

建筑节能丛书

中华人民共和国建设部建筑节能办公室组织编写

夏热冬冷地区建筑节能技术

付祥钊 主编
韩爱兴 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

夏热冬冷地区建筑节能技术 / 付祥钊主编. —北京:

中国建筑工业出版社, 2002

ISBN 7-112-05222-X

I. 夏... II. 付... III. 建筑—节能 IV. TU111.19

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 053560 号

建筑节能丛书

中华人民共和国建设部建筑节能办公室组织编写

夏热冬冷地区建筑节能技术

付祥钊 主编

韩爱兴 主审

*

中国建筑工业出版社 出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店 经销

北京云浩印刷有限责任公司

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23½ 字数: 570 千字

2002 年 10 月第一版 2002 年 10 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 38.00 元

ISBN 7-112-05222-X

TU·4884(10836)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

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

组织编写单位 中华人民共和国建设部建筑节能办公室

参加编写单位 重庆大学
中国建筑西南设计研究院
北京振利高新技术公司
欧文斯科宁（中国）投资有限公司
爱迪士（上海）室内空气技术有限公司

参加编写人员 付祥钊 冯 雅 彭家惠
张智强 唐鸣放 肖益民
黄振利 孙克光 王一丁
余晓平 侯余波

序

建筑节能是指在建筑物的设计、建造和使用过程中,执行建筑节能的标准和政策,使用节能型的建筑材料、器具和产品,提高建筑物的保温隔热和气密性能,提高采暖供热系统的运行效率,以减少能源的消耗。建筑节能是执行国家节约能源、保护环境基本国策,实现可持续发展战略的重要组成部分,是世界建筑发展的大趋势,是改善人类居住环境的需要,也是今后建筑技术发展和产业升级的重点。

我国自 20 世纪 80 年代中期开始抓建筑节能工作,当时的工作重点主要集中在北方采暖地区,制定了一系列的节能政策与标准,开展了有关的建筑节能技术与产品的开发,建设了大量的节能建筑,取得了明显的成效。根据我国建筑节能工作从北向南逐步推进的策略和总体工作规划,自 1999 年起将建筑节能工作的重点转向夏热冬冷地区。经过一段时间的技术研究、制定节能设计标准以及工程试点工作之后,《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2001)(以下简称《节能标准》)已于 2001 年 7 月颁布,自 2001 年 10 月 1 日起施行。

夏热冬冷地区地处长江流域及其周围地区,包括上海、重庆两个直辖市,湖北、湖南、江西、安徽、浙江五省的全部,四川、贵州两省东半部,江苏、河南两省南半部,福建北半部,陕西、甘肃两省南端,广东、广西两省区北端,涉及 16 个省、自治区、直辖市,面积约 180 万 km^2 ,居住人口 5.5 亿,国民生产总值约占全国的 48%,是一个人口密集、经济相对发达的区域。该地区夏季气候炎热,冬季潮湿寒冷。历史上由于经济和社会的原因,该地区的居住建筑一般都没有采暖空调设施,建筑设计基本上不考虑保温隔热要求,围护结构的热工性能普遍很差,冬季和夏季建筑室内热环境与居住条件十分恶劣。随着这一地区经济发展和人民生活水平的提高,居民普遍自行安装采暖空调设备。由于没有科学的设计和采取相应的技术措施,致使该地区冬季采暖、夏季空调能耗急剧上升,能源浪费严重,居民用于能源的支出大幅度增加,居住环境条件也未得到根本改善。

在夏热冬冷地区实施《节能标准》,推动建筑节能工作,是经济与社会发展的必然趋势。通过实施《节能标准》,在改善和提高夏热冬冷地区居住环境质量的同时,能够带动相关新型建筑墙体、节能门窗、采暖空调、太阳能新能源等方面产业的发展,提高建筑的科技含量和住宅的性能价格比,并为社会创造新的就业机会,因此,这项工作有着显著的社会效益、经济效益和环境效益。

新颁布的《节能标准》作为国家工程建设强制性标准对该地区居住建筑从建筑热工和暖通空调设计方面提出节能措施,对采暖和空调能耗规定了控制指标,达到了指导设计的深度;《节能标准》除制定了节能设计的规定性指标外,还学习国外经验,制定了节能设计的性能性指标,以便给设计师更大的创作空间和节能新技术新产品应用空间。

为了配合新《节能标准》的实施，缩短从标准到节能建筑之间的距离，提高节能建筑设计、施工水平，促进节能新产品的研制应用，建设部建筑节能办公室组织编写出版了《夏热冬冷地区建筑节能技术》一书。该书也是建筑节能系列丛书之一，希望该书能成为有关设计、施工和管理工作者的一本简明扼要、使用方便、具有较高实用价值的工具书。



2002 年 3 月

前 言

为了推进我国长江流域及其周围广大地区的建筑节能工作，在建设部建筑节能办公室的组织和领导下，我们编写了这本《夏热冬冷地区建筑节能技术》。

在夏热冬冷气候条件下开展建筑节能，涉及许多复杂的科学技术问题，是国际建筑节能领域的难题之一。我国科学界和工程界对此进行了长期的科学探索和工程试验，在本书的编写中，我们努力吸取和总结了这些成果。在此，谨向夏热冬冷地区建筑节能的先驱和开拓者表示敬意。

对于广大工程技术人员和管理人员，夏热冬冷地区建筑节能是一个新课题，又是一个科技创新、管理创新的大舞台。希望本书能为大家提供必要的技术参考。由于我们的学识有限，本书还不能完全达到领导的要求和设计、施工、管理人员的期望。

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》于2001年10月1日起施行。这必然全面推动夏热冬冷地区开展深入系统的建筑节能工程实践和科学研究。我们将继续努力工作，学习和总结科研与工程实践成果，不断完善和提高夏热冬冷地区建筑节能科学技术体系。

本书由付祥钊主编，各章节编者如下：付祥钊编写第一章、第二章、第九章第一节至第三节和第五节、第六节、第十章第六节、第十三章第一节至第五节和第十节至第十三节；冯雅编写第三章、第四章、第八章；彭家惠编写第五章、第七章第一节至第五节；张智强编写第六章；唐鸣放编写第七章第六节、第十一章、第十二章；肖益民编写第十章第一节至第五节；余晓平和侯余波编写第九章第四节、第十三章第六节至第九节。最后由付祥钊统稿、肖益民协助。

编者

2001年9月

目 录

序
前言

第一章 绪论	1
1.1 建筑节能的含义和意义	1
1.2 夏热冬冷地区建筑热环境与能耗状况	6
1.3 夏热冬冷地区建筑节能的双重任务	11
1.4 建筑能耗的形成与节能的基本途径	12
第二章 夏热冬冷地区建筑气候特征	17
2.1 建筑气候学的基本知识	17
2.2 夏热冬冷地区的建筑气候特征	22
2.3 室外气象模型	35
2.4 室内热环境的基本知识	38
2.5 室内热环境与空气质量标准	41
第三章 节能建筑的规划设计	45
3.1 气候地理环境条件与节能设计思想	45
3.2 合理的节能热工设计指标和技术措施	47
3.3 日照环境设计	48
3.4 建筑体形	54
3.5 绿化环境设计	56
3.6 遮阳设计	59
第四章 建筑围护结构热工特性	65
4.1 太阳辐射热	65
4.2 夏热冬冷地区建筑热过程特点	70
4.3 建筑围护结构热工计算方法	80
第五章 节能建筑材料	92
5.1 建筑绝热材料	92
5.2 多孔、空心砖	105
5.3 加气混凝土砌块	116
5.4 金属面夹心板	119
第六章 门窗节能技术	124
6.1 概述	124

6.2	窗户的基本性能与节能要求	126
6.3	窗户材料及其性能	130
6.4	常用门窗的性能	135
6.5	窗户节能技术	138
6.6	窗户遮阳技术	143
6.7	节能门窗施工技术	152
第七章	墙体节能技术	159
7.1	围护结构传热特点	159
7.2	隔热与散热	161
7.3	外墙内保温和外保温技术	167
7.4	节能墙体构造	189
7.5	节能墙体施工技术	194
7.6	外墙绿化技术	205
第八章	屋面节能技术	209
8.1	屋面保温隔热材料的技术要求	209
8.2	实体材料层保温隔热屋面	211
8.3	通风屋面	212
8.4	种植屋面	213
8.5	蓄水屋面	215
8.6	保温隔热层施工	216
8.7	地面的防潮和节能设计	217
第九章	通风节能技术	220
9.1	自然通风原理与应用	220
9.2	影响通风的设计因素	226
9.3	楼梯间的通风	234
9.4	湿度控制与新风能耗	235
9.5	夏热冬冷地区住宅夏季通风降温	247
9.6	ALDES 通风系统及应用	253
第十章	采暖空调节能技术	260
10.1	房间空调器及节能	260
10.2	户式中央空调	271
10.3	中央空调系统节能	278
10.4	热泵技术	292
10.5	蓄冷空调技术	306
10.6	热电冷联供的节能作用	320
第十一章	太阳能利用与绿色照明	325
11.1	被动太阳能采暖	325
11.2	太阳能热水器	330

11.3 天然采光	333
11.4 绿色照明	336
第十二章 建筑节能测试技术	338
12.1 建筑热环境测量	338
12.2 建筑材料及构件热工性能测量	343
第十三章 夏热冬冷地区建筑节能设计方法	347
13.1 规定性指标	347
13.2 夏热冬冷地区居住建筑节能设计的规定性指标	347
13.3 按规定性指标进行建筑节能设计	348
13.4 夏热冬冷地区居住建筑节能设计的性能性指标	351
13.5 用性能性指标进行建筑节能设计	352
13.6 应用 DOE-2 程序分析计算建筑能耗	355
13.7 我国暖通空调工程界常用的能耗计算方法	356
13.8 两种方法的计算结果比较	357
13.9 结论	359
13.10 建筑节能设计的基本原则	359
13.11 实例分析	360

第一章 绪 论

建筑热工设计分区是用累年最冷月（即一月）和最热月（即七月）平均温度作为分区主要指标，累年日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数作为辅助指标，将全国划分为五个区，即严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区。

夏热冬冷地区的主要分区指标是最冷月平均温度 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。该地区包括重庆、上海两个直辖市；湖北、湖南、安徽、浙江、江西 5 省全部；四川、贵州 2 省东半部；江苏、河南 2 省南半部；福建省北半部；陕西、甘肃 2 省南端；广东、广西 2 省区北端。该地区共涉及西南地区东部和长江中下游流域的 16 个省、自治区、直辖市，约有 5.5 亿人口，国民生产总值约占全国的 48%，是中国人口最密集，经济发展速度最快的地区。

1.1 建筑节能的含义和意义

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。

节能不能简单地认为只是少用能。节能的核心是提高能源效率。以能源消费的角度，能源效率是指为终端用户提供的能源服务与所消耗的能源量之比。

建筑节能是指提高建筑使用过程中的能源效率，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源量之比。

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%。美国一次能源消耗量，2000 年达到 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。1998 年，上海住宅空调安装率超过 70%，空调用电负荷高达 $300 \times 10^4 \text{kW}$ 以上，占高峰用电负荷的 1/3，造成 $166.2 \times 10^4 \text{kW}$ 的供电缺口。在香港，电力的 84%，燃气的 96% 被建筑所消耗。不论西方发达国家，还是我国，建筑能耗状况都是牵动社会经济发展全局的大问题。

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产生的极大的冲击，给发达国家敲响了能源供应的警钟。全世界都

开始认识到节约能源的重要性。由于建筑能耗在社会总能耗中所占的重大比例，建筑节能成为世界节能浪潮的主流之一。发达国家通过立法、科技开发、节能技术产品推广到能源管理，科学普及等措施，显著降低建筑能耗，在缓解能源供应的紧张形势中发挥了重要作用。由于发达国家能源开发与节流并举，石油危机过去了，国际能源供应充足，价格下降。但是一波刚平，一波又起。能源大量消费造成了大气污染，全球温室效应，生态环境迅速恶化，使整个人类惊恐的警钟敲响了。国际建筑节能的基本目的，由缓解能源供应扩大为人类的可持续发展。

自从 20 世纪 80 年代以来，可持续发展观念的广泛酝酿和形成，堪称为人类现代发展史上一次划时代的事件。经过短短 10 余年的时间，已被全世界各国所基本认同，并把可持续发展的思想和原则融入到发展的行动之中，成为指导国家发展的重大指导方针和基本战略。

可持续发展，一方面已成为全球和国家发展战略的必然选择；另一方面也已成为诊断区域开发合理程度及其是否健康发展的标准。可持续发展从它被提出的那一刻起，就已迅速地被作为 21 世纪“自然——社会——经济”复杂巨系统的发展规则和发展目标，被写入到各类经济计划和发展规划之中。

可持续发展思想的核心，在于正确规范两大基本关系：一是“人与自然”之间的关系；二是“人与人”之间的关系。要求人类以高度的科学认知与道德责任感，自觉地规范自己的行为，创造一个和谐的世界。人与自然之间相互适应和协同进化是人类文明得以可持续发展的“外部条件”；而人与人之间的相互尊重、平等互利、互助互信、自律互律、共建共享以及当代的发展不以危及后代的生存与发展为代价等等，是人类文明得以延续的“内部根据性条件”。惟有这种必要性条件与充分性条件的完整组合，才能真正地构建出可持续发展的理想框架，完成对传统思维定式的突破，最终形成世界上不同社会制度、不同意识形态、不同文化背景的人们在可持续发展问题上的基本共识。

可持续发展的理论，还在于它能深刻揭示“自然——社会——经济”复杂巨系统的运行机制。在这个复杂系统中，自然规律应被充分地认识，人文的规律也应被充分地认识，自然与人文相互交织并在更高层次上所演绎的规律更应被充分地认识，尽管真正实现这一理想可能还要继续好几代人的不懈努力。

可持续发展的最终目标，大致可以作如下表述：

其一，不断满足当代和后代人的生产、生活和发展对于物质、能量、信息、文化的需求。这里强调的是“发展”。

其二，代际之间应体现公平的原则去使用和管理属于全人类的资源和环境；每代人都要以公正的原则担负起各自的责任。当代人的发展不能以牺牲后代人的发展为代价。这里强调的是“公平”。

其三，国际和区际之间应体现均富、合作、互补、平等的原则，去缩短空间范围内同代人之间的差距，不应造成物质上、能量上、信息上乃至心理上的鸿沟，以此去实现“资源—生产—市场”之间的内部协调和统一。这里应当强调的是“合作”。

其四，“创造”自然——社会——经济支持系统适宜的外部条件，使得人类生活在一种更严格、更有序、更健康、更愉悦的环境之中，因此应当使系统的组织结构和运行机制，不断地被优化。这里强调的是“协调”。

事实上，只有当人类向自然的索取被人类对自然的回馈所补偿时，可持续发展才能真正被实现。

站在可持续发展的高度来认识建筑节能，比能源供应更为重要的是能源活动引起的环境问题，简称能源环境问题。

我国面临的能源环境问题主要有：燃煤过程中排放的二氧化硫造成严重的酸雨污染；化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放引起的全球气候变化等。这些已成为我国国民经济发展中必须考虑的重大问题，并将制约未来我国的社会经济和能源发展。

1.1.1 我国的酸雨污染

随着经济的快速发展，我国燃煤排放的二氧化硫急剧增加。据监测计算，1995 年我国二氧化硫排放量达到 2370 万 t，超过欧洲和美国，居世界首位。由于我国部分地区燃用高硫煤，燃烧设备未采取脱硫措施，二氧化硫排放量不断增加，造成严重的大气污染。

我国二氧化硫排放引起的酸雨污染范围不断扩大，已由 20 世纪 80 年代初的西南局部地区，扩展到西南、华南、华中和华东的大部分地区。一般将 pH 值小于等于 5.6 的降水称为酸雨。目前年平均降水 pH 值低于 5.6 的地区已占到全国整个国土面积的 40% 左右。降水 pH 值小于等于 4.6 时，将会对森林、农作物和材料产生损害。西方发达国家多将降水 pH 值小于等于 4.6 作为确定受控对象的指标。酸雨和二氧化硫污染危害居民健康、腐蚀建筑材料、破坏生态系统，已经对国民经济造成了巨大的损失。

1.1.2 全球气候变化

观测资料表明，在过去的 100 年中，全球平均地表气温上升了 $0.3 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ，全球海平面上升了 $10 \sim 25\text{cm}$ ，这一变化可能主要与全球平均温度增高有关。

在目前对温室气体不采取减排措施的前提下，初步研究结果表明，未来几十年内，全球平均气温每 10 年将升高 0.2°C ，到 2100 年的全球平均气温将升高 $1 \sim 3.5^{\circ}\text{C}$ 。

全球气候变化是当前国际社会普遍关注的重大全球环境问题之一，它主要是由发达国家在其工业化过程中，燃烧大量化石燃料产生的二氧化碳等温室气体所造成的。因此，限制和减少化石燃料燃烧产生的二氧化碳等温室气体排放已经成为国际社会减缓全球气候变化的重要组成部分，也必将对全球能源生产和消费产生重大影响。

1.1.3 “双控区”对我国未来能源发展的影响

为了实行二氧化硫排放的总量控制，国家划定了酸雨控制区与二氧化硫控制区，简称双控区。划定的酸雨控制区面积约为 80 万 km^2 ，占国土面积的 8.4%，包括上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南等地；二氧化硫控制区包括 137 个地方，分布在北京、天津、河北、山西、山东、河南、陕西、内蒙古、江苏、辽宁、吉林、甘肃、宁夏、新疆等省市内，总面积约为 29 万 km^2 ，占国土面积的 3%。双控区合计面积 109 万 km^2 ，占国土面积的 11.4% 左右。夏热冬冷地区基本上都属于“双控区”。为了控制双控区二氧化硫排放及酸雨污染，到 2010 年双控区二氧化硫排放将控制在 2000 年的排放水平。

这一目标的实施对该区域的经济发展与能源消费具有巨大的影响。为解决这一矛盾，首先应加大节能的力度，用较少的能源消耗创造同样的经济产值和社会发展水平。

酸雨控制区分省市传统方案煤炭需求预测 (单位: 万 t)

表 1.1.3-1

	1990 年	2000 年	2010 年
上海市	2743.09	5823	10931
江苏省	6213.906	10524	18848
浙江省	2486.727	4210	7540
安徽省	3430.764	4170	7653
福建省	1307.596	2427	4346
江西省	2265.144	4205	6850
湖北省	3344.871	5641	8363
湖南省	3957.89	7009	10886
广东省	2991.104	6352	11376
广西壮族自治区	1562.568	2647	4312
四川省	6643.424	11665	21693
贵州省	2714.22	4591	8222
云南省	2194.236	3381	5507
合计	41855.543	73658	126529

酸雨控制区分省市二氧化硫排放预测 (单位: 万 t)

表 1.1.3-2

	2000 年	2010 年
上海市	84	157
江苏省	223	399
浙江省	93	166
安徽省	65	96
福建省	32	57
江西省	113	184
湖北省	97	144
湖南省	120	187
广东省	166	297
广西壮族自治区	144	234
四川省	281	523
贵州省	218	391
云南省	37	61
合计	1674	2897

1.1.4 全球气候变化: 我国能源发展面临的机遇和挑战

全球气候变化问题, 特别是《联合国气候变化框架公约》对高度依赖可耗尽自然资源发展物质文明的社会经济模式提出了挑战, 使可持续发展战略成为新的发展模式。这对我国这样一个经济持续快速增长、人口众多的国家来说, 既是严峻的挑战, 又是难得的机遇。我国是一个发展中国家, 实现经济和社会发展、消除贫困是首要和压倒一切的优先目标。在未来相当长时期内经济仍将保持快速增长, 人民的生活水平必将有一个较大幅度的提高, 能源需求和二氧化碳排放量还将增长, 作为温室气体排放大国的形象将更加突出。另一方面, 当前国际社会提出的减缓二氧化碳排放的政策和措施主要集中在提高能源利用效率, 发展可再生能源, 这些不仅符合我国经济增长方式从粗放型向集约型根本转变的需要, 而且促进高效能源技术和节能产品的全球扩展和传播, 有利于促进我国能源利用效率的提高和能源结构的优化。

二氧化碳是主要的温室气体，历史上和目前全球排放的温室气体最大部分源自发达国家，发达国家对大气中温室气体浓度大幅度增加负有不可推卸的历史和现实责任。但随着我国经济的快速发展和人口的增长，我国的能源消费量急剧上升，二氧化碳排放量也有较大的增加。

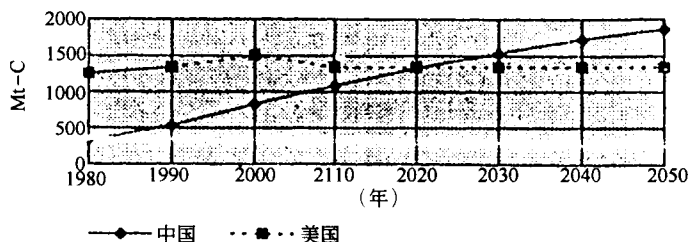


图 1.1.4-1 中国与美国二氧化碳排放总量发展趋势

影响二氧化碳排放的主要因素有人口、经济发展水平及结构、能源消费水平及结构、技术进步等。从发展模式的选择看，虽然各国有权根据本国的具体情况来选择自己的发展道路，但在其发展过程中，都遵循某些带有普遍性的规律，很少有国家发生例外。如都要经历对能源依赖程度较高的工业化阶段，而且随着经济的发展和人民生活水平的提高，城市化进程将会加快，居民生活对能源需求也将提出更高的要求。世界各国的发展历史和趋势表明，人均商品能源消费和经济发达水平有明显相关关系。工业化国家人均商品能源消费无一例外达到很高水平，其中美国 1995 年为 11.24t 标煤，为我国的 11 倍，即使像能源经济效率很高的日本，其人均能源消费量 1995 年也达到 5.61t 标煤。相反，发展中国家，如中国和印度，其人均消费水平则普遍较低，1995 年还不到 1t 标煤。

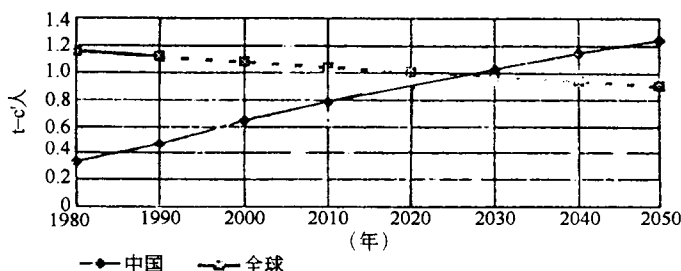


图 1.1.4-2 中国与全球人均二氧化碳排放量发展趋势

假定美国在 2010 年以后将其能源活动引起的二氧化碳排放量稳定在 1990 年的水平，按照我国目前有关能源活动二氧化碳排放构想中的方案，随着我国人口的持续增长、经济的快速发展和人民生活水平的日益提高，能源需求量将有一个较大幅度的增长，以煤为主的能源结构所产生的二氧化碳排放量不可避免地也将会有有一定的增加。

预计将在 2025~2030 年之间，我国的人均二氧化碳排放量将超过全球人均排放水平，虽然这个水平离发达国家的平均值还相差较远，但这在一定程度上将使我国在履约活动中逐步丧失人均排放少的优势。

20 世纪 80 年代以来，美国的二氧化碳排放增长速度已经保持了比较低的水平，从 1980 年到 1995 年，年均增长率只有 0.8%。相比之下，同期我国的二氧化碳排放量年均

增长率却高达 5% 左右。一些发达国家已提出要求发展中国家在 2014 年后开始限排二氧化碳。我国无疑将会首当其冲。届时我国能源发展不仅面临温室气体限排的政治和外交压力,而且对我国的社会性经济发展和人民生活水平的提高也将产生严重的影响。因此,必须抓住全球环境保护浪潮这一新的发展机遇,把节约能源、保护环境放到重要位置,使经济建设、资源消费和环境保护相协调,造就一种可持续发展的经济技术基础,顺利实现中国经济和社会发展的战略目标和保护全球环境的双重任务。

可持续发展问题,直接关系到人类文明的延续,无论从哪个角度去考察,都是新千年全世界面对的最重要的中心问题之一。尽管某些地方能源供应出现了低水平的过剩,即使我们所掌握的能源开采技术能为我们提供充足的能源供应,满足我们传统的、不断增长的能源消费需求;即使我们的后代有能力在石煤、石油、天然气耗竭之时,开发出新的能源以满足他们的需求,我们没有任何理由和权利,不管全球生态系统的崩溃而继续过去的能源消费方式。这就是为什么在能源供应不紧张的情况下世界建筑节能浪潮持续高涨的基本原因和基本目的。

当前,一些地方能源相对过剩,只是一种暂时的表面现象。与美国 2.7 亿人口,每年能耗 34 亿 t 标准煤的水平相比,我们的用能水平还相当低下,是一种低水平的过剩。

开展建筑节能,提高建筑物在使用期间的能源利用效率,才能改善建筑室内热环境,提高居住水平。

开展建筑节能,可以相应地降低大气污染,减少二氧化碳排放,减轻温室效应的影响。中国作为最大的发展中国家,应在二氧化碳减排方面承担必要的义务,为保护人类的生存环境作出贡献。

开展建筑节能,可以调动和集中各级行政部门的管理等职能,发挥建设行政主管部门的综合优势,促进建筑业与住宅产业的工程质量、性能和技术水平的提高,促进建筑业由粗放型向集约型转变,实现建筑业跨越式发展。

开展建筑节能,在发展新型建筑节能产业的同时,有利于带动相关产业的发展和经济的持续增长,增加更多的就业机会。

1.2 夏热冬冷地区建筑热环境与能耗状况

1.2.1 夏热冬冷地区

夏热冬冷地区的主要分区指标是最冷月平均温度 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$, 最热月平均温度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。该地区的范围见图 1.2.1-1。

该地区包括重庆、上海 2 个直辖市;湖北、湖南、安徽、浙江、江西 5 省全部;四川、贵州 2 省东半部;江苏、河南 2 省南半部;福建省北半部;陕西、甘肃 2 省南端;广东、广西 2 省区北端。该地区共涉及西南地区东部和长江中下游流域的 16 个省、自治区、直辖市,约有 5.5 亿人口,国民生产总值约占全国的 48%,是中国人口最密集,经济发展速度最快的地区。

1.2.2 夏热冬冷地区建筑热环境状况调查范围

为了确切把握夏热冬冷地区建筑热环境和能耗现状,从 1991 年起,开始了现场调查实测。持续 5 年,每年冬夏两季,在长江流域各地的 50 余座大中小城镇开展这项工作。

共实测调查了数百幢住宅楼的室内热环境状况，采暖降温措施及能耗。同时记录了室内人员的热感受，每幢楼实测时间，冬夏都持续 30 天以上，并包括当年高温连晴天气和寒潮降温天气出现的那段时间。被实测调查的住宅楼 80% 位于市区，20% 位于郊区；54% 是 240 砖墙，31% 是 370 砖墙，15% 是其他墙体。普遍是单玻金属窗，屋顶是架空通风屋顶。

被实测调查住户的基本情况为：楼层分布上，底层户 16%，中间层户 71%，顶层户 13%；朝向上，南向 55%，北向 18%，东向 9%，西向 9%，其他 9%；人均居住面积方面，不足 8m² 的 16%，8~12m² 的 53%，12m² 以上的 31%；人口：2 人户 11%，3 人户 36%，4 人户 31%，5 人以上户 22%；职业方面，机关、公司职员占 41%，教科文技工作者占 26%，工人占 30%，企业老板占 3%。

1.2.3 夏热冬冷地区夏季建筑热环境状况

没有使用空调的住宅，整个夏季室内热环境变化范围很大，主要取决于室外天气过程。

根据不同情况下室内人员的热感受，可将室内热环境分为如下 4 个子区：Ⅰ子区：室内气温≤28℃，凉爽、不觉得热；Ⅱ子区：室内气温在 28~30℃ 之间，感觉热，但不影响生活；Ⅲ子区：室内气温在 30~34℃ 之间，感到热，而且影响睡眠和学习等，但尚能在室内逗留；Ⅳ子区：室内气温≥34℃，闷热难受，无法在室内久留。

表 1.2.3-1 是根据调查实测数据统计分析获得的室内热环境与人员热感受百分率。表中，A 表示热得难受，不能静心学习和工作，因热而难入睡，或睡眠中被热醒等情况，B 表示热，但尚能忍受，尚能睡眠和休息。

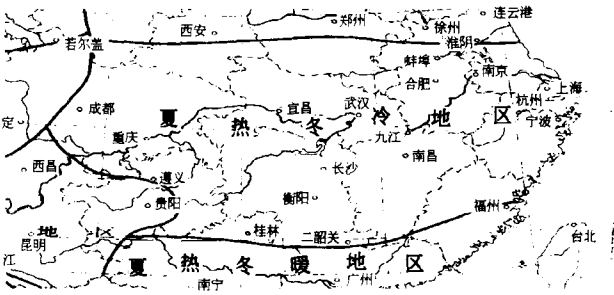


图 1.2.1-1 夏热冬冷地区的范围

室内热环境与人员热感受百分率 表 1.2.3-1

室内热环境分区	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
干、湿球温度范围 (℃)	$t_a \leq 28$ $t_s < 27$	$28 < t_a \leq 30$ $25 \leq t_s \leq 28$	$30 < t_a < 34$ $26 \leq t_s \leq 31$	$34 \leq t_a < 38$ $27 \leq t_s \leq 34$
各种热感受的人 次百分率	A = 0 B = 0 A + B = 0	A = 0.7% B = 29.5% A + B = 30.2%	A = 14.5% B = 69.5% A + B = 84%	A = 42.3% B = 57.7% A + B = 100%

大量调查实测数据的统计分析表明，夏热冬冷地区，夏季自然状况下室内热环境状况处于Ⅰ子区的频率为 12.5%；处于Ⅱ子区的频率为 52.1%；处于Ⅲ子区的频率为 32.9%；处于Ⅳ子区的频率为 3.6%。可知夏热冬冷地区，整个夏季室内热环境有 87.5% 的时间是不舒适的，有 36.5% 的时间影响居民的生活。而在武汉、重庆这样的“火炉”城市，夏季晴天的中午到晚上这段时间，约 60%~90% 的情况室内不能正常生活，特别是不能睡眠，约 30%~56% 的情况，室内闷热难受，难以久留。在这种情况下，室内人

员整夜处于似睡非睡的昏昏沉沉的状态，全身汗淋淋的，竹席上也满是汗水，不得不多次起来擦去身上和席上的汗水。当地居民称之为“熬命”，白天的工作和学习效率可想而知。由于室内闷热难眠，武汉等地居民不得不夜间露宿街头。

夏热冬冷地区夏季室内热环境非常恶劣。改善室内热环境，已经不只是解决热舒适问题，更重要的是保障基本生活条件，保护人民身体健康，保证正常的工作和学习效率。这是长江流域经济社会发展必须尽快解决的重要问题。

1.2.4 夏季建筑热环境恶劣的主要原因

夏热冬冷地区夏季室内热环境如此恶劣，有诸多原因。

气候方面，每年夏季，太平洋的副热带高压都要从长江口两侧海岸登陆，沿江西进，直到四川的泸州一带，笼罩长江流域十多日甚至数十日。日最高气温可高达 40℃ 以上，日最低气温也超过 30℃。全天 24 小时，无有凉爽时候。而且，白天气温高时，风速大，热风（当地人称“火风”）横行，所到之处，物体升温，表面发烫。夜间，气温低时，风速也随之下降，静风率很高，带不走热量。

不用空调的住宅，以持续自然通风作为夏季降温的主要措施。在连晴高温天气，这样的通风方式，白天造成大量热风侵入室内。室内气温紧随室外气温猛升；室内桌、椅、床等表面被侵入的热风吹得发烫，使人不敢落座和躺下；室内墙面、楼面从热风中大量吸热和蓄热。夜间，室外气温下降后，风却微弱无力，室内外通风换气不良，室内蓄热不能有效散到室外，室温居高不下。通过调查实测和计算机分析表明，自然通风住宅内的热量，白天热风带入的热量占了很大的比例。在所有被调查户中，60% 是全天开窗自然通风的；另有 10% 甚至白天开窗，夜间关窗；仅 30% 白天关窗。

建筑围护结构热工性能不好。尽管注意遮阳，仍然有大量太阳辐射经窗户进入室内。单层窗的室内外温差传热量很大。240 砖墙和热工性能优于 240 砖墙的墙体，白天向室内传热很少，主要是夜间向室内传热。屋顶向室内传热通常比外墙严重，但覆土种植屋面却优于 240 砖的外墙。

表 1.2.4-1 是连晴天气过程中，重庆住宅不同通风方案、不同外墙的 4 间居室的室温实测值。可见，改善室内热环境，要注意夏季连晴天气的上述特点，改变通风方案，白天阻挡热风侵入，同时改善围护结构的热工性能，重点是外窗。

不同居室内气温对比（连晴天气过程）（单位：℃）表 1.2.4-1

	7 月 25 日			7 月 26 日			7 月 27 日			7 月 28 日		
	8:00	12:00	18:00	8:00	12:00	18:00	8:00	12:00	18:00	8:00	12:00	18:00
室外	28.8	33.2	36.4	29.0	33.9	37.0	28.2	34.4	36.0	28.0	34.0	37.4
1#居室	29.5	35.4	36.9	30.6	35.1	36.9	29.7	34.4	36.8	29.7	34.2	37.2
2#居室	31.0	32.5	33.0	32.0	33.0	34.0	31.0	33.0	33.8	30.3	33.0	33.8
3#居室	31.7	32.4	33.5	31.6	32.4	33.4	31.4	32.0	33.5	31.0	33.3	33.8
4#居室	30.4	31.4	32.2	31.1	31.8	32.4	30.7	32.0	32.3	31.2	31.8	32.3

说明：1#居室：240 砖墙，南外窗 24 小时开启，挂窗帘。2#居室：240 砖墙，南外窗白天关，夜间开，挂内窗帘。3#居室：钢筋混凝土框架，200 厚加气混凝土墙，南外窗白天关，夜间开，挂内窗帘。4#居室：370 砖墙，东外窗，外门白天关，夜间开，白天挂外布帘于阳台口。