

新型建筑材料



6

2022

NBM

1974年创刊

中国新型建材设计研究院有限公司主办

□ 全国中文核心期刊 (第八版) □ 中国科技核心期刊 □ EBSCO数据库全文收录 □ 全国性建材科技期刊 □ 全国建材优秀期刊 □ 华东地区优秀期刊 □

www.cnhndi.com

以先进的技术
科学的管理和经济有效的方式
向国内外提供顾客满意的工程建设全过程服务



中国建材

中国新型建材设计研究院有限公司

中国新型建材设计研究院有限公司隶属于中国建筑材料集团有限公司，是从事新型建材、玻璃、石膏、水泥、陶瓷、玻璃纤维等建材工程、民用建筑（含智能建筑）以及环保工程的设计、咨询、监理、工程管理、工程总承包和技术研发、机电制造的综合性甲级设计研究单位。

地址：浙江省杭州市下城区华中路208号 电话：0571-87960157 联系人：方先生 0571-85062772 13757161599 苏先生 0571-85057986 13705814949



广告索引

彩色

中国新型建材设计研究院有限公司 (封面)

泰山玻璃纤维有限公司 (封二)

公益广告 (封三)

中国新型建材设计研究院有限公司 (封底)

双龙集团有限公司 (前插2)

福建鸿益机械有限公司 (前插4)

公益广告 (前插6)

- 51 外墙保温薄层原位修缮加固系统材料性能研究 刘盈, 杨生凤, 周丽娟, 杨雨奕
Study on material performance of thin-layer in-situ repair and reinforcement system
for external wall thermal insulation
LIU Ying, YANG Shengfeng, ZHOU Lijuan, YANG Yuyi
- 56 钼尾矿及钼矿废石制备保温真石漆的试验研究
李建涛, 韩兵正, 王之宇, 李峰, 吴楠
Experimental study on preparation of thermal insulation real stone paint using
molybdenum tailings and molybdenum ore waste rock
LI Jiantao, HAN Bingzheng, WANG Zhiyu, LI Feng, WU Nan
- 61 相变微胶囊硅藻土蓄热板材制备与性能研究 赵维
Study on preparation and properties of phase change microcapsule/diatomite
thermal storage plate
ZHAO Wei

防水屋面材料

- 64 防水粘结层不同粘结强度测试方法关联性分析
赵正峰, 褚付克, 张瑞杰, 周珂, 李豪
Correlation analysis of different bond strength test methods for waterproof
bonding layer
ZHAO Zhengfeng, CHU Fuke, ZHANG Ruijie, ZHOU Ke, LI Hao
- 69 沥青基防水涂料施工性能的影响因素研究及其理论计算 何俊鹏
Study on influencing factors and theoretical calculation of construction performance
of asphalt based waterproof coating
HE Junpeng
- 72 流变助剂对单组分聚氨酯防水涂料性能的影响研究
朱松伟, 扈显平, 韩建峰, 邝玉凤
Effect of rheological additives on properties of one component polyurethane
waterproof coating system
ZHU Songwei, HU Xianping, HAN Jianfeng, KUANG Yufeng
- 76 建筑密封材料耐霉菌性测试方法的研究 胡晓珍
Research on the determination method of mold resistance of building sealing
materials
HU Xiaozhen

混凝土与制品

- 81 聚羧酸减水剂复配工艺对自密实清水混凝土外观质量影响研究
黄柯宇, 陶铁军, 游聚刚, 徐跃生, 杨科, 张登钱
Effect of polycarboxylate superplasticizer compounding process on apparent quality
of self-compacting fair-faced concrete
*HUANG Keyu, TAO Tiejun, YOU Jugang,
XU Yuesheng, YANG Ke, ZHANG Dengqian*
- 86 膨胀混凝土早龄期变形及力学性能试验研究 汪洋, 王育江, 李华
Experimental study on deformation and mechanical properties of expansive
concrete at early-age
WANG Yang, WANG Yujiang, LI Hua
- 91 大跨度桥梁超高性能混凝土-钢组合桥面铺装应用技术研究
张志豪, 陈露一, 伍贤智, 王敏, 李信
Study on the technology of steel composite bridge deck pavement with ultra high
performance concrete for long span bridges
ZHANG Zhihao, CHEN Luyi, WU Xianzhi, WANG Min, LI Xin

外墙保温薄层原位修缮加固系统材料性能研究

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 :与外墙保温置换修复技术相比,薄层原位修复技术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。介绍了外墙保温薄层原位修复加固系统基本构造,以及固定销、注浆胶、改性聚合物注浆料的技术性能,并对系耐候性进行了研究。采用外墙保温薄层原位修复加固技术后,由于修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。

关键词 :外墙外保温系统;修缮加固;薄层原位修缮加固技术

中图分类号 :TU557.1

文献标识码 :A

文章编号 :1001-702X(2022)06-0051-05

Study on material performance of thin-layer in-situ repair and reinforcement system for external wall thermal insulation

LIU Ying^{1,2}, YANG Shengfeng³, ZHOU Lijuan^{1,4}, YANG Yuyi³

(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 Compared with the external wall thermal insulation replacement repair technology, the thin layer in-situ repair technology does not need or rarely remove the thermal insulation layer and almost does not change the thermal insulation effect of the original wall, the appearance and size of the building. This paper introduces the basic structure of the in-situ repair and reinforcement system of external wall thermal insulation thin layer and the technical properties of fixed pin grouting glue and modified polymer grouting material and studies the weatherability of the system. After the external wall thermal insulation thin layer in-situ repair and reinforcement technology is adopted, as 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, when the reinforcement system is composed of the composite layer with high tensile strength, high impermeability and the fixed pin with high tensile bearing capacity, the repair part is safe and reliable and the service life is long.

Key words external wall thermal insulation system repair and reinforcement; thin layer in-situ repair and reinforcement technology

0 引言

目前国内许多城市已逐步迈入存量房时代,其中部分既有建筑围护系统服役期已经达到设计使用年限的60%~80%,

建筑外墙在自然环境或人为破坏等作用下,随着服役年龄延长功能不断退化,外墙板开裂、脱落,边角裂缝,渗水渗流,门窗渗漏水,保温板、墙砖掉落等多种问题频出^[1],由此造成房屋的安全性降低,影响人们的日常生活,甚至危及民众的人身安全,需要对老旧房屋外墙实施修缮处理。

基金项目:住房和城乡建设部科学技术计划项目(2020-K-183);

中国建筑科学研究院有限公司科研基金项目(20190112330730001)

收稿日期:2022-01-13

作者简介:刘盈,女,1982年生,硕士,正高级工程师,E-mail:liuying-

beijing@foxmail.com。通讯作者:周丽娟,硕士,副研究员,E-mail:

262504079@qq.com。

既有建筑的外墙系统的更新修复是当前的研究热点,针对外墙开裂、渗漏、空鼓和面积脱落等问题的整治与修复,国内已经形成了部分的成果^[2-4]。主要做法是对系统整体或局部进行铲除后置换,以新建标准进行选材、设计和施工。这种做法多以临时性、应急性维修为主^[2],存在扰民、不环保、工序复杂、修复周期长的缺点,不仅易导致不少外墙修复后再次出

现开裂、空鼓等质量问题,甚至在更新过程中可能会发生消防、坠落等安全事故。目前市场上迫切需要一种“安全、快速、环保、不扰民、经济合理”的外墙更新系统解决方案。

1 外墙保温薄层原位修缮加固系统

相对于破坏性的修复工艺,本文聚焦于薄层原位修缮加固技术,此技术是指不铲除或极少量铲除原系统,对损坏的部

位采取加钉锚固、注浆措施,对立面采用专用复合材料覆盖饰面翻新、总施工厚度不大于3mm的一种修复技术。根据饰面类型可分为非透明(涂料饰面)原位修复系统(如表1、图1所示)和瓷砖饰面透明原位修复系统。根据瓷砖饰面表面平整度,瓷砖饰面原位修复系统还可分成透明胶原位修复系统(如表2所示)及透明网胶原位修复系统(如表3所示)。

表1 非透明(涂料饰面)原位修复系统基本构造层

原系统基本构造				非透明(涂料饰面)原位修复系统基本构造层						
界面层或粘结层	保温层	护面层	饰面层	加固层			毡锚复合层		饰面层	
界面或粘结材料	保温材料	护面材料	饰面材料	钻孔注浆	界面处理	毡胶	抗裂毡	钉锚植筋/钉锚注浆	毡胶	饰面材料

表2 透明胶原位修复系统基本构造层

原系统基本构造				透明胶(面砖饰面)原位修复系统基本构造层						
粘结层	保温层	护面层	饰面层	加固层			透明胶复合层			
粘结材料	保温材料	护面材料	饰面材料	钻孔注浆/钉锚植筋/钉锚注浆	界面处理	透明底胶	透明耐候胶	透明罩面胶		

表3 透明网胶原位修复系统基本构造层

原系统基本构造				透明网胶(面砖饰面)原位修复系统基本构造层							
粘结层	保温层	护面层	饰面层	加固层			透明网胶复合层				
粘结材料	保温材料	护面材料	饰面材料	钻孔注浆/钉锚植筋/钉锚注浆	界面处理	透明底胶	柔韧抗裂网	透明耐候胶	透明罩面胶		

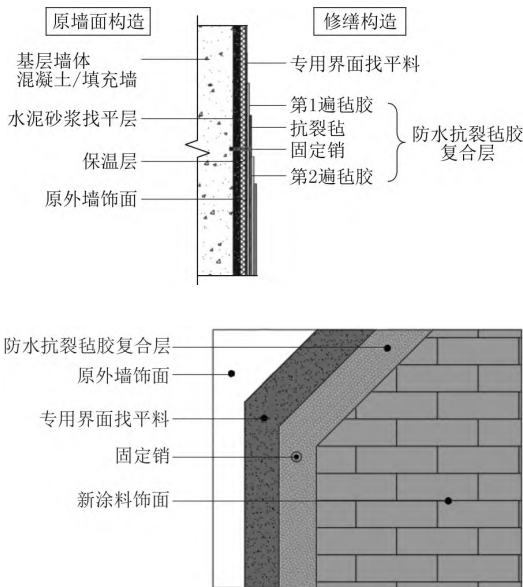


图1 涂料饰面薄层原位修复系统组成示意

外墙保温薄层原位修复技术在日本已经历了30年以上的工程验证,主要用于外墙的局部修复,可大幅延长保温系统安全使用寿命。该技术在国内目前尚处于初期应用阶段,与日

本相比,我国的建筑围护结构节能情况更为复杂,采用的外墙保温系统多样,由于各气候区环境特征各有特点,与日本也不尽相同,比如上海市多雨且温差较大,导致常用外墙外保温系统及外墙缺陷形式与国外也有较大差异^[5]。因此,需要结合本地气候及外墙围护结构实际,开展采用薄层原位修复系统及材料的典型外墙外保温系统的修复安全性论证研究,为薄层修复技术的推广应用提供技术支撑,提高建筑外墙使用寿命。

基于此开展了相关研究,主要内容包括对薄层原位修复技术用材料的耐老化性等关键性能进行测试,对薄层原位修复系统的固定销承载力及系统耐候性进行验证分析,并在此基础上开展工程应用示范。

2 薄层原位修复系统关键组成材料及系统性能研究

对外墙外保温非透明(涂料饰面)原位修复系统、透明网胶(面砖饰面)原位修复系统、透明胶(面砖饰面)原位修复系统的关键材料的技术性能进行测试。

2.1 固定销

固定销在外墙保温系统中起到抵抗负风压和热应力的作用,避免建筑物外墙保温系统因长期经受物理应力和施工不

确定因素的影响造成大面积脱落。薄层原位修复专用固定销主要包括空心固定销、实心固定销。图2为在实验室对固定销进行材性检测,固定销由生产厂家到实验室安装。



图2 固定销的性能测试

固定销(实心、空心)的抗拉承载力标准值(有注浆、无注浆)、抗剪力依据 JG/T 366—2012《外墙保温用锚栓》、GB/T 6400—2007《金属材料线材和铆钉剪切试验方法》进行性能测试,固定销的性能均符合 DG/TJ 08—2310—2019《外墙外保温系统修复技术标准》的规定(见表4)。

表4 固定销的技术性能

项 目	标准要求		测试结果		
	实心	空心	实心	空心	
抗剪力/kN	≥20.0	≥6.0	33.4	12.0	
固定销抗拉承载力标准值(有注浆)/kN	C50 混凝土基材	≥1.50	≥1.50	2.52	2.11
	C30 混凝土基材	≥1.50	≥1.50	1.77	2.05
	混凝土加气砌块基材	≥0.60	≥0.60	1.36	1.00
	混凝土实心砖基材	≥0.90	≥0.90	2.72	2.00
	烧结多孔砖	-	≥0.90	-	1.41
固定销抗拉承载力标准值(无注浆)/kN	C50 混凝土基材	≥1.50	≥1.50	2.10	2.01
	C30 混凝土基材	≥1.50	≥1.50	1.82	1.53
	混凝土实心砖基材	≥0.90	≥0.90	1.71	1.14

2.2 注浆胶

在进行修复时,应根据空鼓情况及外墙外保温类型,可采用钉锚注浆和钉锚植筋等方法增强固定销与墙面拉拔力。钉锚注浆是指采用无尘无扰动钻孔工具在需加固的墙面钻孔,安装空心的专用固定销,再将注浆胶低压注入空心固定销中,多用于无机砂浆类外墙外保温系统修复。钉锚植筋是将注浆胶直接注入孔内,再安装实心专用固定销,多用于板材类外保温系统的修复。

图3为在实验室对注浆胶进行材性检测。注浆胶的粘结强度(标准状态、湿基面)、黏度依据 JG/T 157—2009《建筑外

墙用腻子》、GB/T 2794—2013《胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法》进行测试,在进行粘结强度(湿基面)测试时,成型前24h、成型后24h均将使用的基材放在相对湿度90%环境中进行养护。测试结果如表5所示,注浆胶的性能符合 DG/TJ 08—2310—2019 的要求。



图3 注浆胶的性能测试

表5 注浆胶的技术性能

项 目	标准要求	测试结果	
粘结强度(与砂浆块)/MPa	标准状态	≥2.5	2.6
	湿基层	≥1.5	2.4
黏度/(mPa·s)	500~20 000	5250	

2.3 改性聚合物注浆料

当外墙砂浆表层空鼓率超过30%以上,深层空鼓率超过50%时,为减少空鼓率可通过钻孔注浆,将改性聚合物注浆料直接注入孔中,用于提高空鼓部位粘结力。其中,型改性聚合物注浆料适用于点框式粘贴外保温系统注浆,型改性聚合物注浆料适用于其他外保温系统注浆。

图4为在实验室对改性聚合物注浆料(、型)进行材性检测,结果如表6所示,改性聚合物注浆料的性能符合 DG/TJ 08—2310—2019 的要求。



图4 改性聚合物注浆料的性能测试

表6 改性聚合物注浆料的技术性能

项 目	标准要求		测试结果		
	型	型	型	型	
流动度/mm	≥250	≥250	270	262	
泌水率/%	≤0.3	≤0.3	0	0	
28 d 干燥收缩率/%	≤0.3	≤0.3	0.1	0.2	
剪切粘结强度/MPa	≥1	≥1	2.3	4.2	
拉伸 粘结强度 (与水泥 砂浆块) /MPa	标准状态	≥0.7	≥0.7	0.7	0.8
	浸水 48 h,干燥 2 h	≥0.6	≥0.6	0.6	0.6
	浸水 48 h,干燥 7 d	≥0.6	≥0.6	0.7	0.8
拉伸 粘结强度 (与挤塑 板)/MPa	标准状态	-	≥0.1	-	0.15
	浸水 48 h,干燥 2 h	-	≥0.1	-	0.1
	浸水 48 h,干燥 7 d	-	≥0.1	-	0.1

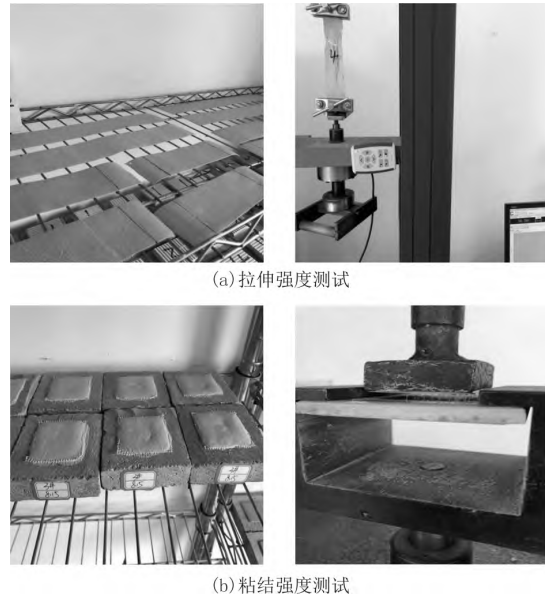
2.4 薄层原位修复系统

涂料饰面毡胶复合层是由抗裂毡、毡胶经施工复合而成的防水、抗裂系统,其中抗裂毡是一种具有抗裂作用的毡网,毡胶是由特殊改性有机材料制成的膏状复合材料。

面砖饰面透明网胶复合层由透明界面剂、柔韧抗裂网、透明网胶经施工复合而成的防水、抗裂系统,当瓷砖表面凹凸不平,透明网胶复合层中的柔韧抗裂网无法铺平影响性能时,可

采用透明胶复合层。

针对薄层原位修复复合层进行性能测试(如图5所示),结果如表7所示,复合层的性能符合 DG/TJ 08—2310—2019 的要求。



(a) 拉伸强度测试

(b) 粘结强度测试

图5 毡胶复合层拉伸强度及粘结强度测试

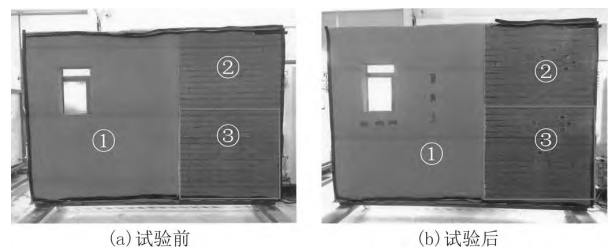
表7 薄层原位修复复合层的技术性能

项 目		标准要求			测试结果		
		毡胶复合层	透明网胶复合层	透明胶复合层	毡胶复合层	透明网胶复合层	透明胶复合层
复合层粘结 强度/MPa	原粘结强度	≥1.0	≥1.0	≥1.0	1.1	1.1	1.1
	人工老化 1500 h 后	≥0.70	≥0.70	≥0.70	0.8	0.7	0.7
复合系统拉伸 强度/(kN/m)	原拉伸强度	≥15.0	≥10.0	≥8.0	20.3	33.0	33.0
	人工老化 1500 h 后	≥15.0	≥10.0	≥8.0	18.2	39.0	39.0
复合系统断裂 伸长率/%	原断裂伸长率	-	≥5	≥5	-	10	12
	人工老化 1500 h 后	-	≥5	≥5	-	8	10
透水性(25 mm 水柱)/ml		≤0.6	≤0.6	≤0.6	0.2	0.2	0.2
耐人工气候老化性(1500 h)		不起泡、不剥落、无裂纹			不起泡、不剥落、无裂纹		

3 薄层原位修复系统耐候性研究

根据 JG/T 429—2014《外墙外保温系统耐候性试验方法》对外墙外保温修复系统进行耐候性试验,前后对比如图6所示,结果如表8所示。

同时,针对涂料饰面毡胶复合层系统进行了缺陷模拟设计,如图7所示,模拟50%空鼓缺陷,对薄层原位修复系统的耐候性进行模拟验证,经过80次热雨循环、5次热冷循环和25次冻融循环后,测得系统的复合层拉伸粘结强度为0.7 MPa,无起泡、剥落和裂纹等现象。对灌浆部位进行切割后观



(a) 试验前

(b) 试验后

①涂料饰面毡胶复合层修复系统;②瓷砖饰面透明网胶复合层修复系统;③瓷砖饰面透明胶复合层修复系统。

图6 薄层原位修复系统耐久性试验前后对比

表 8 薄层原位修复系统的耐候性

项 目	标准要求			测试结果		
	毡胶复合层	透明网胶复合层	透明胶复合层	毡胶复合层	透明网胶复合层	透明胶复合层
外观	不得出现裂缝、粉化、空鼓、剥落等现象 样品无破坏			未出现裂缝、粉化、空鼓、剥落等现象 样品无破坏		
拉伸粘结强度(复合层系统与涂料/瓷砖饰面层)/MPa	≥0.4	≥0.6	≥0.6	0.5	0.7	0.5
抗冲击性/J	≥10			10		

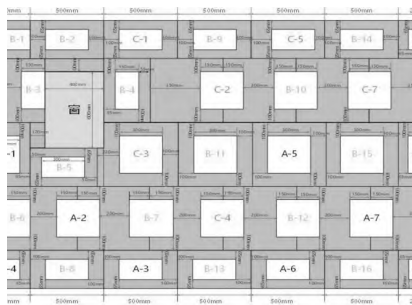


图 7 涂料饰面毡胶复合层系统缺陷模拟设计

察灌浆饱满情况发现,空鼓深度大于 1 cm 时,灌浆材料主要起填充作用,改善表层无机保温砂浆的受力状况。空鼓深度小于 1 cm 时,灌浆材料与基层墙体和无机保温砂浆两面均有粘结。在保留下来的灌浆材料与基层墙体、无机保温砂浆粘结部位的面积大小约为 80 mm×80 mm,测得拉伸粘结强度为 0.11 MPa,破坏处位于无机保温砂浆。

4 结 语

基于以上研究,在确保薄层原位修复系统性能的基础上,

配以修复构造安全性设计、施工流程和关键技术的质量控制要点及验收要点,薄层原位修复技术已经在江浙沪及周边的多个地区得到应用。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。经过工程实践表明,与传统的铲除修复工艺相比,该工艺具有能够保留原墙面、施工垃圾少、操作施工噪声低及修缮效果安全可靠等优点。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张自国,魏德新,刘丽华.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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.



(上接第 50 页)

- [4] 陈刚,王瑶,黄河清,等.玻化微珠泡沫保温砂浆的制备及性能研究[J].混凝土,2017(7):112-117.
- [5] 殷素红,叶门康,陈光,等.膨胀玻化微珠表面改性及其机理研究[J].硅酸盐通报,2016,35(11):3633-3638.
- [6] 陈光,殷素红,叶门康,等.夏热冬暖地区用于外墙粘贴瓷砖的改性玻化微珠保温砂浆的制备及其性能[J].新型建筑材料,2017,44(1):114-118.
- [7] 贾冠华,刘鹏,李珠.气凝胶/膨胀珍珠岩的制备及其微观特征对导热性能的影响[J].硅酸盐通报,2018,37(3):1039-1046.
- [8] 朱玉雪,郝利国,赵海洋,等.新型湿拌砂浆外加剂及其应用[J].硅酸盐通报,2020(3):137-141.
- [9] 王亮.气凝胶膨胀珍珠岩保温材料的研究及其建筑能耗分析[D].

太原:太原理工大学,2019.

- [10] Tasdemir C, Sengul O, Tasdemir M. A comparative study on the thermal conductivities and mechanical properties of lightweight concretes—ScienceDirect [J].Energy and Buildings, 2017,151:469-475.
- [11] 陈若山,梁剑麟.膨胀玻化微珠无机保温砂浆性能分析研究[J].混凝土与水泥制品,2019(6):77-80.
- [12] 彭宇,赵国荣,王培铭,等.丁苯乳胶粉在早期水泥砂浆中形成聚合物膜结构的形态[J].电子显微学报,2019(4):47-53.
- [13] 周长皓.水泥净浆和砂浆抗压强度与多尺度孔结构的关系研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2020.

