

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

✿ 数控技术应用专业系列

数控机床结构与维修

□ 于万成 王桂莲 主 编
□ 李 昊 副主编

- ▶ 理论知识为实际操作奠定基础
- ▶ 实际操作将理论知识巩固提高
- ▶ 课题训练突出操作技能的培养



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

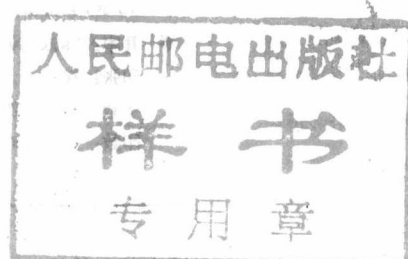

高级

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

● 数控技术应用专业系列

数控机床结构与维修

□ 于万成 王桂莲 主 编
□ 李 昊 副主编



人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

数控机床结构与维修 / 于万成, 王桂莲主编. —北京:
人民邮电出版社, 2009. 10

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 数控技术应用专业系列

ISBN 978-7-115-20211-6

I. 数… II. ①于…②王… III. ①数控机床—结构—职业教育—教材②数控机床—维修—职业教育—教材
IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第162220号

内 容 提 要

本书是依据国家职业标准《数控机床装调维修工》的要求编写的。全书由数控机床的工作原理及结构、安装调试与检测数控机床、调试与维修数控机床的数控系统、维修数控机床4个模块组成。本书的特点是,通过课题将理论知识和实践知识结合起来,理论知识是实际操作所需要的知识点,实际操作是理论知识的应用与巩固,理论与实践一体化,课题训练内容突出对学生技能的培养。

本书可作为技工学校、技师学院以及各职业院校数控专业及数控机床维修专业的教材,也可作为相关从业人员数控维护与维修的参考用书。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

数控技术应用专业系列

数控机床结构与维修

◆ 主 编 于万成 王桂莲

副 主 编 李 昊

责任编辑 张孟玮

执行编辑 李海涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京昌平百善印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16

字数: 413千字

印数: 1—3 000册

2009年10月第1版

2009年10月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20211-6

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 松	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 鹭	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊					

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江		

本书编委

于万成 王桂莲 李 昊 于 贝 刘巨栋 贺刚林 王 龙 许鹏飞 张庆新

序



随着我国制造业的发展,高素质技术工人的数量与层次结构远远不能满足劳动力市场的需求,技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强高技能人才工作的意见》的通知(中办发[2006]15号)的通知。目前,各类职业院校主动适应经济社会发展要求,主动开展教学研讨,探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式,在中高级技能人才的培养和培训工作起到了积极推动的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求,来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高,而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现就业。但是,加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习;只有扎实地掌握相关理论基础知识,才能自如地运用各种技能,甚至进行技术创新。所以,如何解决理论与实践相结合的问题,走出一条理实一体化的教学新路,是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的,依靠职业教育专家的研究成果,依靠技工学校教师和企业等一线工作人员,共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上,我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心,根据理论知识够用、强化技能训练的原则,将理论和实践有机结合,开发出机电类技能人才培养专业教学方案,并制定出每门课程的教学大纲,然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容,首批55本教材涵盖2个层次(中级工、高级工),3个专业(数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化)。教材内容统筹规划,合理安排知识点与技能训练点,教学内涵生动活泼,尽可能使教材体系与编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学的要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助,并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题专家指导委员会

2009年2月



前言

PREFACE

数控技术的应用是提高制造业的产品质量和生产效率必不可少的重要手段。随着数控机床在企业的使用日益普遍，企业也急需大批数控机床维护与维修人员。本书正是考虑到目前数控机床在我国的广泛应用与数控维护与维修技能型人才的紧缺，结合目前技工学校、技师学院的教学现状，并依据国家职业标准《数控机床装调维修工》的要求编写的。

本书是职业教育机电类技能人才培养规划教材，认真贯彻“以就业为导向，以能力为本位”的指导思想，全书由数控机床的工作原理及结构、安装调试与检测数控机床、调试与维修数控机床的数控系统、维修数控机床4个模块组成。在编写过程中，通过课题将理论知识和实践知识结合起来，理论知识是实际操作所需要的知识点，实际操作是理论知识的应用与巩固，理论与实践一体化，课题训练内容突出对学生技能的培养。通过本课程的学习使学生掌握数控机床安装与调试以及日常维护保养的基本知识，具有对故障进行初步诊断与维修常见简单故障的能力。

本课程的教学时数为220学时，各部分的参考教学课时见下面的学时分配表。

序 号	课 程 内 容	学 时 数
模块一	数控机床的工作原理及结构	50
模块二	安装调试与检测数控机床	30
模块三	调试与维修数控机床的数控系统	40
模块四	维修数控机床	100
合计		220

本书由于万成和王桂莲任主编并统稿，李昊任副主编，参加编写工作的还有刘巨栋、于贝、贺刚林、王龙、许鹏飞、张庆新。本书在编写过程中得到了山东省轻工工程学校、前哨机械有限公司、青岛市职业教育公共实训基地、青岛市高级技工学校的大力支持与帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2009年7月

**模块一 数控机床的工作原理及结构** 1

- 课题一 认识数控机床 2
- 课题二 数控机床的工作原理和工作
过程及主要技术指标 6
- 课题三 熟悉数控车床的结构 13
- 课题四 熟悉数控铣床和加工中心的
结构 39
- 模块总结 74
- 综合练习 74

模块二 安装调试与检测数控机床 77

- 课题一 安装和调试数控机床 78
- 课题二 验收数控机床 82
- 课题三 维护与保养数控机床 97
- 模块总结 104
- 综合练习 105

**模块三 调试与维修数控机床的数控
系统** 106

- 课题一 常见 CNC 系统的系统报警及
故障诊断 107
- 课题二 常见数控系统的参数设置与
故障诊断 119

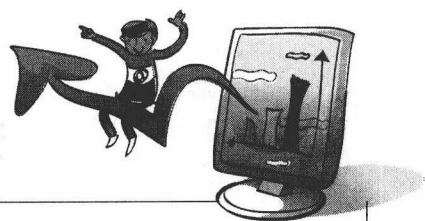
- 课题三 数控系统的数据备份与
保存 128
- 课题四 数控系统的故障诊断和
维修 132
- 模块总结 144
- 综合练习 144

模块四 维修数控机床 146

- 课题一 维修数控机床的进给伺服
系统 147
- 课题二 维修数控机床的主轴
系统 204
- 课题三 诊断与维修数控机床电气的
故障 228
- 模块总结 241
- 综合练习 241

**附录 数控机床装调维修工国家职业
标准** 244**参考文献** 250

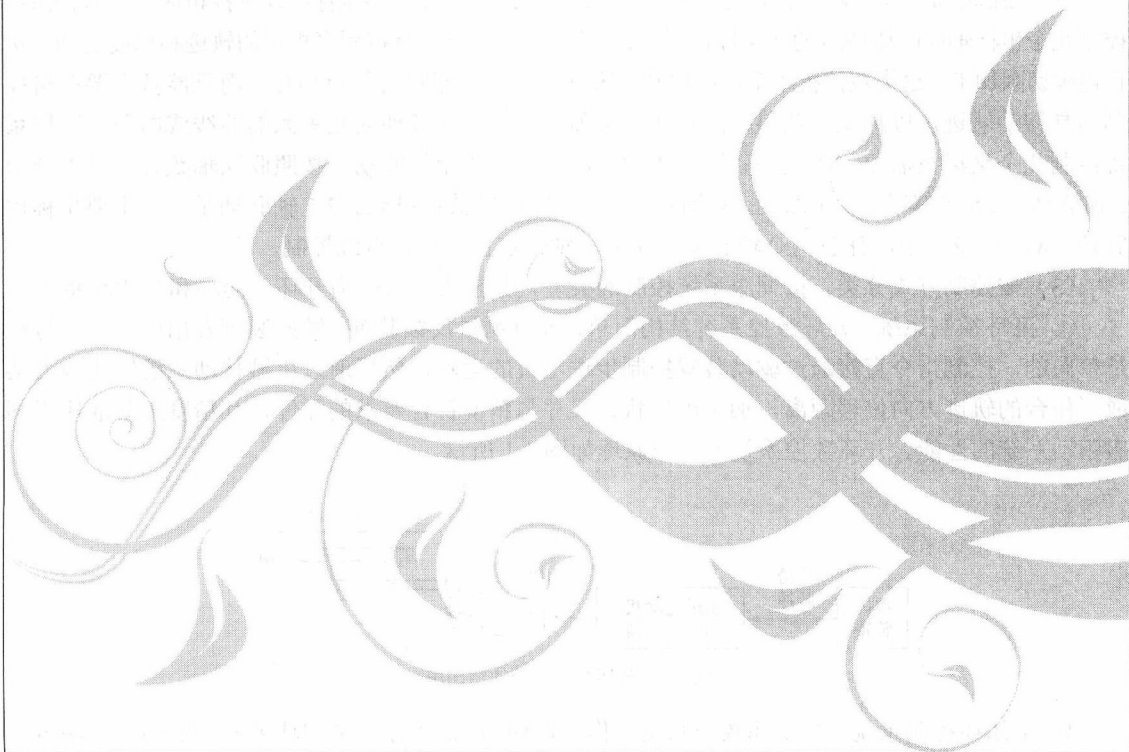
数控机床的工作 原理及结构



学习目标

- 熟悉数控机床的组成和特点
- 熟悉数控车床的结构特点
- 熟悉数控铣床和加工中心的结构特点
- 掌握数控机床的拆装方法

本模块主要介绍各种数控机床的应用范围、特点和发展趋势，以及各类数控机床的组成；介绍数控机床的工作原理；重点介绍数控车床、铣床和加工中心的结构特点，掌握数控机床的拆装方法，为后续学习数控机床的维修打下基础。



课题一

认识数控机床

数控机床是一种用计算机以数字指令方式控制的机床,利用数字信息进行控制的高效能自动化加工的机床,能够按照机床规定的数字化代码,把各种机械位移量、工艺参数、辅助功能(如刀具交换、冷却液开与关等)表示出来,经过数控系统的逻辑处理与运算,发出各种控制指令,实现要求的机械动作,自动完成零件加工任务。

一、数控机床的种类

数控机床的种类很多,按不同的分类方法如下。

(1) 按工艺用途分类。常用的有:数控钻床、数控铣床、数控镗床、数控磨床、数控车床、数控齿轮加工机床、数控雕刻机等。

(2) 按运动方式分类。

① 点位控制:这类数控机床的数控装置只要求精确地控制刀具相对于工件从一个坐标点到另一个坐标点的定位精度。机床的点位控制系统控制刀具相对于工件的定位点的坐标位置,而对定位移动的轨迹并无要求,因为刀具在定位移动过程中不进行切削加工。

② 二维轮廓控制:这类数控机床不仅要求具有准确的定位功能,而且要求从一点到另一点按直线运动进行切削加工。其路线一般是由和各轴线平行的直线段组成。运动时的速度是可以控制的,对于不同的刀具和工件,可以选择不同的切削用量。

③ 三维轮廓控制:采用这类数控系统的机床又称连续控制或多坐标联动数控机床,其数控系统控制几个坐标轴同时协调运动(坐标轴联动),使工件相对于刀具按程序规定的轨迹和速度运动,进行连续切削加工。这类数控机床不仅能控制机床移动部件的起点与终点坐标,而且能按需要严格控制刀具移动轨迹,以加工任意斜率的直线、圆弧、抛物线及其他函数关系的曲线或曲面。数控系统控制几个坐标按需要的函数关系同时协调运动,称之为坐标联动。按照联动轴数分,可以分为2轴联动、2.5轴联动、3轴联动、4轴联动、5轴联动等数控机床。2.5轴联动是3个主要坐标控制轴(X、Y、Z)中,任意两个轴联动,而另一轴是点位或点位直线控制。

(3) 按控制方式分类。按伺服系统控制的类型,数控机床可分为开环、闭环和半闭环系统。

① 开环控制系统。开环数控系统结构简单,没有测量反馈装置。数控装置发出的指令信号流是单向的,控制指令直接通过驱动装置控制步进电机的运转,然后通过机械传动系统转化成刀架或工作台的轨迹方向位移距离,加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件,其精度主要取决于伺服驱动系统的性能。开环数控系统的工作原理如图1.1所示。

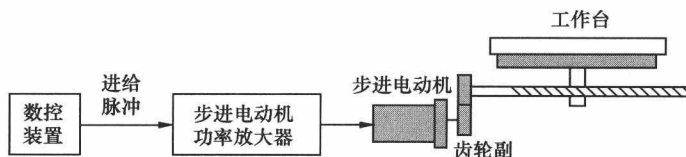


图 1.1 开环数控系统的结构图

② 半闭环控制系统。半闭环数控系统工作原理如图1.2所示。半闭环数控系统的位置测量装

置安装在伺服电动机转动轴上或丝杆的端部，也就是说反馈信号取自电动机轴或丝杆上，而不是机床的最终运动部件。由于伺服电动机采样的是旋转角度而不是检测工作台的实际位置，因此，丝杠的螺距误差和齿轮或同步带轮等引起的误差都难以消除。半闭环数控系统环路内不包括或只包括少量机械传动环节，因此系统控制性能稳定。

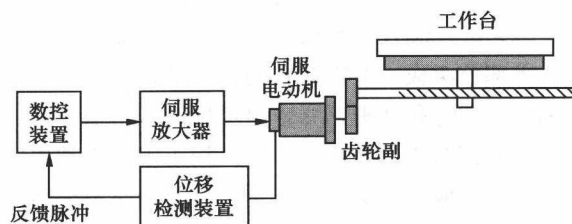


图 1.2 半闭环数控系统结构图

③ 闭环控制系统。全闭环数控系统工作原理如图 1.3 所示，这类数控机床的特点是

装有位置测量反馈装置。加工中，直接安装在机床移动部件上的位移测量装置随时、不断地测量机床移动部件的实际位移，并将测量到的实际位移值反馈到 CNC 单元中，具有很高的位置控制精度。

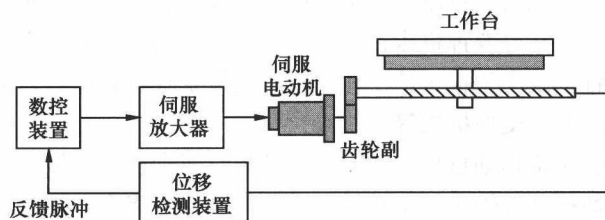


图 1.3 闭环数控系统的结构图

二、数控机床的组成和特点

1. 数控机床的组成

数控机床一般由输入输出设备、数控装置、主轴和进给伺服单元及检测装置、伺服驱动和反馈装置、辅助控制装置以及机床本体等部分组成，如图 1.4 所示。

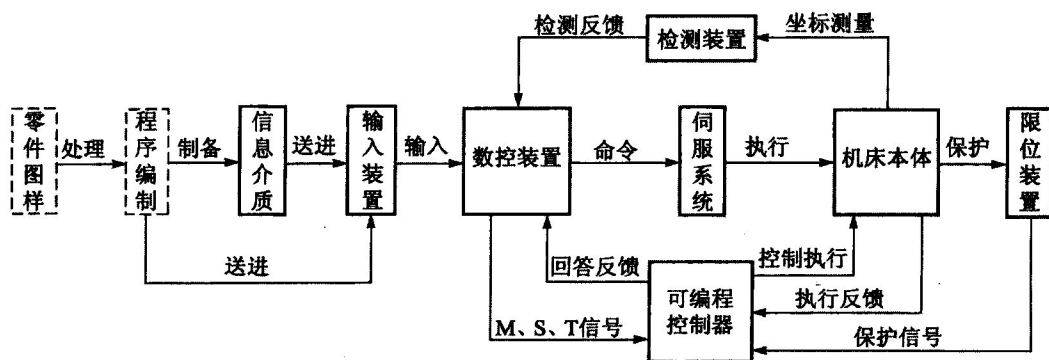


图 1.4 数控机床的组成

机床本体以外的部分统称为数控系统，图 1.4 中的虚线框部分为数控系统，数控装置是数控系统的核心。

(1) 信息输入或输出: 是通过输入/输出装置进行的, 输入/输出装置的作用是进行数控加工或运动控制程序、加工与控制数据、机床参数以及坐标轴位置、检测开关的状态等数据的输入、输出。

(2) 数控装置: 数控装置是数控系统的核心。它由输入/输出接口线路、控制器、运算器和存储器等部分组成。数控装置的作用是将输入装置输入的数据, 通过内部的逻辑电路或控制软件进行编译、运算和处理, 并输出各种信息和指令, 以控制机床的各部分进行规定的动作。

(3) 伺服驱动及检测装置: 伺服驱动通常由伺服放大器(亦称驱动器、伺服单元)和执行机构等部分组成。在数控机床上, 目前一般都采用交流伺服电动机作为执行机构, 在先进的高速加工机床上, 已经开始使用直线电动机。检测装置是闭环(半闭环)数控机床的检测环节, 其作用是通过现代化的测量元件: 脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺和激光测量仪等, 将执行元件(如刀架等)或工作台等的实际位移的速度和位移量检测出来, 反馈到伺服驱动装置或数控装置, 并补偿进给的速度或执行机构的运动误差, 以达到提高运动机构精度的目的。

(4) 机床本体: 就是数控机床的机械结构件, 也是由主传动系统、进给传动系统、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置、排屑、防护系统等部分组成。但为了满足数控机床的要求, 充分发挥机床性能, 它在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面都已发生了很大的变化。机床机械部件包括床身、箱体、立柱、导轨、工作台、主轴、进给机构、刀具交换机构等。

(5) 辅助控制机构、进给传动机构: 它是介于数控装置和机床机械、液压部件之间的控制部件。其主要作用是接收数控装置输出的主轴转速、转向和启停指令, 刀具选择交换, 冷却、润滑装置的启停指令, 工件和机床部件的松开、夹紧, 工作台转位等辅助指令信号, 以及机床上检测开关的状态等信号。经必要的编译、逻辑判断、功率放大后直接驱动相应的执行元件, 带动机床机械部件、液压、气动等辅助装置完成指令规定的动作。它通常由 PLC 和强电控制回路构成, PLC 在结构上可以与 CNC 一体化(内置式 PLC), 也可以相对独立(外置式 PLC)。

2. 数控机床的特点

(1) 加工精度高。数控加工是用数字程序控制实现自动加工, 机床的传动系统与机床结构都有很高的刚度和热稳定性, 在加工过程中排除了人为误差因素, 且加工误差还可以由数控系统通过软件技术进行补偿校正。因此, 采用数控加工可以提高零件加工精度和产品质量。

(2) 具有复杂形状加工能力。复杂形状零件在飞机、汽车、造船、模具、动力设备和国防军工等制造部门具有重要地位, 其加工质量直接影响整机产品的性能。数控加工运动的任意可控性使其能完成普通加工方法难以完成或者无法进行的复杂型面加工。

(3) 加工生产率高, 具有良好的经济效益。由于数控机床具有良好的刚性, 可进行强力切削及快速空行程进给, 一般可提高生产率 2~3 倍, 在加工复杂零件时生产率可提高十几倍甚至几十倍。特别是五面体加工中心和柔性制造单元等设备, 零件一次装夹后能完成几乎所有表面的加工, 不仅可消除多次装夹引起的定位误差, 还可大大减少加工辅助操作, 使加工效率进一步提高。

(4) 高柔性。只需改变零件程序即可适应不同品种的零件加工, 且几乎不需要制造专用工装夹具, 因而加工柔性好, 有利于缩短产品的研制与生产周期, 适应多品种、中小批量的现代生产需要。

(5) 自动化程度高, 减轻劳动强度。数控机床调整好之后, 除了用工装夹毛坯外, 加工是按事先编好的程序自动完成的, 操作者不需要进行繁重的重复手工操作, 劳动强度和紧张程度大为改善, 劳动条件也相应得到改善。

(6) 便于生产管理现代化。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,宜于实现现代化的生产管理。

三、小结

在本课题中,要掌握数控机床的组成,熟悉其特点,为后续课程的学习打下坚实的基础。

四、拓展训练

要认识数控机床,了解其发展趋势极其重要。

1. 高速、高精度化

提高生产效率一直是机床技术发展的目标之一,要提高机械加工的生产率,其中最主要的方法是提高速度。

数控机床的高精度,包括高的机床几何精度和高的加工精度,而高的几何精度是提高加工精度的基础。几何精度中最主要的是定位精度,定位精度的提高,加上机床的结构特性和热稳定性的提高,使得数控机床的加工精度得到了大幅度提高。

2. 高可靠性

提高数控系统的可靠性,可大大降低数控机床的故障率。数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性一个数量级以上。

为提高可靠性,目前主要采取以下措施。

(1) 提高数控系统的硬件质量,采用更高集成度的电路芯片,采用大规模或超大规模的专用及混合式集成电路,以减少元器件的数量,提高可靠性。

(2) 通过硬件功能软件化,以适应各种控制功能的要求。同时通过硬件结构的模块化、标准化、通用化及系列化,以便于组织生产、质量把关和维护。

(3) 增强故障自诊断、自恢复和保护功能,实现对系统内硬件、软件和各种外部设备进行故障诊断、报警。当发生加工超程、刀损、干扰、断电等各种意外时,自动进行相应的保护。

3. 数控系统的智能化

随着人工智能在计算机领域不断渗透和发展,数控系统也在向智能化发展。通过自适应控制可实现加工效率和加工质量方面智能化,工艺参数可自动生成;通过引进电机参数的自适应运算、自动识别负载、自动选定模型等可实现驱动性能及使用连接方便的智能化;通过采用智能化的自动编程、智能化的人机界面可实现编程、操作方面的智能化。

4. 网络化

数控机床的网络化将极大地满足柔性生产线、柔性制造系统、制造企业对信息集成的需求,也是实现新的制造模式的基础单元。

5. 柔性制造系统

柔性制造系统(Flexible Manufacturing Systems, FMS)是由多台数控机床(CNC)和加工中心(MC)组成,并有自动上下料装置、仓库和输送系统,在计算机及其软件的集中控制下,实现自动化加工的系统。柔性制造系统(FMS)是集数控技术、计算机技术、工业机器人技术以及现代生产管理技术于一体的先进的现代制造技术。FMS一般由自动加工系统、物料流系统和信息流系统三部分组成。

6. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 是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、产品研发、产品设计、生产制造、质量检验、营销服务等方面, 与整个生产过程有关的能源流、物料流及信息流相联, 实现计算机系统化的管理。

7. 开放性数控系统

所谓开放性数控系统是指数控系统提供给用户 (机床或机械制造商) 一个平台, 使他们能够在这个平台上, 根据设备所需的特定功能, 开发与之相应的软件和硬件, 并与系统软件集成为一个新的应用系统, 使该设备具有较高的性价比, 并大大缩短开发周期。

课题二

数控机床的工作原理和工作过程及主要技术指标

在掌握了数控机床的组成, 熟悉了数控机床的特点, 了解其发展趋势后, 为了更好的掌握数控机床的结构, 本课题将学习数控机床的工作原理和工作过程及其主要技术指标。

一、数控机床的工作原理和工作过程

数控机床的大致工作过程如图 1.5 所示。首先要由编程人员或操作者对零件图作深入分析, 特别是工艺分析, 确定合适的数控加工工艺, 其中包括零件的定位与装夹方法的确定、工序划分、各工步走刀路线的规划、各工步加工刀具及其切削用量的选择等。

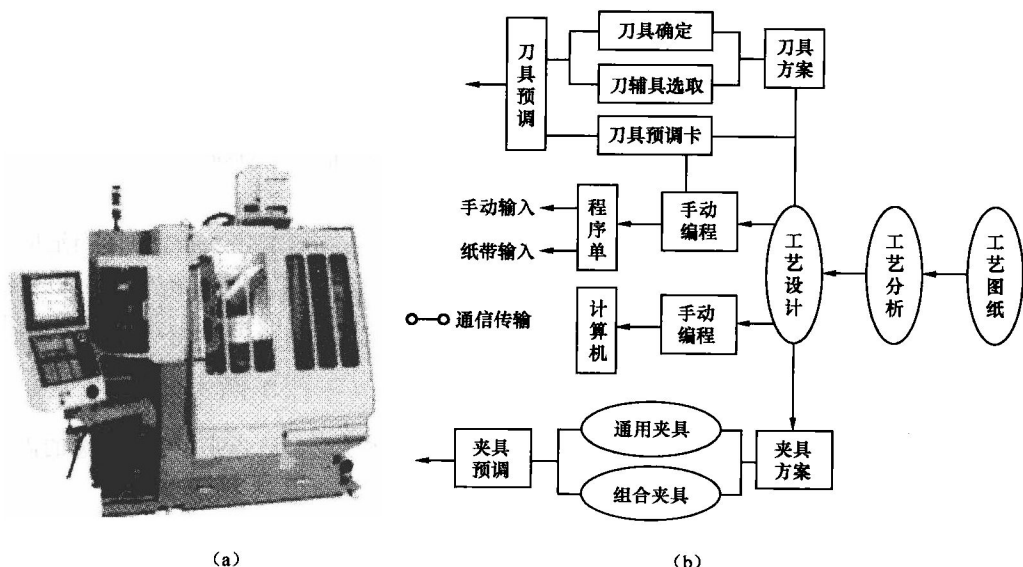


图 1.5 数控机床工作过程

数控程序输入到数控系统, 并被调入执行程序缓冲区以后, 一旦操作者按下启动按钮, 程序将被逐条逐段的自动执行。数控程序的执行, 实际上是不断地向伺服系统发出运动指令。数控系统在执行数控程序的同时, 还要实时地进行各种运算, 来决定机床运动机构的运动规律和速度。

伺服系统在接收到数控系统发来的运动指令后,经过信号放大和位置、速度比较,控制机床运动机构的驱动元件(如主轴回转电动机和进给伺服电动机)运动。机床运动机构(如主轴和丝杠螺母机构)的运动结果是刀具与工件产生相对运动,实现切削加工,最终加工出所需要的零件。

分析图 1.5 所示的数控机床工作过程和图 1.4 所示的数控机床组成可以知道数控机床的工作原理,如图 1.6 所示。

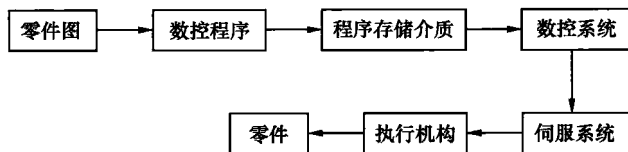


图 1.6 数控机床的工作原理

(1) 根据零件加工图样进行工艺分析,拟定加工工艺方案,确定加工工艺过程、工艺参数和刀具位移数据。

(2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序,或用 CAD/CAM 软件直接生成零件的加工程序。

(3) 把零件加工程序输入或传输到数控系统。

(4) 数控系统对加工程序进行译码与运算,发出相应的命令,通过伺服系统驱动机床的各个运动部件,并控制刀具与工件的相对运动,最后加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。

二、数控机床的主要技术指标

通过了解数控机床的主要技术指标,可使维修者在维修机床时更具有针对性和方向性。

1. 主要规格尺寸指标

数控车床主要指标有:床身与刀架最大回转直径、最大车削长度、最大车削直径等;数控铣床主要指标有:工作台尺寸、工作台 T 形槽尺寸、工作台行程等。其中行程范围是指坐标轴可控的运动区间,它是直接体现机床加工能力的指标参数,一般指数控机床坐标轴 X、Y、Z 的行程大小构成的空间加工范围。

2. 主轴系统指标

主要包括主轴转速和主轴功率。数控机床的主轴一般均采用直流或交流主轴电动机驱动,选用高速精密轴承支承,保证主轴具有较宽的调速范围和足够高的回转精度、刚度及抗振性。目前,数控机床主轴转速已普遍达到 5 000~10 000r/min,甚至更高。特别是电主轴的出现,适应了高速加工和高精度加工的要求。主轴可以通过操作面板上的转速倍率选择开关改变转速。在加工端面时主轴具有恒线速度切削功能。主轴功率反映了数控机床的加工能力,同时也可以间接反映该数控机床的刚度和强度。

3. 进给系统指标

进给系统指标包括进给速度范围、进给扭矩、快移速度、运动分辨率、定位精度和螺距范围等主要技术参数。

数控机床的进给速度是影响零件加工质量、生产效率以及刀具寿命的主要因素。它受数控装置的运算速度、机床运动特性及工艺系统刚度等因素的限制。目前国内数控机床的进给速度可达 10~15m/min,国外的进给速度为 15~30m/min。进给轴扭矩反映数控机床的加工能力,同时也可以间接反映该数控机床的刚度和强度。

另外,控制轴数和联动轴数也是一项重要指标。控制轴数是指机床数控装置能够控制的进给轴数目。联动轴数是指机床数控装置控制的进给轴同时达到空间某一点的坐标数目,它反映数控机床的曲面加工能力。

4. 刀具系统指标

刀具系统指标主要指刀库容量及换刀时间,它对数控机床的生产率有直接影响。数控车床包括刀架工位、工具孔直径、刀杆尺寸、换刀时间、重复定位精度等各项内容。加工中心刀库容量是指刀库能存放加工所需要的刀具数量。目前常见的中小型加工中心多为16~60把,大型加工中心达100把以上。换刀时间是指带有自动交换刀具系统的数控机床,将主轴上使用的刀具与装在刀库上的下一工序需用的刀具进行交换所需要的时间。目前国内一般在10~20s内完成换刀。

5. 数控机床的精度指标

(1) 分辨率和脉冲当量。分辨率是指两个相邻的分散细节之间可以分辨的最小间隔。脉冲当量是指数控系统每发出一个脉冲信号,机床机械运动机构就产生一个相应的位移量,通常称其为脉冲当量。脉冲当量是设计数控机床的原始数据之一,其数值的大小决定数控机床的加工精度和表面质量。目前普通数控机床的脉冲当量一般采用0.001mm;简易数控机床的脉冲当量一般采用0.01mm;精密或超精密数控机床的脉冲当量采用0.0001mm。

(2) 定位精度和重复定位精度。定位精度是指数控机床工作台等移动部件所达到的实际位置的精度。实际运动位置与指令位置之间的差值称为定位误差。引起定位误差的因素包括伺服系统、检测系统进给系统误差以及移动部件导轨的几何误差等。定位误差直接影响零件加工的尺寸精度。一般数控机床的定位精度为 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

重复定位精度是指在相同的条件下,采用相同的操作方法,重复进行同一动作时,所得到结果的一致程度。重复定位精度受伺服系统特性、进给系统的间隙与刚性以及摩擦特性等因素的影响。一般情况下,重复定位精度是呈正态分布的偶然性误差,它影响批量加工零件的一致性,是一项非常重要的性能指标。一般数控机床的重复定位精度为 $\pm 0.005\text{mm}$ 。

(3) 分度精度。分度精度是指分度工作台在分度时,理论要求回转的角度值和实际回转的角度值的差值。分度精度既影响零件加工部位在空间的角度位置,也影响孔系加工的同轴度等。

6. 数控机床的可靠性指标

数控机床的可靠性指标主要包括平均无故障时间、平均修复时间、平均有效度。

平均无故障时间:是指一台数控机床在使用中平均两次故障间隔的时间,即数控机床在寿命范围内总工作时间和总故障次数之比。

平均修复时间:是指一台数控机床从开始出现故障直到能正常工作所用的平均修复时间。考虑到实际系统出现故障总是难免的,故对于可维修的系统,总希望一旦出现故障,修复的时间越短越好。

平均有效度:正常工作时间与总时间之比称为设备的平均有效度,平均有效度反映了设备提供正常使用的能力,是衡量设备可靠性的一个重要指标。

7. 其他指标

主要包括电气、冷却系统、外形尺寸和机床重量等。

电气包括主电动机、伺服电动机规格型号和功率等;冷却系统包括冷却箱容量、冷却泵输出量等;外形尺寸表示为长 $\times$ 宽 $\times$ 高;机床重量为机床的质量。

三、熟悉 CKA6140 主要技术指标（大连机床厂生产）

1. 主要规格尺寸指标

CKA6140 的主要指标如表 1.1 所示。

表 1.1 CKA6140 的主要规格尺寸指标

项 目	技 术 指 标
床身上最大工件回转直径	$\phi 400\text{mm}$
刀架上最大工件回转直径（非排刀架）	$\phi 200\text{mm}$
最大工件长度	750mm/1 000mm
最大加工长度	620mm/870mm
最大车削直径（立式四工位刀架）	$\phi 400\text{mm}$
（卧式六工位刀架）	$\phi 340\text{mm}$ （特殊定货）
主轴中心高	200mm
床身导轨宽度	300mm

2. 主轴系统指标

（1）标准配置：普通型（双速电机驱动 有级变速），主轴系统指标如表 1.2 所示。

表 1.2 标准配置主轴系统指标

项 目	技 术 指 标
主电动机（双速电动机）	3/4.5kW
主轴孔直径	$\phi 48\text{mm}$
主轴孔锥度	莫氏 6 号
主轴头	C6
主轴前端轴承内径	$\phi 90\text{mm}$
主轴转速范围（12 级）	32~2 000 r/min 32/62/140/160/230/270/320/450/720/1 000/ 1 400/2 000 r/min

（2）选择配置

选择配置主轴系统指标，如表 1.3 所示。

表 1.3 选择配置主轴系统指标

项 目	技 术 指 标
①手动两挡变频型（手动换挡，挡内无级变速）	
主电动机（变频电动机）	5.5kW
主轴孔直径	$\phi 52\text{mm}$
主轴孔锥度	莫氏 6 号
主轴头	A2-6
主轴前端轴承内径	$\phi 90\text{mm}$
主轴转速范围（两挡）（低挡：20~650r/min）（高档：75~2 500r/min）	20~2 500 r/min
②自动两挡变频型（自动换挡，挡内无级变速）	参数同①

3. 尾座装置指标

尾座装置指标, 如表 1.4 所示。

表 1.4 尾座装置指标

项 目	技 术 指 标
尾座套筒直径	$\phi 60\text{mm}$
尾座套筒行程	130mm
尾座套筒锥孔锥度	莫氏 4 号

4. 进给系统指标

进给系统指标, 如表 1.5 所示。

表 1.5 进给系统指标

项 目		技 术 指 标
刀架最大行程	横向 (X)	205mm
	纵向 (Z)	625mm/875mm
滚珠丝杠直径 $\times$ 螺距	横向 (X)	$\phi 20\times 5(\text{mm})$
	纵向 (Z)	$\phi 32\times 5(\text{mm})$
横向切削力 (连续)	横向 (X)	2 500N
纵向切削力 (连续)	纵向 (Z)	5 000N
横向快速进给		4 000mm/min
纵向快速进给		5 000mm/min
切削进给范围		0.01~500mm/r
定位精度	横向 (X)	0.03mm
	纵向 (Z)	0.04mm
反向偏差	横向 (X)	0.013mm
	纵向 (Z)	0.02mm
重复定位精度	横向 (X)	0.012mm
	纵向 (Z)	0.016mm
工件加工精度		IT6~IT7
工件表面粗糙度		Ra1.6

5. 刀架装置指标

刀架装置指标, 如表 1.6 所示。

表 1.6 刀架装置指标

项 目	技 术 指 标
(1) 标准配置: 电动立式四位刀架	
刀杆截面	20 $\times$ 20mm
重复定位精度	0.008mm