

基于绿色理念的房屋建筑施工技术要点研究

施行生

(中铁上海工程局集团建筑工程有限公司, 上海 201906)

摘要 在“双碳”目标驱动下,绿色理念成为建筑行业转型升级的核心导向,更是房屋建筑工程实现可持续发展的关键路径。本文立足于循环经济、可持续发展及生态建筑学三大核心理论,从主体结构、围护结构、机电安装及施工环保四大维度,系统阐述装配式建造、夹心保温、节能机电设备应用等绿色施工技术要点,结合施工全流程管控明确技术实施规范,最后展望数字化与绿色建材升级两大发展方向,以期为房屋建筑绿色施工落地及行业绿色转型提供实践参考。

关键词 房屋建筑;绿色理念;绿色防水;数字化

中图分类号: TU74

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.015

0 引言

随着城市化进程加快,建筑行业迎来高速发展,房屋建筑工程数量与日俱增,对促进社会经济发展具有重要意义。与此同时,在房屋建筑施工阶段,消耗大量能源和持续排放污染物,具备高能耗、高污染的施工特性,违背了绿色施工理念,也不利于实现绿色转型目标。在此行业背景下,主动引入绿色理念,全方位重构房屋建筑施工体系,是推动房屋建筑工程高质量可持续发展的核心,具备重要的工程实践价值。

1 绿色理念理论基础

1.1 循环经济理论

循环经济理论强调引导物质资源在经济活动中循环利用,消耗少量资源即可满足经济运行需求。从房屋建筑施工角度来看,循环经济理论完整贯穿施工全流程,同时遵循减量化、再利用和资源化三项原则,形成完整资源循环链条。其一,减量化原则。通过优化调整设计方案,如采取轻量化结构体系,从源头上减少建筑材料消耗量,杜绝材料浪费。其二,再利用原则。在施工期间主动回收具有一定残余价值的施工废弃物,如废弃构件、废旧模板、破损脚手架、废弃钢筋等,经过修复翻新后再次投入使用,或是重新加工形成建筑配件。其三,资源化原则。将施工废弃物进行资源化处置,最大限度利用残余价值,如将废弃 PC 构件破碎形成骨料,制备再生骨料混凝土或是再生砂浆,替代天然骨料^[1]。

1.2 可持续发展理论

可持续发展理论强调在满足当前发展需求的基础上,严格控制人类活动对生态环境造成的影响,不得无限度消耗不可再生资源,重点兼顾短期经济效益和长期生态效益及社会效益。在房屋建筑施工层面,严格控制污染物排放规模,组合采取扬尘控制、噪声控制、废水处理、固体废弃物无害化处置在内的多项绿色施工措施,在满足现场施工需求的前提下,尽量保护周边环境不受破坏,还有助于保障现场人员职业健康安全。

1.3 生态建筑学理论

生态建筑学理论本质上属于绿色理念在建筑层面的具体延伸,强调引导建筑内部体系和外部自然生态系统有机结合,致力于打造环境友好、生态适宜的建筑空间,主动利用自然资源,同步减轻自然环境干预程度。从房屋建筑设计、施工角度来看,生态建筑学理论以自然资源高效利用、生态适应性作为核心内容。自然资源高效利用是重点改善建筑自然采光通风条件,选择性利用建筑屋顶空间来部署太阳能集热系统或光伏发电系统,利用太阳能、风能等可再生能源来替代传统能源。生态适应性是根据外部环境条件,针对性调整房屋建筑功能结构和构件使用特性,如在多雨地区采取绿色防水技术,严寒地区重点强化围护结构热工性能。

2 基于绿色施工理念的房屋建筑关键施工技术

2.1 主体结构绿色施工

早期房屋建筑工程普遍采取混凝土现浇结构体系,现场开展大量湿作业,施工综合能耗和碳排放量居高

作者简介: 施行生 (1986-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 房屋建筑。

不下,还会浪费部分施工材料。对此,需要对房屋建筑主体结构施工技术进行绿色升级,以装配式建造、低碳浇筑养护作为绿色施工方向,具体方法如下。

第一,装配式建造。提前委托专业工厂批量化制作PC构件,提供设计详图,明确提出构件尺寸、形状、材质、预埋件位置等具体要求,在封闭车间内自动化制作PC构件,彻底解决扬尘污染、噪声污染等问题,且构件成型质量得到保障。确认PC构件外观质量和尺寸精度合格后,装车运往施工现场,把各类构件起吊安装就位,高空拼接形成完整结构,除去节点套筒灌浆等少数工序外,基本不需要开展湿作业。同时,在构件运输、现场堆放环节,必须采取防护措施,使用专用堆放架,着手修复轻微缺陷,避免因构件严重破损而造成资源浪费^[2]。

第二,低碳浇筑养护。面向现浇混凝土结构,在保留大致工艺做法的基础上,组合采取多项低碳技术措施,把施工全过程的碳排放量控制在较低限度,具体采取自流平浇筑、双覆盖养护两项措施。其中,自流平浇筑是制备流动度超过130mm的混凝土,浇筑部位弹放标高线,自流平混凝土直接倾倒在地面上,浆料自动流动摊平,也可选择使用齿形刮板引导浆料流向和控制厚度,最终使用表面带刺放气滚筒反复滚压浆料,排出内部气泡,以此来取代传统泵送浇筑方式。双覆盖养护是在混凝土浇筑完毕后,依次在混凝土表面覆盖塑料薄膜和保温被,即可长期保持混凝土表面湿润状态,控制内表温差,中途无需频繁开展洒水作业,以及采取其他温控措施。

2.2 围护结构绿色施工

房屋建筑围护结构施工阶段,以自然资源高效利用作为绿色施工方向,主动结合外部环境条件,针对性强化围护结构使用功能,在改善建筑使用体验的同时,尽可能降低房屋建筑综合能耗水平。从现实层面来看,以保温隔热、绿色防水和透光围护作为围护结构绿色施工关键技术,技术要点如下。

第一,保温隔热。对于房屋建筑外墙大面,推荐采取夹心保温技术,墙体分内外墙叶、中间嵌保温板,两侧墙叶作外保护层,优先选低导热系数新型保温材料,外墙及门窗关键部位热工性能控制指标如表1所示,兼顾保温效果与施工规范性。

第二,绿色防水。选用环保耐用、无毒性的绿色防水材料,替代传统防水材料,并围绕材料特性来设计施工工法。以水泥基渗透结晶型防水涂料为例,由硅酸盐水泥、石英砂和活性化学物质搅拌形成,粉料和水质量

表1 房屋建筑围护结构保温隔热施工控制

控制部位	核心控制指标	标准要求
外墙夹心保温层	玻璃棉保温板导热系数	$\leq 0.038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
门窗框缝填充	聚氨酯发泡胶密度	$\geq 35 \text{ kg}/\text{m}^3$
门窗密封胶缝	中性硅酮耐候胶厚度	6~8 mm
门窗密封胶缝	中性硅酮耐候胶宽度	8~12 mm
Low-E中空玻璃	空气层厚度	12~15 mm

比控制在1:0.35~1:0.4,持续搅拌3~5 min,以浆料无结块为合格标准,静置3 min后再次搅拌1 min,确保化学物质充分活化。配料搅拌完毕且基层质量合格后,分2~3遍涂刷防水涂料,总体涂膜厚度控制在1~1.5 mm。首遍使用硬毛刷横向涂抹涂料,涂抹厚度为0.5~0.8 mm,阴阳角部位施做50 mm以上半径圆弧^[3]。间隔2~4 h,确认首遍涂料初凝不粘手后,再次涂刷涂料,第二遍和首遍涂刷方向相互垂直,涂抹厚度为0.5~0.7 mm。

第三,透光围护。选用透光材料作为围护构件,引导室外光线进入室内空间,缩短人工照明时间来取得节能效果。可选透光围护材料众多,包括中空玻璃、PC耐力板、ETFE膜材和光伏玻璃,适用于玻璃幕墙、采光顶等位置。以PC耐力板采光顶为例,提前把大量型钢焊接形成网格状骨架结构,清理表面锈迹并涂刷防腐漆层,同步把PC板裁剪为特定形状尺寸,按照5 mm/m标准预留热膨胀缝,板材边缘去除毛刺。准备工作完成后,PC板固定安装在钢结构骨架上,打入多组自攻螺钉作为固定件,螺钉间距不超过0.3 m,螺钉和板材间垫设尼龙垫片,相邻板材重叠搭接,搭接宽度超过100 mm,搭接方向和雨水流向保持一致。

2.3 机电安装绿色施工

在机电安装环节,需选用新型节能机电设备,替代老旧型号机电设备,通过降低设备运行能耗,取得显著节能效果,还能减少碳排放量和污染物排放量。房屋建筑可选节能设备聚焦暖通空调系统、电气系统和给排水系统,包括变频多联机空调、地源热泵机组、变频调速离心泵等,施工人员及早掌握相应施工工法。以变频多联机空调为例,单台室外机连接多台室内机,以“按需功能”作为控制准则,按照室内机开启数量及负荷占比,动态分配制冷剂流量,并凭借换热器与制冷循环路径,减少能量传输与交换环节的实际损耗。现场施工期间,重点控制冷媒管施工和换热器安装工序,预防冷媒泄漏问题发生,尽可能降低换热阻力。

冷媒管施工环节,选用闭孔橡塑保温棉作为保温层,保温层厚度不小于 15 mm,利用氮气吹扫管道内部,去除氧化皮,各节管道焊接连接,保温层接缝位置缠绕多圈胶带,焊后开展保压测试,试验压力超过 3 MPa,保压时间超过 24 h。换热器安装环节,无遮挡且通风良好位置安装室外机,室外机进风距离和出风距离分别保持在 1.5 m 和 3 m 以上,选用风管式室内机,要求送风阻力小于 50 Pa,也可选择壁挂式和嵌入式室内机,保持水平安装状态,引导冷凝水顺利排出^[4]。

2.4 施工环保技术

施工环保技术面向施工污染源,在不干扰施工活动正常开展的前提下,从源头上切断污染源扩散路径,保护周边生态环境不受破坏。根据现场施工情况来看,施工污染源包括扬尘污染、有毒有害气体污染、施工废水污染、机械噪声污染、建筑垃圾污染等,必须专项采取控制措施。以扬尘控制技术为例,施工场地出入口部署洗车池,工程机械和运输车辆进出场时,冲洗表面附着灰尘,必须密闭运输水泥等粉状材料,并准备防尘网来覆盖裸露土方、弃土弃渣和基坑边坡,从源头上减少扬尘形成。同时,现场部署传感器和扬尘净化设备,多点检测空气粉尘浓度,确认实际粉尘浓度超出限定值后,发送报警信号,自行启动雾炮机、喷淋系统在内的扬尘净化设备,通过高压喷雾和喷水雾方式,细小水雾和扬尘颗粒相互结合,通过增加重量来引导扬尘颗粒沉降地面,达到降尘效果。

3 房屋建筑绿色施工技术未来发展方向

3.1 数字化

早期房屋建筑工程绿色施工模式停留在经验化管控阶段,高度依赖历史施工经验来分析施工形势、采取绿色施工措施,未能周全考虑问题,难免形成施工纰漏,造成生态损失。因此,需要引入以 BIM 技术为代表的数字化技术,推动绿色施工模式向“精准化、智慧化”方向转型,核心应用场景包括仿真施工、现场布局方案优化、施工污染动态管控。例如:在仿真施工场景,着手构建场地模型、单体构件模型、材料模型和各专业模型,所有模型相互拟合形成虚拟施工环境,精准推演房屋建筑施工过程,检验施工成果质量是否合格,统计资源消耗量、施工能耗水平、碳排放量和污染物排放总量,如果违背绿色施工要求,针对性优化调整设计方案与施工方案^[5]。唯有仿真施工过程完全符合设计要求后,才能正式开展现场作业,前置解决施工问题和保障绿色施工效果,而不是被动等待问题爆发,再去采取补救措施。

3.2 材料升级

在房屋建筑绿色转型背景下,材料性能是决定绿色施工成效和建筑使用体验的核心因素。传统材料在生产使用期间持续释放二氧化碳和甲醛等有害物质,且性能水平无法满足房屋建筑工程日益严格的建设标准,已不再适用。因此,建筑企业应把材料升级作为绿色施工方向,重点研发低能耗低碳建筑材料和功能性材料。其中,低能耗低碳材料是研制全生命周期碳排放总量较低的新型绿色材料,包括以工业废渣和农业废弃物为原料的低碳水泥,利用再生骨料替换天然骨料的高性能再生骨料混凝土。功能性材料也被称为辅助降耗材料,重点改善建筑功能结构,通过降低使用场景下综合能耗水平来取得绿色节能效果,常用绿色材料包括 PCM 相变储能材料、反射隔热涂料、太阳能光伏组件、Low-E 中空玻璃、空气源热泵换热器等。以 PCM 相变储能材料为例,适用于建筑空调系统,准备相变潜热超过 150 kJ/kg、温度波动范围小于 ± 2 °C、循环使用寿命超过 1 000 次的相变材料,相变温度范围设定为 20 ~ 28 °C,将适量相变材料掺入混凝土或是保温层内,夏季吸收多余热量,冬季向外释放热量,维持室内温度稳定状态。

4 结束语

绿色化是我国建筑行业转型发展目标,也是房屋建筑工程必然发展趋势。建筑企业和从业人员都应强化绿色意识,全面梳理理论内容,把绿色理念作为房屋建筑施工体系核心价值导向,并举采取多项绿色施工技术,更新施工内容,并推动绿色施工技术向数字化和材料升级方向发展,为环境友好型社会的建成贡献力量。

参考文献:

- [1] 马鑫颖.基于绿色理念的建筑施工技术要点分析[J].砖瓦,2022(05):150-151.
- [2] 董振荣.绿色节能施工技术在房屋建筑工程中的应用[J].大众标准化,2022(09):71-73.
- [3] 李峰峰.房屋建筑施工中节能技术的应用探究[J].大众标准化,2020(06):30,32.
- [4] 李坤,曲婕.基于绿色施工理念的住宅建筑工程管理模式探究[J].产业创新研究,2025(15):154-156.
- [5] 彭冰.房屋建筑绿色节能施工存在的问题及对策[J].山东农业工程学院学报,2021,38(01):40-44.