

“双碳”目标下公共建筑低碳发展技术路径分析

王玥瑶 耿一帆 王晓冬*

沈阳城市建设学院 辽宁省沈阳市 110167

摘要: 建筑行业作为碳排放的主要领域之一,自中国提出“双碳”目标后,便面临着巨大的机遇与挑战。而公共建筑作为建筑领域最基础的二级学科,更是社会活动之根本,因此本文将研究聚焦“双碳”“公共建筑”两个要素,希望通过分析传统技术路径,深入了解建筑材料双碳创新方法,并进一步基于装配式建筑、智能化升级等多个细化方向,并阐述技术研究路径,希望为公共建筑绿色低碳发展及行业发展提供新思路。

关键词: 双碳;公共建筑;可持续发展;技术路径

前言:随着经济发展和城市化进程的不断加速,公共建筑的数量和规模同时也在不断扩大,能源消耗成为社会痛点,故而“双碳”理念的落实刻不容缓。公共建筑承载社会运转、城市风尚、文化传承等诸多要素,如何在保留城市符号同时,打造绿色低碳发展成为当前研究的热点及重点。因此,笔者会结合研究实况,深入分析公共建筑的能耗特点和碳排放来源,结合先进的技术和管理手段,提出切实可行的低碳发展方案,以促进公共建筑的可持续发展。

1. “双碳”公共建筑理论基础

1.1 “双碳”目标的内涵与要求

“双碳”理念实则是“碳达峰”与“碳中和”二者的简称。2020年9月中国明确提出争取2030年实现“碳达峰”与2060年达成“碳中和”目标构想。“双碳”的核心实则是“生态文明”与“城市发展”的有机融合,更是践行生态文明理念的重要抓手,且从当下环境情况来看,2023年全年平均温度已同比上升1.2摄氏度,并且达到了1850年有气象观测记录以来的最高值,这无不彰显控制温室气体排放,减缓气候变暖变得日益迫切。基于当下国情来看,我国作为一个“现代化工业国家”从资源型发展跨度到“低碳型”发展已大势所趋。

而想要实现这一点,仍面临最为重要的难题,即方案的“可实施性”。“双碳”目标的本质是更高质量地可持续发展,尽管减少碳排放应对全球气候变化符合全人类的利益,但在实施过程之中“行业变革”“新的节能设备”等都是推进难点。对于发展中国家而言,限制碳排放的私人收益小于社会收益,导致限制碳排放的民众意愿并不强烈。

而在建筑行业,“绿色低碳”已经成为明确市场追求,公共建筑的“双碳”已经明确其根本方向——建筑设施与所在城市的可持续发展紧密协同。公共建筑作为城市的重要节点和功能载体,其低碳发展不仅关乎自身碳排放的降低,还应在城市空间布局、交通组织、能源供应网络等方面与城市整体规划相配合,促进城市生态环境改善、资源高效利用以及居民生活质量提升,因此,以公共建筑推动城市向着低碳、绿色、宜居方向发展是推动绿色双碳走入人心优质锚点。

1.2 公共建筑低碳发展的相关理论

公共建筑低碳发展过程之中,绿色及可持续发展是第一要义。可持续发展理论强调公共建筑应兼顾经济、环境和社会可持续性。20世纪60年代末美国建筑师保罗·索勒瑞(Paolo Soleri)提出了“生态建筑学”(Arcology)的概念,强调建筑与自然生态系统的融合和共生,这在一定程度上为公共建筑低碳发展的理论探索提供了早期的思想启示。而随着时代发展,现在的“公共建筑”理念也得到了新的完善。最具代表性的有如下几个理论:

其一建筑能效理论。这也是当下“双碳”与公共建筑融合的一大亮点,其核心强调关注建筑在使用阶段的能源效率,并主张运用高保温材料降低采暖、通风、空调、照明等系统的能耗进一步削弱碳排放量,简单举例来说采用外墙外保温系统,可将墙体的传热系数从普通墙体的 $1.5-2.0W/(m^2 \cdot K)$ 降低到 $0.3-0.8W/(m^2 \cdot K)$,其经济效益与降低能耗是相当明显的。

其二循环经济理论。这是要促进公共建筑的循环再利用,强调资源的循环利用,减少废弃物的产生。在公共建筑

中,体现为建筑材料的回收再利用和建筑构件的可拆卸、再组装,尽可能地减少新建筑垃圾及建筑过程碳排放。

其三零碳建筑理论。笔者认为该理论具有一定的实施距离,但存在极高的研究价值,其根本目标是使建筑在全生命周期内实现净零碳排放。这不仅包括减少建筑使用过程中的能源消耗和碳排放,还涉及可再生能源的利用来抵消剩余的碳排放。以公共建筑实况具体来说,通过在建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统,产生的电量不仅可以满足建筑自身的用电需求,还可以将多余的电量并入电网,并进行“社区化”“乡镇化”的二次利用,这对于节能减排,实现公共建筑低碳具有重要的引导价值。

1.3 公共建筑低碳发展与生命周期

衡量公共建筑低碳发展还有一个重要的考量即“生命周期”(LCA)。生命周期理论认为建筑从最初的原材料开采、生产制造,到规划设计、施工建造、运营使用,直至最终的拆除处置,整个过程都伴随着能源消耗和碳排放,这一系列阶段构成了建筑的完整生命周期。在公共建筑低碳发展的情境下,需要对每个阶段进行细致分析,以确定碳排放的来源和可优化的环节。比如说,在建筑保温材料选择上,对比聚苯乙烯泡沫(EPS)和岩棉。EPS生产过程中能源消耗相对较低,但废弃后难以降解;岩棉生产能耗较高,但具有良好的防火和保温性能,且是无机材料,废弃后对环境影响较小。通过LCA可以综合权衡选择更环保的材料。由此亦可见,以生命周期衡量进行公共建筑低碳目标设定具有重要价值。

2. 公共建筑低碳发展的传统技术路径

2.1 建筑材料绿色环保升级

当下建筑材料环保绿色升级虽为市场的主流论调,但仍有明显困境,在公共建筑绿色环保升级过程之中,应当充分考虑如下几个方面:

一是增加新颖环保材料。传统公共建筑材料选择主要考虑力学性能、成本和美观等因素。在低碳发展理念下,材料的环保性能指标如碳足迹、可再生性、可回收性等成为重要的考量因素。可以借助LCA对于公共建筑材料进行系统评估,充分衡量原材料获取、生产、运输、使用到最终废弃处理的整个过程对环境的影响,促使建筑行业更加谨慎地挑选材料。并且在此基础上,逐步融入可回收材料、可再生材料、低能耗生产材料进一步推进公共建筑的绿色低碳进程。

二是认清环保材料的应用现状与挑战。目前,环保材

料在公共建筑中的应用逐渐增多,如何做到物美价廉,提高市场占比是关键,比如公共建筑之中最具代表性的麻纤维增强复合材料为例,其原材料的采集、加工成本较高,加上生产设备和工艺的研发投入,导致最终产品价格较高,在公共建筑中始终无法进一步推广。此外,部分环保材料的性能和质量存在波动、环保材料的应用技术还不够成熟、供应和产业链协同不足这些都从根源上阻碍了公共建筑“双碳”的推动进程。

2.2 装配式建筑重塑建筑方式

装配式建筑作为一种新型的建筑方式,在公共建筑领域展现出了巨大的节能减排潜力。《2030年前碳达峰行动方案》要求大力发展装配式建筑,推广钢结构住宅。随着政策的推动,装配式建筑的市场潜力巨大。根据住建部发布的数据,全国装配式建筑新开工建筑面积从2016年的11400万平方米上升至2019年的41800万平方米,占新建建筑面积比例由4.97%提升至13.40%。预计未来装配式建筑的渗透率将进一步提升,市场规模也将不断扩大。从根源上来说,装配式建筑的构件在工厂内预先生成,不受施工现场的天气、季节等因素影响,可与现场基础施工等同步进行这也最大程度提升了施工效率,此外装配式建筑采用标准化的生产工艺和先进的生产设备,能够确保构件的尺寸精度、质量稳定性。笔者认为,装配式建筑代表新一轮建筑业的科技革命和产业变革方向,更是推进“双碳”供给侧结构性改革和新型城镇化发展的重要举措。

3. 公共建筑低碳发展新路径思考

3.1 智能化升级助力建筑行业碳排放

公共建筑作为能源消耗“大户”,其碳排放问题日益受到关注,在这一过程之中建筑自动化与控制系统(BACS)集成智能化技术则可以完美契合公共建筑低碳发展新路径,BACS集成了建筑内的各种设备系统,如电梯、消防、安防等,通过智能化升级,这些设备可以实现协同工作,可以借助智能化系统为公共建筑增设关卡,进一步针对建筑能耗的精准调控,从而降低碳排放。

一方面,从公共建筑的内部运行来说。BACS对楼宇内的空调、照明、电梯等设备进行智能化管理和控制。系统对设备进行实时监测,能够及时发现设备的异常运行情况,避免能源浪费;如突发情景时,BACS还根据历史数据、天气预报、建筑使用计划(如会议、活动安排等)等因素,预测

未来一段时间内的能源需求。这有助于建筑管理者提前规划能源采购和设备运行策略,避免能源浪费。

另一方面,从公共建筑的外部节能情况来看,BACS采用自适应控制策略,根据建筑的实时状态和环境变化调整设备的运行参数,最大程度降低公共建筑的碳排放。简单举例说明,气候变化频繁的地区安装BACS可以实现自适应调控,建筑的围护、外墙、屋顶等部分温度传感器检测到室外温度变化后,系统自动调整空调系统的制冷或制热功率,同时调整窗户的开启角度,可以实现智能化调控实现室内温度的最佳控制,这种自适应控制能够有效降低建筑的能耗,显著减少建筑因频繁调节设备而产生的碳排放。

3.2 清洁能源代替常规能源实现绿色低碳

公共建筑之中能源的损耗基数是十分庞大的,积极探索清洁能源的应用至关重要。清洁能源具有环保、可持续等优势,能够有效减少公共建筑的碳排放,助力实现“双碳”目标。光伏发电板是市场认可度较高的清洁能源,其在建筑外立面的应用效果显著。

一方面,光伏发电板可以为建筑提供部分电力需求,降低对传统能源的依赖。据统计,城市建筑充分利用外表面发展光伏,能满足25%的用电需求。农村建筑由于屋顶光伏发电是自身用电量的数倍,除了满足全面的农村能源需求外,还可以发电上网等娱乐项目。

另一方面,光伏发电板的科学设计还能为公共建筑增加良好的视觉体验,比如说广州美术馆是全球首个“四个立面+屋面”均采用光伏技术的公共建筑,其“花瓣”幕墙设计全部采用太阳能光伏玻璃建造,4个外立面共有12片“花瓣”,由21008片鱼鳞状的光伏玻璃人工拼接而成,完美呈现弧形效果且拼装误差小于2毫米。这座建筑以“水中盛放的英雄花”为主题,既不影响建筑的外观和采光功能,又能利用太阳能发电,在保证建筑美观的同时,增加能源自给率,减少对传统电网的依赖。

3.3 光储直柔技术提升二次利用率

公共建筑作为能源消耗的重要领域,积极探索创新技术路径对于实现低碳发展至关重要。光储直柔技术作为一种新兴的能源管理技术,指在建筑领域应用太阳能光伏、储能、直流配电和柔性交互四项技术,其以绿色节能著称为公共建筑的低碳发展提供了新的解决方案。一方面,通过太阳能光伏发电和储能技术的结合,可以实现建筑的部分或全部能源

自给,减少对传统能源的依赖。另一方面,直流配电技术和柔性交互技术可以提高能源传输效率和利用效率,降低能源浪费。以湖南某科技园光储充一体化综合管理项目为例,该项目实现年均1260万千瓦时清洁发电和全额消纳,减少CO₂排放1.27万吨,年节约费用超30万元,由此可见该方法对于避免公共建筑能源浪费,提高其在建筑用电中的有效利用率具有重要价值。

4. 结束语

综上,本研究深入探讨“双碳”目标下公共建筑低碳发展的技术路径收获良多,通过对公共建筑各个阶段深入分析,我们清晰地认识到,实现公共建筑低碳发展并非一蹴而就,而是需要多方面协同推进的系统工程。目前公共建筑低碳发展仍面临诸多挑战,比如部分低碳技术成本较高,推广应用存在一定难度;相关政策法规及标准体系尚需进一步完善,以更好地引导和规范行业发展;公众低碳意识虽有提升但仍有待加强,以促进全社会共同参与低碳行动。

但深信机遇与挑战并存,总之,在全社会共同努力下,公共建筑作为城市的重要组成部分,必将在“双碳”目标的征程中迈出坚实步伐,实现低碳发展,为构建绿色、低碳、可持续的城市环境乃至全球气候治理贡献重要力量。我们坚信,通过持续不断地探索、创新与实践,公共建筑低碳发展的美好愿景终将成为现实。

参考文献:

- [1] 李明柱,陈铤锴.吉林省公共建筑运行碳排放达峰预测研究[J].建筑节能(中英文),2024,52(09):142-150.
- [2] 林文升,李天云,杜清婷.2023年度深圳市绿色建筑和建筑节能发展报告[J].住宅与房地产,2024,(26):8-14.
- [3] 孙艳丽,郑凌慧,路林翰.建筑运行阶段碳排放因素分解及情景预测[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2024,26(04):371-376.
- [4] 周静娜.安徽省建筑领域碳排放标准体系研究[J].安徽建筑,2024,31(07):100-101+104.
- [5] 黄庆.基于可再生能源和相变储能的公共建筑节能低碳技术研究及应用[J].安装,2024,(S1):70-71.

课题项目:沈阳城市建设学院2024年大学生创新创业训练计划项目,编号:202413208009,名称:双碳背景下公共建筑实施方案研究。

通讯作者:王晓冬