

绿色建筑设计理念与技术发展综述

杨 辉

云南师范大学 云南昆明

【摘要】绿色建筑是应对气候变化、实现碳中和目标的重要途径，其设计理念与技术发展已成为建筑行业转型升级的核心方向。本文系统综述了绿色建筑设计理念的演进历程与技术发展现状，将设计理念划分为可持续发展理念、人本设计理念、生态设计理念、碳中和导向理念等主要类型，分析各类理念的内涵特征与指导意义。在此基础上，系统梳理了绿色建筑关键技术与材料创新，包括光伏与可再生能源技术、暖通系统节能技术、新型绿色建筑材料、新型结构支撑体系等，探讨了 BIM 技术与智能化技术在绿色建筑中的应用。研究表明，当前绿色建筑呈现出理念多元化、技术集成化、过程数字化、目标碳中和化的发展趋势，被动式设计 with 主动式技术的融合、BIM 技术与绿色设计的协同、人本化与健康化的价值取向成为重要方向。未来应加强理念创新与技术进步的系统集成，推动绿色建筑从“浅绿”向“深绿”转变，实现建筑领域的高质量可持续发展。

【关键词】绿色建筑；设计理念；节能技术；BIM 技术；碳中和；可持续发展

【收稿日期】2025 年 5 月 14 日 **【出刊日期】**2025 年 6 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000211

A review of green building design concepts and technological development

Hui Yang

Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan

【Abstract】 Green building is an important approach to addressing climate change and achieving carbon neutrality goals, and its design concepts and technological development have become the core direction of the transformation and upgrading of the construction industry. This paper systematically reviews the evolution process of green building design concepts and the current status of technological development, classifying design concepts into major categories such as sustainable development concept, human-centered design concept, ecological design concept, and carbon neutrality-oriented concept, and analyzes the connotations and guiding significance of various concepts. On this basis, it systematically sorts out key technologies and material innovations in green buildings, including photovoltaic and renewable energy technologies, HVAC system energy-saving technologies, new green building materials, and new structural support systems, and explores the application of BIM technology and intelligent technology in green building design. Research shows that current green building design presents development trends of concept diversification, technology integration, process digitalization, and carbon neutrality orientation. The integration of passive design and active technology, the synergy between BIM technology and green design, and the value orientation of human-centeredness and health have become important directions. In the future, it is necessary to strengthen the system integration of concept innovation and technological progress, promote the transformation of green buildings from “light green” to “deep green”, and achieve high-quality sustainable development in the construction field.

【Keywords】 Green building; Design concept; Energy-saving technology; BIM technology; Carbon neutrality; Sustainable development

引言

绿色建筑是应对全球气候变化、推进生态文明建设的重要途径。随着我国“双碳”目标的提出，绿色建筑已从可选理念转变为必然选择，成为建筑行业转型

升级的核心方向。据相关统计，建筑领域碳排放占全国碳排放总量的比重超过 50%，推动建筑绿色化、低碳化发展对于实现碳中和目标具有重要意义^[1]。

绿色建筑是指在建筑全生命周期内，最大限度地

节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。绿色建筑设计理念与技术发展经历了从早期生态思想萌芽到现代系统化发展的演进历程。20世纪中后期，面对能源危机和环境问题，建筑学界开始反思传统设计方法，探索节能建筑、生态建筑等新方向。1990年代，随着可持续发展理念的普及，绿色建筑逐渐成为国际共识，各国纷纷建立绿色建筑评价体系，推动绿色建筑的规范化发展^[2]。

进入21世纪，绿色建筑设计理念不断丰富和发展。可持续发展理念强调经济、社会、环境三大效益的协调统一；人本设计理念关注使用者的健康、舒适和幸福；生态设计理念强调建筑与自然环境的有机融合；碳中和导向理念则聚焦于建筑全生命周期的碳减排^[3]。与此同时，绿色建筑技术也取得了显著进展，光伏发电、高效暖通、新型保温材料、智能化控制系统等技术日益成熟，为绿色建筑的实现提供了技术支撑^[4]。

在理论研究层面，国内外学者围绕绿色建筑设计理念与技术开展了大量研究。在设计理念方面，学者们探讨了可持续发展理念在建筑设计中的体现^[5]、碳中和背景下的设计策略、人本设计原则与空间优化等。在技术发展方面，学者们研究了光伏系统的优化运行、暖通系统的节能技术、新型绿色材料的开发应用、BIM技术在绿色设计中的价值等。

然而，既有研究多聚焦于单一理念或单一技术，缺乏对绿色建筑设计理念与技术发展协同演进的系统性综述。不同理念之间的关联与整合、技术与理念的融合路径、数字化背景下的设计流程变革等问题尚需深入研究。基于上述背景，本文旨在对绿色建筑设计理念与技术发展进行系统性综述。研究将围绕以下核心问题展开：绿色建筑设计理念经历了怎样的发展演变？关键技术取得了哪些突破？理念与技术如何实现深度融合？数字化、智能化背景下呈现出怎样的发展趋势？在研究方法上，本文采用文献综述与系统分析方法，结合近年国内外研究成果，按照“理念演进—技术发展—融合创新—未来展望”的逻辑展开论述。通过系统梳理，以为绿色建筑实践提供理论参考和技术指导。

1 绿色建筑设计理念的演进与内涵

1.1 绿色建筑理念的历史演进

绿色建筑理念的萌芽可追溯至20世纪中叶。面对工业革命后日益严峻的环境问题和能源危机，建筑学界开始反思现代主义建筑对能源的过度消耗和对环境的负面影响。1960年代，生态建筑概念开始兴起，建

筑师尝试将生态学原理引入建筑设计，关注建筑与自然环境的和谐共生。1970年代的石油危机进一步推动了节能建筑的发展，建筑围护结构保温、被动式太阳能利用等技术得到重视^[6]。

1990年代，随着联合国环境与发展大会的召开和《21世纪议程》的发布，可持续发展理念在全球范围内得到广泛认同。在此背景下，绿色建筑逐渐从边缘走向主流，各国纷纷建立绿色建筑评价体系，如美国的LEED、英国的BREEAM、日本的CASBEE等。这一时期，绿色建筑理念开始系统化、规范化，从单纯的节能扩展到节水、节材、室内环境质量、场地生态等多维度^[7]。

进入21世纪，绿色建筑理念不断丰富和发展。一方面，理念内涵从技术导向向人本导向拓展，健康建筑、宜居环境等成为新的关注点；另一方面，理念目标从资源节约向碳中和深化，零碳建筑、负碳建筑成为前沿探索方向。与此同时，绿色建筑理念开始与地域文化、气候特征相结合，形成多样化的实践路径^[8]。

在绿色校园建筑创作中，“形式追随气候”的理念得到充分体现。江西陶瓷工艺美术职业技术学院绿色校园建筑设计以当地气候特征为基础，通过优化建筑朝向、设置遮阳构件、利用自然通风等被动式设计策略，实现建筑与气候的和谐共生。设计充分考虑了景德镇地区夏热冬冷的气候特点，采用架空层、庭院、天井等传统建筑智慧与现代技术相结合的设计手法，创造出舒适宜人的校园环境^[9]。

碳中和背景下，绿色公共建筑设计理念呈现新的内涵。研究表明，碳中和目标要求建筑设计从单一节能向全生命周期碳管理转变，涵盖建材生产、施工建造、运行维护、拆除回收等各个阶段。设计策略包括：优化建筑形体减少能耗、采用低碳建材降低隐含碳、利用可再生能源替代化石能源、实施碳汇设计抵消碳排放等。通过系统化的碳管理策略，实现建筑从“低碳”向“零碳”的跨越。

1.2 核心设计理念的内涵解析

可持续发展理念是绿色建筑设计的核心理念，强调经济、社会、环境三大效益的协调统一。在建筑设计层面，可持续发展理念要求：在经济维度，注重全生命周期成本优化，实现资源高效利用；在社会维度，关注使用者的健康舒适，创造宜居空间；在环境维度，减少资源消耗和环境污染，保护生态系统。

可持续发展理念指导下，建筑设计需要从宏观到微观进行系统思考。宏观层面，应考虑建筑与城市环境

的关系,优化土地利用,保护生态廊道;中观层面,应关注建筑形态与气候的适应性,优化朝向、形体、空间布局;微观层面,应注重材料选择、构造设计、设备配置的绿色化。通过多层次的系统设计,实现建筑与环境的和谐共生。

人本设计理念是绿色建筑的重要价值取向,强调建筑应以人的需求为中心,关注使用者的健康、舒适和幸福感。在绿色建筑室内装饰与空间布局优化中,人本设计理念要求:室内环境质量应符合健康标准,包括空气质量、热舒适、光环境、声环境等;空间布局应满足功能需求和心理需求,创造宜人的空间体验;装饰材料应环保无害,保障使用者健康。

研究表明,人本设计理念在绿色建筑中的应用体现在多个层面:在空间组织上,通过灵活可变的空间设计满足多样化使用需求;在环境控制上,通过个性化调节满足不同使用者的舒适偏好;在感官体验上,通过自然元素的引入提升使用者的心理舒适度。人本设计理念的融入,使绿色建筑从单纯的技术导向转向价值导向,更加关注建筑的本质——为人服务。

生态设计理念强调建筑与自然环境的有机融合,将建筑视为生态系统的组成部分。可持续发展的环境工程设计理念倡导:尊重自然地形和地貌,减少对场地生态的干扰;保护生物多样性,构建绿色基础设施;利用自然能源和资源,实现能源自给和资源循环;采用生态材料,减少对环境的负面影响。

生态设计理念在实践中体现为多种策略:绿色屋顶和垂直绿化拓展生态空间,改善微气候;雨水收集和利用系统实现水资源循环;透水铺装促进雨水下渗,补充地下水;生态护岸和水生植物净化水质,改善水环境。通过生态设计,建筑不再是孤立的人造物,而是与自然共生的有机体。

碳中和导向理念是近年来兴起的重要设计理念,聚焦于建筑全生命周期的碳减排。在碳中和背景下,绿色公共建筑设计理念应用策略包括:一是强化碳意识,将碳减排作为设计目标;二是优化形体布局,通过被动式设计降低运行能耗;三是选用低碳建材,减少隐含碳排放;四是应用可再生能源,替代化石能源;五是实施碳汇设计,利用绿化吸收二氧化碳;六是建立碳监测系统,实现碳管理动态优化。

碳中和导向理念要求设计方法从“节能优先”向“碳管理优先”转变。在方案设计阶段,应进行碳排放模拟分析,比较不同方案的碳绩效;在技术选择阶段,应权衡技术措施的碳减排效果与经济成本;在运营管

理阶段,应建立碳排放监测系统,实现碳管理的动态优化。通过全过程的碳管理,推动建筑从“低碳”向“零碳”甚至“负碳”演进。

2 绿色建筑关键技术与材料创新

2.1 节能与能源利用技术

光伏系统是实现建筑能源自给的重要手段。从电气工程视角看,光伏系统现场管理优化与技术革新涉及光伏组件布置、逆变器配置、电气安全、运行维护等多个环节。研究表明,优化光伏系统设计需要综合考虑建筑朝向、遮挡情况、用电负荷等因素,实现光伏发电与建筑用电的匹配。技术创新方面,光伏建筑一体化(BIPV)将光伏组件与建筑围护结构相结合,既实现发电功能,又替代传统建材,提高了系统的经济性和美观性^[10]。

在光伏系统运行管理方面,智能化监控系统可实时监测发电量、设备状态、环境参数等,及时发现和处理异常情况。通过大数据分析,可以优化系统运行策略,提高发电效率。光伏系统的推广应用需要加强标准规范建设,完善并网技术条件,保障系统安全和电网稳定^[11]。

暖通工程是建筑能耗的主要来源,暖通系统节能技术对绿色建筑具有重要意义。研究表明,暖通工程中绿色建筑设计及能源节约技术的应用体现在多个方面:在系统设计上,应采用高效冷热源设备,优化管网布置,减少输送能耗;在控制策略上,应采用变风量、变水量技术,实现按需供能;在新风利用上,应合理利用室外新风,减少空调能耗;在余热回收上,应利用排风热回收技术,提高能源利用效率^[12]。

暖通系统节能需要与建筑设计协同进行。在方案阶段,应优化建筑朝向和形体,减少空调负荷;在深化设计阶段,应合理布置空调末端,避免能源浪费;在运行阶段,应建立能源管理系统,实现能耗监控和优化控制。通过全过程的协同设计,实现暖通系统的最优节能效果^[13]。

绿色建筑设计理念与节能技术的深度融合创新是提升绿色建筑绩效的关键。研究表明,理念与技术的融合体现在:一是被动式优先策略,通过建筑形体、围护结构、自然通风等被动式设计降低能耗需求;二是主动式优化策略,通过高效设备、智能控制等技术满足剩余能耗需求;三是可再生能源替代策略,通过光伏、光热等技术替代化石能源;四是系统集成策略,通过多技术协同实现整体最优^[14]。

节能技术的融合创新需要打破传统设计流程的壁垒,建立多专业协同的工作模式。建筑师应了解节能技

术原理,在方案阶段为技术应用创造条件;工程师应理解设计意图,在技术实现中体现设计理念。通过跨专业协作,实现建筑美学、空间功能与节能技术的有机统一。

在房屋建筑工程中,绿色节能技术的应用涵盖围护结构保温、高效门窗、遮阳系统、自然通风、可再生能源等多个方面。研究表明,围护结构保温是节能的基础,应合理确定保温层厚度,避免热桥效应;高效门窗是节能的关键,应选用低辐射镀膜玻璃、断桥铝型材等;遮阳系统是夏季节能的重要手段,应设置外遮阳或内遮阳设施;自然通风是春秋季节节能的有效途径,应优化开口位置和大小;可再生能源是深度节能的保障,应因地制宜利用太阳能、地热能等。

2.2 新型绿色建筑材料

绿色橡胶纤维混凝土是近年来发展的新型绿色材料,将废旧轮胎橡胶粉掺入混凝土中,既解决了废旧轮胎处置问题,又改善了混凝土的性能。在基坑边坡防护工程中,绿色橡胶纤维混凝土的应用研究表明:橡胶粉的掺入可提高混凝土的韧性、抗裂性和抗冲击性能,增强边坡防护的可靠性;同时,橡胶粉的弹性特性可以吸收部分能量,提高防护结构的安全性。

绿色橡胶纤维混凝土的性能受橡胶粉粒径、掺量、表面处理等因素影响。研究表明,橡胶粉掺量宜控制在10%-20%之间,过高会降低强度;橡胶粉表面进行改性处理可改善与水泥基体的粘结性能;纤维的加入可进一步提高材料的韧性和抗裂性能。绿色橡胶纤维混凝土的应用为废旧轮胎资源化利用提供了新途径。

高掺量废弃胶合木纤维混凝土是另一新型绿色材料,将废弃胶合木加工成纤维掺入混凝土中,实现木材废弃物的资源化利用。研究表明,废弃胶合木纤维的掺入可改善混凝土的孔结构,形成更加致密的微观结构,提高材料的耐久性能。同时,木纤维的加入可降低混凝土的密度,减轻结构自重,提高保温性能。

废弃胶合木纤维混凝土的协同机制研究表明:木纤维在混凝土中起到填充和桥接作用,可细化孔结构,减少微裂缝;木纤维与水泥基体之间的界面结合强度影响材料的力学性能;木纤维的吸水性可改善混凝土的内部养护条件,促进水化反应。通过优化配合比和制备工艺,可实现力学性能与绿色环保性能的平衡。

建筑工程中绿色建筑施工技术的应用涉及绿色材料选用、资源节约、环境保护等多个方面。研究表明,绿色材料的选用应遵循以下原则:优先选用本地材料,减少运输能耗;优先选用可再生材料,减少资源消耗;优先选用可回收材料,便于废弃物利用;优先选用低排

放材料,减少室内污染。通过绿色材料的系统应用,可显著降低建筑的环境影响。

2.3 新型结构与支撑体系

新型模板支撑体系是实现绿色施工的重要技术手段。在房屋建筑施工中,新型模板支撑体系的应用可提高施工效率,减少材料消耗,降低施工能耗。研究表明,新型模板支撑体系包括铝合金模板体系、盘扣式脚手架体系、爬升模板体系等,具有重量轻、强度高、周转次数多、施工速度快等优点。

铝合金模板体系是近年来推广应用的新型模板,具有重量轻、拆装方便、表面平整等优点,可有效提高混凝土成型质量。与传统木模板相比,铝合金模板周转次数可达200次以上,大大减少了木材消耗,体现了绿色施工理念。盘扣式脚手架体系具有承载能力高、搭拆快捷、安全可靠等优点,可提高施工效率,减少材料用量。

新型模板支撑体系的应用需要与施工组织设计相结合,优化配模方案,提高模板利用率;加强模板维护保养,延长使用寿命;推进标准化设计,提高模板通用性。通过系统化的管理和技术创新,充分发挥新型模板支撑体系的绿色施工效益。

3 数字化与智能化技术融合

3.1 BIM技术在绿色建筑中的应用

建筑信息模型(BIM)技术是绿色建筑的重要技术支撑。BIM技术通过创建和使用数字模型,实现建筑信息的集成管理和协同应用,为绿色设计提供了强大的技术平台。在室内空间环境艺术与个性化设计中,BIM技术的应用研究表明:BIM模型可集成空间信息、材料信息、设备信息等,为设计决策提供数据支持;BIM的可视化功能可直观展示设计效果,便于沟通和优化;BIM的参数化功能可快速生成设计变体,支持方案比选^[5]。

BIM技术与绿色设计的协同体现在多个方面:在方案阶段,BIM模型可进行能耗模拟、日照分析、风环境模拟等,优化建筑形体;在深化设计阶段,BIM模型可进行冲突检测、工程量统计等,优化设计细节;在施工阶段,BIM模型可进行施工模拟、进度管理,支持绿色施工;在运维阶段,BIM模型可集成运维数据,支持绿色运营。

在复杂山地场地规划与设计, BIM技术展现出独特的优势。研究表明,山地场地地形复杂,传统二维设计方法难以准确表达地形关系和设计意图。BIM技术通过创建三维地形模型,可精确表达场地地形特征,

进行土方平衡分析,优化场地设计。同时,BIM模型可集成地质信息、水文信息、生态信息等,为绿色场地设计提供综合数据支持。

BIM技术在复杂山地场地规划中的应用包括:地形模型的建立与精度控制;场地道路、建筑、景观的协调设计;土方工程的优化与平衡;排水系统的分析与设计;生态保护与修复方案的制定。通过BIM技术的应用,可实现山地场地的精细规划和绿色设计^[16]。

3.2 智能建筑与质量体系

基于绿色建筑设计理念的智能建筑质量体系提升研究是当前的一个重要方向。研究表明,智能建筑质量体系应涵盖设计、施工、运维全过程,通过智能化技术手段,实现质量目标的动态监控和持续改进。在绿色建筑设计中,智能化技术可支持性能模拟、方案优化、协同设计等,提升设计质量;在绿色施工中,智能化技术可支持施工监控、质量追溯、安全管理等,提升施工质量;在绿色运维中,智能化技术可支持能耗监测、环境控制、设备管理等,提升运维质量。

智能建筑质量体系的关键技术包括:物联网技术实现设备和环境的实时感知;大数据技术实现海量数据的存储和分析;人工智能技术实现质量问题的智能诊断和预测;数字孪生技术实现物理实体与数字模型的实时映射。通过多种技术的集成应用,构建覆盖建筑全生命周期的智能质量保障体系。

绿色建筑与智能技术的融合推动建筑从“节能”向“智慧”演进。智能控制系统可根据室内外环境变化自动调节空调、照明、遮阳等设备,实现按需供能,提高能源利用效率。智能监控系统可实时监测能耗数据,发现异常能耗,提供节能建议。智能运维系统可优化设备运行策略,延长设备寿命,降低运维成本。通过智能技术的应用,实现绿色建筑的高效运营^[17]。

4 绿色建筑在不同类型建筑中的应用

4.1 公共建筑与商业建筑

绿色建筑理念在商业综合体设计中的应用日益广泛。研究表明,商业综合体功能复杂、能耗强度高、人流量大,绿色设计需综合考虑商业运营需求与节能环保目标。设计策略包括:优化建筑形体,减少能耗需求;采用高性能围护结构,提高保温隔热性能;设置中庭天窗,改善自然采光;利用自然通风,减少空调能耗;采用高效冷热源,降低能源消耗;实施能源管理系统,实现能耗监控^[18]。

在商业综合体绿色设计中,应特别关注室内环境质量。合理的空间布局、良好的自然采光、舒适的热湿

环境、优质的空气质量,有助于提升顾客体验和商业价值。同时,绿色设计应考虑商业运营的灵活性,便于业态调整和功能变更,延长建筑使用寿命,体现可持续发展理念。

绿色建筑技术在公共建筑节能改造中的应用是既有建筑绿色化的重要途径。研究表明,公共建筑节能改造技术包括:围护结构保温改造、高效门窗更换、遮阳系统增设、空调系统优化、照明系统改造、可再生能源利用等。技术选择应根据建筑特点、使用功能、投资条件等综合确定,实现节能效益与经济效益的平衡。

公共建筑节能改造的实施路径包括:前期调研与诊断,了解建筑现状和能耗水平;方案设计与比选,确定适宜的技术方案;施工组织与实施,保障改造质量;运行调试与优化,实现节能效果;效果评估与反馈,总结经验教训。通过系统化的改造流程,实现公共建筑绿色性能的提升。

碳中和背景下绿色公共建筑设计理念的应用策略强调全生命周期碳管理。研究表明,设计策略包括:强化碳意识,将碳减排纳入设计目标;优化形体布局,降低运行能耗;选用低碳建材,减少隐含碳;应用可再生能源,替代化石能源;实施碳汇设计,吸收二氧化碳;建立碳监测系统,实现碳管理动态优化。通过系统化的碳管理策略,推动公共建筑向碳中和目标迈进^[19]。

4.2 工业建筑与产业园区

现代农业服务综合体工业建筑的生态设计是工业建筑绿色化的重要方向。研究表明,农业服务综合体具有生产加工、仓储物流、技术服务、展示交易等多种功能,其生态设计应关注:功能分区优化,减少物料运输能耗;建筑形体优化,适应气候特征;围护结构优化,提高保温性能;自然采光通风,减少人工照明和空调能耗;可再生能源利用,降低化石能源消耗;绿色材料应用,减少环境影响。

工业建筑生态设计的关键在于将工业流程与建筑环境有机融合。工艺流程应考虑建筑空间的适应性,建筑空间应满足工艺流程的要求。通过功能与空间的协同优化,实现工业生产效率和建筑绿色性能的双重提升。

工业园区绿色建筑标准与实施路径分析是推动工业建筑绿色化的重要工作。研究表明,工业园区绿色设计应建立“宏观-中观-微观”三层体系:宏观层面,应优化园区布局,完善基础设施,构建生态网络;中观层面,应推进建筑绿色化,提高单体建筑绿色性能;微观层面,应推广绿色技术,提升建设运营水平。实施路

径包括：制定绿色设计导则，明确设计要求和标准；建立评价指标体系，指导设计优化；开展示范项目建设，推广成功经验；完善政策激励机制，调动企业积极性。

4.3 特殊类型建筑

绿色校园建筑创作体现了“形式追随气候”的设计理念。江西陶瓷工艺美术职业技术学院绿色校园建筑以当地气候特征为基础，通过优化建筑朝向、设置遮阳构件、利用自然通风等被动式设计策略，实现建筑与气候的和谐共生。设计充分考虑了景德镇地区夏热冬冷的气候特点，采用架空层、庭院、天井等传统建筑智慧与现代技术相结合的设计手法，创造出舒适宜人的校园环境。

校园建筑绿色设计的核心是营造健康舒适的学习生活环境，同时培养学生的环保意识和可持续发展理念。绿色校园不仅是节能环保的实体，更是环境教育的载体，通过建筑本身传递绿色价值观。

城市生态廊道规划设计是城市绿色基础设施的重要组成部分。研究表明，城市生态廊道规划设计的创新理念包括：生态优先理念，优先保护重要生态空间；网络化理念，构建互联互通的生态网络；多功能理念，兼顾生态、休闲、文化等多种功能；适应性理念，适应气候变化和城市发展。技术应用包括：生态敏感性分析，识别重要生态空间；廊道连通性分析，优化生态网络结构；生态修复技术，恢复受损生态系统；智慧管理技术，实现生态廊道的动态监测。

水利工程中绿色建筑设计理念的运用是水利设施绿色化的重要方向。研究表明，水利工程绿色设计应关注：建筑物选址与布局，减少对自然环境的干扰；建筑形态与材质，与周边环境相协调；生态护岸与水生植物，改善水生态环境；雨水收集与利用，实现水资源循环；可再生能源利用，降低运行能耗。通过绿色设计，实现水利工程功能效益与生态效益的统一。

可持续建筑创新策略与实践——以国家会展中心（上海）为例的研究展示了大型公共建筑的绿色实践。国家会展中心（上海）作为超大型会展建筑，在设计中采用了多项可持续策略：优化建筑形体，减少能耗需求；采用高性能围护结构，提高保温性能；利用自然采光和通风，减少人工照明和空调能耗；设置光伏发电系统，提供可再生能源；实施雨水收集利用，节约水资源；采用绿色建材，减少环境影响。这些策略的综合应用，使该建筑在满足复杂功能需求的同时，实现了较高的绿色性能^[20]。

5 绿色建筑设计与实施路径

5.1 设计策略与方法

被动式设计策略是绿色建筑的基础，通过建筑形体、朝向、围护结构、自然通风、自然采光等被动式手段，降低建筑能耗需求。研究表明，被动式设计策略包括：形体优化策略，通过合理的形体系数减少传热损失；朝向优化策略，通过适宜的朝向利用太阳能和自然通风；遮阳设计策略，通过外遮阳构件减少夏季太阳辐射得热；自然通风策略，通过开口优化和风压利用实现自然通风；自然采光策略，通过天窗、中庭等改善室内采光；围护结构保温策略，通过高性能保温材料减少传热损失^[21]。

主动式技术集成是在被动式设计基础上，通过高效设备、智能控制等技术满足剩余能耗需求。主动式技术包括：高效冷热源设备、变风量变水量系统、热回收系统、智能控制系统等。被动式与主动式的协同整合是实现绿色建筑最优性能的关键。被动式设计降低能耗需求，主动式技术高效满足需求，二者相辅相成^[22]。

一体化设计方法是绿色建筑的重要理念，强调多专业协同、全过程整合。研究表明，一体化设计方法包括：目标整合，将绿色目标融入设计目标体系；过程整合，将绿色设计贯穿方案、深化、施工图各阶段；专业整合，建筑师与工程师协同工作；信息整合，BIM平台支持数据共享；性能整合，多性能目标协调优化。通过一体化设计，实现建筑功能、形式、空间与绿色性能的有机统一^[23]。

绿色建筑流程应建立“目标设定—方案设计—性能模拟—优化调整—深化设计—施工配合—运维支持”的完整链条。在目标设定阶段，明确绿色性能目标；在方案设计阶段，探索绿色设计策略；在性能模拟阶段，验证设计效果；在优化调整阶段，改进设计方案；在深化设计阶段，落实绿色技术；在施工配合阶段，保障设计意图实现；在运维支持阶段，优化运行策略。通过全流程的绿色设计，实现设计目标的有效落地^[24]。

5.2 实施路径与保障机制

绿色建筑实施路径包括设计阶段实施路径和施工阶段技术应用两个层面。在设计阶段，实施路径包括：绿色目标设定，根据项目特点确定绿色等级；绿色策略选择，选择适宜的设计策略；绿色技术集成，整合多种绿色技术；绿色方案优化，通过性能模拟优化方案；绿色成果输出，形成完整的绿色设计文件。

施工阶段技术应用是设计理念落地的重要保障。绿色建筑施工技术应用包括：绿色施工组织设计，优化施工流程；绿色施工材料选用，使用环保材料；绿色施

工工艺应用,减少施工环境影响;绿色施工质量管控,保障绿色设计实现;绿色施工验收评价,验证绿色性能。通过施工阶段的技术应用,将设计理念转化为建筑实体^[25]。

绿色建筑标准规范体系为设计实施提供了技术支撑。研究表明,工业园区绿色建筑设计标准应涵盖:场地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、运营管理等多个维度。标准指标的设定应兼顾先进性与可行性,既体现绿色建筑的发展方向,又考虑技术经济的可行性。

绿色建筑实施的保障机制包括:政策激励机制,通过财政补贴、容积率奖励等激励绿色建筑发展;技术支撑机制,通过技术研发、标准制定等提供技术支持;市场驱动机制,通过绿色认证、绿色标识等引导市场需求;人才培养机制,通过专业教育、职业培训等培养绿色建筑人才。通过多机制协同,营造有利于绿色建筑发展的制度环境。

6 讨论与展望

6.1 当前发展成就与问题反思

经过多年发展,我国绿色建筑设计理念与技术取得了显著成就。在设计理念方面,可持续发展、人本设计、生态设计、碳中和导向等理念得到广泛认同和应用;在技术发展方面,节能技术、绿色材料、BIM 技术等取得重要突破;在工程实践方面,绿色建筑数量快速增长,绿色建筑标识项目累计超过数万项,绿色建筑从示范探索走向规模化推广。

然而,当前绿色建筑仍面临诸多问题。一是理念落地不足问题,部分项目绿色理念仅停留在概念层面,未能贯穿设计全过程;二是技术成本较高问题,绿色技术增量成本制约了市场推广;三是评价体系不完善问题,现行评价标准偏重技术措施,对实际运行效果关注不足;四是专业人才缺乏问题,既懂设计又懂绿色技术的复合型人才不足;五是运行效果不佳问题,部分绿色建筑实际运行能耗高于设计预期,“高设计、低运行”现象普遍存在。

6.2 未来发展趋势

碳中和导向深化是绿色建筑的重要趋势。随着“双碳”目标的推进,绿色建筑将向零碳建筑、负碳建筑演进。未来设计将更加关注建筑全生命周期的碳排放,从建材生产、施工建造、运行维护到拆除回收,实现全过程碳管理。碳核算方法、碳抵消机制、碳交易市场等将为碳中和建筑提供制度支撑。

数字化智能化融合是绿色建筑设计的趋势。

数字孪生技术将实现物理建筑与数字模型的实时映射,支持设计优化和运行管理;人工智能技术将支持设计方案的智能生成和性能预测,提高设计效率和质量;物联网技术将实现建筑能耗、环境、设备的实时感知,支持精细化管理。数字化技术的深度应用将重塑绿色建筑设计流程和工作模式。

人本化与健康化是绿色建筑的重要价值取向。后疫情时代,人们更加关注建筑环境的健康性能。未来绿色设计将更加关注空气质量、水质、声环境、光环境、热舒适等健康指标,推动绿色建筑向健康建筑升级。室内环境质量、心理健康支持、适老化设计等将成为绿色设计的重要内容。

循环经济与资源化是绿色建筑设计的可持续发展方向。未来绿色设计将更加关注资源的循环利用,推广可拆卸设计、模块化设计,便于建筑构件的再利用和材料的回收利用。建筑废弃物资源化利用、工业固废制备建材、生物质材料应用等将成为重要发展方向。

7 结论

本文系统综述了绿色建筑设计理念的演进历程与技术发展现状。研究表明,绿色建筑设计理念经历了从生态萌芽到可持续发展、再到碳中和导向的演进历程,形成了可持续发展理念、人本设计理念、生态设计理念、碳中和导向理念等多元化理念体系。各理念相互关联、互为补充,共同指导绿色建筑实践。

在技术发展方面,绿色建筑关键技术取得了显著进展。光伏与可再生能源技术、暖通系统节能技术、新型绿色建筑材料、新型结构支撑体系等为绿色建筑提供了技术支撑。BIM 技术与智能化技术的应用推动了绿色建筑流程的数字化变革,提升了设计效率和质量。

在不同类型建筑中的应用方面,商业综合体、公共建筑、工业建筑、产业园区、绿色校园、水利工程等各具特色的绿色设计策略不断丰富,为各类建筑的绿色化提供了实践范例。绿色建筑策略与方法、实施路径与保障机制的研究为绿色设计提供了方法论指导。

当前,绿色建筑呈现理念多元化、技术集成化、过程数字化、目标碳中和化的发展趋势。未来应加强理念创新与技术进步的系统集成,推动被动式设计 with 主动式技术的深度融合,促进 BIM 技术与绿色设计的协同应用,强化人本化与健康化的价值取向,推动绿色建筑从“浅绿”向“深绿”转变,实现建筑领域的高质量可持续发展。

本文主要基于文献综述,对绿色建筑设计理念与

技术进行了系统梳理。未来可结合实证研究和案例分析,进一步深化对绿色建筑设计绩效的认识,探索不同理念与技术的协同机制,为绿色建筑设计实践提供更具指导性的理论依据。

参考文献

- [1] Wu S. Optimization and Technological Innovation Path of Photovoltaic System Field Management from the Perspective of Electrical Engineering[J]. Journal of Electronic Research and Application, 2025, 9(7): 120-126.
- [2] 蒋星煜. 绿色建筑理念下的某商业综合体设计分析[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(24): 115-117.
- [3] Wang S. Research on the Application of Green Rubber Fiber Concrete in Foundation Pit Slope Protection[J]. Journal of Technology Innovation and Engineering, 2025, 1(6).
- [4] 王睿. 暖通工程中绿色建筑设计与能源节约技术的应用[J]. 中国房地产业, 2025, (35): 146-149.
- [5] 李进. 新型模板支撑体系在房屋建筑施工中的应用与探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (35): 115-117.
- [6] Gao S, Jiang J C, Sun J, et al. Synergistic mechanisms of high-dosage waste glulam fibers concrete: Pore structure evolution and constitutive model study[J]. Construction and Building Materials, 2025, 505: 144752.
- [7] 王扬, 张聪慧, 赵苒婷, 等. 形式追随气候——江西陶瓷工艺美术职业技术学院绿色校园建筑创作解析[J]. 当代建筑, 2025, (06): 138-143.
- [8] 崔晶瑶. 绿色建筑设计理念与节能技术的深度融合创新[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(22): 100-102.
- [9] Khalifa I G, Engdau S. Building Design: An Integrated Framework[J]. Journal of Progress in Civil Engineering, 2025, 7(11): 8-17.
- [10] Luo X, Gao X. Implementation of Building Information Modeling Technology in Interior Space Environmental Art and Personalized Design[J]. Journal of Circuits, Systems and Computers, 2025, 35(09).
- [11] 郑亚轩. 绿色建筑技术在公共建筑节能改造中的综合应用研究[J]. 中华民居, 2025, 18(11): 14-16.
- [12] 赵彦锦. 碳中和背景下的绿色公共建筑设计理念应用策略[J]. 住宅与房地产, 2025, (32): 86-88.
- [13] 陈守璟. 绿色建筑设计理念在现代建筑设计中的应用研究[J]. 城市建设, 2025, (25): 32-34.
- [14] 杨涛. 现代农业服务综合体工业建筑生态设计研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(20): 94-96.
- [15] 赵小春, 黄俊杰. 建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J]. 散装水泥, 2025, (05): 4-6.
- [16] 高屹. 城市生态廊道规划设计的创新理念与技术应用[J]. 四川建材, 2025, 51(10): 69-72.
- [17] 阮胜, 徐嘉晨. 水利工程中绿色建筑设计理念的运用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(19): 118-120.
- [18] 郭仲明, 陈秉桥. BIM 技术在复杂山地场地规划与设计中的应用[J]. 山西建筑, 2025, 51(20): 54-57.
- [19] 张轩. 工业园区绿色建筑标准与实施路径分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (28): 55-57.
- [20] 谢天. 可持续发展的环境工程设计理念与实践研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6(18): 119-121.
- [21] 王棋. 绿色节能技术在房屋建筑工程中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (18): 90-92.
- [22] 刘怡萌, 尤丽鑫. 基于人本设计理念的绿色建筑室内装饰与空间布局优化研究[J]. 佛山陶瓷, 2025, 35(09): 102-104.
- [23] 曹微. 新时代绿色建筑设计理念在建筑工程设计中的运用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (25): 84-86.
- [24] 全国芸. 基于绿色建筑设计理念的智能建筑质量体系提升研究[J]. 中国品牌与防伪, 2025, (09): 163-165.
- [25] 李丽姝, 郭方. 可持续建筑创新策略与实践研究——以国家会展中心(上海)为例[J]. 城市建筑, 2025, 22(16): 11-14.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS