

# 碳排放大户建筑业如何节能减排

## —访清华大学建筑学院副院长林波荣

■中国城市报记者 郑新钰

随着城镇化的持续推进,建筑行业逐步成为碳排放的大户。在“双碳”目标下,其面临着较为艰巨的节能减排任务。

近日,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》,明确提出“实施建筑领域碳达峰、碳中和行动”。

本期,中国城市报记者邀请到清华大学建筑学院副院长、教育部长江学者特聘教授林波荣,为建筑行业节能减排开出“绿色药方”。

### 我国建筑行业碳排放总量居全球首位

**中国城市报:** 如何理解建筑行业碳排放? 其具有哪些特点和趋势?

**林波荣:** 根据 IPCC(联合国政府间气候变化专门委员会)体系的定义,4个主要碳排放部门为工业、建筑、交通、电力。其中,建筑部门的碳排放主要指其运行时产生的碳排放,可分为直接碳排放和间接碳排放。

直接碳排放是在建筑行业发生的化石燃料燃烧过程中导致的二氧化碳排放,包括直接供暖、炊事、生活热水、医院或酒店蒸汽等导致的燃料排放等;间接碳排放是外界输入建筑的电力、热力包含的碳排放,其中热力部分又包括热电联产及区域锅炉送入建筑的热量;此外,还有非二氧化碳温室气体的排放。

从全生命周期的碳排放量看,建筑运行阶段占比约为70%—90%,建材生产占比约10%—30%,建造约占1%,拆除约占1%;从单位时间看,建材生产碳排放强度最高。

我国建筑建造和运行阶段,相关二氧化碳排放占我国全社会总二氧化碳排放量的比例约为42%。因建筑规模大,我国建筑行业排放总量居全球首位。眼下,直接排放仍在增长,但增速放缓,预计未来增速将保持下降趋势。

### 建筑业减排存在四个误区

**中国城市报:** “双碳”目标下,我国建筑行业碳排放应制定怎样的目标? 目前面临哪些难题?

**林波荣:** 如果立即开始优化能源结构,如城市减少天然气使用、农村推广煤改电或生物质能、电力部门采取措施降低排放因子等,建筑行业将在2025—2030年间实现碳达峰。也就是说,建筑业如果勇担责任,有可能在“十五五”中期实现碳达峰目标。对标2060年碳中和目标,我国建筑行业宜在2050年左右实现近零排放。

但目前,“双碳”目标下,建筑业减排还存在四个误区。

第一个误区是,碳中和即各行业零排放。“双碳”目标的落实,不是简单地要求四个主要碳排放部门达到碳达峰和碳中和,这既不科学也不现实。2060年全社会碳中和并非各行业碳排放总和为零,预计

届时仍有15亿吨左右的碳排放量。

这个过程中,跨部门协同才能实现效益最大化,在不影响经济发展的同时,实现科学系统减排。需要特别提醒的是,一些“示范项目”简单化地全部依托外部绿色电力输入实现碳中和,难以推广和示范。

第二个误区是,建筑行业碳中和就是零碳建筑。建筑业减碳路径不等于全面构建零碳建筑,这既缺乏规模效益,也无跨行业协同,成本很高。从国内各地住建部门的补贴和工程实践来看,超低能耗建筑的增量成本约600—1000元/平方米,甚至更高。要实现建筑零能耗和零碳排放,增量成本会更高。

如果想要让成本降低一半,一个可探索的方案是推广“建筑+交通”双向储/供电模式。具体而言,可以推广“一车一桩”的智能充电桩,利用电动车电池的双向充放电,为建筑用电零碳提供支撑。比如白天充电桩给电动车充电,夜间电力不足时电动车给建筑充电,这样就可以解决一半以上的外部电力补充问题。或者在建筑、轨道交通等的屋顶和立面安装PV(塑料建筑模块),解决建筑少部分用电问题;推广冰/水蓄冷、风机水泵电梯变频等需求侧响应技术,解决剩余用电问题。

第三个误区是,只抓新建忽视既有。有的城市既有建筑面积占比已达八成以上,其中2000年前建成的建筑面积约占1/4,普遍存在节能标准落

后、墙体窗户等围护结构老化、碳排放强度大等问题。如果我们只抓新建,事实上只抓住了真正排放中的很小一部分问题。

对此我建议,首先调整既有建筑改造的重点、措施和经费使用方向。实操时,保温层改造补贴可以用于窗户改造、电气化补贴或热力管网改造等收益投入比更高的方面;取消光热补贴,加大光电补贴;逐步淡化超低能耗补贴,调整为对既有建筑采用低碳、零碳措施的补贴。其次,率先推进公共建筑低碳节能改造,逐步推进居住建筑低碳节能改造。最后,强化公共建筑能耗限额管理工作,提高建筑能源系统运维水平。这就要重视运维专业化程度,提高运维团队专业化水平;鼓励应用智能建筑能源运营系统,研发碳排放精准识别与计量技术,基于人工智能的建筑智慧运维及与区域零碳能源的精准协同和高效调控技术。

第四个误区是,减碳等于节能,缺乏碳排放清单分析,延续传统思路。行业的观念要改变——节能不等于低碳,低碳也不一定节能;对太阳能光热不应该再补贴,应该大力补贴光电;对热水器的补贴,应着重在含二氧化碳工质的热泵热水器上。

然后是需要做碳排放清单分析,统筹重点,优化方案。一个建筑或者某一个城市建筑行业的碳排放情况要用数据说话。比如燃气是否要全部电气化? 就得根据数据进行具体分析。不同地区、不同人员结构、不同建筑用途和功能,碳排放情况都是不一样的,不要一刀切,要科学系统地解决问题。

### 形成以低碳建材为主的建筑新格局

**中国城市报:** 为实现建筑业低碳转型,您认为还需要注意哪些方面? 有哪些具体的建议?

**林波荣:** 首先是源头减量。在排放源头减少碳排放,对新建建筑而言很重要,对既有建筑也是如此。要形成以低碳目标为导向的设计方法,要把空间减量和设备减量结合起来,突破以减量为导向的全过程设计优化的方法。能耗和碳排放都需要从强度、空间和时间三个维度来考虑,不要简单地只考虑强度的降低,要考虑空间跟时间的关系。

其次,要建立全新的低碳环境价值观和系统设计新理念。

我们的建筑要实现低碳,一方面要改善环境,满足人的需求;另一方面要有碳排放的天花板限制,只有强调建筑适应气候,强调部分时间、局部空间的使用环境营造方式,才能在低碳和健康两个目标方面实现统筹。在应对设计策略上,则要进一步强调个性化、自然化、健康化。

需要注意的是,这些创新不能只关注环境、能耗,还要关注低碳的结构体系使用,关注建材的低碳化利用。不同结构体系的住宅,碳排放高低相差60%以上,公共建筑甚至高出几倍以上。因此,一定要用政策、标准、价格等方式来引领、规范结构体系。

与此同时,建议形成以低碳建材为主的建筑新格局,减少水泥钢筋、玻璃等高碳建材的使用,鼓励多用各种低碳建材,例如逐步强调植物纤维残渣等新型环保建材。发达国家已出现很多这样的例子,我国需要实现规模化发展,从而大幅降低成本。

再次,在能源资产方面,要因地制宜考虑供暖热水的电气化和可再生化。北方地区要考虑通过技术创新推广低碳、零碳的供暖系统,当然在实际情况中,不一定所有的功能必须达到零碳,可能有10%—20%的供暖依然会产生碳排放。碳基能源和可再生能源进行结合或许效率更高。建筑的炊事热水,包括酒店宾馆的蒸汽等特殊用途,目前都没有太大的技术问题,关键是要降低成本,要促进文化价值观的转变。

目前,很多地方都在提“光储直柔”(光伏、储能、直流配电、柔性交互),但我们要清醒地认识到,“光储直柔”只是其中的一个手段,关键是全电气化的建筑能够柔性地跟电力网进行调配。“光储直柔”的关键是“柔”,光伏蓄电池和直流化都是手段,不一定都把光伏蓄电池直流化百分之百地安装在建筑内,还是要考虑从园区层面进行统筹。

最后,要关注各种颠覆性的低碳技术使用。比如既有建筑的智慧运维,包括基于“数字孪生”的实体空间和虚拟空间环境能耗的统筹优化,利用多维环境将能源场和人体健康关联起来,通过挖掘海量数据、优化空间流线,用非常低的碳排放构建健康的人居环境。大量的人工智能技术值得期待,而且有可能是颠覆性的。



为探索建筑领域碳达峰、碳中和之路,以建筑业绿色发展助力城乡建设绿色发展,多地举办相关主题活动进行研讨交流。图为10月底在河北雄安新区郊野公园举办的“2021雄安新区低碳建筑与新材料博览会暨论坛”现场。  
中新社记者 韩冰摄