

李冬薇. 地震重灾区古迹受损应急修复技术研究[J]. 灾害学, 2018, 33(4): 172-174, 179. [LI Dongwei. Study on the dynamic recovery method of ship damage control[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(4): 172-174, 179. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.029.]

地震重灾区古迹受损应急修复技术研究^{*}

李冬薇

(开封大学 艺术设计学院, 河南 开封 475000)

摘 要: 传统地震重灾区名胜古迹修复方法, 由于重修周期长, 抗震性差, 很容易受到余震影响, 且艺术视觉美感不够, 对此提出地震重灾区古迹受损应急修复优化技术。对受损古迹进行建筑表面测绘, 获取古迹受损区参数, 以此提高修复精度, 提高艺术感官信息的视觉传达效果。根据古迹受损具体区域情况, 对受损古迹建筑表面进行整体清理以及可溶盐处理, 防止古迹脆化; 对古迹无明显裂纹区、竖直裂纹、水平量裂纹分别进行古迹修复并进行抗震加固处理。实验数据证明, 所提古迹受损应急修复优化技术下, 古迹修复时间比传统原物重建法恢复时间少 1/3, 横纹和竖纹的修复效果也优于其他方式, 具有极强抗震性, 且有效提升了古迹艺术视觉美感。

关键词: 应急修复; 地震重灾区; 艺术视觉; 表面清理; 古迹加固;

中图分类号: X43; TN913 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)04-0172-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.029

地震不仅会对当地人民生命安全产生威胁, 也会造成当地名胜古迹受损或者直接坍塌损毁。在古建筑自身建立结构上, 同西方强调历史可读性和续接性不同, 我国古代建筑更多崇尚韵律美, 所以大多为木质结构, 在地震灾害来临时更容易遭到大规模破坏。传统的震后古迹修复方式不仅修复周期长, 而且没有考虑短期抗震因素, 很容易遭受二次损害^[1]。针对传统古迹修复方式的弊端, 提出了古迹受损应急修复技术。先对受损建筑进行整体测绘, 确定具体受损区域, 对受损面进行可溶盐处理后对古迹受损面进行裂纹处理和抗震加固处理, 完成地震古迹应急修复^[2]。

1 地震重灾区受损古迹表面处理

1.1 古迹表面破损情况测绘分析

古迹表面材料破损情况测绘是灾后可对古迹受损特征进行明确鉴定的基础方法。之所以用“表面”一词, 主要是为了将古迹“室内”和“室外”进行同化分析, 以同样的测绘方式对待古迹的一切表面^[3]。

对灾后古迹的受损区域测绘需要获取古迹材料、内部破坏情况、材料破损演变以及破坏速率等参数, 更好地反应出古迹的修复程度以及视觉传达的美感。因此需要在测绘系统中引入我国区域地理信息系统作为信息资料参考, 在 ADAMS/View 软件中以灾后古迹建筑表面材质以及内在破

损的数据库化参数为依据, 在 PC 端建立的模拟古迹影像和区域标识, 对古迹中所包含复杂的历史门类信息和建筑材料信息进行系统化和图形化成像^[4]。之后通过成像可以直接对灾后古迹受损区域材料面积以及受损比例, 进行分析、比较和处理, 并将图形和数据进行有机结合, 对后续应急修复提供成因原因分析和应急保护处理方案参数。

表 1 中, 古迹的不同部位其受损程度不同, 所需要的修复方法也不同。未受损或受损面积小于 30% 的区域进行简单维护即可, 受损超过 30% 的区域需要使用设计的古迹受损应急修复技术进行后续处理。此外, 通过古迹破损测绘, 可以获取古迹结构参数和相关材料, 提高修复精度, 在视觉上为人们带来更多的美感。

表 1 古迹受损程度及维护方式

受损位置	受损面积	维护方法
古迹侧立面	> 30%	古迹受损应急修复技术
古迹中间位	< 30%	简单维护
古迹底部	0	简单维护

1.2 古迹表面破损区清洗和可溶盐处理

地震灾后, 古迹受损面会附着大量杂质, 需要对测绘出的明确破损面进行破损区进行清洗处理。清洗处理涉及到离子交换和化学试剂去层。古迹表面存在的大树脂分子活性基团可以与化学试剂中的阴离子产生置换反应, 在遇到含有阴离子的溶液时就会发生离子交换作用, 从而将溶液中的离子移除。经过检测, 当古迹表面的树脂分

^{*} 收稿日期: 2018-04-11 修回日期: 2018-05-20

基金项目: 河南省非物质文化遗产科学研究项目(2014FY01)

作者简介: 李冬薇(1982-), 女, 河南开封人, 硕士, 讲师, 研究方向为艺术设计。E-mail: lidongwei@kfu.edu.cn

子粒度小于 0.001 nm 时,离子扩散度最强。在古迹表面添加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液后,可以有效去除古迹破损面中的 SO_4^{2-} 离子,对古迹受损面进行垢层破坏。除了垢层以外,古迹表面还有可能存在大量可溶盐。可溶盐是古迹灾后常见的表面物质,对古迹尤其是石制古迹的破坏力巨大^[5-6]。可溶盐的产生一般与地震导致的地下水潮气上升有关,对其处理可以采取敷剂处理的方式^[7-9]。利用上述的古迹表面破损区清洗方式对古迹破损区域进行表面处理后,涂抹敷剂粘土。粘土的主要成分为纸浆、植物纤维以及粘土材料。将上诉材料与水充分混合形成膏状复合材料后,在建筑受损面进行大规模涂抹即可。

古迹表面存在的可溶盐(NaCl)与硫酸镁会产生直接置换,在水分子的作用下,将氯离子和钠离子留在古迹表面,不会再对古迹产生任何威胁^[10-14]。

利用涂抹敷剂粘土这种去盐方式可以有效降低古迹表面在地震影响下,所形成的的可溶盐含量,降低古迹表面易碎度。涂抹持续时间与受损情况、墙体构造、墙体表面凹洞数量有关,通常情况下为 3 d 左右。此外,在涂抹古迹敷剂前后,均需要对古迹受损区域进行明盐度检测。检测深度一般分为 0~25 mm、50~80 mm 以及 75~100 mm。敷剂移除后,一些未干燥的可溶盐有可能会溶解在墙体表面的参与水溶液中,需要先进行墙体干燥,然后检测古迹墙体含盐量。

2 灾后受损古迹应急修复技术

2.1 灾后无裂纹古迹应急修复

在对古迹表面进行了上述全部准备工作以后,即可正式进行应急修复工作。根据 1.1 的古迹建筑检测参数,对受损程度小于 1/3 且未出现明显裂纹的古迹受损区可以先进行高压水清洗,注意调节压力幅度,以免对古迹表面破损区产生再次伤害。清洗后,涂抹古迹抗氧化增强剂。等到其完全风干,使用木粉或砖粉或古迹专用的建筑材料,对古迹表面损坏程度在 3 mm 的部分进行修补,并利用泥沙浆对接缝处进行勾缝处理。

受损区完全修复后,在古迹表面涂抹完全无色透明渗透型憎水保护液,对古迹墙体进行抗水修复。如果古迹墙体受损区受损程度超过 1/3 需要直接进行掏砌和剔砌操作。

先拆除古迹受损砖体或木材结构,用高压水枪清洗剔孔杂质和四周灰缝。选择适合古迹结构或建筑材料的替换材料和新灰泥,用大口钝刀将其敷底,然后填充更新材料并进行勾缝。如果古迹受损区为柱状结构,可以进行墩接,就是将包括受损区在内的原料柱直径 1/2 的区域直接削去,开辟搭接空间,搭接长度为圆柱直径的 1 到 1.5 倍。搭接两端设置半榫以免发生位移。也可以将原柱横截面按十字线分割为平衡的四部分,削去对角的两瓣,然后进行搭接操作。如果受损原柱为明柱,墩接高度不能超过墩柱长度 1/5。当古迹表面受损区超过 1/3 时,需要直接进行材质更换。

2.2 灾后有裂纹古迹应急修复

灾后古迹裂纹通常有竖向裂纹和横向裂纹两

种^[15]。竖向裂纹通常是由地震导致的古迹墙体结构承载力不足,如果不能及时修复,裂纹的开荷作用有可能会进一步导致古迹墙体进一步被破坏。修复竖向裂纹可以通过扩大古迹裂纹区域上部构件的整体体积,使其压力作用点转移到古迹中部,或者扩大古迹墙体称重体积进行裂纹修复。此外古迹的竖向裂纹也有可能是地震引起的横向拉力引起的。例如一个无内筋的竖向砌柱开裂的原因有可能是地震时,其某一侧相邻构件对它施加的横向水平拉力,而另一侧受到其他方向框架结构的约束保持原状态,从而产生竖向裂纹。对待这项裂纹需要使用 U 型钢箍进行裂纹收紧。U 型钢钉有埋入是锚头,规格为 3/4 in × 6 in 共计 12 个。裂缝闭灌注无缝收缩浆,消除裂缝。

古迹横向裂纹,大多是在地震引发的古迹底部沉降所产生的应力作用下形成的^[16-17]。如果裂纹较小且稳定可以不进行修复,如果发现裂纹是古迹墙体过弯或框架结构收缩的结构,需要对古迹墙体按照固定距离间隔,切割水平接缝^[18]。

此外对于古迹表面裂缝修复所使用材料的内在组成成分、质感、以及表面颜色要与原古迹表面材质和色彩兼容^[19]。所以需要使用环氧树脂材料,根据裂缝实际大小选择适合的注射方式,对裂缝进行树脂填补。尽量避免使用现代工业水泥,因为其膨胀系数与原始古迹表面用砖差异较大,很容易对古迹表面产生破坏效果。

3 地震重灾区古迹加固

由于地震重灾区时常发生余震,所以对修复完毕的古迹必须进行地震加固,防止二次破坏。对古迹进行整体加固时,首先需要考虑的问题是防止古迹二次倾倒^[20]。根据以往的经验来看,古迹开裂和倾倒大多产生于古迹顶部和中部,对此可以将古迹顶部而中部连成一体,并将底部与地锚固。在受损区需要增加构件材料,补强地震承载强度。先用铆钉支撑需要加固的古迹修复区,将加固材料锚固于古迹修复区,并整体用补强构件进行对接夹紧。夹紧就是将铆接处与钢板固定构件相连,防止受损区再次开裂,同时锚接时不能将构件收缩过紧,以免木质构件失去水分无法收缩。铆接再进行缝合操作,缝合是将之前锚紧的锚栓或螺旋铆钉栓进加固构件的劈裂部分,从而起到连接作用。锚栓将古迹开裂区稍微闭合即可,如果强制完全闭合,有可能导致加固构件另一侧开裂。

4 仿真实验

为了保证设计的地震重灾区古迹受损应急修复技术的有效性,设计仿真实验。整个实验以某受地震影响的古迹进行应急修复,为了保证实验的真实性和有效性以传统古迹修复常用的原物重建法进行修复时间和修复结果的修复效果比对。

4.1 古迹修复实验参数

为了保证仿真试验过程的准确性,对需要修复的古迹试验参数进行设置,本文试验对象是受损古迹,由于需要直接对比修复效果和修复时间,

因此, 试验过程中需要保证古迹受损情况和外环境参数的一致, 方便两种方式直接对比。古迹具体参数如表 2

表 2 修复古迹参数表

	参数	效果要求
受损面积/m ²	35 ~ 40	需要全部修复
横纹数/条	10 ~ 15	无明显痕迹
竖纹数/条	20 ~ 30	无继续开裂现象和明显痕迹
墙体可溶盐含量	/	古迹面小于 120 mm 区域无可溶盐
表面垢层面积/m ²	> 1	全部清除
修复精度	/	基本修复为原面貌
视觉传达效果	/	表现出更多的美感

4.2 古迹修复实验效果评价

古迹修复效果评价是一个比较复杂的过程, 需要在充分了解古迹损毁状况的情况下, 设计有针对性的评价因素指标, 在资料与数据的基础上采用定性和定量结合的方式进行综合实验评价。修复效果评价整体结构为: 在做好前期准备的前提下, 对所研究的内容进行设计, 设计的同时将构建评价因素以及方法的应用进行明确, 收集效果参数, 分析参数。在对参数进行分析时可以利用摄影、问卷、观察、文档等采用定性与方法进行分析, 最终得出评价的结果, 并对结果进行反馈。

4.3 对比试验结果

试验过程中, 使用不同古迹受损应急修复方式对实验设定的受损古迹进行修复实验, 并利用模拟抗震演示仪, 模拟余震效果, 检测古迹修复区抗震实际效果, 获取直观参数对比如表 3 所示:

表 3 实验效果参数对比

	传统方法	本文方法
修复时间/h	68	42
横纹完美修复数/条	12	15
竖纹完美修复数/条	20	25
表面垢层	完全清除	完全清除
墙体可溶盐	古迹表面检测到明显可溶盐	古迹表面 150 mm 内无明显可溶盐
余震效果对比	破损区有再次崩坏现象	破损区无明显变化
修复精度	一般, 部分区域较为粗糙	修复得较为精细
视觉传达效果	表达得不够全面	提升了视觉美感

根据对比参数可以发现, 本次设计的地震重灾区古迹受损应急修复技术在修复时间上比传统的原物重建法修复时间减少 1/3, 在修复地震引发的古迹破损横纹和竖纹中, 效果优于传统的原物重建法。墙体可溶盐方面, 运用传统的修复方法, 墙体能够看到明显的可溶盐, 本文的方法能够有效地避免可溶盐的存在。此外在对实验对象进行余震模拟时, 因为有加固件的存在, 所以使用本次设计的修复技术的实验古迹抗震性要明显优于对比对象, 具有一定抵御重灾区余震的能力。在修复精度以及视觉传达效果方面, 传统处理方法在美与经典的表达上仍然存有欠缺。本文所提的地震重灾区古迹受损应急修复优化技术, 能够

在古迹受损的第一时间将古迹恢复如初, 不会在修复的过程中对古迹形成二次破坏。

5 结束语

此次涉及的地震重灾区古迹受损应急修复技术可以有效针对古迹表面测绘参数, 对古迹受损区先进行清洗和可溶盐处理, 有效降低古迹脆化可能性, 并在古迹修复的基础上进行加固处理, 可以大大降低余震对古迹的二次伤害, 提高古迹修复的精准度, 在视觉传达上提升视觉美感。实验证明本次设计的应急修复技术可以减少 1/3 的修复时间, 使古迹在表面 150 mm 内看不到明显的可溶盐, 并能承受一定的余震破坏。

参考文献:

- [1] 罗忠, 李永清, 胡俊波. 舰船渗漏航煤管路的复合材料应急修复补强方法设计与试验验证[J]. 海军工程大学学报, 2017, 29(3): 82-86.
- [2] 麻士琦, 张雨, 崔虎, 等. 应急移动式输油管道的失效形式以及修复补强方法的研究[J]. 科技创新与应用, 2017(5): 129-129.
- [3] 胡朝晖, 林丹. 地震灾害遥感监测中影像快速处理方法研究[J]. 地理空间信息, 2016, 33(2): 23-24.
- [4] 杨渺, 谢强, 方自力, 等. “5·12”汶川地震极重灾区生态服务功能恢复总体评估[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(4): 685-694.
- [5] 杨建康. 安全加固技术在各类主机和系统中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2016(8): 202-205.
- [6] 唐勇, 覃建雄, 肖晓. 汶川地震重灾区历史古迹受损应急评估及保护对策[J]. 四川建筑科学研究, 2016, 36(2): 191-194.
- [7] 谭斯颖. 中国模式的灾后重建: 精英化的景观改造实践——以汶川地震灾后重建为例[J]. 城市发展研究, 2016, 23(11): 39-44.
- [8] 杨理臣, 卢宁, 樊光洁, 等. 青海玉树 7.1 级地震灾后重建地区房屋地震易损性研究[J]. 地震工程学报, 2016, 38(2): 314-318.
- [9] 李志明. 芦山地震灾后恢复重建的三条基本经验[J]. 中国减灾, 2016(19): 42-45.
- [10] 刘玉琪. 地震灾后恢复重建的后评价框架体系研究[J]. 长江丛刊, 2017(9): 119-119.
- [11] 刘红勇, 韩能, 韩侠. 汶川地震灾后重建规划中城市土地权属研究——以都江堰市为例[J]. 中国工程理论论坛, 2016, 26(21): 118-120.
- [12] 石莹怡, 莫宁波, 伍惠君. 面向实施的地震灾后恢复重建规划——以雅安市汉源县为例[J]. 城市地理, 2017(12): 34-39.
- [13] 文继涛, 潘可明, 刘波. 汶川地震灾后恢复重建芦山县旧桥利用研究[J]. 城市道桥与防洪, 2016(6): 228-231.
- [14] 李福根, 辛晓洲, 李小军. 地震灾区植被净初级生产力恢复效应评价[J]. 水土保持研究, 2017, 24(6): 139-146.
- [15] 常想德, 孙静, 谭明, 等. 2016 年新疆呼图壁 6.2 级地震房屋震害及成因浅析[J]. 震灾防御技术, 2017, 12(1): 1-13.
- [16] 刘军, 李志强, 宋立军, 等. 2014 年 2 月 12 日于田 7.3 级地震中安居富民工程的减灾效益[J]. 世界地震工程, 2016(1): 176-181.
- [17] 郭坤鑫. 地震后住宅工程室内建筑装饰装修工程修复方法[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016(14): 33-39.
- [18] 陶冬旺, 李惠. 剪切型建筑结构地震损伤整体识别方法[J]. 中国科技论文, 2016, 11(13): 1507-1510.
- [19] 贾宇洪, 马丽慧, 韦亮. 华北理工大学图书馆地震遗址复原及崩塌研究[J]. 山西建筑, 2017, 43(12): 32-33.
- [20] 陈莉, 张涛, 李静, 等. 建筑结构地震安全性分析——汶川大地震遗址考察侧记[J]. 中国应急救援, 2017(1): 10-14.
- [21] 黄建文, 王东, 张瑞, 等. 基于 Euclid 理论的震后恢复重建民用建筑工程质量评价[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 11-16.

(下转第 179 页)