

主编 伍银波 岑 健

智慧建筑 集成技术



西南交通大学出版社

广东技术师范大学资助出版

智慧建筑集成技术

主编 伍银波 岑 健

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

智慧建筑集成技术 / 伍银波, 岑健主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2019.7
ISBN 978-7-5643-6971-2

I. ①智… II. ①伍… ②岑… III. ①智能化建筑
IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 136830 号

Zhihui Jianzhu Jicheng Jishu

智慧建筑集成技术

主 编 / 伍银波 岑 健

责任编辑 / 李华宇
封面设计 / 原谋书装

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 成都蜀雅印务有限公司

成品尺寸 170 mm × 230 mm
印张 15.5 字数 288 千
版次 2019 年 7 月第 1 版
印次 2019 年 7 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6971-2
定价 46.00 元

课件咨询电话: 028-87600533
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

随着云计算、边缘计算、工业互联网的发展，OICT（Operational Information Communication Technology，运营、信息、通信技术）的融合趋势更加明显。而智能手机的普及，促使用户对建筑智能化系统的使用方式发生变化，对建筑集成技术提出了更高的要求和挑战。

智慧建筑本质是电气自动化技术在建筑领域的应用，因此其发展历程离不开自动化技术的发展。所用技术同样经历了数字化、智能化，进而发展到智慧化阶段。智慧化是高度智能化，是智能化技术的深入应用的必然阶段。

“互联网+”时代的智慧建筑集成呈现出了很多新的特征，OBIX（Open Building Information Exchange，开放楼宇信息交换）标准的出现不仅为智慧建筑的发展带来契机，而且对所有需要与信息系统融合的自控系统而言都是很大的机遇。

工程上对基于云服务器的分布式测控系统需求日益增加，而且用户端不再是传统的 Web 监控，而是基于移动端的微信小程序或者其他 APP（应用程序）。尤其是微信小程序，其别具一格的菊花二维码配合微信生态的公众号、朋友圈，在推广、运行、吸粉（增加粉丝数量）等方面具有先天优势。编者负责招商局集团委托的支持移动应用的智慧社区综合服务云平台项目，其中招宝仓子项目经过技术创新和实践，已经成功在深圳 5 个招商物业小区试点推广。

本书以技术应用为主线，精选获得广受好评的案例为读者展示智慧建筑集成技术的应用。本书适合从事建筑弱电系统集成的工程人员阅读，也可供相关专业从业人员参考。本书由广东技术师范大学伍银波、岑健主编，其中伍银波编写第 3~7 章，岑健编写第 1、2 和 8 章。在编写过程中得到了郑州轻工业大学孙玉胜教授、重庆科技学院伍培教授、广东技术师范大学周卫高工和深圳招

商建筑科技有限公司陈玉龍的大力支持，在此深表感谢！本书为广东省科技计划项目（2017A070713031）和广东高校优秀青年创新人才培养计划项目（2013LYM_0051）的研究成果之一，其出版得到了广东技术师范大学出版基金的资助，感谢出版基金制度和科研处老师们的帮助。

由于编者知识和水平所限，加上智慧建筑系统集成技术本身具有多学科交叉、新技术交融更替变换快等特点，书中有不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正（Email: gdin_wyb@gpnu.edu.cn）。真诚期望通过大家的共同努力，不断推动智慧建筑系统集成产业的综合与长足发展。

编者

2019年4月

目 录

第 1 章 信息时代的智慧建筑	1
1.1 智慧建筑的定义	1
1.2 智慧建筑的特征	2
1.3 信息时代的特征	4
1.4 OBIX 与智慧建筑	5
1.5 OBIX 与其他自控系统	6
第 2 章 智慧建筑系统集成概述	7
2.1 系统集成的概念	7
2.2 集成的必要性	8
2.3 争议和趋势	13
2.4 集成关键技术	14
2.5 典型系统简介	18
第 3 章 基于协议的智慧建筑集成技术	19
3.1 常见的智能化系统及集成协议	19
3.2 网络协议模型	22
3.3 RS232	28
3.4 RS485/RS422	31
3.5 IEEE 802.3	34
3.6 Modbus	45
3.7 TCP/IP	56
3.8 电力规约	60
3.9 基于协议的集成案例	81
第 4 章 基于平台的集成技术	89
4.1 LonWorks 技术	89

4.2	BACnet 协议	117
4.3	OPC 技术	137
4.4	基于平台的集成案例	149
第 5 章	开放楼宇信息交换标准体系	160
5.1	OBIX 概述	160
5.2	OBIX 标准构成	162
5.3	OBIX v1.1 对象模型	168
5.4	Lobby	181
5.5	OBIX 命名	188
5.6	合同和合同列表	190
第 6 章	OBIX 编码规范	200
6.1	XML 编码	200
6.2	二进制编码	203
6.3	JSON 编码	211
6.4	EXI 编码	211
第 7 章	OBIX 传输绑定	212
7.1	REST 绑定规范	212
7.2	SOAP 绑定规范	218
7.3	WebSocket 绑定规范	221
第 8 章	基于 OBIX 的集成技术	226
8.1	基于信息的集成技术特点	226
8.2	云服务器	227
8.3	移动端开发技术	229
8.4	基于 B/S 的智慧建筑管理系统开发技术	232
8.5	智慧物业服务项目案例	238
	参考文献	239

第 1 章 信息时代的智慧建筑

随着信息技术的发展，互联网技术的应用催生了很多了不起的成果。2015年7月4日，国务院印发《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》（以下简称《指导意见》）。

《指导意见》提出，“互联网+”是把互联网的创新成果与经济社会各领域深度融合，推动技术进步、效率提升和组织变革，提升实体经济创新力和生产力，形成更广泛的以互联网为基础设施和创新要素的经济社会发展新形态。在全球新一轮科技革命和产业变革中，互联网与各领域的融合发展具有广阔前景和无限潜力，已成为不可阻挡的时代潮流。

互联网与智能建筑结合，则是智能化程度更高、更加便捷的智慧建筑。本章介绍智慧建筑的概念和特征、信息时代的特征及智慧建筑集成的发展趋势。

1.1 智慧建筑的定义

智能建筑的概念，首次出现于1984年。当时，由美国联合技术公司（UTC，United Technology Corp.）的一家子公司——联合技术建筑系统公司（United Technology Building System Corp.）在美国康涅狄格州的哈特福德市改建完成了一座名叫 City Place（城市广场）的大楼，“智能建筑”出现在其宣传词中。

该大楼以当时最先进的技术来控制空调设备、照明设备、防火和防盗系统、电梯设备、通信和办公自动化设备等，除可实现舒适性、安全性的办公环境外，还具有高效、经济的特点，从此诞生了公认的第一座智能建筑。大楼用户可获得语音、文字、数据等各类信息服务，而大楼内的空调、供水、防火防盗、供配电系统均为计算机控制，实现了自动化综合管理，使用户感到舒适、方便和安全，引起了世人的注目。

1990年，由北京建筑设计院主持设计的北京发展大厦是我国第一座智能建筑，从而标志着我国智能建筑时代的到来。智能建筑经过20余年的发展，其理论和技术逐渐形成，并已形成了巨大的市场和产业。随着社会和科技的进步，智能建筑不断采用高新技术，并不断发展，系统集成技术也从基于协议的集成、基于平台的集成发展到一种开放式的基于 Web 的集成。这种不断发展的特性使

智能建筑在不同的时期具有不同的技术特性，当物联网和云计算技术成为突出技术特性时，可以认为建筑步入智慧化时代。智慧建筑是绿色建筑智能化技术的发展趋势，是在原有的智能建筑和绿色建筑基础上结合先进的 BIM (Building Information Modeling)、物联网、云计算等技术发展而来。业内人士认为，智慧建筑是以建筑物为平台，兼具建筑设备、办公自动化及通信网络系统，集结构、系统、服务管理于一体，并使它们之间达到最优组合，向人们提供一个安全、舒适、便利的建筑环境。

智慧建筑充分体现出了多学科交叉融合的特性，不仅利用相关基础学科的原理发展其规划、设计、施工和运行管理等技术，而且自身也具有明确的基本科学问题和特点，综合特征明显。这些特性给系统集成带来了不少困难，系统迫切需求一种标准化的信息交换技术。XML/Web Services 技术以其开放性、标准性和简便性成为一种很好的选择，利用 XML/Web Services 技术进行智慧建筑自控系统集成正是这种发展趋势的具体表现，代表着智慧建筑自控系统集成技术的发展方向。

1.2 智慧建筑的特征

智慧建筑本质是电气自动化技术在建筑领域的应用，因此其发展历程离不开自动化技术的发展。所用技术同样经历了数字化、智能化，进而发展到智慧化阶段。智慧化是高度智能化，是智能化技术的深入应用的必然阶段。智慧建筑本身也是数字建筑、智能建筑，不同称呼表达的侧重点有所不同，表 1-1 给出了这 3 个常见概念的侧重点。

表 1-1 智慧建筑相关概念

数字建筑	智能建筑	智慧建筑
是以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达，侧重建筑设计阶段的信息化	是信息技术与传统建筑的完美结合，将设备、设施、通信、安保、消防等管理系统的动态数据接入并管理，侧重用户的智能化使用体验	依托通信、控制和计算机等领域的最新技术，使建筑实现在更高层次上的信息化、服务化、智慧化，它不仅是功能的拓展，更是服务的延伸，侧重建筑整个生命周期的管控

智慧建筑从功能上具有鲜明特征，首先一点就是必须以服务对象为核心。所有的智慧化体现都必须围绕其功能和服务对象开展，使其功能和服务更加人

性化,具体如图 1-1 所示。智慧建筑除了为客户提供人性化服务以外,为管理者提供服务也非常重要。例如,为系统提供智能决策支持,为技术人员提供可视化管理操作,为管理人员提供节能降耗策略等。建筑的智能化程度通常用其自动化程度来衡量,常见的有 3A 建筑和 5A 建筑的说法。5A 建筑智能化程度很高,在 5A 基础上进行子系统功能和服务的延伸,就形成了智慧建筑。图 1-2 所示是 5A 智能建筑的构成,5A 体系中的子系统根据建筑类型有所不同,而随着建筑服务的提升,子系统会不断根据需求而增加。



图 1-1 智慧建筑的主要特征



图 1-2 智能建筑的 5A 系统

随着人工智能的发展,设备也变得越来越智慧化。人脸识别已经走进了人们的日常生活,如支付宝提供的刷脸支付。而在建筑安全防范技术中,诸如指纹识别、人脸识别、步态识别、姿势识别等生物特征识别技术应用更加广泛。图 1-3 所示的示例中,就是人脸识别技术在安防中的典型应用,其原理是通过

高清摄像头捕捉动态图像，实现用户人员进出相关图片、时间信息的实时上传，识别特定人员并能进行提示或报警。建立在人工智能基础上的视频内容分析技术有着非常广阔的前景，除了基本的人脸识别、车辆识别之外，还能进行人群聚集事件检测、异常行为检测。通过视频内容分析能对抢劫、追逐、聚众斗殴等异常事件实现自动检测，并及时进行警告并报警。

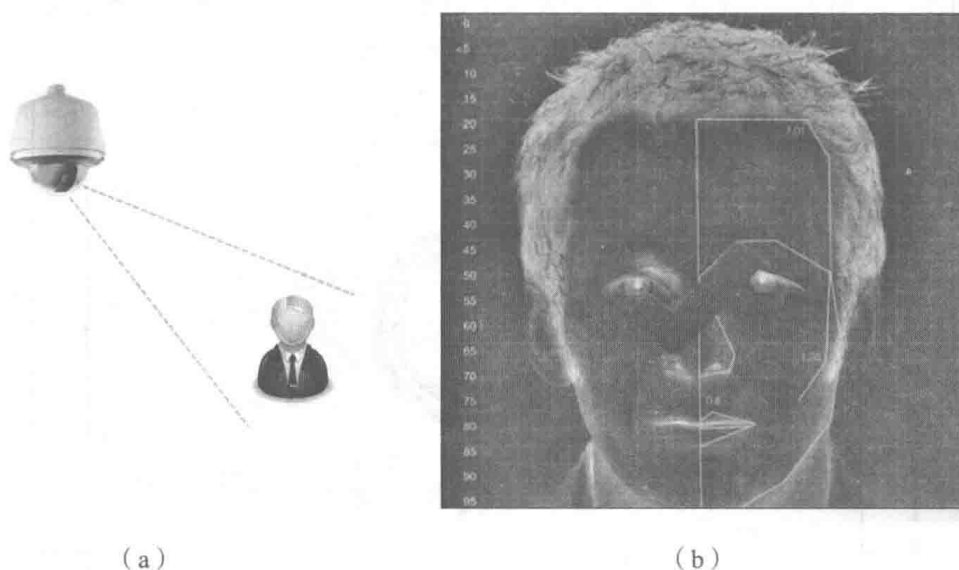


图 1-3 人脸识别技术用于人员分析

1.3 信息时代的特征

信息时代最大的特点就是一波又一波的技术创新出现，而这些新的信息技术不断为各行各业发展带来新趋势、新变化，以及形成新的行业格局。

一般认为“互联网+”就是“互联网+各个传统行业”，但这并不是简单的两者相加，而是利用信息通信技术及互联网平台，让互联网与传统行业进行深度融合，创造新的发展生态。2015年3月5日上午第十二届全国人民代表大会第三次会议上，李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。李克强总理在政府工作报告中提出，“制定‘互联网+’行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场。”

由此可见，信息技术对“互联网+”理念的重要意义，在于它正是“+”的实现手段。可以毫不夸张地说，自动化技术目前已经渗透到各行各业。如何实

现传统自动化系统与互联网系统融合,是这个“+”要解决的核心问题。因此,从本质上讲,“互联网+”其实是要实现传统行业与互联网的融合,通俗点讲就是集成。互联网是信息技术的主阵地,传统行业则是自动化技术的主阵地,要实现二者融合,其核心就是解决自控系统与信息系统的集成问题。

1.4 OBIX 与智慧建筑

OBIX (Open Building Information Exchange, 开放楼宇信息交换) 标准正是由 CABA (北美大陆楼宇自动化) 发起的,包括来自安全、HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning)、楼宇自动化、开放协议和 IT (信息技术) 领域的众多专业人士,共有 100 多家公司参与了 OBIX 的制订工作。委员会的目标是开发出一种通用的、标准化的方法来管理智能楼宇,推动企业应用程序集成,并促进各种系统集成。为了使 OBIX 标准更具影响力和权威性,CABA 加入国际电子商务开放标准联盟组织 OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards. 结构化信息标准促进组织),成立了 OBIX 技术分会,并于 2006 年 12 月 5 日正式发布了 OBIX 标准 (V1.0)。OBIX 能够实现 BACnet 和 LonMark 协议系统的互操作,同时也能够支持其他一切提供操作接口的专有协议系统。

OBIX 从根本上解决智慧建筑信息集成中数据交换标准和格式问题,对于智慧建筑系统集成、智能化程度提升及与智慧城市信息系统交互等方面具有里程碑式的意义。国内早期的智能建筑基本采用的都是国外的技术,近 20 多年智能建筑技术发生了很多变化,同时市场竞争格局也发生了不少变化,这些都会给后期升级和维护带来不少隐患。我们碰到过一个非常典型的案例,广州某广场为 20 世纪 90 年代中期建立的大型建筑,智能化部分采用了艾顿的楼控系统,系统投入运营 10 年后软件出现了故障。从技术角度来讲,这只是一个很小的问题,操作站还是可以进行设备的远程开关控制,只是定时控制失效了,从而给管理人员在操作上带来不便。由于艾顿公司在 2005 年并入霍尼韦尔及原楼控系统施工单位人事变动等各种原因,在技术上看似不复杂的问题,现在想处理变得十分棘手。现有霍尼韦尔-艾顿集成商都只是提供全面升级方案,而不愿意提供局部升级改造方案。而全面升级,单设备费用一项就接近 200 万元,对业主来说,系统还是可以用,只是在操作上有些不便,且原有控制器还有大量冗余,要花这么高的费用来升级确实也有点难以接受。如果当初系统采用的是开放式系统,或者采用了标准化的控制协议,现在开发一套替代系统也不是一件很难

的事情。相信这样的案例在国内不在少数，系统缺乏开放性，只能处处受制于人。OBIX 的出现，可以彻底打破技术垄断的格局，给业内提供一个公平的竞争环境。

1.5 OBIX 与其他自控系统

OBIX 是一个国际化的、开放的信息交换标准，主要用于控制系统和企业应用系统之间的信息交互和集成。该技术可应用于任何有信息集成需求的控制系统，标准化的集成方式，使得不同系统可以进行 M2M (Machine to Machine) 通信。

2014 年 1 月 17 日，OBIX 委员会开始讨论 2.0 版本中点对点交互和广播交互。OBIX 2.0 标准的目标是在自控系统与企业应用之间建立一个通用接口（抽象仪表级接口），使所有企业应用以同一方式与自控系统进行系统集成和互操作。OBIX 标准以其面向企业应用和独立于控制协议的特点逐渐成为自控系统与企业应用集成和互操作的主要标准。

OBIX 是为互联网而设计，与物联网理念不谋而合，当控制系统能够使用类似 Web 服务的 IT 标准时，对企业最大的优势就在于所有的设施对企业管理都是完全可用的。而对用户来讲，服务会更加便捷、高效、优质。

第2章 智慧建筑系统集成概述

建筑智能化系统集成 (Systems Integration, SI) 是将建筑智能化系统中的不同智能化子系统有机地连接合成, 实现信息综合、资源共享, 以及效率较高的协同运作。系统集成管理环节具有开放性、可靠性、容错性和可维护性等特点。智慧建筑的系统集成设计就是根据用户的需求, 优化选择所需的各种产品、技术并有机地合成为一个完整的相互关联和协调运行的解决方案的过程。

智能化系统中有若干个功能特点显著的子系统, 如计算机网络系统、综合布线系统、通信自动化系统、楼宇自动化系统、安全防范自动化系统、消防自动化系统、办公自动化系统、供配电系统等子系统, 建筑物内个别局部地区没有实施布线的区域还可以引入无线局域网 (WLAN) 系统, 将这些子系统合成为一个大系统, 要让该大系统高效运作, 并使智慧建筑在运行时有较高的智能性 (智商系数), 就必须使各个子系统进行优化的智能连接, 就需要系统集成, 系统集成不是诸子系统的简单堆叠合成, 而是通过许多“智能接口”彼此“嵌入”的智能化连接, 经过系统集成后的智慧建筑是一个优化、高效运作、具有较高“智商”的系统。

本章简要介绍智慧建筑集成的概念, 集成的必要性、发展趋势和关键技术, 重点介绍西门子、霍尼韦尔、江森自控等国际知名品牌的建筑集成技术及系统。

2.1 系统集成的概念

所谓系统集成, 就是通过结构化的综合布线系统和计算机网络技术, 将各个分离的设备 (如个人计算机)、功能和信息等集成到相互关联的、统一和协调的系统之中, 使资源达到充分共享, 实现集中、高效、便利的管理。系统集成应采用功能集成、网络集成、软件界面集成等多种集成技术。系统集成实现的关键在于解决系统之间的互联和互操作性问题, 它是一个多厂商、多协议和面向各种应用的体系结构, 需要解决各类设备、子系统间的接口、协议、系统平台、应用软件等与子系统、建筑环境、施工配合、组织管理和人员配备相关的一切面向集成的问题。

系统集成作为一种新兴的服务方式, 是近年来国际信息服务业中发展势头

最猛的一个行业。系统集成的本质就是最优化的综合统筹设计，一个大型的综合计算机网络系统，系统集成包括计算机软件、硬件、操作系统技术、数据库技术、网络通信技术等的集成，以及不同厂家产品选型、搭配的集成。系统集成所要达到的目标——整体性能最优，即所有部件和成分合在一起后不但能工作，而且全系统是低成本的、高效率的、性能匀称的、可扩充和可维护的系统，为了达到此目标，系统集成商的优劣是至关重要的。

显然不同领域的系统集成内涵是有区别的，在建筑智能化领域，我国国家标准《智能建筑设计标准》(GB/T 50314—2015)中定义：智能化集成系统(IIS, Intelligent Integration System)为实现建筑物的运营及管理目标，基于统一的信息平台，以多种类智能化信息集成方式，形成的具有信息汇聚、资源共享、协同运行、优化管理等综合应用功能的系统。从广义角度看，系统集成既不是一套系统，也不是一套计算机硬件，更不是一套软件，也不仅仅是开放系统和标准化，而是一种思想、观念和哲理，是一种指导信息系统的总体规划、分步实施的方法和策略，提供整体解决方案和全方位服务。

2.2 集成的必要性

2.2.1 智慧建筑系统集成的必要性

信息的集成为数据挖掘提供基础，通过对数据分析和利用，可以产生意想不到的价值。随着智慧建筑子系统的增加，系统集成需求随之增加。图 2-1 展示了智慧建筑内部信息采集涵盖的方面，在信息采集集成基础上可以进行数据清洗、整理、分析和展示等处理，从而挖掘新的有用信息。

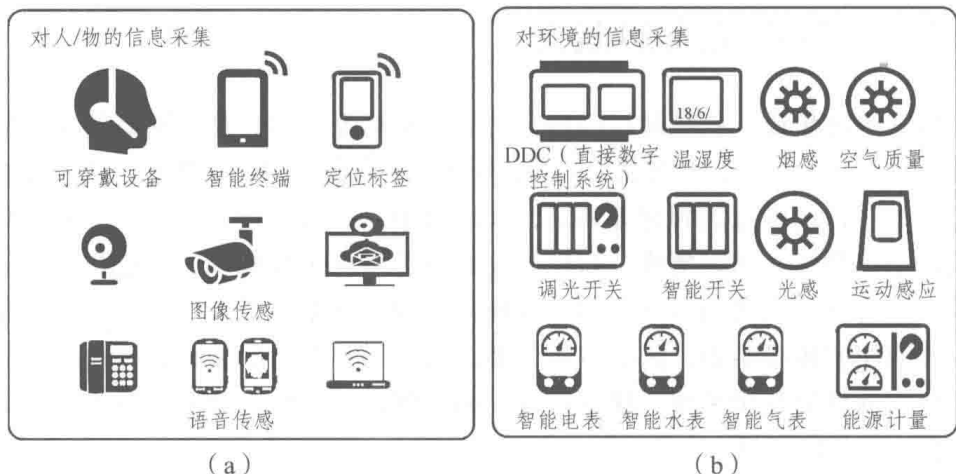


图 2-1 建筑内部信息的采集

除了必要的内部信息，建筑还需要采集一些必要的外部信息。智慧建筑追求更好的服务，更低的能耗。节能降耗是系统集成主要的目的之一，一些系统的节能控制策略是离不开外部信息的。例如，空调系统运行，离不开温度、日照、风速等室外气候因素。

智慧建筑集成是必不可少的，这是因为不使用系统集成技术，就无法实现很多智能化的功能。建筑的智慧化程度，也反映了其本身的集成技术水平。集成必要性主要体现在以下几个方面：

(1) 通过系统集成能够实现许多人性化的便捷功能。例如，智慧课室用电管理实现了课程表和作息时间的联动；消防系统发现火情后与视频监控、门禁系统的联动；视频监控系统与照明、空调等系统联动控制；电梯系统与人员信息结合实现优化调度等。

(2) 系统集成技术能够实现许多管控制一体化功能。例如，对设备运行数据进行统计分析，并结合设备性能数据，可以对该设备状态和生命周期进行评估，预先给出保养计划，提高系统稳定性。

(3) 系统集成技术能够实现集中管理功能，提高用户和管理者工作效率。秉承集散控制系统的宗旨，建筑集成管理系统也按照集中管理、分散控制的思想设计和运行。这样能够在保障可靠性的前提下，节省大量管理资源。

(4) 系统集成技术能够在软件层面进行功能开发，实现“硬件软化”，优化系统方案，降低系统成本。特别是随着视频内容分析技术的出现，能够实现很多智慧化的功能。随着物联网、云计算等新兴技术的出现，硬件系统性能和运算水平对系统的影响几乎可以忽略，而软件水平则起决定性作用。2013年麦肯锡全球研究所发布了《颠覆技术：即将变革生活、商业和全球经济的进展》报告，预测了12项可能在2025年之前决定未来经济的颠覆性技术，智能软件系统列于“移动互联网”之后位居第二。

2.2.2 智慧化实现的复杂性

让系统具有更高的智慧绝不是一句空话，而是建立在大量的基础研究和样本信息的基础上。这里以舒适性空调设计和电梯优化控制为例来说明实现智慧系统的复杂性和进行系统集成的必要性。

1. 舒适性空调系统

对于舒适性空调而言，其设计目的就是营造舒适的环境。舒适环境本身就是一个复杂且主观性很强的问题，因为代谢率不同，男女两性对温度的感受有

异,甚至出现了空调性别战。影响个体热感觉的因素主要有冷热刺激、冷热刺激持续时间和人体原有的状态等。图 2-2 所示是人体冷热感受阈值和温度变化率的关系,图 2-3 所示是冷热感觉受原有状态的影响案例。

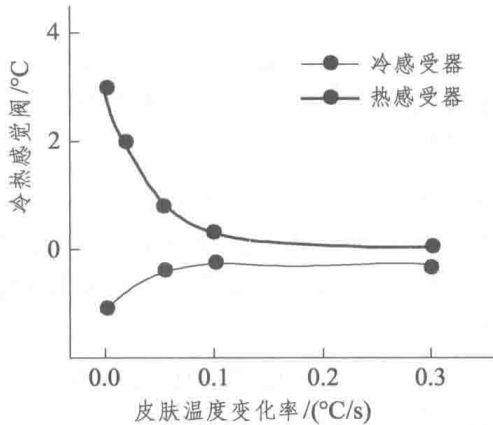


图 2-2 冷热感觉阈值

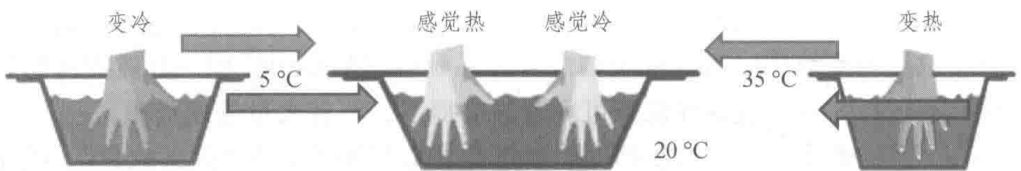


图 2-3 冷热感觉变化

热感觉主要受环境温度、人体状态、垂直温差、气流和吹风感、辐射的对称性及均匀度等影响。美国 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 研究表明,地板温度低于 15°C 或高于 35°C 不满意率均会超过 20%。丹麦学者 P.O.Fanger (范格尔) 教授研究表明,所有人的热感觉是一样的,对于相同环境的不同感受往往和个体生活习惯有关。例如,热带人对热环境有较强适应力,寒带人对冷环境有较强适应力;而女性喜欢穿较轻薄的衣服,则对冷环境的敏感度高于男性;老年人活动量小,因而对冷环境敏感,相对少年人而言更喜欢热环境。

人体热量时刻处于一种动态的平衡状态,其能量交换如图 2-4 所示。由图 2-4 可知,人体与环境的热量交换是通过皮肤进行的。人运动时由于人体与空气之间存在相对流速,会降低服装的热阻,服装的存在增加了皮肤的蒸发换热热阻。人体出汗时,服装吸收部分汗液,只有剩余部分汗液蒸发冷却皮肤,使得需要更大蒸发量才能在皮肤表面上形成同样的散热量,服装被汗湿润后热阻会下降,显热换热加强,又增加了潜热换热。