

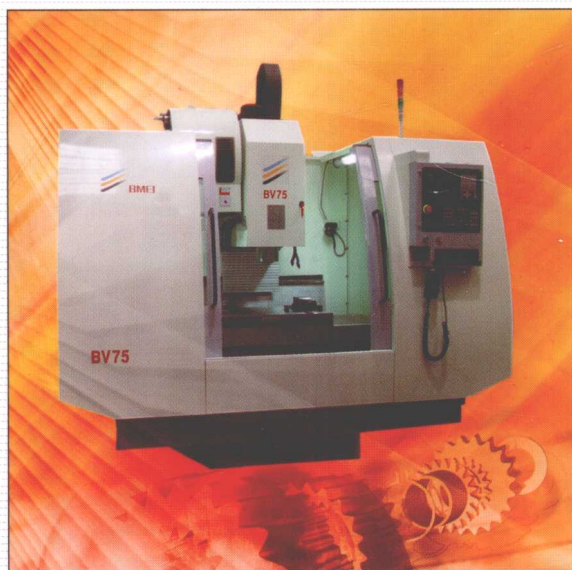
普通高等教育“十一五”规划教材

面向应用型人才培养

数控机床使用与维修

(第2版)

邓荣琦 刘德成 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育“十一五”规划教材
面向应用型人才培养

数控机床使用与维修

(第2版)

邓荣琦 刘德成 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书共8章,主要包括数控机床概述,数控车床的操作使用,数控铣床、加工中心的操作使用,数控电火花线切割机床的操作使用,数控机床维修的基本知识,数控设备的机械故障诊断与维修,数控系统的故障诊断与维修,伺服系统的故障诊断与维修等。每章均附有思考题与习题。

本书的编写力求贯彻少而精,突出实用性、先进性的原则,以培养学生实践动手能力为主,并建立合理紧凑的框架体系。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校数控技术、机电一体化、CAD/CAM技术应用、模具设计与制造、机械制造等专业的教材,也可供研究设计单位、企业从事数控技术开发与应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床使用与维修/邓荣琦,刘德成主编. —2版. 北京:国防工业出版社,2009.8
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-118-06397-4

I. 数... II. ①邓... ②刘... III. 数控机床—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115482 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

鑫马印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 290 千字

2009 年 8 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422
发行传真: (010)68411535

发行邮购: (010)68414474
发行业务: (010)68472764

《数控机床使用与维修(第2版)》

编委会

主 编	邓荣琦	刘德成		
副主编	孔凡珍	张海英	侯玉叶	
编 委	骆忠志	张瑞祥	王学建	王式民
	韩玉勇	吕士峰	狄瑞民	鲁大伟
	邓堡文	李治国	蔡 强	邱 赞
	高魁旭			

前 言

数控技术是集传统的机械制造技术、计算机技术、信息处理技术、现代自动控制技术、网络通信技术、传感检测技术、微电子技术、液压气动技术、光机电技术于一体的高新技术。它的广泛应用给机械制造业带来了深刻的变化,是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,是关系到国家战略地位和体现国家综合国力的重要基础性产业。数控技术水平和数控机床拥有量是衡量一个国家工业现代化的重要标志。我国政府正积极采取各种有效措施大力发展数控产业,把发展数控技术作为振兴机械工业的重中之重。随着数控技术的发展,数控机床作为自动化加工设备正被越来越普遍地采用。学习、理解和掌握数控操作使用与维修技术,是从事加工制造行业人士的必然选择。

随着数控机床的广泛应用,急需培养大批熟练掌握现代数控机床编程、操作使用与维修维护的工程技术人员。为适应数控机床工作人员培训和学习的需要,并供中职中专、高职高专、技校学生学习现代制造技术之用,特编写了本书。

本书共分8章,主要内容包括数控机床概述,数控车床、数控铣床(加工中心)、数控电加工机床等几类常用机床的操作,以及数控机床维修概述、数控设备机械故障诊断与维修、数控机床系统故障诊断与维修、伺服系统的故障诊断与维修等。本书作者根据多年从事数控机床操作与维修教学的经验,从教学内容选材到分析实例上都做了精心的编排,力求做到内容丰富,图文并茂,详略得当,通俗易懂,并同时力求结构紧凑,重点突出,增强了工程实践能力的训练,努力培养学生的动手能力和创新能力。

本书是在教材改革的基础上编写的,由邓荣琦、刘德成任主编,孔凡珍、张海英、侯玉叶任副主编。其中第1章和第6章由邓荣琦编写,第2章由侯玉叶编写,第3章由刘德成编写,第4章由孔凡珍编写,第5章由蔡强编写,第7章、第8章由张海英编写。参加本书编写工作的还有骆忠志、张瑞祥、王学建、王式民、韩玉勇、吕士峰、狄瑞民、鲁大伟、邓堡文、李治国、邱赞、高魁旭。同时,对枣庄科技职业学院、山东理工职业学院、山东省化工高级技校、湖南省湘潭市高级技工学校、青岛悠进电装公司、中国石油勘探开发研究院及兖矿国泰化工有限公司提供的帮助表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,经验不足,又加之数控技术发展迅速,因此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

目 录

第 1 章 数控机床概述	1
1.1 数控机床的产生与特点	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 数控机床的特点	1
1.2 数控机床的组成与分类	2
1.2.1 数控机床的组成	2
1.2.2 数控机床的分类	3
1.3 数控机床的性能指标与功能	6
1.3.1 数控机床的主要性能指标	6
1.3.2 数控机床的主要功能	7
1.4 常见数控机床简介	8
1.4.1 数控车床	8
1.4.2 数控铣床	8
1.4.3 加工中心	9
1.4.4 数控磨床	9
1.4.5 数控钻床	9
1.4.6 数控电火花成形机床	10
1.4.7 数控线切割机床	10
思考题与习题	10
第 2 章 数控车床的操作使用	12
2.1 概述	12
2.1.1 数控车床的组成与特点	12
2.1.2 数控车床的分类与用途	13
2.2 SIEMENS 系统数控车床的操作使用	17
2.2.1 面板、屏幕划分与软件功能	17
2.2.2 基本操作方法	21
2.3 FANUC 系统数控车床的操作使用	25
2.3.1 CRT/MDI 操作面板	25
2.3.2 控制面板	27

2.3.3 基本操作方法	29
思考题与习题	39
第3章 数控铣床、加工中心的操作使用	40
3.1 概述	40
3.2 HNC-21M 系统数控铣床的操作使用	44
3.2.1 基本配置与主要功能	44
3.2.2 操作装置	46
3.2.3 软件操作界面	47
3.2.4 软件菜单功能	48
3.2.5 上电、关机、急停	49
3.2.6 机床的手动操作	50
3.2.7 数据设置	54
3.2.8 程序的编辑	56
3.2.9 程序运行	61
3.3 FANUC 系统加工中心的操作使用	67
3.3.1 面板介绍	67
3.3.2 手动操作	70
3.3.3 自动运行	75
3.3.4 刀具参数设置与自动换刀	77
3.3.5 机床的对刀	79
3.3.6 机床的安全操作	83
思考题与习题	85
第4章 数控电火花线切割机床的操作使用	86
4.1 概述	86
4.1.1 数控电火花线切割机床的加工原理	86
4.1.2 数控电火花线切割机床的加工特点	86
4.1.3 数控电火花线切割机床的应用	87
4.2 数控电火花成形机床的操作使用	87
4.2.1 机床的主要参数	88
4.2.2 操作面板功能介绍	88
4.2.3 DK7145NC 机床操作面板功能设定	89
4.2.4 操作步骤	92
4.2.5 报警及报警处理	93
4.2.6 安全与维护	93
4.3 数控线切割机床的操作	94

4.3.1 数控电火花线切割的加工工艺	94
4.3.2 数控电火花线切割加工工艺装备的应用	95
4.3.3 数控电火花线切割机床的操作	97
思考题与习题	105
第 5 章 数控机床维修的基本知识	106
5.1 数控机床故障诊断与维修的意义	106
5.1.1 故障诊断与维修的必要性	106
5.1.2 维修的技术指标	106
5.2 数控机床故障的分类	107
5.2.1 按发生故障的部件分类	107
5.2.2 按发生故障的性质分类	107
5.2.3 按报警发生后有无报警显示分类	108
5.2.4 按故障发生的原因分类	109
5.3 数控机床常见故障的检查方法	109
思考题与习题	112
第 6 章 数控设备的机械故障诊断与维修	113
6.1 数控机床的机械结构与故障类型	113
6.1.1 机械结构的基本组成与机床功能对结构的影响	113
6.1.2 机械故障及其分类	114
6.2 数控设备主轴的故障诊断	114
6.2.1 主轴的维护	114
6.2.2 主传动链的维护	115
6.2.3 主传动系统的常见故障诊断	116
6.3 数控设备进给运动的故障诊断	117
6.3.1 进给运动的基本要求	117
6.3.2 进给系统的机械传动结构	118
6.3.3 进给系统结构的典型元件	118
6.3.4 进给运动的故障诊断与维修	125
6.4 数控回转工作台结构与故障诊断	127
6.4.1 开环数控回转工作台	127
6.4.2 闭环数控回转工作台	129
6.4.3 数控回转工作台的常见故障诊断与维修实例	130
6.5 数控设备的换刀装置、刀库结构与故障诊断	131
6.6 数控设备的液压、气压系统与故障诊断	133
6.6.1 液压传动系统	133

6.6.2	液压系统的维护要点	133
6.6.3	定期检查及常见故障的诊断与排除	134
6.6.4	数控设备的气动系统	136
	思考题与习题	138
第7章	数控系统的故障诊断与维修	139
7.1	概述	139
7.1.1	故障诊断原则	139
7.1.2	故障诊断方法	139
7.2	数控系统软件的故障诊断	142
7.2.1	软件配置	142
7.2.2	软件故障发生的原因	143
7.2.3	软件故障的诊断与排除	143
7.2.4	零件加工程序影响机床正常运行	144
7.3	数控系统硬件的故障诊断	144
7.3.1	元器件的故障与维修	144
7.3.2	元器件的替代	146
7.3.3	数控机床控制系统的硬件结构	147
7.3.4	硬件故障的检查与分析	148
7.4	利用数控机床参数诊断故障	152
7.4.1	数控机床的参数	153
7.4.2	参数故障与诊断	153
7.4.3	参数故障的诊断与维修实例	155
7.5	利用PLC诊断故障	158
7.5.1	PLC故障的表现形式	158
7.5.2	PLC故障诊断方法	159
	思考题与习题	163
第8章	伺服系统的故障诊断与维修	165
8.1	概述	165
8.1.1	伺服驱动控制的基本要求	165
8.1.2	伺服系统的组成	165
8.1.3	伺服驱动控制的分类	166
8.1.4	伺服控制的主要故障形式	167
8.2	主轴伺服系统的故障诊断	167
8.2.1	主轴伺服系统常见的故障形式及诊断方法	167
8.2.2	直流主轴驱动故障诊断	169

8.2.3	交流主轴驱动的故障诊断·····	172
8.2.4	通用变频器与变频控制的故障诊断·····	174
8.3	进给伺服系统的故障诊断·····	178
8.3.1	伺服系统结构形式·····	178
8.3.2	进给伺服系统的故障形式·····	179
8.3.3	进给驱动的故障诊断·····	181
8.4	位置检测装置的故障诊断·····	186
8.4.1	位置检测装置的基本要求与分类·····	186
8.4.2	检测元件的工作原理·····	187
8.4.3	位置检测装置的维护与故障诊断·····	192
8.4.4	实例分析·····	193
	思考题与习题·····	194
	参考文献 ·····	195

第 1 章 数控机床概述

1.1 数控机床的产生与特点

数字控制机床(Numerically Controlled Machine Tool)简称数控(NC)机床,是近代发展起来的一种自动控制技术,是用数字信息实现自动控制机床运转的一种方法。它把机床的加工程序和刀具参数(如坐标方向、位移量、轴的转向和转速等)以数字形式预先记录在控制介质(如磁盘、网络等)上,通过数控装置自动地控制机床运动,同时具有完成自动换刀、自动测量、自动润滑、冷却等功能。

1.1.1 数控机床的产生

数控机床发展到今天,很大程度上是依赖于数控系统的发展。自 1952 年美国研制出第一台数控铣床起,数控系统经历了两个阶段六代的发展。

1. 数控(NC)阶段(1952 年—1970 年)

早期计算机的运算速度低,这对当时的科学计算和数据处理影响还不大,但不能适应机床实时控制的要求。人们不得不采用数字逻辑电路“搭”成一台机床专用计算机作为数控系统,被称为硬件连接数控(HARD-WIRED NC),简称为数控(NC)。随着元器件的发展,这个阶段经历了 3 代。

第 1 代数控:1952 年—1959 年,采用电子管元件构成的专用 NC 装置。

第 2 代数控:1959 年—1964 年,采用晶体管电路的 NC 装置。

第 3 代数控:1965 年—1970 年,采用小、中规模集成电路的 NC 装置。

2. 计算机数控(CNC)阶段(1970 年至现在)

到 1970 年,通用小型计算机业已出现成批生产。其运算速度比 20 世纪五六十年代有了大幅度的提高,这比专门“搭”成的专用计算机成本低、可靠性高,于是将它移植过来作为数控系统的核心部件,从此进入了计算机数控阶段。随着计算机技术的发展,这个阶段也经历了三代。

第 4 代数控:1970 年—1974 年,采用大规模集成电路的小型通用计算机控制系统(CNC)。

第 5 代数控:1974 年—1990 年,微处理器应用于数控系统。

第 6 代数控:1990 年以后,PC(个人计算机,国内习惯称微机)的性能已发展到很高的阶段,可满足作为数控系统核心部件的要求,数控系统从此进入了基于 PC(PC-BASED)的时代。

1.1.2 数控机床的特点

1. 优点

(1) 提高了加工精度及同一批工件尺寸的重复精度,也就保证了加工质量的稳定性。

- (2) 具有较高生产效率,与普通机床相比,生产效率大致可提高 2 倍~3 倍。
- (3) 增加了设备的柔性,可以适应不同品种、规格和尺寸的工件加工。
- (4) 工人的劳动强度大为减轻。
- (5) 具有较高的经济效益,这是因为数控机床能一机多用,代替多台普通机床,减少了工序间工件运输时间,节省厂房面积,减少工夹具数量和投资。
- (6) 能加工普通机床不能加工的复杂型面。
- (7) 有助于进行质量控制。
- (8) 可向更高级的制造系统发展。

2. 缺点

- (1) 提高了起始阶段的投资。
- (2) 增加了机床电气系统的维护工作。
- (3) 对操作人员的技术水平要求较高。

1.2 数控机床的组成与分类

1.2.1 数控机床的组成

数控机床主要由以下几个部分组成,如图 1-1 所示。

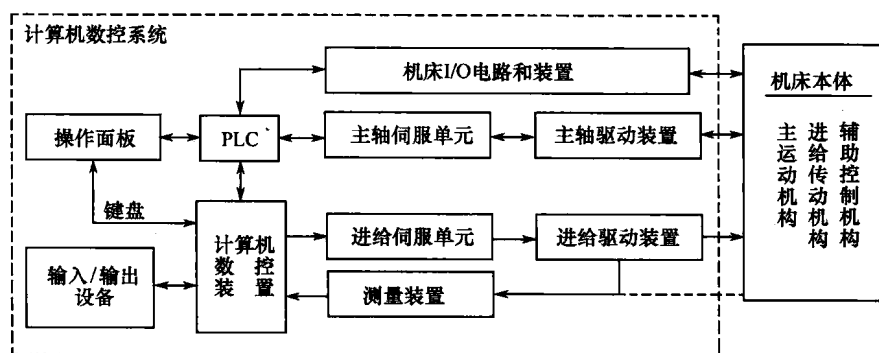


图 1-1 数控机床的组成

1. 计算机数控装置(CNC 装置)

计算机数控装置是计算机数控系统的核心。其主要作用是根据输入的零件加工程序或操作命令进行相应的处理,然后输出控制命令到相应的执行部件(伺服单元、驱动装置和 PLC 等),完成零件加工程序或操作所要求的工作。所有这些都是 CNC 装置的协调控制及合理组织下,使整个系统有条理地工作。它主要由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、扩展功能模块以及相应的控制软件等组成。

2. 伺服单元、驱动装置和测量装置

伺服单元和驱动装置包括主轴伺服驱动装置、主轴电动机、进给伺服驱动装置及进给电动机。测量装置是指位置和速度测量装置,是实现主轴控制、进给速度闭环控制和进给

位置闭环控制的必要装置。主轴伺服系统的作用是实现零件加工的切削运动,其控制量为速度。进给伺服系统的作用是实现零件加工所需的成形运动,其控制量为速度和位置,特点是能灵敏、准确地实现 CNC 装置的位置和速度指令。

3. 控制面板和操作面板

控制面板和操作面板是操作人员与数控机床(系统)进行信息交互的工具。操作人员可以通过它对数控机床(系统)进行操作、编程、调试或对机床参数进行设定和修改,也可以通过它了解和查询数控机床(系统)的运行状态。它是数控机床的一个输入/输出部件,主要由按钮站、状态灯、按键阵列(功能同计算机键盘)和显示器等部分组成。

4. 控制介质与程序输入/输出设备

控制介质是记录零件加工程序的媒介,是人与机床建立联系的介质。程序输入/输出设备是 CNC 系统与外部设备进行信息交换的装置,其作用是将记录在控制介质上的零件加工程序输入 CNC 系统,或将调试好的零件加工程序通过输出设备存放或记录在相适应的介质上。目前,数控机床的控制介质和程序输入/输出设备是磁盘和磁盘驱动器等。

此外,现代数控系统一般可利用通信方式进行信息交换,通信方式是实现 CAD(计算机辅助设计)/CAM(计算机辅助制造)的集成和 FMS(柔性制造系统)、CIMS(计算机集成制造系统)的基本技术。目前在数控机床上常用的通信方式有:

- (1) 串行通信;
- (2) 自动控制专用接口;
- (3) 网络技术。

5. PLC(可编程控制器)、机床 I/O(输入/输出)电路和装置

PLC 是用二进制与逻辑运算、顺序动作有关的 I/O 控制,它由硬件和软件组成。机床 I/O 电路和装置是用来实现 I/O 控制的执行部件,是由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路。它们共同完成以下任务:

- (1) 接收 CNC 的 M、S、T 指令,对其进行译码并转换成对应的控制信号,控制装置完成机床相应的开关动作;
- (2) 接收操作面板和机床传送来的 I/O 信号、CNC 系统的工作状态和机床的动作。

6. 机床本体

机床本体是数控系统的控制对象,是实现加工零件的执行部件。它主要由主运动部件(主轴、主运动传动机构)、进给运动部件(工作台、拖板及相应的传动机构)、支承件(立柱、床身等)以及特殊装置、自动工作台交换(APC)系统、自动刀具交换(ATC)系统和辅助装置(如冷却、润滑、排屑、转位和夹紧装置等)组成。

1.2.2 数控机床的分类

数控机床的种类很多,常见的分类方法大致有 4 种。

1. 按工艺用途分类

1) 普通数控机床

这类数控机床和传统的通用机床一样,有车床、铣床、钻床、镗床、磨床等,而且每一类

里又有很多品种。这类机床的工艺性能和通用机床相似,所不同的是它能自动加工复杂形状的零件。

2) 加工中心机床

这是一种在普通数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置而构成的数控机床。它和普通数控机床的区别是:工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动更换刀具,连续对工件各加工面进行铣(车)、镗、钻、铰及攻丝等多工序加工。

3) 多坐标轴数控机床

有些复杂形状的零件,用3坐标轴的数控机床无法加工,如螺旋桨、飞机机翼曲面及其他复杂零件等,这就需要3个以上坐标轴的合成运动才能加工出所需的形状,于是出现了多坐标轴数控机床。多坐标轴数控机床的特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,坐标轴数的多少通常取决于加工零件的复杂程度和工艺要求。现在常用的有4坐标轴、5坐标轴、6坐标轴的数控机床。

4) 数控特种加工机床

如数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光切割机床等。

数控机床有以下16大类:数控车床(含有铣削功能的车削中心)、数控铣床(含铣削中心)、数控镗床、以铣镗削为主的加工中心、数控磨床(含磨削中心)、数控钻床(含钻削中心)、数控拉床、数控刨床、数控切断机床、数控齿轮加工机床、柔性加工单元、柔性制造系统、数控电火花加工机床(含电加工中心)、数控板材成形加工机床、数控管料成形加工机床、其他数控机床。

2. 按运动方式分类

1) 点位控制数控机床

数控系统只控制刀具从一点到另一点的准确定位,在移动过程中不进行加工,对两点间的移动速度及运动轨迹没有严格的要求。这类数控机床主要有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲剪床等。

2) 直线控制数控机床

数控系统除了控制点与点之间的准确位置以外,还要保证两点之间移动的轨迹是一条直线,而且对移动的速度也要进行控制,以便适应随工艺因素变化的不同需要。这类数控机床主要有简易数控车床、数控镗铣床等。

3) 轮廓控制数控机床

数控系统能对两个或两个以上运动坐标的位移及速度进行连续相关的控制,使合成的平面或空间的运动轨迹能满足加工要求,由于需要精确地同时控制两个或更多的坐标运动,数据处理的速度比点位控制可能高出1000倍。所以,机床的计算机一般要求具有较高速度的数学运算与信息处理能力。这类数控机床主要有数控铣床、数控车床等。

随着计算机数控装置的发展,如增加轮廓控制功能,只需增加插补运算软件即可,几乎不带来成本的提高。因此,除少数专用的数控机床(如数控钻床、冲床等)以外,现代的数控机床都具有轮廓控制功能。

3. 按伺服系统的控制方式分类

1) 开环控制系统的数控机床

开环控制系统的数控机床不带位置检测元件,通常使用功率步进电动机作为执行元

件。数控装置每发出一个指令脉冲,经驱动电路功率放大后,就驱动步进电动机旋转一个角度,再由传动机构带动工作台移动。图 1-2 为一个典型的开环控制系统。

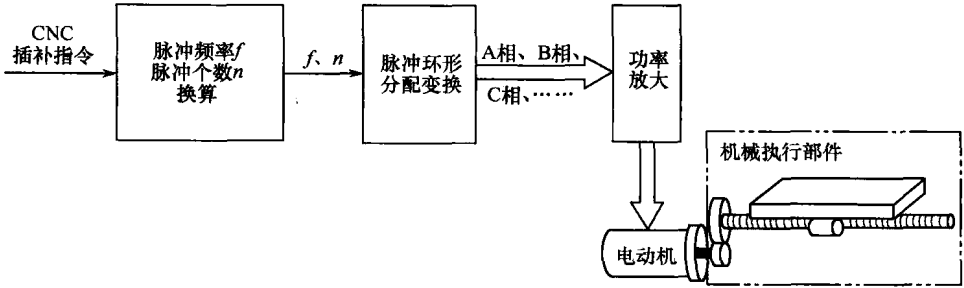


图 1-2 开环控制系统

开环控制系统的数控机床受步进电动机的步距精度和传动机构的传动精度影响,难以实现高精度加工,但由于系统结构简单、成本较低、技术容易掌握,所以使用仍较为广泛。

普通机床的数控化改造大多采用开环控制系统。

2) 闭环控制系统的数控机床

闭环控制系统的数控机床是按闭环原理工作的。图 1-3 为一个典型的闭环控制系统。数控装置对位移指令与位置检测元件测得的实际位置反馈信号随时进行比较,根据其差值及指令进给速度的要求,按一定的规律进行转换后,得到进给伺服系统的速度指令。此外还利用与伺服驱动电动机同轴刚性连接的测速发电机,随时实测驱动电动机的转速,得到速度反馈信号,将它与速度指令信号相比较,得到速度误差信号,对驱动电动机的转速随时进行校正。利用上述位置控制和速度控制的两个回路,可以获得比开环控制系统精度更高、速度更快、驱动功率更大的特性指标。

从图 1-3 中可以看到,闭环控制系统的位置检测元件安装在执行元件上,用以实测执行元件的位置或位移量。

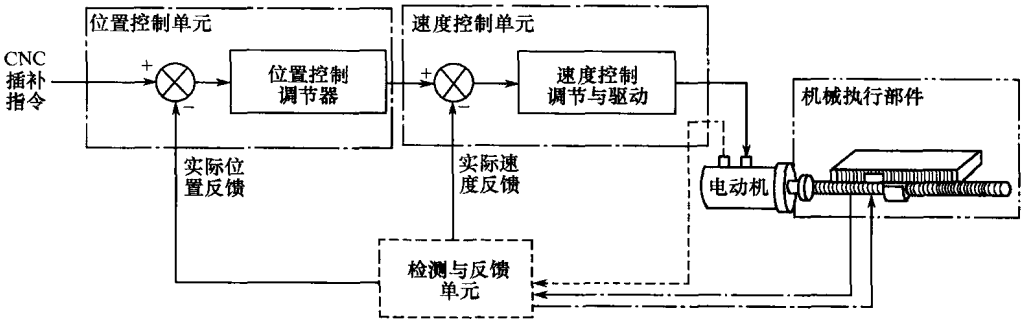


图 1-3 闭环控制系统

3) 半闭环控制系统的数控机床

如果将位置检测元件安装在驱动电机的端部,或安装在传动丝杠端部,间接测量执行部件的实际位置或位移,就是半闭环控制系统。图 1-4 为一个半闭环控制系统。它可以

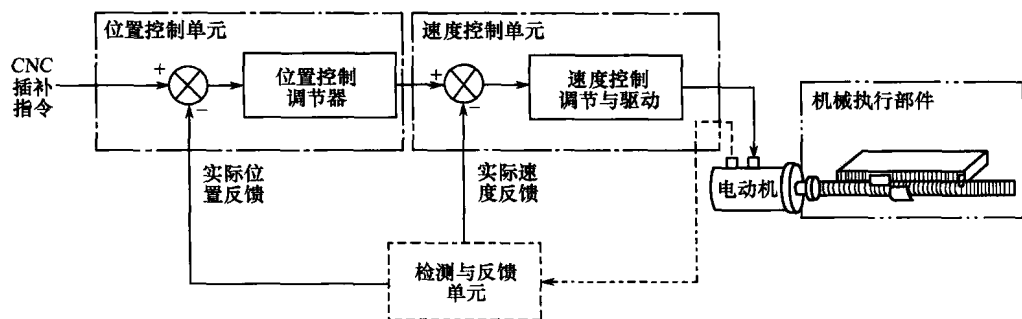


图 1-4 半闭环控制系统

获得比开环控制系统更高的精度,但它的控制精度比闭环控制系统要低。现在大多数数控机床都采用半闭环控制系统。

4. 按功能水平分类

1) 经济型数控机床

经济型数控机床大多指采用开环控制系统的数控机床,其功能简单、价格便宜,适用于自动化程度要求不高的场合。

2) 标准型数控机床

这类数控机床的功能较全,价格适中,应用较广。标准型数控机床也可称为全功能数控机床。

3) 多功能型数控机床

这类数控机床的功能齐全,价格较贵。加工复杂零件的大中型机床及柔性制造系统、计算机集成制造系统中使用的数控机床一般为多功能型。

1.3 数控机床的性能指标与功能

1.3.1 数控机床的主要性能指标

1. 数控机床的主要技术规格

数控车床的主要技术规格有床身规格尺寸、刀架最大回转直径、最大车削长度、最大车削直径等;数控铣床主要技术规格有工作台、工作台 T 形槽、工作台行程等规格尺寸。

2. 数控机床的运动指标

数控机床主轴采用直流或交流伺服电动机驱动,选用高速精密轴承支承,保证主轴具有较宽的转速范围和较高的回转精度以及较高的刚度和抗振性。现代数控机床的主轴普遍达到 5000r/min~10000r/min,甚至更高的转速。主轴转速可以通过操作面板上的“主轴转速倍率”开关直接改变,其调节范围为 50%~120%,每挡间隔为 5%~10%。

3. 数控机床的精度指标

1) 脉冲当量(分辨率)

脉冲当量是影响数控机床加工精度和表面质量的主要因素,因而是数控机床的重要

精度指标。普通数控机床的精度指标是 0.001mm, 经济型数控机床的精度指标为 0.01mm, 精密或超精密数控机床的精度指标为 0.0001mm~0.001mm。

2) 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精度。实际位置与指令位置的差值为定位误差。引起定位误差的因素包括伺服系统误差、检测系统误差、进给系统误差以及运动部件的几何差。定位误差将直接影响零件加工的精度。一般数控机床的定位精度为 0.001mm~0.018mm。

3) 重复定位精度

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得到的一致性程度。一般数控机床的重复定位精度为 0.008mm。

4. 刀具系统

数控机床的刀具系统包括刀架工位数、刀具孔直径、刀杆尺寸、换刀时间等指标。加工中心刀库的容量与换刀时间直接影响着生产效率。通常, 数控车床的转动刀台容量为 4 刀位~8 刀位; 中小型加工中心的刀库容量为 16 把~60 把; 大型加工中心的刀库容量为 100 把以上。

5. 其他指标

除了以上性能指标外, 还有冷却系统指标, 数控机床外形尺寸、重量, 主轴变频电动机和进给伺服电动机的规格型号、功率等指标。

1.3.2 数控机床的主要功能

1. 可控轴数与联动轴数

可控轴数是指数控系统最多可以控制的坐标轴数目, 包括移动轴和回转轴。联动轴数是指数控系统按照加工要求控制同时运动的坐标轴数目。

2. 插补功能

所谓插补, 就是在工件轮廓的某起始点和终止点之间进行“数据密化”, 并求取中间点的过程。插补功能是指数控机床能够实现的线性加工能力。

由于直线和圆弧是构成零件轮廓曲线的基本几何元素, 所以大多数数控系统都具有直线和圆弧的插补功能。椭圆、抛物线、螺旋线等复杂曲线的插补, 只有高档数控系统或特殊需要的数控系统才具备。

3. 进给功能

数控系统的进给功能包括快速进给、切削进给、手动连续进给、点动进给、进给倍率修调、自动加减速等功能。

4. 主轴功能

数控系统的主轴功能包括恒转速控制、主轴定向停止、主轴转速修调等。

恒转速控制即主轴自动变速, 可使刀具相对于切削点的速度保持不变; 主轴定向停止也称为主轴准停, 即在换刀和精镗孔后退刀等动作开始之前, 主轴在工件圆周方向实现准确定位。

5. 刀具补偿功能

刀具补偿功能包括刀具位置补偿、刀具半径补偿和刀具长度补偿。位置补偿是对