



中国建筑部门碳减排技术评价

刘 强^{1,2}, 石敏俊¹

1. 中国科学院研究生院, 北京 100049

2. 国家发展和改革委员会能源研究所, 北京 100038

中国的建筑规模十分庞大。过去十几年间中国建筑部门每年新增建筑面积均在 16~20 亿 m^2 左右, 比美、日、德、英、法、意 6 国年新增建筑面积的总和还多。按中国建设部统计数据, 2005 年全国既有建筑面积约为 420 亿 m^2 , 居世界第一。预计建筑部门未来仍将维持较快增速, 建筑面积在 2030 年将达 910 亿 m^2 。

建筑部门是中国的能耗大户。建筑能耗指建筑使用过程中的能源消耗, 主要包括建筑采暖、空调、热水供应、炊事、照明、家用电器、电梯、通风等能源系统和设备的运行能耗。按建设部统计, 2005 年中国建筑能耗总量约 6 亿标准煤, 占全国总能耗的 28% 左右。目前中国建筑部门能源利用效率总体水平较低, 与发达国家有不小差距, 如中国建筑的平均保温隔热水平为北欧等同纬度发达地区的 1/2~1/3^[2-3], 节能潜力巨大。

中国建筑节能工作 20 世纪 90 年代启动, “十五” 特别是进入“十一五” 后, 政府对建筑节能高度重视和支持, 陆续出台多项促进建筑节能的法律法规和政策措施, 促进了建筑节能工作的开展, 带动了建筑部门节能技术和新能源技术的应用和推广。目前新建建筑已基本实现按节能标准设计, 节能建筑的比例不断提高, 可再生能源在建筑中的应用面积不断扩大。截至 2006 年底, 全国建成节能建筑面积为 10.6 亿 m^2 , 占全国城镇既有建筑面积比例 7%^[4], 全国城镇太阳能光热应用建筑面积为 2.3 亿 m^2 , 浅层地能热泵技术应用建筑面积达 2650 万 m^2 。但中国在推广建筑节能方面还存在很多问题, 如建筑节能的相关体制和机制还不够健全和完善, 既有建筑节能改造工作基本停留在试点示范阶段, 全国约 90% 既有建筑普遍存在能耗较高的问题等。

建筑部门的温室气体减排主要是建筑节能和新能源的利用, 相关技术的使用能带来显著的碳减排效果。很多建筑节能技术从全寿命期看经济效益大于其成本投入, 长期看减排成本也是负成本。随着建筑节能政策力度加强、市场机制完善、技术水平提高、技术成本下降, 建筑部门各种减排技术, 特别是一些新兴、节能强度高的节能技术和可再生能源技术, 将在建筑节能和碳减排方面发挥越来越大的作用。

1 建筑部门碳减排技术类型及评价

根据建筑能耗特点, 可将建筑部门减排技术分为 7 类。

1) 建筑围护结构节能技术。建筑物围护结构包括外墙、门窗、屋顶和地面、楼梯间间隔等。中国建筑围护结构节能技术目前已具备一定的发展规模和水平, 主要技术包括外墙外保温技术、高效节能玻璃技术、屋顶保温及绿化技术、建筑遮阳技术等, 而相变蓄热材料技术、冷屋顶技术有望在未来发挥更大的作用。这些技术的应用目前还受到一些制约, 最主要的问题是技术造价较高、工程施工水平差、产品质量低等^[5]。

建筑围护结构节能技术的节能减碳潜力较大。研究表明, 通过采取墙体保温措施, 在冬季比较寒冷地区的节能效果可达 50%~65%^[6-7]; 通过采用节能玻璃, 可比传统玻璃节能 40%~

60% 或更高^[8]; 通过采用屋顶保温技术和建筑遮阳技术, 可降低建筑物的空调电耗 10%~50%^[9]。总体看, 通过采用建筑热维护结构节能技术, 可将建筑物的热需求降至原先的 1/2~1/5, 即实现节能 50%~80%^[10-11]。

2) 采暖系统节能技术。采暖耗能在中国建筑能耗中所占比例非常高, 尤其是北方地区的采暖能耗, 占中国北方地区建筑能耗的 50% 以上, 占全国建筑能耗的 1/3 还多^[12]。采暖系统的减排技术主要包括 4 类: ① 提高区域集中供热比例, 采用大型高效率锅炉, 将燃煤锅炉转变为燃气锅炉; ② 扩大区域热电联供和热电冷联供的规模; ③ 改善供热计量体系和供热价格机制, 节约供热需求; ④ 提高供热管网的热效率, 减少供热输送中的热损失。其中, 前两类技术具有较好的节能效果和经济效益, 已得到较为广泛的应用。对第三类技术, 由于计量设施的安装和改造初始投资过高、供热价格改革面临体制和机制障碍, 其应用受到限制, 仅在少数地区进行了试点。总体看, 通过采用采暖系统节能技术, 可实现节能 20%~30%^[1, 13]。

3) 供冷系统节能技术。供冷能耗在建筑能耗中的比例很高, 尤其在一些夏季炎热的大中型城市比例更高。供冷系统主要节能技术包括: 空调系统变频控制技术、空调蓄能技术、空调余热回收技术、太阳能空调技术等。其中, 前两种技术是当前推广的重点, 后两种技术尚处研发和示范中, 市场潜力有限。目前, 中国供冷系统先进技术的应用比例比发达国家要低很多, 但随着技术成本的逐步降低, 其市场比例呈加速增长趋势^[14, 16]。

供冷系统节能技术能大幅降低夏季制冷时期的电力消耗, 如目前最节能的空调 (能效为 6.5W/W) 相比最低能效空调 (能效为 1.5W/W) 可减少空调用电 70% 以上^[14], 采用变频控制技术能实现节能 20%~50%^[16]。

4) 照明节能技术。中国照明用电占总用电量的 10% 左右, 但目前主要以低效照明为主。采用高效照明灯具是中国目前建筑节能改造中的一项重要内容, 20 世纪 90 年代中期即开始实施“绿色照明工程”, 并将其列为“十一五” 十大重点节能工程之一。受此推动, 高效照明灯具的市场拥有率不断提高, 预计在“十一五” 期间, 通过“绿色照明工程” 将形成节电能力 290 亿千瓦时^[15]。

照明系统的节能技术主要包括: 采用更高效照明灯具替代传统照明灯具, 如采用紧凑型荧光灯 (CFLs) 或更为节能的发光二极管 (LED) 替代白炽灯等; 通过先进的照明设计、管理和智能控制, 降低照明需求。研究显示, 高效节能照明灯具相比普通灯具可以实现节电率 35%~50%^[16], 如用 LED 替换紧凑型荧光灯 (CFL) 和白炽灯, 可实现节能 90% 以上^[1]。

5) 节能电器。电器和电子设备在中国建筑部门中的使用量和使用强度都呈不断上升趋势, 其耗能量也不断攀升, 但能效水平相比发达国家仍然较低。为此, 中国政府出台了一系列相关政策措施来促进节能电器和电子设备的使用, 如电器能效标准、电

器节能标识等。

目前新型电器和电子设备在功能上更为强大、节能效果更为突出,长期看具有更高的经济收益。研究显示,节能型电器比传统家用电器可节能 25% 以上^[14]。

6) 可再生能源利用技术。建筑部门可再生能源利用技术主要包括:太阳能光热、地源热泵技术、太阳能光电技术、地热能利用技术等。太阳能热利用技术目前在中国建筑部门中应用最为广泛,尤其是太阳能热水器,发展非常迅速。截止 2007 年,全国的太阳能热水器累计使用量接近 1.3 亿 m²,是全球太阳能热利用产量和使用量最大的市场。地源热泵技术在近年发展较快,2007 年应用面积已达 7000 万 m²^[17]。其它技术如地热供暖和供热水技术、太阳能供暖技术在某些地区已得到迅速发展,未来在资源丰富地区的发展潜力巨大。

建筑部门可再生能源技术的节能减碳效果显著,研究显示,太阳能热水器比传统热水器节能 50%~70%^[14],地源热泵技术比其他常规供暖技术可节能 30%~70%^[18]。

7) 新建建筑节能设计技术。目前国内外已有很多与节能和碳减排相关的建筑设计理念,包括绿色建筑、低碳建筑、被动房屋、节能建筑等,都强调在建筑设计的过程要从全寿命周期角度综合考虑建筑的材料、部件、技术和设备的选取及建筑的形状、布局 and 朝向,以达到建筑的最低能源需求和最少碳排放的效果。

中国对新建建筑的节能标准越来越严格,由此带动了新建建筑节能设计的发展,出现了一些示范性的节能建筑和低碳建筑。但与发达国家相比,中国在建筑节能设计的法律法规、制度规范、设计能力等各个方面还有较大差距。通过采用节能建筑设计,可比传统建筑节能 50%~65%,而如果采用更先进的“被动房屋设计”技术,可比节能建筑进一步节能 70% 以上^[14]。

2 建筑部门碳减排技术的减排潜力

建筑部门的技术减排潜力十分巨大。根据相关研究判断^[1,14,19],在未来碳减排技术没有充分应用的情况下,建筑部门的 CO₂ 排放量将从 2005 年的 14.5 亿吨 CO₂ 上升到 2030 年的 37.4 亿吨 CO₂ 和 2050 年的 44.5 亿吨 CO₂,从 2005 到 2050 年的碳排放年均增速为 2.5%。但如果碳减排技术在未来能够全部实施,建筑部门的 CO₂ 排放量到 2030 年和 2050 年将分别降至 27.9 亿吨 CO₂ 和 31.8 亿吨 CO₂,从 2005 到 2050 年的碳排放年均增速将降为 1.7%,碳减排效果相当明显。

各类减排技术比较,建筑围护结构节能技术、采暖系统节能技术、节能照明技术所带来的碳减排量最大,新建建筑节能设计的减排潜力也较大,但短期看主要来自于新建节能建筑,而被动房屋设计、绿色建筑等的节能潜力将在更长的时期发挥作用。

建筑减排技术的节能效果明显,相应会大幅减少能源消费的支出。从技术全生命周期看,大部分技术的减排成本呈负值,仅有一些新型技术如太阳能光伏技术、被动房屋、绿色建筑等的减排成本为正值。通过在建筑部门应用碳减排技术,可实现经济和环境上的双重收益。但建筑部门碳减排技术在实际应用时会面临很多额外成本,如交易成本、配套建设成本、建筑改造成本、机制改革成本等,而且很多技术的初始投资成本仍然很高。

3 结论

中国建筑部门目前可供选择的碳减排技术种类较多,减排潜力巨大。如果各种减排技术能够得到较好地应用,建筑部门到 2030 年、2050 年可分别实现约 25%、28% 的碳减排率。

目前建筑部门减排技术的应用还受到制约,其原因是技术应用成本较高;缺乏有效的、基于市场的融资机制和激励机制;

技术投资和受益主体不一致,降低了对技术投资的积极性;建筑部门节能标准较低,且对标准执行效果的监督不到位;在先进减排技术的设计、研发和应用方面仍落后于发达国家;建筑节能和减排的社会意识较弱等。

为推动建筑部门碳减排技术的使用,需在以下方面加大力度:① 强化建筑节能政策的制定和执行。强化对新建建筑和新增用能设备节能标准的制定、执行和监督;建立更为科学的建筑节能评价指标体系和建筑节能标准体系;将当前推动建筑节能的思路由“抓措施”转为“抓节能效果”。② 加强对建筑节能和减排技术的经济激励。改善能源价格体系,通过价格信号鼓励建筑节能的行为;改革供热机制,推广按供热/冷计量收费;加大对建筑节能技术及减排技术的财政补贴力度和税收优惠力度和范围等。③ 加强对建筑节能减排市场的培育。建立合理的市场融资机制和培育相应的融资机构;理顺各种相关利益主体的利益关系,将节能和减排行为与主体的经济效益挂钩;研究基于市场的长效融资方案并推动相应机构的建立。④ 提高建筑节能技术能力和水平。提高建筑节能设计能力;加强建筑节能低碳技术及材料的创新与研发,促进技术成本的降低等。⑤ 加强对建筑能耗的监测和统计,强化相关体系建设和人员能力培训;⑥ 提高建筑节能减排意识,加强对相关政策和技术的宣传。

参考文献 (References)

- [1] McKinsey & Company. China's green revolution: Prioritizing technologies to achieve energy and environmental sustainability [R/OL]. www.mckinsey.com/locations/greaterchina/mckonchina/reports/china_green_revolution.aspx, 2009-02-26.
- [2] 屈宏乐. 我国建筑节能工作的现状和展望 [J]. 砖瓦世界, 2008(1): 22-26.
- [3] 唐曙光. 我国建筑节能技术政策研究[J]. 中外建筑, 2007(4): 80-83.
- [4] 赵艳华. 建筑节能的技术途径及发展对策分析 [J]. 生态经济, 2007(10): 431-433.
- [5] 罗万军, 徐承立, 马洪亭. 几种主要建筑节能技术的发展现状和应用前景[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(11): 168-171.
- [6] 张军. 外墙外保温技术在北方住宅中的应用 [J]. 鞍山钢铁学院学报, 2002, 25(4): 292-297.
- [7] 张军, 孟令克. 外墙保温技术在住宅中的应用 [J]. 低温建筑技术, 2004(4): 84-85.
- [8] 袁丽莹. 建筑节能技术的多角度分析 [J]. 山西建筑, 2008, 34(14): 248-249.
- [9] 张文效. 建筑节能技术措施探讨[J]. 中国建设信息, 2007(6): 36-38.
- [10] Intergovernmental Panel On Climate Change. Climate change 2007: Mitigation of climate change [R]. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2007.
- [12] IEA. Energy technology perspectives[R]. Paris: IEA Publications, 2008.
- [13] 耿瑞涛. 我国建筑节能问题的经济思考 [J]. 北方经济, 2008 (3): 30-31.
- [14] 何建辉, 何华. 环境质量与建筑节能技术问题探讨 [J]. 新疆环境保护, 2001, 23(1): 29-31.
- [15] 杨西伟, 郝斌, 郑瑞澄. 我国主要建筑节能技术应用与发展[J]. 建筑节能, 2007(8): 39-47.
- [16] 国家发展和改革委员会. 节能中长期规划[R]. 2004.
- [17] 徐先勇, 方厚辉, 张国强. 建筑照明节能途径 [J]. 大众用电, 2007(10): 37-39.
- [18] 李元普, 王晔华. 中国地源热泵产业观察之解读[R]. 北京: 中国可再生能源学会, 2009.
- [19] 国家发改委能源研究所课题组. 2005 中国能源和碳排放报告[R]. 北京: 科学出版社, 2009.

(责任编辑 陈广仁)