称为 CNC 系统。

1.2 数控车床的组成

数控车床一般由控制介质、输入\输出设备、CNC 装置（或称 CNC 单元）、伺服驱动系统、可编程序控制器 PLC 及电气控制装置、机床本体及反馈系统组成。图 1-1 是数控机床的组成框图。其中除机床本体之外的部分统称为计算机数控系统（CNC）。

1. 控制介质

要对数控机床进行控制，就必须在人与数控机床之间建立某种联系，这种

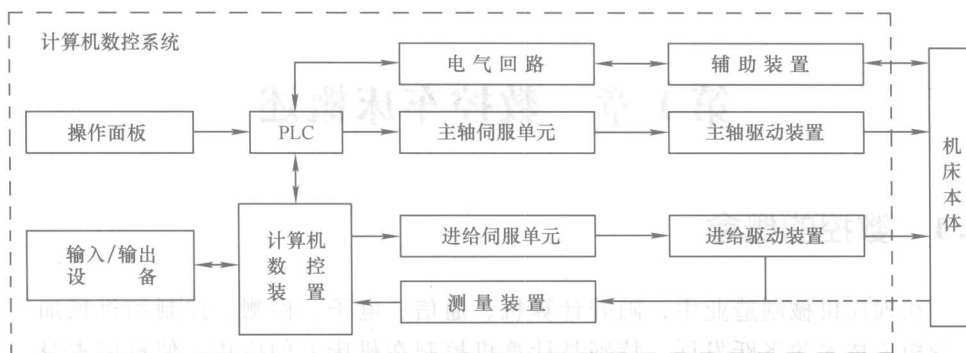


图 1-1 数控车床的组成框图

联系的中间媒介物就是控制介质，又称信息载体。在使用数控机床前，先要根据零件规定的尺寸、形状和技术条件，编写出工件的加工程序，按照规定的格式和代码记录在信息载体上。需要在数控机床上加工时，就把信息输入到计算机控制装置中。常用的控制介质有穿孔带、穿孔卡、磁带和磁盘等。

2. 输入、输出装置

MDI 键盘、磁盘机等是数控机床的典型输入设备。另外，一般数控机床还配有串行通信接口直接和计算机连接进行通信。

数控系统的输出装置一般配有显像管显示器或液晶显示器，显示的信息较丰富，并能显示图形。操作人员通过显示器获得必要的信息。

3. CNC 装置

CNC 装置是 CNC 系统的核心，主要包括微处理器、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统的其他组成部分联系的接口等。数控机床的 CNC 系统完全由软件处理数字信息，因而具有真正的柔性化，可处理逻辑电路难以处理的复杂信息，使数字控制系统的性能大大提高。

4. 伺服驱动系统

伺服驱动系统是 CNC 和机床本体的联系环节，它由伺服控制电路，功率放大电路和伺服电动机组成。作用是把来自数控装置的指令信号转变成机床移动部件的运动。工作原理是伺服控制电路接收来自 CNC 装置的微弱指令信号，经过功率放大电路放大成控制驱动装置的大功率信号，然后由驱动装置把经放大的指令信号变为机械运动，使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动。伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。数控机床功能的强弱主要取决于 CNC 装置，而数控机床的加工精度和生产效率主要取决于伺服驱动系统的性能。

5. 可编程序控制器

可编程序控制器（PC，Programmable Controller）是一种以微处理器为基础

的通用型自动控制装置，专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的是为了解决生产设备的逻辑及开关控制，故把它称为可编程逻辑控制器（PLC，Programmable Logic Controller）。当 PLC 用于控制机床顺序动作时，也可称之为编程机床控制器（PMC，Programmable Machine Controller）。

PLC 已成为数控机床不可缺少的控制装置。CNC 和 PLC 协调配合，共同完成对数控机床的控制。用于数控机床的 PLC 一般分为两类：一类是 CNC 的生产厂家为实现数控机床的顺序控制，而将 CNC 和 PLC 综合起来设计，称为内装型（或集成型）PLC，内装型 PLC 是 CNC 装置的一部分；另一类是以独立专业化的 PLC 生产厂家的产品来实现顺序控制功能，称为独立型（或外装型）PLC。

6. 机床本体

CNC 机床由于切削用量大，连续加工发热量大等因素对加工精度有一定影响，另外数控机床在加工中是自动控制，不能像在普通机床上那样由人工进行调整、补偿，所以其设计要求比普通机床更严格，制造要求更精密，采用了许多新的加强刚性、减小热变形、提高精度等方面的措施。

7. 反馈系统

反馈系统的作用是将机床的实际位置、速度参数检测出来转换成电信号反馈到 CNC 装置中，从而使 CNC 装置能随时检测机床的实际位置，速度是否与指令要求一致，以控制机床向消除该误差的方向移动。按有无检测装置，CNC 系统可分为开环与闭环数控系统，而按测量装置的安装位置又可分为闭环与半闭环数控系统。开环数控系统的控制精度取决于步进电动机和丝杠的精度，闭环数控系统的控制精度取决于检测装置的精度。因此，测量装置是高性能数控机床的重要组成部分。此外，由测量装置和显示环节构成的数显装置，可以在线显示机床移动部件的坐标值，大大提高了工作效率和工件的加工精度。

1.3 数控车床的分类

随着数控车床制造技术的不断发展，数控车床的品种和规格也越来越多，分类方法不一。根据数控机床的功能和组成，一般可分为以下几类，如表 1-1 所示。

表 1-1 数控车床的分类

分 类 方 法	机 床 类 型
按坐标轴数分类	两轴数控车床、多轴数控车床
按伺服系统分类	开环数控系统、半闭环数控系统、闭环数控系统
按功能水平分类	经济型、普及型、高级型

1. 按坐标轴数分类

数控车床在加工零件时，常常要控制两个或两个以上沿坐标轴方向的运动。

(1) 两轴数控车床 两坐标轴数控车床是指可以控制两个坐标轴同时运动来加工曲线轮廓零件的数控车床，即两轴联动。

(2) 多坐标轴数控车床 联动坐标轴为三个或三个以上的车床，称为多坐标轴数控车床，如车削中心。这类数控车床的控制精度较高，加工零件的形状多为空间曲面，故适宜加工形状特别复杂、精度要求较高的零件。

2. 按伺服系统分类

数控车床按照有无检测反馈装置可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中，根据测量装置安放的部位又分为闭环控制和半闭环控制两种。

(1) 开环伺服控制数控车床 图 1-2 是典型的开环数控系统。开环控制系统中，没有来自位置传感器的反馈信号。开环控制的伺服系统主要使用步进电动机。它一般由步进电动机驱动器、步进电动机、配速齿轮和丝杠螺母传动副等组成。数控系统每发出一个指令脉冲，经过驱动器功率放大后，驱动步进电动机旋转一个固定角度（步距角），再经过传动机构带动工作台移动。这类系统指令信号单方向传送，并且指令发出后，不再反馈回来，故称开环控制。开环控制的特点是结构简单，调试方便，容易维修，成本较低，但其控制精度不高。目前国内的经济型数控车床，普遍采用开环数控系统。



图 1-2 开环控制框图

(2) 闭环伺服控制数控车床 闭环伺服控制数控车床的控制原理如图 1-3 所示。开环伺服控制系统的控制精度不高，主要是没有检测反馈装置，而闭环伺服控制系统是将反馈检测元件安装在工作台上，它的作用就是在工作台实际位移量反馈到数控装置中，与所要求的位置指令比较，用比较的差值进行控制，直到差值消除，这样使加工精度大大提高。速度检测元件的作用是将伺服电动机的实际转速转换成速度控制电路中，进行反馈校正，保证电动机转速的恒定不变。采用闭环控制系统数控车床的特点是加工精度高，移动速度快。这类数控车床的电动机控制电路复杂，检测元件价格昂贵，且调试和维修复杂，成本也高。

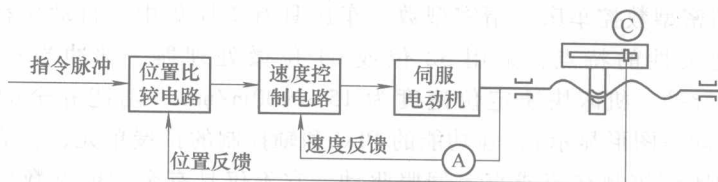


图 1-3 闭环控制框图

(3) 半闭环伺服控制数控车床 半闭环伺服控制数控车床的控制原理如图 1-4 所示。采用半闭环伺服控制系统的数控车床，它不是直接检测工作台的实际位移量，而是通过与伺服电动机有联系的转角检测元件，测量出伺服电动机的转角，来间接算出工作台的实际位移量，然后反馈到数控装置中，进行位置比较，利用比较差值进行控制。

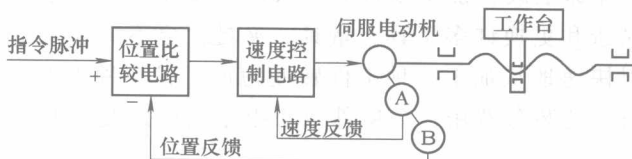


图 1-4 半闭环控制框图

这类机床的控制精度比闭环伺服控制的数控车床要差，但稳定性能好，成本低，调试维修方便，因此这类机床得到了广泛应用。

3. 按功能水平分类

按数控系统功能和机械结构的档次分类，可大致分为三类：经济型数控车床、全功能型数控车床、精密型数控车床。

(1) 经济型数控车床 在数控装置（CNC 装置）中，一般采用一个 8 位或 16 位微处理器作为主要控制单元，脉冲当量一般为 $0.01\text{mm}/\text{脉冲}$ ，机床快速定位速度为 $8 \sim 15\text{m}/\text{min}$ ，伺服驱动系统也大多使用步进电动机，采用开环控制方式，精度较低，功能简单，基本具备了计算机控制数控车床的主要功能。

(2) 全功能型数控车床 这类数控系统功能较多，除了具有一般的数控系统功能以外，还具有一定的图形显示功能和面向用户的宏程序等功能。采用了微机系统为 16 位或 32 位微处理器，脉冲当量为 $0.001\text{mm}/\text{脉冲}$ ，机床快速定位速度为 $15 \sim 24\text{m}/\text{min}$ ，具有 RS-232C 通信或 DNC 接口，功能较齐全的显像管显示器或 LCD 显示器，伺服驱动系统也大多采用半闭环控制交流或直流伺服驱动，全功能数控车床具有高刚度、高精度、高效率、价格适中的特点，因此在现代机械制造业得到了广泛的应用。

(3) 精密型数控车床 精密型数控车床具有工序集中、自动化程度高、功能强和高度柔性的特点,采用 32 位或 64 位微处理器,脉冲当量一般小于 $0.0001\text{mm}/\text{脉冲}$,机床快速定位速度为 $15 \sim 100\text{m}/\text{min}$,功能齐全的图像管或 LCD (三维动态图形显示),强功能的 PLC 和轴控制的扩展单元,伺服驱动系统也大多采用闭环控制交流或直流伺服驱动,它不仅具有全功能型数控车床的全部功能,而且还有机械系统动态响应速度快的特点,适用于精密和超精密加工。

1.4 数控车床的特点

数控车床在机械制造业中担任着非常重要的角色,是因为它具有如下的特点:

1. 对加工对象改型适应性强

由于在数控车床上改变加工零件时,只需要重新编制程序就能实现对零件的加工,不再制造和更换许多工具、量具、夹具,更不需要重新调整车床。因此数控车床可以快速地从加工一种工件转变为加工另一种工件,这样,生产准备周期短,节省工艺装备费用,为单件或小批量生产以及试制新产品提供了极大的便利。

2. 适合加工复杂形面的工件,加工质量稳定

数控车床的刀具运动轨迹是由加工程序决定的,因此只要编制出加工程序,无论多么复杂的形面工件,都能加工。对于同一批零件,由于都是使用同一车床、程序与同类刀具,且刀具的运动轨迹完全相同,因此可以避免人为误差,这样就保证了工件加工质量的稳定性。

3. 加工精度高

数控车床是按以数字形式给出的指令进行加工的,由于目前数控装置的脉冲当量一般达到了 0.001mm ,并且传动机构的反向间隙误差都能由数控装置进行补偿,因此数控车床能达到较高的加工精度。

4. 加工生产效率高

工件加工所需要的时间包括工件加工时间和辅助操作时间。数控车床能够有效地减少这两部分时间,主要在于:

1) 数控车床主轴转速和进给量的范围比普通车床的范围大,每一道工序都能选用合适的切削用量。

2) 良好的机床结构和刚性允许数控车床利用大切削用量的强力切削,有效地节省了切削时间。

3) 数控车床移动部件的快速移动和定位有很高的空行程运动速度,大大减少了快进、快退和定位时间。

4) 更换零件几乎不需要重新调整数控车床, 零件的安装和加工精度的稳定缩短了停机检验时间。

5. 减轻劳动强度、改善劳动条件

在输入程序并把准备辅助工作完成后, 直接按循环启动按钮, 数控车床就会自动连续加工, 在工件加工过程中, 基本不需要操作者的干预, 直到工件加工完毕, 这样就大大改善了劳动条件, 降低了劳动强度。

第2章 数控车削工艺分析

2.1 数控加工技术概述

1. 数控加工工艺的概念

所谓数控加工工艺，就是一种使用数控机床加工零件的一种工艺方法。

数控技术在机械制造业的应用使机械加工的过程发生了很大的变化，它不仅涉及数控加工设备，还包括数控加工工艺、工装和加工过程的自动控制等。其中，拟订数控加工工艺是进行数控加工的一项基础性工作。

由于数控加工所涉及的内容非常广泛，也很复杂，为了能够对数控加工概况有一个全面了解，我们先来学习数控加工基础即数控加工工艺的内容、特点。

2. 数控加工工艺的主要内容

一般来说，数控加工工艺主要包括以下几个方面的内容：

- 1) 数控机床的选择；
- 2) 结合工件的实际要求和数控设备的状况进行工艺分析与设计；
- 3) 根据编程的需要对零件图形进行必要的几何数学计算；
- 4) 编写加工程序；
- 5) 首件试切，并校对修改程序；
- 6) 编制数控加工工艺技术文件，如数控加工工序卡片、走刀路线等。

3. 数控加工工艺路线设计

(1) 选择合适的加工方法 机械零件的结构形状是多种多样的，但它们都是由外圆柱面、内圆柱面、曲面和成形面等基本表面组成的。每一种表面都有多种加工方法，根据零件的加工精度、表面粗糙度、材料、结构形状、尺寸及生产类型等因素来具体选择合适的加工方法和加工方案。如：内孔表面加工方法有钻孔、扩孔、铰孔、镗孔等。

(2) 工序的划分 数控加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的。而工序又由很多或一个工步组成。

工序是指一个或一组工人，在一个工作地点对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。区分工序的依据是设备或工作地点是否发生变动和完成的那一部分工艺内容是否连续。在一个工序内，往往采用不同的工具对不同的表面进行加工。因此工序有很多工步组成，工步是指在加工表面和加工工具没有发生变化的条件下所完成的那部分工艺过程。利用数控设备加工零

件, 工序可以比较集中, 在一次装夹中尽可能完成大部分或全部工序。根据零件的特征, 考虑零件的加工先后顺序, 即对零件的加工工序进行划分。一般工序的划分方式有以下几种:

1) 按零件装夹定位方式划分工序。由于每个零件的结构形状不同以及各个表面技术要求的差异, 在加工时, 其定位方式和装夹方式也不同。

2) 按粗、精加工方式划分工序。当加工质量要求较高时, 往往一道工序不能满足要求, 零件的加工过程一般按工序性质不同, 可分为粗加工、半精加工、精加工三个阶段。粗加工阶段: 主要是尽量多地去掉零件多余余量, 以提高生产效率。半精加工阶段: 此时表面达到一定精度, 但留有一定的精加工余量, 为主要表面精加工作好准备, 并完成一些次要表面加工。精加工阶段: 其任务是使零件表面及尺寸达到规定的尺寸精度, 全面保证零件的加工质量。一般来说, 在一次安装定位后, 不允许粗、精加工不分地将工件一个表面加工至精度要求后, 再加工其他表面。下面以车削手柄零件 (图 2-1 所示) 为例, 说明工序的划分。

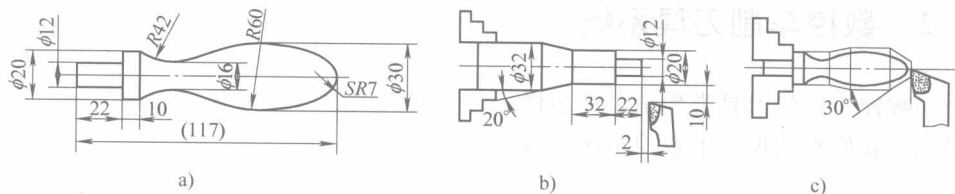


图 2-1 手柄加工示意图

该零件加工所用坯料为 $\phi 32\text{mm} \times 120\text{mm}$ 的棒料, 批量生产, 工序的划分如下:

第一道工序: 将一批工件全部车出 (包括切断), 然后再利用三爪自定心卡盘夹持棒料外圆柱面, 如图 2-1b 所示: 先车出 $\phi 12\text{mm}$ 和 $\phi 20\text{mm}$ 两圆柱面及圆锥面, 粗车掉 $R42\text{mm}$ 圆弧的部分余量, 换刀后按总长要求留下加工余量切断。

第二道工序 (见图 2-1c), 利用 $\phi 12\text{mm}$ 外圆及 $\phi 20\text{mm}$ 端面装夹, 工序为: 先车削 $SR7\text{mm}$ 球面的 30° 圆锥面, 然后对全部圆弧表面半精车 (留少量的精车余量), 最后换精车刀将全部圆弧表面一刀精车成形。

通过这个例子我们可以看出, 加工一个工件的工序划分内容并不是单一的, 往往是综合穿插的, 无论在装夹上, 粗、精加工上, 还是在刀具上。

3) 按所用刀具划分工序。为了减少换刀次数, 压缩空行程时间, 减少不必要的定位误差, 可以考虑按刀具集中工序的方法加工, 即尽可能用同一把刀具在一次装夹中加工出尽可能加工的部位, 然后再考虑换刀加工其他部位。

(3) 加工顺序的安排 在选定加工方法、划分好工序后, 工艺路线拟订的

主要内容就是合理安排这些加工方法和工序。工序的安排应根据零件的结构和毛坯状况以及安装定位和夹紧的需要来考虑。工序安排主要按以下原则进行:

1) 上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧,要综合考虑中间穿插有通用机床加工的工序。

2) 先进行内型面加工工序,后进行外型面加工工序。

3) 以相同定位、相同夹紧方式或同一把刀具加工的工序,最好连续进行,以减少重复定位次数、换刀次数和拆卸压紧元件次数。

4) 在同一次安装中进行的多道工序,应先安排对工件刚性破坏较小的工序。

(4) 数控加工工序与普通工序的衔接 对于工件的完成,常常不止一个工序,而且所涉及的工序也不一定全是数控加工工序,常常普通工序也穿插于整个工艺当中。因此,在设计时一定要协调好整个工艺路线,建立两类工序的相互状态要求,以避免二者衔接不好产生矛盾。

2.2 数控车削刀具系统

数控车床的刀具类型是多种多样的,不同类型的刀具有其一定的使用范围,因此,我们来认识一下数控车床刀具。

2.2.1 数控加工对刀具的要求

与普通机床相比,数控机床具有高效率、高转速、高进给速度、高刚性、良好的动态特性等特点。现代数控机床的先进性对切削加工用刀具的要求也很高。

1. 刀具结构

数控机床应尽可能使用机夹刀具,便于快速换刀,以减少换刀时间和降低辅助时间。刀具应向系列化、标准化、模块化、多功能化发展,以提高切削刀具利用率。

2. 刀具强度要高

为适应刀具在粗加工或对高硬度材料加工时能最大可能地去除余量,刀具必须有足够的刚度和强度来承受切削工件时所产生的巨大切削力。

3. 好的可靠性和刀具寿命

数控机床的加工的连续性需要刀具具有好的可靠性,这样,在加工中才不会发生意外损坏。而且刀具在切削过程中,因不断磨损而造成工件尺寸的变化,会影响工件的加工精度。因此,刀具具有好的可靠性和较长的寿命才能提高工件的加工精度和表面质量,以及数控机床加工的生产效率。

4. 高精度

为了适应数控机床加工的高精度和自动换刀要求,刀具及其装夹结构也应具有很高的精度,以保证它在机床上的安装精度和重复定位精度。

5. 断屑和排屑性能好

较好的断屑和排屑性能,能够使切屑带走在切削加工中所产生的大部分切削热,以降低切削温度,减小因为热变形所引起的工件加工误差,并且能够提高刀具的使用寿命。

2.2.2 数控机床用刀具材料

1. 刀具材料应具备的性能

在金属切削过程中,切削刀具不仅承受很高的温度和巨大的切削力,而且还常常受到机械冲击和挤压作用。因此刀具材料必须具备以下几个条件:

1) 较高的硬度和耐磨性。

2) 足够的强度和韧性。

3) 较高的耐热性。

4) 较好的导热性。

5) 较好的抗粘结性。

6) 良好的工艺性。

7) 较好的经济性。

2. 数控机床常用的刀具材料

刀具材料的种类很多,常用的刀具材料有碳素工具钢、合金工具钢和高速钢、硬质合金、陶瓷、金刚石和立方氮化硼等。

碳素工具钢和合金工具钢,因耐热性很差,常常用作手工刀具。而对于陶瓷、金刚石和立方氮化硼等刀具材料,由于其材质脆、工艺性差及价格昂贵等原因,没有在很广的范围内使用。目前最常用的刀具材料是高速钢和硬质合金。

(1) 高速钢 高速钢是目前在机械加工业应用最广泛的刀具材料。由于在合金工具钢中加入较多的钨、钼、铬、钒等合金元素,使得高速钢具有较高的强度、韧性和耐热性,在刃磨时容易获得锋利的刃口,因此高速钢又称“锋钢”。

高速钢在用途上,可分为普通高速钢和高性能高速钢。普通高速钢具有一定的硬度(62~67HRC)和耐磨性、较高的强度和韧性,切削钢料时切削速度一般不高于50~60m/min,不适合高速切削和硬材料的切削。常用牌号有W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2。高性能高速钢就是在普通高速钢中增加了碳、钒的含量或加入一些其他合金元素而得到的耐热性、耐磨性更高的新钢种,但这类钢的综合性能不如普通高速钢。常用牌号有9W18Cr4V、9W6Mo5Cr4V2、