

可再生能源 与建筑节能技术

张志军 曹露春 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

可再生能源 与建筑节能技术

张志军 曹露春 编著

内 容 提 要

本书是一本介绍可再生能源与建筑节能技术的专业书籍,内容包括建筑围护结构节能、太阳能热利用、太阳能光伏技术、太阳能与建筑一体化、地热能、生物质能等。文中对上述相关知识及建筑节能施工技术与验收知识进行了较为系统的介绍,重点介绍了各种可再生能源技术的基本原理、利用方式和施工方法等,此外,也简单介绍了可再生能源与建筑集成技术的现状和发展趋势。

本书适合房地产开发商、建筑商、节能建材产品的科研、生产、销售企业,建设、规划、设计、监理等单位,以及建筑业管理部门的工作人员学习参考,也可作为大中专院校相关专业师生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

可再生能源与建筑节能技术/张志军,曹露春编著. —北京:中国电力出版社,2011.10

ISBN 978-7-5123-2172-4

I. ①可… II. ①张…②曹… III. ①再生能源—应用—建筑—节能 IV. ①TU111.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第202948号

中国电力出版社出版发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

责任编辑:周娟华 E-mail: juanhua Zhou@163.com.

责任印制:蔺义舟 责任校对:李 亚

印刷厂印刷·各地新华书店经售

2012年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·14.75印张·340千字

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



前言

建筑能耗在发达国家已占到能源消费总量的 35%~40%，而在我国已占到能源消费总量的 30% 左右。据有关资料统计，今后的 10 至 15 年，我国每年新增建筑面积将达到 15 亿~20 亿 m^2 。我国虽然资源不少，但人口众多，人均能源资源十分有限，且一次能源消耗中主要为煤炭，污染排放严重。因此，加强节能、提高能源利用效率和解决能源利用中的环境保护问题已成为我国经济持续健康发展的一个重要课题。积极发展可再生能源，促进能源结构的调整，是保障国家能源与环境安全、建设社会新农村、促进经济社会可持续发展的必然战略选择。

徐州工程学院非常重视可再生能源与建筑节能的研究，先后承担了包括国家“十一五”科技支撑计划项目等在内的多项相关课题，在总结经验的基础上，参考国内外同行的科研成果和工程经验，编著了本书，可供从事可再生能源与建筑节能工作的政府工作人员、房地产开发商、住宅消费者、大中专院校师生、科研院所和建设、施工等企业相关科技人员学习参考。

本书在编写过程中得到了许多同仁的大力支持和帮助，特别是唐翔教授、蔺超文讲师对太阳能光伏部分的内容进行了仔细的审阅，并提出了很多宝贵的意见，在此一并致以衷心的感谢。文中参阅了较多的文献资料，谨向这些文献资料的作者致以诚挚的谢意。由于作者水平所限，不足之处敬请批评指正。

编 者



目录

前言

第1章 建筑节能与可再生能源概述	1
1.1 建筑节能的概念	1
1.1.1 建筑能耗	1
1.1.2 建筑节能	2
1.2 建筑节能特征及实现途径	3
1.2.1 建筑节能的特征	3
1.2.2 建筑节能的实现途径	4
1.3 建筑节能的意义	8
1.3.1 高能耗建筑加剧了能源危机	9
1.3.2 促进建筑业的可持续发展	9
1.3.3 建设环境友好型社会	10
1.3.4 建设节约型社会	10
1.4 可再生能源概述	11
1.4.1 能源的定义和分类	11
1.4.2 能源和生态环境的关系	12
1.4.3 可再生能源的应用前景	14
第2章 建筑围护结构节能	18
2.1 围护结构与建筑节能概述	18
2.2 外墙保温施工	19
2.2.1 外墙保温系统的基本要求	20
2.2.2 保温砂浆外保温系统	20
2.2.3 聚苯板外保温系统	24
2.2.4 挤塑聚苯板外保温系统	27
2.2.5 聚氨酯泡沫外保温系统	31
2.2.6 自保温外保温系统	33
2.3 屋面保温施工	40
2.3.1 保温砂浆保温系统	41
2.3.2 挤塑聚苯板保温系统	42
2.3.3 喷涂聚氨酯保温系统	42
2.3.4 发泡混凝土保温系统	43
2.4 玻璃门窗保温施工	44
2.4.1 铝合金门窗安装	45
2.4.2 塑料门窗安装	47

2.5 玻璃幕墙保温施工	49
2.5.1 幕墙种类	49
2.5.2 设计施工要点	50
2.6 建筑遮阳	52
2.6.1 建筑遮阳的方式	52
2.6.2 遮阳产品构造	53
第3章 太阳能热利用技术与应用	56
3.1 太阳能的特点与储存	56
3.1.1 太阳能的特点	56
3.1.2 太阳能的储存	57
3.2 太阳能集热器的系统构成	59
3.2.1 太阳能热水器工作原理及类型	59
3.2.2 太阳能集热器的分类	60
3.2.3 平板集热器	61
3.2.4 真空管集热器	67
3.3 太阳能热水系统的分类	72
3.3.1 自然循环太阳能热水系统	73
3.3.2 强制循环太阳能热水系统	75
3.3.3 定温放水式（直流循环）太阳能热水系统	77
3.3.4 其他分类	78
3.4 太阳能热水系统的设计	78
3.4.1 太阳能热水系统的选择	78
3.4.2 太阳能热水系统的概述	80
3.4.3 太阳能热水系统水泵选择	82
3.4.4 太阳能热水系统控制系统设计	83
3.4.5 太阳能热水系统的保温措施	84
3.4.6 太阳能热水系统的排污和排气	84
3.4.7 太阳能热水系统的保温水箱	84
3.5 太阳能热水系统的施工	85
3.5.1 工程基础的施工	85
3.5.2 屋面防水处理	86
3.5.3 集热器的连接施工	86
3.5.4 系统管路的施工	87
3.6 太阳能热水系统的调试与验收	88
3.6.1 系统的调试	88
3.6.2 系统的验收	88
3.7 太阳能热水系统的运行与维护	88
3.7.1 太阳热水系统试运行中的主要故障	88
3.7.2 太阳热水系统的一般维护	89
3.7.3 太阳热水系统的常见故障和维护	90
3.8 家用太阳能热水器	91
3.8.1 闷晒式热水器	91

3.8.2 家用平板式热水器	93
3.8.3 全玻璃真空管热水器	94
3.8.4 热管真空管热水器	94
3.8.5 家用太阳能热水器的设计安装与维护	95
第4章 太阳能光伏发电技术与应用	98
4.1 太阳能光伏发电系统原理	98
4.1.1 太阳能光伏发电原理	98
4.1.2 太阳能电池分类及结构	105
4.1.3 太阳能光伏发电系统原理	106
4.1.4 太阳能光伏发电系统的分类	108
4.2 独立光伏发电系统	109
4.2.1 户用光伏系统	109
4.2.2 独立光伏电站	109
4.3 并网光伏发电系统	113
4.3.1 光伏并网系统概述	113
4.3.2 VSC 与 PCC 直流输电逆变区别	114
4.3.3 光伏逆变器电流源并网	115
4.3.4 光伏逆变器电压源并网	115
4.3.5 并网控制方法与策略	116
4.3.6 光伏并网系统的保护和孤岛问题	116
4.4 太阳能光伏发电系统工程设计	118
4.4.1 系统工程设计的总体要求	118
4.4.2 太阳能光伏发电系统工程设计	119
4.5 光伏发电系统的安装与维护	123
4.5.1 光伏发电系统的安装准备	123
4.5.2 方阵基础设置	124
4.5.3 安装太阳能电池方阵	124
4.5.4 蓄电池安装	126
4.5.5 控制器和逆变器安装	127
4.5.6 光伏系统布线	127
4.5.7 光伏系统调试	129
4.5.8 光伏发电系统的故障判断和排除	130
4.5.9 光伏发电系统的日常维护和保养	130
第5章 太阳能与建筑一体化	132
5.1 太阳能与建筑一体化技术的发展	132
5.1.1 太阳能与建筑一体化技术的现状	132
5.1.2 太阳能与建筑一体化的发展方向	135
5.1.3 太阳能与建筑一体化存在的问题与解决方法	136
5.2 太阳能与建筑一体化设计	137
5.2.1 基本设计要求	137
5.2.2 太阳能与建筑一体化的设计对策	140
5.2.3 太阳能热水系统与建筑构件结合一体化设计	142

5.3 太阳能光伏系统与建筑一体化	144
5.3.1 光伏系统与建筑一体化的概述	144
5.3.2 光伏系统与建筑一体化 (BIPV) 的设计	145
第6章 热泵技术	151
6.1 地源热泵概述	151
6.1.1 地源热泵技术的发展	152
6.1.2 地源热泵系统的组成与工作原理	155
6.1.3 地源热泵系统的分类	156
6.2 土壤热特性与水文地质	158
6.2.1 地球的热平衡与地温分布	158
6.2.2 土壤温度及其变化	159
6.2.3 地热资源的水文地质基础	160
6.3 地埋管换热器的施工	162
6.3.1 地埋管换热器的类型	162
6.3.2 地埋管换热器的设计	163
6.3.3 地埋管换热器的施工	167
6.4 水源热泵系统的设计	171
6.4.1 地下水源热泵系统的设计	171
6.4.2 地表水源热泵系统的设计	176
6.4.3 污水源热泵系统的设计	180
6.4.4 海水源热泵系统的设计	184
第7章 生物质能利用	187
7.1 生物质能概述	187
7.1.1 生物质能的概念	187
7.1.2 生物质能的分类	188
7.1.3 生物质能的特点	188
7.1.4 生物质能的化学组成与化学结构	189
7.1.5 生物质能源转化技术	192
7.2 沼气发酵及其利用	194
7.2.1 沼气发酵概述	194
7.2.2 农村家用沼气发酵与应用	195
7.2.3 大中型沼气工程技术	201
7.3 生物质液化技术	213
7.3.1 生物质液化与热解反应的机理	213
7.3.2 生物质液化的影响因素	214
7.3.3 生物质液化反应器	215
7.3.4 生物质热解多种工艺流程联合的研究现状	217
7.4 生物质气化技术	218
7.4.1 生物质气化原理	219
7.4.2 气化介质	221
7.4.3 生物质气化设备	222
参考文献	226

建筑节能与可再生能源概述

1.1 建筑节能的概念

节能的概念是1973年发生世界性的石油危机后，由西方发达国家提出的，经过30年的研究与实践，至今已经历了三个阶段。20世纪70年代提出的建筑节能（energy saving in buildings），其本质内涵仅仅着重于通过能源节约以降低资金投入，是最浅层次的建筑节能概念。20世纪80年代中后期提出的建筑节能（energy conservation in buildings）已经将其升华至节约资源的高度，是基于资源有限论的理论框架得来的，是建筑节能的第二个阶段，意思是减少建筑中能源的散失。20世纪90年代重提建筑节能（energy efficiency in buildings），则把建筑耗能与自然生态和人类社会的可持续发展结合起来，是最具积极意义的节能概念。此概念的要义在于，能源是人类社会发展的动力之源，节能并非不消耗能源，而是大大提高能源的利用效率，大幅度减少对环境的污染，实际也是“生态建筑”、“绿色建筑”的重要内涵。即以主动性、积极性地节省能源消耗、提高其利用效率。我国建筑界对第三层次的节能概念有比较一致的看法：即在建筑中合理使用和有效利用能源，不断提高能源的利用效率。因而当今“建筑节能”的含义为：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，以最小的环境负荷获得舒适环境，基于生态理念的建筑节能还必须加强对可再生能源的开发利用，并不是消极意义上的节省，而是从积极意义上提高利用效率。

1.1.1 建筑能耗

所谓能耗，就是能量通过流动产生的消耗。热量不断由高温处向低温处流动，在建筑中，这种热量流动时时刻刻都在发生，而且是不断变化的。室外气象条件无时无刻不在发生变化，室内条件（人员活动、设备开关、门窗启闭等）也在不断变化；而建筑物又是千差万别的，其朝向、构造、材料、设备各有不同，也就是说，建筑中的能量流动是动态的，而不是静止的。建筑物的热能流动是通过传导、对流和辐射等不同方式进行的。例如，建筑外表既会吸收太阳直接辐射以及周围物体的间接辐射，又要向外发出热辐射。建筑外表面通过周围空气流动、吸收或散发热量，通过门窗、洞口和缝隙通风换热等对流、传导散发热量。

建筑能耗是指建筑在建造和使用过程中，热能通过传导、对流和辐射等方式对能源的消耗。按照国际通行的分类，建筑能耗专指民用建筑（包括居住建筑和公共建筑）使

用过程中对能源的消耗,主要包括采暖、空调、通风、热水供应、照明、炊事、家用电器和电梯等方面的能耗。其中,以采暖和空调能耗为主,各部分能耗大体比例为:采暖、空调占 65%,热水供应占 15%,电气设备占 14%,炊事占 6%。

建筑使用过程中所消耗的能量,即通常所说的建筑能耗,在社会总能耗中占有很大的比例,而且,社会经济越发达,生活水平越高,这个比例越大。西方发达国家,建筑能耗占社会总能耗的 30%~45%。2000 年,美国一次能源消耗量达到 36.55 亿 t 标准煤,其中建筑能耗占 33.7%,工业能耗占 35.9%,交通能耗占 24.8%。法国建筑能耗占社会总能耗的 45%。我国尽管社会经济发展水平和生活水平都还不高,但建筑能耗已占社会总能耗的 20%~25%,正逐步上升到 30%。在上海、南京、武汉等一些大城市,夏季空调已成为电力高峰负荷的主要组成部分。据测算,武汉市每户 100m² 的普通住房,年耗电量约 2000kW·h,其中约 900kW·h 是夏季空调能耗,约占家庭年耗电量的 45%。1998 年,上海住宅空调安装率超过 70%,空调用电负荷高达 300×10⁴ kW 以上,占高峰用电负荷的 1/3,造成 166.2×10⁴ kW 的供电缺口。在香港,电力的 84%,燃气的 96% 被建筑所消耗。不论发达地区,还是未发达地区,建筑能耗状况都是牵动社会经济发展全局的大问题。

1.1.2 建筑节能

节能是指加强用能管理,采取技术上可行、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。这既是《中华人民共和国节约能源法》对“节能”的法律规定,也是国际能源委员会的节能概念。

建筑节能具有狭义和广义两方面的涵义。狭义的建筑节能侧重于某个建筑物本身所采取的措施和手段。建筑节能包含两方面的工作,一是对新建建筑要按照节能设计标准建成节能建筑;二是对既有建筑的节能改造,即通过采取相应的节能措施使建筑能耗下降 50%,使之成为节能建筑。广义的建筑节能不仅涉及建筑设计方案、能源、生活质量等问题,还考虑了整个建筑对资源、环境、气候、地理条件、维护管理、经济等方面的影响。

建筑节能的内涵是指建筑物在建造和使用过程中,人们依照有关法律、法规的规定,采用节能型的建筑规划、设计,使用节能型的材料、器具、产品和技术,以提高建筑物的保温隔热性能,减少采暖、制冷、照明等能耗,在满足人们对建筑舒适性需求(冬季室温在 16℃ 以上,夏季室温在 26℃ 以下)的前提下,达到在建筑物使用过程中,能源利用率得以提高的目的。主要包括采暖、通风、空调、照明、炊事、家用电器和热水供应等的能源效率,即为居住者所提供卫生舒适的居住条件与所消耗的能量量之比。

由于建筑物的使用寿命至少 50 年,因此,建筑能耗主要就是它在长期使用过程中的能源消耗。我们常说的建筑节能主要是指节约建筑物在长期使用过程中的能耗,尤其是指采暖和空调能耗。由于通过建筑围护结构散失的能量和采暖制冷系统的能耗约占建筑能耗的 2/3,因此,世界各国建筑节能工作主要围绕提高建筑物围护结构的保温隔热性能和提高供热制冷系统效率两方面展开。近年又在新能源(如太阳能、地热能、风能、生物能)利用等方面开展了卓有成效的工作。



1.2 建筑节能特征及实现途径

1.2.1 建筑节能的特征

建筑节能是确保人与社会、人与自然、当今人与未来人和谐共处（当今人不透支未来人的资源可视和谐共处）的系统工程，具有明显的个性特征。

1. 建筑节能的地域性

我国南北之间气候区域跨度很大，各个地区间气候相差甚远，我国主要城市建筑气候分区主要分为：严寒地区 A 区、严寒地区 B 区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区的北区和南区。例如，广东省地区占夏热冬暖地区的主导地位，节能要求就与北方建筑节能要求存在很大的不同，我国北方地区温差大，空气湿度低，外墙外保温系统就很适合北方，南方温差较小，空气湿度高，外墙外保温系统施工成本相对较大，外墙外保温系统在南方适应性就较差。

2. 建筑节能的整体性

建筑节能工程牵涉的面很广，实施过程中需要各个专业的密切配合才能保证工程的质量。建筑节能必须综合考虑建筑朝向、天然采光、建筑体形、屋顶材料与构造、外墙材料与构造、门窗材料与构造，分户墙、楼板、架空楼板、户门的性能以及地面与地下室外墙，通风与空调、空调系统的冷热源及管网、配电与照明等各个方面，所以建筑节能是一个综合性很强的工程，一个方面出问题，就会影响到整体。

3. 建筑节能要考虑建筑的舒适性

建筑节能与其他工业节能不同，工业节能主要考虑的是节约能源的数量，容易比较，也很容易判断。但是建筑，尤其是居住建筑，除了满足节能指标外，还必须考虑建筑的居住舒适度。建筑节能好的住宅，居住比较舒适，提高居住的舒适性，对提高人们的工作效率和生活品质十分重要，在现今以人为本的时代，建筑节能就显示出其独特的意义。

4. 建筑节能实施的政府主导性

建筑节能是一个庞大的系统工程，从范围来讲，关系到人与社会、人与自然是能否和谐共处；从时间来讲，关系到当今人与未来人能否和谐共处；从涉及对象来讲，是个人、家庭、社团必须参与，但又不是个人、家庭、社团所能全盘主宰的工程，必须由国家以及各级地方政府主导实施。

5. 建筑节能标准的动态渐进性

建筑节能标准视国家资源状况、社会经济发达程度、社会文明进步程度、国家在世界范围的影响力，以及国家意志认知力的不同而表现出其一定时期的不同标准幅度。比如武汉执行 50% 节能标准，北京执行 65% 节能标准，以后有可能执行 80% 节能标准等。

6. 建筑节能方案的多样性

提高建筑围护结构的热工性能和采暖、制冷以及其他家用电器能效比的途径的多样性，且随着科技进步，提高建筑围护结构的热工性能和家电能效比的手段还会不断出现更新换代的情况，决定了建筑节能实施方案的多样性。

7. 建筑节能受益群体的广泛性

衣、食、住、行是人们基本生存需求，其中住、食、行直接或间接与建筑节能相关。

抓好建筑节能，直接受益者是地球上的每一个人。

1.2.2 建筑节能的实现途径

现阶段建筑节能不可能自发地开展，必须在政府主导下，以贯彻落实强制性规范标准为前提，以科技革新为先行，以提高民众节能意识为基础，才能实现建筑节能目标。

1. 建筑节能技术途径

(1) 减少能源总需求量。

1) 建筑规划与设计。面对全球能源环境问题，不少全新的设计理念应运而生，如低能耗建筑、零能建筑和绿色建筑等，它们本质上都要求建筑师从整体综合设计概念出发，坚持与能源分析专家、环境专家、设备工程师和结构工程师紧密配合。在建筑规划和设计时，根据大范围的气候条件影响，针对建筑自身所处的具体环境气候特征，重视利用自然环境（如外界气流、雨水、湖泊和绿化、地形等）创造良好的建筑室内微气候，以尽量减少对建筑设备的依赖。具体措施可归纳为以下三个方面：合理选择建筑的地址、采取合理的外部环境设计（主要方法为：在建筑周围布置树木、植被、水面、假山、围墙）；合理设计建筑形体（包括建筑整体体量和建筑朝向的确定），以改善既有的微气候；合理的建筑形体设计是充分利用建筑室外微环境来改善建筑室内微环境的关键部分，主要通过建筑各部件的结构构造设计和建筑内部空间的合理分隔设计得以实现。同时，可借助相关软件进行优化设计，如运用天正建筑（II）中建筑阴影模拟，辅助设计建筑朝向和居住小区的道路、绿化、室外休闲空间及利用 CFD 软件，如 PHOENICS, Fluent 等，分析室内外空气流动是否通畅。

2) 围护结构。建筑围护结构组成部件（屋顶、墙、地基、隔热材料、密封材料、门和窗、遮阳设施）的设计对建筑能耗、环境性能、室内空气质量与用户所处的视觉和热舒适环境有根本的影响。一般增大围护结构的费用仅为总投资的 3%~6%，而节能却可达 20%~40%。通过改善建筑物围护结构的热工性能，在夏季可减少室外热量传入室内，在冬季可减少室内热量的流失，使建筑热环境得以改善，从而减少建筑冷、热消耗。首先，提高围护结构各组成部件的热工性能，一般通过改变其组成材料的热工性能实行，如欧盟新研制的热二极管墙体（低费用的薄片热二极管只允许单方向的传热，可以产生隔热效果）和热工性能随季节动态变化的玻璃。然后，根据当地的气候、建筑的地理位置和朝向，以建筑能耗软件 DOE—2.0 的计算结果为指导，选择围护结构组合优化设计方法。最后，评估围护结构各部件与组合的技术经济可行性，以确定技术可行、经济合理的围护结构。

我国的建筑节能技术应重点发展适用于不同气候条件的各种节能墙体、屋顶以及门窗，特别是外墙外保温技术和高效节能窗技术，包括用粘贴、钉挂、浇入和涂抹等方法固定高效保温材料的多种外墙外保温技术；采用中空密封玻璃、低发射率玻璃、充惰性气体玻璃、断桥合金窗框、复合塑料框和活动外遮阳帘等多种节能窗技术；开发各种新型高效节能墙体材料、保温隔热材料和高性能建筑玻璃及其应用技术。

3) 提高终端用户用能效率。高能效的采暖、空调系统与上述削减室内冷热负荷的措施并行，才能真正地减少采暖、空调能耗。首先，根据建筑的特点和功能，设计高能效的暖通空调设备系统，例如，热泵系统、蓄能系统和区域供热、供冷系统等。然后，在使用中采用能源管理和监控系统监督和调控室内的舒适度、室内空气品质和能耗情况。

如欧洲国家通过传感器测量周边环境的温、湿度和日照强度,然后基于建筑动态模型预测采暖和空调负荷,控制暖通空调系统的运行。在其他的家电产品和办公设备方面,应尽量使用节能认证的产品。如美国一般鼓励采用“能源之星”的产品,而澳大利亚对耗能大的家电产品实施最低能效标准。

在国内继续发展和完善以集中供热为主导、多种供热方式相结合的城镇供热采暖系统。对供热厂、热力站、锅炉房和供热管网进行节能技术改造。结合供热体制改革,开发和应用采暖温度控制与热量计量技术,包括采用温控阀、热量表、热量分配计的双管或单管采暖系统技术。开发利用多种能源、不同规模的集中式供冷系统,发展燃气空调及热电冷联产联供。

4) 提高总的能源利用效率。从一次能源转换到建筑设备系统使用的终端能源的过程中,能源损失很大。因此,应从全过程(包括开采、处理、输送、储存、分配和终端利用)进行评价,才能全面反映能源利用效率和能源对环境的影响。建筑中的能耗设备,如空调、热水器、洗衣机等应选用能源效率高的供应。例如,作为燃料,天然气比电能的总能源效率更高。采用第二代能源系统,可充分利用不同品位热能,最大限度地提高能源利用效率,如热电联产(CHP)、冷热电联产(CCHP)。

5) 提高检测工作的准确性和效率,以保证建筑节能标准的有效实施。开发建筑用能计算分析软件,用于计算在不同气象条件、不同建筑和设备状况和不同使用工况下的能源消耗。

(2) 利用新能源。在节约能源、保护环境方面,新能源的利用起至关重要的作用。新能源通常指非常规的可再生能源,包括有太阳能、地热能、风能、生物质能等。人们对各种太阳能利用方式进行了广泛的探索,逐步明确了发展方向,使太阳能初步得到一些利用。

1) 作为太阳能利用中的重要项目,太阳能热发电技术较为成熟,美国、以色列、澳大利亚等国投资兴建了一批试验性太阳能热发电站,以后可望实现太阳能热发电商业化。

2) 随着太阳能光伏发电的发展,国外已建成不少光伏电站和“太阳屋顶”示范工程,将促进并网发电系统快速发展。

3) 目前,全世界已有数万台光伏水泵在各地运行。

4) 太阳能热水器技术比较成熟,已具备相应的技术标准和规范,但仍需进一步地完善太阳能热水器的功能,并加强太阳能建筑一体化建设。

5) 被动式太阳能建筑因构造简单、造价低,已经得到较广泛应用,其设计技术已相对较为成熟,已有可供参考的设计手册。

6) 太阳能吸收式制冷技术出现较早,目前已应用在大型空调领域。太阳能吸附式制冷目前处于样机研制和实验研究阶段。

7) 太阳能干燥和太阳灶已得到一定的推广应用。

但从总体而言,目前太阳能利用的规模还不小,技术尚不完善,商品化程度也较低,仍需要继续深入广泛地研究。在利用地热能时,一方面可利用高温地热能发电或直接用于采暖供热和热水供应,另一方面可借助地源热泵和地道风系统利用低温地热能。风能发电较适用于多风海岸线山区和易引起强风的高层建筑,在英国和香港已有成功的工程实例,但在建筑领域,较为常见的风能利用形式是自然通风方式。

2. 建筑节能的政策体系

(1) 建立健全建筑节能法律法规体系。国家层面的立法是推进建筑节能的根本。建筑节能管理条例征求意见稿已发布,近日有望颁布,江苏省建筑节能管理办法自2009年12月1日起施行。

(2) 完善建筑节能标准体系。建立建筑节能标准体系,包括建筑节能设计、施工、验收、检测、运行标准等。其中对验收、检测的实施应该强调严格过程控制,对示范工程则要求全面检测。为便于今后进行实际能耗监督,应在广泛调查研究的基础上,分地区区分建筑类型制定公共建筑及居住建筑能耗定额标准。大型公共建筑能耗很大,要制定大型公共建筑采暖、空调节能监测标准,还要制定既有建筑节能改造标准,以及多个系列建筑节能技术及产品标准。

加强能效标准和标识的制定与管理。加强终端能耗管理,研究并建立我国节能建筑评定体系,选取试点住宅小区和试点公共建筑,实施节能住宅建筑和节能公共建筑的能耗性能评定。组织制定、修订和实施家用电器和照明器具的强制性能效标准,把好市场准入关,从源头上提高家用电器和采暖空调、照明器具的能源利用效率,限制并淘汰落后的高耗能设备。制定和实施超前性能效标准,积极引导生产企业主动提高产品能效,加快节能技术进步。进一步规范节能产品认证制度,扩大节能产品认证范围,提高节能产品知名度和社会的接受程度。研究并建立能效标识制度,提高高效电器的市场份额,推进家用电器产品的结构调整和更新换代。

(3) 制定经济激励政策。探索政府引导和市场机制推动相结合的方法和机制,研究制定产业经济和技术政策。争取国家财政税收政策的支持,制定合理的经济激励政策,是保障建筑节能正常运转的必备条件,所有发达国家对建筑节能都有一系列财税支持政策。

在制定激励政策时,除采用鼓励性激励政策外,还用注意限制性激励政策的运用。我国曾经采取或现在正在采取的建筑节能激励政策都侧重于鼓励性政策,所谓的限制性经济激励政策包括征收能源特别消费税和经济处罚等。针对我国当前建筑节能工作中的许多障碍,加强限制性激励政策的制定和实施是十分必要的。

(4) 加强城乡规划的引导和调控。充分发挥城乡规划在推进节能省地型住宅和公共建筑建设中的重要作用,统筹城乡发展,促进城镇发展用地合理布局。在城镇体系规划、城市总体规划、村镇规划、近期建设规划、控制性详细规划等不同层次和类型的规划中,要充分论证资源和环境对城镇布局、功能分区、土地利用模式、基础设施配置及交通组织等方面的影响,确定适宜的城镇发展空间布局、城镇规模和运行模式。加强规划对城镇土地、能源、水资源等利用方面的引导与调控,立足资源和环境条件,合理确定城市发展规模,合理选择建设用地,尽量少占或不占耕地,充分利用荒地、劣地、坡地和废弃地,充分开发利用地下空间,提高土地利用效率。要注重区域统筹,积极推进区域性重大基础设施的统筹规划和共建共享。大力发展公共交通,有效降低交通能耗和道路交通占用土地资源。

(5) 抓好试点示范规范和评比工作。典型引路,以点带面是行之有效的工作方法,也是全方位、高水准促进建筑节能发展的方法,必须继续运用。选择试点示范项目时,要有利于通过产业现代化,促进发展节能省地型住宅和公共建筑建设;有利于按照“减

量化、再利用、资源化”原则，确立适合本地区的节能省地型住宅和公共建筑的产业化发展模式和建筑体系，并建立与之相适应的工业化结构体系和通用部品体系。抓好一批供热管网改造、城市绿色照明、政府公共建筑节能改造、新型和可再生能源资源应用工程等示范项目及新材料、新工艺和新体系的试点示范，有条件的城市应组织成片新建或改造的综合示范。理清国家、省、市各级各系列评选项目，统筹列项，避免交叉重复。评选远离市场运作，确保评比的客观、公正和权威。

(6) 健全有效的监管机制。加强对建筑节能工作的组织领导，各级政府要把建筑节能列入政府工作重要议事日程，稳步推进。要加强对该项工作的目标责任制管理，落实管理机构，落实领导，落实岗位和人员，逐级严格实行目标责任制考核，确保预定目标的实现。

建筑节能是一项复杂的系统工程，涉及规划、建设、设计、施工、监理、建材等多个部门和单位，建立有效的行政监管机制至关重要，在实际工作中严把“三关”。

1) 把好设计审查关，设计文件必须满足国家建筑节能强制性条文，施工图审查机构对建筑节能进行专项审查，对达不到节能强制性条文规定的设计文件，施工图审查应为不合格，从源头上杜绝高能耗建筑。

2) 把好施工许可关，没有按建筑节能标准设计或设计达不到节能标准的，一律不许开工，在施工过程中，监理单位和相关管理部门应督促建设和施工单位严格按图施工，使用合格的建筑节能材料和新型墙体材料，保证施工质量。

3) 严把竣工验收关，工程项目竣工验收时，建设单位要对建筑节能进行专项验收，并将验收情况报市建筑节能管理机构备案，没有专项验收备案或达不到节能要求的，市建筑工程竣工备案管理机构不予办理工程竣工验收备案手续，房屋不得使用。

(7) 加大建筑节能宣传。通过新闻媒体和各种有效途径，宣传建筑节能政策法规及重要意义，唤醒全社会的节能意识，形成建筑节能利国利民，“功在当代，利在子孙”的共识。重点做好开发单位、业主以及设计、施工、监理等部门的宣传教育及培训工作，增强他们的社会责任感，自觉地执行建筑节能的有关政策法规。

(8) 国家和地方应安排专项基金，支持建筑节能技术进步。建筑节能技术的研发和推广离不开资金的支持，各地要制定建筑节能技术政策和发展规划，组织建筑科研院所与企业结合，研究发展前景良好的建筑节能技术，在各地建设建筑节能示范工程。

3. 节能意识的养成

建筑节能是全体社会成员的事业。一方面，只有住宅消费者节能意识增强了，才能有对节能建筑的强烈需求，只有这种需求，才能真正强制、刺激开发商关心并开发节能建筑；另一方面，居民在生活中养成节约能源的习惯也十分重要（这一点常被忽略，但它也被包括在建筑节能内涵中）；再者，建筑立项、规划设计图审核、施工监理、检测及管理人员等都必须有建筑节能方面的科学知识和职业道德，严格执行规范、标准，如此，建筑才能达到节能标准。因此，建筑节能是全体社会成员的事业，大家首先是住宅消费以及生活能源的消费者，还有可能是建筑节能相关行为主体中的一员，因此对建筑节能的宣传要针对不同群体、采取不同方式在全体社会成员中进行。建筑节能基本知识，可以通过宣传获取，而建筑节能主动意识除与宣传有关外，更主要是取决于社会的文明程度，人所受教育程度以及自然人自我约束能力。因此，对基本知识、主动意识的教育养

成都要抓紧,需动员全社会力量综合治理,当然建筑节能主管部门更是责无旁贷。

强大的节能动力来自于广泛的节能宣传和深入的节能意识教育。欧盟国家建筑业能够做到宁愿多花金钱以进一步提高建筑能效,原因是他们认识到,建筑用能所排放的温室气体正在对人类和生物界造成严重威胁,注重建筑节能是自己的一份义不容辞的责任。社会公众对提高建筑能效缺乏了解和认识,节能意识淡薄,就不会有建筑节能的积极性和自觉性。只有把提高建筑能效摆到保证国家能源安全、实施可持续发展、全面建设小康社会、扩大内需、拉动经济增长的战略高度来认识,作为各级政府的一项重要工作来实施,向全社会大力宣传,造成强大的舆论氛围,建筑节能才有可能迈出坚实的步伐。

在发达国家,节能观念已从 20 世纪 70 年代初的为应付能源危机而实行的节约和缩减演变成以提高效益、减少污染、改善生活质量和改进公共关系为目标,在我国则刚开始,为补缺、缩减而节约的观念仍然存在。

建筑节能工作要以室内环境为底线。一方面建筑节能决不能以牺牲室内环境品质为代价;另一方面,对不合理的环境消费(如夏季过低和冬季过高的室内温度,过大的新风量、边使用空调边开窗等)行为则应该改变。

1.3 建筑节能的意义

建筑节能是指在建筑的全寿命周期内,尽量减少宝贵的、稀缺的常规能源的消耗量。建筑物在运行期间对常规能源的消耗主要来自采暖与空调能耗、炊事能耗、热水供应能耗、家电以及照明能耗等方面,所耗资源主要是化石类燃料能源、电能和热能。在国际上,它与工业、农业、交通运输能耗并列,属于民生能耗,一般占总能耗的 30%~40%。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。

人口膨胀、环境污染和能源短缺是人类为了可持续发展必须寻求正常途径予以解决的重大课题。这三大问题已成为影响和阻碍我国国民经济、生态环境、科学技术、社会文化等领域可持续发展的重要因素。近几年,由于建筑用能数量巨大以及其对环境的重大影响,建筑节能事业在世界上迅速蓬勃兴起,成为大家关注的热点问题。

建筑节能是减轻大气污染的需要。近几十年来,人们已经认识到,燃烧矿物所排放的颗粒物以及硫和氮的氧化物会危害人体健康,并造成环境酸化,CO₂ 的积累将导致地球气候产生重大变化。建筑采暖和炊事用能是造成大气污染的两个主要因素。在我国,几个大气污染指标,如悬浮颗粒、降尘、CO₂ 和 NO_x,北方城市高于南方城市,采暖期重于非采暖期。近年来,CO₂ 的排放量已占世界第 2 位,其中建筑用能的 CO₂ 排放量占到全国用能排放量的 1/4。

建筑节能是改善建筑热环境的需要。随着社会的发展,舒适的建筑热环境日益成为人们生活的需要。我国幅员辽阔,冬冷夏热的问题突出,以北京为例,冬季和夏季的时间,长约 8.5 个月,而春天和秋天只有 3.5 个月。获得舒适的热环境,需要能源的支持。改善热环境必须是在节约能源与加速能源开发的条件下进行才是可行的。

建筑节能是发展建筑业的需要。多年以来,各发达国家建筑业发展的实践证明,多

项建筑技术的发展,许多建筑产品的发展都与建筑节能的发展息息相关。建筑节能对于建筑师是一种新的动力。谁更早地意识这一点,谁就在日后的竞争中占有较大的优势。

1.3.1 高能耗建筑加剧了能源危机

建筑行业已成为我国耗能大户,建筑能耗且呈逐年攀升之势。原建设部统计数字显示,全国现有房屋近 400 亿 m^2 属于高耗能建筑,每年新建房屋面积 16 亿~20 亿 m^2 ,其中 95% 以上是高耗能建筑。2000 年,我国建筑年消耗商品能源共计 3.76 亿 t 标准煤,占全社会终端能耗总量的 27.6%,目前已上升到 30%,已接近发达国家的水平。

造成建筑能耗不断攀升的直接原因,一是房屋建筑面积继续增加。当前,我国正处在房屋建设的高潮时期,每年建筑面积超过发达国家的总和,这种情况将延续几十年。预计到 2020 年,全国房屋建筑面积将达到 686 亿 m^2 ,是 2005 年的 1.7 倍,必然带来能耗的增加。二是居民家用电器快速增长。电视机、电冰箱、洗衣机、电炊具、淋浴热水器等日益成为一般家庭的必备用品,建筑照明条件也愈益改善,电脑正快速进入家庭,对电的需求也随之上升。三是人们对建筑热舒适性的要求越来越高,房屋采暖和空调制冷地域在不断扩大,时间也在延长,能源的消耗随之增加。

空调是耗能最大,产生废热最多的家用电器。2002 年夏季,全国各电网空调制冷总负荷达到 4500 万 kW,占全社会用电的 40%,相当于 2.5 个三峡电站建成后满负荷出力。预计到 2020 年,全国制冷电力高峰负荷将翻两番,即达到相当于 10 个三峡电站的满负荷出力。空调能耗之所以如此巨大,除了空调数量庞大外,房屋围护结构热工性能差是一个重要原因。由于房屋不保温隔热,冬季室内的采暖热量通过门窗、墙体、屋面和地面散发出去很多,夏天室外的太阳辐射热和热空气通过门窗、墙体和屋面传导进入室内,造成夏季室内外温度同样高甚至高于室外,居民不得不开空调制冷降温。空调向室外排放大量废热气,室外气温的升高,致使室内温度攀升,空调只好不停地转,形成恶性循环,能耗增大。

目前,我国绝大多数地区的建筑围护结构的热工性能远远落后气候条件相近的发达国家。从 1973 年世界石油危机以来,发达国家在建筑围护结构的热工性能方面不断地修订建筑标准,丹麦修订过 6 次,英、法、德等国家修改了 4 次,他们每次修订标准,都要求进一步改善建筑围护结构的热工性能。30 多年来这些国家建筑围护结构热工性能指标已提高了 3~8 倍。当前,我国单位建筑面积耗能相当于气候条件相近的发达国家的 2~3 倍。

1.3.2 促进建筑业的可持续发展

建筑的发展一方面推动了经济的高速发展,成为经济发展的重要支柱之一,是历史发展的必然趋势;但是另一方面,建筑的发展带来了巨大的能源消耗,这在目前的技术水平条件下,则意味着不可再生能源的加速消耗和地球环境的日益恶化,为人类的可持续发展设置了障碍,成为自身发展的绊脚石。因此,如何调整两者的关系,成为影响建筑业今后发展的一个重要内容。

应该看到,建筑业的发展是必然的,那么建筑正常运行需要消耗能量也是必然的。所以,建筑业发展中所存在问题的关键,在于建筑消耗的是什么能量,以及如何消耗能量。

从可持续发展的角度来说,经济的快速发展包括建筑业的迅速发展都在加剧着能源