

国家级高技能人才培训特色教材

JIDIAN YITIHUA JISHU JI YINGYONG

机电一体化技术及应用

刘丽杰 主编



 煤炭工业出版社

国家级高技能人才培养特色教材

机电一体化技术及应用

刘丽杰 主编



煤炭工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

机电一体化技术及应用 / 刘丽杰主编. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2014

国家级高技能人才培训特色教材

ISBN 978-7-5020-4664-4

I. ①机… II. ①刘… III. ①机电一体化—技术培
训—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 207238 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京市郑庄宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 6³/₄

字数 148 千字

2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

社内编号 7519 定价 13.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

内 容 提 要

本书共分三个模块：模块一为机电一体化概论，重点叙述了机电一体化的概念、特点和发展趋势，机电一体化系统的组成与实例；模块二为机电一体化应用实例，以针式打印机、全自动洗衣机、视频播放机 VCD 为例，综合讲述了机电一体化产品和技术；模块三为 SX-815L 型机电一体化综合实训考核设备操作，以集 PLC 控制技术、交流变频驱动技术、步进驱动技术、交流伺服驱动技术、传感器检测技术、双闭环直流调速技术、触摸屏监控技术、通信网络技术等于一体的 SX-815L 型机电一体化综合实训考核设备为例，介绍其组成和操作。

通过本书的学习，学生可熟悉机电一体化基本知识，掌握典型机电一体化产品的操作技能，对培养高技能人才大有裨益。

编 者 沈 丽 霞

机械工业出版社

· 京 北 ·

教材编审委员会

主任 田继恒 毛静梅
副主任 霍春福 高波 梁加利 李华
委员 孙福贵 吴彦杰 刘利 张景库 潘远东
金日新 付希瑞 刘丽杰 马良 李兆敏
陈静 马积德 徐荣涛

主编 刘丽杰
副主编 李有声
参编人员 崔艳秋 李小红 杨娜 李慧
主审 吴彦杰

前 言

为贯彻落实《教育部关于印发〈中等职业教育改革创新行动计划（2010—2012年）〉的通知》（教职成〔2010〕13号）精神，深入推进中等职业教育改革创新，加快培养高素质劳动者和技能型人才，切实提升中等职业教育服务经济社会发展的能力和水平，培养具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德、了解企业生产全过程、掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才，辽宁煤炭高级技工学校以建设国家中等职业教育改革发展示范学校为契机，组织骨干教师和相关企业专家编写这套体现学校专业特色和学生实际情况、满足企业岗位能力需求的国家级高技能人才培训特色教材，以适应新形势下职业教育教学的要求。

学校高度重视教材的编写工作，专门成立了国家级高技能人才培训特色教材编审委员会（以下简称教材编审委员会），多次召开教材编审会议，统一了思想，明确了目标，制定了标准。在教材编审委员会的领导和组织下，编写人员深入企业开展调研工作，了解企业对技能型劳动者的要求，掌握企业高新技术的应用水平和发展趋势，认真研究相关的国家职业技能鉴定内容。教材编写以“实用、够用”为原则，以典型工作任务为主体，以工作过程为导向，注重理论知识、实际操作能力和职业技能鉴定标准的融合，并在此基础上构建各教材的整体框架和具体内容。

《机电一体化技术及应用》是这套教材中的一本，由辽宁煤炭高级技工学校刘丽杰任主编，李有声任副主编，本溪市桓仁满族自治县职业教育中心崔艳秋和辽宁煤炭高级技工学校李小红、杨娜、李慧参与编写。刘丽杰编写模块一中的项目一、项目二，模块二中的项目三，模块三中的项目五；李有声编写模块二中的项目一、项目二，模块三中的项目一；其他参编人员编写模块三中的项目二、项目三和项目四。辽宁煤炭高级技工学校吴彦杰对书稿进行了审核。

由于本教材涉及学科较多，覆盖面广，加之作者水平有限，时间紧迫，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

教材编审委员会

二〇一四年六月

模块一 机电一体化概论	1
项目一 概述	1
任务一 机电一体化的基本概念	1
任务二 机电一体化的特点和发展趋势	3
项目二 机电一体化系统的组成与实例	5
任务一 机电一体化系统的组成	5
任务二 机电一体化系统实例	6
模块二 机电一体化应用实例	10
项目一 针式打印机	10
任务一 针式打印机简介	10
任务二 针式打印机的结构	11
项目二 全自动洗衣机	20
任务一 全自动洗衣机简介	20
任务二 全自动洗衣机的电气部分及控制系统	21
项目三 视频播放机 VCD	24
任务一 视频播放机 VCD 的基本结构	24
任务二 视频播放机 VCD 的机械部分	27
任务三 视频播放机 VCD 的电路部分	29
模块三 SX-815L 型机电一体化综合实训考核设备操作	35
项目一 设备简介	35
任务一 设备概述	35
任务二 设备各单元模块描述	36
任务三 设备控制方案简介	41
项目二 控制模块的安装	43
任务一 控制模块介绍	43
任务二 信号及电源线的连接	46
项目三 调试程序的下载	50
任务一 PLC 编程软件的安装 (GX Developer V8)	50
任务二 人机界面画面组态软件的安装 (EV5000Builder)	53

任务三	PLC 调试程序的下载	54
任务四	人机界面工程的下载	56
项目四	设备的整体调试	59
任务一	相关参数的设置	59
任务二	设备运行及调整	63
项目五	操作实例	65
实例一	PLC 控制变频器系统 (编码器应用)	65
实例二	PLC 控制步进电动机	70
实例三	PLC 控制伺服电动机	80
实例四	多 PLC 的 RS485 网络通信	86
实例五	双闭环直流调速控制线路的调试与故障排除	90
参考文献	97

模块一 机电一体化概论

项目一 概述

人类自从诞生以来,就不断地制造出代替或者减轻劳动的生产工具,机械也就随之产生了。早期人类使用一些简单的机械工具,后来杠杆和油轮的出现极大地推动了生产力的发展。蒸汽机的发明应用将人类带进了工业化社会,到20世纪中期,机械工业已经发展得相当成熟了。

20世纪后期,微电子技术、通信技术及计算机技术的快速发展又给机械工业带来了新的发展。不同的学科相互交叉和渗透,引起了工程技术的重大变革,机械工业也开始进入以机电一体化为标志的新时代。

机电技术是机械学、电子学、传感器检测技术、计算机控制等学科相互交叉融合而产生的一门综合性新兴技术,它使机械工业的技术结构、产品机构、功能与构成、生产方式及管理体系发生了巨大变化。机电技术使机械装置在完成其任务的前提下,被赋予许多新的功能,如自动检测、自动处理信息、自动显示记录、自动调节与控制、自动诊断与保护等,这些技术的融入使得这些机械能够完成以往机械无法完成的复杂任务,同时又具有了高精度、调速度和智能化等特点,使生产力得到快速的发展。智能化是机电一体化技术的本质特征。

任务一 机电一体化的基本概念

机电一体化又称机械电子工程,是机械工程与自动化的结合,英文为 Mechatronics,由机械学英文 Mechanics 的前半部分与电子学英文 Electronics 的后半部分组合而成。机电一体化一词最早出现在1971年日本杂志《机械设计》的副刊上,随着机电一体化技术的快速发展,机电一体化的概念被广泛接受和普遍应用。

一、机电一体化的概念

通常来说,机电一体化是指在机械的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引入电子技术,将机械装置与电子化设备及软件结合起来所构成的系统的总称。随着计算机技术的迅猛发展和广泛应用,机电一体化技术获得前所未有的发展。现在的机电一体化技术,是机械和微电子技术紧密结合的一门技术,其发展使冷冰冰的机器人人性化、智能化。

机电一体化技术与非机电一体化技术的核心区别是计算机控制系统和伺服控制系统。随着各种技术的进一步交叉和渗透,机电一体化的概念将会逐步完善,如图1-1所示。

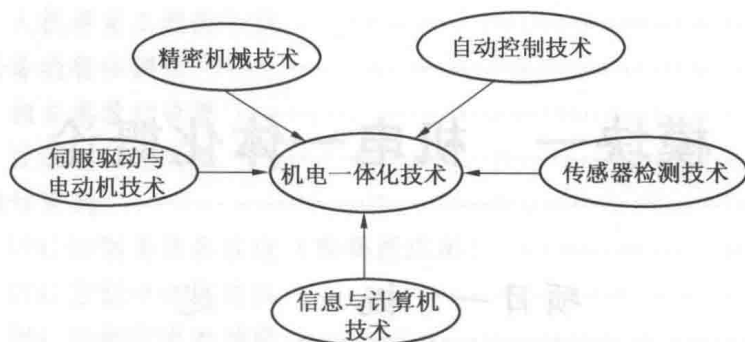


图 1-1 机电一体化技术

二、机电一体化相关技术

机电一体化技术是多种学科交叉融合而产生的综合性技术，其包含的学科极为广泛，通常包含精密机械技术、传感器检测技术、伺服驱动技术、信息处理技术、自动控制技术、接口技术等。

1. 精密机械技术

精密机械技术是机电一体化的基础。精密机械在满足强度、刚度和抗震性的基础上，要实现很好的控制，就必须在结构、材料和性能上与传统机械有所不同，如要求质量小、转动惯性小、摩擦小、误差小、效率高、精度高，同时要提高刚度及改善性能。

在机电一体化系统中，机械系统不仅要满足静态力学的要求，而且要满足动态力学的要求。

2. 传感器检测技术

传感器检测技术是系统实现自动控制和调节的重要环节。传感器检测的精度和分辨率直接决定系统所能达到的最高精度，其检测的信息全面与否决定着系统的自动化程度，而检测信息的准确度和灵敏度直接影响系统的精度。机电一体化系统对环境的适应性主要表现在，传感器在快速、精确地获取信息的同时，要求其能承受高温和电磁干扰等。传感器是机电一体化系统可靠并稳定工作的保证。

3. 伺服驱动技术

伺服驱动技术是根据电动机和机械系统的特征来实现高品质的控制，它必须能快速准确地实现信号的跟踪、误差的调整等，同时须有一定的抗干扰能力，并且能够稳定地工作。伺服驱动对象包括各种电动机、气动装置、液压装置和机械传动装置等。随着机电一体化的发展，各种高速、大功率驱动系统的应用，对伺服驱动技术提出了更高的要求。

4. 信息处理技术

信息处理技术主要是根据各种理论和算法，通过计算机对信息进行运算、判断与决策。现在的机电一体化已经将人工智能技术、专家系统技术、神经网络技术等融入其中。通常所指的智能就是信息的处理和决策具有智能。

5. 自动控制技术

机电一体化设备是典型的自动化智能设备,自动控制理论和技术是机电一体化技术的根基,在控制理论指导下才能进行机电一体化系统的设计、仿真和调试等工作。自动控制技术包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断控制、补偿、再现、检索等各种内容,目前的机电一体化技术使用了多种控制理论。

6. 接口技术

接口技术是系统中相当重要的部分,它实现了各种相互关联的若干功能单元之间的有机连接,因此,也有人将机电一体化技术称为接口技术。实现计算机与伺服驱动系统、伺服驱动系统与电动机、电动机与执行对象、执行对象与传感器检测之间的接口连接和补偿及软件与硬件之间的接口连接,是机电一体化的核心技术。

机电一体化发展到今天,已经成为一门有着自身体系的学科,随着科学技术的不断发展,它将被赋予更多新的内涵,机电一体化概念也将会得到不断丰富。

任务二 机电一体化的特点和发展趋势

一、机电一体化特点

机电一体化技术以机械技术为基础,引入了计算机控制、传感器检测等技术,实现了自动化和智能化。机电一体化系统与传统的机械系统或者机械电气化系统相比,主要有以下特点:

1. 综合性与系统性

机电一体化技术是机械技术、电子技术、伺服技术、信息技术和检测技术等多种技术相互交叉整合而组成的新兴技术,其各个组成部分在相互配合时彼此之间有着严格的要求。多种技术的综合应用,使机电一体化技术及产品具有综合性、系统性、完整性和科学性的特点。

2. 层次多,覆盖面广

机电一体化技术是综合性技术,覆盖的技术门类多,包括了机械技术、电子技术、信息技术、计算机技术、控制技术和检测技术等,这使得机电一体化产品或系统具有覆盖面广的特点。同时,由于不同的应用场合使用的系统不同,机电一体化技术在开发和使用时具有简繁并举、高低级并存的多层次性。

3. 体小量轻,结构简化,操作方便

为了实现各个动作的协调性和运动要求,机械产品通常使用诸如连杆机构和凸轮机构等来实现复杂的合成运动。而机电一体化技术利用控制器将不同机构的运动改用多台电动机分别驱动,应用检测和智能判断等方式,融入各种控制算法来实现多台电动机的协调工作,使机械结构得到了最大的简化。机电一体化产品具有体积小、质量轻等特点。由于引入了智能化控制技术,使操作人员通过预设的程序控制系统进行工作,摆脱了以往必须按规定操作程序或节拍频繁紧张地进行单调重复操作的工作方式。智能技术的引入使系统具备了容错性,甚至可实现操作全自动化,如数控机床、工业机器人等,这使机械操作变得更为简单、可靠。

4. 高速度、高精度

机电一体化技术的应用,使机械传动部件最大化地减少,同时通过对少量的传动部件进行高精度设计和制造,使得机械系统具有更高的精度和更小的累积误差。机电一体化产品采用了各种先进控制技术、高精度传感器检测技术和高速度计算机控制技术等,使系统具有了自行诊断、校正和补偿等功能,并获得了前所未有的精度。现代电子技术和电动机控制技术及应用及机械系统的最小化,使机电一体化系统具备高速度的特性。

5. 高可靠性、高稳定性

机电一体化系统应用了非接触传感器检测、无刷电动机驱动和简化的机械系统,使其具有更高的可靠性;计算机在线监测、误差补偿和校正等技术则提高了系统的稳定性。

6. 柔性化和智能化

在传统的机械系统或机械电气化系统(应用继电器接触器控制电路进行逻辑控制)中,当系统功能确定后,如果要求改变其运动方式或者功能,需要在硬件方面重新设计和制造。而机电一体化系统由于采用了软件代替硬件的方式,仅需要在软件上重新设计就可实现新的运动和功能(可编程技术),具有很强的扩展性(柔性化);同时计算机软件的深入使用,使系统具有自动监测、故障判断、误差补偿和校正等智能化特性。

二、机电一体化的发展趋势

机电一体化的发展大体分为三个阶段。20世纪70年代以前为初级阶段。在这一时期,人们利用电子技术来完善机械产品的性能。由于当时电子技术的发展有限,机械技术与电子技术的结合并不完善,因此控制部分也是一些相对简单的固定控制。

20世纪70—80年代,控制技术、通信技术的快速发展,大规模、超大规模集成电路的出现和计算机技术的高速发展,为机电一体化的发展提供了充分的物质基础。在此期间,机电一体化技术和产品得到了极大发展。

20世纪90年代后期,随着计算机技术的高速发展和价格的降低,机电一体化技术向智能化方向发展。单片机、工业PC和PLC快速发展,信息处理和计算速度的提高,使得机电一体化走向成熟。在此期间,大量的机电一体化产品开始出现,如数控机床、打印机、机器人等;同时神经网络和模糊控制技术也逐步得到了应用,如出现了模糊控制洗衣机等。随着激光技术、控制技术和传感器技术等的发展和行业的高度重视,机电一体化技术将得到更快发展。

机电一体化技术将朝着微型化、模块化、智能化和网络化的方向发展。

1. 微型化

随着集成电路制造技术及工艺的深入发展,微机械和微机电工艺取得了很大的进展,它们不仅将数微米至数百微米的机构集成在芯片中,而且同时集成了计算机、驱动器和微执行器件(如微马达、微夹钳等)。微机械和微机电的发展使机电一体化产品朝着微型化的方向发展。

2. 模块化

机电一体化系统是由各种单元组成的,如驱动单元、控制单元等,但目前各单元之间并没有完全标准化,从而使机电一体化系统的设计和各种单元的选用受到很大的限制,成

本也很高。随着技术的发展,标准化和模块化是必然的趋势。

3. 智能化

目前人工智能的应用还在实验阶段,随着控制理论的发展,机电一体化产品将更多地应用各种先进的控制理论,使产品智能程度更高。

4. 网络化

工业现场在地域上具有很大的分散性,如高速公路的隧道设备控制、发电厂各个系统的控制和信息采集以及化工企业的各种阀门控制等,它们均有多个控制对象,并且与对象之间有一定的距离。随着技术的发展和各种标准的统一,各类单一控制对象和系统经过网络连接后可以实现远距离整体控制。网络化是机电一体化发展的一个趋势。

项目二 机电一体化系统的组成与实例

任务一 机电一体化系统的组成

机电一体化系统是一个复杂的工程系统,是由多种元素有机结合而成的一种系统。尽管其产品种类多,不同产品的结构和功能各不相同,但作为机电一体化技术的产物,机电一体化系统的组成可归纳为机械本体、动力单元、控制与信息处理单元、传感器检测单元和执行单元及其驱动五部分。

一、机械本体

机械本体包括机架、机械连接元件、机械传动部件和运动支承部件等。如同人体的骨骼一样,它将所有的单元连成一体实现指定的运动,它是机电一体化技术的基础,起着支承系统中其他功能单元、传递运动和动力的作用。与传统机械产品相比,机电一体化的机械部分主要是从控制的角度出发,要求系统能够快速、准确、稳定地实现运动。

二、动力单元

动力单元是按照机电一体化各部分的要求为系统提供能源和动力的部分,其作用是按照系统控制要求向机械系统提供能量和动力,使系统正常运行。机电一体化的动力单元要满足系统各种参数的要求。动力单元有电源、液压源和气压源等,其中以电源为主。

三、控制与信息处理单元

控制与信息处理单元是机电一体化系统的核心,类似于人的大脑,负责将来自各传感器的检测信号和外部输入命令进行集中、存储、计算、分析,然后根据信息处理结果,按照一定的控制要求发出相应的指令,控制整个系统协调工作,完成既定任务。

各个单元部分都是通过信息的传递来相互实现协调工作的,而所有的信息几乎都是由控制器接收处理后再传递给相应的被控部件,所以说控制器是机电一体化系统的核心。控制器通常是由单片机、工业计算机和 PLC 等数字控制器来实现的,在早期或者在简单的系统中也使用模拟控制器。

四、传感器检测单元

传感器检测单元类似于人的感觉器官，它将机电一体化系统工作过程中自身和外界环境有关参量变化的各种信息，经过检测和适当处理后传递给控制器。控制器对这些信息进行分析处理，发出进一步的控制信息，实现既定的控制目标。如在数控机床中，需要将电动机的转速、位移等信息由传感器转换为电信号后，经过中间处理电路处理，转换为控制器（计算机）能够识别的信号后输入控制器，控制器根据这些信息进行相应的控制处理。

五、执行单元及其驱动

执行单元类似于人的手和脚，其作用是根据控制与信息处理单元的指令驱动机械部件的运动，它将控制器发出的信息转换为机械的运动。通常使用的执行单元是各种伺服电动机、液压传动机构和气压传动机构。

上述这些单元的功能和关系如图 1-2 所示。



图 1-2 机电一体化系统组成

任务二 机电一体化系统实例

机电一体化系统应用广泛，下面以数控机床和指针式石英钟为例，介绍其组成和工作原理，以进一步熟悉机电一体化系统的组成。

一、数控机床

数控机床是机械制造设备，其种类很多，但是所有数控机床的组成都有共同点。数控机床一般由输入/输出（I/O）装置、计算机控制装置、可编程逻辑控制器、伺服驱动系统、检测装置和机床本体等组成，其中 I/O 装置、计算机控制装置、可编程逻辑控制器组成了系统的控制和数据处理单元，如图 1-3 所示。

1. 控制器

控制器包括输入和显示装置、计算机控制装置、可编程逻辑控制器及其软件等。

(1) 输入和显示装置。输入装置把各种加工信息输入控制器。早期的输入装置为穿孔纸带，现在使用键盘、磁盘等。显示装置包括液晶显示器、CRT 显示器等，用来显示

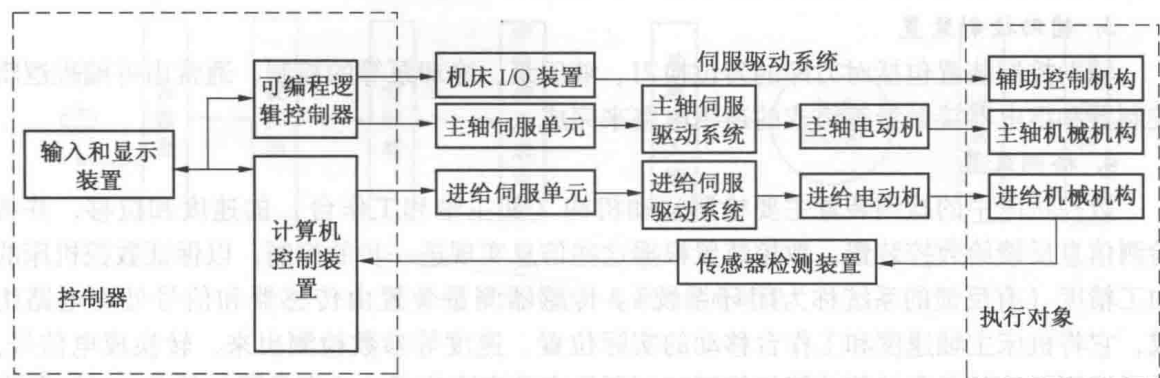


图 1-3 数控机床的组成

输入的指令、机床的设置参数和故障诊断参数等。

(2) 计算机控制装置。计算机控制装置简称为数控装置，它是数控机床的核心，它将输入的加工程序进行相应处理后输出控制命令到相应的执行部件，并且接收机械的运动参数，以便更好地协调控制。

(3) 可编程逻辑控制器。可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller，简称为 PLC），主要用来实现对主轴单元和辅助单元（如液压泵、换刀装置等）的控制。有些数控机床将 PLC 集成在数控单元中，有些使用专用 PLC。PLC 将程序中的转速指令进行处理进而控制主轴转速；根据换刀指令来管理刀库，进行自动交换刀具，确定选刀方式，累计刀具使用次数，计算刀具剩余寿命和刀具刃磨次数等；同时控制主轴正反转和停止、准停，切削液开关，卡盘夹紧松开，机械手取送刀等动作；还对机床外部开关（行程开关、压力开关、温控开关等）和输出信号（刀库、机械手、回转工作台等部件的控制信号）进行控制。

2. 伺服驱动系统

数控机床的伺服驱动系统分为主轴伺服驱动系统和进给伺服驱动系统两部分：主轴伺服驱动系统主要控制主轴的转速、正反转和准停等，是由 PLC 实现控制的；进给伺服驱动系统的数量与机床有关，不同的机床有不同数量的进给伺服驱动系统，简单地说，每一根进给轴都有一个进给伺服驱动系统。

伺服驱动系统由伺服控制电路、功率放大电路和伺服电动机组成。伺服驱动系统的作用是把位置控制移动指令转变成机床工作部件的运动，使工作台按规定轨迹移动或精确定位，即把数控装置送来的指令信号，放大成能驱动伺服电动机的大功率信号。进给伺服驱动系统由计算机直接控制，而主轴伺服驱动系统通常都是由 PLC 实现控制的。由于主轴电动机功率较大，所以驱动直流伺服电动机用脉冲调制控制。对于需要进行急停和准停的主轴，主轴上通常带有用来做位置检测的传感器。

常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。根据接收指令的不同，伺服驱动有脉冲式伺服驱动和模拟式伺服驱动。步进电动机采用脉冲式伺服驱

动,而直流伺服电动机和交流伺服电动机采用模拟式伺服驱动。

3. 辅助控制装置

辅助控制装置包括对刀库的转位换刀、液压泵、冷却泵等的控制,通常由可编程逻辑控制器和继电器接触器等组成的逻辑电路来完成。

4. 检测装置

数控机床中的检测装置主要检测运动机构(如主轴和工作台)的速度和位移,并将检测信息反馈给数控装置,数控装置根据这些信息实现进一步的控制,以保证数控机床的加工精度(有反馈的系统称为闭环系统)。传感器测量装置由传感器和信号处理电路组成,它将机床主轴速度和工作台移动的实际位置、速度等参数检测出来,转换成电信号,并反馈到数控装置中,使计算机能随时判断机床的实际位置、速度是否与指令一致,并发出相应指令,纠正误差。在其他的控制领域,检测装置也有应用,如机械手控制系统。

传感器通常安装在数控机床的工作台或丝杠上。无检测装置的数控系统属于开环系统,其控制精度取决于步进电动机和丝杠的精度;将检测装置置于电动机轴或丝杠上的属于半闭环系统,它无法测量机械部分的误差;而将传感器置于工作台上的属于闭环系统,它可直接检测执行对象的参数。

5. 机床本体

数控机床的机床本体指机械部分,包括主轴运动执行部件和进给运动执行部件(如工作台、拖板及其传动部件,床身、立柱等支承部件),此外还有冷却、润滑、转位和夹紧等辅助装置(如存放刀具的刀库和交换刀具的机械手等部件)。

与普通机床相比较,数控机床是一种具有高精度、高效率并且能实现复杂加工的自动化设备,所以它在抗震性、刚度、运动面的摩擦系数和传动机构的精度、间隙等方面有更高的要求。

二、指针式石英钟

指针式石英钟采用稳定的压电晶体——石英作为振荡器,利用压电效应产生振荡,频率为 32768 Hz,相对于机械表的摆轮 6 Hz 的频率而言,其振荡频率高,走时精确,比任何一款机械式钟表都要精确,并且不受方位的影响。

图 1-4 所示为指针式石英钟的组成框图。接通电源后,电流通过集成电路注入石英晶体。由于石英晶体的压电效应,使其开始出现机械变形,产生 32768 Hz 的振荡信号。该信号经过缓冲器缓冲后,驱动能力增强。然后进行 16 级二分频,即 65536 Hz 分频,输出 0.5 Hz 的频率。窄脉冲形成电路主要是将 1 s 的脉冲宽度变窄为 31.25 ms,使脉冲能量减小,节约电能。该窄脉冲通过功率放大器后驱动步进电动机运行,而步进电动机则通过机械装置(齿轮)使指针运行,实现时间的指示功能。

由原理可知,指针式石英钟是一种机电一体化产品,它由控制驱动电路、步进电动机执行单元和机械系统等组成。

指针式石英钟的步进电动机为一个两相步进电动机,它由定子线圈、永磁式转子和铁芯组成,其原理如图 1-5 所示。为了防止转子反转或者转向不定,在铁芯或者转子上使用了非直线对称磁场,从而在转子置入未能通电线圈的定子中时,形成了一个启动角度。

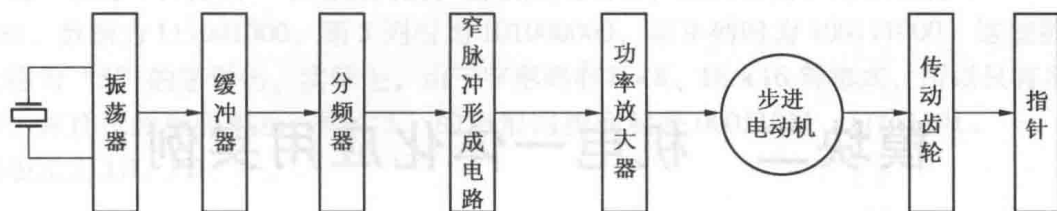


图 1-4 指针式石英钟的组成框图

当功率脉冲加到线圈上时，在铁芯上便产生磁场，磁场的极性随着脉冲极性的变化而交替发生变化，转子随着脉冲极性的变化以 π 的步距角运转。

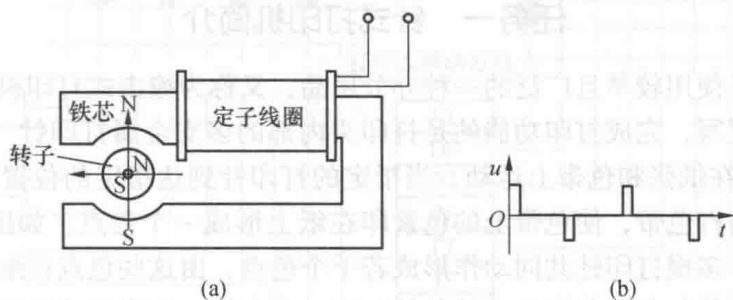


图 1-5 指针式石英钟步进电动机原理图

如果加入的脉冲和运转方向相反，则仅仅在第一个脉冲时，转子反向转动一个启动角度，而在下一个反极性脉冲来临时开始正转。