

建筑节能与低碳建筑*

■ 龙惟定, 白玮, 梁浩, 范蕊

(同济大学, 上海 200092)

[摘要] 综述了中国所面对的温室气体减排形势,指出建筑节能是实现碳减排的基础,建筑节能也需要向低碳建筑发展。低碳建筑需要实质性节能。就实现实质性节能提出几项技术措施,并概述了低碳建筑的建筑形态和特点。

[关键词] 建筑节能;低碳建筑;二氧化碳减排;低碳经济

Abstract: The paper summarizes the situation of greenhouse gas emissions that the China are facing, points out that building energy efficiency is the basis for achieving carbon reduction, but building energy efficiency also needs to develop to the low-carbon building. The low-carbon building needs substantial energy savings. This paper proposes several technical measures to achieve substantial energy savings, and an overview of low-carbon buildings' architectural form and features.

Key words: building energy efficiency; low-carbon building; CO₂ emission reduction; low-carbon economy

[中图分类号] F407.9 [文献标识码] B [文章编号] 1002-851X(2010)02-0038-03

2009年12月19日,在丹麦哥本哈根举行的《联合国气候变化框架公约》缔约方第15次会议落下帷幕,会议表明,尽管世界各国在应对气候变化的策略和温室气体减排量的分配上有着巨大的分歧,但面对全球气候变暖的严峻现实,人类对温室气体减排的目标却是一致的,就是将全球气温平均上升2摄氏度当作一个可以接受的“安全底线”。温家宝总理在大会上代表中国政府又一次庄严承诺,到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%。在如此短的时间内大规模降低二氧化碳排放,需要付出艰苦卓绝的努力。继建筑节能、生态建筑、绿色建筑之后,建筑领域又面临发展低碳建筑的新的挑战。究竟什么样的建筑可以作为低碳建筑?低碳建筑对我们的建筑节能技术路线有哪些改变?这是本文试图回答的问题。

1 二氧化碳减排与建筑节能

根据全球气温上升2度的极限目标,到2050年,大气中的CO₂浓度不能超过450ppm,但即使2050年未达到这个浓度,全球平均气温增幅仍有50%的机会高于2摄氏度。根据世界气象组织的报告,2008年全球大气平均二氧化碳浓度已达385.2ppm,达到地球历史六十五万年以来的最高值。笔者根据我国政府“到2020年,我国单位GDP二

氧化碳排放量比2005年下降40%~45%”的承诺,按照GDP年均增长8%测算了我国所承担的减排量(见表1)。

表1 中国碳减排预测

年份	2005	2020
GDP(折合2000年美元)	20980亿	66552亿(年均增长率8%)
单位GDP的CO ₂ 排放量(kg/2000\$)	2.43	1.34(降低45%)
CO ₂ 年总排放量(亿t)	51	161(不采取减排措施)
		89(采取减排措施)

数据来源:IEA;Key World Energy Statistics, 2007

在减排中,应意识到,尽管在我国城市三大部门中,由能源消费产生的碳排放量的大小顺序是产业-交通-建筑,但根据麦肯锡管理咨询公司的分析,建筑领域减排可以结合建筑节能,是最容易实现而且是负成本的措施。在麦肯锡公司完成的研究报告“温室气体减排的成本曲线”一文中,减碳措施的负成本从大到小分别是:半导体照明、家用电子产品、商用建筑保温隔热、家用电器、提高电机能效、住宅采暖通风与空调、农田养分管理、耕地和残留物管理、住宅隔热保温、全混合动力汽车、粉煤灰替代炉渣熟料、废弃物回收利用、垃圾填埋沼气发电、其它工业能效提高、水稻管理、第一代生物燃料、小型水力发电。可以看出,其中一半以上的措施都属建筑节能技术或与建筑有关,通过建筑节

* 基金项目:上海市科委资助项目“临港新城低碳综合社区建设技术导则及方案研究”(09DZ1200802)

[作者简介] 龙惟定(1946-),男,上海人,教授,博士生导师,同济大学中英可持续研究院副院长,研究方向:建筑节能、低碳城市和能源规划。

能减碳是有收益的。因此,在减碳措施中应优先发展建筑节能,建筑节能也是城市碳减排的基础之一。

2 建筑节能与低碳建筑

2.1 低碳建筑要实现实质性减排

在理念上,低碳建筑有别于建筑节能。建筑节能是前瞻情景性的增量节能,低碳建筑是历史基准线性质的存量减排。

从图1可以看出,我们所谓“节能50%”或“节能65%”是一种建筑节能设计的计算依据,即假定不采取节能措施,对建筑物作能耗模拟分析,得出参考情景的“虚拟”能耗,然后针对采取了节能措施后的节能情景再作能耗模拟分析,得出模拟情景下的“预测”能耗,二者差值便是节能量,即将少增加的增量作为节能量。

再看图2,由于减排必须有一个约定的基准线,这一基准线是历史上某一时间节点的实际排放量(例如2005年)未来的减排目标必须低于基准线。因此,这一减排量必须是实际量,必须是可测量、可报告和可核查的,是在存量基础上的实质性减少,不能仅仅用模拟值。

2.2 实施低碳建筑的政策措施

建筑领域光靠增量减排即新建建筑减排是不够的,因为作为基准年的2005年,我国主要的建筑节能标准都已实施。因此,要实现建筑领域的低碳目标,必须另外发掘节能减排的潜力,对新建建筑要有更严格的节能措施,对既有建筑要更加注重实质性节能。这些政策措施包括:(1)实行比现行新建建筑节能标准更严格的新标准;(2)实行比现行耗能设备能效等级标准更高的新标准;(3)加强建筑节能运行管理,实施节能量绩效评估和收购制度;(4)使用可再生能源和替代能源;(5)更多地应用被动式节能技术;(6)在园区开发中实施能源规划和低碳规划;(7)对既有建筑实行节能改造和严格的节能量后评估,对高能

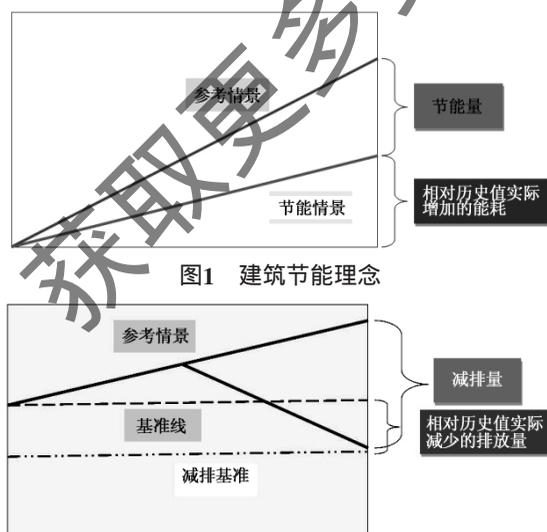


图1 建筑节能理念

耗的旧设备实行强制性淘汰更新(8)倡导低碳生活方式。

2.3 低碳建筑与城市能源供应系统相关

在我国高密度城市中,完全靠建筑一己之力实现能源的低碳甚至零碳是非常困难的。城市能源供应要实现低碳化,需要通过国家的宏观规划和统筹,在城市能源供应结构上降低煤炭比例、提高低碳和无碳能源的比例。

根据研究^[9],消耗每吨标准煤的碳排放系数为:

$$K = \alpha \times 1.026 + \beta \times 0.3902 + \gamma \times 0.2486 + \delta \times 0.0 \quad (\text{吨碳当量})$$

式中 α 、 β 、 γ 、 δ 分别是煤炭、石油、天然气和无碳可再生能源占总能源消费的比例。

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$$

上海市2007年的K值是0.6069t碳当量/t标准煤(相当于2.2253t二氧化碳当量/t标准煤)。可以看出,要降低K值,必须降低 α 、 β 值,提高 γ 、 δ 值。

2.4 权衡节能与低碳

节能技术一定减碳,但减碳技术不一定节能。以地源热泵为例,在普通燃煤发电的能源供应条件下,其供热的间接碳排放量甚至要高于以天然气为燃料的高效率锅炉的直接碳排放量。而从热力学第二定律的视角看,天然气直接燃烧属于“高能低用”,是不尽合理的用能。因此,在选用低碳建筑节能系统时,要根据当地资源条件,选取最适合的技术。

3 低碳建筑的技术措施

3.1 实质性节能作为无碳资源

低碳建筑要实现能耗“减量”化,需要提高需求侧(终端)能源利用率,从而将节约的资源统一作为一种替代资源看待,形成零碳排放的虚拟能源。它改变了以增加资源供给来满足日益增长的需求的传统思维定势(见图3)。

可以采取的措施是:

(1)执行更加严格的建筑节能标准,例如提高对窗的热工性能要求,将“能耗分项计量”等推荐性标准转为强制性标准,增加对夏热地区建筑遮阳的要求等。

(2)确定建筑耗能设备的最低能效等级门槛。以上海地区为例,将房间空调器从能效5级提高到能效1级,以全年平均使用700小时计算,年节电155kW·h,减少间接碳排放约146kg。

(3)太阳能与建筑一体化。除了一般的光伏电池和光热热水器等低效率应用外,可以进一步扩大应用范围,例如薄膜光伏遮阳设施、相变蓄热墙、太阳能制冷、太阳能除湿、光热发电等。现在的问题是太阳能装置的能量转换效率低、能量密度低。这要从两个方面努力,一是提高光电光热转换效率,二是提高用能设备(例如吸收式制冷机)效率。

3.2 将低碳管理融入建筑合同能源管理

随着碳交易、碳贸易的开展,既有公共建筑的碳管理将会提上日程。在英国和我国香港,已经在培养碳审计师



图3 节能作为一种资源

(Carbon Auditor)。我国巨大的减碳量如果分摊到各行各业,必然需要对企业、地区,乃至建筑物开展碳审计,以及对减碳量的核查。同时,也必然会出现建筑物碳改造的需求和为各种机构提供碳咨询的机会。与合同能源管理一样,碳服务公司(Carbon Services Company, CSCO)将为企业、地区和建筑物业主担保减碳量,为低碳改造融资,实施减碳改造工程,以及提供碳交易的中介服务等。

3.3 使用可再生能源和未利用能源

由于某些绿色建筑评价体系(例如 LEED)的引导,致使在建筑节能中往往只重技术的有无,不重节能的结果。比如用了地源热泵就是节能建筑。尽管在某些场合使用地源热泵不一定比普通供热供冷系统节能,但为获取财政补贴和某些评价称号,某些业主往往不顾资源条件,对地源热泵趋之若鹜,而不去认真和详尽地分析在当地地源热泵的全年运行工况和热平衡。在低碳建筑的建设中,这种只顾形式而不管实质性节能的思维方式必须改变。必须认真研究可再生能源和未利用能源究竟能够替代多少化石燃料、当地的资源条件能不能满足需求,以及用能系统的优化匹配等问题。

3.4 使用被动式节能技术

低碳建筑要实现实质性节能,就需要更多地利用无碳的被动式节能技术,例如昼光照明和自然通风。昼光照明可以降低照明能耗,做到白天不开灯;自然通风可以在夏季和过渡季实现免费供冷(free cooling),并改善室内空气品质。欧洲很多所谓零能耗和零碳建筑就是靠被动式技术和可再生能源实现的。但是在应用被动式技术时,要充分考虑我国城市的气候特点和环境特点。

3.5 园区能源规划

此处的“园区”是指综合性的社区、街区、成片开发区,其占地面积在数平方公里以下、建筑面积在百万平方米以下。在这一层面上,能源系统主要满足“建成环境(BE, built environment)”的需要,即建筑供冷、供热、供生物质燃气、供生活热水和部分低压供电的需要。过去,园区能源规划并不被重视,很多重大项目甚至把建筑用能设备归入“家电”范畴,完全游离在规划之外,造成能源利用和资金的浪费。而要建设低碳建筑,能源利用的3“D”,即低碳(Decarbonization)、低集中度(Decentralization)和低负荷强度(Demand reduction)是缺一不可的,必须在园区规模上协调。

3.6 倡导低碳生活方式

一方面,应该适度合理消费化石能源。低碳生活并不是要人人作“苦行僧”,降低人们的生活质量。政府应该为低收入人群和弱势群体提供最基本的、能够维持健康的生活环境(例如,冬天室内温度至少在12℃以上,夏季室内温度至多在32℃以下);同时保证商品住房的环境质量与价格相符。在另一方面,应该注重宣传教育。媒体和舆论不应该一方面宣传节能减碳,一方面又铺天盖地地宣传着高碳不节能的生活方式(如豪华别墅、大排量汽车、赛车、高尔夫、反季节休闲、一次性消费等)。

4 结语

建筑实质性节能,提高建筑能效,是发展低碳建筑的根本手段。在我国快速城市化进程中,低碳建筑的建筑形态必然是紧凑型的、有较高的建筑密度和容积率的,以减少土地利用的碳排放。在大规模旧城改造的形势下,低碳建筑应更多地采用回收的废旧建筑材料,更多地发展工厂化、装配式建筑,减少废弃物和固体垃圾。在建筑能源利用上,要实现“高效、低碳、集成”,一方面充分利用可再生能源和低品位能源,另一方面将节能作为一种无碳替代资源。同时,要重视能源规划和低碳管理。▲

参考文献

- [1]中国科学院可持续发展战略研究组.2009中国可持续发展战略报告[R].北京:科学出版社,2009.
- [2]International Energy Agency (IEA).Key world energy statistics 2008[EB/OL].http://www.iea.org/.
- [3]Kennedy, C.A., Ramaswami, A., Carney, S., Dhakal, S. Greenhouse gas emission baselines for global cities and metropolitan regions[EB/OL].http://www.urs2009.net/.
- [4]Tomas Naucler, Jerker Rosander.通向低碳经济之路——全球温室气体减排成本曲线(2.0版)[EB/OL].https://china.mckinseyquarterly.com/.
- [5]潘家华.满足基本需求的碳预算及其国际公平与可持续含义[J].世界经济与政治,2008(1).
- [6]龙惟定,白玮,梁浩,范蕊.低碳城市的能源系统[J].暖通空调,2009,39(8).
- [7]CCICED-WWF.Report on Ecological Footprint in China [EB/OL].http://www.footprintnetwork.org/.
- [8]仇保兴.紧凑度和多样性——我国城市可持续发展的核心理念[EB/OL].http://www.gx-info.gov.cn.
- [9]梁朝晖.上海市碳排放的历史特征与远期趋势分析[J].上海经济研究,2009(7).
- [10]龙惟定,白玮,范蕊.低碳经济与建筑节能发展[J].建设科技,2008(24).

(编辑 谭丰华)