

新型节能环保材料在建筑现场施工中的应用与优化

林 聪

麻城市能源投资开发集团有限公司 湖北 麻城 438300

摘 要：建筑行业作为能源消耗与碳排放的主要领域，推广应用新型节能环保材料是实现绿色转型的重要路径。本文系统分析了保温隔热材料、节能墙体材料、绿色混凝土等新型材料的性能特点，从外墙保温施工、墙体砌筑工艺、绿色混凝土应用三个维度提出了施工技术优化措施。材料性能的充分发挥依赖于施工工艺的精准匹配与质量控制，通过优化粘结工艺、砌筑参数及配合比设计，可显著提升节能效果与工程质量。本文为施工现场材料应用提供了系统化技术指导。

关键词：节能环保材料；建筑施工；材料应用；工艺优化；绿色施工

引言：建筑行业占全国总能耗45%以上，传统建材的高能耗、高排放问题日益突出。在“双碳”目标驱动下，新型节能环保材料的研发与应用快速发展，但施工现场普遍存在“重材料、轻工艺”的问题，材料性能未能充分发挥。保温板脱落、砌体开裂、绿色混凝土强度波动等质量通病频发，制约了节能环保效果的实现。因此，系统研究新型材料在施工现场的应用技术与工艺优化措施，对于提升建筑节能水平、降低施工环境影响具有重要意义。

1 新型节能环保材料分类与性能特点

1.1 保温隔热材料

保温隔热材料按材质分为无机和有机两类。无机保温材料包括岩棉板、玻璃棉及玻化微珠保温砂浆，燃烧性能等级高（A级不燃）、耐久性好，但导热系数较高（ $0.035\sim0.045\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）。有机保温材料包括EPS板、XPS板及PU硬泡，导热系数低至 $0.020\sim0.032\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，保温性能优异，但燃烧等级较低（B1~B2级），施工需严格防火。新型材料如气凝胶保温毡、真空绝热板性能更优但成本较高。选型应综合权衡导热系数、燃烧等级、耐久性、成本及施工便利性，实现保温性能与经济性的最优平衡。

1.2 节能墙体材料

加气混凝土砌块是应用最广泛的节能墙体材料，干密度 $500\sim700\text{kg/m}^3$ ，导热系数 $0.11\sim0.18\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，具备轻质、保温、防火及可加工性好等优势，适用于框架结构填充墙。复合自保温砌块将保温与承重一体化，导热系数 $0.20\sim0.30\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，可避免外保温脱落风险。轻集料混凝土空心砌块容重 $800\sim1200\text{kg/m}^3$ ，兼具承重与保温功能。新型墙体材料与传统黏土砖相比，生产能耗降低30%~50%，可消纳工业废渣。施工需配套专用砌筑砂浆和界面处理工艺^[1]。

1.3 绿色混凝土材料

绿色混凝土是资源节约与环境友好的新型材料。再生骨料混凝土利用废弃混凝土替代天然骨料，取代率可达30%~50%，每立方米消纳建筑垃圾1.2~1.5吨，施工需预湿处理并调整外加剂。透水混凝土孔隙率15%~25%，透水系数 $\geq 1\text{mm/s}$ ，用于海绵城市铺装，需严格控制水灰比（ $0.25\sim0.35$ ）和压实度。高性能混凝土通过低水胶比（ ≤ 0.35 ）和矿物掺合料复配，强度达C60以上，可减少结构截面尺寸，间接节约材料用量20%~30%。

1.4 环保装饰与功能材料

环保装饰材料主要解决VOC释放问题。绿色涂料VOC含量 $\leq 50\text{g/L}$ ，远低于传统溶剂型涂料（ $400\sim500\text{g/L}$ ），无机涂料防火等级A级且不滋生微生物。无醛添加板材采用MDI胶，甲醛释放量 $\leq 0.03\text{mg/m}^3$ ；秸秆板利用农作物秸秆资源；木塑复合材料兼具木质感与耐候性。节能玻璃包括Low-E玻璃（辐射率 ≤ 0.15 ）、真空玻璃（传热系数 $\leq 0.8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ）等，可降低能耗。施工需注意密封胶相容性及边缘密封质量，避免性能衰减。

2 节能保温材料施工应用技术

2.1 外墙外保温系统施工

外墙外保温系统施工质量直接决定保温效果与安全性。基层处理要求墙面平整度偏差 $\leq 4\text{mm}/2\text{m}$ ，空鼓、油污彻底清理。保温板粘贴采用条粘法或点框法，有效粘结面积不应小于40%（高层建筑 $\geq 50\%$ ），板缝错缝排列，相邻高差 $\leq 1.5\text{mm}$ 。粘结胶浆水灰比按厂家配比控制（ $0.22\sim0.25$ ），搅拌后静置5~10分钟熟化。锚固件在粘贴24小时后安装，锚固深度：混凝土基层 $\geq 25\text{mm}$ 、砌体基层 $\geq 50\text{mm}$ ，抗拔承载力 $\geq 0.30\text{kN}$ 。网格布搭接宽度横向 $\geq 100\text{mm}$ 、纵向 $\geq 80\text{mm}$ ，严禁干搭。抹面砂浆分两遍施工，首遍2~3mm压入网格布，二遍1~2mm找平，

总厚度3~5mm。施工环境温度5~35℃, 严禁雨天作业, 粘贴后应及时进行防护层施工。

2.2 保温材料施工常见问题与优化

保温系统施工存在四大质量通病及优化措施。一是保温板空鼓脱落, 原因为基层浮灰、粘结面积不足或胶浆配比不当。优化措施: 彻底清理基层, 拉拔试验确认强度 $\geq 0.4\text{MPa}$; 采用“条粘法+满粘边”工艺, 粘结面积提高至50%以上。二是开裂渗漏, 由网格布搭接不足或抹面过厚引起。优化措施: 应力集中部位增设加强网格布, 转角处连续包裹; 抹面单层 $\leq 3\text{mm}$, 总厚5~6mm。三是热桥处理不到位, 应连续铺设保温板并用收口压条密封。四是防火构造缺失, 每层楼板处设置宽度 $\geq 300\text{mm}$ 岩棉防火隔离带。施工前应做样板墙, 经抗拉、抗冲击及淋水试验合格后方可大面积施工。

2.3 保温材料应用效果影响因素

保温材料节能效果受多重因素影响。环境条件是首要因素, 5℃以下粘结强度发展缓慢, 35℃以上水分蒸发过快导致开裂; 雨天施工会降低粘结力并引发冻融破坏, 施工前应观测24小时气象条件。材料相容性是系统耐久性基础, 各组件应来自同一供应商或经适配性验证, 不同品牌混用易导致界面剥离。施工质量体现在厚度均匀性、板缝控制和锚固密度, 保温层厚度偏差每增加10%, 传热系数偏差可达8%~12%; 板缝间隙超过2mm且未填充将形成热桥。建议采用激光水平仪控制平整度, 红外热成像仪复查板缝质量^[2]。养护同样关键, 抹面砂浆施工后24小时内应避免阳光直射和大风, 必要时覆盖塑料薄膜保湿养护。

3 节能墙体材料施工应用技术

3.1 加气混凝土砌块砌筑施工

加气混凝土砌块吸水率高、收缩值大, 施工工艺直接影响墙体质量。砌筑前应检查外观质量、尺寸偏差及28天出厂龄期证明, 龄期不足28天严禁使用。砌筑砂浆应选用专用粘结剂, 其粘结强度 $\geq 0.2\text{MPa}$, 普通水泥砂浆易导致灰缝开裂。砌筑工艺要点: 砌块砌筑前2小时适量喷水湿润, 含水率控制在15%~20%, 严禁湿透上墙; 水平缝2~3mm、竖向缝2~4mm, 饱满度 $\geq 80\%$; 上下皮错缝搭砌, 搭接长度不小于砌块长度的1/3; 每日砌筑高度控制在1.2~1.4m。砌体顶部与梁板交接处预留15~20mm间隙, 停置7天沉降稳定后用干硬性砂浆嵌填。墙长超过5m或墙高超过4m时, 应设置构造柱和水平系梁, 增强墙体整体性与抗震性能。

3.2 新型墙体材料施工优化

针对新型墙体材料的特殊性质, 施工工艺需进行针

对性优化。复合自保温砌块由承重结构层和保温填充层复合而成, 施工中需特别注意保温层保护。砌筑时应避免直接敲击保温层部位, 应采用木槌在承重端轻击就位; 切割时使用专用锯片, 防止保温层破损造成热桥。灰缝宜采用保温砂浆砌筑, 避免普通砂浆在灰缝处形成贯穿性热桥。拉结筋设置时, 钻孔深度及植筋胶用量需满足设计要求, 拉结筋应位于承重部分而非保温层。轻集料砌块(陶粒砌块)密度小、强度偏低, 砌筑前不宜浇水湿润(过度湿润会降低强度), 直接在干燥状态下砌筑, 依靠专用砂浆的保水性保证粘结。管线预埋与开槽应在墙体砌筑完成7天后进行, 待砂浆充分硬化; 开槽应采用专用开槽机, 槽深 $\leq$ 墙厚1/3, 槽宽 $\leq$ 2倍管径; 严禁在墙体上随意凿打水平通槽, 必须开槽时应设置C20细石混凝土加固层。线槽填实应采用高标号砂浆并挂钢丝网补强。墙面抹灰前需满涂界面剂, 增强抹灰层与砌体基层的粘结力, 防止空鼓开裂。抹灰砂浆宜采用灰砂比1:3、掺加聚丙烯纤维(0.9kg/m³)的混合砂浆, 分层施工, 每层厚度 $\leq 8\text{mm}$ 。

3.3 墙体材料节能效果保障

灰缝饱满度是节能效果的首要控制指标, 饱满度低于80%会形成空气渗透通道。实测表明, 饱满度由80%提升至95%, 传热系数可降低5%~8%, 施工应采用两面打灰法。墙体孔洞必须用同材质砌块嵌填, 缝隙用保温砂浆塞实, 严禁用砖渣塞填。构造柱、圈梁等混凝土构件导热系数(约1.74W/m·K)远高于砌体(约0.18W/m·K), 应在构件外侧外贴30mm保温板或涂抹20mm玻化微珠保温砂浆进行热桥隔断。砌体与混凝土接缝处应设置宽度 $\geq 200\text{mm}$ 的耐碱网格布加强层。墙体砌筑完成后应自然养护3~5天。节能检测应采用钻芯法测定保温层厚度及分布, 并用红外热成像仪扫描墙面, 识别隐性热桥和气孔缺陷, 发现问题及时修补^[3]。

4 绿色混凝土施工应用技术

4.1 再生骨料混凝土施工

再生骨料混凝土是建筑垃圾资源化利用的重要途径, 但再生骨料吸水率高(达天然骨料3~6倍)、压碎指标偏低, 施工需针对性调整。配合比设计采用“附加水”法, 在常规用水量基础上增加再生骨料饱和吸水所需额外水量, 确保有效水灰比满足要求。预湿处理是关键, 拌和前2小时喷淋预湿至饱和面干状态, 可防止坍落度快速损失。试验表明, 未经预湿的再生混凝土坍落度30分钟损失率可达50%, 预湿后可控制在20%以内。搅拌工艺推荐“水泥浆包裹法”: 先将再生骨料与部分水拌合, 加入水泥搅拌形成包裹层, 再加入外加剂、剩余水及细骨料搅

拌均匀,总搅拌时间比普通混凝土延长30~60秒。浇筑前应检查模板湿润程度和钢筋间距,防止架空。振捣遵循“快插慢拔”原则,时间较普通混凝土缩短10%~15%,避免过振导致骨料上浮。养护是关键环节,因其28天干缩率约增加20%~30%,应延长保湿养护至14天以上,前3天连续洒水覆盖保湿,后期间歇保持湿润。

4.2 透水混凝土施工

透水混凝土依靠骨料间点接触形成连通孔隙实现透水功能,广泛应用于海绵城市透水铺装。配合比设计关键参数为骨胶比和水灰比。骨胶比宜控制在4:1~6:1之间,过大则强度不足易松散,过小则孔隙堵塞;水灰比控制在0.25~0.35之间,以“手握成团、颠散即散”为最佳判定标准。搅拌采用“两步法”:先将粗骨料、50%用水量及增强剂预拌60秒,再加入水泥、剩余用水量及其他外加剂搅拌90~120秒,总拌制时间不宜超过4分钟。摊铺应在拌制完成后30分钟内完成,松铺系数1.05~1.10。压实采用低频平板振捣器(振频50~70Hz)施振2~3遍,严禁使用高频插入式振捣棒,防止水泥浆上浮堵塞孔隙;边角部位辅以人工钢滚碾压。终凝后立即覆盖塑料薄膜保湿养护,养护时间不少于7天,期间严禁行人踩踏。切缝在强度达到设计强度30%时进行(施工后24~48小时),切缝间距3~5m,缝宽3~5mm,深度不小于铺装厚度的1/3,切缝后及时填充专用透水嵌缝材料。

4.3 高性能混凝土与低碳混凝土施工

高性能混凝土与低碳混凝土的施工特点在于低水胶比(≤ 0.35)、高粘性和高早期水化热。配合比设计方面,高性能混凝土水胶比低至0.26~0.35,减水剂掺量1.0%~1.5%,矿物掺合料取代水泥率可达30%~50%。低碳混凝土每立方米减少水泥用量60~80kg,降低CO₂排放约50~70kg。搅拌采用“粗骨料+细骨料+70%水+掺合料”

先行混合,再加入水泥、外加剂和剩余水,总搅拌时间不少于90秒。浇筑应严格控制运输和等待时间,从出厂到浇筑完毕不宜超过90分钟;泵送压力8~12MPa,选用大口径直管减少弯头。振捣采用高频振捣棒加密振点(间距 $\leq 400\text{mm}$),快插慢拔排出气泡。养护是质量控制关键,因其自收缩和温度收缩问题突出。高温季节应采取骨料预冷、冰水拌和、埋设冷却水管等措施;养护时间不少于14天,覆盖保水养护膜保持表面湿润^[4]。大体积混凝土施工中,内外温差控制在25℃以内,降温速率 $\leq 2^\circ\text{C/d}$,防止温度裂缝产生。

结束语

新型节能环保材料在建筑现场施工中的应用与优化是建筑行业绿色转型的关键环节。本文系统分析了保温隔热材料、节能墙体材料、绿色混凝土三类材料的性能特点,从外墙保温施工、墙体砌筑工艺、绿色混凝土应用三个维度提出了施工技术优化措施。保温材料应着力解决空鼓开裂与热桥问题,墙体材料需控制灰缝饱满度与孔洞封堵质量,绿色混凝土则需针对不同材料特性优化配合比与养护制度。施工现场应建立“材料适配+工艺优化+过程控制+效果验证”的闭环管理体系,通过样板引路、参数监控与效果检测确保材料应用效果。

参考文献

- [1] 蒯焜.新型绿色建筑材料在节能建筑中的应用性能研究[J].江西建材,2025(12):366~368.
- [2] 钟光胜,毛启勇,王春华,等.建筑外墙保温材料施工工艺探讨[J].建筑与施工,2025,4(6):209~210.
- [3] 姚荣伯.基于新型材料的节能环保建筑工程施工技术[J].石材,2025(2):117~119.
- [4] 左奇丽.新型建筑材料在节能环保建筑工程中的应用研究[J].价值工程,2025,44(15):157~160.