

全书内容包括:楼宇自动化技术概论,集散型控制系统,现场总线控制系统,楼宇设备自动化技术,火灾自动报警与控制,楼宇安全防范技术,楼宇自动化系统集成技术。本书理论联系实际,具有先进、系统和实用的特点,并着重介绍了近几年来楼宇自动化的发展以及现场总线在楼宇自动化中的应用。

该书读者对象为高等院校电气工程与自动化类专业学习建筑电气技术的师生、有关工程技术人员和管理人员,也可作为“智能建筑”专题的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

楼宇自动化技术与应用/陈虹主编. —北京:机械工业出版社, 2003
(2011.8 重印)

(普通高等教育智能建筑规划教材)

ISBN 978-7-111-11890-9

I. 楼... II. 陈... III. 房屋建筑设备—自动化系统—高等学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020836 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:周娟 贡克勤

责任编辑:苏颖杰 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011 年 8 月第 1 版·第 7 次印刷

184mm×260mm·20.75 印张·515 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-11890-9

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育智能建筑规划教材

楼宇自动化技术与应用

主 编 陈 虹

副主编 陈志刚

参 编 沈 晔 薛毓强

主 审 程大章



机械工业出版社

全书内容包括:楼宇自动化技术概论,集散型控制系统,现场总线控制系统,楼宇设备自动化技术,火灾自动报警与控制,楼宇安全防范技术,楼宇自动化系统集成技术。本书理论联系实际,具有先进、系统和实用的特点,并着重介绍了近几年来楼宇自动化的发展以及现场总线在楼宇自动化中的应用。

该书读者对象为高等院校电气工程与自动化类专业学习建筑电气技术的师生、有关工程技术人员和管理人员,也可作为“智能建筑”专题的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

楼宇自动化技术与应用/陈虹主编. —北京:机械工业出版社, 2003
(2011.8 重印)

(普通高等教育智能建筑规划教材)

ISBN 978-7-111-11890-9

I. 楼... II. 陈... III. 房屋建筑设备—自动化系统—高等学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020836 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:周娟 贡克勤

责任编辑:苏颖杰 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011 年 8 月第 1 版·第 7 次印刷

184mm×260mm·20.75 印张·515 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-11890-9

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

智能建筑规划教材编委会

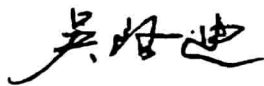
主 任	吴启迪		
副主任	徐德淦	温伯银	陈瑞藻
委 员	程大章	张公忠	王元凯
	龙惟定	王 忱	张振昭

序

20 世纪,电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术获得了空前的高速发展,并渗透到各个领域,深刻地影响着人类的生产方式和生活方式,给人类带来了前所未有的方便和利益。建筑领域也未能例外,智能化建筑便是在这一背景下走进人们的生活。智能化建筑充分应用各种电子技术、计算机网络技术、自动控制技术、系统工程技术,并加以研发和整合成智能装备,为人们提供安全、便捷、舒适的工作条件和生活环境,并日益成为主导现代建筑的主流。近年来,人们不难发现,凡是按现代化、信息化运作的机构与行业,如政府、金融、商业、医疗、文教、体育、交通枢纽、法院、工厂等,他们所建造的新建筑物,都已具有不同程度的智能化。

智能化建筑市场的拓展为建筑电气工程的发展提供了宽广的天地。特别是建筑电气工程中的弱电系统,更是借助电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术在智能建筑中的综合利用,使其获得了日新月异的发展。智能化建筑也为其设备制造、工程设计、工程施工、物业管理等行业创造了巨大的市场,促进了社会对智能建筑技术专业人才需求的急速增加。令人高兴的是众多院校顺应时代发展的要求,调整教学计划、更新课程内容、致力于培养建筑电气与智能建筑应用方向的人才,以适应国民经济高速发展需要。这正是这套建筑电气与智能建筑系列教材的出版背景。

我欣喜地发现,参加这套建筑电气与智能建筑系列教材编撰工作的有近 20 个姐妹学校,不论是主编者或是主审者,均是这个领域有突出成就的专家。因此,我深信这套系列教材将会反映各姐妹学校在为国民经济服务方面的最新研究成果。系列教材的出版还说明一个问题,时代需要协作精神,时代需要集体智慧。我借此机会感谢所有作者,是你们的辛劳为读者提供了一套好的教材。



写于同济园

2002 年 9 月 28 日

前 言

1998 年教育部颁布的专业目录中将工业自动化、电力系统自动化、高电压技术、电气技术和电机、电器及控制等 5 个专业合并成电气工程及其自动化专业,并在引导性专业目录中将电气工程及其自动化专业和自动化专业合并成电气工程与自动化专业,这样就使得电气类专业口径宽、应用面广。但考虑到目前全国各高等院校在该专业有关专业方向的设置、教改和人才需求等情况,编写一套建筑电气、智能建筑类的系列教材是非常需要的。本书是该系列教材中的一本。

全书共分 7 章。其中第 1 章介绍了计算机控制系统的基本概念,以及在建筑物中应用情况和发展趋势;第 2、3 章重点介绍近年来在工业控制中流行的计算机控制系统的技术和系统结构;第 4 章介绍了楼宇设备自动化的研究内容和基本功能;第 5、6 章分别讲述了火灾报警、消防自动化和安全防范技术;第 7 章讨论了在楼宇中如何将各个控制系统集成,并构成控制网络,使得实时数据共享,实现测、控、管一体化的主要路径和方法。本书的目的是让读者通过阅读和学习能全面了解到计算机控制系统在楼宇自动化中的应用,对如何实现楼宇设备自动化和系统集成提供思路和方法,同时掌握计算机控制系统的最新动态,为今后学生毕业从事该类工作的设计、工程施工奠定了理论基础。

本书第 1、2 章由江苏大学陈志刚编写,第 3、4、7 章由扬州大学陈虹编写,第 5 章由福州大学薛毓强编写,第 6 章由同济大学沈晔编写。陈虹任本书的主编并统稿,陈志刚任本书的副主编。

本书由同济大学程大章教授主审,并提出了许多宝贵的意见和建议。在本书的编写过程中,得到了扬州大学出版资金的资助,以及东南大学徐德淦教授、浙江大学褚建教授的支持和关心。在全书编写过程中还得到了扬州大学、江苏大学同仁的帮助,特别是蒋步军、陈兴、于照、李峰老师的精美制图为本书增色不少,袁如明老师的精心校对,使得书中减少了许多错误,对此均表示衷心的感谢。本书引用了大量的文献(见参考文献),在此也对这些书刊资料的作者表示感谢。

智能建筑技术方兴未艾,计算机控制系统层出不穷,自动控制、信息技术、计算机技术和图像显示技术随着社会的进步在发展,因此,希望本书能起到抛砖引玉的作用。限于作者水平有限,书中不妥之处或错误在所难免,恳请读者和同行给予批评指正。

编 者

前 言

1998 年教育部颁布的专业目录中将工业自动化、电力系统自动化、高电压技术、电气技术和电机、电器及控制等 5 个专业合并成电气工程及其自动化专业，并在引导性专业目录中将电气工程及其自动化专业和自动化专业合并成电气工程与自动化专业，这样就使得电气类专业口径宽、应用面广。但考虑到目前全国各高等院校在该专业有关专业方向的设置、教改和人才需求等情况，编写一套建筑电气、智能建筑类的系列教材是非常需要的。本书是该系列教材中的一本。

全书共分 7 章。其中第 1 章介绍了计算机控制系统的基本概念，以及在建筑物中应用情况和发展趋势；第 2、3 章重点介绍近年来在工业控制中流行的计算机控制系统的技术和系统结构；第 4 章介绍了楼宇设备自动化的研究内容和基本功能；第 5、6 章分别讲述了火灾报警、消防自动化和安全防范技术；第 7 章讨论了在楼宇中如何将各个控制系统集成，并构成控制网络，使得实时数据共享，实现测、控、管一体化的主要路径和方法。本书的目的是让读者通过阅读和学习能全面了解到计算机控制系统在楼宇自动化中的应用，对如何实现楼宇设备自动化和系统集成提供思路和方法，同时掌握计算机控制系统的最新动态，为今后学生毕业从事该类工作的设计、工程施工奠定了理论基础。

本书第 1、2 章由江苏大学陈志刚编写，第 3、4、7 章由扬州大学陈虹编写，第 5 章由福州大学薛毓强编写，第 6 章由同济大学沈晔编写。陈虹任本书的主编并统稿，陈志刚任本书的副主编。

本书由同济大学程大章教授主审，并提出了许多宝贵的意见和建议。在本书的编写过程中，得到了扬州大学出版资金的资助，以及东南大学徐德淦教授、浙江大学褚建教授的支持和关心。在全书编写过程中还得到了扬州大学、江苏大学同仁的帮助，特别是蒋步军、陈兴、于照、李峰老师的精美制图为本书增色不少，袁如明老师的精心校对，使得书中减少了许多错误，对此均表示衷心的感谢。本书引用了大量的文献（见参考文献），在此也对这些书刊资料的作者表示感谢。

智能建筑技术方兴未艾，计算机控制系统层出不穷，自动控制、信息技术、计算机技术和图像显示技术随着社会的进步在发展，因此，希望本书能起到抛砖引玉的作用。限于作者水平有限，书中不妥之处或错误在所难免，恳请读者和同行给予批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 楼宇自动化技术概论 1

第一节 智能楼宇与楼宇自动化技术 1

第二节 自动化技术的应用 7

第三节 楼宇自动化与智能楼宇的发展 趋势 14

思考题与习题 16

第二章 集散型控制系统 17

第一节 集散型控制系统概述 17

第二节 集散型控制系统的现场控制站 22

第三节 现场主控单元与通信单元 27

第四节 集散型控制系统操作站 35

第五节 集散型控制系统软件技术 40

第六节 集散型控制系统组态 49

第七节 集散型控制系统的工程设计 56

思考题与习题 60

第三章 现场总线控制系统 61

第一节 现场总线控制系统概述 61

第二节 几种常见的现场总线 73

第三节 楼宇自动化的现场总线——局部 操作网络 86

第四节 现场总线的发展趋势 91

第五节 应用系统举例 96

思考题与习题 102

第四章 楼宇设备自动化系统 103

第一节 楼宇供配电系统的自动控制 103

第二节 数字化智能照明系统 116

第三节 楼宇中央空调的自动控制 125

第四节 电梯自动控制系统 140

第五节 楼宇给排水自动控制系统 164

第六节 楼宇自动化系统工程设计 171

思考题与习题 175

第五章 火灾自动报警与控制 177

第一节 楼宇火灾自动报警系统概述 177

第二节 火灾探测器 180

第三节 火灾报警控制器 196

第四节 灭火控制 203

第五节 智能消防系统 224

第六节 火灾自动报警与控制的工程 设计 231

思考题与习题 238

第六章 楼宇安全防范技术 240

第一节 楼宇安全防范的基本要求 240

第二节 防盗入侵报警系统 243

第三节 闭路电视（模拟式）监控 系统 251

第四节 数字化图像监控系统 261

第五节 其他楼宇安全防范与管理 系统 268

思考题与习题 275

第七章 楼宇自动化系统集成技术 276

第一节 楼宇自动化系统集成概述 277

第二节 系统集成原理 284

第三节 楼宇自动化系统集成适用 技术 293

思考题与习题 324

参考文献 325

第一章 楼宇自动化技术概论

1984 年在美国康涅狄格州哈特福德市,人们对一座旧的金融大楼进行了翻修改造,在楼内铺设了大量通信电缆,增加了程控交换机和计算机等办公自动化设备,并将楼内的机电设备(变配电、供水、空调和防火等设备)均用计算机控制和管理,实现了计算机与通信设施连接,向楼内住户提供文字处理、语音传输、信息检索、发送电子邮件和信息资料检索等服务,实现了办公自动化、设备自动控制和通信自动化,成为智能楼宇第一次在世界出现的标志。这反映了科学技术在土木建筑中的创新,也是信息技术时代到来的体现。智能建筑成为 20 世纪后期高层建筑的发展趋势。

高层建筑以其雄伟的钢筋混凝土结构、华丽的装潢外表给予世人一个美丽的形象,而楼内的机电设备才能使建筑物充满生命力。但是如果实现了智能化,由综合布线系统构成的计算机网络在楼内无处不在,形成了楼宇内的“神经网络”,可以实现信息在楼内的迅速“流动”,信息的共享使得楼内的机电设备、计算机设备和通信设备成为相互关联统一协调的整体,满足了用户安全、舒适和便捷的需要,实现了控制、管理一体化,提高了管理者的服务水平,节约了大量的资金。这也是目前开发商和自动化工程师关注的热点。

20 世纪 90 年代,中国也开始了“智能建筑热”,报刊上不断出现有关智能建筑的报导,有文章这样描述:“即将到来的 21 世纪,建筑界所能提供的大厦将不再是冰冷无知的混凝土建筑物了,代之而起的是温暖人性化的智慧型建筑,随着信息技术的发展,现代化的建筑已被赋予思想能力。”于是,北京、上海、广州乃至全国各地的大中城市都开始兴建智能型建筑物。中国智能建筑市场的快速成长,引起了全世界业界人士的注目,大量国外的地产投资商、设计公司、系统集成商及设备制造商蜂拥而至。尽管人们对智能建筑的定义还没有统一的认识,但报刊上“星级智能大楼”的房地产广告和工地旁“5A 智慧型大厦待售”的标语到处可见,智能建筑成了中国建设界的一个热点。这一现象的出现并不全是因为有几家公司或机构的炒作而造成的,而是有其深刻的技术背景与社会背景的。在信息技术智能化、信息网络全球化和国民经济信息化的信息革命浪潮冲击下,中国社会信息化进程在大踏步地前进。金字工程与全国各地信息化工程或信息港工程的正式启动运作,为智能建筑的发展提供了优越的外部环境。智能建筑作为信息高速公路的节点和信息港的码头,已充分表现了它在经济、文化、科技领域中的重要作用。银行、证券、期货、保险等行业,以及商场、贸易商社、政府机构、科研机构、医院、学校、图书馆、体育场馆、机场等建筑物,只要是按现代方式运作的行业,它的建筑物都具有智能化的倾向。

中国进入 21 世纪以来,智能建筑在积累了多年的建设教训和经验的基础上,正在进一步规范智能建筑建设的运作方式与加强管理智能建筑设备系统,使之发挥应有的作用。

第一节 智能楼宇与楼宇自动化技术

智能楼宇是多学科、高新技术的巧妙集成,也是综合经济实力的表现,大量高新技术竞

相在此应用,使得高层建筑不再是一个城市的“孤岛”,而成为一个充满活力的、具有高工作效率的、有利于激发人们创造性的环境。智能楼宇将楼宇自动化系统 (Building Automation System BAS)、通信自动化系统 (Communication Automation System CAS) 和办公自动化系统 (Office Automation System OAS) 通过综合布线系统 (Generic Cabling System GCS) 有机地结合在一起,并利用系统软件构成智能楼宇的软件平台,将实时信息、管理信息、决策信息、视频信息、语音信息以及各种其他信息在网络中流动,实现信息共享,以解决安全、舒适和便捷的工作环境问题,提高工作效率为目的,达到节约能源和管理费用,克服重复投资、控制系统分离、服务缺乏保证、管理功能不全等缺点,实现可持续发展的目标。因此,智能楼宇代表了 21 世纪高层建筑的走向,具有强大的生命力。

什么样的建筑可以算得上“智能建筑”?或者说,“智能建筑”的定义是什么?这是一个困扰着智能建筑的业主、承租人、设计师、承建人及供货商的问题。大家都力图以自己的理解去说明,但又很难用准确的语言来叙述,所以前述的种种误区的出现也是十分自然的了。下面把几种流行的定义汇集一下,以期整理一个思路。

美国智能大厦协会 (AIBI): 智能建筑通过对建筑物的四个基本要素,即结构、系统、服务、管理以及它们之间的内在关联的最优化考虑,来提供一个投资合理但又拥有高效率的舒适、温馨、便利的环境,并且帮助大楼的业主、物业管理人、租用人等注重费用、舒适、便利以及安全等方面的目标,当然还要考虑到长远的系统灵活性及市场的适应能力。

新加坡政府的 PWD 的智能大厦手册: 智能大厦必须具备三个条件: ①以先进的自动化控制系统调节大厦内的各种设施,包括室温、湿度、灯光、保安、消防等,为租户提供舒适的环境。②良好的通信网络设施,使数据能在大厦内各区域之间进行流通。③提供足够的通信设施。

日本智能大楼研究会: 智能建筑提供商业支持功能、通信支持功能等在内的高度通信服务,并通过高度的大楼管理体系,保证舒适的环境和安全,以提高工作效率。

中国比较流行的说法是以大厦内自动化设备的配备作为智能建筑的定义。例如 3A 智能大厦内设有通信自动化设备 (Communication Automation——CA)、办公室自动化设备 (Office Automation——OA) 与楼宇自动化设备 (Building Automation——BA)。若再把消防自动化设备 (Fire Automation——FA) 与安保自动化设备 (Security Automation——SA) 从 BA 中划分出来,则成为 5A 智能大厦。为了体现在大厦中对各种智能化子系统进行综合管理,又形成了大厦管理自动化 (Management Automation——MA) 系统。这类以建筑内智能化设备的功能与配置作定义实在不妥,因为技术的进步与设备功能的发展是无限的,如果以此来作智能建筑的定义,那么可能几年后就又需要重新定义。

智能楼宇主要考虑了建筑物的结构、机电系统、通信系统、办公系统提供的良好服务和物业管理之间的内在关系,进行优化组合,来提供一个投资合理,具有高效、节能、舒适、便利的环境,便于进驻的用户使用。因此说,智能楼宇应该是:“智能楼宇系利用系统集成方法,将智能型计算机技术、通信技术、信息技术与建筑艺术有机组合,通过对设备的自动监控,对信息资源的管理和对使用者的信息服务及其功能与建筑的优化组合,所获得的投资合理,适合信息社会需要,并且具有安全、高效、舒适、便利和灵活特点的建筑物。

智能建筑发展至今,无论从市场管理,还是从消除国内的种种误区来说,都有必要规范智能建筑的内涵。但如前所述,由于技术的不断发展,要明确定义又十分困难,因而不少人

士提出了关于如何度量智能建筑的智商等级的问题，以免房地产发展商、建造商、物业管理商和使用人在智能建筑的功能与标准上产生矛盾，这样就如同旅游宾馆的星级一样，可有一个大概的尺度。

智能建筑的智商等级的评定通常可根据建筑物内智能化子系统设置的内容和设备的功能水平来确定。有将其分为三级的，也有分为五级的，各种划分都有其一定的合理性。基本思路是以建筑物内 BA 系统的能源自动管理功能与消防安保自动系统为基础起点线，凡具备这些设备与功能的定为丙级智能建筑，不具备的定为 0 级。丙级以上按是否设有 OA 系统、CA 系统、BA 系统以及这些系统的功能水平来定级。甲级智能建筑则应具备完善的 CA、FA、SA、MA 系统。1999 年 12 月建设部审定通过了《智能建筑设计标准》(GB/T50314—2000)，2000 年 10 月 1 日正式实施。这些标准都将智能建筑划分为甲、乙、丙三级，根据各类工程的使用功能管理要求以及工程的投资标准规定：

甲级，适用于配置智能化系统标准高而齐全的建筑；

乙级，适用于配置基本智能化系统而综合型较强的建筑；

丙级，适用于配置部分主要智能化系统，并有发展和扩充需要的建筑。

智能建筑并不是特殊的建筑物，而是以最大限度激励人的创造力、提高工作效率为中心，配置了大量智能型设备的建筑。在这里广泛地应用了数字通信技术、控制技术、计算机网络技术、电视技术、光纤技术、传感器技术及数据库技术等高新技术，构成各类智能化系统。就目前的技术发展水平来说，智能建筑的核心可归纳为 4A+GCS+BMS，即

BA——大楼自动化系统 (Building Automation System)

OA——办公自动化系统 (Office Automation System)

CA——通信自动化系统 (Communication Automation System)

SA——安全自动化系统 (Security Automation System)

GCS——综合布线系统 (Generic Cabling System)

BMS——建筑物管理系统 (Building Management System)

CNS——是通过数字程控交换机 (PABX) 来转接声音、数据和图像的，借助公共通信网与建筑物内部 GCS 的接口来进行多媒体通信的系统。目前，公共通信网在我国有城市电话网、长途电话网、数据通信网 CHINAPAC 和 CHINADDN。如果需要用卫星通信建立 VSAT 网，可租用卫星转发器，以实现 C 波段的 CU 波段的卫星通信。多媒体通信的业务则有语言信箱、电视会议系统、传真、移动通信等。近年来，作为先进的网络通信方式异步传输模式 (ATM) 和吉位以太网正在兴起，它们能够以大于 630Mbit/s 的高传输速率传输信息。为消除公共无线通信的盲区，楼内设置无线通信微蜂窝系统。随着全国通信基础设施装备水平的提高，光纤进大楼 (FTTB)、光纤进小区 (FTTZ) 已成为现实，于是各种宽带接入的驻地网更为拓展通信新业务提供了发展的基础。

OA 系统按计算机技术来说是一个计算机网络与数据库技术结合的系统，利用计算机多媒体技术，提供集文字、声音、图像为一体的图文式办公手段，为各种行政、经营的管理与决策提供统计、规划、预测支持，实现信息库资源共享与高效的业务处理。OA 系统已在政府、金融机构、科研单位、企业、新闻单位等日常工作中起着极其重要的作用。在智能建筑中的 OA 系统常由两部分构成：物业管理公司为租户提供的信息服务和物业管理公司内部事物处理的 OA 系统；大楼使用机构与租用单位的业务专用 OA 系统。虽然两部分的 OA 系统是各

自独立建立的,而且要在工程后期才能实施,但对它们的计算机网络系统的结构,应在工程前期作出规划,以便设计 GCS。

BA 系统是通过中央计算机系统的网络,将分布在各监控现场的区域智能分站连接起来,以分层分布式控制结构来完成集中操作管理和分散控制的综合监控系统。BA 系统运行的目标是对建筑物内所有建筑设备进行全面有效的监控和管理,以保证建筑物内所有设备处于高效、节能和最佳运行状态。通常在 BA 系统管辖下,有空调、给排水、冷热源、变配电、照明、电梯、停车库等设备。

SA 系统主要有两类:一类为消防系统;另一类为安保系统。消防系统具有火灾自动报警与消防联动控制功能,是一个专用计算机系统。安保系统常设有闭路电视监控系统(CCTV)、通道控制(门禁)系统、防盗报警系统、巡更系统等。SA 系统 24h 连续工作,监视建筑物的重要区域与公共场所,一旦发现危险情况或事故灾害的预兆,立即报警并采取对策,以确保建筑物内人员与财物的安全。

GCS 是在智能建筑中构筑信息通道的设施。它采用光纤通信电缆、铜芯通信电缆及同轴电缆,布置在建筑物的垂直管井与水平线槽内,一直通到每一层面的每个用户终端。GCS 可以以各种传输速率(从 9600bit/s 到 1000Mbit/s)传送话音、图像、数据信息。OA、CA、BA 及 SA 等系统的信号从理论上都可由 GCS 沟通。因而,有人称之为智能建筑的神经系统。

BMS 是为了对建筑设备实现管理自动化而设置的计算机系统,它把相对独立的 BA 系统、SA 系统和 OA 系统采用网络通信的方式实现信息共享与互相联动,以保证高效的管理和快速的应急响应。这一系统目前尚无统一的定义,有的称其为系统集成,有的称其为 IBMS (I-Intelligent),有的称其为 I2BMS (I2-Integrated Intelligent),亦有的称其为 I3BMS (I3-Intranet Integrated Intelligent)。虽然不同称呼下的技术方案有一些区别,但是基本功能还是相近的。

智能楼宇是社会信息化与经济国际化的必然产物,是多学科、高新技术的巧妙集成,也是一个国家综合经济实力的象征。目前大量高新技术竞相在此应用,比如,多功能可视电话、多媒体技术、卫星通信、计算机国际通信网络、现场总线技术、环境控制技术。而这些技术已经不陌生,未来的信息高速公路、能量无管线传输等高科技也会首先在这片沃土上扎根成长。

智能楼宇是通过现代计算机(Computer)技术、现代控制(Control)技术、现代通信(Communication)技术、现代图形显示(Cathode Ray Tube—CRT)技术,俗称 4C 技术实现对一个高层建筑的再包装和再提高。

所谓现代计算机技术是在 1985 年以后,随着计算机应用的普及,计算机从科学计算、数据处理和实时控制的三大功能中大量的转向图像、自然语言、声音等非数值信息的处理,因而出现了智能型仿真人类的思维活动,并且有识别、学习、探索(求解)、推理(逻辑)等功能的计算机,这是提高硬件能力和采用并行处理系统的结果。因此,当代最先进的计算机技术应该首推并行处理、分布式计算机系统。该系统是计算机多机系统联网的一种新形式,也是计算机技术发展的一个主导方向。该技术的特点是采用统一的分布式操作系统,把多个数据处理系统的通用部件合并为一个具有整体功能的系统,各软、硬件资源管理没有明显的主从关系。强调分布式计算和并行处理,在实现网络中硬件、软件资源共享的基础上,实现任务和负载的共享。对于多机合作以及系统动态重构、冗余性和容错能力都有很大的改善和提高。

现代控制技术是指使用了目前国际上流行的计算机控制方案——集散型监控系统，即分布式控制系统。它是在集中式控制系统的基础上发展、演变而来的，主要应用在过程控制中，实现就地（分散）控制，集中显示、处理，分级管理，分而治之。近几年，该技术被移植到智能楼宇机电设备的自动控制之中。该技术适应了现代化生产的控制与管理需求，采用多层分级的结构形式，从下而上分为现场控制级、控制管理级和决策管理级，使其安全、可靠、通用、灵活。集散型控制系统采用具有微内核技术的实时多任务、多用户、分布式操作系统，以实现抢先任务调度算法的快速响应。组成集散型监控系统工程的硬件和软件则采用标准化、模块化和系列化的设计，系统的配置具有通用性强，开放性好，系统组态灵活，控制功能完善，数据处理方便，显示操作集中，人机界面友好，以及系统安装、维修方便，并且可以进行 $1:n$ 的冗余，确保系统安全、可靠。

现代通信技术实质上是通信技术与计算机网络技术相结合的产物，在目前主要体现在 ISDN（综合业务数字网）功能的通信交互系统中。该系统具有多种通信接口，除模拟用户接口、B+D、2B+D 数字用户接口和模拟中继接口外，还有用于公共网和专用网的各种信令接口。可以实现在一个通信网上同时实现语音、计算机数据及图像通信。异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode）ATM 是计算机网络中使用最为广泛的数据传输模式，它采用交换方式为无限的用户提供专用的高速节点，各个节点并行工作，使得 ATM 交换机同时支持多路传送，从而消除了共享介质网络中通常遇到的带宽、限制和数据瓶颈问题。另外，ATM 网络还适用于图像、视频和音频等信息的传输。

现代图像显示技术是一种新兴的技术门类，有着极其广阔的发展前途。目前主要体现在计算机的操作和信息显示的图形化，即窗口（Window）技术和多媒体技术的完美结合。通过窗口技术可以实现简单方便的屏幕操作，即可完成对开关量或模拟量的控制；信息的状态和参数变化，甚至信息所处的地理位置都可以通过动态图形和图形符号来加以显示，达到对信息的采集和监视的目的。

多媒体是近年来在计算机技术应用领域发展最为迅速的一个方面。它实现了在语音和影像方面的一体化，另外，“三网合一”（计算机网络、通信网络、有线电视网络）和“三电合一”，完成电话、电视和电脑的三位一体，构成虚拟现实（Virtual Reality——VR）技术，并应用于工业控制之中。

智能楼宇使用 4C 技术构成了“3A”系统（楼宇自动化系统、通信自动化系统和办公自动化系统），解决了高层建筑物机电设备的安全运行、合理使用和设备保养，从而保证高层建筑中生活、工作必备的垂直交通、照明、用电、温湿度、用水、通风以及安全管理，提供了快捷、便利、高效的办公条件，通过有线、无线通信甚至卫星通信解决了音频、视频图像等信息的传输。因此，智能楼宇的基本结构如图 1-1 所示。通过这些功能解决了用户生活、工作方便的问题，提供了快捷优质的服务 and 解决了安全问题。

从图 1-1 中可以看出，智能楼宇基本结构中包含最多的部分就是一个广义建筑设备自动化系统，由于我国的行政划分问题构成了三大块，建筑设备监控系统、火灾自动报警系统和安全防范系统。建筑设备监控系统中还含有 5 个子系统：空调自动化系统、供配电综合自动化系统、智能数字照明控制系统、给排水自动控制系统和电梯控制系统。

各个子系统的功能分别为：

1. 供配电综合自动化系统

可以对智能楼宇的供电状况进行实时监视和控制, 包括对各级电力开关设备, 配电柜高压和低压侧状态, 主要回路的电流、电压及功率因数, 变压器及电缆的温度, 发电机运行状态等监测与控制, 对故障进行报警等。另外, 通过对用电情况的计量和统计, 实施科学的管理方法, 合理均衡负荷, 以保障安全、可靠的供电。

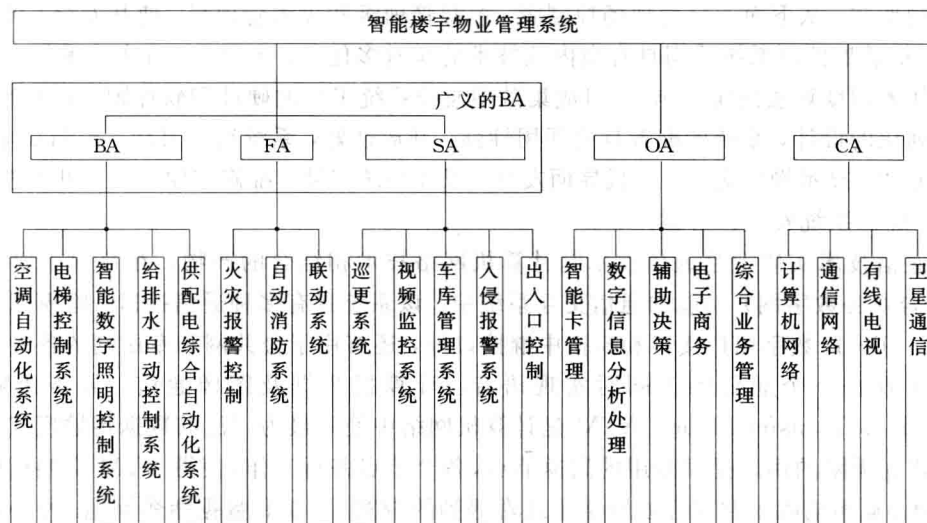


图 1-1 智能楼宇的基本结构

2. 空调自动化系统

可对不同区域的空调系统按预先编制的时序或根据环境温度, 自动控制建筑物内的中央空调制冷机组、冷冻水泵、冷却塔风机、电磁阀门、风机的起停, 并监视和记录各设备的状态、室内外各测点的温湿度、送风压力、流量、阀门开度和运行时间等参数, 自动进行故障报警或停机, 动态显示有关水阀、风机的位置、状态等。

3. 电梯控制系统

电梯是建筑物内交通的重要枢纽。对带有完备装置的电梯, 利用此节点将其控制装置与楼宇自动化系统相连接, 以实现相互间的数据通信, 使管理中心能够随时掌握各台电梯的工作状况, 并在火灾、安保等特殊场合对电梯的运行进行直接控制。

4. 智能楼宇照明、给排水自动控制系统

对各楼层的配电盘、办公室照明、门厅照明、走廊照明、庭院或停车场等处照明、广告霓虹灯、节日装饰彩灯、航空障碍照明灯等设备自动进行起停控制, 并自动实现对照明回路的分组控制, 对用电过大时的自动切断, 以及对厅堂和办公室等地的“无人熄灯”控制。对各给水泵、排水泵、污水或饮用水泵的运行状态, 各种水箱及污水池的水位进行实时监测, 并通过对给水系统压力的监测以及根据这些水位、压力状态, 起停相应的水泵, 以保证给排水系统的正常运行。

5. 消防、保安系统

主要任务是与传统的温度、湿度传感器, 控制继电器等传感和控制设备接口, 如采集温度、湿度、流速、空气质量、报警状态等; 输出被用于控制风扇、泵、照明电路、继电器等消防系统, 是智能楼宇自动化中的重要组成部分, 它实施对建筑物内消防系统中的消火栓、喷淋水、消防水泵、稳压水泵、火灾烟感和温感探测报警器、防火排烟阀、消防电梯、消防广

播、消防电话等消防设备联网监视与自动控制,一旦出现火警,立即通过楼宇自动化系统,向供配电、给排水、空调、电梯等相关系统发出进入消防模式的命令,由这些设备自身的控制系统来协调和实现消防动作。并且通过对闭路电视的监视、出入口控制、防盗报警、保安巡更等基本手段辨别出运行物体、火焰、烟及其他异常状态,并进行报警及自动录像,对有关通道进行出入对象控制,最大限度地保证安全。

智能楼宇自动化的各个子系统之间是相互协调的,具有互操作特性,因此,还需要有一个能实现集中管理与协调的系统,以便各个子系统能有机地集成在一起,共同构成建筑物的自动控制网络。

第二节 自动化技术的应用

自动化技术由来已久,可追溯到瓦特发明蒸汽机时代,但真正成为一门应用理论和应用科学还是在第二次世界大战期间,为了实现火炮定位和雷达跟踪,科学家认真研究了自动控制的规律,创建了自动控制理论。战后,自动控制得到了广泛的应用,主要用于工业控制,并使其得到推广,现在与我们的生活紧密相联。

所谓自动控制,是指在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(控制器),使机器、设备或生产过程(统称为被控对象)的某个工作状态或参数(即被控量)自动地按照预定的规律运行。因此,自动控制系统框图可用图 1-2 表示。

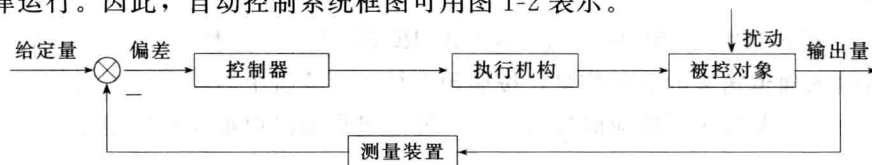


图 1-2 自动控制系统框图

这是一个连续控制系统,需要离散化,即将连续信号变成脉冲信号,再将这类离散信号处理成最小位二进制的整数倍,成为数字信号后,就可以用计算机构成数字控制器,实现计算机的实时监控。

计算机控制系统是将计算机技术应用于自动控制系统以实现对被控对象的控制,其基本框图如图 1-3 所示。它利用计算机强大的计算能力、逻辑判断能力以及存储容量大、可靠性高、通用性强、体积小等特点,可以解决常规控制技术解决不了的难题,实现常规控制技术无法达到的优异性能。

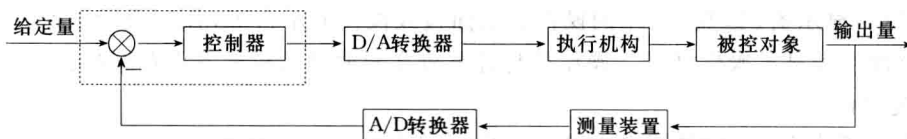


图 1-3 计算机控制系统基本框图

在计算机控制系统的控制过程中,被控对象的有关参数(如电压、电流、温度、压力、状态等)由传感器、转换器进行采样并转换成统一的标准信号,再经由模拟量输入通道或数字量输入通道输入计算机,计算机根据这些信息,按照预先设定的控制规律进行运算和处理,并经由输出通道把运算结果以数字量或模拟量的形式输出到执行机构,实现对被控对象的控制。

不同用途的计算机控制系统，它们的功能、结构、规模也有一定的差别，但都是由硬件和软件两个基本部分组成。硬件由计算机主机、接口电路以及各种外围设备组成，是完成控制任务的设备基础。软件指管理计算机的程序和控制过程中的各种应用程序。计算机系统的所有动作都是在软件的指挥协调下进行的，软件质量的好坏不仅影响硬件功能的充分发挥，而且也影响到整个控制系统的控制品质和管理水平。计算机控制系统的大致构成如图 1-4 所示。

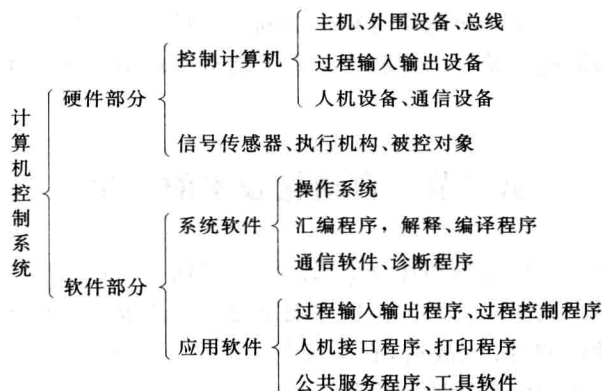


图 1-4 计算机控制系统的构成

图中各主要部分的作用分述如下：

1. 主机

由中央处理器（CPU）和内存储器（RAM、ROM）组成，是整个计算机控制系统的核心。它根据过程输入通道送来的实时信息，按照预先植入计算机中的程序和控制数据，自动进行信息处理和运算，及时选择相应的控制策略，通过过程输出通道发出控制命令。

2. 外围设备

简称外设，常用的外设分为输入设备、输出设备和外存储器。输入设备如键盘、鼠标和扫描仪等，主要用来输入程序、数据和操作命令等。输出设备有显示器、打印机等，用来显示、打印各种数据和信息，及时反映过程控制的实际情况。外存储器有软、硬盘存储器，磁带机，光盘存储器等，用来存储和备份程序或数据，兼有输入和输出两种功能。

3. 过程输入输出设备

是在计算机和生产过程之间设置的用以信息传递与交换的连接通道设备，包括模拟量通道和开关量通道设备两大类。

4. 人机联系设备

包括 CRT 显示器、键盘、专用的操作显示面板或操作显示台等，用于显示生产过程状况，供操作人员操作和显示操作结果。操作员与计算机之间通过人机联系设备交换信息。

5. 系统软件

它用于管理计算机的硬件设备，使计算机更加充分地发挥效能，为计算机用户使用各种语言创造条件。

6. 应用软件

它是控制计算机完成某种特定控制功能所必需的软件，通常由用户自行编制或根据具体情况在商品化软件的基础上进行开发。

一、计算机控制系统的类型

计算机控制系统的构成与它所控制的生产过程的复杂程度密切相关。控制对象不同, 计算机控制系统采用的控制方案也不一样。下面介绍几种典型的形式。

(一) 数据采集和操作指导控制系统

数据采集和操作指导控制系统的结构框图如图 1-5 所示。系统中计算机并不直接对生产过程进行控制, 而只是对过程参数进行巡回检测、收集, 经加工处理后进行显示、打印或报警, 操作人员据此进行相应的操作, 实现对生产过程的调控。

数据采集和操作指导控制系统是一种开环系统, 它结构简单, 安全可靠, 但由于仍要引入人工操作, 因而速度不快, 被控对象的数量也受到限制。

(二) 直接数字控制系统

直接数字控制 (Direct Digital Control——DDC) 系统的结构框图如图 1-6 所示。计算机对生产过程的若干参数进行巡回检测, 再根据一定的控制规律进行运算, 然后通过输出通道直接对生产过程进行控制。

DDC 系统中, 一台计算机可代替模拟调节器, 实现多回路控制, 并可实现较复杂的控制规律。另一方面, 由于系统的调控参数已设定好, 并输入了计算机, 控制系统不能根据现场实际进行相应调整, 故使用 DDC 系统无法实现最优控制。

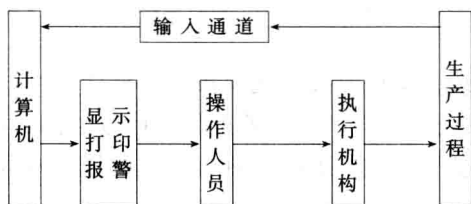


图 1-5 数据采集和操作指导控制结构

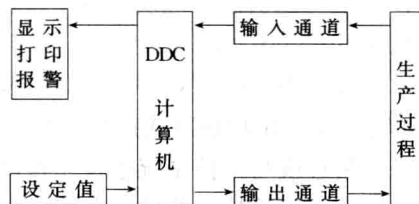


图 1-6 直接数字控制系统结构

(三) 监督控制系统

在监督控制 (Supervisory Computer Control——SCC) 系统中, 计算机根据工艺信息和相关参数, 按照描述生产过程的数字模型或其他方法, 自动地调整模拟调节器或改变以直接数字控制方式工作的计算机中的设定值, 从而使生产过程始终处于最优工况。监督控制系统有两种结构形式。

1. 监督控制加模拟调节器的控制系统

在此系统中, 计算机对生产过程的有关参数进行巡回检测, 并按一定的数字模型进行分析、计算, 然后将运算结果作为给定值输出到模拟调节器, 由模拟调节器完成调控操作。其结构图如图 1-7 所示。

2. 监督控制加直接数字控制的分级控制系统

这是一个两级控制系统。SCC 计算机进行相关的分析、计算后得出最优参数, 并将它作为设定值送给 DDC 级, 执行过程控制。如果 DDC 计算机无法正常工作, SCC 计算机可完成 DDC 的控制功能, 使控制系统的可靠性得到提高。SCC+DDC 分级控制系统结构图如图 1-8 所示。

(四) 集散型控制系统

集散型控制系统 (Distributed Control System——DCS) 又称为分布或分散控制系统, 是按照总体协调、分散控制的方针, 采用自上而下的管理、操作模式和网络化的控制结构, 实现对生产过程的控制。集散型控制系统是由基本控制器、高速数据通道、CRT 操作站和监督