

既 / 有 / 建 / 筑 / 绿 / 色 / 改 / 造 / 系 / 列 / 丛 / 书
SERIES OF GREEN RETROFITTING SOLUTIONS FOR EXISTING BUILDINGS

国外既有建筑绿色改造

标准和案例

Foreign Standards and Case Studies for Green
Retrofitting of Existing Buildings

王 俊 王清勤 叶 凌 主编



中国建筑工业出版社

既/有/建/筑/绿/色/改/造/系/列/丛/书

国外既有建筑绿色改造 标准和案例

王 俊 王清勤 叶 凌 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

国外既有建筑绿色改造标准和案例/王俊, 王清勤,
叶凌主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 4

既有建筑绿色改造系列丛书

ISBN 978-7-112-19280-9

I. ①国… II. ①王… ②王… ③叶… III. ①建
筑物-改造-无污染技术-国外 IV. ①TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 057354 号

责任编辑: 张幼平

责任校对: 陈晶晶 张 颖

既有建筑绿色改造系列丛书
国外既有建筑绿色改造标准和案例

王 俊 王清勤 叶 凌 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 348 千字

2016 年 6 月第一版 2016 年 6 月第一次印刷

定价: 78.00 元

ISBN 978-7-112-19280-9

(28526)

· 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)

既有建筑绿色改造系列丛书

Series of Green Retrofitting Solutions for Existing Buildings

指导委员会

Steering Committee

名誉主任: 刘加平 中国工程院 院士, 西安建筑科技大学 教授

Honorary Chair: Liu Jiaping, Academician of Chinese Academy of Engineering, Professor of Xi'an University of Architecture and Technology

主 任: 王 俊 中国建筑科学研究院 院长

Chair: Wang Jun, President of China Academy of Building Research

副主任: (按汉语拼音排序)

Vice Chair: (In order of the Chinese Pinyin)

郭理桥 住房和城乡建设部建筑节能与科技司 副司长

Guo Liqiao, Deputy Director General of Department of Building Energy Efficiency and Science & Technology, Ministry of Housing and Urban-rural Development

韩爱兴 住房和城乡建设部建筑节能与科技司 副司长

Han Aixing, Deputy Director General of Department of Building Energy Efficiency and Science & Technology Ministry of Housing and Urban-rural Development

李朝旭 中国建筑科学研究院 副院长

Li Chaoxu, Vice President of China Academy of Building Research

孙成永 科技部社会发展科技司 副司长

Sun Chengyong, Deputy Director General of Department of S&T for Social Development, Ministry of Science and Technology

王清勤 住房和城乡建设部防灾研究中心 主任

Wang Qingqin, Director of Disaster Prevention Research Center of Ministry of Housing and Urban-rural Development

王有为 中国城市科学研究会绿色建筑委员会 主任

Wang Youwei, Chairman of China Green Building Council

委 员: (按汉语拼音排序)

Committee Members: (In order of the Chinese Pinyin)

陈光杰 科技部社会发展科技司 调研员

Chen Guangjie, Consultant of Department of S&T for Social Development, Ministry of Science and Technology

陈其针 科技部高新技术发展及产业化司 处长

Chen Qizhen, Division Director of Department of High and New Technology Development and Industrialization, Ministry of Science and Technology

陈 新 住房和城乡建设部建筑节能与科技司 处长

Chen Xin, Division Director of Department of Building Energy Efficiency and Science & Technology, Ministry of Housing and Urban-rural Development

李百战 重庆大学城市建筑与环境工程学院 院长/教授

Li Baizhan, Professor and Dean of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University

何革华 中国生产力促进中心协会 副秘书长

He Gehua, Deputy Secretary General of China Association of Productivity Promotion Centers

汪 维 上海市建筑科学研究院 资深总工 教授级高工

Wang Wei, Senior Chief Engineer and Professor of Shanghai Research Institute of Building Sciences

徐禄平 科技部社会发展科技司 处长

Xu Luping, Division Director of Department of S&T for Social Development, Ministry of Science and Technology

张巧显 中国 21 世纪议程管理中心 处长

Zhang Qiaoxian, Division Director of The Administrative of Center for China's Agenda 21

朱 能 天津大学 教授

Zhu Neng, Professor of Tianjin University

《国外既有建筑绿色改造标准和案例》
Foreign Standards and Case Studies for Green
Retrofitting of Existing Buildings

编写委员会
Editorial Committee

主编：王 俊 中国建筑科学研究院 研究员

Chief-editor: Wang Jun, Professor of China Academy of Building Research

副主编 Associate-editor:

王清勤 中国建筑科学研究院 教授级高工

Wang Qingqin, Professor of China Academy of Building Research

叶 凌 中国建筑科学研究院 副研究员

Ye Ling, Associate Researcher of China Academy of Building Research

编 委: (按汉语拼音排序)

Committee Members: (In order of the Chinese Pinyin)

艾玛 米尔斯 八事务所有限公司 高级工程师

Emma Mills, Senior Engineer of Eight Associates Ltd.

曹春莉 英国建筑研究院 高级工程师

Cao Chunli, Senior Engineer of Building Research Establishment

陈乐端 中国建筑科学研究院 副研究员

Chen Leduan, Associate Researcher of China Academy of Building Research

陈 颖 北京建筑技术发展有限责任公司 高级工程师

Chen Ying, Senior Engineer of Beijing Building Technology Development Co., Ltd.

程志军 中国建筑科学研究院 研究员

Cheng Zhijun, Researcher of China Academy of Building Research

高春平 新加坡建设局 高级工程师

Gao Chunping, Senior Engineer of Building & Construction Authority of Singapore

郭玥锋 中际国润(北京)低碳科技有限公司 工程师

Guo Yuefeng, Engineer of Green World Solutions (Beijing) Co., Ltd

范梦琪 施耐德电气(中国)有限公司 工程师

Fan Mengqi, Engineer of Schneider Electric (China) Co., Ltd

亨利·贝理冯德林 Sweco 建筑公司 注册建筑师

Henrik BERG VON LINDE, Registered Architect of Sweco Construction Company

黄 宁 中际国润（北京）低碳科技有限公司 高级工程师

Huang Ning, Senior Engineer of Green World Solutions (Beijing) Co., Ltd

李国柱 中国建筑科学研究院 博士

Li Guozhu, Doctor of China Academy of Building Research

林波荣 清华大学建筑学院 教授

Lin Borong, Professor of School Architecture of Tsinghua University

刘彦辰 清华大学建筑学院 博士

Liu Yanchen, Doctor of School Architecture of Tsinghua University

卢 求 北京五合国际工程设计顾问有限公司 总建筑师

Lu Qiu, Chief Architect of Beijing Werkhart International Design and Engineering Consultancy Ltd.

倪岳瀚 北京斯维克工程设计研究院 总规划师

Johan Nilsson, Chief Planner of Beijing Sweco Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

佟晓超 中国建筑科学研究院检测中心 高级工程师

Tong Xiaochao, Senior Engineer of China Academy of Building Research Construction Engineering Test Center

王一粟 北京五合国际工程设计顾问有限公司 建筑师

Wang Yisu, Architect of Beijing Werkhart International Design and Engineering Consultancy Ltd.

肖中发 北京工业大学 高级工程师

Xiao Zhongfa, Senior Engineer of Beijing University of Technology

于 靓 沈阳建筑大学 副教授

Yu Liang, Associate Professor of Shenyang Jianzhu University

于 萍 瑞典大使馆 高级工程师

Yu Ping, Senior Engineer of Embassy of Sweden

张 欢 北京江森自控有限公司 高级工程师

Zhang Huan, Senior Engineer of Beijing Johnson Controls Co., Ltd

朱荣鑫 重庆大学 博士

Zhu Rongxin, Doctor of Chongqing University

前 言

现阶段,我国绿色建筑已经进入快速发展时期,国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 自发布实施以来,有效指导了我国绿色建筑实践工作。截至 2015 年,我国累计评价绿色建筑项目 3979 个,总建筑面积超过 4.6 亿 m^2 ,但是这些绿色建筑绝大部分为新建建筑。目前,我国的既有建筑面积接近 600 亿 m^2 ,通过改造成为绿色建筑的面积仅为 400 多万 m^2 ,所占绿色建筑标识比例不到 1%。受到当时建造技术和经济条件的限制,设计标准较低,致使 30%~50%的既有建筑出现安全失效、功能退化以及能耗较高,造成我国每年拆除大量的既有建筑。对尚可利用的建筑拆除重建,不仅会造成生态环境破坏,也是对能源资源的极大浪费,对其进行改造再利用是解决这些问题的最好途径。正确对待和处理我国量大面广的既有建筑是关系到实施节约能源、保护环境、建设节约型社会和可持续发展战略的重要问题,为此也就提出了采取合理技术对既有建筑进行维护、更新、加固等,使其改造后成为绿色建筑的要求。

我国既有建筑的绿色改造工作基础较为薄弱,推广任务比较艰巨。新中国成立以来与既有建筑改造相关的工作和研究一直都在进行,主要包括:早期进行的单项改造,例如 20 世纪 70 年代末至 80 年代中后期的危房改造、90 年代至今的节能改造、2006 年开始的节水改造、2008 年汶川地震后的安全性改造;2006 年,国家“十一五”科技支撑计划重大项目“既有建筑综合改造关键技术与示范”,实现了引导和规范既有建筑综合改造关键技术在我国建筑工程中推广应用;“十二五”期间对既有建筑改造进一步深化,实施了国家科技支撑计划项目“既有建筑绿色化改造关键技术与工程示范”,希望能够把对既有建筑的综合改造提升到绿色改造,在节能减排的同时,提高既有建筑的综合环境性能。

与我国相比,发达国家较早遇到既有建筑的相关问题。它们颁布法律、法规约束对既有建筑的处理方式,出台经济政策鼓励对既有建筑的绿色改造,制定标准规范引导对既有建筑绿色改造的行为。经过多年的研究和实践,有些国家在既有建筑绿色改造方面积累了丰富的经验。他山之石,可以攻玉。受“十二五”国家科技支撑计划课题“既有建筑绿色化改造综合检测评定技术与推广机制研究”的支持,2013 年 4 月,本书编制组在北京中国建筑科学研究院成立并召开第一次会议,开始着手本书的资料搜集和编写工作,对国外既有建筑绿色改造的发展情况进行介绍。

本书共 4 部分内容,分别为:国外既有建筑概况、标准篇、公共建筑案例篇、居住建筑案例篇。国外既有建筑概况介绍了美国、英国、德国、日本、澳大利亚、新加坡等国

的既有建筑现状和改造工作进展,重点对这些国家为促进既有建筑节能或绿色改造出台的一系列法规政策进行了梳理。标准篇介绍了上述国家针对既有建筑改造和运行维护发布的设计、评价标准,既有建筑绿色改造是建筑行业发展的一个主流方向,故本书对各个国家的既有建筑绿色改造评价标准进行了重点分析,主要包括:标准制定和发布、评价指标体系、技术要求、评价等级划分和标准应用情况等。公共建筑案例篇和居住建筑案例篇共收录了国外既有建筑绿色改造案例 22 个,其中公共建筑绿色改造案例 16 个,居住建筑绿色改造案例 16 个。这些不同国家的典型案例,均从建筑概况、改造前主要问题、改造目标、改造技术、改造效果等方面进行了分析,比较客观地反映了当前国外既有建筑绿色改造技术的实际应用情况。本书通过对这些典型国家和地区的既有建筑绿色改造发展现状、相关政策法规、绿色改造标准、案例示范的分析,使我们对国外既有建筑绿色改造的整体情况有了进一步的认识,为我国建立与完善既有建筑绿色改造政策法规和评价标准提供了参考依据,推动我国既有建筑绿色改造的健康发展。

本书为第一本介绍国外既有建筑绿色改造的书籍,涉及内容广、专业多。为保证书稿质量,编委会于 2015 年 7 月 9 日邀请清华大学袁滨教授、天津城建大学王建廷教授、北京建筑技术发展有限责任公司罗淑湘教授级高级工程师、中国建筑材料科学研究总院郅晓教授级高级工程师、中国建筑科学研究院上海分院汤民高级工程师和马素贞高级工程师等专家对书稿进行了研讨,并提出修改意见和建议。本书在编撰过程中得到了研讨专家和编写组的大力支持,在此一并表示诚挚的感谢!

本书的编写凝聚了编写组和研讨专家的集体智慧,在大家的辛苦付出下才得以完成。由于各国情况不一、资料获取难度较大,对国外先进既有建筑绿色改造的发展未能全面介绍之处,敬请广大读者予以理解。同时,由于时间仓促及编者水平所限,书中难免存在疏忽和不足之处,恳请广大读者批评指正!

本书编委会

2016 年 3 月 28 日

目 录

第一篇 国外既有建筑概况	1
1. 美国	2
1.1 既有建筑现状	2
1.2 改造工作进展	3
2. 英国	5
2.1 既有建筑现状	5
2.2 改造工作进展	7
3. 德国	8
3.1 既有建筑现状	8
3.2 改造工作进展	9
4. 日本	10
4.1 既有建筑现状	10
4.2 改造工作进展	10
5. 澳大利亚	12
5.1 既有建筑现状	12
5.2 改造工作进展	14
6. 新加坡	16
6.1 既有建筑现状	16
6.2 改造工作进展	17
7. 启示	18
7.1 加强法规政策研究，强化理念宣传	19
7.2 推动技术创新，开展工程示范	19
7.3 完善标准体系，建立推广平台	19
7.4 培育既有建筑绿色改造市场	20
第二篇 标准规范与技术指南	22
1. 美国	23
1.1 综述	23
1.2 《既有建筑节能标准》	25

1.3 《绿色能源与环境设计先锋奖》	27
1.4 《能源部指南》	33
2. 英国	36
2.1 综述	36
2.2 《提升既有建筑能效—设备安装、管理与服务规程》	39
2.3 《核准文件》	40
2.4 《建筑研究院环境评价标准》	44
3. 德国	52
3.1 综述	52
3.2 《建筑节能条例 2014》	52
3.3 《超低能耗被动房标准》	54
3.4 《可持续建筑认证标准》	56
4. 日本	73
4.1 综述	73
4.2 《居住建筑节能标准》	73
4.3 《居住建筑节能设计与施工导则》	75
4.4 《公共建筑节能标准》	75
4.5 《建筑物综合环境性能评价体系》	77
4.6 CASBEE-改造（简易版）	79
5. 澳大利亚	89
5.1 综述	89
5.2 《建筑规范》	89
5.3 《绿色星级标准》	91
5.4 《澳大利亚全国建筑环境评价体系》	95
6. 新加坡	102
6.1 综述	102
6.2 《绿色建筑标志》	102
第三篇 公共建筑改造案例	109
1. 美国帝国大厦	110
2. 英国房屋建筑委员会 D 座办公楼	117
3. 英国伦敦角力场大厦	123
4. 德国德意志银行	129
5. 法国施耐德电气总部办公楼	135
6. 日本大成建设技术中心总部大楼	146
7. 日本京都站前大厦	157

8. 日本阪神甲子园球场	163
9. 日本大林组技术研究所材料化学实验楼	168
10. 日本关东学院大学环境共生技术研究中心	174
11. 日本东京燃气有限公司办公建筑	181
12. 澳大利亚 Carnegie Morgan Hill 大厦	189
13. 澳大利亚 Hunter 大街 39 号大厦	194
14. 新西兰惠灵顿奥拉基大厦	200
15. 新加坡建设局高等学院零能耗建筑	207
16. 瑞典 Sweco 办公大楼	212
第四篇 居住建筑改造案例	217
1. 英国伦敦海德房屋委员会联排房	218
2. 德国阿尔伯特-施瓦茨居住小区	227
3. 日本芝山町农家	236
4. 澳大利亚 Clovelly 住宅	243
5. 瑞典 Gardsten 住宅社区	249
6. 瑞典 Brogarden 住宅社区	255

第一篇 国外既有建筑概况

世界上许多国家新建建筑的数量逐年减少，建设重点主要集中在既有建筑的维护改造。欧洲制定的多年路线图和长期战略，把既有建筑改造成节能建筑作为主要工作之一^[1]。江森自控公司（Johnson Controls Inc）2012 年在全世界范围的调查结果显示，受访者对绿色建筑的兴趣持续增长，44% 的人认为既有建筑应该进行绿色改造，比 2011 年调查结果增长 9%^[2]。在发达国家，绿色建筑的发展方向逐渐由新建建筑转向数量更加巨大的既有建筑。绿色建筑和绿色改造需要因地制宜，但是发展模式、法规政策、标准规范和改造技术具有一定的相似性，本篇将对典型国家既有建筑绿色改造发展现状进行梳理，为我国既有建筑绿色改造的健康发展提供参考。

1. 美 国

1.1 既有建筑现状

在美国，按照商业建筑和居住建筑进行统计分类。根据美国能源信息署的调查，截止到 2012 年，美国的商业建筑总数近 600 万幢，总建筑面积近 80 亿 m²。从图 1-1-1 可知，从 2003 年到 2012 年增长近 14 亿 m²，年均增长约 1.4 亿 m²。截止到 2009 年，美国约有 1.14 亿套/单元居住建筑，总建筑面积超过 200 亿 m²。同时根据美国能源信息署 2009 年的调查，美国全年的温室气体排放量为 65.76 亿 t，建筑领域的温室气体排放约为 24.74 亿 t，占总量的近 40%。居住建筑的温室气体排放为 11.86 亿 t，商业建筑为 12.88 亿 t，由此计算可得商业建筑单位面积的温室气体年排放量约为 170kg，

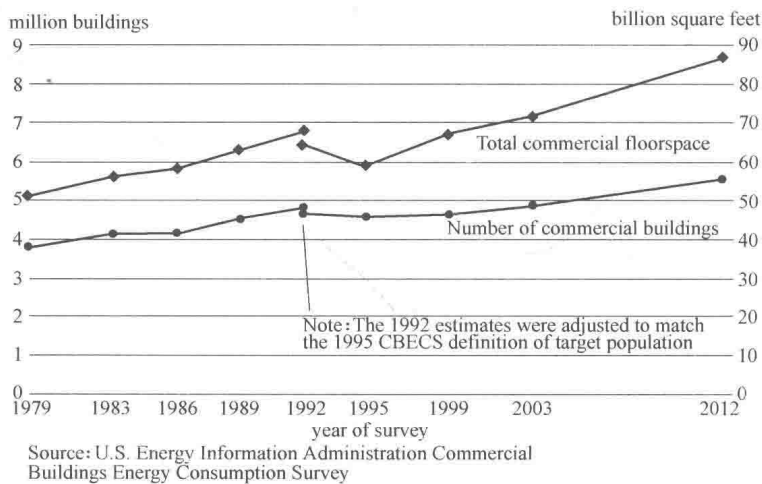


图 1-1-1 美国商业建筑数量和面积逐年增长图

居住建筑约为 60kg（均按 2009 年数据）。

在美国，新建建筑的增长速度比较缓慢，大量既有建筑年代久远。图 1-1-2 是美国能源信息署公布的数据，从图中可知 1980~2012 年建成的商业建筑数量及其面积占到了一半，即半数建筑的服役时间已超过了 30 年，其中还有不少具有百年历史。因为当时的技术水平有限、节能减排和环境保护的观念不强以及建筑部件的老化等各种因素，商业建筑的温室气体排放强度较大。

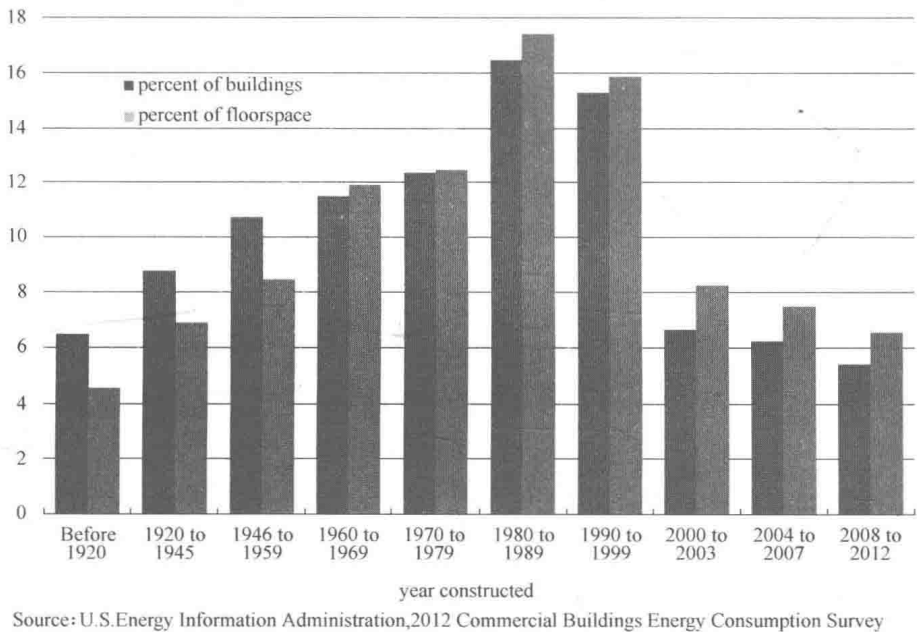


图 1-1-2 美国不同年代建成的商业建筑数量和面积比例

1.2 改造工作进展

为了解决既有建筑的能耗和环境问题，美国从国家到地方政府制定了多种措施，主要包括颁布法律法规、制修订标准规范以及多种激励性政策等。

美国针对建筑的能源利用和既有建筑改造方面颁布了多项法律。国家层面，美国于 1976 年颁布了《既有建筑节能法》（Energy Conservation in Existing Buildings Act of 1976）^[3]，目前仍为现行美国法典（United States Code, U. S. C.）^[4]的一部分内容（第 42 部《公共健康与福利》第 81 章《能源节约与资源再生》第 III 分章《既有建筑节能节约与可再生资源援助》）。自此之后，美国针对既有建筑制定了一系列法律法规，覆盖面越来越广泛，要求也越来越严格。1978 年的《节能政策法》和《能源税法》、1988 年的《国家能源管理改进法》、1991 年的《总统行政命令 12759 号》等实现了建筑节能从规范性要求到强制性要求的转变。2005 年对《能源政策》（Energy

Policy Act, EAct) 进行了修订, 它成为新阶段美国实施绿色建筑的主要法律依据, 该法通过支持可再生能源应用、运用经济手段提高能源效率、制定经济激励政策等多种途径推进建筑节能和既有建筑节能改造。2007 年的《能源独立安全草案》(EISA) 提升了电器照明、空调设备、热泵等的能效标准, 要求到 2040 年 50% 的商业建筑和 2050 年所有商业建筑实现零能耗目标, 2015 年以后新建和改造的联邦政府大楼实现能源使用削减 35%、2030 年实现零能耗的目标。

地方层面, 各州也依据国家法律制定发布了适合当地的节能管理办法和节能标准, 其中加利福尼亚、纽约等经济比较发达的州对节能的要求更加严格。例如纽约推出了“更绿色更美好的建筑方案 (Greener, Greater Buildings Plan, GGBP)”^[5], 具体包括“基准化分析 (benchmarking)”、“纽约市节能法规 (NYC Energy Conservation Code, NYCECC)”、“能源审计与再调试 (Energy Audits & Retro-commissioning)”、“照明与分项计量 (Lighting & Sub-metering)”等地方法 (Local Law)。此外, 纽约早在 2005 年就已在美国国内率先通过了专门的绿色建筑法 LEED (r) Law^[6], 要求受财政资助达一定数额的建筑项目必须至少达到绿色建筑 LEED 认证的认证级或银级。

美国的标准可分为国家标准、政府标准和行业标准等, 国家和政府标准主要关于卫生、安全、环境保护以及军事方面, 由国家、州等政府部门负责编制, 数量较少, 多为强制性标准。行业标准由民间组织的行业或专业学会负责编制, 在美国标准中数量较多, 多为推荐性标准。与既有建筑改造相关的标准大部分属于行业标准, 由不同学会编制和发布, 例如《既有建筑节能标准》(Energy Efficiency in Existing Buildings) 由美国国家标准学会 (American National Standards Institute, ANSI)、美国供暖制冷与空调工程师学会 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)、北美照明工程学会 (Illuminating Engineering Society of North America, IESNA 或 IES) 等联合发布。美国绿色建筑委员会 (U. S. Green Building Council, USGBC) 推出了《绿色能源与环境设计先锋奖》(Leadership in Energy and Environmental Design, LEED), 能够对既有建筑绿色改造和运营进行评价。

为了配合相关法律法规和标准的实施, 美国政府出台了相应的激励性政策。根据联邦、州、地方政府的管理架构, 美国的绿色建筑发展政策分为三个级别^[7]。美国的财政补贴方式主要有两种: 一是贴息补助, 即政府用财政收入或发行债券的收入支付企业或个人因节能或绿色建筑投资、研究而产生的银行贷款利息; 二是直接补贴, 即政府以公共财政部分预算的形式直接向节能或绿色建筑项目提供财政援助。

美国的绿色产业也得到了政府的大力支持。美国绿色建材业与 LEED 认证标准相适应, 具有节能材料使用、3R (减量化—Reduce、再利用—Reuse、再循环—Recycle) 材料使用、污染材料控制等三个特点。节能服务企业 (Energy Service Company, ESCO) 是以“合同能源管理”为运作机制, 以盈利为直接目的的专业化公司。作为

ESCO 的发源地，美国是 ESCO 产业最发达的国家，联邦政府和各州政府十分支持 ESCO 的发展，因此美国 ESCO 相关配合的外围环境与措施也相对较完整。

2. 英 国

2.1 既有建筑现状

在英国，建筑的温室气体排放量占到了该国排放总量的 44%，各行业的温室气体排放比例如图 1-2-1 所示。对既有建筑进行节能和绿色改造是达到英国《气候变化法》(Climate Change Act 2008) 中 2050 年碳减排 80% 目标，以及节省能源支出费用的有效途径之一^[8]。图 1-2-2 是非住宅建筑的不同因素温室气体排放分布，有近半数的温室气体排放量来自供暖，这也是其气候特点所决定的。另一方面，住宅的温室气体排放量占到了该国排放总量的四分之一，早在 2007 年住宅总数已超过了 2500 万套，且仍在增长 (图 1-2-3)，同样也是节能减排的重点所在。

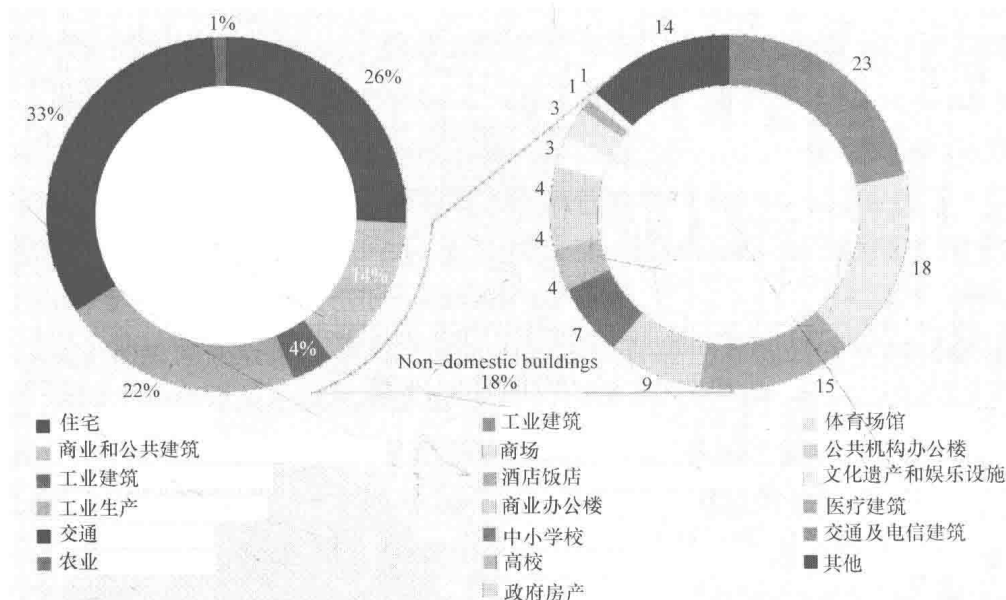


图 1-2-1 英国 2005 年温室气体排放总量细分

目前，英国的大部分建筑的建成年代久远且仍将继续使用，能达到现行的热工性能要求的房屋仅占总量的 1%，因此既有建筑节能或绿色改造的困难将非常大。可总结为如下几个方面：

- 既有建筑性能问题：从图 1-2-4 可以看出，近 40% 的住宅建筑建成于“二战”