

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI
智能建筑自动化专业系列教材



ZHINENG JIANZHU HUANJING JIANCE
YU KONGZHI JISHU

智能建筑环境检测 与控制技术

朱学莉 主 编
朱树先 梁雪凤 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

普通高等教育
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI
智能建筑自动化专业系列教材



ZHINENG JIANZHU HUANJING JIANCE
YU KONGZHI JISHU

智能建筑环境检测 与控制技术

主 编 朱学莉

副主编 朱树先 梁雪凤

编 写 李 泽 郭胜辉

主 审 藏维贵

董 博



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材——“智能建筑自动化系列教材”之一，主要介绍了过程参数检测及自动化仪表、过程控制的基础理论和应用技术。

本书内容编排合理、涉及面广、实用性强，主要由检测技术及自动化仪表与过程控制两部分组成。全书共分 8 章。首先，对过程控制系统进行了基本的定义及描述；然后，介绍了过程控制系统所必需的检测仪表、执行机构及其工作原理；在此基础上，由浅入深地介绍了过程控制对象的动态特性、单回路过程控制系统、复杂过程控制系统及先进控制和计算机过程控制系统。

本书可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、建筑电气与智能化等专业的教材，也可作为计算机、通信类专业的教学参考书，同时也可供从事过程控制、检测技术、自动化仪表及相关领域的技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

智能建筑环境检测与控制技术 / 朱学莉主编. —北京：中国电力出版社，2012.10

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5123-2789-4

I. ①智… II. ①朱… III. ①智能化建筑—环境监测—高等学校—教材②智能化建筑—房屋建筑设备—自动控制—高等学校—教材 IV. ①TU-023②TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 236681 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 418 千字

定价 31.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

智能建筑自动化专业系列教材编委会

总 编 齐维贵

编 委 （以姓氏笔画为序）

丁 宝 王可崇 齐伯文

朱学莉 宋镇江 邵 方

序

智能建筑是现代建筑 and 信息技术相结合的产物, 21 世纪前 20 年全球 50% 的智能建筑将在中国兴建。智能建筑在我国的兴起和迅猛发展, 已成为拉动国民经济的新的增长点。高等教育应该与国民经济同步发展。为了满足智能建筑业对信息技术专业人员的需要, 近年来全国高校相关专业或增加一门课程或增加一个专业方向, 特别是近期全国相关的教学研讨会, 对在该领域办一新的专业以加快人才培养步伐已取得共识。“十一五”国家级规划教材——“智能建筑自动化专业系列教材”的编写就是在这一背景下产生的。

该系列教材的内容是以楼宇自动化系统、通信自动化系统和办公自动化系统即 3A 系统为对象, 以计算机技术、通信技术、控制技术即 3C 技术为支撑, 以培养智能建筑系统设计、产品研发、网络集成和高级管理人才为目标。“智能建筑自动化专业系列教材”暂由六本书组成: 智能建筑自动化系统, 智能建筑网络通信系统, 现代建筑供配电技术, 智能建筑环境检测与控制技术, 交流调速与现代电梯控制技术, 智能化住宅小区系统设计。该系列教材拟在两年内相继出版。

该系列教材除内容上突出智能建筑自动化新专业的特点外, 与现有同类教材相比进行了拓宽和深化。本系列教材较建筑电气以“强电”为主, 变成以“弱电”为主, 除培养建筑电气设计和施工的技术人才外, 强调智能建筑产品研发和系统集成技术人才培养。相对“智能建筑技术”类教材和科技书籍, 本系列教材在理论分析、关键技术和最新应用方面加大编写力度, 使人才培养从工程型向工程和研究复合型发展。系列教材中每本教材的编写坚持有自己特色的同时, 要做好在系列教材中的定位, 要体现系列教材整体的完整性和系列的相关性, 对于现行教材中的重叠内容, 就其对象、基本原理、应用实例等进行了合理的整合, 避免内容重叠, 加强关键技术的编写力度, 发挥系列教材集成的作用。系列教材所涉及的对象和技术即 3A 和 3C, 毕竟属于信息和自动化学科, 因此这类学科的通用理论、技术、方法和应用等, 在教材中, 结合智能建筑对象要给出合理的配置, 如计算机控制、过程控制、运动控制、通信原理、检测技术均安排在系列教材的相关课程中。

为编写系列教材, 设立了编委会, 编委会对系列教材的“综合指标”负责, 给出专业课教材的架构和布局, 集中论证每本教材的编写大纲, 并细化到章、节及分节三层目录。每本书的主编由从事本门课教学和具有该方向科研成果的教师担任, 参编人员主要吸收从事智能建筑系统设计、产品研发和网络集成有丰富实践经验的高级工程师参加。这种编著者的构成, 保证了教材的质量。

“智能建筑自动化专业系列教材”是“十一五”国家级规划教材。该系列教材的策划、编写及出版工作承蒙中国电力出版社的大力协助和支持, 对此表示衷心的感谢。在系列教材编写中引用了许多专家、教授的成果, 在此一并表示诚挚的谢意。

前 言

控制系统中的检测技术和仪表系统是实现自动控制的基础,过程控制是控制理论与工业过程、设备,以及自动化仪表和计算机工具相结合的工程应用科学。本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材——“智能建筑自动化系列教材”之一,所介绍的过程参数检测技术和自动化仪表、过程控制系统是实现建筑智能化的基本要素。编写本书的目的,是从基本原理和工程应用出发,介绍智能建筑中过程参数检测、自动化仪表系统、过程控制系统方面的基础理论和应用技术专业知 识,为读者提供智能建筑中环境检测与控制的实施方法。

智能建筑以现代建筑技术、计算机技术、通信技术及自动化技术为基础,通过优化建筑结构、系统、服务、管理四个要素及其相互之间的关系,为用户提供舒适方便的工作和生活环境,从而成为现代建筑的主流,受到了社会的广泛关注。

全书共分 8 章。第 1 章介绍了智能建筑的基本概念及建筑智能化的功能,从智能建筑的声环境、视环境、热环境、空气环境及电磁辐射环境的角 度介绍了相关的测控指标。第 2 章介绍了过程控制的发展概况、基本构成及分类;过程控制系统的基本要求及性能指标。第 3 章介绍了温度类检测仪表、湿度类检测仪表、压力类检测仪表、流量类检测仪表、物位类检测仪表及热量类检测仪表的工作原理。第 4 章介绍了过程控制中常用的调节器和执行器的工作原理、种类、特点及其在过程控制中的应用。第 5 章主要介绍了过程控制中被控对象的动态特性及其测量方法。第 6 章介绍了单回路过程控制系统的组成及设计;对象动态特性对控制质量的影响及控制方案的确定;比例、积分、微分控制及控制器选型和控制器的参数整定方法等内容。第 7 章介绍了串级与前馈控制系统、大滞后补偿控制、多变量解耦控制,以及预测控制、模糊控制、神经网络控制。第 8 章介绍了计算机过程控制系统的基本概念、组成、类型及发展方向;数据采集及传输的概念及方法;计算机过程控制常规算法;工业控制组态软件及其应用;集散控制系统和现场总线技术。

本书由朱学莉任主编,朱树先、梁雪凤任副主编。其中,第 1、2 章、第 7.4 及 8.5 节由朱学莉编写,第 3 章及第 7.6 节由郭胜辉编写,第 4 章由梁雪凤编写,第 5 章由董博编写,第 6 章、第 7.1~7.3 及 8.2~8.4 节由朱树先编写,第 7.5 及 8.1 节由李泽编写。由朱学莉、朱树先定稿。全书由齐维贵教授审阅。

限于编者水平,本书难免有欠妥和错误之处,恳请广大读者指正。

编者

2012 年 8 月

目 录

序言

前言

1 概述	1
1.1 智能建筑基本概念	1
1.2 建筑智能化技术概述	5
1.3 与智能建筑环境相关的测控指标	6
1.4 智能建筑环境与建筑智能化技术的关系	12
复习思考题与习题	12
2 过程控制系统基本概念	13
2.1 过程控制系统的发展概况	13
2.2 过程控制系统的特点	15
2.3 过程控制系统的基本构成	17
2.4 过程控制系统的分类	18
2.5 过程控制系统的性能指标与要求	20
2.6 过程控制系统在智能建筑中的应用	29
复习思考题与习题	30
3 建筑环境检测仪表	31
3.1 检测仪表的基础知识	31
3.2 温度检测仪表	35
3.3 湿度检测仪表	47
3.4 压力检测仪表	52
3.5 流量检测仪表	59
3.6 物位检测仪表	67
3.7 热量检测仪表	70
复习思考题与习题	76
4 调节器和执行器	78
4.1 典型控制系统	78
4.2 PID 控制规律	79
4.3 模拟式 PID 调节器	82
4.4 可编程调节器	86
4.5 执行器	90
复习思考题与习题	97
5 过程控制对象的动态特性	98
5.1 单容对象的动态特性及其数学描述	98

5.2	多容对象的动态特性	102
5.3	动态特性测定的实验法及时域法	104
5.4	动态特性测定的频域法	108
5.5	动态特性测定的统计方法	111
	复习思考题与习题	125
6	单回路过程控制系统	126
6.1	系统的组成及设计概述	126
6.2	单回路控制系统的设计	127
6.3	调节规律对控制品质的影响与调节规律的选择	142
6.4	调节器参数的工程整定方法	148
6.5	简单控制系统设计实例	156
	复习思考题与习题	159
7	复杂过程控制系统及先进控制	161
7.1	串级与前馈控制	161
7.2	大滞后补偿控制	171
7.3	多变量解耦控制	174
7.4	预测控制	179
7.5	模糊控制	193
7.6	神经网络控制	204
	复习思考题与习题	213
8	计算机过程控制系统	214
8.1	计算机过程控制系统概述	214
8.2	数据采集及传输	218
8.3	计算机过程控制常规算法	235
8.4	工业控制组态软件	248
8.5	集散控制系统和现场总线技术	254
	复习思考题与习题	260
	附表	262
	参考文献	264

1 概 述

本章主要介绍了智能建筑的基本概念及建筑智能化的功能及优越性,从智能建筑的声环境、视环境、热环境、空气环境及电磁辐射环境的角度介绍了相关的测控指标,简述了智能建筑环境与建筑智能化技术之间的关系。通过本章的学习,要求了解智能建筑的基本概念,重点掌握与智能建筑环境相关的测控指标。

智能建筑通过优化建筑结构、系统、服务、管理四个要素及其相互之间的关系,为使用者提供舒适方便的工作和生活环境,从而受到社会的广泛关注,成为现代建筑的主流。智能建筑涉及建筑学、建筑环境与设备、机电一体化、自动控制技术、计算机技术、信息技术、管理技术等多个学科和技术领域,是一个典型的系统工程。

智能建筑的主要目标如下:①提供高度共享的信息资源;②提供能够提高工作效率的舒适环境;③确保建筑物的使用安全;④节约管理费用;⑤能适应管理工作的发展需要。其中,①中“高度共享的信息资源”要依靠计算机网络、公用电信网络、公共数据通信网络、卫星及广播电视网络、办公自动化系统等来完成。②“能够提高工作效率的舒适环境”主要依靠通风与空调系统、供热系统、给排水系统、电力供应系统、闭路电视系统、音响系统、智能卡系统、停车场管理系统、体育及娱乐管理等系统来完成。③中“建筑物的使用安全”主要依靠周边防越报警系统、防盗报警系统、出入口管制系统、闭路电视监视系统、保安巡更系统、电梯运行系统、火灾自动报警及消防联动控制系统等来完成。值得一提的是,在上述各系统中,检测及控制在系统的运行中都起着十分重要的作用。

检测是利用各种物理、化学效应选择合适的方法与装置,将生产、科研、生活等各方面的有关信息通过检查与测量的方法赋予定性或定量结果的过程。

控制是指为达到规定的目标,对元件或系统的工作特性所进行的调节或操作。过程控制也称自动控制,是指在无人直接参与的情况下,采用自动化装置使各生产或其他活动及环节能以一定的准确度自动调节的控制。

实际上,不单单是智能建筑,在当今社会的一切活动领域中,从日常生活到科学实验,都离不开检测与控制技术。因此,研究智能建筑环境就必须了解现代检测与控制技术。

1.1 智能建筑基本概念

智能建筑(Intelligent Building)是随着科学技术的迅速发展,以现代建筑技术、现代计算机技术、现代控制技术、现代通信技术为基础发展起来,在建筑平台上的突破性应用。

智能建筑是信息时代的产物和重要标志。作为国家综合国力和技术水平的具体体现,其特点和优势十分明显。智能建筑的产生和发展是科学技术和现代建筑业发展的必然结果。目前,智能建筑在国内外的的发展方兴未艾,前景十分广阔。

1.1.1 智能建筑发展概况

“智能建筑”这一概念于20世纪80年代初诞生于美国。1984年,美国联合科技的UTBS

公司在康涅狄格州（State of Connecticut）哈伏特市（Hartford）将一幢金融大厦进行了改造，取名为 City Place（都市大厦），这是世界上公认的第一栋智能建筑。该建筑增添了计算机设备、数据通信线路、程控交换机等，使用户可以得到通信、文字处理、电子函件、情报资料检索、信息查询等服务。同时，对大楼的所有空调、给排水、供配电设备，防火、保安设备采用计算机控制，实现了综合自动化、信息化，使大楼的用户获得了经济舒适、高效安全的环境。智能建筑一词也由其完成者——美国联合科技集团在都市大厦的宣传词中提出。在此之后，智能建筑引起了各国的高度重视，并在世界范围内蓬勃发展起来。在智能建筑技术的发展过程中，美国一直处于世界领先地位，目前美国新建的智能建筑数量仍居世界之首。

自 1985 年开始，日本和欧洲一些国家开始发展智能建筑技术。此后，亚太地区的一些国家和地区，如香港、新加坡地区和首尔、雅加达、曼谷、吉隆坡等中心城市，智能建筑也迅速增多。

我国对智能建筑技术的研究始于 20 世纪 90 年代初，随后便在全国各地迅速发展起来。1990 年建成的北京发展大厦被公认为是我国智能建筑的雏形，随后又建成了北京京广中心、中国国际贸易中心、上海金茂大厦、上海环球金融中心、深圳地王大厦、广州中信大厦、广州中天广场、北京西客站、沈阳北站综合中心等一批具有较高智能化程度的大中型智能型建筑。

但客观地讲，尽管我国智能建筑的建设投资和数量有着惊人的增长，但是建筑本身的实际智能化内容却存在诸多问题，如工程建设水平不高、工程质量不能令人满意、智能系统不能正常工作、设计档次过高而实际使用时难以启用等，总之我国的智能建筑发展现状远不如想象中的那样乐观。

一直以来，我国的政府部门、高校、科研设计院所、企业厂商对于智能建筑技术都给予了极大的关注与支持。为适应智能建筑发展的需要，解决智能建筑市场发展中的种种问题，国家相关政府部门相继颁布并实施了 DBJ—47—1995《智能建筑设计标准》（华东建筑设计研究院，1995）、《建筑智能化系统工程设计管理暂行规定》（建设部，1998）、《建筑智能化系统工程设计和系统集成专项资质管理暂行办法》（建设部，1998）、《全国住宅小区智能化系统示范工程建设要点与技术导则》（建设部住宅产业化促进中心，1999）、GB/T 50314—2000《智能建筑设计标准》（建设部，2000，第一个该领域的国家标准）、GB/T 50339—2003《智能建筑工程质量验收规范》（建设部，2003）等一系列规范和标准，为我国智能建筑市场健康有序地发展奠定了基础，标志着我国智能建筑已步入规范有序的、全新的发展阶段。

1.1.2 智能建筑基本概念

一、智能建筑的定义

自 20 多年前第一座智能建筑问世至今，智能建筑尚未有一个统一的定义。各国、各行业和研究组织都从不同的角度及对智能建筑的不同理解，对智能建筑做出了不同的定义。本书将部分有代表性的智能建筑定义汇集如下：

（1）美国智能建筑学会的定义为：“智能建筑是将结构、系统、服务、运营及其相互联系全面综合，进行优化，为用户提供一个高效率与高舒适性，而且具有经济效益的建筑环境。”

（2）日本智能建筑学会的定义为：“智能建筑提供商业支持功能、通信支持功能等内在的高度通信服务，并通过大楼管理体系，保证舒适的环境和安全，以提高工作效率。”

（3）欧洲智能建筑集团给出的定义为：“智能建筑是使其用户发挥最高效率，同时又是以最低保养成本、最有效的管理本身资源的建筑，能够提供一个反应快、效率高和有支持力的

环境，以使用户达到其业务目标。”

(4) 我国比较流行的是以大厦内自动化设备的配备作为智能建筑的定义。GB/T 50314—2000《智能建筑设计标准》中对智能建筑所作的定义为：“智能建筑是以建筑为平台，兼备建筑设备、办公自动化及通信网络系统，集结构、系统、服务、管理及它们之间的最优化组合，向人们提供一个安全、高效、舒适、便利的建筑环境。”

(5) 1990年，世界智能建筑协会提出的智能建筑的定义为：“智能建筑是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联系，以最优化的设计，采用最先进的计算机技术、控制技术和通信技术，建立一个计算机系统管理的一体化集成系统，提供一个投资合理，拥有高效率的优雅舒适、便利快捷、高度安全的环境空间。智能建筑能够帮助建筑物业主和物业管理者在费用开支、生活舒适、商务活动和人身安全等方面得到最大利益的回报。”

综上所述，尽管各国和一些权威组织机构对智能建筑的定义有不同的描述，但其定义的实质都涵盖了以下一些方面：

(1) 综合应用计算机技术、通信技术、自动控制技术、信息技术和建筑技术，并将其高度集成化。

(2) 采用先进的技术实现楼宇设备的自动控制、通信与管理。

(3) 建筑物的内部环境更具人性化。

(4) 采用先进的安防技术及网络安全措施，确保人们的生命和财产安全以及信息资源的安全。

(5) 为使用者在信息社会化及经济国际化的活动中提供高度共享的信息资源，并具有较高的效率。

二、智能建筑的分类

根据建筑物的使用功能，智能建筑可分为四种类型。

(1) 智能大厦。智能大厦是指将单栋办公或商务建筑物建成为综合型智能化建筑。其基本框架是将楼宇自动化(BA)、通信自动化(CA)和办公自动化(OA)三个子系统结合成一个整体。其用途不仅仅限于办公，而是向公寓、酒店、医院、学校、银行、机场、车站、港口、商场等建筑领域扩展，即用途是多方面的。

(2) 智能化住宅。智能化住宅是指通过家庭总线(Home Distribution System, HDS)将住宅内所有与信息相关的通信设施、家用电器以及家庭安防装置都纳入到网络中，进行异地集中式的监视与控制，并提供家庭事务管理功能，为住户提供工作、学习、娱乐、生活等各项服务，创造出一个舒适、安全的空间环境。

(3) 智能小区。智能小区就是将在一定地域范围内多个以生活起居为主的建筑物按照统筹的方法分别对其功能进行智能化，资源充分共享，在为住户提供安全、舒适、方便、节能、可持续发展的生活环境的同时，实现统一管理与控制，并尽可能的提高性能价格比。

(4) 智能城市。智能城市是“智能建筑”概念的一个具有特殊意义的扩展。在智能城市中，计算机网络已渗透到人们的工作、学习、生活、休闲等所有领域，办公事务实现无纸化和远程化；在此基础上，城市的运行、管理和防灾等全部以信息化与智能化方式进行。

三、智能建筑的基本组成

按照我国对智能建筑所做的定义，本书将采用把智能建筑划分为三个子系统的观点，即

智能建筑是由建筑设备自动化系统、通信网络系统和办公自动化系统三个部分组成，三者有机地集成在建筑物环境平台之上，在统一的管理下实现各自的功能。

(1) 建筑设备自动化系统。建筑设备自动化系统 (Building Automation System, BAS) 也称为楼宇自动化系统。BAS 将建筑物或建筑群内的电力、照明、空调、给排水、防灾、保安、停车场管理等设备或系统，以集中监视、控制和管理为目的，构成综合系统。BAS 通过计算机对各子系统进行监测、控制、记录，实现分散控制和集中科学管理，为用户创造一个安全、舒适、方便的室内工作与生活环境，也为管理者提供一个十分方便的管理手段。

(2) 通信网络系统。通信网络系统 (Communication Network System, CNS) 是智能建筑的神经网络，用来保证建筑物内外各种通信联系畅通无阻，并提供网络支持能力，它是建筑物内语音、数据、图像传输的基础设施，又与外部通信网络 (如数据网、计算机网、卫星及广电网) 相连。通信网络系统的设计应能适应通信网络数字化、智能化、综合化、宽带化及个人化的发展趋势，满足办公自动化系统的要求，为用户提供语音、数据、文本及图像等多种媒体的快捷、有效、安全、可靠的通信服务。目前，智能建筑中的 CNS 主要包括程控数字交换机、电话通信网、接入 Internet 的计算机局域网、卫星通信及有线电视系统等。

(3) 办公自动化系统。办公自动化系统 (Office Automation System, OAS) 是指办公人员应用计算机技术、通信技术、多媒体技术和行为科学等先进技术，使人们的部分办公业务借助于各种办公设备，并由这些办公设备与办公人员构成服务于某种办公目标的人及信息系统。其目的是最大限度地提高办公效率及办公质量，缩短办公周期，尽可能地减少或避免各种差错，实现管理和决策的科学化。OAS 是由计算机技术、通信技术、系统科学等高新技术所支撑的辅助办公的自动化手段，主要包括多功能电话机、高性能传真机、各类终端、PC、文字处理机、主计算机、声像存储装置等各种办公设备，公用数据库，信息传输与网络设备和相应配套的系统软件、工具软件及应用软件等。

综上所述，智能建筑是信息时代的必然产物，是利用系统集成技术将 BAS、CNS、OAS 和建筑技术有机地结合为一体的一种适合现代信息化社会综合要求的建筑物。对应于给出的

智能建筑的定义，可以用图 1-1 所示的图形来通俗地描述。其中 GCS 为综合布线系统，是指按照标准的、统一的和简单的结构化方式编制和布置各种建筑物或建筑群内各种系统的通信线路，是 BAS、CNS 和 OAS 的基础平台。

四、智能建筑的特点

智能建筑是以计算机和现代通信技术为核心，以提供信息自动化、建筑物内设备自动控制为手段，用现代化的服务与管理方式向人们提供全面的集高质量的工作、学习、生活环境的多功能建筑。归纳起来，智能建筑主要有五个特点。

(1) 安全性。在智能建筑中，通过火灾自动报警、消防联动控制和保安监控系统，确保人们的生命和财产安全；智能大厦的空调系统能检测出空气中的有害污染物含量，并自动消毒，使之成为“安全健康大厦”。除了要保证生命、财产、建筑物安全外，还要考虑信息的安全性，智能建筑的内联网大多采取了防火墙或代理服务器等安全措施，有效地保护计算机网络中的信息资源，防止用户的信息资源被非法访问、非法使用及非法操作等，免受外来入侵

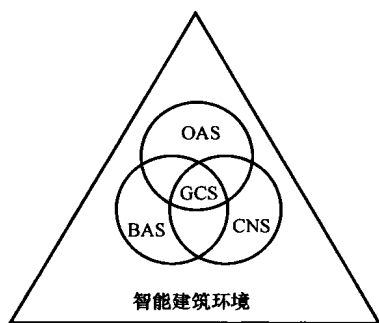


图 1-1 智能建筑组成示意图

者的干扰和破坏。

(2) 舒适性。智能建筑必须具备能够提高人们工作效率的舒适环境。因此,对智能建筑环境控制也提出了更高的要求,除了温度、湿度、照度、通风与卫生等基本控制内容外,建筑物的空调、照明、声响、色彩、采光、洁净度及其他环境条件方面都要求达到最佳状态,以使人们获得生活和心理上的舒适,提高其工作效率与创造力。

(3) 高效率。智能建筑应具有完善的数据、语音、图像等多媒体通信设施与信息服务体系,创造出一个能够迅速获取信息、处理信息的良好工作环境,使依托智能建筑工作的用户在处理信息交互、办公事务和从事经济活动中具有较高的效率。

(4) 经济性。智能建筑功能的提高,无疑会增加网络通信与环境控制等设备与系统初投资,其能耗也会相应地增加,如何得到最优的性价比是十分重要的。在智能建筑中,节能是提高其经济性的重要一环。以现代化的大厦为例,其空调与照明系统的能耗很大,约占大厦总能耗的 50%~60%。在满足使用者对环境要求的前提下,智能大厦可以通过对空调设备的最佳启停时间的计算和控制,缩短不必要的空调开启时间,达到节能的目的。此外,自动调节新风量、对照明及电梯等系统实行自动控制、优化建筑电气设备的运行方式等措施都可以带来显著的节能效果。同时,对楼宇电气设备实行自动控制会延长设备的使用寿命,实行楼宇电气设备的自动运行控制会大大减少运行人员的开支费用。总之,通过上述措施可以更好地节约能源、减少运行管理费用,提高智能建筑的性能价格比,给用户带来较大的经济利益。

(5) 适应性。当今社会是一个信息社会化的时代,信息技术日新月异,如何将最新的科学技术应用在智能建筑中,已经成为智能建筑设计者、业主和用户的共识。在智能建筑中,用户通过国际直拨电话、可视电话、电子邮件、视频会议、信息检索与统计分析等多种手段,及时获得国际金融情报、科技情报以及各种数据库系统中的最新信息,提高其决策与竞争能力。

适应性的另一个特点是对办公组织机构、办公方法和程序的变更及设备更新的适应性强,当网络功能发生变化和更新时,不妨碍原有设备及系统的使用。

总之,智能建筑必须适应时代的发展,为智能建筑的投资者及用户带来可观的经济效益,才能够促进智能建筑技术的不断发展,使智能建筑具有旺盛的生命力。

1.2 建筑智能化技术概述

建筑智能化技术,是指利用现代通信技术、信息技术、计算机网络技术、自动控制技术等,通过对建筑和建筑设备的自动检测与优化控制、信息资源的优化管理,实现对建筑物的智能控制与管理,以满足用户对建筑物的监控、管理和信息共享的需求,从而使智能建筑具有安全、舒适、节能、高效和环保的特点,达到投资合理、适应信息社会需要的目标。

智能建筑与建筑智能化技术是既有相互联系又有明显区别的两个概念。智能建筑是指建筑的系统整体,是一个建设目标。建筑智能化技术则是指为了建设智能建筑所涉及的各种工程应用技术,其具体的体现就是具有智能性的建筑设备和环境。

随着生活水平的提高,人们越来越注重工作和生活的方便、舒适和安全。伴随着现代化

相关技术日新月异的发展及社会需求的增长,建筑智能化技术也在迅速地发展,并会不断有新的概念融入。建筑智能化已经成为 21 世纪建筑业发展的主流,也是建筑业不可缺少的一部分。

建筑智能化技术提供的功能应包括:

(1) 具有信息处理功能,其应用范围不应只局限于建筑物内,而是应该能在城市、地区或国家间进行。

(2) 能对建筑物内照明、电力、暖通、空调、给排水、防灾、防盗、运输设备进行综合自动控制。

(3) 能实现各种设备运行状态监视和统计记录的设备管理自动化,并实现以安全状态监视为中心的防灾自动化。

(4) 建筑物内应具有充分的适应性和开放性。

(5) 其功能应能随技术进步和社会需要而进行扩展。

与普通建筑相比,智能化建筑的优越性体现在以下几个方面:①具有良好的信息接收和反应能力,提高工作效率。②提高建筑物的安全性、舒适性、高效和便捷性。③具有良好的节能效果。能对空调、照明等设备进行控制,不但提供舒适的环境,还有显著的节能效果。④节省设备运行维护费用。一方面系统能正常运行,发挥其作用可降低机电系统的维护成本;另一方面由于系统的高度集成,操作和管理也高度集中,人员安排更合理,从而使人工成本降到最低。⑤可以满足用户对不同环境功能的需求。

1.3 与智能建筑环境相关的测控指标

所谓建筑环境,从广义上讲,是指周围的一切事物,狭义上包括两大部分,即建筑外环境与建筑室内环境。就本书所研究的范畴而言,智能建筑环境主要是指室内空气品质、室内温湿度、建筑光环境,建筑声环境及气流环境等若干部分。定性地说,包括智能建筑的相应声环境、视环境、热环境、空气环境及电磁辐射环境。

1.3.1 与声环境相关的测控指标

室内声环境的主要技术指标有最大声压级、传声增益、声场不均匀度、传输特性频率、系统噪声、系统失真、语言清晰度等。

对任何一个声频系统都存在着对其声音质量的评价问题,良好的声音质量应具备如下条件:混响感和清晰度有适当平衡,具有适当的响度;有一定的空间感,具有良好的音色,即低、中、高音适度平衡,没有畸变和失真。

理想的室内声环境应满足以下几个方面的要求:①无使人讨厌的噪声;②无印象障碍;③有能够满足室内需要的音响效果;④声音有足够的响度。

室内声环境的主要测控指标有:

(1) 室内允许噪音级。根据人的听觉特性和噪声对语言的掩盖特性,将不同频率的噪声限制在不同的声音级水平上,以达到室内噪声要求。

(2) 语言干扰级。人耳能识别的声音频率为 20~20000Hz,语言声能集中在 500~1000Hz 范围内。为了方便起见,人们把声音的频率划分为几个有限的频段(也称为频程),将两个频率之比为 2:1 的频程定义为倍频程。目前国际上通用的倍频程中心频率为 31.5, 63, 125, 250,

500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000Hz。而语言干扰级即指以 500, 1000, 2000, 4000Hz 四个倍频程的背景噪声声压级的平均值。

(3) 保护听力的噪声允许标准。为了保护听力, 我国的《工业企业噪声卫生标准》规定, 每天工作 8h, 允许连续噪声级为 90dB (A)。在高噪声环境连续工作的时间减少一半, 允许提高 3dB (A), 以此类推。但在任何情况下均不得超过 115 dB (A)。如果人们连续工作处在的噪声环境的 A 声级是起伏变化的, 则应以等效声级评价。

(4) 允许标准。我国的 GB 3096—1993《城市区域环境噪声标准》规定了城市 5 类区域的环境噪声最高限值, 见表 1-1。其中昼间是指 6:00~22:00, 夜间指 22:00~6:00。GB 50352—2005《民用建筑设计通则》规定的民用建筑室内允许噪声级见表 1-2。

表 1-1 城市 5 类环境噪声标准值 dB (A)

类别	适 用 区 域	昼间	夜间
0	疗养区、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静的区域	50	40
1	以居住、文教机关为主的区域	55	45
2	居住、商业、工业混杂区	60	50
3	工业区	65	55
4	城市中的道路交通干线道路两侧区域, 穿越城区的内河航道	70	55

表 1-2 民用建筑室内允许噪声级 dB (A)

建筑类别	房 间 名 称	时间	特殊标准	较高标准	一般标准	最低标准
住宅	卧室、书房 (或卧室兼起居室)	白天 夜间		≤40 ≤30	≤45 ≤35	≤50 ≤40
	起居室	白天 夜间		≤45 ≤55	≤50 ≤40	≤50 ≤40
学校	有特殊安静要求的房间			≤40	—	—
	一般教室			—	≤50	—
	无特殊安静要求的房间			—	—	≤55
医院	病房、医护人员休息室	白天 夜间		≤40 ≤30	≤45 ≤35	≤50 ≤40
	门诊室			≤55	≤55	≤60
	手术室			≤45	≤45	≤50
	听力测听室			≤25	≤25	30
旅馆	客房	白天 夜间	≤35 ≤25	≤40 ≤30	≤45 ≤35	≤50 40
	会议室		≤40	≤45	≤50	≤50
	多功能大堂		≤40	≤45	≤50	—
	办公室		≤45	≤50	≤55	≤55
	餐厅、宴会厅		≤50	≤55	≤60	—

1.3.2 与视环境相关的测控指标

在视环境设计中需要用一些物理量来描述视环境质量要求,其中最基本的有光通量、发光强度、亮度及照度等。

人眼的构造决定了人的视觉特性。人眼的视觉特性制约物体的清晰程度及视度。在明视觉状态下(亮度为 1.0cd/m^2 以上),人眼具有颜色的感觉。在暗视觉状态下(亮度为 0.1cd/m^2 以下),人眼几乎不能识别物体的颜色。此外,影响视觉的其他因素有亮度、尺寸、亮度对比、识别时间与面积、适应、眩光等。

一个优良的视环境,应能充分发挥人的视觉功效,使人轻松、安全、有效地完成视觉作业,同时在心理上感到舒适满意。视环境的基本评价指标有四个。

(1) 照度。目前,国际上均以照度水平为照明设计的数量指标。CIE(国际发光照明委员会)对每种作业都规定了照度范围,以便设计人员根据具体情况选择适当的数值。我国近年在新编照明设计标准时,也逐渐与国际标准接轨,同时也考虑到我国疆域辽阔,各地区经济、民族习惯及建筑物的使用效率不同,也将照度值按一个有三个相邻照度等级值组成的照度范围给出,以利于工程设计人员灵活地应用照明设计标准。

(2) 亮度比。在工作房间内,除工作对象外,作业区、顶棚、墙、窗、地面、灯具及家具等都会进入人的眼帘,它们的亮度水平会对人的视觉产生影响。所以无论从可视度,还是从舒适感的角度,工作房间内需要构建周围视野的适应亮度,房间主要表面要具有平均亮度分布。

(3) 显色性。光源色的选择主要取决于光环境所要形成的气氛。从建筑的功能、艺术效果的角度来看,光源的良好显色性具有很重要的作用。

(4) 眩光。当人们直接或通过反射看到亮度极高的光源,或视线内出现强烈的亮度对比时,使人感到昏花或刺眼的光,即眩光。眩光可以损害视觉,也能造成视觉上的不舒适感,前者称为失能眩光,后者称为不舒适眩光。眩光对人的生理和心理都有明显的危害,会对劳动生产率产生较大的影响。眩光是一种环境污染,必须采用技术手段对眩光加以限制。

1.3.3 与热环境相关的测控指标

随着社会的发展,人们对于建筑室内的环境质量要求越来越高。室内热环境不仅是室内环境的基本构成要素,而且是衡量室内环境好坏的重要指标。所以室内热环境的好坏对于整个建筑环境的构建显得尤为重要。

室内空间的热环境是人们正常工作、生活的基本保证。在建筑设计中,通常以热舒适来评价人们对热环境的满意度。根据人的感觉不同,室内热环境可以分为舒适、可以忍受和不能忍受几种情况。而人的冷热感觉对室内的热环境因素依赖性很大,这些因素主要有空气湿度、温度、气流速度和壁面温度等。

(1) 室内空气温度。温度是分子动能的宏观度量,温度的高低用温标作为标尺。国际单位制(SI)规定摄氏温标为实用温标,用 T 表示,单位为 $^{\circ}\text{C}$ (摄氏度)。

人体健康的基本卫生条件,要求室内温度不能低于 10°C 或高于 30°C 。如果超出此范围,人体机能的正常运行将受影响,特别是血液循环和消化系统将不正常,这种情况下人体不能在建筑内正常工作和生活。在我国,实践中推荐的室内空气温度为夏季 $26\sim 28^{\circ}\text{C}$,冬季 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$,根据房间的使用性质不同,室内设计温度也有所不同。

(2) 室内空气相对湿度。在一定温度下, 空气中所含的水蒸气量有一个最大的限度, 空气中水蒸气的含量达到这一极限时, 该空气称为“饱和”湿空气。相对湿度表示空气接近饱和的程度。一般来说, 相对湿度在 40%~70%较为适宜。我国民用及公共建筑室内相对湿度推荐值为: 夏季 40%~60%; 冬季对一般建筑不作规定, 高级建筑应大于 35%。而在工程设计中, 一般是针对不同的温度来确定适宜的湿度。

(3) 空气平均流速。空气平均流速是影响人体对流散热和水蒸发散热的主要因素之一。当室内温度相同, 空气流速不同时, 人的热感觉也不同。我国室内空气平均流速的计算值为: 夏季 0.2~0.5m/s, 冬季 0.15~0.3m/s。

(4) 环境辐射温度。环境辐射温度决定了人体辐射散热的强度, 环境辐射温度高于人体表面温度时, 人体经辐射热交换得热, 反之失热。我国 GB 50176—1993《民用建筑热工设计规范》对维护结构内表面温度的要求是: “冬季保证内表面最低温度不低于室内空气露点湿度, 及表面不结露; 夏季要保证内表面最高温度不高于室外空气计算最高温度”。

1.3.4 与空气环境相关的测控指标

智能化建筑的室内空气品质是近年来各国学者研究的重点, 而室内空气品质的改善又直接影响到初投资和耗能量。

一个良好的空气环境, 会使在其中工作和生活的人们感觉舒适, 从而提高人们的工作效率。但根据最新调查统计, 室内空气污染已经成为全球影响人类健康的主要因素之一。随着生活质量的不断提高, 人们对建筑空气环境中有害物质的关注程度日益提高。

2003 年 3 月 1 日, 国家质量监督检验检疫局、卫生部和国家环保总局联合制定并颁布实施了 GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》, 在该标准中, 规定了室内空气品质的标准, 见表 1-3。

表 1-3 《室内空气质量标准》规定的主要控制指标

序号	参数类别	参 数	单位	标准值	备 注
1	物理性	温度	℃	22~28	夏季空调
				16~24	冬季采暖
2		相对湿度	%	40~80	夏季空调
				30~60	冬季采暖
3		空气流速	m/s	0.3	夏季空调
				0.2	冬季采暖
4		新风量	m³/（h·p）	300	
5	化学性	二氧化硫 SO ₂	mg/m³	0.5	1h 均值
6		二氧化氮 NO ₂	mg/m³	0.24	1h 均值
7		一氧化碳 CO	mg/m³	10	1h 均值
8		二氧化碳 CO ₂	%	0.1	日平均值
9		氨 NH ₃	mg/m³	0.2	1h 均值
10		臭氧 O ₃	mg/m³	0.16	1h 均值
11		甲醛 HCHO	mg/m³	0.1	1h 均值