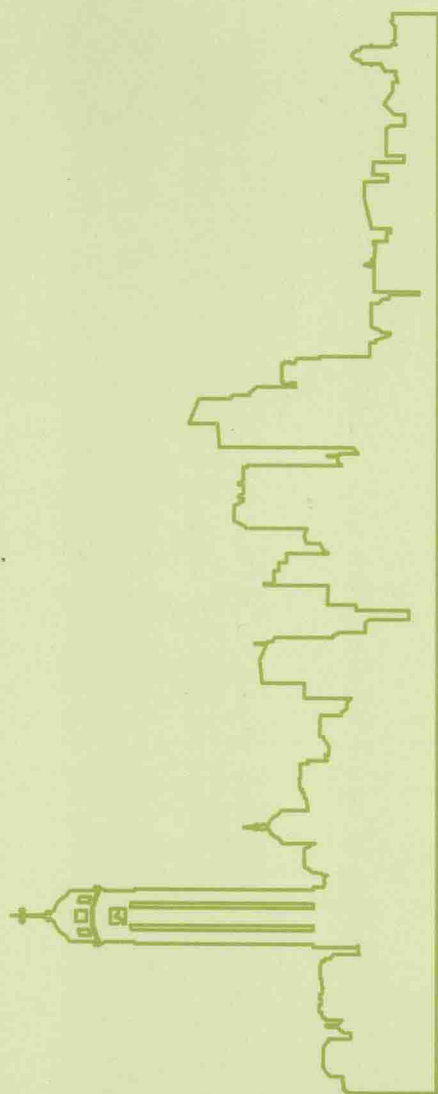


重庆

HANDBOOK FOR PUBLIC BUILDING ENERGY-EFFICIENT
CONSERVATION AND RENOVATION IN CHONGQING

既有公共建筑节能改造技术手册



董孟能 林学山 ⊙主 编

许志鹏 廖袖锋 姜 涵 ⊙副主编



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

重庆

HANDBOOK FOR PUBLIC BUILDING ENERGY-EFFICIENT
CONSERVATION AND RENOVATION IN CHONGQING

既有公共建筑节能改造技术手册

主 编 董孟能 林学山

副主编 许志鹏 廖袖锋 姜 涵

参加编写人员 (按姓氏笔画排序)

丁小猷	丁 勇	方学斌	王 聪	牛璐琳	邓瑛鹏
吕 刚	伍 华	许 磊	李清疆	何 丹	张 颜
林 沂	赵本坤	赵晓宇	徐全武	徐珍喜	高士伟
曹 岭	梁昌祝	覃积微	蔡年跃	潘立君	戴 博

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

重庆既有公共建筑节能改造技术手册/董孟能,林学山主编.—重庆:重庆大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5689-0125-3

I. ①重… II. ①董…②林… III. ①公共建筑—节能—技术改造—重庆—手册 IV. ①TU242-62
②TU111.4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第202055号

重庆既有公共建筑节能改造技术手册

主 编 董孟能 林学山

副主编 许志鹏 廖袖锋 姜 涵

策划编辑:王 婷

责任编辑:杨 敬 版式设计:王 婷

责任校对:邬小梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆共创印务有限公司印刷

*

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:24.75 字数:732千

2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-0125-3 定价:108.00元

内 容 简 介

本书阐述了既有公共建筑围护结构、供暖通风空调与生活热水供应系统、电气系统、照明系统、监测与控制系统等适宜的节能改造技术和产品,以及相对应的评价方法。建立了既有公共建筑节能潜力诊断和节能改造节能量核定方法,提出了完善的合同能源管理节能改造模式,介绍了重庆地区典型的办公、学校、酒店、医院建筑节能改造典型案例,总结了重庆市既有公共建筑节能改造经验并提出了思考和展望。

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、高校和研究机构以及项目管理部门、能源管理公司等部门参考,也可供建筑、建筑技术、暖通空调、电气、楼宇控制等专业的工程技术人员、咨询评估人员、高校师生等参考。

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

建筑节能是国家节能减排工作的重要组成部分,是推动新型城镇化建设健康发展和生态文明建设的一项重要举措。经过“十一五”“十二五”的努力,我国城镇新建民用建筑虽已全面执行建筑节能新标准,但既有建筑中不满足节能 50% 标准的民用建筑存量仍然很大。尤其是既有公共建筑,虽然建筑面积仅占城镇建筑总面积的 15% 左右,能耗总量却占建筑总用能量的 28%,平均单位面积能耗是其他建筑的 3~5 倍,节能潜力巨大。大力实施既有公共建筑节能成为当前和今后一段时期建筑节能工作的重点,对节约能源资源,改善人居环境,减少温室气体排放,促进城乡建设绿色、循环、低碳发展,具有十分重要的现实意义。

为充分挖掘公共建筑节能潜力,促进合同能源管理等市场机制在建筑节能领域发挥决定性作用。2011 年以来,住房和城乡建设部、财政部以开展公共建筑节能改造重点城市示范为抓手,着力推进既有公共建筑节能改造。

重庆作为首批公共建筑节能改造重点城市,为支撑示范工作,重庆市科委和重庆市城乡建委启动了重庆市科技惠民计划项目——既有建筑节能改造适宜技术应用与示范项目,对推动既有公共建筑节能改造管理、技术创新提供支撑。通过几年的努力,重庆率先在全国规模化采用“节能效益分享型”的合同能源管理模式,大力推进既有公共建筑节能改造,建立了由城乡建设主管部门监督管理、项目业主具体组织、节能服务公司负责实施、第三方机构承担改造效果核定和金融机构提供融资支持的公共建筑节能改造新模式,完成了 408 万 m^2 的公共建筑节能改造示范任务,并在公共建筑节能改造市场机制建立、管理体系建设、技术路线研究、激励措施制定和节能服务产业发展等方面取得了显著成效,为全国推动公共建筑节能改造走市场化发展道路进行了有益探索,积累了经验、增强了能力。

为系统展现既有公共建筑节能改造的市场机制、技术路线和效果核定等方面的实践成果,重庆在总结示范工程经验的基础上,编写了《重庆既有公共建筑节能改造技术手册》,从合同能源管理应用、节能诊断方法、节能量核定方法、围护结构节能改造、供暖通风空调与生活热水供应系统节能改造、电气系统节能改造、照明系统节能改造、能耗分项计量监测系统 8 个方面,提出了推动既有公共建筑节能改造的方式方法,详细介绍了节能改造的技术路线,列举了典型工程,是一本系统全面的既有公共建筑节能改造工具书,为从事建筑节能工作的管理和技术人员提供了一个了解和掌握既有公共建筑节能改造创新模式的渠道,具有很好的借鉴和参考意义。

希望相关从业人员结合工作实际,认真学习,勇于创新,创造性地推动既有公共建筑节能改造,为我国实现经济社会的可持续发展作出贡献。

住房和城乡建设部总工程师

陈宜明

2016 年 7 月

我国城乡既有建筑面积已超过 500 亿 m^2 , 由于历史原因, 近 70% 的建筑属于高耗能建筑, 既有建筑节能潜力巨大。推进既有建筑节能改造, 不仅能够有效降低建筑能耗, 减少全社会的运行成本, 而且可以极大提升老百姓生活舒适度, 实现建筑全生命周期内的低消耗和低排放, 这对实现经济社会低碳、绿色、节能发展具有重要现实意义和极大促进作用。相对于居住建筑, 公共建筑因其能耗总量大和用能强度高的特点, 被确定为实施既有建筑节能改造的重点对象。

2011 年 10 月, 重庆市被住房和城乡建设部、财政部列为全国首批公共建筑节能改造重点城市, 明确以政府办公建筑、文化教育建筑、医疗卫生建筑、商场建筑和酒店类建筑作为重点, 在全国率先利用合同能源管理模式实施了公共建筑节能改造示范工作。大规模地开展既有公共建筑节能改造, 在全国也是一项开创性、探索性的工作。为了保障重庆开展既有公共建筑改造示范工作的科学性、系统性和先进性, 确保节能改造实施质量, 针对改造示范工作中遇到的技术障碍和实际困难, 重庆市科委会同重庆市城乡建委在 2013 年专门启动实施了重庆市科技惠民计划项目——重庆市既有建筑节能改造适宜技术应用与示范项目, 为既有公共建筑节能改造示范工作提供了强大的智力支持。该项目设置了建筑节能改造技术集成评估平台及推广应用示范、建筑外围护结构与新能源技术集成与应用示范、空调系统能耗提升及运行管理技术集成与应用示范、建筑电气节能改造适宜技术应用与示范和基于物联网既有建筑能耗云监测技术应用与示范等 6 个课题并开展专题研究, 做到了课题研究工作与工程示范工作同步推动、共同促进, 取得了丰硕的研究成果, 为重庆超额完成既有公共建筑节能改造面积 400 万 m^2 , 改造后公共建筑节能率达 20% 以上的重点城市示范目标任务提供了坚强有力的技术指导。这些研究成果不仅是重庆创造性地开展既有公共建筑节能改造示范工作成功经验的结晶, 更是为重庆乃至全国今后全面推动既有公共建筑的节能改造工作提供了可以借鉴的宝贵经验和重要参考。为此, 本项目主要承担单位和其主要研究人员在对课题研究成果和重点城市示范工作进行全面梳理、系统总结的基础上编写了这本《重庆既有公共建筑节能改造技术手册》, 以期为推动我国既有建筑节能改造工作作出应有的贡献。

本书内容分为三部分。第一部分为管理篇, 主要介绍了既有公共建筑改造的管理和技术要求, 内容体现在本书第 1—4 章中。第二部分为技术篇, 主要介绍了既有建筑节能改造的具体技术措施, 内容体现在本书第 5—9 章中。第三部分为案例篇, 主要介绍了五大类典型公共建筑项目实施节能改造的案例, 内容体现在本书第 10—15 章中。

本书由董孟能、林学山同志担任主编, 许志鹏、廖袖锋、姜涵同志担任副主编, 由董孟能、林学山、许志鹏同志负责统稿。本书写作的具体分工: 第 1 章由重庆市城乡建设委员会董孟能、何丹编写; 第 2 章由重庆市合川区建设工程质监站廖袖锋, 重庆鼎信建设监理有限公司梁昌祝编写; 第 3 章由重庆电子工程职业学院林学山, 重庆市设计院姜涵编写; 第 4 章由重庆大学丁勇, 重庆市建设技术发展中心赵本坤编写; 第 5 章由重庆市绿色建筑技术促进中心丁小猷、李清疆、邓瑛鹏, 重庆瑞其建筑节能科技发展有限公司徐全武, 重庆博诺圣科技发展有限公司王聪、伍华编写; 第 6 章由同方泰德国际科技(北京)有限公司牛璐琳、潘立君、赵晓宇编写; 第 7 章由重庆电子工程职业学院林学山, 同方泰德国际科技(北京)有限公司高士伟, 重庆世博电子信息工程有限公司蔡年跃、吕刚编写; 第 8 章由重庆市科学技术委员会许志鹏, 重庆电子工程职业学院林学山、许磊编写; 第 9 章由重庆领鑫安科技有限公司覃

积微,重庆鼎信建设监理有限公司梁昌祝编写;第10章由重庆市城乡建设委员会何丹、董孟能编写;第11章由重庆电子工程职业学院林学山,重庆市设计院姜涵、戴博编写;第12章由重庆市绿色建筑技术促进中心邓瑛鹏,同方泰德国际科技(北京)有限公司张颜、徐珍喜,重庆电子工程职业学院林学山编写;第13章由重庆电子工程职业学院林学山,同方泰德国际科技(北京)有限公司张颜、徐珍喜编写;第14章由重庆市合川区建设工程质监站廖袖锋,同方泰德国际科技(北京)有限公司林沂,重庆领鑫安科技有限公司曹岭编写;第15章由重庆市科学技术委员会许志鹏,重庆世博电子信息工程有限公司方学斌编写。重庆大学刘宪英教授对本书进行了审阅,提出的修改意见对本书提升质量起到了重要作用。衷心感谢住房和城乡建设部总工程师陈宜明同志在百忙之中审阅书稿并欣然为本书撰写序言,这既是对重庆开展既有公共建筑节能改造示范工作的肯定,更是对课题组和本书编写人员的极大鼓励和鞭策。

本书的编写过程中,始终得到重庆市城乡建设委员会和重庆市科学技术委员会领导的指导,得到了美国能源基金会赠款项目——“重庆市既有公共建筑节能改造效果评估和市场化机制创新研究”(G—1506—23332)的资助,得到了相关既有公共建筑节能改造示范建设单位、设计单位和技术咨询机构的大力支持,还参考了市内外建筑节能改造相关的文献资料,在此一并表示感谢!

由于时间仓促和作者水平有限,书中遗漏和不足之处在所难免,敬请广大读者批评、指正。

编 者

2016年6月



目 录

CHONGQING JIYOU GONGGONG JIANZHU
JIE NENG GAIZAO JISHU SHOUCE

第1章 概述	1
1.1 建筑节能发展概况	1
1.2 既有建筑节能的主要内容	3
1.3 重庆推动既有公共建筑节能改造的思路	5
第2章 合同能源管理在既有公共建筑节能改造中的应用	8
2.1 合同能源管理概论	8
2.2 合同能源管理在既有公共建筑节能改造中应用的工作流程	11
2.3 合同能源管理项目标准合同	14
2.4 合同能源管理项目各方主体的责任	16
2.5 合同能源管理项目全过程的风险识别与防范	19
2.6 合同能源管理在既有公共建筑节能改造中应当注意的问题及建议	23
第3章 节能诊断方法	26
3.1 节能诊断主要内容及流程	26
3.2 建筑能耗分析	28
3.3 建筑能源管理	28
3.4 建筑耗能系统及设备效率评价	29
3.5 诊断报告的编写	35
第4章 节能量核定方法	37
4.1 国际常用节能效果测量方法	37
4.2 国家标准中节能量测量和验证方法	44
4.3 重庆地区节能量核定办法	46
4.4 各节能量核定方法综合对比	49
第5章 围护结构节能改造	52
5.1 概述	52
5.2 主要技术	53
第6章 供暖通风空调与生活热水供应系统节能改造	101
6.1 概述	101
6.2 集中空调	104
6.3 房间空调器与单元式空气调节机	122
6.4 生活热水供应系统	126

第7章 电气系统节能改造	129
7.1 供配电节能技术	129
7.2 电梯节能改造	163
7.3 节能插座节能改造	171
7.4 厨房节能改造技术	174
第8章 照明系统节能改造	179
8.1 概述	179
8.2 光源	180
8.3 照明控制	182
8.4 灯具	183
第9章 能耗分项计量监测系统	186
9.1 节能原理	186
9.2 分项计量系统组成及主要技术	186
9.3 分项计量系统设计	196
9.4 分项计量系统安装及验收	199
第10章 重庆市公共建筑节能改造案例综述	203
10.1 项目概况	203
10.2 公共建筑节能改造技术	204
10.3 公共建筑节能改造效果	208
10.4 公共建筑节能改造技术经济分析	210
第11章 政府办公建筑工程案例	217
11.1 案例1:重庆市工商局办公楼	217
11.2 案例2:江北行政服务中心主楼办公楼	223
第12章 文化教育建筑工程案例	231
12.1 案例1 重庆市渝北职业教育中心	231
12.2 案例2:重庆工商大学	235
第13章 商场建筑工程案例	238
13.1 案例1:重庆百货大楼股份有限公司沙坪商场	238
13.2 案例2:重庆市日月光购物中心	243
第14章 酒店类建筑工程案例	247
14.1 案例1:扬子岛酒店	247
14.2 案例2:云阳两江假日酒店	250
第15章 医疗卫生建筑工程案例	255
15.1 案例1:江津区中医院	255

15.2 案例 2:重庆医科大学第二附属医院	260
附录	265
附录 A 合同能源管理项目参考合同	265
附录 B 重庆市公共建筑节能改造节能量核定办法	272
附录 C 重庆市公共建筑节能改造应用技术规程	316
参考文献	382

第1章 概述

1.1 建筑节能发展概况

1.1.1 建筑节能的概念

建筑节能概念始于 20 世纪 70 年代。1973 年,欧佩克国家对美国实施石油禁运,世界石油危机爆发,促使发达国家采取各种措施节约能源,建筑节能首次被提出。但随着人们对节约能源与满足舒适和健康要求之间关系认识的不断深入,建筑节能的内涵在不断变化,已经历了 4 个发展阶段:第一阶段,建筑节能的目标被锁定为节约用能、限制用能,抑制建筑能耗的增长。第二阶段,提出在总能耗基本不变的情况下,满足人们对健康、舒适的要求。第三阶段,要求用最小代价和最小能耗来满足人们的合理需求,提高建筑能源利用效率。第四阶段,将建筑节能放在可持续发展战略的背景下考虑,提出了可持续建筑、绿色建筑、生态建筑等理念。

现通常所指建筑节能为:在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下,在建筑物的规划、设计、建造和使用过程中采用节能型的建筑技术和材料,降低建筑能源消耗,合理、有效地利用能源的活动。这里的建筑能耗是指建筑在使用过程中的能耗,主要包括供暖、通风、空调、照明、炊事燃料、家用电器和热水供应等能耗。其中,以供暖和空调能耗为主。

1.1.2 建筑节能的发展现状

1) 全国建筑节能的发展情况

经过“十一五”“十二五”的努力,全国城镇新建建筑全面执行节能强制性标准,截至 2014 年,累计建成节能建筑面积 105 亿 m^2 ,约占城镇民用建筑面积的 38%,共形成 1 亿吨标准煤节能能力。大力推进绿色建筑发展,截至 2014 年,全国累计推广绿色建筑面积 3.78 亿 m^2 ,共有 2 559 个项目获得了绿色建筑评价标识,总建筑面积超过 2.8 亿 m^2 。到“十二五”末,全国累计推广绿色建筑面积超过 10 亿 m^2 。同时,实施了 8 个国家级绿色生态城区的建设,开始探索绿色生态城区的绿色化运营。稳步推进既有居住建筑节能改造,“十二五”前 4 年北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造累计完成改造面积 8.3 亿 m^2 ,夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造累计完成改造面积 7 090.58 万 m^2 。加强公共建筑节能监管体系建设,截至 2014 年,全国累计完成公共建筑能源审计 12 900 余栋,对 13 000 余栋建筑能耗情况进行了公示,在 33 个省(区、市)建设公共建筑能耗动态监测平台,对 7 400 余栋建筑进行了能耗动态监测。推动高能耗公共建筑节能改造,全国完成公共建筑节能改造面积 3 927.5 万 m^2 。开展了 97 个可再生能源建筑应用示范城市和 198 个示范县的建设,截至 2014 年年底,全国城镇太阳能光热应用面积 27 亿 m^2 ,浅层地能应用面积 4.6 亿 m^2 ,太阳能光电建筑装机容量达到 2 500 兆瓦。到“十二五”期末,建筑节能实现节约 10.6 亿吨标准煤的目标任务,建筑用能增速慢于总能耗增速,建筑用能刚性增长趋势得到缓解。

2) 重庆建筑节能的发展情况

重庆地处夏热冬冷地区,气候特点是夏季高温闷热,冬季潮湿阴冷,居住舒适度差。随着重庆经济社会的高速发展,老百姓对居住舒适性的要求不断提高,自发改善居住热环境的意愿很强,建筑能源需求刚性增长压力仍然巨大。

重庆建筑节能工作从 1998 年开始积极推进,大致可分 3 个阶段。

第一阶段:从 1998 年至 2003 年,工作以开展试点、示范、研发建筑节能技术和发展建筑节能产

业、编制建筑节能标准为主,主要是建筑节能技术措施的建立和完善阶段。

第二阶段:从2004年至2007年,工作以研究制定推动建筑节能的政策措施,加强建筑节能实施监管为主,主要是建筑节能政策措施的建立和完善阶段。

第三阶段:从2008年至今,工作以贯彻执行《重庆市建筑节能条例》《民用建筑节能条例》为重点,是依法全面实施建筑节能的阶段。

经过这3个阶段近20年,特别是“十二五”的努力,重庆建筑节能事业取得了长足发展。“十二五”期间,我市先后承担了可再生能源建筑应用示范城市、公共建筑节能监管体系建设、公共建筑节能改造重点城市和绿色生态城区的国家示范建设任务,在夏热冬冷地区乃至全国创造了多个率先,圆满完成了国家明确的主要目标任务,为加快推进建筑节能奠定了基础。主要体现在以下方面。

(1) 新建建筑节能成效显著

实施了从初步设计建筑节能专项审查到建筑能效测评全过程的新建建筑节能闭合监管制度,推动新建城镇建筑严格执行节能强制性标准,设计和施工阶段节能强制性标准执行率均达到100%,新增节能建筑面积约2.98亿 m^2 ,累计建成节能建筑面积约4.44亿 m^2 。其中,主城中心区新建居住建筑继续全面执行节能65%的更高水平节能设计标准,新建建筑节能水平显著提升。

(2) 绿色建筑全面发展

从单体建筑、住宅小区和城区3个层面,按照激励引导和强制推广相结合,先主城后远郊、先公共建筑后居住建筑的工作思路,积极推进绿色建筑建设和发展。率先在全国推动建立涵盖绿色建筑设计、施工、验收和运行评价的全寿命周期的基础标准体系,并把国家一星级绿色建筑的技术要求作为强制性条文纳入现行公共建筑节能设计标准、施工及质量验收规程中予以全面实施,落实了地方财政对高星级绿色建筑项目的资金补助政策,建立了绿色建筑工作体系,被国家绿建委确定为西南绿色建筑推广示范基地。“十二五”期间,重庆累计组织实施绿色建筑近3100万 m^2 和绿色生态住宅小区3800余万 m^2 ,推动悦来生态城创建了国家首批绿色生态城区,2015年年末绿色建筑在新建城镇建筑中的比例达到21.6%,逐步实现节能建筑向绿色建筑的跨越。

(3) 既有建筑节能改造扎实推进

重庆于2012年建成国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管平台,通过安装建筑能耗分项计量装置,实现对356栋重点公共建筑能耗的实时监测;积极推动高等院校节能型校园建设,建成重庆文理学院、长江师范学院等6所国家级节约型校园。并以此为基础,以医疗卫生建筑、商场建筑和宾馆饭店建筑为重点,在全国率先利用合同能源管理模式推进公共建筑节能改造,超额完成400万 m^2 的国家公共建筑节能改造重点城市建设任务。与此同时,重庆还结合旧城综合改造和城市市容整治,推动近500万 m^2 具备条件的既有居住建筑同步更换节能门窗和采用围护结构保温隔热措施,有效改善了改造项目的居住环境品质。

(4) 可再生能源建筑应用规模逐步扩大

着力打造全国可再生能源建筑应用示范城市,巫溪、云阳全国可再生能源建筑应用示范县,木洞全国可再生能源建筑应用示范镇和全国可再生能源建筑应用集中连片示范区“三级示范”,采用特许经营权的方式推动包括江北嘴CBD、弹子石CBD江水源热泵项目等集中连片示范区建设,共推动建设了900余万 m^2 的可再生能源建筑应用项目,已可为近600万 m^2 建筑供冷、供热,节能减排效益显著。在工程示范的基础上,建立起涵盖地表水水源热泵技术评估、设计、验收、运行管理等各个环节的较完善的标准体系,在系统性和完整性方面填补了国内空白,建立了长江上游地区开展地表水水源热泵推广应用的支撑体系。

(5) 绿色建材产业不断壮大

建立了限制、禁止使用落后技术通告和建筑节能技术性能认定公告制度,对54项落后建筑材料、产品、技术和工艺作出了限制或禁止使用的规定,推广新技术103项、节能技术45项、绿色建材21项,并将1400余项建筑节能技术纳入了备案管理。强化技术创新,在建筑节能技术集成、绿色建筑技术

创新、人居环境改善等方面取得了一系列具有自主知识产权、技术指标达到国内领先水平的技术成果,申报国家专利 50 余项,获得全国绿色建筑创新奖 4 项、省部级科技进步奖 13 项。率先在全国建立了墙体自保温和建筑保温隔热板材应用技术体系,积极推动墙体自保温、自然采光、自然通风、遮阳等适宜技术的广泛应用。大力推进墙材革新,培育形成以烧结页岩空心砌块、蒸压加气混凝土砌块、混凝土空心砌块为主的具有地方特色的新型节能墙材产业。着力开展产业化示范,培育建筑节能与绿色建筑产业基地 30 个,既为实施建筑节能提供了物质支撑,又引导传统建材产业实现了升级换代,逐步成为促进地方经济发展新的增长点。

1.1.3 建筑节能在生态文明建设中的地位

从发展趋势看,“十三五”时期,随着工业化、城镇化进程加快和能源消费结构持续调整升级,我国建筑能源资源需求刚性增长趋势不会改变,而且,如何提高能源资源利用效率、降低能源资源消耗强度,用更少的能源资源消耗满足人民群众对生活品质的追求是必须面对的问题。从发展水平看,我国建筑节能与绿色化水平还不高,新建建筑能效标准较发达国家偏低,标准执行质量有待加强,既有建筑改造存量依然巨大,可再生能源建筑应用量占建筑用能比重较少,与我国快速增长的建筑用能需求以及调整用能结构的迫切要求差距较大。在面临诸多挑战的情况下,国家高度重视建筑节能与绿色建筑工作,要求牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,把生态文明全面融入城镇化进程,着力推进城乡建设领域的绿色、循环、低碳发展。建筑节能已成为践行绿色发展理念,在新型城镇化进程中推进生态文明建设的重要体现。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》,党中央、国务院印发的《关于加快推进生态文明建设的意见》《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》以及国务院《关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》都将建筑节能与绿色建筑作为新型城镇化建设和节能城市发展的优先主题和发展重点,明确了“提高建筑节能标准,推广绿色建筑和建材,发展被动式房屋等绿色节能建筑。着力实施既有建筑节能改造,推动可再生能源建筑应用”等工作目标和任务。按照国家要求,“十三五”建筑节能工作需从多方面入手:一是严格新建建筑的能耗强度,城镇新建民用建筑严格执行节能标准,全面发展绿色建筑;二是加强既有建筑节能改造,提升既有建筑品质,降低存量建筑能耗;三是推进可再生能源的建筑规模化应用,改善建筑用能结构;四是推行绿色建材标识制度,促进建筑材料绿色化水平的提升,引导关联产业节能降耗;五是加强节能体制机制建设,创造更好的发展环境和发展模式。

1.2 既有建筑节能的主要内容

1.2.1 既有建筑的能耗现状和节能潜力分析

2012 年,我国建筑总量已达到 558 亿 m^2 ,建筑运行能耗 7.5 亿吨标准煤,相比于 2001 年增加量超过 1 倍,约占全社会终端总能耗的 21%。欧美发达国家建筑能耗增长的规律显示,我国在 2030 年初步完成城镇化进程后,建筑能耗将占到社会能源消费总量的 1/3 左右。结合社会经济发展和建筑节能工作开展情况看,建筑能耗发展还呈现以下特点:一是北方城镇供暖能耗总量上升,但用能强度下降。2013 年北方城镇供暖能耗 1.8 亿吨标准煤,较 2001 年能耗总量增加了约 50%,平均单位面积供暖能耗从 2001 年的 22.8 kgce/m^2 ,降低到 2013 年的 15.1 kgce/m^2 。二是公共建筑能耗总量与用能强度持续增加。主要表现为,公共建筑面积增长快速,由 2006 年的 34.7 亿 m^2 ,迅速增长到 2012 年的 85.6 亿 m^2 ,年均增长 9%。特别是建筑面积 2 万 m^2 以上的高耗能的大型公共建筑占公共建筑面积的比例持续上升,由 2006 年的 4.7% 增加到 2012 年的 11.8%。同时,公共建筑服务水平普遍提高,各类终端用能设备(空调、通风、照明等)数量和种类不断增加,单位建筑面积能耗从 2001 年的 16.5 kgce/m^2 ,增长到 2012 年的 21.9 kgce/m^2 ,能耗强度增长 33%,能耗总量增长近 1.6 倍。以重庆为例,根据对 1 577 栋建筑的能耗统计、541 栋建筑的能源审计分析,一般性非住宅民用建筑(办公室、中

小型商店、学校等)能耗,主要是照明、空调和办公室电器等,年用电量在 $20 \sim 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,占民用建筑总能耗的 $14\% \sim 16\%$;大型公共建筑(高档写字楼、星级酒店、大型购物中心等)能耗,此部分建筑总面积不足民用建筑总面积的 5% ,但单位面积年用电量高达 $100 \sim 300 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。因此,总用电量占民用建筑总用电量的 30% 以上,此部分建筑能耗占民用建筑总能耗的 $12\% \sim 14\%$,是非常值得关注的部分。三是住宅建筑能耗总量与用能强度增长。主要是由于近年来城镇家庭的生活水平不断提高,家用空调、生活热水等家用电器的数量明显增加,同时室内环境要求及生活热水需求明显提高。

而“十一五”之前,新建建筑执行节能标准的比例较低,非节能建筑的存量较高,建筑中不满足节能 50% 标准的民用建筑存量很大,普遍存在保温隔热性能差,暖通空调、照明等设施、设备运行效率低,室内热舒适度不佳,供暖供冷矛盾突出等问题,节能改造潜力巨大。特别是既有公共建筑,根据统计结果,其照明系统改造后的能耗下降一般可以达到 50% ,空调系统的能耗下降为 $10\% \sim 30\%$,电梯用电能耗单项下降可以达到 10% ,水资源消耗降低为 $20\% \sim 30\%$,锅炉能耗下降可以达到 $10\% \sim 15\%$ 。根据已改造项目实际运行数据分析结果表明,商业(商场)建筑年能耗为 $250 \text{ kWh}/\text{m}^2$ 左右,对照明、空调系统实施以上内容节能改造,一般投入在 $100 \sim 150 \text{ 元}/\text{m}^2$,节能率可达到 $20\% \sim 30\%$,按商业电价 $0.828 \text{ 元}/\text{度}$ 计算,在有财政补助资金支持的情况下,投资回收期为 $3 \sim 5$ 年;政府办公建筑、学校建筑用能系统相对简单,对照明及空调系统实施改造,一般投入在 $70 \text{ 元}/\text{m}^2$ 左右,节能率可达到 $20\% \sim 30\%$,政府办公建筑电价为 $0.828 \text{ 元}/\text{度}$,学校建筑电价为 $0.525 \text{ 元}/\text{度}$,在有财政补助资金支持的情况下,这两类建筑投资回收期分别为 $6 \sim 8$ 年。据测算,今后的十年内,我国估计至少有约 130 亿 m^2 需要进行节能改造,按 $200 \text{ 元}/\text{m}^2$ 计算,有 2.6 万亿元的市场份额。其中,相对于居住建筑,公共建筑具有业主相对单一、节能潜力巨大的特点,使公共建筑具备市场化为主推进节能改造的基础条件。

1.2.2 既有建筑节能改造的工作现状

既有建筑节能改造,是指对不符合民用建筑节能强制性标准的既有建筑的围护结构、供暖通风空调系统、电气系统、照明系统和生活热水供应系统等实施节能改造的活动。

1) 既有建筑节能改造依据

《节约能源法》(主席令第77号)、《民用建筑节能条例》(国务院令第530号)均对既有建筑节能改造作出明确的规定。特别是《民用建筑节能条例》设专章对既有建筑节能改造的原则、内容、政府责任、改造重点和经费来源等进行了明确,为依法推动既有建筑改造提供了充分的政策依据。

既有建筑节能改造应当根据当地经济、社会发展水平和地理气候条件等实际情况,有计划、分步骤地实施分类改造(《民用建筑节能条例》第二十四条)。同时应当满足下列要求:一是建筑围护结构改造应当与用能系统改造同步进行;二是符合建筑节能强制性标准要求;三是充分考虑采用可再生能源;四是优先采用遮阳、改善通风等低成本改造措施;五是对公共建筑进行节能改造,还应当安装室内温度调控装置和用电分项计量装置。(《节约能源法》第四十条和《民用建筑节能条例》第四条、第二十八条、第二十九条)

县级以上地方人民政府建设主管部门应当对本行政区域内既有建筑的建设年代、结构形式、用能系统、能源消耗指标、寿命周期等组织调查统计和分析,制订既有建筑节能改造计划,明确节能改造的目标、范围和要求,报本级人民政府批准后组织实施。(《节约能源法》第三十四条、《民用建筑节能条例》第二十五条)

国家机关办公建筑、政府投资和以政府投资为主的公共建筑的节能改造,应当制定节能改造方案,经充分论证,并按照国家有关规定办理相关审批手续方可进行。居住建筑和前款所述以外的其他公共建筑不符合民用建筑节能强制性标准的,在尊重建筑所有权人意愿的基础上,可以结合扩建、改建,逐步实施节能改造。(《民用建筑节能条例》第二十六条、第二十七条)

国家机关办公建筑的节能改造费用,由县级以上人民政府纳入本级财政预算。居住建筑和教育、科学、文化、卫生、体育等公益事业使用的公共建筑节能改造费用,由政府、建筑所有权人共同负担。国家鼓励社会资金投资既有建筑节能改造。(《民用建筑节能条例》第三十条)县级以上人民政府应

当安排民用建筑节能资金,用于支持既有建筑围护结构和供热系统的节能改造;政府引导金融机构对既有建筑节能改造等项目提供支持。(《民用建筑节能条例》第八条)

与此同时,住房城乡建设部还发布了《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 和《既有居住建筑节能改造技术规程》JGJ/T 129,为实施既有建筑节能改造提供了技术保障。

2) 全国既有建筑节能改造推进情况

按照国务院《关于印发“十二五”节能减排综合性工作方案的通知》(国发〔2011〕26号)提出的“北方供暖地区既有居住建筑供热计量和节能改造4亿 m^2 以上,夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造5000万 m^2 ,公共建筑节能改造6000万 m^2 ”的目标任务,“十二五”以来各地以法律、法规和技术标准为依据,着力推进既有建筑节能改造工作。北方供暖地区已于2013年提前2年完成国务院提出的4亿 m^2 的改造任务,夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造也稳步推进,取得了显著成效。特别是为进一步解决大型公共建筑能耗水平高、增长势头猛、能效提升缓慢等问题,充分挖掘公共建筑节能潜力,促进能效交易、合同能源管理等市场机制在建筑节能领域发挥决定性作用。2011年住房城乡建设部、财政部印发《关于进一步推进公共建筑节能工作的通知》(财建〔2011〕207号),正式启动公共建筑节能改造,并确定天津、重庆、深圳、上海为首批重点城市开展公共建筑节能改造工作。截至2014年,重点城市建设试点工作共落实节能改造任务1472万 m^2 ,占改造任务量的92%,平均节能率20%以上。2015年财政部、住房城乡建设部又启动了青岛、济南、福州、厦门、西宁等8个公共建筑节能改造重点城市的示范,着力推进既有公共建筑节能改造。

1.3 重庆推动既有公共建筑节能改造的思路

1.3.1 基本情况

重庆是住房和城乡建设部和财政部确定的首批公共建筑节能改造重点城市,建设目标是完成改造的公共建筑面积不少于400万 m^2 ,公共建筑单位面积能耗下降20%以上。截至2015年年底,重庆引导社会资金投入近3亿元,共完成99个共计408万 m^2 的既有公共建筑节能改造示范项目,改造建筑类型主要涵盖政府办公建筑、商场、医院、学校和酒店5大类。节能改造内容主要包括照明插座系统、空调系统、动力系统、分项计量、生活热水系统、供配电系统、特殊用能系统和围护结构等。经节能量核定机构审核,9%的项目改造后节能率在10%~20%,84%的项目节能率达到20%~25%,7%的项目节能率超过25%。示范项目总节约电量约为7130万 $\text{kW}\cdot\text{h}$,折合标煤2.85万t,减排7.11万 tCO_2 ,节能效果显著。示范项目节能率分布如图1.1所示。

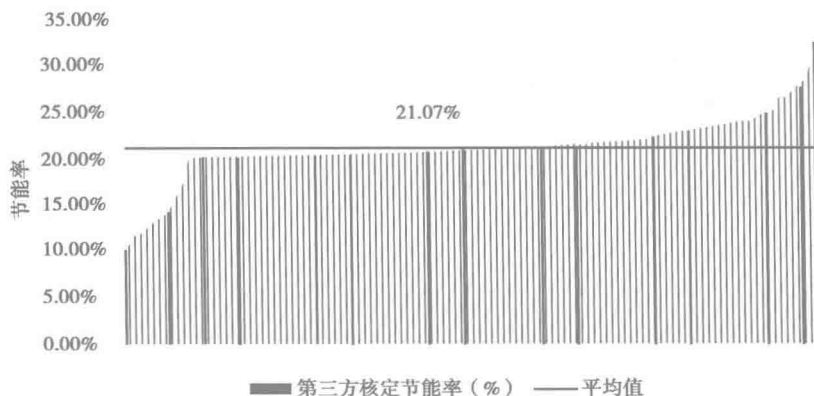


图 1.1 重庆市公共建筑节能改造示范项目节能率分布

1.3.2 技术思路

重庆市基于本地的气候特征、建筑耗能特点及经济社会条件,通过对公共建筑能耗统计、能源审

计、能耗动态监测等措施积累的能耗数据进行分析,在改造技术路线选择上确定了“技术适用优先”“成本最低优先”“见效最快优先”的三优先原则,逐步形成了以节能率 20% 为目标的节能改造技术体系,并采用合同能源管理模式实施既有建筑节能改造。公共建筑节能改造技术思路如图 1.2 所示。

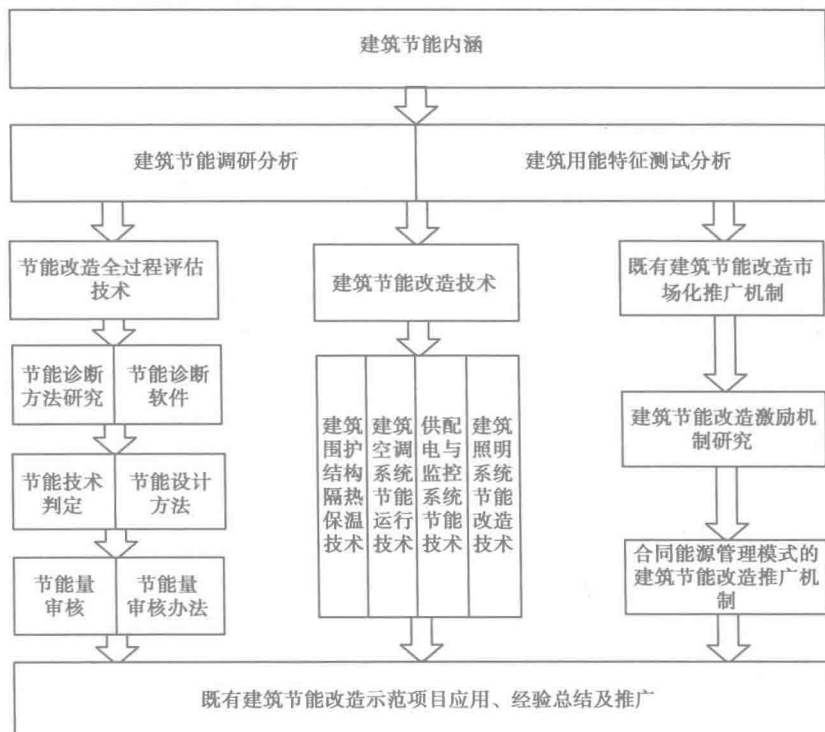


图 1.2 公共建筑节能改造的技术路线图

1.3.3 市场化模式创新

重庆率先在全国规模化采用“节能效益分享型”的合同能源管理模式实施既有公共建筑节能改造项目,积极探索建立了由城乡建设主管部门监督管理、项目业主具体组织、节能服务公司负责实施、第三方机构承担改造效果核定和金融机构提供融资支持的公共建筑节能改造市场化推进模式。具体做法包括以下两个方面。

1) 发挥政府职能作用,完善体制机制

一是加强组织机构建设。专门成立由重庆市城乡建委、财政局牵头,机关事务管理局、统计局、国土房管局、商委、国资委、旅游局等有关部门参加的工作小组,发挥相关部门职能作用,统筹协调解决工作中遇到的困难和问题。二是完善配套政策体系。出台《重庆市公共建筑节能改造重点城市示范项目管理暂行办法》,明确了重点城市示范项目申报、实施、监管、验收等方面要求。编制合同能源管理实施节能改造的标准合同文本,规范建筑业主与合同能源管理公司间的市场行为。三是强化财政政策创新。重庆市地方财政与中央财政资金按 1:1 比例足额配套,并对财政政策进行了优化,突出了资金引导作用,一方面,实行资金补助标准与节能率挂钩政策,单位建筑面积能耗下降 25%(含)以上的,按 40 元/ m^2 进行补助,单位建筑面积能耗下降 20%(含)至 25%的,按 35 元/ m^2 进行补助,能耗下降比例高于 10%、低于 20%的改造项目,按 17.5 元/ m^2 进行补助,低于 10%(含)的不予拨付补助。另一方面,对采用合同能源管理模式实施的改造项目,补助资金按 8:2 的比例拨付给合同能源管理公司和建筑使用权人。这一政策优化,保证了改造项目的节能效果,并调动了各方主体的改造意愿,有力撬动了节能改造市场。四是完善地方技术标准体系。重庆市建委结合本地气候条件等特点,编制了地方《公共建筑节能改造应用技术规程》。将“既有建筑节能改造适宜技术应用与示范”项目纳入重庆市科技惠民计划重点项目实施,进一步加强对经济适用节能改造技术的集成、创新和示范推广。

力度,为今后系统推广应用提供支持。五是实行全过程质量控制。建立改造项目初审制度,在改造项目完成节能诊断以及节能改造技术方案和施工图设计后,纳入专家会审程序。建立专家会审制度,组织专家对申报项目改造技术方案以及施工图设计进行评审,评审通过后列为示范项目,确保改造技术方案的可行性、操作性。建立节能量核定制度,在示范项目施工完毕并通过验收后,委托节能量核定机构对实际改造面积进行核定,按照核定的实际改造面积以及单位建筑面积能耗下降 20%(含)至 25%的补助标准,拨付 50%的补助租金;在示范项目通过验收且不少于 3 个月的试运行后,由节能量核定机构对示范项目节能率进行核定,并按照核定的实际改造面积和节能率,核算并拨付剩余补助资金,确保示范项目改造质量与节能效果。

2) 利用市场机制,激发市场活力

一是全面推行合同能源管理机制。重庆市在纳入改造计划并申请财政补助资金的公共建筑节能改造示范项目中全面推广合同能源管理模式。一方面,由于合同能源管理公司具备专业的技术力量,全过程参与改造,可以有效保证改造的质量,另一方面,合同能源管理公司投入资金进行改造,负责改造后的运行管理,并采用节能效益分享方式获得资金回报,确保了节能改造效益的持续稳定发挥。二是积极搭建融资平台。2011 年 6 月,重庆市政府与清华同方、重庆银行三方签订战略合作协议,约定由清华同方投资 10 亿元,重庆银行为其授信 20 亿元,运用合同能源管理模式对重庆市既有公共建筑进行节能改造,政府财政补助资金优先扶持,形成了“政府—企业—银行”三位一体的融资平台。这一平台整合了政府、企业与金融机构的优势力量,实现了资金优化配置与融资信用的放大升级,有效解决了节能改造的融资问题。三是基于市场机制解决项目来源问题。重庆市公共建筑节能改造项目通过行政与市场两个渠道征集,其中通过市场渠道征集的项目占全部改造项目的 2/3 以上,并呈现出持续增长的趋势。主要由合同能源管理公司通过竞争性谈判机制,与公共建筑业主自由接洽,通过前期节能诊断、节能潜力分析等措施,对是否实施改造、改造技术方案和节能效益分享方案等协商达成一致并签订协议,再向重庆市城乡建委申请列入改造计划。此类项目由于各方主体意愿统一,利益趋向一致,实际市场运行效果良好。四是建立规范高效的市场运行机制。对向改造项目提供节能诊断、设计、融资、改造、运行管理等服务的节能服务公司以及从事建筑节能诊断、技术咨询和设计等节能服务的单位,由市建委、市财政局通过专项备案的方式进行动态监管。对节能量核定机构,由重庆市城乡建委、市财政局公开择优选聘,并依照有关办法承担改造项目能耗基础数据及节能改造效果的核定工作,多家机构合理竞争。同时,对核定质量进行互审,有效防止核定机构的垄断及与业主或合同能源管理公司间形成交易,保证了服务质量。对实施改造的公共建筑业主单位,给予财政专项补助资金,用于建立完善节能管理制度、加强节能管理、有关设备运行维护等方面,保证改造后持续稳定产生节能效益。

第2章 合同能源管理在既有公共建筑节能改造中的应用

2.1 合同能源管理概论

2.1.1 合同能源管理的概念

20 世纪 70 年代能源危机时期,美国、加拿大等发达国家的公司和政府部门,探索新的有效的方式对他们的生产设施和办公建筑进行节能改造,以降低因能源价格上涨所造成的损失。合同能源管理(以下简称 EPC)就是在这一背景下出现的。EPC 的基本概念是指节能服务公司(以下简称 ESCo)与用能单位以契约形式约定节能项目的节能目标,ESCO 为实现节能目标向用能单位提供必要的服务,用能单位以节能效益支付 ESCo 的投入及其合理利润的节能服务机制。

EPC 的实质是一种以节约的能源费用来支付节能项目全部成本的节能改造投资方式。这种节能投资方式允许用户用未来的节能收益为工厂和设备升级,以降低目前的运行成本,如图 2.1 所示。在传统的节能投资方式中,节能项目的所有风险和盈利都由实施节能投资的企业承担。而在 EPC 方式中,一般不要求企业自身对节能项目进行大笔投资。

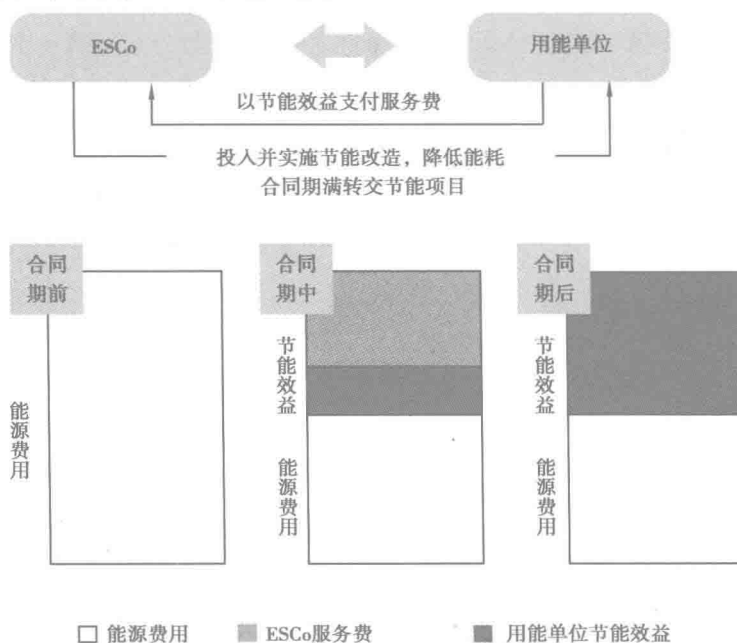


图 2.1 EPC 示意图

ESCO 是市场经济下的节能服务商业化实体,在市场竞争中谋求生存和发展,与传统的实施节能项目的方式相比,EPC 机制具有以下特点。

(1) 商业化的运作模式

基于 EPC 机制运作的是完全商业化的专业性 ESCo,通过为用能单位实施节能项目并分享项目实施后的节能效益来赢利和滚动发展,与我国从属于地方政府的节能服务中心有根本性的区别。

(2) 资源的高度整合能力

ESCO 为用能单位提供集成化的节能服务和总体的节能解决方案。ESCO 不是银行,但可以为节