

绿色建筑施工技术 with 可持续发展路径探索

李保林

610322*****0719

摘要: 随着全球气候变化与资源环境压力日益加剧, 建筑业作为能源消耗与碳排放的主要源头之一, 其转型发展迫在眉睫。绿色建筑以其“节能、节地、节水、节材和环境保护”的核心特征, 成为推动建筑业可持续发展的关键突破口。本文旨在系统探讨绿色建筑施工阶段所涉及的关键技术体系, 并深入分析其背后的可持续发展路径。论文首先阐述了绿色建筑与可持续发展的内涵与关联, 继而从节能与能源利用、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、环境保护与室内环境质量以及智慧建造与管理五个维度, 详细剖析了先进的绿色施工技术。在此基础上, 本文从政策驱动、市场拉动、技术协同与社会参与四个层面, 构建了推动绿色建筑规模化发展的综合路径。最后, 针对当前面临的主要挑战, 提出了相应的对策与展望, 以期为我国绿色建筑的高质量发展提供理论参考与实践指导。

关键词: 绿色建筑; 施工技术; 节能节材; 路径探索

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 09. 007

引言

工业革命以来, 人类社会的飞速发展建立在对自然资源的大量消耗和生态环境的显著影响之上。建筑业是全球能源消耗、原材料消耗和温室气体排放的重点领域。据联合国环境规划署报告, 建筑业及其相关产业贡献了全球约 37% 的能源相关二氧化碳排放, 以及超过三分之一的全球资源消耗。中国作为世界最大的建筑市场, 每年新增建筑面积高达 20 亿平方米, 其带来的资源环境压力尤为突出。

在此背景下, “可持续发展”理念从一种哲学思潮逐渐发展成为全球共识和行动指南。它强调在满足当代人需求的同时, 不损害后代人满足其需求的能力, 追求经济、社会与环境三大维度的平衡协调发展。建筑业的可持续发展, 必然要求其从传统的高消耗、高排放模式转向集约、高效、环保的绿色发展模式。

绿色建筑应运而生。它并非指一般意义上的立体绿化、屋顶花园, 而是指在全寿命期内, 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。其中, 施工阶段是将绿色设计蓝图转化为实体的关键环节, 也是资源能源集中消耗、环境影响集中产生的阶段。因此, 绿色施工技术的创新与应用, 是实现建筑“绿色化”的核心与难点, 对整体可持续发展目标的达成具有决定性意义。

本文立足于中国国情与发展阶段, 旨在系统梳理和探索绿色建筑施工技术体系及其所依托的可持续发展路径, 以推动理论研究的深化和工程实践的进步。

1 绿色建筑与可持续发展的理论关联

1.1 可持续发展的内涵与原则

可持续发展包含三个相互关联、相互强化的核心支柱: 环境可持续性、社会文化可持续性和经济可持续性。

环境可持续性: 要求人类活动保持在环境的承载力之内, 保护自然资源和生态系统, 减少污染和废弃物。

社会文化可持续性: 关注社会公平、社区健康、居住者的福祉与文化遗产。

经济可持续性: 确保项目在经济上的可行性与长期价值, 不仅包括初投资, 更包括运营、维护和报废的全生命周期成本。

1.2 绿色建筑: 可持续发展在建筑业的具体实践

绿色建筑是可持续发展理念在建筑领域的具体化和实践化。它通过一系列具体的技术和管理措施, 直接回应可持续发展的三大要求:

对环境: 通过节能、节水、节材、保护场地生态、减少废弃物和污染, 直接贡献于环境可持续性。

对社会: 通过提供健康、舒适、安全的室内环境, 提升 occupant (使用者) 的舒适度、幸福感和生产力, 促进社会福祉。

对经济: 虽然绿色建筑前期投入可能稍高, 但其通过降低运营能耗水耗、减少维护成本、提升资产价值、改善员工健康(从而提升企业生产力)等方式, 在全生命周期内展现出更优的经济性。

因此, 绿色建筑不再是单一的技术选项, 而是建筑业走向可持续发展的必然选择和核心载体。

2 绿色建筑施工关键技术体系

绿色施工技术是一种综合性的技术, 它贯穿于土方、

结构、安装、装修等全部施工过程，并融入各项管理活动中。这个技术体系非常庞大，可以归纳为以下五大核心领域。

2.1 节能与能源利用技术

在施工阶段的节能不仅在于降低施工活动本身的能耗，更在于为建筑未来的高效节能运营奠定基础。

建筑围护结构节能施工技术：采用高性能保温隔热材料（如真空绝热板、气凝胶）和精准的施工工艺，确保外墙、屋面、门窗的保温隔热系统连续、无热桥、气密性良好。例如，采用外保温系统时，需严格控制基层处理、粘贴、锚固、抹面等工序质量。

可再生能源系统集成施工：在施工阶段预埋管线、预留基础和设备安装位置，为太阳能光伏系统、太阳能光热系统、地源热泵系统等无缝接入做好准备。确保光伏板的安装角度、管线保温、热泵机组安装等符合设计要求。

施工临时设施节能：采用LED节能照明、变频塔吊、施工电梯等节能型机械设备，并优化施工组织设计，减少设备空载率，降低临时设施本身的能耗。

2.2 节材与材料资源利用技术

绿色建材的选用：优先使用获得绿色建材认证的产品，如具有低挥发性有机化合物（VOC）排放的涂料和胶粘剂、以废弃物为原料的再生骨料混凝土、速生木材（如竹材）等。

预制装配式建造技术：这是革命性的节材技术。将梁、板、柱、墙乃至整体卫生间等在工厂预制生产，运输到现场进行机械化装配。其优势极其显著：工厂化生产精度高，极大减少现场材料损耗（如模板、脚手架用量）；减少现场湿作业，节约水资源；减少建筑垃圾产生量达70%以上；缩短工期，降低现场能耗和干扰。

施工废弃物管理与再生利用：建立分类收集、存放和运输的系统。对废混凝土、废砖石、渣土等进行现场或场外破碎、筛分，生成再生骨料，用于场地回填、路基基层或制作再生建材。对废金属、木材、塑料等进行分类回收。

2.3 节水与水资源利用技术

施工过程节水：采用节水型器具和设备（如节水型混凝土养护喷头），优化施工工艺（如使用预拌砂浆，减少现场拌和用水）。

非传统水源利用：设置雨水收集池和简易处理装置，将收集的雨水用于降尘、绿化浇灌、车辆冲洗等。在条件允许时，可考虑利用中水。

保护周边环境：采取有效措施，防止施工中产生

的污水、泥浆、油脂等污染地表水和地下水。

2.4 环境保护与室内环境质量控制技术

扬尘与噪声污染控制：设置围挡、喷淋降尘系统、车辆冲洗槽；使用低噪声设备，合理安排高噪声作业时间。

土壤与生态保护：减少土方开挖和扰动，保护表层熟土；施工结束后进行生态修复和绿化。

室内环境质量保障：从源头上控制室内空气污染。确保绿色建材的合规使用；在安装空调系统后，进行风道清洗，防止灰尘积存；施工后期，可进行“烘烤”（升温加速VOC挥发）和强制通风，确保交付时室内空气质量达标。

2.5 智慧建造与信息化管理技术

建筑信息模型（BIM）技术：在施工前进行全专业、全过程的数字化碰撞检测，避免返工和材料浪费；进行施工模拟，优化施工方案和资源调配；实现预制构件的精准设计和生产。

物联网与智慧工地：通过传感器实时监测施工能耗、用水量、噪声、扬尘等数据，实现可视化和精准管理。利用无人机进行土方测量、进度监控和安全检查，提高效率，减少风险。

3 推动绿色建筑可持续发展的多维路径

技术的落地离不开系统性的路径支持。实现绿色建筑的可持续发展，需要构建一个多方协同、多维驱动的生态系统。这个生态系统需要政策、市场、技术和社会四个方面的共同作用，形成合力，推动绿色建筑的发展。

3.1 政策驱动路径：标准、法规与激励

完善标准规范体系：建立健全覆盖设计、施工、验收、运营全过程的绿色建筑标准体系，并不断提高标准的强制性和性能指标要求。这个标准体系需要涵盖绿色建筑的设计、施工、验收、运营等各个环节，确保绿色建筑的质量和效果。

强化法规约束：将绿色建筑基本要求纳入建筑法规和工程建设强制性条文，对不符合要求的项目不予审批或验收。通过法规的约束，确保绿色建筑的实施和推广。

实施经济激励：对高星级绿色建筑、超低能耗建筑提供财政补贴、税收减免、容积率奖励、绿色信贷等政策，降低开发商的增量成本压力。通过经济激励，鼓励开发商积极参与绿色建筑建设和推广。

3.2 市场拉动路径：需求导向与价值发现

培育绿色消费市场：通过宣传教育，提升公众和业主对绿色建筑健康、舒适、节能价值的认知，创造市场

需求。通过宣传和教育,让公众和业主了解绿色建筑的优势和价值,从而增加对绿色建筑的需求。

建立绿色金融体系:发展绿色债券、绿色保险、碳交易等金融工具,为绿色建筑项目提供融资便利和风险防范。通过绿色金融体系,为绿色建筑项目提供资金支持和风险管理。

凸显资产价值:建立绿色建筑性能评估和披露制度,让其在租赁和销售市场上体现出更高的租金溢价和资产价值,吸引投资者。通过评估和披露制度,让绿色建筑的价值得到认可和体现。

3.3 技术协同路径:创新整合与产业升级

推动产学研用协同创新:鼓励企业、高校、研究机构联合攻关,研发低成本、高性能的绿色建材和施工工法。通过产学研用的协同创新,推动绿色建筑技术的研发和应用。

促进产业链整合:大力发展预制装配式建筑产业,推动建筑设计、构件生产、施工安装全产业链的协同和升级。通过产业链的整合,提高绿色建筑的效率和质量。

深化数字技术融合:全面推广 BIM 技术在绿色建筑全生命周期中的应用,构建建筑“数字孪生”,实现精细化、智慧化的管理和运营。通过数字技术的融合,提高绿色建筑的管理和运营效率。

3.4 社会参与路径:意识提升与人才培养

加强公众宣传与教育:让可持续发展理念深入人心,形成崇尚绿色生活的社会氛围。通过宣传和教育,提高公众对绿色建筑的认知和接受度。

培育专业队伍:在高校和职业教育中设置绿色建筑相关课程,加强对设计师、工程师、项目经理、技术工人的专业培训,打造懂技术、善管理、有责任感的专业队伍。通过专业人才的培养,为绿色建筑的发展提供人才支持。

鼓励多方参与:鼓励行业协会、非政府组织、社区和用户参与绿色建筑的监督、评价和体验,形成社会共治的良好局面。通过多方参与,形成绿色建筑发展的良好社会氛围。

4 挑战与对策

挑战一:初始成本障碍。绿色技术和材料往往导致建安成本增加 3%-8%,使许多开发商望而却步。

对策:通过规模化应用和技术进步降低绿色技术成本;加强全生命周期成本效益分析宣传,改变仅关注初投资的决策模式;强化政府激励政策。

挑战二:技术与产业链不成熟。部分关键技术依赖进口,预制构件厂产能和质量不均,产业协同水平低。

对策:加大核心技术研发投入;制定产业政策,引导预制构件产业合理布局和高质量发展;推广工程总承包模式,促进设计、生产、施工一体化。

挑战三:管理能力与人才短缺。绿色施工要求更高的管理精细度和跨专业协同能力,现有管理水平和人才储备不足。

对策:开展大规模的专业培训和认证;在项目中推广应用智慧工地管理系统,以技术提升管理效率。

挑战四:“重设计、轻运营”现象。许多建筑在运营阶段未能实现设计的节能环保目标,性能表现不佳。

对策:推行绿色建筑后评估和能耗审计制度;发展智慧运维平台,实现建筑的持续调适和优化;探索合同能源管理等市场化运维机制。

5 结论与展望

探索绿色建筑施工技术与可持续发展路径,是应对全球环境挑战、实现中国建筑业高质量发展的战略抉择。本文研究表明,绿色施工并非单一技术的堆砌,而是一个涵盖节能、节材、节水、环保和智慧管理的综合性技术体系。其成功应用和规模化发展,绝不能仅依赖技术本身,而必须构建一个集“政策驱动、市场拉动、技术协同、社会参与”于一体的多维支撑路径。

展望未来,绿色建筑的发展将呈现以下趋势:一是从单体建筑走向绿色城区、绿色城市,在更广尺度上优化资源配置;二是从“深绿”走向“浅绿”,绿色技术将更加低成本、被动式、本土化,成为所有建筑的标配;三是与“双碳”目标深度融合,绿色建筑将成为碳减排的主力军;四是与数字技术深度绑定,智慧建筑将成为绿色建筑的高级形态。

道阻且长,行则将至。推动绿色建筑的全面发展是一项长期而系统的工程,需要政府、企业、社会各界持之以恒的努力与协作。唯有如此,我们才能真正构筑起人与自然和谐共生的美好家园,实现建筑业的真正转型与可持续发展。

参考文献

- [1]王有为.绿色建筑理论与实践[J].建筑科学,2013,29(10):1-6.
- [2]刘伊生,汪智慧.绿色施工发展历程及驱动机制研究[J].建筑经济,2021,42(05):28-32.
- [3]毛志兵,肖绪文,蒋立红.绿色建造发展框架与推进策略研究[J].施工技术,2018,47(06):1-6.