

自动化系统 集成技术



教育部高等学校自动化专业
教学指导分委员会规划
工程应用型自动化专业系列教材

韩力群 张丽香 施彦 刘雯丽 编

高等教育出版社



教育部高等学校自动化专业
教学指导分委员会规划
工程应用型自动化专业系列教材

自动化系统 集成技术

Zidonghua Xitong Jicheng Jishu

韩力群 张丽香 施彦 刘雯丽 编

本书为土木类自动化专业工程应用型自动化专业系列教材



内容简介

本书介绍了自动化系统集成的基本知识和技术基础,以及自动化系统集成涉及的概念、方法、技术和各类自动化系统集成的典型案例。

本书从工程实施的角度重点阐述了自动化系统集成的技术和知识,力求具有先进性和实用性,并按照自动化系统的工程框架安排了各章的教学内容,其知识体系遵循的逻辑是:根据用户的需求选用性价比优良且有利于实现系统优化的各种技术和产品,并将各个产品、局部或子系统连接成为一个完整、可靠、协调、经济和有效的系统,以通过优化实现整体效益。

本书定位介于教材与手册之间,大部分内容具有工程案例,贴近工业实际,既可作为大专院校各类自动化专业及相关专业的工程训练教材,也可供自动化系统设计和开发的科研与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

自动化系统集成技术 / 韩力群等编. -- 北京:高等教育出版社, 2014. 11

ISBN 978 - 7 - 04 - 040979 - 6

I. ①自… II. ①韩… III. ①自动化系统 - 系统集成技术 IV. ①TP27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 192760 号

策划编辑 平庆庆

责任编辑 平庆庆

封面设计 张雨微

版式设计 杜微言

插图绘制 杜晓丹

责任校对 刁丽丽

责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100120

印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 15.25

字 数 350 千字

购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2014 年 11 月第 1 版

印 次 2014 年 11 月第 1 次印刷

定 价 24.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 40979—00

工程应用型自动化专业 课程体系研究与教材建设委员会

主任委员:吴 澄(清华大学)

副主任委员:韩九强(西安交通大学)
萧德云(清华大学)

薛安克(杭州电子科技大学)

专家委员(按姓氏笔画):

王 普(北京工业大学)

刘小河(北京信息科技大学)

吴晓蓓(南京理工大学)

赵光宙(浙江大学)

彭 瑜(上海工业自动化仪表研究院)

韩力群(北京工商大学)

任德祥(上海宝钢集团)

吴重光(北京化工大学)

张德江(长春工业大学)

凌志浩(华东理工大学)

谢克明(太原理工大学)

戴先中(东南大学)

委员(按姓氏笔画):

于微波(长春工业大学)

王 俊(合肥学院)

王再英(西安科技大学)

王建华(上海应用技术学院)

艾 红(北京信息科技大学)

张丽香(山西大学工程学院)

李现明(山东大学)

陈在平(天津理工大学)

周亚军(杭州电子科技大学)

胡向东(重庆邮电大学)

聂诗良(西南科技大学)

黄 坚(南京工程学院)

韩 颖(高等教育出版社)

孔亚广(杭州电子科技大学)

王万良(浙江工业大学)

王存旭(沈阳工程学院)

白 晶(北华大学)

许晓峰(沈阳工程学院)

李全利(哈尔滨理工大学)

汪贵平(长安大学)

陈桂友(山东大学)

罗 敏(湖北汽车工业学院)

徐昱琳(上海大学)

崔桂梅(内蒙古科技大学)

黄江平(华东交通大学)

薛为民(北京联合大学)

秘 书:韩 颖(兼)(高等教育出版社)

出版说明

为了适应高等工程教育改革,满足社会对工程应用型自动化专业人才的需要,在“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”主任委员吴澄院士的领导下,设立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设”专项研究课题,从全国高等院校遴选了既有工程研究实践背景、又有教材编写经验的专家教授,以及企业界知名特邀代表共40余人,对工程应用型自动化专业的课程体系、教学内容进行系统深入的调查、分析和研究,提出了工程应用型自动化专业课程体系结构和系列教材的三级目录。采用个人报名、专家推荐、“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”匿名评审相结合的方式,组织编写出版一套工程应用特点明显、国内一流的工程应用型自动化专业系列教材。

工程应用型自动化专业系列教材力求达到理论与应用相统一、教学与实际相结合、工程应用特点明显、国内一流。通过对人才市场需求、专业培养定位、自动化技术发展动态的分析研究,提出从实际工程应用自动化系统出发,结合系统中涉及的单元技术与理论方法,归类归纳工程应用型自动化专业的课程体系结构,凝练解决自动化应用系统问题的每门课程的内容与知识点,使学生能够学以致用,能够解决工程实际应用问题。经过40多位专家教授的辛勤劳作,第一批19本工程应用型自动化专业系列教材于2010年陆续出版。为了满足不同应用背景、不同应用层次的工程需要,部分应用面广的同类教材有两种版本可供选用。

本系列教材主要内容覆盖自动化应用系统涉及的实用技术、理论与方法、器件与工具等内容。第一批教材包括针对自动化系统数据获取部分的机器视觉技术及应用、现代检测技术及应用等;系统驱动部分的电机与拖动、电力电子技术、电力拖动自动控制系统等;系统控制方法部分的自动控制原理、过程控制、运动控制等;控制器硬件设计部分的单片机原理、嵌入式系统、DSP原理、可编程控制器等;自动化系统部分的计算机控制、自动化系统集成、自动控制工程设计、自动化专业实践初步等;数据处理部分的控制工程数据库技术等。

本系列教材的主要特色在于注重课程体系的应用系统性和技术先进性,注重培养学生的自动化系统的集成组态设计能力和前瞻意识。课程体系按系统单元划分,教材章节按解决问题所需的知识安排,培养学生解决工程实际应用问题的针对性和有效性。在教材章节上尽可能引入相关新技术、新理论、新方法和新器件,培养学生利用新知识解决问题的思维方式和实际应用创新能力。

如何培养适应信息时代要求的工程师是我国高等工程教育改革的核心,也是本系列教材编写的主导思想。通过本系列教材的学习,使学生能够具备一个工程师进行自动化系统或相应系统设计开发以及选型集成的基本创新能力。本系列教材主要面向工程应用型自动化及相关专业的大学生和研究生。我们希望本套工程应用型系列教材的出版,能够有力促进我国高等院校工

程应用型自动化专业人才培养质量的提高,也能为广大科技工作者和工程技术人员提供参考和帮助。

感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持,欢迎提出宝贵批评意见和建议,请将您的建议反馈至 hanying@hep.com.cn。

“十二五”期间,教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。

“十二五”期间,教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。

“十二五”期间,教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。

“十二五”期间,教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。

“十二五”期间,教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。2009年12月,教育部在《关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2009]12号)中明确提出,要“完善工程教育体系,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才”。为贯彻落实这一要求,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”试点工作。

序 一

自动化技术在我国现代化建设进程中具有重要地位。五十多年来,自动化技术对我国社会主义现代化建设的众多领域发挥了重要作用,产生了深远影响。最具代表性的两弹一星的成功发射、载人飞船的顺利返回、嫦娥探月的环绕飞行等充分体现了自动化技术在国家重大工程应用中的示范作用。自动化技术也有力地推动着我国整体工业的发展和改变着人们的生活方式,如集成制造系统的普及推广使机械加工制造自动化程度达到了更高的水平,服务机器人代替家政进入了家庭,改善了人们的生活环境,如此等等。

我国正在全面建设小康社会,走新型工业化道路,促进信息化与工业化的“两化”融合,实现工业、农业、国防和科学技术现代化。在此进程中,自动化技术起着不可替代的桥梁作用。这就迫切需要高等学校自动化专业办学机构和广大教师进行深入研究和探索,如何能够为各行各业输送大量具有工程实践能力和应用创新能力的工程应用型自动化专业高级技术人才。在“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”主任委员吴澄院士领导下,针对我国高等教育发展快、规模大、社会各行各业对工程应用型自动化专业人才需求量大的特点,按照大众化高等教育阶段分类指导的思想和原则,抓住有利时机,成立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”,对工程应用型自动化专业的知识体系、课程体系、能力培养等进行了有益的探索,为工程应用型自动化专业人才培养、教材建设奠定了基础。

工程应用型自动化专业涉及面广、行业多,其人才培养模式与课程体系涉及的因素众多复杂,包括如何结合通识教育,拓宽应用口径、突出专业重心、强化实践教学、理论联系实际、提高应用创新能力等,其中构建既不照搬研究型、也不雷同技能训练型的工程应用型自动化专业课程体系,编写一套有利于促进面向不同行业、应对不同层次问题的工程应用型学生个性发展的一流教材尤为重要,着力培养学生由解决工程实际问题到提出新问题的探索思维方式,即运用知识的创新能力。“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”在对工程应用型自动化专业课程体系研究的基础上,从全国遴选有工程应用背景、有教材编写经验的教授与专家,组织编写了这套工程应用型自动化专业系列教材,这对工程应用型自动化专业人才的创新能力培养具有重要意义。作为长期从事自动化专业高等教育和研究队伍中的一员,在本系列教材即将付印之际,我谨向参与本系列教材规划、组织、编写工作的各位老师致以崇高的敬意!

希望广大教师、学生和科技人员积极使用这套教材,并提出宝贵意见。

吴启迪

2009年12月于北京

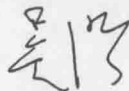
序 二

工程应用型自动化专业系列教材是“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”在组织实施全国高等学校自动化专业系列教材之后,按照《自动化学科专业发展战略研究报告》分层次、多模式、多规格培养的指导思想 and 原则,结合《高等学校本科自动化指导性专业规范》实施的又一套工程应用特点明显、国内一流的自动化专业系列教材。该系列教材力求达到教学与实际相结合、理论与应用相统一、案例教学与知识传授并举,培养学生解决实际问题的能力和运用新知识的集成创新能力,使工程应用型自动化专业的学生能够真正成为解决实际工程应用问题的工程师。

我国工程应用型自动化专业以往的课程体系与知识体系基本照搬研究型自动化专业课程体系,带有浓厚的“理论的应用、应用的理论”内容,工程应用特点不明显。这也正是规划工程应用型自动化专业系列教材所面临的主要问题。为此,设立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设”的专项研究课题,成立了以西安交通大学韩九强教授、杭州电子科技大学薛安克教授、清华大学萧德云教授负责的联合研究小组,介入的高校达 40 多所,从全国遴选出 40 多名有工程实际背景和教材编写经历的教授和企业界知名代表。通过对工程应用型自动化专业的课程体系的深入研究,提出从实际工程应用自动化系统涉及的技术与理论方法出发,按自动化系统的组成,归纳分类工程应用型自动化专业的课程体系结构;分应用层次和对象功能凝练解决自动化应用系统中工程问题的知识内容与教材体系,建立知识传授与创新能力培养相结合的课程体系结构。以此为基础,组织规划了涵盖自动化应用系统涉及的数据获取、系统驱动、控制方法、数据处理、控制器设计、系统集成等 20 多门课程内容的系列教材。从数据获取到数据处理,从控制方法到控制器设计,从系统集成到组态工具,从课程体系到三级目录起草,先后经过了 6 次全国会议的认真研讨,凝聚着 40 多位专家教授的辛劳。教材主编采取个人申请,“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”匿名评审确定,至此,第一批审定通过的 19 本工程应用型自动化专业系列教材于 2010 年陆续出版问世。

工程应用型自动化专业系列教材的出版,对工程应用型自动化专业知识体系的更新、教学方式的改变、工程实践的强化将起到积极的推动作用。但本系列教材从体系结构到每本教材的三级目录组成,以至每本教材的具体内容都可能存在许多不当之处,恳请使用本系列教材的老师、学生及各界人士不吝批评指正。

教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主任委员



2009 年 12 月于清华大学

前 言

本书从工程实施的角度重点阐述自动化系统集成的基本知识和技术基础,重点介绍自动化系统集成涉及的概念、方法和技术以及各类自动化系统集成的典型案例,强调内容的先进性和工程性,并按照自动化系统的工程框架安排各章的内容,其知识体系遵循的逻辑是:根据用户需求选用性价比优良且有利于实现系统优化的各种技术和产品,将各个产品、局部或子系统连接成为一个完整、可靠、协调、经济和有效的系统,通过优化实现整体效益。本书大部分内容具有工程案例,贴近工业实际,并体现了以下理念:

(1)系统集成要以满足用户需求为根本出发点。

(2)系统集成不是选择最好产品的简单行为,而是要选择最适合用户的需求和投资规模的产品和技术。

(3)系统集成体现的是设计、调试与开发,而不是简单的设备采购。

(4)系统集成是包含技术、管理和商务等方面的综合性系统工程。

全书共分7章。第1章简要介绍了自动化系统集成的主要概念、内容、技术以及发展沿革和趋势。第2章介绍了用户需求分析与系统设计的任务与方法,并给出了典型的工程设计案例。第3章介绍了自动化系统基本设备以及各类系统集成产品的选型原则与采购流程,并给出了若干工程实例。第4章阐述了自动化系统中各环节安装、调试与投运涉及的技术、知识和实例。第5章介绍了自动化系统中常用的软、硬件抗干扰技术及其应用实例。第6章论述了综合集成系统规划的基础知识、常见集成模式、技术解决方案及各领域的成功案例。第7章介绍了自动化系统项目组织和管理方面的基本方法。附录1简要介绍了国内外相关标准化组织,列出了工业自动化系统集成的相关国际标准和国家标准。附录2给出了自动化系统设备安装常用图形符号及字母代号。附录3列出了自动化系统集成技术常用术语中英文对照。

第1章、第6章和附录3由韩力群编写;第2章、第4章和附录2由张丽香编写;第3章和第5章由施彦编写;第7章由刘雯丽编写;附录1由何为编写。

本书的读者定位是:已具备自动化专业理论基础和基本知识的大专院校自动化及相关专业的高年级学生。本书的内容设计宗旨是:为将要或刚刚从事自动化系统设计和开发的大学生提供一本工程性较强的参考书。

本书素材大量取自控制领域的论文和相关技术资料(作为参考文献列于各章后),本书作者向所有文献作者表示衷心的感谢。囿于作者的工程经验和学识,本书作为自动化系统集成技术

的手册性教材,在体系结构和案例选择方面还有不少有待改进和提高之处,恳请广大师生特别是自动化领域的工程技术人员提出宝贵意见。

2013年12月

韩力群

目 录

第1章 绪论	1
1.1 自动化系统集成综述	1
1.1.1 工业自动化系统结构	1
1.1.2 从用户的立场看系统集成	2
1.1.3 从系统集成商和原始设备制造商的立场看系统集成	3
1.2 自动化系统集成技术概述	3
1.2.1 计算机与计算机控制技术	4
1.2.2 计算机网络与控制网络技术	6
1.2.3 数据通信技术	7
1.2.4 嵌入式技术	8
1.2.5 CIMS 集成平台与中间件技术	10
1.2.6 标准技术	11
1.2.7 组态技术	11
1.2.8 设备描述和设备管理技术	11
1.3 自动化系统集成技术的发展历程	12
1.3.1 模拟仪表控制系统的发展	12
1.3.2 计算机直接数字控制系统的发展	13
1.3.3 计算机集散控制系统的发展	14

1.3.4 现场总线控制系统的发展	14
1.3.5 计算机集成制造系统的发展	16
1.4 企业信息化集成技术概述	17
1.4.1 企业资源计划 (ERP)	17
1.4.2 供应链管理 (SCM)	18
1.4.3 过程控制系统 (PCS)	19
1.4.4 制造执行系统 (MES)	19
1.4.5 客户关系管理 (CRM)	20
1.4.6 企业应用集成 (EAI)	21
1.5 企业信息化集成技术的发展历程	21
1.5.1 系统集成的初期发展阶段——IT 环境对企业环境的支持	22
1.5.2 系统集成的中期发展阶段——实现对企业环境与经营环境的融合及优化	22
1.5.3 系统集成的最新发展阶段——IT 环境对经营环境的支持扩展到供应链敏捷应对市场	22

过程	23	3.2 自动化系统计算机控制主流	
参考文献	23	设备及产品	67
第2章 用户需求分析与系统设计	25	3.2.1 PLC 设备	67
2.1 用户需求分析	25	3.2.2 DCS	68
2.1.1 用户需求分析的		3.2.3 FCS	69
方法	25	3.2.4 其他控制器	69
2.1.2 用户需求分析的		3.2.5 组态软件	70
内容	27	3.2.6 工业以太网	71
2.2 系统设计的基本原则及内容	29	3.3 自动化系统集成设备选型与	
2.2.1 系统设计的基本		采购	71
原则	29	3.3.1 选型与采购的总体	
2.2.2 系统设计的基本		原则	71
内容	30	3.3.2 采购流程	72
2.3 典型系统设计举例	36	3.3.3 连续过程工业系统集成	
2.3.1 电站锅炉燃烧过程自动		的设备应用与选型	
控制系统设计	36	实例	73
2.3.2 甜菜制糖过程自动控制		3.3.4 离散制造工业系统集成	
系统设计	44	的设备应用与选型	
2.4 技术资料及规范	52	实例	80
2.4.1 P&ID 图	53	参考文献	86
2.4.2 设备清册	55	第4章 系统安装、调试与投运	89
2.4.3 电缆清册	55	4.1 概述	89
2.4.4 I/O 清册	56	4.2 测控仪表及设备安装基础	92
2.4.5 工艺流程画面图	57	4.2.1 检测仪表的安装	92
参考文献	58	4.2.2 控制仪表的安装	97
第3章 系统集成的设备与选型	59	4.2.3 执行机构的安装	104
3.1 自动化系统基础设备及选用		4.3 测控设备电缆和管路敷设	106
原则	59	4.3.1 测控设备电缆敷设	106
3.1.1 检测单元	59	4.3.2 测控仪表管路敷设	108
3.1.2 执行器	64	4.4 系统调试及投运	
3.1.3 交直流传动系统	65	基础	111
3.1.4 自动化动力配电		4.4.1 供电设备检查与	
系统	67	测试	111
		4.4.2 系统调试	113

4.4.3 系统联调	116	工程	141
4.4.4 系统投运	116	5.4.7 典型过程控制系统综合 抗干扰实例	142
参考文献	117	5.4.8 典型运动控制系统抗 干扰实例	145
第5章 系统抗干扰技术	118	参考文献	147
5.1 系统抗干扰技术概述	118	第6章 系统集成系统规划和技术解决 方案	149
5.1.1 自动化系统抗干扰的 必要性	118	6.1 系统规划概述	149
5.1.2 抗干扰技术基本思想及 实施	118	6.1.1 系统规划的内容与 要求	149
5.2 硬件抗干扰技术	120	6.1.2 企业系统规划方法	150
5.2.1 屏蔽技术	120	6.2 技术解决方案概述	152
5.2.2 滤波技术	121	6.2.1 解决方案设计原则	152
5.2.3 接地技术和搭接	123	6.2.2 系统集成解决方案的 主要模式	152
5.2.4 隔离技术	126	6.2.3 系统集成与解决方案的 关系	155
5.3 软件抗干扰技术	127	6.2.4 工业自动化系统组成与 产品种类	156
5.3.1 数据采集中的抗干扰 技术	128	6.3 电力企业的系统集成系统 解决方案	157
5.3.2 系统软件运行中的抗 干扰技术	128	6.3.1 基于工业以太网的电厂 系统综合集成解决 方案	158
5.3.3 RAM 数据出错的软件 对策	131	6.3.2 基于 SOA 的变电站系统 综合集成解决方案	160
5.4 系统集成中的抗干扰技术 实施	132	6.4 石化企业的系统集成系统解决 方案	163
5.4.1 人机对话接口	132	6.4.1 自动化系统集成解决 方案	163
5.4.2 电源的隔离和滤波	132	6.4.2 信息集成管理解决 方案	165
5.4.3 信号传输中的抗 干扰	135	6.5 水工业综合自动化系统集成	
5.4.4 控制室的屏蔽和静电 防护	138		
5.4.5 控制系统的接地 工程	139		
5.4.6 控制系统的雷电防护			

解决方案	166	7.3.5 项目例会	185
6.5.1 水处理行业趋势与集成 技术热点	166	7.3.6 国外项目管理特点	185
6.5.2 水工业综合自动化系统 集成解决方案	167	7.4 项目策划	186
6.6 城市轨道交通自动化综合 监控系统的集成模式	170	7.4.1 需求调研分析	186
6.6.1 城市轨道交通综合 监控系统的特点	170	7.4.2 项目立项论证	188
6.6.2 综合监控系统的集成 模式	171	7.5 项目综合管理	188
参考文献	177	7.5.1 进度计划管理	188
第7章 自动化系统项目管理基础	179	7.5.2 成本管理	191
7.1 项目管理知识和主要内容	179	7.5.3 风险管理	192
7.1.1 项目管理知识	179	7.5.4 质量管理	193
7.1.2 项目管理主要 内容	180	7.5.5 安全管理	195
7.2 自动化系统工程项目管理特点 及核心功能	180	7.5.6 标准方法和知识 管理	195
7.2.1 自动化项目特点	180	7.5.7 变更管理	196
7.2.2 管理特点及核心 功能	181	7.6 项目采购与合同管理	196
7.3 项目组织和管理方法	182	7.6.1 采购管理	197
7.3.1 项目组织和团队 建设	182	7.6.2 合同和技术协议 管理	199
7.3.2 设计管理和工程 管理	182	7.7 项目验收和文档管理	200
7.3.3 项目分交	183	7.7.1 项目验收	200
7.3.4 设计联络	183	7.7.2 文档管理	203
		7.7.3 软件文档管理	203
		参考文献	204
		附录1 国内外标准化组织与相关标准 一览	205
		附录2 自动化系统设备安装常用图形 符号及字母代号	216
		附录3 自动化系统集成技术常用术语 中英文对照	222

第1章 绪论

随着科学技术的发展,自动化已经渗透到各个行业和应用领域。自动化设备的制造以及自动化工程的实施都已实现了产业化,按标准化生产的、适用于各种自动化系统的自动化设备层出不穷,更新换代的速度也越来越快。作为一名自动化领域的工程师,一般不需要亲自动手设计或制造所需的自动化设备或通用的软硬件工具,但必须能够根据自动化系统控制任务的要求,合理地选择自动化技术和产品,构建有效的自动控制系统,这就是自动化系统集成的工作。

1.1 自动化系统集成综述

自动化系统集成(System Integration, SI)是根据用户需求,选用性价比优良且有利于实现系统优化的各种技术和产品,将各个产品、局部或子系统连接成为一个完整、可靠、协调、经济和有效的自动化系统,通过优化实现系统整体效益。

首先,要充分了解和理解用户的需求,并将其转换为具体的自动控制系统结构、控制策略、量化的任务要求和性能指标;第二,要对自动化系统所要求的性能指标进行分解,分配到系统的各个组成环节;第三,要根据各个组成环节的性能指标要求,选择符合要求且性价比高的自动化设备,构建自动化系统的硬件结构,同时要考虑各种自动化设备组合时的相互匹配性。在系统集成过程中,能够完成相同自动控制任务并达到给定性能指标要求的系统方案往往不止一个,因此需要从安全、环保、节能、成本等多个角度综合考虑,选择最合理的系统方案,这就是系统集成中的优化问题。

可见,自动化系统集成的实现涉及用户需求分析、系统设计、系统仿真、设备选型、安装调试、投运与运行维护、售后服务、安全生产、可靠性、标准规范等各个具体环节及任务,要求自动化系统工程师具有扎实的专业理论基础、系统的专业知识和丰富的工程经验。

在信息技术高速发展的背景下,自动化系统集成常常是由开放系统驱动的、并顺应IT发展的潮流不断适应市场需求的渐进演变过程。

自动化系统集成是工业领域系统集成的一种。自动化系统集成中的“系统”,既可以特指企业的自动化生产制造系统,也可以泛化到企业建设的全过程。

1.1.1 工业自动化系统结构

目前,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主要是电控（E）、仪表和计算机控制（I）及管理（C）的一体化（称为三电一体化，即 EIC 一体化）技术、现场总线技术和交流数字调速技术。

也可将上述 5 级从上而下归纳为三层结构和一个计算机支撑系统。三层结构是指：企业资源计划（ERP）层、制造执行系统（MES）层和过程控制系统（PCS）层；计算机支撑系统是指：企业网络和数据库。三层结构和一个计算机支撑系统构建的集成系统可实现企业的物流、资金流和信息流的三流集成，提高企业竞争力。ERP 层和 MES 层必须建立在 PCS 层的基础上。PCS 层是自动化系统的基础，包括设备自动化和过程自动化，其集成技术包括硬件集成和软件集成两方面。硬件集成的主要任务是根据输入、输出信号，确定系统的选型、I/O 模块、控制站台数、网关数量等；根据人机界面的要求，确定操作站的台数、工程师站的台数、CRT 或 LCD 屏幕数、打印机台数、系统服务器台数及其他外围设备，以及与 MES/ERP 层的通信接口等；根据数据通信物理层和数据链路层的要求，确定通信信道的类型和线缆的尺寸，设置必要的通信设备如集线器、交换机等。软件集成的主要任务是实现数据和信息的传送、存储、处理及完成控制策略和人机界面。在数字化基础上模块和单元的集成，主要是信号、数据、信息的集成。

1.1.2 从用户的立场看系统集成

从用户的立场来看，系统集成有以下特点。

（1）目标的针对性

目标的针对性，反映了企业经营模式和内部生产环境对系统的目标要求，体现了过程管理、控制指标和数据的具体化。通常，企业的系统集成目标和现状会有很大差异。而且，随着产业领域、类型、组成、环境、目标需求的不同，系统集成所采用的方法与构成要素或子系统的组成也不同。在很多情况下，这种取舍选择不是唯一的，必须考虑约束条件下的优化。企业系统集成的出发点不尽相同，但通常存在下列几种情况：

①新建系统的系统集成。

②已有的集成系统需要适应新的目标。

③已有部分集成，要求通过总体系统集成来推进企业目标。

④将分散状态的系统，通过系统集成来改善、提高业务效率。

企业作为系统最终用户，要考虑到企业经营模式和内部生产环境对自动化系统的规划目标要求，把握系统总体和关键环节，审视各种方案，权衡利弊，决定取舍。

（2）系统集成的可实现性

系统集成后的功能和应用操作的实用性是企业关注的重点。例如，系统的调整与变换、数据库和平台的适配性等一系列问题，能否在系统绝对安全、可靠的基础上，应用可能的技术来达到企业要求的功能？

（3）集成与变革的协调性

系统集成是提升企业系统能力的有效手段。但时代在发展，技术在变革。如何确保集成与

变革的协调性，建立一个能协调两者关系的柔性系统，这是站在企业立场思考的重要问题。

(4) 投资的有效性

在上述基础上评估系统集成投资效果是否理想，不仅要立足于当前，也要兼顾未来较长一段时间。投资的有效性是企业对投资回报的直接或间接经济效果的衡量。

1.1.3 从系统集成商和原始设备制造商的立场看系统集成

系统集成所采用的产品、技术、方法、过程以及解决方案是具有共性的，通过经验、知识的积累和提炼，系统集成商形成并提升了自己的系统集成能力。但是，各行业的工艺要求及其在控制系统中的实现，特别是软件实现，是有其特殊性的，不可能以不变应万变。因此，系统集成商要实现特定行业的系统集成，还必须懂得行业工艺的需求和规范。

系统集成服务商的基本任务是：根据用户的系统规划和提出的目标要求，在对总体目标的理解与剖析的基础上，进行系统方案的设计、开发、集成与构建。主要工作包括：整体架构确定、功能定位与组成；平台与构件的优化选择；标准体系的认定、要点开发、要素集成和界面处理；项目管理等。即把目标与集成的技术过程对接起来，付诸工程实施并达到预期效果。

不同的原始设备制造商（Original Equipment Manufacturer, OEM）为了适应市场的需要，生产符合开放系统标准的自动化软硬件产品，包括架构、平台、中间件、构件、工具等，也包括由若干要素单元已集成好的产品、成套装置或组件等。目前，OEM已推出了涵盖从底层的控制集成平台、网络集成平台到过程信息企业资源规划（Enterprise Resource Planning, ERP）系统集成及供应链管理（Supply Chain Management, SCM）、客户关系管理（Customer Relationship Management, CRM）等各类构件与套件等产品，并在性价比上展开竞争，以满足系统建立时不同功能要求的优化选择需要。

1.2 自动化系统集成技术概述

21世纪，世界的政治、经济和技术发生了前所未有的巨大变化，形成了全球化的经济。信息技术对制造业产生了极其深刻的影响，使制造业的发展打上了明显的信息化烙印：计算机技术促进设计制造的数字化，大大缩短了设计周期，降低了产品的开发成本；网络技术促进了全球化制造的发展，引发了制造业的重新分工和资源的重新配置；信息技术促进了敏捷制造的发展，形成了以虚拟制造和动态联盟为特征的新型制造模式；生产过程优化与自动化促进了企业效益的大幅度提高。

自动化系统集成技术是集众多技术于一体的综合技术，从事自动化系统集成工作的工程师应具备的技术包括：计算机技术、计算机控制技术、网络技术、现代通信技术、嵌入式技术等，在自动化专业本科教育阶段已进行了较系统的学习。随着各项技术的发展，自动化系统集成技术也在发生革命性的变化。特别是近20年来，系统集成技术得到了快速发展，取得了长足的进步。