

ENERGY CONSUMPTION CONTROL
STRATEGY OF CIVIL BUILDINGS

中国民用建筑 能耗总量控制策略

——民用建筑节能顶层设计

住房和城乡建设部标准定额研究所 编著

中国建筑工业出版社

中国民用建筑能耗总量控制策略

——民用建筑节能顶层设计

住房和城乡建设部标准定额研究所 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国民用建筑能耗总量控制策略——民用建筑节能顶层设计/住房和城乡建设部标准定额研究所编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 5

ISBN 978-7-112-18763-8

I. ①中… II. ①住… III. ①民用建筑-建筑能耗-控制-策略-中国 IV. ①TU24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 279269 号

责任编辑: 阚 茜

责任设计: 李志立

责任校对: 张 颖 刘 钰

中国民用建筑能耗总量控制策略 ——民用建筑节能顶层设计

住房和城乡建设部标准定额研究所 编著

*

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

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 字数: 248 千字

2016 年 2 月第一版 2016 年 2 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-18763-8
(28044)

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)

指 导 委 员 会

主 任：赖 明

副 主 任：杨 榕 田国民 曾少华

委 员：武 涌 李 铮 梁俊强 张福麟 莫争春
胥小龙 辛嘉楠

顾问专家：江 亿 林海燕 姜克隽 王清勤 郎四维
李 萍 郝 斌 孟庆林 闫增峰

本书编委会

主 编：林常青 潘 振 章文杰

编 委：刘 刚 马 扬 王军亮 孙 智 毛 凯

杨仕超 林波荣 刘俊跃 张成汉 张惠锋

主编单位：住房和城乡建设部标准定额研究所

参编单位：中国建筑科学研究院

广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

深圳市建筑科学研究院有限公司

清华大学

湖南大学

中国建筑业协会统计专业委员会

重庆大学

序

资源节约是生态文明建设的重大任务之一。为贯彻落实十八大精神，推动能源生产和消费革命，国务院印办公厅发《能源发展战略行动计划（2014~2020年）》，提出“到2020年，一次能源消费总量控制在48亿吨标准煤左右”。这是我国政府首次提出的关于能源消费总量控制的目标。

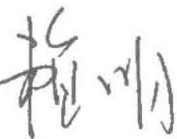
建筑节能是实现国家能源消费革命的重要组成部分。20世纪80年代以来，我国政府一直给予高度重视。在法律法规、政策、标准、管理制度以及技术攻关等一系列措施的推动下，建筑节能取得了显著成效。城镇新建建筑实现了100%执行节能标准，绿色建筑面积达到2.9亿平方米，既有建筑节能改造面积约10亿平方米，太阳能光热和光电、地源热泵等可再生能源技术在建筑领域得到广泛应用。全社会关心支持建筑节能的意识普遍提高。

然而，在生态文明建设、新型城镇化建设等新形势下，在能源供应紧张及环境保护压力的约束下，建筑节能工作面临着新的挑战，必须尽快进行建筑节能顶层设计，制定建筑节能中长期目标以及阶段性目标，尤其是与国家能源消费总量控制目标以及小康社会建设相适应的建筑能耗控制目标。只有在明确的量化目标指引下，有关配套政策及措施才能不断完善，建筑节能工作才能实现持续、健康的发展。

在住房和城乡建设部建筑节能与科技司及能源基金会中国可持续发展项目的支持下，住房和城乡建设部标准定额研究所组织有关单位和研究人员，开展了建筑能耗总量控制策略研究暨建筑节能顶层设计研究。课题组从国家能源形势以及建筑领域能源消费增长的客观需求两个角度，经科学论证后给出了建筑领域未来的能源消费总量，提出了建筑节能的中长期目标以及实施路径，并且从法规政策、标准、制度、技术、能力建设等方面系统分析了保障措施的需求。课题的研究思路和成果对建筑节能的规划制定、政策完善、标准更新、技术攻关以及能力建设等都具有重要的借鉴意义。

在课题研究成果的基础上，作者编著成本书。希望本书的出版能为推动我国建筑节能工作向纵深发展作出贡献。

九三学社中央委员会副主席



2015年8月25日

前 言

能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题，对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要。我国现已成为世界上最大的能源生产国和消费国。《中国统计年鉴》的数据显示，我国的能源消费已由 2001 年的 15.04 亿吨标准煤增长到 2013 年的 37.5 亿吨标准煤。能源消费急剧增长的同时，带来了二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、烟（粉）尘等污染物的大量排放，环境和生态问题日益严重，已经影响到了经济和社会的可持续发展。

2014 年 6 月，党中央从国家发展和能源安全的战略高度，审时度势，提出了积极推动能源生产和消费革命的号召，要求坚决控制能源消费总量、把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域、高度重视城镇化节能。国务院办公厅印发的《能源发展战略行动计划（2014~2020 年）》中提出，“到 2020 年，一次能源消费总量控制在 48 亿吨标准煤左右”的目标。2014 年 11 月，我国向国际社会作出了“计划 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰”的庄重承诺。

建筑作为能源消耗的三大领域之一，其节能减排成效将直接关系到我国能源消费总量控制目标和减排目标的实现。当前我国建筑能耗约占社会总能耗的 20%~25%，随着生活水平的提高，建筑能耗将保持继续增长的趋势。提高建筑能源使用效率，从整体上控制建筑能源消耗总量，降低建筑碳排放，对于实现我国节能减排目标具有重要意义。

在住房城乡建设部建筑节能与科技司及能源基金会中国可持续发展项目（The China Sustainable Development Program of Energy Foundation）的支持下，住房和城乡建设部标准定额研究所于 2013 年 8 月~2014 年 12 月组织国内有关机构，共同开展了“新型城镇化背景下建筑能耗总量控制策略研究”暨“建筑节能顶层设计研究”。课题研究的主要目的是回答“如何合理确定我国建筑领域能耗总量的增长趋势及阶段性控制目标、怎样才能实现建筑能耗总量控制目标，实现建筑能耗总量控制目标的路径是什么”。本书是在课题研究成果的基础上，进一步总结和凝练出来的，并且更新了部分内容和数据。本书的主要内容如下：

第一章，概括总结了课题研究背景以及我国建筑节能发展现状和取得的成果，分析了发展中存在的问题及障碍。

第二章，基于我国建筑能耗现状，分析了影响我国建筑能耗的敏感因素，为后续章节进一步明确我国建筑能耗总量控制工作思路和制定建筑节能政策提供量化指标和依据。

第三章，采用情景设定法，对我国的建筑能耗总量进行了测算，并分别制定了阶段性目标和实施路线，明确了未来我国建筑节能减排的中长期规划路线。

第四章，分别在基础能力与管理技术体系建设、节能关键技术研究、产品研发、配套能力建设等方面提出了具体建议；并给出了典型节能政策措施下的效益分析。

附录部分分别归纳了我国建筑节能发展历程、建筑节能成就、经济激励政策，列举了

部分国家的建筑节能经验与措施。

课题研究得到了九三学社中央委员会赖明副主席、住房城乡建设部建筑节能与科技司及标准定额司有关领导以及能源基金会中国可持续发展项目组的莫争春博士、辛嘉楠女士的悉心指导。

课题研究过程中，清华大学的江亿院士、中国建筑科学研究院的林海燕研究员和王清勤研究员、国家发改委能源研究所的姜克隽研究员、华南理工大学的孟庆林教授、西安建筑科技大学的闫增峰教授、中国绿色建筑委员会的李萍秘书长、住房城乡建设部科技与产业化发展中心的郝斌教授级高工给予了大力帮助，对研究报告进行了认真把关，提出了富有建设性的意见和建议，在此一并表示感谢。

本书由林常青和王军亮统稿，郎四维研究员、林海燕研究员、郝斌教授级高工进行了全面审核。

希望本书的出版能对我国民用建筑领域进一步深化节能减排工作、实施建筑能耗总量控制及相关研究，起到积极的引导和推动作用。尽管编委会和研究团队竭尽全力，但限于时间和水平，书中难免有不妥和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编写组
2015年8月

目 录

| | |
|--------------------------|-----|
| 第 1 章 概述 | 1 |
| 1.1 背景 | 1 |
| 1.2 建筑节能现状 | 2 |
| 1.3 社会评价 | 9 |
| 1.4 机遇与挑战 | 11 |
| 1.5 研究思路 | 12 |
| 第 2 章 建筑能耗影响因素的敏感性分析 | 14 |
| 2.1 宏观因素分析 | 14 |
| 2.2 微观因素分析 | 18 |
| 第 3 章 建筑能耗预测及发展路径规划 | 25 |
| 3.1 思路与方法 | 25 |
| 3.2 建筑领域节能减排情景设定 | 32 |
| 3.3 预测结果及分析 | 50 |
| 3.4 阶段目标和实施路线分析 | 55 |
| 3.5 未来建筑领域节能减排实施路线及中长期目标 | 66 |
| 第 4 章 保障措施与建议 | 70 |
| 4.1 基础能力建设 | 70 |
| 4.2 建筑能耗及以用能指标为目标的管理技术体系 | 77 |
| 4.3 关键技术研发 | 80 |
| 4.4 产品研发 | 85 |
| 4.5 建筑节能配套能力建设 | 86 |
| 4.6 节能减排效益 | 87 |
| 附录 A 中国建筑节能发展历程 | 93 |
| 附录 B 我国建筑节能成就 | 99 |
| 附录 C 经济激励政策 | 106 |
| 附录 D 国外经验与措施 | 109 |
| 参考文献 | 148 |
| 结语与致谢 | 151 |

第 1 章 概 述

1.1 背景

改革开放以来,我国社会和经济快速发展,取得了举世瞩目的成就,但能源供需矛盾日益突出。《中国统计年鉴》数据显示,2013年我国能源生产总量为34.0亿tce(吨标准煤),但能源消费总量已经达到37.5亿tce。同时我国以煤炭为主的化石能源消耗,导致PM_{2.5}、硫化物、氮氧化合物和CO₂等物质大量排放,造成了严重的环境污染和温室效应。

据统计,2008年我国CO₂的年排放量已达60亿t,首次超过美国,成为世界上温室气体最大排放国。2009年11月25日国务院常务会议决定,到2020年我国单位GDP CO₂排放量在2005年的基础上降低40%~45%。2014年11月12日,中美两国在北京发表了《中美气候变化联合声明》,明确宣布我国“计划2030年左右CO₂排放达到峰值且将努力早日达峰”。

工业、建筑和交通是能源消耗的三大领域。有关数据显示,目前我国建筑能耗占社会总能耗的20%~25%,在新型城镇化的背景下,我国建筑存量将快速增加,建筑能耗总量必然持续增长。2010年底,全国民用建筑面积约465亿m²。按照《国家新型城镇化规划(2014~2020年)》提出的目标进行估算,到2030年,我国民用建筑面积将超过700亿m²,并且非常有可能突破800亿m²。若按当前的建筑节能工作模式和建筑能耗增长趋势,到2030年我国的建筑总能耗约达到15亿tce,中国建筑领域的节能减排面临更加严峻的形势。与工业和交通相比,对于正处于大规模发展的建筑行业,节能减排工作的复杂性、难度和压力更大,节能减排的任务和要求更高,我国建筑节能减排事业任务任重道远。

我国建筑节能工作已开展30年,已取得明显成果,在保持较低能耗强度的情况下,建筑室内舒适度明显改善、建筑能效明显提高,并且形成了有关各方普遍关心、重视、积极参与建筑节能的氛围。但面对国家节能减排的新形势,传统的建筑节能路线和模式将越来越难以适应建筑领域节能任务的需要。为此,住房和城乡建设部于2012年委托住房和城乡建设部标准定额研究所开展了国家标准《民用建筑能耗标准》的研究及编制工作。通过该标准,对民用建筑运行阶段的实际能耗强度提出了明确的限值要求,这为我国实施民用建筑运行阶段用能的量化考核提供了基础支撑。

在住房和城乡建设部建筑节能与科技司、能源基金会的共同支持下,住房和城乡建设部标准定额研究所于2013年8月组织有关研究机构,共同开展了基于新型城镇化背景下建筑节能顶层设计和建筑能耗总量控制策略研究。期望通过课题研究,测算出2030年乃至2050年,我国建筑领域的能耗总量控制目标以及不同阶段的控制目标,明确具体实施路线,作为我国建筑领域未来节能减排工作和决策的基础依据。

1.2 建筑节能现状

1.2.1 能耗现状

近年来,随着城镇化的快速发展,我国城乡民用建筑面积大幅增加,建筑能耗总量迅速增长。围绕建筑能耗总量的测算,有关部门和研究机构先后开展了大量的统计及分析工作,形成了有所差异的结论。其中有代表性的包括:

(1)住房和城乡建设部建筑节能与科技司2003年组织专家对建筑能耗的测算,结果显示我国建筑能耗约4.61亿tce,占社会总能耗的27.5%。

(2)王庆一教授按国际通行的能源平衡定义和计算方法,参考相关行业统计、专项调研、专家咨询、研究资料,调整中国统计年鉴中的综合能源平衡表,得出2006年我国建筑终端能耗(即民用、商用部门能耗)为3.7亿tce(热电当量法),占全社会终端能耗的21.7%。

(3)同济大学龙惟定教授通过分析我国能源统计数据,并比较我国与美国和日本的结构差异后提出,我国建筑能耗在社会总能耗中的比例大致在20%左右,2003年我国建筑能耗约为3.3亿tce,其中10%~13%是供暖能耗,大致相当于日本在20世纪70年代的水平。

(4)清华建筑节能研究中心建立了以能耗强度为基础、由统计数据进行宏观验证的我国建筑能耗模型,并得出2013年建筑总商品能耗为7.56亿tce,约占全国能源消费总量的19.5%。

1.2.2 工作现状

我国建筑节能工作始于20世纪80年代初。1986年第一部建筑节能标准《民用建筑节能设计标准(供暖居住建筑部分)》JGJ 26—86的颁布,标志着我国建筑节能工作的正式开始。随后,建筑节能工作不断拓展和延伸,覆盖范围不断扩大(较为详细的发展历程总结见附录A)。

首先,从覆盖的建筑类型上来看,建筑节能首先从城镇居住建筑开始,然后发展到公共建筑,最后发展到工业建筑、农村住宅建筑。

其次,从覆盖的地区来看,建筑节能首先从北方严寒、寒冷集中供暖地区开始,然后发展到夏热冬冷地区,最后到夏热冬暖及温和地区;从大城市开始,逐步发展到中小城市及地区,最后推广到乡镇及农村地区。

第三,从覆盖的环节看,建筑节能首先从新建建筑的节能设计开始,然后发展到节能施工验收、既有建筑及供暖系统节能改造,以及检测、评价(能效标识)、运行过程中的能耗监测与能耗数据采集等。

第四,从实施内容看,建筑节能首先从起始阶段围护结构保温隔热、锅炉运行效率提升,逐步发展到供暖通风空调系统整体优化、绿色建筑设计、供暖计量改革、可再生能源利用、建筑能效测评标识、绿色建筑标识、零能耗建筑等,从多角度、多环节全面推动了

我国建筑节能工作的发展。

近 30 年来,我国建筑节能的研究和实践取得了显著成就,建筑节能实施范围覆盖全国各气候的城镇,并且开始向农村拓展,建筑节能法规、政策、标准及管理不断完善(见附录 B),建筑技术水平逐步提高,节能建筑的面积及建筑节能标准的执行率不断增加,社会公众主动节能意识高涨,国际社会对我国建筑节能工作的认可程度大大提高。

1. 节能建筑面积

新建节能建筑方面,我国新建节能建筑面积占城镇民用建筑面积的比例不断提高(图 1.2.2-1)。截至 2013 年,全国城镇累计建成节能建筑 88 亿 m^2 ,节能建筑面积占城镇民用建筑面积的比例达到 30%,其中 2013 年新增节能建筑 14.4 亿 m^2 ,形成了 1300 万 tce 的年节能能力。

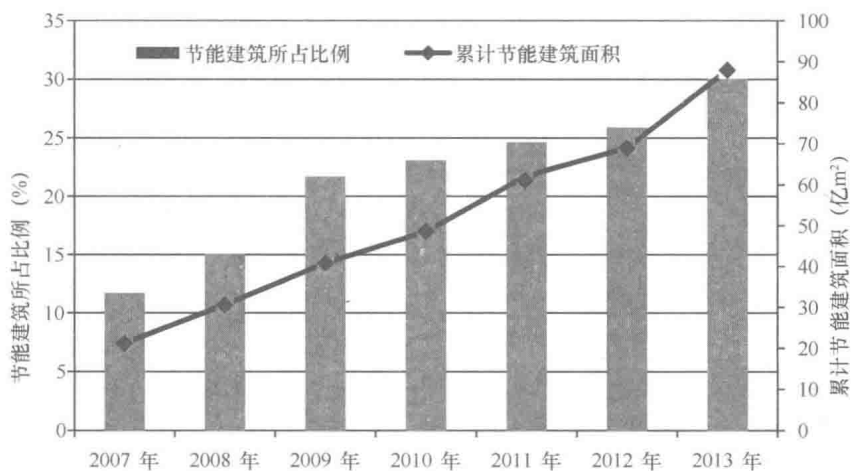


图 1.2.2-1 我国新建节能建筑面积及所占比例

既有建筑供暖计量及节能改造方面,截至 2013 年年底,全国累计完成改造面积 8 亿 m^2 。其中“十二五”前 3 年累计完成改造面积 6.2 亿 m^2 。

公共建筑节能监管体系建设方面,截至 2013 年年底,全国累计完成公共建筑能源审计 1 万余栋,能耗公示近 9000 栋建筑,对 5000 余栋建筑进行了能耗动态监测。33 个省市(含计划单列市)开展了能耗动态监测平台建设试点。天津、上海、重庆、深圳市等公共建筑节能改造重点城市,落实节能改造任务 1472 万 m^2 ,完成节能改造 514 万 m^2 。210 所高等院校开展了节约型校园建设试点,其中 24 所高校被列为节能综合改造示范高校。44 个医院开展了节约型医院建设试点。

可再生能源建筑应用方面,截至 2013 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 亿 m^2 ,建成及正在建设的光电建筑装机容量达 1875MW。

绿色建筑与绿色生态城区建设方面,截至 2015 年 1 月,全国已评出 2538 绿色建筑评价标识项目,总建筑面积超过达到 2.92 亿 m^2 ,其中运行标识 159 项,建筑面积达 2000 万 m^2 。

2. 节能标准实施

新建建筑在设计阶段执行节能标准的比例和施工阶段执行节能标准的比例逐年增加,已经从 2005 年的 57.5%和 24.4%提高到 2013 年全国城镇新建建筑已全面执行节能强制

性标准，即设计和施工阶段的执行比例均达到 100%（图 1.2.2-2）。

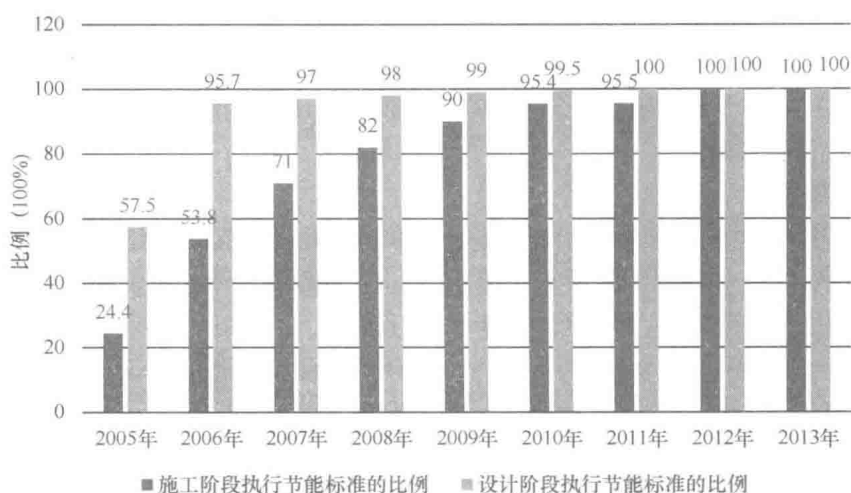


图 1.2.2-2 建筑节能标准执行率

3. 节能技术研究

随着建筑节能工作的广泛开展，涌现出了一大批建筑节能技术，特别是近些年，先进的建筑节能技术不断出现，有些技术已经达到了国际先进水平。围护结构热工性能提升、用能系统优化、可再生能源应用等方面均开展了系统研究，研发出了可靠的节能产品，并且在工程上得到应用。

(1) 围护结构节能技术

建筑围护结构是建筑整体性能的基本保证，在建筑节能设计、运行阶段都扮演了非常重要的角色。外围护结构节能技术的主要目的是从源头上减少建筑供暖空调负荷，优化通风和采光环境，减少主动技术应用对能源的消耗。目前我国的建筑节能技术已较为成熟，其中，保温隔热技术仍是外围护节能技术的重点。

1) 高性能保温板

当前各类保温板主要作用是提高建筑围护结构的保温隔热性能。高性能保温板有导热系数低、防火性能好的优点。国内已经能够生产出导热系数低于 $0.008\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 的保温板，该种保温板的导热系数值比常用保温材料降低了 80% 左右，仅为常用的膨胀聚苯乙烯板 (EPS) 导热系数的 19%、聚氨酯 (PU) 的 24%。照此计算，采用该种保温材料的多层居住建筑，保温层厚度只需 15mm 即可满足国家现行建筑节能设计标准的要求。该项技术将有力地促进保温材料及产品市场的发展，扩大进一步降低建筑能耗的空间，有利于建筑节能的持续、健康发展。

2) 装饰一体化外保温技术

建筑外保温技术向无湿作业的干挂技术发展已成行业发展方向。随着建材技术的迅速发展和新产品的不断涌现，建筑外墙通过采用干挂外保温板实现多种装饰靓丽外观也必将成为现实。干挂外保温板技术的保温材料以发泡聚氨酯为主，部分采用挤塑聚苯乙烯 (XPS)、EPS、PU 等保温板材，饰面材料采用未增塑聚氯乙烯板 (UPVC)、氟碳板，人工石材薄板、铝塑板、纤瓷板、彩色金属板、搪瓷瓦等。该项外保温技术的施工工艺以现场先锚固饰面板后浇注发泡聚氨酯，或工厂化生产保温装饰复合型板后再现场锚固两种施

工方式,完成外墙外保温(隔热)的工程施工。

3) 轻型屋顶绿化节能技术

现有的屋顶绿化技术对屋顶荷载的要求较高,需要事先设计,建成后还需要人工管理,而城市大量的既有建筑屋顶大都是活荷载不大于 $100\text{kg}/\text{m}^2$ 的轻型屋顶,不具备做屋顶绿化的技术条件,许多屋顶不具备上人通道,无法进行管理。针对这些量大面广的轻型屋顶,研究和开发荷载轻、基本不需人工管理的轻型屋顶绿化节能技术,通过屋顶绿化对气候的调节利用作用改善室内热环境、减少能源消费在南方地区具有重要意义。

4) 无机集料保温砂浆

保温砂浆是指由胶凝材料、轻骨料以及其他多种化学外加剂等复合组成的,能对建筑物墙体起到保温作用的砂浆。无机集料保温砂浆采用具有隔热保温性能的低密度无机颗粒作为轻质骨料,采用合适的胶凝材料及其他复合外加剂,按一定比例经一定的工艺配制而成的保温抹灰材料,可以直接涂抹于墙体表面,具有轻质、保温、防火等优点,可以作为其他保温措施的补充。

5) 湖泊淤泥砖

将江河湖泊淤泥、城市污泥等高有机质含量的不利因素变为制造高性能微孔砖的有利因素,用江河湖泊淤泥、城市污泥等制造出淤泥砖,能够在部分气候区实现建筑自保温。淤泥保温砖墙体的自保温体系相对于墙体外保温体系等复合保温体系而言,具有与建筑物同寿命、施工方便、建筑通病少等优势,具有明显的环境效益、社会效益和经济效益。

(2) 用能系统优化技术

用能系统优化技术主要是通过系统优化减少运行阶段不必要的能源损失,提升系统能效。

1) 多热源联合供暖系统优化运行调度技术

我国城市供暖系统热源正向多种形式、多种燃料、多种规模的热源同时供暖方向发展,针对城市供暖面积急剧增加热力供应不足、热源系统能耗高、当前燃煤、燃气联合供暖系统运行管理中存在的理论问题,多热源联合供暖系统负荷预报方法,提供了多热源优化运行调度技术、水泵优化运行调度技术、锅炉负荷优化分配技术。

该技术主要针对热电联产供暖系统能耗较大的“调峰三角区”和“低效率三角区”,给出不同纬度城市小型燃气调峰热源的节能潜力,提供减小两个三角区的方法。基于相关的优化理论,给出不同连接方式与调峰方式下,适用于多热源联网供暖的运行方案及其具体的调度方法。针对不同的供暖管网形式,给出单热源和多热源供暖系统满足管网可及性的条件及多热源联网供暖系统水泵优化调度的方法。为锅炉房内部每台锅炉热负荷优化分配的方法及该类型热源的锅炉运行,提供优化方案。

2) 锅炉房的适量供暖调节技术

锅炉房适量供暖调节技术,改变了常规的供暖调节方法,实现大温差小流量运行,最大限度地发挥循环泵变频调速节电优势,为供暖系统节能提供新的有效手段。该技术适用于供暖锅炉房的节能改造和节能运行,特别适合于实现热计量以后的系统调节。

3) 多栋建筑联合热计量技术

该技术解决了既有建筑供暖系统贸易结算表设置难题,解决了如何减少分摊系统总热量表数量的问题,有更好的可实现性、通用性、灵活性和低成本的优点。该技术为多栋居

住建筑的热量计量，提供简单、可靠的适用方法；将热计量系统变得简单，能够减少安装工作量、维护工作量；减少总表数量，降低投资。

多栋建筑联合热计量技术，适用于供暖管网支路上连接着多栋建筑情况下的热计量收费；也适用于供暖系统分区的高层建筑以及同一栋建筑内有多种用途用户（如住宅下部有商服）的建筑物热计量收费。

（3）可再生能源应用

1) 太阳能在建筑中规模化应用

中高温集热器、集热管更是填补了国际空白，将开辟太阳能热利用的新时代。可移动式太阳能热水器热性能检测装置的研制成功，大大提升了国内太阳能热利用行业的检测能力，将在太阳能热水器能效标识工作中发挥巨大作用；用于建筑供暖系统的多能源加热装置具有高集成度和较好的经济性，有利于太阳能热利用系统的推广应用；太阳能供暖空调系统优化设计软件结合最新标准，能进行大规模太阳能供暖系统的设计计算，操作简便，符合我国国情；这些技术的成功推广有利于提升太阳能热利用产品及工程的应用水平，促进太阳能在建筑中的应用。

2) 水源、地源热泵高效应用关键技术

该技术根据我国区域气候特征、水资源条件、地质环境等基础上，系统收集了区域地形地貌、气象水文、地质背景、水文地质条件、社会经济概况等方面的资料（全国性、地区性及分省的）；通过分析影响我国水源、地源热泵建设的重要因素，利用层次分析法，建立了水源热泵技术适宜性评价的指标体系；首次对我国土壤源热泵、地下水源热泵、地表水源热泵、污水源热泵与海水源热泵系统的适宜性进行了分区，开展了全国水源热泵建设的应用规划；对我国已经实施水源热泵的区域与评价结果进行分析比较。该技术成果的应用对于指导我国各地开展水源热泵系统规划、推进浅层地温能在我国的发展、促进我国可再生能源利用具有重要意义。

4. 产品研发

近年来，我国涌现出了一大批建筑节能相关产品，这些产品不但填补了国内空白，有些产品已经达到了国际先进水平。

（1）节能门窗

新型门窗有铝塑铝复合门窗，其外面两侧是铝合金型材，中间隔热体是改性多腔PVC型材。其优点是既有铝合金的高强度，又有塑料隔热的特点，具有非常好的隔热节能效果。

铝塑复合门窗，又叫断桥铝门窗，是继铝合金门窗，塑料门窗之后一种新型门窗。断桥铝门窗采用隔热断桥铝型材和中空玻璃，仿欧式结构，外形美观，具有节能、隔声、防噪、防尘、防水功能。这类门窗的热传导系数 K 值为 $3\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以下，比普通门窗热量散失减少一半，隔声量达 29dB 以上，水密性、气密性良好，均达国家 A1 类窗标准。

（2）新型玻璃

吸热玻璃：一种能够吸收太阳能的平板玻璃，它是利用玻璃中的金属离子对太阳能进行选择性的吸收，同时呈现出不同的颜色。吸热玻璃一般可减少进入室内的太阳热能的 20%~30%。

热反射玻璃：对太阳能有反射作用的镀膜玻璃，其反射率可达 20%~40%，甚至

更高。

低辐射玻璃：又称为 Low-E 玻璃，是一种对波长在 $4.5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 范围的远红外线有较高反射比的镀膜玻璃，具有较低的辐射率，辐射率一般小于 0.25。

中空玻璃：中空玻璃是将两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并对周边粘接密封，使玻璃层之间形成有干燥气体的空腔，其内部形成了一定厚度的被限制了流动的气体层。与普通玻璃相比，其传热系数至少可降低 40%。

真空玻璃：真空玻璃的结构类似于中空玻璃，所不同的是真空玻璃空腔内的气体非常稀薄，近乎真空，同种材料真空玻璃的传热系数至少比中空玻璃低 15%。

(3) 建筑遮阳产品

建筑遮阳产品种类繁多，主要有遮阳百叶帘、建筑遮阳篷、建筑用遮阳软卷帘、建筑用遮阳天棚帘、建筑遮阳板、遮阳百叶窗等。

(4) 太阳能产品

主要的太阳能产品有太阳能集热器（包括平板式太阳能集热器、真空管式太阳能集热器、热管式平板型集热器、热管式真空集热器）和太阳能光伏板等。

1.2.3 政策与标准

1. 节能政策

政策机制是为了鼓励和推动建筑节能工作，政府出台的一系列行之有效的法律法规及措施，为我国建筑节能快速发展提供了有力保障。

(1) 宏观引导性政策措施

2004 年原建设部印发《关于加强民用建筑工程项目建筑节能审查工作的通知》（建科 [2004] 174 号），要求各级建设主管部门加强民用建筑工程项目建筑节能审查工作，将建筑节能审查作为建筑工程施工图设计文件审查的重要内容，并配发了统一格式的《民用建筑节能设计审查备案登记表》。

2005 年原建设部印发《关于新建居住建筑严格执行节能设计标准的通知》（建科 [2005] 55 号）、《关于认真做好〈公共建筑节能设计标准〉宣贯实施及监督工作的通知》（建标函 [2005] 121 号）。这两项通知，对我国居住及公共建筑要严格执行节能设计标准提出了明确的政策要求。

为贯彻落实《国务院关于加强节能工作的决定》（国发 [2006] 28 号）及《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》（国发 [2007] 15 号）关于建筑节能工作的要求，原建设部发布《关于开展建筑节能专项检查的通知》（建办科函 [2006] 738 号），从 2006 年开始，每年对我国建筑节能工作进行专项检查，并与检查后次年发布《全国住房城乡建设领域节能减排专项监督检查建筑节能检查情况通报》。

2007 年，国务院印发了《节能减排综合性工作方案》（国发 [2007] 15 号）、《关于加强大型公共建筑工程建设管理的若干意见》（建质 [2007] 1 号），原建设部发布《关于加强国家机关办公建筑和大型公共建筑节能管理工作的实施意见》（建科 [2007] 245 号），要求逐步建立起全国联网的国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台，对全国重点城市重点建筑能耗进行实时监测，并通过能耗统计、能源审计、能效公示、用能定额和超定额加价等制度。

2007年,原建设部组织制定了《民用建筑能耗统计报表制度(试行)》(建科函[2007]271号),并经国家统计局审核批准,在北京、天津、上海、重庆、石家庄、唐山、沈阳、哈尔滨、南京、常州、福州、厦门、济南、郑州、鹤壁、武汉、广州、深圳、海口、三亚、成都、绵阳、西安等23个城市,试行民用建筑能耗统计报表制度。2010年3月4日住房和城乡建设部印发了正式的《民用建筑能耗和节能信息统计报表制度》(建科[2010]31号),2013年10月17日进行了修订;2012年09月25日印发了《民用建筑能耗和节能信息统计暂行办法》。

(2) 专项节能工作文件

1) 北方供暖地区供暖体制改革

2003年原建设部发布《关于印发〈关于城镇供暖体制改革试点工作的指导意见〉的通知》(建城[2003]148号),在东北、华北、西北及山东、河南等地区开展了城镇供暖体制改革的试点工作;2005年发布《关于进一步推进城镇供暖体制改革的意见》(建城[2005]220号),进一步推进城镇供暖体制改革工作,提出重点工作的意见。2008年住房和城乡建设部发布《关于推进北方供暖地区既有居住建筑供暖计量及节能改造工作的实施意见》(建科[2008]95号),要求“十一五”期间,启动和实施北方供暖地区既有居住建筑供暖计量及节能改造面积1.5亿 m^2 ,全面推进供暖计量收费,实现节约1600万tce。同期还发布了《北方供暖地区既有居住建筑供暖计量改造工程验收办法》(建城[2008]211号),对北方供暖地区既有居住建筑供暖计量改造工程的验收工作给出了明确的规定。

2) 绿色建筑发展

2004年原建设部发布了《全国绿色建筑创新奖管理办法》(建科函[2004]183号),2009年住房和城乡建设部发布了《一二星级绿色建筑评价标识管理办法》(建科[2009]109号),对各地区积极开展一、二星级绿色建筑评价标识工作给出了明确的指导。2012年财政部和住房城乡建设部联合发布《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》(财建[2012]167号),要求切实提高绿色建筑在新建建筑中的比重,到2020年,绿色建筑占新建建筑比重超过30%,建筑建造和使用过程的能源资源消耗水平接近或达到现阶段发达国家水平。2013年,住房和城乡建设部发布《关于印发“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划的通知》(建科[2013]53号),为把生态文明建设融入城乡建设的全过程,加快推进建设资源节约型和环境友好型城镇,实现美丽中国、永续发展的目标。

3) 农房改造

2009年住房和城乡建设部印发了《关于2009年扩大农村危房改造试点的指导意见》(建村(2009)84号),要求开展农房节能示范。为落实财政部、国家发展改革委、住房城乡建设部《关于下达2009年扩大农村危房改造试点补助资金的通知》,加强对农房建筑节能示范项目的指导和管理,住房和城乡建设部发布了《关于扩大农村危房改造试点建筑节能示范的实施意见》(建村函[2009]167号),要求2009年内结合农村危房改造试点完成东北、西北和华北地区农村1.5万户农房建筑节能示范项目。

4) 可再生能源建筑应用

2011年财政部、住房和城乡建设部联合印发《关于进一步推进可再生能源建筑应用的通知》,明确“十二五”可再生能源建筑应用推广目标,到2020年,实现可再生能源在建筑领域消费比例占建筑能耗的15%以上。