

绿色节能技术在建筑工程施工中的应用

杨志强

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

【摘要】：“双碳”战略推进背景下，建筑行业作为高能耗、高污染领域，绿色节能施工成为转型升级的核心路径。本文结合建筑施工实际，明确绿色节能技术应用的核心原则，重点阐述基础、主体结构、围护结构、装饰装修及施工全过程的各类节能技术应用细节，以具体项目为实例，量化分析技术应用效果，通过数据对比凸显绿色节能技术的实用价值，为同类工程施工提供可借鉴的实践经验。

【关键词】：建筑工程；施工阶段；绿色节能技术；围护结构；案例分析

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.069

引言

我国建筑行业正从传统高能耗施工向绿色低碳转型，据住建部数据显示，建筑施工及运行阶段能耗占社会总能耗的28%，施工过程中产生的扬尘、噪声、建筑垃圾等问题，对周边生态环境造成明显影响。随着“双碳”决策的推进及绿色建筑发展计划的制定，建筑工程施工环节提出了节能减排的要求。而传统的施工方式存在着资源消耗大、能耗高以及环境污染严重等诸多弊端，并不能满足现阶段的发展形势，因此，将绿色节能环保技术运用到工程施工环节，不仅可以节约能耗、降低污染，而且还能为施工单位带来更大的经济收益，增强市场竞争力，推进产业健康发展。本文结合施工各环节实践，探讨绿色节能技术的具体应用及效果，为同类工程提供参考。

1 绿色节能技术应用的核心原则

在建筑工程施工中，绿色节能环保技术的应用应具备五项核心原则：首先是节能降耗原则，在工程施工过程中尽可能减少用电量、用油量，节约资源。其次是环保减排原则，在建筑工程施工过程中，应尽量避免扬尘污染、噪声污染、水污染以及固废污染等问题的发生，并最大程度减轻环境污染程度。资源循环包括材料再利用及水循环两部分，即对建筑施工过程中产生的废料进行循环处理，以及对用水进行循环利用。经济合理强调在保证节能效果的基础上，控制施工成本，实现经济效益与环境效益协同发展^[1]。技术适配要求结合工程类型、施工环境，选择贴合现场需求的节能技术，避免技术与实际脱节。

2 绿色节能技术在建筑工程施工各环节的具体应用

2.1 基础施工阶段绿色节能技术应用

地基工程是整个工程建设的基础，在工程建设过程中，只有充分运用节能技术，才能实现整个工程项目的节能建设目标。在地基工程施工阶段，对于深基

坑支护，主要运用土钉墙、排桩支护等能够节约资源的技术，以此实现减少混凝土材料及钢材消耗的目的，并从根本上控制能源消耗量。对于基坑降水，主要使用轻型井点降水的方法进行施工，通过对降水深度及数量等指标进行有效控制，从而达到节水目标，将收集到的雨水用于工地用水，实现循环利用。基坑土方开挖前规划合理路线，采用机械化与人工开挖相结合的方式，减少机械闲置，降低燃油消耗。基础材料选用上，推广高性能混凝土和再生骨料混凝土，减少水泥、砂石用量，降低材料生产能耗，再生骨料混凝土还能实现建筑废弃物循环利用。同时添加缓凝剂、减水剂等节能外加剂，优化混凝土配合比，减少水泥用量的同时提升强度和耐久性，降低养护能耗。

2.2 主体结构施工阶段绿色节能技术应用

主体结构施工是施工过程中耗能最大的环节之一，在此阶段的节能主要是从结构体系及施工方法上进行。装配式混凝土结构为当前最常用到的一种节能型结构体系，预制构件在工厂内进行标准化制作，运至施工现场直接进行装配，大大减少了现场湿作业量，降低了材料损耗及扬尘现象，节约了施工时间。荆门亿纬锂能项目中的装配式建筑选用蒸压加气混凝土板作为围护材料，其具有轻质高强、保温性能好等特点，在施工过程中无需另行增加保温措施，在保证施工效率的同时实现了节能效果。钢结构施工选用高强度钢材以减少用量，同时优化连接工艺提升效率，且钢结构可回收利用，契合绿色理念^[2]。主体施工工艺优化方面，模板施工采用可循环钢模板、铝合金模板替代传统木模板，减少木材消耗，降低损耗率，安装拆除严格遵循规范确保重复利用。钢筋施工采用机械连接、焊接等高效工艺，优化下料方案提高利用率，选用节能型加工机械降低电力消耗。

2.3 围护结构施工阶段绿色节能技术应用

外围护结构直接关系到整个建筑物的能耗量，主要包括外墙、屋面及门窗三部分。外墙节能施工中，外墙外保温、内保温以及自保温三者的侧重点不同，其中运用比较广泛的为高性能蒸压砂加气混凝土砌块自保温技术，在施工过程中，由于砌块自身具有较好的保温隔热效果，施工中严控砌筑质量确保拼接紧密。武汉市中心医院杨春湖院区项目采用该技术，有效降低外墙传热系数，提升保温效果。外墙节能材料选用挤塑板、岩棉板、气凝胶等高效产品，结合工程需求对比节能效果与成本，优先选择性价比高的材料。屋面节能采用保温隔热层与防水层结合的工艺，选用挤塑板、聚氨酯硬泡等保温材料，优化屋面坡度和构造设计，减少太阳辐射热吸收。绿色屋面施工流程包括基层处理、防水层、保温层和种植层，能降低屋面温度、减少空调能耗，还能净化空气，武汉碧桂园·晴川府项目采用该设计，节能效果突出。门窗节能核心在材料选择与安装工艺，铝塑共挤门窗、断桥铝门窗搭配 Low-E 中空玻璃，隔热、隔音、密封性能良好。图 1 为建筑围护结构节能施工工艺流程图。

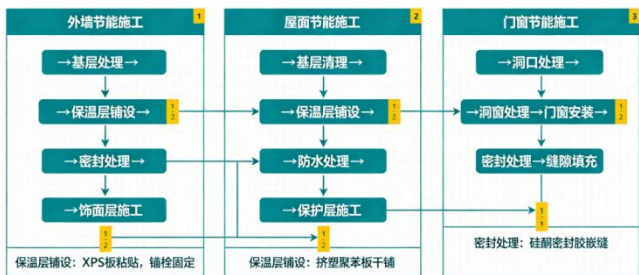


图 1 建筑围护结构节能施工工艺流程示意图

2.4 装饰装修施工阶段绿色节能技术应用

装饰装修过程中的节能主要集中在选材、工艺和隔声降噪方面。首先应注重节能装饰材料的选择，在对内墙面进行装饰的时候，尽量使用一些新型材料，如水性涂料、环保壁纸等污染小、耗能少的产品代替传统的溶剂型涂料，降低有害气体排放量，保护工作人员身体健康及室内空气质量。在地面装饰环节，应选择一些节能环保又具有较强耐用性的材料，如实木复合地板、防滑地砖等。实木复合地板可降低木材使用量，符合节约材料的理念。吊顶装饰采用轻质、节能、可回收的石膏板、铝扣板，降低吊顶自重，减少主体结构负荷^[3]。工艺优化方面，推行干法施工替代传统湿法施工，减少水资源浪费和施工扬尘，优化工序避免交叉作业，提升效率减少能耗。

2.5 施工过程中其他绿色节能技术应用

除各施工环节专项节能技术外，全过程还可通过多种技术提升节能效果。水资源循环利用方面，施工现场设置雨水回收系统，经收集、储存、过滤后，用于混凝土养护、场地洒水和绿化用水，减少自来水消耗^[4]；对混凝土养护废水、冲洗废水进行处理，达标后循环利用，避免污染环境。可再生能源利用中，施工现场安装太阳能路灯和太阳能热水器，满足照明和施工人员热水需求，减少电力、燃油消耗；地源热泵技术用于临时办公区、宿舍采暖制冷，降低空调能耗，施工中注重地埋管铺设质量，确保换热效率。施工废弃物循环利用方面，对建筑垃圾分类收集，废钢筋回收再加工，废混凝土破碎后作为再生骨料用于基础回填和道路基层，废模板修复后重复使用；对木材废料、塑料废料回收处理，减少废弃物排放^[5]。

3 绿色节能技术在建筑施工中的应用案例分析

3.1 案例概况

本次选取某科技创新大楼项目作为案例，该项目为公共建筑，总建筑面积 38000m²，结构类型为框架-剪力墙结构，施工周期 18 个月。项目设定明确节能目标，结合工程特点，综合应用装配式施工、外墙自保温、雨水回收、太阳能利用、智能化节能管理等绿色技术，实现施工阶段节能降耗和环保减排，为同类公共建筑绿色施工提供实践参考。

3.2 案例中绿色节能技术的具体应用细节

(1) 主体结构节能施工应用。该项目主体结构采用装配式混凝土结构，预制构件包括预制梁、预制板、预制柱等，均在工厂标准化生产，生产过程中严格控制材料用量和能耗。预制构件运输采用专用运输车辆，优化运输路线，减少运输过程中的燃油消耗和构件损坏。现场安装采用专用吊装设备，优化安装流程，减少现场湿作业，施工过程中材料浪费率控制在 2% 以内，较传统施工模式缩短工期 25 天，有效降低施工能耗。同时，主体围护构件采用蒸压加气混凝土板材，该板材传热系数为 0.6W/(m²·K)，安装过程中采用专用粘结剂，确保拼接紧密，提升保温节能效果。

(2) 围护结构节能施工应用。项目外墙采用蒸压砂加气混凝土砌块自保温技术，砌块强度等级为 A5.0，密度等级为 B07，保温性能符合《建筑节能工程施工质量验收标准》要求。外墙装饰采用节能一体化系统，将保温、装饰功能结合，减少施工工序，降低能耗。门窗选用断桥铝门窗搭配 Low-E 中空玻璃，门窗传热系数为 2.8W/(m²·K)，气密性等级达到 6

级，水密性等级达到3级，安装过程中采用密封胶进行密封处理，有效避免缝隙漏风漏水。屋面采用挤塑板保温层搭配种植屋面设计，挤塑板厚度为50mm，传热系数为 $0.032\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，种植屋面选用耐旱、易养护的植物，有效降低屋面温度，减少空调能耗。

(3) 其他节能技术应用。项目施工现场设置雨水回收系统，收集面积约 8000m^2 ，配备 50m^3 储水罐，过滤后用于混凝土养护和场地洒水，每月可节约自来水约 300m^3 。现场安装太阳能路灯30盏、太阳能热水器10台，满足照明和施工人员热水需求，每月减少电力消耗约500度。建筑垃圾分类收集后，废钢筋回收后重新加工，废混凝土破碎后作为再生骨料用于道路基层，用量约 200m^3 ，减少建筑垃圾排放量约300吨。施工现场安装智能化监控系统，实时监测能耗、扬尘、噪声指标，通过BIM技术优化施工方案，减少返工和能源浪费。

3.3 技术应用效果分析

为清晰呈现绿色节能技术的应用价值，对该项目传统施工与绿色节能施工的各项核心指标进行量化对比，具体数据如表1所示，直观反映两种施工模式的差异及绿色技术的实际效益。

表1 科技创新大楼项目传统施工与绿色节能施工效果对比

对比指标	传统施工模式	绿色节能施工模式	差异值
施工能耗(度/ m^2)	12.5	10.6	1.9
材料损耗率(%)	5.8	1.9	3.9
水资源消耗量($\text{m}^2\cdot\text{K}$)	0.85	0.68	0.17
建筑垃圾排放量($\text{m}^2\cdot\text{K}$)	45	31.5	13.5
施工成本(元/ m^2)	1280	1250	30
施工工期(天)	240	180	60

参考文献:

- [1] 何柱良.绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J].中国科技纵横,2025,(20):31-33.
- [2] 马翔,李航.建筑工程施工中绿色施工技术应用研究[J].新城建科技,2025,34(03):116-118.
- [3] 姜潍.新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J].居业,2024,(10):49-51.
- [4] 陈义红.绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J].建材发展导向,2024,22(19):136-138.
- [5] 罗俊.绿色节能技术在建筑工程施工中的应用研究[J].江西建材,2024,(08):380-382.

噪声排放(dB)	75	62	13
扬尘排放(mg/m^3)	0.8	0.45	0.35

从表中可以看出，采用绿色节能施工后，项目施工能耗、材料损耗率、水资源消耗量均明显下降，建筑垃圾排放量大幅减少，施工成本有所降低，工期缩短60天。噪声和扬尘排放也得到有效控制，既改善了施工现场及周边环境，也实现了节能与效益的双重提升，充分体现绿色节能技术的应用价值。

3.4 案例总结与经验借鉴

案例中科技创新大楼项目的绿色节能实践取得了良好效果，其经验值得同类工程参考。项目核心是结合自身类型和需求，选择适配的节能技术，实现各类技术协同发力，最大化发挥节能降耗、环保减排作用。施工中重视人员专业培训，确保节能技术规范落实，同时加强施工管理，建立完善的节能管控体系，实时监测调整施工方案。项目还注重成本控制，通过技术优化和资源循环，在提升节能效果的同时降低成本，避免陷入“重节能、轻成本”的误区。项目也存在不足，地源热泵技术安装难度较大，施工进度受到一定影响，后续同类工程可提前优化方案、加强技术交底，提升施工效率。

4 结语

绿色节能技术在建筑工程施工各环节的科学应用，是建筑行业响应“双碳”战略、实现转型升级的必由之路。其不仅能有效降低施工能耗、减少环境污染、节约资源成本，还能提升工程质量与施工效率，实现经济效益、环境效益与社会效益的协同发展。结合案例分析可见，适配的节能技术与规范的施工管理相结合，能充分发挥技术价值，为工程节能降耗提供有力支撑。当前建筑行业绿色转型仍处于推进阶段，后续需进一步优化节能技术、完善应用体系，加强技术创新与人才培养，推动节能技术与施工实践深度融合，为实现“双碳”目标注入持久动力。