

全国智能建筑行业培训用书

智能建筑工程技术丛书

楼宇自动化工程

祝敬国
编著

建设部科技委智能建筑技术开发推广中心
中国建筑业协会智能建筑专业委员会

组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



TU855/97

2010

智能建筑工程技术丛书

楼宇自动化工程

建设部科技委智能建筑技术开发推广中心

组编

中国建筑业协会智能建筑专业委员会

祝敬国

编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为《智能建筑工程技术丛书》之一。该丛书系统、完整地介绍了智能建筑工程的设计、施工与验收技术，并以工程实用、兼顾适量的基本理论知识为根本出发点，以指导工程的设计、施工与验收，从而确保工程质量。

本书对智能建筑的楼宇自动化工程进行了详细介绍，主要内容包括：建筑、楼宇自动化系统、智能建筑的系统集成、工程与工程要素、产品与技术、工程组织、工程设计、施工界面、施工工艺、楼宇自动化工程施工准备、楼宇自动化工程施工要点、现场管理、调试总纲、空调控制的调试要点、调试资料的重要性以及运行维护。

本书适用于楼宇自动化工程设计、安装施工、系统检测、系统验收、系统集成、运行管理以及物业管理等工程技术人员和管理人员阅读，也可用作建筑工程类相关专业的教材、教学参考书及智能建筑技术培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

楼宇自动化工程/建设部科技委智能建筑技术开发推广中心, 中国建筑业协会智能建筑专业委员会组编. —北京: 中国电力出版社, 2010

(智能建筑工程技术丛书)

ISBN 978-7-5083-9452-7

I. 楼… II. ①建…②中… III. 智能建筑-自动化系统
IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 168979 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 256 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

《智能建筑工程技术丛书》

编 委 会

主 任 徐正忠

副主任 黄久松 张公忠 郭维钧 毛剑璞

委 员 (按姓氏笔划排序)

张成泉 张 宜 陈 龙 郑清明

赵哲身 查树衡 祝敬国 濮容生



智能建筑工程技术丛书

序

多少世纪以来，建筑师、工程师们在继承人类建筑历史文化的同时，不断运用新的科技成果，建造了具有时代气息的，体现当代社会生产力水平丰富多彩的建筑，为人们安居乐业提供了最重要的物质保障，同时构成了地球上的一道璀璨的风景线。这一切不仅是人类艺术创作的硕果，也是人类科学创造的结晶。回顾历代建筑实践，使我们越来越深刻地认识到建筑是艺术和科技的结合。这一结合的日趋完美，反映了人们对良好人居环境的不懈追求。

人们对建筑物的基本要求是防寒避暑，防止外来侵害，保护隐私，提供饮食起居空间和工作环境。在我国经济不发达的时期，增加建筑的空间尺度几乎成了人们的第一追求，这种状况一直延续了很长时间。进入 20 世纪晚期，我国社会政治经济和科学技术飞速发展，与此同时，自然而然地，人们对居住、工作环境的需求发生了质的飞跃。人们热切希望通过拓展建筑物的功能，满足不断增长的对安全性、宽裕度、舒适度、使用效率等的需要，这样“智能建筑”便应运而生。我们清醒地看到，这一追求必然和我国自然资源紧缺、人口压力巨大构成突出的矛盾。因此，树立科学发展观，最大限度地采用先进适用的科学技术开发、提高建筑功能和质量，来实现上述目标，就成为一种必然的选择。可喜的是，近 20 年来，随着各类不同用途建筑的大量建设，控制技术、计算机技术、通信技术和现代建筑技术紧密结合，建筑智能化技术逐步发展，建筑物的智能化管理也提上日程，各类建筑和居住小区智能化工程发展迅速。我们欣喜地看到，建筑智能化技术使传统的建筑发生了新的飞跃，赋予了现代建筑新的内涵，大大提升了建筑品质，不断改善甚至更新了人们的工作、生活环境，智能建筑展现了广阔的发展前景。

如前所述，我国智能建筑的发展虽然起步较晚，但已经取得了长足的进步，智能化系统在体现以人为本的精神、改善人们的工作和生活环境等方面已发挥了重要作用，在建设资源节约型、环境友好型社会的实践中做出了重要的贡献。

为认真总结我国智能建筑发展十年来的理论与实践，推广智能建筑的经验，由我国一批智能建筑专家共同编写了《智能建筑工程技术丛书》。我认为这是一项十分有益的工作，相信《丛书》的出版对促进智能建筑的快速、健康发展必将起到积极的作用。

郑一军

(建设部原副部长、中国建筑业协会会长)



智能建筑工程技术丛书

前 言

20 世纪 80 年代以来,我国经济建设与科学技术高速发展,大大推进了建筑技术水平的提高。伴随着计算机的普及和信息产业的发展,在建筑业出现了智能建筑,而随着人们生活水平的不断提高,智能建筑得到了迅猛发展,并已成为 21 世纪建筑业的发展主流。它给传统建筑加上了“灵敏”的神经系统和“聪明”的头脑,提高了人们的居住质量,给住户带来了多元化信息和安全、舒适、便利的生活环境。智能建筑作为综合国力与科技水平的具体体现,其特点与优势明显,市场前景十分广阔。

智能建筑的发展,引起了我国政府主管部门的高度重视,1996 年 5 月,建设部科学技术委员会为引导建筑智能化技术的正确发展,及时成立了“建设部科技委智能建筑技术开发推广中心”,组织相关行业的专家深入工程实际共同研究、交流、协调并加以推动。多年来,在政府主管部门的指导和同行的共同努力下,智能化系统已成为建筑物的必配系统,建筑智能化技术的发展已有相当高的水平,大大提升了建筑和居住区的功能和管理水平。在降低建筑能耗、改善人们工作和生活环境等方面发挥了重要作用。在工程实践中,也锻炼出了一批经验丰富、工程能力强的专业技术队伍,智能建筑产品的国产化水平逐步提高。

为此,“建设部科技委智能建筑技术开发推广中心”与“中国建筑业协会智能建筑专业委员会”共同组织国内知名建筑智能化技术专家编写了本套《智能建筑工程技术丛书》。各分册主要编写人员为:

《楼宇自动化工程》	祝敬国
《安全防范工程》	陈 龙
《消防工程》	濮容生
《综合布线工程》	张 宜
《信息网络工程》	查树衡
《智能化供配电工程》	郑清明
《机房工程》	张成泉
《智能建筑控制与节能》	赵哲身
《社区数字化工程》	毛剑瑛

本丛书较系统、完整地介绍了智能建筑工程的设计、施工与验收技术,并以工程实用

型，兼顾适量的基本理论知识为根本出发点，以指导工程的设计、施工与验收，从而确保工程质量。希望各单位在使用过程中对本书提出宝贵意见，以使本丛书不断改进，日臻完善。

在此谨向为编审本丛书做出贡献的各位专家和支持这项工作的领导们深表谢意。



建设部科技委智能建筑技术开发推广中心
中国建筑业协会智能建筑专业委员会

主任



编者的话

维克多·雨果在他不朽的《巴黎圣母院》中写道：“最伟大的建筑大多数是社会的产物而不是个人的产物”。建筑史上的重大改进反映了社会生产力的发展水平，反映了社会生活的变化。

随着工业化的技术发展、建筑规模的扩大，以及人们对生存环境的无限制要求，使得建筑物内装置的机电设备越来越多，对建筑物的管理也越来越快速，越来越繁重。人们迫切希望改变传统的人工管理模式，减轻建筑管理的复杂程度。同时，日益严重的生态危机要求人类加强环境保护，确保生活质量和可持续发展。而电脑的诞生和迅猛发展，又激发了一场席卷全球的信息网络风暴，通信技术和电脑网络成为人们工作生活中须臾不可缺少的部分。这一切集中反映到建筑观念和建筑实践中，楼宇自动化系统便应时而生了。

楼宇自动化系统作为现代化管理和现代化高新技术有机结合的产物，它的出现并形成高潮是技术发展的必然结果，是数字化社会和可持续发展的起码要求。楼宇自动化系统不是高消费，不是可有可无的东西，而是当代建筑的必经之路。既然如此，如何面对现代社会实践的复杂性、综合性、动态性，以及实践过程中的科学性、合理性和有效性等问题，从系统工程的基本原理出发，钻研新技术，解决工程组织协调，管理好楼宇自动化工程的实践活动，取得每个楼宇自动化工程实际的成功，就是一个十分突出和迫切的问题了。

编者

2009年7月



目 录

序
前言
编者的话

第一篇 概念篇

第一章 建筑

第一节 建筑发展过程	2
第二节 信息技术	5
第三节 智能与人工智能	8
第四节 智能建筑与建筑的动态化功能	9
第二章 楼宇自动化系统	14
第一节 楼宇自动化系统释义	14
第二节 楼宇自动化系统的功能与地位	14
第三节 楼宇自动化系统技术要素	16
第三章 智能建筑的系统集成	18
第一节 系统观	18
第二节 系统的基本概念	19
第三节 系统集成	21
第四节 智能建筑的系统集成	22

第二篇 组织篇

第四章 工程与工程要素	34
第一节 工程与科学实验、技术发展	34
第二节 工程两大要素	38
第五章 产品与技术	45
第一节 二值化	45
第二节 楼宇自动化工程的组成	45
第六章 工程组织	57

第一节	工程的各类社会角色	57
第二节	工程与诚信	59
第三节	招标	60
第四节	产品定位	65
第七章	工程设计	67
第一节	工程设计原则	67
第二节	招标前工程设计内容	71
第三节	中标后施工深化设计	84
第四节	楼宇自动化工程绿色环保设计	87

第三篇 施 工 篇

第八章	施工界面	96
第一节	工程界面	97
第二节	作业界面	98
第九章	施工工艺	100
第一节	工艺的含义	100
第二节	工艺问题举例	101
第十章	楼宇自动化工程施工准备	103
第一节	设备材料确认	103
第二节	作业面规划	105
第十一章	楼宇自动化工程施工要点	107
第一节	空调与通风	107
第二节	电源与变配电	109
第三节	给排水	110
第十二章	现场管理	111
第一节	现场管理要点	111
第二节	现场施工记录单	111

第四篇 调 试 篇

第十三章	调试总纲	114
第一节	调试内容的覆盖面	114
第二节	调试原则	117
第三节	验收是调试基础	127
第十四章	空调控制的调试要点	130
第一节	空调的流体动力学特征	130
第二节	空调高精度控制算法	136
第三节	若干空调系统调试要点	138
第四节	集成管理系统调试讨论	142
第十五章	调试资料的重要性	145

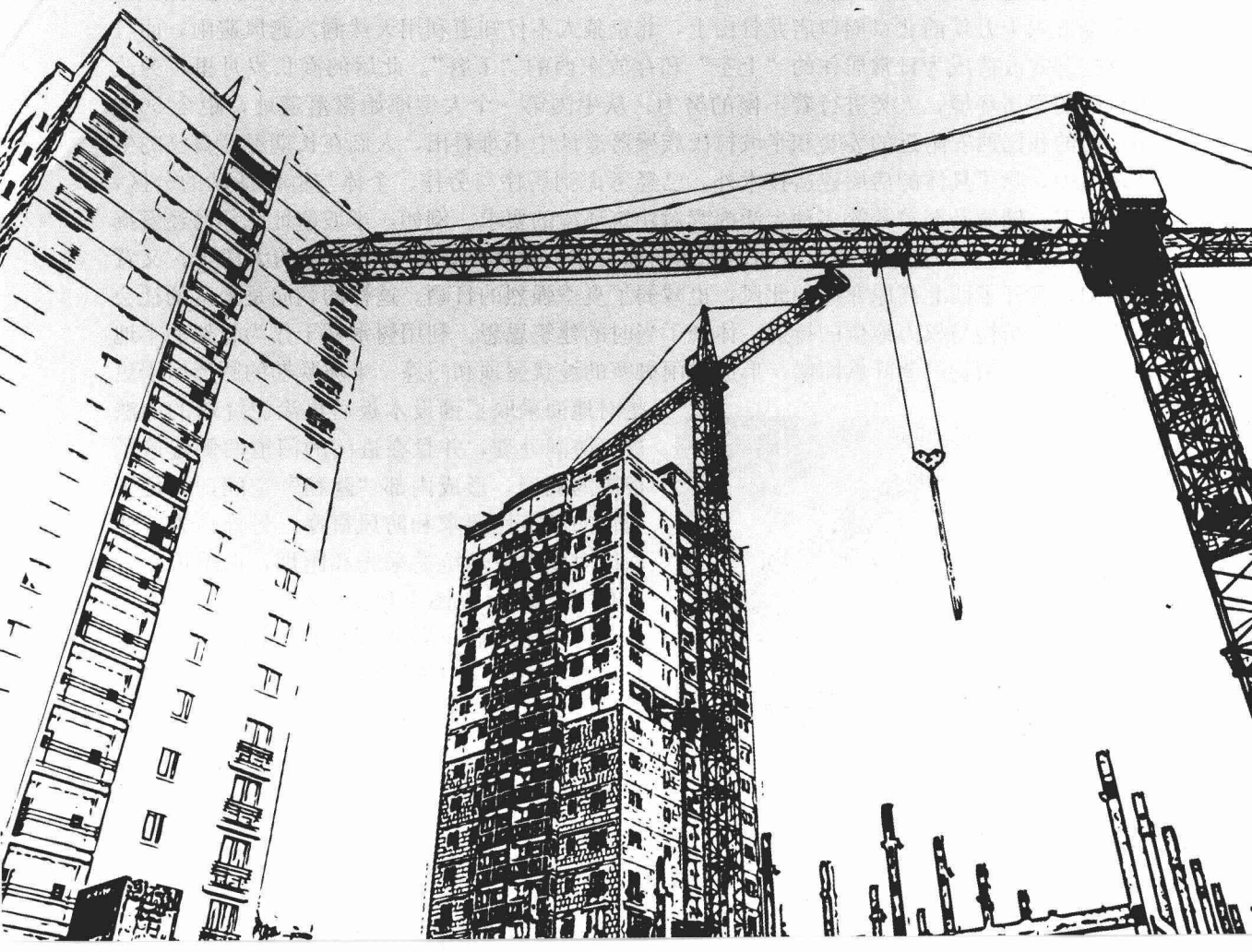
第十六章	运行维护	148
第一节	楼宇自动化系统维护特点.....	148
第二节	楼宇自动化维护.....	149
第三节	智能建筑物业管理的评估.....	150
第四节	物业管理的优化.....	152
附录	展厅测点温湿度趋势图表	154
参考文献	158

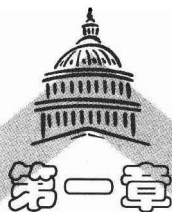
智能建筑工程技术丛书

楼宇自动化工程

第一篇

概念篇





建 筑

第一节 建筑发展过程

衣、食、住、行是人类日常生活的四大问题。住，离不开房屋，所以建造房屋是人类最早的生产活动之一，建筑是劳动工具以外的人类又一伟大创造。

早在以洞穴为居的远古时代，原始人就学会了利用自然条件为自己创造生息之所的本领。为了躲避风雨和野兽的侵袭，人们用树枝、石块构筑巢穴，开始了最原始的建筑活动。在距今五六十万年前北京周口店龙骨山上，北京猿人不仅知道利用天然洞穴遮风避雨，而且能够把洞穴改造成为日常居住的“上室”和存放东西的“下室”。此后的漫长岁月里，为改善自己的聚居环境，人类进行着不懈的努力。从中国第一个大型原始聚落遗址，距今 5000 多年前的我国西安附近的姜寨和半坡村氏族聚落遗址中不难看出，人们在长期经营自己的生活环境中，除了具体的房屋建造技术外，已经考虑到居住与劳作、个体与群体活动的分区，以及防卫、储藏乃至殡葬等多种生活内容对建筑环境的要求。例如，半坡遗址北部已经发掘的 46 座房子，入口基本呈西南方向。既面向通常举行集体活动的氏族首领的大房子，又背风朝阳，避开了西北高原寒冷的北风，也减弱了夏季强烈的日晒。这样的朝向是聚落的社会性质、组织结构与权力地位的折射，体现了当时的建筑思想。利用树木枝干作为骨架的半地穴式房子，以植物的茎叶做面层，形成避雨御寒的坡状屋顶和门篷。半坡晚期的圆形房子更

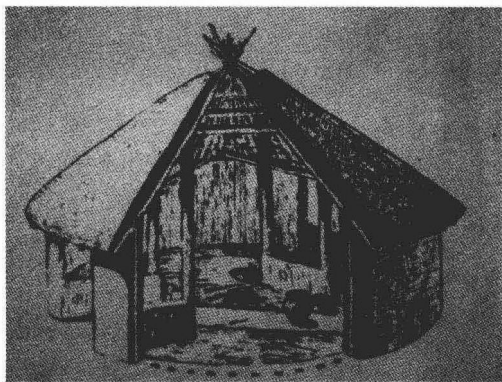


图 1-1 陕西省半坡遗址圆形房子复原图

是对地面采取了铺设木板后再涂泥烧烤的方法进行防潮处理，并且在进门的门道两侧建造了很高的隔墙，形成内部“隐秘”空间，满足了居寝的私密性要求和防风御寒。另外，为方便做饭时屋中央灶坑的采光和跑烟，在屋顶部分开有“天窗”（见图 1-1）。

任何建筑空间都是相对于一定的功能内容而言的，如居室中的墙体、门窗、隔声、保温等构成居室空间环境，客厅、卧室和厨房餐厅等又构成住宅的空间内容。因此，建筑设计中所有的部分都应当服从相对确定的该建筑的使

用功能和建筑目的。世界其他地区的人类早期建筑，例如美国佛罗里达州的印第安人村落、乌克兰克罗米辛那的特里波列文化遗址等，也都体现了这种优先保证整体建筑布局，注重生活需要、生产需求的方便适用的建筑理念。因而，围绕着“为什么”造建筑，强调建筑物内部稳定的物理空间的重要性，以及对内部物理空间构造、功能的系统研究，始终是建筑工程中的一个重要内容。诚如人类近代史上“近代实验科学的真正始祖（马克思）”弗朗西斯·培根所说，“造房子为的是居住，而不是为了供人观赏，所以建筑的首要原则是实用，其次才是美观。当然，二者能兼顾更好。如果单纯为了追求美观，那么，还是把建这种魔宫的专利权留给诗人吧。因为诗人们建造魔宫不需要花钱，而只需要运用想象就能够描绘构造出富丽堂皇的宫殿。”建筑都是给人住的，取得合乎使用要求的内部稳定的物理空间是建造建筑物的根本目的。

在相对落后贫困的经济体系下，人们生存需要的收入（获得）与支出（消耗）难以保持平衡，这时候人类最关注的自然是生存问题。随着以后生产力的逐步发展与组织能力的加强，人们的收入（获得）能够超过支出（消耗），继而产生了积聚。当社会收入超过了支出以后，房屋（建筑物）的功能也超出了一般的居住范围。私有财产的产生和阶级的分化，出现了供统治阶级住的宫殿、府邸、庄园和别墅。专业化生产和分工的发展，出现了作坊、工场和现代化的大工厂。商品交换产生了店铺这类交换建筑，乃至现代化的商场和百货公司，纯粹进行金融交易的钱庄、交易所、银行和贸易中心也逐步形成。交通发展了，就出现了从驿站、码头直到现代化的港口、机场、车站、地下铁道。科学文化发展了，又出现了从家塾、书院直到近代化的学校和科学研究建筑。社会与个人的精力的剩余、社会分工的深化，催生了从事精神产品的人群和专供精神生活的建筑，供灵魂“居住”的陵墓，以及供神“居住”的庙宇、教堂。生产力的提高和物质的富裕，使得文化与美学的意识更多地渗透到建筑设计之中。人们在处理建筑与自然环境的过程中，也由原来的简单适应自然环境条件、满足生存生活必需，逐步倾向于把建筑的具体技术功能抽象演变为一种造型艺术，一些象征精神财富和生产能力的纯粹建筑也随之涌现出来，建筑类型日益丰富，建筑技术不断提高，建筑的形象和目的都发生了巨大的变化。因而，建筑结构的功能性和造型的装饰性成为所有时期建筑设计的两大基本出发点，古今中外无一例外。

人类的需求原本包括了物质和精神两个方面。无论是从物质的角度还是从精神的角度，审美层次上的视觉要求和感官刺激都是极其奢侈的，但也是十分必要的生活组成。对于今天的建筑物而言，实用功能和装饰功能几乎同等重要。在建筑的实体处理上，如建筑形体组合、墙面划分以至装饰细节等方面越来越细致，形成了丰富的式样风格，取得了极高的成就。例如，西欧高寒多湿的气候，形成了多雪的冬季，原本为了减轻积雪对屋面的负荷压力产生的尖顶高耸的建筑造型，演变成为典型的哥特风格（见图 1-2）。在中国皖浙闽山区，为了适应山间的强风，防止屋面瓦片被强劲的山风掀走，出现了马头高墙结构，形成了独特的艺术风貌。近现代的建筑则更加强调建筑的精神意义，以构筑为城市风景线和城市标志，尤其突出建筑空间长、宽、高与几何形体所构成的时空艺术，把建筑看成是空间艺术作品，而一些纯粹精神境界的凯旋门、纪念碑也日益增多。巍峨高耸的艾菲尔铁塔，其建造的初衷甚至与浪漫和艺术无涉，但它不容忽视的高度与体量，在巴黎以至于全世界树立了无法震撼的视觉地位。这个当初备受非议的钢铁怪物，被赋予了独特的文化气质，成为冷冰冰的工业时代的象征。

近代建筑日趋复杂的使用功能要求、建造技术与建筑材料的重大突破、建筑内可应用的设备设施的日益增多,为建筑师们对建筑空间、造型、装饰的探讨提供了更多的可能。然而万变不离其宗,建筑主要的目标仍然是围绕着人的物质生活和精神生活,建筑物的功能依旧包括实用功能和精神功能。究竟一幢建筑是实用建筑,还是精神建筑,是供人类生活居住的实体空间,还是一个视觉艺术品,如何恰到好处地处理与平衡实用功能和精神功能两者的关系十分重要。但人的思维往往容易走极端,在当今的建筑设计中,设计初期过多追求建筑物表层造型的“文化”、“艺术”、“前卫”等虚无缥缈的形式主义理念的现象十分严重。各种各样的艺术形式越演越烈,试图用“宏伟”、“独特”的造型来树立城市标志及国家标志及文化标志。这种非常时尚的奢靡,以破坏建筑自身的使用功能、增加巨大的浪费为代价,导致了建筑本质的扭曲(见图1-3)。



图 1-2 哥特建筑实例

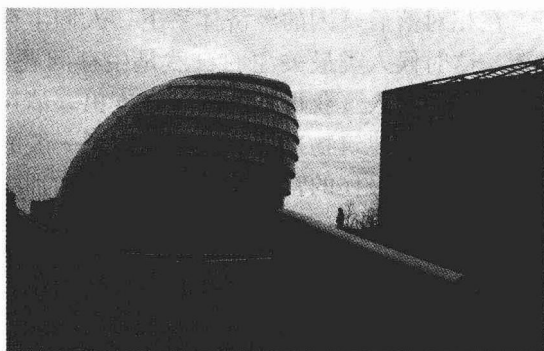


图 1-3 英国泰晤士河边的建筑

在空间功能和空间艺术两方面均取得长足进展和突破的同时,如何坚持当代建筑物的实用性,注重建筑工程的投资效益,正确对待建筑设计中实用功能与精神功能(包括艺术、装饰)的平衡,同样也是智能建筑工程的重要思路。在建筑智能化系统的工程实践中,如何坚持建筑智能化系统的适用性,避免技术形式的堆砌与卖弄,是摆在建筑智能化工程面前一个十分严峻的课题。

另外,建筑这种物质产品,除了自身就是人为空间环境以外,又脱离不了周围的环境(包括人工环境和自然环境等)。居室和住宅是居住区这个更大环境层次中的局部,众多住宅和诸如小学、商店以及交通、通信、绿地等服务设施,又构成居住区的大空间环境。因此,虽然建筑师面临的每个具体设计内容都有其相应完整的内容和意义,但必须服从于它所处的大空间环境。飞檐的屋檐是中国古代建筑中最典型的造型,这种屋檐可以使沿曲面屋顶瓦槽流下的雨水泻向远处,同时又使室内仍能充足的有光线。这种局部功能与大自然环境的统一,发展产生了中国古代建筑学上最杰出的层层出挑的斗拱结构(见图1-4)。

建筑的主要目的是以其形成的各种内部和外部空间,为人们的生活提供多种多样的环境。在这里,建筑、人、环境应该被看作是一个不可分割的整体,脱离开人对环境的要求与协调,建筑便失去了存在的意义。这在中国的建筑传统观念上表现为风水堪舆学,近代西方则科学化称为规划,演变到今天就成为环境工程学。这类理论都强调了在一定的情况下,建筑物——局部和大空间环境——整体之间还会存在这样或那样的矛盾,因此,建筑设计中如何求得建筑物和大空间环境的整体协调是十分重要的原则。停留在建筑本身的分析和设计是

远远不够的，必须从人与环境的角度进一步了解和规划建筑，包括地理位置、朝向、风向风速、道路出入等，不仅要充分反映人流、物流、车流和信息流在建筑内外的交互关系和不同需求，还应当考虑非常情况下的各种处置。现代日本民居就针对日本地区多地震的特点，把屋顶设计得极其简洁轻薄，最大限度地减少地震以后屋顶倒塌所形起的二次损失（见图 1-5）。而今随着人类认识的不断提高，当代对建筑的功能要求增添了绿色生态和可持续发展的要求，智能建筑、绿色建筑等概念的提出，一系列生态城市及生态住宅的建造，使得谋求与环境的协调、最大限度地节约能源、最大限度地减少污染成为建筑的另一大功能需求。



图 1-4 中国传统飞檐建筑实例

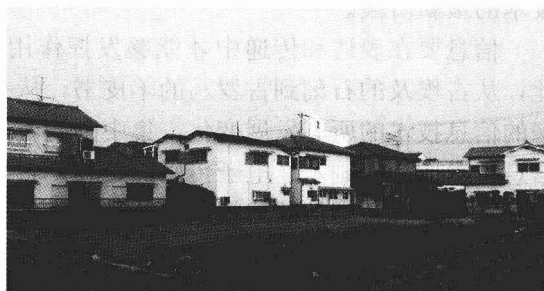


图 1-5 日本现代民居

环境问题尤其突出的今天，室外空气污染极大地制约了室内空气质量，许多力图改变、净化室内空气的设备与措施至今未见成效。事实证明，室内空气质量仅仅依靠空调系统是解决不了的，而采用“光触媒”涂层技术的“生态马路”却产生了意想不到的效果，混合在铺路材料中的少量催化剂可以在自然日照或人工灯光的照射下转化、分解空气中的二氧化硫、氮氧化物等主要污染物，特别是汽车尾气，因而能够从根本上减少对建筑物内的污染。“光触媒”这种新技术已经在伦敦、巴黎、米兰和上海等城市得到了应用。

特别需要强调的是，信息服务是远远超越建筑物内部现场空间的一种功能，必须延伸连接到广泛的信息网络领域。在建筑工程的建筑智能化系统中，与信息服务相关的项目有综合布线系统、语音程控交换机系统、卫星电视与有线电视系统、可视会议系统和计算机网络系统等众多信息基础设施。这些内容更需要综合资金来源、信息资源、社会发展和管理分工等环境因素。

可见，在建筑学内部分工日趋精细的今天，树立空间环境（包括社会环境和自然环境）的整体意识，处理好局部与整体的关系，结合周边的自然环境和生态系统，设计适用恰当的建筑智能化系统尤为重要。

第二节 信 息 技 术

当代人类社会的一个显著特点就是信息和信息技术的凸现。信息作为一个科学概念是 1948 年由美国科学家香农首先在通信领域中提出的。他创立的信息论是一门应用概率论与数理统计方法研究信息处理和信息传递的科学，主要研究信息的获取、变换、传输、处理等