

建筑节能工程
实用技术丛书



建筑节能 工程材料

李继业 主 编 ●

姚虹 晁灿 副主编 ●



化学工业出版社

建筑节能工程实用技术丛书

建筑节能工程材料

李继业 主 编
姚虹晁 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以最新的国家或行业标准《膨胀蛭石制品》(JC/T 442—2009)、《绝热用玻璃棉及其制品》(GB/T 13350—2008)、《硅酸盐复合绝热涂料》(GB/T 17371—2008)、《铝合金门窗》(GB/T 8478—2008)、《真空玻璃》(JC/T 1079—2009)、《粉煤灰混凝土小型空心砌块》(JC/T 862—2008)和《建筑节能工程施工质量验收规范》(GB 50411—2007)等为依据,比较系统地介绍了建筑节能工程所用的墙体节能材料、建筑节能玻璃、无机绝热节能材料、有机绝热节能材料、再生骨料混凝土材料、建筑节能相变材料和建筑节能门窗材料等内容。

本书重点突出、内容丰富、结构严谨、针对性强,是建筑节能工程设计、施工人员及其他质量控制人员不可缺少的技术书,可供从事建筑节能工程的设计、监理、施工、检测、质检等专业的技术人员和管理人员学习参考,也可作为高等学校相关专业学生的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能工程材料/李继业主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.1

(建筑节能工程实用技术丛书)

ISBN 978-7-122-12165-3

I. 建… II. 李… III. 节能-建筑材料
IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第174823号

责任编辑:刘兴春

装帧设计:周 遥

责任校对:洪雅姝

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数467千字 2012年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

前 言

能源是人类活动的物质基础。在某种意义上讲，人类社会的发展离不开优质能源的出现和先进能源技术的使用。在当今世界，能源的发展，能源和环境的关系是全世界、全人类共同关心的问题，也是我国社会经济发展的重要问题。

世界各国经济发展的经验告诉我们，能源是国民经济发展和社会进步的重要物质基础，经济发展的速度快慢依赖于能源的发展，能源的短缺将会严重制约经济的快速发展。目前使用的大多数能源是不可再生的，因此，提高能源的有效利用率是能源发展的一条新途径。

建筑节能是世界建筑发展的一个基本趋势，也是建筑科学技术的一个新的增长点。在可持续发展的战略思想指导下，当今国际上建筑发展的总趋势是：在增进人体健康、提高舒适性的条件下，有效利用能源，合理利用资源，减少温室气体排放，保护人类生存环境。

建筑节能具体指在建筑物的规划、设计、建设、改造和使用过程中，执行节能标准，采用节能型的技术、工艺、设备、材料和产品，提高保温隔热性能和采暖供热、空调制冷制热系统效率，加强建筑物用能系统的运行管理，利用可再生能源，在保证室内热环境质量的前提下，减少供热、空调制冷制热、照明、热水供应的能耗。

建筑能耗方面，在我国既有的近 400 亿平方米建筑中，高耗能建筑占总建筑面积的 95% 以上，单位建筑面积能耗是发达国家的 2~3 倍，总能耗占全国能源消耗近 30%。因此，建筑节能已成为贯彻党中央国务院关于建设节约型社会和循环经济方针的重要内容，发展节能与绿色建筑已刻不容缓。

节能材料是建造节能建筑工程的重要物质基础，具有重要的建筑节能意义。建筑节能必须以合理使用、发展节能建筑材料为前提，必须有足够的保温绝热材料为基础。自建筑节能工程开展以来，大量建筑节能的新材料、新技术、新工艺不断涌现，给建筑施工技术创新带来巨大作用。因此节能工程材料的性能、规格、标准和要求，将给建筑节能工程带来深刻影响。为了贯彻国家提出的建立节约型社会的方针，满足当前我国建筑节能工作发展的迫切需要，我们组织编写了这本《建筑节能工程材料》。

本书共分为八章，内容包括建筑节能材料概述、墙体节能材料、建筑节能玻璃、无机绝热节能材料、有机绝热节能材料、再生骨料混凝土材料、建筑节能相变材料和建筑节能门窗材料，涵盖了建筑节能工程中最常用的节能材料。

本书由李继业担任主编并统稿，姚虹、晁灿担任副主编，孔祥田、任烁、王晓白参加了编写。具体分工为：姚虹编写第一章、第三章；晁灿编写第二章、第四章；孔祥田编写第五章；任烁编写第六章、第八章；王晓白编写第七章。

由于编者水平有限，加之编写时间比较仓促，疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月于泰山

目 录

第一章 建筑节能材料概述	1
第一节 建筑节能的重大意义	1
一、建筑节能的基本概念	1
二、建筑节能的重大意义	2
三、我国建筑节能的潜力	3
第二节 我国建筑节能的现状	4
一、建筑能耗与能效基本情况	4
二、我国建筑节能发展缓慢的原因	5
第三节 建筑节能材料的作用	5
第四节 节能建材的发展前景	6
一、我国“十二五”期间的建筑节能规划	6
二、我国 2020 年建筑节能远景规划目标	7
三、我国建筑节能发展的对策	7
第五节 节能材料的热导率	9
一、绝热材料的分类	9
二、影响材料热导率的因素	10
第二章 墙体节能材料	13
第一节 墙体节能烧结砖材	14
一、烧结多孔砖	14
二、烧结空心砖	16
第二节 墙体节能砌块材料	19
一、普通混凝土空心砌块	20
二、粉煤灰混凝土小型空心砌块	21
三、轻骨料混凝土小型空心砌块	23
四、蒸压加气混凝土砌块	26
五、粉煤灰砌块	28
六、石膏砌块	29
七、挤塑聚苯乙烯泡沫板 (XPS) 复合环保节能砌块	31
第三节 墙体节能复合板材	32
一、玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板	32
二、纤维增强低碱度水泥建筑平板	34
三、蒸压加气混凝土板	36
四、钢丝网架水泥聚苯乙烯夹心板	37
五、石膏墙板	39
六、金属面夹心板	49

七、建筑隔墙用轻质条板	53
八、定向刨花板	54
第四节 墙体节能其他材料	57
一、硅酸盐砖	57
二、GZL 系列节能墙材	62
第五节 墙体环保节能涂料	63
一、内墙涂料的种类及要求	64
二、合成树脂乳液内墙涂料	65
三、豪华纤维内墙涂料	67
四、恒温内墙涂料	68
五、多功能健康型涂料	68
第三章 建筑节能玻璃	69
第一节 节能玻璃概述	69
一、节能玻璃的定义与分类	69
二、采用节能玻璃势在必行	70
三、节能玻璃的评价与参数	71
四、节能玻璃的选择	73
第二节 镀膜节能玻璃	74
一、镀膜节能玻璃的定义与分类	74
二、镀膜节能玻璃的生产方法	75
三、阳光控制镀膜玻璃	75
第三节 中空节能玻璃	78
一、中空玻璃的定义和分类	79
二、中空玻璃的隔热原理及失效原因	79
三、中空玻璃在建筑工程中的应用	80
四、国内外中空玻璃的常见规格	81
五、中空玻璃的性能、标准和质量要求	82
第四节 吸热节能玻璃	84
一、吸热节能玻璃的定义和分类	84
二、吸热节能玻璃的特点和节能原理	84
三、镀膜吸热节能玻璃	86
四、吸热节能玻璃的应用	87
五、吸热节能玻璃的炸裂	87
六、吸热玻璃的性能、标准与检测	88
第五节 真空节能玻璃	90
一、真空节能玻璃的特点和原理	91
二、真空节能玻璃的结构和品种	91
三、真空节能玻璃的性能和应用	92
第六节 新型节能玻璃	95
一、夹层节能玻璃	95
二、Low-E 节能玻璃	99
三、变色节能玻璃	101

四、聪明玻璃·····	103
五、智能玻璃·····	104
第四章 无机绝热节能材料·····	105
第一节 无机纤维状绝热材料·····	105
一、玻璃棉及其制品·····	105
二、矿棉及其制品·····	112
三、绝热用硅酸铝棉及其制品·····	114
四、多晶氧化铝纤维及其制品·····	117
五、石棉及其制品·····	118
第二节 无机散粒状绝热材料·····	124
一、膨胀蛭石及其制品·····	124
二、膨胀珍珠岩及其制品·····	129
三、硅藻土及其制品·····	137
第三节 无机多孔类绝热材料·····	138
一、泡沫混凝土·····	138
二、加气混凝土·····	146
三、微孔硅酸钙及其制品·····	153
四、泡沫玻璃·····	155
五、硅酸盐复合绝热砂浆·····	157
第五章 有机绝热节能材料·····	159
第一节 泡沫塑料绝热材料·····	159
一、泡沫塑料的分类与特性·····	159
二、绝热用聚苯乙烯泡沫塑料板·····	166
三、绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板·····	169
四、胶粉聚苯颗粒保温浆料·····	171
五、硬质聚氨酯泡沫塑料·····	176
六、几种泡沫塑料保温材料的性能比较·····	179
七、外墙各种聚苯乙烯保温板·····	181
八、ASA 保温材料·····	182
第二节 木质原料绝热材料·····	184
一、胶合板·····	184
二、纤维板·····	185
三、刨花板、木丝板、木屑板·····	185
四、细木工板·····	185
五、改性木材·····	185
六、软木及其制品·····	186
第六章 再生骨料混凝土材料·····	187
第一节 再生骨料混凝土发展概述·····	187
一、国内外再生混凝土的发展·····	187
二、发达国家对再生混凝土的利用现状·····	188
三、我国对再生混凝土的利用现状·····	190
第二节 混凝土废弃物的循环利用·····	191

一、建筑固体废弃物循环利用的可行性	191
二、混凝土材料完全循环再利用	192
第三节 再生骨料及其制备技术	195
一、再生骨料的基本性能	196
二、再生骨料的改性处理	198
三、再生骨料的制备技术	199
第四节 再生骨料混凝土技术性能	202
一、再生混凝土的基本性能	202
二、再生骨料混凝土的界面特征	204
三、再生骨料混凝土的变形性能	207
四、再生骨料混凝土的耐久性能	207
五、再生混凝土粉用于建筑砂浆	210
六、再生混凝土用于商品混凝土	211
七、改善再生混凝土耐久性措施	213
八、再生骨料混凝土配合比设计	214
第五节 再生骨料混凝土环境评价	218
一、再生骨料混凝土组成及 LCA 参数的确定	218
二、再生骨料混凝土的环境评价	221
第七章 建筑节能相变材料	223
第一节 相变材料的基本知识	223
一、相变材料的原理	223
二、相变材料的应用	223
三、相变材料的分类	224
四、相变材料的选择	224
五、常用的相变材料	225
六、复合型相变材料	227
第二节 建筑节能相变材料制备	227
一、相变材料筛选与相变储热建筑结构	227
二、相变材料的制备	231
第三节 建筑节能相变材料应用	239
一、相变蓄能围护结构	241
二、空调-相变储能系统	245
三、相变材料在节能建筑中应用的其他形式	249
四、对相变材料应用的展望	250
第八章 建筑节能门窗材料	253
第一节 塑料节能门窗	253
一、塑料门窗的特点	253
二、塑料门窗的材料质量要求	256
三、塑料外用门窗物理性能指标	258
第二节 铝合金节能门窗	258
一、铝合金门窗的特点	259
二、铝合金门窗的类型	260

三、铝合金门窗的性能·····	261
第三节 铝塑节能门窗·····	265
一、铝塑节能门窗的特点·····	265
二、铝塑节能门窗的性能·····	266
第四节 玻璃钢节能门窗·····	266
一、玻璃钢节能门窗的特性·····	267
二、玻璃钢节能门窗的节能关键·····	268
三、玻璃钢节能门窗的性能及规格·····	268
四、玻璃钢型材与铝合金、塑钢的性能比较·····	270
第五节 铝木节能门窗·····	271
一、铝包木节能门窗·····	271
二、木包铝节能门窗·····	272
第六节 门窗薄膜材料和密封材料·····	273
一、门窗薄膜材料·····	273
二、门窗的密封材料·····	274
参考文献·····	277

第一章 建筑节能材料概述

随着我国社会经济的发展，人民生活水平的大幅提高，全国建筑能耗呈稳步上升的趋势，加大了我国能源的压力，制约着我国国民经济的持续发展，降低建筑能耗已是刻不容缓。另外，建筑节能是缓解我国能源紧缺矛盾、改善人民生活以及工作条件、减轻环境污染、促进经济可持续发展的一项战略方针。

第一节 建筑节能的重大意义

节能是全世界共同瞩目的问题，近些年来，世界各国特别是欧美发达国家，已对节能技术高度重视并研究。建筑节能在能源节约中占有极其重要的地位，特别在近 30 年来，各国在推广建筑节能法规、建筑设计和施工、新型建筑节能材料开发和应用、建筑节能产品的认证和管理等方面不断地研究探索，并取得了非常显著的效果。

一、建筑节能的基本概念

人类发展和社会进步的历程充分证明，能源是人类赖以生存和发展的基本条件。20 世纪 70 年代的石油危机，对石油进口国的经济发展和社会生活均产生极大冲击，也给发达国家敲响了能源供应紧张的警钟。同时，能源无节制大量消费造成了大气污染和全球温室效应，生态环境迅速产生恶化。

节能是关系到全人类生存的大问题，是指加强对所用能源管理，采用技术上可行、经济上合理，以及环境和社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源。这个节能含义既是《中华人民共和国节约能源法》对节能的法律规定，也是世界能源委员会（World Energy Council, WEC）的节能概念。

各国节能的实践证明，节能不是简单地减少能源的用量，节能的核心是提高能源的利用效率。从能源消费的角度，能源利用效率是指为终端用户提供的能源服务与所消费的能源量之比。

建筑施工和使用过程中所需的能源，是能源消耗的重要组成部分。通常所指的建筑能耗，在社会总能耗中占有很大比例，而且社会经济越发达，生活水平越高，建筑能耗所占的比例越大。西方发达国家，建筑能耗约占社会总能耗的 30%~45%，我国的建筑能耗约占社会总能耗的 20%~30%。

由于建筑能耗在社会总能耗中所占的比例较大，且具有越来越大的明显趋势，因此建筑节能不仅成为世界节能的主流之一，而且成为当今世界建筑技术发展和研究的重点之一。不论西方发达国家还是发展中国家，建筑能耗状况和建筑节能成效都牵动社会经济发展的大问题。

在欧美经济发达的国家，建筑节能经历了三个阶段：第一阶段，称为建筑中节约能源（energy saving in buildings），我国称为建筑节能；第二阶段，称为建筑中保持能源（energy conservation in buildings），意为在建筑中减少能源的散失；第三阶段，称为建筑中提高能

源利用率 (energy efficiency in buildings), 意为不是消极意义上的建筑节能, 而是积极意义上的提高能源的利用率。

通过近些年的实践, 目前多数国家公认的建筑节能含义是: 在建筑中合理使用和有效利用能源, 不断提高能源的利用率, 减少能源的消耗。建筑节能主要包括建筑材料、建筑结构、采暖、通风、空调、家用电器等。

正确的建筑节能观, 应该以提高建筑物的能源利用效率, 同时尽量降低建筑物的固有能耗, 用最小的能源消费代价取得最大的经济效益和社会效益, 满足日益增长的需求为目标, 走可持续发展的道路。

根据发达国家的经验, 可从 3 条途径来推动我国的建筑节能工作: a. 制定和贯彻实施建筑物及建筑设备的强制性最低能耗标准, 目前, 我国在绿色照明、绿色冰箱等领域已经取得了一定的节能效果; b. 建立能效标识制度, 让老百姓购房时把它作为重要的考虑因素; c. 通过经济激励措施鼓励高效节能的建筑物及建筑设备。

二、建筑节能的重大意义

建筑节能作为贯彻国家可持续发展战略的重大举措得到公众的更多关注。在国际上, 建筑用能与工业、农业、交通运输能耗并列, 属于民生能耗, 一般占全国总能耗的 30%~40%。由于建筑用能关系国计民生, 量大面广, 节约建筑用能, 是牵涉国家全局、影响深远的大事情。开展建筑节能工作, 为社会提供节能、节地、节水、节材且环保的建筑节能意义重大。

(一) 建筑节能是改善环境重要途径

1. 建筑节能可改善大气环境

目前, 我国很多地区建筑采暖的能源以煤炭为主, 大约占总能源的 75%。在一个采暖期, 我国采暖燃煤排放二氧化碳约 1.9 亿吨, 排放二氧化硫近 300 万吨, 排放烟尘约 300 万吨; 采暖期城市大气污染指标普遍超过标准, 造成严重的大气环境污染。

大气层中的 CO_2 、 CH_4 和氮氧化物等气体, 可以让阳光可见光透过, 但对地球向宇宙释放的红外线起阻碍作用, 并吸收转化为热量, 使地球表面温度升高。这种现象称为“温室效应”。温室效应的后果将是全球气候的异常现象, 使降雨、风、云层、洋流以及南北极冰帽大小等关键可变因素发生变化, 严重危害人类生存环境。

二氧化硫、烟尘和氮氧化物等, 是呼吸道疾病、肺癌等许多疾病的根源; 造成或形成的环境酸化、酸雨, 也是破坏森林、影响植物生长、损坏建筑物的罪魁祸首。由此可见, 降低建筑能耗, 提高建筑节能效果, 是改善大气环境的重要途径。

2. 建筑节能可改善室内热环境

室内热环境是对室内温度、空气湿度、气流速度和环境热辐射的总称, 它是影响人体冷热感的环境因素。适宜的室内热环境, 可使人产生舒适感。节能建筑则可改善室内环境, 做到冬暖夏凉。对符合节能要求的采暖居住建筑, 屋顶保温能力约为一般非节能建筑的 1.5~2.6 倍, 外墙的保温能力约为非节能建筑的 2.0~3.0 倍, 窗户保温能力约为非节能建筑的 1.3~1.6 倍。

节能建筑的采暖能耗仅为非节能建筑的一半左右, 且冬季室内温度可保持在 18°C 左右, 并使围护结构内表面保持较高的温度, 从而避免其结露、长霉, 显著改善冬季室内热环境。由于节能建筑围护结构热绝缘系数较大, 对夏季隔热也极为有利。

(二) 节约能源是我国的基本国策

(1) 我国的能源形势非常严峻 据测, 我国年需各种能源共 17 亿吨标准煤, 但生产能

源仅有 13.7 亿吨标准煤，远远低于世界平均水平（所谓标准煤，是指 1kg 煤炭的发热量为 8.14kW·h 的煤量。市场供应的普通煤，1kg 发热量 5.8~6.4kW·h，经换算，1kg 普通煤为 0.712~0.786kg 标准煤，或 1kg 标准煤为 1.27~1.40kg 普通煤）。

我国能源生产的增长速度，长期滞后于国内生产总值的增长速度，能源短缺是制约国民经济发展的根本性因素。因此，节约能源是发展国民经济的客观需要。

(2) 建筑能耗的增长远高于能源增长速度 我国原有建筑及每年新建建筑量巨大，加之居住人口众多，建筑能耗占全国总能耗的 1/4 以上，特别是高能耗建筑大量建造，建筑能耗的增长远高于能源生产的增长速度，尤其是电力、燃气、热力等优质能源的需求急剧增加。由于建筑能耗较高，抓紧建筑节能工作已成为国民经济可持续发展的重大课题。

(3) 建筑节能是提高经济效益的重要措施 建筑节能需要投入一定的资金，但投入少、产出多，实践证明，只要选择适合当地条件的节能技术使用 4%~7% 的工程造价，可达到 30% 的节能指标。建筑节能的回收期一般为 3~6 年，与建筑物使用周期 60~100 年相比其经济效益是非常突出的。可见，节能建筑在一次投资后，可在短期内回收，并能长期收益。

三、我国建筑节能的潜力

据有关资料报道，我国建筑不仅耗能高，而且能源利用效率很低，单位建筑能耗比同等气候条件下的其他国家高出 2~3 倍。仅以建筑供暖为例，北京市在执行建筑节能设计标准前，一个采暖期的平均能耗为 30.1W/m²，执行节能标准后，一个采暖期的平均能耗为 20.6W/m²；而相同气候条件的瑞典、丹麦、芬兰等国家一个采暖期的平均能耗仅为 11W/m²。因建筑能耗高，仅北方采暖地区每年就多耗标准煤 1800 万吨，直接经济损失达 70 亿元。我国现阶段大力推进建筑节能处在关键时机。

2001 年，世界银行在《中国促进建筑节能的契机》的报告中提出，2000~2015 年是中国民用建筑发展鼎盛期的中后期，预测到 2015 年民用建筑保有量的一半是 2000 年以后新建的。据建设部科技司的分析，到 2020 年底，全国新增的 300 亿平方米房屋建筑面积中，城市新增 130 亿平方米。如果这些建筑全部在现有基础上实现 50% 的节能，则每年大约可节省 1.6 亿吨标准煤。

在 400 多亿平方米的既有建筑中，城市建筑总面积约为 138 亿平方米，普遍存在着围护结构保温隔热性和气密性差供热空调系统效率低下等问题，节能潜力巨大。以占我国城市建筑总面积约 60% 的住宅建筑为例，采暖地区城镇住宅面积约有 40 亿平方米，2000 年的采暖季平均能耗约为 25kg(标煤)/m²，如果在现有基础上实现 50% 的节能，则每年大约可节省 0.5 亿吨标煤。

空调是住宅能耗的另一个重要方面，我国住宅空调总量年增加约 1100 万台，空调电耗在建筑能耗中所占的比例迅速上升。根据预测，今后 10 年我国城镇建成并投入使用的民用建筑至少为每年 8 亿平方米，如果全部安装空调或采暖设备，则 10 年增加的用电设备负荷将超过 1 亿千瓦，约为我国 2000 年发电能力的 1/3。如果我国大部分新建建筑按节能标准建造，并对既有建筑进行节能改造，则可使空调负荷降低 40%~70%，有些地区甚至不装空调也可保证夏季基本处于舒适范围。

公共建筑节能潜力也很大。目前，全国公共建筑面积大约为 45 亿平方米，其中采用中央空调的大型商厦、办公楼、宾馆为 5 亿~6 亿平方米。如果按节能 50% 的标准进行改造，总的节能潜力约为 1.35 亿吨标准煤。如果政府从现在起就下决心抓紧建筑节能工作，对新建建筑全面执行建筑节能设计标准，并对既有建筑有步骤地推行节能改造，则到 2020 年，我国建筑能耗可减少 3.5 亿吨标准煤，空调高峰负荷可减少约 8000 万千瓦（约相当于 4.5

个三峡电站的满负荷出力,减少电力投资 6000 亿元);如果要求 2020 年建筑能耗达到发达国家 20 世纪末的水平,则节能效果将更为巨大。

第二节 我国建筑节能的现状

我国是一个发展中大国,又是一个建筑大国,每年新建房屋面积高达 17 亿~18 亿平方米,超过所有发达国家每年建成建筑面积的总和。随着全面建设小康社会的逐步推进,建设事业迅猛发展,建筑能耗迅速增长。所谓建筑能耗指建筑使用能耗,包括采暖、空调、热水供应、照明、炊事、家用电器、电梯等方面的能耗,其中采暖、空调能耗约占 60%~70%。

我国既有的近 400 亿平方米建筑,仅有 1%为节能建筑,其余无论从建筑围护结构还是从采暖空调系统来衡量,均属于高耗能建筑。单位面积采暖所耗能源相当于纬度相近的发达国家的 2~3 倍。这是由于我国的建筑围护结构保温隔热性能差,致使采暖用能的 2/3 白白跑掉。而每年的新建建筑中真正称得上“节能建筑”的还不足 1 亿平方米,建筑耗能总量在我国能源消费总量中的份额已超过 27%,逐渐接近 30%。

我们必须清醒地认识到,我国是一个发展中国家,人口众多,人均能源资源相对匮乏。人均耕地只有世界人均耕地的 1/3,水资源只有世界人均占有量的 1/4,已探明的煤炭储量只占世界储量的 11%,原油占 2.4%。每年新建建筑使用的实心黏土砖,毁掉良田 12 万亩。物耗水平相较发达国家,钢材高出 10%~25%,每立方米混凝土多用水泥 80 千克,污水回用率仅为 25%。国民经济要实现可持续发展,推行建筑节能势在必行、迫在眉睫。

目前,我国建筑用能浪费极其严重,而且建筑能耗增长的速度远远超过我国能源生产可能增长的速度,如果听任这种高耗能建筑持续发展下去,国家的能源生产势必难以长期支撑此种浪费型需求,从而不得不被迫组织大规模的旧房节能改造,这将要耗费更多的人力物力。在建筑中积极提高能源使用效率,就能够大大缓解国家能源紧缺状况,促进我国国民经济建设的发展。因此,建筑节能是贯彻可持续发展战略、实现国家节能规划目标、减排温室气体重要措施,符合全球发展趋势。

一、建筑能耗与能效基本情况

(1) 建筑能耗非常大 据有关资料统计表明,1996 年,我国建筑年消耗 3.35 亿吨标准煤,占能源消费总量的 24%;2001 年,我国建筑年消耗达到 3.76 亿吨标准煤,占能源消费总量的 27.6%,年增加比例约为 0.5%。

据有关研究分析认为,2000~2015 年是民用建筑发展鼎盛的中后期,预计到 2015 年民用建筑约有 50%是 2000 年以后新建的。随着建筑业的高速发展和人民生活水平的提高,建筑能耗占全社会总能耗的比例还将急剧增长。

(2) 建筑能耗的能效低 我国建筑能耗约 50%~60%部分是供热和空调,尤其是北方地区城市集中供热的热源,仍然是以燃煤锅炉为主。由于锅炉的单台热功率普遍较小,热效率较低,污染很严重,加上供热输配管网保温隔热性能差,整个供热系统的综合效率一般仅为 35%~55%,远远低于先进国家 80%左右的水平,而且整个供热系统的电耗、水耗也极高。

据我国某城市统计分析表明,空调负荷则随季节和气候等因素变化,空调耗能占总耗能的 22.33%~79.60%,平均空调耗能为 42.90%,最大值可达到 87.84%。由此得出,空调耗能是主要的建筑耗能。但是公共建筑中央空调系统的综合效率也较低。

(3) 围护结构保温隔热性能差 中国既有建筑面积达 420 亿平方米,其中城市房屋建筑

面积 140.91 亿平方米。新增建筑中超过 80% 的房子是高能耗建筑。既有建筑中，95% 以上属于高能耗建筑。

由于我国大部分建筑的保温隔热性能差，门窗的空气密闭性差，导致我国的单位建筑面积能耗约为同纬度气候相近国家的 2~3 倍，而且舒适性较差。尤其是外墙窗户的传热系统为同纬度发达国家的 3~4 倍。以多层住宅建筑为例，外墙的单位面积能耗是 4~5 倍，屋顶是 2.5~5.5 倍，外窗是 1.5~2.2 倍，门窗空气渗透率是 3~6 倍。

近年来，尽管我国也已经出台了很多建筑节能标准，但是目前新建建筑中的节能标准达标率还不到 6%。北京市的新建筑节能标准中要求一个采暖季的平均能耗为 20.6 W/m^2 ，而相同气候条件的瑞典、丹麦、芬兰等国家一个采暖期的平均能耗仅为 11 W/m^2 ，仍然比纬度相近的北欧国家高出近 1 倍。

二、我国建筑节能发展缓慢的原因

多年来，我国开展了相当规模的建筑节能工作，主要采取先易后难、先城市后农村、先新建后改建、先住宅后公建、从北向南逐步推进的策略。但是到目前为止，建筑节能仍然停留在试点、示范的层面上，尚未扩大到整体，究其原因主要有以下几个方面。

① 工程实践证明，建筑节能开发建设，尤其是达到新的节能标准成本较高，多数建设单位在经济上和观念上达不到建筑节能的要求。

② 据我国北京节能建筑设计和施工经验表明，按新的建筑节能设计标准测算，每平方米建筑面积成本要增加 100 元左右。而多数开发商对建筑节能认识不足，追求的是以最小的投资换取最大的空间利益。

③ 建筑设计从围护的结构、设计的角度、施工的角度、计算达到的系数等要比一般普通建筑复杂。我国多年来习惯普通建筑工程的选材、设计和施工，对节能建筑的设计和施工不仅缺乏经验，而且也比较保守。

④ 很多地方政府考虑的是 GDP 在全国所占的位置，对建筑节能工作的重要性和紧迫性认识不足，这是建筑节能工作发展缓慢的根本原因。

⑤ 由于我国对建筑节能研究开展较晚，设计观念、技术水平和设备仍比较落后，所以建筑节能的建筑材料、工艺技术还没有形成体系，对建筑节能的推广应用不利。

⑥ 近年来，国家对建筑节能虽然越来越重视，先后颁布和制订了《中华人民共和国节约能源法》、《公共建筑节能设计标准》、《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》等法令、规范和标准，但还没有建筑节能在规范中列入强制执行的范畴。

⑦ 国家及地方政府缺乏对建筑节能的实质性经济鼓励政策，对建筑节能缺乏必要的资金支持，导致建筑节能的研究进展缓慢，对建筑节能的推广应用不利。

第三节 建筑节能材料的作用

节能建筑是指采用新型墙体材料、其他节能材料和建筑节能技术，达到国家民用建筑节能设计标准的建筑。为了节约能源，减少环境污染，必须推广应用节能建筑。测试证明，建筑用能的 50% 通过围护结构消耗，其中门窗占 70%，墙体占 30%，因此，建筑节能主要就是对围护结构（如墙体、门窗、屋顶、地面等）的隔热保温。

节能工程设计、施工和使用说明，为了保持室内有适于人们工作、学习与生活的气温环境，房屋的围护结构所用的建筑材料必须具有一定的保温隔热性能，即应当选用建筑节能材料。围护结构所用材料具有良好的保温隔热性能，才能使室内冬暖夏凉，节约供暖和降温的

能源。因此，节能材料是建造节能建筑工程的重要物质基础，具有重要的建筑节能意义。建筑节能必须以合理使用、发展节能建筑材料为前提，必须有足够的保温绝热材料是基础。

使用绝热节能建筑材料，一方面是为了满足建筑空间或热工设备的热环境要求，另一方面是为了节约珍贵的能源。仅就一般的居民采暖的空调而言，通过使用绝热围护材料，可在现有的基础上节能 50%~80%。

目前，有些国家将建筑节能材料看作是继煤炭、石油、天然气、核能之后的第五大“能源”，可以看出节能材料在人类社会中的重要作用。工程实践还证明，使用节能材料还可以减小外墙的厚度，减轻屋面体系的自重和整个建筑物的重量，从而节约其他资源和能源的消耗，降低工程造价。

第四节 节能建材的发展前景

这些年来，党中央、国务院高度重视建筑节能工作，各地区各部门也加大了开展建筑节能工作的力度，已经取得较大发展和进步。例如，我国积极推进北方采暖地区供热计量改革成效显著，2009 年，北方采暖地区新增集中供热建筑面积 3.4 亿平方米，其中达到安装分户供热计量装置的有 1.6 亿平方米，占总供热建筑面积的 48%。此项改革完成后，可减少北方地区建筑碳排放 1/3 左右。

国外的经验也表明，只要措施得力，建筑节能就能取得明显效果。发达国家多从 20 世纪 70 年代的那场能源危机开始重视建筑节能，经过多年努力，如今新增建筑单位面积能耗已经减少到原来的 1/5~1/3。

一、我国“十二五”期间的建筑节能规划

“十二五”时期，是我国加快转变经济发展方式的攻坚时期。中共中央关于“十二五”规划建议指出，“把大幅降低能源消耗强度和二氧化碳排放强度作为约束性指标，有效控制温室气体排放。合理控制能源消费总量，抑制高耗能产业过快增长，提高能源利用效率。强化节能目标责任考核，完善节能法规和标准，健全节能市场化机制和对企业的激励与约束，实施重点节能工程，推广先进节能技术和产品，加快推行合同能源管理，抓好工业、建筑、交通运输等重点领域节能。”

住房和城乡建设领域“十二五”科技发展规划战略研究的整体发展思路是：“自主创新、重点突破、整合资源、引领未来”。全面贯彻落实科学发展观和构建社会主义和谐社会的指导思想，以实施《国家中长期科学和技术发展规划》为主线，明确目标、突出重点，强化科技创新和技术集成应用，充分发挥科技的先导和支撑保证作用，提高住房和城乡建设领域的整体技术水平。

发展目标是：将以节能和减排为先导，发展资源节约型城市。开发资源节约型、高耐久性绿色建材，提高城市资源和能源利用效率。加强信息技术应用，提高城市综合管理水平。发展城市垃圾等废弃物无害化处理和资源化利用技术，显著提高城市人居环境质量。在“十一五”工作的基础上，经过“十二五”的科技攻关，力争在住房和城乡建设领域自主创新能力显著增强，取得一批有重大影响、能够带动整个行业技术进步的实用成果，为全面建设小康社会提供强有力的技术支撑。

“十二五”期间，住房和城乡建设领域科技发展规划战略研究的重点是以下方面：低碳生态城规划建设、城镇基础设施规划设计和建设运营管理、城市交通规划建设、城镇防灾减灾、城镇土地资源合理利用与地下空间开发、建筑节能与可再生能源开发利用、新型工业化

建筑体系、既有建筑改造成套技术与功能提升、新型建材与废弃物再生利用、可持续住区和建筑环境保障、绿色建筑、绿色建造和施工技术与装备、固体废弃物处理与资源化利用、住房城乡建设信息化应用等。

我们必须抓好建筑等重点领域的节能工作，查找分析突出问题，总结推广成功经验，促进建筑节能工作全面展开。首先，应努力做到标准先行，既要进一步明确并严格落实既有建筑节能改造的标准和要求，使其符合民用建筑节能强制性标准，又要加强对新增建筑的节能管理，着力抓好其设计、施工阶段执行标准的监管力度，确保其施工阶段执行节能强制性标准的比例不断提高，从源头上遏制高能耗建筑物的产生。与此同时，还要大力推进建筑科技创新，一方面努力在墙体保温、门窗保温、绿色照明等领域实现新的更大的技术突破；另一方面，进一步加强成熟、适用新技术的成果转化和推广应用，鼓励和扶持太阳能等可再生能源在建筑领域的规模化利用。

二、我国 2020 年建筑节能远景规划目标

2010 年，我国能源局主要负责人详述 2020 年新能源和节能减排目标，这一目标包括：到 2020 年，中国水利装机要达到 3 亿千瓦以上，每年要节约 3 亿吨的标准煤，减排二氧化碳大约 7.5 亿吨。到 2020 年，核电装机要达到 7000 万千瓦以上，每年可节约 1.8 万吨的标准煤，减排二氧化碳约 4.5 亿吨。风力发电装机规模达到 1 亿千瓦，减排二氧化碳约 1.6 亿吨。到 2020 年，太阳能发电装机达到两千万千瓦以上，每年可节约 1000 万标准煤，减排二氧化碳大约 2000 万吨。同时，要大力开发利用生物质能和其他可再生能源，包括用秸秆来生产生物质能。

根据我国建筑业的具体情况，在建筑节能方面的远景规划如下。

① 建立健全的建筑节能标准体系，编制出覆盖全国范围的配套的建筑节能设计、施工、运行和检测标准，以及与之相适应的建筑材料、设备及系统标准，用于新建和改造居住和公共建筑，包括采暖、空调、照明、热水及家用电器等能耗在内。使所有建筑节能新标准得到全面实施。

② 2010~2020 年间，在全国范围内有步骤地实施节能率为 65% 的建筑节能标准，2015 年后，部分城市率先实施节能率为 75% 的建筑节能标准。

③ 2015 年前供热体制改革在采暖地区全面完成，集中供热的建筑均按表计量收费。集中供热的供热厂、热力站和锅炉房设备及系统基本完成技术改造，与建筑采暖系统技术改造相适应。

④ 大中城市基本完成既有高耗能建筑和热环境差建筑的节能改造。小城市完成既有高耗能建筑和热环境差建筑改造任务的 50%，农村建筑广泛开展节能改造。累计建成太阳能建筑 1.5 亿平方米，其中采用光伏发电的 500 万平方米，并累计建成利用其他可再生能源建筑 2000 万平方米。

⑤ 至 2020 年，累计节能量新建建筑 15.1 亿吨标准煤，既有建筑 5.7 亿吨标准煤，共计节能 20.8 亿吨标准煤，其中包括节电 3.2 万亿千瓦时，削减空调高峰用电负荷 8000 万千瓦；减排 CO₂，新建建筑 40.2 亿吨，加上既有建筑 15.2 亿吨，共计减排 CO₂ 可达 55.4 亿吨。

三、我国建筑节能发展的对策

(1) 各级政府要提高认识，转变职能，把建筑节能列入国家决策层的重要议程。首先各级政府要把建筑节能提高到实施资源战略和可持续发展战略的高度来认识；其次要把建筑节能

能作为实施公共服务、强化资源战略管理和加强环境建设的重要职能来对待；第三由政府实施建筑节能示范工程试点小区，通过示范工程以点带面，这是市场经济条件下政府推动建筑节能的一种有效工作方法。

(2) 组建建筑节能、设计、施工和建材研究领导机构，加快对建筑节能研究、设计、建设的步伐是城市决策者、规划者、设计者与建设者的共同职责和明智选择。政府应将节能工作放在能源战略的首要地位，把推动建筑节能的运作摆上议事日程，把将其作为城市生态环保的一项措施来抓。

建议各地应以建设局、房管局为主组建市建筑节能领导小组，负责当地建筑节能的研究、设计、建设、规划制订实施推广建筑节能的目标措施、组织协调和监督管理。设立当地建筑节能的办事机构——建筑节能管理办公室，具体负责当地建筑节能的研究、设计、建设的组织实施和相关的管理工作。只有组织机构落实了，才能使建筑节能逐步走上健康、有序的发展轨道。

(3) 编制建筑节能专项规划和加强监督管理 为了加快节能建设和使建筑节能有序发展，应编制建筑节能的规划和实施计划等。在新建住宅中，要严格执行国家关于《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》、《民用建筑节能管理实施办法》、《民用建筑热环境与节能设计标准》，使建筑能耗满足规定的标准要求，通过行政立法，把推广建筑节能从一种号召性行为转变为一种强制性行为，以全面启动全国建筑节能工作，并加强落实和监督管理。

对可调整、完善和改造的老的住宅，也应采取相应措施逐步进行改造。只有采取强化节能的措施和提高效能的政策，走“能源消耗最少，环境污染最小”的发展道路，才能形成能源可持续发展的新机制，为今后城市建设更长远的循环发展奠定基础。

(4) 注重产学研，加快对建筑节能的研究设计工作，要把建筑节能的新技术、新产品、新工艺、新建材及先进适用成套技术的研究、生产和推广应用摆上“产学研”单位的重要议程。加强学科和部门之间的横向联合，积极开展组织设计和攻关工作。组织科研机构、建筑设计、环境保护、新建材开发的专家和生产厂家积极开展对建筑节能的研究、设计、攻关工作。

① 开展标准化、多样化与工业化相结合的设计，为实现住宅建筑节能的通用化、配套化、系统化提供技术支持。

② 在建筑体系上，要加快以承重结构为主线，包括围护结构、隔断、厨卫、门窗、管线等形成标准化、系列化，符合产业现代化发展方向的完整建筑节能体系。

③ 使用建筑节能部品体系，包括外围护、内围护、厨卫、设备、智能化、小区配套等六大部品体系，要形成通用部品、系列开发、规模生产，不断研究、设计、生产出新颖、环保、防污、隔声、保温、隔热的建筑节能材料。

④ 加速建设科技成果的转化及应用，使用智能遮阳及门窗自控系统，门窗应向节能、高档、新型、多功能、多品种的方向发展，减少使用能源，卫生间上下水管设计和使用 U 形管，避免外溢返臭和冬天防寒。

⑤ 在住宅中设计储放再生水的固定容器，充分利用再生水，要使建筑成为节能建筑和绿色环保建筑。

(5) 制定经济扶持政策，加大对建筑节能资金的投入在建筑节能的研究、设计、开发和建设，对新技术、新建材的研究和推广应用中没有资金只能纸上谈兵。要创新投融资体制，想方设法筹措开发建筑节能的资金，要制定经济扶持政策，建立和完善建筑节能的经济激励政策，例如可减少土地出让金收益，或减少营业税等，不断研究探索建筑节能的发展基金，采取多元化筹措建筑节能资金的办法，加大对建筑节能资金的投入，为加快促进建筑节能提