

绿色节能建筑施工技术在房建工程中的应用

郭文波 潘瑞林

浙江省建工集团有限责任公司 浙江 杭州 310012

摘要：建筑领域是能源消耗与碳排放的核心领域，绿色节能施工技术成为推动房建工程低碳转型的关键支撑。本文立足建筑节能降碳发展需求，系统梳理绿色节能建筑的理论基础，涵盖核心概念、技术分类及政策标准体系，详细阐述围护结构、可再生能源利用等技术的具体应用，深入分析技术与管理层面的应用挑战，并提出针对性对策。推广绿色节能施工技术，能显著提升建筑能源利用效率，助力实现建筑领域碳达峰碳中和目标，推动房建工程高质量发展。

关键词：绿色节能建筑；施工技术；房建工程；节能减排；可持续发展

引言：在“双碳”目标引领下，建筑领域作为能源消耗与碳排放大户，其低碳转型迫在眉睫。绿色节能建筑施工技术凭借在能源高效利用、生态环境保护及居住品质提升等方面的显著优势，成为推动房建工程可持续发展的关键力量。然而，该技术在实际应用中仍面临技术瓶颈与管理挑战。本文将系统梳理其理论基础，深入剖析具体应用场景，探究现存问题并提出对策，为行业绿色发展提供参考。

1 绿色节能建筑施工技术的理论基础

1.1 绿色节能建筑的核心概念

绿色节能建筑以全生命周期管理理念为基础，构建从设计、施工、运营到拆除的完整闭环体系，核心目标是融合能源高效利用、生态保护与居住品质提升。它突破传统建筑“重建设、轻运营”局限，强调全过程系统优化资源配置，通过技术创新与模式升级促进资源循环、削减碳排放。如在建材选择上，优先用工业固废制备的再生骨料等低碳材料；施工环节推广装配式建造技术，降低损耗与垃圾产生；运营阶段借助物联网和人工智能实现设备智能调控，结合可再生能源系统，能耗较传统模式降超40%。同时坚持“以人为本”，优化参数利用自然采光通风，保障舒适度与健康。其碳足迹管控贯穿全产业链，与“双碳”战略衔接，是建筑行业绿色转型关键路径。

1.2 绿色节能技术的分类

绿色节能技术依据功能定位可划分为多个类别，形成覆盖建筑全流程的技术体系。按应用场景可分为建造阶段节能技术与运行阶段节能技术，前者聚焦施工设备节能、建材循环利用，后者侧重建筑用能智能调控。按技术属性可分为被动式与主动式技术，被动式技术通过优化建筑朝向、增强围护结构保温等自然手段节能，主动式技术则依靠可再生能源利用、高效设备运行实现节

能目标。按节能维度可分为节能技术、节水技术、节材技术等，节能技术包括光伏一体化、地热能利用等，节水技术涵盖雨水回收、中水回用系统，节材技术则以装配式构件、再生建材应用为核心，各类技术协同支撑绿色建筑建设^[1]。

1.3 相关政策与标准

我国已构建较为完善的绿色节能建筑政策标准体系，为技术应用提供刚性约束与方向指引。国家层面，《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》明确2025年城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准，城镇建筑可再生能源替代率达到8%的目标。行业标准方面，《绿色建筑评价标准》从安全耐久、健康舒适等维度建立评价体系，《超低能耗居住建筑节能设计标准》细化技术参数要求。地方层面结合地域特点出台配套政策，京津冀、长三角等地区明确超低能耗建筑规模化发展路径。政策体系同时强化监管机制，对高耗能建筑提出改造要求，通过施工图审查、工程验收等环节保障标准落地，形成“国家引领、地方落实、全链条监管”的政策框架。

2 绿色节能技术在房建工程中的具体应用

2.1 围护结构节能技术

围护结构是建筑节能的关键环节，其节能技术核心在于提升保温隔热性能，减少室内外热量传递。外墙节能施工中，广泛采用真空绝热板、高性能加气混凝土砌块等新型保温材料，配合专用粘结剂与抗裂砂浆形成复合保温层，部分工程应用高防火性能外墙保温系统，兼顾节能与安全。门窗节能通过采用断桥铝型材配合Low-E中空玻璃，降低传热系数，同时优化门窗密封工艺，减少空气渗透损耗。屋面节能采用“保温层+防水层”复合构造，选用挤塑聚苯板等高效保温材料，部分平屋面结合光伏板安装实现“保温+发电”双重功能。北方采暖地区在围护结构施工中，严格控制保温层厚度与施工质量，确

保改造后建筑能效达到现行标准。

2.2 可再生能源利用技术

可再生能源利用是建筑用能低碳转型的核心路径，在房建工程中呈现多元化应用态势。光伏一体化技术应用日益广泛，新建公共建筑、工业厂房常采用光伏组件与屋面、墙面结合的设计，部分居住建筑试点推进光伏一体化建设，通过标准图集规范施工安装。地热能利用技术根据地域条件差异化应用，北方地区依托地源热泵系统实现采暖与制冷，南方地区则侧重地热能对生活热水供应中的应用。太阳能利用除光伏发电外，太阳能热水器、太阳能集热系统在住宅工程中普及度提升，部分公共建筑采用太阳能与常规能源互补的供热模式。此外，部分工程探索火电、工业余热在建筑采暖中的应用，进一步拓展可再生能源利用场景，助力提升建筑用能中电力消费占比。

2.3 节水与水资源循环技术

节水与水资源循环技术通过“开源节流”实现水资源高效利用，在房建工程中形成完整应用体系。施工阶段采用节水型施工设备，对混凝土养护用水实行循环回收，通过沉淀池处理后重复使用，减少新鲜水消耗。建筑本体配备节水型卫生器具，如低流量马桶、感应水龙头，从终端降低用水需求。水资源循环系统由雨水回收与中水回用两部分构成，雨水经屋面、路面收集后，通过格栅过滤、沉淀池净化等工艺处理，用于绿化灌溉、道路冲洗；生活污水经生化处理达到中水标准后，用于卫生间冲洗、景观补水^[2]。部分大型公共建筑建立智能水循环监控系统，实时监测用水量与水质指标，优化运行策略，北方部分地区结合海绵城市建设，将建筑水资源循环与城市水系统有效衔接。

2.4 施工过程中的节能措施

施工过程节能聚焦能源消耗控制与资源高效利用，形成全流程节能管理模式。设备节能方面，推广使用电动起重机械、节能型电焊机等高效施工机械，淘汰老旧高耗能设备，对施工机械实行定期维护保养，确保其处于低能耗运行状态。临时设施节能采用可拆装式活动板房，优先选用节能门窗与保温材料，临时照明全部采用LED节能灯具，结合声光控开关实现人走灯灭。建材节能推行装配式施工，通过预制构件工厂化生产减少现场作业能耗，同时加强建筑垃圾分类处理与资源化利用，将施工废弃物分类回收，再生骨料用于混凝土垫层、路基填充等。施工组织设计中优化工序安排，减少交叉作业与设备空转时间，统筹规划临时用水用电管线，降低传输损耗。

2.5 智能建筑控制系统

智能建筑控制系统作为绿色节能建筑的核心技术之一，通过物联网、大数据与人工智能的深度融合，实现了建筑用能的精细化、动态化与智能化管理。该系统以中央控制平台为核心，集成空调、照明、电梯、供暖等子系统，通过部署在建筑各区域的温度、湿度、光照、CO₂浓度及人员密度传感器，实时采集环境数据与设备运行状态，形成“感知-分析-决策-执行”的闭环控制链。例如，在办公建筑中，系统可根据工作日与节假日、上班与下班时段的人员分布，自动调节不同区域的空调温度与照明亮度：夏季工位区温度设定为26℃，无人会议室的空调则进入待机模式；夜间公共区域照明亮度降至30%，仅保留安全通道指示灯。能源管理系统（EMS）进一步扩展了控制维度，其通过分析历史能耗数据与实时监测值，识别高耗能环节（如空调系统频繁启停、照明未按分区控制），生成优化建议并自动调整设备参数。大型商业综合体还可通过智能系统参与电网需求响应，在用电高峰时段自动关闭非核心区域电梯、降低广告屏亮度，缓解电网压力的同时获得经济补偿。另外，部分公共机构采用能源费用托管模式，由专业团队依托智能系统实施全生命周期节能管理，实现能耗强度年均下降5%~8%，为建筑绿色运营提供了可复制的解决方案。

3 绿色节能技术应用的挑战

3.1 技术层面挑战

绿色节能技术应用在技术层面面临多重瓶颈，制约其规模化推广。核心技术自主化不足，部分高性能保温材料、高效节能设备的核心部件依赖进口，钙钛矿等新型光伏技术虽已试点应用，但在稳定性与成本控制上仍需突破。技术集成性不足，不同节能技术间存在兼容性问题，例如光伏系统与建筑主体结构衔接、智能控制系统与既有建筑设备适配等，易出现“技术孤岛”现象，难以发挥协同节能效应。地域适应性难题突出，部分技术在特定气候条件下表现优异，但在高海拔、高湿度等特殊区域应用时，易出现保温性能下降、设备运行故障等问题。此外，技术更新迭代速度快，既有施工人员技术储备不足，对新型技术的施工工艺与质量控制要点掌握不熟练，导致技术应用效果打折扣，部分工程因施工不当未能达到预期节能目标。

3.2 管理层面挑战

管理层面的短板严重影响绿色节能技术应用质量与效率。市场监管机制不完善，部分地区存在绿色建材认证弄虚作假、施工过程偷工减料等问题，例如减少保温层厚度、以次充好替换节能材料，而监管部门受限于检测技术与人力，难以实现全流程精准监管。项目管理体

系不健全,多数施工企业未建立专门的绿色施工管理部门,节能施工责任未明确到人,施工方案中节能措施流于形式,缺乏针对性与可操作性。数据共享机制缺失,建筑能耗数据分散在不同部门与企业,未形成统一的城市级数据库,导致节能改造需求分析、技术选型缺乏精准数据支撑^[3]。此外,工程验收环节存在漏洞,部分地区未严格执行绿色建筑验收标准,对节能性能的检测流于表面,难以有效保障技术应用效果,影响绿色节能建筑的公信力。

4 对策建议

4.1 政策支持与财政补贴

强化政策支持与财政引导是推动绿色节能技术应用的关键举措,进一步完善激励政策,对采用超低能耗、近零能耗技术的房建项目,在土地出让、规划审批等环节给予优先支持,将绿色建筑指标纳入土地出让合同。加大财政补贴力度,设立专项基金用于绿色节能技术研发与推广,对应用光伏一体化、地热能利用等技术的项目给予直接资金补贴,对北方地区既有建筑节能改造项目落实中央财政支持政策。建立市场化激励机制,推行绿色建筑评价标识与能效等级挂钩制度,对高等级绿色建筑给予税收减免优惠。同时,推广能源费用托管、合同能源管理等模式,通过政策引导吸引社会资本参与绿色节能项目,形成“政府引导、市场主导、社会参与”的投融资机制,缓解企业资金压力,激发技术应用积极性。

4.2 技术标准与规范完善

构建科学完善的技术标准体系是规范绿色节能技术应用的基础,加快修订完善现有标准,针对光伏一体化、超低能耗建筑等新技术,制定专项设计规范与施工图集,明确技术参数、施工工艺与验收标准,解决技术应用“无标可依”问题。建立地域差异化标准体系,结合不同气候区特点,细化北方采暖地区、夏热冬冷地区的节能技术要求,提升标准的针对性与可操作性。强化标准执行监管,将绿色建筑标准执行情况纳入工程质量终身责任制,在施工图审查阶段严格核查节能设计内容,施工过程中加强现场抽查,验收环节强化节能性能检测,对违反标准的单位与个人依法追责。同时,建立标准动态更

新机制,跟踪技术发展前沿,及时将成熟技术纳入标准体系,确保标准的先进性与适用性。

4.3 公众意识提升与人才培养

提升公众意识与强化人才培养为绿色节能技术应用提供社会基础与人才支撑,通过媒体宣传、社区科普等多种形式,普及绿色节能建筑的节能效益与居住优势,发布绿色建筑典型案例,引导消费者主动选择绿色住宅,形成社会共识。在教育体系中增设绿色建筑相关课程,高等院校土木工程、建筑环境等专业应加强节能技术、智能控制等内容教学,职业院校重点培养具备实操能力的绿色施工技术人员^[4]。建立常态化培训机制,针对施工企业管理人员、技术工人开展专项培训,内容涵盖新型节能技术施工、智能系统操作等,依托企业实训基地提升实操技能。同时,支持企业与科研机构合作建立技术研发和培训平台,培育一批既懂技术又通管理的复合型人才,为绿色节能技术推广提供智力保障。

结束语

绿色节能建筑施工技术是建筑领域实现节能降碳的核心支撑,其推广应用对推动行业高质量发展意义重大。从理论基础到技术应用,绿色节能技术已形成多元化体系,但仍面临技术瓶颈与管理短板。通过强化政策激励、完善标准体系、培育专业人才等综合举措,可有效破解应用难题。随着技术创新不断深入与政策体系持续完善,绿色节能技术将实现规模化、常态化应用。未来,需持续推动技术研发与集成应用,让绿色节能理念贯穿建筑全生命周期,最终实现建筑领域碳达峰碳中和目标,为人民群众打造更加安全、舒适、低碳的居住与工作空间。

参考文献

- [1]郑桑.绿色节能施工技术在住宅建筑工程中的应用探讨[J].居舍,2025,(04):56-59+63.
- [2]李传军,马超.绿色建筑材料及施工技术在建筑节能工程中的应用[J].佛山陶瓷,2025,35(01):74-76.
- [3]杨鹏,赵利彪.绿色节能建筑施工技术在房建工程施工中的应用探究[J].陶瓷,2024(5):193-195
- [4]刘爱军,姜英坡.绿色节能施工技术在房屋建筑工程中的应用探讨[J].陶瓷,2024(3):211-213