

计算机控制技术



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

王建华 主编



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

计算机控制技术

JISUANJI KONGZHI JISHU

王建华 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书在分析各种计算机控制系统的基础上,从计算机控制系统的基本构成、基本性能和集成设计方法出发,将 IPC、DCS和 PLC控制系统划分为过程通道、控制算法、系统通信技术、可靠性技术、组态软件等若干个功能模块,把三者的功能模块融合在一起,阐述其结构体系、工作原理、集成设计方法以及它们之间的共性和特点。同时,结合实际应用经验,较为系统和全面地介绍系统的集成设计与实施技术。

本书共分 10 章,内容包括:第 1 章绪论,主要介绍计算机控制系统及其组成、计算机控制系统的典型形式、计算机控制的发展概况;第 2 章工业控制计算机简介;第 3 章计算机控制系统的输入/输出接口技术;第 4 章计算机控制系统的控制算法;第 5 章计算机控制系统的抗干扰与可靠性技术;第 6 章控制网络技术;第 7 章集散控制系统的构成;第 8 章工控组态软件;第 9 章计算机控制系统的设计与应用,其中列举了工业现场成功应用的实例;第 10 章 CIMS 简介,主要介绍 CIMS 的基本概念、流程工业 CIMS 的总体架构与功能描述。

本书可用作高等院校自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、机电一体化等专业本科生的教材及参考书,也可作为从事工业控制及相关领域工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术 / 王建华主编. --北京:高等教育出版社,2012.9
ISBN 978-7-04-036007-3

I. ①计… II. ①王… III. ①计算机控制-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 185148 号

策划编辑 李 慧 责任编辑 李 慧 封面设计 张申申 版式设计 于 婕
责任校对 李大鹏 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	24.25	版 次	2012 年 9 月第 1 版
字 数	550 千字	印 次	2012 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	38.40 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 36007-00

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,聚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。

工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会

2009 年 12 月

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、强化实践教育、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。



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

随着计算机技术、控制理论和控制技术的发展,计算机控制的理论与技术日趋成熟,应用领域在不断拓宽,并已经成为工业控制领域中的一个重要分支。作为一门新兴的交叉学科,计算机控制涉及多个学科领域,这就要求从事计算机控制的研究人员和工程技术人员,在掌握生产工艺流程和自动控制理论的同时,必须掌握计算机控制系统的有关硬件、软件、控制策略、数据通信、网络技术、数据库等诸多方面的专门知识与技术,从而不仅能够分析与应用,而且能够设计并实施满足实际工业生产过程需要的计算机控制系统。

尽管在工业生产过程中广泛使用的 IPC、DCS 和 PLC 控制系统的类型各不相同,应用的行业和规模也有所差异,但是,在它们的基本构成、基本功能、集成设计方法和与外部的连接要求等方面却具有同一性。为了适应工业控制发展的需要,本书在分析各种计算机控制系统的基础上,从计算机控制系统的基本构成、基本性能和集成设计方法出发,将 IPC、DCS 和 PLC 控制系统划分为过程通道、控制算法、系统通信技术、可靠性技术、组态软件等若干个功能模块,把三者的功能模块融合在一起,阐述其结构体系、工作原理、集成设计方法以及它们之间的共性和特点,结合实际应用经验,较为系统和全面地介绍系统的集成设计与实施技术。此外,本书还利用一定篇幅介绍了工业控制技术发展的热点之一:现场总线技术以及代表了管控一体化发展方向的计算机集成制造系统(CIMS)。由于计算机技术与自动化技术的发展非常迅速,在编写本书的过程中,一方面力求做到比较全面和系统地介绍计算机控制系统的特点,强调 IPC、DCS 和 PLC 控制系统的整体概念;另一方面注重突出先进性,尽可能反映出自动化领域的研究热点和发展趋势。在此基础上,书中还通过一些已在工业现场成功应用的实例来加强对有关技术问题的描述,使其更具实用性。总之,本书的编写力图做到重点突出、层次分明、条理清晰,便于自学。

本书共分 10 章。第 1 章绪论,介绍了计算机控制系统及其组成、计算机控制系统的典型形式、计算机控制的发展概况。第 2 章介绍了工业控制机的组成结构及特点。第 3 章分析和讨论计算机控制系统的输入/输出接口技术,并介绍了 IPC、DCS、PLC 模拟量输入、输出通道;IPC、DCS、PLC 开关量输入/输出通道。第 4 章讨论了计算机控制系统的控制算法,并介绍了数字 PID 控制器的工程实现、施密斯(Smith)预估控制、解耦控制、模糊控制。第 5 章讨论了计算机控制系统的抗干扰与可靠性技术,并介绍了采用监控定时器 Watchdog 的抗干扰措施。第 6 章介绍了控制网络技术,分析和讨论了企业计算机网络的层次结构、控制网络与信息网络的区别,并介绍了典型现场总线。第 7 章分析和讨论了集散控制系统的体系结构和系统的功能,介绍了 IPC、PLC、DCS 的 DCS 系统构成、网络体系、通信方式。第 8 章介绍了工控组态软件,常用组态软件、组态软件与 DCS 系统软件关系,组态软件组态王、WinCC 和组态软件 VisualField 基本功能及使用方法,并介绍 IEC61131-3 可编程控制器的编程语言标准。第 9 章分析和讨论了计算机控制系统的设计与应用,并介绍了工业现场成

功应用的实例。第10章 CIMS 简介,介绍了 CIMS 的基本概念、流程工业 CIMS 的总体架构与功能描述。

考虑到计算机控制技术的迅速发展以及各专业教学要求、实验环境的不同,教师在教学中使用中可适当补充一些计算机控制的最新技术;本书按照功能模块体系编排,内容相对独立,对部分内容的替换、取舍,不影响本课程的完整性。

本书是在 2003 年出版的第一版、2009 年出版的第二版同名教材的基础上进行编写的。本书的同名教材出版至今有 9 年多,已被多所院校选作教材使用,并获得“2007 年度上海市普通高校优秀教材”一等奖。2008 年编者参与教育部自动化专业教学指导分委员会组织的工程应用型自动化专业教材编写项目,在清华大学吴澄院士的带领下,与有关行业专家及高校教师共同研究工程应用型自动化专业课程设置与教学内容,在此项研究中,编者获益匪浅。终于,历时 4 年多时间,完成了本书的编写工作。

本书更多地引入自动控制领域的新技术,但这种引入并不是将有关自动化领域的产品技术资料简单的收录和举例,而是编者充分利用自己所积累的自动化控制项目的知识和经验,对相关技术资料进行取舍、归类、剖析、比较和适当的解释,从而将其融入到本教材的知识体系结构中。编者希望本书知识体系结构能涵盖计算机控制技术的新近发展,解决计算机控制技术教材的知识体系与现有的自动化产品技术资料明显脱节的问题。使学生通过本课程的学习和实践环节,对计算机控制系统的设计、集成有较全面的认识,具有较好的查阅、理解自动控制领域的技术资料的能力和一定的自动控制系统的设计能力。

上海西门子工业自动化有限公司过程自动化行业事业部彭涛先生、浙江中控技术股份有限公司市场研究部经理杨乐博士、研华(中国)有限公司上海分公司工业电脑系统事业群市场经理王宇女士为编者提供了相关的技术资料,在此表示衷心的感谢。

由于本书体系结构和内容改革力度较大,加上编者的水平所限,书中难免存在错误和不当,敬请读者不吝指正。

编者

2012 年 7 月

目 录

第1章 绪论	1	3.1.5 模拟量输入通道	37
1.1 计算机控制系统概述	1	3.1.6 模拟量输入通道的隔离	44
1.1.1 计算机控制系统及其组成	1	3.2 模拟量输出接口技术	49
1.1.2 计算机控制系统的典型形式	4	3.2.1 D/A 转换器主要参数	49
1.2 计算机控制的发展概况	8	3.2.2 D/A 转换器的输入-输出特性	50
习题与思考题	9	3.2.3 D/A 转换器芯片	51
第2章 工业控制计算机简介	10	3.2.4 模拟量输出接口设计	53
2.1 工业控制计算机的特点	10	3.2.5 模拟量输出通道	55
2.2 工业控制计算机的总线及 分类	11	3.2.6 模拟量输出通道的隔离	58
2.2.1 总线的概念	11	3.3 开关量输入/输出通道	59
2.2.2 总线的类别	12	3.3.1 开关量输入/输出通道的一般 结构形式	60
2.2.3 工业控制计算机分类	14	3.3.2 开关量输入	60
2.3 总线标准	14	3.3.3 开关量输出驱动电路	61
2.3.1 STD 总线	15	3.4 IPC、DCS、PLC 输入/输出通道	62
2.3.2 ISA 总线	15	3.4.1 IPC 输入/输出通道	62
2.3.3 PCI 总线	19	3.4.2 PLC 输入/输出通道	70
2.3.4 PC/104 总线	21	3.4.3 DCS 输入/输出通道	78
2.4 IPC 的基本组成	22	习题与思考题	87
2.5 可编程序控制器(PLC)	25	第4章 计算机控制系统的控制算法	89
2.5.1 PLC 的基本组成	25	4.1 数字滤波和数据处理	89
2.5.2 PLC 各组成部分	25	4.1.1 数字滤波	89
2.6 单片机	27	4.1.2 数据处理	93
2.7 数字控制器	28	4.2 数字 PID 控制	95
习题与思考题	29	4.2.1 基本 PID 控制	95
第3章 计算机控制系统的输入/输出 接口技术	30	4.2.2 数字 PID 控制的改进	97
3.1 模拟量输入接口技术	30	4.2.3 数字 PID 控制器的工程实现	101
3.1.1 A/D 转换器主要参数	30	4.2.4 S7-300/400 PID 功能块 FB41 简介	108
3.1.2 A/D 转换器的外部特性	31	4.2.5 PID 参数整定	113
3.1.3 12 位 A/D 转换器芯片 AD574A	32	4.3 施密斯(Smith)预估控制	118
3.1.4 模拟量输入接口设计	33	4.3.1 施密斯预估控制原理	118
		4.3.2 具有纯滞后补偿的数字 控制器	119

4.4 解耦控制	121	6.1.3 控制网络的类型及其相互 关系	170
4.4.1 解耦的条件	122	6.2 数据通信基础	171
4.4.2 解耦控制的综合算法	124	6.2.1 通信和数据通信系统	171
4.5 模糊控制	128	6.2.2 传输介质	171
4.5.1 模糊控制系统的组成	128	6.2.3 传输数据的信号	172
4.5.2 模糊控制器的输入和输出变量 及其模糊化	129	6.2.4 数据通信中的同步	174
4.5.3 建立模糊控制规则	131	6.2.5 通信媒体共享技术	176
4.5.4 模糊关系与模糊推理	133	6.2.6 数据交换技术	177
4.5.5 模糊控制向量的模糊判决 ——“清晰化”	134	6.2.7 数据通信中的差错控制技术	178
4.5.6 模糊控制表	135	6.3 通信接口和标准	179
4.5.7 确定实际的控制量	135	6.3.1 通信设备的通信结构	179
4.5.8 模糊控制算法的工程实现	136	6.3.2 通信接口标准	180
习题与思考题	136	6.4 现场总线	183
第5章 计算机控制系统的抗干扰与 可靠性技术	138	6.4.1 现场总线的通信协议模型	183
5.1 干扰源与干扰耦合方式	138	6.4.2 现场总线技术特点及优点	185
5.1.1 干扰来源	139	6.4.3 典型现场总线性能比较	187
5.1.2 干扰信号的耦合方式	140	6.4.4 现场总线的选择	196
5.2 空间抗干扰的措施	142	6.5 控制网络技术的展望	197
5.2.1 屏蔽技术	142	习题与思考题	198
5.2.2 电气布线技术	143	第7章 集散控制系统的构成	199
5.3 过程通道的抗干扰措施	146	7.1 典型的 DCS 体系结构和系统 的功能	201
5.4 系统供电与接地的抗干扰 措施	150	7.2 基于 IPC 的 DCS 系统 (IPC-DCS)	205
5.4.1 系统供电的抗干扰措施	150	7.2.1 基于 IPC 的 DCS 系统	205
5.4.2 系统接地的抗干扰措施	152	7.2.2 IPC-DCS 体系结构的典型示例	206
5.5 采用监控定时器 Watchdog 的 抗干扰措施	156	7.3 基于 PLC 的 DCS 系统 (PLC-DCS)	214
5.6 提高计算机控制系统的可靠性 措施	157	7.3.1 PLC-DCS 的网络体系	214
5.6.1 可靠性	158	7.3.2 PLC-DCS 网络中常用的通信 方式	216
5.6.2 提高可靠性的途径	159	7.3.3 PLC-DCS 体系结构典型示例	220
习题与思考题	163	7.4 DCS 系统构成	227
第6章 控制网络技术	165	7.4.1 集散控制系统的发展历程	227
6.1 控制网络概述	165	7.4.2 DCS 体系结构典型示例	232
6.1.1 企业计算机网络的层次结构	166	习题与思考题	250
6.1.2 控制网络与 IT 网络的区别	167	第8章 工控组态软件	251
		8.1 组态软件的组成及数据处理	

流程	251	9.2.1 计算机控制系统的总体方案 设计	324
8.2 组态软件在监控系统中的 作用与设计步骤	253	9.2.2 硬件的工程设计与实现	327
8.3 常用组态软件	254	9.2.3 软件的工程设计与实现	330
8.4 组态软件与 DCS 系统软件 关系	255	9.2.4 控制系统的调试与投运	336
8.5 组态软件——组态王	256	9.3 计算机控制系统设计举例	337
8.5.1 组态王软件的整体结构	256	9.3.1 基于 IPC 的能源监控管理系统 在某企业中的应用	337
8.5.2 组态软件应用程序制作过程 概述	258	9.3.2 SIEMENS S7 过程控制系统在 某水泥厂的应用	342
8.5.3 组态王软件的基本功能及使用 方法	259	9.3.3 中控 WebField ECS 在离子 膜烧碱过程中的应用	351
8.6 组态软件 WinCC	266	习题与思考题	355
8.6.1 WinCC 的主要功能	266	第 10 章 CIMS 简介	356
8.6.2 WinCC 开放结构	269	10.1 CIMS 的基本概念	356
8.6.3 SIMATIC TIA(Total Integrate Automation)全集成自动化概念 在 WinCC 中的应用	270	10.1.1 CIM 和 CIMS 的内涵与定义	356
8.6.4 WinCC 的系统组态	272	10.1.2 CIMS 的体系结构	357
8.6.5 报表系统	277	10.1.3 CIMS 的建模方法	359
8.7 组态软件 VisualField	278	10.1.4 CIMS 的应用状况	360
8.7.1 系统组态软件	278	10.2 流程工业的特点及其对 CIMS 的需求	361
8.7.2 系统监控软件	280	10.3 流程工业 CIMS 的总体架 构与功能描述	362
8.8 IEC61131-3 编程语言	285	10.3.1 流程工业的生产经营运作 过程	362
8.8.1 IEC61131-3 编程语言的基本 概念	285	10.3.2 流程工业 CIMS 的层次结构 模型	363
8.8.2 IEC61131-3 简介	288	10.3.3 流程工业 CIMS 的功能构成 与功能划分	364
8.8.3 IEC61131-3 编程基础	289	10.4 流程工业 CIMS 的支撑系统	366
8.8.4 IEC61131-3 标准的基本内容	290	10.4.1 CIMS 的计算机体系结构	366
8.8.5 IEC61131-3 的软件模型	298	10.4.2 流程工业 CIMS 中的数据库 系统	367
8.8.6 IEC61131-3 的通信模型	299	10.4.3 流程工业 CIMS 中的计算机 网络	368
8.8.7 五种编程语言介绍	301	习题与思考题	369
8.8.8 应用举例	307	参考文献	370
习题与思考题	320		
第 9 章 计算机控制系统的设计与 应用	322		
9.1 计算机控制系统的设计原则	322		
9.2 计算机控制系统的设计步骤	324		

第1章 绪 论

本章要点:

1. 计算机控制系统及其组成
2. 计算机控制系统的典型形式
3. 过程计算机控制的发展概况

通信与网络技术、微电子技术的高速发展,给计算机控制技术带来了巨大的变革。人们利用这种技术可以完成常规控制技术无法完成的任务,达到常规控制技术无法达到的性能指标。随着计算机技术、网络技术、高级控制策略和现场总线智能仪表的发展,计算机控制技术水平必将大大提高。

1.1 计算机控制系统概述

自动控制技术在许多领域里获得了广泛的应用。所谓自动控制,就是在没有人直接参与的情况下,通过控制器使生产过程自动地按照预定的规律运行。近年来,计算机已成为自动控制技术不可分割的重要组成部分,并为自动控制技术的发展和應用开辟了广阔的新天地。

1.1.1 计算机控制系统及其组成

1. 计算机控制系统

计算机控制系统就是利用计算机(通常称为工业控制计算机,简称工业控制机或工控机)来实现生产过程自动控制的系统。

(1) 计算机控制系统的工作原理

为了简单和形象地说明计算机控制系统的工作原理,我们给出典型的计算机控制系统原理图(信号经12位A/D、D/A转换),如图1.1所示。

在计算机控制系统中,由于工业控制机的输入和输出是数字信号,而变送器输出的以及大多数执行机构所能接收的都是模拟信号,因此需要有将模拟信号转换为数字信号的A/D转换器和将数字信号转换为模拟信号的D/A转换器。在实际的工业生产过程中,一般不会是图1.1所示的单回路控制系统,而是利用计算机所具有的高速运算处理能力,采用分时控制方式同时控制多个回路。但从本质上看,计算机控制系统的工作原理可归纳为以下三个

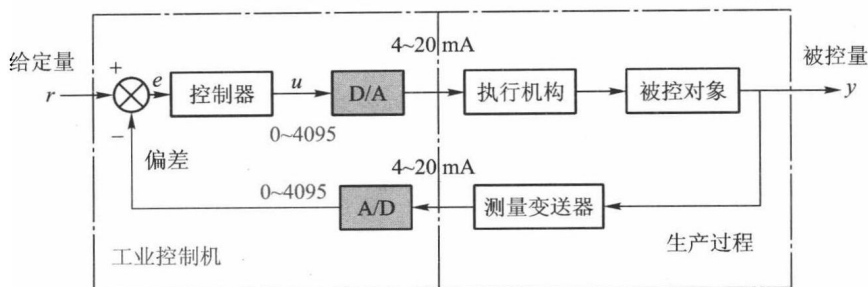


图 1.1 计算机控制系统原理图

步骤：

① 实时数据采集：对来自测量变送装置的被控量的瞬时值进行检测和输入。

② 实时控制决策：对采集到的被控量进行分析和处理，并按预定的控制规律，决定将要采取的控制策略，如 PID 控制。

③ 实时控制输出：根据控制决策，适时地对执行机构发出控制信号，完成控制任务。

上述过程不断重复，使整个系统按照一定的品质指标进行工作，并对被控量和设备本身的异常现象及时作出处理。

（2）在线方式和离线方式

在计算机控制系统中，生产过程和计算机直接连接，并受计算机控制的方式称为在线方式或联机方式；生产过程不和计算机相连，且不受计算机控制，而是靠人进行联系并作相应操作的方式称为离线方式或脱机方式。

（3）实时的含义

计算机控制系统与普通计算机系统主要区别在于系统的实时性。实时性是指工业控制计算机系统应该具有的能够在限定的时间内对外来事件作出反应的特性。在具体地确定这里所说的限定时间时，主要考虑两个要素：其一，工业生产过程出现的事件能够保持多长的时间；其二，该事件要求计算机在多长时间以内必须作出反应，否则将对生产过程造成影响甚至造成损害。可见，实时性是相对的。工业控制计算机及监控组态软件具有时间驱动能力和事件驱动能力，即按一定周期对所有事件进行巡检扫描的同时，可以随时响应事件的中断请求。

实时性一般都要求计算机具有多任务处理能力，以便将测控任务分解成若干并行执行的任务，加速程序执行速度。

可以把那些变化并不显著，即使不立即作出反应也不至于造成影响或损害的事件，作为顺序执行的任务，按照一定的巡检周期有规律地执行；而把那些保持时间很短且需要计算机立即作出反应的事件，作为中断请求源或事件触发信号，为其专门编写程序，以便在该类事件一旦出现时计算机能够立即响应。如果由于测控范围庞大、变量繁多，这样分配仍然不能保证所要求的实时性时，则表明计算机的资源已经不够使用，只得对结构进行重新设计，或者提高计算机的档次。

实时的概念不能脱离具体过程,一个在线的系统不一定是一个实时系统,但一个实时控制系统必定是在线系统。

2. 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由工业控制机、过程输入输出(Process Input Output,PIO)设备和生产过程三部分组成。图 1.2 给出了计算机控制系统的组成框图。

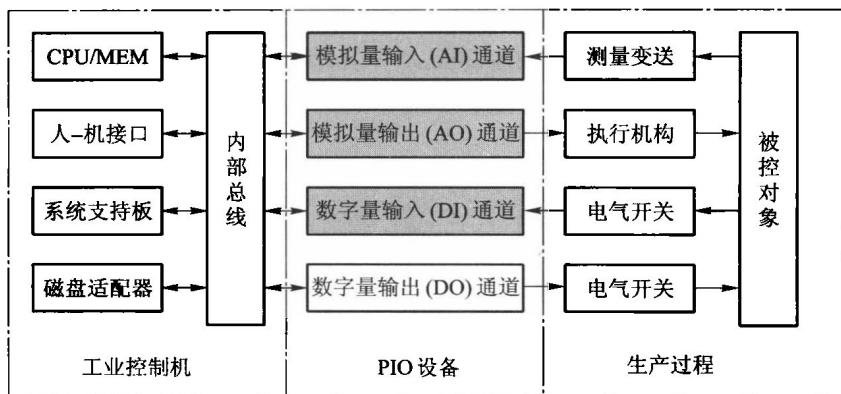


图 1.2 计算机控制系统的组成框图

工业控制机是指按生产过程控制的特点和要求而设计的计算机,它包括硬件和软件两部分。工业控制机的硬件将在第 2 章中进行介绍。工业控制机的软件由系统软件、支持软件和应用软件三部分组成。系统软件包括操作系统、引导程序、调度执行程序等,它是支持软件及各种应用软件的最基础的运行平台。如:Windows 操作系统、UNIX 操作系统等都属于系统软件。支持软件运行在系统软件的平台之上,是用于开发应用软件的软件。例如:汇编语言、高级语言、通信网络软件、组态软件等。对于设计人员来说,需要了解并学会使用相应的支持软件,能够根据系统要求编制开发所需要的应用软件。不同系统的支持软件会有所不同。应用软件是系统设计人员针对特定要求而编制的控制和管理程序。不同控制设备的应用软件所具备的功能是不同的。

计算机与生产过程之间的信息传递是通过过程输入输出设备进行的,它在两者之间起到纽带和桥梁的作用。过程输入设备包括模拟量输入通道(简称 AI 通道)和开关量输入通道(简称 DI 通道),分别用来输入模拟量信号(如温度、压力、流量、料位和成分等)和开关量信号或数字量信号。过程输出设备包括模拟量输出通道(简称 AO 通道)和开关量输出通道(简称 DO 通道),AO 通道把数字信号转换成模拟信号后再输出,DO 通道则直接输出开关量信号或数字信号。

生产过程包括被控对象、测量变送、执行机构、电气开关等装置。而生产过程中的测量变送装置、执行机构、电气开关都有各种类型的标准产品,在设计计算机控制系统时,根据需要合理地选型即可。

1.1.2 计算机控制系统的典型形式

计算机控制系统所采用的形式与它所控制的生产过程的复杂程度密切相关,不同的被控对象和不同的控制要求应有不同的控制方案。计算机控制系统大致可分为以下几种典型的形式。

1. 操作指导控制系统

操作指导控制系统 (Operational Information System, OIS) 的构成如图 1.3 所示。该系统不仅具有数据采集和处理的功能,而且能够为操作人员提供反映生产过程工况的各种数据,并相应地给出操作指导信息,供操作人员参考。

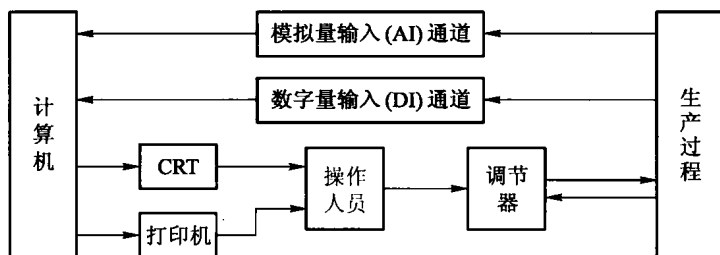


图 1.3 操作指导控制系统

该控制系统属于开环控制结构。计算机根据一定的控制算法(数学模型),依赖测量元件测得的信号数据,计算出供操作人员选择的最优操作条件及操作方案。操作人员根据计算机的输出信息,如 LCD 显示图形或数据、打印机输出等去改变控制器的给定值或直接操作执行机构。

操作指导控制系统的优点是结构简单、控制灵活和安全;缺点是要由人工操作,速度受到限制,不能控制多个对象。

2. 直接数字控制系统

直接数字控制 (Direct Digital Control, DDC) 系统的构成如图 1.4 所示。

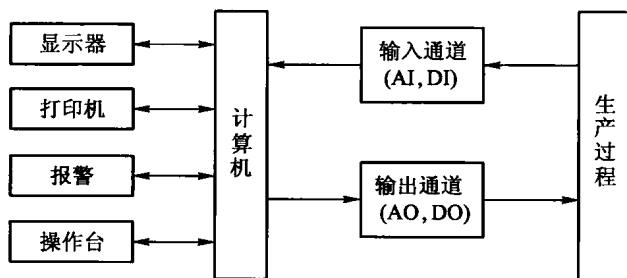


图 1.4 直接数字控制系统框图

计算机首先通过模拟量输入 (AI) 通道和开关量输入 (DI) 通道实时采集数据,然后按照一定的控制规律进行计算,最后发出控制信息,并通过模拟量输出 (AO) 通道和开关量输出