

建筑节能与清洁能源利用系列丛书

墙体节能技术与工程应用

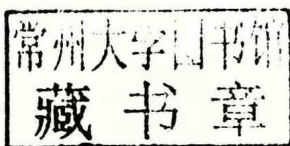
田斌守 邵继新 主编

中国建材工业出版社

建筑节能与清洁能源利用系列丛书

墙体节能技术与工程应用

主 编 田斌守 邵继新
编写人员 王花枝 米应映 杨海鸿
 李雅洁 冯启彪 王本明
 梁 斌



中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

墙体节能技术与工程应用/田斌守,邵继新主编

·——北京:中国建材工业出版社,2018.1

(建筑节能与清洁能源利用系列丛书)

ISBN 978-7-5160-2099-9

I. ①墙… II. ①田… ②邵… III. ①墙体材料—建筑—节能—研究 IV. ①TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 285155 号

内 容 简 介

可持续发展已是中国经济发展的主旋律,建筑能耗作为中国三大耗能领域之一格外受到人们的关注。

本书以墙体节能为主题,从基本概念、术语、节能措施与防火、节能墙体系统构成、保温材料、自保温墙体、墙体热工性能检测与评价、典型保温系统案例介绍入手,循序渐进、深入浅出地简述了建筑节能技术,可方便建筑设计、施工、管理人员阅读。

墙体节能技术与工程应用

主 编 田斌守 邵继新

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市海淀区三里河路1号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.5

字 数:250千字

版 次:2018年1月第1版

印 次:2018年1月第1次

定 价:46.80元

本社网址: www.jcbs.com 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题,由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

随着社会的发展和人民生活水平的提高，人均消耗资源和能源持续增大。“住行”方式发生了很大变化，房子变大了，驾车出行了……直接的后果是能耗总量越来越大。然而资源和能源大都是不可再生的，因此节能势在必行，节能刻不容缓！

建筑行业是我国三大耗能领域之一，从 20 世纪 80 年代开始提出建筑节能，并持续不断地推进，经过三十余年的发展，取得了令人瞩目的成绩。但是现状仍然是严峻的——据最新研究成果，我国仅 2014 年整个建筑领域的建造能耗和运行能耗占社会一次能耗总量比例高达 36%，因此建筑节能是一个必须坚持的长久工程。

建筑节能也是一个系统工程，广义的建筑节能从建筑材料的生产、运输、建筑物的建造、运行维护一直到建筑物寿命终了的整个全寿命过程。日常说的建筑节能是狭义的概念，主要是指建筑物运行维护过程中消耗的能源，其中有技术的客观因素，也有使用者习惯的主观因素。在客观的技术因素中墙体保温是在施工过程中形成的，不像门窗等部件的质量可以通过事前的预控制达到要求，只能加强过程管理才能达到设计要求。这其中涉及材料质量、施工人员、施工机具、施工质量等因素，过程复杂，变数较大。墙体在建筑物中所占面积最大，通过其耗散的热量很大，其中还涉及建筑安全、防火、防风、耐候等技术问题，因此墙体保温是建筑节能的重要内容。

本书介绍了目前我国能源生产消费概况、建筑业发展和建筑用能概况，收集了目前主流的保温材料生产及主要性能指标，保温系统构造等方面的研究应用成果。编者力求内容完整，并求对建筑节能工作有所裨益。但我国地域宽广、地形不同、气候均异，新材料、新技术不断涌现，再者因编者水平所限难免挂一漏万，请各位同仁指出书中错漏，以利再版时修订。

田斌守

2017 年 3 月



宏方科技
Hong Fang Technology

甘肃省建材科研设计院

Building Materials Research &
Design Institute of Gansu

绿色/循环/低碳

GREEN / CIRCULAR / LOW-CARBON

甘肃省建材科研设计院成立于1978年，2005年整体转制为科技型企业，主要从事新型建材、绿色建筑、新能源利用、节能环保等行业的新材料研究开发、检验检测认证、科研成果产业化、工程咨询设计监理等工作。拥有建筑工程设计、建材工程设计、建设工程检测等10项甲级资质和国家技术转移示范机构、甘肃省低能耗建筑技术重点实验室等6个国家级、16个省级技术创新服务平台与机构。

建院四十年来，取得了数百项科研成果及优秀工程奖，在新型节能墙体屋面材料、绿色建筑、太阳能利用、地热能应用、绿色建材功能材料、资源综合利用等方面的研究开发能力居全国先进水平。

Building Materials Research & Design Institute of Gansu was founded in 1978, and wholly transformed into a technology-based enterprise in 2005, which mainly engages in new material research and development, testing and inspection certification, industrialization of scientific researches, engineering design supervision, etc. in the industries of new building materials, green buildings, utilization of new energy, energy conservation and environmental protection, etc. The company has ten class-A certificates in construction engineering design, building materials engineering design, construction engineering detection, etc., and six national and 16 provincial technology innovation service platforms and institutions such as National Technology Transfer Demonstration Institutions, Key Laboratories of Gansu Low Energy Consumption Building Technology and so on.

Since its founding before 40 years, the Design Institute has achieved hundreds of scientific research results and won lots of excellent engineering prizes, and has maintained national advanced level in the R&D capability of new energy-saving wall and roofing materials, green buildings, solar energy utilization, application of geothermal energy, green building function materials, comprehensive resource utilization, among others.

INTEGRATE GREEN BUILDINGS,
GREEN BUILDING MATERIALS,
GREEN ENERGY TO BUILD GREEN HOMELANDS



联系电话：0931-4680740 / 8603361 / 4687421

电子邮箱：GSJCYKJB@163.COM 邮编：730020

地址：甘肃省兰州市城关区段家滩路1372号

官方网址：HTTP://WWW.GSSJCY.CN

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 我国建筑能耗状况	1
1.2 建筑节能发展概况	6
1.3 建筑节能影响因素	8
第 2 章 重要名词和术语	10
第 3 章 建筑节能措施及防火	16
3.1 结构保温是建筑物节能的关键环节	16
3.2 建筑消防要求	17
3.3 建筑保温材料燃烧性能	21
3.4 建筑构件防火要求	22
第 4 章 节能墙体系统构成	27
4.1 外墙内保温	27
4.2 外墙外保温	28
4.3 墙体自保温	36
4.4 墙体夹芯保温	37
4.5 墙体内外组合保温	37
第 5 章 保温材料	39
5.1 无机保温材料	40
5.2 有机保温材料	54
5.3 复合保温材料	67
5.4 其他保温材料	73
第 6 章 自保温墙体	81
6.1 自保温墙体	81
6.2 自保温墙体热工性能	84
第 7 章 墙体热工性能检测与评价	90
7.1 保温墙体的热工要求	90
7.2 保温墙体热阻概念及计算	90
7.3 保温墙体温度分布计算	92
7.4 保温墙体结露计算	94
7.5 保温墙体热惰性指标计算	96
7.6 热桥内表面温度验算及缺陷检查	97
7.7 墙体传热系数现场检测	101

第 8 章 典型墙体保温系统案例介绍	107
8.1 聚氨酯 (PU) 外墙外保温工程应用案例	107
8.2 泡沫玻璃外墙保温工程应用案例	112
8.3 膨胀玻化微珠砂浆外墙保温工程应用案例	115
8.4 岩棉外墙保温工程应用案例	120
附录 A 中国建筑气候分区指标	124
附录 B 中国建筑气候区划图	125
附录 C 外墙平均传热系数的计算	126
附录 D 围护结构传热系数的修正系数 ε_i 值	127
附录 E 空气间层的热阻	129

第 1 章 概 述

在落实建设节约型社会的基本国策时，我国政府提出节能减排的具体目标，并列出我国当前的能耗大户：建筑能耗、工业能耗、交通能耗。

建筑高能耗的问题无疑是与高速发展的国家经济不协调。能源使用效率低下，造成能源的过度开采和浪费，它不但加重了国家能源负担，而且已经成为我国经济发展的软肋。同时，建筑高能耗还造成了空气污染、粉尘排放等环境问题。因此，加强建筑节能工作不仅是经济建设的需要，更是社会发展必须要解决的重大问题，是一项重要的、刻不容缓的工作。因此，在建设行业持续地实施建筑节能是行业的责任。

1.1 我国建筑能耗状况

1.1.1 我国城镇化进程

近年来，我国经济社会高速发展，大量的农村人口进入城市，追求一种全新的生活方式，随之能源消耗指标和种类也发生了很大的变化——我们的碳足迹变了。据国家统计局报告，2014 年我国城镇化率达到 55%，城镇人口达到 7.5 亿，城镇居民户数达到 2.64 亿户，相应地农村人口降到 6.2 亿，农村居民户数降低到 1.60 亿户。近 20 年城乡人口变化情况如表 1-1 所示，特别是进入 21 世纪后城镇化速率更快，我国城镇化率变化如图 1-1 所示。

表 1-1 我国逐年人口数及构成（1994~2015 年）（单位：万人）

年份	总人口（年末）	城镇		乡村	
		人口数	比重（%）	人口数	比重（%）
1994	119850	34169	28.51	85681	71.49
1995	121121	35174	29.04	85947	70.96
1996	122389	37304	30.48	85085	69.52
1997	123626	39449	31.91	84177	68.09
1998	124761	41608	33.35	83153	66.65
1999	125786	43748	34.87	82038	65.22
2000	126743	45906	36.22	80837	63.78
2001	127627	48064	37.66	79563	62.34
2002	128453	50212	39.09	78241	60.91
2003	129227	52376	40.53	76851	59.47
2004	129988	54283	41.76	75705	58.24

续表

年份	总人口（年末）	城镇		乡村	
		人口数	比重（%）	人口数	比重（%）
2005	130756	56212	42.99	74544	57.01
2006	131448	58288	44.34	73160	55.66
2007	132129	60633	45.89	71496	54.11
2008	132802	62403	46.99	70399	53.01
2009	133450	64512	48.34	68938	51.66
2010	134091	66978	49.95	67113	50.05
2011	134735	69079	51.27	65656	48.73
2012	135404	71182	52.57	64222	47.43
2013	136072	73111	53.73	62961	46.27
2014	136782	74916	54.77	61866	45.23
2015	137462	77116	56.10	60346	43.90

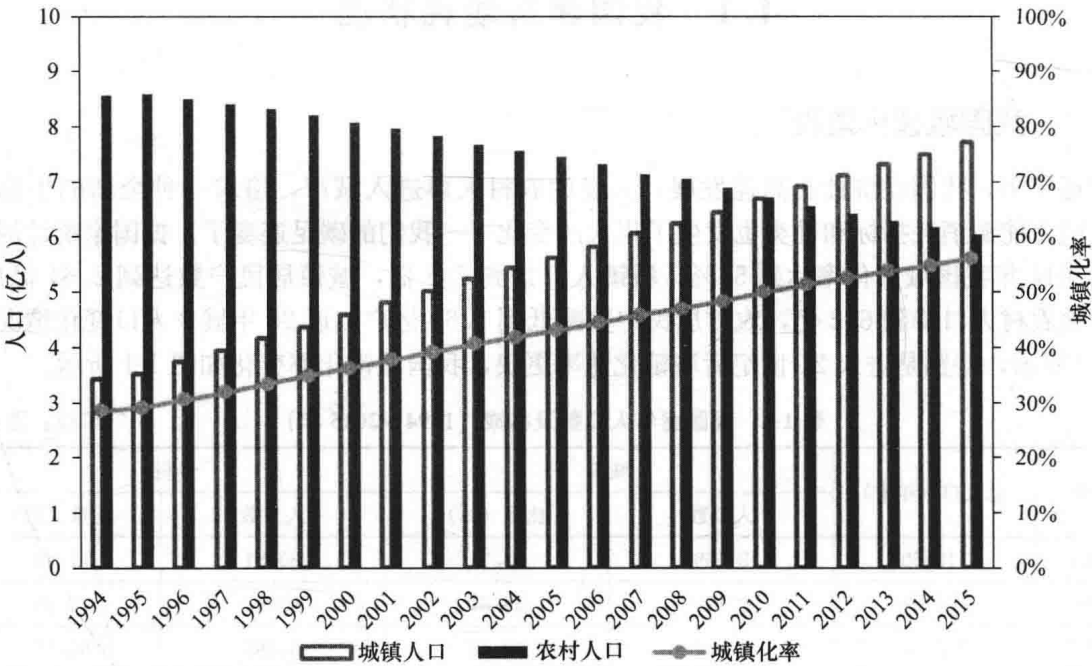


图 1-1 我国城镇化情况（1994～2015 年）

1.1.2 建筑规模概况

快速城镇化必然带来建筑业的持续增长，建筑规模不断扩大。从 2001 年到 2014 年，每年的城乡建筑面积均超过 15 亿 m²，2014 年新建筑竣工面积达到 28.9 亿 m²，2015 年新建筑竣工面积达到 42.1 亿 m²。逐年增长的竣工面积使得我国存量建筑面积不断高速增长，2014 年达到 561 亿 m²，2015 年达到 603 亿 m²（图中未示意）。如图 1-2 所示。

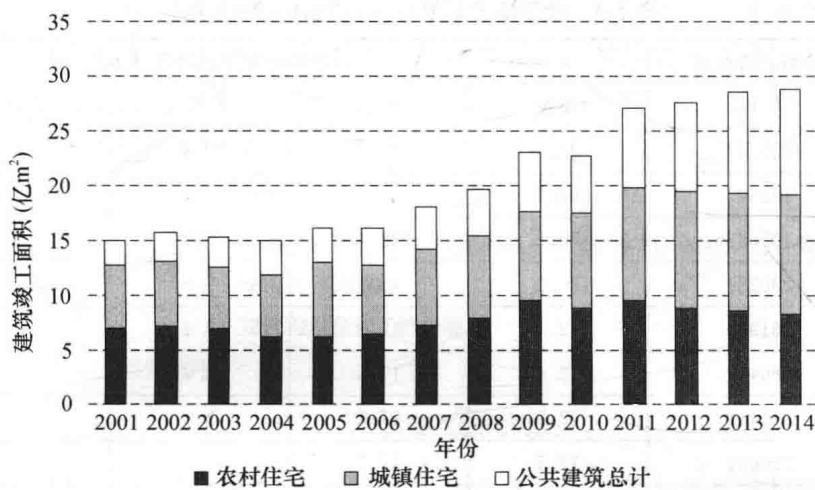


图 1-2 我国民用建筑竣工面积 (2001~2014 年)

1.1.3 我国能源概况

前文介绍了我国城镇化进程和建筑业概况，这些建筑在建造和使用过程中要消耗能源，那么我们先来看看我国能源供应和消费概况，分别如表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-2 我国能源生产情况 (2001~2015 年)

年份	资源生产总量 (万 tce)	占能源生产总量的比重 (%)			
		原煤	原油	天然气	一次电力及其他能源
2001	147425	72.6	15.9	2.7	8.8
2002	156277	73.1	15.3	2.8	8.8
2003	178299	75.7	13.6	2.6	8.1
2004	206108	76.7	12.2	2.7	8.4
2005	229037	77.4	11.3	2.9	8.4
2006	244763	77.5	10.8	3.2	8.5
2007	264173	77.8	10.1	3.5	8.6
2008	277419	76.8	9.8	3.9	9.5
2009	286092	76.8	9.4	4.0	9.8
2010	312125	76.2	9.3	4.1	10.4
2011	340178	77.8	8.5	4.1	9.6
2012	351041	76.2	8.5	4.1	11.2
2013	358784	75.4	8.4	4.4	11.8
2014	361866	73.6	8.4	4.7	13.3
2015	362000	72.1	8.5	4.9	14.5

表 1-3 我国能源消费情况 (2001~2015 年)

年份	资源消费总量 (万 tce)	占能源消费总量的比重 (%)			
		煤炭	石油	天然气	一次电力及其他能源
2001	155547	68.0	21.2	2.4	8.4
2002	169577	68.5	21.0	2.3	8.2
2003	197083	70.2	20.1	2.3	7.4
2004	230281	70.2	19.9	2.3	7.6
2005	261369	72.4	17.8	2.4	7.4
2006	286467	72.4	17.5	2.7	7.4
2007	311442	72.5	17.0	3.0	7.5
2008	320611	71.5	16.7	3.4	8.4
2009	336126	71.6	16.4	3.5	8.5
2010	360648	69.2	17.4	4.0	9.4
2011	387043	70.2	16.8	4.6	8.4
2012	402138	68.5	17.0	4.8	9.7
2013	416913	67.4	17.1	5.3	10.2
2014	425806	65.6	17.4	5.7	11.3
2015	430000	64.0	18.1	5.9	12.0

表中显示，我国的能源结构中仍然以煤炭为主，占到总量的 60% 以上，大量的煤炭在使用过程中消耗掉，由此引起碳排放量增加及空气污染等环境问题。可喜的是在各界不断努力下煤炭用量在逐年下降！

至 2014 年我国能源消费总量为 425806 万吨标准煤，进口量 77325 万吨标准煤，出口量 8271 万吨标准煤。

1.1.4 建筑用能情况

我国建筑量大面广，每年消耗大量的能源。因为统计口径不同，各位研究者和各部门发布的建筑能耗数据不同，并且差异较大。中国建筑业协会建筑节能专业委员会涂逢祥认为，2000 年我国建筑能源消费达到 3.50 亿 tce，占比为 27.5%，并预计到 2020 年建筑能源消费总量将达到 10.89 亿 tce。清华大学建筑节能研究中心江亿等人通过建立中国建筑能耗模型计算出，2006 年我国建筑总能源消费为 5.63 亿 tce，占比为 23.1%。中国能源研究会研究员王庆一通过计算得出 2005 年我国建筑总能耗为 5.52 亿 tce，占比为 34.0%。同济大学龙惟定分析认为，我国建筑能耗在总能耗中的比例大致在 20% 左右，进而得出 2003 年我国建筑使用能耗为 3.30 亿 tce。我国住房和城乡建设部指出建筑能耗占比为 27.5%，但并未明确给出建筑能耗总量。这也使得 27.5% 这个数据在行业内外被广泛地反复引用，而少有人去细究其范围和明确的意义。

主要原因有以下几个方面：（1）对建筑能耗概念的理解不同，统计边界不同；（2）建筑能耗占能源消费总量的比重认识不一致；（3）对建筑能耗的计算方法（模型）存在差异。

建筑能耗一般理解上是建筑物运行能耗，也就是建筑物建成投入使用后，为了维持适于人们工作生活的室内环境而耗费的能源，主要是照明、采暖、空调、电器等用能。另一种建

筑能耗被称作广义的建筑能耗，即不仅包括建筑运行阶段消耗的能源，还考察建筑材料生产过程中能耗，各类型的建筑项目和交通运输、环保水力、能源动力等基础设施项目，以及建筑施工、建筑拆除各个阶段所消耗的能源。

广义的建筑能耗如图 1-3 所示

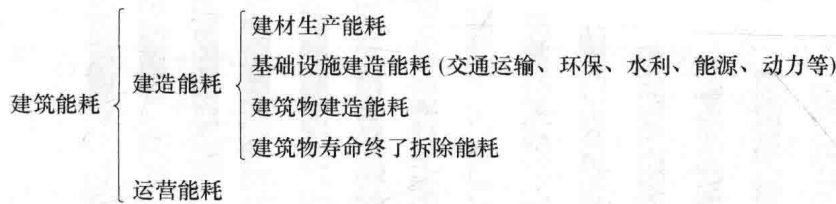


图 1-3 广义建筑能耗构成

我们现在出台的建筑节能政策、技术标准等所指的建筑能耗都是指建筑运行能耗，其中大部分是采暖空调能耗。

建筑能耗占能源总量的比重也有几种算法，对建筑能耗所占比重也存在不同说法。一种是将全国能源消费总量作为总体来计算建筑能耗的比重；一种则是计算建筑能耗在全社会终端能源消费总量中的占比。显然，这两种方法计算出的建筑能耗比例之间必定存在着差异。目前国外主流的研究是关注建筑能耗占全社会终端能源消费总量的比例。

目前国际上计算建筑能耗的基本思路是通过建立能耗模型，运用可获得的数据信息，对国家或地区建筑能源消费总量进行评估。这些模型或方法大体上可分为两类：自上而下型（Top-down）和自下而上型（Bottom-up）。自上而下的方法主要从整体上来考察能源部门和宏观经济的相互作用，对个体的终端能源消费不加区分，自上而下的估算方法只需要利用易获得的汇总经济数据及历史能源消费情况，便可计算出特定年份某一国家或地区的建筑能源消费总量。自上而下模型的一个主要缺陷是对于历史数据的依赖，缺乏对非连续性的技术进步的模式刻画，不能识别建筑节能的重点领域。

自下而上的方法是从个体终端用能出发，利用有代表性的样本建筑或建筑群能源消费情况来推出特定地区或国家的建筑能源消费总量。

1.1.5 建筑运行能耗

前文介绍了建筑能耗的概念，我们明白了建筑能耗包含的内容和统计边界。这里重点介绍建筑运行能耗，也是本书旨在讨论的内容。

建筑运行能耗指的是民用建筑的运行能耗，即在住宅、办公建筑、学校、商场、宾馆、交通枢纽、文体娱乐设施等非工业建筑内，为居住者或使用用户提供适宜室内环境耗费的用于采暖通风、空调、照明、炊事、生活热水以及其他使用功能的能源。清华大学建筑研究中心根据我国南北方供暖方式、城乡建筑形式、生活方式、活动人员、用能设备的差别，将我国建筑用能分为北方城镇供暖用能、城镇住宅用能（不包括北方地区的供暖）、公共建筑用能（不包括北方地区的供暖）以及农村住宅用能。

从用能总量来看，这四部分建筑能耗基本上呈“四分天下”的局势，各占建筑能耗的1/4左右。根据清华大学研究结果显示，我国建筑能耗总量及电力消耗量均大幅增长。2001年至2014年变化情况如图 1-4 所示。

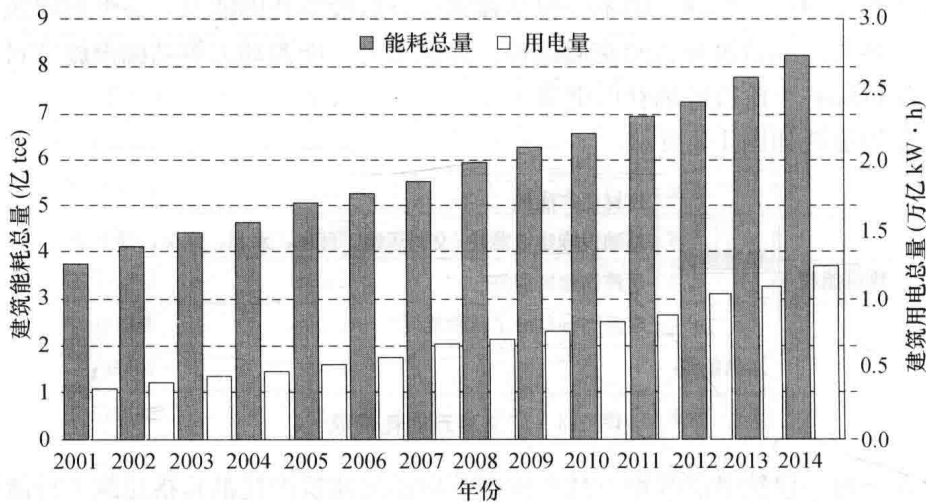


图 1-4 建筑能耗总量及用电量 (2001~2014 年)

2014 年建筑商品总能耗为 8.19 亿 tce，约占全国能源消费总量的 20%，建筑商品能耗和生物质能共计 9.21 亿 tce。

我国在全面建设小康社会进程中，建筑能耗必然较快增长，这是因为：

(1) 建筑规模大，并且建筑总量快速增加。目前存量建筑近 600 亿 m^2 ，随着我国城镇化程度不断加快，近几年每年新增房屋面积多达 15~20 亿 m^2 。

(2) 人们对建筑热舒适性的要求越来越高。冬天室温由 12~16℃ 提高到 18℃，甚至 20℃；热天的室温由 30~32℃，降至 26~28℃，甚至 22~24℃。对应的采暖和制冷用能不断增加。

(3) 采暖区南扩的呼声不断，采暖区域扩大，采暖能耗必然增大。空调制冷范围已从公共建筑扩展到住宅，愈来愈多的建筑采用空调和采暖设备，使用时间也在逐步延长。

(4) 家用电器品种、数量增加，许多电器成为一般家庭的必备用品，建筑的照明条件也日益改善。

1.2 建筑节能发展概况

发达国家从 1973 年能源危机时，就开始关注建筑节能，之后由于减排温室气体、缓解地球变暖的需要，更加重视建筑节能。在生活舒适性不断提高的条件下，新建建筑单位面积已减少到原来的 1/3~1/5，对既有建筑也早已组织了大规模的节能改造，而我国建筑节能工作起步较晚。

自我国确定建设节约型社会的宏观发展方向后，建设行业开始实施建筑材料革新和建筑节能政策。我国自 20 世纪 80 年代推出第一部建筑节能设计标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26-86)，之后逐步推进这项工作：先后出台了一系列法规政策和技术标准，建筑设计节能目标得以逐步提高，从节能 30% 开始，到 50%，65%，乃至现在在北京等地实施了节能 75% 的设计标准。有些地方还尝试零能耗建筑、近零能耗建筑、被动式建筑等能源消耗更低的建筑形式。

每一次设计标准的提高都对建筑围护结构的热工性能提出更高的要求，尤其是热阻不断

提高——传热系数不断降低，用以抵抗、阻断建筑物室内外热量交换。在夏秋空调季，最大限度地防止热量从室外传入室内，使得室内保持一个相对舒适的热环境，从而降低空调负荷，降低一次能源的消耗量；与之相对，在冬春采暖季，最大限度地防止室内热量散失到室外，使得室内保持一个相对舒适的热环境，从而降低采暖负荷，降低一次能源的消耗量。

我国地域广阔，地形复杂，为了便于因地制宜地实施建筑节能政策、技术，将我国分为五大建筑气候区——严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区，各个气候区气候特征不同，对环境的要求不同，建筑构造做法也不同。为实现建筑节能设计目标，不同阶段、不同地方对墙体的热工性能要求也不同。

不同建筑节能目标建筑物屋顶和墙体传热系数的限值表如表 1-4 所示。

表 1-4 不同建筑节能目标建筑物屋顶和墙体传热系数限值 $[W/(m^2 \cdot K)]$

建筑节能 设计目标	代表性 城市	屋 顶			外 墙		
		体型系数			体型系数		
		≤0.3	＞0.3		≤0.3	＞0.3	
30%	哈尔滨	0.64			0.73		
	北京						
	兰州	≤0.85			≤1.05（单层窗户时≤1.35）		
	郑州						
50%	哈尔滨	0.50	0.30		0.52	0.40	
	北京	0.80	0.60		0.90—1.16	0.55—0.82	
	兰州	0.70	0.50		0.85—1.10	0.62—0.78	
	郑州	0.80	0.60		1.10—1.40	0.70—1.00	
65%		≤3 层建筑	4-8 层建筑	≥9 层建筑	≤3 层建筑	4-8 层建筑	≥9 层建筑
	哈尔滨	0.25	0.30	0.30	0.30	0.40	0.55
	北京	0.45	0.60	0.60	0.45	0.60	0.60
	兰州	0.35	0.45	0.45	0.45	0.60	0.70
	郑州	0.35	0.45	0.45	0.45	0.60	0.70
75%	哈尔滨						
	北京	0.30	0.35	0.40	0.35	0.40	0.45
	兰州						
	郑州						

从节能 30%到节能 65%，外墙传热系数降低了约 50%，也就是说外墙的热工性能提高了约一倍。现在北京等地已经率先发布了节能 75%的标准，各地制定发布实施 75%标准也是早晚的问题。75%节能设计标准实施后，对外墙的保温性能要求会更高，传热系数限值将降低到 $0.4W/(m^2 \cdot K)$ 以下，有些示范建筑、试点建筑、科技研究项目建成的试验建筑，外墙传热系数已经小于 $0.15 W/(m^2 \cdot K)$ ，接近 $0.1 W/(m^2 \cdot K)$ 。这样一来，就必须要求导热系数更小的建筑材料来供应市场，从而经济合理地设计建造出符合要求的建筑物围护结构，为发展绿色建筑、节能建筑提供物质保障。

1.3 建筑节能影响因素

建筑节能是一个系统工程,影响建筑物能耗的因素很多,从大的方面来讲有三个是决定性的:所处环境、自身构造、运行过程,所以谈建筑能耗的时候必须明确指出这三个要素,否则是不准确的。具体讲,与建筑物所处的地理位置、所处区域的建筑气候特征、建筑物本身的构造特点、供热供冷系统、建筑物运行管理等有关。相同面积、相同构造、相同节能措施的建筑物在不同的地方具有不同的能耗指标,不能进行简单的数值比较。对于一个既定区域的建筑物而言,影响建筑能耗的因素有区域建筑气候特征、建筑物小区环境、建筑物构造、采暖制冷能源供应系统、运行管理等五个方面。

(一) 区域建筑气候特征

我国国土面积广袤、地形复杂、气候差异很大,根据建筑用能特点,从北到南分为严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区五个建筑气候区划,每个气候区四季温度、昼夜温度均不同,建筑需要的能源供应要求也不同,如有些是采暖,有些是制冷,有些则既考虑采暖需求又要考虑制冷需求,采取的节能措施也不同。

(二) 建筑物小区环境

这部分是建筑物的外部环境对建筑能耗的影响因素,主要有(1)建筑物朝向;(2)建筑物布局;(3)建筑形态。

这除了影响建筑各外表面可受到的日照程度外,还将影响建筑物周围的空气流动。冬季建筑物外表面风速不同会使散热量有5%~7%的差别,建筑物两侧形成的压差还会造成很大的冷风渗透;夏季室内自然通风程度也在很大程度上取决于小区布局;小区绿化率、水景,这将改变地面对阳光的反射,从而使夏季室内热环境有较大差异;建筑外表面色彩不同,导致对阳光的吸收不同,从而影响室内热环境;建筑形状及内部划分,将在很大程度上影响自然通风。

(三) 建筑物构造

建筑物是建筑耗能的主体,它本身的构造对建筑能耗影响主要有:(1)体型系数;(2)窗墙比;(3)门窗热工性能:气密性、传热系数;(4)屋顶、地面、外墙的传热系数。

建筑外墙、屋顶、地面的保温方式及传热系数、窗墙比、窗的形式、光透过性能及遮阳装置等,都会对冬季耗热量及夏季空调耗冷量有巨大影响。在不影响建筑风格和使用功能的前提下,采取的节能措施主要是选取较小的体型系数(一般 <0.3 为好,不宜超过0.35),较小的窗墙比(北向 <0.25 ,东西向 <0.30 ,南向 <0.35),传热系数小、气密性好的门窗,保温性能优良的外墙、屋顶、地面保温系统等。这是建筑节能最重要、最核心的部分。

(四) 采暖制冷能源供应系统

这部分对建筑能耗的影响因素主要是:(1)锅炉效率;(2)管道系统的效率;(3)采暖制冷方式;(4)末端设备效率。

采暖系统是建筑物采暖过程中能量转换和输送的部分,将煤、天然气等初级能源转换成

热能,然后由热力管网输送到受热用户,锅炉效率和管网效率直接影响建筑物的采暖能耗,由于设施集中,潜力大,是建筑节能的重要内容。在分步实施的建筑节能目标中这部分承担的任务都比较重:第一步节能30%的目标中承担10%,第二步节能50%的目标中承担20%。

(五) 运行管理

运行管理属于行为节能的范畴。在建筑物各个环节技术措施设计到位,施工过程完整体现设计师意图的情况下,运行管理就是建筑物能耗指标的决定性影响因素。这里面有智能控制技术、激励制度建设等,本书不着重讨论管理制度和行为节能的内容。

在我国建筑节能设计标准分布推进过程中,建筑本体和能源系统分别承担了不同的任务。在建筑节能达到30%的节能目标时,建筑物本体承担其中20%的任务,锅炉和管道系统承担10%,锅炉运行效率和热网运行效率分别从55%和85%(1981年基础值)提高到59%和90%;在建筑节能达到50%的节能目标时,锅炉运行效率和热网运行效率分别提高到68%和90%;由于锅炉效率和管网输送效率已经提高到较高的水平,这部分节能潜力已经基本挖掘,因此进一步提高节能目标时,其节能量主要通过建筑物本体自身的节能措施来完成。具体的技术措施有提高围护结构保温隔热性能、门窗保温性能、气密性能等和被动式太阳房的得热量等。

本书主要讨论围护结构中非透明部分对建筑节能的影响,以及主要的保温材料性能、保温做法及热工性能评价。

参考文献

- [1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2016 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [2] 徐占发. 建筑节能技术实用手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2016. 北京: 中国统计出版社, 2015.
- [4] 李仕国, 王焱. 中国建筑能耗现状及节能措施概述 [J]. 环境科学与管理, 2008. 2.
- [5] 秦贝贝. 中国建筑能耗计算方法研究 [D]. 重庆大学, 2014
- [6] 侯利恩. 中国建筑能源消费情况研究 [J]. 华中建筑, 2015 年 12 期
- [7] 张燕. 中国建筑节能潜力及政策体系研究 [D]. 北京理工大学, 2015
- [8] 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准 (JGJ26—2010).

第2章 重要名词和术语

建筑节能和建筑材料行业有一些专业性较强的概念、名词、术语，随着时间的推移，有些概念也发生了一些变化，常常引起理解上的歧义。为了利于交流和衔接下文，先介绍有关墙体节能方面的建筑节能概念、表征墙体节能性能的重要指标和平常应用较为广泛的名词、术语。

1. 建筑工业化

建筑工业化是以构件预制化生产、装配式施工为生产方式，以设计标准化、构件部品化、施工机械化、管理信息化为特征，能够整合设计、生产、施工等整个产业链，实现建筑产品节能、环保、全生命周期价值最大化的可持续发展的新型建筑生产方式。是建筑业从分散、落后的手工业生产方式逐步过渡到以现代技术为基础的大工业生产方式的全过程，是建筑业生产方式的变革。

2. 绿色建筑

指绿色建筑在全寿命周期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

3. 绿色建材

绿色建材是指在全生命期内减少对自然资源消耗和生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品。

4. 装配式建筑

装配式建筑是指由预制的混凝土结构、钢结构、木结构等结构构件，通过工程化生产和现场装配施工的建筑，可实现安全耐久、施工快捷、低碳环保等建设目标，可大幅减少建筑垃圾和建筑污水，降低建筑噪声，提高施工质量，是国家大力提倡的绿色环保节能建筑。这种建筑的优点是建造速度快，受气候条件制约小，节约劳动力并可提高建筑物质量。

5. 围护结构

建筑物及房间各面的围挡物，如墙体、屋顶、门窗、楼板和地面等，按是否同室外空气直接接触以及在建筑物中的位置，又可分为外围护结构和内围护结构。

6. 外围护结构

同室外空气直接接触的围护结构。如外墙、屋顶、外门和外窗等。

7. 内围护结构

不同室外空气直接接触的围护结构。如隔墙、楼板、内门和内窗等。

8. 空气间层

被封闭在墙体中间的空气层，有良好的隔热保温作用，不同于与外界相通的空气层。不同的结构形式，根据竖向、横向布置方向和是否覆膜分成几种形式，不同形式的热阻在相应的设计规程中给出。