



“十二五” 高职高专教育规划教材



机电一体化技术



主编 汪 诤
主审 彭珍瑞

国防科技大学出版社

“十二五”高职高专教育规划教材

机电一体化技术

汪 诤	主 编
洪 涛 田亚平	封素敏 副主编
	彭珍瑞 主 审



国防科技大学出版社

【内容简介】本书是为高职高专机械类专业编写的教材。

书中介绍了机电一体化技术及系统的基本知识、常用传感器和信号处理、执行装置及其驱动技术、机电一体化中的机械系统、机电一体化中的控制计算机、自动控制技术等,最后通过具体实例来说明机电一体化技术的应用。本书力求内容系统完整,讲解深入浅出,通过相应模块的练习,使学生很好地掌握所学知识。

本书适合高职高专学生及教师使用,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术/汪净主编. —长沙:国防科技大学出版社,2009.6(2013.2重印)

ISBN 978-7-81099-668-6

I. 机… II. 汪… III. 机电一体化—教材 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 103934 号

出版发行:国防科技大学出版社

网 址: <http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:耿 筠 特约编辑:马智平

印刷者:北京振兴源印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:13.75

字 数:343 千字

印 次:2013 年 2 月第 1 版第 2 次印刷

定 价:26.00 元

编审委员会

主任：傅桂兴 山东科技职业学院

副主任：罗惠敏 无锡职业技术学院

张国勋 邢台职业技术学院

姚道如 安徽职业技术学院

周钦河 广东水利电力职业技术学院

委员：(以姓氏笔画为序)

亓 华 阜阳职业技术学院

王凤娜 辽阳职业技术学院

王丽红 北京电子科技职业学院

王 芹 威海职业学院

王美姣 河南职业技术学院

王晓萍 十堰职业技术学院

王 艳 湖南工业职业技术学院

冯 娟 西安航空职业技术学院

边兵兵 平顶山工业职业技术学院

任靖福 无锡城市职业技术学院

刘永祥 长沙职业技术学院

吕栋腾 陕西国防工业职业技术学院

回文明 石家庄铁路职业技术学院

孙英达 浙江工业职业技术学院

孙 梅 常德职业技术学院

朱小平 浙江交通职业技术学院

阮丽明 福建电力职业技术学院

吴永春 黎明职业大学

张 宁 安徽水利水电职业技术学院

张涛川 河源职业技术学院

李绍鹏 漯河职业技术学院

李新广 许昌职业技术学院

辛会珍 天津交通职业技术学院

陈海斌 泉州信息职业技术学院

胡凤英 马鞍山职业技术学院

党世红 咸阳职业技术学院

徐 哲 湖北水利水电职业技术学院

秦 佳 黄冈职业技术学院

聂辉文 湖南化工职业技术学院

高琪妹 辽宁石化职业技术学院

董会英 天津渤海职业技术学院

薛惠娟 天津电子信息职业技术学院

出版说明

高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,承担着培养高素质技术、技能型人才的重任。近年来,在国家和社会的支持下,我国的高职高专教育取得了不小的成就,但随着我国经济的腾飞,高技能人才的缺乏越来越成为影响我国经济进一步快速健康发展的瓶颈。这一现状对于我国高职高专教育的改革和发展而言,既是挑战,更是机遇。

要加快高职高专教育改革的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高职高专教材作为体现高职高专教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职高专教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为促进高职高专教育的发展,加强教材建设,教育部在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中,提出了“重点建设好3000种左右国家规划教材”的建议和要求,并对高职高专教材的修订提出了一定的标准。为了顺应当前我国高职高专教育的发展潮流,推动高职高专教材的建设,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的人员成立了编审委员会。

编审委员会依据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》,调研了百余所具有代表性的高等职业技术学院和高等专科学校,广泛而深入地了解高职高专的专业和课程设置,系统地研究了课程的体系结构,同时充分汲取各院校在探索培养应用型人才方面取得的成功经验,并在教材出版的各个环节设置专业的审定人员进行严格审查,从而确保了整套教材“突出行业需求,突出职业的核心能力”的特色。

本套教材的编写遵循以下原则:

(1) 成立教材编审委员会,由编审委员会进行教材的规划与评审。

(2) 按照人才培养方案以及教学大纲的需要,严格遵循高职高专院校各学科的专业规范,同时最大程度地体现高职高专教育的特点及时代发展的要求。因此,本套教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化了对学生实际操作能力的培养。

(3) 教材的定位更加强调“以就业为导向”,因此也更为科学。教育部对我国的高职高专教育提出了“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。根据这一原则,本套教材在编写过程中,力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现“以行业为导向,以能力为本,以学生为中心”的风格,从而使本套教材更具实用性和前瞻性,与就业市场结合也更为紧密。

(4) 采用“以案例导入教学”的编写模式。本套教材力图突破陈旧的教育理念,在讲解的过程中,援引大量鲜明实用的案例进行分析,紧密结合实际,以达到编写实训教材的

目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时又可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本套教材涵盖了公共基础课系列、财经管理系列、物流管理系列、电子商务系列、计算机系列、电子信息系列、机械系列、汽车系列和化学化工系列的主要课程。

对于教材出版及使用过程中遇到的各种问题,欢迎您通过电子邮件及时与我们取得联系(联系方式详见“教师服务登记表”)。同时,我们希望有更多经验丰富的教师加入到我们的行列当中,编写出更多符合高职高专教学需要的高质量教材,为我国的高职高专教育做出积极的贡献。

编审委员会

序

21 世纪是科技和经济高速发展的重要时期,随着我国经济持续快速健康的发展,各行各业对高技能专业型人才的需求量迅速增加,对人才素质的要求也越来越高。高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,在加快培养高技能专业型人才方面发挥着重要的作用。

与国外相比,我国高职高专教育起步时间短,这种状况与我国经济发展对人才大量需求的现状是很不协调的。因此,必须加快高职高专教育的发展步伐,提高应用型人才的培养水平。

高职高专教育水平的提高,离不开课程体系的完善。相关领域人才的培养需要一批兼具前瞻性和实践性的优秀教材。教育部职业教育与成人教育司针对高职高专教育人才培养模式提出了“以就业为导向”的指导思想,这也正是本套高职高专教材的编写宗旨和依据。

如何使高职高专教材既突出行业的需求特点,又突出职业的核心能力?这是教材在编写过程中必须首先解决的问题。本系列教材编审委员会深入研究了高职高专教育的课程和专业设置,并对以往的教材进行了详细分析和认真考察,力图在不破坏教材系统性的前提下,加强教材的创新和实践性内容,从而确保学生在学习专业知识的同时多动手,增强自己的实践能力,以加强“知”与“行”的结合。

本系列教材根据高职高专教育的要求,注重学生能力的培养,使学生在理论学习的同时更主要的是理论结合实践。本系列教材根据科目的不同配有实践环节和实验环节等,通过这些模块的设计,使本系列教材的内容更加丰富、条理更为清晰,为老师的讲授和学生的学习都提供了很大的便利。

经过辛勤努力,本系列教材终于顺利出版了。我们相信本系列教材一定能够很好地适应现代高职高专教育的教学需求,也一定能够在高职高专教育机械课程的改革中发挥积极的推动作用,为社会培养更多优秀的应用型人才。

前 言

随着科学技术的发展,各类机械都出现了自动控制产品,用以代替人工操作,实现了高精度、高效率和高可靠性生产。这种结合计算机技术实现自动控制的产品就是机电一体化产品,如常见的数控机床、打印机、数码复印机等。机电一体化产品在国民经济中起着重要的作用,是机械工业先进化的标志。

机电一体化是机械技术、信息技术、计算机技术、电子技术和控制理论等学科交叉而成的新学科,这些技术并不是简单地结合,而是在控制理论的指导下有机融合而成的。机电一体化以计算机为控制器,应用先进的控制技术和理论,实现了对被控对象高速度和高精度的稳定控制。

目前,机电一体化产品应用广泛,各行业对机电一体化技术人员的需求也与日俱增。为了让机电类学生和技术人员能够了解机电一体化产品,掌握机电一体化技术,特编写本教材。教材中从机电一体化的控制核心出发,以控制技术贯穿全书,强调了控制过程的高速度、高精度和稳定性要求以及在这些要求下的各组成部分的特殊之处。在编写过程中,尽量避免了繁杂的数学公式,而以各类图表来说明,对理论的叙述做到了简练亦不失严谨,易于理解。

本教材共分为七个单元,单元一重点叙述了机电一体化的概念和特点;单元二讲述了机电一体化的反馈单元——传感器,重点为位移、速度等机械量传感器;单元三介绍了机电一体化的执行单元,以各类伺服电动机及其驱动技术为重点,详细讲述了伺服电动机的特点和工作原理;单元四介绍了机电一体化中的机械单元,重点叙述了机电一体化中的机械单元与纯机械的不同之处;单元五为控制计算机,讲述了单片机系统、可编程控制器和工业计算机的原理及其应用;单元六为自动控制技术,以机电控制为出发点对自动控制技术进行叙述;单元七以针式打印机、家用 VCD 和全自动洗衣机为实例,综合讲述了机电一体化产品和技术。

本教材单元一、单元三、单元七的学习情境一和学习情境二由汪净编写,单元二和单元七的学习情境三由洪涛编写,单元五、单元六由封素敏编写,其余由田亚平编写。何友成对本教材提出了一些合理的建议,彭珍瑞教授、潘丽华高级工程师对本书进行了审阅,在此深表感谢!

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。

编 者

目 录

单元一 机电一体化技术概述	1
学习情境一 机电一体化的基本概念	1
学习情境二 机电一体化系统的组成与实例	2
一、机电一体化系统的组成	2
二、机电一体化系统实例	3
学习情境三 机电一体化相关技术及特点	6
一、机电一体化相关技术	6
二、机电一体化的特点和发展趋势	7
复习思考题	9
单元二 常用传感器和信号处理	10
学习情境一 传感器概述	10
一、传感器的分类	11
二、传感器的特性	12
学习情境二 常用模拟式运动和位置检测传感器	13
一、电位器式传感器	14
二、电感式传感器	15
三、电容式传感器	17
四、感应同步器	19
五、磁电式传感器	20
六、霍尔传感器	21
七、压电式传感器	22
八、电阻应变式传感器	22
学习情境三 常用数字式运动和位置检测传感器	23
一、光栅传感器	23
二、光电编码器	24
三、磁栅传感器	26
学习情境四 电子开关	26
一、电容式接近开关	27
二、电感式接近开关	27
三、光电式接近开关	27
四、霍尔磁电开关	28

学习情境五 传感器的选用	29
一、传感器的选用原则	29
二、运动参数测量传感器的选用	30
学习情境六 传感器信号处理电路	31
一、信号隔离电路	31
二、放大电路	34
三、滤波电路	35
四、A/D 转换电路	36
复习思考题	36
单元三 执行装置及其驱动技术	37
学习情境一 步进电动机及其驱动	37
一、步进电动机的分类和原理	38
二、步进电动机的参数及性能指标	40
三、步进电动机的驱动	41
学习情境二 直流伺服电动机及其驱动	45
一、各种不同的直流伺服电动机	46
二、直流伺服电动机机械特性和调节特性	47
三、直流伺服电动机的驱动电路	48
学习情境三 交流伺服电动机及其驱动	50
一、永磁无刷直流电动机	51
二、两相异步交流伺服电动机	52
三、三相异步交流伺服电动机	54
四、矢量控制	57
学习情境四 液压执行装置简介	58
一、液压缸	58
二、液压马达	59
三、伺服阀	60
复习思考题	61
单元四 机电一体化中的机械系统	62
学习情境一 机电一体化系统的常用传动机构	62
一、滚珠丝杠螺母机构	63
二、齿轮传动机构	70
三、同步带传动机构	77
四、间歇传动机构	81
五、其他传动机构	86
学习情境二 机电一体化系统的常用导向支承部件	88

一、导轨的组成和分类	88
二、滑动导轨	88
三、滚动导轨	89
四、液体静压导轨	91
学习情境三 轴系	92
学习情境四 机械执行机构	97
学习情境五 机械结构对系统的影响及其改善措施	101
一、机械结构对系统的影响	101
二、机械结构的改善	103
复习思考题	105
单元五 机电一体化中的控制计算机	106
学习情境一 单片机	106
一、AT89C51 单片机的组成与引脚功能	107
二、AT89C51 单片机构成的控制系统	113
三、单片机的输入通道	114
四、单片机的输出通道	118
学习情境二 可编程控制器	123
一、PLC 工作原理和组成	123
二、S7-300 系列 PLC 简介	128
学习情境三 工业计算机	139
一、总线技术	140
二、工业标准总线	140
三、工业计算机应用	145
复习思考题	146
单元六 自动控制技术	147
学习情境一 机电一体化控制系统概述	147
一、机电一体化控制系统分类	147
二、机电一体化控制系统的基本要求	149
学习情境二 经典控制理论和技术	149
一、机电一体化系统的数学模型	150
二、时域分析及动态性能	154
三、频域分析及稳态性能	158
四、系统的稳定性	164
五、系统的补偿和校正	166
学习情境三 计算机控制技术	168
学习情境四 PID 控制算法	171

一、PID 控制原理	171
二、PID 调节器的结构及特性	172
学习情境五 模糊控制	177
复习思考题	179
单元七 应用实例	180
学习情境一 针式打印机	180
一、针式打印机简介	180
二、针式打印机的结构	181
学习情境二 视频播放机 VCD	189
一、VCD 影碟机的基本结构	189
二、VCD 影碟机的机械部分	192
三、VCD 影碟机的电路部分	193
学习情境三 全自动洗衣机	198
一、全自动洗衣机简介	198
二、全自动洗衣机的电气部分及控制系统	199
复习思考题	202
参考文献	203

单元一 机电一体化技术概述

人类自从诞生以后,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,后来杠杆和滑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 世纪后半期,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。各种不同的学科相互交叉和渗透,引起了工程领域技术的重大变革,机械工业也开始进入以机电一体化为标志的新时代。

机电一体化有产品和技术两个层面。机电一体化产品主要有先进的制造设备等机电一体化机械设备和监控设备及控制系统等,如数控机床、全自动洗衣机和打印机等。而机电一体化技术则是机械学、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。机电一体化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,这些技术的渗入使得这些机械能够完成以往纯机械无法完成的复杂任务,同时又具有了高精度、高速度和智能化等特点,使生产力得到快速的发展。具有智能是机电一体化的本质特征。

学习情境一 机电一体化的基本概念

机电一体化 Mechatronics 是由机械学 Mechanics 的前半部分与电子学 Electronics 的后半部分组合而成的。它最早在日本使用,随着机电一体化技术的快速发展,现在已得到世界各国的认可。日本机械振兴协会 1981 年给出的定义是“机电一体化是指在机械的主功能、动力功能和信息处理功能与控制功能的基础上引进了微电子技术,并将机械装置和电子设备及软件等有机结合的系统的总称”,该定义具有通用性,体现了机电一体化技术的基本内容和特征。美国机械工程师协会在 1984 年给出的定义是“由计算机信息网络协调与控制的,用于完成机械力、运动和能量流等任务的机械和机电部件相互联系的系统”,该定义和日本机械振兴协会给出的定义是一致的。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进电子技术,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。本书重点讲述机电一体化技术,并在此基础上介绍部分机电一体化产品。

机电一体化和非机电一体化的核心区别是计算机控制系统和伺服控制系统,如图 1-1 所示。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。

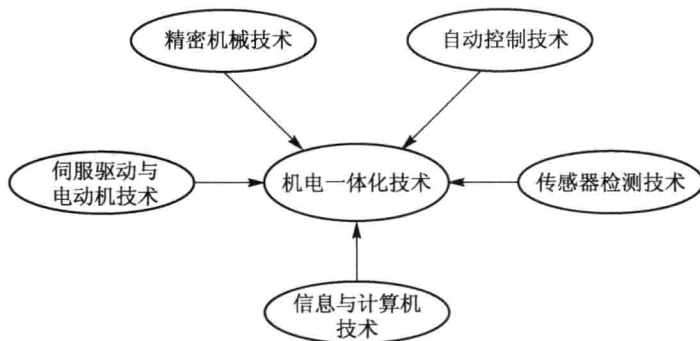


图 1-1 机电一体化技术

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,还将被赋予更多新的内容,机电一体化概念也将会不断地扩大。但其基本特征可以概括为:机电一体化是从系统的观点出发,综合运用机械技术、微电子技术、自动控制技术、计算机技术、信息技术、传感器检测技术、电力电子技术、接口技术、信息变换技术以及软件编程技术等群体技术,根据系统功能目标和优化组织目标,合理配置与布局各功能单元,在多功能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值,并保证整个系统最优化运行的系统工程技术。由此而产生的功能系统,称为机电一体化系统或机电一体化产品。

学习情境二 机电一体化系统的组成与实例

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,它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,但是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 5 部分。这些单元的功能和关系如图 1-2 所示。

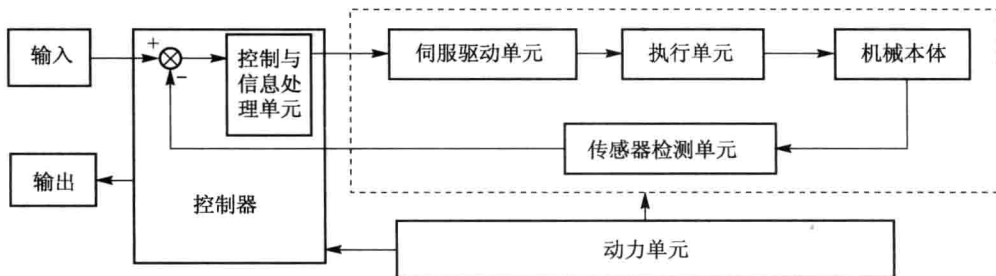


图 1-2 机电一体化系统组成

1. 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。

2. 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。

3. 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,在早期或者简单的系统中也使用模拟控制器。

4. 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 and 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给控制器,控制器根据这些信息进行相应的控制处理。

5. 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。

二、机电一体化系统实例

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

1. 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给控制器。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,用来显示输入的指令、机床的设置参数和故

障诊断参数等。

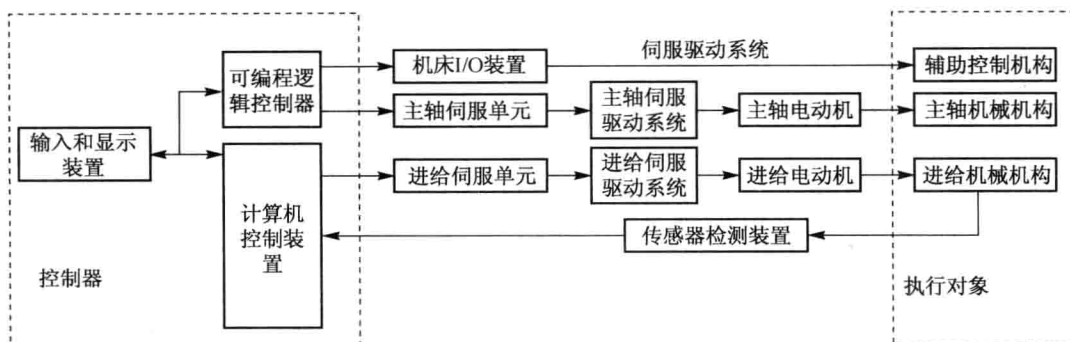


图 1-3 数控机床的组成

(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的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；而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来自数控装置的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宽度调制控制，驱动交流伺服电动机通常用变频控制。对于需要进行急停和准停的主轴，主轴上通常带有传感器用来做位置检测。

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轴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,所以它在抗振性、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。

2. 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 32 768 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。

如图 1-4 所示为指针式石英钟的组成框图。接通电源后,电流通过集成电路流入石英晶体。由于石英晶体的压电效应,使其开始出现机械变形,产生 32 768 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 65 536 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。

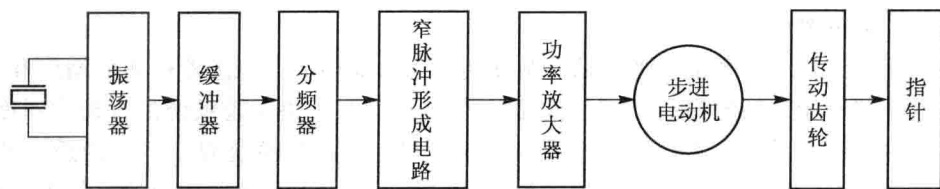


图 1-4 指针式石英钟的组成框图

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,在铁芯或者转子上采用了非直线对称磁场,从而在转子置入未通电线圈的定子中时,形成了一个启动角度。当功率脉冲