



机械专业卓越工程师教育培养精品教材系列

机械自动化器件 及其应用

要义勇 主 编



科学出版社

机械专业卓越工程师教育培养精品教材系列

机械自动化器件及其应用

要义勇 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本课程是一门讲授机械制造领域中以机械运动参数控制和生产过程的工艺参数控制为主线的专业课程。本书阐述了典型自动控制系统中的执行驱动技术(步进电机、直流电机、交流变频电机和伺服电机等),测量传感器的检测技术,以及基于板卡+计算机集中控制、PLC、智能仪表和数控系统四大类控制技术的基本原理、控制方法和典型应用。

本书可作为普通高等院校自动化控制类、能源动力类和机械类学生的教学用书,也可供自动化与机电一体化专业教师、电气系统设计与工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械自动化器件及其应用/要义勇主编. —北京:科学出版社,2014.2

机械专业卓越工程师教育培养精品教材系列

ISBN 978-7-03-039489-7

I. ①机… II. ①要… III. ①自动化器件-教材 IV. ①TP21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 314957 号

责任编辑:毛 莹 张丽花 / 责任校对:张怡君

责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 2 月第一次印刷 印张:19

字数:485 000

定价:43.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

自动化技术是在变化的工业环境中,根据实际问题,变换技术方案,优化控制系统,改变控制,减小偏差,接近目标,从而提高生产效率,降低生产难度,减轻劳动强度,保证产品在制造过程中的产品质量。本书希望读者能够学会用,学会选,学会变,学会应用变换的思维解决实际问题。

全书分为 10 章,涉及自动化器件的单元技术、自动化系统的集成技术和自动化理论体系三个领域,涉及自动化过程的自动化检测器件、自动化驱动器件和自动化控制器件三个方面。本书以机械运动参数和工艺过程参数的测量与控制为主线,主要针对各类生产线设备的机械位移、位置定位、运动速度、运动顺序、加速度和工艺要求的压力、流量、液位、温度以及力等控制目标,培养学生分析并选择合理的自动化器件,编写典型的测量与控制方案,进行自动化系统“举一反三”的类比设计、“创新组合”的新产品开发设计以及“功能齐全”的满足工业现场实际要求的工程设计,最终搭建典型测量与控制系统等能力。书中阐述了自动化系统集成技术中的人机交互组态界面、安全防护技术、抗干扰电路和现场总线技术,列举了大量的应用案例。本书配有免费电子课件,可供任课教师参考。

本书在西安交通大学的“十二五”规划教材建设中获得立项和资助。在本书编写过程中,采用了大量的前人成果,部分已在参考文献中列出,限于篇幅还有很多成果没有列举出来,在此对这些作者和提供者表示衷心的感谢;同时,在教材内容、顺序、层次和体系结构等方面的编写过程中,还得到了西安交通大学机械工程学院经验丰富的老前辈、专家和教学指导委员会老师以及相关高校同行的指导和大力支持,对此表示诚挚的感谢;另外,在本书出版过程中科学出版社领导和编辑给予了大力支持,并付出了大量辛勤而细致的劳动,在此向他们表示真挚的谢意。

由于教学经验不足和水平有限,书中若有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月于西安交通大学西花园

目 录

前言

第 1 篇 机械自动化器件原理与应用基础(基础篇)

第 1 章 机械自动化器件概述	2	2.4.3 电涡流接近开关的基本应用	23
1.1 自动化技术综述	2	2.5 光电开关的基本原理及应用	25
1.1.1 自动化技术的定义	3	2.5.1 光电开关的分类	25
1.1.2 自动化系统构成	4	2.5.2 光电开关的基本原理	26
1.1.3 工业自动控制系统基本类型	4	2.5.3 光电开关的基本应用	26
1.2 自动化技术的发展趋势	5	2.6 光电传感器的基本原理及应用	28
1.3 机械自动化技术的体系结构	6	2.6.1 光电传感器的分类	28
1.4 自动化器件的技术要求	7	2.6.2 光电传感器的基本原理	29
思考题	8	2.6.3 光电传感器的基本应用	29
第 2 章 自动化测量输入类器件原理及 应用	9	2.7 光电编码器的基本原理及应用	32
2.1 自动化测量输入类器件综述	9	2.7.1 光电编码器的分类	32
2.1.1 自动化测量系统构成	9	2.7.2 光电编码器的基本原理	33
2.1.2 自动化测量技术的发展趋势	10	2.7.3 光电编码器的基本应用	34
2.1.3 自动化测量输入类器件的分类	11	2.8 光栅传感器的基本原理及应用	38
2.1.4 自动化测量输入类器件的特征 指标	12	2.8.1 光栅传感器的分类	38
2.1.5 自动化测量输入类器件的选用 原则	13	2.8.2 光栅传感器的基本原理	39
2.2 开关信号输入器件的基本原理及 应用	14	2.8.3 光栅传感器的基本应用	42
2.2.1 开关信号输入器件的分类	14	2.9 电容式位移传感器的基本原理及 应用	44
2.2.2 开关信号输入器件的基本原理	15	2.9.1 电容式位移传感器的分类	44
2.2.3 开关信号输入器件的基本应用	16	2.9.2 电容式位移传感器的基本原理	44
2.3 霍尔开关的基本原理及应用	18	2.9.3 电容式位移传感器的基本应用	47
2.3.1 霍尔开关的分类	18	2.10 电感式位移传感器的基本原理及 应用	49
2.3.2 霍尔开关的基本原理	18	2.10.1 电感式位移传感器的分类	49
2.3.3 霍尔开关的基本应用	19	2.10.2 电感式位移传感器的基本原理	50
2.4 电涡流接近开关的基本原理及 应用	21	2.10.3 电感式位移传感器的基本应用	53
2.4.1 电涡流接近开关的分类	21	2.11 旋转变压器的基本原理及 应用	55
2.4.2 电涡流接近开关的基本原理	21	2.11.1 旋转变压器的分类	55
		2.11.2 旋转变压器的基本原理	55
		2.11.3 旋转变压器的基本应用	58

2.12 应变式压力传感器的基本原理及应用.....	60	3.2.4 三相同步电机的基本原理及应用.....	101
2.12.1 应变式压力传感器概述.....	60	3.2.5 直流电机的基本原理及应用.....	105
2.12.2 应变式传感器的基本原理.....	60	3.3 步进电机的基本原理及应用.....	110
2.12.3 应变式传感器的基本应用.....	64	3.3.1 步进电机的分类.....	110
2.13 超声波流量传感器的基本原理及应用.....	66	3.3.2 步进电机的基本原理.....	111
2.13.1 超声波流量传感器的分类.....	66	3.3.3 步进电机的驱动原理.....	113
2.13.2 超声波流量传感器的基本原理.....	67	3.3.4 步进电机的运行特性及性能指标.....	118
2.13.3 超声波流量传感器的基本应用.....	68	3.3.5 步进电机的基本应用.....	119
2.14 热电阻温度传感器的基本原理及应用.....	70	3.4 变频驱动器件的基本原理及应用.....	121
2.14.1 热电阻温度传感器的分类.....	70	3.4.1 变频驱动器件的分类.....	121
2.14.2 热电阻温度传感器的基本原理.....	71	3.4.2 变频驱动器件的基本原理.....	123
2.14.3 热电阻温度传感器的基本应用.....	74	3.4.3 通用正弦脉宽调制(SPWM)控制原理.....	127
2.15 热电偶温度传感器的基本原理及应用.....	76	3.4.4 空间电压矢量脉宽调制(SVPWM)控制模式.....	129
2.15.1 热电偶温度传感器的分类.....	76	3.4.5 变频驱动器件的位置/速度控制方法.....	132
2.15.2 热电偶温度传感器的基本原理.....	76	3.4.6 变频驱动器件的参数设置.....	133
2.15.3 热电偶温度传感器的基本应用.....	80	3.4.7 变频驱动器件的基本应用.....	136
2.16 信号变送器.....	82	3.5 伺服电机的基本原理及应用.....	139
2.16.1 信号变送器的分类.....	82	3.5.1 伺服电机的分类.....	139
2.16.2 信号变送器的基本原理.....	83	3.5.2 永磁交流伺服电机的基本原理及特点.....	141
2.16.3 信号变送器的基本应用.....	85	3.5.3 永磁直流伺服电机的基本原理及特点.....	143
思考题.....	86	3.5.4 伺服电机的控制方法.....	144
第3章 自动化执行器件原理及应用.....	87	3.5.5 伺服电机的参数设置.....	147
3.1 自动化执行器件综述.....	87	3.5.6 伺服电机的基本应用.....	150
3.1.1 执行器件的作用.....	87	思考题.....	154
3.1.2 执行器件的分类.....	88	第4章 自动化控制器件原理及应用.....	155
3.1.3 执行器件的组成.....	90	4.1 自动化控制器件综述.....	155
3.1.4 执行器件的性能对比.....	91	4.1.1 控制器件的作用.....	155
3.1.5 自动化执行器件的驱动形式.....	91	4.1.2 控制器件的组成.....	156
3.1.6 自动化驱动技术的发展趋势.....	92	4.1.3 自动化控制技术的发展趋势.....	156
3.1.7 执行器件的一般要求.....	92	4.1.4 自动化控制类器件的分类.....	157
3.2 典型驱动电机的基本原理及应用.....	92	4.1.5 控制器件的一般要求.....	159
3.2.1 典型驱动电机的一般原理概述.....	92	4.1.6 自动化控制器件的特征指标.....	159
3.2.2 单相电机的基本原理及应用.....	96		
3.2.3 三相异步电机的基本原理及应用.....	97		

4.1.7 控制器件的选用原则	160	4.4.3 数控系统的基本应用	201
4.2 智能仪表的基本原理及应用	160	4.5 计算机控制系统的基本原理及	
4.2.1 智能仪表的分类	160	应用	202
4.2.2 智能仪表的基本原理	160	4.5.1 计算机控制系统的分类	202
4.2.3 智能仪表的基本应用	170	4.5.2 基于板卡的计算机控制系统的基本	
4.3 PLC 控制器的基本原理及		原理	204
应用	172	4.5.3 基于网络的计算机控制系统的基本	
4.3.1 PLC 控制器的分类	172	原理	207
4.3.2 PLC 控制器的基本原理	175	4.5.4 计算机控制系统的对比	209
4.3.3 PLC 控制器的基本应用	186	4.5.5 基于板卡的计算机控制系统	
4.4 数控系统的基本原理及应用	193	应用	212
4.4.1 数控系统的分类	193	思考题	215
4.4.2 数控系统的基本原理	196		

第 2 篇 机械自动化器件应用系统设计(设计篇)

第 5 章 机械自动化器件应用系统		5.3 机械自动化应用系统设计中器件	
设计	218	选择原则	243
5.1 机械自动化应用系统设计		思考题	243
综述	218	第 6 章 现场总线技术原理及应用	244
5.1.1 机械自动化应用系统设计的		6.1 现场总线技术综述	244
作用	218	6.1.1 现场总线控制器件的分类	244
5.1.2 机械自动化应用系统设计的		6.1.2 现场总线技术的发展	244
原则	219	6.1.3 基于现场总线技术的控制系统	
5.1.3 机械自动化应用系统的设计阶段		要求	247
划分	219	6.2 现场总线技术的基本原理	247
5.2 机械自动化系统设计的基本		6.2.1 现场总线控制系统的基本	
内容	220	原理	247
5.2.1 机械自动化应用系统功能需求		6.2.2 现场总线 HART 协议简介	248
分析	220	6.2.3 现场总线 PROFIBUS 协议	
5.2.2 机械自动化应用系统总体方案		简介	249
设计	220	6.2.4 现场总线 CAN 协议简介	251
5.2.3 机械自动化器件的表达	221	6.2.5 现场总线 LonWorks 协议	
5.2.4 机械自动化应用系统的电路图绘		简介	252
制方法	223	6.2.6 MODBUS 协议简介	253
5.2.5 典型电气控制环节原理图		6.3 基于现场总线的分布数字型数	
设计	226	据采集与控制系统应用	253
5.2.6 机械自动化应用系统详细		思考题	256
设计	234	第 7 章 人机界面组态技术原理及	
5.2.7 机械自动化应用系统设计		应用	257
标准	242		

7.1 人机界面组态技术综述·····	257	8.2.8 接地技术·····	279
7.1.1 组态软件的特点·····	257	8.3 软件抗干扰技术·····	282
7.1.2 人机界面开发平台对比·····	258	思考题·····	283
7.1.3 人机界面组态软件的五大组成 部分·····	258	第9章 自动化系统故障诊断与排除 ···	284
7.1.4 人机界面组态软件的一般 要求·····	259	9.1 自动化系统故障诊断技术 综述·····	284
7.2 人机界面组态软件设计·····	259	9.2 自动化系统故障分类·····	284
7.2.1 人机界面组态软件设计的三个 方面·····	259	9.3 自动化系统故障诊断原则和 方法·····	286
7.2.2 人机界面组态软件的结构·····	260	9.4 自动化系统故障诊断技术 发展·····	288
7.2.3 人机界面组态软件设计·····	260	思考题·····	288
7.3 人机界面组态软件的应用·····	265	第10章 自动化常用低压器件选型 ·····	289
思考题·····	266	10.1 自动化常用低压器件选型 综述·····	289
第8章 自动化系统抗干扰原理及 应用 ·····	267	10.1.1 自动化常用低压器件分类·····	289
8.1 自动化系统抗干扰技术 综述·····	267	10.1.2 自动化常用低压器件选型 原则·····	290
8.1.1 干扰的来源·····	267	10.2 自动化常用低压器件选型···	290
8.1.2 干扰进入自动化系统的耦合 方式·····	267	10.2.1 按钮类和开关类器件选型·····	290
8.2 自动化系统抗干扰技术·····	269	10.2.2 接触器选用·····	292
8.2.1 信号的共模干扰抑制技术·····	270	10.2.3 中间继电器的选用·····	292
8.2.2 信号的串模干扰抑制技术·····	271	10.2.4 时间继电器的选用·····	292
8.2.3 长距离传输干扰的抑制抗干扰 技术·····	272	10.2.5 热继电器的选用·····	293
8.2.4 信号线的选择与铺设·····	274	10.2.6 固态继电器选用·····	293
8.2.5 电源技术·····	275	10.2.7 断路器选用·····	294
8.2.6 屏蔽技术·····	276	10.2.8 熔断器选用·····	294
8.2.7 滤波技术·····	278	10.2.9 电机选用·····	294
参考文献 ·····	296	思考题·····	295

第 1 篇 机械自动化器件 原理与应用基础

（基础篇）

第 1 章 机械自动化器件概述

1.1 自动化技术综述

在机械制造行业中,自动化技术主要是针对产品的制造过程,通过机械装备把原材料变成产品,特别是大批量生产模式下,采用一系列提高生产效率或者制造精度的自动化技术。

在实际产品生产中,工业自动化技术的主要目的和作用就是满足生产过程的机械动作时间、动作顺序和工艺状态的要求,在制造装备的运动参数和工艺参数两个方面实现自动化控制,提高生产效率,降低生产难度,减轻劳动强度,从而保证制造过程中的产品质量。

制造的定义:1990 年国际生产工程学会定义——“制造是一个涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动和工作的总称。”

工业自动化技术的定义:是传统制造技术不断吸收机械、电子、信息、材料、能源以及现代化管理等领域的成果,将其综合应用于产品生产、设计、装配、检测、管理和售后服务全过程的结果。它是制造技术的最新发展阶段,是制造技术与现代高新技术结合而产生的完整的技术群。

1. 现代制造型企业对工业自动化技术的需求

在市场竞争中,制造型企业为了生存和发展,都投入了大量的人力、财力和物力,保持一定的竞争优势,其两个关键就是:第一,提高制造产品其本身的创新设计能力,即产品的竞争能力,从传统的产品制造转变为现代的产品创造。通过现有产品的改进和新产品的研发,提高企业产品的差异化水平,更好地细分市场,满足客户需求,赢得更多的市场;第二,提高生产产品的制造能力和管理水平,即制造产品的敏捷能力,从传统的制造转变为现代的产品智造,提高制造过程的智能化水平,如图 1-1 所示,表现为以下几个方面。

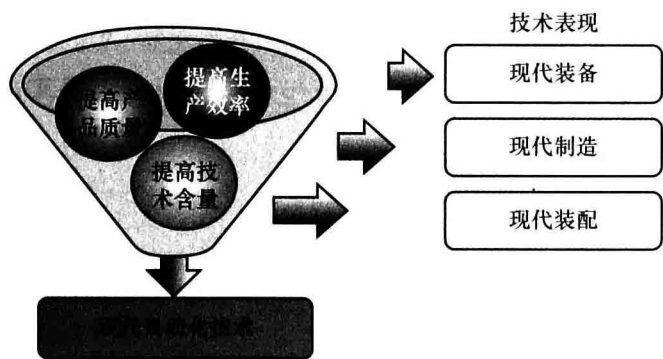


图 1-1 现代制造型企业对工业自动化技术的需求

(1) 针对单机制造装备的智能化,通过制造装备本身能力的提升,大力应用数控技术、计算机技术和控制理论,从而提高生产效率、提高产品质量和提高技术含量。

(2) 针对制造过程和装配过程中生产线/制造系统的成套化和数字化,通过配置和完善制造/检测/物流设备构成的自动化系统,大力应用成组技术、柔性制造技术和大规模定制技术,进一步提高

生产线的适应能力。

(3) 针对制造过程管理的信息可视化和可控化,通过制造执行过程的高效运行和过程改进,大力应用信息融合技术、库存管理信息技术和虚拟制造技术,向生产管理要效益,进一步挖

掘制造过程的潜力,进一步提高生产效率,提高产品品质和提高技术含量。

(4) 针对企业资源管理的网络化和集成化,通过企业运作的科学化和业务流程的优化,大力应用物料管理 MRP II 技术、业务流程重构 BPR 技术和资源管理 ERP 技术,进一步提高市场响应能力。

2. 自动化技术的应用领域

自动化技术的进步推动了工业生产的飞速发展,尤其是在石油、化工、冶金、轻工业等行业,由于采用自动化仪表和集中控制装置,促进了连续生产过程自动化的发展,大大提高了劳动生产率。其典型应用如图 1-2 所示。

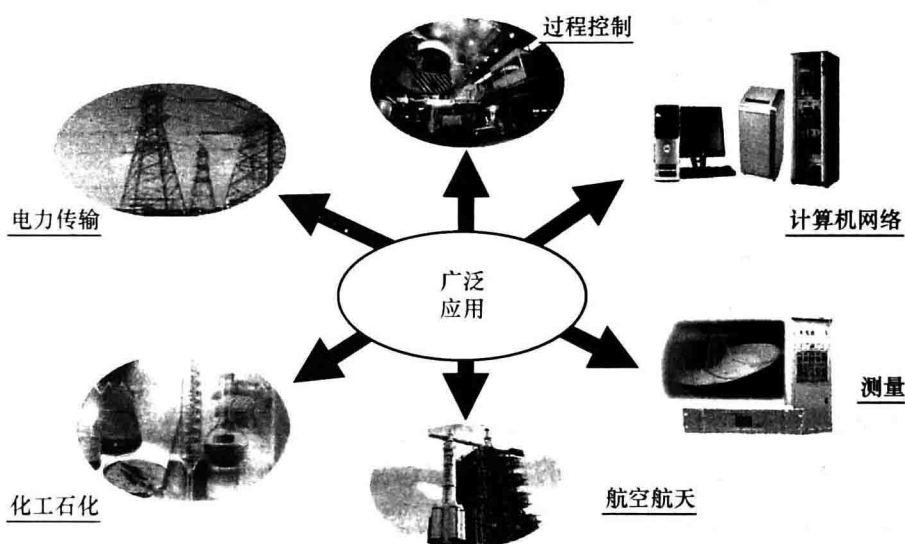


图 1-2 自动化技术的应用领域

1.1.1 自动化技术的定义

自动化技术就是实现产品制造的自动化过程中采用的方法和技术。

(1) 自动化技术是涉及机械、微电子、网络、信息、控制理论和计算机等技术领域的一门综合性技术。

(2) 自动化技术促进了工业进步,如今已经被广泛应用于机械制造、电力、建筑、交通运输、信息技术等领域,成为提高劳动生产率的主要手段。

(3) 工业自动化技术是机器设备或生产过程在不需要人工直接干预的情况下,按预期的目标实现测量、加工、操纵等信息处理和过程控制的统称。

(4) 工业自动化技术就是以工业生产中的各种参数为控制目的,实现各种过程控制,在整个工业生产中,尽量减少人力的操作,而能充分利用各种能源与信息来进行生产,称为工业自动化生产。

总之,自动化技术是一门综合性技术,它和控制论、信息论、系统工程、计算机技术、电子学、液压气动技术及自动控制技术等都有着十分密切的关系,其中控制理论和计算机技术对自动化技术的影响最大。

1.1.2 自动化系统构成

实际中典型自动化系统由控制器、A/D、D/A、执行器、传感器和对象组成,如图 1-3 所示。可以看出,自动化系统通过人机接口进行指令信息输入,计算对象的状态信息和指令信息的偏差,再通过信息的处理和信息的控制,调整对象的状态和动作,始终将对象保持在理想的状态。自动化系统分为信息层和物质能量层两个层面,涉及信息获取、信息传输、信息处理和信息应用,表现为以下几个方面。

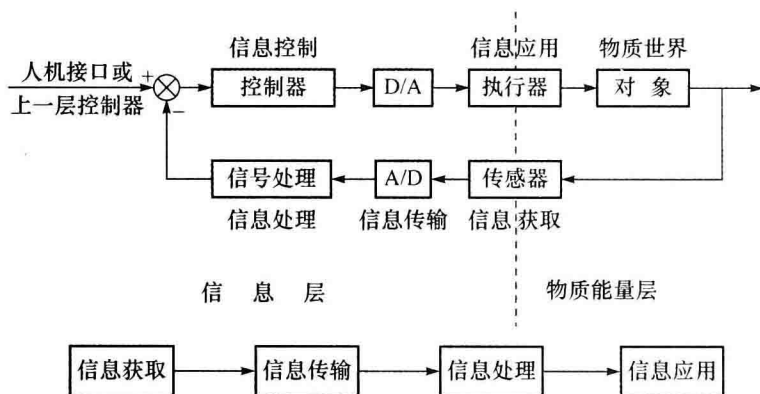


图 1-3 自动化系统构成

(1) 自动控制:是指在无人直接参与的情况下,利用控制装置使被控对象的某一个物理量(运动参数、工艺参数)自动地按照预定的规律运行。

(2) 控制系统:是指为实现某一控制目标所需要的物理部件的硬件及软件的有机组合。

(3) 自动控制理论:是指以反馈控制理论为基础的古典控制理论(单输入、单输出),以状态空间为基础的现代控制理论(多输入、多输出),以及以模糊控制和神经网络为代表的智能控制理论(不需精确数学模型),其实质就是控制系统实现自动控制。

1.1.3 工业自动控制系统基本类型

1. 从自动化系统的控制原理来分类

(1) 顺序控制系统:是指按照预先规定的时间顺序(或逻辑关系),逐步对各设备或对象进行控制,如电梯的运行控制等。

(2) 过程控制系统:是指对工业生产过程中的各工艺物理量(如温度、压力、液位等)进行闭环控制,使其按照要求的规律变化,如锅炉的温度和压力控制等。

(3) 运动控制系统:是指控制运动物体的运动参数(如转速或位置等),使其按照要求的运动规律变化,如调速系统、位置随动系统、机床控制的点位控制等。

(4) 监控系统:是指对生产过程中的运行参数和工艺参数进行采集、显示、记录或报警,如故障诊断等是自动化技术的重要组成部分。

2. 从自动化系统的网络结构来分类

(1) 集中型计算机控制系统:通过网络,采用专用计算机集中处理工业控制问题(如进行数据采集、数据处理、过程监视等)。

(2) 多级计算机控制系统:通过网络,采用多级计算机控制系统,分别处理不同自动化过

程或者自动化系统中机械设备的工业控制问题。

(3) 集散型计算机控制系统:通过网络,采用分布计算机控制系统,将与现场设备打交道和需要进行实时处理的功能分散到前端计算机上,而中央计算机只负责控制系统的管理工作,实现集中管理,分散控制,提高整个系统的可靠性。因此,这种系统是自动化技术的发展趋势。

(4) 计算机集成综合系统:通过网络,采用分布计算机控制系统,将中央计算机与工厂办公室自动化系统连接起来,使工厂制造与办公室、实验室、仓库等商业和事务管理等系统构成了一体化计算机集成综合系统。可见,这种系统涵盖了产品制造的整个过程。

1.2 自动化技术的发展趋势

自动化技术的发展与演变过程可以说伴随着人类发展的历史,如表 1-1 所示。

表 1-1 自动化技术的发展阶段

时 间	系 统 模 式	自动化技术组成
20 世纪 40~ 70 年代	经典控制和手动结合	检测技术、仪表技术、电气技术、控制技术
	计算机与控制技术(DDC)结合	检测技术、仪表技术、电气技术、控制技术、信息处理技术
20 世纪 60 年代中 期~80 年代初期	计算机系统和与集散控制系统(DCS) 结合	检测技术、仪表技术、电气技术、控制技术、信息处理技术、模型技术、系统与平台技术
20 世纪 80 年代 中期至今	计算机网络系统、现场总线系统与智能单 元结合	检测技术、仪表技术、电气技术、控制技术、信息处理技术、模型技术、系统与平台技术、优化技术仿真技术、智能技术

1. 第一阶段——数字化阶段

20 世纪 40 年代~70 年代:该阶段表现为单机的自动化控制技术特点,在满足激烈的市场竞争、有限资源和减轻劳动强度的条件下,提高产品质量,适应于批量生产,其典型成果和产品主要包括基于硬件数控系统的数控机床等。

2. 第二阶段——智能化阶段

20 世纪 60 年代中期~80 年代初期:该阶段表现为生产线的自动化控制技术特点,在满足激烈的市场竞争、产品更新换代快和减轻劳动强度的条件下,适应于大中批量生产模式,同时在实际产品的工程设计和制造中应用 CAD、CAM 等软件,在单机自动化基础上,其典型成果和产品主要包括各种组合机床、组合生产线,以及用于车、钻、镗、铣等的复合加工自动生产线等。

3. 第三阶段——集成化阶段

20 世纪 80 年代中期至今:该阶段表现为柔性自动化生产线技术特点,以适应市场环境的变化、多品种、中小批量生产模式。

自 20 世纪 70 年代初期美国学者首次提出 CIM(Computer Integrated Manufacturing,计

算机集成制造)概念至今,自动化领域已发生了巨大变化,其主要特点是: CIM 作为一种哲理、一种方法、一种实现集成的相应技术,是把分散独立的单元自动化技术集成为一个优化的整体,克服现存生产线的“瓶颈”,从而实现不断提高产品竞争能力和市场响应能力,通过网络和通信实现数据获取、信息分配和信息共享。典型成果和产品是 CIM 工厂、并行工程、柔性制造系统(FMS)。

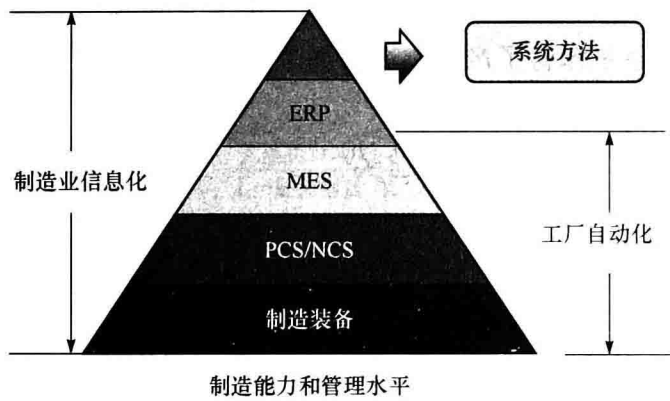


图 1-4 自动化技术的发展趋势

综上所述,自动化技术的发展过程表现为制造业工业化的发展过程,经历了大规模使用机器的机械化阶段、加入电机和网络的电气化阶段和加入自动控制器的自动化阶段,如图 1-4 所示。

可以说,自动化技术是工业化水平的最重要标志,工业自动化技术是先进制造技术的重要组成部分,工业自动化技术正向着系统化、信息化、智能化和网络化的计算机集成制造方向发展。

1.3 机械自动化技术的体系结构

机械自动化技术涉及自动化过程相关的三个领域,即自动化器件单元技术、自动化系统集成技术和自动化理论技术体系,如图 1-5 所示。

(1) 自动化器件单元技术:是研究自动化器件相关的原理、组成和典型应用,在检测技术、驱动技术和控制技术等技术领域,探索新工艺、新方法、新材料和新原理等。

(2) 自动化系统集成技术:是研究自动化系统相关的原理、组成和典型应用。在系统层面上,研究自动化系统的设计方法、设计原则、设计内容和设计流程,以及搭建自动化系统时自动化器件的选择与应用,自动化器件之间的相互电气接口和设计方法,从而保证自动化系统的安全性和可靠性。

(3) 自动化理论技术体系:是研究自动化技术的发展和实际应用过程中的相关技术理论方法,在检测技术、驱动技术和控制技术等多个交叉领域,研究自动化系统及其器件的交叉学科技术和集成技术。

在自动化理论方面,机械自动化技术又是一个与自动化系统相关的完整技术体系,如图 1-6所示,包括智能控制技术、电气伺服驱动技术、微电子传感技术、控制器单元技术、网络总线技术和人机界面组态技术六个方面。

(1) 智能控制技术:体现在自动化系统的智能化方面的控制理论方法,主要包括 PID、模糊控制技术和自适应与自整定技术。

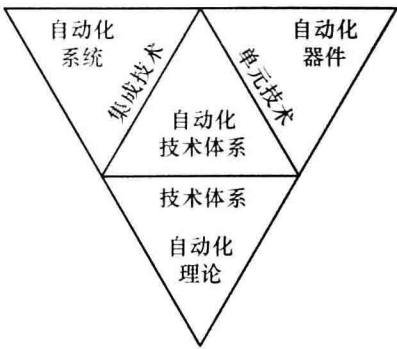


图 1-5 自动化技术的三个研究领域

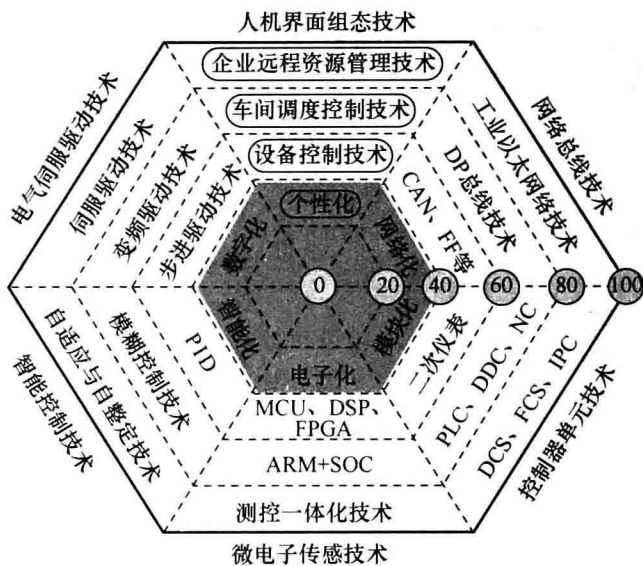


图 1-6 自动化技术体系

(2) 电气伺服驱动技术:体现在自动化驱动器件的数字化技术,主要包括步进电机驱动技术、变频驱动技术和伺服驱动技术。

(3) 微电子传感技术:体现在自动化检测与测量器件的电子化技术,主要包括单片机 MCU、DSP 和 FPGA 的微电子技术和现代的 ARM 微处理器与片上系统 SOC,以及测控一体化技术。

(4) 控制器单元技术:体现在自动化控制器的模块化技术,主要包括二次仪表、PLC、DDC、NC、DCS、FCS 和 IPC 等各种控制单元技术。

(5) 网络总线技术:体现在自动化系统的网络化技术,主要包括现场总线 PROFIBUS-DP、FF、CAN、工业以太网和无线网络技术。

(6) 人机界面组态技术:体现在自动化系统的个性化技术,主要包括工业生产制造系统的设备控制技术、车间调度控制技术和企业远程资源管理技术。

1.4 自动化器件的技术要求

1. 自动化器件的分类

自动化系统中的自动化器件成千上万,不同的自动化系统中的自动化器件也不相同,但是,自动化器件的应用主要分为三个方面:自动化控制技术相关的控制器件、自动化系统执行器件相关的驱动器件、工业制造的工艺过程参数和自动化系统参数传感技术相关的传感器件,如图 1-7 所示。

2. 自动化器件的基本要求

针对不同的工作环境,不同的自动化系统,不同的用户功能需求和不同的设备投资条件,正确、合理选用自动化器件是自动化系统设计、使用和维护等过程中,设备电路安全和可靠运行的基础和技术保证。

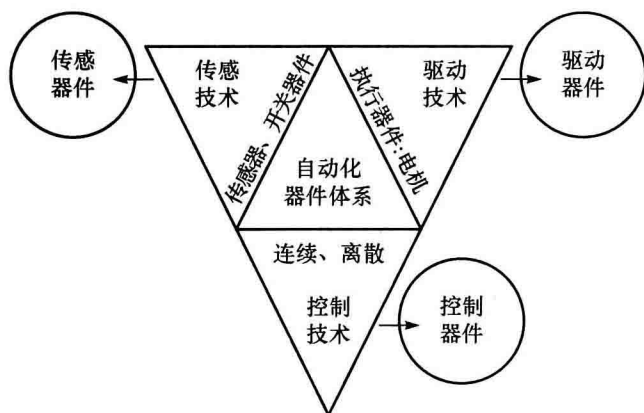


图 1-7 自动化器件的三个应用领域

(1) 可靠性与适应性。为了保证自动化系统在工作过程中的正常工作,自动化器件必须具有抵抗工业现场的噪声、温度、湿度、磁场等方面干扰影响的能力,并且能够对非线性、温度漂移、零位误差和增益误差等进行补偿和修正。

(2) 操作性与友好性。自动化器件在工作过程中,必须操作简单、维护方便,具备防止操作失误和纠正错误的能力,从而具有良好的可操作性和友好性。

(3) 灵活性与扩展性。为了保证自动化系统在工作过程中的正常工作,在条件允许范围内,自动化器件必须具有一定的柔性 and 一定范围的扩展余量,提高自动化系统的灵活性和可扩展性。

(4) 实时性能。为了保证自动化系统的生产效率,自动化器件必须具有良好的静态特性,同时,还应具有良好的动态性能。

(5) 生命周期。为了保证自动化系统能够可靠工作,自动化器件必须具有一定生命周期,防止短板现象。

3. 自动化器件的选用原则

- (1) 性能合理,精度、灵敏度和实时性满足自动化系统要求。
- (2) 经济合理,价格性能比较高。
- (3) 选择可靠性和适应性较高的器件,防止走弯路。
- (4) 选择熟悉和有把握的器件,提高设计效率 and 设计质量。
- (5) 选择器件时,保留一定的富余量。
- (6) 考虑自动化技术发展,选择较好的、不会过时停产的器件。
- (7) 选择绿色器件,防止对环境的污染。
- (8) 选择器件的外观应与自动化系统整体相协调。
- (9) 应在同等价格条件下,选择略大于自动化系统生命周期的器件。

思 考 题

- 1-1 “机械自动化器件及其应用”课程的目标是什么?
- 1-2 自动化技术的三个研究领域是什么?
- 1-3 自动化器件的三个应用领域是什么?
- 1-4 自动化技术体系是什么?
- 1-5 为什么说网络技术是自动化技术的发展方向?
- 1-6 为什么说工业自动化技术是现代制造型企业生存和发展最重要的技术之一?

第2章 自动化测量输入类器件原理及应用

2.1 自动化测量输入类器件综述

在工业自动化检测测量技术中,自动化测量输入类器件又称测量器件、检测器件、指令器件和反馈器件等,是一种能够将信息或者指令输入到自动化系统中的装置。

检测器件是一种将被测物理量(如位移、力、加速度等)以一定精度转换为与之有确定对应关系的、易于精确处理和测量的某种物理量(如电量)的部件或装置。检测器件是自动化系统中重要的组成部分,自动化系统的自动化程度越高,对检测器件的依赖性就越大。可以说,检测器件是实现自动化控制的基础。

目前,检测器件的物理量信号种类较多,实际工业生产中常用的检测器件包括有开关信号检测类、运动参数检测类、生产工业参数检测类三大类。因此,检测系统常使用敏感元件将被测试的物理量信号转变为电信号,再经过放大、调制、解调、滤波等电路处理,得到能够被显示、记录、控制等装置需要的标准信号。

2.1.1 自动化测量系统构成

检测器件一般是利用物理、化学和生物等学科的某些效应或机理,按照一定的工艺和结构制造出来的,因此检测器件的组成细节之间有较大差异。但是,总的来说,检测器件应由敏感元件、转换元件和辅助部件组成,如图 2-1 所示。

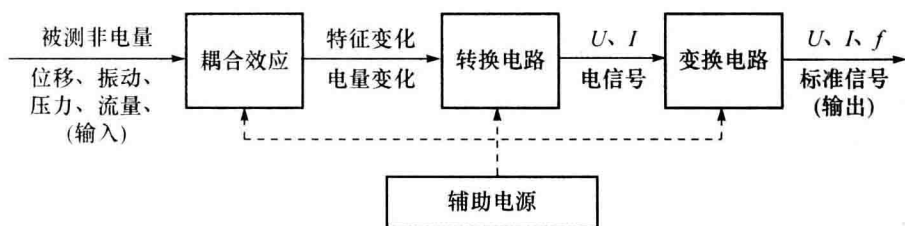


图 2-1 测量系统构成

(1) 耦合效应环节:是检测敏感元件直接感受被测物理量,并以确定的对应关系输出某一物理量,如弹性元件将力转换为电荷、位移或应变输出。

(2) 转换电路环节:将敏感元件输出的非电物理量(如位移、应变、光强、电荷等)转换成电路参数(如电阻、电感、电荷、电容等)。

(3) 变换电路环节:将电路参数量转换成便于测量的电信号,可见,检测器件有两个功能,一是感受被测物理量;二是把感受到的被测物理量进行变换,变换成一种与被测物理量有确定函数关系且便于传输和处理的信号。

实际检测器件原理有的简单,有的复杂。有些检测器件只有敏感元件,如热电偶感受被测温差时直接输出电动势,即热电偶感受的是环境温度,输出的是微小电压;有些检测器件由敏感元件和转换元件组成,如压电式加速度传感器,感受的是加速度,输出的是电荷;还有些检测器件由敏感元件和基本转换电路组成,如电容式位移检测器件和旋转式变压器。