

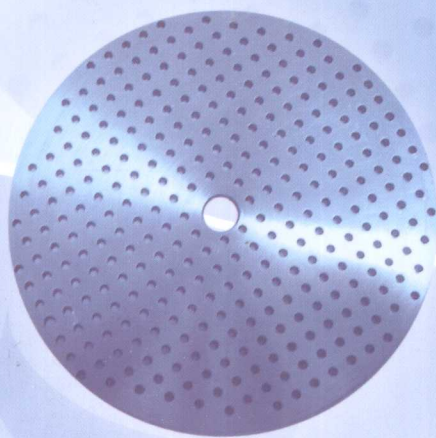


全国高职高专教育“十一五”规划教材
国家精品课程“机床数控系统”主讲教材

数控技术专业系列

机床数控系统

张爱红 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高职高专教育“十一五”规划教材
国家精品课程“机床数控系统”主讲教材

机床数控系统

张爱红 主编

高等教育出版社

内容提要

全书共 8 章。第一章介绍了数控系统的概念、分类及发展趋势等基础知识。第二章至第五章按照计算机数控系统的基本组成与功能分别介绍了计算机数控装置、进给运动的控制、主轴驱动及控制、数控系统的可编程控制器与接口信号等内容。最后三章分别讲述了 SINUMERIK 810D/840D、FANUC Oi、华中 HNC-21 系列数控系统的特点、组成、连接、调试与数据保护等。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院数控技术及相关专业的教学用书，也可供从事数控设备应用与维护的技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床数控系统 / 张爱红主编. —北京：高等教育出版社，
2009.5

ISBN 978 - 7 - 04 - 026195 - 0

I. 机… II. 张… III. 数控机床 - 数控系统
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 050633 号

策划编辑 徐 进 责任编辑 李京平 封面设计 张志奇 责任绘图 尹 莉
版式设计 王艳红 责任校对 张 颖 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京奥鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.75
字 数 360 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 5 月第 1 版
印 次 2009 年 5 月第 1 次印刷
定 价 19.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 26195 - 00

前 言

数控机床是综合应用计算机、自动控制、精密测量及现代机械制造等多种先进技术的机电一体化产品,是现代制造技术中不可缺少的生产工具。数控系统是数控机床的核心部件,各方面功能越来越完善,发展速度很快。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批掌握数控系统使用与维护方面的人才。为了适应我国高等职业技术教育发展及数控技术、数控设备应用与维护类人才培养的需要,编写了本书。

本书为国家精品课程“机床数控系统”主讲教材,是在作者参阅了大量的文献资料,并结合自身对数控系统多年研究和教学实践的基础上编写的。本书较全面、系统地讲述了数控系统的基本组成,各部分的主要功能、特点与原理等,重点集中在数控系统的应用上,主要介绍了西门子(SIEMENS)公司、发那科(FANUC)公司和华中数控股份有限公司生产的典型数控系统的功能、特点、硬件连接、调试与数据保护等内容。同时本书配有丰富的教学资源,包括电子教案、授课计划、试题库、视频文件等。需要者可登录 <http://www.wxit.edu.cn> 进行下载。

本书由无锡职业技术学院张爱红任主编并统稿,无锡职业技术学院魏昌洲参与了第八章的编写。江南大学机械工程学院张秋菊教授审阅了本书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

全书编写过程中参考了西门子(中国)有限公司、北京发那科机电有限公司、武汉华中数控股份有限公司数控系统方面的原始资料和已出版的教材,本书编者对参考文献中的各位作者深表谢意。

由于编者水平有限,加之数控技术发展迅速,本书难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编者

2009年2月

目 录

第一章 数控系统基础 1	思考与练习题 105
第一节 数控系统的概念 1	第六章 西门子(SINUMERIK)
第二节 数控系统的分类 3	数控系统 106
第三节 计算机数控系统 8	第一节 SINUMERIK 810D/840D 数控
第四节 现代数控系统的发展 13	系统的特点 106
思考与练习题 17	第二节 SINUMERIK 810D/840D 数控
第二章 计算机数控装置 18	系统的组成 107
第一节 计算机数控装置的结构特点 18	第三节 部件连接与检查 120
第二节 数据处理 22	第四节 系统通电与调试 125
第三节 插补算法简介 31	第五节 机床数据备份与恢复 134
第四节 计算机数控装置的常用接口 34	思考与练习题 138
思考与练习题 41	第七章 发那科(FANUC)数控
第三章 进给伺服系统 42	系统 139
第一节 进给伺服系统概述 42	第一节 FANUC 数控系统的特点 139
第二节 步进驱动系统及控制 43	第二节 FANUC Oi - A 数控系统的
第三节 数控机床常用检测装置 49	组成 139
第四节 交流伺服系统及控制 62	第三节 FANUC Oi - A 数控系统的部件
思考与练习题 74	连接 147
第四章 主轴驱动系统 75	第四节 FANUC Oi - C 数控系统 153
第一节 主轴驱动系统概述 75	第五节 FANUC Oi - C 系统的部件
第二节 主轴驱动装置 77	连接 155
第三节 主轴的分段无级调速及控制 82	第六节 FANUC Oi 数控系统的参数
第四节 主轴准停控制 86	设置 156
思考与练习题 91	第七节 FANUC Oi 数控系统中的 PMC
第五章 可编程控制器与接口	控制 165
信号 92	第八节 FANUC Oi 数控系统的数据
第一节 数控机床的 PLC 92	备份与恢复 179
第二节 M、S、T 功能的实现 96	思考与练习题 182
第三节 PLC 开关量输入/输出接口 98	第八章 华中数控系统 183
第四节 PLC 程序在数控机床中的典型	第一节 华中数控系统的概况和特点 183
应用 100	第二节 华中数控系统的部件连接 187

第三节 华中数控系统的参数设置	204	控制面板接口信号	221
第四节 华中数控系统的调试	210	附录 C FANUC 16/18/21/0i/PM 系列	
思考与练习题	218	PMC 信号表	222
附录	220	附录 D FANUC PMC SA1/SB7 功能	
附录 A SINUMERIK 810D/840D 铣床		指令	225
控制面板接口信号	220	参考文献	228
附录 B SINUMERIK 810D/840D 车床			

第一章

数控系统基础

第一节 数控系统的基本概念

一、数字控制的基本概念

数控是数字控制(numerical control,缩写为 NC)的简称。数控系统是用数字控制技术实现的自动控制系统,其被控对象可以是各种生产过程。

任何生产都有一定的过程,采用数字控制技术,生产过程被用某种语言编写的程序来描述,以数字形式输入计算机或专用计算装置,利用计算机的高速数据处理能力识别出该程序所描述的生产过程,通过计算和处理,将此程序分解为一系列的动作指令,输出并控制生产过程中相应的执行对象,从而可使生产过程能在人不干预或少干预的情况下自动进行,实现生产过程的自动化。

根据不同的被控对象,有不同的数控系统,其中,最早产生的、目前应用最为广泛的是机械加工行业中的各种机床数控系统,即以加工机床为被控对象的数字控制系统,如数控车床、数控铣床、数控线切割机、数控加工中心等。本书主要以机床数控系统为对象,讨论数控系统的工作原理,因此书中的数控系统具体指机床数控系统。

数控系统与被控机床本体的结合体称为数控机床。数控机床是具有高附加值的技术密集型产品,实现了高度的机电一体化。它集机械制造、计算机、微电子、现代控制及精密测量等多种技术为一体,使传统的机械加工工艺发生了质的变化。这个变化的本质就在于用数控系统实现了加工过程的自动化操作。

二、数控系统的组成

数控系统一般由输入/输出装置、数控装置、驱动控制装置、机床电气逻辑控制装置 4 部分组成,机床本体为被控对象,如图 1-1 所示。

数控系统是严格按照外部输入的程序对工件进行自动加工的,从外部输入的、描述机床加工过程的程序称为数控加工程序,它是用字母、数字和其他符号的编码指令规定的程序。数控加工程序按零件加工顺序记载机床加工所需的各种信息,有零件加工的轨迹信息(如几何形状和几何尺寸等)、工艺信息(如进给速度和主轴转速等)及开关命令(如:换刀、冷却液开/关和工件装/

卸等)。加工程序常常记录在各种信息载体上。信息载体又称为控制载体,其形式一般是磁带、磁盘等可以记载二进制信息的媒体。通过各种输入装置,信息载体上的数控加工程序将被数控装置所接收。

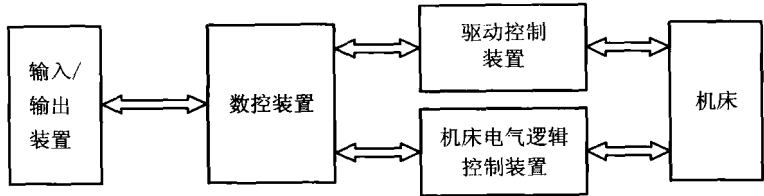


图 1 - 1 数控系统组成的一般形式

输入装置将数控加工程序等各种信息输入数控装置,输入内容及数控系统的工作状态可以通过输出装置观察。常用的输入/输出装置有磁盘驱动器、CRT 及各种显示器件、计算机通信接口等。

数控装置是数控系统的核心。它的主要功能是:正确识别和解释数控加工程序,对解释结果进行各种数据计算和逻辑判断处理,完成各种输入、输出任务。其形式可以由数字逻辑电路构成的专用硬件数控装置或计算机数控装置。前者称做硬件数控装置或 NC 装置,其数控功能由硬件逻辑电路实现;后者称为 CNC 装置,其数控功能由硬件和软件共同完成。数控装置将数控加工程序信息按两类控制量分别输出:一类是连续控制量,送往驱动控制装置;另一类是离散的开关控制量,送往机床电气逻辑控制装置。控制机床各组成部分实现各种数控功能。

驱动控制装置位于数控装置和机床之间,包括进给轴伺服驱动装置和主轴驱动装置,进给轴伺服驱动装置由位置控制单元、速度控制单元、电动机和测量反馈单元等部分组成,它按照数控装置发出的位置控制命令和速度控制命令正确驱动机床受控部件(如机床移动部件和主轴头等)。主轴驱动装置主要由速度控制单元控制。电动机可以是各种步进电机、直流电动机或交流电动机。

机床电气逻辑控制装置也位于数控装置和机床之间,接受数控装置发出的开关命令,主要完成机床主轴选速、起停和方向控制功能,换刀功能,工件装夹功能,冷却、液压、气动、润滑系统控制功能及其他机床辅助功能。其形式可以是继电器控制线路或可编程控制器。

根据不同的加工方式,机床本体可以是车床、铣床、钻床、镗床、磨床、加工中心及电加工机床等。与传统的通用机床相比,数控机床本体的外部造型、整体布局、传动系统、刀具系统及操作机构等方面都应该符合数控的要求。

数控机床配有各种辅助装置,其作用是配合机床完成对零件的加工。如切削液或油液处理系统中的冷却或过滤装置、油液分离装置、吸尘吸雾装置、润滑装置及辅助主机实现传动和控制的气动、液动装置等。除上述通用辅助装置外,从目前数控机床技术现状看,至少还有 5 类辅助装置是数控机床应配备的,即对刀仪、自动编程机、自动排屑器、物料储运及上下料装置、交流稳压电源。

当数控系统的一般组成形式中的数控装置采用计算机数控装置(CNC 装置)时,该数控系统就称做计算机数控系统。目前,在市场上以 NC 装置为核心的硬件数控系统已日益减少,取而代之的是以 CNC 装置为核心的计算机数控系统,且绝大多数 CNC 装置都采用微型计算机装置。

计算机数控系统由硬件和软件共同完成数控任务,因此其组成形式更加灵活,其基本组成如图 1-2 所示。

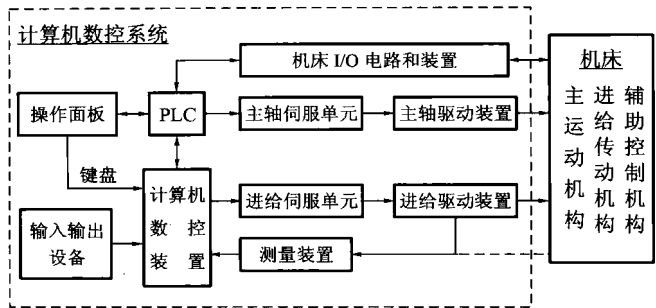


图 1-2 计算机数控系统的组成

计算机数控系统具有数控系统一般组成形式的各个部分,此外,现代数控装置不仅能通过读取信息载体方式,还可以通过其他方式获得数控加工程序。如通过通信方式输入其他计算机程序编辑器、自动编程器、CAD/CAM 系统或上位机所采用键盘输入相应的信息,数控装置本身就能自动生成数控加工程序等。

计算机数控装置在软件作用下可以实现各种硬件数控装置所不能完成的功能,如图形显示、系统诊断、各种复杂的轨迹控制算法和补偿算法的实现、智能控制的实现、通信及联网功能等。

现代数控系统采用可编程控制器(PLC)取代了传统的机床电气逻辑控制装置,即继电器控制线路。用 PLC 控制程序实现数控机床的各种继电器控制逻辑。PLC 可位于数控装置之外,称为独立型 PLC;也可以与数控装置合为一体,称为内装型 PLC。

第二节 数控系统的分类

机床数控系统的种类很多,为了便于了解和研究,可以从不同角度进行分类。

一、按控制系统功能特点分类

1. 点位控制数控系统

这类控制系统只控制刀具相对工件从某一加工点移到另一个加工点之间的精确坐标位置,而对于点与点之间移动的轨迹不进行控制,且移动过程中不做任何加工,如图 1-3 所示。通常采用这一类系统的设备有数控钻床、数控坐标镗床和数控冲床等。

2. 直线控制数控系统

这类系统不仅要控制点与点的精确位置,还要控制两点之间的工具移动轨迹是一条直线,且在移动中刀具能以给定的进给速度进行加工。其辅助功能要求也比点位控制数控系统多,如它可能被要求具有主轴转速控制、进给速度控制和刀具自动交换等功能(图 1-4)。采用此类控制方式的设备主要有简易数控车床、数控镗铣床等。

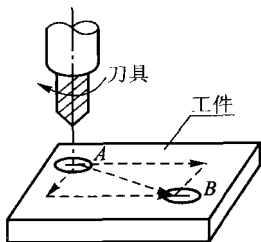


图 1-3 数控机床的点位运动轨迹

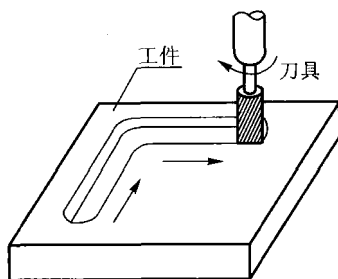


图 1-4 数控机床的直线运动轨迹

3. 轮廓控制数控系统

这类系统能够对两个或两个以上坐标方向进行严格控制,即不仅控制每个坐标的行程位置,同时还控制每个坐标的运动速度。各坐标的运动按规定的比例关系相互配合,精确地协调起来连续进行加工,以形成所需要的直线、斜线或曲线、曲面。这类数控系统的辅助功能亦比前两类都多(图 1-5)。采用此类控制方式的设备有数控车床、数控铣床、加工中心、电加工机床和特种加工机床等。

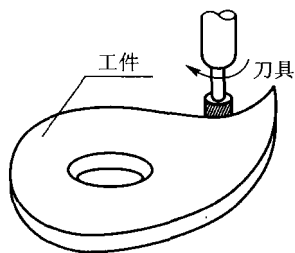


图 1-5 数控铣床的轮廓加工轨迹

这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控线切割机、加工中心等,其相应的数控装置称为轮廓控制数控系统。根据它所控制的联动坐标轴数不同,又可以分为下面几种形式。

(1) 二轴联动。主要用于数控车床加工旋转曲面或数控铣床加工曲线柱面。如图 1-5 所示。

(2) 二轴半联动。主要用于三轴以上机床的控制,其中二根轴可以联动,而另外一根轴可以作周期性进给。如图 1-6 所示就是采用这种方式用行切法加工三维空间曲面。

(3) 三轴联动。一般分为两类,一类是 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动,比较多的用于数控铣床、加工中心等,图 1-7 所示为用球头铣刀铣切三维空间曲面。另一类是除了同时控制 X 、 Y 、 Z 其中两个直线坐标轴外,还同时控制围绕其中某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴。如车削加工中心,它除了纵向(Z 轴)、横向(X 轴)两个直线坐标轴联动外,还需同时控制围绕 Z 轴旋转的主轴(C 轴)联动。

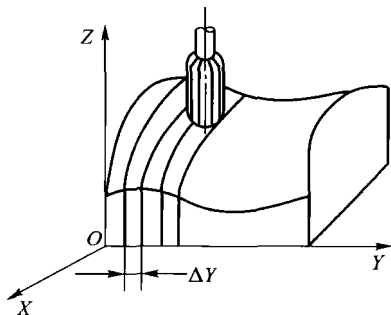


图 1-6 二轴半联动的曲面加工

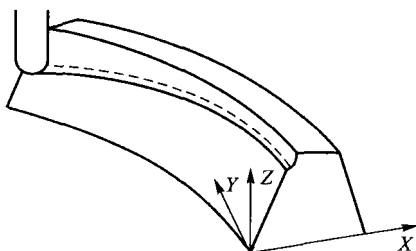


图 1-7 三轴联动的曲面加工

(4) 四轴联动。同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴与某一旋转坐标轴联动,图 1-8 所示为同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴与一个工作台回转轴(B 轴)联动的数控机床。

(5) 五轴联动。除同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动外,还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的 A 、 B 、 C 坐标轴中的两个坐标轴,形成同时控制 5 个轴联动。这时,刀具可以被定在空间的任意方向,如图 1-9 所示。例如,控制刀具同时绕 X 轴和 Y 轴两个方向摆动,使得刀具在其切削点上始终保持与被加工的轮廓曲面成法线方向,以保证被加工曲面的光滑性,提高其加工精度和加工效率,减小被加工表面的粗糙度值。

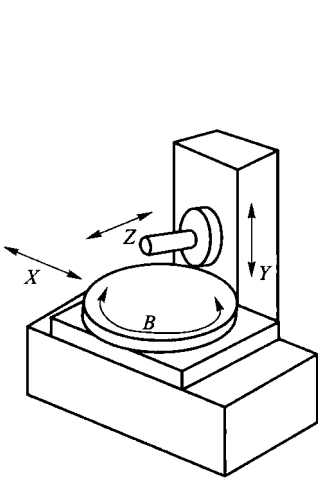


图 1-8 四轴联动的数控机床

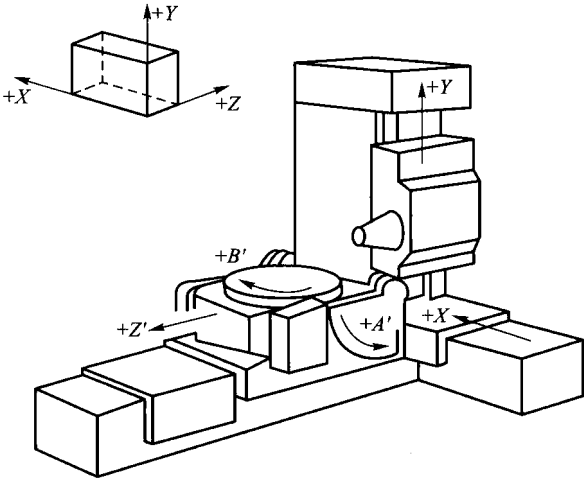


图 1-9 五轴联动的加工中心

(6) 六轴联动。可同时控制 X 、 Y 、 Z 、 W 四个直线坐标轴以及 B 、 C 旋转坐标轴的运动,如图 1-10 所示。

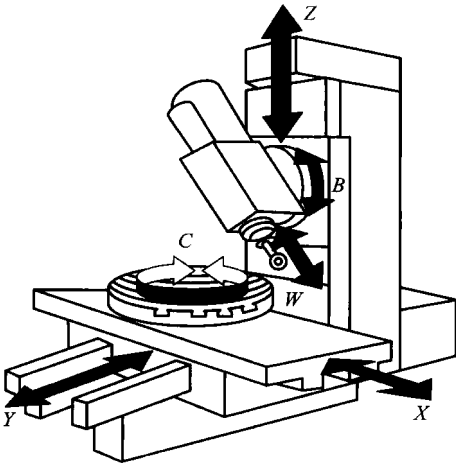


图 1-10 六轴联动的加工中心

二、按伺服系统分类

按照伺服系统的控制方式,可以把数控系统分为以下三类。

1. 开环控制数控系统

这类数控系统不带检测装置,也无反馈电路,以步进电机为驱动元件,如图 1-11 所示。CNC 装置输出的指令进给脉冲经驱动电路进行功率放大,转换为控制步进电机各定子绕组依此通电/断电的电流脉冲信号,驱动步进电机转动,再经机床传动机构(齿轮箱、丝杠等)带动工作台移动。这种方式控制简单,价格比较低廉,被广泛应用于经济型数控系统中。

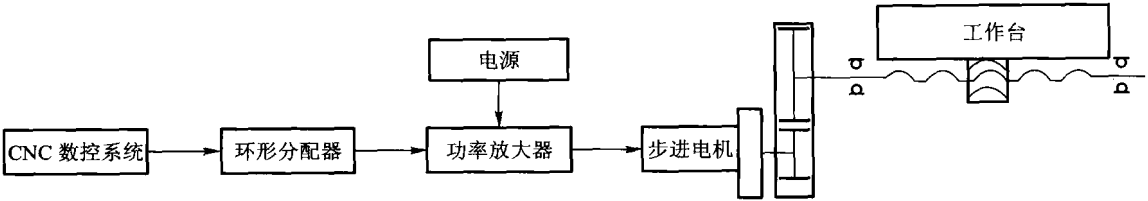


图 1-11 开环控制数控机床的工作原理

2. 半闭环控制数控系统

位置检测元件被安装在电动机轴端或丝杠轴端,通过角位移的测量间接计算出机床工作台的实际运行位置(直线位移),并将其与 CNC 装置计算出的指令位置(或位移)相比较,用差值进行控制,如图 1-12 所示。由于闭环的环路内不包括丝杠、螺母副及机床工作台这些大惯性环节,由这些环节造成的误差不能由环路所矫正,其控制精度不如闭环控制数控系统,但其调试方便,可以获得比较稳定的控制特性,因此在实际应用中,这种方式被广泛采用。

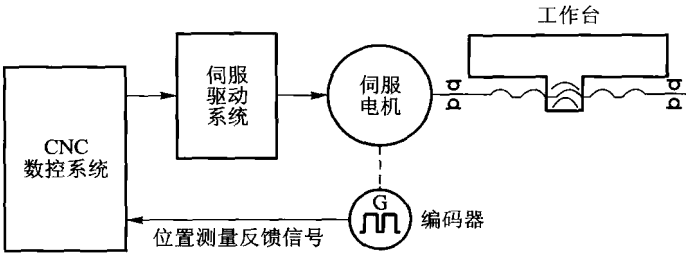


图 1-12 半闭环控制数控系统框图

3. 全闭环控制数控系统

位置检测装置安装在机床工作台上,用以检测机床工作台的实际运行位置(直线位移),并将其与 CNC 装置计算出的指令位置(或位移)相比较,用差值进行控制,如图 1-13 所示。这类控制方式的位置控制精度很高,但由于它将丝杠、螺母副及机床工作台这些大惯性环节放在闭环内,调试时,其系统稳定状态很难达到。

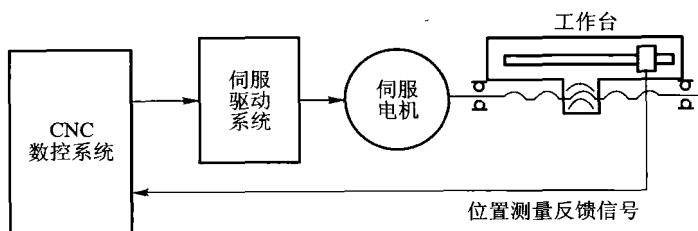


图 1-13 全闭环控制数控系统框图

三、按数控系统类型分类

按照数控系统类型分类,数控系统可以分为经济型、普及型、高档型和基于 PC 的开放式数控系统 4 种。

1. 经济型数控系统

经济型又称简易数控系统,这一档次的数控机床通常仅能满足一般精度要求的加工,能加工形状较简单的直线、斜线、圆弧及带螺纹类的零件,采用的计算机系统为单板机或单片机系统,具有数码显示、CRT 字符显示功能,机床进给由步进电机实现开环驱动,控制的轴数和联动轴数在 3 轴或 3 轴以下,进给分辨率为 $10\ \mu\text{m}$,快速进给速度可达 $10\ \text{m/min}$,这类机床结构一般都比较简单,精度中等,价格也比较低廉,一般不具有通信功能,如经济型数控线切割机床,数控钻床,数控车床,数控铣床及数控磨床等。

2. 普及型数控系统

普及型数控系统通常称之为全功能数控系统,除具有一般数控系统的功能外,还具有一定的图形显示功能及面向用户的宏程序功能等,采用的计算机系统为 16 位或 32 位微处理器,具有 RS232C 通信接口,机床的进给多用交流伺服驱动,一般系统能实现四轴或四轴以下联动控制,进给分辨率为 $1\ \mu\text{m}$,快速进给速度为 $10\sim 20\ \text{m/min}$,其输入输出的控制一般可由可编程控制器来完成,从而大大增强了系统的可靠性和控制的灵活性。这类数控机床的品种极多,几乎覆盖了各种机床类别,且其价格适中,目前它总的趋势是趋向于简单、实用、不追求过多的功能,从而使机床的价格适当降低。

3. 高档型数控系统

高档型数控系统是指加工复杂形状工件的多轴控制数控机床,且其工序集中、自动化程度高、功能强、具有高度柔性。采用的计算机系统为 32 位以上微处理器系统,机床的进给大多采用交流伺服驱动,除了具有一般数控系统的功能以外,应该至少能实现五轴或五轴以上的联动控制,最小进给分辨率为 $0.1\ \mu\text{m}$,最大快速移动速度能达到 $100\ \text{m/min}$ 或更高,具有三维动画图形功能和宜人的图形用户界面,同时还具有丰富的刀具管理功能、宽调速主轴系统、多功能智能化监控系统和面向用户的宏程序功能,还有很强的智能诊断和智能工艺数据库,能实现加工条件的自动设定,且能实现计算机联网和通信。这类系统功能齐全,价格昂贵,如具有五轴以上的数控铣床,大、中型数控机床、五面加工中心,车削中心和柔性加工单元等。

4. 基于 PC 的开放式数控系统

基于 PC 的开放式数控系统采用通用计算机技术开发的数控系统,因此可以得到强有力的

硬件与软件支持,这些软件和硬件的技术是开放式的,此时的通用计算机除了具备本身的功能外,还具备了全功能数控系统的所有功能,因此这类系统也是数控技术发展的方向。

第三节 计算机数控系统

一、硬件构成

微型计算机的发展支撑着数控技术的发展。考虑到数控机床的功能、自动化程度和加工精度,计算机数控系统在硬件上有多种构成方式。

图 1-14 所示为经济型计算机数控系统的例子。它由主模块(含有系统控制与管理功能的模块)和 PLC 模块两个含微处理器电路的模块组成,CNC 核心功能、通信、显示和可编程控制器的逻辑控制功能等任务都由它们共同完成。

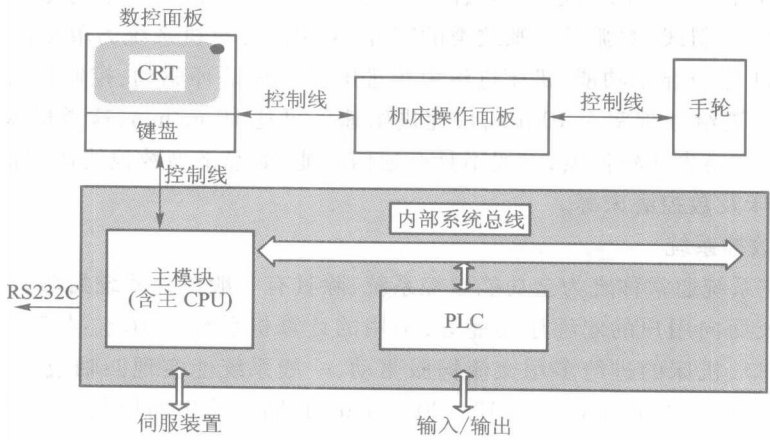


图 1-14 经济型计算机数控系统实例

图 1-15 所示为一个典型的普及型计算机数控系统,最多可控制 9 个运动轴,并具有相应的测量反馈环节。其硬件构成有:带有显示器(CRT)和手动数据输入(MDI)键盘的数控面板,作为中央显示和输入单元;机床操作面板用于手动操作机床,包括加工运行方式、速度倍率等设定以及厂家给出的各种操作功能;中央控制装置(数控装置)用于各组件的安装和连接,内部装有数控模块、人机控制模块、可编程控制器模块、网络通信模块、监控电路以及用于扩展测量和数据输入/输出的空插座等。

系统中含有多个微处理器,并且都具有自己的数据存储器,可形成独立的控制单元。下面结合图 1-16 所示内部结构,阐述数控系统所完成的数控功能。所有功能由 3 个微处理器,即 MMC-CPU、CNC-CPU、PLC-CPU 以及串行通信接口分担,各部分之间的通信由内部系统总线完成。

MMC-CPU 的主要功能是进行编程管理、操作管理和控制、数据处理及加工过程等主要数据的显示,它所完成的是实时性要求相对不高的人机控制功能。

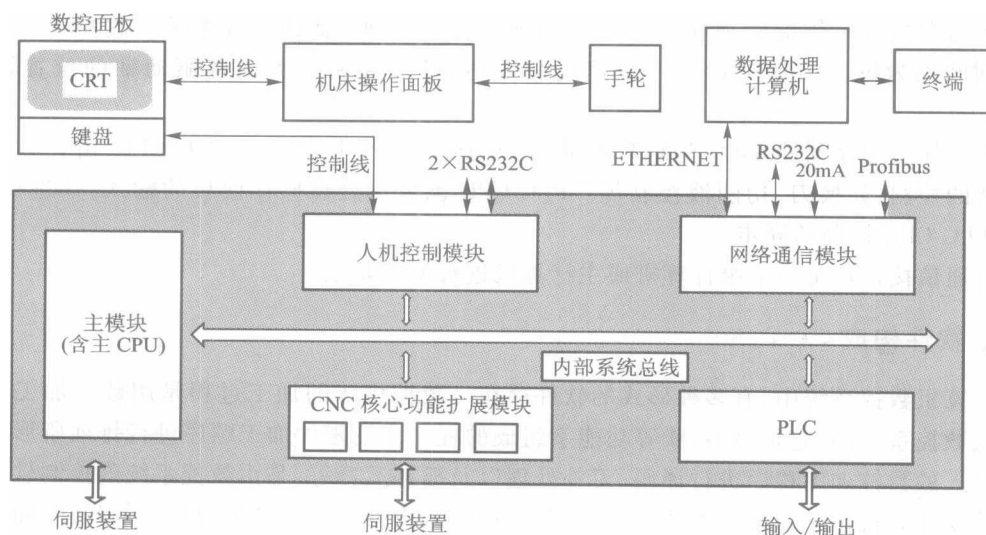


图 1-15 普及型计算机数控系统实例

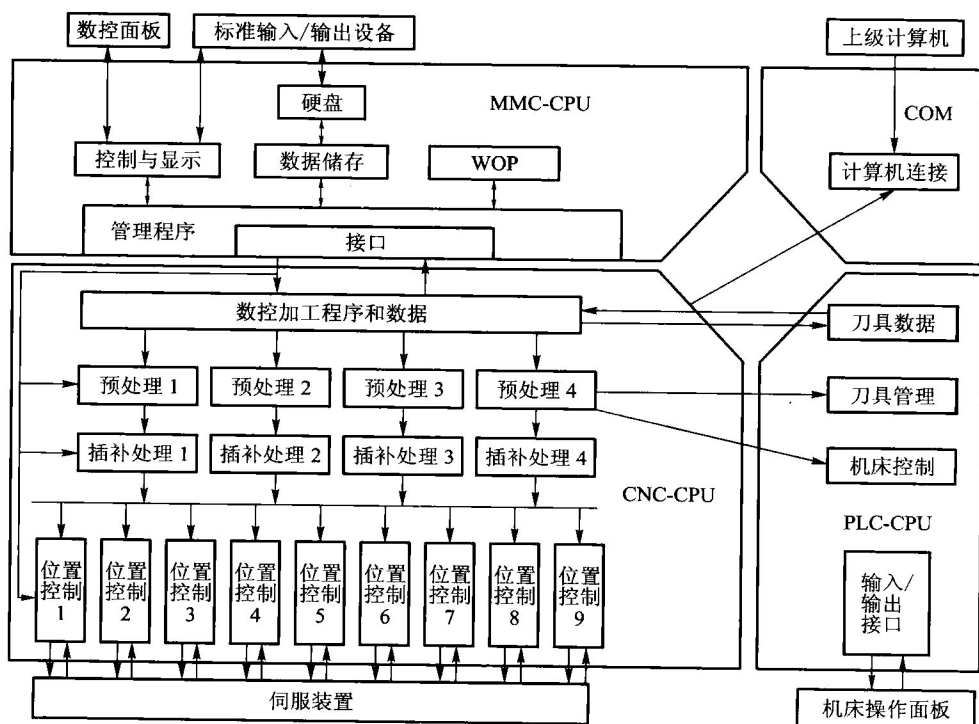


图 1-16 一个计算机数控系统的内部构成

CNC-CPU 对每个数控通道进行数据的预处理和插补计算。这里的每个通道都是一个独立系统,具有多个轴和独立的数控加工程序,要求有相应的加工程序预处理和插补处理。CNC-CPU 能并行处理各个通道的数控加工程序,各通道的工作由 PLC 协调。如图 1-16 所示

的 4 个通道对应 9 个轴的管理和控制,这 9 个轴可为进给轴、辅助轴或主轴。数控软件每隔固定的时间间隔为每个驱动轴计算一次速度命令值,其他控制任务由各驱动轴的位置调节器完成。

在数控加工程序预处理时,有关 T 和 M 指令的开关命令被传送给 PLC-CPU,由它进行各种机床电器的控制,如换刀、切削液控制等。PLC-CPU 也负责处理操作面板的输入,并进行 CNC-CPU 和 PLC-CPU 控制的同步。

串行通信接口负责与上级计算机或主计算机进行通信联系。

二、软件构成

在计算机数控系统中,有多种形式的软件存在。数控机床的加工过程是用数控加工程序描述并输入数控系统的,它是将 G、M 等功能字组成的程序段按零件加工顺序进行排列所形成的程序。对输入的数控加工程序进行译码、刀补处理以及插补运算等,是由数控系统的控制软件实现的。以前受计算机运行速度等性能限制,一般采用汇编语言来编写各种数控功能程序,而现在大多采用比较方便的高级语言来编程,如 C/C++ 语言等。在现代数控系统中,一般使用可编程控制器(PLC)进行数控加工程序中有关机床电气的逻辑控制及其他开关信号的处理,这些逻辑处理和控制是用 PLC 控制程序来实现的,它常采用梯形图语言编写。此外,数控功能程序和 PLC 控制程序的运行也都需要相应的计算机系统软件的支持。

图 1-17 所示为计算机数控系统的软件结构。数控的主要功能体现在数控功能程序上,它除了存储器管理和输入、输出管理外,还承担了各个过程的同步任务。管理软件分为不依赖于硬件的部分(例如时间管理、任务管理、存储器管理、内部通信和同步等)和依赖于硬件的部分(例如外设驱动管理和实时管理等)。数控系统硬件指各种外设和数控硬件(数据存储器、各种处理

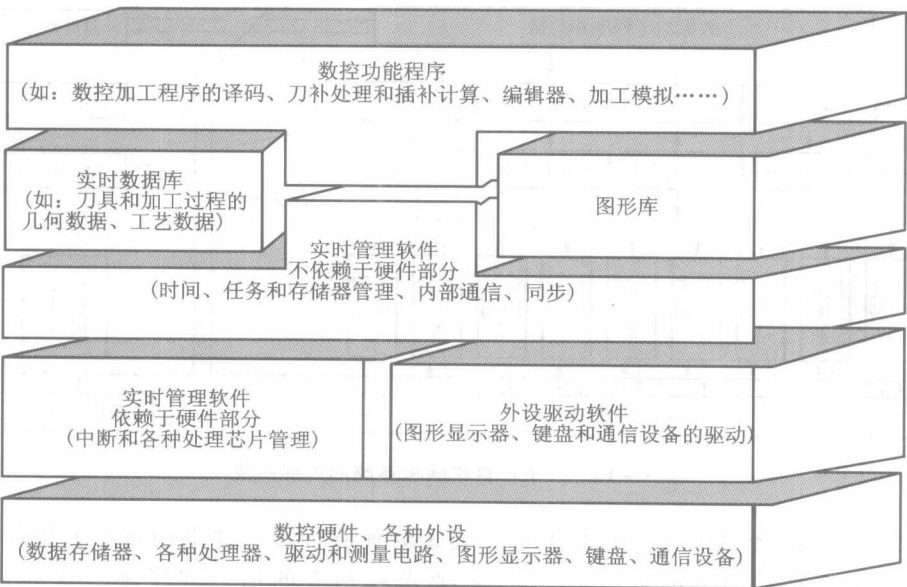


图 1-17 计算机数控系统的软件结构

芯片、I/O 接口和测量电路等)。适合于数控的标准管理软件必须具有多任务处理能力,因为许多功能程序必须并行执行,如数控加工程序预处理和插补处理。此外,还要有实时处理能力。也就是说,具有较高优先级权的任务将被及时处理,它排挤了可能出现的具有较低优先权的任务。例如,从紧迫性来看,实时碰撞监测的优先权要比数据显示任务的优先权高。通过实时能力对一些过程的外部事件可及时做出反应,使系统处于安全状态。

先进的数控系统多采用软件集成环境,这种集成环境独立于数控功能,并作为数控功能程序的操作平台。集成环境中常常提供了图形库和实时数据库,通过图形开发工具,用户可构造自己的 Windows 风格的操作界面;实时数据库为用户提供了一些开放的数据(例如刀具和加工过程的几何数据、工艺数据等)采集接口(如 ISO 标准的 SQL),从而方便用户对一些关键数据(例如校正值)进行管理和安全访问。

三、主要工作流程

数控加工程序输入 CNC 装置后,在内部进行一系列的处理后,输出相应的位置控制信号给伺服系统,经过电动机和滚珠丝杠副驱动工作台或刀具进行移动,最后加工出合格的零件。CNC 装置中主要的连续信息流数据转换过程如图 1-18 所示。

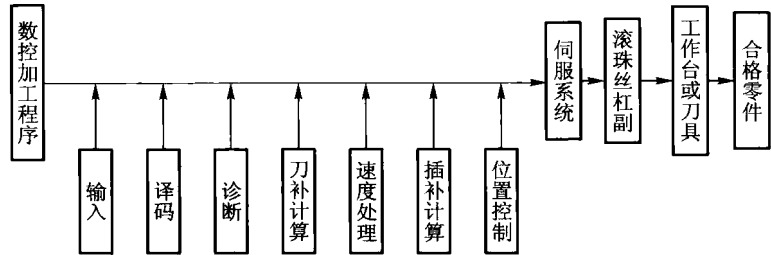


图 1-18 CNC 装置内部连续信息数据流转换过程

1. 输入

输入 CNC 装置的信息包括数控加工程序、系统控制参数和各种补偿数据等。对于其中大量的数控加工程序来讲,输入方式主要有光电式纸带阅读机输入、键盘输入、存储器输入和通信方式输入等。纸带阅读机输入只在早期使用过,由于其可靠性较差,目前基本不再采用。存储器输入又分为内存储器输入和外存储器输入两种。所谓内存储器输入,是指将数控加工程序一次且全部输入到 CNC 装置内部存储器中(如 CMOSRAM、NVRAM、EEPROM、FLASH MEMORY 等),加工时再从存储器中逐段调出程序段进行处理。所谓外存储器输入,是指通过软盘或硬盘将数控加工程序输入 CNC 装置中进行执行。键盘输入方式包括手动数据输入和操作面板输入,它们主要输入小型或部分数控加工程序、系统控制参数、操作命令或修改程序、参数等。通信输入方式是现代数控机床使用得越来越多的一种途径,具体包括串行方式、DNC 方式和网络方式等。

一个或多个数控加工程序输入 CNC 装置后必须按某种约定的格式存储在内存中,并且还要求能对它们进行各种编辑处理,包括搜索、插入、删除、替换和修改等操作。