



高等学校“十二五”重点规划教材
信息与自动化系列

工业自动化系统与技术

主 编 徐立芳
副主编 莫宏伟

 哈尔滨工程大学出版社

本书可作为高等院校自动化专业及相关专业的教材，也可供从事工业自动化工作的工程技术人员参考。

哈尔滨工业大学

徐立芳、莫宏伟主编

工业自动化系统与技术

ISBN 978-7-5534-2000-7

哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨市南岗区复华四道街10号
150001
7-5534-2000-7

主 编 徐立芳

副主编 莫宏伟

内容简介
本书主要介绍工业自动化的基础知识、工业控制系统的组成及设计方法、工业控制系统的运行与维护、工业控制系统的故障诊断与排除等。本书可作为高等院校自动化专业及相关专业的教材，也可供从事工业自动化工作的工程技术人员参考。

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

www.heupress.com
0451-82519449

内容简介

本书内容为工业自动化通用技术,具体涉及工业自动化生产线与立体仓库,低压电器、传感器与自动化仪表,步进电机、伺服电机及伺服控制,可编程序控制器 PLC、通用运动控制器、运动控制技术,计算机监控系统与射频识别技术、监控组态软件,现场总线技术与工业以太网,工业机器人,等等。内容丰富,深入浅出,编写形式上,将理论讲解与工程实际问题相联系,重点内容配有工程技术应用案例。

本书可作为高等院校自动化等相关专业应用型、技能型人才培养的专业教材,也可供从事自动化技术开发与应用的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

工业自动化系统与技术/徐立芳主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2014.8/
ISBN 978-7-5661-0905-7

I. ①工… II. ①徐… III. ①自动化系统
IV. ①TP27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 201469 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 19
字 数 475 千字
版 次 2014 年 8 月第 1 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷
定 价 35.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

当前,国内高校普遍开设“自动化生产-仓储物流系统”实践类课程。通过这类课程的学习,学生能够全面地熟悉、了解当代工业控制领域的一些典型系统、工程应用技术、整体运行环境及标准;但是,与课程开设情况不相符的是,缺少一本系统集成典型工业自动化系统与技术的教材。由于课程内容涉及到多门专业知识、多种工程应用技术,通常师生需要同时参考多本专业书籍,才能满足学习要求。

本书是作者在多年自动化系统实践课程教学的基础上,对课程内容及知识体系重新进行梳理,最终确立了整本书的框架结构和内容层次。

本书共分8章,第1章介绍了工业自动化及其发展,与工业信息化的关系,工业自动化系统的基本组成与分类、结构分级、典型系统,以及当代工业自动化发展潮流和热点技术,自动化领域的跨国公司行业发展情况;第2章介绍了物流系统与自动化立体仓库的分类及构成、相关设备和基本作业流程;分析德马泰克、胜斐迩、蒙牛乳业自动化立体仓库应用案例,自动化立体仓库在我国的发展情况以及总体规划与设计;第3章介绍了检测系统与传感器的特性指标,仪表的误差与精度,常用低压电器、传感器与自动化仪表;包括开关与主令电器、断路器与熔断器、接触器与继电器等常用低压电器,各类传感器(压力、磁电、光电、超声波、温度、湿度、机械位移)与编码器,压力、液位、流量、温度仪器仪表;第4章介绍了伺服电机与伺服系统,包括交、直流伺服电机与步进电机的结构及工作原理,永磁同步电动机的伺服控制、交流电机变频调速等等;第5章介绍了运动控制技术的发展,运动控制系统组成、功能、分类和关键技术;重点介绍了可编程序控制器(PLC)与通用运动控制器的工程应用技术,以固高GT-400系列运动控制器为例,对其编程环境和函数库、应用于堆垛机系统的速度控制例程进行了分析;第6章介绍了计算机监控系统及其在变电所中的应用案例,监控组态软件及基于iFIX的自动化立体仓库监控系统,自动识别、RFID射频识别技术及其在医院病历追踪、博物馆个性化体验、追踪枪支器械中的应用案例;第7章介绍了基金会、Profibus、CAN等典型现场总线技术与现场总线控制系统,CIP-控制及信息协议与工业以太网;第8章介绍了工业机器人的发展、基本组成与类型、主要技术指标,对工业机器人的运动学、静力学与动力学进行了分析,介绍了工业机器人轨迹规划、生成与控制,以及工业机械手PLC控制系统应用案例。

本书特色如下:(1)专业覆盖面广,信息量大,涉及多门专业知识与交叉学科知识的综

合应用;(2)案例、实物图片多、现场性强;(3)教材内容与工程应用同步。

感谢哈尔滨工程大学2012年本科生教材立项对本书出版的资助。本书出版过程中得到了哈尔滨工程大学出版社多位工作人员的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

作者虽然长期从事自动控制相关研究工作,但是由于经验和水平所限,书中难免存在疏漏和不足之处,希望读者提出宝贵的批评和意见。作者联系方式:mxlffang@163.com。

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,参考了固高科技(深圳)有限公司有关GT-400运动控制器编程手册、自动化立体仓库使用手册,在此表示衷心感谢!

试读结束: 需要全本请在线购买: www.ertongbook.com

第 1 章 工业自动化	1
1.1 工业自动化及其发展	1
1.2 工业自动化系统的基本组成	3
1.3 工业自动化系统结构分级	4
1.4 工业自动化的典型系统	8
1.5 工业自动化技术发展潮流和热点	11
1.6 自动化领域的跨国公司发展简况	17
1.7 本章小结	24
第 2 章 自动化生产与立体仓库	25
2.1 自动化生产线	25
2.2 物流系统与自动化立体仓库	26
2.3 自动化立体仓库在我国的发展	35
2.4 自动化立体仓库总体规划与设计	40
2.5 自动化物流中心与立体仓库应用案例	51
2.6 本章小结	62
第 3 章 低压电器、传感器与自动化仪表	64
3.1 常用低压电器	64
3.2 传感器与编码器	77
3.3 自动化仪表	94
3.4 本章小结	106
第 4 章 电机与伺服控制	108
4.1 伺服电机与伺服系统	108
4.2 永磁同步电动机的伺服控制	118
4.3 交流电机的变频调速	123
4.4 步进电机	128
4.5 本章小结	139
第 5 章 运动控制	140
5.1 运动控制系统	140
5.2 PLC 可编程序控制器	146
5.3 通用运动控制器	164
5.4 固高 GT-400 系列运动控制器编程	177
5.5 堆垛机系统速度控制例程分析	186
5.6 本章小结	189

第 6 章 计算机监控系统与射频识别	191
6.1 计算机监控系统	191
6.2 监控组态软件	207
6.3 自动识别与射频识别技术	217
6.4 本章小结	227
第 7 章 现场总线与工业以太网	229
7.1 计算机网络基础	229
7.2 现场总线技术	237
7.3 现场总线控制系统	245
7.4 典型现场总线技术	248
7.5 CIP 和工业以太网	256
7.6 本章小结	260
第 8 章 工业机器人	261
8.1 工业机器人概述	261
8.2 工业机器人的运动学分析	268
8.3 工业机器人的静力学与动力学分析	276
8.4 工业机器人轨迹规划、生成与控制	281
8.5 工业机器人控制系统	285
8.6 本章小结	294
参考文献	295

第 1 章 工业自动化

工业自动化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、操纵等信息处理和过程控制的统称。自动化技术就是探索和研究实现自动化过程的方法和技术,它是涉及机械、微电子、计算机、机器视觉等技术领域的一门综合性技术。工业革命是自动化技术的助产士,正是由于工业革命的需要,自动化技术才得到了蓬勃发展;同时,自动化技术也促进了工业的进步。如今自动化技术已经被广泛地应用于机械制造、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。

自动化技术作为 21 世纪工业领域中最重要技术之一,主要解决的是生产效率和一致性问题,无论是追求高速、连续和大批量的大型企业,还是追求灵活、柔性的定制化中心企业,都依赖自动化技术的应用。当今世界已经从产品经济过渡到服务经济,过渡到一个需要客户体验的时代。大规模定制,也就是快速大批量制造符合个性需求的产品已经成为世界级的发展趋势,这就需要生产企业具有很高的自动化水平来解决效率和柔性的矛盾。自动化技术与现代工业企业的关系,已经远远超越了为企业提高效益的范畴,成为企业赖以生存和发展的基础之一。

1.1 工业自动化及其发展

1.1.1 工业自动化技术

工业自动化技术是当代工业生产必不可少的重要部分。随着微型计算机和网络技术的广泛应用,工业自动化技术正在发生着重大的变化。

什么是工业自动化技术?

工业自动化技术是一种运用控制理论、仪器仪表、计算机和其他信息技术,对工业生产过程实现检测、控制、优化、调度、管理和决策,达到增加产量、提高质量、降低消耗、确保安全等目的的综合性技术,包括工业自动化软件、硬件和系统三大部分。自动化系统本身并不直接创造效益,但它对企业生产过程起着明显的提升作用:

- (1) 提高生产过程的安全性;
- (2) 提高生产效率;
- (3) 提高产品质量;
- (4) 减少生产过程的原材料、能源损耗。

据国际权威咨询机构统计,自动化系统投入和提升企业效益方面产出比为 1:4 ~ 1:6。特别在资金密集型企业中,自动化系统占设备总投资 10% 以下,起到“四两拨千金”的作用。传统的工业自动化系统,即机电一体化系统主要是对设备和生产过程的控制,即由机械本体、动力部分、测试传感部分、执行机构、驱动部分、控制及信号处理单元、接口等硬件元素,在软件程序和电子电路的逻辑信息流引导下,相互协调、有机融合和集成,形成物质和能量

的有序规则运动,从而组成工业自动化系统或产品。

在工业自动化领域,传统的控制系统经历了继基地式气动仪表控制系统、电动单元组合式模拟仪表控制系统、集中式数字控制系统和集散式控制系统 DCS 的发展历程。

近年来,随着控制技术、计算机、通信、网络等技术的发展,信息交互沟通的领域正迅速覆盖从工厂的现场设备层到控制、管理各个层次。

1.1.2 工业自动化与工业信息化的关系

根据清华大学自动化系金以慧教授的定义,工业信息化是指在工业的生产、管理、经营过程中,通过信息基础设施,在集成平台上,实现信息的采集(传感器及仪器仪表)、信息的传输(通信)、信息的处理(计算机)以及信息的综合应用(自动化、管理、经营等功能)等都是信息化的内容。自动化与信息化的关系如图 1.1 所示。

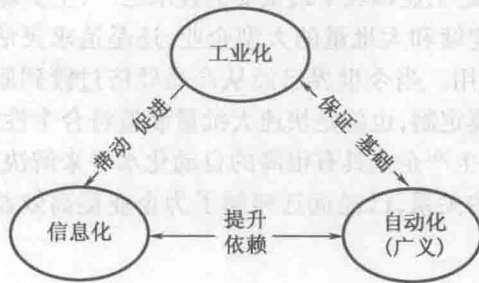


图 1.1 自动化与信息化的关系

将信息技术用于企业产品设计、制造、管理和销售的全过程,以提高企业的市场应变能力和竞争能力,这是企业信息化的主要内容和目标。自动化往往是指包括检测、控制和继电保护等常规自动化的概念。广义自动化是指实现经营管理、计划调度、成本核算、生产监控、故障诊断、自动控制等更大范围内的自动化,又称之为“综合自动化”或称三层结构的“流程工业 CIMS”。

1.1.3 工业自动化的发展

第一阶段 20 世纪 40 年代—60 年代初期

需求动力:市场竞争,资源利用,减轻劳动强度,提高产品质量,适应批量生产需要。

主要特点:此阶段主要为单机自动化阶段,各种单机自动化加工设备出现,并不断扩大应用和向纵深方向发展。

典型成果和产品:硬件数控系统的数控机床。

第二阶段 20 世纪 60 年代中—70 年代初期

需求动力:市场竞争加剧,要求产品更新快,产品质量高,并适应大中批量生产需要和减轻劳动强度。

主要特点:此阶段主要以自动生产线为标志,在单机自动化的基础上,各种组合机床、组合生产线出现,同时软件数控系统出现并用于机床,计算机辅助设计(CAD),计算机辅助制造(CAM)等软件开始用于实际工程的设计和制造中,此阶段硬件加工设备适合于大中批量的生产和加工。

典型成果和产品:用于钻、镗、铣等加工的自动化生产线。

第三阶段 20世纪70年代中期至今

需求动力:市场环境的变化,使多品种、中小批量生产中普遍性问题愈发严重,要求自动化技术向其广度和深度发展,使其各相关技术高度综合,发挥整体最佳效能。

主要特点:自20世纪70年代初期美国学者首次提出计算机集成制造(CIM)概念至今,自动化领域已发生了巨大变化,其主要特点是:CIM已作为一种哲理、一种方法,工业自动化逐步为人们所接受。

CIM也是一种实现集成的相应技术,把分散独立的单元自动化技术集成为一个优化的整体。所谓哲理,就是企业应根据需求来分析并克服现存的“瓶颈”,从而实现不断提高实力、竞争力的思想策略;而作为实现集成的相应技术,一般认为是数据获取、分配、共享;网络和通信;车间层设备控制器;计算机硬、软件的规范、标准等。同时,并行工程作为一种经营哲理和工作模式自80年代末期开始应用和活跃于自动化技术领域,并将进一步促进单元自动化技术的集成。

典型成果和产品:计算机/现代集成制造系统(CIMS)工厂,柔性制造系统(FMS)。

1.2 工业自动化系统的基本组成

工业自动化系统指对工业生产过程及其机电设备、工艺装备进行测量与控制的自动化技术工具(包括自动测量仪表、控制装置)的总称。工业自动化系统以构成的软、硬件可分类为自动化设备、仪器仪表与测量设备、自动化软件、传动设备、计算机硬件、通信网络等。

(1)自动化设备:包括可编程序控制器(PLC)、传感器、编码器、人机界面、开关、断路器、按钮、接触器、继电器等工业电器及设备。

(2)仪器仪表与测量设备:包括压力仪器仪表、温度仪器仪表、流量仪器仪表、物位仪器仪表、阀门等设备。

(3)自动化软件:包括计算机辅助设计与制造系统(CAD/CAM)、工业控制软件、网络应用软件、数据库软件、数据分析软件等。

(4)传动设备:包括调速器、伺服系统、运动控制、电源系统、发动机等。

(5)计算机硬件:包括嵌入式计算机、工业计算机、工业控制计算机等。

(6)通信网络:包括网络交换机、视频监视设备、通信连接器、网桥等。

工业自动化系统产品一般又可分为下列几类:

(1)可编程序控制器(PLC):按功能及规模可分为大型PLC(输入输出点数 >1024),中型PLC(输入输出点数 $256 \sim 1024$)及小型PLC(输入输出点数 <256 点)。

(2)分布式控制系统(DCS):又称集散控制系统,按功能及规模亦可分为多级分层分布式控制系统、中小型分布式控制系统、两级分布式控制系统。

(3)工业PC机:能适合工业恶劣环境的PC机,配有各种过程输入输出接口板组成的工控机,以及近年出现的PCI总线工控机。

(4)嵌入式计算机及OEM产品:包括PID调节器及控制器。

(5)机电设备数控系统(CNC, FMS, CAM)。

(6)现场总线控制系统(FCS)。

1.3 工业自动化系统结构分级

广义上,工业自动化系统通常分为5级:企业管理级、生产管理级、过程控制级、设备控制级和检测驱动级。前两个管理级涉及的高新技术主要是计算机技术、软件技术、网络技术和信息技术;过程控制级涉及的高新技术主要是智能控制技术和工程方法;设备控制级和检测驱动级涉及的高新技术主要是三电一体化技术、现场总线技术和新器件交流数字调速技术。

可将上述5级分层归纳为:企业管理决策系统层(ERP)、生产执行系统层(MES)、过程控制系统层(PCS)三层结构和计算机支撑系统(企业网络、数据库),并实现系统集成,从而实现企业的物流、资金流、信息流的集成,提高企业竞争力。企业管理决策系统层(ERP)、生产执行系统层(MES)必须建立在设备自动化和过程自动化基础上。工业自动化系统分级如图 1.2 所示。

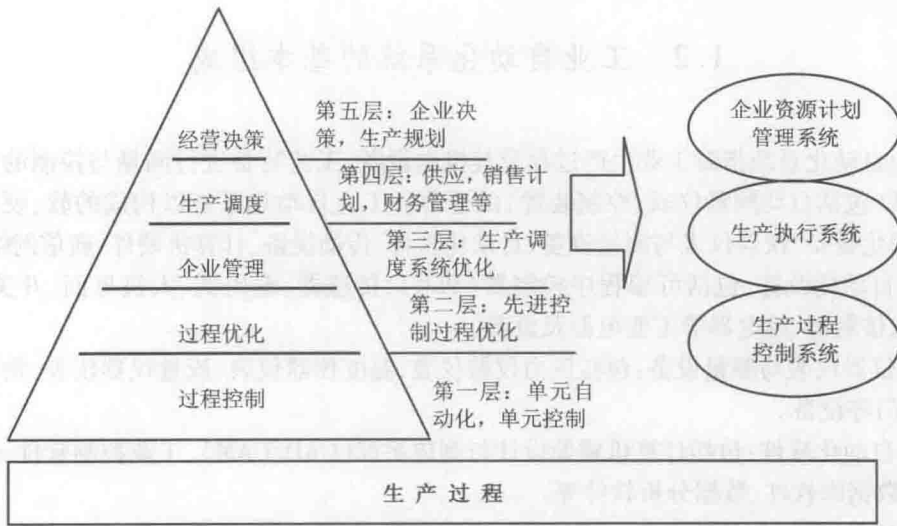


图 1.2 工业自动化系统分级

1.3.1 企业管理决策系统层(ERP)

20 世纪 90 年代以来,制造资源计划(MPR II)经过进一步地发展完善,形成了目前的企业资源计划 ERP 系统。ERP 除了包括和加强了 MRP II 各种功能外,更加面向全球市场,所管理的企业资源更多,支持混合式生产方式(分散生产与流程生产),管理覆盖面更宽,进入了企业供应链管理。从企业全局角度进行经营与生产计划,是制造业企业的综合集成经营系统,也是集成化的企业管理软件系统。

图 1.3 中,ERP 面向市场,能够对市场快速响应,强调了供应商、制造商与分销商间的新伙伴关系。ERP 强调企业流程与工作流程,通过工作实现对企业的人员、财务、制造与分销间的集成,支持企业过程重组,支持后勤管理,使得企业的资金流、物流、信息流更加有机地结合,支持多种方式,即分散制造业与流程生产过程。此外,ERP 系统还包括了金融投资管理、质量管理、运输管理、项目管理、法规与标准、过程控制(待链接)等,目的是通过 ERP 提高企业的经济效益。

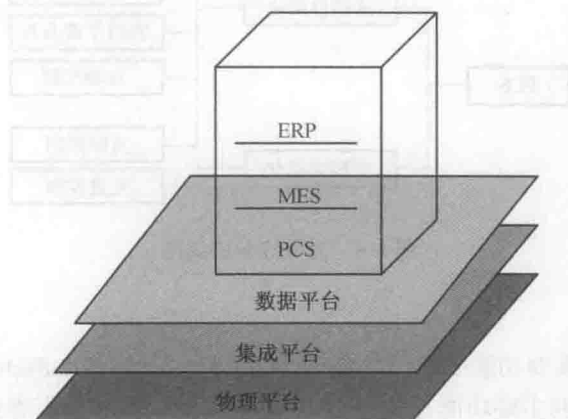


图 1.3 企业管理决策系统层和过程控制系统层结构

由于互联网技术迅猛发展,改变了传统的管理和信息传递的单向制,又实现了实时与互动性。在网络经济中,管理需要考虑的问题更多。例如:如何管理和优化企业的外部资源,在全球经济环境中,建立业务网络,拓展企业新的业务增长点,如何在各个业务环节中,密切同客户的关系,在越来越复杂的供求关系中准确、及时地为现有和潜在的客户提“个性化”的产品和服务等。

市场和客户需求决定了企业生产。企业必须更注意市场营销和客户服务、客户关系,其重点发生转移。销售、服务、经营等客户关系管理(CRM)成为重点。企业战略管理(SEM)产品,客户关系管理(CRM)、供应链管理(SCM)都已是 ERP 的内容。支持电子商务,将是 ERP 软件进一步发展的必由之路。

1.3.2 过程控制层(PCS)

按费希尔·罗斯蒙特控管一体化的策略,过程管理能力的过程控制概念,即工厂网络。更明白地说:“过程管理=过程控制+设备管理”,是开放式结构,是基于 FF 现场总线的工厂网络,“Web”概念就连接了设备系统和软件的网络。凡是现场总线 FF(Fieldbus Foundation)产品供应商的设备、系统和软件均可纳入过程控制概念结构里。这样,给最终用户带来了设备兼容的好处。

工厂管控网结构的各个组成部分有机地联系在一起,提供了三个方面的主要功能,即过程控制,设备管理,业务管理和执行,以及集成的模块软件和智能化的现场设备。

(1) 过程控制

过程控制系统不仅能有效和可靠地完成各种控制任务,覆盖常规 DCS/PLC 的所有功能,它还能实现“任意地点的控制”,即用户能够把控制功能下装到现场设备或系统中执行。

任意地点的控制是工厂网络结构与 FF 现场总线技术相结合的产物。对于一些基本的控制回路来说,把控制功能下装到现场变送器或阀门中执行,既能加快回路信号响应,改善调节品质,又能减轻控制系统负担,使其完成较复杂的优化控制等任务,同时增加了系统的分散度,提高了系统可靠性。过程控制层结构如图 1.4 所示。

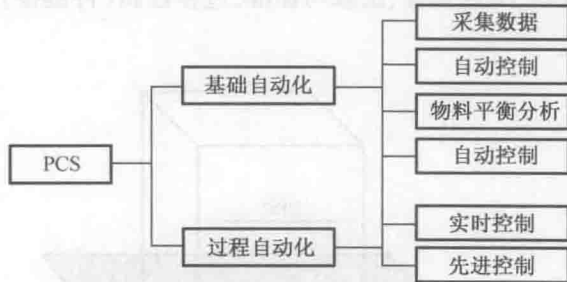


图 1.4 过程控制层结构

(2) 设备管理

工厂网络另一项重要功能是自动化制造系统 (Automatic Manufacturing System, AMS) 的设备管理能力。AMS 的主要功能是对过程中,运行的现场设备进行在线的监测和诊断。它不仅包括变送器、阀门、分析仪器和其他现场仪表,还包括一些旋转设备,如泵和电机。

经过管理软件的处理,FF 现场总线设备中的大量信息,如标定日期和步骤,组成材质、状态诊断等,能够被用来对设备进行组态和标定、自动存档,及时诊断和预测潜在的故障。所有这些任务都不需到环境恶劣或危险的现场,只需在控制室,维护车间或网络的任意节点上即可轻松完成。

(3) 集成的模块软件

在工厂网络结构中,集成的模块软件把过程和设备自身的大量信息转化为有用的知识和判断,即对运行和维护人员来说,不必陷入到繁杂的数据之中,而是得到直观、高效的分析、提示和判断。这一点在 AMS 设备管理软件中体现得尤为明显,从而极大地提高了工作效率。

软件的模块化结构同时意味着用户可以根据需要灵活、方便地应用软件,而且这些软件都是基于 Windows 的,具有相同设备的外观和感受,减少了很多使用和掌握所需的时间和费用。

(4) 业务管理和执行

对一个企业而言,仅仅具备过程控制和设备管理仍然是不够的,还必须对企业的各个环节,从订单处理到生产计划及财务审查进行全方位的管理。这些都是业务管理的内容。

在过程管理和业务管理的信息集成方面,通过遍及企业内部的工业标准数字通信网络及 OPC 服务器,其网络结构涵盖了从设备层到工厂和业务系统的各个层次,包括过程的优化、维护管理、资源分配和其他企业管理任务。

工厂网络运行着智能化、模块化软件,用户通过它可定义过程、设备和商业上的信息,包括过程测量、设备运行和管理,即在系统运行状态下,对全厂的智能现场仪表和设备进行组态、监测、运行诊断和维护记录,从而能更平衡地操作,减少了停工维修的时间,也减少了施工、安装、维护和设备保养的支出。

(5) 智能化现场设备

包括智能压力、温度、流量等及多参数变送器、智能分析仪,以及具有预测性维护和诊断能力的阀门等。

工业控制系统是计算机技术与自动控制技术结合的产物,不仅是计算机的重要门类,而且是实现工业自动化,优质、高产、低耗,提高工业企业经济效益的重要技术手段。发展工控机对实现工业现代化、促进产业信息化和振兴经济有重要意义,调查工控机的市场对发展工控机和改造传统产业,以及促进两个根本转变都有很大意义。

1.3.3 制造执行系统(MES)

MES 是美国 AMR 公司(Advanced Manufacturing Research)在 20 世纪 90 年代初提出的,国际制造执行系统协会的白皮书对制造执行系统(Manufacturing Execution Systems, MES)所下的定义:“制造执行系统传递信息,使得从下单到完成品间的生产过程能够最佳化。生产活动进行时,MES 使用及时、正确的数据,提供适当的导引、响应及报告。针对条件改变,立即快速反应,减少无附加价值的活动,达到更有效的生产作业及流程。MES 改善了设备的回收率,准时交货率、库存周转率、边际贡献、现金流量绩效。MES 提供企业与供货商之间双向沟通所需的生产信息。”

目前,国外知名企业应用 MES 系统已经成为普遍现象,国内许多企业也逐渐开始采用这项技术来增强自身的核心竞争力。

1.3.4 企业计划层与过程控制层之间的信息“断层”问题

我国制造业多年来采用的传统生产过程特点是“由上而下”按计划生产。简单地说是从计划层到生产控制层,企业根据订单或市场等情况“制订生产计划→生产计划到达生产现场→组织生产→产品派送”。企业管理信息化建设的重点也大都放在计划层,以进行生产规划管理及一般事务处理。如 ERP 就位于企业上层计划层,用于整合企业现有的生产资源,编制生产计划。在下层的生产控制层,企业主要采用自动化生产设备、自动化检测仪器、自动化物流搬运储存设备等解决具体生产(制程)中的生产瓶颈,实现生产现场的自动化控制。

ERP 系统和现场自动化系统之间出现了管理信息方面的“断层”,对于用户车间层面的调度和管理要求,它们往往显得束手无策或功能薄弱。比如面对以下车间管理的典型问题,它们就难以给出完善的解决手段:

(1) 出现用户产品投诉的时候

能否根据产品文字号码追溯这批产品的所有生产过程信息?能否立即查明它的原料供应商、操作机台、操作人员、经过的工序、生产时间日期和关键工艺参数?

(2) 生产线需要混合组装多种型号产品的时候

同一条生产线需要混合组装多种型号产品的时候,能否自动校验和操作提示,以防止工人部件装配错误、产品生产流程错误、产品混装和货品交接错误?

(3) 线上出现最多的 5 种产品缺陷

过去 12 小时之内生产线上出现最多的 5 种产品缺陷是什么,次品数量各是多少?

(4) 每种产品数量,如何供应

目前仓库以及前工序、中工序、后工序线上的每种产品数量各是多少,要分别供应给哪

些供应商,何时能够及时交货?

(5) 加工时间

生产线和加工设备有多少时间在生产,多少时间在停转和空转?影响设备生产潜能的最主要原因是设备故障、调度失误、材料供应不及时、工人培训不够还是工艺指标不合理?

(6) 产品质量检测数据的统计和分析

能否对产品的质量检测数据自动进行统计和分析,精确区分产品质量的随机波动与异常波动,将质量隐患消灭于萌芽之中?

(7) 自动统计

能否废除人工报表,自动统计每个过程的生产数量、合格率和缺陷代码?

MES 的定位,是处于计划层和现场自动化系统之间的执行层,主要负责车间生产管理和调度执行。一个设计良好的 MES 系统可以在统一平台上集成诸如生产调度、产品跟踪、质量控制、设备故障分析、网络报表等管理功能,使用统一的数据库和通过网络连接可以同时为生产部门、质检部门、工艺部门、物流部门等提供车间管理信息服务。系统通过强调制造过程的整体优化来帮助企业实施完整的闭环生产,协助企业建立一体化和实时化的 ERP/MES/SFC 信息体系。

近年来,一种新的国际标准正在成为企业的行为规范,就是控制系统集成规范。这就是国际标准化组织/国际电工委员会的 IEC/ISO 62264 和美国国家标准组织/美国仪表系统与自动化学会的 ANSI/ISA-95,它定义了企业级业务系统与工厂车间级控制系统相集成时所使用的术语和模型。该标准还定义了中间层 MES 系统应支持的生产作业活动。

很多供应商、用户、顾问都参与了该标准的制定和定义,这就确保了该标准具有坚实的基础以及高度的可用性。该标准目前由三部分组成,其中第 3 部分定义了 MES 的作业活动。它着重阐述了与生产(Production)、维护(Maintenance)及质量(Quality)等有关的作业活动。通常来说,这些活动都是同等重要的,不过,如果和生产或者生产作业无关的话,可能也就不需要维护作业或质量作业了。

1.4 工业自动化的典型系统

1.4.1 计算机数据采集系统

“数据采集”是指将温度、压力、流量、位移等模拟量采集转换成数字量后,再由计算机进行存储、处理、显示或打印的过程。相应的系统称为数据采集系统。从严格意义上说,数据采集系统应该用计算机控制的多路数据自动检测或回检测,并且能够对数据实行存储、处理、分析,以及从检测的数据中提取可用的信息,供显示、记录、打印或描绘的系统。

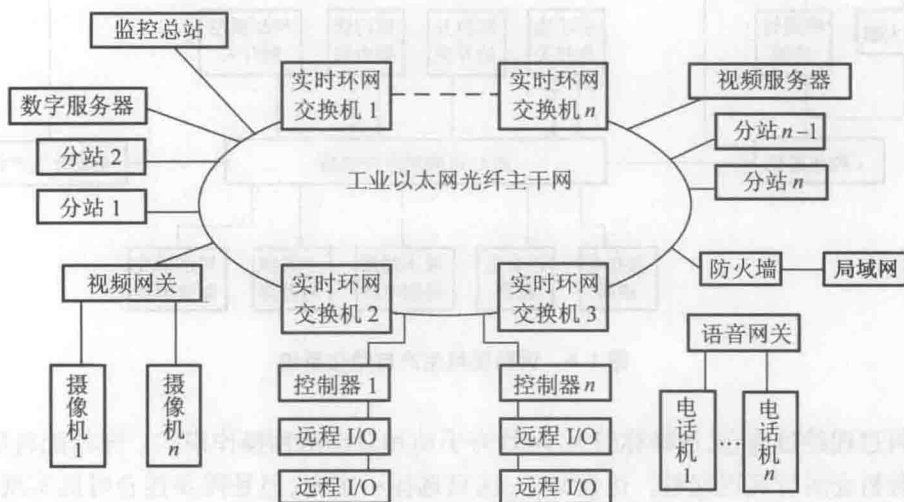
数据采集系统起始于 20 世纪 50 年代。1956 年,美国首先研究了用在军事上的测试系统。目标是测试中不依靠相关的测试文件,由非熟练人员进行操作,并且测试任务是由测试设备高速自动控制完成的。

大约在 20 世纪 60 年代后期,国外就有成套的数据采集设备产品进入市场,此阶段的数据采集设备和系统多属于专用系统。20 世纪 70 年代中后期,随着微型机的发展,诞生了采集器、仪表同计算机融为一体的数据采集系统。数据采集系统发展过程中逐渐分为两类:

一类是实验室数据采集系统,另一类是工业现场数据采集系统。就使用的总线而言,实验室数据采集系统多采用并行总线,工业现场数据采集系统多采用串行数据总线。

20世纪90年代至今,在国际上技术先进的国家,数据采集技术已经在工业等领域被广泛应用。由于集成电路制造技术的不断提高,出现了高性能、高可靠性的单片数据采集系统。目前有的产品精度已达16位,采集速度每秒达到几十万次以上。数据采集技术已经成为一种专门的技术,在工业领域得到了广泛的应用。该阶段数据采集系统采用更先进的模块式结构,根据不同的应用要求,通过简单的增加和更改模块,并结合系统编程可扩展或修改系统,迅速地组成一个新的系统。数据采集作为获取信息的工具,成为电子、机械制造、冶金、航空航天等控制系统中至关重要的一环。在多个领域的检测过程中,往往需要随时检测各环节的电压、电流、温度、湿度、流量、压力等参数,还要对任意检测点参数能够进行随机查寻,将其检测到的数据转换提取出来,以便进行比较,作出决策,调整控制方案,提高产品的合格率,产生良好的经济效益。

图1.5是某煤矿大型设备数据采集系统环形网络的拓扑结构图,采用了工业环型以太网监测系统,网络设计方案中由监控总站的管理计算机、数字服务器、视频服务器、环网交换机和各种矿用仪器仪表搭建而成。系统的主干网采用100 M的工业以太网技术,用以保证各监测、监控信息进行高速传输和交换,保证系统的实时性。主干网在设计时具有冗余性,设备具有纠错能力,具有灵活性和可扩展性,保证了高可靠性,同时还能支持多种网络协议。主干网的连接采用光纤分布式数据接口(FDDI)。



整个矿区系统分布较广,由一个监控总站、多个监控分站组成。具体分别为远程网络监控总站、机运区分站、副立井分站、副斜井分站、空压机分站、多个风机分站、中央泵房分站、主斜井皮带机分站、运输大巷皮带机分站、运销站分站等。现场所需要采集的模拟量为441个,开关量209个,脉冲量4个。其中具有R485通信口的后备保护装置及仪表有46个。系统在每个区建立子系统(分站),每一个分站既是下位机也是上位机。子系统亦能独立处理本系统的命令,采取分布式控制、危险分散,局域瘫痪不至于影响整个系统的正常运行。

近年来,数据采集与处理的新技术、新方法,直接或间接地引发其革新和变化,实时监控(远程监控)与仿真技术(包括传感器、数据采集、微机芯片数据、可编程控制器 PLC、现场总线处理、流程控制、曲线与动画显示、自动故障诊断与报表输出等)把数据采集与处理技术提高到了一个崭新的水平。

1.4.2 工业配料生产自动化

图 1.6 是一个饲料配料生产自动化系统,采用微计算机、PLC 可编程控制器和生产线组成饲料配料生产自动化。饲料中各种原料的质量由配料仓的称重传感器产生,信号经过放大、模数转换送入工控计算机。工控计算机配有 A/D 转换卡,软件由 VB 和 Access 数据库实现数据存储和用户操作界面。

设计的自动化生产线有 10 个原料仓,1 个配料仓,配料仓由液压泵带动运行。每个原料仓和配料仓之间通过称门相通。称门的大小决定进料的多少,称门下面有一排干黄管,产生决定称门大小的 10 个位置信号。它决定着仓门开起的大小,10 个位置信号对应 10 个称门挡位。选择哪一个仓进行配料是由手动或微机控制 PLC 可编程控制器,PLC 可编程控制器控制旋转电磁阀的电磁铁闭合实现的。

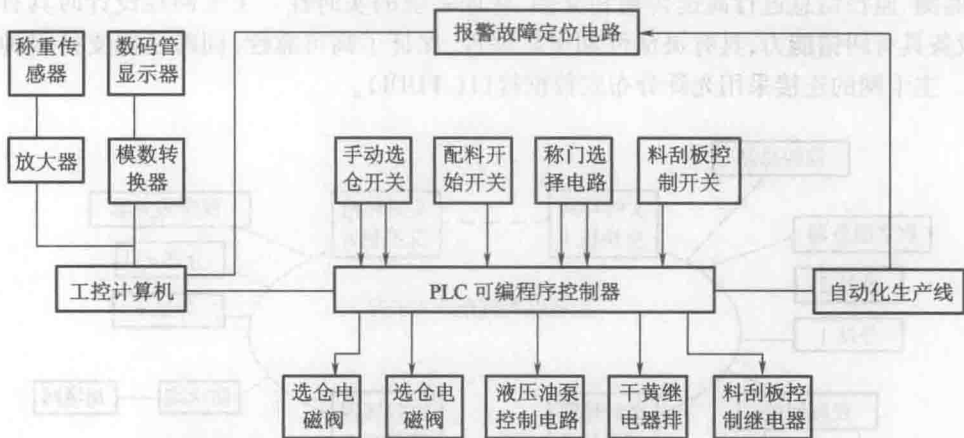


图 1.6 饲料配料生产自动化系统

配料过程经过选仓,选择称门大小后,有手动和自动两种操作模式。开始配料后,液压油泵拉着料仓运行实现配料。选仓时,一次只选择一个仓,但是需要连仓时能实现依次连仓。手动选仓作为 PLC 可编程控制器的输入,由 PLC 控制电磁阀闭合即可选仓。选择称门后实现手动配料,由计算机 RS232 口控制 PLC 实现自动配料。

1.4.3 食品及发酵工业自动化系统

Yalumba 是澳大利亚历史最悠久的家族式葡萄酒酿造公司,也是该国最大的葡萄酒出口商。2005 年 1 月 Moppa 酿造车间开始进行生产。该车间最重要的目标就是达到年处理 30 000 t 葡萄的能力,通过高精尖的自动化控制系统,实现连续生产。其关键的秘诀在于,自动化的工业生产液流控制能够确保葡萄在最佳环境下发酵,并提供较大的产量。特别是在每次加工时,都能准确地控制发酵率,减少氧化,这两个关键因素在很大程度上都取决于