



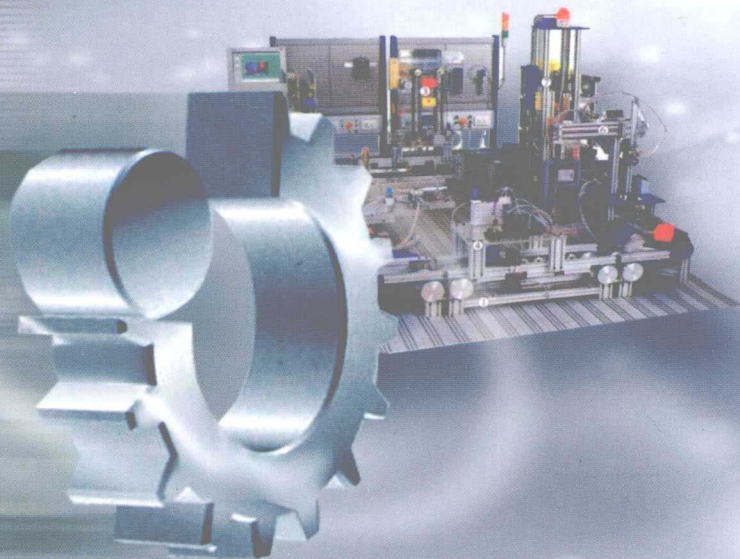
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(第2版)

JIDIAN
YITIHUAJISHU

机电一体化技术

李成华 杨世凤 袁洪印◎主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机电一体化技术

(第2版)

李成华 杨世凤 袁洪印 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术/李成华,杨世凤,袁洪印主编. —2 版. 北京:中国农业大学出版社,2008. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-81117-444-1

I. 机… II. ①李…②杨…③袁… III. 机电一体化 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 082476 号

书 名 机电一体化技术(第 2 版)

作 者 李成华 杨世凤 袁洪印 主编

策划编辑 宋俊果

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州星河印刷有限公司

版 次 2008 年 8 月第 2 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 16.25 印张 296 千字

定 价 23.00 元

责任编辑 洪重光

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编委名单(第2版)

主 编	李成华	杨世凤	袁洪印			
副 主 编	房俊龙	李永奎	高昌珍	田素博		
参编人员	聂宜茂	李海军	王 熙	刘宏新	崔 岩	
	赵清来	蔡雨付	左月明	范铁林	王计元	
	车 刚	王 强				
主 审	纪建伟					

内 容 提 要

本书以介绍机电一体化实用技术为出发点,阐述机电一体化技术的基本原理和进行机电一体化产品系统设计的综合知识,同时结合机电一体化共性关键技术的应用,重点介绍机电一体化技术各组成部分的特征和选型以及相互结合的技术方法,主要内容包括机械系统、检测系统、伺服系统、控制系统、接口技术和机电一体化总体设计的原理和设计方法,为综合应用机电一体化技术奠定基础。

本书兼顾课堂教学和自学的特点和需要,各章附有一定数量的习题与思考题,以加深读者对本书内容的理解。本书可作为高等农业院校农业工程类本科专业的教学用书,也适用于从事机电一体化技术工作的工程技术人员参考。

第 2 版前言

《机电一体化技术》自 2001 年 11 月出版以来,在高等农业院校农业工程学科有关专业的教学过程中得到了普遍的应用,对于推动农业工程类本科专业教学内容和课程体系的改革起到了积极的促进作用。在过去 6 年的使用过程中,读者和授课教师对教材的内容和结构提出了许多宝贵的修改意见和建议,本书编者对此表示衷心的感谢。

为全面贯彻落实科学发展观,切实提高高等教育的质量,教育部于 2006 年制定了普通高等教育“十一五”国家级教材规划。经沈阳农业大学推荐,中国农业大学出版社申报,专家评审和公示,《机电一体化技术》入选“十一五”国家级教材规划。根据教育部“十一五”国家级规划教材编写要求,在中国农业大学出版社的组织协调下,我们对《机电一体化技术》第 1 版进行了修订。

《机电一体化技术》教材修订的指导思想是体现课程的科学性、系统性和新颖性,以适应课程教学改革和发展的需要,在组织结构上继续体现注重基础和立足应用的特点,在内容上以机电一体化技术各组成部分的特征和选型为重点,为学生掌握机电一体化技术的基本理论和具备机电一体化产品系统设计基本能力奠定基础。

参加本教材修订的人员有:李成华(沈阳理工大学),田素博、李永奎、蔡雨付、王强(沈阳农业大学),杨世凤(天津科技大学),袁洪印、赵清来(吉林农业大学),房俊龙、刘宏新(东北农业大学),高昌珍、左月明、范铁林(山西农业大学),聂宜茂、王计元(山东农业大学),李海军(内蒙古农业大学),王熙、车刚(黑龙江八一农垦大学),崔岩(河南农业大学)。全书由李成华教授统稿,田素博副教授承担了大部分内容的修订和审校。纪建伟教授(沈阳农业大学)继续担任本书的主审。

本书在编写和修订过程中参考了已有机电一体化技术方面的教材和资料,并在书后的参考文献中列出。本书编者对参考文献的作者表示衷心的感谢。

本书在修订过程中,得到了沈阳农业大学和中国农业大学出版社的热情支持和帮助,谨此一并表示衷心的感谢。

编 者

2008 年 3 月

第 1 版前言

《机电一体化技术》是根据面向 21 世纪农业工程类本科专业教学内容和课程体系改革的精神及 2000 年 11 月 3 日召开的全国部分农业院校农业工程类本科专业教材建设研讨会上提出的《机电一体化技术》教材的编写大纲要求,由沈阳农业大学、河北农业大学、吉林农业大学、东北农业大学、山西农业大学、山东农业大学、内蒙古农业大学、黑龙江八一农垦大学、河南农业大学共同组织编写的。

机电一体化技术是微电子技术和计算机应用技术向机械制造业渗透过程中逐渐形成并发展起来的一门新兴的综合性技术,所涉及的内容和知识领域非常广泛,同时这些不同的技术并不是简单地叠加和组合,而是相互渗透、有机结合和相互协调而形成的机电一体化技术的应用基础。本书编写的目的是在较宽的应用范围内,以机电一体化实用技术为出发点讲述其基本理论和进行机电一体化产品系统设计的综合知识。根据此目标,本书在组织结构上力求体现注重基础和立足应用的特点;在内容上以目前机电一体化技术的相关内容为主,重点介绍机电一体化技术各组成部分的特征和选型以及相互结合的技术方法,为综合应用机电一体化各种技术奠定基础。

参加本教材的编写人员有:李成华、李永奎、蔡雨付(沈阳农业大学),杨世凤(河北农业大学),袁洪印、赵清来(吉林农业大学),房俊龙、刘宏新(东北农业大学),高昌珍、左月明、范铁林(山西农业大学),聂宜茂、王计元(山东农业大学),李海军(内蒙古农业大学),王熙(黑龙江八一农垦大学),崔岩(河南农业大学)。全书由李成华教授负责统稿,纪建伟博士(沈阳农业大学)担任主审。

本书在编写过程中参考了已有机电一体化技术方面的教材和资料,并在书后的参考文献中列出。这些宝贵的资料对完成本书的编写起到了非常重要的作用,本书作者对参考文献的作者表示衷心的感谢。

本书可供农业院校农业工程类本科专业教学之用,也可作为从事机电一体化技术工作的工程技术人员的参考资料。

编 者

2001 年 7 月

目 录

1 概论	1
1.1 机电一体化的基本概念	1
1.2 机电一体化产品的构成及特点	4
1.3 机电一体化设计的关键技术	5
1.4 机电一体化产品设计的方法	7
习题与思考题	8
2 机械系统	9
2.1 传动机构	9
2.2 导向机构	26
2.3 执行机构	31
习题与思考题	38
3 检测系统	39
3.1 检测系统的功能与特性	39
3.2 常用传感器	41
3.3 检测系统组成及检测原理	54
3.4 检测信号的预处理	62
习题与思考题	74
4 伺服系统	75
4.1 伺服系统的基本结构型式及特点	75
4.2 伺服系统的执行元件	78
4.3 执行元件的控制与驱动	86
4.4 伺服系统设计	93
习题与思考题	109
5 控制系统	110
5.1 概述	110

5.2 控制对象数学模型的建立	112
5.3 计算机控制基础	125
习题与思考题	161
6 接口技术	162
6.1 概述	162
6.2 地址译码器、I/O 口与 CPU 的接口	165
6.3 人机接口	174
6.4 机电接口	187
6.5 系统干扰与抑制	201
习题与思考题	210
7 机电一体化总体设计	212
7.1 机电一体化总体设计的含义及内容	212
7.2 产品的使用要求及性能指标	214
7.3 产品优化设计	218
7.4 功能及精度指标分配	222
习题与思考题	227
8 机电一体化系统典型实例	229
8.1 机器人	229
8.2 数控机床	239
习题与思考题	246
参考文献	247

1 概论

日本学者高森年曾说过,当今世界上只要是使人感到灵活、灵巧、便利的机械都是基于机电一体化技术制造的。因此机电一体化产品在家用电器、车辆、医疗器械、工厂自动化设备、航天航空等领域和场所得得到广泛的应用,比如机器人、数控机床等都是典型的机电一体化产品。农业工程领域中的拖拉机自动驾驶系统、联合收割机脱粒清选装置监控系统、农业机器人等也是机电一体化产品。

1.1 机电一体化的基本概念

机电一体化是在以机械、电子技术和计算机科学为主的多门学科相互渗透、相结合的过程中逐渐形成和发展起来的一门新兴边缘技术学科。机电一体化又称机械电子学(mechatronics)它是由机械学(mechanics)的前半部分与电子学(electronics)的后半部分组合而成的,20世纪70年代由日本人首先开始使用。

从概念的外延来看,机电一体化包括机电一体化技术和机电一体化产品。机电一体化技术主要包括技术原理和使机电一体化产品得以实现、使用和技术发展的技术,它是以电子技术特别是微电子技术为主导的多种新兴技术与机械技术交叉、融合而成的综合性高新技术,是工程领域不同种类技术的综合及集成,是一个技术群的总称,包括机械技术、微电子技术、计算机和信息处理技术、自动控制技术、电力电子技术、伺服驱动技术以及系统总体技术等。近年来,随着微电子技术和计算机应用技术的快速发展,机电一体化技术领域在不断地扩大和完善。机电一体化产品是把机电一体化技术应用在机械产品上,即在传统的机械产品中采用微电子技术和计算机技术生产出来的新一代产品。初级的机电一体化产品是指采用微电子技术代替和完善机械产品中的一部分,以提高产品的性能;而高级的机电一体化产品是利用机电一体化技术使机械产品实现自动化、数字化和智能化,使产品性能实现质的飞跃。

从现代机械产品和技术角度看,日本机械振兴协会经济研究所于1981年提出的定义体现了机电一体化产品及技术的基本内容及特征,即“机电一体化是在机械产品中的机构主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进电子技术

和计算机技术,并将机械装置和电子设备以及计算机软件等有机结合起来构成的系统总称。”20世纪90年代国际机器和机械理论研究会给它下了一个定义,即“机电一体化是精密机械工程、电子控制和系统思想在产品设计和制造过程中的协同结合。”

目前机电一体化的研究和开发主要包括计算机数控系统、机器人、计算机辅助设计/辅助制造系统、柔性制造系统和计算机集成制造系统等。机电一体化产品和系统的特点是产品和系统功能的实现是机构中所有部分功能共同作用的结果,这与传统机电设备中机械与电子系统相对独立,可以分别工作具有本质的区别。

1.1.1 机电一体化产品的优越性

随着机电一体化技术的快速发展,机电一体化产品有逐步取代传统机电产品的趋势,这完全取决于机电一体化技术所存在的优越性和潜在的应用性能。与传统的机电产品相比,机电一体化产品具有下述优越性。

(1)使用安全性和可靠性提高 机电一体化产品一般都具有自动监视、报警、自动诊断、自动保护等功能。在工作过程中,遇到过载、过压、过流、短路等电力故障时,能自动采取保护措施,避免和减少人身和设备事故的发生,显著提高设备的使用安全性。机电一体化产品由于采用电子元器件,减少了机械产品中的可动构件和磨损部件,从而使其具有较高的灵敏度和可靠性,产品的故障率低,寿命明显提高。

(2)生产能力和工作质量提高 机电一体化产品大都具有信息自动处理和自动控制功能,其控制和检测的灵敏度、精度以及范围都有很大程度的提高,通过自动控制系统可精确地保证机械的执行机构按照设计的要求完成预定的动作,使之不受机械操作者主观因素的影响,从而实现最佳操作,保证产品的合格率和最佳的工作质量。同时,由于机电一体化产品实现了工作的自动化,使生产能力得以大大提高。例如数控机床对工件的加工稳定性大大提高,生产效率比普通机床提高5~6倍;柔性制造系统的生产设备利用率可提高1.5~3.5倍,机床数量可减少约50%,节省操作人员数量约50%,缩短生产周期40%,使加工成本降低50%左右。

(3)使用性能改善 机电一体化产品普遍采用程序控制和数字显示,操作按钮和手柄数量显著减少,使操作过程方便、简单。机电一体化产品的工作过程根据预设的程序逐步由电子控制系统指挥实现,系统可重复实现全部动作。高级的机电一体化产品可通过被控对象的数学模型以及外界参数的变化随机自寻最佳

工作程序,实现自动最优化操作。

(4)具有复合功能并且适用面广 机电一体化产品跳出了传统机电产品的单技术和单功能限制,具有复合技术和复合功能,使产品的功能水平和自动化程度大大提高。机电一体化产品一般具有自动化控制、自动补偿、自动校验、自动调节、自动保护和智能化等多种功能,能应用于不同的场合和不同领域,满足用户需求的应变能力较强。例如电子式空气断路器具有保护特性可调、选择性脱扣、正常通过电流与脱扣时电流的测量、显示和故障自动诊断等功能,使其应用范围大为扩大。

(5)调整和维护方便 机电一体化产品在安装调试时,可通过改变控制程序来实现工作方式的改变,以适应不同用户对象的需要以及现场参数变化的需要。这些控制程序可通过多种手段输入到机电一体化产品的控制系统中,而不需要改变产品中的任何部件或零件。对于具有存储功能的机电一体化产品,可以事先存入若干套不同的执行程序,然后根据不同的工作对象,只需给定一个代码信号输入,即可按指定的预定程序进行自动工作。机电一体化产品的自动化检验和自动监视功能可对工作过程中出现的故障自动采取较大的措施,使工作恢复正常。

1.1.2 机电一体化产品的分类

机电一体化技术和产品的应用范围非常广泛,涉及工农业生产过程的所有领域,因此,机电一体化产品的种类很多,而且还在不断地增加。按照机电一体化产品的功能,可以将其分成下述几类。

(1)数控机床类 主要产品包括数控机床、机器人、发动机控制系统以及全自动洗衣机等。这类产品的特点是执行机构为机械装置。

(2)电子设备类 主要产品包括电火花加工机床、线切割机、超声波加工机以及激光测量仪等。这类产品的特点是执行机构为电子装置。

(3)机电结合类 主要产品包括自动探伤机、形状自动识别装置、CT 扫描诊断机以及自动售货机等。这类产品的特点是执行机构为电子装置和机械装置的有机结合。

(4)电液伺服类 主要产品为机电液一体化的伺服装置,如电子伺服万能材料试验机。这类产品的特点是执行机构为液压驱动的机械装置,控制机构是接受电信号的液压伺服阀。

(5)信息控制类 主要产品包括传真机、磁盘存储器、磁带录像机、录音机、复印机等。这类产品的主要特点是执行机构的动作由所接收的信息类信号来控制。

除此之外,机电一体化产品还可根据机电技术的结合程度分为功能附加型、

功能替代型和机电融合型 3 类。按照产品的服务领域和对象,可将机电一体化产品分成工业生产类、运输包装类、储存销售类、社会服务类、日常家庭类、科研仪器类、国防武器类以及其他用途类等不同的种类。

1.2 机电一体化产品的构成及特点

机电一体化产品的功能是通过其内部各组成部分功能的协调和综合来共同实现的。从其结构来看,机电一体化产品具有自动化、智能化和多功能的特性,而实现这种多功能一般需要机电一体化产品具备 4 种内部功能,即机械及执行主功能、检测功能、控制功能和动力功能,而实现这些功能的各个组成部分及其技术就构成了机电一体化产品的总体或系统。

机电一体化产品究竟由哪些部分构成呢?首先从外观上看,是产品的机身和框架,包括机械结构和操作执行装置,如机器人的躯干和机械手,相当于人体的“躯干和手足”;其次是传感与检测装置,因为要实现与人相近的功能,必须能够对各种信息进行多种判断,如机器人上台阶时要判断台阶的位置,如果没有传感器发回的各种信息,机器人实现判断是不可能的,这样的传感与检测装置相当于人的“感觉器官”;接着是控制装置,机器人根据传感器接收的信息进行判断和处理,这种信息处理系统(包括软件程序)相当于人的“大脑”;最后由电动机等装置驱动机械手完成相应的动作,这些装置称为动力系统或伺服系统,相当于人的“内脏”;除了“躯干和手足”、“感觉器官”、“大脑”和“内脏”外,要使这些部分能够有机协调地工作,就必须将上述的功能元素连接起来,这部分结构称为接口装置,它相当于人体中传递信息和能量的“神经系统和血液系统”。因此,机电一体化产品是由机械系统(“躯干和手足”)、传感与检测系统(“感觉器官”)、伺服系统(“内脏”)、控制系统(“大脑”)与接口装置(“神经系统和血液系统”)等几部分组成的。

(1)机械系统 机电一体化产品的机械系统包括机身、框架、机械传动和联结以及执行机构等机械部分。这部分是实现产品功能的基础,因此对机械结构提出了更高的要求,需在结构、材料、工艺加工及几何尺寸等方面满足机电一体化产品高效、多功能、可靠、节能、小型和轻量等要求。除一般性的机械强度、刚度、精度、体积和质量等指标外,机械系统技术开发的重点是模块化、标准化和系列化,以便于机械系统的快速组合和更换。

机械系统中的执行机构是在控制信息的作用下完成要求的动作,实现产品的主功能。执行机构一般是运动部件,由于产品的种类和作业对象不同而有较大的

差异。执行机构是实现产品目的功能的直接执行者,其性能好坏决定着整个产品的性能,因而是机电一体化产品中最重要的重要组成部分。

(2)传感与检测系统 传感器的作用是将机电一体化产品在运行过程中所需要的自身和外界环境的各种参数转换成可以测定的物理量,同时利用检测系统的功能对这些物理量进行测定,为机电一体化产品提供运行控制所需的各种信息。传感与检测系统的功能一般由测量仪器或仪表来实现,对其要求是便于安装与连接,体积小、检测精度高、抗干扰能力强等。

(3)伺服系统 伺服系统为机电一体化产品提供能量和动力,去驱动执行机构工作以完成预定的主功能。伺服系统包括电、液、气等动力源。机电一体化产品以电能利用为主,包括电源、电动机及驱动电路等。

(4)控制系统与接口装置 根据机电一体化产品的功能和性能要求,控制系统接收传感与检测系统反馈的信息,并对其进行相应的处理、运算和决策,按照要求对产品的运行进行控制。机电一体化产品中,控制系统与接口装置主要是由计算机的软件和硬件以及相应的接口所组成。硬件一般包括输入/输出设备、显示器、可编程控制器和数控装置等。机电一体化产品要求信息处理速度快,A/D和D/A转换及分时处理时的输入/输出可靠,系统的抗干扰能力强。

机电一体化产品的4个主要组成部分在工作时相互协调,共同完成所规定的目的功能。在结构上,各组成部分通过辅助部件及相关的软件有机的结合在一起,构成一个内部匹配合理、外部效能最佳的完整产品。

1.3 机电一体化设计的关键技术

机电一体化产品是由多种技术以及相关的组成部分构成的综合体,而机电一体化技术是由多种技术相互交叉、相互渗透形成的一门综合性边缘技术,它所涉及的技术领域非常广泛。概括起来,机电一体化设计的关键技术包括下述6个方面。

(1)精密机械技术 机械技术是机电一体化技术的基础,因为机电一体化产品的主功能和构造功能大都以机械技术为主来得以实现。在机械传动和控制与电子技术相互结合的过程中,对机械技术提出了更高的要求,如传动的精密性和精确度的要求与传统机械技术相比有了很大的提高。在机械系统技术中,新材料、新工艺、新原理以及新结构等方面在不断地发展和完善,以满足机电一体化产品对缩小体积、减轻重量、提高精度和刚度以及改善工作性能等方面的要求。

(2)检测与传感器技术 在机电一体化产品中,工作过程的各种参数、工作状态以及工作过程有关的相应信息都要通过传感器进行接收,并通过相应的信号检测装置进行测量,然后送入信息处理及控制装置,以实现产品工作过程的自动控制。机电一体化产品要求传感器能快速和准确地获取信息并且不受外部工作条件和环境的影响,同时检测装置能不失真地对信息信号进行放大、输送以及转换。

(3)信息处理技术 信息处理技术是指在机电一体化产品工作过程中,与工作过程各种参数和状态以及自动控制有关的信息的交换、存取、运算、判断和决策分析等。在机电一体化产品中,实现信息处理技术的主要工具是计算机。计算机技术包括硬件和软件技术、网络与通信技术、数据处理技术和数据库技术等。在机电一体化产品中,计算机信息处理装置是产品的核心,它控制和指挥整个机电一体化产品的运行。因此,计算机应用及其信息处理技术是机电一体化技术中最关键的技术,它包括目前广泛研究并得到实际应用的人工智能技术、专家系统技术以及神经网络技术等。

(4)自动控制技术 机电一体化产品中的自动控制技术包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、校正、补偿等。由于机电一体化产品中自动控制功能的不断扩大,使产品的精度和效率都在迅速提高。通过自动控制,使机电一体化产品在工作过程中能及时发现故障,并自动实施切换,减少了停机时间,使设备的有效利用率得以提高。由于计算机的广泛应用,自动控制技术越来越多地与计算机控制技术结合在一起,它已成为机电一体化技术中十分重要的关键技术。该技术的难点在于现代控制理论的工程化和实用化,控制过程中边界条件的确定,优化控制模型的建立以及抗干扰等。

(5)伺服驱动技术 伺服驱动技术主要是指机电一体化产品中的执行元件和驱动装置设计中的技术问题,它涉及设备执行操作的技术,对所加工产品的质量具有直接的影响。机电一体化产品中的执行元件有电动、气动和液压等类型,其中多采用电动式执行元件,驱动装置主要是各种电动机的驱动电源电路,目前多由电力电子器件及集成化的功能电路构成。执行元件一方面通过接口电路与计算机相连,接受控制系统的指令,另一方面通过机械接口与机械传动和执行机构相连,以实现规定的动作。因此,伺服驱动技术直接影响着机电一体化产品的功能执行和操作,对产品的动态性能、稳定性能、操作精度和控制质量等具有决定性的影响。

(6)系统总体技术 系统总体技术是从整体目标出发,用系统的观点和方法,将机电一体化产品的总体功能分解成若干功能单元,找出能够完成各个功能的可能技术方案,再把功能与技术方案组合成方案组进行分析、评价、综合优选出适宜

的功能技术方案。系统总体技术的主要目的是在机电一体化产品各组成部分的技术成熟、组件的性能和可靠性良好的基础上,通过协调各组件的相互关系和所用技术的一致性来保证产品实现经济、可靠、高效率和操作方便等。系统总体技术是最能体现机电一体化设计特点的技术,也是保证其产品工作性能和技术指标得以实现的关键技术。

1.4 机电一体化产品设计的方法

机电一体化产品的设计与常规机械产品的设计有着本质上的区别。常规机械产品一般是先用单纯机械设计的方法构思和设计,再为这个纯粹的机械设计选配适宜的电气设备。这种方法实际上是面向设计者的传统设计方法。相比之下,机电一体化的设计要求设计者必须同时具备各门工程技术和电子技术以及自动控制等多种技术,必须综合运用这些技术来解决设计中的问题。机电一体化产品的设计是面向产品的设计,它要求设计者具有多种能力、视野开阔,具有综合利用机械设计和电气控制设计方面的知识和能力。机电一体化产品的设计通常由多个环节相互配合而构成。

(1)产品可行性研究 通过实际调查和研究,掌握对所设计产品的市场需求,并进行可行性论证,从而确定产品设计的基本方案,其中包括预测投资总额、组成部件价格、产品的性能价格比以及经济评价等。

(2)基本设计阶段 在基本设计阶段要提出必需的主要技术,其中包括硬件技术和软件技术两个方面。硬件包括产品的结构元件和控制元件,软件包括操作系统和控制系统。在进行整个系统设计时,必须提出几个方案进行比较,从中选出较优的方案。

(3)详细设计阶段 详细设计包括业务分工、程序设计、操作系统设计、工艺设计、外围设备设计、总体设计、控制系统设计、安全保护设计等。在开发性产品设计过程中,要拟定产品的各项性能指标参数,通过计算选定所用的设备,从而进一步完成机构设计、运动和性能设计以及控制设计等。

(4)实际运行试验 这一阶段的工作主要包括产品工作性能检验和改进以及产品性能评价。产品工作性能检验的目的是进行生产周期和生产率测定,进行故障分析和考察故障时间等。改进是指对产品存在的问题提出改进措施以提高产品的性能。产品的性能评价包括技术评价、经济评价两个方面。这一阶段是产品设计过程的总结阶段,目的是通过对已决定的操作系统的具体使用,检验其实际的使用价值。

在实施机电一体化产品设计的过程中,要正确处理好质量与成本、市场需求与技术可能性、长期发展和短期利益之间的矛盾关系,在满足市场需要的前提下,使产品具有足够的竞争力,同时又要符合当前实际情况和技术可实现性,以保证产品获得最大的技术经济效益和社会效益。

习题与思考题

1. 机电一体化技术的概念及内涵是什么?
2. 机电一体化产品由哪几部分组成?
3. 机电一体化技术包括哪几个方面的关键技术?
4. 机电一体化产品设计与传统机械产品设计的区别是什么?
5. 机电一体化产品的设计过程有哪几个阶段?