

机电一体化技术 与系统设计

补家武
左 静
袁 勇
吴来杰 编著

中国地质大学出版社

机电一体化技术与系统设计

补家武 左 静 袁 勇 吴来杰 编著

中国地质大学出版社

内容简介

在简要介绍机电一体化基本概念、机电一体化产品构成及其设计与开发工程技术路线的基础上,作者结合多年来的科研成果与教学实践,重点针对机电一体化的常用电路、检测技术、伺服电机驱动与控制、自动控制技术、机械技术以及机电一体化系统设计进行了系统、详细、深入浅出的分析和介绍,并列举了机电一体化产品设计实例。

本书兼顾了课堂教学及进行机电一体化产品开发的实际需要。

本书可作为大专院校机械电子工程专业及相关专业的专业课或选修课教材,也可供成人教育等相关专业使用,还可供研究生及从事机电一体化产品设计、制造与研究的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术与系统设计/补家武,左静,袁勇,吴来杰编著. —武汉:中国地质大学出版社,2001.5

ISBN 7-5625-1611-1

I. 机…

Ⅱ. ①补…②左…③袁…④吴…

Ⅲ. 机电一体-技术与设计

Ⅳ. TP27

机电一体化技术与系统设计 补家武 左 静 袁 勇 吴来杰 编著

责任编辑:方 菊

责任校对:熊华珍

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路31号)

邮编:430074

电话:(027)87483101 传真:87481537 E-mail:cbo@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

开本:787毫米×1092毫米 1/16

字数:480千字 印张:18.5

版次:2001年5月第1版

印次:2001年5月第1次印刷

印刷:荆州市鸿盛印刷厂

印数:1—1 000册

ISBN 7-5625-1611-1/TP·30

定价:28.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

机电一体化是微电子技术向传统机械工业领域迅速渗透的过程中逐渐形成并发展起来的一门新兴的综合性学科。目前机电一体化技术一方面极大地提高了机电产品的性能,另一方面又极大地提高了产品生产系统的生产效率,正促使机械工业开始一场大规模的机电一体化技术革命。机电一体化技术正日益得到普遍重视和广泛应用,机电一体化产品已遍及人们日常生活和国民经济各个领域,已成为现代技术、经济发展中不可缺少的一种高新技术。

机电一体化是一门实践性非常强的综合性技术学科,所涉及的知识领域非常广泛,现代多种先进技术构成了机电一体化的技术基础。但机电一体化并非是这些技术的简单叠加,它的灵魂是突出强调这些技术的相互渗透和有机结合,从而形成某一单项技术所无法达到的优势,并将这种优势通过性能优异的机电一体化产品而体现出来,转化为强大的生产力。因而,高等教育不应仅仅限于向学生分离介绍机械技术、微电子技术、计算机技术等机电一体化共性关键技术,还应在此基础上更进一步地通过专业课教学及相应的实践教学环节,使学生真正了解和掌握机电一体化的重要实质及机电一体化设计的理论和方法,从而能够灵活地综合运用这些技术进行机电一体化产品的分析、设计与开发,达到知识能力结构的机电一体化。这些正是本书编写中所力求达到的。

本书结合了作者多年来的科研成果与教学实践,力求面向实际应用,不片面追求理论系统性,减少推导公式,内容力争全面、实用,但又简明扼要,起到入门与指导作用。书中除介绍机电一体化技术的基础知识外,还介绍了系统设计方法,并注重理论联系实际。

学习本书需要有一定的数字电路、单片机原理与接口技术和自动控制方面的基础知识。

全书共分为七章:第一章概述了机电一体化的基本概念、机电一体化的系统构成、分类及相关技术;第二至第六章分别介绍了机电一体化常用电路、检测技术、伺服电机驱动与控制、自动控制技术以及机电一体化机械技术;第七章从机电一体化系统整体设计的角度,介绍了现代设计方法在机电一体化产品设计中的应用、产品开发工程路线、总体设计、控制系统设计、接口设计、系统抗干扰设计,最后列举了典型机电一体化产品设计及传统设备机电一体化改造的实例。本书内容丰富,介绍深入浅出,既注意与先修课的衔接,又避免了相互重复,并将重点放在了实际应用上。

参加本书编著的有:补家武(第一、四、五、七章)、左静(第三章)、袁勇(第二章)、吴来杰(第六章)。由补家武任主编并进行全书统稿。

全书由华中科技大学左武忻教授与罗晓玉教授进行了全面细致的审阅,在此表示衷心的感谢。此外,向本书所参考和引用的有关资料的作者致以衷心的感谢。

限于编者的水平,书中错误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2001年3月

目 录

第一章 机电一体化导论.....	(1)
1.1 传统机械工业的技术革命——机电一体化	(1)
1.1.1 高新技术与传统机械工业的技术革命	(1)
1.1.2 机电一体化的基本概念	(2)
1.2 机电一体化系统构成与产品分类	(3)
1.2.1 机电一体化系统的功能构成	(3)
1.2.2 机电一体化系统的结构要素	(4)
1.2.3 机电一体化产品分类	(4)
1.3 机电一体化的关键技术	(5)
1.3.1 机电一体化相关技术和学科	(5)
1.3.2 机电一体化的关键技术	(6)
第二章 机电一体化系统中的常用电路.....	(8)
2.1 模拟信号处理电路	(8)
2.1.1 基本放大电路	(8)
2.1.2 模拟运算电路.....	(10)
2.1.3 检波电路.....	(12)
2.1.4 模拟开关.....	(14)
2.1.5 采样保持电路.....	(15)
2.2 接口电路.....	(16)
2.2.1 电平转换电路.....	(16)
2.2.2 外围驱动电路.....	(18)
2.3 线电路.....	(20)
2.3.1 长线传输简述.....	(20)
2.3.2 RS-232C、RS-422A、RS-423A、RS-485 接口	(21)
2.3.3 20mA 电流环接口	(22)
2.3.4 光纤通讯接口.....	(23)
2.4 电源.....	(28)
2.4.1 整流电路.....	(28)
2.4.2 滤波电路.....	(29)
2.4.3 并联式直流稳压电源.....	(31)
2.4.4 串联式直流稳压电源.....	(32)
2.4.5 开关稳压电源.....	(33)
第三章 传感器及检测技术	(35)

3.1	传感器基本知识	(35)
3.1.1	传感器及其组成	(35)
3.1.2	传感器的分类	(35)
3.1.3	传感器的性能指标	(38)
3.1.4	传感器的输入、输出特性和对环境的要求	(39)
3.1.5	传感器的标定与校准	(40)
3.2	位移检测传感器	(41)
3.2.1	感应同步器	(41)
3.2.2	磁尺	(45)
3.2.3	光电编码器	(46)
3.2.4	激光编码器	(49)
3.2.5	光栅位移传感器	(49)
3.2.6	旋转变压器	(51)
3.3	速度传感器	(52)
3.3.1	相关测速法	(52)
3.3.2	栅格式空间滤波器测速	(54)
3.3.3	利用位移传感器或加速度传感器测速	(54)
3.4	力、力矩和压力传感器	(54)
3.5	物位传感器	(56)
3.5.1	放射性同位素物位传感器	(56)
3.5.2	超声物位传感器	(57)
3.5.3	超声界面传感器	(57)
3.5.4	微波物位传感器	(58)
3.6	接近传感器	(59)
3.7	传感器与微机的接口技术	(60)
第四章	伺服电机驱动与控制	(64)
4.1	概述	(64)
4.1.1	机电一体化系统对伺服电机的要求	(64)
4.1.2	伺服电机的分类	(65)
4.1.3	伺服电机的特点及应用	(65)
4.2	步进电机的驱动与控制	(66)
4.2.1	反应式步进电机	(66)
4.2.2	磁路混合式步进电机	(68)
4.2.3	步进电机的基本工作状态	(69)
4.2.4	环形分配器	(72)
4.2.5	步进电机驱动电路	(72)
4.3	交流伺服电机	(85)
4.3.1	分类及产品名称代号	(85)
4.3.2	结构与特点	(86)

4.3.3	基本工作原理	(86)
4.3.4	控制方式	(87)
4.3.5	性能特点与运行特点	(88)
4.3.6	运行特性	(89)
4.3.7	应用举例	(91)
4.4	直流伺服电机	(91)
4.4.1	分类及产品名称代号	(91)
4.4.2	结构与特点	(92)
4.4.3	工作原理	(93)
4.4.4	主要特性	(94)
4.4.5	交、直流伺服电机的比较	(95)
4.4.6	应用与选择	(96)
4.5	伺服电机的 PWM 功率放大器	(98)
4.5.1	PWM 功率放大器工作原理	(98)
4.5.2	PWM 功率放大器的结构及数学模型	(100)
4.5.3	PWM 功率放大器切换频率的选择	(104)
4.5.4	标准 PWM 功率放大器	(105)
4.6	伺服电机的控制系统	(107)
4.6.1	伺服电机控制系统结构	(107)
4.6.2	电机伺服系统实例	(107)
第五章	自动控制技术	(112)
5.1	概述	(112)
5.1.1	自动控制技术在机电一体化产品中的应用	(112)
5.1.2	机电一体化产品的控制形式	(112)
5.1.3	自动控制技术的发展	(113)
5.2	经典控制技术	(114)
5.2.1	经典控制的基本概念	(114)
5.2.2	经典控制系统的分析和设计	(115)
5.3	计算机控制技术	(118)
5.3.1	计算机控制技术的基本概念	(118)
5.3.2	计算机控制系统的分析	(121)
5.4	数字 PID 控制算法	(130)
5.4.1	准连续 PID 控制算法	(130)
5.4.2	对标准 PID 算法的改进	(133)
5.4.3	PID 调节器参数选择	(140)
5.5	智能自适应控制方法	(145)
5.6	模糊控制	(148)
5.6.1	模糊控制概论	(148)
5.6.2	模糊控制的基本原理	(149)

5.6.3	模糊控制器的设计	(155)
5.6.4	模糊控制器的应用	(156)
5.7	PLC 控制器	(157)
5.7.1	PLC 概述	(157)
5.7.2	PLC 控制器的硬件结构	(159)
5.7.3	PLC 控制器的软件技术	(164)
5.7.4	PLC 控制器应用系统设计	(172)
第六章	机电一体化机械技术	(178)
6.1	概述	(178)
6.1.1	机电一体化产品对机械部件的基本要求	(178)
6.1.2	机电一体化机械系统的组成	(178)
6.2	机电一体化系统中常用的机械传动机构	(179)
6.2.1	无侧隙齿轮传动机构	(179)
6.2.2	滚珠丝杠副传动机构	(181)
6.2.3	锥形环无键联轴器	(187)
6.2.4	其他传动机构	(189)
6.3	机电一体化导向机构	(191)
6.3.1	导轨的分类、特点和基本要求	(191)
6.3.2	滚动直线导轨	(192)
6.3.3	塑料导轨	(197)
6.4	机电一体化执行机构	(199)
6.4.1	机电一体化执行机构的特点及要求	(199)
6.4.2	定位机构	(200)
6.4.3	数控机床动力卡盘与回转刀架	(201)
6.4.4	工业机械手末端执行器	(203)
第七章	机电一体化系统设计	(207)
7.1	机电一体化系统设计概述	(207)
7.1.1	优化设计在机电一体化系统设计中的应用	(207)
7.1.2	可靠性设计在机电一体化系统设计中的应用	(210)
7.1.3	机电一体化产品开发工程路线	(213)
7.2	机电一体化系统总体设计	(213)
7.2.1	机电一体化系统原理方案设计	(215)
7.2.2	机电一体化系统结构方案设计	(217)
7.2.3	机电一体化系统总体布局与环境设计	(217)
7.2.4	机电一体化系统主要技术参数与技术指标	(220)
7.2.5	制定机电一体化系统总体方案的一般步骤	(221)
7.3	机电一体化产品的控制系统设计	(223)
7.3.1	控制系统的基本构成	(223)

7.3.2	控制系统的控制方式和动作控制形式	(224)
7.3.3	控制系统的设计步骤	(225)
7.4	机电一体化系统接口设计	(226)
7.4.1	接口的分类和特点	(226)
7.4.2	人机接口设计	(227)
7.4.3	机电接口设计	(234)
7.5	机电一体化系统抗干扰设计	(252)
7.5.1	干扰的基本概念	(252)
7.5.2	电源干扰的抑制	(256)
7.5.3	感性负载干扰的抑制	(260)
7.5.4	机械振动干扰的抑制	(263)
7.5.5	隔离、屏蔽和接地技术	(264)
7.5.6	模拟量抗干扰的其他措施	(268)
7.5.7	软件的抗干扰设计	(270)
7.6	机电一体化产品设计实例	(273)
7.6.1	LC-1 数控全自动拉槽机	(273)
7.6.2	钻床数控改造	(283)
参考文献		(288)

第一章 机电一体化导论

1.1 传统机械工业的技术革命——机电一体化

1.1.1 高新技术与传统机械工业的技术革命

高新技术流向传统产业,引起传统产业的深刻变革,推动生产力的极大发展。作为传统产业之一的机械工业,在微电子技术和微型计算机技术的迅猛发展的推动下,近年来在产品结构和生产系统结构发生了质的跃变。微电子技术和微型计算机技术的发展,使信息技术、智能技术与机械动力装置和动力设备有机的结合,一方面极大地提高了机械产品性能和产品竞争能力,另一方面又极大地提高了产品生产系统的生产效率和企业的经济竞争能力,促使机械工业开始了一场大规模的机电一体化技术革命。

下面以汽车工业为例,来分析微电子技术和微型计算机技术对汽车及汽车生产系统带来的巨大影响。

60年代人们开始研究在汽车产品中应用电子技术,70年代前后实现了充电电压调整器和点火装置的电路集成化,并研制成功了燃油喷射的电子控制装置,70年代后期,由于微型计算机的发展,使汽车产品的机电一体化进入实用阶段。1977年和1979年美国GM公司和日本日产公司先后开发了MISAR和ECCS发动机控制系统。系统由汽车发动机运行状态传感器、电子点火器和微处理器等基本部分组成,微处理器接收各功能传感器发出的曲轴位置、气缸负压、冷却水温度和发动机转速、吸入空气量、排气中氧浓度及基准时间设置等运行状态信息,计算最佳点火时间,控制执行器点火动作。汽车发动机的微处理器控制系统大大提高了汽车的性能,成为汽车系统控制技术微电子化的开端。进入80年代以来,为进一步解决节能、排气防污、提高功能以及安全和维修等问题,相继开发了电子控制化油器、交流发电机IC调节器、发动机旋转检测装置、电子控制自动变速器、电子刹车控制装置、防滑装置、自动稳速控制装置、电子仪表、电子自动刮水器、排气污染的电子控制器、集中报警系统、发动机诊断系统等,为行车舒适目的开发了汽车空气净化及调节装置、音响和钟表及调光照明系统等。

微电子技术和微处理机技术彻底改变了汽车产品的面貌,“汽车电子化”被称为汽车技术的又一次革命性飞跃。机电一体化的现代新型汽车在操作性、可靠性、高速度、安全性、低油耗、减少排气污染和维修性、舒适性等各方面性能大幅度提高,汽车电子化程度成为汽车产品市场竞争性的极重要因素,汽车电子也逐渐发展成为一个新兴产业。

据统计,1981年美国的汽车电子装置销售额为20亿美元,1985年达84亿美元。美国每辆汽车平均装用电子装置的投资,1970年为25美元,1975年为60美元,1980年为248美元,1985年为872美元,近似以指数曲线增长。日本汽车电子化的起步比美国稍晚,但发展速度很快,其逐年增长速度与美国相近。

今后10年,电子导航、电子防撞、太阳能动力、电子自动悬架、电子离合器控制、电子故障

诊断显示、电子多路传输等新的汽车电子化技术和产品将在汽车系统中广泛应用,电子产品占汽车成本的比重将达30%以上,预计20年以后,有可能出现利用燃料电池的新能源车,超导材料也可能在汽车上应用。

汽车工业的变革,一方面是汽车产品的机电一体化革命,另一方面,汽车的生产制造系统也发生了巨大的变化。

在现代汽车生产中,多数应用计算机进行经营和生产管理,利用CAD进行产品设计,使用数控机床和柔性生产线进行零部件加工,使用机器人从事喷漆、焊接、组装、搬运等工作。汽车车身通常需要进行3000~4000次点焊,其中90%以上的焊点可由工业机器人完成。意大利菲亚特汽车公司的两条汽车装配线,每条线上都分布有50多个机器人,可在平均1min内完成一部汽车的焊接工作。数控自动化生产能够节约原材料、动力及其他工厂辅助设备,降低废品率,减轻工人的劳动强度,并使劳动生产率提高300倍。现代机电一体化生产系统使得汽车生产的质量和产量迅速大幅度提高,同时整个生产系统可以通过改变程序适应不同型号汽车的制造,缩短新产品设计生产周期,尽快适应市场需求的变化。

从70年代开始,日本注重汽车生产系统的机电一体化改造和更新,以至于1980年日本汽车产量超过传统的汽车王国——美国。日本每个汽车工人平均年生产70辆车,法国仅为8辆。日本每辆车成本比美国低1000~2000美元,这正是日本汽车在国际市场上具有强大竞争能力的重要原因之一。

传统产业机电一体化革命所带来的优质、高效、低耗、柔性增强了企业的经济竞争能力,引起各个国家和企业的极大重视。世界机电产品市场上,高技术产品出口贸易增长速度十分惊人。高技术产品的出口贸易额,1976年仅500亿美元,14年后的1990年已达到3500亿美元,年平均增长达14.8%,约为世界出口贸易总额增长率的4倍,从而使高新技术出口占世界出口总额的比重,由1976年的5.1%上升到1990年的11%。预计21世纪初,高技术产品的出口贸易额可望达到8000亿美元,其占世界出口贸易的比重可达16%。机电一体化新型产品将逐步取代大部分传统机械产品,传统的机械装备和生产管理系统将被大规模地改造和更新为机电一体化生产系统,机电一体化产业将占据主导地位,机械工业将以机械电子工业的新面貌得到迅速发展。

1.1.2 机电一体化的基本概念

关于“机电一体化”的确切含义,各国专家、学者的论点也都因人、因地而异,迄今尚无统一的标准。比较一致的看法是:机电一体化乃是指机构的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进了电子技术,并将机械装置和电子设备以及软件等有机结合起来所构成的系统的总称。

“机电一体化”包含有两个含义:“机电一体化技术”和“机电一体化产品”。毫无疑问,机电一体化技术是微电子技术、计算机技术、信息技术与机械技术相结合的一种综合性技术,这种技术用于传统的机械产品上就变成了机电一体化的产品。机电一体化产品既不同于传统的机械产品,也不同于普通的电子产品,它是机械与微电子器件,特别是与微处理器或微机相结合而开发出来的新一代机电一体化产品。随着科学技术的发展,机电一体化的“机”目前已扩大到电机、电器、仪表、乐器……如交流变频调速。“电”也扩大到光,如红外、激光。而且机电一体化的概念并非局限于某一产品的狭窄范围,如数控机床、机器人等,现在已扩大到柔性制造系统(FMS)、计算机辅助设计/制造系统(CAD/CAM)及计算机集成制造系统(CIMS)。

机电一体化是各相关技术有机结合的一种新形式,但机电一体化并非现代尖端技术,它没有新发现和新发明,然而它对改造传统产品和开发新产品却有“妙手回春”之术。

1.2 机电一体化系统构成与产品分类

1.2.1 机电一体化系统的功能构成

机电一体化系统(产品)是由若干相互关联、具有特定功能的机械和电子要素组成的有机整体,具有满足人们某种使用功能的要求。

不管哪类系统(产品),系统内部都必须具备图 1-1 所示的五种内部功能,即主功能、动力功能、计测功能、控制功能和构造功能。其中“主功能”是实现系统目的功能所必须的功能,主要是对输入物质、能量、信息进行变换、传递和储存。“动力功能”是向系统提供动力,使系统得以正常运行。“计测功能”和“控制功能”是采集系统内部和外部信息,经交换、运算,输出指令,对整个系统进行控制,实施“目的功能”。“构造功能”是将各要素组合起来,进行空间配置,形成一个有机的统一整体。

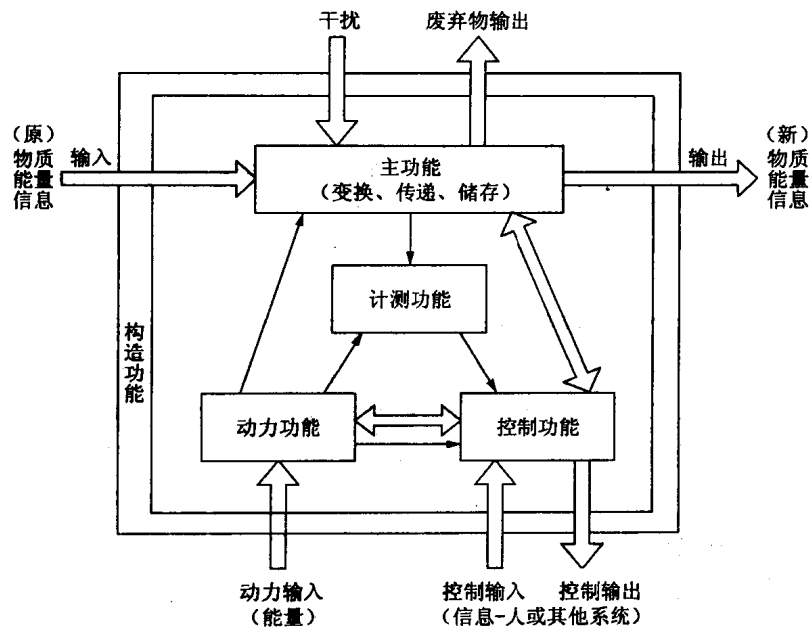


图 1-1 机电一体化系统的功能构成

从系统的输入/输出来看,除有主功能的输入/输出外,还需要有动力输入和计测、控制信息的输入/输出。此外,还有外部环境干扰输入,这种输入通常是有害的,设计系统时,要采取必要的抗干扰措施。

整个系统除了有目的输出外,还可能有无用的废弃物输出(如汽车的废气和噪音),这种废弃物输出有时对环境影响很大,设计系统时应加以注意。

构造功能除了向主功能输入/输出外,还要承担外部干扰输入,废弃物输出,能量输入和计测、控制信息输入/输出的连接任务。

上述五种内部功能,既可由各自独立的子系统来完成,也可由一个子系统来完成多项功能任务。

1.2.2 机电一体化系统的结构要素

尽管机电一体化系统(产品)主功能不同,结构繁简各异,大体说来,一个较完善的机电一体化系统,应包括以下几个基本要素:机械本体、动力部分、测试传感部分、执行机构、驱动部分、控制及信息处理单元及接口,各要素和环节之间通过接口相联系。

具有智能功能的机电一体化系统(产品)的一个显著特征是:它的内部功能构成与组成要素像一个人的功能构成和组成要素那样完美。图 1-2 为机电一体化系统与人体要素的对照示意图,由此我们可以很好地看出机电一体化系统组成要素及各要素的功能。

下面以数控车床为例,简述机电一体化产品各组成部分的作用。

1. 机械本体部分

基本上是原机械产品的机械结构部分,或者做了改进。数控车床的机械本体部分就是车床的机械结构部分(床身、主轴箱、尾架等)。机械本体就像人的身躯骨架。

2. 动力部分

机电一体化产品的动力部分,就像人体的内脏产生能量来维持人的生命运动一样,为本产品提供能量和动力功能去驱动执行机构。数控车床的主动力主要来自于电能。

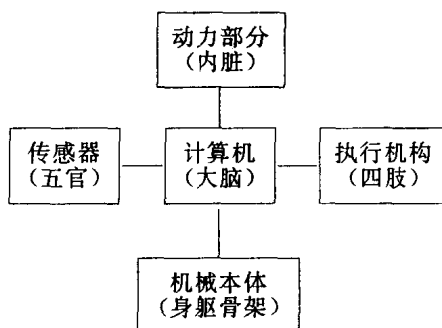


图1-2 机电一体化系统要素与人体要素的对照示意图

3. 计算机部分

计算机在机电一体化产品中的作用正如人的大脑一样,用来进行数值分析、数值计算、数据信息处理,并能发出各种控制指令。这部分除了计算机外还包括输入输出设备、外存储器和显示器等。数控车床中的 CPU 板、CRT 显示器、纸带输入机或键盘及打印机等构成了计算机部分。

4. 传感器部分

传感器在机电一体化产品中的作用相当于人体的五官。它将产品中的某些状态检测出来并送入计算机,或进行状态显示,或进行反馈控制。数控车床刀具的位置状态,用直线感应同步器进行检测。直线感应同步器就是传感器。

5. 执行机构部分

执行机构在机电一体化产品中的作用相当于人体中的四肢,用来完成各种动作。执行机构的工作方式有:液压、气动、电动三种。数控车床刀具的走刀运动就是利用步进电机驱动滚珠丝杆完成。

1.2.3 机电一体化产品分类

机电一体化的应用领域还在不断地扩展,与之相适应的应用面很广,产品种类繁多。按其应用领域的分类概况如图 1-3 所示。

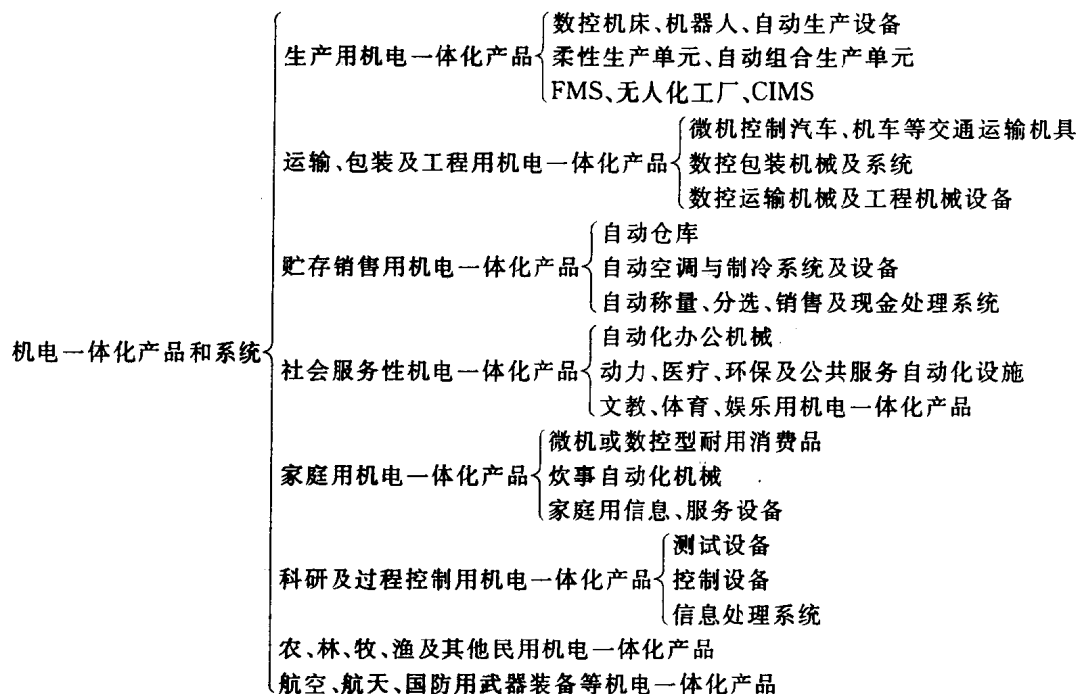


图 1-3 机电一体化产品和系统的分类概况

1.3 机电一体化关键技术

1.3.1 机电一体化相关技术和学科

机电一体化是一门综合交叉的边缘性学科,它所涉及的主要技术和学科如图 1-4 所示。

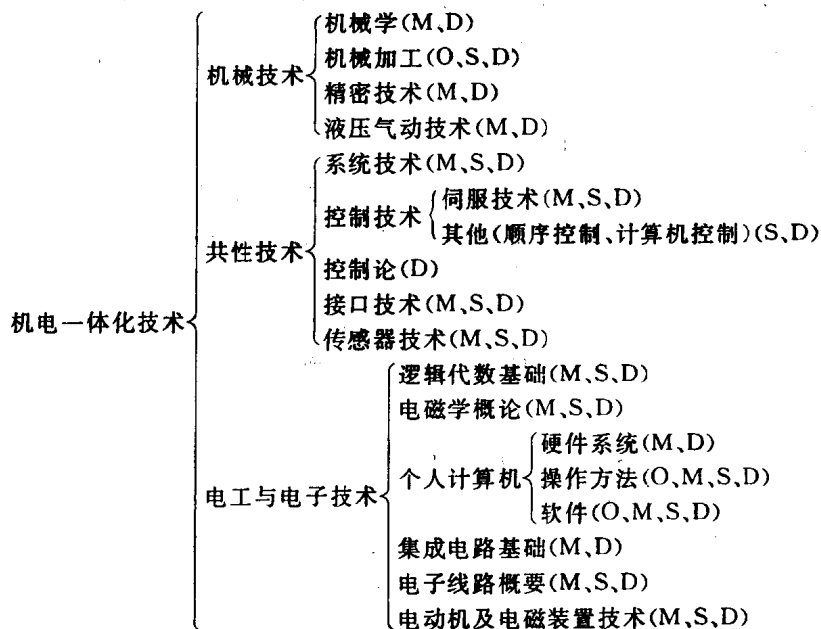


图 1-4 与机电一体化系统有关的技术和学科

注,O——操作员;M——维修技术员;S——系统工程师;D——开发工程师

机电一体化应用领域不同,它所涉及到的单元技术也略有差别。图 1-5 为一般机电一体化系统所涉及到的各单元技术及其相互联系。

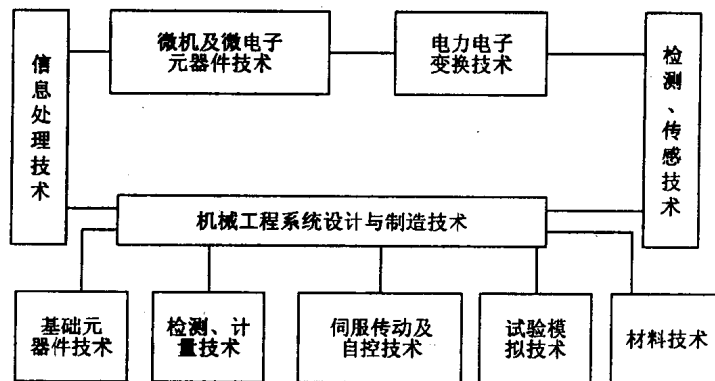


图 1-5 机电一体化系统各单元技术构成

1.3.2 机电一体化关键技术

机电一体化技术是一门发展中的边缘学科技术,是根据生产实际需要,在传统技术的基础上,与一些新技术相结合而发展起来的多学科技术领域综合交叉的技术密集型系统工程。

1. 机械技术

机械技术是机电一体化的基础。随着高新技术引入机械行业,机械技术面临着挑战 and 变革。在机电一体化产品中,它不再是单一地完成系统间的连接,在系统结构、重量、体积、刚性与耐用性方面对机电一体化系统有着重要的影响。机械技术的着眼点在于如何与机电一体化的技术相适应,利用其他高新技术来更新概念,实现结构上、材料上、性能上的变更,满足减少重量、缩小体积、提高精度、提高刚度、改善性能的要求。

在制造过程的机电一体化系统中,经典的机械理论与工艺应借助于计算机辅助技术,同时采用人工智能与专家系统等,形成新一代的机械制造技术。这里原有的机械技术以知识和技能的形式存在,是任何其他技术代替不了的。如计算机辅助工艺规程编制(CAPP)是目前 CAD/CAM 系统研究的瓶颈,其关键在于如何将广泛存在于各行业、企业、技术人员中的标准、习惯和经验进行表达和陈述,从而实现计算机的自动工艺设计与管理。

2. 计算机与信息处理技术

信息处理技术包括信息的交换、存取、运算、判断和决策,实现信息处理的工具是计算机,因此计算机技术与信息处理技术是密切相关的。

计算机技术包括计算机的软件技术和硬件技术、网络与通信技术、数据库技术等。

在机电一体化系统中,计算机与信息处理部分指挥整个系统的运行。信息处理是否正确、及时,直接影响到系统工作的质量和效率,因此计算机应用及信息处理技术已成为促进机电一体化技术发展和变革的最活跃的因素。

人工智能技术、专家系统技术、神经网络技术等都属于计算机信息处理技术。

3. 系统技术

系统技术就是以整体的概念组织应用各种相关技术,从全局角度和系统目标出发,将总体分解成相互有机联系的若干功能单元,以功能单元为 subsystem 进行二次分解,生成功能更为单一和具体的子功能单元。这些子功能单元同样可继续逐层分解,直到能够找出一个可实现的技术方案。深入了解系统内部结构和相互关系,把握系统外部联系,对系统设计和产品开发十分重要。

接口技术是系统技术中一个重要方面,它是实现系统各部分有机连接的保证。接口包括电气接口、机械接口、人-机接口。电气接口实现系统间电信号连接;机械接口则完成机械与机械部分、机械与电气装置部分的连接;人-机接口提供了人与系统间的交互界面。

4. 自动控制技术

自动控制技术范围很广,主要包括:基本控制理论;在此理论指导下,对具体控制装置或控制系统的设计;设计后的系统仿真,现场调试;最后使研制的系统能可靠地投入运行。由于控制对象种类繁多,所以控制技术的内容极其丰富,例如高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、再现、检索等。

由于微型机的广泛应用,自动控制技术越来越多地与计算机控制技术联系在一起,成为机电一体化中十分重要的关键技术。

5. 传感与检测技术

传感与检测装置是系统的感受器官,它与信息系统的输入端相联并将检测到的信号输送到信息处理部分。传感与检测是实现自动控制、自动调节的关键环节,它的功能越强,系统的自动化程度就越高。传感与检测的关键元件是传感器。

传感器是将被测量(包括各种物理量、化学量和生物量等)变换成系统可识别的,与被测量有确定对应关系的有用电信号的一种装置。

现代工程技术要求传感器能快速、精确地获取信息,并能经受各种严酷环境的考验。与计算机技术相比,传感器的发展显得缓慢,难以满足技术发展的要求。不少机电一体化装置不能达到满意的效果或无法实现设计的关键原因在于没有合适的传感器。因此大力开展传感器的研究对于机电一体化技术的发展具有十分重要的意义。

6. 伺服传动技术

伺服传动包括电动、气动、液压等各种类型的传动装置,由微型计算机通过接口与这些传动装置相连接,控制它们的运动,带动工作机械做回转、直线以及其他各种复杂的运动。伺服传动技术是直接执行操作的技术,伺服系统是实现电信号到机械动作的转换装置与部件,对系统的动态性能、控制质量和功能具有决定性的影响。常见的伺服驱动有电液马达、脉冲油缸、步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机。由于变频技术的进步,交流伺服驱动技术取得突破性进展,为机电一体化系统提供高质量的伺服驱动单元,极大地促进了机电一体化技术的发展。

第二章 机电一体化系统中的常用电路

2.1 模拟信号处理电路

2.1.1 基本放大电路

下面仅介绍由运算放大器组成的基本放大器。

1. 反相放大器

信号从反相端输入,输出信号与输入信号反相。图 2-1 是反相放大器电路。

图中 R_F 为反馈电阻, R_1 与 R_F 构成反馈网络, R_2 为静态平衡电阻,其值为 $R_2 = R_1 // R_F$ 。

可从理想放大器的概念出发来分析放大器的性能。因为 $I_i = 0, U_{I+} = U_{I-}$, 故有

$$I_1 = I_F, U_- = U_+ = 0$$

$$\text{而} \quad I_1 = \frac{u_i}{R_1}, I_F = -\frac{u_o}{R_F}$$

于是可求得电压增益

$$A_{Uf} = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{R_F}{R_1} \quad (2-1)$$

因为 $U_- = 0$, 反相端的节点称为虚地点, 电路的输入电阻为

$$r_{if} = R_1 \quad (2-2)$$

反相放大器属电压负反馈电路, 其输出电阻较运算放大器本身的差模输出电阻低得多, 其计算公式为

$$r_{of} = r_o \frac{A_{Uf}}{A_{Uo}} \quad (2-3)$$

2. 同相放大器

信号从同相端输入,输出信号与输入信号同相,电路如图 2-2 所示。

R_1 、 R_F 、 R_2 的作用与反相放大器相同。

利用理想模型的条件,有:

$$U_+ = U_- = u_i$$

$$I_1 = I_F$$

即

$$\frac{u_i}{R_1} = \frac{u_o - u_i}{R_F}$$

故

$$A_{Uf} = \frac{u_o}{u_i} = 1 + \frac{R_F}{R_1} \quad (2-4)$$

同相放大器是电压串联型负反馈放大器,其输入电阻

为

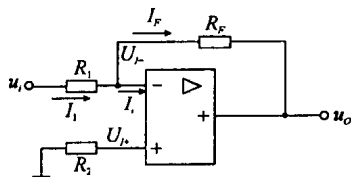


图 2-1 反相放大器

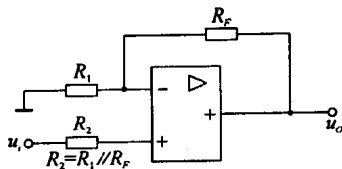


图 2-2 同相放大器