

中国城市科学研究系列报告

中国城市科学研究会 主编

中国建筑节能 年度发展 研究报告

2008

中国工程院咨询项目
清华大学建筑节能研究中心 著

中国建筑工业出版社

中国城市科学研究系列报告

中国城市科学研究会 主编

中国建筑节能年度发展研究报告2008

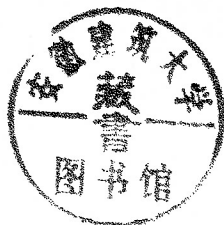
2008 Annual Report on China Building Energy Efficiency

中国工程院咨询项目



THUBERC

清华大学建筑节能研究中心 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国建筑节能年度发展研究报告 2008/清华大学建筑节能研究中心著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008
中国城市科学研究系列报告
ISBN 978-7-112-09346-5

I. 中… II. 清… III. 建筑-节能-研究报告-中国-2008 IV. TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 009606 号

党的十七大报告把节能减排作为我们今后长期的重要任务, 建筑作为与工业、交通并列的三大用能主体, 其节能问题得到了我国各级政府和社会各界越来越高的重视。目前我国的城镇建设已进入高速发展时期, 建筑能源消耗也呈现出逐年增长的趋势。在这样的背景下, 认清我国的建筑用能现状和发展趋势, 落实科学发展观, 走出一条具有中国特色的建筑节能途径, 对于我国的节能减排工作具有重要意义。本书对我国的建筑能耗现状与发展、节能潜力和节能任务做了详细分析, 提出了适合我国国情的建筑节能战略和节能途径, 并归纳了各种建筑节能技术和政策, 对这些节能措施应用于不同地区和不同建筑时的适宜性进行了总结。

本书读者对象为各级政府领导和建设领域节能工作主管人员, 以及科研机构、大专院校的研究人员。

* * *

责任编辑: 齐庆梅 张文胜
责任设计: 郑秋菊
责任校对: 安 东 王 爽

中国城市科学研究系列报告
中国城市科学研究会 主编
中国建筑节能年度发展研究报告 2008

2008 Annual Report on China Building Energy Efficiency

中国工程院咨询项目
清华大学建筑节能研究中心 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
北京密云红光制版公司制版
北京二二〇七工厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 $\frac{3}{4}$ 字数: 314 千字

2008 年 3 月第一版 2008 年 3 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-09346-5

(16010)

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)

《中国建筑节能年度发展研究报告》

顾问委员会

主任：仇保兴

委员：（以拼音为序）：

陈宜明	韩爱兴	何建坤	胡静林
赖明	倪维斗	王庆一	吴德绳
武涌	徐锭明	寻寰中	赵家荣
周大地			

本书作者

清华大学建筑节能研究中心:

江亿 (第1章, 第2章, 3.1.1, 3.2.1, 3.3.1, 附录四)

杨秀 (第1章, 第2章, 附录一, 附录二)

张声远 (第1章, 第2章, 附录一, 附录三)

付 林 (1.3, 3.2.3, 3.3.2~3.3.6)

杨旭东 (1.6, 3.7.8)

朱颖心 (2.3, 附录五)

刘兰斌 (3.2.2)

李先庭 (3.4.2)

王宝龙 (3.4.4)

谢晓云 (3.5.2)

顾道金 (3.6.1)

张寅平 (3.8)

张晓亮 (3.9)

秦 蓉 (附录六)

魏庆芄 (1.5)

燕 达 (2.1)

林波荣 (3.1.1~3.1.5)

王 刚 (3.4.1)

石文星 (3.4, 3.5.1)

刘晓华 (3.5.2)

李 震 (3.5.3)

刘 烨 (3.6.2)

王 馨 (3.8)

单 明 (3.7.1, 3.7.7)

陈毅兴 (2.1.1)

特邀作者:

北京市可持续发展促进中心

美国普渡大学

香港大学

大连理工大学

清华大学

西安建筑科技大学建筑学院

深圳市建筑科学研究院

邢永杰 (3.7.1, 3.7.6)

陈清焰 (3.1.5)

李玉国 (3.7.4, 3.7.9)

陈 滨 (3.7.3)

李定凯 (3.7.5)

刘加平 (3.7.2, 3.8)

马晓雯 (附录七)

序 言

建设资源节约型社会，是中央根据我国的社会、经济发展状况，在对国内外政治经济和社会发展历史进行深入研究之后做出的战略决策，是为中国今后的社会发展模式提出的科学规划。节约能源是资源节约型社会的重要组成部分，建筑的运行能耗大约为全社会商品用能的三分之一，并且是具有节能潜力最大的用能领域，因此应将其作为节能工作的重点。

不同于“嫦娥探月”或三峡工程这样的单项重大工程，建筑节能是一项涉及全社会方方面面，与工程技术、文化理念、生活方式、社会公平等多方面问题密切相关的全社会行动。其对全社会介入的程度很类似于一场新的人民战争。而这场战争的胜利，首先要“知己知彼”，对我国和国外的建筑能源消耗状况有清晰的了解和认识；要“运筹帷幄”，对建筑节能的各个渠道，各项任务做出科学的规划。在此基础上才能得到合理的政策策略去推动各项具体任务的实现，也才能充分利用全社会当前对建筑节能事业的高度热情，使其转换成为建筑节能工作的真正成果。

从上述认识出发，我们发现目前我国建筑节能工作尚处在多少有些“情况不明，任务不清”的状态。这将影响我国建筑节能工作的顺利进行。出于这一认识，我们开展了一些相关研究，并陆续发表了一些研究成果，受到有关部门的重视。随着研究的不断深入，我们逐渐意识到这种建筑节能状况的国情研究不是通过一个课题或一项研究工作就可以完成的，而应该是一项长期的不间断的工作，需要时刻研究最新的状况，不断对变化了的情况做出新的分析和判断，进而修订和确定新的战略目标。这真像一场持久的人民战争。基于这一认识，在国家能源办、建设部、发改委的有关领导和学术界许多专家的倡议和支持下，我们准备与社会各界合作，持久进行这样的国情研究。作为中国工程院“建筑节能战略研究”咨询项目的部分内容，从2007年起，我们每年把建筑节能领域的国情研究最新成果汇编成书，以《中国建筑节能年度发展研究报告》这种形式向社会及时汇报。

本书是继2007年研究报告后的第二本。与第一本相比，其结构有如下调整：

全书分四部分,包括前三章和一个附录。第1章为我国建筑能源消耗状况与中外建筑能耗对比,由此可对我国建筑节能问题有总体认识;第2章是一年来我们在建筑节能国情研究中的主要心得,提出要实现建筑节能的目标,必须走与自然和谐的具有中国特色的建筑节能之路。我们认为这可能是在中国实现建筑节能的关键。第3章汇集了与当前建筑节能工作密切相关的技术、机制和政策问题,可供从事相关领域第一线工作的同志查阅参考。电气系统节能,包括建筑内的输配电、照明、拖动及控制系统的节能,应该是建筑节能中非常重要的组成部分,由于种种原因,这一部分内容一直没能组织好,因此没能包括在今年这本报告中。这决不是认为电气系统节能不重要,而是由于它太重要了而写不出完全满意的稿。2009年的年度报告将包括这部分内容。与2007年报告一样,本年度报告还包括了一个很大的附录。其中大多数内容在2007年的基础上有所订正,同时还增加了一些我们认为有必要的新内容。以后我们希望把此书的结构固定。第1、3章和附录的主题不变,内容根据每年情况的变化和认识的深入进行调整,第2章则根据当年建筑节能的主要问题与工作重点选择不同的主题进行深入讨论。对于时间有限的读者,请一定通读第1章,以了解本书最主要内容。衷心希望读者能用一些时间通读第2章,与我们一起探讨一下,实现我国建筑节能的关键在哪里。

本书提供的重要信息之一就是中国建筑能耗数据。目前世界上统计建筑能耗的方法尚无统一的科学标准,不同的方法甚至可能得出一些不同的结论。2007年报告中我们使用了我们提出的“等效电法”来换算不同类型的能源,我们认为这是更符合能源自身特性规律的分析转换方法。然而,这一方法与目前国内通行的“标准煤”方法不一致,由此在某些数据上引起一些误解。为了使本书的数据更容易被理解和与其他文献比较,本年度报告中的能耗数据我们一律改为“标准煤”的体系。除了电力以外的其他能源,一律按照其热量等量地折合为标准煤;对于电力则根据我国的平均发电煤耗(2004年是354g/kWh)折合为标准煤。我们盼望着等效电法能尽早被能源界和全社会所接受,我们也能尽早改回等效电法去分析建筑能耗。那样将可以给出对整个能源流动与转换过程的更清晰的图案。

2007年报告中尚缺少全面和可信的农村建筑用能数据。为此2006、2007两年我们组织了800多人次的学生志愿者进行了农村能源状况的实际调查。他们对我国24个省市自治区的200多个县市的典型村、典型户进行了深入的调查和分析,初步得到我国农村建筑能耗的第一手数据。统计结果表明,我国农村建筑能耗远远高于原来认识的“低商品能耗,高生物质初级能源”的状况,北方农村实际使用的燃煤量超过1

亿吨。这一数值远超出国家统计局统计年鉴中的相关的燃煤统计数据。看来目前我国农村各类小煤窑产煤通过各种非正式渠道进入农村的燃煤量会在1亿吨标煤左右。这一事实动摇了我们原来得出的“建筑能耗占我国商品能源总量的18.8%”的认识,考虑到这一亿吨标煤和其他一些因素,我们现在得到的初步认识是:我国城乡建筑运行能耗约占我国商品能源总量的25.5%。希望这一数据能帮助我们更清楚地认识当前开展的建筑节能工作。如我在2007年报告的序言中所说,本书中的许多数据仍然是不准确的,许多认识也可能不全面,甚至存在谬误。然而,这些数据的收集、分析和计算可能是长期的任务,对一些问题的认识也可能是长期的争论。等到这些都有了最终的结果再向社会公布,可能将贻误战机,严重影响我国建筑节能工作的大计。从这一考虑出发,我们还是发表了这些不成熟的数据,给出这些不成熟的看法。希望得到社会各界的批评与纠正。我们也将继续像这次一样,随着对更多数据的掌握和对问题认识的深入,在每年的年度报告中随时改正,逐渐完善。

党的十七大报告把节能减排作为我们今后长期的重要任务,生态文明应成为中华民族文化建设的重要内容。我们今年在建筑节能国情研究中深深认识到,要实现我国建筑节能的长远目标,核心也是要开展生态文明的建设,协调人与自然的关系,倡导节省能源节省资源的生活模式,营造与自然和谐的人居环境。从这一理念出发,按照科学发展观,我们提出:建筑节能属消费领域,不同于物质生产领域;不能单纯追求提高能源利用效率,而要从降低能源消费总量出发,倡导节约能源的消费模式;建筑节能不能采用“贴标签”式,单纯追求采用了多少节能技术,更重要的是看实际消耗了多少能源,应该从实际用能数据出发。这一观点在本书第2章中有充分讨论。我们认为只有这样才有可能实现我国建筑节能的长远目标。希望这一观点能够引起社会上更多的人的关注与讨论。

感谢社会各界对这本书的关注、帮助、扶植、批评和建议。除前页列出的作者外,还要感谢李一力、李炳华、陈大华、戴威、蔡宏武、王鑫、王远与周翔等人对本书做出的贡献,包括提供的观点、文稿、数据和建议。我总觉得现在交出的这本书距社会各界的希望与要求还差得太远。我们一定投入更大的力量,全面调查,潜心研究,不断探索,使这本报告一年比一年好,使其为中国的建筑节能事业真正做出贡献。

江亿
于 清华大学节能楼



图 1-37 2003 年世界主要国家人类发展与生态足迹

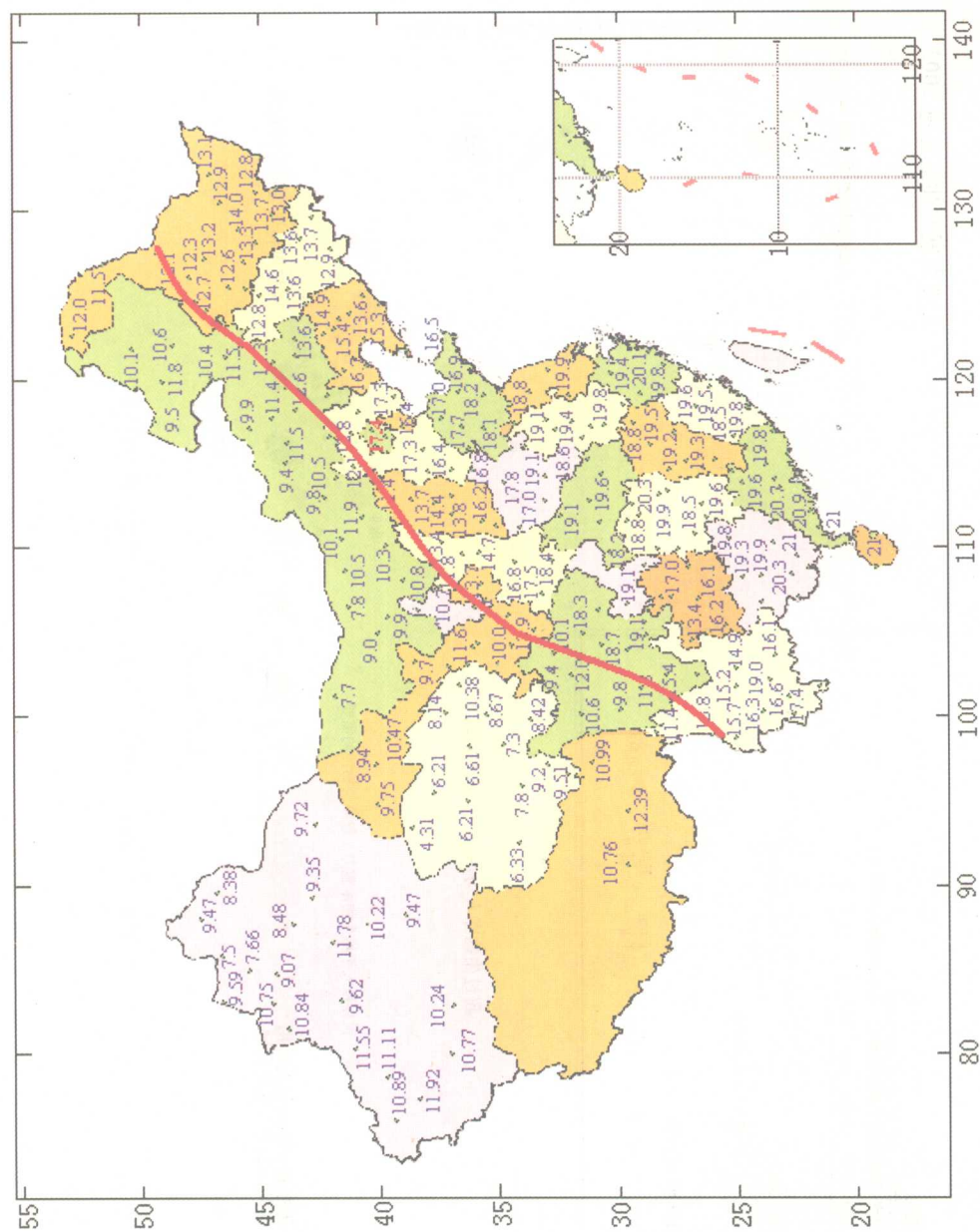
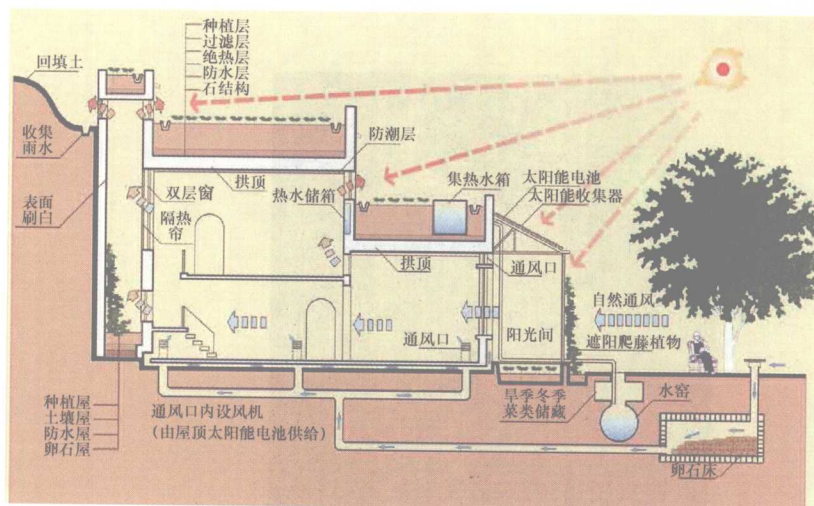
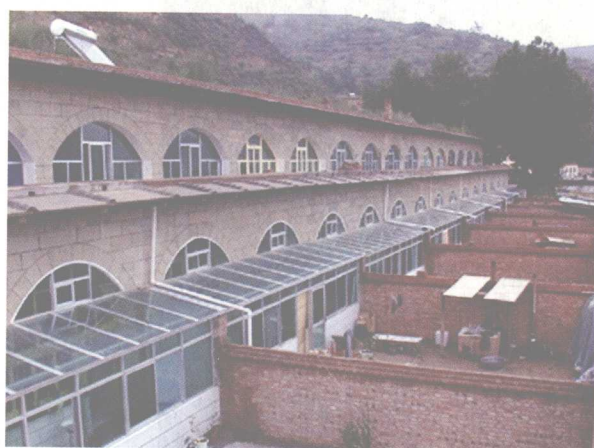


图 3-24 我国主要城市最湿月的平均含湿量(g/kg)



新型窑居节能设计原理图



节能型窑居建成实景



农民模仿自建新窑居

图 3-38 节能型窑居建筑的设计原理和实景(一)



新窑居聚居

图 3-38 节能型窑居建筑的设计原理和实景(二)

目 录

第 1 章 我国建筑能耗现状

1.1 建筑能耗统计方法	1
1.2 建筑能耗整体状况	3
1.2.1 我国建筑能耗的特点和建筑分类	3
1.2.2 各类建筑能源消耗	4
1.2.3 中外建筑能耗比较	6
1.3 城镇采暖能耗状况	8
1.3.1 北方城镇采暖	8
1.3.2 北方城镇采暖节能的主要任务	15
1.3.3 长江流域采暖	16
1.4 城镇住宅除采暖外能耗状况	17
1.4.1 城镇住宅除采暖外的能耗总体状况	18
1.4.2 城镇住宅除采暖外能耗的分项分析	19
1.4.3 城镇住宅除采暖外能耗的分项中外对比	20
1.4.4 城镇住宅除采暖外能耗的发展趋势	21
1.5 公共建筑能耗状况	23
1.5.1 各类大型公共建筑能耗总量	24
1.5.2 大型公建能耗的中外对比	25
1.5.3 各类大型公共建筑的分项能耗	27
1.5.4 大型公建空调能耗	29
1.5.5 普通公建的用能状况	32
1.5.6 目前公共建筑发展中的严峻问题和当前的节能任务	32
1.6 农村建筑能耗状况	33

1.6.1 农村建筑能源消费总量及结构	34
1.6.2 各项生活用能情况	36
1.6.3 农村室内环境问题	39
1.6.4 农村节能的主要任务	40
1.7 我国的建筑能耗预测和节能战略分析	42
1.8 全球各国的人均生态足迹	45

第2章 实现中国特色的建筑节能

2.1 建筑能耗差异分析	47
2.1.1 长江流域住宅建筑的采暖	48
2.1.2 住宅能耗的差异	50
2.1.3 办公建筑能耗差异	53
2.2 从建筑能耗差异中得到的启示	59
2.2.1 建筑提供的服务和能源消耗	59
2.2.2 对建筑节能领域中一些观点的分析	62
2.2.3 建筑节能的真正目的和任务	64
2.3 人类需要什么样的室内热环境	65
2.3.1 决定居住者热舒适的基本参数	65
2.3.2 稳态空调环境的设定温度与传统热舒适理论	67
2.3.3 非空调环境下的热舒适	69
2.3.4 冬季采暖环境下的热舒适	73
2.3.5 小结	74
2.4 营造与自然和谐的建筑室内环境的途径	75
2.4.1 室内外通风换气	76
2.4.2 室内的温度湿度控制	77
2.5 营造自然和谐的室内环境, 实现中国特色的建筑节能	81

第3章 建筑节能措施评价

3.1 围护结构	83
3.1.1 什么情况下需要保温	83

3.1.2 保温技术	89
3.1.3 遮阳技术	91
3.1.4 双层皮幕墙技术	92
3.1.5 自然通风器和呼吸窗技术	96
3.2 采暖节能技术	99
3.2.1 采暖末端计量与调节	99
3.2.2 基于分栋热计量的末端通断调节与热分摊技术	101
3.2.3 电厂循环水供热	105
3.3 建筑能源转换和能源供应技术	108
3.3.1 吸收式制冷机	108
3.3.2 区域供冷	110
3.3.3 各种热电联产发电装置介绍	112
3.3.4 燃煤热电联产供热	116
3.3.5 燃气式区域性热电联产和热电冷联产	119
3.3.6 建筑热电冷联供系统	120
3.4 热泵技术	123
3.4.1 土壤源热泵	125
3.4.2 地下水水源热泵	131
3.4.3 地表水源热泵	134
3.4.4 空气源热泵	138
3.4.5 热泵系统末端装置与输配系统的设置	140
3.5 室内热湿环境营造新技术	141
3.5.1 变制冷剂流量的多联机系统	141
3.5.2 温湿度独立控制空调系统	145
3.5.3 热管型机房专用空调设备	155
3.6 大型公共建筑节能的管理措施	158
3.6.1 大型公共建筑用电分项计量	158
3.6.2 大型公共建筑全过程节能管理体系	160
3.7 农村节能技术	166
3.7.1 农宅围护结构保温技术	166
3.7.2 窑洞民居技术	169

3.7.3 被动式太阳能采暖技术	170
3.7.4 中国炕技术	173
3.7.5 农林固体剩余物致密成型燃料及其燃烧技术	176
3.7.6 高效低排放户用生物质半气化炉具	179
3.7.7 沼气技术	179
3.7.8 生物质气化技术	182
3.7.9 农村室内环境综合改善技术	184
3.7.10 农村建筑节能小结	186
3.8 太阳能利用	187
3.8.1 太阳能的特点及其在建筑节能中的应用形式	187
3.8.2 太阳能热水器	187
3.8.3 太阳能光电池及其应用	190
3.8.4 太阳能热泵和空调	192
3.8.5 太阳能应用举例	193
3.9 住宅能耗标识	196

附录一 建筑能耗相关数据汇总

1 全国数据	201
1.1 人口与 GDP 相关数据	201
1.2 能源消费相关数据	204
1.3 建筑使用产品消费相关数据	211
1.4 建筑相关数据	214
2 地方数据	216
2.1 人口与 GDP 相关数据	216
2.2 建筑相关数据	218
3 国际数据	222
3.1 人口与 GDP 相关数据	222
3.2 能源消费相关数据	223
3.3 建筑相关数据	225
4 能源计量单位换算	226

附录二 2004 年中国建筑能耗计算说明

1 各类建筑面积计算方法及结果	227
2 各类建筑能耗计算方法及计算结果	227
2.1 农村建筑能耗	228
2.2 城镇采暖能耗	230
2.3 城镇住宅除采暖外的能耗	231
2.4 公共建筑除采暖外的能耗计算方法	235
2.5 我国建筑能耗的总体消耗情况	237
3 从宏观统计模型计算的建筑能耗数据	238
3.1 建筑总能耗的上限值	238
3.2 北方城镇采暖能源消耗的校核	239
3.3 住宅建筑能源消耗的校核	239
3.4 公共建筑能源消耗的校核	240

附录三 中国建筑能耗发展过程计算说明

1 各类建筑面积计算方法及计算结果	241
2 各类建筑能耗计算方法及计算结果	242

附录四 能源统计中不同类型能源核算方法的探讨

1 引言	245
2 我国能耗统计中的核算方法及存在的问题	245
2.1 我国能耗统计中的核算方法	245
2.2 目前能耗核算方法存在的问题	246
3 新的不同类型能源间的换算方法：等效电法	249
3.1 换算方法	249
3.2 应用实例	251
4 结论	252
参考文献	252