

社会主义新农村建设指导系列丛书

新农村 建设

建筑节能技术

北京土木建筑学会

北京科智成市政设计咨询有限公司

主编

Building a New Socialist
Countryside



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

社会主义新农村建设指导系列丛书

新农村建设 建筑节能技术

北京土木建筑学会

北京科智成市政设计咨询有限公司

主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书是《社会主义新农村建设指导系列丛书》之一,全书内容不仅涵盖了新农村建设中“四节”技术的丰富内容,而且还介绍了适合于新农村建设的具有可操作性的技术应用措施等,对新农村建设的人居环境建设、农村能源建设等具有很好的指导作用。本书共分为4章:建筑节能基本知识;建筑节能保温材料;围护结构保温节能工程施工;太阳能利用及建筑采暖与空调节能。

本套丛书既可为广大的农民、农村基层领导干部和农村科技人员提供新农村建设的具有实践性、指导意义的技术参考资料,以及解决问题的方法和相关的知识,也可作为社会主义新型农民、职工的培训等学习的教材,还可供建筑设计单位、新型材料生产厂商、建筑施工单位、监理单位以及所有参与社会主义新农村建设的单位或个人学习、应用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

新农村建设 建筑节能技术/北京土木建筑学会,北京
科智成市政设计咨询有限公司主编. —北京:中国电力出
版社,2008

(社会主义新农村建设指导系列丛书)

ISBN 978-7-5083-6182-6

I. 新… II. ①北…②北… III. 农村住宅—节能 IV.
TU241 TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 174643 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:侯伟 周娟华 责任印制:陈焊彬 责任校对:王瑞秋

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 开本·24.25 印张·603 千字

定价:45.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010—88386685)

《新农村建设 建筑节能技术》

编委会名单

主编单位:北京土木建筑学会

北京科智成市政设计咨询有限公司

顾问:(按姓氏笔画排序)

王庆生 方展和 邓祥发 史新华 张玉海

彭爱京

主编:武江

副主编:刘小霞

编委:(按姓氏笔画排序)

马奇艺 刘伟军 吴锐 宋清春 张晓光

李祥义 孟东辉 欧应辉 胡文明 赵新平

阎云天 薛浩然

前言

党的十六届五中全会和“十一五”规划纲要提出“建设社会主义新农村”这一重大的历史任务。2006年《关于推进社会主义新农村建设的若干意见》，对社会主义新农村建设作了全面深刻系统的阐述，确立了社会主义新农村建设指导原则和发展目标，为当前和今后一个时期的“三农”工作指明了方向。2007年再次强调，“扎实推进新农村建设的各项工作丝毫不能松懈”。

党的十七大报告明确指出，“统筹城乡发展，推进社会主义新农村建设。解决好农业、农村、农民问题，事关全面建设小康社会大局，必须始终作为全党工作的重中之重”。

社会主义新农村建设是一个长期的历史过程。“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”是党和政府解决“三农”问题政策方针的升华，是在新时期建设和谐社会与全面发展农村事业的重大举措。改善农村人居环境，以科学的发展观统领农村建设事业的发展，促进农村经济结构调整和经济增长方式转变，根据中央和建设部提出的发展节能省地型住宅和公共建筑的要求，全面推广和普及节能、节水、节地和节材的技术、措施，是建设领域的工作者在社会主义新农村建设事业中应当承担起的政府职责和社会责任。

2006年，北京土木建筑学会与北京市建设委员会共同组织编写了《新农村建设“四节”技术应用指导手册》，下发到北京市各基层村，受到了广大农民和农村基层领导干部、技术人员的热烈欢迎，对北京市社会主义新农村建设工作起到了很好的指导作用。

随着“节能、节水、节地、节材”工作在建设领域的全面开展与深化，尤其是结合在过去一年来新农村建设中农村人居环境改善的实践探索和新能源在新农村建设中的应用，北京土木建筑学会组织有关专家精心编写了这套“社会主义新农村建设指导系列丛书”。本套丛书共分为7册，内容不仅涵盖了新农村建设中“四节”技术的丰富内容，还介绍了适合于新农村建设的具有可操作性的技术应用措施等，对新农村建设的人居环境建设、农村能源建设等具有很好的指导作用。

本书为第4分册：《新农村建设 建筑节能技术》。从建筑节能的基本知识谈起，对适合于新农村建设的建筑节能保温材料、围护结构保温节能工程施工、采暖与通风空调工程施工、太阳能系统工程施工等内容作了深入细致的分析和阐述，以帮助广大基层领导干部和工程技术人员、参与社会主义新农村建设规划设计的人员进一步理解社会主义新农村建设的历史意义和工作方向、工作内容等。

本书共分为4章：第1章，建筑节能基本知识；第2章，建筑节能保温工程材料；第3章，围护结构保温节能工程施工；第4章，太阳能利用、建筑采暖与空调节能。

本套丛书既可为广大的农民、农村基层领导干部和农村科技人员提供具有实践性、指导意义的技术参考资料，以及解决问题的方法和相关的知识；也可作为社会主义新型农民、职工的培训等学习教材使用；还可供建筑设计单位、新型材料生产厂商、建筑施工单位、监理单位以及所有参与社会主义新农村建设的单位或个人学习、应用和参考。

本套丛书在编写过程中，得到了很多专家和相关领导的关心、大力支持和指导，同时本书在编制中参考了一些公开发表的文献资料，在此一并表示深深的谢意！

由于编者水平有限以及时间仓促，书中难免存在一些不足和谬误之处，而且随着社会主义新农村建设的不断深入、不断完善和不断发展，本书的实践探索也许并不能全面地反映社会主义新农村建设的要旨，恳请广大读者批评、指正，提出建议，以便再版时修订，以促使本书能更好地为“三农”服务、为社会主义新农村建设服务。

编者

目 录

前 言

第 1 章 建筑节能基本知识	1
1.1 建筑节能常识	1
1.1.1 建筑节能的现实意义	1
1.1.2 我国各地气候特点与建筑要求	6
1.1.3 建筑节能基本术语	12
1.2 建筑节能基本原理与技术措施	20
1.2.1 建筑节能基本原理	20
1.2.2 建筑节能技术措施	31
第 2 章 建筑节能保温工程材料	43
2.1 保温节能墙体材料	43
2.1.1 烧结多孔砖的品种及技术要求	43
2.1.2 烧结空心砖和空心砌块的品种及技术要求	45
2.1.3 普通混凝土小型空心砌块的品种及技术要求	48
2.1.4 加气混凝土及其制品的技术要求	50
2.1.5 保温砌模的品种及技术要求	55
2.2 建筑保温、隔热材料	57
2.2.1 石棉及其制品	58
2.2.2 蛭石及其制品	62
2.2.3 珍珠岩及其制品	66
2.2.4 岩棉及岩棉制品	73
2.2.5 泡沫塑料保温、隔热材料	73
2.2.6 聚合物砂浆及增强材料	86
2.3 节能门窗及玻璃制品	90
2.3.1 木门窗	90
2.3.2 铝合金节能门窗	99
2.3.3 塑钢节能门窗	101
2.3.4 热反射玻璃	104
2.3.5 中空玻璃	107
第 3 章 围护结构保温节能工程施工	112
3.1 自保温(单一材料)墙体工程施工	112
3.1.1 多孔砖墙体砌筑工程施工	112
3.1.2 普通混凝土小型空心砌块墙体砌筑工程施工	118
3.1.3 加气混凝土砌块墙体砌筑工程施工	126
3.1.4 混凝土砌块外墙夹芯保温工程施工	130
3.1.5 保温砌模现浇钢筋混凝土网格剪力墙施工	135
3.1.6 310 节能装饰承重砌块的应用技术	142

3.1.7	粉煤灰陶粒砌块多层住宅围护结构节能工程施工	149
3.2	外墙内保温系统工程施工	153
3.2.1	增强石膏聚苯复合保温板外墙内保温工程施工	153
3.2.2	增强粉刷石膏聚苯板外墙内保温工程施工	157
3.2.3	胶粉聚苯颗粒保温浆料外墙内保温工程施工	163
3.2.4	增强水泥聚苯复合保温板外墙内保温工程施工	168
3.3	外墙外保温系统工程施工	171
3.3.1	膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统工程施工	171
3.3.2	胶粉 EPS 颗粒保温浆料外墙外保温系统工程施工	188
3.3.3	EPS(钢丝网架)板现浇混凝土外墙外保温系统工程施工	195
3.3.4	机械固定 EPS 钢丝网架板外墙外保温系统工程施工	207
3.3.5	硬泡聚氨酯现场喷涂外墙外保温系统工程施工	210
3.3.6	装配式龙骨薄板外墙外保温工程施工	218
3.3.7	胶粉聚苯颗粒贴砌聚苯板外墙外保温系统工程施工	221
3.3.8	岩棉板外墙外保温系统工程施工	226
3.3.9	预制墙体外保温系统	231
3.3.10	挤塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统施工技术	234
3.4	屋面保温隔热工程施工	239
3.4.1	倒置式屋面保温隔热工程施工	239
3.4.2	屋面松散材料保温层工程施工	241
3.4.3	屋面板状材料保温层工程施工	243
3.4.4	屋面整体保温层工程施工	246
3.4.5	架空隔热屋面工程施工	250
3.4.6	蓄水屋面工程施工	254
3.4.7	种植屋面工程施工	258
3.5	建筑节能门窗工程施工	262
3.5.1	概述	262
3.5.2	节能门窗的选择要求	263
3.5.3	提高门窗保温性能的措施	264
3.5.4	木门窗在建筑节能中的应用技术措施	265
3.5.5	铝合金及塑料门窗安装施工要点	284
第4章	太阳能利用、建筑采暖与空调节能	307
4.1	民用建筑太阳能利用系统工程施工	307
4.1.1	太阳能热水系统及其类型	307
4.1.2	家用太阳能热水器类型	314
4.1.3	太阳能热水器的选用	317
4.1.4	家用太阳能热水器的安装和维护	319
4.1.5	太阳能热水系统的安装与维护	322
4.1.6	热泵式太阳能采暖系统	331
4.2	建筑采暖系统工程节能施工	333

4.2.1	低温热水地板辐射采暖系统工程安装	333
4.2.2	金属辐射板采暖系统工程安装	338
4.2.3	新型铝制柱翼耐蚀节能散热器安装	343
4.2.4	新型铜管铝片对流节能散热器安装	349
4.2.5	钢制板式及钢制扁管型节能散热器的安装	355
4.3	通风与空调系统工程节能技术	359
4.3.1	建筑物通风	359
4.3.2	家用空调器节能技术	364
参考文献		378

第 1 章 建筑节能基本知识

1.1 建筑节能常识

1.1.1 建筑节能的现实意义

1. 建筑节能的概念

所谓建筑节能,今天它的含义比字面上的意思要丰富、深刻得多。

自 1973 年发生世界性的石油危机以后的 30 多年来,在发达国家,建筑节能的表述经历了三个阶段:第一阶段,就叫“建筑节能”;第二阶段,改为“在建筑中保持能源”,意思是减少建筑中能量的散失;第三阶段,普遍称作“提高建筑中能源利用效率”,也就是说,并不是消极意义上的节省,而是从积极意义上提高能源利用效率。在我国,现在仍然通称为建筑节能,但其含义已发展到上述的第三阶段,即在建筑中合理使用和有效利用能源,不断提高能源利用效率。

因此,建筑节能是指在建筑工程设计和建造中依照国家有关法律、法规的规定,采用节能型的建筑材料、产品和设备,提高建筑物围护结构的保温隔热性能和采暖空调设备的能效比,减少建筑使用过程中的采暖、制冷、照明等能耗,合理有效地利用能源。它改变了建筑物传统的构造形式,使之具有保温隔热的性能,从而在减少或不用电、气的时间和频率就可以满足舒适的需要。建筑节能方法包括在建筑体形、布局、朝向、间距和围护结构的设计上采取适合地方特点的措施以实现节能的方法,如提高围护结构墙体、屋面的保温隔热性能及门窗的保温性和气密性;提高楼地板、分户墙、隔墙的保温隔热性能。

过去,国内把建筑用能的范围界定在包括建筑材料生产、建筑施工和建筑物使用方面的能耗。这种说法,使建筑用能跨越了工业生产和民用生活的不同领域,与国际上通行的口径不同。近年来,经过认真研究,认为我国建筑用能的范围应该与发达国家取得一致,即建筑能耗应指建筑使用能耗,其中包括采暖、空调、热水供应、炊事、照明、家用电器、电梯等方面的能耗。在国际上,建筑能耗与工业、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%左右。由于建筑用能关系国计民生,量大面广,因此,节约建筑用能是牵涉到国家全局,影响深远的大事情。

随着我国每年 10 亿平方米民用建筑的投入使用,建筑能耗占总能耗的比例已从 1978 年的约 10% 上升到目前的 26.5%。我国近期建筑节能的重点是建筑采暖、空调节能,包括建筑围护结构保温节能,采暖、空调设备效率提高和可再生能源利用等。

近年来,人们对居住舒适度的要求日益提高,但由于能源利用效率很低,建筑耗能迅速增长,已大大超过了能源增长的速度,能源供应紧张已严重制约了经济建设和人民生活水平的进一步提高,建筑节能成为一项长期而紧迫的战略任务。开展建筑节能,有着巨大的社会效益,还可以改善室内热环境,减少空气污染,提高人民居住环境水平,并能带动相关产业和经济的持续发展。

(1) 经济的发展依赖于能源的发展,需要能源提供动力,能源短缺对经济发展是一个根本性的制约因素。要可持续的发展经济,不能仅仅依靠“开源”,还要积极的“节流”。比如,仅仅采暖



用能一项,就已占到能源总消耗的10%左右,这还没有包括制冷和照明用能。如果达到国家要求的节能50%的标准,就能够产生巨大的社会效益和经济效益。

(2)矿物燃料燃烧所排放的烟尘等颗粒物以及 SO_2 和氮氧化物都会危害人体健康,是许多疾病产生的根源;还会造成环境酸化,酸雨会破坏森林,损坏建筑物;而产生的 CO_2 会造成地球温室效应,对地球环境造成巨大破坏。在青岛,冬季采暖期大气污染超标的根本原因就是采暖燃煤排放的污染物。可见,如果采暖能耗不能大幅度地降低下来,大气环境指标不仅不可能改善,而且还会越来越恶化。因此,为了改善大气环境,也必须抓紧建筑节能工作。

(3)开展建筑节能,还可以改善室内热环境,使室内热环境不仅更稳定,而且更舒适,进而大大提高居住环境的水平。

2. 建筑节能的新形势

近年来,党中央、国务院一再要求,要大力发展节能省地型住宅,全面推广和普及节能技术,建设资源节约型、环境友好型社会。

在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中指出,在确定国内生产总值每年平均按7.5%增长的同时,要求降低能耗20%。据此计算,“十一五”期间,全国应节能2.4亿吨标准煤,其中,建筑节能应达1亿吨标准煤。

我国于1986年开始推进建筑节能工作,但除了北京、天津以及一些大城市外,大多数地区未能从一开始就认真执行节能设计标准,有的地区至今也未执行。据统计,截至2005年,全国建成节能建筑约5亿平方米。目前,全国每年新建建筑近20亿平方米,80%以上是高耗能建筑。既有建筑400亿平方米,95%以上是高耗能建筑。目前,发达国家建筑节能已进入第三阶段,节能率从开始的25%~30%提高到现在的60%~70%。我国单位建筑面积的使用能耗是发达国家的3倍,甚至更高。随着人民生活水平的提高,我国建筑能耗占全国总能耗的比例已从1978年的10%上升到27%,北京市已达31.5%。建筑节能工作要加大力度,刻不容缓。

为了实现“十一五”期间的建筑节能目标,国家发改委和建设部等部门提出以下措施。

(1)新建居住建筑严格实施节能50%的设计标准,其中,北京、天津等大城市率先实施节能65%的设计标准。

(2)结合城市改建和新农村建设,开展既有居住和公共建筑节能改造,大城市完成改造面积的25%,中等城市达到15%,小城市达到10%。

(3)全面开展供热体制改革,居住及公共建筑集中采暖按热表计量收费在大中城市普遍推行,在小城市试点。

(4)开展建筑节能关键技术和可再生能源的研究开发和工程应用。

(5)建立和完善强制性的产品能效标识、节能建筑标识和环境标志制度。

3. 国内建筑节能的发展概况

节约建筑用能是贯彻国家“节约能源、保护环境”和可持续发展战略的重大举措,是执行《中华人民共和国节约能源法》的重要组成部分。积极推进建筑节能工作,有利于减轻大气污染,减少温室气体排放,保护大气环境,保证国民经济的可持续发展,改善人民群众的居住与工作环境;有利于我国循环经济的形成与发展,是全面实现小康社会发展战略的一个重要方面,是我国建筑业和房地产业的重要工作,同样是我国建设行业一项长期而艰巨的任务。

(1)我国建筑节能现状。

1)我国的能源结构与建筑能耗。

①能源结构:我国人口众多,能源资源相对缺乏。自然资源总量排在世界第7位,能源资源



总量约4万亿吨标准煤,居世界第3位。我国人均能源占有量约为世界平均水平的40%。

②建筑能耗:在我国北方地区,建筑采暖能耗占当地全社会能耗的20%以上,采暖期,当地空气中的CO₂排放量明显高于非采暖期;全国城市居民空调安装率已从1991年的0.71%发展到1999年的24.48%,建筑用能已达全社会能源消费量的27.6%(发达国家的建筑用能一般占全社会能源消费量的1/3左右)。尽管我国人均用能不及世界平均人均能耗水平的一半,但能源消费总量已达世界第2位。

随着我国经济持续快速稳定增长,建设事业发展迅速。到2010年,城镇人均建筑面积将达到26m²,农村人均建筑面积将达到30m²。

随着人民生活水平的逐步提高,对住宅的舒适度要求也越来越高,将增加采暖和空调设施,建筑能耗必将大幅度增加,建筑能耗占总能耗的比重也会越来越大。

2)建筑节能工作取得初步成效。为提高能源利用效率,减少能源消耗,减少对大气环境的污染,减少CO₂排放以及地球温室效应的影响,多年来,我国开展了相当规模的建筑节能工作。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,全面推进我国的建筑节能工作。

制定了一大批建筑节能及其应用技术标准和规范;政府为了鼓励和推动开展建筑节能工作,制定了一系列相应的鼓励政策和管理规定;深入开展建筑节能技术研究,取得了一批具有实用价值的科技成果;开展了建筑节能相关产品的开发和推广应用,促进了建筑节能技术产业化;以试点示范作引导,建成了一批节能建筑,累计减排CO₂约1700万吨;制定了建筑节能技术培方案,大范围地开展了建筑节能培训工作;广泛开展建筑节能的国际合作;城市供热改革工作取得进展。

①建立和强化了全国的建筑节能机制:建设部1994年成立了建设部建筑节能工作协调组,负责归口管理和统一协调全国各项节能工作,组织实施国家有关节能政策和法规,组织制订建筑节能的政策、法规和发展规划。各省和地方都建立了负责本地墙体材料革新和建筑节能工作的墙改节能办公室。建设部批准建立了建筑节能中心,中国建筑业协会成立了建筑节能专业委员会。各大专院校和科研院也不同程度设立了建筑节能的研究机构,建筑节能的机构建设已在全国各有关领域形成了有效的网络,为建筑节能工作的开展奠定了好的基础。

②制定了建筑节能的专项规划和相关政策:在建设部建筑节能工作协调组的统一领导下,组织编制和颁布了《建筑节能“九五”计划和2010年规划》、《建设部建筑节能“十五”计划纲要》,组织召开了第一次和第二次全国建筑节能工作会议,明确了我国建筑节能的总体目标和阶段目标,强化了建筑节能工作的措施。2005年,建设部以143号部长令颁布了《民用建筑节能管理规定》,对建设项目有关建筑节能的审批、设计、施工和工程质量监督及管理的各个环节作出了明确的规定,为全国建筑节能工作的开展创造了有力的条件。原国家计委、原国家经贸委、建设部联合制定了《关于固定资产投资工程项目可行性研究报告“节能篇(章)”编制及评估的规定》,明确要求每个工程项目可行性研究报告中必须有节能篇(章)。许多地方政府建设主管部门也编制了当地建筑节能标准的实施细则,出台了建筑节能管理规定。

③建筑节能标准和法规基本建成:从20世纪80年代开始,建设部就着手建筑节能标准的编制工作。1986年颁布了《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26-1986)。该标准要求在1980~1981年当地通用设计的基础上节能30%,其中,房屋建筑节能20%,采暖系统节能10%;2001年建设部颁布了我国《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134-2001),该标准要求对不符合节能标准的项目,不得批准建设。设计单位应当依据建设单位的委



托和节能标准进行设计,保证建筑节能设计质量。各地建设行政部门或者其委托的设计单位,在进行施工图审查时,应当审查节能设计内容。施工单位应当按照节能设计进行施工,保证工程施工质量。建设工程质量监督机构对不能按节能标准要求施工和验收的项目,应责令改正,并应在质量监督文件中予以注明;2003年建设部进一步推出了《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003),这样,覆盖全国各个气候带居住建筑的节能50%的标准已全部编制完成,进入全面实施阶段。同时,建设部还制定颁布了《既有采暖居住建筑节能改造技术规程》(JGJ 129—2000)、《采暖居住建筑节能检验标准》(JGJ 132—2000)和《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)等标准,批准了《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》(JGJ 149—2003)、《外墙外保温工程技术规程》(JGJ 144—2004)、《热量表》(CJ 128—2000)等一批工程和建筑节能产品标准,修编了《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003),组织编制了《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)、《建筑节能工程施工质量验收规范》(GB 50411—2007)等,为今后建筑节能工作全面系统的实施夯实了基础。2003年建设部、国家发展和改革委员会、财政部、人事部、民政部、劳动和社会保障部、国家税务局、国家环境保护总局联合下发了关于印发《关于城镇供热体制改革试点工作的指导意见》的通知,城镇供热体制改革工作已纳入了政府的重要工作。

④建筑节能技术研究开发和推广应用取得了好的发展:从20世纪80年代开始,建设部、科技部都安排了一定的研究项目。建筑节能技术经过近30年的工作,取得了一大批可广泛推广应用的成果。现在可以在全国推广应用的外墙保温隔热技术已有很多,被大家公认且经大量工程应用证明保温效果好的外墙成套技术有:聚苯板薄抹灰外墙外保温技术体系、现浇混凝土聚苯板外墙外保温技术体系和胶粉聚苯颗粒保温浆料外墙外保温技术体系等。最近,满足节能65%标准的发泡聚氨酯外墙外保温技术体系也已大量应用。

围绕建筑节能50%标准的执行,很多与研究、开发、生产的企业相结合,开发完成了节能型的房屋体系,如轻钢轻板节能房屋体系、钢结构房屋体系、混凝土保温砌模配筋承重房屋体系等成套技术,这些房屋体系已开始在各地推广应用,不仅达到和超过了节能50%的要求,而且其各项性能指标都符合相关规范要求,节能效率和舒适度都有所提高。节能门窗的发展有了长足进步,符合节能标准要求的塑料门窗已在全国各类建筑工程中得到普遍的应用,钢塑共挤窗、铝塑复合窗、玻璃钢窗、复合木窗都有了较好的开发和应用,特别是断热铝合金节能窗的开发,不仅满足节能窗的标准要求,也为铝合金门窗的发展开拓了市场。配合节能窗的开发,低反射玻璃、Low-E玻璃等具有高科技含量的新型中空玻璃不断投入市场。

供热和空调的节能技术与产品也取得了好的发展,供热用的平衡阀、调控阀、热表等产品为供热系统的节能提供了条件。双管的供热系统、带跨越管的单管供热系统都普遍应用于各建筑工程,特别是住宅建设和改造项目。利用现代智能技术对大型建筑的空调系统进行节能改造已在南方得到使用,产生了良好的经济与社会效益。

太阳能供热技术在建筑上的应用以及太阳能建筑一体化技术在许多省已开始推广。地源热泵技术和水源热泵技术不仅为各类公共建筑提供了制冷和供热,也大面积应用在住宅小区的供热与制冷中,得到了用户的好评,节约了能源,保护了环境。

⑤建筑节能示范工程的建设在建筑节能的实施工作中发挥了典型示范作用:从20世纪70年代开始实施建筑节能科技示范工程以来,全国各地已建成建筑节能示范工程累计达到2.8亿平方米,同时每年还有100多万平方米建筑节能工程在实施。全国建成太阳房也达到1600多万平方米。应用水源热泵技术的节能建筑仅北京就超过了百万平方米。全国各地的节能建筑



在示范工程的带动下,已全面进入执行节能 50% 标准的实施阶段。

⑥建筑节能产业化已显示出强有力的势头:建筑节能工作的开展大大促进了墙体材料的革新,各类新型的墙体材料已经成为全国建筑材料市场的主体,年产量达到 2100 亿标准砖;外墙外保温材料的生产厂家已遍及祖国东西南北;隔热材料年生产折合约 1500 万立方米;塑料门窗、节能的断热铝合金窗已占据了整个门窗市场的主流,大型的塑料门窗企业、铝合金节能门窗企业在社会上尽显风尚。塑料型材年生产量达 149 万吨,生产能力为 280 万吨;塑料门窗生产量约 1.5 亿平方米,生产能力为 2.5 亿平方米;铝门窗年生产量也维持在 1.5 亿平方米左右;太阳能热水器年生产量达 600 多万平方米。地源热泵和水源热泵技术公司有几十家,为其提供设备和产品的企业已经形成了一条龙的配套服务,供热和制冷企业的发展更具有社会影响。由此带动的产业链已涉足到各个行业。

(2)建筑节能存在的问题。2005 年,为了贯彻实施《民用建筑节能管理规定》,建设部组织有关人员对我国北方地区和部分过渡地区的建筑节能工作进行了一次检查。检查结果表明,能够达到采暖建筑节能设计标准的建筑仅占城市既有采暖居住建筑面积的 6.5%。我国建筑节能存在以下几个方面的主要问题。

1)对建筑节能工作的重要性和紧迫性认识不足。推进建筑节能有利于节约能源,保护环境,保证国民经济可持续发展。但大多数地方未对此予以高度重视,未将其作为一项日常的重要工作来抓;中央也未将建筑节能放在关系全局的高度来进行指导,没有进行大张旗鼓的宣传。建筑节能本来是亿万群众的切身事业,但是在人民群众中没有形成对建筑节能重要性的基本认识,还不了解建筑节能会带来多方面的巨大效益。实践证明,各级领导的重视程度会直接关系到建筑节能事业的发展,如京、津等地由于有关领导重视,认真贯彻节能标准和法规,建筑节能就不断取得新的进展;而有些地方则对此采取放任自流的态度,致使工作长期停滞。

2)缺乏配套完善的建筑节能法律法规。我国虽已出台了《中华人民共和国节约能源法》,但未制订对建筑节能的相关法律、法规,因而建筑节能工作基本上处于无法可依的状况。但许多发达国家在 20 世纪 70 年代“石油危机”之后,就相继制定并实施了节能的专门法律,对民用建筑节能作了明确的规定,并采取了一系列经济鼓励措施;东欧国家,也在近 10 年颁布并执行了相应的法律,因而建筑节能工作取得了迅速的发展。

3)缺乏相应的经济鼓励政策。建筑节能是一项利国利民的工作,但国家及地方缺乏对建筑节能的实质性经济鼓励政策,建筑节能缺乏必要的资金支持。我国建筑节能尚处于起步阶段,单纯依靠用户、建设方自发的行为无法实现建筑节能目标。我国既有建筑面积达 360 亿平方米,建筑物围护结构的节能改造和供热系统的改造工作量巨大,需要大量资金投入。为调动各方的积极性,急需政府出台相关的经济鼓励政策,引导市场,优化资源配置,促进建筑节能发展。国外发达国家为促进建筑节能工作的开展,采取了许多积极的政策措施,如德国、丹麦、波兰等国家对既有建筑节能改造提供大量财政补助;美国、日本、德国对利用太阳能的建筑实行财政补助,效果很好。

4)国家对建筑节能技术创新、技术进步的支持力度不够。建筑节能的顺利推进,还有赖于经济上可以承受的先进成熟的技术,以及质量合格、数量足够的产品的支持,但是,正在起步发展中的建筑节能产业,作为一个复杂多样的产业群体,存在起点低、技术水平不高、创新能力弱的问题。目前,过渡地区的建筑节能标准即将颁布实施,南方炎热地区的建筑节能工作也已经启动,这些标准的实施需要大量成熟可行的技术和产品作为支撑,但国家在建筑节能技术开发和创新方面的支持力度还远远不够。



5)管理机构不健全,建筑节能与墙体材料革新工作分离,管理体制不顺畅。建筑节能工作除了应该注意建筑门窗、建筑屋顶和采暖制冷系统的用能效率外,建筑物的围护墙体节能也是十分重要的方面。建筑节能不抓墙体革新不可能达到节能的效果,同样,墙体革新不与建筑节能相结合,也失去了墙体革新的作用。但长期以来,建筑节能工作缺乏强有力的管理机构。虽然建设部已成立了建筑节能协调领导小组和专门的建筑节能协调办公室,但到目前为止很多地方仍未成立相应的建筑节能管理机构,因而建筑节能工作难以推动。

当前,建筑节能与墙体材料革新工作分离,关系不顺。从部委一级看,建筑节能的职能属于建设部,而机构改革后,墙体材料革新工作则由国家发展和改革委员会负责;从地方看,有的地方墙体材料革新办公室挂靠建设委员会,有的则挂靠国家发展和改革委员会。而从全国建筑节能工作开展的情况来看,凡是建筑节能与墙改工作统一归口管理的省市或地区,建筑节能工作就能得到较大的发展,反之,则矛盾很多,发展缓慢。

6)现行的供热收费制度阻碍了建筑节能事业的发展。我国现行的供热收费制度是按建筑面积计算采暖费,采暖费用由国家和单位负担,用能多少与用户利益无关,而且供热采暖系统一直采用垂直单管串联方式,用户无法自行调控供暖量,外网也不能适应系统动态调节控制,致使能源浪费严重。在这种收费体制下,供热企业缺乏自主经营的动力,无法满足用户对热舒适程度的要求;热用户也没有节约采暖用能的积极性。

我国开展建筑节能工作 10 多年来,北方采暖地区已经建成了约 1.4 亿平方米的节能建筑,建筑围护结构的保温效果大为改善,因此冬季室温得到了提高,但由于供热热量没有计量,用户也不能调控室温,房间太热时就开窗散热,出现了节能建筑实际上不节能的不合理现象。不管是节能建筑还是非节能建筑,都是按建筑面积收取采暖费,影响了房屋开发建设方建造节能建筑的积极性。只有实行按热量计量收费,才能体现出节能的经济效益,节能建筑才能真正收到节能效果。

1.1.2 我国各地气候特点与建筑要求

1. 我国建筑气候分区

我国地域广阔,气候差别很大。为了规划设计等多方面的需要,必须划分为多个区域。建筑气候区域就是反映建筑与气候关系的区域划分,它要反映各个气象基本要素的时空分布特点及其对建筑的直接作用,显示建筑与气候的密切关系。建筑气候区的划分,按照综合分析为主导因素相结合的原则,力求分级从简。我国的建筑气候区划标准分为一级和二级区,一级区是根据全国范围内对建筑有决定性影响的主要气候参数(如 1 月平均气温、7 月平均气温、7 月平均相对湿度、年降水量、日平均气温稳定日数)划定的;二级区是在各个一级区内分别选取能反映该区内建筑气候差别的两三个气候参数作为根据而划定的。

国家标准《建筑气候区划标准》(GB 50178—1993)将全国划分为 7 个一级区,即东北严寒区、华北寒冷区、华中夏热冬冷区、华南夏热冬暖区、云贵温和区、青藏高原区和西北干寒区。在一级区内又分别划分 1~4 个区,共有 20 个二级区。为适应建筑热工设计的需要,在《建筑气候区划标准》(GB 50178—1993)基础上,《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—1993)将全国划分为 5 个建筑热工设计区,即严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区。

2. 严寒地区气候特点及建筑基本要求

(1)严寒地区范围和气候类型。严寒地区包括了建筑气候区划的 I 区全部,即黑龙江、吉林全境,辽宁大部,内蒙中部、北部及陕西、山西、河北、北京北部的部分地区。该地区冬季漫长严



寒,夏季短促凉爽;西部偏于干燥,东部偏于湿润;气温年较差很大;冰冻期长,冻土深,积雪厚;太阳辐射量大,日照丰富;冬半年多大风。

还包括了建筑气候区划的Ⅵ区中ⅥA、ⅥB区,即青海大部、西藏大部、甘肃西南部、新疆南部部分地区。该地区长冬无夏,气候寒冷干燥;气温年较差小而日较差大;气压偏低,空气稀薄,透明度高;日照丰富,太阳辐射强烈;冬季多西南大风;冻土深,积雪较厚,气候垂直变化明显。

还包括了建筑气候区划的Ⅶ区中ⅦA、ⅦB、ⅦC区,即内蒙西部、甘肃大部、新疆中北部地区。该区大部分地区冬季漫长严寒,夏季干热;气温年较差和日较差均大;大部分地区雨量稀少,气候干燥,风沙大;部分地区冻土较深,山地积雪较厚;日照丰富,太阳辐射强烈。

(2)严寒地区气候特点。

1)严寒地区Ⅰ区气候特点。

①1月平均气温为 $-31\sim-10^{\circ}\text{C}$,7月平均气温低于 25°C ;气温年较差为 $30\sim50^{\circ}\text{C}$,年平均气温日较差为 $10\sim16^{\circ}\text{C}$;3~5月平均气温日较差最大,可达 $25\sim30^{\circ}\text{C}$;极端最低气温普遍低于 -35°C ,漠河曾有一 52.3°C 的全国最低纪录;年日平均气温低于或等于 5°C 的日数大于145d。

②年平均相对湿度为 $50\%\sim70\%$;年降水量为 $200\sim800\text{mm}$,雨量多集中在6~8月,年雨日数为 $60\sim160\text{d}$ 。

③年太阳总辐射照度为 $140\sim200\text{W}/\text{m}^2$,年日照时数为 $2100\sim3100\text{h}$,年日照百分率为 $50\%\sim70\%$,12月~翌年2月偏高,可达 $60\%\sim70\%$ 。

④12月~翌年2月西部地区多偏北风,北、东部多偏北风和偏西风,中南部多偏南风;6~8月东部多偏东风和东北风,其余地区多为偏南风;年平均风速为 $2\sim5\text{m}/\text{s}$,12月~翌年2月平均风速为 $1\sim5\text{m}/\text{s}$,3~5月平均风速最大,为 $3\sim6\text{m}/\text{s}$ 。

⑤年大风日数一般为 $10\sim50\text{d}$;年降雪日数一般为 $5\sim60\text{d}$;长白山个别地区可达 150d ,年积雪日数为 $40\sim160\text{d}$;最大积雪深度为 $10\sim50\text{cm}$,长白山个别地区超过 60cm ;年雾凇日数为 $2\sim40\text{d}$ 。

2)严寒地区ⅥA、ⅥB区气候特点。

①1月平均气温为 $0\sim-22^{\circ}\text{C}$,极端最低气温一般低于 -32°C ,很少低于 -40°C ;7月平均气温为 $2\sim18^{\circ}\text{C}$;气温年较差为 $16\sim30^{\circ}\text{C}$;年平均气温日较差为 $12\sim16^{\circ}\text{C}$,冬季气温日较差最大,可达 $16\sim18^{\circ}\text{C}$;年日平均气温低于或等于 5°C 的日数为 $90\sim285\text{d}$ 。

②年平均相对湿度为 $30\%\sim70\%$;年雨日数为 $20\sim180\text{d}$,年降水量为 $25\sim900\text{mm}$;该区干湿季分明,全年降水多集中在5~9月或4~10月,约占年降水总量的 $80\%\sim90\%$,降水强度很小,极少有暴雨出现。

③年太阳总辐射照度为 $180\sim260\text{W}/\text{m}^2$,年日照时数为 $1600\sim3600\text{h}$,年日照百分率为 $40\%\sim80\%$,柴达木盆地为全国最高,可超过 80% 。

④该区东北部地区常年盛行东北风,12月~翌年2月南部和东南部盛行偏南风;其他地方大多为偏西风,6~8月北部地区多东北风,南部地区多为东风;年平均风速一般为 $2\sim4\text{m}/\text{s}$,极大风速可超过 $40\text{m}/\text{s}$;空气密度甚小;年平均气压值偏低,大多在 600hPa 左右,只及平原地区的 $2/3\sim1/2$ 。

⑤年大风日数为 $10\sim100\text{d}$,最多可超过 200d ;年雷暴日数为 $5\sim90\text{d}$,全部集中在5~9月;年冰雹日数为 $1\sim30\text{d}$;12月~翌年5月多沙暴,年沙暴日数为 $0\sim10\text{d}$;年降雪日数为 $5\sim100\text{d}$,年积雪日数为 $10\sim100\text{d}$;高山终年积雪,有现代冰川,最大积雪深度为 $10\sim40\text{cm}$ 。

3)严寒地区ⅦA、ⅦB、ⅦC区气候特点。



①1月平均气温为 $-20\sim-5^{\circ}\text{C}$,极端最低气温为 $-20\sim-50^{\circ}\text{C}$;7月平均气温为 $18\sim33^{\circ}\text{C}$,山地偏低,盆地偏高;极端最高气温各地差异很大,山地明显偏低,盆地非常之高;吐鲁番极端最高气温达到 47.6°C ,为全国最高;气温年较差大都在 $30\sim40^{\circ}\text{C}$,年平均气温日较差为 $10\sim18^{\circ}\text{C}$;年日平均气温低于或等于 5°C 的日数为 $110\sim180\text{d}$;年日平均气温高于或等于 25°C 的日数小于 120d 。

②年平均相对湿度为 $35\%\sim70\%$;年降雨日数为 $10\sim120\text{d}$;年降水量为 $10\sim600\text{mm}$,是我国降水最少的地区;降水量主要集中在6~8月,约占年降水总量的 $60\%\sim70\%$;山地降水量年际变化小,盆地变化大。

③年太阳总辐射照度为 $170\sim230\text{W}/\text{m}^2$,年日照时数为 $260\sim3400\text{h}$,年日照百分率为 $60\%\sim70\%$ 。

④12月~翌年2月北疆西部以西北风为主,东部多偏东风;南疆东部多东北风,西部多西至西南风;6~8月大部分地区盛行西北和西风,东部地区多东北风;年平均风速为 $1\sim4\text{m}/\text{s}$ 。

⑤年大风日数为 $5\sim75\text{d}$,山口和风口地方多大风,持续时间长,年大风日数超过 100d ;区内风沙天气盛行,是全国沙暴日数最多的地区,年沙暴日数最多可达 40d ;年降雪日数为 $1\sim100\text{d}$ 。

(3)对严寒地区建筑有重大影响的建筑气候特征。

1) I A区冬季长9个月以上,1月平均气温低于 -28°C ;多积雪,基本雪压为 $0.5\sim0.7\text{kPa}$;该区为永冻土地区,最大冻土深度为 4.0m 左右。

2) I B区冬季长8~9个月,1月平均气温为 $-28\sim-22^{\circ}\text{C}$;年冰雹日数为 $1\sim4\text{d}$;年沙暴日数为 $1\sim5\text{d}$;基本雪压为 $0.3\sim0.7\text{kPa}$;该区为岛状冻土地区,最大冻土深度为 $2.0\sim4.0\text{m}$ 。

3) I C区冬季长7~8个月,1月平均气温为 $-22\sim-16^{\circ}\text{C}$;夏季长1个月左右;年冰雹日数为 $3\sim5\text{d}$;年沙暴日数为 5d 左右;东部基本雪压值偏高,为 $0.3\sim0.7\text{kPa}$;最大冻土深度为 $1.5\sim2.5\text{m}$ 。

4) I D区冬季长6~7个月,1月平均气温高于 -16°C ;夏季长2个月;年冰雹日数为 5d 左右;西部年沙暴日数为 $5\sim10\text{d}$;最大冻土深度为 $1.0\sim2.0\text{m}$ 。

5) VI A区冬季严寒,6~8月凉爽;12月~翌年5月多风沙,气候干燥;年降水量一般为 $25\sim200\text{mm}$,山地高处降水较多,可超过 500mm 。

6) VI B区全年皆冬,气候严寒干燥,为高原永冻土区,最大冻土深度达 2.5m 左右,年沙暴日数为 10d 左右。

7) VII A区冬季干燥严寒,为北疆寒冷中心;夏季干热,为北疆炎热中心;日平均气温高于或等于 25°C 的日数可达 72d ;年降水量少于 200mm ;基本雪压值小于 0.5kPa ;最大冻土深度为 $1.5\sim2.0\text{m}$ 。

8) VII B区冬季严寒,夏季凉爽,较为湿润;基本雪压值偏高,为 $0.3\sim1.2\text{kPa}$;最大积雪深度为 $30\sim80\text{cm}$;最大冻土深度为 $0.5\sim4.0\text{m}$;有永冻土存在;高山终年积雪,有现代冰川;冬季多阴雨天气;4~9月山地多冰雹。

9) VII C区冬季严寒,夏季较热;年降水量小于 200mm ,空气干燥,风速偏大,多大风风沙天气;日照丰富;最大冻土深度为 $1.5\sim2.5\text{m}$;日平均气温高于或等于 25°C 的日数为 $20\sim70\text{d}$ 。

(4)严寒地区建筑基本要求。

1)建筑物必须充分满足冬季防寒、保温、防冻等要求,夏季可不考虑防热。VII A、VII B、VII C区的部分地区夏季应兼顾防热。

2)总体规划、单体设计和构造处理应使建筑物满足冬季日照和防御寒风的要求;建筑物应



采取减少外露面积,加强冬季密闭性,合理利用太阳能等节能措施;结构上应考虑气温年较差大及大风的不利影响;屋面构造应考虑积雪及冻融危害;施工应考虑冬季漫长严寒的特点,采取相应的措施。ⅦA、ⅦB、ⅦC区应考虑风沙对建筑及施工的影响。

3)应着重考虑冻土对建筑物地基和地下管道的影响,防止冻土融化塌陷及冻胀的危害。

4)ⅠB、ⅠC和ⅠD区的西部,建筑物尚应注意防冰雹和防风沙。ⅥC区东部建筑物尚应注意防雷击。

5)ⅦB区建筑物尚应特别注意预防积雪的危害。ⅦC区建筑物尚应特别注意防风沙,夏季兼顾防热。

3. 寒冷地区气候特点及建筑基本要求

(1)寒冷地区范围和气候类型。寒冷地区包括了建筑气候区划的Ⅱ区全部,即天津、山东、宁夏全境,北京、河北、山西、陕西大部,辽宁南部,甘肃中东部以及河南、安徽、江苏北部的部分地区。该地区冬季较长且寒冷干燥,平原地区夏季较炎热湿润,高原地区夏季较凉爽,降水量相对集中;气温年较差较大,日照较丰富;春、秋季短促,气温变化剧烈;春季雨雪稀少,多大风风沙天气,夏秋多冰雹和雷暴。

还包括了建筑气候区划中Ⅵ区的ⅥC,即西藏东南部、青海南部、四川西部的部分地区。该地区长冬无夏,气候寒冷干燥;南部地区气温较高,降水较多,比较湿润;气温年较差小而日较差大;气压偏低,空气稀薄,透明度高;日照丰富,太阳辐射强烈;冬季多西南大风;冻土深,积雪较厚,气候垂直变化明显。

还包括了建筑气候区划中Ⅶ区的ⅦD区,即新疆南部地区。南疆盆地冬季漫长寒冷;气温年较差和日较差均大;雨量稀少,气候干燥,风沙大;部分地区冻土较深,山地积雪较厚;日照丰富,太阳辐射强烈。

(2)寒冷地区气候特点。

1)寒冷地区Ⅱ区气候特点。

①1月平均气温为 $-10\sim 0^{\circ}\text{C}$,极端最低气温在 $-20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间;7月平均气温为 $18\sim 28^{\circ}\text{C}$,极端最高气温为 $35\sim 44^{\circ}\text{C}$;平原地区的极端最高气温大多可超过 40°C ;气温年较差可达 $26\sim 34^{\circ}\text{C}$,年平均气温日较差为 $7\sim 14^{\circ}\text{C}$;年日平均气温低于或等于 5°C 的日数为 $145\sim 90\text{d}$;年日平均气温高于或等于 25°C 的日数少于 80d ;年最高气温高于或等于 35°C 的日数可达 $10\sim 20\text{d}$ 。

②年平均相对湿度为 $50\%\sim 70\%$;年雨日数为 $60\sim 100\text{d}$,年降水量为 $300\sim 1000\text{mm}$,日最大降水量大都为 $200\sim 300\text{mm}$,个别地方日最大降水量超过 500mm 。

③年太阳总辐射照度为 $150\sim 190\text{W}/\text{m}^2$,年日照时数为 $2000\sim 2800\text{h}$,年日照百分率为 $40\%\sim 60\%$ 。

④东部广大地区12月~翌年2月多偏北风,6~8月多偏南风,陕西北部常年多西南风;陕西、甘肃中部常年多偏东风;年平均风速为 $1\sim 4\text{m}/\text{s}$,3~5月平均风速最大,为 $2\sim 5\text{m}/\text{s}$ 。

⑤年大风日数为 $5\sim 25\text{d}$,局部地区达 50d 以上;年沙暴日数为 $1\sim 10\text{d}$,北部地区偏多;年降雪日数一般在 15d 以下,年积雪日数为 $10\sim 40\text{d}$,最大积雪深度为 $10\sim 30\text{cm}$;最大冻土深度小于 1.2m ;年冰雹日数一般在 5d 以下;年雷暴日数为 $20\sim 40\text{d}$ 。

2)寒冷地区ⅥC区气候特点。见严寒地区ⅥA、ⅥB区气候特点。

3)寒冷地区ⅦD区气候特点。见严寒地区ⅦA、ⅦB、ⅦC区气候特点。

(3)对寒冷建筑有重大影响的建筑气候特征。