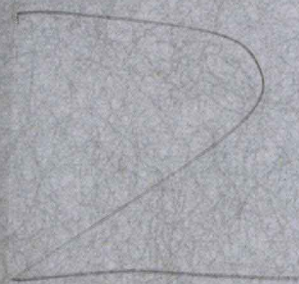


美国建筑节能 研究总览



同济大学

许 鹏 殷荣欣 朱亚明
吴昌甫 沈鹏元 刘 超 等著



中国建筑工业出版社

美国建筑节能研究总览

同济大学

许 鹏 殷荣欣 朱亚明 等著
吴昌甫 沈鹏元 刘 超

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

美国建筑节能研究总览/许鹏等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 2

ISBN 978-7-112-13964-4

I. ①美… II. ①许… III. ①建筑-节能-研究-美国
IV. ①TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 017463 号

责任编辑: 吴 凌

责任设计: 叶延春

责任校对: 党 蕾 关 健

美国建筑节能研究总览

同济大学

许 鹏 殷荣欣 朱亚明 等著
吴昌甫 沈鹏元 刘 超

*

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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 1/2 字数: 372 千字

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-13964-4

(22060)

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)

内 容 提 要

本书共计七章，从三个方面总结分析了美国的科研、产业动态和政府引导走向，概述了美国建筑能源领域政策、技术和市场的发展历史、动态。总体描述了美国建筑节能产业链、研究机构、政府部门的分工和运作情况。信息的来源以文献整理和分析为主，全部以非保密的公开文献作为依据。

本书全面、系统地总结美国建筑能源领域的发展情况及最新动态、产业发展方向，本书的出版可使中国建筑领域的从业人员和政府官员全面系统地了解发达国家在科研领域、新产品研发领域的发展情况及动态。期待着我们的工作能让您获得收益，并共同推动中国和美国在建筑节能领域的进步。

参与编著人员：

本书由同济大学许鹏教授担任主编，负责本书大纲拟定以及全书的统稿工作。参与各章编写的人员有：许鹏（第1章至第7章）；殷荣欣（第1章）；沈鹏元（第1章、第3章、第5章）；朱明亚（第2章、第4章）；侯金明（第2章）；沙华晶（第3章）；刘超（第6章）；徐哲恬、秦业美（第2章、第4章）；吴昌甫（第5章）。

特别感谢：

在本书的编写过程中，深圳市建筑科学研究院有限公司提供了资金的支持和热情的指导，并指出了不少宝贵意见。从一开始的该书概念的形成，到最终稿，都和深圳市建筑科学研究院有限公司领导们的亲自关心息息相关。在此表示诚挚的感谢。

序

建筑节能是我国节能减排工作的重点之一，也是全球实现低碳战略的重要行动内容。了解世界各国是怎么做建筑节能的，尤其是了解美欧等发达国家在建筑节能领域的政策、技术、行动、效果和实施这些工作的主要机构，对我们更清楚地认识我们自己的情况，学习成功经验，汲取失败教训，确定未来方向，都有极重要的参考价值；对更好地开展双边合作，共同促进双方的建筑节能工作，也会有很大帮助。这本《美国建筑节能研究总览》，可以作为了解世界，尤其是了解美国建筑节能工作的一个很好的工具。

了解一个国家的建筑节能情况从哪下手？我本人认为，首先要弄清楚的是这个国家建筑能耗的基本状况。也就是建筑运行能耗总量、单位建筑面积运行能耗及折合到每个人的建筑运行能耗。有可能的话，再进一步看看各类建筑的运行能耗和它的分布状况，例如住宅、商业建筑、政府机构、学校等。实际的建筑能耗水平，决定这个国家建筑节能工作面临的主要问题，从而也决定了相关的技术研发、规范管理和政策制定所针对的主要问题。脱离建筑能耗的实际水平，就很难理解各项技术创新、管理措施、政策机制的对象、目标和主要目的，从而也就很难从中汲取有益的经验教训。

美国目前是世界上建筑能耗最高的国家之一。无论是比较同样功能、同等气候条件下单位面积建筑运行能耗，还是比较人均建筑运行能耗，美国目前都远远高于中国目前平均水平，也大大高于中国城镇建筑和城镇人口的平均水平。以单位建筑面积运行能耗为例，中国城镇建筑目前的平均能耗与 20 世纪 50 年代中期美国的平均能耗差不多。但是从那时起，50 多年来，尽管建筑节能的各项相关技术有了长足的进步，建筑节能事业也在美国得到政府和社会各界前所未有的重视，但美国单位面积的建筑运行能耗却在 20 世纪 50 年代水平的基础上增长了 1.5 倍（目前为 20 世纪 50 年代水平的 2.5 倍），也大约是我国目前城镇建筑单位面积平均运行能耗的 2.5 倍。研究美国建筑能耗近 50 年来的变化，比较中美两国建筑能耗的差异，追究美国 50 年来的增长原因和中美两国目前形成这样巨大差异的原因，对于我们认识目前建筑节能工作的各种问题，更清晰地确定我国建筑节能今后发展的道路和未来的目标，有重要的启示和帮助。

为什么中美建筑能耗有这样大的差异？其主要原因是两国在人的生活方式、建筑使用模式，以及要求的室内环境状态（温度、湿度、照度等）的不同所致。为什么美国 50 年来单位建筑面积能耗产生这样大的增长？也主要是人的生活方式、建筑使用模式和对室内环境状态的要求产生的变化所致。目前美国的大多数建筑不可开外窗，完全依靠机械系统提供“全时间、全空间”的温湿度、通风和照明服务，这就造成一切依赖于营造建筑环境的机械系统，实现节能也只能靠进一步提高这些机械系统的能效来实现。而在 20 世纪 50 年代中期的美国和中国，大多数建筑可开外窗，实现的是“部分时间、部分空间”的温湿度调节、通风与照明，室内环境的营造部分是依靠外界自然条件。实际的建筑能耗在很大程度上取决于建筑的使用方式和运行模式，并且在大多数情况下部分依赖于自然环境的“部分时间、部分空间”的运行能耗远低于完全依赖于机械系统的“全时间、全空间”模式。现实状态在这一点上的巨大差别导致两国在建筑能耗上的差别，也决定了两国开展建筑节能工作的任务、目标和途径的不同。

在美国，由于这种“全时间、全空间”的建筑使用模式已经形成，通过改变生活方式、改变建筑运行模式尽管可以使实际的建筑运行能耗大幅度降低，但这是对整个社会文化的改变，因此只能是宣传、倡导，寄托于社会文化的慢慢变化。为了在近期内使建筑能耗有所降低，只能依靠大规模推广各种提高能效的技术和措施。通过开发、生产和推广这些提高能效的技术、产品和措施，在实现节能的同时，还有利于重振美国经济，使其在节能与低碳领域确保科技领

先地位,同时扩大就业。实践表明,这些努力的结果,确实使美国建筑能耗在逐步降低,但还很难降低到50年前单位建筑能耗的水平。

中国的情况却完全不同。我们正处在经济发展和城市建设的高速增长期,随之而来的是建筑能耗的增长。我们是否能够不重复美国20世纪50~60年代所发生的现象,不使建筑运行能耗随经济增长而同步增长,将是我们能否实现建筑节能目标的关键。这里的核心问题就是:我们未来的生活方式和建筑使用模式到底应该是什么样?是应该维持目前的“部分时间、部分空间”模式,还是也必然发展到“全时间、全空间”模式?我们现在为未来设计的建筑和设备系统形式应该是服务于哪种模式?这可能是中国建筑节能工作目前面临的重大问题,也是必须回答的关键问题。这两种不同的模式需要很不相同的建筑节能技术手段,进而也对应于很不一样的建筑节能政策机制。接下来导出的问题就是:在建筑节能上,中国应该向美国学习哪些东西?

有些同志可能认为,在建筑节能这件事上,中国为什么不能按照美国的模式走呢?既然我们的经济发展水平和人民生活水平都在不断向发达国家接近,为什么建筑环境的营造模式不能同样向他们接近?问题是全球的用能上限和碳排放上限。美国目前3亿人口,建筑能耗为全球能源消耗总量的8%。如果全球70亿人口都按照这一模式营造其生活和工作的建筑空间,则全世界仅建筑运行就需要目前全球总能耗的1.87倍!这显然不现实。我国未来人口将达到15亿,如人均建筑能耗达到美国水平的话,中国建筑运行就需要全球总能耗的40%,也就是目前我国能源总消耗量的2倍左右。这显然也不成立。即使按照美国建筑节能工作未来的发展目标,把人均建筑运行能耗降低到目前的1/3,也远远超出我国未来资源和环境条件允许建筑运行使用的能源量。所以中国以及世界上其他发展中国家的建筑节能目标是在满足社会发展和人民生活水平提高形成的对建筑环境不断提高的要求的前提下,能够使人均建筑运行能耗不增加或仅少量增加,从而在远低于目前发达国家建筑用能标准的前提下实现人类文明、社会发展和现代化。这就要求我们必须维持和发展当前“节能型”的建筑使用模式,通过政策来持续这种模式,通过技术创新在这种模式下使建筑使用者得到更好的服务。

比较中美两国的这些差异,会使我们更清楚地看清我国城市建设发展和建筑节能工作中的问题。越深入进行这种比对研究,越能够找出脉络,挖掘出实质。这种研究需要对美国在这个领域的基本状况有全面了解,需要与美国相关机构、相关人员的直接沟通、交流,并共同开展对比研究。这也是中美清洁能源研究中心在建筑节能这一方向上准备主要开展的工作。这些年来,尽管中美两国在建筑节能领域多有交流,在政府间、学术界、企业界都有很多交往与合作,但是当真正要开展全面系统的比较研究时,就发现双方相互了解得还很不够,尤其是我国建筑节能领域的社会各界缺少对美国相关信息的系统了解,包括政策和标准体系,研究队伍、相关企业以及关键技术和措施。许鹏教授等学者所著的这本书系统全面地介绍了这些信息,第一次向我们全面地展示了美国在建筑节能领域的情况,填补了这方面信息的空白,恰逢时机。许鹏教授在美国学习和工作多年,对美国建筑节能领域的情况非常熟悉。尤其是在加入美国劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL)后,专门从事中美两国建筑节能领域的相关政策和技术方面的研究与对比,多有建树和成就,因此是最适合承担起向国内全面介绍美国情况的学者。尽管他回国加入同济大学的时间不长,身负繁重的科研任务,还是抽出时间完成这样一本著作,可以说是尽到了一份社会责任。这项工作值得敬佩,也应该感谢。希望这本书能够成为一个好的开端,使我国建筑节能领域的政界、学界和企业界都能按照书中的脉络找到相关的信息,开展美国情况的研究,促进中美在建筑节能领域更深入的交流与合作。

江亿

清华大学建筑节能研究中心

2012年元旦

前 言

中美都是建筑大国，也是能耗大国。中美对全世界的温室气体排放量贡献达到一半左右。20 世纪 90 年代以后，中美两国都投入大量的人力、物力进行建筑领域的节能减排工作，无论从科研、到产业、到政府的建筑标准的制定和实施，作出的努力和起到的效果都为世人瞩目。

同时，中美之间又有着显著的文化、经济水平差异。在政府层面，美国把大量的精力投入到了前沿技术开发上。比如新型的空调系统、空调方式、新材料、新的制冷模式。同时投入了大量的财力在软件开发上。而另一方面，中国在政府的引导下，在建筑标准的制定和实施方面做了大量的工作。建筑节能标准的实施率从原来较低的水平达到了如今的 90% 以上（北方地区）。中美两国在民间有大批绿色建筑的拥护者。自发组织团体，设立非强制性标准，推动建筑领域节能减排的工作。最近十年比较有特点而且非常成功的就是美国的绿色建筑协会和其推动的绿色建筑评估体系（LEED）认证，对中美两国绿色建筑领域有着显著的推动作用。

中美在建筑和能源领域有着广泛的合作和密切的往来。历任美国能源部部长多次访问中国，中国多所大学、科研机构美国的大学、科研机构形成定期的长期合作关系。比如清华大学和美国宾夕法尼亚大学、联合技术公司的合作，美国劳伦斯伯克利国家实验室和中国建筑科学研究院的合作。城市之间的合作，私人公司之间的合作，都很密切。

但是这些合作和交流都是点对点合作，是个别科研单位和个人与美国科研单位和个人的合作。中国的科研人员和政府都无法从全局上对美国建筑和能源领域有全局的把握。除了直接从合作人员之间了解对方的产业科研活动，那些没有直接参与合作的其他中国的技术人员并不了解美国的最新技术动态。大量的信息都是以口头相传的方式进行传递的。政府人员并没有办法从全局上把握美国的产业政策以及对科研企业的扶植力度和方向。

和中国一样，美国同样是个幅员辽阔的国家。各个州还拥有相当独立的立法和司法权。建筑能源领域的从业人员众多。单单美国暖通空调协会的会员人数就达到 10 万多人。暖通空调协会下属的技术委员会达到 100 个，几乎覆盖了建筑能源领域的每一个方面。这些人员大多数和中国没有直接的往来，两国的业者并不了解对方日常的科研产业活动。

出版这本书的目的是全面、系统地总结、了解美国建筑能源领域的发展情况及最新动态、产业发展方向。发表这样一本《美国建筑节能研究总览》可使中国建筑领域的从业人员和政府官员全面、系统地了解发达国家在科研领域、新产品研发领域的发展情况及动态。

这本书的意义在于：

（1）对于中国的产业制造业者以及没有机会和美国直接接触的中国中小企业业者，在足不出户的情况下，也能了解最新的产品信息，帮助中国实现产业转型和制造业产品升级。

（2）对于中国政府官员，在不用阅读英文文献的情况下，可以迅速了解到美国的产业政策、科研方向和美国建筑领域能源、碳排放的现状和未来趋势。

（3）对于中国的科学技术人员，特别是对于中国非一线的大专院校，能够直接了解到世界上最新的科研动态，直接跟踪和捕捉科技前沿的研究方向。

（4）对于中国的非官方机构和绿色建筑爱好者，能够全面系统地了解美国民间机构的最新动态以及基金会的关注热点。

（5）对于中国的建筑节能从业人员，可以全面了解美国的最新案例。无论是既有建筑还是

新建建筑，如何成功地实施一个高能效的建筑和区域规划。

本书总共分成七大章节，从三个方面总结分析美国的科研、产业动态和政府引导走向，概述了美国建筑能源领域政策、技术和市场的发展历史、动态。总体描述了美国建筑节能产业链、研究机构、政府部门的分工和运作情况。信息的来源以文献整理和分析为主，全部以非保密的公开文献作为依据。期待着我们的工作能让您获得收益并共同推动中国和美国在建筑节能领域的进步。

目 录

第1章 美国建筑节能政策

1.1 美国联邦政府与建筑节能	1
1.2 美国建筑节能政策概述	2
1.3 美国建筑节能经济激励政策	13
1.4 《2009 年美国复苏与再投资法案》(ARRA)	20
1.5 美国建筑能耗概况	23
1.5.1 美国建筑能耗总体概况	23
1.5.2 美国近年建筑能耗统计	26
1.5.3 美国建筑能耗未来走向及预测	34

第2章 标 准

2.1 美国建筑节能标准简介	36
2.2 强制性标准	39
2.2.1 商业建筑标准 (美国暖通空调工程师协会标准 90.1—2010)	39
2.2.2 居住建筑标准 (《国际节能规范 (2010 年)》)	42
2.2.3 加利福尼亚州建筑标准 (Title 24—2008)	46
2.2.4 加利福尼亚州电器能效管理标准	48
2.2.5 美国电器及商用标准	52
2.3 自愿性标准	55
2.3.1 中小型办公楼先进节能设计指导 (ASHRAE ADEG-SMO)	55
2.3.2 绿色建筑标准 [绿色建筑评估体系 (LEED)]	58
2.3.3 建筑标识系统能源之星 (ENERGY STAR)	62

第3章 美国建筑节能技术研究

3.1 大学建筑节能科研动态	67
3.1.1 卡内基·梅隆大学 (Carnegie Mellon University)	67
3.1.2 麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology)	70
3.1.3 斯坦福大学 (Stanford University)	73
3.1.4 加州大学伯克利分校 (University of California at Berkeley)	74
3.1.5 加州大学戴维斯分校 (University of California at Davis)	75
3.1.6 爵柯斯大学 (Drexel University)	79

3.1.7 宾夕法尼亚州立大学 (Penn State University)	79
3.1.8 普渡大学 (Purdue University)	82
3.1.9 科罗拉多大学博德分校 (University of Colorado at Boulder)	83
3.1.10 俄克拉荷马州立大学 (Oklahoma State University)	84
3.1.11 得克萨斯农机大学 (Texas A&M University)	86
3.1.12 雪城大学 (Syracuse University)	90
3.1.13 得克萨斯大学奥斯汀分校 (The University of Texas at Austin)	93
3.1.14 威斯康星大学麦迪逊分校 (University of Wisconsin-Madison)	97
3.2 研究机构建筑节能科研动态	99
3.2.1 西北太平洋国家实验室 (PNNL)	100
3.2.2 劳伦斯伯克利国家实验室 (LBNL)	104
3.2.3 橡树岭国家实验室 (ORNL)	106
3.2.4 国家可再生能源实验室 (NREL)	109
3.2.5 国家标准与技术研究院 (NIST)	113
3.3 能源研究中心 (HUBs)	114
3.3.1 能源前沿研究中心 (Energy Frontier Research Centers)	114
3.3.2 建筑能效与创新中心 (ERIC)	118
3.3.3 中美清洁能源联合研究中心 (CERC)	121
3.4 其他相关政府机构	123
3.4.1 能源部能源效率与可再生能源办公室	123
3.4.2 美国国家环境保护局 (EPA)	127
3.4.3 美国总务管理局 (GSA)	130
3.4.4 加州能源委员会 (CEC)	131

第4章 美国建筑节能行业协会

4.1 概述	134
4.2 美国能源效率经济委员会 (ACEEE)	134
4.2.1 美国能源效率经济委员会简介	134
4.2.2 美国能源效率经济委员会的主要工作	135
4.3 美国太阳能学会 (ASES)	137
4.3.1 美国太阳能学会简介	137
4.3.2 美国太阳能学会的主要工作	137
4.3.3 美国太阳能学会的主要技术部门	138
4.4 美国暖通空调工程师协会 (ASHRAE)	139
4.4.1 美国暖通空调工程师协会简介	139
4.4.2 美国暖通空调工程师协会的主要出版物	140
4.4.3 美国暖通空调工程师协会的科学研究所	141
4.5 美国机械工程师协会 (ASME)	150
4.5.1 美国机械工程师协会简介	150

4.5.2	美国机械工程师协会的主要工作	150
4.5.3	美国机械工程师协会的研究范围	151
4.6	国际建筑性能模拟学会 (IBPSA)	152
4.6.1	国际建筑性能模拟学会简介	152
4.6.2	国际建筑性能模拟学会的主要工作	152
4.6.3	国际建筑性能模拟学会出版的刊物及授予的奖项	153
4.6.4	国际建筑性能模拟学会——中国分会	154
4.7	美国绿色建筑委员会 (USGBC)	154
4.7.1	美国绿色建筑委员会简介	154
4.7.2	美国绿色建筑委员会的主要出版物	156

第5章 市场——美国建筑节能产业动态

5.1	概述	158
5.2	美国地源热泵产业发展	158
5.2.1	地源热泵技术简介	158
5.2.2	美国地源热泵技术的发展历史	158
5.2.3	美国地源热泵技术的发展现状	159
5.2.4	美国地源热泵技术未来的发展和研究方向	160
5.2.5	我国发展地源热泵技术的意义	161
5.3	美国合同能源管理市场发展综述	161
5.3.1	合同能源管理简介	161
5.3.2	美国合同能源管理发展历史	162
5.3.3	美国合同能源管理市场现状	163
5.3.4	美国合同能源管理的未来发展	164
5.4	建筑咨询和设计公司	165
5.4.1	SOM	165
5.4.2	HOK	168
5.4.3	ARUP	171
5.5	承包商	172
5.5.1	Bovis 联盛公司	172
5.5.2	Tishman 建筑公司	175
5.6	制冷设备产品制造商	178
5.6.1	开利	178
5.6.2	特灵	180
5.7	自动控制产业	182
5.7.1	西门子	182
5.7.2	江森自控	185

第6章 案例——典型工程项目分析与介绍

6.1	概述	189
-----	----------	-----

6.2 单体建筑案例	189
阿姆斯特朗国际工业公司总部大厦 701 改造项目	189
6.3 单体新建项目案例	190
6.3.1 低收入住宅 Vista Dunes 住宅群（美国的经济适用房）	190
6.3.2 公共建筑：普罗西米底酒店	192
6.3.3 其他特殊功能建筑	194
6.4 城市和小区案例	195
华盛顿会展中心	195

第7章 总结与展望

参考文献	200
------------	-----

第 1 章 美国建筑节能政策

1.1 美国联邦政府与建筑节能

建筑业不同于其他制造业，一栋建筑是社会人群活动的载体，是多人共享的空间。因此，建筑牵涉到社会的各个方面，从土地的使用到公共安全，从能源的使用到道路交通。因为这个特性，无论是中国还是美国，无论是历史还是当今，政府的公共行为总是和建筑业息息相关。

建筑节能也不例外。如果从历史的眼光来看，传统上奉行自由资本主义的国家是不关心和参与建筑能源管理的。不像计划经济的国家，需要整体考虑能源的调配和使用。资本主义国家里，一栋建筑用多少能，怎么用能，都是私人业主自己的事情，和政府无关。即使在今天的美国，奉行这样思想的人，特别是共和党的保守派，仍然不在少数。美国今天仍然有相对保守的州，没有对建筑的能效实现监管，完全处于民众的自发管理模式中。

美国和中国由于国情不同，政治体系和制度不同，导致了在建筑节能领域，相关责任单位的权利和义务也完全不同。另外一方面，中国和美国的特点都是经济规模庞大，幅员辽阔，参与建筑建造的人员广泛，高等院校众多。这样就决定了中美两国的相似之处。比如，中国和美国一样，众多大学和研究机构参与到建筑节能的研究工作之中。中国和美国，都有直接的行业协会，都有产品的标准，都有著名的大规模的设计咨询公司和建筑商。

从组织架构上看，和美国不同，中国是一套完全自上而下的管理体系。最上面的管理单位是住房和城乡建设部，最下面是各个质监站和管理机构。配合整个系统运行的是各级建筑科学研究院和节能中心。标准由中国建筑科学研究院编写，住房和城乡建设部颁发，大学为整个行业提供技术支持和人才的培养。

美国传统上是没有建筑管理所对应的联邦机构的。美国的建筑标准以前是，并且今天也是地方城市的一级管理任务。联邦政府不负责建筑的管理。地方政府，有时是州一级的单位、各个县或者各个市，负责制定和选择他们自己的管理办法。

包括今天在建筑节能领域发挥最大作用的美国能源部，传统上是负责美国核能的管理与发展的。从 20 世纪 70 年代的能源危机开始，美国能源部渐渐进入建筑能效领域。但是他们从事的工作也不像中国，是全责任制的管理。能源部不负责具体节能项目的实施，基本上能源部的任务是支持技术传播，制定标准和组织科研工作。联邦政府大楼的节能由总内务管理部负责，州政府建筑由州政府内务部负责，各个地方的私人建筑由城市立法实施。

在建筑节能领域，从业机构总体有这些：

(1) 联邦部门。比如能源部，能源与能效办公室，环保署，能源之星的制定者等。

(2) 联邦一级的研究机构。比如国家实验室，有些属于能源部，列入劳伦斯伯克利国家实验室 (LBNL)，有些属于商业部，列入国家标准与技术研究院 (NIST)。

(3) 州一级的管理机构。比如纽约州的 NYESDA 和加利福尼亚州的能源委员会。

(4) 行业协会。行业协会都是独立的法人机构，与联邦政府和地方政府没有从属关系。经费来源也往往是独立自筹。他们制定行业标准，行业标准是否被地方政府采纳，完全由地方政府决定。

(5) 大学。大学分私立和州政府的公立大学，没有联邦一级的大学。经费往往来自能源部、州政府或私人公司。

(6) 电力公司。电力公司在节能的实践推广工作方面的贡献很大。比如加利福尼亚州的太平洋瓦电, 每年投入 20 亿美元用于建筑节能改造。

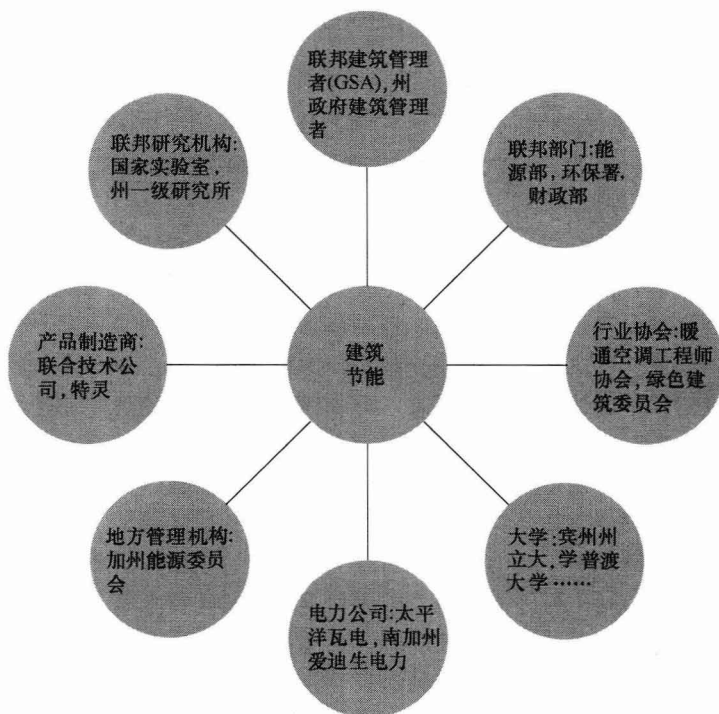


图 1-1 美国建筑节能领域各部门或机构之间的关系图

和中国的纵向从属机构不同。图 1-1 中的各个机构并没有从属的关系。这里面最能调动各方面资源的, 并不是靠着行政命令, 而是靠着手中资源和经费的使用。比如能源部在最近几年里话语权比往年提高, 并不是靠着行政命令, 而是因为奥巴马上台之后, 联邦政府用于建筑节能的支持加大。在 20 世纪 80 年代的里根时代, 能源部差点因为政治原因被解散, 当时它对建筑节能的影响就相当小。

各个部门虽然不互相从属, 也没有单位和个人在全局上的协调。但是总体上, 大家是按照传统和默认的规则方式进行工作的。比如行业协会美国暖通空调工程师协会 (ASHRAE), 每年在没有联邦政府支持的情况下, 靠工程师自愿编制大量的行业规范。各级地方政府往往自觉采用这些规范而不是自己重新编写规范。大的州, 比如加利福尼亚州可能觉得标准太宽泛, 于是制定了自己的标准。电力公司在州能源委员会的监督下, 迫于建设新电厂的压力, 每年投入大量经费用于地方的既有建筑改造, 同时也会支持大学和研究所作实用型的科学研究。能源部支持基础科研、大型软件的开发, 通常不介入行业协会的管理, 但是有时会提供配套经费。这种退税计划的制订和实施涉及财政部, 但是技术内容, 往往是组织专家共同制订的。

为了更加形象地说明联邦政府在建筑节能中的作用, 我们分三个部分来介绍三个具体的内容: 一个是能源政策的概述, 一个是建筑节能经济激励政策, 一个是 2008 年经济危机之后, 出台的美国经济恢复和再生能源法案。

1.2 美国建筑节能政策概述

自 1970 年石油禁运以来, 作为减少美国能源进口、贸易赤字和对环境影响最为有效的措

施之一,节能和能效成为美国能源政策的基本要素。《1975年能源政策与节能法案》(Energy Policy and Conservation Act of 1975, EPCA)是美国联邦政府颁布的第一个通过节能与能效措施应对能源价格上升和能源进口增加的重要政策。1975~2007年的32年间,美国的能源消耗持续上升,其温室气体排放量在全世界一直处于遥遥领先的地位,且逐年上升,目前是仅次于中国的第二大排放国。据国际环境调查机构(Environmental Investigation Agency, EIA)的估计,美国在电力、建筑、交通和工业领域的能源消耗造成的碳排放从2007年到2030年将由84.13亿t增长到91.32亿t,其中发电始终是最大的碳排放领域。尽管温室气体排放量持续上升,美国在减缓碳排放增长方面还是取得了一定的成效。从2000年到2005年,美国的国内生产总值(GDP)上升了12.8%,而化石能源碳排放仅增长了2%,其碳排放增长率与GDP上升率的比值排在德国、英国和俄罗斯之后,位于第四(图1-2)。这些成绩的取得不能不归功于其能源政策。美国联邦政府和州政府将减缓气候变化和可再生能源利用的各项政策逐步引入到原有的能源和环境法案。《2007年能源独立与安全法案》(Energy Independence and Security Act of 2007, EISA)是美国联邦政府颁布的最新的节能与能效法规,是对以往一系列法规的更新,包含了比以往法规更多的要求和目标,预计将取得非常大的节能效果。该法案与《2005年能源政策法案》(Energy Policy Act of 2005 EPA05)一起对美国的联邦、州和地方的新节能政策、计划和实际项目产生了深远的影响。

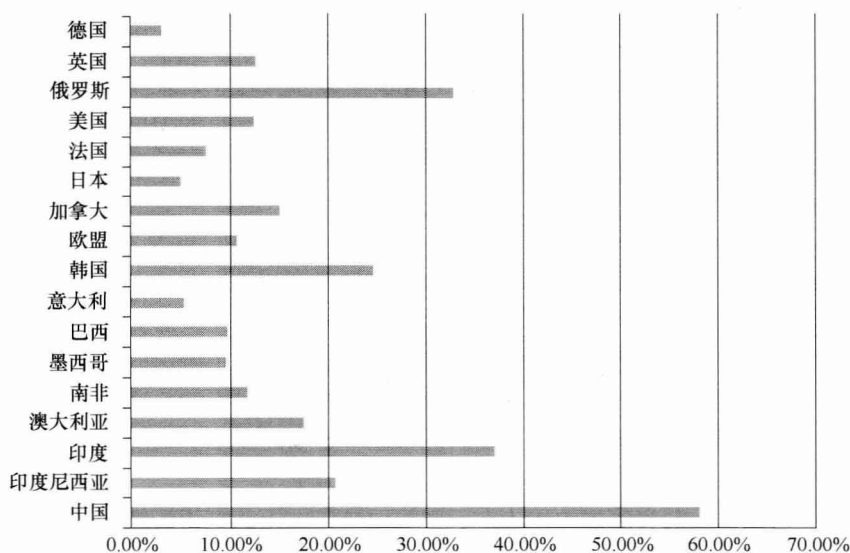


图 1-2 化石能源消耗引起的二氧化碳排放占总碳排放百分比与国内生产总值增长率

(资料来源:国际能源署(IEA),2007年化石能源碳排放)

1. 美国能效与节能政策的发展历程

在过去的30年中,美国的节能与能效政策的三个主要驱动力是:①能源安全;②环境保护;③经济发展。这三大驱动力对于能源政策影响的优先次序因政治、市场和技术的发展和变化也发生着变迁。从1975年到2007年,美国的能源供应、输送和终端使用的相关政策、市场和技术等在32年间发生了非常大的变化。美国的能源政策和计划已将其范围扩大到经济的所有领域和全美的所有地区。与此同时,因能源供应行业需要大量和长期的资金投入,发电、炼油、输送管路和储存等的技术进步比立法和市场的变化要慢得多。因此,如何制定有效的能源政策并加以实施,对于决策者来说是非常具有挑战性的。1975~2007年,虽然美国政府采取了很多的措施,其石油进口占总能源的百分比还是从37%上升到了65%。当然,仅用石油进

口水平来评价能源政策是否有效并不合适，原因之一是建筑、工业和发电领域的石油消耗量很少，节能政策在这些领域的效果无法体现。

从《1975年能源政策与节能法案》颁布以来，美国政府对于节能与能效政策的支持力度经历了一些起伏。1978年颁布的《国家能源法案》延续了《1975年能源政策与节能法案》的内容，并增加了住宅、商业、交通和发电领域的新条款。当年美国的石油进口比例达到44%。1981年，在加强能源价格的控制后，能源价格有所下降。1983年的美国能源部国家能源政策计划强调石油价格的变化性和与之对应的灵活的能源政策的必要性。当年美国的石油进口比例降低到了33%。20世纪80年代美国的能源政策取得了一定的成绩，但因后期石油价格较低，没有新的能源法案颁布，同时美国石油生产量减少，到1987年，石油进口上升到40%。全球环境与气候变化使美国政府重新认识到节能政策的重要性。《1991年清洁空气法案修正案》、《1991/1992年能源部国家能源战略》、《1992年能源政策法案》都对建筑、工业和发电领域的节能与能效作了新的规定，例如，电和天然气设施的整体规划、13大类的住宅电器设备的效率标准和标识。这些政策还包括了对建筑、工业、发电（供给侧与需求侧）和运输的相关能效技术的研究和开发进行大力的资金支持的条款。1992年美国石油进口上升到46%。1995年，节能与能效进一步得到重视，美国能源部发布的《可再生能源战略》中的五大战略之一是通过扩大节能和能效技术的研发以及可替代交通燃料、可再生能源和技术的利用来提高能源利用效率。由于美国经济和能源需求的增长、国产原油供应量的减少和可替代交通燃料的缺乏，当年美国的石油进口上升到50%。进入21世纪，美国的能源政策开始把重点放在减少温室气体排放和全球气候变化上。《2005年能源政策法案》涵盖了很多交通、建筑和发电领域的新的节能与能效条款。该法案对于能效与可再生能源的技术研发的资金支持的力度更大，且对能源供应侧如核能和碳捕获与碳封存等技术提供支持。而因需求的上升和国产原油的减少，美国的石油进口持续爬升，2000年为58%，2005年为66%。

2. 美国政府各层面的能源政策

美国能源政策可分为联邦政府、州政府和地方政府三个层面，表1-1总结了各层面能源政策与法规的优势与面临的挑战。联邦政府层面的政策与法规的最主要的优势是影响面广，联邦政府可以在节能技术商业化进程的最初阶段对其进行奖励，可制定全国统一的标准，如电器和汽车标准等，可为各州、各地方政府和私人企业提供专业的技术支持，这些都有利于最大限度地扩大政策影响力。其缺点是可能由于过度管理限制了市场的发展，以及低估了州政府与地方政府的执法能力。

州政府层面的能源政策和法规的优势在于影响面较广，但是更为精细、灵活的指令和激励政策。例如，大部分州政府颁布的建筑规范在保持统一性的同时考虑到气候、经济和能源供应等因素。很多州施行吸引和支持新兴技术企业的定制激励措施。州政府对大多数公用设施具有司法权，因而可以通过需求侧管理和限制电力供应的增长，优化电力资源。州政府还可以建立专项能效基金，也称为“公共效益基金”，为州内的节能项目提供资金支持，降低私营投资者在进行投资时的风险。

地方政府受到地域司法权和较少的资金量的限制，但是其优势是可根据社会需求对政策进行微调，例如，多数地方政府对区域划分、规划和建筑许可具有司法权，能够直接影响和应对地方居民和商业的需求。地方政府还是联邦和州能源政策实施的关键伙伴。因与社区层面的直接接触和了解，地方政府在实施某些联邦和州的指令时相对具有优势。

美国能源政策的三大驱动力——经济发展、环境保护与能源安全，超越了政府的各层面但其表现并不相同（表1-2）。例如，三个政府层面都关注空气品质的改善，但采取的方式不同。能源安全在每个政府层面都受到重视，但联邦政府更重视汽车的能效，地方政府则更重视提高

燃料的多样性。在每个司法层面都存在投资杠杆与政策调控之间固有的紧张关系，也是一种权衡，有助于根据政策来设计司法措施。

各政府层面的能源政策与法规的优势与挑战

表 1-1

司法层面	优势	挑战
联邦政府	(1)大范围、大规模的激励政策； (2)统一的标准； (3)专业的技术支持； (4)跨州的公用设施规范； (5)公众领导力	(1)过度管理可能会使市场收缩； (2)对能源政策进行调整的能力有限
州政府	(1)可根据各州的特点和需求调整政策； (2)州内的公用设施规范； (3)公众领导力	(1)资金有限； (2)地域影响力有限
地方政府	(1)可根据当地需求调整政策； (2)公众领导力	(1)资金有限； (2)地域影响力有限

主要司法层面驱动力

表 1-2

司法层面	驱动力	投资杠杆能力	政策调控能力
联邦政府	(1)经济发展； (2)支持大范围的经济； (3)环境保护； (4)保护公共卫生； (5)减少碳排放； (6)能源安全； (7)减少对石油的依赖； (8)维持电网基础设施的可靠性	高	低
州政府	(1)经济发展； (2)吸引工作和企业； (3)提高能源供应的可靠性； (4)减少能源供应对大量资金投入的需求； (5)降低用户的能源费用； (6)环境保护； (7)提高区域空气质量； (8)减少碳排放； (9)能源安全； (10)燃料多样性(发电与交通)； (11)能源价格的稳定	中等	中等
地方政府	(1)经济发展； (2)扶植地方经济的发展； (3)减少交通； (4)环境保护； (5)改善空气品质； (6)能源安全； (7)燃料多样性(发电与交通)	低	高

三个司法层面的能源政策的目标是一致的，每个层面把重点放在自己地域范围的管理上。对于各层面能源政策的相互作用的充分理解对于降低能耗是非常关键的。

因为政策的实施往往有相互重叠和协调的部分，政府各层面的能源政策对于节能的作用和贡献往往很难予以准确评估。能耗的降低还与一些非政策因素相关，如经济背景、天气和技术