

低碳发展论丛

沈满洪 / 主编

低碳建筑论

鲍健强 叶瑞克 等 / 著

THE
STUDIES OF
LOW CARBON
BUILDING

国环境出版社

低碳发展论丛

沈满洪 / 主编

低碳建筑论

鲍健强 叶瑞克 等 / 著

THE STUDIES OF
LOW CARBON BUILDING

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

低碳建筑论/鲍健强等著. —北京: 中国环境出版社,
2015.9

(低碳发展论丛)

ISBN 978-7-5111-2447-0

I. ①低… II. ①鲍… III. ①建筑设计—节能
设计—研究 IV. ①TU201.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 143726 号

出版人 王新程
责任编辑 陈金华
助理编辑 宾银平
责任校对 尹芳
封面设计 陈莹

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 9 月第 1 版
印 次 2015 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 14
字 数 254 千字
定 价 45.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

《低碳发展论丛》编委会

策 划：浙江省哲学社会科学重点研究基地——浙江理工大学
生态文明研究中心
浙江省重点创新团队（文化创新类）——浙江理工大学
生态经济研究团队

主 编：沈满洪

编 委：沈满洪 胡剑锋 程 华 李植斌 鲍健强 俞海山
杨文培 彭 熠 陆根尧 战明华 周光迅 胡绍庆
张海洋 魏 楚 魏 静 陈旭峰

本书的出版得到浙江省哲学社会科学重点研究基地——浙江理工大学省生态文明研究中心的资助

前 言

2014年11月12日，中国国家主席习近平和美国总统巴拉克·奥巴马共同发表了《中美气候变化联合声明》，强调共同应对日益严峻的气候变化对人类的挑战。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第五次评估报告（2013年）也警示世人气候变化的严重性和气候治理的紧迫性。IPCC调查显示，在工业化国家碳排放中，建筑物所产生的碳排放约占30%；中国以“三高（高层、高密度、高容积率）建筑”为主，建筑碳排放更是几乎占到了50%。因此，城市发展的绿色低碳转型是世界可持续发展研究领域的焦点，对低碳建筑的研究及推广已经成为全人类共同关注的主题之一。低碳建筑是在满足建筑需求者有一个舒适、健康的居住环境的前提下，在建筑的规划、设计、施工、使用及废除的整个生命周期中采用相应的低碳技术、低碳材料从而最大限度地节能减排，并利用太阳能、风能、地热能等可再生能源代替化石能源等不可再生能源，从而最大限度地减少CO₂的排放，与自然和谐共生的建筑。另外，互联网时代为低碳建筑带来了全新的发展理念。因此，发展智慧建筑或将成为推动建筑节能减碳的重要途径，低碳建筑与智慧建筑的交互融合发展将成为现代建筑发展的主题。

浙江工业大学资源环境管理研究团队，依托浙江工业大学绿色低碳发展研究中心和STS研究中心，长期从事可持续发展和低碳发展研究，在低碳建筑领域也开展了扎实有效的研究工作。研究团队一直承担“浙江省工业生产过程温室气体清单（2005—2013年度报告）”的编制工作。研究团队以项目研究为契机，对相关地市、县、城区、建筑群等区域的碳排放进行了科学细致的核算，并在此基础上，对建筑群的碳排放核算方法进行了深入研究，成功申请软件著作权1项——

“城市建筑群碳排放核算软件 V1.0”。研究团队还致力于将研究成果提炼成政策建议提交相关公共部门。2013年7月，由研究团队撰写的政策建议《楼宇已成城市碳排放大户，节能减碳障碍亟待清除》发表于中国科协《调研动态》第608期，获得时任中国科协党组书记批示。因此，《低碳建筑论》的出版，是本研究团队对以往研究成果的系统梳理和提炼，也是对相关研究的进一步推进和提升。

《低碳建筑论》不仅研究低碳建筑发展演变的历史，而且探讨低碳建筑规划与设计、低碳建筑标准和评价；不仅重视传统建筑的低碳化改造、低碳建筑的装饰装修，而且关注低碳建筑新能源新材料、建筑可再生能源利用等；不仅介绍低碳建筑技术及材料、低碳建筑评价体系和方法，而且对低碳建筑与智能建筑的互动发展进行了全面阐释，提出了一些切实可行的低碳建筑解决方案。因此，《低碳建筑论》一书具有独特的研究视角和方法，为传统的建筑理论注入了绿色低碳的理念和生态环境的元素，期望读者能感受到新时代对建筑发展的要求和未来发展的脉搏。我们希望《低碳建筑论》的正式出版可为国内外同行的研究提供参考，并能促进传统建筑领域的绿色低碳转型和发展。

本书参考和引用了一些专家学者的文献资料与研究成果，在此对他们深表感谢，并对没有标注引用文献等的专家学者表示感谢和歉意。

由于作者研究能力和水平的限制，有些观点与论述可能还值得商榷，恳请广大读者与同行批评指正。

鲍健强

2015年2月于杭州江南水乡小区

目 录

第 1 章 低碳建筑概论	1
1.1 传统建筑与绿色低碳建筑的界定	1
1.2 绿色低碳建筑发展演变的历史	7
1.3 国外绿色低碳建筑发展的特点和趋势	12
1.4 我国绿色低碳建筑发展的成就与瓶颈	16
第 2 章 低碳建筑规划与设计	22
2.1 城市建筑低碳发展是应对气候变化的客观要求	22
2.2 以绿色低碳理念编制城市总体规划和控制性详细规划	26
2.3 大尺度城市建筑的绿色生态低碳架构	34
2.4 小尺度低碳建筑肌理的结构与设计	39
第 3 章 低碳建筑标准和评价	43
3.1 低碳建筑类型与低碳评价的意义	43
3.2 低碳建筑评价指标体系和等级划分制度	47
3.3 建筑全生命周期的绿色低碳评价和标准	56
3.4 公共建筑的强制性标准和住宅建筑的绿色低碳引导型标准	64
3.5 《绿色建筑评价标准》2014 版与 2006 版的比较	70
第 4 章 传统建筑的低碳化改造	76
4.1 传统建筑低碳化改造的重点领域和方向	76
4.2 美国纽约帝国大厦的低碳化改造的经验和启示	81
4.3 低碳建筑技术的推广和应用	88
4.4 雨水收集和“饮用双供水”系统改造	93

第5章 低碳建筑与新材料	99
5.1 低碳绿色建材改变了传统建筑格局	99
5.2 节能保温建筑材料的低碳技术演变脉络	102
5.3 “耐候钢”建筑骨骼与能发电的“膜皮肤”	107
5.4 清华大学超低能耗示范楼与中国美术学院低碳建筑群	116
第6章 低碳建筑与新能源	121
6.1 太阳能利用一体化的低碳建筑	121
6.2 地源热泵和冰蓄冷等建筑节能空调技术	129
6.3 从白炽灯到节能灯、再到LED半导体绿色照明技术	135
6.4 新能源与低碳建筑的有机统一	143
第7章 低碳建筑装修和装饰	145
7.1 建筑装修和装饰的绿色环保化要求	145
7.2 建筑装修和装饰的节能低碳化趋势	152
7.3 建筑装修和装饰材料的绿色低碳选择	158
7.4 室内有害物质的排放源分析与控制	167
第8章 低碳建筑与智慧建筑	171
8.1 低碳建筑与智慧建筑的互动发展	171
8.2 大数据时代的低碳智慧建筑	182
8.3 第三次工业革命与建筑能源互联网	199
索 引	208
后 记	215

第 1 章

低碳建筑概论

建筑业是国民经济的支柱,其发展与国家兴旺、城市改革、人民生活息息相关。但在低碳、节能、低能耗建筑已成为未来建筑行业发展趋势的背景下,传统建筑业所暴露出的建设周期长、浪费多、排放量大等缺陷已成为建筑业与生态环境和谐发展的瓶颈。据统计,全球 50%的土地、矿石、木材资源和 70%的木制品被用于建筑^①;45%的能源被用于建筑的供暖、照明、通风,5%的能源用于其设备的制造;40%的水资源被用于建筑的维护,16%的水资源用于建筑的建造;60%的良田被用于建筑开发。就总量来说,工业发达国家的建筑能耗占总能耗的 30%~40%,2002 年欧盟 25 国的建筑能耗已经占其总能耗的 40.4%。我国的建筑能耗达到全社会总能耗的 28%。如果计入建造能耗,建筑能耗将达到全社会总能耗的 46%以上^②。传统建材是以牺牲自然资源、消耗大量能源为代价来追求使用价值和经济效益最大化,这样的发展模式将带来能源和资源枯竭、环境污染等问题,传统建筑因其碳排放量高、能源利用率低的特性被视为一种不可持续的建筑,而且,这些建筑在设计理念和技术手段方面都未能考虑到节能减排因素,对不可再生资源的依存度非常高,给后续的节能改造带来很大的难度。世界各国都已将建筑行业视为节能减排的主要领域之一,绿色低碳建筑也正在悄然兴起。

1.1 传统建筑与绿色低碳建筑的界定

绿色低碳建筑是低碳经济、可持续发展、绿色发展等理念在建筑领域中的一种具体表现形态,在不同语境下与生态建筑、绿色建筑、可持续建筑等概念互通,都属于从环境观出发的现代建筑学范畴,学界对此概念尚处于探讨阶段,未形成统一的概念。一般来说,现阶段在建筑领域与绿色低碳建筑相关的概念见 1.1.1

① 刘东,潘志信,贾玉贵.常见能耗分析方法简介[J].河北建筑工程学院学报,2005,23(4):29-32.

② 中国城市科学研究会.绿色建筑[M].北京:中国建筑工业出版社,2011:3-4.

节，其间存在联系，但也不尽相同。

1.1.1 绿色低碳建筑的相关概念

生态建筑的概念形成于 20 世纪 60 年代，是由美籍意大利建筑师保罗·索莱里将生态学和建筑学合并提出的，主要思想是运用生态学和建筑学的原理，合理地设计和建造房屋，最大限度地节约资源、保护环境和减少污染，构造适合人类健康、舒适生活的居住环境，并达到与周围生态环境和谐共生的建筑。其基本范畴涉及以下几个方面：可以为人类发展提供良好的生存环境；节约能源，减少对自然资源的需求，实现资源利用的高效率；开展利用清洁能源技术，保护生态环境，最大限度地减少对环境的破坏；降低二氧化碳的排放，有效处理建筑废弃物，阻隔建筑造成的光及声污染。

绿色建筑概念最早起源于 20 世纪 70 年代的两次石油危机的节能思潮。它是指在建筑的全生命周期内减少环境污染，最高效率地利用资源，节约能源及资源，并且在不破坏环境基本生态平衡的条件下建造的一种为人们提供安全、健康、舒适性良好的生活、工作及居住使用空间的建筑^①。其内涵主要包含三点，即节能、环保与满足居民需求。

可持续发展概念于 1987 年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告中被首次提出，可持续建筑概念则是在 7 年后的 1994 年提出的。其主要内涵就是利用可持续发展的建筑技术，使建筑与当地环境形成有机整体，降低环境负荷，在使用功能上既能满足当代人需要，又有益于子孙后代发展需求。可持续建筑的设计理念为通过与环境相结合降低建筑物对周围环境的不利影响，并使建筑环境满足居住者的身心健康需求。

“低碳建筑”这一概念的出现与 2003 年首次出现在英国白皮书中的“低碳经济”的兴起密切相关，联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）提出的低碳经济是以低能耗、低污染为基础的绿色经济，可见其核心理念是在经济发展的各个方面实现较低的 CO₂ 排放。由此，狭义的低碳建筑概念可以简单定义为“实现少量 CO₂ 排放的建筑”。

从不同概念的对比可以发现，以上几个类似概念间仍存在一定的区别：①历史任务的区别。“生态建筑”的概念产生时期最早，标志着建筑业内生态观的觉醒，是对当时全社会治理环境污染所作出的反应；“绿色建筑”是建筑业对资源节约、

^① 中国建筑科学研究院，上海市建筑科学研究院. GB/T 50378—2014 绿色建筑评价标准[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2014.

环境友好概念的充分体现；“可持续建筑”概念的重点体现在建筑制造业的代际公平；“低碳建筑”是在全社会共同应对气候变化问题过程中产生的概念。②研究的侧重点不同。“生态建筑”是借助生态学原理将建筑作为一个有机整体加以研究，强调建筑自身的“生命性”；“绿色建筑”是尽可能减少对环境的影响和危害，节约资源、与自然和谐共生；“可持续建筑”主要研究建筑对于社会、经济、环境的统一影响，在一个时期的跨度内对建筑进行研究；“低碳建筑”研究的重点目标是减少二氧化碳的排放及降低能耗。③针对传统建筑的不足方面存在区别。“生态建筑”主要针对传统建筑在建造时未考虑生态因素这一问题；“绿色建筑”主要针对一直以来的“黑色建筑”，即耗费大量能源与资源的建筑方式；“可持续建筑”主要针对的是以往建筑过程中的短视性，即不可持续的建筑方式；“低碳建筑”针对的则是传统的高排放、高污染的“高碳建筑”。

虽然生态建筑、绿色建筑、可持续建筑及低碳建筑的概念、历史任务、研究方向及针对传统建筑的思路不尽相同，但它们相互间的联系非常紧密，互相融合，它们都是在全球处于危机（如能源、环境及经济危机）的大背景下产生的，有着减少能源消耗、保护环境及人类生存发展的共同目标，其实质是人类拯救自身和寻求发展的努力措施，我们把这类建筑统称为绿色低碳建筑。

总的来说，绿色低碳建筑是一个综合性的概念，主要是在建筑的全生命周期内，以可持续发展观为本，以改革创新低碳技术、努力提高利用率为手段，以减少化石能源、充分利用资源、节约空间材料、减少二氧化碳排放为目标，最大限度地减少对环境的影响和对资源的剥削，为人类创造一个健康、舒适的生活空间，实现人与自然和谐共生，满足人类的长久发展。

1.1.2 建筑行业低碳发展的主要内涵与特征

低碳建筑的主要内涵就是从全生命周期的碳排放量多少来评价建筑，因此，节能减排、减少碳源、增加碳汇、减少总的碳排放量、减轻建筑对环境的负荷、与自然环境的融合和共生等成了评价建筑是否低碳的指标。建筑的低碳化特征一般来说应包括设计、材料、能源形式、资源利用、建造形式、建筑设备等多方面的内容，我们将其归纳为三方面的主要特征。

（1）设计与制造低碳化。低碳建筑的宗旨是通过设计实现建筑物在运行当中的二氧化碳排放量最小化，它包括对建筑空间、建筑材料、建筑设备等整体的设计。低碳设计理念是实现低碳建筑的首要条件，也是建筑物能耗削减的核心力量。

对于建筑来说，低碳设计意味着整个设计、建造、使用与废弃环节都要考虑到低能耗、低污染与低排放。在考虑建筑的耐久性设计的同时兼顾建筑的易拆除

设计、节约资源设计和可再生能源利用设计等。低碳设计要实现3个目标：①整体设计。低碳设计不是建筑设计的附加物，不应把它割裂看待。目前普遍的一个误区是建筑设计完成后把低碳设计作为一个组件安装上去。事实上，从建筑设计之初就应该考虑低碳的因素使之与设计整合，并使得一种手段能够达到多种功效。②被动式设计。即与环境相融，根据自然赋予的能源进行设计。例如，根据太阳、风向和基地环境来调整建筑的朝向；最大限度地利用自然采光以减少使用人工照明；提高建筑的保温隔热性能来减少冬季热损失和夏季多余的热；利用蓄热性能好的墙体或楼板以获得建筑内部空间的热稳定性；利用遮阳设施来控制太阳辐射；合理利用自然通风来净化室内空气并降低建筑温度；利用具有热回收性能的机械通风装置。③经济设计。在执行低碳设计的过程中同样考虑成本，其成本不应当仅仅是通过建筑建造阶段所使用的费用，而应该将其纳入建筑全生命周期中来计算，重视其长期因素。绿色低碳建筑的一个显著优势便是在建筑的使用过程中能够大幅度地减少其运营与维护费用，为业主节省大量资金。我们不能只将目光集中到某一个独立的建筑系统上的成本消费，而是要整体考虑，综合权衡建筑的成本分配。

在具体实施制造过程中，低碳建筑要求遵循就近、低碳的原则选择建筑材料。就近选择材料，可减少运输距离，从而减少运输过程中消耗燃料而形成的碳排放量。材料的低碳应从两方面考虑：①选择低碳建筑材料；②采用钢结构、竹木材料、金属墙板、石膏砌块等可回收建筑材料，可提高建筑生命期结束后资源回收利用率。

(2) 传统建筑改造低碳化。对任何一个国家来说，控制传统建筑能耗是节能减碳的重点领域，直接关系到建筑节能目标完成与否，更关系到一个国家能否完成总减排目标。传统建筑不同于一般工业产品，一旦建成投入使用，就会持续产生能耗长达几十年甚至更久。因此，对传统建筑的节能改造应及早地开展，否则，传统建筑的数量将越积越多，国家将难以承受节能改造的经济支出。传统建筑节能减排的重点是民用建筑，在保证既有居住建筑、国家机关办公建筑和其他公共建筑等正常使用功能和室内热环境质量的前提下，采用科学技术与先进的管理手段最大限度地对正常使用功能运行过程中供热采暖、空调制冷、照明及其他设备能源消耗进行削减。传统建筑节能改造是实现传统建筑节能的有效途径之一，属于技术节能的范畴，是指对不符合节能、低碳标准要求的建筑物实施传统建筑节能^①。改造传统建筑可以节约大量煤炭、天然气等不可再生资源，而且有助于温室

① 梁俊强，等. 中国建筑节能发展报告（2010年）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2010：123.

气体排放的削减，同时也能在一定程度上改善用户的室内环境。

传统建筑低碳化改造主要包括两个方面：①对建筑本身的改造，改善建筑物围护结构的热工性能。建筑物的屋顶、门窗和墙体是建筑室内外的热交换通道，减少围护结构的室内外传热，稳定室内温度，可以减少能量损失，进而减少采暖、空调等设备的能量消耗。②对建筑内的装备进行低碳化更新与改造，如采用高效的建筑设备等。随着人们生活条件的改善和经济的发展，暖通空调的应用越来越广泛。当前在暖通空调专业领域，也展开了节能减排的大量研究：通过提高设备运行效率减少能耗；采用智能中央控制系统，根据环境条件启动设备，避免过度负荷形成浪费；使用可再生能源空调系统；研究夏季利用冷凝热的水热水供应等，显著提高空调系统的能源利用率。

(3) 能源利用形式低碳化。开发利用新能源，不仅是因为以化石燃料为基础的常规能源日趋枯竭，更重要的是来自全球暖化的威胁，新能源技术的采用也是低碳建筑的重要特征。新能源作为一种二氧化碳排放量低、环境负荷小、能够降低石油的依赖度、资源限制少的能源形式，对确保能源长期稳定供给、解决地球环境问题、构筑可持续发展的经济社会、导入新行业解决劳动力就业等领域都具有重大意义。具体操作过程中：①要提高可再生能源的利用率。建筑在使用过程中，可充分利用太阳能、风能、地热能、生物质能等可再生能源，应根据环境条件和建筑的使用特点，选择合理的可再生能源类型。例如，太阳能的利用要考虑日照时间和强度；城市高层建筑和郊区风力资源较丰富时，可有效利用风力发电。②要回收利用水资源。淡水资源的结构性紧缺已成为常态，建筑业需考虑水资源的回收利用，设计中水回用系统，将灌溉、冲厕等用水与饮用水系统分离，在节约水资源的同时，减少污水过度处理过程中的能源消耗，达到间接减排的目的。③要减少能源消耗量。合理利用建筑通风，增强建筑物门窗气密性。建筑设计对自然风的影响要从两个方面考虑：①合理设置建筑门窗，引入自然通风，以满足室内换气和夏季通风散热的要求；②又需要保证建筑物密闭性，避免空气渗透造成热损失。

除此之外，还应在建筑区域增加碳汇，低碳建筑应当考虑对二氧化碳的吸收问题，即增加碳汇。自然界通过植物的呼吸作用、生物的分解产生二氧化碳，同时通过光合作用消耗二氧化碳，达到自然界的碳平衡。目前最实用的增加碳汇的方法是建筑结合绿化，加强建筑绿化的功能性设计，利用植物的光合作用减少建筑碳排放总量。

1.1.3 传统建筑与绿色低碳建筑的界定原则

绿色低碳建筑与传统建筑在理论上与实践上均存在差别，评价一个建筑是否属于绿色低碳建筑需把握以下4个原则：

(1) 全生命周期原则。传统的建筑并没有引入全生命周期原则，只是割裂地在建筑建成后对其进行评价，而绿色低碳建筑则需要把握全生命周期原则，从设计一直到拆除都应归入其考量范畴。全生命周期原则主要是指一个事物从产生到消亡的整个过程所需要的时间。但对建筑来说，一个完整的生命周期是一个从无到有再到无的整个生命历程，包括期间涉及的方方面面。建筑的生命是从原材料开始的，即所有材料的选择、开采、生产、加工、运输、组建，到方案设计、规划、选址，再到正式施工建设、建筑垃圾的处理、装修，交付后的使用、维护、拆除，再回收利用的大循环过程。在一次全生命周期里，建筑物的生产和使用占了最大份额的资源，并排放了相应较多的污染物。绿色低碳建筑不再是生产过程和使用过程脱离的过程，而是一个传承性、连续性的过程，不仅要考虑当下，更要确保以后。建筑物从产生开始的每个环节都是绿色低碳建筑的重要组成部分，都要求从全生命周期的角度出发，关注对外界环境的影响和人类的居住体验，合理分配资源，实现可持续发展。

(2) “3R”原则。绿色低碳建筑同样包含了循环经济的思想，应遵循循环经济的“3R”原则，即减量化、再利用、再生利用（Reduce、Reuse、Recycle），对于资源的合理配置与循环再利用提出了高要求，而且，物理环境的品质与质量直接影响着建筑的舒适性、适应性等功能。所以必须以循环经济的理论基础和观点来指导绿色低碳建筑的发展。

(3) 可持续发展原则。绿色低碳建筑是一种具有可持续性质的建筑。可持续发展原则源自可持续发展观，既要满足当代人的需要，又不损害后代人利益，具有传承性。传统建筑由于其建设中排放了大量污染、浪费了大量能源而对社会、环境、经济等各方面造成了巨大的影响，绿色低碳建筑注重与生态自然系统的和谐，把人类发展、社会进步和环境保护放到同等重要的位置，不仅不损害环境，而且致力于改善环境，以良好的生态观营造美好的生存环境，使经济效益、社会效益和环境效益相统一，目标是实现人类社会长久发展。

(4) 因地制宜原则。绿色低碳建筑的建设还需把握因地制宜的原则，传统的建筑只考虑建筑本身，而鲜有考虑其与环境的融合性，绿色低碳建筑在建设前需对所要开发的土地有全面深入的了解与合理有效利用的规划，根据当地气候、地势、人文特征来选择建设地点、设计外观结构、采用何种材料，并能充分利用当

地的原材料,使建筑风格与当地的环境融合而不显突兀。

1.2 绿色低碳建筑发展演变的历史

当环境容量概念引入人类发展与社会进步当中,环境被认为是稀缺的资源,作为能源消耗量大、环境污染高的建筑业受到了来自各方的压力,于是,现代建筑业的发展脉络开始发生了更迭。通过对国内外建筑行业的分析和研究,发现虽然中外对于各个阶段介入的时间上有差异,但大体上来说,绿色低碳建筑行业的整体发展经历了以下4个主要时期。

1.2.1 传统建筑的粗放建设时期

工业革命之后,钢铁、水泥成了建筑物的主要构成材料,工业化的粗放型经济发展模式显现了其高产出、高消耗、高污染的特征。由于建筑业在技术的革新和推广上的成本较高,且各大工业强国还一直沉浸在工业革命带来的快速发展中,地产开发商选择以最小投入、最大产出的原始方式来建造建筑物,降低了成本,提高了建设效率,这种模式在很长一段时间内被社会认可。但是,随着城市化进程加速,传统建筑物的存量达到了一定的规模,粗放型经济发展模式下的高能耗、高污染建筑对环境带来的负面影响凸显。人们也开始意识到了传统建筑的不可持续性,它消耗了大量的资源与能源,占用了大量土地,建筑物原材料中的水泥、玻璃、钢筋、塑料等在开采、生产、加工、包装、运输等各个环节都产生了大量能源损耗。传统建筑的碳排放总量,在碳排放的“三高”行业(建筑业、工业、交通运输业)中占据首位,超过总排放量的50%。据欧洲建筑师协会测算,整个建筑过程要消耗全球50%的土地、木材、矿石资源,45%的能源和50%的水资源,并对80%的农地减少量负责,同时,建筑污染占到各种污染总和的34%,并产生相当大比例的建筑垃圾、50%的空气污染、42%的温室气体效应、48%的固体废物等^①。

就国内而言,煤炭是我国的主要燃料,相对世界人均占有量而言,我国人均耕地只有世界平均水平的1/3,煤炭只有58.6%,水资源只有30%,石油、天然气更是只有世界平均水平的7.7%和7.1%^②。在资源如此稀缺的情况下,中国的新增建筑面积仍然在以每年20亿m²的速度增长,其中新建建筑99%以上是高能耗建

① 杨茜,章易.我国发展绿色建筑任重道远[J].中国住宅设施,2006(2):27-29.

② 周艳炎,张星.绿色建筑在我国发展的障碍及对策研究[J].基建优化,2007(5):132-134.

筑；在既有的建筑中，只有4%采取了提高能源效率的措施^①。城市化的推进不断加速，环境问题和能源问题却日益严峻。由此可见，无论是能源、物质消耗，还是污染的产生，传统建筑业都是主要因素，一直以来，传统的建筑活动都是高能耗、高排放、高污染、低效率的代名词，严重制约了建筑业和国民经济的整体发展。

1.2.2 节能建筑的初步探索时期

国际上对节能建筑的探索可追溯到20世纪60年代，美籍意大利建筑师保罗·索莱里提出了“生态建筑学”这个新理念，他创造性地将“生态”和“建筑”两大概念融合在一起，用生态理念来设计建筑，从建筑构造来反观生态，以期达到建筑和自然的和谐共生。1969年，美国建筑师伊安·麦克哈格公开发行了《设计结合自然》一书。书中更加明确地提出了人、建筑、自然和社会应该协调发展的理念，并且详细罗列了构建生态建筑的有效途径。《设计结合自然》的诞生标志着生态建筑学的正式确立，人们开始从传统的粗放型建筑的危害中觉醒，尝试从理论到实践各方面对建筑业进行革新。早期的研究者们主要关注建筑材料的改良和建筑构造的改善，从70年代中期开始，使用太阳能、风能、地热能等新型能源和开发节能技术被看做是人类走出能源困境的救命稻草，激发了全球性的“节能热”。建筑师们不断突破限制，拓宽研究和实验领域，在新能源的开发利用、建筑节能和污染物处理技术、节能建筑的效益等方面都进行了全面的探索。各发达国家的政府部门也先后把节能建筑的研究投入到实践中来，针对不同国家的特征，纷纷推出适合自身发展的法律法规，加大在能源技术方面的投入，构建了节能建筑标准。80年代，美国、英国、日本、法国等发达国家的节能建筑已初具规模，节能建筑从个别团体实践转化为政府行为，正式揭开了节能建筑运动的序幕。

20世纪70年代，我国刚刚推行改革开放，经济开始复苏，城市化进程加速，公共设施和居民住宅进入全面建设时期。虽然数量与日俱增，但国内建筑技术和水平仍十分落后，质量差、结构单一、施工粗糙、安全隐患大等问题屡见不鲜。80年代开始，节能建筑理念被引进中国，成为我国建筑业尝试转型的重要标准。1986年我国颁布了《民用建筑节能设计标准》，这一标准是我国首次把节约能源的规范融入建筑设计上来，成为当时节能建筑起步的设计准则。从居民住宅逐步推广到公共设施，从城市建设逐步推广到农村改革，节能建筑在设计、施工、装修等各个建设部分都有所涉及，特别是在节能材料的研究上有了巨大的突破。同

① 隋红红. 推动我国绿色建筑发展的政策法规研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.

时,我国政府又制定了《民用建筑隔声设计规范》《民用建筑热工设计规范》《夏热冬冷地区居住建筑设计节能标准》等规范性文件,为我国节能建筑的初步发展提供技术支持。但此时我国的节能建筑并未真正成为绿色低碳建筑,且理论研究相对薄弱,在全国范围内的普及程度较低。

1.2.3 绿色建筑的全面发展时期

1972年联合国发布的《人类环境宣言》提出了保护环境要与和平、发展两个基本目标共同和协调实现的观点,随后,《我们共同的未来》《关于环境与发展宣言》《联合国生物多样性公约》《21世纪议程》等会议报告的问世,为可持续发展理念奠定了基础。可持续理论的兴起很快影响到建筑行业,“可持续建筑”“生态建筑”“绿色建筑”“诱导式太阳能住宅”等新型的建筑形态陆续出现在建筑市场。特别是“绿色建筑”,由于其健康、安全、舒适的住宅理念和节约能源、改善空气质量和实质性效果,受到了全世界的共同关注。1992年,在巴西里约热内卢的联合国环境与发展大会上,与会者首次明确提出了“绿色建筑”的概念,由此,绿色建筑被越来越多的国家接受。1993年的国际建筑师协会第18次大会发表了《芝加哥宣言》,号召全世界建筑师把环境和社会的可持续性列入建筑师职业及其责任的核心,是绿色建筑史上的里程碑。1998年10月,“绿色建筑挑战98”会议召集了14个西方国家,分享各国的绿色建筑研究成果,并讨论通过了一个全世界通用的绿色建筑评价体系。

在全世界的关注与共同影响下,绿色建筑进入了全面发展时期。美国政府制定了《1992年能源政策法》和《2005年能源政策法》,把节能标准从规范性要求转变成强制性手段,成为美国建筑产业改革能源利用上的法律依据。日本2000年的《促进住宅品质保证法》和2008年的《节能法》,针对住宅和建筑物的质量、节能措施提出了详细的规范要求。欧盟2002年通过的《欧盟建筑能源性能指令》,其中涵盖了建筑最低能耗标准、将建筑能效标识制度、建筑运行管理制度、建筑节能监管制度、建筑节能信息服务制度等重要内容,成了英国建筑改革的准则。

在经济政策方面,各国对于绿色建筑的支持力度加大,在英国,使用绿色技术的建筑项目可以在审批时获得优先权,并在后期的建设中得到减免土地增值税和发放低息贷款的优惠;日本对太阳能的使用实行补助金制度,并对节能和新能源的支出设立节能基金,鼓励新能源的使用;德国对住宅中的能源生产和能效技术研究提供财政补贴,对相关节能灯免征消费税等,这些措施促进了政府、开发商、民众三大主体间的良性互动,使绿色建筑发展有了实质性的突破。

为实现绿色低碳建筑的施工标准化和评估客观化,各国都推出了相应的绿色