

建筑节能

BUILDING ENERGY EFFICIENCY

中英文
月刊

ISSN 2096-9422

CN 21-1612/TU

CODEN JJIIDR

2022

5

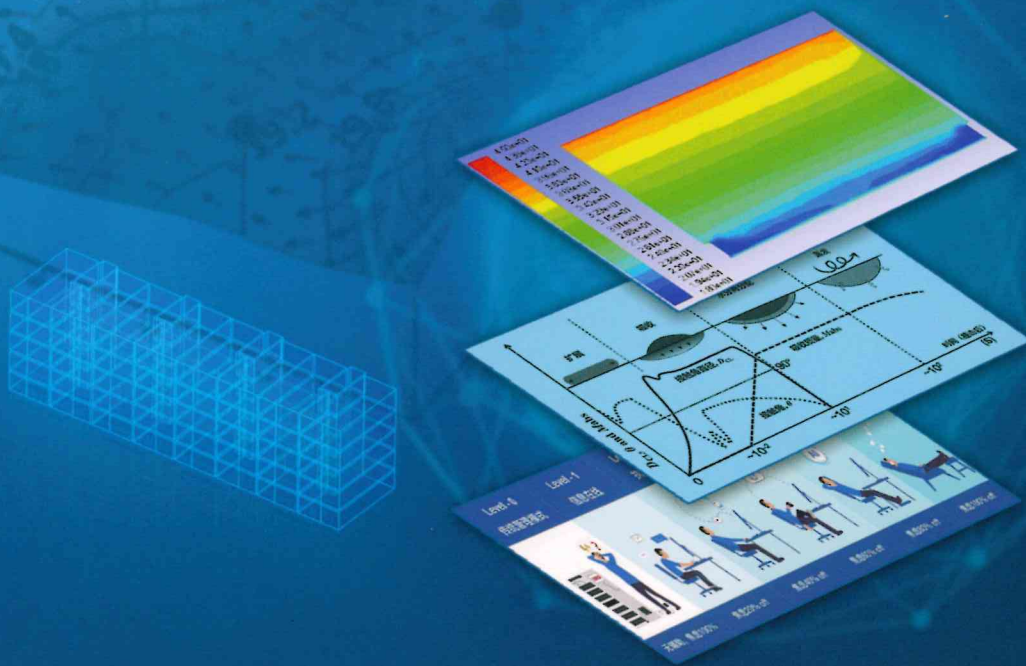
中国建筑科学类核心期刊

本期关注

风驱雨对建筑外墙润湿的 P01
影响研究综述

大空间下送风分层空调 P24
夏季热湿环境模拟研究

大型高铁客站候车厅环境 P84
质量与乘客舒适度评价研究

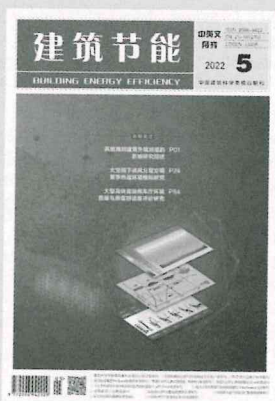


05



- 建筑科学领域高质量科技期刊分级目录期刊
- 中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)
- RCCSE中国核心学术期刊
- 美国信息集团ProQuest数据库来源期刊
- 英国《科学文摘》(网络版, INSPEC)来源期刊
- 美国《化学文摘(网络版)》(CA)来源期刊
- 《日本科学技术振兴机构(中国文献数据库)》(JSTChina)来源期刊
- 美国《乌利希期刊指南(网络版)》(Ulrichsweb)注册期刊
- 全国建筑行业精品期刊
- 中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
- 中国学术期刊综合评价数据库收录期刊
- 中文科技期刊数据库收录期刊
- 中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊

2022年第5期



总第50卷第375期

建筑科学领域高质量科技期刊分级目录期刊

中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)

RCCSE 中国核心学术期刊

全国建筑行业精品期刊

中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

中国学术期刊综合评价数据库收录期刊

中文科技期刊数据库收录期刊

中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊

英国《科学文摘(网络版)》(INSPEC)来源期刊

美国《乌利希期刊指南(网络版)》注册期刊

美国信息集团 ProQuest 数据库(前《剑桥科学文摘》)来源期刊

美国《化学文摘(网络版)》来源期刊

《日本科学技术振兴机构(中文文献数据库)》(JSTChina)来源期刊

本刊声明

(1)本刊已加入中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库、中文科技期刊数据库、中国科学引文数据库、万方数据-数字化期刊群、英国《科学文摘(网络版)》(INSPEC)、美国《乌利希期刊指南(网络版)》、美国信息集团 ProQuest 数据库、美国《化学文摘(网络版)》等。凡本刊刊登的论文,将统一编入上述数据库。如作者不同意,请在来稿首页的显著位置作出书面声明,本刊将视情况作相应处理,否则视为同意编入。

(2)根据《著作权法》,来稿一经录用,编辑部对来稿享有作者著作权中的复制权、发行权、网络传播权、汇编权,以及对作品做文字性修改、删节的权力等。著作权使用费与本刊稿酬一并支付。如投稿作者未作特别声明,则视为同意此项授权。

《建筑节能(中英文)》编辑部

目次

保温隔热

1 风驱雨对建筑外墙润湿的影响研究综述

钱天达,张会波,陈超,冯驰

10 严寒地区三种类型玻璃窗传热特性分析

张成俊,胡宛玉,刘玉成,高梦,李栋,刘昌宇

15 掺橡胶粉防水轻质混凝土材料性能研究

邓岩松,孙雪伟,李国庆,仲建军,陈佩韦,张俊

19 无机砂浆外墙外保温工程修缮加固技术研究

刘盈,杨生凤,周丽娟,杨雨奕

暖通空调

24 大空间下送风分层空调夏季热湿环境模拟研究

赵韵叶,黄晨,杨通,李浩,苗宇峰

31 基于数据挖掘的商业建筑冷站能效分析及优化

闫翠萍,沙华晶

37 北方夏季住宅小区集中地板供冷的实验研究

吴琪琰,田国良,马振杰,赵小会,吴玉麒

41 含冰率对冰源热泵系统性能的影响

胡志高,吴涛,朱娜,胡平放,罗振宇,徐连,唐广,吴一鸣

48 严寒地区超低能耗居住建筑供暖系统对比分析

潘玉亮,高彩凤

53 基于建筑墙体从空调负荷侧进行用电移峰填谷初探

陈剑波,李福麟,高峰

59 周期性动态送风对室内污染物分布和通风效率的影响

刘岩,王海东,汤毅,王瑞鲲

绿色建筑

68 基于阻容模型的寒冷地区建筑热负荷预测方法研究

秦承敏,于慧俐,王敬博

73 混合制凉模式下湿热地区幼儿园活动室内热舒适与能耗研究

肖毅强,吴晓珊,何亚洁,林瀚坤,吕瑶

无机砂浆外墙外保温工程修缮加固技术研究*

刘盈^{1,2}, 杨生凤³, 周丽娟^{1,4}, 杨雨奕³

(1. 中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013; 2. 中国建筑技术集团有限公司, 北京 100013;
3. 上海天补材料科技有限公司, 上海 200331; 4. 建研院检测中心有限公司, 北京 100013)

摘要: 随着建筑外墙外保温系统服役期的增加, 外墙系统出现的空鼓、开裂和脱落等一系列问题引起了广泛的关注。针对既有建筑无机砂浆外墙外保温涂料饰面系统出现的空鼓、开裂及涂料脱落等问题进行分析, 提出点面薄层原位修缮加固方案。这个方案无需或极少铲除保温层, 几乎不改变原墙面的保温效果、建筑外观及尺寸, 产生的施工垃圾少。由于修缮复合层使用寿命是一般涂料寿命的3~5倍, 不锈钢固定销寿命理论上和主体结构同寿命, 采用高抗拉强度、高抗渗的复合层与高抗拉承载力的固定销组成的加固系统, 修缮部位安全可靠, 使用寿命长。经过上海某工程实践表明, 与传统的铲除修复工艺相比, 该工艺具有保留原墙面、施工垃圾少、操作施工噪音低、修缮效果安全可靠等优点。

关键词: 无机砂浆; 外墙外保温; 修缮加固; 点面薄层原位修缮加固技术

中图分类号: TU5 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-9422(2022)05-0019-05

Inorganic Mortar Exterior Wall Insulation Project Repair and Reinforcement Technology

LIU Ying^{1,2}, YANG Sheng-feng³, ZHOU Li-juan^{1,4}, YANG Yu-yi³

(1. China Academy of Building Research Co. Ltd., Beijing 100013, China;

2. China Building Technique Group Co. Ltd., Beijing 100013, China;

3. Shanghai Tianbu Material Technology Co. Ltd., Shanghai 200331, China;

4. CABR Testing Center Co. Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: With the increase of the service life of the exterior insulation system of the building, a series of problems such as hollow, cracking and peeling of the exterior wall system have caused widespread concern. For the hollow, cracking and coating off problems appearing on inorganic mortar exterior wall insulation coating finishing system in the existing building, we proposed a point-to-surface thin-layer in situ repair program. This technology does not need remove or rarely remove insulation layer, and will hardly change the thermal insulation effect, architectural appearance and size of the original wall, producing less construction waste. The service life of the repair composite layer is 3~5 times that of the general coating, and the service life of the stainless steel fixed pin is theoretically the same as that of the main structure. The reinforcement system composed of the high tensile strength and high impermeability composite layer and the fixed pin with high tensile bearing capacity, makes the repair part safe and reliable and has a long service life.

Keywords: inorganic mortar; exterior wall insulation; repair and reinforcement; point and surface thin-layer in situ repair program

收稿日期: 2021-06-23; 修回日期: 2022-05-19

* 基金项目: 中国建筑科学研究院有限公司科研基金资助(20190112330730001); 住房和城乡建设部科学技术计划项目“外墙外保温系统修缮加固施工技术研究”(2020-K-183)

0 引言

近年来,既有建筑外墙外保温脱落问题频发,由此带来严重的公共安全风险^[1-2],引发了越来越多的社会关注。此外,外墙外保温及其饰面层的质量问题不仅影响建筑美观^[3-4],其开裂渗水还会造成外墙局部区域形成“热桥”,严重影响建筑物保温效果。这些问题必须及时进行处理,以杜绝安全隐患^[5]。本文从材料、设计、施工工艺及关键节点处理等方面研究了点面薄层原位修缮加固技术,并以上海某民用建筑外墙外保温修缮工程为应用案例,将该技术推广应用。

1 点面薄层原位修缮加固技术概述

点面薄层原位修缮加固技术是指在不铲除或极少量铲除原系统的前提下,对损坏的部位采取加钉锚固、注浆措施,对整个立面采用专用复合材料覆盖饰面翻新、总施工厚度不大于3 mm的技术工艺。此工艺分为两个主要部分:(1)点系统。采用无尘低噪无扰动钻孔工具在需加固的墙面钻孔,将注浆胶直接注入孔中,再安装固定销形成加固点。(2)面系统。由专用抗裂毡和特种防水毡胶复合形成的高抗拉强度、高抗渗的复合层。系统组成示意图如图1所示。

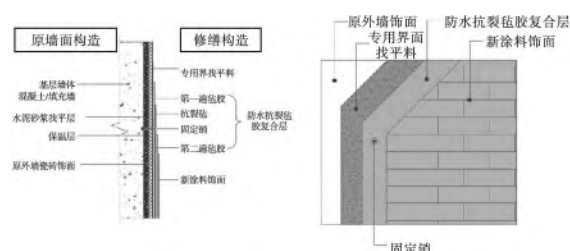


图1 点面薄层原位修缮加固系统组成示意图

Fig. 1 Schematic diagram of point and surface thin-layer in situ repair system

2 设计

无机砂浆外墙外保温涂料饰面系统修缮加固工程应根据评估报告、施工环境等进行修复设计,采取相应的修缮加固措施^[6]。当外墙保温系统出现空鼓,且与基层墙体分离在15 mm以内的墙面或外墙保温系统暂未出现空鼓,但经检测评估,系统拉伸粘结强度不能满足要求的墙面时,宜采用薄层原位修复方法。采用此方法时,必须针对固定销的拉伸承载力进行安全性计算以确保加固工程的安全性^[7]。以此文中提到的修复工程为例,每平方米墙面安装5个固定销,其安全性计算方法如下:

墙面受到的拉伸荷载主要为负风压引起,随着高度的变化,建筑物承受风荷载的作用也会发生改变,以离地面或海平面高度60 m为例,根据GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》,按公式(1)计算风荷载标准值结果为0.92 kN/m²。

$$\omega_k = \beta_z \mu_{s1} \mu_z \omega_0 \quad (1)$$

式中:基本风压 ω_0 (上海)取值0.55 kN/m²;风压高度变化系数(离地面或海平面高度60 m) μ_z 取值0.93;局部风压体型系数 μ_{s1} (墙角边)取值-1.8, μ_{s1} (墙角)取值-1.0;高度 z 处阵风系数 β_z (非幕墙、非门窗)取值1.0。

根据JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》规定,对风荷载比较敏感的高层建筑,风荷载设计值 ω_k 应按基本风压的1.1倍采用。根据公式(2)得出试验风荷载设计值 Q_d 为2.54 kN/m²。

$$Q_d = \omega_k' \times K / Ca / Cs \quad (2)$$

式中:安全系数 K 取2;几何系数 Ca 取1.0;统计修正系数 Cs 取0.8。

对薄层原位修复使用的实心固定销进行实验室模拟样板检测,其抗拉承载力平均值为2.57 kN,其中最小值为1.92 kN。根据测试结果,每平方米墙面5个固定销的拉伸承载力为12.9 kN,为 Q_d 的5倍,可保证在负风压作用下的安全性。

3 材料

对点面薄层原位修缮工艺来说,其核心关键材料性能至关重要^[8]。针对薄层原位修复毡胶复合层,其粘结强度原强度应不小于1.0 MPa,经人工老化后1500 h后其粘结强度应不小于0.7 MPa,原拉伸强度及人工老化后1500 h后拉伸强度均应不小于15.0 MPa,透水性(25 mm水柱)应不大于0.6 mL、1500 h耐人工气候老化后应不起泡、不剥落、无裂纹。

钻孔注浆用到的改性聚合物注浆胶,可不考察改性聚合物注浆胶与保温板的拉伸粘结强度,但应确保剪切粘结强度不小于1.0 MPa,泌水率不大于0.3%。

当用于耐久性要求高、有变形可能的部位注浆时,宜选择软质注浆胶,初始粘度根据空鼓情况可选择300~3000 mPa·s或5000~20 000 mPa·s,粘结强度标准状态下应不小于2.0 MPa,湿粘状态下应不小于1.5 MPa,延伸率不小于30%。

此工艺用到的专用固定销,利用脚部机械膨胀锚固并配合注浆胶一起,对外墙基层墙体起到双重加固的作用。针对普通混凝土基层墙体,单个固定销抗拉拔标准值应不小于1.5 kN,当用于加气混凝土砌体、混凝土实心砖、多孔砖时应不小于0.9 kN。

4 施工工艺

4.1 修复施工流程

进行外保温系统修复前,应根据修复设计方案制定修复施工方案^[9],现场宜制作修复工程施工样板,进行实体力学性能检验,合格后封存留样^[9]。该技术的施工流程如图2所示。



图2 点面薄层原位修复系统施工流程

Fig. 2 Construction process of point-surface thin-layer in-situ restoration system

4.2 空鼓部位复核

依据检测评估报告,施工前应对楼体的饰面空鼓部位进行复核,并标记空鼓区域。极少量空鼓严重部位,铲除前应用薄层原位修复专用固定销加固四周,固定销距空鼓区域边缘距离不宜大于150 mm,固定销间距不应大于400 mm。

4.3 钻孔注浆

对空鼓不严重部位标记的注浆孔位置,利用高速(10 000 r/min)无尘、无扰动钻孔设备钻孔,深度要求达到内部混凝土墙体表层。钻孔注浆宜采用梅花状布点,位置和数量应根据实际空鼓情况确定(如图3所示)。利用注浆枪低压注入改性聚合物注浆胶,根据空鼓情况控制注浆量,注浆孔表面涂刷防水胶,进行防水处理。

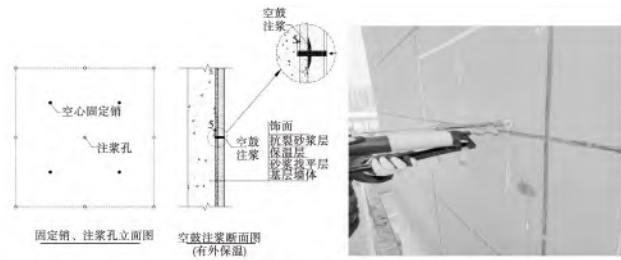


图3 钻孔注浆示意图及施工图

Fig. 3 Schematic diagram and construction picture of drilling and grouting

4.4 界面处理并涂覆第一道毡胶复合层

为保证毡胶复合层与旧墙面之间良好的粘结力,在旧墙表面涂刷一层界面处理剂。待界面处理剂表面干燥之后,将配制好的毡胶搅拌均匀,利用滚筒按照自上而下、从左至右的顺序涂刷毡胶,使墙面均匀布满第一层毡胶。将抗裂毡压入底部毡胶内,确保抗裂毡铺平压实(如图4所示)。

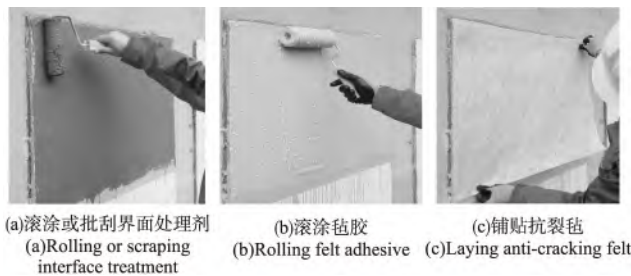


图4 毡胶复合层施工图

Fig. 4 Construction picture of felt compound layer

4.5 钉锚注浆

在毡胶表面利用钻孔设备进行钻孔,在孔内注入

浆胶,将固定销插入孔内固定,并用毡胶对固定销表面进行封堵。固定销应采用梅花状布点,每平方米不应少于4个,高度超过50 m,每平方米增加一个固定销,并应进行受力计算确定,固定销伸入基层墙体有效深度不应小于30 mm(如图5所示)。

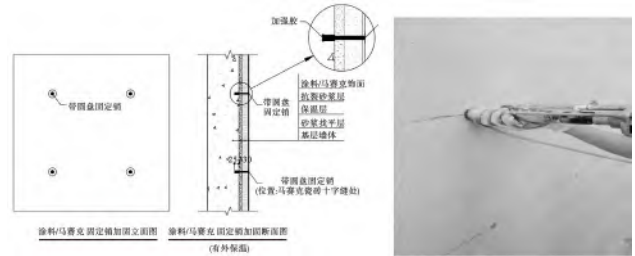


图5 钉锚注浆示意图及施工图

Fig. 5 Schematic diagram and construction picture of nail anchor grouting

4.6 涂覆第二道毡胶复合层及饰面层恢复

挤压、滚涂第二道毡胶复合层,如图6所示。修复部位毡胶施工完毕,待墙面干燥后,方可进行后续饰面层施工,外饰面宜与原饰面的颜色与质地保持一致。



图6 挤压、滚涂第二道毡胶复合层施工图

Fig. 6 Construction picture of extrusion and rolling the second pass felt adhesive

5 关键节点处理

5.1 墙面分格缝设置

首先选定分格缝设置部位,进行弹线和开槽,确保分格缝应水平、顺直,如有破损,应用柔性聚合物修复砂浆进行修补。如图7所示,将分格缝清理干净,用毛刷在槽内及两侧涂刷专用界面剂进行基体加固,在分格缝槽内涂刷聚合物防水浆料并进行防水抗裂复合层施工,并与墙面毡胶复合层进行搭接。

5.2 窗边的防渗漏修复

对暂未出现渗漏的窗户进行防渗漏加固,在窗边侧墙涂刷专用界面剂后,对窗边侧墙进行防水抗裂复合层施工,如图8所示,在窗框交接部位应采用硅酮密封胶处理。

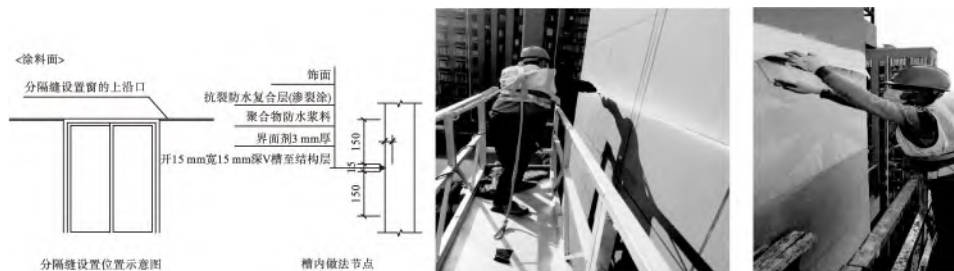


图7 分格缝处理示意图及现场图

Fig. 7 Schematic diagram and construction picture of gridding seam treatment

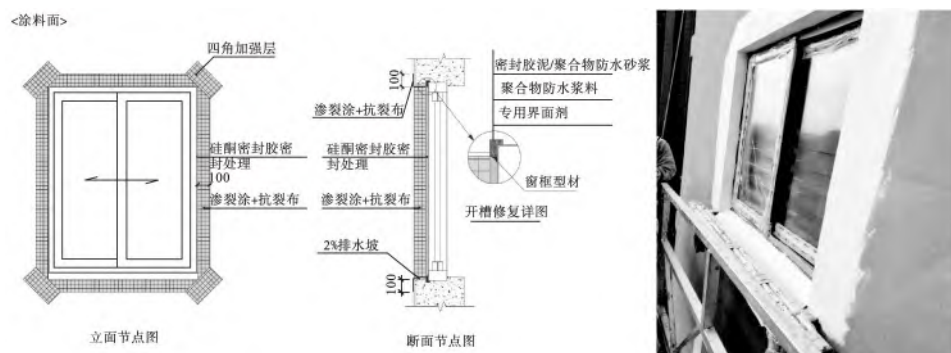


图8 窗户防渗漏处理示意图及现场图

Fig. 8 Schematic diagram and construction picture of leak-proof window treatment

已出现渗漏的窗户进行防水修缮,应铲除窗户型材边缘的原有密封胶,沿窗户四周型材边缘开槽,在槽内涂刷专用界面剂后,涂刷聚合物防水浆料,槽内应填充柔性密封胶泥^[10]。在窗边侧墙涂刷专用界面剂后,将窗框交接部位采用硅酮密封胶处理。对窗边防水抗裂复合层进行施工并将窗扇玻璃密封胶铲除重新打胶,完成饰面层施工。

5.3 墙面阳角部位修复

对墙面阳角开裂部位,需先整平恢复或铲除处理,选取专用界面剂涂刷至窗边,阳角距窗边小于800 mm或距离阳角500 mm,如图9所示。进行毡胶复合层施工,并通过固定销定位安装,完成饰面层施工^[11]。

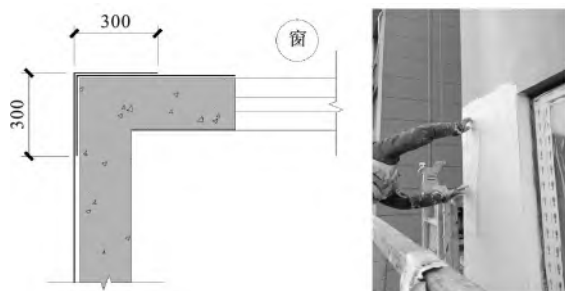


图9 外墙阳角修复示意图及现场图

Fig. 9 Schematic diagram and construction picture of exterior wall positive corner treatment

5.4 女儿墙防水修复

对女儿墙的防水修复,先从女儿墙外侧根部开槽

30 mm宽,深度至结构层,涂刷专用界面剂后涂刷防水浆料,在槽内填充柔性密封胶泥,将女儿墙外侧墙面涂刷专用界面剂,进行毡胶复合层施工,并利用固定销定位安装,完成饰面层施工,如图10所示。

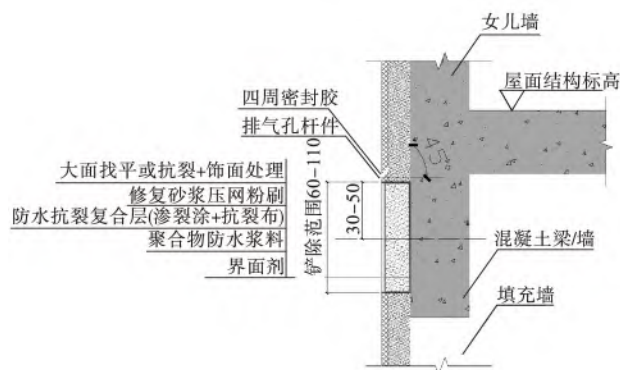


图10 女儿墙防水修复示意图

Fig. 10 Schematic diagram of daughter wall waterproof repair

6 验收

修复后的工程,应确保饰面层宜与未修复部位饰面层无明显色差,且工程用到的固定销数量、位置及锚固深度及抗拉承载力应符合设计要求。对点面薄层修复系统的修复层与原保温系统的粘结强度应做现场拉拔试验时,拉伸部位距修复边缘不应小于100 mm,用美工刀切割复合层至原饰面层表面,并用专用固定框固定饰面层,试验方法按行业标准 JGJ 144—2019《外墙外保温工程技术标准》附录 C 的规定

进行^[11]。且竣工验收时,应利用红外热像仪对修复部位进行热工缺陷检测,确保无明显热工缺陷^[12]。

7 实际工程应用

上海某民用建筑原外墙采用涂料饰面的无机保温砂浆系统,通过设置塑料锚栓加强。在日常使用过程中,外墙面多处出现空鼓、开裂、涂料脱落问题,且多伴有水渍,局部明显起鼓,存在掉落伤人的安全隐患。经过检测分析,建筑外立面无机保温砂浆保温系统存在抗裂砂浆厚度不足、阳角和窗洞口周边的耐碱网格布未作加强处理、外墙面未设置分格缝及部分锚栓间距过大等施工缺陷。随着建筑服役期的增加,与环境作用等因素共同导致抗裂砂浆开裂、保温砂浆系统粘结强度退化,进而引起外墙面开裂、空鼓、脱落等损伤(见图11)。2020年10月至2021年1月,采用点面薄层原位加固技术对首批进行了整体修缮加固的三栋房,修缮面积约26 000 m²,工程顺利通过验收。



图11 上海某小区外墙出现空鼓、阳角开裂及渗漏等质量问题

Fig. 11 Quality problems such as hollow drums, cracked corners and leaks on the external walls appeared in a building in Shanghai

8 结语

随着建筑外墙外保温系统服役期的增加,外墙系统出现的空鼓、开裂和脱落等一系列问题引起了广泛的关注。采用原位修缮加固技术进行修缮,无需或极少铲除保温层,几乎不改变原墙面的保温效果、建筑外观及尺寸,产生的施工垃圾少。由于修缮复合层使用寿命是一般涂料寿命的3~5倍,不锈钢固定销寿命理论上和主体结构同寿命,采用高抗拉强度、高抗渗

的复合层与高抗拉承载力的固定销组成的加固系统,修缮部位安全可靠,使用寿命长。

但此技术对施工单位在施工工艺和关键节点的把控也提出了更高的要求。施工单位必须做好人员培训工作,确保人员要求与施工工艺需求^[13]。同时,严格规范该技术的施工流程和标准,加强监督管理,为提升建筑外保温修缮工程施工整体质量提供支持^[14]。

参考文献:

- [1]何卫东. 上海市民用建筑外墙外保温系统应用现状与建议[J]. 建设监理 2018 (7): 62-63.
- [2]纵斌,田炜. 既有建筑外保温材料坠落原因分析研究[J]. 住宅科技 2018, 38(3): 1-4.
- [3]凌宏杰,熊厚仁,余安妮,等. 建筑外墙外保温系统饰面层劣化现状调查研究[J]. 新型建筑材料 2018, 45(12): 114-118.
- [4]张自国,魏德新,刘丽莘. 外墙外保温系统保温板脱落的研究[J]. 长春工程学院学报:自然科学版 2017, 18(2): 62-64.
- [5]刘盈,周丽娟. 既有建筑外墙外保温系统现场检测技术及评估研究现状[J]. 工程质量 2021, 39(6): 76-79.
- [6]JGJ 376—2015, 建筑外墙外保温系统修缮标准[S]. 2015.
- [7]JGJ/T 117—2019, 民用建筑修缮工程查勘与设计标准[S]. 2019.
- [8]DG/JT 08—2310—2019, 外墙外保温系统修复技术标准[S]. 2019.
- [9]JGJ/T 112—2019, 民用建筑修缮工程施工标准[S]. 2019.
- [10]JGJ/T 53—2011, 房屋渗漏修缮技术规程[S]. 2011.
- [11]JGJ 144—2019, 外墙外保温工程技术标准[S]. 2019.
- [12]JGJ/T 132—2009, 居住建筑节能检测标准[S]. 2009.
- [13]韩武光. 无机保温砂浆外墙外保温系统修缮技术研究[J]. 住宅科技 2018, 38(6): 66-70.
- [14]周丹,吴斌,郭锋. T/CECS 574—2019《既有建筑外墙外保温改造技术规程》解读[J]. 工程质量 2019, 37(10): 1-5.

作者简介: 刘盈(1982),女,河北赞皇人,高分子化学专业,硕士,正高级工程师,研究方向为外围护系统检测及管理(liuyingbeijing@foxmail.com)。