



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机控制技术

王建华 主编

▼
……
(第2版)
……
▲



高等教育出版社



计算机控制技术

第 2 版



机械工业出版社



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

TP273
593

计算机控制技术

王建华 主编

▼
……
(第2版)
……
▲



高等教育出版社

内容提要

本书是教育科学“十五”国家规划课题研究成果,也是上海市教育委员会高校重点教材建设项目之一,并获得“2007年度上海市普通高校优秀教材一等奖”。

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。

本书可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、机电一体化等专业的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.—2版.—北京:高等教育出版社,2009.11

ISBN 978-7-04-028048-7

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第183256号

策划编辑 李 慧 责任编辑 王莉莉 封面设计 赵 阳 责任绘图 尹文军
版式设计 范晓红 责任校对 王 雨 责任印制 陈伟光

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
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市白帆印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.5
字 数 500 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003年12月第1版
2009年11月第2版
印 次 2009年11月第1次印刷
定 价 29.50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 28048-00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结

第2版前言

自20世纪90年代初,本书编者一直在探索并实践对“计算机控制技术”课程的教学改革。根据多年教改成果编写的教材于2002年被列入上海市教育委员会高校重点教材建设项目,同年编者参与全国高等学校教学研究中心组织的“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”项目中的电子信息与电气信息类子课题的研究。在课题研究的基础上,编者又广泛听取同类院校教师的意见,进一步完善了教材内容。本书第1版于2003年底由高等教育出版社正式出版。

评审专家华东理工大学俞金寿教授对本书第1版的评语是“综观全书,可归纳出本书的主要特点:先进性——反映了计算机控制技术的当前状况和发展趋势;实用性——通过应用实例给出了一些实用的解决方案;全面性——涵盖了IPC、DCS和PLC等主流控制系统;编排的独到性——以功能模块为主线,阐述了IPC、DCS和PLC系统结构体系、工作原理、设计、集成方法以及它们之间的共性和特点。”俞金寿教授概括的本书特色,正是编者在编写和修订本书时的着力点。

本书第1版在编者所在学校已经使用5次,学生普遍反映通过本书的学习,能够较全面地了解基于IPC、PLC、DCS控制系统的基本概念,对于“微机原理”、“微机接口”、“计算机控制技术”三门课程的相互关系理解得更加清晰,对不同类型的控制系统的共性、特点和应用场合有较全面的了解,提高了对计算机控制系统的设计、选型、集成、调试等能力。培养具备工程应用能力的人才正是本书编者教学改革与实践的方向,亦是本书的定位。

近年来,控制领域涌现出了许多新理论与新技术,同时,编者的教学改革也有了新的进展。从2007年开始,编者不断与使用本书的教师进行交流、研讨,收集并整理使用意见,着手对全书的修订。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课程体系与教材建设”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,历时两年多时间,完成了第2版的修订工作。

本书保留了第1版的体系结构,对各章节内容作必要的更新、修改和充实,并对各章节中有关DCS内容进行了全面的更新。在每章之后增加习题与思考题。在本书中,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地收录和举例,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,从而将其融入本书的知识体系结构中。编者希望本书知识体系结构能涵

盖计算机控制技术的最新进展,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理论学习和实践环节,对计算机控制系统的设计、集成有更全面的认识,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。

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,组态软件组态王与WinCC基本功能及使用方法。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,教师在教学中可适当补充一些计算机控制的最新技术;本书坚持按照功能模块的体系编排,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。同时为了便于学生实践的对照,厂家提供的电路图中图形符号未予以更改,保持原貌。

本书承华东理工大学博士生导师吴勤勤教授详细地审阅,吴教授提出了许多宝贵的意见,编者深表谢忱。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、上海福克斯波罗有限公司电站技术支持赵振华先生、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,在此一并表示深深的谢意。

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之处,敬请读者不吝指正。

编者

2009年6月

第 1 版序

现代工业对控制系统的先进性、可靠性、可扩展性、易实现性和易管理性提出了越来越高的要求,这导致常规仪表逐渐淡出历史舞台,而以微处理器为核心的计算机控制系统则逐渐占据了统治地位。从目前自动控制技术的发展状况来看,高性能、基于 Field-Bus 和工业以太网的 IPC、PLC 和 DCS 系统代表着今后相当长时期内控制系统的主流发展趋势。

作为一门现代的交叉学科,计算机控制涉及自动化技术、计算机技术、通信技术、先进制造技术等诸多学科,呈现开放性、集散性、智能性和信息电子化与网络化的特点。由于本学科的这种特征,使得初学者很难掌握计算机控制的精髓,并将其应用于工业生产过程。因此,一本好的教材将有助于初学者理解、掌握和应用计算机控制技术。

计算机控制技术是高等学校中自动化、电子与电气工程、计算机应用、机电一体化等专业的主干课程。从目前国内外已出版的大部分计算机控制技术教材来看,大都以某一系列的单片机作为控制工具,采用硬件从芯片、板卡到硬件系统,软件从算法、程序到软件系统的传统编排模式。尽管这种编排模式曾经获得过良好的教学效果,但其中部分内容与“微型计算机原理”、“微型计算机接口技术”课程重叠,而与目前计算机控制系统软件组态化、硬件结构化、体系结构网络化、系统设计集成化的实际状况尚有一定距离。建立在多年从事计算机控制系统的工程设计与现场实施的基础之上,本书作者从系统工程的角度出发,将 IPC、DCS 和 PLC 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、设计、集成方法以及它们之间的共性和特点,力图使学生对它们的结构、功能、设计、集成以及应用场合建立起比较清晰的轮廓,让学生掌握 IPC、DCS 和 PLC 控制系统的构成原理、设计和集成方法。这种编排的意图为:通过本门课程的学习,使学生既具备较全面的计算机控制技术的理论知识,以利于未来的发展和深造;又掌握实际的工作技能,以胜任今后的具体工作。尽管这种编排体系尚有待教学实践的进一步检验,但作者的创新意识仍值得称道。

综观全书,可归纳出本书的主要特点:先进性——反映了计算机控制技术的当前状况和发展趋势;实用性——通过应用实例给出了一些实用的解决方案;全面性——涵盖了 IPC、DCS 和 PLC 等主流控制系统;编排的独到性——以功能模块为主线,阐述了 IPC、DCS 和 PLC 系统结构体系、工作原理、设计、集成方法以及它们之间的共性和特点。

“实践是检验真理的唯一标准”,对于一本教材而言,教学效果是检验其成功与否的客观依

第 1 版前言

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 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、操作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之上,从计算机控制系统的基本性能和基本操作出发,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、设计、集成方法以及它们之间的共性和特点,结合实际应用经验,较为系统和全面的介绍系统设计与实施技术。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理解,使其更具实用性。总之,本书的编写力求做到重点突出、层次分明、条理清晰,便于自学。本书不仅可以作为自动化、电子与电气工程、计算机应用、机电一体化等专业高年级学生或研究生的教材或教学参考书,还可以作为从事工业控制及相关领域工作人员的参考书。

本书共分十章。第 1 章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 章讨论了控制网络技术,分析和讨论了控制网络与信息网络的差别,并介绍了现场总线。第 7 章分析和讨论了集散控制

系统的构成,介绍了 IPC、PLC、DCS 的系统构成、网络体系、通信方式。第 8 章讨论了工控组态软件,IPC-DCS 组态软件、PLC-DCS 组态软件、DCS 组态软件。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,在本书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。如用 KINGVIEW 6.02 组态软件替换本书中 GENESIS 监控软件包的内容,并不影响本书工控组态软件章节内容的完整性。

全书承华东理工大学博士生导师吴勤勤教授、上海理工大学陈家琪副教授进行了详细的审阅,并提出了许多宝贵的意见。华东理工大学博士生导师俞金寿教授在百忙之中浏览了全书,并欣然为本书作序。在此,编者对他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促,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

2003 年 7 月

目 录

第 1 章 绪论	1	3.1.1 A/D 转换器主要参数	31
1.1 计算机控制系统概述	1	3.1.2 A/D 转换器的外部特性	32
1.1.1 计算机控制系统及其组成	1	3.1.3 12 位 A/D 转换器芯片	
1.1.2 计算机控制系统的典型形式	4	AD574A	33
1.2 计算机控制的发展概况	8	3.1.4 模拟量输入接口设计	34
习题与思考题	9	3.1.5 模拟量输入通道	38
第 2 章 工业计算机简介	10	3.1.6 模拟量输入通道的隔离	46
2.1 工业控制机的特点	10	3.2 模拟量输出接口技术	51
2.2 工业控制机的总线及分类	11	3.2.1 D/A 转换器主要参数	51
2.2.1 总线的概念	11	3.2.2 D/A 转换器的输入-输出特性	52
2.2.2 总线的类别	12	3.2.3 D/A 转换器芯片	52
2.2.3 工业控制机分类	14	3.2.4 模拟量输出接口设计	55
2.3 总线标准	14	3.2.5 模拟量输出通道	57
2.3.1 STD 总线	15	3.2.6 模拟量输出通道的隔离	60
2.3.2 ISA 总线	15	3.3 开关量输入/输出通道	61
2.3.3 PCI 总线	19	3.3.1 开关量输入/输出通道的 一般结构形式	61
2.3.4 PC/104 总线	21	3.3.2 开关量输入	62
2.4 IPC 的基本组成	23	3.3.3 开关量输出驱动电路	63
2.5 可编程控制器 PLC	25	3.4 IPC、DCS、PLC 输入/输出 通道	64
2.5.1 PLC 的基本组成	25	3.4.1 IPC 输入/输出通道	64
2.5.2 PLC 各组成部分	25	3.4.2 PLC 输入/输出通道	72
2.6 单片机	27	3.4.3 DCS 输入/输出通道	79
2.7 数字控制器	28	习题与思考题	85
习题与思考题	29	第 4 章 计算机控制系统的控制算法	86
第 3 章 计算机控制系统的输入/输出 接口技术	31	4.1 数字滤波和数据处理	86
3.1 模拟量输入接口技术	31		

4.1.1 数字滤波	86	5.2 空间抗干扰的措施	141
4.1.2 数据处理	90	5.2.1 屏蔽技术	141
4.2 数字 PID 控制	92	5.2.2 电气布线技术	143
4.2.1 基本 PID 控制	92	5.3 过程通道的抗干扰措施	145
4.2.2 数字 PID 控制的改进	94	5.4 系统供电与接地的抗干扰措施	149
4.2.3 数字 PID 控制器的工程实现	98	5.4.1 系统供电的抗干扰措施	149
4.2.4 S7-300/400 PID 功能块 FB41 简介	105	5.4.2 系统接地的抗干扰措施	152
4.2.5 PID 参数整定	111	5.5 采用监控定时器 Watchdog 的抗干扰措施	156
4.3 施密斯 (Smith) 预估控制	116	5.6 提高计算机控制系统的可靠性措施	157
4.3.1 施密斯预估控制原理	117	5.6.1 可靠性	157
4.3.2 具有纯滞后补偿的数字控制器	118	5.6.2 提高可靠性的途径	159
4.4 解耦控制	120	习题与思考题	164
4.4.1 解耦的条件	121	第 6 章 控制网络技术	165
4.4.2 解耦控制的综合算法	123	6.1 控制网络概述	165
4.5 模糊控制	127	6.1.1 企业计算机网络的层次结构	166
4.5.1 模糊控制系统的组成	127	6.1.2 控制网络与 IT 网络的区别	168
4.5.2 模糊控制器的输入和输出变量及其模糊化	128	6.1.3 控制网络的类型及其相互关系	169
4.5.3 建立模糊控制规则	131	6.2 数据通信基础	169
4.5.4 模糊关系与模糊推理	132	6.2.1 通信和数据通信系统	170
4.5.5 模糊控制向量的模糊判决——“清晰化”	134	6.2.2 传输介质	170
4.5.6 模糊控制表	134	6.2.3 传输数据的信号	171
4.5.7 确定实际的控制量	135	6.2.4 数据通信中的同步	173
4.5.8 模糊控制算法的工程实现	136	6.2.5 通信媒体共享技术	175
习题与思考题	136	6.2.6 数据交换技术	176
第 5 章 计算机控制系统的抗干扰与可靠性技术	137	6.2.7 数据通信中的差错控制技术	177
5.1 干扰源与干扰耦合方式	137	6.3 计算机网络	178
5.1.1 干扰来源	138	6.3.1 计算机网络的基本功能	178
5.1.2 干扰信号的耦合方式	139	6.3.2 计算机网络系统的组成	179

6.3.3 计算机网络的分类	180	8.1 组态软件的组成及数据处理流程	263
6.3.4 网络的体系结构	183	8.2 组态软件在监控系统中的作用与设计步骤	265
6.3.5 IEEE802 系列标准	184	8.3 常用组态软件	266
6.3.6 TCP/IP 协议	190	8.4 组态软件与 DCS 系统软件关系	267
6.4 现场总线	193	8.5 组态软件组态王	268
6.4.1 现场总线的通信协议模型	193	8.5.1 组态软件的整体结构	268
6.4.2 现场总线及技术特点及优点	195	8.5.2 组态软件应用程序制作过程概述	270
6.4.3 典型现场总线及性能比较	197	8.5.3 “组态王”的基本功能及使用方法	271
6.4.4 现场总线的选择	206	8.6 组态软件 WinCC	278
6.5 控制网络技术的展望	207	8.6.1 WinCC 的主要功能	279
习题与思考题	208	8.6.2 WinCC 开放结构	282
第 7 章 集散控制系统的构成	209	8.6.3 SIMATIC TIA (Total Integrate Automation) 全集成自动化概念在 WinCC 中的应用	282
7.1 典型的 DCS 体系结构和系统的功能	211	8.6.4 WinCC 的系统组态	284
7.2 基于 IPC 的 DCS 系统 (IPC-DCS)	215	8.6.5 报表系统	289
7.2.1 基于 IPC 的 DCS 系统	215	习题与思考题	290
7.2.2 IPC-DCS 体系结构的典型示例	216	第 9 章 计算机控制系统的设计与应用	292
7.3 基于 PLC 的 DCS 系统 (PLC-DCS)	224	9.1 计算机控制系统的设计原则	292
7.3.1 PLC-DCS 的网络体系	225	9.2 计算机控制系统的设计步骤	294
7.3.2 PLC-DCS 网络中常用的通信方式	227	9.2.1 计算机控制系统的总体方案设计	294
7.3.3 PLC-DCS 体系结构典型示例	231	9.2.2 硬件的工程设计与实现	297
7.4 DCS 系统构成	237	9.2.3 软件的工程设计与实现	300
7.4.1 集散控制系统的发展历程	238	9.2.4 控制系统的调试与投运	306
7.4.2 DCS 体系结构典型示例	243	9.3 计算机控制系统设计举例	307
习题与思考题	262	9.3.1 基于 IPC 的能源监控管理	
第 8 章 工控组态软件	263		

系统在某企业中的应用 ·····	307	10.3.1 流程工业的生产经营运 作过程 ·····	335
9.3.2 SIEMENS S7 过程控制系统 在某水泥厂的应用 ·····	312	10.3.2 流程工业 CIMS 的层次 结构模型 ·····	336
9.3.3 FOXBORO A ² 在火电厂烟 气脱硫过程中的应用 ·····	322	10.3.3 流程工业 CIMS 的功能 构成与功能划分 ·····	337
习题与思考题 ·····	328	10.4 流程工业 CIMS 的支撑 系统 ·····	339
第 10 章 CIMS 简介 ·····	329	10.4.1 CIMS 的计算机体系 结构 ·····	339
10.1 CIMS 的基本概念 ·····	329	10.4.2 流程工业 CIMS 中的数据 库系统 ·····	340
10.1.1 CIM 和 CIMS 的内涵与 定义 ·····	329	10.4.3 流程工业 CIMS 中的计算 机网络 ·····	341
10.1.2 CIMS 的体系结构 ·····	330	习题与思考题 ·····	342
10.1.3 CIMS 的建模方法 ·····	331	参考文献 ·····	343
10.1.4 CIMS 的应用状况 ·····	333		
10.2 流程工业的特点及其对 CIMS 的需求 ·····	334		
10.3 流程工业 CIMS 的总体架构 与功能描述 ·····	335		

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 IPC)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,而是利用计算机具有高速的运算处理能力,采用分时控制方式同时控制多个

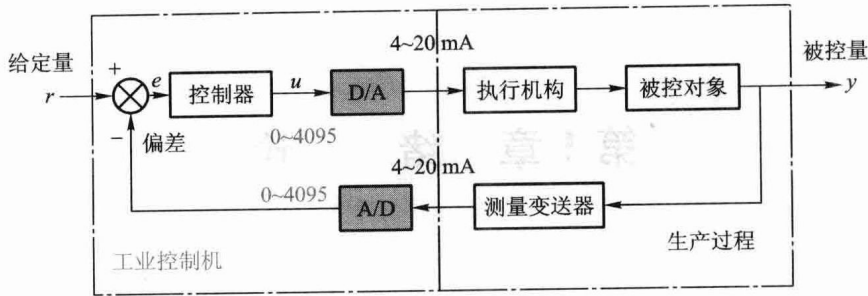


图 1.1 计算机控制系统原理图

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,根据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的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,即在按一定的周期时间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多个任务,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。

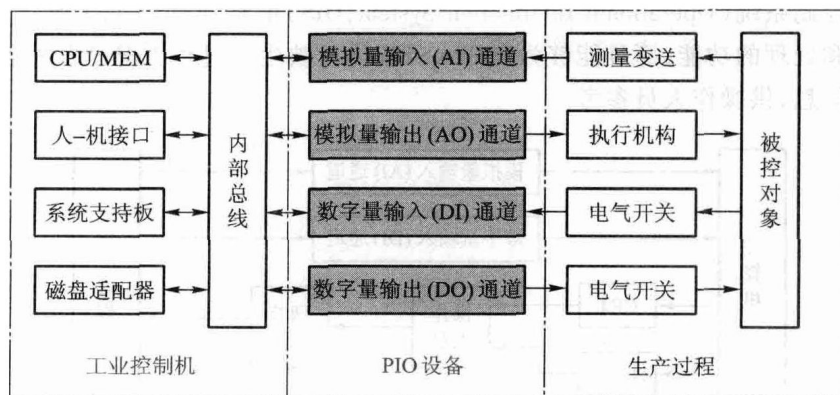


图 1.2 计算机控制系统的组成框图

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。工业控制机硬件将在第 2 章中进行介绍。工业控制机软件由系统软件、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。