

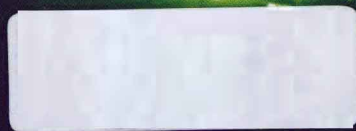
建筑节能工程
实用技术丛书



建筑节能 工程设计

李继业 主 编 ●

苏冠鲁 关宝家 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 工程设计

李继业 主 编

苏冠鲁 关宝家 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

前 言

构建社会主义和谐社会，建设资源节约型社会，实现社会经济的可持续发展，是全社会共同的责任和行动。我国是耗能大国，建筑能源浪费更加突出，据相关部门统计，建筑能耗已占全国总能耗的近30%。据预测，到2020年，我国城乡还将新增建筑300亿平方米。能源问题已经成为制约经济和社会发展的的重要因素，建筑能耗必将对我国的能源消耗造成长期的巨大的影响。

建筑节能是缓解我国能源紧缺矛盾、改善人民生活工作条件、减轻环境污染、促进经济可持续发展的一项最直接、最廉价的措施，也是深化经济体制改革的一个重要组成部分；是全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设的根本指针，具有极其重要的现实意义和深远的历史意义。在可持续发展战略方针的指导下，我国先后颁布了多项环保法规和节能法，节能成为我国的基本国策，人们愈来愈认识到能源对人类发展的重要性。

建筑节能工程贯穿整个建筑实体的建造过程，从工程的规划立项、设计、施工、监理和检测过程都在范围之内，缺少任何一个环节的检测都有可能造成能耗的损失和资源浪费。建筑节能的整体及外部环境设计，是在分析建筑周围气候环境条件的基础上，通过选址、规划、外部环境和体型朝向等设计，使建筑获得一个良好的外部微气候环境，从而达到节能的目的。由此可见建筑节能设计是全面的建筑节能中一个很重要的环节，设计质量不仅直接影响建筑节能的效果，而且有利于从源头上杜绝能源的浪费。

建筑节能工程的设计是一个新的设计领域，也是一项非常严肃的技术性工作，同时还是工程设计人员在建筑设计中面临的新课题，在进行设计的过程中必然会遇到一些困难，近年来，我国陆续颁布了《寒冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 26—2010)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2010)、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003)、《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)等标准，为建筑节能设计提出了具体规定。为实现我国提出的“十二五”建筑节能的宏伟目标，建筑节能工程设计必须严格执行现行的标准。在学习这些标准、规程和其他专家经验的基础上，我们编写了这本《建筑节能工程设计》，以供建筑节能工程的设计及其他有关人员参考。

本书由李继业主编并统稿，苏冠鲁、关宝家担任副主编；郑元岭、张慧杰、常青、董卫军、张彦光参加了编写。本书编写的具体分工：关宝家编写第一章、第八章；郑元岭编写第二章；苏冠鲁编写第三章、第十章；李继业编写第四章；常青编写第五章；张慧杰编写第六章；董卫军编写第七章；张彦光编写第九章。

在本书编写的过程中，引用了一些专家和作者的精辟论述和研究成果，在此深表谢意。由于建筑节能技术发展非常迅速，限于编者掌握的资料和水平，不当之处在所难免，敬请专家和读者提出宝贵的意见。

编 者

2011年10月于泰山

目 录

第一章 建筑节能设计概述	1
第一节 我国建筑能耗的现状	1
一、我国的建筑能耗的现状	1
二、我国建筑节能工作的发展与成效	2
三、建筑节能设计存在五大问题	3
四、我国建筑节能发展缓慢的原因	4
五、我国建筑节能的奋斗目标	5
第二节 建筑节能设计重要性	6
第三节 我国建筑节能的潜力	7
一、北方地区城镇供热计量改革	8
二、新建建筑节能设计标准执行	8
三、大型公共建筑节能改造	8
四、推广住宅全装修和装配式施工	9
五、可再生能源在建筑中的应用	9
六、绿色建筑的示范推广	9
第四节 建筑节能设计的要求	9
一、整体及外部环境的设计要求	9
二、建筑单体的节能设计要求	10
第五节 建筑节能设计工作的要点	11
一、规划节能与节能设计要点	11
二、建筑单体通风与节能设计要点	12
三、建筑外遮阳运用与节能设计要点	13
四、热桥问题与节能设计要点	14
第六节 建筑节能的基本途径	15
一、建筑设计中建筑节能的基本途径	15
二、住宅建筑中节能设计的应用	16
第二章 建筑规划设计中的节能技术	19
第一节 建筑选址与建筑布局	19
一、建筑选址	19
二、建筑布局	21
第二节 建筑体形与建筑朝向	23
一、建筑体形	23
二、建筑朝向	26
第三节 建筑间距与建筑密度	29
一、建筑间距	29

二、建筑密度	32
第四节 室外风环境优化设计	33
一、冬季防寒冷风的设计方法	33
二、夏季建筑通风的设计方法	35
三、建筑风环境辅助优化设计	36
第五节 环境绿化与水景设计	37
一、调节空气的温度,增加空气的湿度	37
二、改善室内热环境,降低空调的能耗	38
三、遮阳防辐射作用	38
四、降低城市噪声污染	39
五、控制区域气流的路径	39
六、防尘及净化空气	40
第三章 建筑节能设计原理	41
第一节 建筑热工设计的基础知识	41
一、建筑热工设计常用符号	41
二、建筑热工设计常用名词	42
三、建筑热工设计的分区	43
四、建筑物热工设计要求	44
第二节 不同热工分区建筑节能设计原理	44
一、严寒与寒冷地区建筑节能设计原理	45
二、夏热冬冷地区建筑节能设计原理	45
三、夏热冬暖地区建筑节能设计原理	46
四、采暖居住建筑节能的基本原理	48
第三节 空调建筑节能的基本原理	48
第四节 建筑物耗热量与采暖耗煤量指标	49
一、建筑物耗热量指标	49
二、采暖耗煤量指标	54
第五节 建筑热工设计常用的计算方法	55
一、围护结构有关热工指标的计算	55
二、热工设计常用系数的计算	57
第四章 建筑单体节能设计	69
第一节 建筑平面尺寸与节能的关系	69
一、建筑平面形状与节能的关系	69
二、建筑长度与节能的关系	70
三、建筑宽度与节能的关系	70
四、建筑平面布局与节能的关系	70
第二节 建筑体形与节能的关系	71
一、围护结构面积与节能的关系	71
二、建筑物表面面积系数	72
三、建筑体形系数与节能	73
四、注意建筑日辐射得热量	74
第三节 建筑物墙体节能设计	74

一、建筑外墙外保温系统设计	75
二、建筑外墙内保温系统设计	82
三、建筑物楼梯间内墙保温设计	84
四、建筑物变形缝的保温设计	84
五、建筑物外墙的隔热设计	85
第四节 建筑物屋顶节能设计	87
一、建筑物屋顶的保温设计	87
二、建筑物屋顶的隔热设计	90
第五节 建筑物门窗节能设计	95
一、建筑门窗作用及要求	95
二、建筑物外门节能设计	96
三、建筑物外窗节能设计	97
第六节 建筑物幕墙节能设计	105
第七节 建筑楼层地面节能设计	108
一、地面的分类及要求	108
二、建筑地面的节能设计	109
第八节 围护结构的防潮设计	112
一、围护结构冷凝的检验	112
二、采暖节能建筑围护结构的防潮设计	112
第九节 建筑物自然通风设计	116
一、自然通风的作用	117
二、自然通风的形式	117
三、自然通风的设计	118
第五章 供热采暖节能设计	125
第一节 供热系统概述	125
一、供热采暖系统的工作原理	125
二、供热采暖系统的节能途径	125
第二节 供热节能设计	126
一、锅炉选型与台数	126
二、鼓风机和引风机	127
三、循环水泵的选择	128
四、供热管网水力平衡	128
五、计量与监测仪表	134
六、管网铺设与保温	134
七、室内供暖系统设计	135
八、供暖节能设计汇总	138
第三节 采暖节能设计	138
一、采暖节能的原理	138
二、采暖节能的方法	139
第四节 供暖运行节能技术	142
一、采用连续供暖辅以间歇调节的运行制度	142
二、提高集中锅炉房供回水系统一次水参数	142

三、对锅炉实行仪表监测或微机监控	143
四、采用科学方法对锅炉除渣清灰	143
五、提高供热锅炉负荷率	144
六、采用热管省煤器和热管空气预热器	144
七、采用重力移位分层给煤装置	144
第五节 地板辐射供热节能技术	145
一、地板辐射供热的适用范围	145
二、地板辐射供热热负荷的确定	146
三、地板辐射供热控制系统	147
四、地板辐射供热系统常用管材及性能	148
第六节 建筑采暖设计指标	149
一、居住建筑采暖设计要求	149
二、办公建筑采暖设计要求	150
三、民用建筑采暖设计要求	151
四、学校、托儿所及幼儿园建筑设计要求	151
五、文化教育陈列建筑设计要求	152
六、医疗建筑设计要求	153
七、商店、旅馆、饮食建筑设计要求	154
八、港口客运站、汽车站及火车站建筑设计要求	154
第六章 空调系统节能设计	156
第一节 空调系统节能途径	156
一、空调系统节能概述	156
二、集中式空调节能途径	158
三、分散式空调的节能技术	159
第二节 空调制冷系统节能	163
一、空调制冷的基本原理	163
二、制冷系统设计中的节能措施	165
三、制冷系统运行中的节能措施	169
四、各类机组的能效比较	171
第三节 中央空调系统节能	172
一、准确进行系统负荷设计	172
二、中央空调的冷热源形式与节能	173
三、冷热源的部分负荷性能及台数配置	174
四、中央空调系统的水系统节能	174
五、中央空调系统的风系统节能	175
六、中央空调系统节能新技术	176
七、空调运行管理的节能措施	178
第四节 户式空调系统节能	179
一、户式中央空调的产品型式	180
二、户式中央空调机组的能耗分析	182
三、户式中央空调机组节能设计的建议	183
第五节 蓄冷空调系统节能	183

一、空调蓄冷技术·····	183
二、全负荷蓄冷与部分负荷蓄冷·····	184
三、蓄冷设备与蓄冷介质·····	185
四、空调蓄冷系统·····	186
五、蓄冰空调技术·····	186
第六节 空调热泵节能技术·····	191
一、热泵系统的工作原理·····	191
二、热泵系统的主要组成·····	191
三、热泵的分类方法·····	192
四、空气源热泵和地源热泵·····	193
五、热泵系统的经济性评价·····	198
第七节 高大建筑空调节能·····	200
一、高大建筑空调节能技术概述·····	200
二、分层空调区冷负荷的组成·····	200
三、分层空调气流组织设计要点·····	201
第八节 空调设计相关指标·····	202
一、建筑设计基本规定·····	202
二、居住建筑设计要求·····	202
三、办公建筑设计要求·····	203
四、文化教育陈列建筑设计要求·····	203
五、医疗建筑设计要求·····	205
六、影剧院、体育建筑设计要求·····	206
七、商店、旅馆、饮食建筑设计要求·····	209
八、港口客运站、汽车站及火车站建筑设计要求·····	210
第七章 建筑遮阳设计·····	211
第一节 遮阳的形式和效果·····	211
一、建筑遮阳的概述·····	211
二、建筑遮阳的作用和影响·····	212
三、建筑遮阳的主要形式·····	213
第二节 建筑遮阳设计步骤·····	215
一、建筑遮阳设计方法·····	215
二、建筑遮阳设计步骤·····	216
第三节 建筑遮阳系数计算·····	219
第八章 建筑采光与照明节能设计·····	224
第一节 建筑采光与节能设计·····	224
一、采光的标准·····	224
二、采光的方法·····	228
第二节 照明系统的节能设计·····	230
一、建筑照明设计的原则和内容·····	230
二、建筑照明节能的技术措施·····	231
三、建筑照明节能的评价标准·····	235
第九章 建筑设计中可再生能源利用·····	238

第一节 太阳能的利用技术·····	238
一、被动式太阳能建筑·····	239
二、主动式太阳能建筑·····	247
三、太阳能热水系统与建筑一体化技术·····	249
四、太阳能光伏发电及建筑一体化技术·····	251
第二节 热泵的节能技术·····	252
一、热泵技术的概念·····	253
二、地源热泵系统·····	253
三、空气源热泵系统·····	257
四、太阳能源热泵系统·····	259
第三节 风能的利用技术·····	260
一、风能利用的主要形式·····	261
二、风电建筑一体化·····	262
第十章 节能建筑设计实例·····	264
第一节 节能建筑设计程序与计算·····	264
一、节能建筑设计阶段划分及内容·····	264
二、建筑单体节能设计步骤及实例·····	266
第二节 公共建筑节能设计实例·····	269
一、建筑平面和体型节能设计·····	270
二、超低能耗围护结构设计·····	270
三、充分利用自然通风节能·····	274
四、新型高效节能空气调节技术·····	275
五、可再生能源利用技术·····	276
第三节 居住建筑节能设计实例·····	279
一、寒冷采暖地区居住建筑节能设计实例·····	279
二、夏热冬冷地区居住建筑节能设计实例·····	286
参考文献·····	290

第一章 建筑节能设计概述

自 1973 年世界能源危机以来，各国都十分重视节约能源的问题，兴起了世界性的节能运动，并把节能称为五大能源之一，与煤炭、石油、天然气、水电四大常规能源相提并论。

随着人民生活水平的提高，建筑能耗将呈现持续迅速增长的趋势，加剧我国能源资源供应与经济社会发展的矛盾，最终导致全社会的能源短缺。降低建筑能耗，实施建筑节能，对于促进能源资源节约和合理利用，缓解我国的能源供应与经济社会发展的矛盾，有着举足轻重的作用，也是保障国家资源安全、保护环境、提高人民群众生活质量、贯彻落实科学发展观的一项重要举措。因此，如何降低建筑能源消耗，提高能源利用效率，实施建筑节能，是我国可持续发展亟待研究解决的重大课题。

我国建筑节能工作的实践充分证明，积极推进建筑节能设计，有利于保证国民经济持续发展，有利于改善人民生活和工作环境，对于构建社会主义和谐社会起着十分重要的作用。根据我国的基本国情，节约建筑用的能源是贯彻可持续发展战略的一个重要方面，是执行节约能源、保护环境基本国策的重要组成部分。

第一节 我国建筑能耗的现状

随着我国城市化进程的加快和人民生活水平的不断提高，建筑能耗占总能耗的比重也越来越大，建筑耗能已逐渐增长至与工业耗能、交通耗能并列，成为我国能源消耗的三大“耗能大户”。

由于我国建筑节能工作起步较晚，现有建筑不仅耗能高，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发达国家高出 2~3 倍。当前我国正处于经济和建筑业快速发展期，无论既有建筑面积或新建建筑面积都居世界之首。这些建筑通过采暖、空调、热水供应等，每天都消耗大量的能源。由此可见，我国建筑能耗是巨大的，且建筑能耗总量还将持续增长，做好建筑节能工作已迫在眉睫、刻不容缓。

多年来，我国开展了一定规模的建筑节能工作，主要采取了先新建后改造的策略，但到目前为止，建筑节能工作仍处于起步阶段，房屋建筑中普遍存在着围护结构保温隔热性和气密性差，供暖、制冷空调系统效率低下等问题。

一、我国的建筑能耗的现状

我国的建筑能耗约占社会总能耗的 1/3，建筑能耗的总量仍在逐年上升。据有关部门统计，建筑能耗在能源总消费量中所占的比例，已从 20 世纪 70 年代末的 10%，上升到 27.45%。以此推断，国家建设部科技司研究表明，随着城市化进程的加快和人民生活质量的改善，我国建筑耗能比例最终还将上升至 35% 左右，而国际上发达国家的建筑能耗一般占全国总能耗的 33% 左右。如此庞大的比重，建筑耗能已经成为我国经济发展的软肋。

高耗能建筑比例大，加剧能源危机。据统计，2002 年末，我国节能建筑面积只有 2.3

亿平方米,到2010年末,我国节能建筑面积不足14.0亿平方米。目前,我国已建房屋有400亿平方米以上属于高耗能建筑,总量庞大,潜伏巨大能源危机。正如建设部有关负责人指出,仅到2000年末,我国建筑年消耗商品能源共计3.76亿吨标准煤,占全社会终端能耗总量的27.6%,而建筑用能的增加对全国的温室气体排放“贡献率”已经达到了25%。因高耗能建筑比例大,单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,多排二氧化碳52万吨。如果任由这种状况继续发展,到2020年,我国建筑耗能将达到1089亿吨标准煤;到2020年,空调夏季高峰负荷将相当于10个三峡电站满负荷能力,这将会是一个十分惊人的数量。

根据国民经济的发展趋势,我国目前处于建设鼎盛期,每年建成的房屋面积高达16亿至20亿平方米,超过所有发达国家年建成建筑面积的总和,而96%以上是高能耗建筑。以如此建设增速,预计到2020年,全国高耗能建筑面积将达到700亿平方米。因此,如果现在不开始注重建筑节能设计,将直接加剧能源危机。

我国建筑节能状况落后,亟待改善。在20世纪70年代能源危机后,发达国家开始致力于研究与推行建筑节能技术,而我国却忽视了这一问题。时至今日,我国建筑节能水平远远落后于发达国家。例如国内绝大多数采暖地区围护结构的热工性能都比气候相近的发达国家差许多,外墙的传热系数是发达国家的3.5~4.5倍,外窗为2~3倍,屋面为3~6倍,门窗的空气渗透为3~6倍。

尤其值得注意的是,大型公共建筑目前仅占城镇总建筑面积的5%~7%,但其用电量为100~300千瓦时/(年·m²) (不包括采暖用电),为住宅建筑用电量的10倍以上,这是一个很惊人的数字。在我国一线和二线城市,此类建筑的总耗电量大于全市所有居民住宅的总电耗。“九五”到“十五”期间我国城市建设的重点是住宅建设,但目前已逐渐转向大型公共建筑。这些将导致建筑用电量的急剧增加。大型公共建筑中,空调用电占50%~60%,照明用电占25%~35%,其余为电梯和办公电器设备用电。我国大型公共建筑能耗与发达国家比,平均能耗值大大高于其水平(比如日本)。

二、我国建筑节能工作的发展与成效

我国建筑节能工作起步较晚,从20世纪80年代后期才开始,经过20年的艰苦探索与努力,我国的建筑节能事业已取得多方面的进展。一是建筑节能组织管理的不断规范化,积极出台了一系列政策、法规;二是建筑节能专项规划的建立;三是建筑节能标准化工作不断升级,制定了一批建筑节能及其相关的技术标准、规范;四是初步建立起一支懂建筑节能管理和技术的专业队伍;五是建筑节能科学技术研究与开发,取得了一批具有实用价值的科技成果,居世界前列的技术;六是建筑节能相关产品得到开发和推广应用,建筑节能产业有了长足的进步,初步形成了门类丰富、整体配套、先进适用的建筑节能产品体系。

我国的建筑节能虽然取得了一定的成绩,但尚有许多潜在的不适应之处。一是人们普遍对建筑节能紧迫感和重要性认识不够,观念上没有深入人心,一些地方政府和有关部门重视不够,未能将建筑节能工作提到落实科学发展观、保障国家能源安全以及转变城乡建设差距的高度来认识,致使全国各地建筑节能工作发展极不平衡,甚至出现倒退;二是建筑节能的新技术、新产品开发力度不大,得不到及时的推广和应用;三是现有的管理体制,尤其是行政监管体系不健全,执法不严,监督不力;四是建筑节能的投入过少,参与度不高,研发缓慢,许多节能关键技术没能取得实质性的突破;五是建筑节能的政策、法律法规不完善、不衔接,与建筑节能工作发展不能同步进行。

三、建筑节能设计存在五大问题

(一) 节能设计基准概念模糊

行业标准《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003)(以下简称《居住设计标准》)和国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)(以下简称《公建设计标准》)均规定在采取节能措施后,全年总能耗与未采取节能措施前减少 50%。对于 50%的节能目标,《公建设计标准》有如下说明:即以 20 世纪 80 年代改革开放初期建造的公共建筑作为比较能耗的基础,称为“基准建筑”。“基准建筑”围护结构、暖通空调设备及系统、照明设备的参数,都按当时情况选取。在《居住设计标准》中也有类似的规定。

作为节能设计标准的节能 50%目标,不是对于具体的建筑的一个精确节能效果参数,而是对当前建筑平均水平的一个总体节能效果。所以在具体的建筑上提节能 50%或者节能 65%的提法是不科学的。

另外,目前正在启动的节能改造工程,进行改造设计时我们又将以什么样的基准来衡量改造的效果?如何对工程改造提出要求?

由于当前的节能设计标准是按照节能 50%的目标设定的,所以达到标准即是达到节能 50%的社会平均水平,所以如果所有建筑都这么做,社会上的建筑总体上也就达到了 50%的节能目标。

(二) 规划和建筑方案的节能设计未受到足够的重视

近年来,国家推动建筑节能工作的力度较大,规划设计人员对建筑节能知识的接受和积累需要一定的过程。目前,对于大多数的设计人员,基本上还处于应付节能审查的阶段,主动利用节能概念从规划和建筑方案开始进行建筑节能设计的还不多,主要表现在以下几方面。

(1) 未能在规划中进行建筑节能的设计 建筑室外热环境和自然通风环境对建筑节能是很重要的。只要具有较好的室外环境,建筑可以在多数时间内满足热舒适,从而不需要开空调。但是,由于目前建筑节能只是在施工图审查中才受到重视,而规划报建中并未进行建筑节能方面的审查和评审,所以,已经确定的建筑方案并未进行节能的设计。

(2) 未能将建筑节能措施融入工程设计 在建筑工程设计的过程中,多数建筑只重视实用面积、结构安全、美观时尚,不重视建筑的性能、品质,没有把建筑节能作为建筑的一个固有的、内在的品质进行考虑,把建筑节能的要求撇在一边,到了最后施工图送审前才根据建筑节能设计规范进行草草的计算和设计调整。此时由于建筑的方案已确定,只能在材料和设备选型等方面进行微调,不仅实际节能效果较差,而且往往造价高昂,实现起来很困难。

(3) 不重视低成本节能技术和传统措施的应用 在目前的建筑节能设计中,传统的、有效的节能措施(例如自然通风、建筑遮阳等)未被广泛采用,代之的是片面强调节能的高科技,不重视低成本的节能技术应用,造成节能昂贵的印象。而且,昂贵的设计在将来的施工中很可能被改变,使得最后建筑达不到建筑节能设计标准。

国内外建筑节能成功的经验证明,只要建筑设计中注意低成本节能措施的应用,在空调设备设计和电气设计方面进行精心设计,就算节能建筑稍微提高了成本,但却节约了能耗,获得了良好的舒适性,必将取得良好的经济效益和社会效益。

(三) 大型公共建筑多数没有组织专门的节能论证

当前,我国的一些大型建设项目实行国际招标,建筑方案最后往往是国外的设计方案。

很多国外的设计方案片面追求新奇，提出的建筑节能设计理念并不适合我国的国情，而且造价高昂。可惜的是，这些建设项目并没有进行建筑节能方面的论证，而是按照一般的建筑进行节能审查。对于这类大型公共建筑，主要存在的问题是幕墙或者屋面的透明面积过大，空调设备系统的设计并不一定合理。

据有关调查资料表明，我国虽然颁布了许多有关建筑节能设计方面的标准，但是，很多设计单位未能严格执行。如有的设计院在整个空调系统的设计中，没有严格按《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)第 5.1.1 条的要求，进行逐项、逐时的冷负荷计算，缺少相应的计算书。设备的选用很容易出现主机容量过大，导致“大马拉小车”，或主机容量过小不能满足舒适性要求的现象。另外，我们应用的许多设计软件的计算不被设计单位所认可。

(四) 居住建筑设计未能将节能与提高舒适性和健康挂钩

对于大型的住宅小区，由于空调的启停与人的活动密切相关，这点南方与北方有很大的差别，所以空调设备不是住宅节能的主要问题。大型小区最突出的问题是在规划阶段和初步设计阶段很少根据夏季主导风向进行小区的自然通风模拟，并根据结果进行小区的合理规划。由于布局不当而造成的部分建筑自然通风不良的并不少见。

建筑单体的自然通风也未受到普遍的重视。许多建筑设计大面积的窗户，而开启部分的面积却很小。由于缺乏自然通风，空气流通不畅，很多时间需要开空调，室内空气质量差，不仅增大能耗，而且对健康不利。

自然通风优良的住宅，开空调的时间可以大大减少，空调的能耗也会大大降低。由于可以少关闭窗户，居室内的空气质量自然也就好了。所以，小区的规划和建筑自然通风的设计，是与室内热环境和人们的健康有密切的关系的。

(五) 建筑节能设计审查没有严格把关

建筑施工图的节能设计审查是节能设计审查的最重要环节，但许多施工图设计审查单位自身就不具备建筑节能审查的能力，不懂得如何进行建筑节能设计把关，致使很多建筑节能设计审查只是走过场，并没有真正把关。

对于公共建筑，照明设计由于与装修有关，所以往往在建筑设计施工图审查时并没有审查。空调系统设计也是如此，即使有空调设计，也不将空调设计施工图与建筑图一起送审。

四、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 建筑节能开发建设成本高。根据我国的基本国情，按新的建筑节能设计标准测算，大体上每平方米建筑面积成本要增加 100 元左右，从而提高了建筑产品的成本，多数人还不容易接受。

② 由于建筑节能需要增加一定的资金和各种资源投入，而建筑开发商追求的是以最小的投资换取最大的空间利益，所以全面实行建筑节能难度比较大。

③ 建筑节能结构从围护的结构、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，所以很多规划、建设、设计、施工等单位对此还不习惯。

④ 我国虽然已经开始重视建筑节能工作，但一些地方政府考虑的是 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，甚至有的对建筑节能工作漠不关心。

⑤ 由于我国的建筑节能工作刚刚起步，有很多是借鉴国外的做法、经验和材料，尤其

是在建筑节能的建筑材料、工艺技术方面还没有形成体系，适合我国国情的建筑节能材料、工艺技术尚不成熟。

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》等法令、规范和标准，但国家对建筑节能的规范在全国范围内还没有列入强制执行的范畴，只是某些地区刚开始采取强制执行工作，建筑节能在我国尚未形成一个大的气候。

⑦ 由于各方面的原因，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，对建筑节能的推广不利。

五、我国建筑节能的奋斗目标

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。

具体在建筑节能方面，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。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。

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。

尽快建立健全建筑节能标准体系，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。所有建筑节能标准得到全面实施。

第二节 建筑节能设计重要性

所谓建筑节能，在发达国家最初为减少建筑中能量的散失，现在则普遍称为“提高建筑中的能源利用率”，即在保证提高建筑舒适性的条件下，合理使用能源，不断提高能源利用效率。建筑节能是指在建筑物的规划、设计、新建（改建、扩建）、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。

建筑节能设计是以满足建筑室内适宜的热环境和提高人民的居住水平，通过建筑规划设计、建筑单体设计及对建筑设备采取综合节能措施，不断提高能源的利用效率，充分利用可再生能源，以使建筑能耗达到最小化所需要采取的科学技术手段。建筑节能是一个系统工程，在设计的全过程中，从选择材料、结构设计、配套设计等各环节都要贯穿节能的观点，这样才能取得真正节能的效果。建筑节能设计是全面的建筑节能中一个很重要的环节，有利于从源头上杜绝能源的浪费。

建筑节能是整个建筑全寿命过程中每一个环节节能的总和，是指建筑在选址、规划、设计、建造和使用过程中，通过合理的规划设计，采用节能型的建筑材料、产品和设备，执行建筑节能标准，加强建筑物节能设备的运行管理，合理设计建筑围护结构的热工性能，提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和管道系统的运行效率，以及利用可再生能源，在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下，降低建筑能源消耗，合理、有效地利用能源。

建筑节能设计是建筑节能工程最终效果的关键环节，是关系到建筑节能工程运行是否正常的技术保障，在建筑节能工程中具有重大作用。因此，建筑节能必须首先从节能设计抓起。

（一）建筑节能设计是大气环境保护的需要

从我国的能源结构来看，我国的煤炭和水力资源比较丰富，建筑采暖和用电仍以煤炭为主。然而，在煤炭燃烧过程中会产生大量的二氧化碳、二氧化硫、氮化物及悬浮颗粒。二氧化碳会造成地球大气外层的“温室效应”，严重危害人类的生存环境；二氧化硫和氮化物等污染物，不但是造成呼吸道疾病、肺癌的根源之一，而且还容易形成酸雨，成为破坏建筑物和自然界植物的元凶。

目前，建筑在建造和使用过程中用能，对全国温室气体排放的贡献率已达44%，我国北方城市冬季由于燃煤导致空气污染指数，已是世界卫生组织推荐的最高标准的2~5倍。由此可见，在进行建筑节能设计中，在保持采暖使用要求的前提下，如何尽量减少煤炭的用量，是建筑节能设计中的重点。在我国以煤炭为主的能源结构下，建筑节能减少了能源消耗，就减少了向大气排放污染物，也就改善了大气环境，减少了温室效应。因此，采用建筑节能设计，实际上就是保护环境。

（二）建筑节能设计是可持续发展的需要

20世纪70年代的石油危机使人类终于明白，能源是人类赖以生存的宝贵财富，是制约经济可持续发展的重要因素，是改善人民生活的重要物质基础，也是维系国家安全的重要战略物资。长期以来，我国能源增长的速度滞后于国民生产总值的增长速度，能源短缺已成为制约我国国民经济发展的瓶颈。

近年来,我国国内生产总值的增长都在10%以上,但是能源的增长一直在3%~4%之间。然而我国建筑用能已超过全国能源消耗总量的1/4,并随着人民生活水平的不断提高将逐步增加到1/3以上,建筑业已成为新的能耗大户。所以,必须依靠建筑节能技术来节约大量能源,用来保障经济的可持续发展,采用建筑节能设计是必然的选择。

(三) 建筑节能设计是改善室内热环境的需要

舒适宜人的建筑热环境是现代生活的基本标志,是确保人们身体健康、提高工作和生产效率的重要措施之一。在我国,随着现代化建筑的发展和人民生活水平的提高,对建筑热环境的舒适性要求也越来越高。

我国大部分地区属于冬冷夏热气候,冬季气温与世界同纬度地区相比,1月份平均气温,东北地区低14~18℃,黄河中下游低10~14℃,长江以南低8~10℃,东南沿海低5℃左右;夏季7月份的平均气温,我国绝大部分地区却高出世界同纬度地区1.3~2.5℃。同时,我国气候的明显特点是冬夏季持续时间长,而春秋季节持续时间短。

在这种特殊而恶劣的气候条件下,决定了我国大部分地区在搞好建筑规划和单体节能设计的同时,室内适宜热环境的创造还需要借助于采暖空调设备的调节,需要消耗大量的能源。能源日益紧缺,污染治理高标准要求,这些都说明我国只有在搞好建筑节能设计的条件下,改善室内热环境才有现实意义。

(四) 建筑节能将成为国民经济新的增长点

建筑节能的实现必须投入一定的资金,但从长远利益来看,具有明显的投入少、产出多的特点。建筑节能设计和实践证明,只要因地制宜,选择合适的节能技术,居住建筑每平方米的造价,提高的幅度约在建造成本的5%~7%内,但可以达到50%的节能目标。

据我国有关资料报道,建筑节能的投资回报期一般在5年左右,与建筑物的使用寿命50~100年相比,其经济效益是非常显著的。节能建筑在一次投资后,可以在较短的时间内回收,且可在其寿命周期内长期得到受益。这些均充分说明,新建建筑的节能设计和旧建筑的节能改造,即将形成具有投资效益和环境效益双赢的国民经济新的增长点。

建筑节能设计是可持续发展概念的具体体现,也是世界性的建筑设计大潮流,现已成为世界建筑界共同关注的课题。经过几十年的探索和实践,人们对建筑节能含义的认识也不断深入。由最初提出的“能源节约(energy saving)”,发展为“在建筑中保持能源(energy conservation)”,现在成为“提高建筑中的能源利用效率(energy efficiency)”,使建筑节能概念产生新的飞跃。

我国地域广阔,从严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区到温和地区,各地的气候条件差别很大,太阳辐射量也不一样,采暖与制冷的需求各有不同。即使在同一个严寒地区,其寒冷时间与严寒程度也有很大的差别,因此,从建筑节能设计的角度,必须再细分若干个子气候区域,对不同气候区域建筑围护结构和保温隔热要求做出不同的设计规定。

第三节 我国建筑节能的潜力

我国建筑业正处于鼎盛时期,每年建成的房屋面积高达16亿~20亿平方米,超过所有发达国家年建成建筑面积的总和,预计到2020年,全国房屋建筑面积将接近2000年数量的两倍。如果不进一步提高建筑节能标准,建筑能耗将会是一个十分巨大的数量。

工业耗能、交通耗能和建筑耗能被称为我国能源消耗的三大“猛龙”,尤其是建筑耗能伴随着建筑总量的不断攀升和居住舒适度的提升,呈急剧上扬趋势。由于建筑节能存在着巨

大的空间和潜力，加强建筑节能工作已刻不容缓。仔细分析起来，我国在建筑节能方面具有如下潜力。

一、北方地区城镇供热计量改革

北方采暖地区为秦岭淮河分界线以北地区，秦岭以北的城市年人均二氧化碳气体排放户均基本都在 2.5t 以上，而秦岭以南没有实行集中供热的城市每年户均二氧化碳气体排放一般都在 1.5t 以下，相差近一倍，这说明供热计量改革节能潜力巨大。如果供热也像供电、供水那样，使用多少热付多少费用，根据国际经验，节能率可以达到 30% 左右，考虑到我国是一个人口众多的国家，节能总量将极其巨大。与世界同纬度的其他地区相比，我国城市具有冬天较冷，夏天较热的气候特征。北方地区城镇建筑面积约为全国城镇建筑面积的 1/10，但是却消耗了所有城镇建筑能耗的 40%，在这 40% 中如果能够节能 30%，那将是一个巨大的数字。

2006 年，我国开始推行强制性的计量表安装，从过去四年的情况来看，供热计量收费面积以每年翻一番的速度发展，2009 年更是增长了 3 倍。任何一个国家如果把一项涉及国计民生的改革以 3 倍的速度发展，都是一个极快的速度。相信，我国在对二氧化碳气体减排方面做的比说的要多得多，仅既有建筑改造方面就可以形成每年节约 75 万吨标准煤的能力，减排 200 万吨的二氧化碳。而这仅仅是起步阶段，这方面的节能减排潜力非常巨大。

二、新建建筑节能设计标准执行

我国是目前世界上每年新建建筑量最大的国家，平均每年要建 20 亿平方米左右的新建筑，相当于全世界每年新建建筑的 40%，水泥和钢材消耗量占全世界的 40%。这是因为我国正处在快速城市化的过程中，需要建造大量的建筑，预计这一过程还要持续 25~30 年。正因如此，我国所有的新建建筑都必须严格按照节能 50% 或 65% 的标准进行设计建造。新建建筑节能标准执行率在设计阶段从 2005 年的 53% 增长到 2009 年的 99%，在施工阶段从 21% 上升到 90%。

随着这项工作的逐年推进，目前在建筑设计和施工阶段基本上已经全部严格执行节能 50% 以上的标准。但是这项工作还存在一些薄弱环节：比如施工环节现在还有 10% 左右的建筑没有严格执行节能标准；中小城市和村镇还没有启动这项改革，这意味着还有 40% 左右的建筑没有纳入国家的强制性节能标准管理范围。

据统计，2009 年全年新增节能建筑面积近 10 亿平方米，可形成 900 万吨标准煤的节能能力以及减排 1800 万吨的二氧化碳气体，由此可见这是一个潜力巨大的节能领域。

三、大型公共建筑节能改造

大型公共建筑比普通住宅运行能耗高 5~10 倍，有的甚至达 10~20 倍。其主要原因是很多大型建筑追求外表的华丽以及大量使用集中空调，使得相应的碳排放水平很高。“罩个玻璃罩子、套着钢铁膀子、空着建筑身子”，就是对那些片面追求新、奇、异的高能耗建筑的真实写照，这类建筑已经成为“能源杀手”的建筑。通过对上海 9 幢商业楼进行了全年能耗调查的测量结果表明，这 9 幢商用楼的全年一次耗能量为 $1.8\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，超过了日本相应商业建筑的节能标准 $1.25\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 近 43.3%。

目前，我国已经完成了将近三万多栋大型公建能耗的测定，并已对 700 多栋建筑进行实时动态监测，对这些建筑每时每刻的能耗和二氧化碳气体的排放都能够了如指掌，而且按年度进行排名，对节能效果好的进行表扬，对排名靠后的进行强制性改造。这种强制性的措施