

房建工程绿色节能建筑施工技术要点及应用分析

文 / 赵启明 青岛环湾置业有限公司

范君峰 青岛环湾置业有限公司

摘要: 绿色节能建筑技术在房建工程中具有显著的节能和环保效益。通过对被动式和主动式节能技术的分析,深入探讨了适应性气候设计、建筑围护结构优化、太阳能集成技术和地源热泵系统的应用。这些技术不仅能有效提升建筑的能源利用效率,还能减少对环境的影响。此外,针对施工阶段面临的技术难点,提出了相应的应对措施,以确保绿色建筑施工的顺利进行。本文旨在全面探讨房建工程中绿色节能建筑施工技术的关键要点及其应用策略。

关键词: 房建工程; 绿色节能; 建筑施工技术要点; 应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.036

引言

随着全球气候变化和能源紧缺问题的加剧,绿色节能建筑技术在建筑领域的应用日益受到重视。房建工程作为建筑行业的重要组成部分,肩负着提升建筑能效和减少环境负荷的责任。在这一背景下,绿色节能建筑施工技术的应用不仅是响应环保需求的有效途径,也是推动建筑行业可持续发展的关键手段。

一、绿色建筑概念及其技术标准

绿色建筑是指在建筑的设计、施工、运营和拆除过程中,充分利用资源(包括能源、水资源、土地等),保护环境,减少污染,提供健康、适用和高效的使用空间,并且能够与自然环境和谐共生的建筑。绿色建筑的技术标准依据包括节能、水资源管理、材料效率以及环境质量四大核心领域。技术规范要求建筑在设计阶段应考虑自然通风、日照分析和节能照明设计,施工材料应选择环保认证和可回收利用的产品。此外,绿色建筑还需实施建筑信息模型(BIM)技术以优化项目管理,减少施工过程中的资源浪费。具体标准如LEED(领先能源与环境设计)认证系统或BREEAM(英国建筑研究院环境评估方法)等,强调建筑的能效比和环境影响最小化,通过综合评价体系确保建筑项目从整体生命周期角度达到环境友好和资源节约的目标。

二、绿色节能建筑施工技术要点分析

(一) 被动式节能技术

1. 适应性气候设计

适应性气候设计是绿色节能建筑中的一种被动式节能技术,依据特定气候条件优化建筑设计,以自然方式调节室内环境,减少能源消耗。这种设计方法涉及对建筑朝向、布局与形态的精细调整,确保充分利用自然风和日照,同时减少不利气候的影响。例如,通过对建筑物的朝向进行优化,可以最大化冬季的太阳辐射接收和夏季的阴影覆盖,从而调节建筑的热环境。具体技术参数包括设定窗户的遮阳系数(Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)不超过0.25,以限制过量太阳热能的进入;同时,采用高性能的绝热材料,其热阻值(R-value)需达到R-30以上,确保良好的保温效果。

此外,建筑物利用绿色屋顶和屋面花园等,不仅可以增强建筑的热惯性,减少空调冷负荷,还能通过蒸发冷却效应改善微气候^[1]。

2. 建筑围护结构的优化设计

建筑围护结构的优化设计是提升绿色节能建筑性能的核心技术之一,旨在通过提高外壳的热性能来减少能源需求。优化策略包括选择高绝热性能的材料和设计高效的建筑外形。例如,外墙和屋顶的绝热层通常采用具有高热阻值的材料,如聚苯乙烯泡沫(EPS)或挤压聚苯乙烯(XPS),热阻值达到R-40以上,以最大限度地减少热桥效应和热传导。窗户部分采用双层或三层玻璃,搭配低辐射(Low-E)涂层和氩气填充间隙,使得整窗的热传递系数(U-value)降至0.22 W/m²K或更低,有效阻隔热量流失和紫外线穿透。此外,建筑外壳的颜色和材料选择也应考虑到反射和吸收太阳能的能力,以减少冷却负荷。

(二) 主动式节能技术

1. 太阳能集成技术的应用

太阳能集成技术的应用是主动式节能技术中的一项关键措施,通过将太阳能光伏系统与建筑结构相结合,实现建筑能源的自给自足。在设计阶段,建筑师和工程师会评估建筑物的朝向和倾角,以最大化太阳辐射的接收。光伏板通常安装在屋顶或外墙,采用倾斜角度15°~40°,以优化对太阳能的捕捉。选择的光伏材料需具备高能量转换效率,晶体硅光伏板的转换效率通常在18%~22%之间。此外,集成太阳能热水系统也是节能策略的一部分,这种系统通过太阳能集热器将太阳能转化为热能,用于建筑的供暖和热水供应,其集热效率可达70%。

2. 地源热泵系统的应用

地源热泵系统(GSHP, Ground Source Heat Pump)是一种高效的能源利用技术,通过利用地下恒温的特性来提供建筑的供暖、制冷和热水。该系统包括地热换热器、热泵单元和热分配系统。地热换热器通常由埋置于地下的管道网络构成,这些管道中循环的工作流体(如水或防冻液)能够在不同季节吸收或排放地面的热能。

地源热泵的设计需要根据地质条件、土壤类型及水文地质特征进行优化,以确保热交换效率最大化。该系统的能效比(COP, Coefficient of Performance)通常在3.5~4.5之间,意味着每消耗1kW·h的电力,可产生3.5~4.5kW·h的热能或冷量。此外,地源热泵系统具有低运行成本和低环境影响的优点,由于系统内部无需燃烧燃料,因此几乎不产生直接的温室气体排放^[2]。

3. 建筑智能化系统的集成

建筑智能化系统的集成是提升建筑节能性和运行效率的关键技术。这一系统通过高级的控制和监测技术,实现对建筑环境、能源使用和安全系统的优化管理。智能化系统核心包括自动化控制系统、能源管理系统(EMS)和楼宇自动化系统(BAS)。通过安装传感器和执行器,系统能实时收集环境数据(如温度、湿度、光照强度和能源消耗)并自动调节空调、照明和其他设备,以保持最佳的室内环境和最低的能源使用。例如,智能照明系统可以根据室内外的光线变化自动调整亮度,节省高达30%的电力消耗。同样,先进的HVAC控制策略能够根据建筑使用模式和外部气候条件调节冷暖系统,通过精确控制,节能效果可达到20%~40%。此外,集成系统还包括安全监控与紧急响应功能,提高建筑的安全性。

(三) 新材料与新工艺的应用

1. 高性能保温材料的应用

高性能保温材料的应用是提升建筑能效的重要技术途径之一,关键在于利用先进材料的热阻特性来减少能量损失。这些材料包括聚氨酯泡沫、真空绝热板(VIP)、气凝胶等,具有低热导率和高热阻值,有效降低了墙体、屋顶及地面的热传递。例如,真空绝热板的热导率可以低至0.004 W/m·K,远低于传统保温材料,使得同等厚度下保温效果提升数倍。此外,气凝胶作为一种轻质材料,其热导率约为0.015 W/m·K,不仅保温性能优越,还具有良好的声学隔音特性。这些材料在施工中也表现出极高的适用性和灵活性,可通过喷涂、贴板或填充等多种方式应用于新建或既有建筑中。

2. 节能窗墙系统的创新设计

节能窗墙系统的创新设计关键在于提升其热性能,以减少能量损失和优化室内光环境。这类系统通常包括高效能窗户和特殊设计的窗框,结合使用多层低辐射(Low-E)涂层玻璃和惰性气体填充的双层或三层玻璃单元。这种玻璃的热传递系数(U-value)可达到0.2~0.3 W/m²K,而传统单层玻璃通常在5.8 W/m²K以上。Low-E涂层能有效反射室内红外热辐射,减少热量通过玻璃的逸出,同时允许大部分可见光通过,保持良好的自然照明。此外,窗框的设计也采用了热断桥技术,通过插入隔热材料断开金属窗框的内外部连接,显著降低热桥效应。

3. 再生材料的利用与回收

再生材料的利用与回收是绿色建筑实施中的关键环节,强调材料的生命周期管理以减少环境影响。这些

材料包括再生钢、再生混凝土及回收木材等,通过专门的处理和制造过程,重新成为建筑材料。例如,再生钢的使用可以减少约75%的原始钢铁生产所需的能源,同时减少相应的碳排放。再生混凝土则利用拆除建筑物得到的废弃混凝土,通过破碎和筛分工艺重新成型,其能源消耗仅为制造新混凝土的一半。此外,使用回收木材不仅能减少森林砍伐的压力,还可以通过存储碳帮助减少温室气体的排放。在建筑设计初期,通过选择这些可再生和可回收的材料,可以显著提高建筑项目的环境绩效^[3]。

三、绿色节能建筑施工技术的应用分析

(一) 绿色节能技术在规划设计阶段的应用

1. 生态选址与场地利用

生态选址与场地利用是绿色节能建筑在规划设计阶段的首要考虑因素,旨在最大化自然资源的利用效率并减少环境干预。有效的生态选址首先考虑地块的自然特征,如地形、土壤条件、水文特性及现有植被,确保选址与自然环境的和谐共存。例如,通过选择利用自然坡度较小的地块,可以减少土地开挖与填充的需求,从而减少建设过程中的能耗和物料使用。此外,场地的布局需优化太阳能的利用,如通过北侧留出较大空间而南侧紧凑排布,以增加南向窗户的日照接收面积,从而提高建筑的热效能。在排水设计中,采用低影响开发技术(LID),如雨水花园和渗透性铺装,可有效管理场地径流,减少对周边水体的污染和破坏。

2. 建筑形态与朝向优化

建筑形态与朝向的优化是实现节能目标的重要策略之一,通过精确设计来最大化自然资源的利用,减少能源消耗。在规划设计阶段,建筑师利用详细的气候数据和太阳路径分析,确定最佳建筑朝向和形态,以改善自然通风和日照条件。例如,通过延长建筑的東西向长度,并设置适当的遮阳设施,可以最大限度地减少夏季太阳直射,同时在冬季允许更多阳光进入,自然地调节建筑内部的温度。此外,建筑的外形设计也会考虑到空气流动的最优路径,以促进有效的跨通风,特别是在夏季可以通过设计促进高效的风流路径,从而减少对空调系统的依赖。

(二) 绿色节能技术在施工阶段的应用

1. 施工组织设计中的节能考虑

在绿色节能建筑的施工阶段,施工组织设计中的节能考虑是至关重要的,这包括优化施工流程、选择环保材料和采用高效的施工技术。首先,通过采用模块化和预制构件,可以在工厂内完成部分制造工作,减少现场作业中的能耗和材料浪费。例如,使用预制混凝土墙板和楼板不仅缩短了施工周期,还因其精确的工厂制造过程大幅减少了现场调整和材料损耗。此外,施工现场的能源管理也是节能的重要组成部分,如采用太阳能光伏板为施工现场提供临时电力,减少对非可再生能源的依赖。在机械设备的选择上,优先使用符合最新环保标准的低排放和高效能设备,如电动挖掘机和混凝土搅拌

车，这些设备在减少排放的同时也降低了能源消耗。

2. 绿色施工技术的实施管理

绿色施工技术的实施管理是确保建筑项目在施工阶段达到预定环保与节能目标的关键。这一过程涉及对施工方法、材料选择、以及现场操作进行严格的监控与调整。首先，施工管理团队需采用环境管理系统（EMS），以确保所有施工活动符合环保法规和绿色认证标准。例如，通过实施土地保护措施，如设立保护区和使用临时铺地材料来最小化施工对现场自然土地的干扰。同时，施工场地应实施废物分类与回收程序，减少填埋量并促进资源的循环再利用，如将废钢铁和废混凝土分离回收再利用。此外，采用数字化施工工具如建筑信息模型（BIM），可以在施工前进行模拟，优化材料的使用和减少浪费。施工过程中，定期的环境审计和能源消耗监测也是必不可少的，以保证施工过程中的各项指标都能达到预定的绿色建筑要求。

3. 施工废弃物的减量化与资源化

施工废弃物的减量化与资源化是绿色建筑实践中关键的环节，通过有效的废物管理策略，不仅降低了环境负担，还促进了资源的再利用和循环使用。在施工项目启动之初，制定详尽的废物管理计划是必需的，该计划包括废物预防、最小化、回收及再利用的具体措施。例如，通过选择可回收或可再生的建筑材料，并优化材料的切割和使用以减少废料产生。施工现场应设立专门的回收区域，对木材、金属、混凝土等材料进行分类收集和存储，以便将这些材料送至再处理设施进行回收利用。此外，采用现代化的施工技术，如使用精确的数字化测量和切割工具，可以大大减少材料浪费^[4]。

（三）绿色节能技术在运营维护阶段的应用

1. 建筑能效管理系统的集成

建筑能效管理系统的集成是运营维护阶段实现绿色节能目标的核心策略，通过高级监控与控制技术优化建筑的能源使用。这种系统通常包括能源监控子系统、智能控制子系统以及数据分析与报告功能。通过安装传感器和智能表计，系统能实时收集关于建筑能源消耗的数据（例如照明、HVAC系统、电梯等），并将这些数据传输至中央控制系统。中央系统使用先进的算法分析数据，自动调整设备运行参数以达到最佳能效，如根据建筑内部外部的温度和光照条件调节空调和照明强度。

2. 维护与管理中的节能优化措施

维护与管理中的节能优化措施是确保建筑长期运营效率的关键环节，涉及从设备定期检修到系统升级的全方位策略。首先，定期维护是节能的基础，包括清洁换热器、检查并密封管道和通风系统的泄漏点，确保HVAC系统的高效运行。采用预测性维护技术，如振动分析和红外热像，可以及时识别设备潜在故障，预防效率低下和高能耗运行。此外，升级老旧设备至高效能版本，如采用变频技术的HVAC系统和LED照明，能显著降低能源

消耗。在管理策略上，实施能源审计和实时能源监控，通过数据分析确定节能潜力和优化策略。例如，通过智能楼宇管理系统调整照明和空调的使用时间，根据建筑使用模式自动优化能源分配和消耗。

四、绿色节能建筑施工技术的挑战与对策

（一）绿色节能建筑施工中的技术难点

绿色节能建筑施工中面临的技术难点主要包括高性能材料的应用、复杂系统的集成以及确保施工过程中环保标准的遵守。首先，高性能保温材料和先进的节能系统如地源热泵或智能楼宇管理系统通常具有较高的初始成本和技术要求，这不仅会增加施工预算，也对施工团队的技术能力提出了更高要求。其次，将这些系统和材料有效集成到建筑设计中，需要精确的工程计划和协调，特别是在现有建筑结构中集成新技术时，往往面临空间限制和兼容性问题。此外，绿色建筑项目需要遵循严格的环境保护标准，如废料管理和污染控制，这在施工过程中增加了监管压力和操作复杂度^[5]。

（二）绿色节能建筑施工技术挑战的对策

应对绿色节能建筑施工技术挑战的对策包括技术培训、精细化管理以及先进技术的应用。首先，通过专业技术培训，施工团队可以熟练掌握高性能材料的使用和复杂节能系统的安装，从而提升施工质量。其次，精细化管理是关键，特别是在项目计划和施工协调上，通过建筑信息模型（BIM）技术的应用，可以实现对施工过程的全方位监控和优化，减少错误和返工。此外，采用模块化和预制构件技术，可以降低现场施工的复杂性，缩短施工周期，同时确保质量和节能效果。为保证环保标准的严格执行，应设立专门的环境监督小组，实时监测施工现场的废物管理和污染控制措施。

结语

总而言之，房建工程中的绿色节能建筑施工技术在提升建筑性能和减少环境影响方面发挥了重要作用。通过深入分析施工技术要点和应用，明确了节能技术在规划、施工及运营维护阶段的关键作用。面对施工中的技术挑战，通过有效的对策和管理策略，可以确保绿色节能建筑的高效实施，推动可持续建筑的发展，为未来建筑行业的创新提供有力支持。

参考文献

- [1] 张其萍. 房建工程绿色节能建筑施工技术要点及应用分析[J]. 甘肃科技, 2024, 40 (06): 34-37.
- [2] 刘先国. 房建工程绿色节能建筑施工技术要点及应用分析[J]. 居业, 2022, (06): 146-148.
- [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, (05): 193-195.
- [4] 董加斌, 薛姣. 房建工程建设中的绿色节能施工技术[J]. 住宅与房地产, 2024, (14): 101-103.
- [5] 赵炜. 绿色节能技术在房建工程施工中的应用分析[J]. 房地产世界, 2022, (13): 95-97.