



dena

德国能源署

Handbook on Energy-efficient
Building in China

Highlighting Best Practices
in Germany



中国建筑节能 简明读本

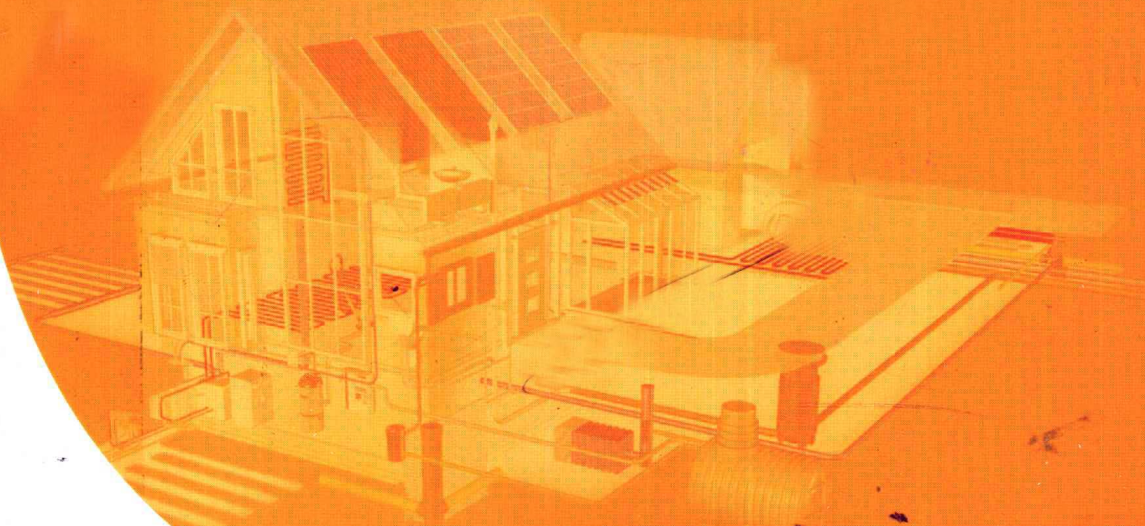
——对照德国经验的全景式概览

德国能源署

住房和城乡建设部科技发展促进中心

联合主编

住房和城乡建设部建筑节能中心



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS



dena

德国能源署

Handbook on Energy-efficient
Building in China

Highlighting Best Practices
in Germany



中国建筑节能 简明读本

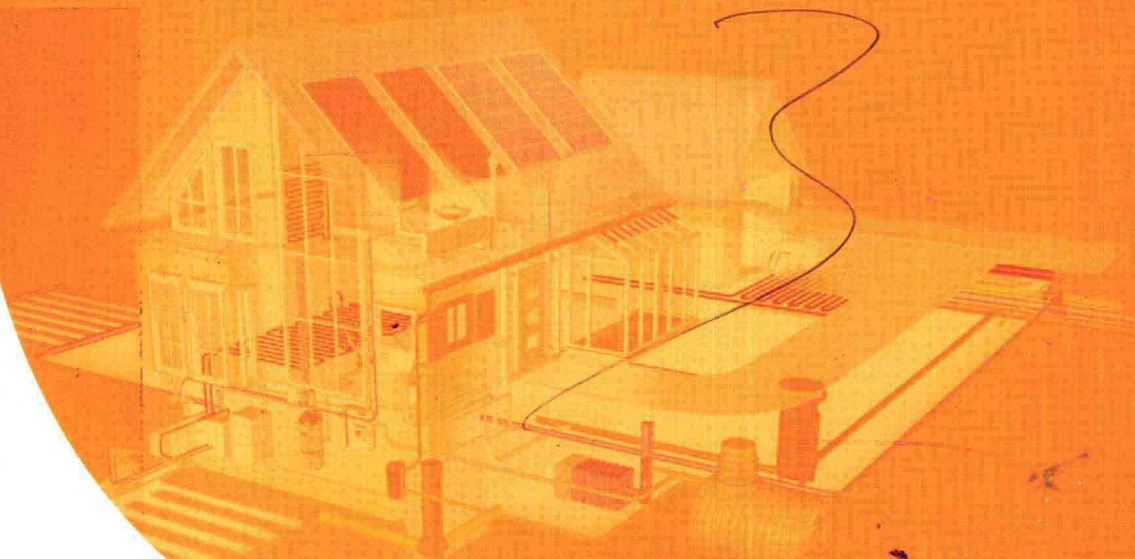
——对照德国经验的全景式概览

德国能源署

住房和城乡建设部科技发展促进中心

联合主编

住房和城乡建设部建筑节能中心



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

责任编辑: 张幼平

装帧设计: 方舟正佳

德国能源署/

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)-German Energy Agency

住房和城乡建设部科技发展促进中心/

Center of Science and Technology of Construction (CSTC)

住房和城乡建设部建筑节能中心/

Center of Energy Efficiency in Buildings (CEEb)



经销单位: 各地新华书店、建筑书店

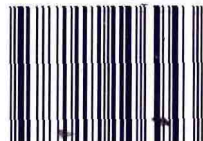
网络销售: 本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

网上书店 <http://www.china-building.com.cn>

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类: 建筑设备·建筑材料 (F40)

ISBN 978-7-112-10694-3



9 787112 106943 >

(17628)定价: 78.00元

图书在版编目 (CIP) 数据

中国建筑节能简明读本——对照德国经验的全景式概览 /
德国能源署等联合主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
ISBN 978-7-112-10694-3

I. 中… II. 德… III. 建筑—节能—对比研究—中国、德国
IV. TU111.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第032428号

责任编辑: 张幼平

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 兰曼利 赵颖

Handbook on Energy-efficient Building in China Highlighting Best Practices in Germany

中国建筑节能简明读本 ——对照德国经验的全景式概览

德国能源署

住房和城乡建设部科技发展促进中心 联合主编

住房和城乡建设部建筑节能中心

*

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

北京方舟正佳图文设计有限公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×960毫米 1/16 印张: 15 字数: 317千字

2009年12月第一版 2009年12月第一次印刷

定价: 78.00元

ISBN 978-7-112-10694-3

(17628)

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)

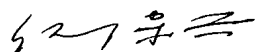
序 一

当前，解决日益紧迫的资源、环境与经济发展之间的矛盾已成为国际社会共同面临的一个严峻挑战。中国正处于工业化、城镇化加速发展时期，居民生活条件的改善和居住舒适度的提高，一方面促进了建筑业的蓬勃发展，另一方面也扩大了建筑对能源的需求与消耗。中国每年新建房屋面积近20亿平方米，建筑总能耗在不断增长；既有建筑达400多亿平方米，95%以上是高能耗建筑。建筑能耗约占全社会终端能耗的近三分之一，对社会造成了沉重的能源负担和严重的环境污染，制约了我国可持续发展战略的实施。因此，建筑节能不仅是中国政府建设资源节约型和环境友好型社会的重要组成部分，也是社会最为关注和重视的领域之一。

通过建立和完善建筑节能法规，制定和推行更高的建筑节能标准，创新建筑节能的管理制度与政策工具，研究开发与推广建筑节能新技术、新材料和新产品，开展建筑节能示范项目、信息宣传和教育活动，中国建筑节能工作已经取得了比较显著的成果。新建建筑的节能达标率不断提高，截止2008年底，全国城镇新建建筑在设计阶段执行节能设计标准的比例为98%，施工阶段执行节能设计标准的比例为82%，分别比2007年提高了1%和11%。全国城镇已累计建成节能建筑面积28.5亿平方米。既有建筑改造稳步推进，截止2008年底，北方15个省市已完成既有建筑改造面积3965万平方米，估计每年可实现节约标准煤27万吨，减排二氧化碳70万吨。可再生能源在建筑中规模化应用面积逐步扩大，截至2008年底，各地太阳能光热应用面积达10.3亿平方米，浅层低能应用面积超过1亿平方米，分别比2007年增长31%和25%。同时，越来越多的居民倾向于购买节能建筑，更多的开发商也愿意投资建设节能建筑和绿色建筑。

“十一五”期间，中国建筑节能要实现节约标准煤1.1亿吨的目标，到2010年，全国城镇建筑要实现节能50%，其中各特大城市和部分大城市率先实施节能65%的目标；到2020年完成大部分既有建筑的节能改造目标。要实现这些目标，中国在今后十多年内还要继续在大型公共建筑节能、既有建筑节能改造、可再生能源在建筑中规模化应用、建筑能耗统计、监测与考评体系、建筑节能标识和节能服务体系的建立等方面进行更多的探索与创新。因此加强建筑节能国际技术交流与合作，借鉴国外的先进技术、管理和实践经验加快中国建筑节能的发展尤为重要。

为了向中国建筑与房地产业的管理决策者、技术人员宏观介绍中国建筑节能与现代化改造的必要性、优势和最新发展情况以及德国在建筑节能领域成熟、先进的技术、丰富的实践经验，住房和城乡建设部科技发展促进中心与德国能源署共同组织编写了《中国建筑节能简明读本——对照德国经验的全景式概览》一书。该书以通俗易懂的语言，丰富的资料与形象的图片为相关人员全方位地介绍了中德两国建筑节能现状、节能政策和法律依据与创新制度、节能融资形式与成本效益分析、建筑节能设计与质量控制措施、节能技术的理论与实践等内容。它将促使我们从事建筑节能事业的专业人员去思考如何通过合理的规划设计、经济适用的技术去实现节能和经济收益目标。



中华人民共和国住房和城乡建设部副部长

仇保兴

2009年9月

序 二

我国目前正处于城镇化的加速发展时期，大规模的城市建设促进了建筑业和建材业的迅猛发展，由此而产生的能源消耗，包括建筑材料生产、运输用能，房屋建造、维修和拆除过程中的能耗（不包括运行能耗）已占到我国总商品能耗的20%~30%，而建筑运行能耗已占社会终端能耗的27%左右。随着国民经济的快速发展、新建建筑的不断增加以及人民生活水平的迅速提高，建筑总能耗在未来还将持续增长。因此建筑节能对我国实施节能减排战略具有举足轻重的作用，对于我国在2020年实现单位GDP二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%的减排目标至关重要。建筑节能同时对促进我国经济发展方式的转变，对于发展绿色低碳经济也将发挥重要的作用。

“十一五”期间，我国建筑节能工作取得了重要进展并不断向更广更深发展。《民用建筑节能条例》及其配套办法的出台提供了有力的法律保障，建筑节能相关技术标准的覆盖范围不断扩大，要求进一步提高，建筑节能设计施工监管更加严格有力，新建节能建筑比例显著提高；在国家财政的有力支持下，可再生能源建筑应用示范和既有居住建筑节能改造已具一定规模；绿色建筑从无到有数量不断增多，起到了良好的示范作用；国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系和建筑能耗统计平台初步建立。在即将到来的“十二五”期间，我国还将更多地投入建筑新能源应用的研发、清洁发展与节能服务机制研究、被动式和主动式建筑节能技术优化集成、建筑能耗统计、建筑用能监测与建筑节能评价、绿色低碳城市研究等领域，推动建筑节能全面发展。

德国是世界上最早推行建筑节能的国家之一，其建筑节能技术、新能源开发与利用水平和产业化规模位居世界前列，为和我国内同行、普通读者共同分享中德两国在建筑节能方面最新成果和经验，我中心和德国能源署历时一年多合作编写并修订了《中国建筑节能简明读本》。建筑节能减排涉及每一个公民、每一个家庭、每一个从事建筑活动的企业以及每一个用能的建筑和其中的个人与单位，我们也希望借助本书大力宣传中国政府建筑节能政策措施，提高全社会的建筑节能环保意识，以及全社会广泛参与建筑节能的积极性，共同努力促进建筑领域的可持续发展以及节能减排目标的实现。

杨榕

住房和城乡建设部科技发展促进中心主任

杨榕

2009年12月

序 三

保护气候是一个要求国际合作的全球性任务，同时也是对我们这个时代的环保政策所提出的巨大挑战。它可以为经济和生态的可持续发展提供保障，并为我们子孙后代的美好生活奠定了基础。除此之外，气候保护还是科技创新和发展的推动力。

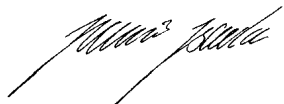
无论是在中国还是德国，建筑行业都对能耗产生了巨大的影响，两个国家30%~40%的能耗都用于建筑的热水制备、制冷和采暖。

长期以来，中国建筑行业的发展始终保持两位数的增长。德国的建筑行业也在国民经济中占据重要的地位，房屋建造和扩建领域的投资占到德国投资总额的一半以上。因此，建筑行业在建立社会和生态标准方面发挥着重要作用。为确保建筑行业的可持续高效发展，我们必须立即采取行动，因为从长远角度出发，全世界的能源价格将持续上涨，而各类资源的储量也将不断减少。

中德两国的建筑和住宅产业正面临着这些挑战。无论是在新建建筑还是既有建筑的现代化改造方面，德国都已经设立了很好的节能标准。对此，我们采取了各种措施给予支持，其中包括制定法律法规，为节能现代化改造措施提供内容广泛的财政资助，加强建筑科学的研究，常年坚持开展公众宣传活动等。我们在提高建筑质量的同时，也保留和维护了大批优质的历史建筑。自1990年以来，德国的二氧化碳排放量降低了22%以上。其中居住建筑的二氧化碳排放量减少了约1500万吨，尽管德国总居住面积以及家庭数量都有了显著的增长。

我们拥有一个共同目标，那就是降低建筑能耗，同时加强可再生能源的利用。通过这些措施，我们希望能够提高居住质量、舒适程度和建筑价值。这样，我们可以在环保和经济两方面做到一举两得。

在这个大背景下，我认为，中德两国在节能建筑设计和建造方面开展知识传授这项工作意义重大。《中国建筑节能简明读本》将促进中德两国之间在建筑能效方面的知识交流。我祝愿所有的中方参与伙伴在节能建筑建造以及实现宏伟节能目标方面取得巨大的成功。



德国交通、建设与城市发展部国务秘书
芮内·邦巴 (Rainer Bomba)

2009年12月

序 四

德国在建造节能房屋方面拥有丰富的经验。在过去三十年中，我们的节能标准不断提高，现代化的建筑已经不再使用传统的供暖或空调设备。先进的保温技术、窗户、通风设备和建造方式使采暖更为经济合理，仅仅借助阳光照射或利用房间余热就能满足建筑物的采暖需求。即使是在炎炎夏日，由于其出色的能效特性，被动式房屋也能保证舒适的室内温度。如果需要，还可以使用可再生能源设备（如太阳能、生物质能或地热）来满足更多的能源需求。

无论是在独栋别墅还是多户住宅中，无论是在居住建筑还是非居住建筑中，无论是在旧建筑还是新建筑中，节能建筑技术目前已经非常成熟，在众多领域中得以应用，并被证明具有良好的经济效益。那些在初始阶段为实施节能措施所增加投入的资金，在短短几年后就可以收回。当然，在对建筑物进行投资时，我们不仅应该考虑建设费用，而且还要考虑建筑使用过程中所产生的费用，尤其是采暖、制冷和热水费用，这些费用要远远高于建筑成本，可以说是节能潜力最大的环节。而在未来，节能措施所带来的价格优势将比今天更大，因为从长远角度来看，石油、燃气或煤炭的价格还将继续上涨，节能建筑在房地产市场上也更有优势。节能建筑居住舒适度高而运行成本低，将受到承租人和买房者的极大青睐。

有了优秀的能效技术还远远不够，这些技术还必须长期得到专业化的应用。所以，仅仅有了保温板和保温玻璃还不够，要想获得成功，决定因素是认真的设计规划、精湛的建造技术、高标准的法律框架以及公众对节能建筑优势的广泛认识。《中国建筑节能简明读本》可以为此作出重要贡献。为此，我衷心祝愿中德两国的所有参与伙伴在这方面获得巨大的成功。



斯特凡·科勒 (Stephan Kohler)

德国能源署 (dena) 署长

2009年12月

目 录

序一（仇保兴）

序二（杨榕）

序三（Rainer Bomba）

序四（Stephan Kohler）

第1章 简介

1.1 中国建筑发展现状和建筑节能存在的问题	14
1.1.1 近十年建筑领域发展概况	14
1.1.2 中国建筑发展预测	17
1.1.3 建筑节能存在的问题	18
1.2 德国在建筑节能领域所取得的经验	20
1.2.1 德国建筑节能标准的发展	21
1.2.2 2002年后的低能耗房屋标准	23
1.2.3 被动式房屋的标准	24
1.2.4 零能耗房屋——采暖能耗为零的房屋	28
1.2.5 成本的比较	28
1.2.6 总结	28

第2章 法律依据与设施管理

2.1 法规	30
2.1.1 中国建筑节能现行法规概述	30
2.1.2 中国的气候分区与标准规范概述	33
2.1.3 中国民用建筑能耗统计报表制度	36

2.1.4 德国实例：建筑物的能源认证证书	39
2.1.5 从保温证书到能源证书	42
2.2 行政管理依据	43
2.2.1 通过设施管理实现楼宇节能控制	43
2.2.2 热量消耗的统计与计算：中国的现状	45
2.2.3 热量消耗的统计与计算：德国的经验	52
第3章 节能的资金筹措和经济性	
3.1 中国现有的建筑节能资金筹措形式	56
3.2 德国在利用财政激励手段提高能效方面的经验：资助计划	59
3.3 考虑建筑物相关生命周期成本，对建筑物能效提高措施进行经济效益分析	65
第4章 建筑节能设计与质量控制	
4.1 中国新建建筑的节能设计现状与问题	74
4.1.1 新建建筑节能设计现状	74
4.1.2 新建建筑节能设计存在的问题	76
4.1.3 重视农村住宅的节能设计	78
4.2 建筑物全生命周期环境影响评价方法	79
4.2.1 建筑全生命周期概念	79
4.2.2 国外建筑全生命周期可持续性影响评价技术发展现状	80
4.2.3 我国建筑全生命周期可持续性影响评价的意义	81
4.2.4 建筑全生命周期可持续性影响评价环境影响	82
4.2.5 我国建立建筑全生命周期可持续性影响评价所面临的困难	84

4.3 德国在节能与可持续性设计方面的经验（居住/非居住类建筑）	84
4.4 建筑施工过程中质量控制与项目管理对于节能的意义	91
第5章 节能技术手段	
5.1 中国现有的主要建筑节能技术及存在的问题	96
5.1.1 建筑外围护结构节能技术及存在问题	96
5.1.2 建筑供热制冷系统和建筑设备节能技术及存在问题	100
5.1.3 可再生能源在建筑中规模使用技术及存在问题	104
5.2 居住和非居住建筑的不同技术要求（德国观点）	106
5.3 建筑围护结构的能效	108
5.3.1 保温隔热层的性能	108
5.3.2 重要的材料特性	109
5.3.3 保温隔热材料	112
5.3.4 保温隔热层的施工	114
5.3.5 外墙与立面系统	117
5.3.6 屋顶保温隔热	127
5.3.7 地面和地下室的保温隔热	131
5.3.8 节能窗户	131
5.3.9 遮阳与自然光的利用	137
5.3.10 气密性与热桥	141
5.4 供热技术的节能	145
5.4.1 热舒适度	145

5.4.2 分散与中央供热设备的比较	146
5.4.3 热水供应	146
5.4.4 供热调控	148
5.4.5 建筑物内部的热量分配	151
5.4.6 区域供热与集中供热	155
5.4.7 高效热电联供集中供热站	156
5.4.8 低温与冷凝式燃油或燃气锅炉	157
5.4.9 中国利用可再生能源的现状	160
5.4.10 德国利用可再生能源进行供热的经验	167
5.5 空调技术的节能	176
5.5.1 空调的作用	176
5.5.2 空调的卫生	176
5.5.3 尽量避免使用空调	177
5.5.4 夜间通风	178
5.5.5 潜热储能材料	179
5.5.6 采暖与制冷的结合	179
5.5.7 混凝土制冷采暖系统	181
5.5.8 制冷/制热顶棚	182
5.5.9 制冷棚	183
5.5.10 冷热电联供	183
5.5.11 太阳能制冷	184

5.6 照明系统的节能	185
5.6.1 日光的利用	186
5.6.2 节能光源	188
5.6.3 照明管理	189
第6章 节能示范工程	
6.1 德国示范工程：新建及改造建筑	190
6.1.1 柏林能源论坛	190
6.1.2 法兰克福欧罗托姆大厦	197
6.1.3 彼德斯山天主教乡村业余大学山下校舍示范项目	202
6.1.4 德国能源署“既有低能耗建筑”示范计划	206
6.1.5 被动式房屋项目	215
6.2 3个中国示范工程	223
6.2.1 上海浦江智谷办公楼	223
6.2.2 上海同济大学文远楼节能改造项目	229
6.2.3 天津梅江节能示范工程	235
第7章 附录	
词汇表：专业词汇的简要解释	238

1ST CHAPTER

第1章 简介

1.1 中国建筑发展现状和 建筑节能存在的问题

1.1.1 近十年建筑领域发展概况

建筑保持快速的增长

中国经济社会和城镇化的高速发展以及人民生活水平的不断提高,刺激了国内建筑业和房地产业的快速发展。近十年来我国的房屋建设保持了持续高速的增长,每年的房屋建筑总建设量高达20亿~40亿 m^2 ,竣工房屋面积达21亿 m^2 ,年增长率约为9%。城镇房屋建筑年竣工量为6亿~11亿 m^2 ,农村房屋建筑为6亿~8亿 m^2 。全国每年新建住宅建筑达13亿 m^2 ,其中城镇住宅4亿~6亿 m^2 ,农村住宅6亿~8亿 m^2 。到2006年底,全国既有房屋建筑的保有量约为400亿

m^2 ,城镇房屋建筑面积174.52亿 m^2 ,农村房屋建筑面积226.02亿 m^2 ,其中住宅建筑约为65%。

城市中高层住宅的比例加大

20世纪七八十年代,我国建造了大批住宅建筑,建筑结构形式以多层砖混结构为主,只有少量高层住宅。城市居住人口的增加,人们居住环境的改善,不断扩张的房地产需求再加上城市建设和经济发展的加快,带动了土地需求的快速增长和土地的增值。房地产企业为了满足市场需求,获取更大的

1998~2007年全国城乡新建房屋建筑面积

表1-1

年份	全国房屋竣工面积 (亿 m^2)	住宅竣工面积 (亿 m^2)	城镇住宅面积 (亿 m^2)	农村住宅 (亿 m^2)
1998年	17.09	12.76	4.76	8.00
1999年	18.74	13.93	5.59	8.34
2000年	18.20	13.45	5.49	7.97
2001年	18.24	13.04	5.75	7.29
2002年	19.67	13.40	5.98	7.42
2003年	20.26	13.02	5.50	7.52
2004年	20.70	12.49	5.69	6.80
2005年	22.76	13.28	6.61	6.67
2006年	21.25	13.14	6.30	6.84
2007年	23.84	14.63	6.88	7.75

数据来源：中国统计年鉴2000~2008。

利润，越来越多地建造高层、超高层住宅。在直辖市和省会城市新建住宅中，高层和超高层住宅占主导。高层建筑技术的普及，各地建筑市场的开放，设计施工队伍大范围的流动，为大量建造高层住宅创造了条件。高层住宅的建造也带来了建筑结构形式的变化、建筑技术水平的提高，同时也为建筑外围护结构采取节能措施增加了难度。

禁止使用黏土实心砖带来墙材的革新

自20世纪80年代开始，为了解决因为建筑量激增而大量使用黏土砖与我国的土地资源不足之间的矛盾，以及烧砖造成的能源浪费和大气环境污染问题，国家相关主管部门联合发布

了在一定的范围内禁止使用黏土实心砖的相关规定及鼓励生产和使用新型墙体材料的相关经济激励政策。在实现第一批170个城市禁止使用黏土实心砖（即“禁实”）的基础上，国家又公布了第二批256个城市要求在2008年底前实现“禁实”，到2010年要在所有城市实现“禁实”。这些有利措施的实施，推动了新型墙体材料在建筑工程中的应用，也带来了建筑工程设计和施工工艺的变革，同时使粉煤灰等工业废弃物得到有效利用，实现了资源综合利用。目前有近一半的省市区新型墙体材料占墙体材料应用总量的比例超过50%，北京、上海达100%。全国城镇新建建筑采用新型墙体材料建筑面积已占建筑总面积的57.6%^①。新型

①中国新型墙体材料发展与推广研究报告，2008。

墙体材料主要用于建筑框架结构的墙体填充材料和建筑内隔墙,种类有:砖类,如空心砖、页岩砖、粉煤灰砖等;砌块类,如加气混凝土砌块、陶粒混凝土砌块等;板类,如GRC板、复合保温墙板等。

建筑节能发展的步伐加快

我国经济社会的长期持续高速发展,造成发展与自然、资源、环境的矛盾日益突出,引起了国家领导人和中央政府的高度重视,坚持科学发展观、建设节约型社会成为国家发展战略目标。在这种大背景下,建筑节能的发展步伐加快。

建筑节能法规标准体系不断完善。国务院令530号《民用建筑节能条例》和国务院令531号《公共机构节能条例》先后公布,于2008年10月1日起同时施行,使推行建筑节能有了更加明确的法律依据。居住建筑节能设计标准正在全面修订,提高标准要求。《建筑节能工程施工质量验收规范》的发布实施,完善了建筑节能标准体系。

建筑节能制度化建设不断推进。住房和城乡建设部于每年底组织进行建筑节能专项检查并公布检查结果,督促地方建筑节能工作的落实;发布《民用建筑节能信息公示办法》和《公共建筑室内温度控制办法》,建立节能信息公示制度,使公众参与监督建筑节能具有可操作性,明确规定公共建筑室内温度控制指

标,加强了对运行管理节能的监管;建立建筑节能测评标识制度,使建筑节能监管体系增添有效环节和手段;印发《关于加强国际机构办公建筑和大型公共建筑节能管理工作的实施意见》,启动了“国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系建设实施方案”,抓政府表率作用和高耗能的大型公建,从而带动全面推进建筑节能。

国家加大对建筑节能的资金投入。2006年,国家财政部和建设部启动实施可再生能源建筑中规模化应用项目,中央财政对212个可再生能源示范工程给予资金支持,有效地带动了可再生能源在建筑中的应用规模;据统计到2007年底,各地太阳能光热应用建筑面积达7亿 m^2 ,浅层地能应用近8000万 m^2 。启动了“北方采暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造1.5亿 m^2 ”的工作任务,2007年专门安排奖励资金9亿元,用于对安装热计量装置的补助,加快了北方采暖地区既有居住建筑节能改造和供热收费制度改革步伐。国家还计划投入数十亿资金支持实施“十一五”科技支撑计划中有关建筑节能的项目,推进建立建筑节能科技支撑体系。

根据2007年建筑节能检查结果报告,新建建筑在设计阶段执行节能标准的比例为97%,施工阶段执行节能标准的比例为71%,分别比上年提高了1个百分点和17个百分点。据此估算,2007年新建的节能建筑可形成500万t标

②2007年全国建设领域节能减排专项监督检查建筑节能工作检查报告。