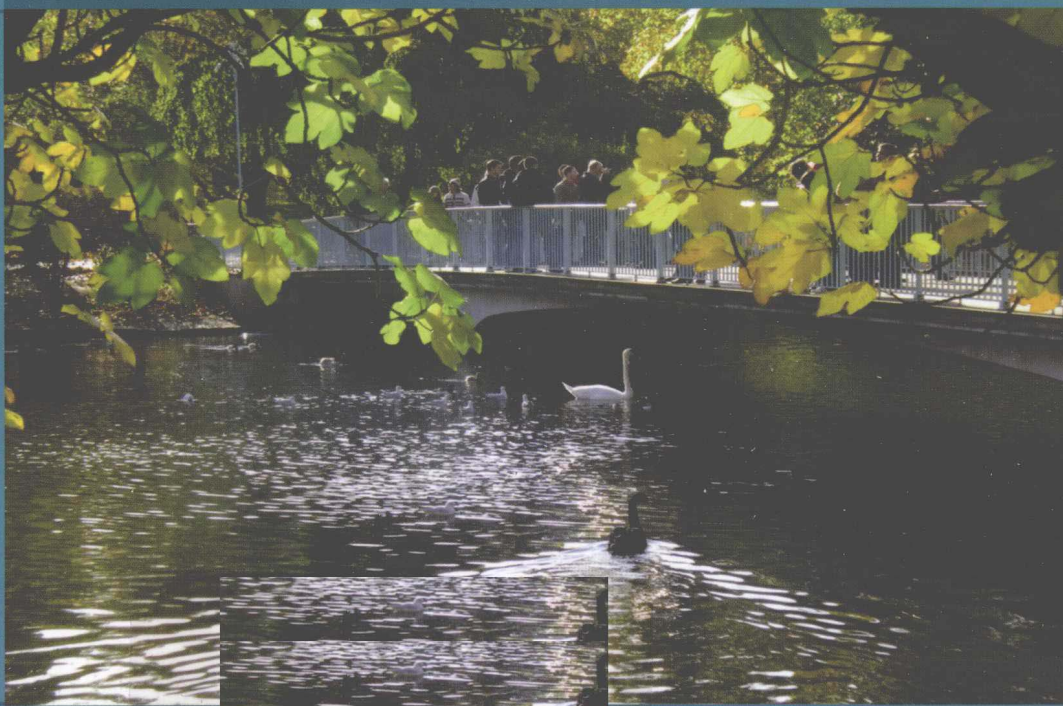


新能源与建筑一体化技术丛书

低碳城市的 区域建筑能源规划

Community Energy Planning for Built
Environment in Low Carbon Cities



龙惟定 白玮 范蕊 等

中国建筑工业出版社

新能源与建筑一体化技术丛书

低碳城市的区域建筑能源规划

Community Energy Planning for Built Environment in Low Carbon Cities

龙惟定 白玮 范蕊 等著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

低碳城市的区域建筑能源规划 / 龙惟定等著. --北京: 中国建筑工业出版社, 2010. 12

新能源与建筑一体化技术丛书

ISBN 978-7-112-12604-0

I. ①低… II. ①龙… III. ①节能—城市规划—研究—中国 IV. ①TU984.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 205303 号

新能源与建筑一体化技术丛书

低碳城市的区域建筑能源规划

Community Energy Planning for Built Environment in Low Carbon Cities

龙惟定 白玮 范蕊 等著

*

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

华鲁印联 (北京) 科贸有限公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{3}{4}$ 字数: 554 千字

2011 年 3 月第一版 2011 年 3 月第一次印刷

定价: 88.00 元

ISBN 978-7-112-12604-0

(19883)

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)

本书从阐述建设低碳城市与低碳经济的关系出发,论述了以综合资源规划为基础的区域建筑能源规划原则与目标的设定,对可利用资源进行了分析,并进一步介绍了基于碳约束的区域建筑可利用能源资源的优化方法和区域建筑能源需求的预测。本书还具体介绍了利用新能源的区域能源系统方式,如分布式能源的热电联产系统、地源热泵,以及多能源互补与优化配置的方法。书中还提出了低品位未利用能源的能源总线系统以及能源互联网系统等概念和新技术,并最后归结到区域建筑能源系统的各相关评价方法。本书最后以中国 2010 年上海世博会的能源方式和能源系统作为区域建筑能源规划的实例加以剖析,并提出思考与展望。全书体系清晰,概念完整。

本书不是教材,也不是设计手册。书中部分内容是当今园区建设中可以直接应用的,特别是负荷估算、资源评估、分布式能源技术、地源热泵技术和能源总线技术等都是热点。也有一部分内容略有超前,如智能微网、能源互联网等技术,还是处于研究中的城市能源“愿景”。因此,本书可供政府建设主管部门和能源管理部门、咨询机构、评估机构、区域开发单位、设计院所、城市规划院所、高校和研究机构,以及项目管理单位、能源管理公司等部门参考;也可供城市规划、建筑、建筑技术、热能动力、暖通空调等专业的工程技术人员、咨询评估人员、高校师生等参考。

*

*

*

责任编辑:张文胜 姚荣华

责任设计:陈旭

责任校对:马赛 赵颖

本书编委会

主 编：龙惟定

副主编：白 玮 范 蕊

参编人员：龙惟定 白 玮 范 蕊

梁 浩 张改景 苑 翔

樊 瑛 张 洁 马宏权

[比利时] 韦安娅 (Anastasia Velnidis)

本书的出版得到科技部国家科技支撑计划项目：崇明低碳经济发展关键技术与集成应用示范（课题编号：2009BAC62B02）和低碳社区建设关键技术集成应用示范研究（课题编号：2009BAC62B03）的支持，并得到美国能源基金会（Energy Foundation）资助。

出版说明

能源是我国经济社会发展的基础。“十二五”期间我国经济结构战略性调整将迈出更大步伐，迈向更宽广的领域。作为重要基础的能源产业在其中无疑会扮演举足轻重的角色。而当前能源需求快速增长和节能减排指标的迅速提高不仅是经济社会发展的双重压力，更是新能源发展的巨大动力。建筑能源消耗在全社会能源消耗中占有很大比重，新能源与建筑的结合是建设领域实施节能减排战略的重要手段，是落实科学发展观的具体体现，也是实现建设领域可持续发展的必由之路。

“十二五”期间，国家将加大对新能源领域的支持力度。为贯彻落实国家“十二五”能源发展规划和“新兴能源产业发展规划”，实现建设领域“十二五”节能减排目标，并对今后的建设领域节能减排工作提供技术支持，特组织编写了“新能源与建筑一体化技术丛书”。本丛书由业内众多知名专家编写，内容既涵盖了低碳城市的区域建筑能源规划等宏观技术，又包括太阳能、风能、地热能、水能等新能源与建筑一体化的单项技术，体现了新能源与建筑一体化的最新研究成果和实践经验。

本套丛书注重理论与实践的结合，突出实用性，强调可读性。书中首先介绍新能源技术，以便读者更好地理解、掌握相关理论知识；然后详细论述新能源技术与建筑物的结合，并用典型的工程实例加以说明，以便读者借鉴相关工程经验，快速掌握新能源技术与建筑物相结合的实用技术。

本套丛书包括：《低碳城市的区域建筑能源规划》、《地表水源热泵理论及应用》、《光伏建筑一体化设计与施工》、《风-光互补发电与建筑一体化技术》、《蓄冷设备与系统设计》、《太阳能空调技术》、《太阳能热利用与建筑一体化》以及《地源热泵与建筑一体化技术》。

本套丛书可供能源领域、建筑领域的工程技术研究人员、设计工程师、施工技术人员等参考，也可作为高等学校能源专业、土木建筑专业的教材。

中国建筑工业出版社

2011年2月

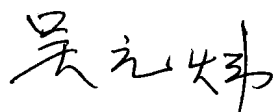
序 一

能源是现代文明社会发展的重要物质基础之一，世界各国对此都十分重视。

我国正处于工业化中期和城市化快速增长时期，人口大量向城市集中。城市的能源供应安全、各种能源资源的综合高效利用以及环境保护，正日益受到各级政府和社会人士的关注，做好区域能源规划，是其中重要对策之一。

同济大学龙惟定教授和他领导的科研团队，早已关注区域能源规划这件事，并开展了研究，在规划方法和手段方面取得了重要成果。最近，他们将成果撰写成专著，由中国建筑工业出版社正式出版。这种将自己的研究成果成书，与大家分享的做法，特别值得称道和赞扬。

希望我们共同努力，把区域能源规划工作做好，将我国的节能和低碳事业推上一个新的高度。



2010年8月18日

序 二

城市化和城市规划是现今各国都十分关注的话题，甚至有人称 21 世纪是城市的世纪。我国对城市化和城市规划的关注程度亦越来越高。然而与此同时，从 21 世纪开始，地球温暖化、拯救地球和人类自身的呼声也越发震撼人心。在环境危机和百年一遇的全球经济危机的双重作用下，促使人们反思人类工业文明发展的历史道路，尤其是近百年的经济发展道路，应该寻求一条人与自然和谐共存的新途径。这种危机恰恰给予人们一次新的技术革命的发展机遇，从而使人类跨进一个新的低碳时代，其实质就是低碳经济与绿色文明的新时代，也就是以高效利用能源、开发绿色能源、崇尚绿色 GDP 为特征的时代。它必将有力地影响到城市化与建筑业的发展。在新世纪的城市建设中必须引入低碳城市的发展模式，尤其是在区域建筑能源规划中运用综合资源规划等原则。

本书从阐述建设低碳城市与低碳经济的关系出发，论述了以综合资源规划为基础的区域建筑能源规划原则与目标的设定，对可利用资源进行了分析，并进一步介绍了基于碳约束的区域建筑可利用能源资源的优化方法和区域建筑能源需求的预测。本书还具体介绍了利用新能源的区域能源系统方式，如分布式能源的热电联产系统、地源热泵以及多能源互补与优化配置的方法。书中还提出了低品位未利用能源的能源总线系统以及能源互联网系统等新概念和新技术，并最后归结到区域建筑能源系统的各相关评价方法。本书最后以 2010 年上海世博会的能源方式和能源系统作为区域建筑能源规划的实例加以剖析，并提出思考与展望。全书体系清晰，概念完整。

本书作者龙惟定教授及其团队长期从事建筑与空调节能技术研究，致力于促进我国建设领域中节能环保和绿色低碳技术的发展，并从单体建筑扩展到城市规划领域，在这方面已经积累了相当多的成果。本书就是他们根据国外这一领域的最新研究成果以及他们在国内研究实践中所取得的成就的总结，现在作为极有参考价值的研究成果奉献给同行，必将对我国发展和推进低碳城市的建设发挥积极的作用。



2010 年 9 月

前 言

2010年，有几个事件注定了这一年是不平凡的一年。

第一，以2010年上海世博会为标志，中国进入快速城市化阶段。我国有183座城市提出“建设国际化都市”的目标，更有100多座城市竞相申报争夺低碳城市试点。全国几乎所有城市，无论是直辖市、省级市，还是地级市、县级市，几乎都有自己的上百万乃至上千万平方米建筑面积的区域开发项目。中共中央组织部在上海举办了学习班，培训城市的市长和市委书记怎样建设低碳城市。毛泽东在中共中央从西柏坡进入北京的前夕，形容这是我们党“进京赶考”。而在2010年这个节点上，有人形容是执政者进“城”赶考。我们的很多人，包括官员，学者，也包括我们自己在内，对如何面对快速城市化、如何建设和管理低碳城市，其实还处在懵懂之中。我们都需要学习，学无止境。

第二，2010年第二季度，根据公布的统计数字，日本二季度GDP为12883亿美元，而中国同期GDP为13369亿美元。中国2010年的GDP总量超过日本的趋势已经不可改变。中国成为仅次于美国的世界第二大经济体。

第三，我们面对更加严酷的能源形势。2010年上半年我国单位国内生产总值（GDP）能耗同比上升了0.09%，使得全国人大通过的“十一五”的约束性目标（即单位GDP能耗在五年内要降低20%、二氧化硫排放减少10%、化学需氧量减少10%）的实现充满了不确定性。与此同时，国际能源署（IEA）发表报告称，2009年中国的能源消费超过美国达4%之多，成为全世界第一大能源消费国。而根据中国国家统计局统计，2009年中国能源消费总量是31亿吨标准煤，国际能源署的数字折合32.2亿吨标准煤，多出了1.2亿吨，而美国的能源消费总量折合31.1亿吨标准煤。因此，在能源消费方面，中国也至少是仅次于美国的“第二大”。

第四，2010年中国遭受了极端气候造成的自然灾害，人员和财产都受到重大损失。在中国南方五省，大旱让5000多万人受灾，近2000万人和1105.5万头牲畜饮水困难，农作物受灾面积434.86万公顷，其中绝收面积94万公顷，因灾直接经济损失190.2亿元；2010年的汛期，全国有26个省份遭受洪涝灾害，全国受灾人口超过1亿人。特别是甘肃舟曲的泥石流，造成1364人失去生命，失踪401人，全国降半旗致哀。世界气象组织指出，这些自然灾害与全球气候变化有关。由于全球变暖，未来将有更多、更严重的极端天气事件。不管能源消耗和温室气体排放的“老大”是谁，气候变化却是实实在在地影响着人类；不管造成气候变化的责任在谁，那些生态脆弱地区的死难同胞却在承担后果。而又有谁能准确计算出人为因素在这些“天灾”中起了多大作用？人类不断地向自然界索取，甚至是榨取，自然界总有支持不住而崩溃的一天。

在这种背景下，发展绿色经济、建设低碳城市，成为中国的不二选择，也是我们所要面临的挑战。在低碳城市发展中，如何才能少一点浮躁和浮夸，多一点理智和睿智，如何始终遵循科学发展观，是亟待解决的课题。

笔者的研究团队从2005年开始，先后承担了来自科技部和上海市科学技术委员会的多项与世博、崇明低碳示范有关的研究课题。尤其是有关世博园区能源系统的研究，使我们积累了经验，也汲取了教训，更深切地认识到，建筑能源规划在低碳城市建设过程中的不可或缺。因此也就萌生了开展系列研究，建立区域建筑能源规划方法论的念头。

本书不是教材，也不是设计手册。书中部分内容是当今园区建设中可以直接应用的，特别是负荷估算、资源评估、分布式能源技术、地源热泵技术和能源总线技术等都是热点。也有一部分内容略有超前，如智能微网、能源互联网等技术，还是处于研究中的城市能源“愿景”。我们觉得，区域建筑能源规划是一门跨学科、跨界的学问，如果规划者只会照搬以往单项建筑设计的方法，或者只是追逐“热门”、人云亦云，再或认为应用了某一项技术就能轻而易举地实现“低碳”，这都是对区域建筑能源规划的误读。规划者必须有更开阔的视野和更宽广的思路。

历时3~4年，经过我们的团队以及多位博士、硕士研究生努力，终于交出了现在这份答卷，算是给区域建筑能源规划的理论基础添了一块砖。整个写作过程对我们自己也是一次学习和提高的机会。这期间我们克服了社会上的浮躁之气。规划这件事有很多利益相关者，有时候面对一些似是而非、哗众取宠、好高骛远、夸夸其谈，而决策者又十分受用的新概念、新名词，要保持冷静的头脑和科学的判断真是挺难的。不敢说我们的研究都是正确的，但可以担保我们的研究都是实事求是的，没有刻意夸大什么，也没有着力贬低什么。我们的各项研究课题得到政府部门（如科技部、住房和城乡建设部、上海市科委）的资助，也得到非营利机构（如美国能源基金会、世界自然基金会）的资助。本书的出版，得到美国能源基金会的直接帮助。

本书各章节作者分别是：第一章：龙惟定、梁浩；第二章：[比利时]韦安娅（Anastasia Velnidis）、张洁、梁浩、龙惟定；第三章：白玮；第四章：张改景、范蕊；第五章：张改景；第六章：苑翔；第七章：范蕊、龙惟定；第八章：王培培、范蕊；第九章：梁浩；第十章：樊瑛、张洁；第十一章：马宏权；第十二章：龙惟定、马宏权、梁浩。

全书由龙惟定、范蕊统稿，龙惟定对各章做了详尽的校阅、修改和补充。内容集成了多位博士、硕士的研究成果。对本书有贡献的还有（排名不分先后）：张蓓红、周辉、冯小平、张文宇、张思柱、吴筠、马素贞、邓波、宋应乾、刘猛、蒋小强等。

希望本书能对我国城市化进程中的低碳城市建设提供理论和技术上的支持。

区域建筑能源规划是一个全新的领域，本书在该领域的开拓与探索中刚迈出了第一步。诚挚地期盼读者们能对本书的内容提出批评和建议，并通过自己的实践充实和丰富区域建筑能源规划理论。

目 录

第 1 章 低碳经济与低碳城市	1
1.1 气候变化与温室气体排放	1
1.1.1 气候变化研究的历史沿革	1
1.1.2 温室气体排放与气候变化	3
1.1.3 全球气候变化的影响	6
1.1.4 国际社会应对气候变化的努力	8
1.2 低碳经济与低碳城市	12
1.2.1 中国必须走低碳经济之路	12
1.2.2 低碳城市	19
1.3 低碳城市的发展模式与评价指标	23
1.3.1 低碳城市的发展模式	23
1.3.2 低碳城市的评价	25
第 2 章 基于综合资源规划原理的区域能源规划	33
2.1 城市规划基本原理	33
2.1.1 城市规划定义	33
2.1.2 宜居城市典范：温哥华	33
2.2 精明增长理论和新城市主义	34
2.2.1 生态社区理念的几个主题	35
2.2.2 可持续城市和社区实例	40
2.2.3 对低碳城市发展的启示	45
2.3 低碳城市与区域建筑能源规划	45
2.3.1 理想化的低碳城市	45
2.3.2 低碳城市的区域建筑能源规划	52
2.4 综合资源规划理论的发展	54
2.4.1 综合资源规划理论的产生和发展	54
2.4.2 综合资源规划方法的主要特点及在区域能源规划领域的应用	55
2.5 低碳城市的区域建筑能源规划方法论	57
2.5.1 设定区域节能减排的战略目标	57
2.5.2 确定区域内可利用的能源资源量	58
2.5.3 建筑能源（冷、热、热水）的负荷预测	59
2.5.4 选择合适的能源系统和技术路线，实现能源优化配置和利用	59

2.5.5 区域能源系统的能源利用和环境影响评价	62
2.6 区域建筑能源规划的基本原则	62

第3章 区域能源规划的目标设定	67
------------------------	-----------

3.1 区域气候分析	67
3.1.1 基本概念	67
3.1.2 基本步骤	67
3.1.3 小结	77
3.2 建筑能耗的基准线设定	77
3.2.1 国外的建筑能耗基准	78
3.2.2 建筑能耗基准线设定方法	80
3.2.3 建筑能耗基准的气候修正	83
3.3 建筑能耗目标设定	85
3.3.1 建筑节能率目标	85
3.3.2 低能耗建筑目标	87
3.3.3 建筑零能耗 (Zero Energy Building, ZEB) 目标	88
3.4 能源消耗的碳排放量目标设定	90
3.4.1 全球碳排放目标与我国碳排放水平	90
3.4.2 建筑中的碳排放水平	91
3.4.3 建筑碳排放基准线	93
3.4.4 区域能源规划中的碳排放测算	96
3.5 碳汇 (carbon sink) 和碳中和 (carbon neutral)	99
3.5.1 碳汇	99
3.5.2 碳中和	102
3.6 规划方案下的清洁发展机制 (PCDM)	103
3.6.1 PCDM 的由来与意义	103
3.6.2 PCDM 方法学	104
3.6.3 我国在建筑领域实施 PCDM 的困难与机遇	105

第4章 区域建筑能源可利用的资源分析	108
---------------------------	------------

4.1 可再生能源的可利用资源分析方法	108
4.1.1 太阳能	108
4.1.2 风能	111
4.1.3 生物质能	112
4.2 未利用能源的可利用资源分析方法	115
4.2.1 浅层土壤蓄热能资源量分析方法	115
4.2.2 地表水源热利用资源潜力分析方法	125
4.2.3 污水源热利用资源潜力分析方法	126

4.3	需求侧能源资源潜力分析	126
4.3.1	需求侧能源资源的种类	126
4.3.2	需求侧能源资源潜力分析方法	127
4.4	区域建筑可利用能源资源的能值分析	129
4.4.1	能值理论及能值分析方法	129
4.4.2	低碳区域建筑规划能源系统的能值分析	131
4.4.3	可再生能源利用系统的能值分析	135
4.4.4	浅层地表蓄热能的能值分析方法研究	141
4.4.5	建筑可利用能源系统的能值分析小结	146
4.5	低碳区域建筑可利用能源系统的碳值分析	147
4.5.1	碳值分析的基本概念和定义	147
4.5.2	建筑可利用能源系统的碳值分析	151
4.5.3	建筑用能设备的碳排放评价	158
4.5.4	区域建筑可利用能源系统碳值分析小结	161

第5章 基于碳约束的区域建筑可利用能源资源优化	170
--------------------------------	------------

5.1	可利用能源资源优化	170
5.2	夹点技术	170
5.2.1	夹点技术的基本原理与特点	170
5.2.2	夹点技术的应用范围	171
5.3	碳夹点技术在碳约束能源规划问题中的应用	171
5.3.1	碳约束能源规划问题描述	171
5.3.2	碳约束的能源规划的定义及数学模型	171
5.3.3	碳夹点分析的任务及步骤	172
5.4	碳夹点技术在低碳区域建筑能源规划中应用的情景分析	173
5.4.1	问题描述与基础数据	173
5.4.2	绘制基础情景组合曲线图	173
5.4.3	情景设定	174
5.5	本章小结	180

第6章 区域建筑能源需求预测	182
-----------------------	------------

6.1	区域规模建筑冷热负荷估算的情景分析方法	182
6.1.1	情景分析的概念	182
6.1.2	情景分析在能源领域的应用	183
6.1.3	区域建筑能源规划中冷热负荷预测的情景分析方法	183
6.2	区域规模的建筑能耗预测	195
6.2.1	区域建筑负荷预测模型	195
6.2.2	区域建筑的能耗预测	201

6.3	区域建筑能源需求的影响因素分析	203
6.3.1	外扰因素下的建筑体形参数对建筑冷负荷的影响	203
6.3.2	建筑类型的多样性对建筑冷负荷的影响	209
6.4	热岛效应对能源需求的影响	214
6.4.1	热岛效应的形成	214
6.4.2	城市热岛效应对建筑能源需求的影响	215
6.5	气候变化对能源需求的影响	217

第7章 基于新能源的区域能源系统配置	221
---------------------------	------------

7.1	基于新能源的区域能源系统方式	221
7.1.1	分布式能源热电联产系统	221
7.1.2	未利用能源的集成应用——能源总线方式	235
7.1.3	地源热泵	239
7.2	区域能源系统的优化配置	244
7.3	多能源互补系统	245
7.3.1	风光互补发电系统	245
7.3.2	家用燃料电池	246
7.3.3	冷热电三联供与热泵组合——“以热定电”的新理解	249

第8章 基于低品位未利用能源的能源总线系统	254
------------------------------	------------

8.1	能源总线系统基本原理	254
8.1.1	低品位能源特点	254
8.1.2	能源总线系统	255
8.2	能源总线系统管网形式	255
8.2.1	单源支状单级泵形式的能源总线系统	256
8.2.2	单源支状循环泵形式的能源总线系统	257
8.2.3	单源支状多级泵形式的能源总线系统	257
8.2.4	多源支状循环泵形式的能源总线系统	258
8.2.5	多源环状循环泵形式的能源总线系统	259
8.3	能源总线系统配置	259
8.3.1	源侧换热器	259
8.3.2	末端设备	262
8.3.3	冷却塔	263
8.4	能源总线系统的运行控制策略分析	263
8.4.1	单一源能源总线系统	264
8.4.2	多源能源总线系统	264
8.5	能源总线系统的案例分析	265
8.5.1	新加坡樟宜海军基地海水间接冷却系统	265

8.5.2 上海某高科技园区能源系统设计方案	266
------------------------------	-----

第9章 能源互联网系统	270
--------------------	------------

9.1 能源互联网的原理及由来	270
9.1.1 智能电网技术	270
9.1.2 微网技术和能源互联网	271
9.1.3 能源互联网相关技术在国内外的发展	272
9.2 能源互联网模式中的几个关键问题	274
9.2.1 能源互联网中能源站的选址和布局	274
9.2.2 能源互联网中能源需求与供应间最佳匹配的输送问题	279
9.2.3 能源互联网中电力的环保经济调度	281
9.2.4 能源互联网中热水管网的最佳路径设计(管网布置优化)	283
9.3 能源互联网的应用前景	288

第10章 区域建筑能源系统的评价	291
-------------------------	------------

10.1 区域能源系统的碳足迹	291
10.1.1 碳足迹的概念	291
10.1.2 区域能源系统碳足迹分析方法	292
10.1.3 碳足迹用于区域能源系统评价的意义	293
10.1.4 降低区域能源系统碳足迹的途径	294
10.2 区域能源系统的热力学评价	294
10.2.1 区域能源系统的能源效率评价	294
10.2.2 区域能源系统的焓效率评价	294
10.2.3 区域能源系统的热力学评价案例	295
10.3 区域能源系统的环境评价	298
10.3.1 生命周期评价	298
10.3.2 单指标环境评价	300
10.4 绿色社区评价体系 LEED-ND	302
10.4.1 LEED体系简介	302
10.4.2 绿色社区评价体系 LEED-ND	302
10.4.3 LEED-ND案例简介	305

第11章 区域建筑能源系统的工程实施	309
---------------------------	------------

11.1 区域能源系统的工程问题	309
11.1.1 能源站的选址	309
11.1.2 能源站的土建工程	309
11.1.3 输配管网施工要点及原则	310
11.1.4 能源站内主要设备的安装调试	311

11.1.5	电气工程施工方法及技术措施	312
11.1.6	工程安全管理	313
11.1.7	工程质量管理	314
11.1.8	工程竣工验收	314
11.2	区域能源系统的融资和收费模式	315
11.2.1	现代能源服务企业的融资模式	315
11.2.2	能源服务企业的融资渠道	316
11.2.3	能源服务企业融资选择	319
11.2.4	融资风险控制	321
11.2.5	区域能源系统的收费方式	322
11.2.6	区域能源系统的一种定价思路	323
11.2.7	区域能源系统的一种定价公式的导出	324
11.2.8	居住建筑区域能源系统定价算例分析	327
11.2.9	公共建筑区域能源系统定价算例分析	328
11.3	区域能源系统的运行管理	330
11.3.1	区域能源系统运行管理原则	330
11.3.2	区域能源系统的运行管理内容	330
11.3.3	区域能源系统日常操作	331
11.3.4	区域能源系统日常巡视	332
11.3.5	区域能源系统的事故处理	332
11.3.6	区域能源系统的维护保养	332

第 12 章	上海世博园区建筑能源规划：回顾与反思	335
---------------	---------------------------	------------

12.1	上海世博园能源系统	335
12.2	供热供冷能源方案研究	337
12.2.1	南市电厂天然气联合循环 (NGCC) 热电联产方案	337
12.2.2	分布式能源方案	339
12.2.3	江水源和地源热泵的应用	340
12.3	江水源热泵的应用研究	342
12.3.1	黄浦江水温预测	342
12.3.2	江水源热泵供冷的技术经济分析	343
12.3.3	区域供冷最佳供冷半径研究	345
12.3.4	大型地表水地源热泵应用对黄浦江的环境影响研究	346
12.3.5	江水源热泵系统的运行模式研究	346
12.3.6	世博园江水源热泵和地源热泵的规模化应用	347
12.4	世博园能源系统节能减排效果	347

第 1 章 低碳经济与低碳城市

1.1 气候变化与温室气体排放

1.1.1 气候变化研究的历史沿革

2009 年哥本哈根联合国气候变化大会 (COP 15) 前后, 对全球气候变化 (Climate Change) 和全球变暖 (Global Warming) 的议论多了起来。怀疑者认为这根本就是一场“秀”, 认为光靠人类活动的一己之力不足以引起大气温度升高; “阴谋论”者认为气候变化不过是发达国家的政客和某些跨国企业为了自身利益而制造出来的危言耸听的谎言; 悲观者认为气候变暖之势不可逆转, 世界将到末日, 时间就在 2012 年的某日; 而支持者认为, 应该科学理性地面对气候变化, 人类活动即便不是气候变化的全部原因, 至少也是重要原因之一, 人类需要反思工业革命以来的发展方式。本书作者就是持后一种观点的。

其实对气候变化的探索和争论并非从今日始。1896 年, 著名瑞典化学家斯万特·阿雷纽斯 (Svante Arrhenius) 第一个提出了关于温室效应的假说, 指出大气中 CO_2 浓度的增加会导致温度升高。然而, 他的观点并非当时科学界的主流。多数科学家认为, 温室效应要影响到全球气候, 起码要等到上万年以后。

在 20 世纪 30 年代, 人们发现美国和北大西洋地区气候在变暖, 而且在此前的半个世纪中变暖的趋势非常明显。但多数科学家仍然认为, 这只不过是某些自然规律造成的周期性的气候变化, 原因不明。只有一位英国的动力工程师 Guy Stewart Callendar (1898~1964) 坚持认为气温会持续升高。并指出由于蒸汽机的燃烧过程而产生的 CO_2 是气候变暖的原因。但 Callendar 认为气候变暖可以延缓地球冰河期的到来。因此, 几乎所有人都认为, 气候变暖是一件好事, 不管是什么原因引起全球变暖, 如果气温在未来几个世纪持续升高, 那就更好了。

在 20 世纪 50 年代, Callendar 的说法吸引了一些科学家来研究测试技术和改进计算方法。同时也引起了与冷战有关的军事机构的关注, 政府研究经费拨款大幅增加。新的研究显示, 大气中的 CO_2 确实是气候变暖的主要因素。1961 年, 通过认真细致的测量表明, 大气中 CO_2 气体的浓度正在年复一年地上升。

由于计算机的改进, 科学家们可以建立更精确的模型。1967 年, 计算表明, 在 21 世纪中地球的平均气温可能上升数度。当时觉得下一个世纪似乎还很遥远。然而, 科学家尽管认为没有改变政策的必要, 却正式提出需要开展更大规模的研究工作。

在 20 世纪 70 年代初, 环保主义的兴起引起了人们对人类活动对地球的影响特别是气候变化的关注。与温室效应观点不同的是, 一些科学家指出, 人类活动把灰尘和烟雾粒子散发到大气层中, 反而可以阻止阳光和降低大气温度。而且, 北半球天气的统计分析表