

DOI: 10.7672/sgjs2025030041

幕墙渗漏原因分析与检测技术*

蔡饶,高崇亮,曹亚军

(中建深圳装饰有限公司,广东 深圳 518029)

[摘要] 渗漏是建筑幕墙普遍存在的质量问题,在一定程度上影响建筑结构使用性能,且渗漏问题通常难以有效根治。依托近40个在建或已竣工幕墙工程,对幕墙渗漏原因进行综合分析,介绍常见的幕墙渗漏检测技术,并对红外热成像技术实际应用进行叙述。幕墙渗漏原因主要有密封胶漏打或开裂、胶条安装问题或失效、窗口塞缝过大及开启窗组角连接问题,需充分考虑设计方案中防渗漏功能的有效性,选择适合施工环境的材料,加强材料加工和施工阶段的质量控制,并定期进行检测和维护工作,及时对渗漏部位进行处理。

[关键词] 幕墙;渗漏;检测;红外热成像

[中图分类号] TU767

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2025)03-0041-05

Leakage Analysis and Detection Technology of Curtain Wall

CAI Rao, GAO Chongliang, CAO Yajun

(China Construction Shenzhen Decoration Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518029, China)

Abstract: Leakage is a common quality issue in building curtain walls, which affects the performance of building structures to a certain extent, and is usually difficult to effectively eradicate. Based on nearly forty ongoing or completed curtain wall projects, this paper comprehensively analyzes the causes of curtain wall leakage, introduces common detection technologies for curtain wall leakage, and describes the practical application of infrared thermal imaging. The main causes of curtain wall leakage include missing or cracked sealant application, issues or failure of gasket installation, excessive window joint gaps, and problems with the corner connections of operable windows. It is necessary to fully consider the effectiveness of the anti-leakage function in the design scheme, choose materials suitable for the construction environment, strengthen quality control during material processing and construction stages, and regularly carry out detection and maintenance work to promptly address leakage areas.

Keywords: curtain wall; leakage; detection; infrared thermal imaging

1 幕墙渗漏原因分析

通过对近40个在建或已竣工幕墙工程进行渗漏排查,发现渗漏隐患部位73处,其中密封胶漏打或开裂49处,胶条安装问题或失效10处,窗口塞缝过大9处,开启窗组角连接问题5处。

1.1 密封胶漏打或开裂

密封胶是建筑幕墙防水体系中最重要构造,建筑幕墙各类缝隙基本依赖密封胶进行封堵,以保障气密性和水密性。密封胶失效表现为漏打或开裂,如图1所示,其失效主要原因包括以下方面。

1) 设计不合理



a 密封胶漏打

b 密封胶开裂

图1 密封胶失效问题

Fig.1 Sealant failure

发生渗漏的幕墙存在密封胶胶缝宽度和施胶厚度设计不合理问题。其中,过宽的胶缝导致施胶困难,密封不到位;过窄的胶缝易因密封胶变位承受能力不足造成开裂。施胶厚度过小时,不利于保证密封质量和承受热胀冷缩的变形;施胶厚度过大

* 中建股份科技研发计划(CSCEC-PT-015-006)

[作者简介] 蔡饶,助理工程师,E-mail:313370259@qq.com

[收稿日期] 2024-07-18

时,密封胶易被拉断或破坏。

2) 选材不合理

发生渗漏的幕墙存在密封胶选材不合理问题,部分幕墙未选择变位能力满足设计要求的密封胶,导致因位移能力不足而开裂。部分幕墙未选择与基材相容性好的密封胶,导致界面处密封胶发生化学反应而脱粘。

3) 施工不合理

在不适宜的天气条件下打胶,如下雨或高温天气。打胶时基材表面未充分清洁,存在灰尘和油渍。未严格按照设计要求打胶,导致打胶质量差或存在漏打现象。

4) 后期维护不合理

幕墙清洗时使用了酸碱性清洗剂,对密封胶造成损坏。密封胶出现开裂后,未及时清洁原胶体,且未使用通过相容性测试的密封胶进行修补。

1.2 胶条安装问题或失效

胶条也是建筑幕墙防水体系中重要的构造,通常安装在板材与型材配合处、开启窗开启部位和固定部位结合处等部位,起到密封防水的作用,胶条失效表现特征如图2所示,其失效主要原因包括以下方面。



a 胶条拼角处未打胶

b 胶条破损

图2 胶条失效问题

Fig. 2 Gasket failure

1) 胶条老化

随着时间的推移,胶条受自然因素(如紫外线、温度变化等)和氧化的影响,导致失去弹性和密封性,从而引起渗漏。

2) 安装不当

胶条安装过程中存在不规范操作,如安装时未将胶条完全贴合于窗框或墙体,未正确调整胶条尺寸和位置等,导致胶条密封性下降,从而出现渗漏问题。

3) 胶条品质问题

劣质胶条在使用过程中易产生开裂、变形、脱落等问题,导致密封性下降,从而引起渗漏。

4) 胶条尺寸不合适

胶条尺寸过大或过小导致密封不良,从而引起渗漏。如果胶条尺寸过大,无法完全填充窗框与玻璃或墙体之间的空隙;如果胶条尺寸过小,无法提供足够的密封效果。

5) 维护不当

未对胶条进行定期维护和保养,如未定期清洁、未补充胶条密封胶等,胶条发生老化、磨损或脱落,导致渗漏的发生。

1.3 窗口塞缝过大

窗口塞缝过大一般发生在与主体混凝土结构固定部位(见图3),因混凝土结构精度问题,一般铝合金窗框与混凝土结构存在较大缝隙,该缝隙封堵不当导致渗漏水。出现窗口塞缝过大的原因主要包括以下方面。



图3 开启窗塞缝问题

Fig. 3 Sealing gaps in operable windows

1) 施工不当

施工过程中的误差导致塞缝不完全密封,如窗户与主体结构之间的间隙过大或过小,安装过程中未能正确对齐窗框和墙体等,这些误差导致塞缝不紧密,从而引起渗漏。

2) 材料老化

塞缝材料长期使用后受氧化、紫外线照射和温度变化等因素影响,失去密封性,导致塞缝部位出现渗漏。

3) 外部环境的影响

外部环境因素导致铝合金窗户与主体结构之间的塞缝渗漏,如极端天气条件下的强风、大雨、冰雹及地震等自然灾害,使窗户和主体结构受到额外的应力,导致塞缝渗漏。

1.4 开启窗组角连接问题

开启窗窗框一般由4根型材按45°角拼接,如果接口处存在缝隙,外部雨水通过组角缝隙进入室内(见图4)。出现开启窗组角连接问题的原因主要包括以下方面。



图4 开启窗组角连接问题

Fig. 4 The corner connections of operable windows

1) 设计不合理

开启窗组角设计不合理,导致窗户关闭时无法完全密封,如角部连接处未采用有效的密封材料或结构,引起开启窗组角部位渗漏。

2) 安装不当

在窗户安装过程中,未正确安装、调整组角密封材料或结构,导致组角密封性不足,从而引起渗漏。

2 幕墙渗漏应对措施

1) 进行胶缝宽度和厚度设计时应根据密封胶技术参数,经计算后确定。以框架式玻璃幕墙为例,玻璃接缝密封胶宽度宜为 12~15mm,厚度宜为 3.5~4.5mm。此外,设计阶段应考虑幕墙整体防水体系的有效性,充分考虑所有需要进行打胶密封的部位,并在图纸上进行标识,明确打胶相关要求。

2) 应选择满足变位能力设计要求的密封胶,避免因位移能力不足导致密封胶开裂。密封胶的选用应满足最新规范要求,并应选择与基材相容性好、不产生化学反应的密封胶,避免密封胶与基材发生界面脱粘现象。

3) 打胶应在温度和湿度适宜的天气下进行,避免下雨或高温天气,打胶时应充分清洁基材表面的灰尘和油渍,严格按照设计要求进行打胶,保证良好的打胶质量。

4) 进行幕墙清洗时应避免选用酸碱清洗液,避免对密封胶造成损坏。当密封胶出现开裂时,应清洁干净原胶体后使用通过相容性测试的密封胶进行后补。

5) 开启窗组角要求型材尺寸准确、切面平整,型材拼接面滚涂密封胶,此外组角角码需开导流槽,通过导流槽对角码缝隙进行注胶,使型材拼接处严密贴合。

3 常见的幕墙渗漏检测技术

3.1 目视法

目视法是常见的幕墙渗漏检测方法,通过肉眼

找到幕墙疑似漏水隐患部位,如密封胶开裂、漏打等部位。该方法操作简单,可快速发现明显的渗漏点,但对于隐蔽的渗漏点不易发现,对人员技术和经验要求较高,且需要使用吊篮、无人机等设施,检测效率较低。

3.2 淋水试验法

淋水试验法是常用的幕墙渗漏检测方法,多用于幕墙防水验收,通过对幕墙外表面进行淋水,从室内观察是否有水渗漏,可有效验证幕墙防水体系的有效性。该方法实施简单,可直接观察渗漏点位置,但难以定位详细部位,同样需要使用吊篮、无人机等设施。

3.3 水密性测试

水密性测试常用于幕墙设计阶段的渗漏测试,验证幕墙系统设计的有效性。该方法多需要制作测试样板并在实验室进行测试,目前研发了可现场测试的试验装置。该方法通过向幕墙施加一定的压力并喷水,观察是否有渗漏现象,从而较准确地确定渗漏点位置,但需要专业的设备和操作技术,一般仅能局部抽检,检测效率较低,且可能对原有幕墙结构造成破坏。

3.4 红外热成像技术

红外热成像技术利用红外热像仪进行检测,红外热像仪工作原理为使用光电设备检测和测量辐射,并在辐射与表面温度之间建立相互联系。所有高于绝对零度的物体均会发出红外辐射,红外热像仪利用红外探测器和光学成像物镜接收被测物体的红外辐射能量,将分布图形反映到红外探测器的光敏元件上,从而获得红外热像图,这种热像图与物体表面的热分布场相对应,即红外热像仪将物体发出的不可见红外能量转变为可见的热图像,图像上不同颜色代表被测物体的不同温度,通过查看热图像,可观察到被测物体整体温度分布情况,研究目标的发热情况,从而进行下一步工作的判断。该方法在建筑外墙外保温系统渗漏检测中应用较多,但在建筑幕墙渗漏检测中的应用较少。

4 幕墙渗漏检测技术工程应用

使用红外热像仪对深圳市某办公楼外立面整体进行拍摄(见图5,6),找出板块接缝处异常部位,由于接缝部位相对整个图像尺寸较小,难以从红外图像中找出存在明显差异的部位。

该办公楼采用半隐框玻璃幕墙构造,开启窗下沿横梁部位下雨天存在漏水情况,如图7所示,使用红外热像仪对漏水部位进行扫查,漏水部位温度与正常部位差异较大,如图8所示。

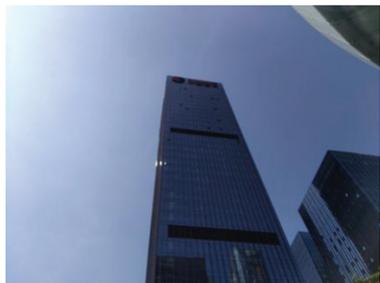


图 5 办公楼外立面可见光图像

Fig. 5 Visible light image of the office building exterior facade

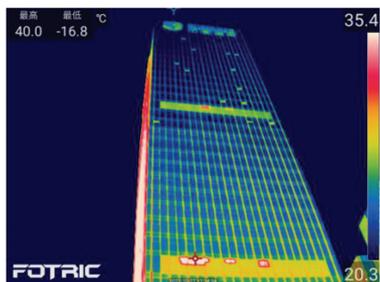


图 6 办公楼外立面红外热像(单位:℃)

Fig. 6 Infrared thermal image of the office building exterior facade (unit: °C)



图 7 横梁渗漏部位可见光图像

Fig. 7 Visible light image of the beam leakage area

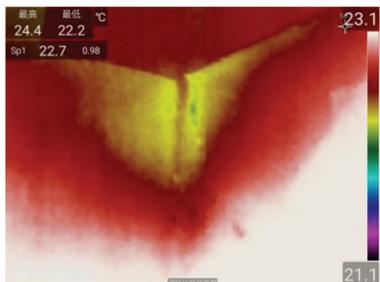


图 8 横梁渗漏部位红外热像(单位:℃)

Fig. 8 Infrared thermal image of the beam leakage area (unit: °C)

经现场勘察,发现漏水是由于横梁接口部位未打胶导致,如图 9 所示。使用红外热像仪对该部位进行扫查,可从图像上区分存在明显积水的部位,

未打胶部位难以从图像上区分,如图 10 所示。



图 9 横梁接口部位可见光图像

Fig. 9 Visible light image of the beam joint area

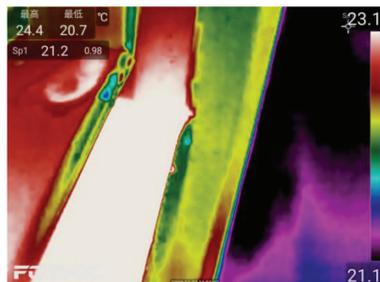


图 10 横梁接口部位红外热像(单位:℃)

Fig. 10 Infrared thermal image of the beam joint area (unit: °C)

该办公楼另一位置吊顶部位存在水渍,使用红外热像仪进行扫查,可从图像上发现吊顶与立柱连接部位存在积水(见图 11, 12),初步推测水沿着幕墙立柱渗入吊顶,但由于红外线不具备穿透能力,故难以定位具体的漏水点。



图 11 吊顶渗漏部位可见光图像

Fig. 11 Visible light image of the ceiling leakage area

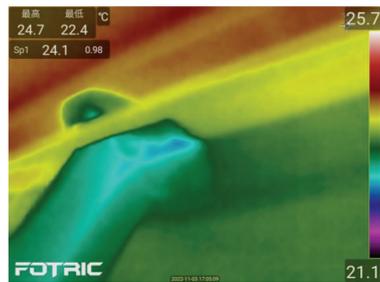


图 12 吊顶渗漏部位红外热像(单位:℃)

Fig. 12 Infrared thermal image of the ceiling leakage area (unit: °C)

建筑幕墙外立面漏水缺陷尺寸一般较小,多发生在接缝部位,使用红外热像仪采集的建筑外立面图像由于分辨率限制,难以从图像中区分存在渗漏水隐患的微小缺陷,且由于立面玻璃高反射率的特点,会对红外热像仪检测精度造成一定影响,因此,使用红外热像仪进行幕墙外立面渗漏水隐患排查较困难。

红外热成像检测受环境因素影响较大,雨天且室内与室外温度相差较大时检测效果较好,可找到存在积水的部位。对于位于室外的铝型材,由于其热传导性能较好,缺陷部位与雨水温度差异较小,使用红外热成像技术难以区分缺陷部位。

对于吊顶类构造,使用红外热像仪可较好地找到积水部位,但需综合现场情况进行判断,找出渗漏准确部位。

5 幕墙渗漏检测技术展望

1) 无人机全面检测技术

对于建筑幕墙立面胶缝开裂部位,使用无人机搭载可见光摄像头可较好地全面检出,为提高检测效率,可融入视觉识别算法,自动对胶体开裂部位进行识别和标注,方便后期维护。

2) 爬壁机器人局部检测技术

当有雨水渗漏时,可从室内定位漏水大致范围,借助爬壁机器人在漏水大致范围内进行精细扫描,可精准定位缺陷,避免拆除和搭设吊篮等设施。

3) 幕墙漏气检测技术

渗漏一般是由于存在缝隙,缝隙部位存在漏气情况,该部位热工性能较其他部位存在一定差异,可通过幕墙漏气检测技术高效区分漏气部位,为幕墙渗漏检测提供参考。

6 结语

1) 幕墙渗漏原因主要有密封胶漏打或开裂、胶条安装问题或失效、窗口塞缝过大及开启窗组角连接问题,为预防和解决幕墙渗漏问题,需在设计、施工和维护阶段加强质量控制,选择合适的材料和施工工艺,定期进行维护和检测工作。

2) 现有幕墙渗漏检测技术主要有目视法、淋水试验法、水密性测试法、红外热成像技术,由于建筑幕墙结构复杂,现有检测技术难以大规模精准找到漏水点。

3) 经实际测试,红外热成像技术在建筑幕墙渗漏检测中具备一定可行性,但需结合经验进行判断,检测难度较大,需不断研发新技术,实现大规模精准检测。

参考文献:

- [1] 邓攀. 房建施工中外墙防渗漏施工分析[J]. 四川建材, 2020, 46(4): 102-103.
DENG P. Analysis of anti-leakage construction of exterior wall in building construction [J]. Sichuan building materials, 2020, 46(4): 102-103.
- [2] 邱泉, 黄志成, 幸晴文. 建筑幕墙密封胶设计应用技术及存在问题探讨[J]. 中国建筑防水, 2014(2): 11-15, 26.
QIU Q, HUANG Z C, XING Q W. Design and application technology of building curtain wall sealant and discussion on existing problems [J]. China building waterproofing, 2014(2): 11-15, 26.
- [3] 张帅, 胡海洋. 浅谈玻璃幕墙的水密性[J]. 门窗, 2012(4): 11-13, 16.
ZHANG S, HU H Y. A brief discussion on the water tightness of glass curtain walls [J]. Doors & windows, 2012(4): 11-13, 16.
- [4] 萧道乾. 铝合金窗户渗漏原因分析及防治措施[J]. 江西建材, 2022(8): 248-250, 257.
XIAO D Q. Analysis of seepage causes and prevention measures for aluminum alloy windows [J]. Jiangxi building materials, 2022(8): 248-250, 257.
- [5] 白秀芹, 叶超. 建筑物铝合金外窗渗漏原因及防治措施[J]. 河南建材, 2016(1): 85-87.
BAI X Q, YE C. Causes and prevention measures of seepage in aluminum alloy exterior windows of buildings [J]. Henan building materials, 2016(1): 85-87.
- [6] 曹平华. 红外热成像技术在建筑外墙检测中的应用[J]. 无损检测, 2017, 39(2): 26-29, 33.
CAO P H. Application of infrared thermal imaging technology in building exterior wall detection [J]. Nondestructive testing, 2017, 39(2): 26-29, 33.
- [7] 刘咏梅. 浅析单元式幕墙雨水渗漏的控制[J]. 工程质量, 2017, 35(8): 42-45.
LIU Y M. Analysis of rainwater leakage control in unitized curtain wall [J]. Construction quality, 2017, 35(8): 42-45.
- [8] 李爱民, 王旺, 刘加贝. 浅析提高玻璃幕墙密封性能的方法[J]. 门窗, 2016(9): 8-9.
LI A M, WANG W, LIU J B. Analysis of methods to improve the sealing performance of glass curtain wall [J]. Doors & windows, 2016(9): 8-9.
- [9] 唐晨浩, 郑弢, 杨国权. 红外热成像检测技术在幕墙门窗渗漏检测中的应用[J]. 工程质量, 2017, 35(2): 17-19.
TANG C H, ZHENG T, YANG G Q. Application of infrared thermal imaging detection technology in leakage detection of curtain wall doors and windows [J]. Construction quality, 2017, 35(2): 17-19.
- [10] 李爱民, 姚勇军, 王旺. 幕墙水密性检测分析[J]. 门窗, 2015(6): 17-18, 29.
LI A M, YAO Y J, WANG W. Water tightness detection and analysis of curtain wall [J]. Doors & windows, 2015(6): 17-18, 29.