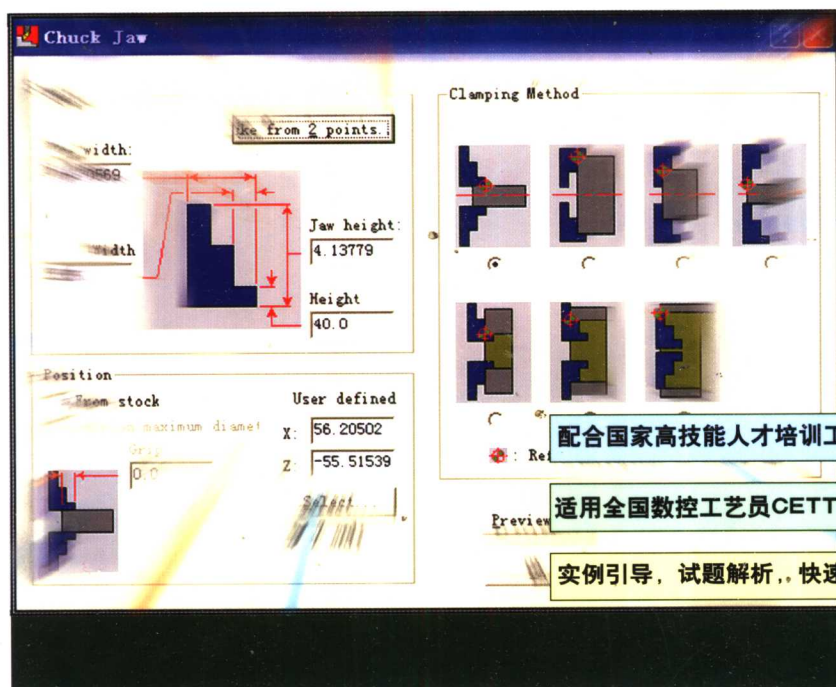


宛剑业 马英强 吴永国 等编著

CAXA数控车实用教程



Chemical Industry Press

9-39



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

CAXA 数控车实用教程

宛剑业 马英强 吴永国 等编著
胡建生 主审



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

CAXA 数控车实用教程/宛剑业等编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5
ISBN 7-5025-7078-0

I. C… II. 宛… III. 数控机床-计算机辅助设计-软件包, CAXA-教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 050571 号

CAXA 数控车实用教程

宛剑业 马英强 吴永国 等编著

胡建生 主审

责任编辑: 李玉晖

文字编辑: 廉 静

责任校对: 凌亚男

封面设计: 尹琳琳

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心 出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询 (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

http:// www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 419 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7078-0

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

进入 21 世纪后,我国正逐渐成为世界上最重要的制造业中心,这必然会对掌握现代信息化的数控制造技术人才形成巨大需求。国家劳动和社会保障部启动了全国现代制造技术应用软件远程培训工程,为现代制造技术的应用和推广打下良好的人才基础。数控工艺员培训以实用为原则,以实际操作为重点,采用国产的 CAXA 系列数控车 CAD/CAM 软件作为主要技术平台。

CAXA 数控车具有全中文 Windows 界面,形象化的图标菜单,全面的鼠标拖动功能,灵活方便的立即菜单参数调整功能,智能化的动态导航捕捉功能和多方位的信息提示等。CAXA 数控车具有 CAD 软件的强大绘图功能和完善的外部数据接口,可以绘制任意复杂的二维图形,通过数据接口与其他系统交换数据。CAXA 数控车提供了功能强大、使用简洁的轨迹生成手段,可按加工要求生成各种复杂图形的加工轨迹。通用的后置处理模块使 CAXA 数控车可以满足各种机床的代码格式,对生成的代码进行校验及加工仿真。将 CAXA 数控车同其他的专业制造软件结合起来,将会满足任何 CAD/CAM 的需求。

UG 作为 CAD/CAM 的优秀软件,为用户提供了集成最先进的技术和一流实践经验的解决方案,能够把任何产品构想付诸实际。MasterCAM 是基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件。自其诞生至今,以其强大的功能、稳定的性能成为世界上应用最广泛的软件之一。本书简要介绍了 CAXA 数控车结合 MasterCAM 和 UG 等软件的加工技术,旨在为读者更深入学习和应用 CAD/CAM/CAE 软件打下基础。

本书是结合编者多年来 CAD/CAM 软件的使用、教学经验和数控工艺员考证培训的经验编写而成。为了方便读者学习,本书安排了许多例题,将 CAXA 数控车的知识点嵌入到实例中,使读者可以循序渐进地掌握该软件的基本操作。通过实例,从实际加工角度对其进行设计造型及编程,进而掌握多种技巧,提高综合应用能力。结合 UG-Lathe、MasterCAM-Lathe 的加工功能讲解同一实例的加工方法,使读者了解这三种软件数控车削功能的精髓,能快捷、高效地应用这些工具实现零件的造型和加工。书中部分例题及上机练习题采纳了数控工艺员(数控车部分)认证考试的试题,以期读者了解数控工艺员认证的试题类型、难度和基本要求,通过理论学习和实际操作,能顺利通过数控工艺员的认证考试。

本书既可作为普通高等学校、高职高专院校机械类、机电类专业的教学用书,又可作为数控工艺员考证的培训教材,也可作为成人教育及工程技术人员的参考书。

参加本书写作的有:宛剑业(编写第五、第八、第九、第十三章)、马英强(编写第六、第七章)、吴永国(编写第一、第二、第三章)、张德强(编写第四、第十四章)、李金华(编写第十、第十一、第十二章及附录)。全书由宛剑业负责统稿。胡建生老师对书稿进行了认真、细致的审阅,提出了许多意见和修改建议。在写作过程中,得到了杭州友佳精密机械有限公司石红玉的帮助,在此表示衷心感谢。

由于编著者的水平所限,书中难免仍有错漏之处,欢迎读者批评指正。

编著者

2005 年 3 月

内 容 提 要

CAXA 数控车是优秀的 CAD/CAM 国产软件，也是全国数控工艺员职业资格培训指定使用软件。它高效易学，具有卓越的数控加工工艺性能和完善的外部数据接口。本书通过大量的数控加工实例，重点介绍该软件的使用方法。同时简要介绍了 CAXA 数控车结合 MasterCAM 和 UG 等软件的加工技术，为更深入学习和应用 CAD/CAM/CAE 软件打下基础。

本书既可作为普通高等学校、高职高专院校机械类、机电类专业的教学用书，又可作为数控工艺员考证的培训教材，也可作为成人教育及工程技术人员的参考书。

目 录

| | |
|---------------------------------|----|
| 第一章 数控机床概述 | 1 |
| 第一节 数控技术及其发展趋势 | 1 |
| 第二节 数控车床的组成与工作过程 | 3 |
| 第三节 数控车床控制系统简介 | 4 |
| 思考与练习（一） | 6 |
| 第二章 数控车床加工工艺分析 | 7 |
| 第一节 数控车削加工特点 | 7 |
| 第二节 数控车削加工工艺分析 | 8 |
| 第三节 数控加工工序设计 | 14 |
| 第四节 典型零件数控加工工艺分析 | 19 |
| 思考与练习（二） | 21 |
| 第三章 数控车床手工编程 | 24 |
| 第一节 数控编程概述 | 24 |
| 第二节 程序的结构与格式 | 25 |
| 第三节 数控车床的坐标系及编程要点 | 29 |
| 第四节 手工编程实例 | 38 |
| 思考与练习（三） | 42 |
| 第四章 CAD/CAM 常用软件简介 | 45 |
| 第一节 CAXA 系列加工软件简介 | 45 |
| 第二节 MasterCAM 简介 | 49 |
| 第三节 UG 简介 | 55 |
| 思考与练习（四） | 58 |
| 第五章 CAXA 数控车概述 | 60 |
| 第一节 CAXA 数控车界面 | 60 |
| 第二节 文件管理 | 63 |
| 第三节 常用键的含义 | 66 |
| 第四节 设置 | 68 |
| 第五节 坐标系 | 71 |
| 第六节 显示控制 | 72 |
| 第七节 查询 | 73 |
| 思考与练习（五） | 74 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第六章 CAXA 数控车造型设计 | 76 |
| 第一节 基本图形造型 | 76 |
| 第二节 曲线编辑 | 93 |
| 第三节 几何变换 | 97 |
| 第四节 几何造型实例 | 100 |
| 思考与练习 (六) | 106 |
| 第七章 CAXA 数控车加工 | 108 |
| 第一节 CAXA 数控车 CAM 功能概述 | 108 |
| 第二节 机床设置与后置处理 | 111 |
| 第三节 数控车床刀具库管理 | 118 |
| 思考与练习 (七) | 121 |
| 第八章 轮廓粗车 | 123 |
| 第一节 轮廓粗车的过程 | 123 |
| 第二节 轮廓粗车的参数选择 | 129 |
| 第三节 轮廓粗车实例 | 144 |
| 思考与练习 (八) | 152 |
| 第九章 轮廓精车 | 154 |
| 第一节 轮廓精车的过程 | 154 |
| 第二节 轮廓精车参数选择及说明 | 157 |
| 第三节 轮廓精车实例 | 159 |
| 思考与练习 (九) | 162 |
| 第十章 切槽加工 | 164 |
| 第一节 切槽加工的过程 | 164 |
| 第二节 切槽加工实例 | 165 |
| 思考与练习 (十) | 170 |
| 第十一章 螺纹加工 | 172 |
| 第一节 螺纹的加工过程及参数设定 | 172 |
| 第二节 螺纹加工实例 | 174 |
| 思考与练习 (十一) | 180 |
| 第十二章 钻孔加工 | 182 |
| 第一节 钻孔加工的过程及参数说明 | 182 |
| 第二节 钻孔加工实例 | 183 |
| 思考与练习 (十二) | 187 |

| | |
|--|-----|
| 第十三章 典型零件加工实例 | 189 |
| 第一节 手柄的加工..... | 189 |
| 第二节 轴套的加工..... | 209 |
| 思考与练习 (十三) | 229 |
| 第十四章 CAXA 数控车结合其他软件的加工技术 | 231 |
| 第一节 CAXA 造型文件转换成 MasterCAM 和 UG 文件 | 231 |
| 第二节 CAXA 造型与 MasterCAM 加工综合实例..... | 235 |
| 第三节 CAXA 造型与 UG 加工综合实例 | 249 |
| 思考与练习 (十四) | 258 |
| 附录 | 259 |
| 参考文献 | 265 |

第一章 数控机床概述

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，零件的形状越来越复杂，精度要求也越来越高。激烈的市场竞争，要求产品研制的生产周期越来越短，传统的加工设备和制造方法，已难以适应多样化、柔性化与复杂形状零件的高效、高质量加工要求。为满足多品种、小批量、复杂、精密零件加工的需要，数控（numerical control）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。

第一节 数控技术及其发展趋势

数控技术是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术，它是计算机、自动控制、测量及机械制造技术等相结合形成的综合性学科，在机械制造、航空、航天、汽车等工业中得到了广泛应用。随着科学技术的发展以及先进制造技术的逐渐成熟和超高速切削、超精密加工等技术的应用，对数控机床各个组成部分的性能指标，提出了更高的要求。当今的数控机床正在不断采用最新技术成果，朝着高速度、高精度、多功能、智能化、系统化与高可靠性等方向发展。

一、高速度、高精度

速度和精度是数控机床的两个重要指标，直接关系到加工效率和产品质量。在超高速切削、超精密加工中，对机床各坐标轴移动速度和定位精度提出了更高的要求。而这两项技术指标相互制约，即要求移动速度越高，定位精度越难控制。现代数控机床配备了高性能的数控系统及伺服驱动系统，其位移分辨率和进给速度已可达 $0.1\sim 0.01\mu\text{m}$ 。为实现更高速度、更高精度的指标，目前主要在以下方面采取措施进行研究。

1. 数控系统

采用位数、频率更高的微处理器，以提高系统的运算速度。目前普遍已由原来的 8 位 CPU 过渡到 16 位、32 位及 64 位 CPU，主频已由原来的 5MHz 提高到 32MHz，有些系统已开始采用双 CPU 结构。

2. 伺服驱动系统

在采用全数字伺服系统的基础上，开始采用直线伺服电机直接驱动机床工作台的“零传动”直线伺服进给方式。随着数字信号微处理器速度的大幅度提高，伺服系统的信息处理可完全用软件来完成，数字伺服系统利用计算机技术，在电机上有专用 CPU 来实现数字控制，一般具有下列特性。

① 采用现代控制理论，通过计算机软件实现最佳控制。

② 数字伺服系统是由采样器和保持器组成的离散系统，它具有动、静态精度高，灵敏度好，抗干扰能力强等优点。

③ 系统一般配有 SERCOS（Serial Real-time Communication System）串行实时通信系统板。与现场总线相比，它不仅可以实现高速闭环控制，而且可以实现多个运动轴的控制。

同时，还可以采用精确、高效的光纤接口（光纤连接可以确保通信过程无噪声），简化模块之间的电缆连接，提高系统的可靠性。

④ 所谓直线伺服电机是为了满足数控机床向高速、超高速方向发展而采用的新的伺服驱动装置，其最大进给速度可达 120m/min。

3. 机床静、动摩擦的非线性补偿控制技术

机床动、静摩擦的非线性会导致机床工作台爬行。除了在机械结构上采取措施降低摩擦外，新型的数控伺服系统具有自动补偿机械系统静、动摩擦非线性的控制功能。

4. 高速大功率电主轴的应用

由于在超高速加工中，对机床主轴转速提出了极高的要求（20000~75000r/min），传统的齿轮变速传动系统已不能满足其要求。为此，比较多地采用“内装式电动机主轴”（Build-Motor Spindle，简称“电主轴”），并进一步实现了变频电动机与机床主轴一体化。该结构主轴电动机的轴承需要采用磁浮轴承、液体动静压轴承或陶瓷滚动轴承等形式，以适应主轴高速运转的要求。

5. 配置高速、强功能的内装式可编程控制器（PLC）

为提高可编程控制器的运行速度，满足数控机床高速加工的要求，应用了具有专用 CPU 的新型 PLC 器件，其基本指令执行时间达 $0.2\mu\text{s}/\text{步}$ ，可编程步数可扩大到 16000 步以上。利用 PLC 的高速处理功能，使 CNC 与 PLC 之间有机地结合起来，可满足数控机床运行中的各种实时控制要求。

二、多功能

① 数控机床往往是一机多能，最大限度地提高了设备的利用率。

② 具有前台加工、后台编辑的前后台功能，以充分提高其工作效率和机床利用率。

③ 具有更强的通信功能。现代数控机床除具有 RS232 通信口、DNC 功能外，还具有网络通信功能。

三、智能化

1. 引进自适应控制 AC（Adaptive Control）技术

应用自适应控制技术的目的是为了在多变的加工过程中，通过自动调节加工中所测得的工作状态、特性等参数，按照预先给定的评价指标，自动校正自身的工作参数，以达到或接近最佳工作状态。在实际加工过程中，由于事先难以预知的多种变量（如毛坯余量不均匀、材料硬度不均匀、刀具磨损、工艺系统受热变形、受力变形等），直接或间接地影响加工效果，所以编制加工程序时，只能依据经验数据，在实际加工中，很难用最佳参数进行切削。而自适应控制系统能根据切削条件的变化，自动调节工作参数（如伺服进给参数、切削用量参数等），使加工过程始终保持在最佳状态，从而得到较高的加工精度和较好的表面质量。同时，刀具的寿命和设备的生产效率得到了提高。

2. 采用故障自诊断、自修复功能

数控机床利用 CNC 系统的内装程序实现在线故障诊断，并通过 CRT 进行故障报警，提示发生故障的部位、原因等，并利用“冗余”技术，使故障模块自动脱机，接通备用模块。

3. 刀具寿命自动检测和自动换刀功能

利用红外、声发射、激光等检测手段，对刀具和工件进行检测。发现工件尺寸、刀具磨损量等超差，及时报警并自动补偿或更换备用刀具，以保证产品质量。

4. 引进模式识别技术

应用图像识别和声控技术，使机器自动辨识图样，按照自然语言命令进行加工。

四、数控系统的小型化

由于微电子技术的发展，使得集成电路的信息密度大大提高，从而使数控系统的小型化成为可能。

五、数控编程自动化

数控编程的自动化，使加工结构复杂的零件成为可能。

六、高可靠性

数控机床的可靠性一直是用户最关心的主要指标，它取决于数控系统和各伺服驱动单元的可靠性。目前主要表现在以下几个方面。

- ① 提高系统硬件质量。
- ② 硬件结构的模块化、标准化和通用化。
- ③ 增强故障自诊断、自恢复和保护功能。

第二节 数控车床的组成与工作过程

数控车床 CNC (Computer Numerical Control) 是指用数字化信号控制的车床。它是将事先编好的零件加工程序输入到专用的计算机中，由计算机指挥车床各坐标轴的伺服电机，控制车床各运动部件的先后顺序、速度和移动量，并与选定的主轴转速相配合，加工出各种形状的工件。

一、数控车床的组成

数控车床的组成大体可分为五部分，如图 1-1 所示。

1. 数控系统

数控系统是数控车床的控制核心，其主要部分是计算机，与我们日常使用的计算机从构成上讲基本是相同的。其中包括 CPU (中央处理器)、存储器、显示器等部分。但从其硬件的结构和控制软件上讲，它与一般的计算机又有较大的区别。数控系统中用的计算机一般是专用机，也有一些是工控机。

2. 驱动系统

驱动系统是数控车床切削工作的动力部分，其作用是实现主运动和进给运动。在数控车床中，驱动系统又称伺服系统，由伺服驱动电路和驱动装置组成。伺服驱动电路的作用是接收指令，经过软件处理，推动驱动装置工作。驱动装置主要由主轴电机、进给系统步进电机、交流伺服电机、直流伺服电机等组成。

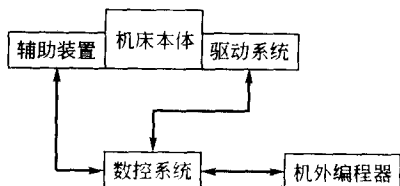


图 1-1 数控车床的组成

3. 机床本体

指的是数控车床的机械部件，主要包括床身、床头箱、刀架、尾座及传动机构等。

4. 辅助装置

辅助装置是指为加工服务的配套部分，如液压、气动装置，冷却、照明、润滑、防护和排屑装置等。

5. 机外编程器

在数控车床上加工复杂零件时，为了减少占机时间和方便编程，采用机外编程器。机外编程器就是在普通计算机上安装一套编程软件，使用这套软件及相应的后置处理软件，可以生成加工程序。通过车床控制系统上的通信接口或其他存储介质（如软盘、光盘等），把生成的加工程序输入到机床的控制系统中，以控制机床进行加工。

二、数控车床的基本工作过程

首先根据零件图样，结合加工工艺编制数控程序，然后通过键盘或其他输入设备，将编好的程序输入到数控系统中，经过调试、修改后储存起来。加工时按所编程序进行加工轨迹运算处理，从而控制伺服系统驱动机床各坐标轴，使刀具按照预先规定的轨迹运动，通过位置检测及反馈装置保证位移精度。同时按照加工要求，通过 PLC 控制主轴及其他辅助装置协调工作，如主轴变速、换刀、工件夹紧与放松、润滑系统定时开停、切削液开关、过载或限位保护、机床运动急停等。

数控机床经过程序调试、试切后，进入正常批量加工，操作者一般只需进行装卸料，再按一下程序自动循环按钮，机床就能自动完成整个加工过程。

第三节 数控车床控制系统简介

一、数控系统的组成

数控车床主要由机床本体和计算机数控系统两部分组成，如图 1-2 所示。其中计算机数控系统（Computerized Numerical Control System，简称 CNC 系统）是数控机床的核心，它由输入/输出设备、数控装置、伺服单元、驱动装置、可编程控制器及电器控制装置和检测反馈装置等组成。分为软件及硬件两大部分。

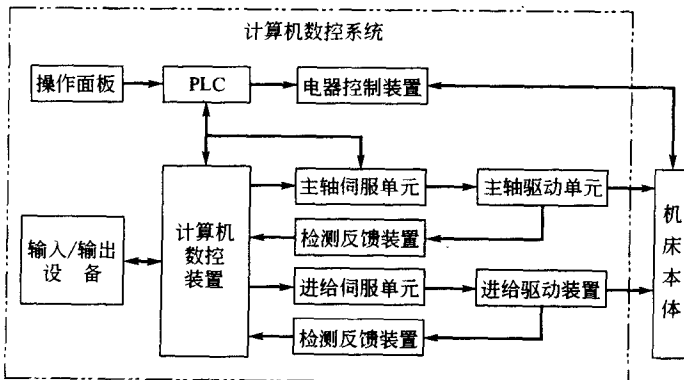


图 1-2 计算机数控系统的组成

1. 输入/输出设备

输入/输出设备的主要功能是实现编程人员与机床数控系统的信息交互过程。输入设备主要有纸带阅读机、磁带机、磁盘驱动器或光盘驱动器、键盘、鼠标及相应的接口设备等。输出设备有显示器等。

2. 数控装置

数控装置主要包括中央处理器、存储器、局部总线、外围逻辑电路、接口以及相应的控制软件等。其主要作用是根据输入的数据段，插补运算出理想的运动轨迹，输出到执行部件（伺服单元、驱动装置等），加工出所要求的零件。

3. 伺服单元

伺服单元是数控系统和车床本体的联系环节，其作用是将来自数控装置的微弱信号，经变换和放大后，通过驱动装置转换成车床工作台或刀架的直线运动，或工作台的回转转动。

4. 驱动装置

驱动装置的作用是将放大后的指令信号转变成机械运动，利用机械传动件驱动工作台移动，使工作台按规定的轨迹进行相对运动或精确定位，保证能够加工出符合零件图样要求的零件。对应于伺服单元的驱动装置有步进电机、伺服电机等。伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统，它是数控机床的重要组成部分，在某种意义上讲，它决定着数控机床的性能。

5. 可编程逻辑控制器（PLC）

可编程逻辑控制器 PLC（Programmable Logic Controller）是以微处理器为基础的通用型自动控制装置。其主要作用是解决工业设备的逻辑关系和开关量控制。数控车床的自动控制由 CNC 和 PLC 共同完成。其中 CNC 完成与数字运算和管理有关的功能，如编辑加工程序、插补运算、译码、位置伺服控制等；PLC 负责完成与逻辑运算有关的各种动作。PLC 接受 CNC 控制代码 M、S、T 等顺序动作信息，对其进行译码后转换成相应控制信号，驱动辅助装置完成一系列开关动作，如装夹工件、更换刀具、开关切削液等；PLC 还接受来自车床控制面板的指令，直接控制车床动作，并将部分指令送往 CNC，用于加工过程控制。

6. 检测反馈装置

检测反馈装置也称反馈单元，通常安装在车床工作台上或滚珠丝杠上，其作用是将工作台的位移量转换成电信号并反馈给 CNC 系统。CNC 系统将反馈值与指令值进行比较，以决定是否继续发出进给指令。

根据数控系统有无检测装置，可分为开环系统、闭环系统以及半闭环系统。

二、数控系统的主要功能

数控系统的硬件有各种不同的组成和配置，若安装不同的监控软件，数控系统就有了不同的功能，从而可以用于不同机床的控制。机床数控系统具有以下一些基本功能。

- ① 多坐标控制功能；
- ② 插补功能；
- ③ 进给功能；
- ④ 主轴功能；
- ⑤ 刀具功能；
- ⑥ 刀具补偿功能；
- ⑦ 机械误差补偿功能；

- ⑧ 操作功能；
- ⑨ 程序管理功能；
- ⑩ 图形显示功能；
- ⑪ 辅助编程功能；
- ⑫ 自诊断报警功能；
- ⑬ 通信功能。

车床数控系统有其自身的特点：其一是数控车床所需控制的轴数较少，一般只需控制两个坐标轴（Z轴和X轴）；其二是数控车床可以联动的坐标轴数比较少，一般为两联动或三联动；其三是数控车床一般要求具备恒线速度功能。

思考与练习（一）

一、思考题

- (1) 数控车床由哪几部分组成？各有什么作用？
- (2) 数控系统的主要功能有哪些？
- (3) 常用的数控车床有哪几种类型？
- (4) 数控车床的传动系统与普通车床的传动系统有哪些主要区别？

二、填空题

- (1) 数控技术是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术。它是由_____、_____、_____及_____等相结合形成的综合性学科。
- (2) 数控车床 CNC (Computer Numerical Control) 是指用_____控制的车床。
- (3) 数控系统是数控车床的_____，其主要部分是_____。
- (4) 驱动系统是数控车床切削工作的_____，其作用是实现_____。
- (5) 驱动系统又称伺服系统，由_____和_____组成。

三、选择题

- (1) 测量反馈装置的作用是为了（ ）。
 - A. 提高机床的安全性
 - B. 提高机床的使用寿命
 - C. 提高机床的定位精度
 - D. 提高机床的灵敏度
- (2) 数控系统中可编程控制器 PLC 实现机床的（ ）。
 - A. 位置控制
 - B. I/O 逻辑控制
 - C. 插补控制
 - D. 速度控制
- (3) 在数控机床的伺服电机中，只能用于开环控制系统的是（ ）。
 - A. 步进电机
 - B. 交流伺服电机
 - C. 直流伺服电机
 - D. 全数字交流伺服电机
- (4) 闭环控制系统与半闭环控制系统的主要区别在于（ ）。
 - A. 位置控制器
 - B. 控制对象
 - C. 伺服单元
 - D. 检测单元
- (5) 与普通机床相比，数控机床结构有许多优点，但下列叙述中，（ ）不属于数控机床的结构特点。
 - A. 进给系统刚度提高
 - B. 有些机床采用电主轴
 - C. 热稳定性好
 - D. 编程方便
- (6) 数控车床加工螺纹时，必须在主轴上安装（ ）。
 - A. 加速度传感器
 - B. 脉冲编码器
 - C. 电脉冲宽度调整器
 - D. 电脉冲周期调整器
- (7) 下列叙述中，除（ ）外，均适用数控车床进行加工。
 - A. 轮廓形状复杂的轴类零件
 - B. 精度要求高的盘类零件
 - C. 各种螺旋回转类零件
 - D. 多孔系箱体类零件

第二章 数控车床加工工艺分析

数控车床是在普通车床的基础上发展起来的，其加工工艺及所用刀具与普通车床基本相同，但其工作原理是不同的。在普通车床上零件的加工过程是由操作者操控机床逐步完成的，在加工过程中，操作者可以随时停车测量工件、调整机床；而数控车床的加工过程是按预先编制好的加工程序（根据具体的加工工艺编制），在计算机的控制下自动实现的。合理的加工工艺对数控车床的加工质量、加工效率及加工成本至关重要。

第一节 数控车削加工特点

数控车削是数控加工中应用最多的方法之一。数控车床除具有普通车床的全部功能外，其加工对象还有如下特点。

一、轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的回转体零件

因为车床数控系统都具有直线和圆弧插补功能，部分数控车床还具有某些非圆曲线（如椭圆曲线、抛物线等）插补功能，故能车削由任意平面曲线轮廓所构成的回转体零件，包括通过拟合计算处理后不能用方程描述的列表曲线类零件。难于控制尺寸的零件，如具有封闭内成型面的壳体零件，以及如图 2-1 所示“口小肚大”的特殊内表面零件。

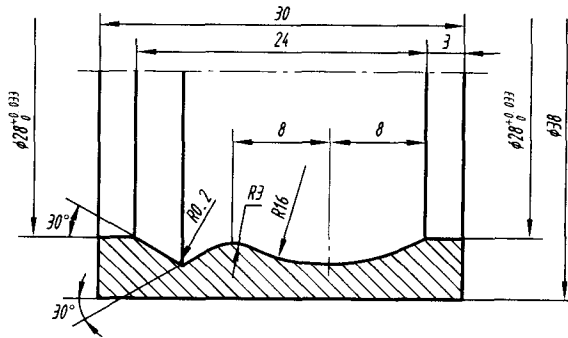


图 2-1 零件的内部形状

二、质量要求高的零件

零件的加工质量包括加工精度（指尺寸精度、形状精度、位置精度）和表面质量（指表面微观几何形状误差及表面物理力学性能。微观几何形状误差包括表面粗糙度和表面波度；表面物理力学性能包括冷作硬化、金相组织变化和残余应力，这里的表面质量主要指表面粗糙度）。例如，尺寸精度达 0.001mm，直线度、圆柱度等形状精度要求也很高的的回转体零件；线、面轮廓度要求高的零件（其轮廓的形状精度可超过用数控线切割机床加工的样板的精度）；在特种精密数控车床上，可加工出几何轮廓精度高达 0.0001mm、表面粗糙度 R_a 达到 0.02 μm 的超精密零件（如复印机的回转鼓及激光打印机上的多面反射体零件等）。

三、具有特殊螺旋面的零件

特殊螺旋面的零件是指特大螺距、变螺距、等螺距与变螺距之间作平滑过渡的零件，圆柱螺旋面与圆锥螺旋面之间作平滑过渡的零件，以及具有高精度的模数螺旋面零件（如各种形面的蜗杆）和端面螺纹等。

四、淬硬工件的加工

在大型模具加工中，有不少尺寸大而形状复杂的零件。这些零件热处理后的变形量较大，磨削加工有困难，因此可以用陶瓷车刀在数控机床上对淬硬后的零件进行车削加工，以车代磨，提高加工效率。

第二节 数控车削加工工艺分析

数控机床加工零件时，要把被加工零件的全部工艺过程、工艺参数等编制成程序，整个加工过程是在计算机控制下自动进行的，因此编程前的加工工艺分析是一项非常重要的工作。

一、数控加工零件的工艺性分析

在选择并决定数控加工零件及其加工内容后，应对零件的数控加工工艺性进行全面、认真、仔细的分析，主要包括产品的零件图分析和结构工艺性分析。

1. 零件图分析

首先应熟悉零件在产品中的作用、位置、装配关系和工作条件，搞清楚各项技术要求对零件装配质量和性能的影响，找出主要的和关键的技术要求，然后对其进行分析。

(1) 尺寸标注分析

零件图上尺寸标注方法应适应数控加工的特点，在数控加工零件图上，应以同一基准标注尺寸或直接给出坐标尺寸。这种标注方法既便于编程，又有利于基准统一。由于零件设计人员在尺寸标注上一般较多地考虑装配及使用等特性，而采用一些局部分散的标注方法，这样就给工序安排和数控加工带来诸多不便。由于数控机床加工精度和重复定位精度都很高，不会产生较大的累积误差而破坏零件的使用特性，因此，可将局部的分散标注改为同一基准标注或直接给出坐标尺寸的标注法。

(2) 零件图的完整性与正确性分析

构成零件轮廓的几何元素（点、线、面）及其之间的相互关系（如相切、相交、垂直和平行等）是数控编程中数值计算的重要条件。手工编程时，要依据这些条件计算每一个节点的坐标；自动编程时，根据这些条件才能对构成零件的所有几何元素进行定义，无论哪一条件不明确，编程都无法正常进行。因此，在分析零件图时，务必要分析几何元素的给定条件是否充分，发现问题及时与设计人员协商解决。

(3) 零件技术要求分析

零件的技术要求主要是指尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度及热处理等。这些要求在保证零件使用性能的前提下，应经济合理。过高的精度和表面粗糙度要求，会使工艺过程复杂、加工困难、提高成本。

(4) 零件材料分析

在满足零件使用要求的前提下,应选用廉价、切削性能好的材料,而且应立足国内,不要轻易选用贵重或紧缺的材料,以免增加成本。

2. 零件的结构工艺性分析

零件的结构工艺性是指所设计的零件在满足使用要求的前提下,制造和装配等可行性和经济性,良好的结构工艺性,可以使零件加工容易,节省工时和材料。而较差的零件结构工艺性,会使加工困难,浪费工时和材料,有时甚至无法加工。因此,零件各加工部位的结构工艺性应符合数控加工的特点。

① 零件的内腔和外形最好采用统一的几何类型和尺寸,这样可以减少刀具数量和换刀次数,提高生产效率。

② 内槽圆角的大小决定着刀具直径的大小,所以内槽圆角半径不应太小,以免刀具的直径过小,从而影响刀具的刚度。

③ 采用统一的基准定位,以减少装夹误差。在数控加工中若定位基准不统一,则会产生二次装夹误差,而影响零件的加工精度。

二、数控加工工艺路线设计

工艺路线设计包括各加工表面的加工方法选择、加工阶段的划分以及工序的安排等,是制定工艺规程的重要内容之一。设计者应根据工艺理论并结合本厂的实际生产条件,提出几种方案,通过经济分析,从中选择最佳方案,用于生产。

机械零件的结构形状是多种多样的,但它们都是由平面、内圆柱面、外圆柱面、曲面及成型面等基本表面组成的。每一种表面都有多种加工方法,具体选择时应根据零件的加工精度、表面质量、材料、结构尺寸及生产类型等因素,选用相应的加工方法和加工方案。

1. 外圆表面加工方法的选择

外圆表面的主要加工方法是车削和磨削。当表面质量要求较高时,还要进行光整加工。外圆表面的加工方案如图 2-2 所示。

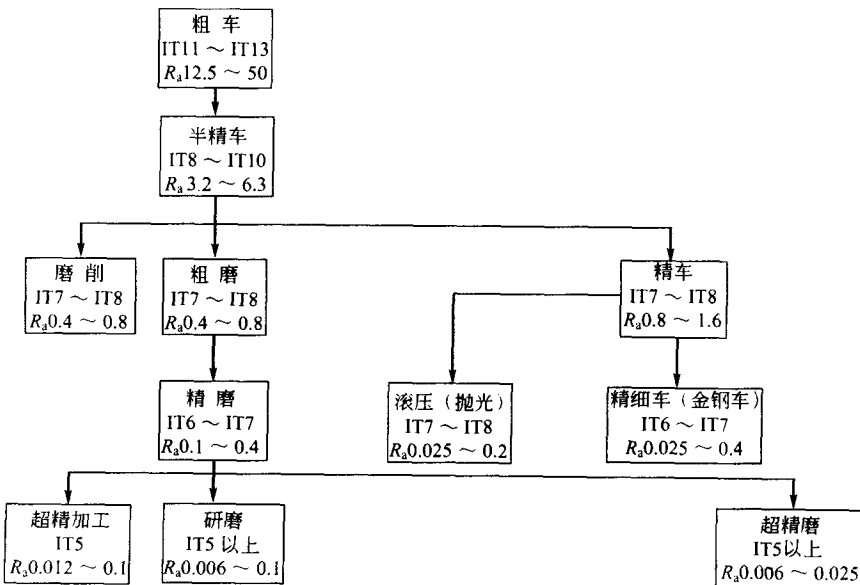


图 2-2 外圆表面加工方案