

低碳模块化理念在北方文旅建筑中的设计策略研究

王 丹

内蒙古工大建筑设计有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010051

摘要：在“双碳”目标与文旅产业升级的双重背景下，低碳模块化理念与北方文旅建筑的融合发展成为绿色转型的重要方向。北方文旅建筑受严寒气候、文化传承、生态保护等多重因素制约，传统建造模式难以兼顾低碳效益与文旅功能需求。本文以低碳模块化理念为核心，聚焦北方文旅建筑设计实践展开研究。首先明确低碳模块化理念与北方文旅建筑的核心内涵及适配性，随后阐述二者融合的设计原则，涵盖气候适配性、文化在地性、低碳经济性及全生命周期可持续性原则。在此基础上，从模块体系构建、围护结构优化、能源系统集成、文化符号转译及施工运维管控五个维度，深入剖析核心设计要点。最后提出针对性的设计优化策略，包括建立气候适配型模块标准体系、构建多专业协同设计平台、推动低碳技术集成创新、完善全生命周期碳排放管理机制，为北方文旅建筑实现低碳化、高品质发展提供理论与实践参考。

关键词：低碳模块化；北方文旅建筑；设计策略；气候适配；文化传承

引言：全球低碳发展浪潮下，建筑行业作为碳排放核心领域，其绿色转型已成为必然趋势。文旅建筑作为承载文化体验、休闲娱乐功能的特殊建筑类型，不仅是地域文化的重要载体，也面临生态保护、能源消耗与运营成本等问题。北方地区严寒期长、冬季采暖能耗高，且多数文旅项目地处生态敏感区域，传统现浇式建造模式存在能耗高、工期长、生态破坏风险大等问题，与低碳发展理念及文旅产业高品质发展需求相悖。

低碳模块化理念以工厂预制、现场组装为核心建造模式，结合低碳设计原则，通过标准化模块生产、精准化能耗控制、可再生能源利用等手段，可有效降低建筑全生命周期碳排放，同时具备施工效率高、生态影响小、空间适配性强等优势，与北方文旅建筑的发展需求高度契合。然而，当前低碳模块化理念在北方文旅建筑中的应用仍处于探索阶段，面临气候适配性不足、文化表达缺失、模块与功能协同性差等诸多挑战。因此，深入研究低碳模块化理念在北方文旅建筑中的设计策略，破解气候制约与文化传承的双重难题，实现低碳效益与文旅体验的协同提升，对推动北方文旅产业绿色升级、助力“双碳”目标实现具有重要的现实意义。

1 低碳模块化理念与北方文旅建筑的核心内涵及适配性

1.1 核心内涵界定

低碳模块化理念是低碳绿建理念与模块化建造技术的深度融合，核心在于以模块化设计为基础，贯穿建筑全生命周期，通过选用低碳环保材料、优化结构与能源系统、应用绿色施工技术等手段，最大限度降低能源消

耗与碳排放，同时保障建筑功能与空间品质。

我国北方严寒、寒冷地区，文旅建筑以地域文化展示、旅游休闲体验为核心功能，涵盖民俗民宿、文化展馆、景区服务中心、休闲驿站等多种类型。其特征表现为：（1）、气候适应性需求突出，需重点解决冬季保温、采暖能耗控制等问题；（2）、文化表达属性鲜明，需深度融入北方地域文化元素（如草原文化、冰雪文化、民俗文化等）；（3）、生态敏感性强，多数项目选址于自然景区或生态脆弱区域，需严格控制对周边环境的破坏^[1]。

1.2 适配性分析

低碳模块化理念与北方文旅建筑的适配性主要体现在三个维度：其一，能耗控制适配性。低碳模块化建筑通过工厂预制的标准化围护结构、高效保温材料集成、可再生能源一体化设计等手段，可精准解决北方冬季采暖能耗高的核心问题，显著降低建筑运营阶段碳排放；其二，生态保护适配性。模块化建造模式将大部分施工工序转移至工厂完成，现场仅需进行模块组装，可有效减少现场作业带来的扬尘、噪音污染，降低对北方生态敏感区域的破坏，契合文旅项目生态保护需求；其三，功能适配性。模块化建筑的灵活组装特性可实现空间的快速重构与拓展，能够精准匹配北方文旅建筑多样化的功能需求。

2 低碳模块化理念在北方文旅建筑中的设计原则

2.1 气候适配性原则

气候适配性是北方文旅建筑应用低碳模块化理念的核心原则。北方严寒气候下，文旅建筑如果冬季实用，

建筑采暖能耗极高，因此设计需以冬季保温、降低采暖能耗为核心目标。在模块设计阶段，需针对北方气候特征优化模块构造，选用适配严寒环境的高效保温隔热材料与密封技术，提升模块围护结构的热工性能；同时，结合北方光照资源特点，最大化利用太阳能等可再生能源，实现被动式节能与主动式低碳的协同^[2]。

2.2 文化在地性原则

文旅建筑的核心价值在于文化传承与体验，因此低碳模块化理念的应用需坚守文化在地性原则。设计过程中，需避免模块化建筑“千篇一律”的弊端，将北方地域文化元素融入模块造型。通过模块的组合方式、材质选择、色彩搭配等手段，实现文化符号的转译与表达，提升游客的文化体验感。

2.3 低碳经济性原则

低碳模块化理念的应用需兼顾低碳效益与经济可行性。一方面，通过标准化模块生产降低制造成本，提高生产效率；另一方面，优化模块设计与材料选择，在保障低碳性能的前提下，控制材料与施工成本。同时，充分考虑建筑全生命周期成本，通过降低运营阶段的能耗费用、提升模块的可拆卸性与再利用性，实现长期经济效益与低碳效益的平衡。

2.4 全生命周期可持续原则

全生命周期可持续原则要求将低碳理念贯穿北方文旅建筑的规划、设计、生产、施工、运营、拆除再利用全过程。设计阶段需提前预判建筑全生命周期的碳排放节点，优化模块结构与系统设计；生产阶段选用可再生、可循环利用的低碳材料，采用清洁能源生产工艺；施工阶段减少现场作业量，降低生态破坏与能耗；运营阶段加强能源管理与设备维护；拆除阶段实现模块与材料的回收再利用，最大限度减少资源浪费与碳排放，实现建筑的长期可持续发展。

3 低碳模块化理念在北方文旅建筑中的核心设计要点

3.1 气候适配型模块体系构建要点

模块体系是低碳模块化建筑的核心，针对北方文旅建筑，需构建气候适配型模块体系。首先，模块尺寸与类型的标准化设计，结合北方文旅建筑的常见功能（如客房、展厅、服务用房等），确定核心模块尺寸，保障模块的通用性与互换性，提高生产效率。其次，模块围护结构优化，采用“保温层+结构层+装饰层”的复合构造，选用岩棉、真空绝热板等高效保温材料，增强模块的保温隔热性能；优化模块节点密封设计，采用高性能密封胶与密封条，减少冷风渗透，降低采暖能耗^[3]。最后，模块朝向与组合布局设计，结合北方冬季日照规

律，将主要功能模块（如客房、展厅）布置于南向，通过模块的错列、叠加组合，形成采光庭院或避风空间，提升被动式节能效果。

3.2 低碳导向的围护结构与能源系统集成要点

围护结构与能源系统是控制北方文旅建筑碳排放的关键环节。在围护结构设计方面，除模块本体的保温隔热设计外，可结合北方地域特色采用复合围护技术，如在模块外立面增设木质装饰层或石材装饰层，既增强文化表达，又进一步提升保温性能；屋顶设计可采用“保温层+防水层+太阳能光伏板”的复合构造，或设置种植屋顶，既降低采暖能耗，又可利用太阳能发电，实现能源自给。在能源系统设计方面，构建“被动式节能+主动式低碳”的综合能源系统：被动式层面，通过优化采光与通风设计，利用太阳能采暖、自然通风降低能耗；主动式层面，集成地源热泵、空气源热泵等低碳采暖设备，结合太阳能光伏、光热系统，实现可再生能源的高效利用；同时，配备智能能源管理系统，实时监测能耗数据，精准调控设备运行状态，实现能源高效管控^[4]。

3.3 地域文化符号的模块化转译要点

实现文化传承与模块化设计的协同，核心在于地域文化符号的模块化转译。一是模块造型转译，提取北方地域建筑的典型造型元素，融入模块设计中，如将蒙古包的穹顶造型转化为弧形模块顶，将东北民居的坡屋顶转化为倾斜模块顶，通过标准化模块的组合，形成具有地域特色的建筑形态。二是外立面模块化表达，采用模块化的装饰面板，如木质面板、仿石材面板、彩色金属面板等，通过面板的排列方式、色彩搭配，表达地域文化符号，如草原文化的条纹元素、冰雪文化的白色基调等；同时，可设计可拆卸式装饰模块，实现季节性外观更新，适配北方文旅项目的季节运营需求。三是室内空间模块化营造，通过模块化的家具、隔断系统，构建具有地域文化氛围的室内空间，如采用模块化的木质隔断模拟蒙古包的内部格局，通过模块化的软装搭配展现民俗文化元素。

3.4 生态友好型施工与运维管控要点

北方文旅建筑多地处生态敏感区域，施工与运维阶段的生态保护与低碳管控至关重要。在施工阶段，采用“工厂预制+现场快速组装”的模式，减少现场施工机械的使用量，降低噪音与扬尘污染；合理规划施工流程，避免冬季严寒天气对施工质量与效率的影响，减少施工阶段的能耗；制定生态保护方案，严控施工范围，避免破坏周边植被与土壤。在运维阶段，构建智能化运维管理平台，集成能耗监测、设备运行监测、环境质量监测

等功能,实时掌握建筑运行状态,及时优化设备运行参数,降低运营能耗;针对季节性运营的文旅项目,制定闲置期能耗管控方案,降低非运营阶段的能源浪费。

3.5 材料低碳化选择要点

材料选择是实现低碳模块化理念的基础,需遵循低碳化、环保化、本地化原则。优先选用可再生、可循环利用的低碳材料,如再生钢材、竹材、秸秆纤维复合板材等,减少对不可再生资源的依赖;选用低甲醛、低挥发性有机物(VOC)的环保材料,保障室内空气质量,提升游客体验感。同时,优先选用本地生产的材料,减少材料运输过程中的碳排放;注重材料的可拆卸性与再利用性,选用螺栓连接等可拆卸的连接方式,便于建筑拆除后模块与材料的回收再利用,实现资源循环。

4 低碳模块化理念在北方文旅建筑中的设计优化策略

4.1 建立气候适配型模块标准体系

当前模块化建筑标准多为通用性标准,难以适配北方严寒气候与文旅建筑的特殊需求。因此,需建立针对性的气候适配型模块标准体系。一方面,结合北方气候参数(如最低气温、采暖时长、日照强度等),制定模块围护结构热工性能标准、节点密封标准、材料耐候性标准等,明确不同气候分区的模块设计参数;另一方面,针对北方文旅建筑的功能特点,制定核心功能模块(如客房模块、展厅模块、服务模块)的标准尺寸与构造形式,同时预留个性化设计空间,实现标准化与个性化的平衡。通过标准体系的建立,规范设计与生产流程,降低技术门槛,推动低碳模块化理念在北方文旅建筑中的规模化应用。

4.2 构建多专业协同设计平台

低碳模块化理念在北方文旅建筑中的应用涉及建筑、结构、机电、暖通、文化策划等多个专业,需构建多专业协同设计平台,打破传统设计模式的专业壁垒。通过数字化技术(如BIM技术)将各专业设计数据集成于同一平台,实现信息实时共享与交互。设计初期,建筑、结构、暖通专业协同优化模块结构与围护系统,保障气候适配性与低碳性;文化策划专业与建筑专业协同,实现文化符号的精准转译;施工与运维专业提前介入设计环节,提出施工可行性与运维优化建议^[5]。通过多

专业协同,及时解决设计冲突,优化设计方案,提升建筑的整体性能与设计效率。

4.3 推动低碳技术集成创新与应用

低碳技术的集成创新是提升北方文旅建筑低碳效益的核心支撑。一方面,加强现有低碳技术的集成应用,如将太阳能光伏与建筑外立面、屋顶一体化设计,结合地源热泵采暖系统、储能系统,构建“光伏+储能+热泵”的综合能源系统,提升可再生能源利用效率;将被动式节能技术(如太阳房、蓄热墙体)与模块化设计结合,进一步降低采暖能耗。另一方面,加大技术创新投入,研发适配北方气候的新型低碳模块材料(如高性能保温复合材料、耐低温光伏组件)、智能模块控制系统(如自适应能耗调控系统),推动低碳模块化技术的迭代升级^[6]。同时,鼓励产学研合作,建立技术创新与成果转化机制,加快新技术在北方文旅建筑中的应用落地。

结束语

北方文旅建筑的低碳化发展是文旅产业升级与“双碳”目标实现的共同要求,低碳模块化理念为其提供了高效可行的解决方案。未来,随着低碳技术的不断创新与模块化建造技术的持续完善,低碳模块化理念在北方文旅建筑中的应用将更加成熟。实现北方文旅建筑低碳化、高品质、可持续发展,为人们营造更加绿色、舒适、富有文化内涵的文旅体验空间。

参考文献

- [1]张鹏举.文化建筑中的技术创新与文化传承[J].当代建筑.2024,(3):4-5.
- [2]王帅,王志强,张鹏举.低碳思维下三种草原新型绿色建筑体系解析[J].当代建筑.2022,(8).
- [3]王辉.基于低碳环保下的装配式建筑技术研究[J].四川水泥.2021(08):123.
- [4]张嘉迪.模块化装配式建筑结构设计研究[J].住宅与房地产.2024,(09):64-66.
- [5]李志强.严寒地区模块化文旅建筑的气候适应性设计研究[J].建筑科学.2023,39(05):89-95.
- [6]张敏.文旅建筑中地域文化符号的模块化表达[J].建筑设计管理.2022,39(11):78-82.