



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



欧洲联盟 Asia-Link 资助项目

可持续建筑系列教材

张国强 尚守平 徐峰 主编

Sustainable Built Environment
可持续建筑技术

张国强 徐峰 周晋 等编著
周福霖 朱颖心 仲德崑 主审

中国建筑工业出版社

ASIA-LINK



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
欧洲联盟 Asia-Link 资助项目

可 持 续 建 筑 系 列 教 材
张国强 尚守平 徐 峰 主编

可持续建筑技术

Sustainable Built Environment

张国强 徐 峰 周 晋 等编著
周福霖 朱颖心 仲德崑 主 审



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

可持续建筑技术/张国强等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 欧洲联盟 Asia-Link 资助项目, 可持续建筑系列教材)

ISBN 978-7-112-10434-5

I. 可… II. 张… III. 建筑业—可持续发展—研究—
中国—教材 IV. F426.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 161885 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

欧洲联盟 Asia-Link 资助项目

可持续建筑系列教材

张国强 尚守平 徐 峰 主编

可持续建筑技术

Sustainable Built Environment

张国强 徐 峰 周 晋 等编著

周福霖 朱颖心 仲德崑 主 审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 30½ 字数: 760 千字

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月第一次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-10434-5

(17358)

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)

本书是欧盟 Asia-Link 项目“跨学科的可持续建筑课程与教育体系”的主要成果，试图构建将可持续建筑各个方面的知识和技术协调描述的框架。

全书共分为十四章，第一章阐述了历史上可持续建筑理论和实践的发展历程及其未来发展趋势，从整体上描述了可持续建筑的概貌，并力求将相关专业的传统内涵都在可持续建筑中明确定位。第二章分析气候与建筑的关系。第三章介绍规划设计对可持续城市的影响及设计过程中应该采取的措施。第四章介绍为了实现可持续建筑目标，建筑相关专业需要从传统的分专业依次进行的串联式设计模式改变到多专业同时进行的集成化设计模式。第五章介绍建筑设计对可持续建筑的影响及设计过程中应该采取的措施。第六章介绍室内环境质量的相关因素及其内涵。第七章至第十一章介绍各种技术、材料、设备和能源系统对建筑可持续性能的贡献和影响。第十二章至第十四章是基于可持续建筑目标和实践的性能模拟、过程监控和施工运营管理。

本书可作为建筑学、城市规划、土木工程和建筑环境与设备工程等专业高校学生的教材使用，也可供从事建筑节能、可持续建筑设计、研究的专业技术人员参考。

* * *

责任编辑：姚荣华 张文胜

责任设计：董建平

责任校对：安 东 梁珊珊

可持续建筑系列教材 指导与审查委员会

顾问专家(按姓氏笔画排序):

马克俭 刘光栋 江 亿 汤广发 何镜堂 张锦秋 沈祖炎
沈蒲生 周绪红 周福霖 官 庆 欧进萍 钟志华 戴复东

审稿和指导专家(按姓氏笔画排序):

王汉青 王如竹 王有为 仲德崑 刘云国 刘加平 朱 能
朱颖心 张小松 张吉礼 张 旭 张冠伦 张寅平 李安桂
李百战 李国强 李保峰 杨 旭 杨旭东 肖 岩 陈飞虎
陈焕新 孟庆林 易伟建 姚 杨 施 周 柳 肃 赵万民
赵红红 赵明华 徐 伟 黄政宇 黄 翔 曾光明 魏春雨

可持续建筑系列教材 编委会

主编: 张国强 尚守平 徐 峰

编委(英文名按姓氏字母顺序排序, 中文名按姓氏笔画排序):

Heiselberg Per Henriks Brohus Kaushika N. D.
Koloktroli Maria Warren Peter

方厚辉 方 萍 王 怡 冯国会 刘宏成 刘建龙 刘泽华
刘 煜 孙振平 张 泉 李丛笑 李念平 杜运兴 邱灿红
陈友明 陈冠益 周 晋 柯水洲 赵加宁 郝小礼 黄永红
喻李葵 焦 胜 谢更新 解明镜 雷 波 谭洪卫 燕 达

可持续建筑系列教材 参加编审单位

Aalborg University
Bahrati Vidyapeeth University
Brunel University
Careige Mellon University
广东工业大学
广州大学
大连理工大学
上海交通大学
上海建筑科学研究院
长沙理工大学
中国社会科学院古代史研究所
中国建筑科学研究院
中国建筑西北设计研究院
中国建筑设计研究院
中国建筑股份有限公司
中国联合工程公司上海设计分院
天津大学
中南大学
中南林业科技大学
东华大学
东南大学
兰州大学
北京科技大学
华中科技大学
华中师范大学
华南理工大学

西北工业大学
西安工程大学
西安建筑科技大学
西南交通大学
同济大学
沈阳建筑大学
武汉大学
武汉工程大学
武汉科技学院
河南科技大学
哈尔滨工业大学
贵州大学
重庆大学
南华大学
香港大学
浙江理工大学
桂林电子科技大学
清华大学
湖南大学
湖南工业大学
湖南工程学院
湖南科技大学
湖南城市学院
湖南省电力设计研究院
湘潭大学

总 序

我国城镇和农村建设持续增长,未来15年内城镇新建的建筑总面积将达到100~150亿 m^2 ,为目前全国城镇已有建筑面积的65%~90%。建筑物消耗全社会大约30%~40%的能源和材料,同时对环境也产生很大的影响,这就要求我们必须选择更为有利的可持续发展模式。2004年开始,中央领导多次强调鼓励建设“节能省地型”住宅和公共建筑;建设部颁发了“关于发展节能省地型住宅和公共建筑的指导意见”;2005年,国家中长期科学与技术发展规划纲要目录(2006~2020年)中,“建筑节能与绿色建筑”“改善人居环境”作为优先主题列入了“城镇化与城市发展”重点领域。2007年,“节能减排”成为国家重要策略,建筑节能是其中的重要组成部分。

巨大的建设量,是土木建筑领域技术人员面临的施展才华的机遇,但也是对传统土木建筑学科专业的极大挑战。以节能、节材、节水和节地以及减少建筑对环境的影响为主要内容的建筑可持续性能,成为新时期必须与建筑空间功能同时实现的新目标。为了实现建筑的可持续性能,需要出台新的政策和标准,需要生产新的设备材料,需要改善设计建造技术,而从长远看,这些工作都依赖于第一步——可持续建筑理念和技术的教育,即以可持续建筑相关的教育内容充实完善现有土木建筑教育体系。

随着能源危机的加剧和生态环境的急剧恶化,发达国家越来越重视可持续建筑的教育。考虑到国家建设发展现状,我国比世界上任何其他国家都更加需要进行可持续建筑教育,需要建立可持续建筑教育体系。该项工作的第一步就是编写系统的可持续建筑教材。

为此,湖南大学课题组从我本人在2002年获得教育部“高等学校青年教师教学科研奖励计划项目”资助开始,就锲而不舍地从事该方面的工作。2004年,作为负责单位,联合丹麦Aalborg大学、英国Brunel大学、印度Bharati Vidyapeeth大学,成功申请了欧盟Asia-Link项目“跨学科的可持续建筑课程与教育体系”。项目最重要的成果之一就是出版一本中英文双语的“可持续建筑技术”教材,该项目为我国发展自己的可持续建筑教育体系提供了一个极好的契机。

按照项目要求,我们依次进行了社会需求调查、土木建筑教育体系现状分析、可持续建筑教育体系构建和教材编写、试验教学和完善、同行研讨和推广等步骤,于2007年底顺利完成项目,项目技术成果已经获得欧盟的高度评价。《可持续建筑技术》教材作为项目主要成果,经历了由薄到厚,又由厚到薄的发展过程,成为对我国和其他国家土木建筑领域学生进行可持续建筑基本知识教育的完整的教材。

对我国建筑教育现状调查发现,大部分土木建筑领域的专业技术人员和学生明白可持续建筑的基本概念和需求;通过调查10所高校的课程设置发现,在建筑学、城市规划、土木工程和建筑环境与设备工程4个专业中,与可持续建筑相关的本科生和研

究生课程平均多达 20 余门,其中,除土木工程专业设置的相关课程较少外,其余三个专业正在大量增设该方面的课程。被调查人员大部分认为,缺乏系统的教材和先进的教学方法是目前可持续建筑教育发展的最大障碍。

基于调查和与众多合作院校师生们的交流分析,我们将课题组三年研究压缩成一本教材中的最新技术内容,重新进行整合,编写成为 12 本的可持续建筑系列教材。这些教材包括新的建筑设计模式、可持续规划方法、可持续施工方法、建筑能源环境模拟技术、室内环境与健康以及可持续的结构、材料和设备系统等,从构架上基本上能够满足土木建筑相关专业学科本科生和研究生对可持续建筑教育的需求。

本套教材是来自 30 多所国内外大学和研究院所的 50 余位教授和研究生 3 年多时间集体劳动的结晶。感谢编写教材的师生们的努力工作,感谢审阅教材的专家教授付出的辛勤劳动,感谢欧盟、国家教育部、国家科技部、国家基金委、湖南省科技厅、湖南省建设厅、湖南省教育厅给予的相关教学科研项目资助,感谢中国建筑工业出版社领导和编辑们的大力支持,感谢对我们工作给予关心和 support 的前辈、领导、同事和朋友们,特别感谢湖南大学领导刘克利教授、钟志华院士、章兢教授对项目工作的大力支持和指导,感谢中国建筑工业出版社沈元勤总编和张惠珍副总编,使得这套教材在我国建设事业发展的高峰时期得以适时出版!

由于工作量浩大,作者水平有限,敬请广大读者批评指正,并提出好的建议,以利再版时完善。

张国强

2008 年 6 月于岳麓山

前 言

本书是欧盟 Asia-Link 项目“跨学科的可持续建筑课程与教育体系”的主要成果，试图构建将可持续建筑各个方面的知识和技术协调描述的框架。

第一章分析可持续建筑的动机，提出新时期建筑的可持续性能应该作为和建筑空间功能同等重要的建筑目标，是建筑相关专业技术人员共同的历史使命；阐述了历史上可持续建筑理论和实践的发展历程及其未来发展趋势，从整体上描述了可持续建筑的概貌，并力求将相关专业的传统内涵在可持续建筑中明确定位。第二章分析气候与建筑的关系，既是对建筑根本作用的正本清源，也有利于理解可持续建筑。第三章介绍规划设计对可持续城市的影响及设计过程中应该采取的措施。第四章介绍为了实现可持续建筑目标，建筑相关专业需要从传统的分专业依次进行的串联式设计模式改变到多专业同时进行的集成化设计模式。第五章介绍建筑设计对可持续建筑的影响及设计过程中应该采取的措施。对室内环境质量的追求是可持续建筑问题的起源，第六章介绍室内环境质量的相关因素及其内涵。第七章至第十一章是对各种技术、材料、设备和能源系统对建筑可持续性能的贡献和影响，依次为基于建筑围护结构的被动式环境控制技术、以设备系统为主的主动式建筑环境控制技术、可持续(可再生)能源系统、智能建筑系统和绿色建筑材料。第十二章至第十四章是基于可持续建筑目标和实践的性能模拟、过程监控和施工运营管理，依次是用于优化设计方案和改造方案的建筑能耗和可持续性能的模拟与评价，施工过程的环境控制和运行维护过程的环境控制，以及可持续建筑过程监控和能源管理服务。

本书是湖南大学和欧盟项目合作单位以及部分国内大学师生集体劳动成果。参加编写的人员包括：

第一章：张国强，徐峰，周晋，Per Heiselberg，Maria Koloktroli，N. D. Kaushika，解明镜；

第二章：徐峰，周晋，Maria Koloktroli，张国强；

第三章：邱灿红，焦胜，徐峰，张国强；

第四章：Per Heiselberg，徐峰，解明镜，张国强；

第五章：徐峰，解明镜，张国强，金熙；

第六章：张国强，杨薇，韩杰，肖坚；

第七章：徐峰，周晋，解明镜，张国强，金熙，殷维；

第八章：周晋，张国强，柯水洲，方厚辉，王艳，徐先勇，王展；

第九章：周晋，张国强，N. D. Kaushika，杨通，田利伟，张鹏；

第十章：喻李葵，徐峰，张国强；

第十一章：陈小开，徐峰，张国强；

第十二章: Perter Warren, 张国强, 喻李葵, 吴加胜;

第十三章: 杜运兴, 徐峰, 张国强;

第十四章: 王展, 徐峰, 张国强。

全书由张国强、徐峰、周晋负责统稿。周福霖院士、朱颖心教授和仲德崑教授担任主审。

虽然经过了编写团队 3 年多的全力工作, 但是由于可持续建筑是一个庞大的体系, 而且与传统建筑设计和技术之间关系的融合是一个长期而又细致的过程。本书构建的框架还仅仅是在传统建筑设计和技术与可持续建筑设计和实践之间过渡和融合过程中的一种尝试。由于作者水平有限, 缺点和错误在所难免, 敬请有关专家和读者批评指正。

作者

2008 年 6 月

目 录

第一章 可持续建筑——动机、理论和实践	1
第一节 引言	1
一、什么是可持续发展	1
二、可持续发展的原则	3
三、中国的可持续发展战略	4
四、建筑及其目标	5
五、可持续建筑的意义	5
第二节 可持续建筑的动机	7
一、不良建筑室内环境对人类健康的影响	7
二、建筑对地球环境的影响	8
三、建筑对资源的影响	9
四、可持续建筑的动机	10
第三节 可持续建筑的理论、实践与阻碍	10
一、建筑史上的可持续发展观念	10
二、可持续建筑理论与实践	12
三、可持续建筑设计与技术支撑	16
四、发展中国家普及可持续建筑的阻碍	18
第四节 可持续建筑的未来	20
一、引言	20
二、建筑及其产品环境性能的评估与认证	20
三、建筑设计模式的革新和建筑性能模拟技术	22
四、新型建筑材料、设备和能源系统	23
五、建筑施工和运行管理	24
课后思考题	25
参考文献	25
第二章 气候与可持续建筑	27
第一节 气候与建筑的关系	27
一、气候的概述	27
二、建筑与气候的关系	30
三、气候分区与建筑设计的联系	32
四、气候变化及其对建筑设计的影响	37
第二节 城市气候	38
一、城市气候特征	39
二、城市热岛效应	40

三、建筑风环境	46
四、城市大气污染	54
课后思考题	56
参考文献	56
第三章 可持续城市规划设计	58
第一节 可持续城市文化体系	58
一、可持续城市的文化内涵和特征	58
二、城市的生态文化体系	59
第二节 城市能源及环境问题与可持续对策	61
一、城市能源的可持续发展	61
二、城市水资源的可持续利用	63
三、固体废物的处理	65
四、噪声污染与管理	66
五、大气污染与治理	67
第三节 可持续城市与交通规划	70
一、交通规划发展概况及趋势	70
二、可持续发展的交通规划——优先发展公共交通	72
第四节 可持续城市与土地利用规划	75
一、土地利用规划发展概况和趋势	75
二、基于可持续发展的土地利用规划——土地生态经济规划	78
第五节 可持续城市与绿化规划	80
一、发达国家城市绿化景观概括及趋势	80
二、西方国家绿化规划发展趋势	82
三、发展中国家的城市绿化概况及面临问题	83
第六节 可持续城市的特征	85
一、尊重自然	85
二、资源的可持续利用	86
三、新的交通方式	87
四、旧城更新	88
五、多功能混合的城市	89
六、分散多中心	91
第七节 可持续的城市建设与管理	93
一、城市可持续发展模式的选择	93
二、可持续城市的管理	95
课后思考题	97
参考文献	98
第四章 可持续建筑的设计方法——集成化设计	100
第一节 引言	100
一、线性化设计流程与集成化设计流程	100

二、集成化设计的动机与优点	101
三、实施的障碍	102
第二节 集成化建筑设计准则	103
一、集成化建筑的概念	103
二、能源与环境理念的分类	104
三、建筑能源与环境理念的设计对策	104
四、气候设计准则	107
五、节能建筑设计原则	108
第三节 集成化设计流程	110
一、集成化设计团队	110
二、设计流程	110
三、主要设计阶段	112
第四节 集成化设计的各个阶段	113
一、设计开发要点确定阶段	113
二、设计前期阶段	114
三、概念设计阶段	115
四、初步设计阶段	117
五、施工图设计阶段	118
六、签订并实施合同阶段	119
七、试运行与交付使用阶段	120
八、建筑的运行与维护阶段	121
第五节 集成化设计方法与工具	122
一、设计方法与设计工具的分类	122
二、设计评价与决策的方法	123
课后思考题	128
参考文献	129
 第五章 可持续建筑设计	131
第一节 引言	131
一、气候对建筑的影响(建筑起源)	131
二、现代建筑设计中与可持续发展有关的建筑活动	133
第二节 可持续建筑设计的原则	138
一、可持续建筑设计的目标与原则	138
二、居住建筑和办公建筑的可持续设计策略	141
第三节 场地设计	143
一、场地分析	144
二、场地设计的要素	145
第四节 形式设计	147
一、平面设计	147
二、剖面设计	150
三、空间设计	153

第五节 被动式设计	154
一、建筑围护结构	156
二、被动式太阳能采暖、制冷和蓄热	156
三、自然通风	157
四、自然采光	157
第六节 美学和技术的有机结合	157
一、建筑技术在建筑美学中的发展	157
二、科学发展对建筑美学思潮的影响	161
三、多学科交叉的建筑产业推动了现代建筑的技术性与艺术性一体化	163
课后思考题	164
参考文献	164
 第六章 室内环境质量	 166
第一节 引言	166
一、室内环境需求与室内环境质量	166
二、室内环境质量对人的影响	167
三、室内环境质量和可持续建筑	168
第二节 热环境	168
一、热环境与热舒适	168
二、人体热平衡方程	168
三、影响热舒适的因素	169
四、热舒适指标	172
五、热舒适标准和热舒适适应性	173
六、热舒适与节能	175
第三节 室内空气环境	176
一、可持续建筑与室内空气品质	176
二、室内空气污染的基本特征	176
三、室内空气污染物对人体健康产生的影响	177
四、室内空气污染物及其来源	180
五、室内空气污染控制和治理策略	183
第四节 光环境	187
一、光环境简介	187
二、建筑的光环境	191
第五节 室内声环境	198
一、声环境的基本概念	199
二、人耳的听觉特性	200
三、环境噪声的特征	201
四、环境噪声的危害	202
五、环境噪声的控制	203
课后思考题	204
参考文献	204

第七章 被动式建筑技术	207
第一节 引言	207
一、被动式技术与气候的关系	207
二、被动式建筑技术措施	210
第二节 保温与被动式太阳能技术	212
一、保温技术概述	212
二、常规保温设计方法与措施	212
三、被动式太阳能技术	218
第三节 隔热与被动式冷却技术	221
一、保温与隔热的区别	221
二、常规隔热设计方法与措施	221
三、被动式冷却技术	226
第四节 自然采光	227
一、概述	227
二、自然采光设计方法与措施	229
第五节 自然通风	237
一、概述	237
二、自然通风的基本原理	238
三、自然通风设计方法与措施	240
第六节 被动式设计策略	249
一、湿热气候下的被动式设计策略	249
二、干热气候	251
三、寒冷气候	253
四、温带气候	256
课后思考题	258
参考文献	258
第八章 建筑设备系统	260
第一节 概述	260
一、建筑设备系统在建筑中的地位和作用	260
二、建筑设备系统与建筑能耗	261
第二节 暖通空调系统	263
一、暖通空调系统基本组成	263
二、暖通空调系统的分类及基本原理	264
三、冷热源设备	265
四、暖通空调系统的选择	268
五、暖通空调系统能耗与节能	268
六、暖通空调系统对建筑室内外环境的影响	274
第三节 建筑给水排水系统	275
一、建筑给水系统	275

二、建筑排水系统	280
三、建筑给水排水系统节能和节水	284
第四节 建筑电气系统	295
一、建筑电气概述	295
二、建筑供配电系统	296
三、建筑照明系统	302
四、建筑电气系统节能技术	305
课后思考题	313
参考文献	314

第九章 建筑和可再生能源	316
第一节 能源概述	316
一、能源的起源	316
二、能源与环境	317
三、可再生能源与可持续发展	318
第二节 太阳能光热利用	320
一、太阳能光热利用的基本原理	320
二、太阳热水系统原理及其构成	320
三、太阳能存储利用	323
四、太阳能热利用与建筑一体化	327
第三节 太阳能光伏建筑	333
一、太阳能光伏电池	333
二、太阳能光伏发电系统	334
三、太阳能光伏的应用	336
四、光伏建筑一体化	337
第四节 地热能及其在建筑物中的应用	340
一、地热能资源及其分类	340
二、高品位地热能建筑中的直接利用	342
三、低品位地热能建筑中的利用	345
第五节 风能在建筑物中的应用	349
一、概述	349
二、风能的转化	352
三、风能的应用实例	354
第六节 生物质能利用	356
一、概述	356
二、生物质能利用技术	357
三、生物质能应用简介	360
第七节 废热利用	362
一、概述	362
二、废热的回收利用技术	363
课后思考题	366

参考文献	367
第十章 智能建筑	369
第一节 引言	369
一、什么是智能建筑	369
二、智能建筑与可持续发展	370
第二节 楼宇自动化系统	371
一、楼宇自动化系统概述	371
二、楼宇自动化系统的主要监控对象	372
第三节 火灾自动报警与消防联动控制	373
一、火灾自动报警系统	373
二、灭火	375
三、联动控制	376
第四节 楼宇安全防范自动化系统	376
一、楼宇安全防范系统概述	376
二、防盗报警系统	377
三、闭路电视监控系统	377
四、其他安全防范与管理系统	379
第五节 办公自动化系统	380
一、办公自动化系统的概念	380
二、办公自动化系统的分类	381
三、办公自动化系统的组成	381
第六节 通信自动化系统	382
一、通信自动化系统概述	382
二、通信自动化系统技术	383
课后思考题	384
参考文献	385
第十一章 绿色建材	386
第一节 引言	386
一、绿色建材的特征	386
二、绿色建材的分类	387
第二节 绿色建材的评价	387
一、国内外绿色建材评价概况	387
二、绿色建材的评价体系	388
三、绿色建材的评价方法	390
第三节 传统建筑材料的绿色化	394
一、水泥与混凝土类建材绿色化	394
二、建筑玻璃的绿色化	395
三、建筑用金属材料的绿色化	395
四、木材的绿色化	395