

建筑业减碳途径及实施策略

阳栋, 李晃, 李水生, 侯亚康, 张水

中国建筑第五工程局有限公司, 中国建筑土木工程材料重点实验室, 长沙 410004

摘要 根据建筑行业的特点, 探讨了建筑业中实现减碳目标的具体举措, 分析了建筑业各个阶段碳排放的主要来源和场景, 提出了相应的改进措施; 并结合政策、标准、管理制度等方面探讨了减碳的策略。

关键词 双碳目标; 建筑业; 减碳

近年来, 随着城镇化与工业化进程的加速, 人类生活与生产活动产生的 CO₂ 排放量急剧增加。大量 CO₂ 排放造成温室效应, 导致全球变暖, 进而加速两极冰川融化、海平面逐步上升、极端天气频发, 不仅威胁到自然生态系统的平衡, 更是威胁到人类的生存。基于此, 中国于 2020 年提出了“双碳”目标, 即力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的碳排放目标。“双碳”目标的提出对全球温室效应的缓解和生态环境的保护具有重要的现实意义^[1]。

城镇化建设的快速增长促进了建筑业的蓬勃发展, 同时也导致建筑领域能耗持续增加, CO₂ 的排放逐年递增。据中国建筑节能协会发布的《中国建筑能耗研究报告(2020)》统计, 仅 2018 年中国建

筑全过程能耗总量高达 21.47 亿 tce(吨碳当量), 占全国能源消耗总量的 46.5%, 建筑全过程碳排放总量达 49.3 亿 t CO₂, 占全国碳排放比重的 51.3%。由此可见, 建筑业对能源的依赖和消耗非常大, 在建筑业的各个阶段实施节能、减碳已迫在眉睫。

建筑行业低碳理念的普及和实施, 不仅可满足政府对节能减排的号召和建筑行业健康发展的指导政策; 也符合建筑行业可持续绿色发展的要求^[2]。同时, 低碳建筑的设计和建造还能够最大程度地减少固体废弃物的排放和堆积, 有效降低建筑在建设过程中对周边环境的影响, 从而很好的实现人与自然的和谐共处^[3]。本研究从“双碳”目标出发, 概述建筑各个阶段中节能减碳的具体实施方法, 提出具体举措。

收稿日期: 2022-05-22; 修回日期: 2022-06-07

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFC1904700); 中建股份科技研发课题(CSCEC-2018-Z-1); 中建五局科技研发课题(cscec5b-2017-03)

作者简介: 阳栋, 高级工程师, 研究方向为固废资源化利用, 电子信箱: hunanyangdong@163.com

引用格式: 阳栋, 李晃, 李水生, 等. 建筑业减碳途径及实施策略[J]. 科技导报, 2022, 40(11): 105-110; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.

11.012

1 建筑业减碳的重要意义

建筑业是中国国民经济的支柱产业,在国民经济和社会发展中有着十分重要的地位和作用。它为社会提供了大量的就业机会,也为社会创造了巨大的财富。中国建筑业经过几十年发展,虽然取得了长足进步,也建设了一大批宏伟的工程,但总体来说,企业规模化程度低、建设项目组织实施方式和生产方式落后、产业现代化程度不高、技术创新能力不足、市场同质化竞争过度等问题的存在,导致中国建筑业“大而不强”,行业总体竞争力有待提升^[4]。

在国家“双碳”战略驱动下,鉴于资源、环境压力及社会需求,建筑业转型升级迫在眉睫。结合建筑行业自身特点,综合应用信息化、数字化、智能化的手段,推动管理与技术的创新,加强产业链上下游企业间的沟通合作,强化专业分工和社会协作,优化资源配置,构建绿色建造产业链,整体提升建造过程产业化水平^[5],对建筑业的健康发展具有重要意义。

2 建筑业全过程实施减碳途径

自从国家明确提出“双碳”目标后,与能源消耗相关的行业均在紧锣密鼓地制定减碳措施。从2018年相关数据来看,建筑业全过程碳排放量达到全国碳排放总量的51%以上。在建筑业全过程碳排放的3个阶段中,建材生产阶段占比28%、建筑运行阶段占比22%、而建筑施工阶段占比只有1%。但是传统计算方法,施工阶段能耗仅包括了施工所需油、电、气等能源消耗,将材料运输产生的碳排放纳入交通运输业中。虽然施工阶段直接产生的碳排放较小,但该阶段的需求直接决定了建筑材料的生产和运输。对于建筑企业来说,降低碳排放的手段主要包括节约资源和能源、减少废弃物、最大可能地利用可再生资源 and 能源。同时,要从建筑物的全生命周期考虑减碳策略,包括规划、设计、施工、运营、拆除,综合考虑各个阶段产生的碳排放总和(图1)。

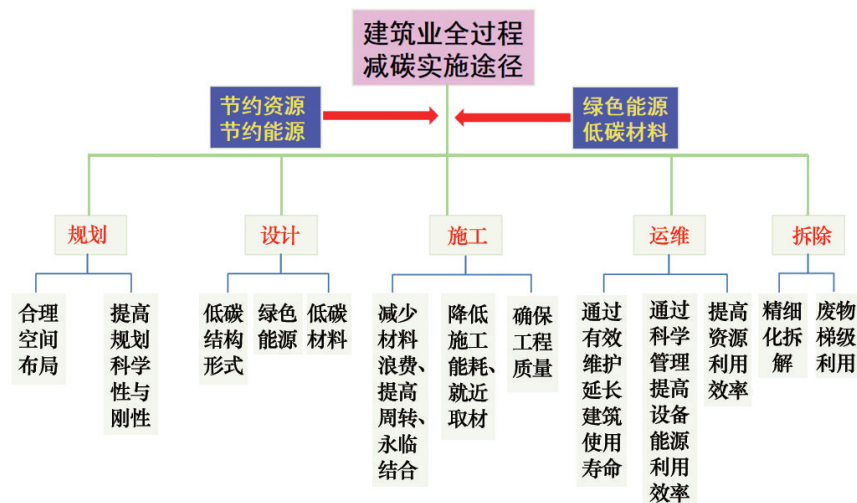


图1 建筑业全过程减碳实施途径示意

2.1 城市规划阶段

建筑规划初期应当科学合理布局,减小热岛效应,构建生态城市。据美国能源部的报告,美国大城市市区的气温日常比周围郊区高3.3~4.4℃,仅

在洛杉矶,约15%的耗电量被用于抵消热岛效应所带来的市区升温^[6]。热岛效应不仅表现在中心城区温度高,污染气体浓度高,同时还影响城市的微气候及降雨分布。因此,节约能源不仅需要从单个

建筑的尺度考虑,更要从片区、甚至整个城市的尺度考虑,建筑的规划与布局应该更加合理,更有利于水分、气体和能量的交换,更有利于减小热岛效应。通过合理地布置绿地、水体、屋顶绿化等措施,可以有效减少地表热量的吸收,恢复城市的生态功能;合理设计街道走向以及建筑物的分布,增加空气的流动性,使得热量和污染物更容易扩散;采用对太阳光反射率更高的新型建筑材料,提高反射率,减少热量吸收^[6];改用渗透性的地面铺装材料,增强地表与地下土体的水、气交换。另外,增强规划的科学性与前瞻性,杜绝“短命建筑”,推广地下综合管廊,减少拉链马路,减少重复建设等举措也能够大大发挥规划在建筑业减碳中的龙头作用。

2.2 建筑设计阶段

传统建筑的设计通常只考虑了建筑的功能性,采取固定的建造模式,低碳概念下的建筑设计更加重视建筑与环境的融合。以绿色、节能、环保等为设计理念,加强技术引领,采用低碳的结构形式和建筑材料,推广应用可再生能源,开展固体废弃物和废水的资源化利用^[7-8]。建筑运营阶段能耗很大程度上取决于设计阶段,尤其是大型公用建筑,通过设计优化,降低建筑运营阶段的能耗,打造低碳建筑、低碳社区、低碳城市。低碳的结构设计包括:更加节能的围护结构和屋顶绿化、高性能遮阳系统、自动采光和通风系统、智能楼宇环境控制系统、水资源循环利用系统、高效的能源收集与储存系统等。

在设计选材阶段,着眼于减少高碳排放量材料的应用,推广低碳材料,如基于固废的新型墙体材料、气凝胶隔热材料、高性能混凝土、长寿命生态屋面材料等,尽可能地采用竹木材料等可再生资源,降低碳排放。在能源供给方面,结合地域特点,因地制宜地应用太阳能、地热和风能等可再生能源,工业废热和沼气资源,进而减少碳排放。

在废物利用方面,推动建筑垃圾等固废再生建材产品,在非承重结构中的应用,打造无废工地、无废城市。推动中水和雨水的资源化利用,通过合理的收集与储存设施,将其用于景观用水、绿化用水、市政杂用水、工业用水和农业灌溉用水。另外,在

房产开发领域,探索业主定制化户型和装修,减少内墙拆除重砌造成的浪费。

在建筑节能设计中,一方面要做好门窗、墙体和屋面的节能措施,另一方面还要结合具体工程做好室内节能设计。例如:在进行建筑设计过程中,制定合理、完善的照明节能方案,尽量选择节能设备,合理选择节能光源与照明线路,设计与安装可行、合理的开关,同时要加强自然光的照明应用;在太阳能充足的地区,尽可能地设计和采用太阳能光伏发电装置,有效利用风、光、生物质等清洁、可再生能源;另外,做好建筑的采暖节能措施,特别是在寒冷的冬季,建筑物的热量损耗较大,导致室内温度偏低。做好建筑的采暖节能措施尤为重要,通过合理规划采暖管网,缩短供暖管长度,保证管道的保温与预防热量的损耗,通过集中供热的方法,能在一定程度上达到节约能源与降低能耗的目的。

2.3 建筑施工阶段

加强组织管理,更加有针对性地推行“四节一环保”,减小施工阶段材料和能源的浪费,减少施工造成的环境污染。通常项目材料费用占工程直接成本的70%左右,很多项目现场材料管理失控、材料浪费严重,因此材料损耗管控既直接影响工程成本和经济效益,也影响碳排放量^[9]。推广施工便道、围墙和消防等临时设施与永久设施相结合,推广应用虚拟样板,提高资源和能源的利用效率。加强施工过程质量管控,提高工程建设的质量,减少返工或者维修次数,确保能够达到设计使用寿命,消除类似“楼脆脆”等豆腐渣工程造成资源和能源浪费的情况。施工辅助材料尽可能采用可以多次循环利用的产品,并加强保养提高其周转率,如用铝模替代更易变形的木模板,钢管替代混凝土梁用于基坑内支撑;采用喷淋式的表面土体固化剂替代传统绿网覆盖裸露土体,避免绿网损坏后混入土中,给环境造成难以修复的危害。尽量就地取材,实施原位化利用,减少材料运输过程的碳排放。通过合理的机具选型、施工工艺和施工参数优化,减少施工过程能源消耗。如盾构施工时,根据地层情况选择合适的盾构机类型、刀盘形状及布置形式,将直接

提升盾构机施工的效率;同时,盾构机电力消耗与掘进速度、刀盘扭矩、刀盘转速和推力等参数密切相关,通过选用合理的掘进参数和优良的渣土改良剂,可以降低盾构机掘进单位长度的能耗。推广应用轻质墙板、预制飘窗、预制阳台、预制楼梯等装配式部件,减少现场湿作业工程量,进而实现低碳施工。合理设置材料堆放场地,减少材料的二次搬运。推广施工阶段废水的资源化利用,将基坑降水抽出的地下水用于混凝土养护、机具和设备的冲洗,施工现场路面喷洒,以及绿化浇灌等。

2.4 建筑运营阶段

通过制度建设和宣传,倡导环保理念,培育低碳的行为习惯。运营阶段减碳行动主要通过对人行为习惯的规范来实现。建筑运营阶段的碳排放主要是消耗能源产生的排放,如设备(电梯、照明系统、家用电器、供水系统、燃气等)运行用电、用气、用油。对于公共建筑宜配备能耗管控系统,对设备运行状态实时监控并记录能耗水耗等运行数据,实施精细化能耗管控策略,根据室外天气状况、室内人员需求,对照明、空调等能耗设备运行状态实行自动控制,可以降低运营能耗。对于住宅,推广应用智能家居系统,及时关闭不用的电器,节约能源。通过定期对建筑和设备进行检查和及时维护,提高建筑物以及设备、设施等的使用寿命。

2.5 建筑拆除阶段

实施精细化拆解,提高拆除物再利用的价值。对于结构整体性损坏,已经无法通过维修来维持功能的建筑,只能是拆除。传统的粗放式拆除方法,如推倒式拆除和爆破拆除会导致再生骨料中各种杂质含量高、粉料比重高,难以实现其高值化利用。同时,传统拆除方法是整体性毁灭,门窗在拆除过程中都被损坏,砖块被碎成骨料,再用水泥胶结制备再生砖,在破碎、筛分过程浪费了大量的能源,而采用水泥胶结制砖过程也消耗了高碳排放值的水泥。如能将门窗、砖块等部件整体拆除和回收利用,将大幅降低碳排放。意大利 EXsarsa 货运公司办公楼在拆除过程时,黏土砖、页岩砖、木材等材料的再利用率达 70% 以上。针对一些老旧城区的拆

除工程可基于工程整体环境和结构设计,对拆除主体进行精细化区域划分,结合静力切割、水射流等技术对建筑设施进行精细化拆除,从而实现建筑低碳、安全、经济、高效、环保的拆除目标^[10]。

3 建筑业实施减碳目标策略

3.1 推动国家与地方相关政策和法律制度的完善

政府部门是搭建在建筑行业 and 民众之间的桥梁,一方面,政府相关职能部门应利用各方面的资源,从不同渠道、不同方面对低碳建筑理念和减碳举措进行大力宣传,在关键时刻对建筑业的减碳项目给与政策支持^[8]。同时应对建筑物修建和使用过程中实行全程、全方位监督;另一方面,应当清除推广减碳技术的障碍,让减碳设计与施工深入人心,让每个工程技术人员都能主动参与到减碳行动中来。对现有规划、设计与施工方案进行绿色审查,从源头上把控绿色建造,推动各个阶段减碳策略与技术清单的完善,为建筑领域减碳行动的实施提供制度保障。同时,各级政府应当加强碳排放权的登记、交易与结算管理,不断推进低碳产品的认证,制定财政支持、强化监督执法,引导低碳生产与消费,以促进建筑行业更好更快的低碳发展。

3.2 修改与完善相关标准体系

采用低碳原则对现有标准体系进行审查,推动相关标准完善,对于非承重结构。在能够采用低强度建材满足功能性需求的场合,尽可能地采用低强度产品,将好的天然骨料用在承重结构上,将再生骨料用在园林工程中,实现建材产品的梯级利用。如降低路沿石强度标准,并采用建筑垃圾或再生产品制作,将可在一定程度上降低碳排放。对于南方内墙保温层的使用,一直存在争议,现实中业主装修时常常铲除外墙附近的内保温层,这样既造成材料浪费,也造成人力浪费。建筑底板浇筑时需要砌筑砖胎膜,目前常采用烧结实心砖,如能采用固化渣土制备的低强度黏土免烧砖,将可大幅降低碳排放。同样,在围墙、花坛、检查井等非承重构筑物建设时,均可大量采用再生建材产品。

3.3 开展低碳建造技术研究

开展低碳建造技术研究,并进行推广应用。重点研究低碳材料,尤其是可替代高碳排放量水泥的胶凝材料,如地质聚合物,可以极大地减少水泥生产造成的碳排放。同时,还有必要研究高效的施工设备、低碳施工工艺、低碳建筑结构形式、低碳拆除,以及固体废弃物、废水的资源化利用,研究延长建筑寿命和提升周转材料寿命的方法。另外,减碳技术应该针对地域特性开展研究,充分考虑南北方温度差异、干旱区与湿润区的差异,做到因地制宜。

3.4 推动低碳相关管理制度研究

在项目管理层面,重点推进建筑材料和能源的节约,减少各种材料的浪费,减少电、油等能源的消耗。在房地产开发领域,可以让业主参与户型设计阶段的工作,提供可定制的住房,这样可以减少业主装修阶段的拆除。另外,作为绿色施工的实施者,建筑企业必须将低碳建造的理念融入企业文化以及各个分项施工工艺中,这就要求各建筑企业要不断创新,加大低碳技术的研究、推广与应用,同时应当提高现有管理人员和施工人员在绿色建筑和低碳发展方面的理论水平,不断引导企业向环保节能、绿色低碳的方向发展^[1]。同时,充分运用信息化手段,持续加大对减碳项目的监管工作,建立实施监控系统,完善管理制度,使管理过程无死角、无漏洞。精化和完善各项绿色建筑检查指标,并将这些指标同员工的绩效和业绩联系起来,让减碳的理念更加深入人心并在全体人员中流行起来。

3.5 开展双碳目标的工程示范、技术交流与宣传

针对不同类型的工程,如房建、地铁、道路、水环境治理等项目,开展基于双碳目标的工程示范,总结相关经验,形成可推广的技术和示范工程。组织开展低碳建造技术培训以及交流论坛,提升管理人员及技术人员的认识水平。同时,对低碳理念进行广泛的宣传,举办相应的科普活动,让减碳设计与施工深入人心,让每个管理者、工程技术人员甚至社会大众都能主动参与到减碳行动中。

4 结论

建筑领域的低碳发展是中国可持续发展和生态文明建设的重要内容,低碳理念在建筑行业中的推广和应用对于节能降耗、降低成本、环境保护均具有较大的推动作用。“双碳”目标在建筑行业中的实现可通过“政府引导、标准加持、企业配合”的模式逐步实现。在建筑的建造和使用过程中,从建筑物的全生命周期考虑减碳举措,对建筑物建成全过程进行质量控制,大范围的使用绿色低碳材料、采用新的施工工艺、不断完善和更新相关标准和规范、开展低碳管理制度研究是降低建筑业碳排放、提高建筑业能源和资源利用效率的有效方式,也是建筑业实现碳达峰、碳中和目标的必经之路。

参考文献(References)

- [1] 姚春妮, 梁俊强. 我国建筑领域碳达峰实践探索与行动[J]. 建设科技, 2021(11): 8-13.
- [2] 刘晓钧. 低碳建筑评价指标体系的构建及对策建议[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
- [3] 赵发斌. 建筑行业环保节能措施初探[J]. 财经界, 2019(26): 254.
- [4] 建筑业“十三五”规划推动工人专业化: 泥瓦活也能高大上控[N]. 人民日报, 2017-05-07.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 绿色建造技术导则(试行)[S]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2021.
- [6] 徐福卫, 陈海玉, 叶建军, 等. 浅析屋顶绿化对城市生态环境的影响[J]. 中国经贸导刊, 2010(13): 60-61.
- [7] 赵永虎. 低碳概念下的建筑设计应对措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2017(3): 331.
- [8] 徐冰娥. 低碳概念下的建筑设计应对策略[J]. 建材与装饰, 2019(10): 46-47.
- [9] 孙其林. 基于绿色低碳理念下的施工现状及技术应用[J]. 绿色环保建材, 2018(6): 38-39.
- [10] 杜晓燕. 既有建筑绿色精细化拆除改建施工关键技术[J]. 建筑施工, 2021, 43(10): 2154-2158.
- [11] 张美一. 碳达峰碳中和实现路径及影响的文献综述[J]. 经济管理文摘, 2021(14): 173-174.

On the ways and implementation strategies of carbon reduction in China's construction industry

YANG Dong, LI Huang, LI Shuisheng, HOU Yakang, ZHANG Shui

China Construction Civil Engineering Materials Key Laboratory, China Construction Fifth Engineering Division Co., Ltd.,
Changsha 410004, China

Abstract The proposal of the dual-carbon goal has raised China's green development path to a new level and it has also put forward new requirements for China's economic development. In this article according to the characteristics of the construction industry, specific measures are comprehensively reviewed and discussed so as to achieve the carbon reduction goals. The main sources and scenarios of carbon emissions in various stages of the construction industry are analyzed and compared with, such that corresponding improvement measures are proposed. Combined with policies, standards, and management systems, the strategy of carbon reduction is discussed, which may provide good perspectives and reference for the green and healthy development of China's construction industry.

Keywords dual carbon target; construction industry; carbon reduction ●



(责任编辑 刘志远)