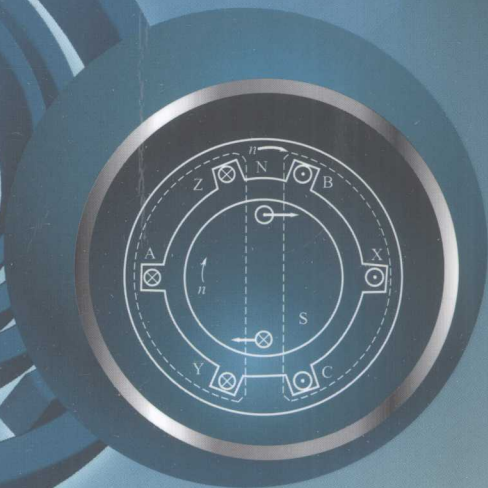
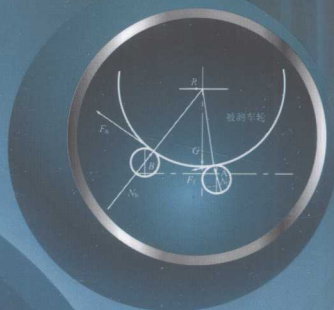
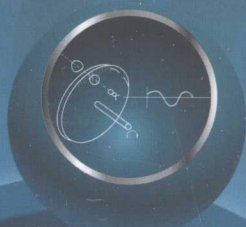


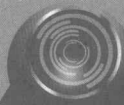
机电一体化技术应用丛书

接口技术

龚捷 主编



化学工业出版社



机电一体化技术应用丛书

接口技术

龚捷 主编

定价：15.00元



化学工业出版社

地址：北京市东城区

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

接口技术/龚捷主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12

(机电一体化技术应用丛书)

ISBN 978-7-122-03767-1

I. 接… II. 龚… III. 机电一体化-接口 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 148886 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 255 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究



【前言】

机械技术向机电一体化方向的发展,不但是机械技术发展本身的需要,而且是现代化装备向大型化、高效化、智能化方向发展的客观需要。现代化生产装备本身是一个多因素关联、协调控制的大系统,一般控制对象具有多个自由度,且需要达到较高的自动化程度,所以不宜采用简单的机械控制系统,而应融合各种控制技术将各个基本机构集中控制,从而实现机械系统中组合机构的功能。

机电一体化作为一个新兴学科引入我国已有很长时间了,但长期以来在进行机电产品设计开发时,往往还是将机械系统与控制系统分成两部分分别进行开发设计,这难免造成机械系统的设计与控制系统的的设计不和谐,机电产品的质量难以提高。

目前,尽管关于电子技术、控制技术方面的书较先进且较多,但在机械设备中如何应用这些成熟技术,对于许多机电一体化专业、机械制造自动化专业的学生和工程技术人员来说还是有一定的难度。

本书是《机电一体化技术应用丛书》中的一册,主要介绍机电一体化接口技术。

本书针对具有扎实的机械设计基础,而对控制系统的实现缺少完备知识背景的机电专业的学生及从事机电产品开发的工程技术人员,着重介绍机电产品中经常需要用到的接口技术,以期使读者在从事机电产品开发时,能够根据产品的功能、用途和特点,采用适宜的接口技术,缩短开发周期,提高机电产品的性价比。在内容安排上着重介绍机电一体化领域涉及的接口技术,同时也给出了如何应用接口技术进行机电产品开发的应用实例;既着眼于先进技术及未来的发展,同时也注重我国当前的国情。

本书共分5章,第1章概述了机电一体化系统的基本概念、基本功能、关键技术,机电一体化系统产品的分类和机电一体化系统设计技术的发展。第2章介绍了检测系统接口电路,主要包括基本信号转换电路、信号放大电路、信号处理电路、稳压电源电路的设计与应用和机电一体化中常用检测装置。第3章介绍了计算机控制接口技术,主要包括机电系统接口微机的选择、模拟量输入通道、模拟量输出通道、数字量输入/输出通道和人机接口技术。第4章介绍了伺服电机驱动控制系统技术,主要包括伺服电机驱动控制系统设计分析、步进电动机控制系统设计、直流电机调速控制系统设计和交流电机伺服驱动控制设计。第5章给出了三个机电一体化设计实例。每章都列举了一个相关接口技术的应用实例。

本书由吉林大学龚捷主编，长春工业大学于微波为副主编，主要参编人员有吉林大学的朱黎辉、冯石柱、侯敬巍、崔玉鑫、宁俏俏、王之新、王晓霞，吉林大学的郝天奇、钱淼、吕凯、庞彦鹏、赵锐等参加了本书插图的绘制和文字校对工作。

由于时间仓促，加之水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

欢迎订阅我社传感器专业图书

书名	定价/元
光机电一体化丛书	
光电传感器及其应用	38
先进传感器及其应用	32
微型传感器及其应用	28
智能传感器及其应用	30
机器人传感器及其应用	35
化学传感器与生物传感器	30
传感器集成电路手册	115

化学工业出版社出版机械、电气、化学、化工、环境、安全、生物、医药、材料工程、腐蚀和表面技术等专业科技图书。如要出版新著，请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录，或要更多的科技图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

地址：(100011) 北京市东城区青年湖南街 13 号 化学工业出版社

编辑：010-64519273



【目 录】

第 1 章 机电一体化系统设计基础知识

1.1 机电一体化系统的基本概念	1
1.1.1 机电系统的特征	1
1.1.2 机电系统工程设计的基本原则	2
1.2 机电一体化系统各组成单元的基本功能	3
1.3 机电一体化系统设计中的关键技术	4
1.3.1 传感器与检测技术	4
1.3.2 信息处理技术	5
1.3.3 自动控制技术	5
1.3.4 伺服驱动技术	6
1.3.5 接口技术	6
1.3.6 机械技术	7
1.3.7 机电系统总体技术	7
1.4 机电一体化系统(产品)的分类	7
1.5 现代机电一体化系统设计技术的发展	8
1.5.1 现代机电一体化系统的发展目标	8
1.5.2 机电一体化技术的发展	9
1.5.3 机械制造过程中的机电一体化发展	10

第 2 章 检测系统接口电路

2.1 概述	11
2.2 基本信号转换电路	12
2.2.1 分压电路	12
2.2.2 差分电路	14
2.2.3 非差分桥式电路	14
2.2.4 调频电路	15
2.2.5 脉冲调宽电路	16
2.3 信号放大电路	16
2.3.1 高输入阻抗放大器	16

2.3.2	高共模抑制比放大器	17
2.3.3	小信号双线变送器	20
2.3.4	隔离放大器	21
2.3.5	可变增益放大器	22
2.3.6	电荷放大器	24
2.4	信号处理电路	25
2.4.1	信号滤波器	25
2.4.2	绝对值检测电路	36
2.4.3	峰值保持电路	37
2.4.4	调制与解调电路	38
2.4.5	电压比较电路	45
2.4.6	电压/电流转换电路	47
2.4.7	频率/电压变换电路	50
2.5	稳压电源电路的设计与应用	51
2.5.1	W7800(W7900)系列集成稳压电源设计	51
2.5.2	W317(W337)集成稳压电源设计	55
2.6	机电一体化中常用检测装置	57
2.6.1	差分变压器	58
2.6.2	光栅传感器	59
2.6.3	光电编码器	63
2.6.4	旋转变压器	64
2.6.5	感应同步器	67
2.6.6	自整角机	70
2.6.7	速度传感器	74
2.6.8	力、力矩传感器	76
2.7	应用实例	78
2.7.1	12路应变传感器放大电路设计	78
2.7.2	带数据采集功能的动态电阻应变仪	80

第3章 计算机控制接口技术

3.1	概述	83
3.1.1	计算机控制系统的组成及特点	83
3.1.2	计算机的过程输入输出通道	84
3.1.3	过程通道接口设计应考虑的问题	85
3.2	机电系统接口微机的选择	86
3.2.1	单板机和单片微机控制系统	86

3.2.2	普通 PC 机组成的控制系统	87
3.2.3	工业 PC 控制机	87
3.2.4	STD 总线控制系统	88
3.2.5	可编程控制器	88
3.3	模拟量输入通道	90
3.3.1	模拟量输入通道的组成	90
3.3.2	多路开关	90
3.3.3	采样保持器	96
3.3.4	A/D 转换器	97
3.3.5	模拟量输入通道模板举例	113
3.4	模拟量输出通道	115
3.4.1	模拟量输出通道的结构形式	115
3.4.2	D/A 转换器及其接口技术	116
3.4.3	D/A 转换器的输出方式	122
3.4.4	模拟量输出通道模板举例	124
3.5	数字量输入/输出通道	126
3.5.1	光电隔离技术	126
3.5.2	数字量输入接口技术	127
3.5.3	数字量输出接口技术	130
3.5.4	数字(开关)量输入/输出通道模板举例	138
3.6	人机接口技术	139
3.6.1	键盘接口技术	139
3.6.2	LED 显示器及其接口技术	145

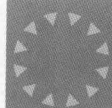
第 4 章 伺服电机驱动控制系统技术

4.1	伺服电机驱动控制系统设计分析	151
4.1.1	电机驱动控制系统的特点	151
4.1.2	伺服驱动控制系统设计的基本要求	152
4.1.3	伺服驱动控制系统设计的基本原则	153
4.2	步进电动机控制系统设计	154
4.2.1	步进电动机的工作原理	154
4.2.2	步进电动机的控制系统设计	155
4.2.3	步进电动机的选用方法	159
4.2.4	步进电动机控制系统设计方法	160
4.2.5	实例: 步进电动机控制应用举例	162
4.3	直流电机调速控制系统设计	164

4.3.1	直流电机的调速原理及特点	164
4.3.2	直流电机的机械特性	165
4.3.3	晶体管脉宽直流调速系统	166
4.3.4	实例：直流电机调速应用举例	174
4.4	交流电机伺服驱动控制设计	176
4.4.1	三相异步电机结构及调速方法	177
4.4.2	变频调速控制器	178
4.4.3	交流电机伺服驱动控制	178
4.4.4	实例：交流调速应用举例	180

第 5 章 机电一体化设计实例

5.1	实例：动量矩定理演示仪电路设计	181
5.1.1	隔离的 RS-485 驱动	181
5.1.2	键盘、显示器接口	183
5.1.3	传感器信号放大与 A/D 转换电路设计	185
5.1.4	位置检测电路设计	185
5.2	实例：使用 ADuC845/847 组成的高分辨率数字电子秤	187
5.2.1	系统组成	187
5.2.2	电源电路	187
5.2.3	供桥及基准电源	187
5.2.4	传感器连接与数据采集	189
5.2.5	键盘显示系统	190
5.2.6	与上位机通信	191
5.3	实例：制动试验台电机控制电路设计	191
5.3.1	接近开关及接口电路	193
5.3.2	转速测试传感器及测试原理	194
5.3.3	电机控制电路	196
5.3.4	控制板电路原理图	200
参考文献		201



第1章

机电一体化系统设计基础知识

(4) 环境适应性 机电系统总是存在并运用到一个特定的工作环境中, 与环境不断进行物质、能量、信息的交换。设计任何系统都必须适应不同环境工作要求。

1.1.2 机电系统工程设计的基本原则

机电系统工程是更好地达到系统设计目标, 而对系统的构成要素、组织结构、信息传输和控制机理等进行理论分析与综合设计的技术; 机电系统工程也是一门把已有各学科分支中的先进技术, 最佳地组合起来用以解决综合性的工程设计问题的技术。由于机电系统工程是研究系统共性的跨学科的设计方法性技术, 那么它在研究和处理任何技术性问题时都应遵循以下基本原则。

(1) 整体性原则 也就是说要把机电系统当作一个整体, 应具有整体大于其各部分的总和的思想, 这就准确地反映了整体性原则的本质。整体大于其各部分的总和不是一种量与量之间的换算, 而是一种质变, 各部分组成系统后, 形成了系统的整体性能, 实现了新的功能及作用。

(2) 综合性原则 任何机电系统都具有多方面的特性, 涉及多方面的技术知识。综合性原则就是要把这些特性和所应用的设计知识综合起来加以研究和利用, 不能顾此失彼, 因小失大。应充分发挥系统中各个单元的作用, 达到满足系统的综合技术要求。

(3) 科学性原则 在处理设计问题时应按照科学的顺序和步骤进行, 环环相扣, 并不断通过信息反馈加以分析、检查、改进, 且尽量使用定量方法。充分利用当代先进的科学技术, 根据设计要求, 开发创造新的设计理论, 新的设计方法, 充分地应用到系统设计中。建立系统模型和进行优化设计是按科学性原则处理设计系统问题的主要工作。

根据机电系统的设计原理可知, 总可以把所设计的各种简单和复杂的设备或产品看成一个系统, 因而可运用机电系统工程的方法去分析和设计。机电一体化系统就是应用机电系统工程的方法设计出的产品或设备, 其突出的特点是: 构成机电一体化系统的单元一般包括机、电、液、磁、光、计算机等单元, 且这些单元之间存在着有机的组织与结合, 以实现该系统功能的整体最佳化。

机电一体化系统可分为两大类: 一类是以机械为主体的机电系统, 另一类是以电子为主体的机电系统。它们的实体部分, 主要是由机械部分与电子部分组成, 又通过信息技术和测控技术把这些部分有机地结合在一起, 从而构成更为先进的产品。按照系统分析的观点, 机电一体化系统在设计过程中, 是将机械部分与电子部分融合在一起进行通盘考虑的, 哪些功能应采用机械部分实现, 哪些功能应采用电子部分或其他更恰当的部分实现, 在设计中必须根据实际要求确定。可以说, 机电一体化系统设计是机电系统工程学在机械电子领域中的具体运用。机电一体化系统设计正是这种应用的结果。



性、高稳定性的各种电源将得到更广泛的应用。液压源、气压源在许多子系统设计中同样得到广泛应用。

(6) 执行单元功能 在机电一体化系统设计中,执行单元是实现控制的关键。它包括各种电动机,带动机械负载完成各种动作,各种电磁开关,完成多种参数的控制。所以,执行单元必须与驱动单元匹配,提高控制精度及控制的可靠性。应在提高刚度,减轻质量,实现组件化、标准化和系列化等方面开发各种新型执行单元。随着机电一体化系统设计向微型化发展,执行单元正向微型化、集成化、高精度方向发展。

(7) 接口单元功能 将机电一体化系统各组成部分连接起来的元件或电路称为接口。接口设计应采用同一标准规格,这不仅给信息传输和维修带来方便,而且可以简化设计。采用标准接口可使成本降低,最基本的要求是输入输出接口要标准,特别是计算机系统,输入输出硬件必须采用标准化接口。软件的设计与硬件接口设计必须采用标准化方式。计算机输出信号要实现多参数控制,必须通过接口电路实现各种状态控制。在设计机电一体化系统或设备时接口单元设计要合理,前后单元要实现最佳匹配。

1.3 机电一体化系统设计中的关键技术

机电一体化技术是多学科技术领域综合交叉,用以解决综合性工程问题的技术,利用机电一体化技术能设计出更好的机电一体化系统或设备。机电一体化系统设计的关键技术也是多学科的。所以,对于机电一体化系统设计者,先要掌握一般产品的设计知识,更要掌握现代机电一体化系统设计的关键技术,开发出各种先进的系统单元及机电产品。大力发展机电一体化技术的关键技术,包括传感器与检测技术、电子技术、信息处理技术、伺服驱动技术、计算机控制技术、接口技术、精密机械技术及机电系统总体技术等。

1.3.1 传感器与检测技术

传感器技术是机电一体化的关键性技术。机电一体化系统或产品的柔性化、功能化和智能化都与传感器的品种多少、性能好坏、结构尺寸密切相关。传感器技术自身就是一门多学科、知识密集的应用技术。传感器新原理、新材料及加工制造装配技术是传感器开发研究的三个重要内容。作为一个检测装置,传感器的发展正进入集成化、智能化、高精度、微型化、多功能研究阶段。把传感器信号放大电路、信号转换电路、信号处理电路集成在一起,就构成了信息型传感器。若再把微处理器集成到信息型传感器芯片上,就构成了智能型传感器。例如压阻式智能型传感器、加速度式智能型传感器等已应用到机电一体化系统或产品的设



计中。传感器技术的发展与微电子技术、计算机技术的迅速发展相比较,传感器无论是种类、数量,还是性能、规格等仍不能满足生产、科研与人民生活的需

展较早，且已应用在工程上，比较成功地解决了诸如伺服及自动控制系统的实际应用问题。

随着科学技术的发展和工程设计需要而发展起来的现代控制技术主要以状态空间法为基础，研究多参数输入、多参数输出、变参数、非线性、高精度等控制系统的分析和设计问题。最优控制、最佳滤波、系统识别、自适应控制等都是这个领域研究的主要课题。近年来由于计算机技术和现代应用数学研究的快速发展，促进了现代控制技术及机电系统控制设计等领域的发展。

在机电一体化系统设计中，诸如高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、再现、实时控制等自动控制技术是重要的关键技术。现代控制理论的工程化与实用化以及优化控制模型的建立、复杂控制系统的模拟仿真、自诊断监控技术及容错技术，多参数、多功能控制软件设计技术等都是进一步开发研究的课题。以上多项技术的研究成功将为机电一体化系统的优化设计提供优良的控制单元。

1.3.4 伺服驱动技术

伺服系统是实现电信号到机械动作的控制转换系统，对机电一体化系统的动态性能，控制质量和功能具有决定性的影响。伺服传动装置是伺服系统的一部分，主要包括伺服驱动器和伺服机械传动装置两个内容。常见的伺服驱动器有液压电机、脉冲油缸、步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机等。几年来变频技术的迅速发展，使交流伺服传动技术取得了突破性进展，成为机电一体化系统高精度的驱动单元。伺服机械传动装置落后于驱动器的发展，虽然已有一些较成功的技术和产品但仍满足不了机电一体化系统的设计需求，深入研究伺服机械传动技术，用伺服机械传动代替传统的机械传动，是机电一体化技术对传统机械系统进行改造更新的必然结果。为了提高直流伺服电机的控制性能、速度与转矩特性的稳定性，交流电机系统的变频调速和电流逆变技术，电磁铁的体积减小，工作可靠问题；液压与气动执行机构的精度、响应速度等技术问题都是机电一体化系统设计中必须研究的关键技术。

1.3.5 接口技术

机电一体化系统是机械、电子和信息等性能不同的技术有机地结合一体的集合系统，其构成单元或子系统之间的接口极其重要。从系统整体看，机电一体化系统是通过许多接口将各组成单元的输入/输出联系为一体的系统。接口技术包括电路单元匹配、信息传输和计算机输入及软硬件最佳组合、计算机输出信号转换等。因此，系统组成各个单元及各个系统之间的接口性能就成为系统性能好坏的决定性因素。多数的机电一体化系统的设计其实就是接口技术设计。深入研究接口技术是十分重要的。

