



21世纪高等职业技术教育 机电一体化专业规划教材
数控技术

数控设备故障

诊断与维修

■ 主 编 蒋洪平

■ 副主编 王建儒

Shukong shebei guzhang
zhenduan yu weixiu



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业技术教育机电一体化·数控技术专业规划教材

数控设备故障 诊断与维修

主 编 蒋洪平

副主编 王建儒



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了数控机床故障诊断与维修的技术和方法,内容涉及数控机床的各个组成模块和常用的检测仪器。

全书共分10章,较详细地介绍了数控机床故障诊断与维修基础,数控机床的管理与维护,数控机床的选购、安装、调试及验收,数控机床机械结构故障诊断与维修,SIEMENS 810系统数控机床的基本操作,数控机床电气系统故障诊断与维修,SIEMENS 810系统的故障诊断与维修,伺服系统的故障诊断与维修,可编程控制器模块的故障诊断与维修,数控机床常用故障诊断仪器。

本书既可作为职业技术教育院校数控技术应用专业、机电一体化专业、机械制造专业和相关专业的教学用书,也可作为企业培训数控机床维修人员的培训教材及从事数控机床维修工作的工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控设备故障诊断与维修 / 蒋洪平主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-5640-0770-2

I. 数… II. 蒋… III. ①数控机床-故障诊断-高等学校: 技术学校-教材 ②数控机床-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 085723 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 21.75

字 数 / 438 千字

版 次 / 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

当前，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今，中国已成为制造业大国，但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

制造业要发展，人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育既担负着培养高技能人才的任
务，也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和数控技术的广泛应用，根据高等职业教育发展与改革的新形势，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与生产制造企业的技术人员反复研讨，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“满足制造业对人才培养的需求，适应行业技术改革，紧跟前沿技术发展”的思路，编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现：以培养综合素质为基础，以能力为本位，把提高学生的职业能力放在突出位置，加强实践性教学环节，使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者；以企业需求为基本依据，以就业为导向，增强针对性，又兼顾适应性；课程设置和教学内容适应技术发展，突出机电一体化、数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法；教学组织以学生为主体，提供选择和创新的空
间，构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系，适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；
2. 以就业为导向，进行了整体优化；
3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合于作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

先进制造技术的核心是数控技术。数控机床是一种技术含量很高的、高效的自动化机床，它集机、电、仪于一体，综合了计算机技术、自动化技术、伺服驱动、精密测量和精密机械等各个领域的新的技术成果。随着数控车床、数控铣床、加工中心等数控产品用量的剧增，培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维修的应用型人才的需求日益迫切。

不同的数控系统虽然在结构和性能上有所区别，但在故障诊断上有一定的共性，正是在此基础上，编者根据高等职业教育数控技术专业领域技能型人才培养目标，结合高等职业教育实际和课程设置编写了本教材，讲述数控系统故障分析和维修的通用方法。

编者是多年从事数控系统、数控机床研究与教学的专业技术人员，在数控机床的操作使用、诊断维修、设计改造等方面具有丰富的实践经验。在本书的编写过程中，编者充分考虑到数控技术教学的特点，对多年来所积累的数控机床的维修经验进行了系统的整理，本着“必需、够用”的原则，以岗位为目标，以能力培养为主线，从选材内容到实例分析都作了精心的安排，力求做到内容浅显易懂、教学层次分明，突出实践技能的培养。为了给学习者奠定扎实的数控技术基础，对数控机床设备进行了系统的介绍，通过典型的维修实例，阐述了数控机床故障诊断与维修的思路和方法，把寻找故障的过程作为重点，做到了内容浅显易懂，图文并茂，在可操作性和实用性等方面均有较大的突破。

全书共分为 10 章，包括数控机床故障诊断与维修基础，数控机床的管理与维护，数控机床的选购、安装、调试及验收，数控机床机械结构故障诊断与维修，SIEMENS 810 系统数控机床的基本操作，数控机床电气系统故障诊断与维修，SIEMENS 810 系统的故障诊断与维修，伺服系统的故障诊断与维修，可编程控制器模块的故障诊断与维修，数控机床常用故障诊断仪器以及大量数控机床维修实例。

本书既可作为高等职业技术教育院校数控技术应用专业、机电一体化专业、机械制造及自动化专业和相关专业的教学用书，也可作为企业培训数控机床维修人员的培训教材及从事数控机床维修工作的工程技术人员的参考用书。

本书由蒋洪平担任主编，王建儒担任副主编。参加编写的有蒋洪平（第1、3、4、7、8、9章）、王建儒（第2章）、李德庆（第5章）、刘跃鹏（第6章）、蒋素清（第10章）。陆纯娜进行了资料的收集、整理及大部分的文字录入工作。

本书在编写过程中，得到了江苏联合职业技术学院无锡机电分院、无锡机电高等职业技术学校领导的大力支持，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免存在问题和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断与维修基础	(1)
1.1 数控机床入门知识	(1)
1.2 数控机床的故障	(10)
1.3 数控机床的可靠性	(16)
1.4 数控机床的修理	(21)
思考与练习	(37)
第 2 章 数控机床的管理与维护	(38)
2.1 数控机床的管理	(38)
2.2 数控机床的维护	(41)
思考与练习	(50)
第 3 章 数控机床的选购、安装、调试及验收	(51)
3.1 数控机床的选购	(51)
3.2 数控机床的安装	(58)
3.3 数控机床的调试	(63)
3.4 数控机床的验收	(66)
思考与练习	(73)
第 4 章 数控机床机械结构故障诊断与维修	(74)
4.1 机械结构的基本组成及特点	(74)
4.2 机械结构故障诊断的方法	(76)
4.3 主运动系统的故障诊断与维修	(78)
4.4 进给运动系统的故障诊断与维修	(84)
4.5 自动换刀装置	(93)
4.6 液压和气动系统	(97)

4.7 机械结构故障诊断与维修实例	(105)
思考与练习	(108)
第5章 SIEMENS 810 系统数控机床的基本操作	(109)
5.1 概述	(109)
5.2 SIEMENS 810 系统数控机床的操作面板	(110)
5.3 SIEMENS 810 系统数控机床的操作方式	(115)
5.4 SIEMENS 810 系统的初始化	(118)
5.5 SIEMENS 810 系统数据的输入、输出	(122)
思考与练习	(126)
第6章 数控机床电气系统故障诊断与维修	(127)
6.1 数控机床电气系统的特点	(127)
6.2 数控机床常用低压电器	(128)
6.3 数控机床电气系统的故障诊断与维修	(141)
6.4 数控机床的抗干扰技术	(152)
6.5 数控机床电气系统故障诊断与维修实例	(162)
思考与练习	(167)
第7章 SIEMENS 810 系统的故障诊断与维修	(169)
7.1 概述	(169)
7.2 数控系统故障诊断的基本方法	(176)
7.3 SIEMENS 810 系统的主要特点和结构组成	(178)
7.4 SIEMENS 810 系统设定端子的检查	(187)
7.5 SIEMENS 810 系统机床参数的设定和调整	(189)
7.6 系统常见故障报警与处理	(207)
7.7 数控系统的通信接口与网络	(214)
7.8 SIEMENS 810 系统故障诊断与维修实例	(223)
思考与练习	(230)
第8章 伺服系统的故障诊断与维修	(232)
8.1 概述	(232)
8.2 主轴伺服系统故障诊断与维修	(233)
8.3 进给伺服系统故障诊断与维修	(247)

8.4	位置检测系统的故障诊断与维修	(269)
8.5	伺服系统故障诊断与维修实例	(272)
	思考与练习	(277)
第9章	可编程控制器模块的故障诊断与维修	(279)
9.1	概述	(279)
9.2	可编程控制器的结构组成和工作原理	(283)
9.3	数控机床可编程控制器的故障诊断与维修	(290)
9.4	可编程控制器故障诊断与维修实例	(297)
	思考与练习	(309)
第10章	数控机床常用故障诊断仪器	(311)
10.1	万用表	(311)
10.2	示波器	(315)
10.3	逻辑测试笔	(317)
10.4	集成电路测试仪	(321)
10.5	短路故障追踪仪	(325)
10.6	逻辑分析仪	(329)
10.7	特征代码分析仪	(333)
10.8	存储器测试仪	(335)
	思考与练习	(336)
参考文献		(338)

第 1 章

数控机床故障诊断与维修基础

1.1 数控机床入门知识

1.1.1 数控机床的概念

数控机床是一种典型的机电一体化产品，能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化，代表了机床发展的方向。

国际信息处理联盟（IFIP）第五技术委员会对数控机床的定义是：数控机床是一个装有程序控制系统的机床。该系统能够逻辑地处理具有使用号码，或其他符号编码指令规定的程序。这里所说的程序控制系统，通常称作数控系统。

1.1.2 数控机床的组成

数控机床的组成框图如图 1-1 所示。

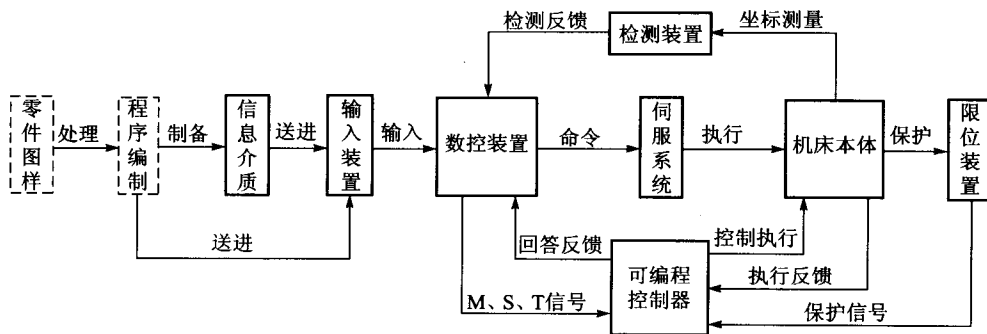


图 1-1 数控机床的组成框图

数控机床主要由三大部分组成，除了机床本体外，还包括数控机床特有的两部分：即对数控机床进行指挥、控制的数控装置和驱动机床执行机构实施运动的伺服系统。

1.1.3 数控机床的工作原理

1. 数控机床的工作过程

数控机床的工作过程如图 1-2 所示。

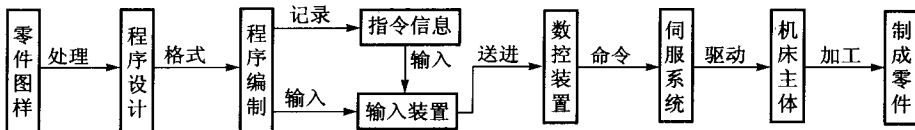


图 1-2 数控机床的工作过程

(1) 根据零件图给出的形状、尺寸、材料及技术要求等内容，进行各项准备工作（包括程序设计、数值计算及工艺处理等）。

(2) 将上述程序和数据按数控装置所规定的程序格式编制出加工程序。

(3) 将加工程序的内容以代码形式完整地记录在信息介质（如穿孔带或磁带）上。

(4) 通过阅读机把信息介质上的代码转变为电信号，并输送给数控装置。如是人工输入，则可通过微机键盘，将加工程序的内容直接输送给数控装置。

(5) 数控装置将所接受的信号进行一系列处理后，再将处理结果以脉冲信号的形式向伺服系统发出执行的命令。

(6) 伺服系统接到执行的信息指令后，立即驱动机床进给机构严格按照指令的要求进行位移，使机床自动完成相应零件的加工。

2. 数控机床的工作原理

数控机床在加工零件时，根据所输入的数控程序，由数控装置控制机床执行机构的各种动作（包括机床主运动的变速、启停，进给运动的方向、速度和位移大小，以及其他诸如刀具选择交换、工件夹紧松开和冷却润滑的启停等），使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照数控程序规定的顺序、路径和参数进行工作，从而加工出满足给定技术要求的零件。

1.1.4 数控机床的种类

数控机床品种繁多，功能各异，可以从不同角度对其进行分类。

1. 按机床的工艺用途分类

数控机床按工艺用途可分为普通数控机床、加工中心（机床）、多坐标轴数控机床及特种数控机床。

(1) 普通数控机床

普通数控机床是与传统的普通机床工艺可行性相似的各种数控机床的统称。如果从使用角度考虑并按机床加工特性，又可以分为数控车床、数控铣床、数控刨床、数控磨床、数控

钻床及数控电加工机床等。如进一步分析机床的结构等因素,还可进行更细的分类。例如,普通数控车床还可分为卧式、立式、卡盘式和顶尖式数控车床等。

图1-3是数控车床,图1-4是数控铣床。

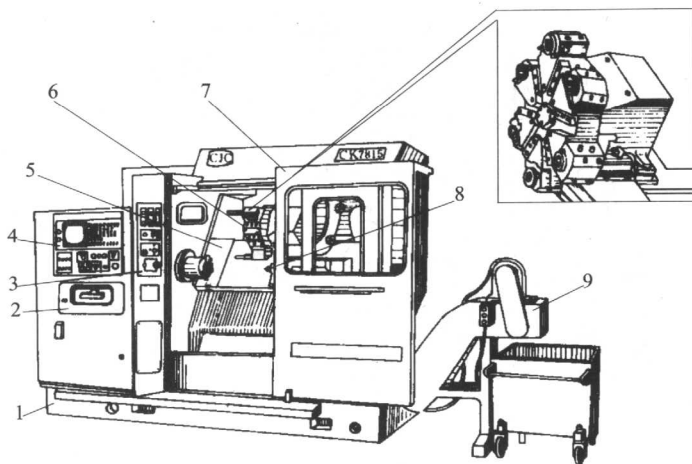


图1-3 数控车床

1—床身; 2—光电读带机; 3—机床操作台; 4—系统操作面板;
5—倾斜60°导轨; 6—刀盘; 7—防护门; 8—尾座; 9—排屑装置

(2) 加工中心

数控加工中心机床简称加工中心(即MC),是带有刀库和自动换刀装置,并具有多种工艺手段的数控机床。

加工中心可划分为多种类别,除常见的卧式、立式、单柱、双柱(龙门式)加工中心外,还有单工作台、多工作台及复合(5面)加工中心等。图1-5是卧式加工中心,图1-6是立式加工中心。

加工中心设置有刀库和相应的换刀机构,其刀库中可存放几把至几百把不同类型的刀具或检测用工具,这些刀具或检具在加工过程中通过加工程序可自动进行选用及更换。图1-6所示加工中心的刀库容量为16把。

加工中心的特点是,零件经一次装夹后,能自动进行多工序(如钻、铰、镗、铣及攻螺纹等)的连续加工,以省去较多的工装及专用机床,其加工的典型零件以复杂、精密的箱体类居多。

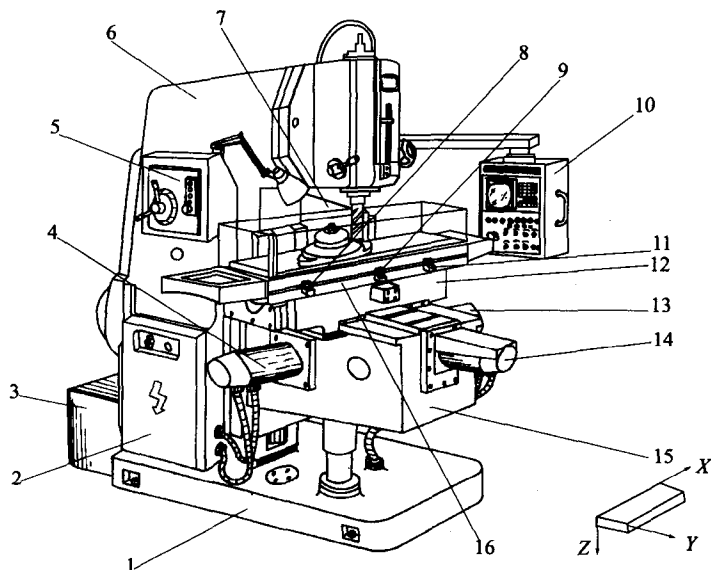


图 1-4 数控铣床

1—底座；2—强电柜；3—变压器箱；4—升降进给伺服电动机；5—主轴变速手柄和按钮板；6—床身立柱；
7—数控柜；8、11—纵向行程限位保护开关；9—纵向参考点设定挡块；10—操纵台；12—横向溜板；
13—纵向进给伺服电动机；14—横向进给伺服电动机；15—升降台；16—纵向工作台

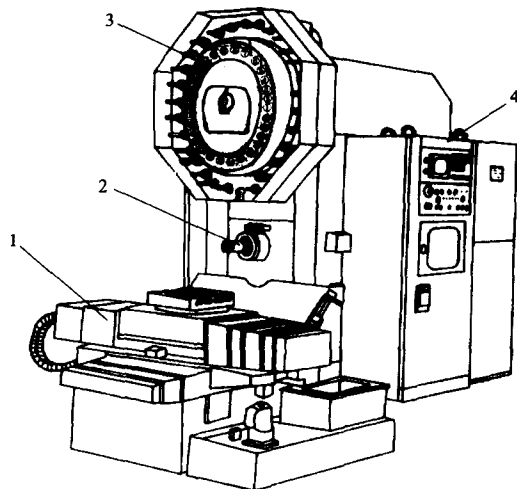


图 1-5 卧式加工中心

1—工作台；2—主轴；3—刀库；4—数控柜

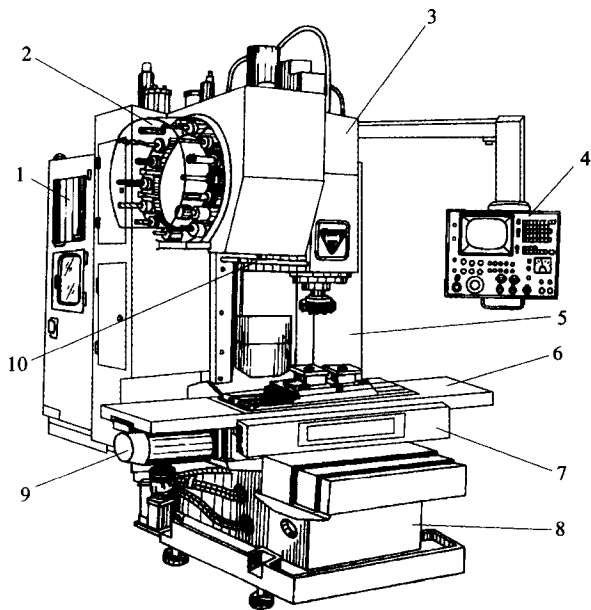


图 1-6 立式加工中心

1—数控柜；2—刀库；3—主轴箱；4—操纵台；5—驱动电源柜；
6—纵向工作台；7—滑座；8—床身；9—X轴进给伺服电动机；10—换刀机械手

(3) 多坐标轴数控机床

有些复杂的工件，例如螺旋桨、飞机发动机叶片曲面等用三坐标轴数控机床无法加工，于是出现了多坐标轴的数控机床，其特点是控制轴数较多，机床结构比较复杂。坐标轴的轴数取决于加工工件的工艺要求。

(4) 特种数控机床

特种数控机床是通过特殊的数控装置自动进行特种加工的机床，其特种加工的含义主要是指加工的手段特殊，零件的加工部位特殊，加工的工艺性能要求特殊等。常见的特种数控机床有：数控线切割机床、数控激光加工（切割、打孔、焊接等）机床、数控火焰切割机床及数控弯管机床等。

2. 按照机械加工的运动轨迹分类

(1) 点位控制机床

点位控制就是保证单点在空间的位置，而不保证点到点之间的路径轨迹和精度的控制。如图 1-7 所示，起点到终点的运动轨迹可以是 1 轨迹或 2 轨迹中的任一种。这种控制主要用于数控冲床、数控钻床、数控点焊设备中，还可以用在数控坐标镗铣床上。

(2) 直线控制机床

直线控制就是不仅要保证点的位置精度，而且要保证点与点之间的走直线精度，如图 1-8 所示。在数控镗铣床上使用这种控制方法，可以在一次装夹箱式零件中对其平面和台阶完成铣削，然后再进行钻孔、镗孔加工。这样可以大大提高生产率。

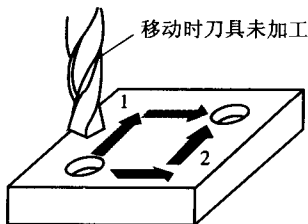


图 1-7 点位控制加工示意图

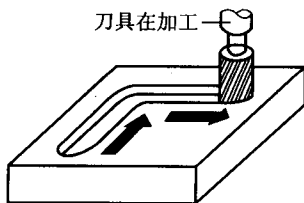


图 1-8 直线控制加工示意图

(3) 轮廓控制机床

轮廓控制是对两个或两个以上的坐标轴同时进行控制，如图 1-9 所示。它不仅能保证各点的位置精度，而且还要控制加工过程中各点的位移速度，也就是刀具移动的轨迹。要保证尺寸精度，还要保证形状精度。在运动过程中，同时要向两个坐标轴分配脉冲，使它们走出所要求的形状来，这叫插补运算。它是一种软仿形，而不是靠模仿形。所以大大缩短了生产准备时间，更重要的是这种软仿形的精度要比模仿形的高很多。

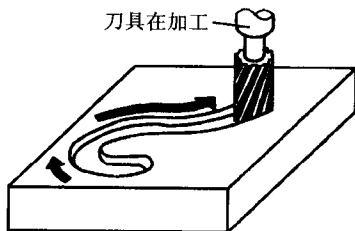


图 1-9 轮廓控制加工示意图

3. 按伺服系统的控制原理分类

(1) 开环控制系统

开环控制就是无位置反馈的一种控制方法，它采用的控制对象、执行机构多半是步进电动机或液压转矩放大器（电液脉冲马达），图 1-10 就是采用步进电动机作为控制对象的。这种控制方法在 20 世纪 60 年代应用很广泛，但随着机械制造业的发展，它逐渐不能适应要求。例如，精度要求越来越高，功率也越来越大，而步进电动机的功率不可能做得很大。如

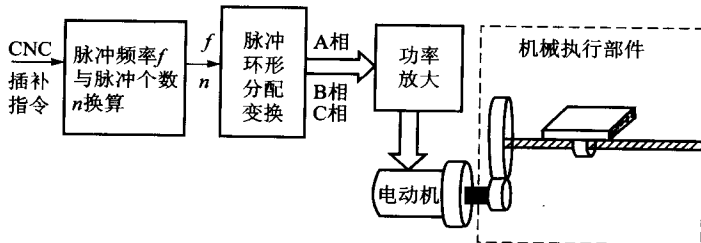


图 1-10 开环控制数控机床结构简图

果采用电液脉冲马达,其机构相当庞大,所以在实际工业生产中,这种结构逐渐被闭环系统所取代。开环控制系统结构简单,控制方法简便,所以价格也很便宜。对于加工精度要求不高,功率需求不是很大的地方,还是可以使用的。目前在很多高校应用的实习实训数控机床均选择了开环控制数控机床,经济型简易数控车床就是其中的一种。

(2) 闭环控制系统

图1-11是闭环控制数控机床的结构简图。

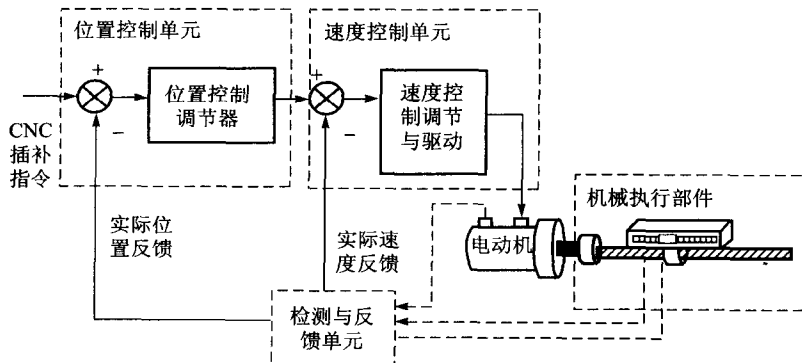


图1-11 闭环控制数控机床结构简图

闭环控制系统就是对机床移动部件的位置直接用直线位置检测装置进行检测,再把实际测量出的位置反馈到数控装置中去,与输入指令比较是否有差值,然后用这个差值去控制,使运动部件按实际需要值运动,从而实现准确定位。这种方法的精度主要取决于测量装置的精度,而与传动链的精度无关,因此这种控制要比开环控制精度高出许多。

(3) 半闭环控制系统

图1-12是半闭环控制数控机床的结构简图。

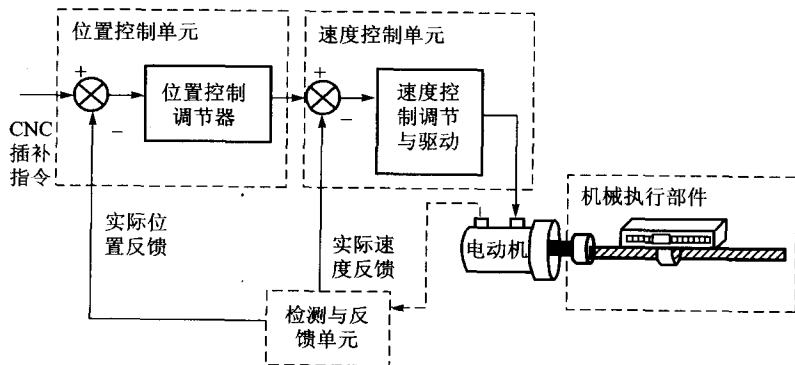


图1-12 半闭环控制数控机床结构简图