



气候变迁与 生态建筑

主 编 周振民

副主编 曾桂香 丁晓玲 何玉红 周建华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

气候变迁 与 生态建筑

副主编 曾桂香 丁晓玲 何玉红 周建华

 中国水利
www.waterandpower.com

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

随着全球气候变化和以人为本的和谐社会建设进展,气候变化条件下的生态建筑研究已经引起世界有关专家、学者和部门的高度关注。本书是一部研究气候变迁与生态建筑理论和设计方法的专著。全书采取学科交叉理论、边缘学科理论与技术设计应用相结合的技术路线,系统研究了气候以及水文气象与生态建筑理论和设计的有关内容。

本书主要内容包括:全球气候与环境演变,气候变化与建筑节能,大尺度水文气象条件变化对建筑工程的影响,气候变化与生态建筑设计理论,生态建筑设计的技术方法,气候变化与生态建筑造型艺术设计,生态建筑的仿生学设计方法等。本书内容新颖,观点论述清晰,交叉学科理论性强,具有很强的实用性,对于研究气候变迁和生态建筑的设计技术具有十分重要的理论和实践指导意义。

本书可供从事气候学、生态学、水文气象、水文水资源、城市规划、建筑学、建筑工程设计、环境艺术设计的科研技术人员、教师和管理人员参考,也可作为大专院校有关专业学生的选修教材。

图书在版编目(CIP)数据

气候变迁与生态建筑/周振民主编. —北京:中国水利水电出版社, 2008

ISBN 978-7-5084-5837-3

I. 气… II. 周… III. ①气候变化—研究②生态学—应用—建筑学—研究 IV. P467 TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123798 号

书 名	气候变迁与生态建筑
作 者	主 编 周振民 副主编 曾桂香 丁晓玲 何玉红 周建华
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 11.75 印张 300 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

厄尔尼诺、拉尼娜天气现象的频繁出现，中国的洪水和干旱，中国四川汶川的“5.12”特大地震及其引发的一系列天气问题，非洲的蝗灾……，科学界必须面对和解决不断出现的一个又一个新的课题。恰如政治家需要从历史中汲取教训一样，科学家在预测人类社会生存环境的变化时，也需要从古气候、古环境的研究中寻找类比、发现规律。众所周知，近一个多世纪以来的这一时段，是人类活动日益频繁和奠定现代环境的重要时段，认识这一时段的气候及其环境的演变规律，并以此预测气候及环境的未来变化，从而提出一套适合气候变化的建筑设计新方法，对于建设和谐社会、实现科学发展观、在气候变化和建筑科学设计之间搭建一个有效的桥梁，具有重要的意义。

在当前地球科学的各个分支中，探索环境演变的学科发展特别迅速。继19世纪进化论和20世纪板块构造学说之后，地球气候环境演变机理的揭示，可能是21世纪地球科学的突破口，“一万年太久，只争朝夕”。在经历一段时间的研究积累之后，人们已越来越不满足长周期的研究结果，而更加关心短周期，特别是与人生寿命能够相比的时间尺度、精度和准确度的更高要求，决定了高分辨率的研究乃是通过新世纪这个突破口的必经之路。

近年来，由于人类活动与自然环境的冲突造成了自然环境、人居环境的恶化，迫使人们重新审视人与自然、建筑与自然环境的关系。随着可持续发展观念的提出，使建筑师开始思考如何从根源上解决建筑对能源和环境的影响，气候变化条件下的生态建筑研究出现正是基于这样的背景。

21世纪的建筑，正面临着自然资源和环境的困境，时代要求美观而适用、高效且节能、安全又经济、满足可持续发展要求的生态建筑。而生态建筑当前正囿于单调、片面的手法，套路化、陈旧化的思维。因此，如何创建生态建筑新的思维模式，为之找到新的出路，是本书编写的核心目标之一。

将生物与自然环境的共生策略转化为建筑策略，建筑也可以具有对环境

的动态适应性。建筑一旦如同生物一样适应了自然界的规律，就不仅不会破坏自然环境，而且能够对自然环境起到丰富、美化和调节、改善的作用。因此仿生学自然成为生态建筑设计这一课题下不可或缺的一个研究方向，为生态建筑提供了全新视角。

由于城市化进程、温室效应等诸多因素的影响，大尺度水文气象条件在近几十年内发生了较大的变化，这些变化已经受到世界范围内各个领域的关注。毫无疑问，大尺度水文气象条件变化对现代和未来的建筑设计、建筑维护、建筑施工、建筑材料等诸多因素会发生较大的影响。例如，含有不同杂质的空气湿度的增加会增加建筑物的腐蚀速度，降水量的减少以及干旱天数的增多会减少建筑物的破坏程度。据了解，我国新疆吐鲁番地区的土质建筑物经历了上千年而不致破坏，其原因之一就是因其极少量的降雨和持续干旱的天气系统形成的。随着全球气候变暖，使寒冷地区采暖期缩短，炎热地区空调期增长，对建筑物的使用寿命也有很大的影响。总之，大尺度水文气象条件的变化对建筑环境的影响是多方面的，开展大尺度水文条件变化对建筑工程环境的影响研究，对于建筑物设计、建筑施工、建筑材料选择以及建筑物使用维护等都具有十分重要的意义。

本书汇集了气象学、水文水资源、城市规划设计、建筑学、环境艺术、建筑施工等多个学科有关专家学者多年的工作和教学实践经验，在对国内外相关学科领域系统调查研究的基础上编写而成。内容涵盖了全球气候与环境演变，气候变化与建筑节能，大尺度水文气象条件变化对建筑工程的影响，气候变化与生态建筑设计理论，生态建筑设计的技术方法，气候变化与生态建筑造型艺术设计，生态建筑的仿生学设计方法等内容。本书对我国气候与生态建筑交叉与边缘学科的发展具有重要的参考价值。

本书主编为华北水利水电学院省级特聘教授周振民博士，河南省濮阳职业技术学院曾桂香副教授和丁晓玲、何玉红、周建华老师担任本书副主编。其中，曾桂香编写8万字，丁晓玲编写7万字，何玉红编写7万字，周建华编写8万字。

华北水利水电学院周科、梁士奎、王学超等老师参与本书的资料整理与编写等工作。

本书编写过程中得到了我国气象和水文水资源部门有关专家学者，建筑和城市规划设计等学科领域的科研、设计、施工人员以及有关政府管理部门领导的大力支持和帮助，他们对于本书的编写提出了许多宝贵的意见和指导性建议。在此，对于所有对本书编撰出版给予支持和帮助的专家学者和领导，

我们一并谨向他们表示衷心的感谢。

由于时间紧迫，加之气候变迁与生态建筑交叉学科的研究是一个崭新的研究课题，涉及学科领域广泛，书中的许多观点不妥甚至错误之处在所难免，敬请读者和专家批评指正。

作者

2008年8月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 研究目的意义	1
第二节 国内外研究现状	4
第三节 主要研究内容与方法设计	5
第二章 全球气候与环境演变	7
第一节 全球气候变化分析	7
第二节 全球气候变化对中国环境的影响	8
第三节 温室效应加剧对全球气候的影响	9
第四节 未来 50 年气候变化的预测	10
第五节 中国气象灾害状况的分析	12
第三章 气候变化与建筑节能	14
第一节 气候变化与生态住宅建设	14
第二节 气候变化与建筑节能关系分析	16
第四章 大尺度水文气象条件变化对建筑工程的影响	22
第一节 大尺度水文气象条件变化趋势对建筑环境影响因素的分析	22
第二节 大尺度水文气象条件变化对建筑环境的影响及预防对策	23
第三节 水文气象条件变化与建筑材料	25
第四节 水文气象条件变化与建筑施工	25
第五节 水文气象条件变化对建筑环境其他方面的影响	26
第六节 风与建筑结构设计	27
第七节 采暖通风和空调室外气象参数	29
第八节 气候变化条件下的建筑天然采光	31
第五章 气候变化与生态建筑设计理论	32
第一节 生态建筑学的基本理论	32
第二节 气候变化对生态建筑理论的影响	34
第三节 生态建筑设计知识框架的建立	41
第四节 生态建筑的实践应用	53
第六章 生态建筑设计的技术方法	59
第一节 生态建筑的基本特征	59

第二节	生态建筑的设计方法	60
第三节	生态建筑方案设计中应考虑的因素	64
第四节	生态建筑的构造设计	75
第五节	生态建筑的建材选择	82
第七章	气候变化与生态建筑造型艺术设计	88
第一节	生态建筑的造型艺术研究概述	88
第二节	生态建筑造型设计的美学原则	90
第三节	生态建筑造型的设计方法	91
第四节	生态建筑造型美的表现形态	101
第五节	气候条件对生态建筑形态的影响	102
第八章	生态建筑的仿生学设计方法	111
第一节	生态建筑国内外研究的现状	112
第二节	生态建筑仿生的研究方法和程序	120
第三节	生态建筑的仿生方法	131
第四节	生态建筑的仿生技术	136
第九章	结语	170
	参考文献和重要资料	174

第一章 绪 论

第一节 研究目的意义

当前,全球正处于一个气候和生态环境变化的时期。在历史上,没有任何一个世纪比21世纪人类面临的环境威胁更为严峻:温室效应仍在持续加剧,大自然的能源循环体系已被破坏,夏天变得更热,而某些地方的冬天将变得更冷,降雨模式也将改变,干旱和洪水时常威胁着人们的生存。海平面在上升,大规模的污染在灭绝着某些生物种类的同时也在危及人类自身的安全。臭氧层破坏、酸雨、土壤衰竭、温室效应等以往的专业用语现在日渐为普通人所知。全球有限的自然资源正日趋枯竭,石油、煤炭等不可再生的资源行将耗尽,对这些资源的争夺已经而且确信还将导致纷争和战火。虽然现在谈论地球的生态机制将突然崩溃似乎有些危言耸听,但是毫无疑问,21世纪人类和环境的关系已进入了一个危机四伏的阶段。

人类在地球上经营自己的生活空间,已有几千年的历史。随着社会的进步,人类不断积累科学知识、探索和掌握新的生产技术、提高生产力水平,使人类的生活环境和舒适程度逐步得到改善和提高。然而,在人类享受着现代文明带来的种种便利和舒适的同时,环境的恶化程度也在不断加剧,诸如温室效应、酸雨、臭氧层的破坏,严重影响着人类居住质量。我国是主要燃煤国之一,煤炭消耗量逐年增大,1990年达9.8万亿t,1997年增长为14.48万亿t,预计2010年我国能源需求总量将超过20亿t标准煤。城市化程度的加快,带动了现代采暖、空调技术与设备发展,使得能源的消耗进一步加快,燃煤烟尘排放量又加剧了大气污染,酸雨扩大,如此循环下去,必然给自然和环境带来破坏性的伤害,也正是今天当人类为此付出惨重代价后,不得不正视资源耗尽、能源枯竭、环境恶化是当今世界范围内困扰人类生存的三大问题。因此,确立人居环境以及可持续发展的理念必然成为现代人类社会的共识。

住宅作为居住建筑的最主要形式之一,决定着环境运行的效率以及环境承载能力,我国的住宅长期以来一直是高消费和高污染的产品,随着我国经济的不断发展,人们生活水平的日益提高,人们对住宅热环境舒适性的追求,使得依靠采暖空调设备,满足居住生活要求,成为住宅建筑的时尚,由此产生的住宅空气品质下降,人们健康受到“病建筑综合症”的损害,而且建筑能耗进一步加速了能源危机的出现。因此,住宅节能和建筑节能已成为建筑科学领域贯彻实施可持续发展战略的具体举措。

住宅是通过土木建筑工程来实现的,在按照主观设计并施工后,得到了人们生活的居住建筑。构成这些建筑的物质基础是建筑材料,因而,住宅能耗除了使用能耗外,还包括

人类从自然界中获取原材料,进行加工制造得到建筑用材期间消耗的自然界资源和能源,在形成建筑材料过程中,还会产生一定量的废气、废渣和粉尘等伤及自然环境的有害物质。可见,建筑材料在人类与自然界进行的物质交换活动中用量最大,对地球资源、能源的消耗具有重要影响。从这个观点出发,建筑材料的生产能耗、运输能耗、建造能耗、再生利用、生态健康方面的综合性赋予了生态建材的内涵,可以认为,节能住宅是生态建筑材料发展的产物,是人、建筑、自然和社会协调发展的象征。但是,不同时期的住宅所具有的建筑结构体系往往依赖于建筑材料的发展历程,决定着住宅与环境方面的演变特征。

纵观城市建筑结构体系的形成,很大程度上依赖于建筑材料的不断发展和进步,从天然土、木、石材料发展到人工烧制材料,建筑结构体系从土木结构发展到砖混结构,18~19世纪人工制造材料的能力发展到相对顶峰时期,生产出了划时代的材料——水泥和钢材,从而将初级结构体系向前推进了一步,形成了钢筋混凝土结构体系和钢结构体系。这些结构体系伴随着我国城市住宅的发展历程,经历了50年代的低层简易住宅、60年代的多层标准住宅、70年代的标准套型住宅、80年代的高层住宅、90年代的别墅建筑。预计,随着城市人口密度的增加,城市规模的扩大和功能的集中,高层住宅必然在相当一段时期,成为城市建筑体系的主导方向,然而,密集的高层建筑带来的诸多负面效应引起了人们的忧虑,如同混凝土森林的一座座高楼,占据着绿色空间,减少了城市日照面积,加之室内自然换气被空调人工换气替代,这种远离自然、生活单调、身心疲惫,加剧了“病建筑综合症”的发生。难怪有人称东京为“东京沙漠”,如此形容大城市的枯燥无味。城市建筑结构体系所消耗的大量混凝土、钢材等建筑材料,使环境污染,资源、能源消耗上暴露出许多不协调性,建筑材料的大量生产,自然界有限资源受到威胁,如炼钢要采掘大量铁矿石、水泥需要使用石灰石,制造混凝土要开山取石,挖掘河床,烧砖要毁田耗能等,与此同时,建筑材料制造,消耗大量能源并产生废气废渣,如烧制1t水泥,耗煤178kg,放出1t CO₂气体;生产1t钢,综合能耗折合标准煤1.66t等。

由此可见,现代城市建设发展具有双重性,一方面为人类提供了生活的空间;另一方面产生了大量“非生态”的环境因子。1992年在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会,通过的《21世纪议程》中专设了“人类住区”一个章节,集中讨论了关于改善人类住区的社会、经济和环境质量以及所有人,特别是城市和乡村贫民的生活和工作环境问题。可见,住宅在以城市住宅体系为重点发展的基础上,更加强调了发展适应地域气候、当地经济条件、充分利用自然资源、减少能耗的舒适健康的建筑体系。

我国是一个人口众多的大国,经济发展与环境保护之间的矛盾,在城乡住宅体系的发展以及资源分配方面如何取舍、选择,是关系到生存环境及可持续发展的贯彻执行。在经济不发达的广大乡村,居住质量的提高若以牺牲环境代价,采用高能耗的建筑材料,达到现代结构体系要求,从短期效益看,体现了人民生活水平的改善,但是,靠过度消耗能源换取经济发展,一旦形成生态环境恶化的累积效应,后果必然由子孙后代承担,显然不符合我国可持续发展的战略方针。面对既要解决乡村人口居住问题,又要减少能源消耗,适于室内外环境和谐自然,营造乡村情趣,无疑,进一步探索和发掘蕴含在中国传统民居中的绿色建筑生态经验,有效利用自然资源和能源,发挥被动式节能优势,是今后城乡住宅体系协调发展的重要途径。

20 世纪的城市基本建设在功能基础之上，技术的进步和文明的发展使人们聚集到城市中。整个世界都相信经济主导的社会，由经济利益驱使而去建设。在“能源廉价”的时代，人们肆无忌惮地使用地球上的不可再生的石油、煤炭等能源，同时向大自然排放有害的“副产品”，人类甚至制造了以前自然界中从未有过的物质。经济的发展是建立在生态的破坏之上的，因而是不可持续发展的，结果就是可使用的资源越来越少，生态平衡正被破坏。所幸的是，人类现在已感到了这些威胁，并开始积极努力地应对这一难题。

建筑物从其实质上讲，就是人类适应气候环境的产物。随着社会的发展，现代化水平的提高，人们对住宅、办公楼等建筑物的安全和舒适的要求越来越高。然而，当今资源匮乏、能源危机、环境恶化的问题日益严重，因此，充分考虑气候因素来进行建筑设计，对于节约能源、维护自然生态环境、丰富建筑的形式特征、满足人们的需求等都具有深远意义。

比起其他所有的人工产品来，建筑应对自然资源的消耗和环境污染负更多的责任。分析研究表明，建设活动消耗了最多的能源和自然资源。大约一半的温室效应气体来自于建筑材料的生产运输、建筑的建造以及运行管理有关的能源消耗。建设活动还加剧了其他问题如酸雨增加、臭氧层破坏等。根据欧洲的有关数据，建设活动引起的环境负担占总环境负担的 15%~45%。在英国，制造和运输建筑材料所消耗的能源占全国总能耗的 10%，而仅建筑照明就占总能耗的 20%~40%。整个欧洲所消耗的能源大约有一半用于建筑的运行，另外 25%才用于交通。这些能源大部分来源于日益减少的不可再生的原油，因此这样的能源消费模式已不太可能持续很久。而且，石油转化为能源过程中产生的有害物质排放也加剧了对环境的负面影响。有关数据表明，世界当代建筑活动消耗的能源占总能耗的 50%，并占用全球 48%的耕地，同时成为最主要的污染源（图 1-1）。

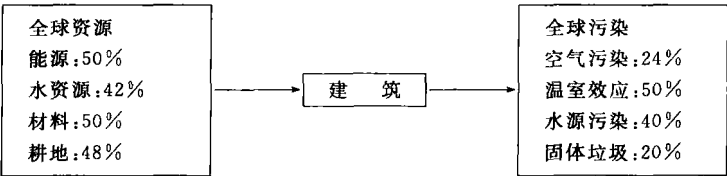


图 1-1 建筑与环境的关系图

尽管这些问题早已成为常识，但人们一直对建筑的生态问题给予足够的重视，直到 20 世纪 70 年代早期出现的石油危机使西方经济突然陷入“外来冲击”中，人们才开始意识到人类社会要走可持续发展道路，建筑理念与实践的变革刻不容缓，生态建筑的概念才逐渐提出、确认并得到发展。

欧美国家从 20 世纪 60 年代开始对生态建筑的研究与实施，我国于 20 世纪 90 年代末从国外引进了生态建筑的概念。自此，人们对于生态建筑的结构、材料功能和效益都进行了大量研究。表 1-1 从五个方面对传统建筑设计与生态建筑设计进行区别比较。具体到中国，在建筑设计过程中真正进行了生态考虑的建筑仍然较少，其中的原因是多方面的。

首先，生态建筑设计并不仅仅是建筑师的事，而是一个牵涉到社会方方面面的活动。决策者、投资方对“生态保护”意识的缺乏或误解都造成生态建筑的发展停滞不前。例

如,在某些房地产项目的广告上,“生态社区”被作为耀眼的“概念”和销售的“亮点”,而实质内容不过是大面积的草坪和大量的树木种植、非常低的建筑密度而已。从生态角度来讲,这样的社区以其大面积的土地浪费、养护草坪植被所需要的水资源消耗及化学药品污染反而会增加环境的负担。

其次,现行的社会思维、法律制度、设计规范、建筑教育中“生态建筑”的影响仍未普遍,“生态建筑”甚至在某些著名建筑院校里仍然只被看做是一种时尚。

第三,生态建筑设计并不那么简单,是一个知识密集型的过程。完成一个复杂的生态设计,将牵涉到建筑知识以外的物理、化学、工程学等大量知识,是一门综合性的学科。建筑师在这些方面的知识缺乏以及相关工程师的配合不足都导致发展生态建筑仍然只是一种空泛的口号。

因此,本书系统性地研究气候变迁与生态建筑的关系,总结已经取得的研究成果,提出新的设计理念,渴望对于生态建筑理论的进展、生态建筑设计方法创新、实现人与大自然的和谐可持续发展,作出一定的贡献。

表 1-1 传统建筑设计与生态建筑设计的区别

比较因素	传统设计	生态设计
对自然态度	以狭义的“人”为中心,意欲以“人定胜天”的思想征服或破坏自然。人成为凌驾于自然之上的万能统治者	把人当作宇宙生物的一分子,像地球上的任何一种生物那样,把自己融入大自然之中
对资源的态度	没有或很少考虑到有效的资源再生利用及对生态环境的影响	要求设计人员在构思及设计阶段必须考虑降低能耗、资源重复利用和保护生态环境
设计依据	依据建筑的功能、性能及成本要求来设计	依据环境效益和生态环境指标与建筑空间的功能、性能及成本要求来设计
设计目的	以人的需求为主要设计目的,达到建筑本身的舒适与愉悦	为人的需求和环境而设计,其终极目的是改善人类居住与生活环境,创造自然、经济、社会的综合效益,满足可持续发展的要求
对施工技术和工艺的考虑	在设计过程中从未考虑或者很少考虑施工和使用过程中的材料的回收利用	在设计过程考虑采用在施工和使用过程中可拆卸、易回收、不产生毒副作用并保证产生最少废弃物的材料

第二节 国内外研究现状

国外经济发达国家如美国、德国、日本等国是较早开展生态环境保护和绿色运动的国家。其生态环境保护早已走出了争论、探讨阶段,也走过了扩大绿化、垃圾分类之类的初级阶段,早已开始了生态建筑的研究和设计实践。

德国自 20 世纪 70 年代开始,其建筑界、生态保护团体和大学科研机构就通力合作,进行生态建筑的研究和实验探索,其建筑节能、节水、太阳能利用、生活污水处理、屋顶绿化等方面的研究和实践已使德国成为生态建筑和建筑新技术的展示地;开发的各种节能

设备、技术已在建筑设计中广泛应用。另外,德国在建筑材料、建筑保温隔热、节能技术运用等方面制定了各项法规,在实践中也已经深入人心,得到建筑各界的支持和遵守。德国已成为生态建筑研究、设计、节能技术开发、节能设备研制、法规条例制定等方面领先的国家。

美国也是生态建筑理论研究和设计实践开展较早的国家之一。1962年卡逊(Rachel Carson)女士的《寂静的春天》(Silent Spring)唤醒了人类对地球生态环境的关注。1969年麦克哈格写成的《设计结合自然》(Design with Nature)一书,是最早提出在城市规划和环境评价研究中运用生态学和生态设计方法的著作。美国多次举行生态节能建筑的设计竞赛,无论是方案还是设计实践中都产生了大量示范性的生态建筑。在1999年,美国建筑师协会选择了10座本土建筑作为现阶段生态建筑创作的范例,大力推广生态建筑的设计。美国绿色建筑委员会在1995年就提出了一套能源及环境设计先导计划(LEED, Leadership in Energy & Environmental Design),并于2000年3月发布了2.0版本。目前,美国研发了许多计算机软件以供在生态建筑设计和实践中各阶段的可持续发展的量化设计中使用。例如,采用GIS对地形、土壤、植被、水文、通风及交通等进行叠加分析,量化选址设计;动态能源数码模型 Energy Scheming、DOE 可以实现能耗计算与建筑设计的实施互动等。

日本是较早地在建筑中采用中水技术的国家,在建筑和建筑小区中建成生活污水再生回用工程。中水利用现在已经是日本建筑中常见的给排水技术之一,得到广泛的应用。

我国对于建筑的生态化发展的重视还是近10年来的事。2000年2月18日我国颁布了《建筑节能技术政策》,2001年10月1日开始实行《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》,2001年10月我国第一部生态住宅评估标准《中国生态住宅技术评估手册》出台,在节能建筑的建设上也取得了一定的成绩。相比之下,我国对生态建筑设计的理论研究和设计实践还处在初级阶段,对于生态建筑设计理论的研究大都是关于生态建筑设计理论框架、设计原则、生态学理论对建筑学的指导、国外先进生态建筑的介绍等方面。虽然也有关于生态建筑的太阳能利用、保温隔热、自然通风、采光、中水利用等方面的基本设计原理的介绍,但各方面的原理和方法还缺少综合地、系统地讲述。若在生态建筑的设计中只强调某一方面,很有可能违背了生态建筑的整体性的设计原则,与其他方面产生矛盾,导致“生态建筑不生态”的结果。

因此,本书试图综合生态建筑的太阳能利用、保温隔热、自然通风各个方面,系统地研究生态建筑的设计基本原理和方法,使读者对生态建筑的设计基本原理和方法有整体、全面的把握,从而设计出有真正的节能环保效果的生态建筑,为我国的可持续发展事业做出自己的贡献。

第三节 主要研究内容与方法设计

根据我国气候变化对生态建筑设计的影响分析,本书在全球气候变化对中国环境的影响分析基础上展开研究,内容主要包括气候条件变化趋势对建筑环境影响因素分析、气候

变化与建筑节能关系分析、气温变化与建筑节能分析、气候变化与北方供暖日数设计等。本书还研究了中国气候变化指标与生态建筑设计标准,其中包括降雨量指标、土壤湿度指标、太阳辐射指标、空气湿度指标以及气候变化条件下的建筑天然采光和气候变化条件下的生态建筑设计标准;系统性研究了气候变化与生态建筑设计理论,包括生态建筑学基本理论、生态学概念与原则对建筑学的影响、气候变化对生态建筑理论的影响、生态建筑设计知识框架的建立以及生态建筑设计步骤等。

生态建筑设计技术方法是本书研究的重要内容,其中包括生态建筑基本特征、生态建筑设计方法、生态建筑方案设计中应考虑的因素等。

本书许多研究成果都是近年来多项科研成果的汇集,其中有两个创新点:气候变化与生态建筑造型艺术设计,包括生态建筑的造型艺术研究、生态建筑造型设计方法、生态建筑造型美的表现形态等;生态建筑的仿生学设计方法研究,包括生态建筑仿生的研究方法和程序、生物原型模拟对象、生态建筑仿生方法、生态建筑仿生技术等。

本书既着重基础理论研究,也重视具体计算方法和实用技术分析,汇集了大量的生产实践资料,以便将作者的研究成果和经验得到推广应用。

第二章 全球气候与环境演变

第一节 全球气候变化分析

1988 年世界气象组织和联合国环境规划署联合组建了政府间气候变化专门委员会 (IPCC), 定期对气候变化的科学、影响和减缓进行评估。IPCC 评估报告反映的是科学界对气候变化问题最权威、最全面的认识, 代表了目前对全球气候变化研究的科学认知水平, 成为各国制定相关政策的重要依据。

IPCC 分别于 2006 年的 2 月、4 月、5 月和 6 月正式发布了四次评估报告, 阐述了当前对气候变化主要原因、气候变化观测事实、气候的多种过程及原因以及未来气候可能变化的科学认识, 包括气候变化的主要影响以及减缓气候变化的研究进展, 反映了当今国际科学界的主流观点。报告认为, 人类活动对气候的影响总体上是增暖的。由于人类活动的影响, 自 1750 年工业革命以来全球大气中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等温室气体的浓度显著增加, 它们的总体效应是引起气候变暖。

最新的观测事实表明气候系统的变暖是不容置疑的。根据气候代用资料和仪器观测的近 2000 年来的全球地表平均温度的变化, 显示出从 20 世纪开始温度急剧上升, 1998 年和 2005 年是近一千年来温度最高的两年。近百年来全球平均地表温度上升了 0.74°C , 其中尤以 1910~1945 年和 1979~2005 年的升温最为明显。20 世纪后半叶北半球平均温度很可能比近 500 年来任何一个 50 年时段的平均温度都高, 并且可能至少在最近 1300 年中是最高的。从全球分布来看, 全球所有地区都变暖, 而且北半球中高纬度地区变暖更明显。冰冻圈是地球气候变化的关键圈层, 由于气候变暖, 国际冰川协会统计的 20 条冰川都表现为退缩。海冰也在变化, 北极海冰在减少, 尤其是春季海冰, 但是南极海冰面积有所上升。在欧亚大陆, 北半球中高纬地区, 每年 3~4 月平均积雪面积也在逐渐下降, 这也和全球变暖有关系。全球变暖造成的冰川、积雪融化, 以及海洋温度上升引起的热膨胀等, 引起了海平面的上升。整个 20 世纪的海平面上升估计为 0.17m , 最近 50 年上升的速度还在加快。

近 50 年极端天气气候事件发生了明显变化。观测表明, 近 50 年来, 大部分陆地区域的强降水发生频率已经上升, 与增暖和观测到的大气水汽含量增加相一致。极端温度发生了大范围变化, 冷昼、冷夜和霜冻变得更为少见, 而热昼、热夜和热浪变得更为频繁。自 1970 年以来, 在更大范围地区, 尤其是在热带和副热带, 发生了强度更强、持续更长的干旱。

近 50 年的全球变暖“很可能”是人类活动所致。全球大气二氧化碳浓度已从工业化

前的约 280ppm, 增加到了 2005 年的 379ppm, 该浓度值已经远远超出了根据冰芯记录得到的 65 万年以来的自然变化范围。人类活动（尤其是化石燃料的使用）“很可能”是导致气候变暖的主要原因。“很可能”表示至少 90% 以上的可能性, 这比 6 年前的科学认识水平有所提高。本世纪末全球平均升温幅度大致为 $1.1\sim 6.4^{\circ}\text{C}$, 与此同时, 全球海平面可能上升 $0.18\sim 0.59\text{m}$ 。在未来 20 年中, 气温大约以每 10 年 0.2°C 的速度升高。在全球继续变暖的背景下, 本世纪极端干旱、高温和暴雨发生频率可能增加, 热带气旋强度可能增强。大约从 1970 年以来, 全球呈现出热带气旋强度增大的趋势, 未来随着热带海表面温度的升高, 热带气旋（包括台风和飓风）可能会变得更强大, 这会导致风速更大、降水更强。

总之, 国际主流气候科学界再一次向全世界发出了比以往更加明确、肯定的信息: 更大程度的、不寻常的全球变暖已经是不争的科学事实, 人类活动对气候变化具有显著影响。

第二节 全球气候变化对中国环境的影响

中国是一个历史悠久的国家, 很多气候资料可以通过历史文字、文献, 利用一定的科学方法进行重建。中国近 2000 年来有四个明显的暖期, 即公元 1 世纪到 2 世纪, 公元 570~980 年, 公元 930~1320 年, 以及 1920 年至今。近百年来中国气候变化的情况和全球趋势是一样的, 升温幅度约为 $0.5\sim 0.8^{\circ}\text{C}$, 与同期全球平均值大体相当。20 世纪以来主要有两个增暖期, 分别出现在 1920~1940 年与 1980 年中期以后。与全球及北半球平均一样, 近 100 年中国的增温也主要发生在冬季, 而夏季气温变化不明显。从 1986~1987 年的冬季至今, 中国已经经历了 19 个暖冬（仅 2004~2005 年的冬季为正常）。特别是 2006 年, 中国平均气温 9.92°C , 比过去最暖的 1998 年还高 0.1°C , 成为 1951 年以来创纪录的最暖年。增温最强烈的地区为华北、内蒙古东部和东北地区。

降水量从 1905~2004 年表现出近百年来降水呈减少的趋势, 换句话说就是温度在增加, 但是降水在减少。降水仍然是华北、东北大部分地区比较少, 其他的地区包括西部地区的降水增加, 即总体增加, 局部有增有减。全球变暖还反映在全国霜冻日数的变化, 从 1951~2000 年霜冻日数是减少的。从 20 世纪后半叶到现在, 中国北方的沙尘暴是减少的。现代冰川是中国重要的水源地, 也是中国西部经济社会发展赖以生存的关键所在。打开中国地图, 无论是在中国西部, 像祁连山还是天山, 山上有冰川, 山下就有绿洲; 如果没有冰川, 山下就是沙漠。绿洲生态系统在西部地区是支撑国民经济和社会发展重要的生态要素。但是由于气候变化, 中国西北的冰川面积是在减少的, 而且预计到 2050 年还要进一步减少。新疆天山乌鲁木齐一号冰川的监测显示, 从 1540 年到现在, 这条冰川不断退缩; 到 1994 年, 原来是连在一起的冰川变成了两个独立的冰川, 冰川的面积有了很大的减少, 估计减少了 15% 以上。青藏高原是多年冻土区, 20 世纪 90 年代中期到现在沿青藏公路一线地面以下 5m 的温度逐年上升。中国三大积雪地区, 包括新疆、青藏高原和北方（包括内蒙古和东北）, 其中新疆积雪面积是增加的, 青藏高原地区积雪面积增加得就

更为明显，东北和内蒙古的积雪面积变化不明显。

从中国主要河流的径流量变化来看，径流量增加的是松花江上游的哈尔滨站和黄河上游的唐乃亥站，这可能与冰川融化和冻土融化有关系，其他水文站的观测都是在减少。径流量减少的原因是人类对水资源不合理的利用。从全国来看，从 20 世纪 60 年代到本世纪初，全国的湖泊面积大大减小，主要是人类活动造成的。中国的湿地面积也大大减少。森林覆盖率在远古时期曾达到 50% 以上，但现在只有 17% 左右。中国的地表植被分布也发生了很大的变化，特别是在西北地区，现代温带荒漠的范围与距今 8000~3500 年的气候最宜期相比大大扩展，生态和环境进一步恶化。而且中国荒漠化土地范围介于末次冰期冰盛期（距今 21000~16000 年）和全新世气候最宜期之间。草原退化也很严重，现在退化的草原面积已经占到草原总面积的 90%。生物多样性破坏很严重，野马、野骆驼等野生动物的生存环境处于极危状态，淡水湖泊生态系统退化十分严重等。另外因为全球变暖，中国沿海海平面上升趋势非常明显，最近 50 年上升的速度是 2.5mm/年。红树林、珊瑚礁等海洋生态系统都发生了退化。

第三节 温室效应加剧对全球气候的影响

一、平衡态气候效应

近十几年人们应用的气候模式大都为全球大气环流模式耦合全球混合层海洋模式。[IPCC] 1990 和 1992 年的科学报告中给出 29 个气候模式，这些模式的大气部分垂直层次从 2 层到 12 层不等，其中有 24 个模式垂直层次在 6 层次上，模式的水平分辨率一般较低，混合层海洋的深度一般从 50~100m 不等，各模式设计的物理过程及反馈过程亦有很大差别。总括 29 个模式的模拟结果，由于大气中 CO_2 浓度加倍将使全球平均地面气温上升 1.7~5.2℃（平均 3.8℃），全球年降水量增加 2.5%~15.0%（平均 6.5%）。但变暖的地理分布不均匀，以高纬和极区最明显，而低纬较弱，相应两个半球的高纬度与极区冰雪将明显减少，不同纬度的降水与土壤湿度的变化，29 个模式的模拟结果差异较大。

二、瞬变气候效应

在气候模拟中，考虑深层海洋和洋流的作用以及大气中 CO_2 浓度逐渐增加，近年来开始利用全球多层大气模式与多层海洋模式耦合，研究温室气体增加的气候效应。1992 年 IPCC 报告中列举的 4 个模式大气垂直层次从 9 层到 19 层不等，海洋为 4 层到 17 层。计算方法是先对大气及海洋模式分别积分一段较长时间，使之达到准平衡状态，然后再耦合积分 60~100 年不等。在这个过程中令大气中 CO_2 （或 CO_2 相当量的温室气体）每年增加 1%，一般积分 60~100 年，大气中 CO_2 浓度已增加 1 倍，这时全球平均气温上升 1.3~2.3℃，远小于平衡态的气候效应。