

中国建设教育协会继续教育委员会推荐培训教材

建筑节能技术及应用

JIANZHU JIENENG JISHU JI YINGYONG

刘伟庆◎主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国建设教育协会继续教育委员会推荐培训教材

建筑节能技术及应用

JIANZHU JIENENG JISHU JI YINGYONG

刘伟庆◎主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

建筑节能已成为我国节能浪潮的主流之一,建筑节能技术也已成为当今世界范围内建筑技术发展重点之一。

本书由江苏省绿色建筑工程技术研究中心组织有关专家进行编写,共包括 11 章。内容涉及建筑节能理念及发展现状、规划设计、建筑设计、节能建筑材料与结构体系、空调节能技术、可再生能源利用、水资源综合利用、建筑照明节能技术、建筑能源管理、建筑节能检测与评价和建筑节能相关标准等,各章节附有建筑节能技术应用案例。

本书可供房地产开发商,节能建材产品的科研、生产、营销企业技术人员,建筑规划、设计、施工、监理等单位相关人员,以及大专院校师生、政府管理部门工作人员学习参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能技术及应用/刘伟庆主编. —北京:中国电力出版社,2011.5

中国建设教育协会继续教育委员会推荐培训教材

ISBN 978-7-5123-0947-0

I. ①建… II. ①刘… III. ①建筑—节能—技术培训—教材
IV. ①TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 086741 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:郭华清 责任校对:闫秀英

航远印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2011 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·14.25 印张·340 千字

定价:38.00 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

编委会成员

编委会主任 向寒松

常务副主任 李 璞

编委会委员 (按姓氏笔画排序)

于金生	王积孝	朱世平	余 萍	李庚尧
陈光圻	吴锡锦	陈扬年	周 娟	钱 莹
符里刚	龚国兴	龚 毅	谭翔北	

序

按照国家有关规定，在职人员的继续教育已形成制度，工程建设行业的继续教育也已有相当规模。但是，由于受各种条件的限制，致使培训教材建设有些滞后，迫切需要反映当前建设行业最新的理念、知识和技术的新教材，以适应在职人员的培训和学习需要。

由于我国经济建设发展迅猛，新技术、新工艺、新材料层出不穷，培训教材的更新也应加快速度，缩短周期。两年多来，我们搜集了近十多年来出版的数十个版本的相关培训教材和书籍，逐一进行对比分析；调研了各地培训现状，深入基层了解实际需求，广泛征求各方意见；多次召开编审会和教材研讨会，本着求真务实、宁缺勿滥的原则，力争编写内容新、实用性强的培训教材。于是，我们邀集了活跃在我国重点工程建设的著名高级技术人才，从事教学、管理数十年的资深专家，作为这套丛书的主编。虽然他们异常忙碌，但却非常支持我们的工作，在此表示衷心的感谢。

本套培训教材的主要特点如下：

1. 内容新颖凝练，实用性强，理论与实践相结合，有些新技术、新工艺已成功地运用到北京国家大剧院和上海世博会。
2. 主编资历深、专业水平高，既有扎实的理论功底，又有丰富的实践经验。
3. 从岗位实际出发，以提高从业人员的业务能力为目标，基础理论点到为止，侧重以新的理念为先导，在讲解新技术、新方法的同时，辅以解决问题的思路和管理模式，体例便于自学。
4. 由于旨在补充新知识，因此受众较为宽泛，可作为工程建设专业技术人员和施工现场管理人员的继续教育培训教材、各类资质培训的选修教材，又可作为相关人员的自修读物。

编委会

前言

随着世界人口增长和经济发展,建筑的建造及其运行的资源消耗和环境效应对全球资源环境的影响日益显著。中国作为一个发展中的人口大国,面临着发展经济和改善民生的繁重任务,也面临着资源环境制约的严峻挑战。建筑的节约资源、减少排放、保护环境,以及建筑与自然和谐共存,是当今建筑技术发展的重点之一。

据统计,我国建筑能耗已占到全国能耗总量的 27.6%,且随着人民生活水平提高,该比例将增至 33%以上。我国 99%既有建筑和 95%新建建筑为高能耗建筑。我国资源占有量还不到世界平均水平的 1/5,而建筑能耗是气候相近发达国家的 3~5 倍。2000 年全国建筑能耗达到 3.50 亿 t 标准煤,2020 年将达到 10.89 亿 t,为 2000 年的 3 倍以上。建筑业能否实现可持续发展,不仅与人民群众生活质量的提高密切相关,而且也关系到国家能源战略的实施,关系到全球的气候变化与可持续发展。

推进建筑节能减排是我国国民经济和社会发展的第十二个五年规划的重要内容之一。江苏省绿色建筑工程技术研究中心在这种社会大环境下顺势而生。它于 2008 年 9 月经江苏省建设厅发文批准,正式挂牌成立。工程中心自成立以来,一直致力于绿色建筑理论研究和建筑节能技术创新,探索和发展绿色建筑和建筑节能实现的有效途径,宣传和推广绿色建筑和建筑节能的相关知识。在 3 年建筑节能实践经验基础上,江苏省绿色建筑工程技术研究中心组织有关专家、学者和经验丰富的技术人员,根据国家与地方最新颁布的标准、规范,参考了国内外先进、实用的建筑节能技术、研究成果以及成熟的工程经验编写了《建筑节能技术及应用》一书。本书共分为 11 章:第 1 章,绪论;第 2 章,规划设计与建筑节能;第 3 章,建筑设计;第 4 章,节能建筑材料与结构体系;第 5 章,空调节能技术;第 6 章,可再生能源利用;第 7 章,水资源综合利用;第 8 章,建筑照明节能技术;第 9 章,建筑能源管理;第 10 章,建筑节能检测与评价;第 11 章,建筑节能标准与绿色评价标准。

本书是当前国内建筑领域中较全面、实用、新颖的节能类书籍,可供房地产开发商,节能建材产品的科研、生产、营销企业技术人员,建筑规划、设计、施工、监理等单位相关人员,以及大专院校师生,政府管理部门工作人员学习参考使用。

本书由刘伟庆教授担任主编。张怡副教授撰写第 1 章;朱隆斌教授撰写第 2 章;胡振宇教授和刘强讲师共同撰写第 3 章;王滋军副教授、缪汉良讲师和魏金波博士共同撰写第 4 章;龚延风教授和程建杰副教授共同撰写第 5 章;张广丽讲师撰写第 6 章;吕伟娅教授撰写第 7 章;马小军教授撰写第 8 章;李敏硕士和马宏权博士共同撰写第 9 章;龚红卫高级工程师和缪汉良讲师共同撰写第 10 章;胡振宇教授撰写第 11 章。魏金波博士负责全书的统稿工作。

本书在编撰过程中几易其稿,凝结了专家团队的心血与汗水。但由于编写时间短,任务重,建筑节能综合性强,涉及范围广,书中难免存在不足之处,敬请指正。

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑节能技术发展现状	1
1.2 建筑节能技术应用的意义	2
1.3 建筑节能技术	2
1.4 建筑节能技术应用存在的问题	3
1.5 建筑节能技术的合理应用	3
第 2 章 规划设计与建筑节能	5
2.1 概述	5
2.2 规划设计节能措施	5
2.2.1 场地选择与规划	5
2.2.2 建筑形体和体型系数	8
2.2.3 朝向和形体布局	10
2.2.4 微气候与外部空间设计	14
2.2.5 日照模拟	16
2.2.6 风环境模拟	18
2.2.7 广义节能和生态城市	21
2.3 规划层面的节能策略	22
2.3.1 建筑节能由规划设计开始	22
2.3.2 规划方案的节能优化	22
2.3.3 节能措施的选择和优化	23
2.4 案例分析	25
第 3 章 建筑设计	28
3.1 自然通风	28
3.1.1 健康通风与通风降温	28
3.1.2 自然通风的主要方式	29
3.1.3 建筑自然通风设计	30
3.1.4 被动式通风降温	32
3.2 自然采光设计	34
3.2.1 光气候与光气候分区	34
3.2.2 采光标准与采光设计	36
3.2.3 采光口设计要点	37
3.2.4 现代窗系统	38

3.3	围护结构节能技术	39
3.3.1	窗墙比	39
3.3.2	外墙保温技术	39
3.3.3	屋顶保温隔热技术	41
3.3.4	门窗节能技术	43
3.3.5	可呼吸式双层幕墙技术	46
3.4	遮阳技术	48
3.4.1	建筑遮阳的主要方式	48
3.4.2	遮阳系数计算	49
3.4.3	建筑遮阳设计	50
3.5	屋顶绿化与垂直绿化	54
3.5.1	屋顶绿化	54
3.5.2	垂直绿化	57
第4章	节能建筑材料与结构体系	59
4.1	节能建筑材料	59
4.1.1	墙体节能材料	59
4.1.2	节能保温隔热材料	65
4.2	节能建筑结构体系	69
4.2.1	自保温结构体系	69
4.2.2	复合墙体结构体系	69
4.2.3	其他节能建筑结构体系	82
第5章	空调节能技术	88
5.1	温湿度独立控制技术	88
5.1.1	温湿度独立控制原理	88
5.1.2	温湿度独立控制设计方法	89
5.1.3	温湿度独立控制系统的应用	94
5.2	变水量技术	95
5.2.1	变水量技术的工作原理及其调节方法	95
5.2.2	变水量系统的分类	95
5.2.3	变水量系统的控制原理	98
5.2.4	变水量系统的设计方法	99
5.3	变风量技术	100
5.3.1	概述	100
5.3.2	基本构成	100
5.3.3	变风量末端装置	101
5.3.4	变风量空调系统选择	102
5.3.5	自动控制	103
5.4	空调系统和冷冻站的节能控制	104
5.4.1	空气处理机组	104

5.4.2	变风量系统的监控	107
5.4.3	新风系统	109
5.4.4	风机盘管系统	111
5.4.5	冷冻站	111
5.4.6	热泵机组	113
第6章	可再生能源利用	114
6.1	太阳能利用	114
6.1.1	太阳能热水系统	114
6.1.2	太阳能光伏发电	120
6.2	地源热泵	126
6.2.1	土壤源热泵	126
6.2.2	地表水源热泵	129
6.2.3	地下水源热泵	131
6.2.4	地源热泵设计和应用注意事项	133
第7章	水资源综合利用	134
7.1	概述	134
7.2	水资源综合利用规划	135
7.2.1	基本内容	135
7.2.2	技术措施	137
7.3	再生水回用	138
7.3.1	水质与水量	138
7.3.2	水量平衡	138
7.3.3	再生水处理工艺简介	138
7.3.4	安全防护与监测控制	139
7.4	雨水利用	139
7.4.1	雨水收集与调蓄	139
7.4.2	可利用的雨水量和水量平衡	140
7.4.3	雨水处理工艺流程	140
7.4.4	雨水回用水处理方案选择	141
7.4.5	防洪安全问题	142
7.4.6	雨水利用的运行与维护费用	142
第8章	建筑照明节能技术	144
8.1	概述	144
8.2	电气照明设计	145
8.2.1	照度设计	145
8.2.2	自然采光照明技术	145
8.2.3	高效灯具的选择	147
8.2.4	新光源 LED 的特性和应用	147
8.2.5	节能效果评估	149

8.3	照明控制	149
8.3.1	照明控制技术	150
8.3.2	智能照明控制	151
8.3.3	节能效果的智能照明控制策略	153
8.4	绿色照明概述	155
8.5	照明节能推广应用的其他措施	157
第9章	建筑能源管理	159
9.1	建筑能耗计量	159
9.1.1	公共建筑能耗监测系统	159
9.1.2	中央空调冷热量计量系统	161
9.2	建筑能源审计	164
9.2.1	建筑能源审计的基本概念	164
9.2.2	建筑能源审计的实施	165
9.2.3	建筑能源审计对象	166
9.3	建筑能耗模拟	167
9.3.1	建筑能耗模拟的基本原理	167
9.3.2	建筑能耗模拟软件介绍	168
9.3.3	建筑能耗模拟的基本方法	169
9.4	建筑系统调试	172
9.4.1	建筑调试概述	172
9.4.2	空调系统调试	173
9.4.3	空调水系统调试	175
9.4.4	空调风系统调试	175
9.4.5	中央空调系统的综合能效调试	177
9.4.6	系统调试报告	177
9.5	建筑系统运营策略	178
9.5.1	空调系统的节能运行	178
9.5.2	优化管理型能源管理	181
9.5.3	计算机辅助运行管理系统	183
9.6	合同能源管理	183
9.6.1	合同能源管理的基本概念	183
9.6.2	合同能源管理的模式	184
9.6.3	合同能源管理项目的融资	185
第10章	建筑节能检测与评价	187
10.1	建筑节能材料检测	187
10.2	围护结构现场节能检测	188
10.3	能量系统节能检测	190
10.3.1	供热工程系统	190
10.3.2	室外管网水力平衡度的检测	190

10.3.3	补水率检测	190
10.3.4	室外管网热损失率检测	190
10.3.5	锅炉运行效率检测	191
10.3.6	耗电输热比的检测	191
10.3.7	空调工程系统	191
10.3.8	冷水(热泵)机组实际性能检测	191
10.3.9	水泵效率检测	191
10.3.10	冷源系统能效系数检测	192
10.3.11	风机单位风量耗功率检测	192
10.3.12	新风量检测	192
10.3.13	定风量系统平衡度检测	193
10.3.14	照明系统检测	193
10.4	室内环境质量检测	194
10.4.1	室内环境质量检测内容	194
10.4.2	建筑材料和装修材料产生的室内空气污染物浓度检测	194
10.4.3	室内空气质量其他参数检测	195
10.4.4	测试结果和评价	196
10.5	民用建筑能效测评	196
10.5.1	建筑能效评价体系简介	196
10.5.2	建筑能效测评标识程序	197
10.5.3	建筑能效测评方法	197
10.5.4	建筑能效测评标识报告	198
第 11 章	建筑节能标准与绿色建筑评价标准	200
11.1	建筑节能标准	200
11.2	绿色建筑评价标准	205
参考文献		213

第 1 章 绪 论

1.1 建筑节能技术发展现状

发达国家的建筑节能技术研发开始于 20 世纪 60 年代末到 70 年代初。美国在 1975 年第一次颁布了美国采暖、制冷及空调工程协会 (ASHRAE) 标准《新建筑物设计节能》，1977 年又正式颁布了《新建筑物结构中的节能法规》。美国能源局、标准局及全国建筑法规和标准大会不断地在建筑节能设计等方面提出新的内容，每五年便对 ASHRAE 标准进行一次修订。德国于 1977 年开始实施第一部建筑节能法规《WSVO》，该法规规定了建筑热量损失标准，并要求建筑师在设计时必须提供建筑能耗证书，以证明所设计的建筑达到了国家能耗标准要求。1982 年提高了建筑节能标准，1995 年公布了新的节能法规《WS2VO95》，2002 年实施新的节能规范《EnEV2002》。

近年来，发达国家的建筑节能技术已经突破了传统的控制单项保温隔热指标和能耗指标（如建筑物外围护、采暖、通风、冷和供热等）的限制，而转向控制建筑物的实际能耗量的控制。最具代表性的是德国的“EnEV”和美国能源局提出的建筑技术计划以及环保部的能源之星住宅能效标识认证。EnEV 规定，新建建筑必须出具采暖需要能量、建筑能耗核心值和建筑热损失计算，在建筑能耗总量满足相应节能标准的情况下，对建筑物外墙壁、供热系统等能耗进行整体规划。建筑技术计划是从房屋建筑的墙体结构保温隔热能力、供暖和供热的热源、输送渠道以及实现方式等方面综合实现建筑节能，并从每个细节出发详细解释如何做才能节能。“能源之星”能效标识认证使用住宅能源评价系统 (HERS)，对新建住宅从节能窗、适当功率和高效的取暖与制冷设备、建筑物隔热性能、密封导管与围护结构等方面，确定住宅或建筑材料的能源效率分值，对新建住宅进行能源效率认证，确定建筑物的能效等级。

发达国家的建筑节能技术经过 30 年的发展，技术水平基本达到了成熟阶段。

我国建筑节能技术发展了近 20 年，技术水平有了较大提高，国家正在不断出台新的建筑节能法规、相关标准和规范，预示着我国建筑节能技术将有更大的发展空间。2000 年以前是我国建筑节能技术的起步阶段，节能技术的研究与开发应用主要集中在北方寒冷地区和南方夏热冬冷地区的先进城市，北方寒冷地区达到 30% 节能目标，而南方先进地区开始研发和试点采用建筑节能技术。2001~2010 年，全国大部分地区节能率达到 50%，一些地区陆续启动与本地气候相适应的节能技术研究。2011~2020 年，这一阶段是实现节能率 65% 目标阶段，按住房与城乡建设部的规划，这一阶段末，北方寒冷地区、沿海经济发达地区和特大城市将实现节能率 65% 目标，全国的村镇建筑也将在这阶段成片地进行建筑热环境及节能改造。

我国建筑节能技术的研发晚于发达国家 10 年左右的时间，节能技术与其相比有较大的差距，这个差距是全方位的，不仅反映在各类单项节能技术上，还反映在相关的政策、制

度、标准和软件等方面。

1.2 建筑节能技术应用的意义

建筑节能是促进城乡建设、国民经济和生态环境协调发展的重要举措。

建筑节能技术的应用体现在建筑发展观的更新。建筑产业更应注重科技含量，彰显地域特色，强调整体设计，崇尚环境品质。建筑节能技术的应用是能源使用方式的更新，通过技术的集成，逐步改变目前建筑能源利用的粗放状况，充分利用可再生能源和清洁能源，并注重能源使用的适宜性要求。

建筑节能技术的应用体现在建筑营造技术的更新。主要包括设计技术体系更新、建筑结构体系更新、建筑材料体系更新、建筑设备体系更新、建筑施工体系更新、建筑质量评价体系更新等。建筑节能技术的应用是建设开发运行方式的创新，主要包括建筑质量评价标准的更新、建设开发的流程和过程控制模式的更新、施工过程技术含量的更新以及建设领域社会分工与专业细化方式的全面更新。

建筑节能技术的应用体现在政府管理制度的创新。因为建筑节能技术的推进是一个由政府引导、在市场环境中逐步实现的过程，这一过程伴随着我国社会主义市场经济不断完善，这其中政府建设管理应实现由主导到引导的角色转型，实现建筑节能机制培育与政策落实，实现建筑节能规范化与科学化的创新。

1.3 建筑节能技术

建筑节能的重点应从建筑本体和建筑设备领域发展建筑节能的创新技术。建筑本体的节能创新技术提倡生态节能建筑设计，即在方案设计阶段，从规划设计、空间构成、建筑结构、立面构造等进行综合统筹考虑，对建筑物的结构、通风、遮阳、自然采光等进行优化集成，以实现节能。建筑师不仅应会建筑设计，而且要充分了解节能、生态方面的理念以及相应的技术、设备和材料。建筑本体的节能创新技术包括在建筑围护结构保温技术方面，采用高效节能建筑新材料、外墙保温技术、高效保温门窗和热反射保温隔热技术等。建筑设备所涉及的系统节能技术领域，采用先进供冷、供热系统和设备以及控制技术等，积极推进建筑节能的发展，其主要的技术包括如下：

(1) 规划设计阶段节能技术：场地选择与规划，形体与布局设计，外部空间设计，微环境控制技术等。

(2) 建筑设计与构造阶段节能技术：自然通风、自然采光、窗墙比控制等被动节能技术，墙体系统节能技术，门窗系统节能技术，屋面系统节能技术，遮阳系统节能技术，楼地面系统节能技术，建筑结构体系节能技术等。

(3) 建筑设备节能技术：温湿度独立控制技术，变水量、变风量空调技术，热泵应用技术，新风处理及空调系统的余热回收技术，辐射性供热节能技术，热电联产技术，相变储能技术，太阳能热利用技术，建筑能耗模拟分析技术，计算机仿真与智能控制技术，水资源综合利用技术，建筑照明节能技术等。

(4) 运行管理节能技术：能耗计量与检测技术，能源管理技术，能效测评技术等。

1.4 建筑节能技术应用存在的问题

在我国,建筑节能技术的广泛应用也面临着重重障碍,主要的原因有以下几个方面:成本增加,大部分项目开发工期紧,缺乏良好的检验和验收过程,对建筑生命周期成本缺乏深远的考虑,缺乏权威的节能评估和认证系统,缺乏建造节能建筑的意识或技能,设计和施工技术水平有待提高。

成本的增加是节能建筑未能受到广泛接纳的一个主要原因。然而,多项研究表明,在发达国家,节能建筑与传统建筑之间的投资成本并没有显著的差异。相反,在节能建筑的整个生命周期,对于开发商和业主来说都有直接和间接的收益。但是当前在我国兴建节能建筑确实需要投入更多的资金,一方面是相关技术还不够成熟,但更主要的原因是目前的施工技术水平远远低于大部分节能建筑评估体系的要求,节能技术应用的质量有待提高。大部分项目开发工期紧,设计和施工往往同时进行,设计师根本没有足够的时间认真分析研究项目的适宜技术,各专业的配合协调更不到位。工期紧的另一后果就是缺乏良好的、详细的检验和验收过程,导致验收只是证明系统能够运转的签收过程,而不是真正的质量监控。美国能源部有报告显示,通过质量验收的建筑物在能源和用水方面营运开支比没有质量验收的建筑物节省8%~20%。同时我国节能建筑设计、施工尚未系统化、标准化,相关规范还很不健全,节能技术设计还有待研究,施工技术有待广泛推广,建筑从业人员节能意识较为淡薄,专业素质不是很高。

克服这些障碍的有效工具首先是政策工具,有效的政策组合可促进节能措施的实施。一方面制订相应的法规,建立并执行法定的最低要求,另一方面以市场为基础,以市场效益为互补力量,达到绩效目标。其次提倡整合设计,“整体大于各部分之和”,整合设计理念是实现自然环境、建筑体系之间的互动达到最佳化的必要条件。负责规划、设计、施工和运营的团队需综合研究项目目标、项目地点、建筑用料、施工过程等,并研究各项元素的整体应用,以达到最佳的节能效果及降低对环境的影响。整合设计的总节能效率比个别的节能方式具有更佳效果。另外,还要从建筑生命周期考虑成本消耗,并且提高从业人员的技能水平也迫在眉睫。

1.5 建筑节能技术的合理应用

建筑的节能取决于多环节构成的全过程,过程中的每个环节都会对后续环节和最终的节能效果有所影响,而每个环节面对的主体和需要解决的主要任务都不相同,因此既要考虑对建筑节能统一性的要求,又需要根据各个环节面对主体的不同,考虑各环节的特殊性。从统一的节能目标出发,根据各个环节的特殊性,在统一目标的规范下,得到每个环节的具体目标和约束条件,使各个环节的节能相关任务之间既不重复,也不矛盾,相互之间可以充分衔接与匹配,从而实现真正的节能效果。

需要注意的是,因地制宜、制订切实可行的节能技术方案是我国建筑节能技术在实际应用的基础。我国幅员辽阔,从南到北经历多个气候带,温度、湿度、风力、光照、太阳照射角度等诸多条件不尽相同,采用能源的构成状况也不相同,能源耗费情况互有差别,因

此，只有区别对待不同地域的建筑项目，因地制宜，根据建筑所在地的实际情况制订切实可行、经济合理的节能技术方案，并严格按照节能技术方案进行施工，才能保证建筑节能技术达到预期的效果。首先，必须做好设计前的基础性工作。在进行建筑节能设计之前，必须根据项目所在地的温度、湿度、降雨量、风力、日照、建筑材料、建筑布局、建筑朝向、建筑体型系数等客观条件进行认真的调查研究，充分考虑这些因素对节能技术产生的影响。在建筑物的供电、采暖、空气调节等方面，要尽可能地利用建筑物所在地的地热、太阳能、风能等可再生资源。在施工过程中对节能措施实施适时监控，严格按设计、规范、规程施工，这是我国建筑节能技术在实践中得到应用的直接保障，又是依法采用节能技术的具体体现。施工单位应当对进入施工现场的各种材料、成品和半成品等进行查验，不符合施工图样设计文件要求的不得使用。工程监理单位发现施工单位不按照建筑节能强制性标准施工的，应当要求施工单位改正。同时监理工程师应当按照工程监理规范的要求，采取旁站、巡视和平行检验等形式实施监理。总之，要依法对建筑节能技术进行监控，监督施工单位严格按设计、规范、规程施工，确保节能技术得到切实的应用。

当然建筑节能不是各种节能技术的堆砌，未来的发展目标是从单项节能技术研究转向节能技术的集成性和系统性研究，即突破传统的控制单项能耗指标（如建筑物外围护、采暖、通风、空调等）的限制，转向建筑物的实际能耗量的控制。通常做法是在建筑能耗总量满足相应节能标准的情况下，对建筑物围护结构、节能窗、取暖与制冷设备等能耗进行整体规划，并对新建项目进行能源效率认证，确定建筑物的能效等级。建筑节能更讲究的是被动节能技术的应用，在建筑设计上要恢复我国传统节俭的文化和自然的理念，能够取之有度，与自然和谐相处，从节能技术硬件的推广应用走向节能生态社会新风尚的建立。城市化快速发展和实现生态绿色可持续发展是当今社会为之奋斗的崇高目标。

第2章 规划设计与建筑节能

2.1 概述

建设场地的日照、风环境和区域微气候是影响场地内建筑能耗需求的重要因素，从建筑节能的角度出发，规划设计层面上在建设用地选择、建筑形体和布局的确定、场地外部空间设计时，必须考虑日照、风环境和区域微气候等因素的影响，为建筑单体节能提供优越的基础条件。

我国目前的建筑能耗约占总能耗的 28%，在发达国家，建筑和交通的能源各约占总能耗的 40% 和 30%。可以预计，随着经济发展和生活水平的提高，私人汽车保有量的快速增长，建筑能耗和交通能耗都将会逐步提高。我国建筑节能工作从北方地区建筑节能开始，已从单体建筑的节能逐步向城市和区域的建筑节能推进，节能的工作领域也从单纯的建筑节能向广义的交通和城市形态等领域拓展。这也意味着从城市的层面看，与建筑节能和交通节能密切相关的城市规划与设计具有很大的潜力。

对规划设计方案进行基于节能的优化，以及选择适宜的节能措施确定整体的节能策略是规划设计层面应该解决的问题。一方面很多节能技术和措施只有在区域层面才具有应用意义；另一方面规划设计考虑的因素涉及社会经济、空间、美学、工程等多个方面，因此需要规划设计人员、业主和工程技术人员等在前期就对节能的目标和方案进行讨论和协调，在规划层面上加以集成，逐步形成可行的优化解决方案。

2.2 规划设计节能措施

本节重点从场地选择与规划、建筑形体和体型系数、朝向和形体布局、微气候与外部空间设计、日照模拟、风环境模拟等方面阐述如何通过规划设计手段改善区域内建筑节能的基础条件，如图 2-1 所示。

2.2.1 场地选择与规划

场地的地形和气候条件是影响建筑能耗的重要因素，其中以场地的太阳辐射强度、风环境和地形地貌对规划设计尤为重要。另外，在广义节能的概念上，建设场地在城市中的区位和周边的公共交通条件也十分重要，它决定了能否有效地减少汽车出行带来的能耗。因此在规划设计中需要对场地的综合条件作出分析与评价，通过有利的建设场地选择，减少城市和建筑的总体能耗需求。

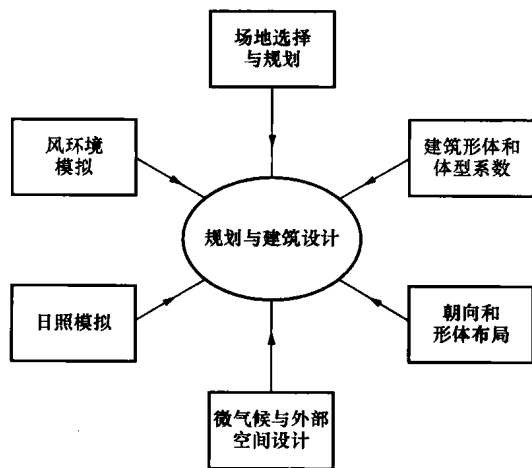


图 2-1 规划设计的节能措施（图片来源：作者）

1. 场地日照条件

太阳能的被动式利用对建筑节能意义重大,充分利用好日照是达到舒适和节能的最经济和环保的方法。其实,太阳能的被动式利用从场地选择和规划就开始了。好的场地选择与规划应该是能够最大限度地留出太阳通道,通过合理的布局最大限度地使规划场地内的建筑单体可以获得被动利用太阳能的有利条件。

城市中的场地受周边环境的影响,周围建筑物和自然环境有可能对规划场地产生遮挡,影响场地的太阳能获取,使场地内的建筑因缺乏足够的被动式获热产生更多的采暖能耗,这对于冬季寒冷的气候地区是十分不利的。因此,在场地选择和规划中分析场地的日照条件,尽可能地留出太阳通道,在日照条件较好的空间布置主要建筑,在太阳能获取不利的消极空间合理布置附属功能比如停车场等,对于地块整体的建筑节能是十分重要的。而在炎热的夏季,因为遮挡产生的阴影有利于在建筑周围形成凉爽的环境。因此场地规划中有目的地通过建筑和植物形成阴影区,也是减少建筑空调需求的有效手段。

在区域的规划设计和能源供应规划过程中,还需要充分考虑太阳能热水和太阳能光电应用的可能性。相关研究表明,在城市中安装太阳能光电板 PV,理想状况下可以提供该地区电力需求量的 25%,而太阳能热水器在经济和技术上都具备了大面积推广使用的条件。因此,在城市规划和设计的不同阶段,应对太阳能利用的潜力进行评估,提出相应的规划对策。在场地规划、建筑物的选址上应考虑安装太阳能装置的可能性,使建筑朝向和屋面的角度有利于太阳能设施的效率。

〔案例分析〕

德国盖尔森基兴是早期形成的工业城市,面临着结构转型。而能源使用模式从之前的煤炭为主的能源模式换成为现在以可再生的太阳能为主的能源模式,便成为支持这种结构转型的基础。2001 年规划盖尔森基兴而提出了建设一个太阳能城市的构想。为了更好地实现这一个构想,在城市规划和设计的各个阶段,市政府都对各个地块建筑物的类型、距离、朝向、建筑物相互遮挡的阴影等影响太阳和热量的因素进行了大量的模拟工作,从而很好地评估了现有建筑物间各个地块的太阳能利用潜力。而这种模拟对之后的太阳能集中供热和发电等节能设施的布局影响重大。图 2-2~图 2-4 分别是德国盖尔森基兴从总体规划到最后详细规划的演化过程,从图 2-4 可以看出最初的规划控制使得最后规划的实施变动极小,其结果是城市整体形态结构和各个场地的太阳利用状况更加适应于太阳城的规划设想,并且使最终的太阳能利用情况能够符合最初的构想^[1]。

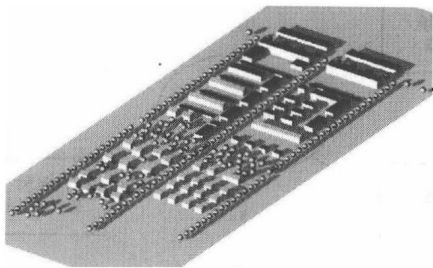


图 2-2 草图阶段的场地日照模拟
(图片来源: Gelsenkirchen-Bismarck^[3])

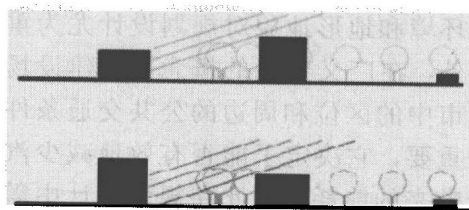


图 2-3 通过模拟调整建筑的形态
(图片来源: Gelsenkirchen-Bismarck^[3])