

陕西关中地区砖混结构宿办楼外立面保温防水一体化施工技术研究

白博

陕西交通控股集团有限公司西镇分公司

DOI:10.12238/btr.v8i3.4691

[摘要] 本研究针对陕西关中地区砖混结构宿办楼外立面存在的保温防水问题,开展一体化施工技术研究。基于寒冷气候区特征及既有建筑构造薄弱环节,通过优选符合GB/T29906、GB/T23445等国家标准的保温防水材料,研发基层处理、复合层施工及节点处理等关键工艺。制定了分阶段施工流程与质量控制体系,并形成适应大陆性季风气候的季节性施工措施。在试点工程应用中,经第三方检测验证:改造后外墙传热系数降至 $0.48\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,满足GB50189限值要求;淋水试验及蓄水试验均无渗漏,耐候性检测合格,证实该技术可显著提升建筑围护结构性能。

[关键词] 保温防水;施工工艺;砖混结构;陕西关中

中图分类号: U215.14 文献标识码: A

Research on Integrated Construction Technology of Thermal Insulation and Waterproofing for Exterior Facades of Brick-Concrete Structure Dormitory-Office Buildings in Guanzhong Area, Shaanxi

Bo Bai

Shaanxi Transportation Holding Group Co., Ltd. Xizhen Branch

[Abstract] This study conducts research on integrated construction technology for thermal insulation and waterproofing issues of the exterior facades of brick-concrete structure dormitory-office buildings in Guanzhong Area, Shaanxi. Based on the characteristics of cold climate zones and the weak links in the structure of existing buildings, thermal insulation and waterproofing materials conforming to national standards such as GB/T29906 and GB/T23445 are optimally selected, and key processes such as base treatment, composite layer construction, and joint treatment are developed. A phased construction process and quality control system are formulated, and seasonal construction measures adapted to the continental monsoon climate are formed. In the application of the pilot project, third-party testing verified that the heat transfer coefficient of the exterior wall after renovation was reduced to $0.48\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, meeting the limit requirements of GB50189; no leakage was found in the water spray test and water storage test, and the weather resistance test was qualified, confirming that the technology can significantly improve the performance of building envelope structures.

[Key words] Thermal Insulation and Waterproofing; Construction Technology; Brick-Concrete Structure; Guanzhong Area, Shaanxi

引言

基于陕西关中地区寒冷气候特征及砖混宿办楼冷桥效应显著的技术背景,针对传统分层工艺导致的界面剥离与渗漏问题,本研究聚焦保温防水一体化施工技术体系构建。施工单位在进行施工的时候,往往没有从高质量和高利用的角度出发,而一味地追赶进度、缩短施工时间,以提高施工利润,但是,这样的做法

却增加了建筑的能耗。从可持续发展的角度来看,这些行为对于建筑行业的长久发展是非常不利的,因此,为了使建筑行业长久地发展下去,就要提高外墙的保温节能措施和防水技术,进而使企业走上可持续发展的道路。

1 工程概况与技术难点

1.1 陕西关中地区砖混结构宿办楼典型特征。陕西关中地区

砖混结构宿办楼作为典型公共建筑,其构造特征受地域气候与功能需求双重影响。该地区建筑普遍采用240mm或370mm厚黏土砖砌体作为承重结构,楼板多为预制空心板或现浇钢筋混凝土结构,这种构造形式导致外立面存在明显的冷桥效应。根据《民用建筑热工设计规范》划分,关中地区属寒冷气候区,年温差可达40℃以上,季节性降水集中在7-9月,年降水量约550-700mm,这种气候条件对建筑围护结构的耐候性提出特殊要求。宿办楼通常采用外走廊式布局,外立面存在大量门窗洞口与结构柱梁交接节点,这些部位易成为热损失和渗漏的薄弱环节。既有建筑多采用传统分层施工工艺,保温层与防水层分项作业易产生层间剥离,且外贴面砖饰面系统在温度应力作用下空鼓率较高。建筑使用功能上,宿办楼需兼顾办公与住宿需求,对室内热环境稳定性要求严于普通办公建筑,但现有砖混结构热惰性指标难以满足《公共建筑节能设计标准》要求。此类建筑普遍存在外立面维修周期短(约5-8年)、能耗指标偏高的问题,可通过一体化施工技术实现性能提升^[1]。

1.2 外立面保温防水一体化技术核心挑战。外立面保温防水一体化技术在陕西关中地区砖混结构宿办楼应用中面临多重技术挑战。首要难点在于材料体系的兼容性设计,需同步满足《建筑节能工程施工质量验收规范》的导热系数限值和《屋面工程技术规范》的防水耐久性要求。关中地区年温差达40℃以上的气候特征,使传统分层构造因材料热膨胀系数差异产生界面剥离,尤其在外墙转角、檐口等应力集中部位,经实地检测显示温度应力可导致0.3mm以上的层间位移。既有建筑砖砌体表面平整度偏差普遍超过5mm/2m,基层处理不当将直接影响一体化材料的附着效果,实测数据表明基层平整度每增加1mm偏差,系统空鼓率上升约12%。施工工艺方面,复合功能层需在单次作业中完成保温、防水、抗裂等多重功能构造,工序衔接时间窗口严格控制在材料初凝前30分钟内完成。节点处理尤为关键,门窗洞口周边渗漏占工程总渗漏点的67%,需采用增强型网格布与弹性密封胶复合处理技术。季节性施工限制明显,雨季空气湿度超过75%时,聚合物改性防水涂料固化时间延长40%,而冬季低温(<5℃)条件下保温浆料抗压强度发展速率降低50%以上,这些客观条件对施工组织提出精确控制要求。

2 材料与工艺研究

2.1 保温防水一体化材料选型。保温防水一体化材料的选型需严格遵循现行国家标准体系的技术要求。根据《建筑外墙外保温用聚合物水泥防水粘结剂》规定,粘结材料的拉伸粘结强度在浸水处理后不应低于0.5MPa,以适应关中地区多雨气候条件下的耐久性需求。保温芯材选择需同时满足《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》中导热系数 $\leq 0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的技术指标,以及《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》关于闭孔率 $\geq 90\%$ 的要求。界面处理材料应符合《混凝土界面处理剂》中粗糙型处理剂的性能标准,确保与砖砌体基层的有效结合。增强网格布的耐碱断裂强力需达到《耐碱玻璃纤维网布》规定的经向 $\geq 1250\text{N}/50\text{mm}$ 、纬向 $\geq 1250\text{N}/50\text{mm}$ 的技术参数。密封材料应选用

符合《建筑密封胶分级及要求》的弹性密封胶,其位移能力不应小于 $\pm 25\%$ 。对于饰面层材料,需按照《建筑外墙用腻子》选择柔性腻子,其动态抗开裂性应达到0.3mm无裂纹。所有材料组合后的系统性能需通过《外墙外保温工程技术标准》规定的耐候性、抗风压和抗震性能检测,确保在关中地区极端温差条件下的长期稳定性^[2]。

2.2 关键施工工艺。外立面保温防水一体化施工的关键工艺控制要点主要体现在三个技术环节。基层处理阶段需采用机械打磨与高压水冲洗相结合的方式,确保砖砌体表面浮浆清除率 $\geq 95\%$,并按照《建筑装饰装修工程质量验收标准》要求,使用2m靠尺检测平整度偏差控制在4mm以内。复合层施工采用“三涂两布”工艺,首道防水涂料涂布厚度不低于1.2mm,在表干未实干时随即铺设首层耐碱网格布,经实测该工艺可使系统抗拉强度提升40%以上。节点处理执行“先加强后密封”原则,门窗洞口周边设置300mm宽附加防水层,阴阳角部位采用专用PVC护角条强化处理,其安装位置偏差严格控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围内。施工过程中环境监测显示,当空气相对湿度超过70%或基层温度低于5℃时,需启动间歇式施工方案,每道工序间隔时间延长50%。关键质量控制参照《建筑工程施工质量验收统一标准》设置7个停检点,重点监控界面剂涂刷均匀度、保温浆料干密度等指标,其中保温层厚度采用探针法抽检,允许负偏差不得超过设计值的5%。工艺试验表明,采用分层错缝粘贴法施工的保温板,其系统抗风压值可达5.0kPa以上,完全满足《建筑结构荷载规范》对关中地区风荷载的设计要求。

3 施工技术方案

3.1 工艺流程设计。外立面保温防水一体化施工工艺流程采用模块化分段控制模式,分为基层处理、界面强化、保温防水复合层施工、细部节点处理及系统养护五个阶段。基层处理阶段优先采用机械铣刨与高压水射流(0.5-0.8MPa)协同作业,消除砖砌体表面浮浆层,处理后的基层平整度偏差严格控制在 $\leq 4\text{mm}/2\text{m}$,表面清洁度达到St2级。界面强化阶段采用聚合物改性界面剂进行渗透处理,涂布量控制在 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$,经12小时固化后形成过渡层,其拉伸粘结强度 $\geq 0.6\text{MPa}$ 。保温防水复合层施工采用“三涂一布”分层构造工艺。首道2mm厚聚合物水泥防水涂料涂布后,在表干状态(触干不粘手)下铺设 $160\text{g}/\text{m}^2$ 耐碱玻纤网格布,采用锯齿镬刀确保浸渍率 $> 90\%$ 。保温层选用模塑聚苯板,双面涂刷专用粘结砂浆,采用条粘法施工(粘结面积 $\geq 40\%$),并辅以锚栓双向固定(≥ 6 个/ m^2 ,锚固深度 $\geq 50\text{mm}$)。细部节点处理执行差异化方案:门窗洞口周边设置300mm宽附加层,采用自粘型防水卷材与涂料复合密封;穿墙管根部采用遇水膨胀橡胶止水环与聚合物砂浆包裹处理;变形缝部位预留20mm间隙,填充聚氨酯密封胶并覆盖增强型防水卷材。系统养护阶段实施分级管控:初期(24h内)采用塑料薄膜覆盖防雨淋,中期(3-7d)每日喷雾养护2次,后期(28d)进行系统性质量检测^[3]。全过程施工环境温度控制在5-35℃区间,相对湿度 $\leq 80\%$,风速 $\leq 5\text{m}/\text{s}$ 。各工序衔接时间窗口严格遵循材料特性:聚合物砂浆初凝前完成找平($\leq$

45min), 保温板粘贴后2h内完成锚固, 网格布铺设需在防水涂料表干前30min完成。施工流程设置三个质量控制停检点: 基层验收后、复合层施工前及系统成型后, 分别对应GB50300-2013的A、B、C三类检验批验收标准。

3.2 质量控制要点。质量控制要点主要依据《建筑工程施工质量验收统一标准》及相关专业技术规范制定实施。在材料进场环节, 需核查保温板、防水涂料等主要材料的出厂合格证、型式检验报告及进场复验报告, 其中保温材料的导热系数、密度和抗压强度等指标必须符合《建筑节能工程施工质量验收规范》的规定。施工过程质量控制重点包括: 基层处理后的表面平整度偏差控制在4mm/2m以内; 防水涂料涂布厚度采用针刺法检测, 每100m²不少于3处, 单点最小厚度不得小于设计厚度的90%; 保温板粘贴面积率不低于40%, 锚栓安装数量每平方米不少于6个且进入基层深度≥50mm。节点处理质量着重检查门窗洞口周边300mm范围内的附加防水层连续性, 以及穿墙管道、变形缝等细部构造的密封处理效果。成品保护阶段需重点监控抗裂砂浆层的养护条件, 保持表面湿润状态不少于7天。质量验收按检验批划分原则, 每500-1000m²划分为一个检验批, 现场拉拔试验粘结强度不低于0.1MPa, 并按照《建筑外墙防水工程技术规程》进行48小时蓄水试验检查防水性能。所有检测数据均需形成完整的质量验收记录, 确保施工质量的可追溯性。

3.3 季节性施工措施。针对陕西关中地区气候特点, 季节性施工措施需重点考虑该地区大陆性季风气候特征。夏季施工时, 当日最高气温超过30℃或基层表面温度高于50℃时, 应采取遮阳降温措施, 并在早晚温度较低时段进行聚合物防水涂料施工, 涂料搅拌后宜在1小时内使用完毕。雨季施工前需查询72小时气象预报, 遇中雨以上天气不得进行外立面作业, 已完成但未固化的防水层需采用塑料薄膜覆盖保护。冬季施工期间, 当环境温度连续5天低于5℃时, 应转入冬季施工模式, 采用添加防冻剂的特种砂浆, 保温材料粘贴后需采用保温毯覆盖养护不少于48小时。春季施工需防范沙尘天气影响, 风力大于5级时应暂停高空作业, 并对已完成的界面处理层采取防尘保护。各季节施工均需设置环境监测点, 实时记录温度、湿度及风速数据, 其中相对湿度超过85%时应延迟涂料施工。材料存储严格执行季节管理要求, 夏季避免阳光直射, 冬季入库保温, 确保所有材料处于5-25℃环境保存^[4]。特殊气候条件下施工需编制专项方案, 并经监理单位审批后实施, 施工完成后需延长质量观察期至28天。

4 工程验证与数据分析

4.1 试点项目应用。试点项目选取咸阳市某政府机关砖混结构宿办楼作为实施对象, 该建筑建成于2005年, 外立面面积约4500m², 具有典型的关中地区砖混结构特征。工程实施前经专业检测机构评估, 原外墙存在多处空鼓、渗漏现象, 平均传热系数为1.35W/(m²·K), 不符合现行节能标准。施工采用本文研发的保温防水一体化技术体系, 主要材料包括厚度60mm的改性石墨聚苯板、双组分聚合物水泥防水涂料及配套界面材料。施工周期控制在45个工作日内完成, 跨越当地雨季和高温季节, 验证了

季节性施工措施的有效性。项目实施过程中严格按照质量控制要点进行管理, 共设置18个检验批, 材料复检和过程检测数据完整。工程竣工后经第三方机构评估, 系统粘结强度检测值达到0.12MPa, 蓄水试验未发现渗漏点, 初步验证了该技术体系的可行性。该试点项目为后续在关中地区同类建筑中的推广应用提供了完整的工程实施案例和数据支撑^[5]。

4.2 热工性能与防水效果检测。热工性能与防水效果检测严格依据国家现行标准执行。热工性能检测参照《建筑节能工程施工质量验收规范》进行, 采用热流计法对试点项目外墙平均传热系数进行现场测试, 测得数值为0.48W/(m²·K), 较改造前降低64.4%, 满足《公共建筑节能设计标准》中寒冷地区外墙传热系数限值要求。防水性能检测依据《建筑外墙防水工程技术规程》, 采用持续淋水试验法对建筑外立面进行检测, 淋水压力0.3MPa, 持续时间2小时, 检查期内未发现渗漏现象。红外热像仪辅助检测显示, 外墙表面温度分布均匀, 未发现明显热桥现象。材料性能实验室检测结果显示, 防水涂料拉伸强度达到1.8MPa, 断裂伸长率为210%, 符合标准要求。系统耐候性经人工加速老化试验500小时后, 未出现开裂、剥落等缺陷。所有检测数据均经具有CMA资质的第三方检测机构出具正式报告, 检测结果证实该保温防水一体化系统在陕西关中地区气候条件下具有可靠的热工性能和防水效果。

5 结论

综上所述, 针对陕西关中地区砖混结构宿办楼外立面的保温防水需求, 一体化施工技术具有显著应用价值。通过严格遵循国家现行标准选配材料体系, 优化形成包含基层处理、复合层施工及节点强化等关键工艺, 并建立适应大陆性季风气候的分阶段施工流程与质量控制体系。试点工程验证结果表明: 该技术可有效解决传统分层构造的界面剥离问题, 改造后外墙传热系数降至0.48W/(m²·K), 满足寒冷地区节能标准要求; 持续淋水试验与耐候性检测证实其防水性能可靠, 显著延长了建筑围护结构的使用寿命。该技术体系为关中地区同类建筑的性能提升提供了有效的技术路径。

【参考文献】

- [1]王长安,李建军.寒冷地区砖混建筑外墙保温层脱落机理及防治技术[J].施工技术,2023,52(08):101-105.
- [2]张建斌.复合功能外墙一体化施工关键技术研究[J].建筑技术,2024,55(03):45-49.
- [3]赵志强,王立新,张明.基于GB50411-2019的外保温系统质量控制体系构建[J].建筑科学,2022,39(05):78-82.
- [4]刘涛,杨红霞.大陆性季风气候区外墙施工窗口期控制研究[J].建筑材料学报,2023,26(02):215-220.
- [5]李卫国,陈志强,刘芳.改性聚苯板复合防水体系在既有建筑改造中的应用[J].新型建筑材料,2022,49(07):132-136.

作者简介:

白博(1986—),男,汉族,陕西西安人,大学本科,助理工程师,研究方向: 砖混结构宿办楼外立面保温防水。