

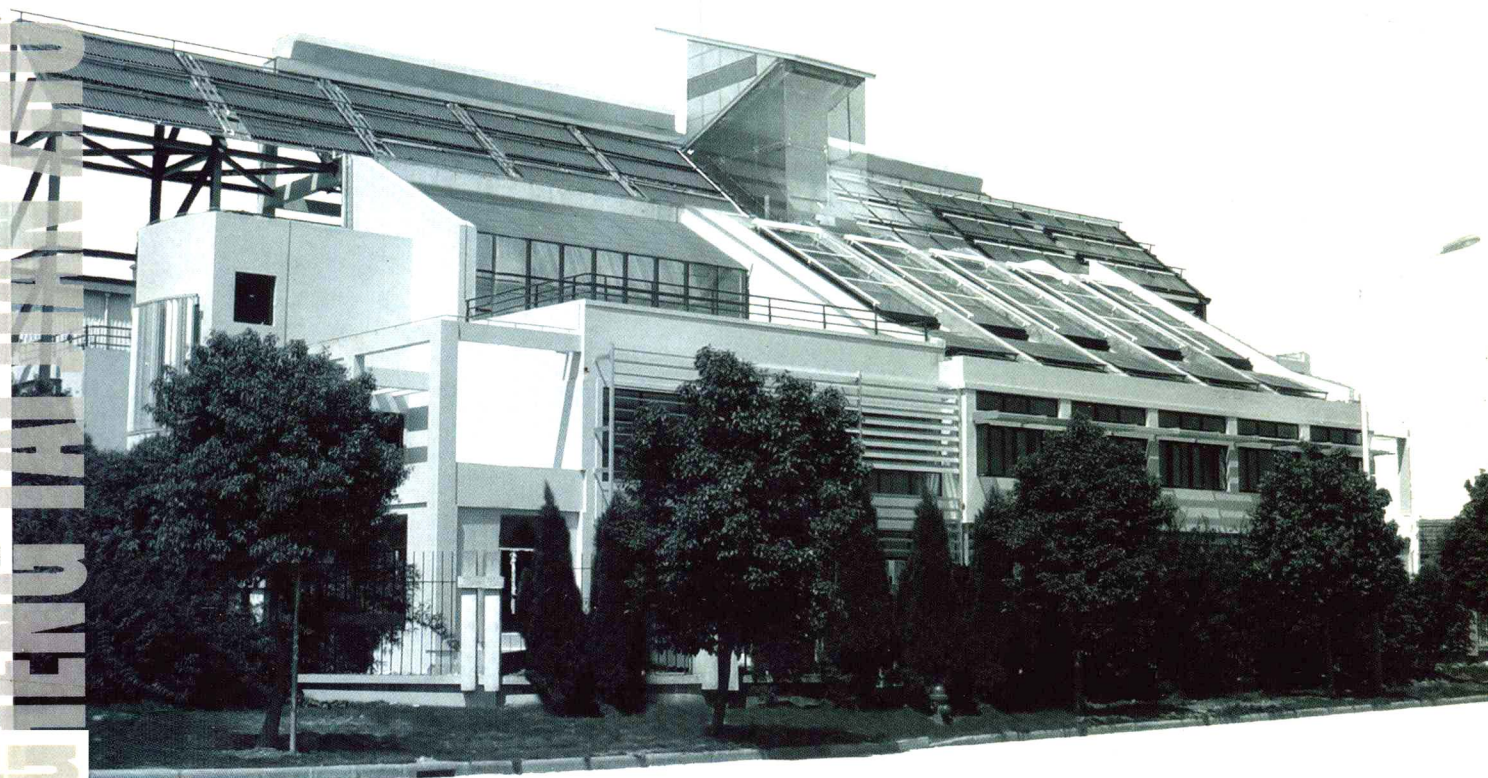
SHANGHAI SHI FAN GONG CHENG

# 上海生态建筑示范工程

## ● 生态办公示范楼

主 编 韩继红

副主编 江 燕



中国建筑工程工业出版社

# 上海生态建筑示范工程

## 生态办公示范楼

主 编：韩继红  
副主编：江 燕

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

上海生态建筑示范工程：生态办公示范楼 / 韩继红等编. — 北京：中国建筑工业出版社，2005

ISBN 7-112-07798-2

I. 上... II. 韩... III. 生态学—应用—行政建筑—上海市 IV. TU243

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第114100号

责任编辑：徐纺 韦然 邓卫

## 上海生态建筑示范工程·生态办公示范楼

韩继红 主编 江燕 副主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

上海腾飞照相制版印刷厂制版、印刷

\*

开本：889×1194毫米 1/16 印张：15.75 字数：491千字

2005年10月第一版 2005年10月第一次印刷

印数：1-3000册 定价：120.00元

ISBN 7-112-07798-2

(13752)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

## 编委会

主任: 汪 维

副主任: 徐 强 马兴发 王如竹

编委: 江 燕 张宏儒 邱江平 陆善后 范宏武 李景广 朱伟峰 杨金焕 何孝磊 叶 倩 胡永红  
张道方 杨建荣 刘景立 安 宇 林 铎 王孝英 孙丽亨 郑明燕 陈秀芬 韩继红

顾问: 寿子琦 陈宜明 黄健之 孙建平 江 亿 林应清 许解良 张燕平 陈炳良 胡家伦 徐 俊  
倪江波 柴文忠 邢同和 蔡镇钰 沈红华 王宝海 王勤芬 李娟娟

主 编: 韩继红

副主编: 江 燕

## 各章节编写人员

第1章 韩继红 汪 维 郑明燕

第2章 江 燕 汪 维 孙丽亨

第3章 张宏儒 邓良和 李建中

第4章 邱江平 车生泉 王欣泽 肖亿群 郑丽蓉 俞小龙

第5章 范宏武 陆善后 王吉霖 李德荣

第6章 李景广 朱伟峰 陈建萍 齐志宇 葛曹燕 袁 静 叶剑军 卜 震

第7章 王如竹 杨金焕 代彦军 翟晓强 谈蓓月

第8章 何孝磊 何晓燕 陈勤平 金 旻

第9章 叶 倩 朱伟峰 邓良和 刘拴强

第10章 徐 强 施钟毅 杨 勇 陈秀芬 李 阳 俞海勇 赵立群 沈彩萍 张治宇 江天梅

第11章 胡永红 秦 俊 张明丽 李湛东 秦 岭 王丽勉 赵玉婷 黄卫昌 李 萍 陈必胜  
黄增艳 王玉勤 黄 娟

第12章 张道方 史雪霏 魏 宇 龚铁军

第13章 刘景立 杨建荣

第14章 安 宇 杨建荣

第15章 林 铎 王孝英 张海青 胡 昊 狄蓓蕾

# 序一

我为这本书的出版发行感到由衷的高兴。

这本书的作者们亲身参与了我国第一座生态示范楼的设计、建造工作。这本书既有坚实的创新性的实践基础，又有系统的理论概括和总结，是很有价值的一本书。

绿色建筑的理念被引入到我国只有三四年的时间。当绿色建筑的定义、我国发展绿色建筑的方法和途径尚处于讨论阶段时，当绿色建筑的理念尚未被多数人接受时，由上海市建筑科学研究院领衔的多家研究机构的科研人员和工程技术人员借鉴国际上的经验开展了大胆而理智的创新实践活动，经过3年多的辛勤努力和刻苦攻关，从他们手中诞生了我国首项绿色建筑示范工程——上海生态办公示范楼（上海市建筑科学研究院建筑环境研究中心办公楼）。此项工程于2005年获得了首届“全国绿色建筑创新奖”一等奖，得到了专家、学者和业内人士的广泛认同。

更可喜的是，他们并没有止步于工程的建成使用，而是对建造过程中的各项活动及工程投入使用之后的运行情况进行了系统的总结和分析研究，将研究成果编辑成这本书，奉献给大家，使所有想深入了解工程建设和运行情况的同仁通过阅读这本书深化对绿色建筑的了解，澄清一些模糊认识，对一些基本问题取得一致的看法。

感性认识有待于上升到理性认识，理性认识依赖于感性认识。这是马克思主义认识论的基本原理，它揭示了人类认识客观世界的基本规律。当我们对已获得的感性认识进行了系统的分析研究，并且找出了具体事物中所包含的特殊性和共同性的内容的时候，就可以说我们的认识达到了理性认识阶段。理性认识为我们指导实践活动奠定了坚实的基础。

书中的很多内容，达到了理性认识阶段的水平，广大读者可以悉心阅读，用以指导自己的创新活动，这样可以少走弯路，提高工作效率。书中还有些内容，虽然从认识上说还有待深化和提炼，但对现阶段开展绿色建筑活动，仍然有很好的借鉴作用。

这本书好就好在是对自我创新实践活动进行了系统的分析研究之后写成的，内容充实、材料丰富、数据准确、文字朴实。通过这本书，我看到了这些科技人员严谨务实的作风，以及吃苦耐劳、勇于创新的进取心，这是最宝贵的精神财富。有了这个精神财富，我相信他们一定会创造出更多的物质财富，为我们国家绿色建筑的发展做出更大的贡献。



建设部 副部长

## 序二

《上海生态建筑示范工程·生态办公示范楼》一书是上海生态建筑相关领域技术攻关团队的集体智慧结晶，全面翔实、图文并茂地介绍了生态建筑在我国从理论到实践的发展历程，不仅是科技成果的展示，更是广大读者了解生态建筑的一本难得的科普读物。

随着我国经济规模进一步扩大，工业化不断推进，居民消费结构逐步升级，城市化步伐逐渐加快，资源供需矛盾和环境压力将越来越大。建设节约型社会，走循环经济道路已经成为我们必然的选择。胡锦涛总书记要求，必须从落实科学发展观的战略和全局高度，把发展循环经济摆在更加突出的重要位置，加快建设节约型社会。温家宝总理强调指出，加快建设节约型社会，事关现代化建设进程和国家安全，事关人民群众福祉和根本利益，事关中华民族生存和长远发展。在节约型社会建设中，建筑领域节能、节材和节约资源等工作尤为迫切，生态建筑技术的发展和推广刻不容缓。

生态建筑不是一种新的理念，早在建筑诞生时便已经具有了生态属性。当然，我们今天讲的“生态建筑”，不再是巢居、窑洞、干阑式建筑，而是以高新技术为主导，以科技创新和技术集成为手段，在建筑的规划、建造、使用和拆除的全寿命过程中，体现节约资源、减少污染、营造健康舒适的建筑环境以及与周围生态环境和谐共生的原则，从而为建筑物的审美属性与自然适应性提供更高层次的提升乃至飞跃。生态建筑的推广和应用，对于提高城市人居环境质量，缓解城市能源和环境压力，改善城市生态环境将起到十分重要的作用。同时，先进的生态建筑技术体系发展还将对传统建筑产业的结构调整、相关企业核心竞争力的提升产生积极而深远的影响。

近年来，上海市科委围绕建设“生态型城市”和“资源节约型城市”的发展目标，组织相关科研院所、高等院校和企业，采取产学研结合的模式，开展了“生态建筑关键技术研究及系统集成”联合攻关，研发生态建筑关键技术，同时建立具有上海区域特征的技术体系，引导未来建筑发展。“生态办公示范楼”正是该项目的成果之一，体现了多学科交叉协同攻关的特点，是建筑师、工程师和建设者共同努力的杰作，全面展示了各种生态建筑关键技术。“生态办公示范楼”的建成示范，必将为新理念的渐入人心和新技术的逐步应用，为社会各界进一步理解、接受和发展生态建筑技术起到重要作用。

科技支撑引领未来发展。希望通过本书的出版及生态建筑示范项目的实施，进一步带动生态建筑技术领域的科技创新，带动相关产业的快速发展，为节约型社会建设和城市可持续发展做出贡献。在此也向众多致力于生态建筑技术发展的研究机构、企业和个人取得的成果表示祝贺，对他们所体现的科学精神和社会责任感致以敬意！

是为序。



上海市人民政府科学技术委员会 主任

# 目 录

## 综述篇

第1章 生态建筑基本理念及国内外进展	2
1.1 生态建筑的基本理念	2
1.2 生态建筑的国际发展进程	3
1.3 我国生态建筑进展及展望	5
第2章 上海生态办公示范楼综述	6
2.1 概述	6
2.2 生态示范楼技术目标及特点	6
2.3 生态示范楼技术集成体系	6
2.4 合作伙伴及其产品	14

## 设计篇

第3章 建筑设计	18
3.1 总体布局	18
3.2 使用功能	19
3.3 建筑空间	20
3.4 生态设计	21
3.5 建筑形象	25
3.6 结构设计	25
3.7 设备系统设计	26
第4章 景观水体设计与构建	29
4.1 生态建筑环境设计	29
4.2 生态水体景观设计与构建	35
4.3 景观水体水质生态修复与保持技术	39
4.4 生态示范楼景观水体设计与构建	43

## 技术篇

第5章 低能耗建筑围护结构	50
5.1 概述	50
5.2 外墙节能技术	50
5.3 屋面节能技术	60
5.4 外窗节能技术	62
5.5 生态示范楼节能效果分析	71
第6章 建筑室内环境技术	76
6.1 自然通风	76
6.2 采光与照明	80
6.3 室内声环境	83
6.4 室内空气质量	87
6.5 室内热舒适	90

第7章 太阳能技术	97
7.1 太阳能利用与建筑节能	97
7.2 太阳能热利用及建筑一体化技术	99
7.3 太阳能光伏发电	110
第8章 建筑智能技术	120
8.1 概述	120
8.2 智能建筑核心内容	120
8.3 生态示范楼智能技术	121
8.4 工程解决方案	122
第9章 热湿独立控制型空调系统	126
9.1 研究背景和技术目标	126
9.2 空调系统形式	126
9.3 设计工况下效果分析	129
第10章 绿色建筑材料	130
10.1 绿色建筑材料概述	130
10.2 绿色工程材料	130
10.3 绿色装饰装修材料	148
第11章 绿化配置技术	156
11.1 生态建筑的植物资源信息	156
11.2 屋顶绿化配置技术	159
11.3 室内绿化配置技术	166
11.4 垂直绿化配置技术	170
11.5 室外绿化配置技术	176
第12章 雨污水处理与回用技术	184
12.1 技术综述	184
12.2 生态示范楼技术目标	187
12.3 工程解决方案	188
12.4 应用效果分析	193

## 运营篇

第13章 运行效果评价	198
13.1 概述	198
13.2 分项生态技术效果评价	198
13.3 总体运行评估结论及展望	222
第14章 生态性能评估	224
14.1 生态建筑评估技术	224
14.2 生态示范楼性能评估	225
14.3 基本结论	227
第15章 技术经济分析	229
15.1 生态建筑全寿命技术经济分析评价方法	229
15.2 生态示范楼技术经济分析	232



# 综述篇

# 第1章 生态建筑基本理念和国内外进展

“我们并没有从祖先那里继承地球，我们只是从子孙那里借用地球而已……”。

基于上述对人类自身的全新认识，世界环境与发展委员会（WECD）历经四年研究，于1987年发布了“我们的共同未来”报告，明确提出“应通过可持续发展，在确保后代享有同等权利的前提下，满足当代人的需求”的可持续发展思想。此后实施全球可持续发展战略逐渐成为全人类的共识。

建筑的可持续发展是整个国家、整个城市可持续发展战略的一个重要组成部分。树立全面、协调、可持续发展的科学发展观，对于城市建筑来说，就必须由传统高消耗型发展模式转向高效生态型发展模式。生态建筑正是实施这一转变的必由之路，是当今世界建筑的研究热点和总体发展趋势。

## 1.1 生态建筑的基本理念

生态建筑亦称为绿色建筑、可持续发展建筑，是指在建筑全寿命周期内（规划、设计、建造、运营、拆除 / 再利用），通过高新技术和先进适用技术的集成应用，降低资源和能源的消耗，减少废弃物的产生和对生态环境的破坏，为使用者提供健康、舒适的工作或生活环境，最终实现与自然和谐共生的目的。

在建筑经济学领域，生态建筑措施带来了社会效益、环保效益和经济效益，并降低了建筑项目的风险。其范围涉及节地、节能、节水、节材、减少废弃物和环境污染、环保型施工、运行维护的经济性、保险和索赔、用户生产率的提高、建筑的保值和增值、地方经济发展的机会等。

在规划领域，生态建筑首先强调辨识场地的生态特征和开发定位，尊重原址原貌自然环境，充分利用场地的资源和能源，减少不合理的建筑活动对环境的影响，使建筑与环境持续和谐相处。该目标的实现需要评价规划用地现有的自然和文化特征，现有的基础设施和建筑要求，现有的自然地貌、水域、水源、生态系统和生物多样性保护等状况，进而采用相关方面科学、系统的规划方法。

在设计领域，传统的设计往往疏于考虑建筑对生态环境的影响、能源和资源的制约、建筑体系与建筑功能的配合等问题，而生态建筑则采用建筑集成设计方法，并遵守环境设计准则，将建筑物作为一个完整的系统，综合考虑建筑的间距、朝向、形状、结构体系、围护结构、能源系统、设备和电气系统、空气品质和热声光等物理环境等因素，将这些众多因素的相互影响关系纳入建筑设计中，从建筑视角切入、模拟的设计方法和设计过程反馈等方面超越了传统的设计方法。

在施工领域，生态建筑的目标是减少对环境造成严重影响。通过采用具有环保意识的生态施工方法，使生态建筑的建造过程能够显著减少对周边环境的干扰，减少填埋废弃物的数量及建造过程中消耗的自然资源数量，并将建筑物建成后对室内空气质量等环境的不利影响减少到最低程度。

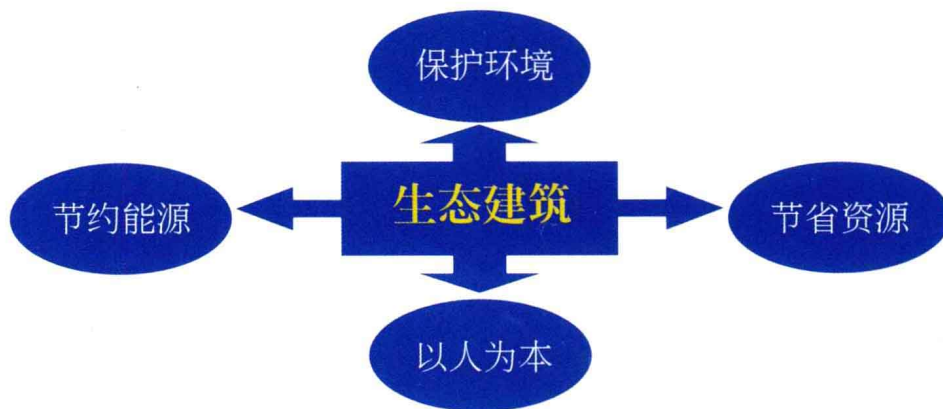


图 1-1 生态建筑基本理念

在运行维护领域,生态建筑的技术和方法可以保证建筑规划设计目标的实现,通过合理的环境目标设定和智能化的系统控制,采用科学、适用的消费模式,保证建筑设备系统的安全和清洁运行并降低系统能耗,保障室内空气品质和热声光环境,减少运行过程中污染物产生,提高建筑整体的运行效率。

因此,生态建筑遵循可持续发展原则,以高新技术为主导,针对建筑全寿命的各个环节,通过科学的整体设计,全方位体现“节约能源、节省资源、保护环境、以人为本”的基本理念(图1-1)<sup>[1]</sup>,创造高效低耗、无废无污染、健康舒适、生态平衡的建筑环境,提高建筑的功能、效率与舒适性。为此,真正意义的生态建筑应该是资源节约型的建筑、环境友好型的建筑和以人为本型的建筑,是充分体现建筑与人文、环境及科技高度和谐统一的建筑。

## 1.2 生态建筑的国际发展进程<sup>[2-4]</sup>

20世纪60年代,美籍意大利建筑师保罗·索勒瑞(Paola Soleri)把生态学(Ecology)和建筑学(Architecture)两词合并为“Arology”,提出了著名的“生态建筑”新概念。

20世纪70年代,石油危机的爆发,使人们清醒地意识到,以牺牲生态环境为代价的高速文明发展史是难以为继的。耗用自然资源最多的建筑产业必须改变发展模式,走可持续发展之路。太阳能、地热、风能、节能围护结构等各种建筑节能技术应运而生,节能建筑成为建筑发展的先导。

20世纪80年代,节能建筑体系逐渐完善,并在英、法、德、加拿大等发达国家广为应用。同时,由于建筑物密闭性提高后,室内环境问题逐渐凸现,不少办公楼存在严重的建筑病综合症(SBS),影响楼内工作人员的身心健康和工作效率。以健康为中心的建筑环境研究成为发达国家建筑研究的热点。

1992年巴西的里约热内卢“联合国环境与发展大会”的召开,使“可持续发展”这一重要思想在世界范围达成共识。生态建筑渐成体系,并在不少国家实践推广,成为世界建筑发展的方向。

30多年来,生态建筑由理念到实践,在发达国家逐步完善,一些发达国家还组织起来,共同探索实现建筑可持续发展的道路,如:加拿大发起的“绿色建筑挑战”(GREEN BUILDING CHALLENGE)行动,大力推行新技术、新材料、新工艺,实行综合优化设计,使建筑在满足使用需要的基础上所消耗的资源、能源最少;日本颁布的《住宅建设计划法》,提出“重新组织大城市居住空间(环境)”的要求,满足21世纪人们对居住环境的要求,适应住房需求变化;德国在20世纪90年代开始推行适应生态环境的住区政策,以切实贯彻可持续发展的战略;法国在20世纪80年代进行了包括改善居住区环境为主要内容的大规模住区改造工作;瑞典实施了“百万套住宅计划”,在住区建设与生态环境协调方面取得了令人瞩目的成就。

生态建筑技术集成体系是反映生态建筑发展的综合性指标,目前许多欧美发达国家已在生态建筑设计、自然通风、建筑节能与可再生能源利用、绿色环保建材、室内环境控制改善技术、资源回用技术、绿化配置技术等单项生态关键技术研究方面取得大量成果,并在此基础上,发展了较完整的适合当地特点的生态建筑集成技术体系。不少发达国家还根据各自的特点,通过建造各具特色的生态建筑示范工程展示其生态理念、生态技术及大量研究成果,引领未来建筑发展方向,推动建筑的可持续发展。建筑形式包括办公楼、住宅、学校、商场等,比较典型的如:英国建筑科学研究院(BRE)的生态环境楼(Environmental Building)(图1-2)和Integer生态住宅样板房(图1-3),英国诺丁汉(Nottingham)税务中心(图1-4),英国诺丁汉大学生态住宅楼(图1-5),丹麦KAB咨询所设计的斯科特帕肯低能耗建筑(图1-6),荷兰Delfut大学图书馆(图1-7),美国最大的LEED认证多功能建筑PNC Firstside Center(图1-8),日本多层太阳能住宅(图1-9),比利时3R材料集中应用的典范Recy-house(图1-10),欧洲生态小区的典范——瑞典Bo01(图1-11),德国太阳能技术应用示范科技园区(The Science and Technology Park)(图1-12),德国爱森的RWE办公楼(图1-13),还有法国巴黎的联合国教科文组织(UNESCO)的办公楼,德国柏林的新议会大厦,德国旋转式太阳能房屋,法兰克福商业银行,柏林Marzahn区节能住宅,文德堡青年教育学院学生宿舍,丹麦科灵市郊区住宅开发项目,澳大利亚悉尼的奥林匹克村等等。这些示范建筑通过精妙的总体设计,将自然通风、自然采光、太阳能利用、地热利用、中水利用、绿色建材和智能控制等高新技术进行有机结合,充分展示了生态建筑的魅力和广阔的发展前景。

发达国家在近十年左右的时间里还开发了相应的生态建筑评价体系,通过具体的评估技术可以定量客观地描述生态建筑的节能效果、节水率、减少CO<sub>2</sub>等温室气体对环境的影响、“3R”材料的生态环境性能评价以及生态建筑的经济性能等指标,从



图 1-2 英国 BRE 生态环境楼



图 1-3 英国 Integer 生态住宅样板房



图 1-4 英国诺丁汉税务中心



图 1-5 英国诺丁汉大学生态住宅楼



图 1-6 丹麦斯科特帕肯低能耗建筑



图 1-7 荷兰 Delfut 大学图书馆



图 1-8 美国 PNC Firstside Center



图 1-9 日本多层太阳能住宅



图 1-10 比利时 Recy-house



图 1-11 欧洲生态小区的典范——瑞典



图 1-12 德国科技园区



图 1-13 德国爱森 RWE 办公楼

而可以指导设计，为决策者和规划者提供依据和参考标准。影响较大的如：国际可持续建筑环境促进会（iiSBE）的 GBTool 评价工具，美国绿色建筑促进会（USGBC）的 LEED 评估体系，美国评估建筑材料生态性能的工具 BEPAC；英国建筑科学研究院（BRE）的 BREEAM 评估体系和对住宅进行评估的“Eco-homes”评估体系；澳大利亚的 NABERS 评估体系；芬兰的 LCA-House 评估工具；法国建筑科学研究中心（CSTB）针对建筑环境性能的 EScale 评估工具和全寿命周期分析工具 TEAM, Papoose 及 EQUER；荷兰的生态指标 EcoIndicator 评估体系；瑞士的 OGIP 全寿命评估工具；德国的生态建筑全寿命周期评估工具 EcoPro；日本“建筑物综合环境评价委员会”开发的 CASBEE 评价工具等。

国际上生态建筑评估工具的发展具有以下特征：各个国家开发的生态建筑评估工具都注重与本国的实际情况相吻合；随着

生态建筑实践在各国的不断发展, 评估工具也由早期的定性评估转向定量评估; 从早期单一的性能指标评定转向综合了环境、经济和技术性能的综合指标评定。

### 1.3 我国生态建筑进展及展望

上世纪 90 年代中后期, 生态建筑的理念被引入我国。1994 年我国发表了《中国 21 世纪议程》, 同时启动“国家重大科技产业工程——2000 年小康型城乡住宅科技产业工程”。1996 年又发表了《中华人民共和国人类住区发展报告》, 对进一步改善和提高居住环境质量提出了更高的要求 and 保证措施。

与国外相比, 我国目前在单项生态关键技术研发方面还需进一步深化, 如在建筑节能方面, 与气候相近的国家相比, 我国采暖地区的建筑能耗约是他们的 3 倍左右; 在生态建筑设计、自然通风、可再生能源利用、绿色环保建材、室内环境技术、资源回用技术、绿化配置技术等研究方面均需加快应用性研究。

在制定相关的生态建筑评价体系方面, 自 2001 年始, 建设部住宅产业化促进中心制订了《绿色生态住宅小区建设要点与技术导则》、《国家康居示范工程建设技术要点(试行稿)》, 同时《中国生态住宅技术评估手册》、《商品住宅性能评定方法和指标体系》和《上海市生态住宅小区技术实施细则》也被陆续推出。目前已列入国家“十五”重点攻关计划的“绿色建筑规划设计导则和评估体系研究”正在加紧实施之中, “中国绿色建筑评价标准”已列入建设部标准编制计划, 年内将颁布执行, 北京地方标准《绿色建筑评估规范》已经出台。

基于生态建筑的理论研究成果, 我国北京、上海、广州、深圳、杭州等经济发达地区也结合自身特点积极开展了生态建筑关键技术体系的集成研究和应用实践, 例如北京的北潞春生态型住宅小区、北京锋尚国际公寓, 广州的汇景新城, 上海的万科朗润园等。分别以“上海生态世博”和“北京绿色奥运”为背景的“上海生态建筑示范楼”和“清华超低能耗示范楼”等生态建筑示范项目业已建成并向国内外开放, 成为我国生态建筑技术展示、教育培训基地和后续研发集成平台。

对照生态建筑的国际发展进程和我国的现状水平, 总体上我国生态建筑尚属起步阶段, 缺乏系统的技术政策法规体系, 生态建筑评估标准规范尚未正式颁布, 本土化的单项关键技术储备和集成技术体系的建筑一体化研究应用均需进一步深化, 国内外生态建筑领域的合作交流还未全面展开。真正意义的生态建筑尚未进入实质性推广应用阶段, 生态建筑设计理念和绿色消费观念有待进一步引导。

深入贯彻“十六大”精神, 在建筑业树立和落实全面、和谐、可持续发展的科学发展观, 倡导循环经济, 大力推动节能省地型建筑的实施和发展, 使生态建筑在我国具有了广阔的发展前景。2005 年 3 月 28~29 日由建设部主办的“首届国际智能与绿色建筑技术研讨会暨首届国际智能与绿色建筑技术与产品展览会”在北京圆满召开, 宣告了以建设部和科技部为主体推动我国生态建筑整体发展的新纪元。

发展生态建筑正当其时。面对机遇和挑战, 当务之急是要加大投入, 在学习、借鉴国外成功做法的基础上, 结合我国国情加强宣传, 让社会各界对推行生态建筑的必要性和紧迫性有充分认识; 结合各地地域特征和经济现状, 通过技术创新和系统集成, 制定颁布生态建筑标准和评估规范, 研究开发、应用推广生态新技术、新材料和成熟适宜的生态建筑技术体系; 努力实践建筑生态化的各项具体措施, 建立健全生态建筑立项、设计、施工、运营各环节管理机制和技术政策法规; 搭建国内外生态建筑合作交流平台, 最终通过科研、设计单位与政府、工业界的密切合作, 推动生态建筑成为我国未来建筑的主流, 实现建筑业的可持续发展。

#### 参考文献

- 1 汪维, 韩继红, 刘景立等. 集生态建筑技术大成. 建设科技, 2004(21)
- 2 上海市建筑科学研究院生态建筑课题组主编. 2003 年上海市科委重大科技攻关项目“生态建筑关键技术研究 and 系统集成”任务书. 2002.11
- 3 清华大学建筑学院、上海市建筑科学研究院等编, 2004 年国家“十五”科技攻关重点项目“生态建筑关键技术”任务书. 2003.12
- 4 韩继红, 汪维. 国际知名生态建筑示范工程介绍. 上海建设科技, 2004(3)

## 第2章 上海生态办公示范楼综述

### 2.1 概述

2003年11月,由上海市建筑科学研究院总体负责,上海交通大学、上海格爱绿色环保有限公司、上海植物园、上海电力学院参与研究、协同攻关的上海市科委重大科研攻关项目“生态建筑关键技术与系统集成”正式启动。作为对生态建筑的具体实践和探索,该项目针对上海的地域特征和经济发展水平,提出了“节约能源、节省资源、保护环境、以人为本”的生态建筑基本理念,同时借鉴国内外最先进的生态建筑技术成果,通过开展生态建筑成套集成技术体系的研究、示范和推广,建立具有上海特色的生态建筑集成技术体系,建设具有国际先进水平、体现上海建筑风格的生态办公示范楼。

2003年12月,上海市建筑科学研究院结合即将在其科技园区建设的建筑环境研究中心办公楼项目,汇集了建筑设计、建筑结构、建筑材料、建筑节能、建筑环境、建筑智能、新能源利用、园林绿化、水处理等学科领域的众多技术专家展开攻关,边研究、边设计、边建设,通过巧妙的总体设计,将各学科领域的最新研究成果在办公楼中集中应用展示,充分发挥了技术集成的综合优势,同时,也集成应用了国内外最新的生态建筑技术产品,该项目由上海建科建筑设计院有限公司设计,由宏润建设集团股份有限公司总承包,共有60多家国内外企业和研究机构积极参与了工程项目的建设实施。上海生态办公示范楼于2004年6月建成,2004年9月正式揭牌,向社会各界开放,接受参观。一年来,先后接待了来自政府部门、设计院、房产开发商、研究机构、产品供应商、行业协会等各行各业及学生上千人次,成为交流和推广生态建筑技术信息的良好平台,为推动生态建筑的健康发展起到了积极的作用。

上海生态办公示范楼是建筑师、工程师和建设者们共同努力的杰作,全面展示了各种生态建筑关键技术,是技术集成应用的平台,同时也是生态建筑关键技术和产品测试、实验、改进和展示的平台,现已作为生态建筑技术产品后续研发实验平台列入2004年国家“十五”科技攻关重点项目“绿色建筑关键技术研究”,为推动我国生态建筑技术的发展及上海2010世博会建设提供技术借鉴。

### 2.2 生态示范楼技术目标及特点

上海生态办公示范楼位于上海市建筑科学研究院莘庄科技发展园区内(上海市闵行区申富路568号,近中春路口),占地面积90m<sup>2</sup>,建筑面积1994m<sup>2</sup>,建筑主体为钢筋混凝土框架剪力墙结构,屋面为斜屋面结构。南面两层、北面三层。一层东半部约350m<sup>2</sup>大厅为生态建筑技术交流展示区,西部是建筑环境研究中心的声学、光学实验室和空调设备性能实验室;二层为建筑环境研究中心的办公室和测试室;三层为建筑环境研究中心的微生物实验室和室内环境模拟实验室(chamber)(图2-1)。

围绕生态建筑“节约资源、节省资源、保护环境、以人为本”的基本理念,上海生态办公示范楼的总体技术目标是:综合能耗为同类建筑的25%,再生能源利用率占建筑使用能耗的20%,再生资源利用率达到60%,室内综合环境达到健康、舒适指标。为实现该目标,生态办公示范楼采用了四种外墙外保温体系、三种复合型屋面保温体系、多种遮阳系统、断热铝合金双玻中空LOW-E窗、阳光控制膜、自然通风和采光系统、热湿独立控制的新型空调系统、太阳能空调和地板采暖系统、太阳能光伏发电技术、雨污水回用技术、再生骨料混凝土技术、室内环境智能调控系统、生态绿化配置技术、景观水域生态保持和修复系统、同层排水系统、环保型装饰装修材料等众多新技术和新产品,通过建筑一体化匹配设计和应用,形成了“自然通风、超低能耗、天然采光、健康空调、再生能源、绿色建材、智能控制、水资源回用、生态绿化、舒适环境”等十大技术特点<sup>[1-3]</sup>。

### 2.3 生态示范楼技术集成体系

#### 2.3.1 自然通风设计策略及气流组织模拟技术<sup>[4]</sup>

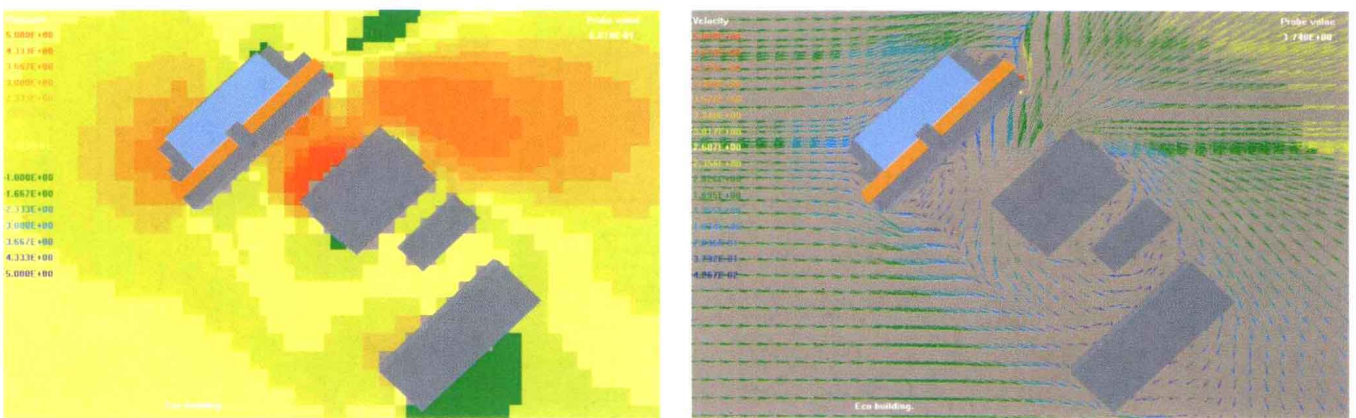
通过室外气流组织的模拟计算及建筑物外形的风洞实验,对不同风向和风压下建筑各部分的自然通风效果进行分析,改进和



图 2-1 上海生态办公示范楼实景图

优化建筑外形及房间功能。同时利用面积达  $15\text{m}^2$  的屋顶排风道代替排风烟囱，保证良好的自然通风效果。最后在排风道内设置 7 组翅片管式换热器，在过渡季节，利用太阳能热水加热排风道内的空气，产生热压，提供自然通风所必需的动力，强化自然通风。

分析过程中，通过对室内气流组织在不同风压、热压状态下的模拟计算和优化，计算各房间自然通风风量，然后比较、优化和确定自然通风的技术方案，合理组织自然通风的风道，优化自然通风口的建筑设计，营造舒适的室内风环境，并减少夏季



( a ) 风压图

( b ) 风速图

图 2-2 室外气流组织模拟分析



图 2-3 建筑模型风洞实验实景

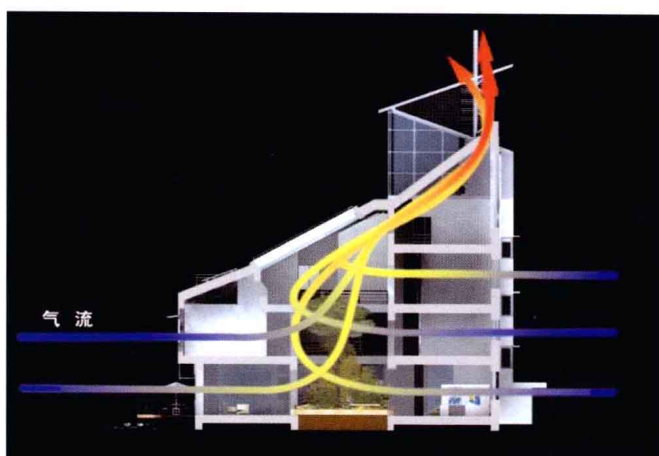


图 2-4 室内热压拔风效果图

空调运行时间,降低空调能耗(图 2-2,2-3,2-4)。

### 2.3.2 超低建筑能耗节能技术系统<sup>[5]</sup>

根据生态示范楼各种建筑工况,通过能耗指标和节能效果模拟分析,将多种低能耗建筑围护结构合理节能设计方案进行比较,确定适合生态示范楼的超低能耗节能技术系统:四种复合墙体保温体系(表 2-1)+三种复合型屋面保温体系+双玻中空 LOW-E 窗+多种遮阳技术。

#### 1. 四种复合墙体保温体系

从隔热保温性能考虑,生态办公示范楼采用了不同的保温体系。其中东、西向采用复合外墙构造体系,以混凝土空心小砌块或砂加气砌块为主墙体,C9 混凝土空心小砌块为外挂墙,中间填充发泡尿素、聚氨酯等高效保温层,构成隔热保温性能优异的新型复合外墙构造体系,传热系数分别为  $0.3$ 、 $0.34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。该体系有如下特点:(1)使建筑节能与使用新型墙材相结合,不使用黏土制品;(2)能消除热桥和墙体裂缝及渗水;(3)保护内结构层,延长建筑物使用寿命;(4)隔热保温性能优良,提高建筑热稳定性和改善建筑热舒适性。南、北向采用聚苯板外墙保温体系,传热系数分别为  $0.39$ 、 $0.38 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

#### 2. 三种复合型屋面保温体系

生态示范楼的绿化平屋面采用倒置式保温体系,保温层分别采用耐植物根系腐蚀的 XPS 板和泡沫玻璃板两种材料,再利用



图 2-5 天窗遮阳系统实景



图 2-6 西立面遮阳系统实景



节能门窗汇总表

表 2-1

序号	应用部位	窗户类型	玻璃传热系数(W/m <sup>2</sup> ·k)	玻璃遮阳系数	可见光透射率(%)
1	坡屋面天窗	三玻安全LOW-E玻璃	1.82 (考虑窗框)	0.6	69
2	各向外门窗	双玻中空LOW-E窗	1.6~1.89	0.52~0.7	41~73

屋面绿化技术, 形成一种冬季保温、夏季隔热又可增加绿化面积的复合型屋面。其传热系数为 0.3、0.24W/(m<sup>2</sup>·K)。

坡屋面采用硬质聚氨酯泡沫塑料作为保温层, 设计厚度为 180mm, 传热系数为 0.16W/(m<sup>2</sup>·K)。

### 3. 节能门窗

外门窗采用断热铝合金双玻中空 LOW-E 窗, 天窗采用三玻安全 LOW-E 玻璃, 其表层玻璃具有自洁功能; 南向局部外窗采用充氩气中空 LOW-E 玻璃和阳光控制膜, 提高外窗的保温隔热性能(表 2-1)。

### 4. 多种遮阳技术(图 2-5、2-6)

根据生态办公示范楼的建筑形式与日照规律, 采用户外电动遮阳百叶、水平和垂直铝合金遮阳百叶、电动天顶篷遮阳、曲臂式电动遮阳篷等多种遮阳形式, 以提高外窗的保温隔热性能。(1) 根据节能与采光的要求, 天窗外部采用可控制软遮阳技术达到有效节省空调能耗的作用。(2) 根据当地的日照规律, 南立面采用可调节的水平铝合金百叶外遮阳技术, 通过调节百叶的角度, 阻挡多余光线的照射, 达到节能效果, 同时使光线进入室内深处, 提高舒适性。(3) 考虑到西晒对室内的影响, 根据太阳能入射角度西立面采用可调节垂直铝合金百叶遮阳技术。

### 2.3.3 天然采光设计优化及模拟评价技术

采用天然采光模拟技术优化中庭天窗、外墙门窗等采光及遮阳设计, 冬季北面房间可透射太阳光, 夏季通过有效遮阳避免太阳直射。白天室内纯自然采光区域面积达到室内面积的 80%, 临界照度 100lx, 在营造舒适视觉工作环境的同时降低照明能耗 30%(图 2-7)。

### 2.3.4 高效、环保、健康新型空调系统<sup>[6]</sup>

针对现行空调系统普遍存在的霉菌问题、高能耗问题和臭氧层破坏问题, 在示范楼里研发热泵驱动的热、湿负荷独立控制的高效、环保、健康新型空调系统: 通过避免使用有凝结水的盘管, 解决目前空调系统中存在的霉菌滋生问题, 同时通过除湿机内盐溶液的喷洒除去空气中的尘埃、细菌、霉菌及其他有害物质。

由于该空调系统同时使用了热泵的冷、热量, 并且排风采用全热回收技术, 可以使空调能耗大大降低; 而且机组可以采用全新风运行, 提高了室内空气品质。最后, 系统通过使用绿色环保制冷工质(溴化锂溶液等), 降低了氟利昂制冷剂的使用, 减少对大气臭氧层的破坏, 体现生态和环保的理念(图 2-8)。

### 2.3.5 再生能源利用建筑一体化

#### 1. 太阳能光热技术<sup>[7]</sup>

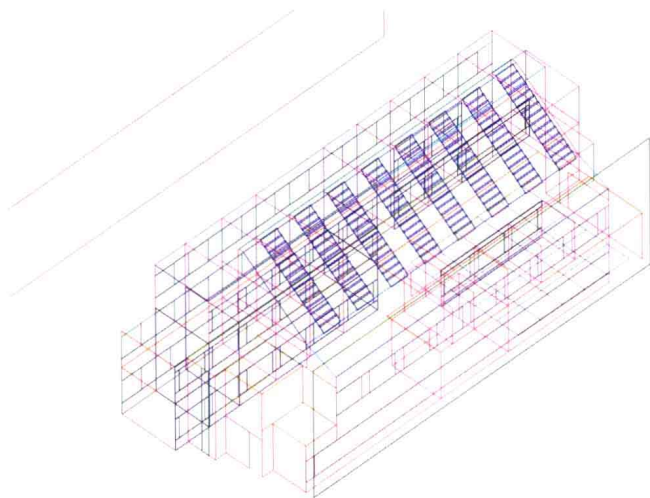


图 2-7 天然采光模拟优化



图 2-8 中庭天窗天然采光效果