

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

JGJ/T 277-2012

备案号 J 1346-2012

P

红外热像法检测建筑外墙饰面 粘结质量技术规程

Technical specification for inspecting the defects of exterior walls
cement coating of building with infrared thermography method

2012-01-06 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

红外热像法检测建筑外墙饰面 粘结质量技术规程

Technical specification for inspecting the defects of exterior walls
cement coating of building with infrared thermography method

JGJ/T 277 - 2012

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012年5月1日

中国建筑工业出版社

2012 北 京

中华人民共和国行业标准

中华人民共和国行业标准

中华人民共和国行业标准

Technical specification for inspecting the defects of exterior walls
cement coating of building with infrared thermography method

中华人民共和国行业标准

红外热像法检测建筑外墙饰面

粘结质量技术规程

Technical specification for inspecting the defects of exterior walls
cement coating of building with infrared thermography method

JGJ/T 277 - 2012

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1¼ 字数：32 千字

2012 年 4 月第一版 2012 年 4 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·21755

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部

公 告

第 1240 号

关于发布行业标准《红外热像法检测 建筑外墙饰面粘结质量技术规程》的公告

现批准《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 277-2012，自 2012 年 5 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 1 月 6 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2010]43号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.检测仪器;4.检测;5.检测数据分析;6.检测结论和报告。

本规程由住房和城乡建设部负责管理,由甘肃省建设投资(控股)集团总公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送甘肃省建设投资(控股)集团总公司(地址:兰州市七里河区西津东路575号,邮编:730050)。

本规程主编单位:甘肃省建设投资(控股)集团总公司
中国建筑科学研究院

本规程参编单位:甘肃省建筑科学研究院
四川省建筑科学研究院
广西建筑科学研究设计院
中国计量科学研究院
河北省建筑科学研究院
沈阳市建设工程质量检测中心
重庆市建设工程质量监督总站检测中心
沈阳建筑大学
山西省建筑科学研究院
北京东方建宇混凝土科学技术研究院

本规程主要起草人员:王欢祥 冯力强 徐教宇 晏大玮

孟康荣	张剑峰	李杰成	原遵东
边智慧	贾玉新	文先琪	吴玉厚
魏利国	王安岭		

本规程主要审查人员：陆津龙 崔士起 由世岐 陈 松
 张嘉亮 曹万智 金光辉 马岷成
 高永强

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Test Equipment	3
4	3.1 Test Equipment Requirements	3
5	3.2 Test Equipment Calibration	3
6	Test Method	4
7	7.1 General Requirements	4
8	7.2 Test Procedure	4
9	Test Data Processing	5
10	Test Results and Report	5
Appendix A	Interpretation of Results	A
Appendix B	Test Record Form	B
SI	SI Units	SI
SI	SI Units	SI
SI	SI Units	SI
Appendix C	Commonly Used Test Equipment	C
SI	SI Units	SI
Appendix D	Test Record Form	D
	Explanation of Wording in This Code	15
	Appendix Explanation of Provisions	12

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	检测仪器	3
3.1	技术要求	3
3.2	使用环境条件	3
4	检测	4
4.1	一般规定	4
4.2	现场检测	5
5	检测数据分析	7
6	检测结论和报告	8
附录 A	红外热像仪校准方法	9
附录 B	全国部分城市红外热像法检测建筑外墙饰面粘结 质量适宜检测时段	12
附录 C	常用饰面材料表面发射率	13
附录 D	检测记录表	14
	本规程用词说明	15
附:	条文说明	17

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Test Equipment	3
3.1	Technical Requirements	3
3.2	Use of Environmental Conditions	3
4	Testing	4
4.1	General Requirements	4
4.2	Field Testing	5
5	Test Data Processing	7
6	Test Results and Report	8
Appendix A	Infrared Calibration Method	9
Appendix B	Suitable Testing Time for Exterior Walls Cement Coating of Building with Infrared Thermography Method in some Cities of China	12
Appendix C	Commonly used in Decorative Surface Emissivity	13
Appendix D	Test Record Form	14
	Explanation of Wordings in This Code	15
	Addition: Explanation of Provisions	17

1 总 则

1.0.1 为规范红外热像技术在建筑外墙饰面层粘结质量检测中的应用,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑外墙采用满粘法施工的饰面层粘结质量检测,不适用于下列饰面层的粘结质量检测:

- 1 采用混色饰面砖或涂料,且影响检测结果判断的饰面层;
- 2 表面有较大凹凸装饰的饰面层。

1.0.3 使用红外热像法进行建筑外墙饰面层粘结质量检测的人员,应通过专业技术培训。

1.0.4 采用红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结质量时,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 饰面层 cement coating

附着于建筑外墙外侧，起装饰作用的构造层。

2.0.2 空间分辨力 spatial resolution

红外热像仪分辨物体空间几何形状细节的能力。

2.0.3 图像处理 image processing

对红外热像图进行除噪声、图像色彩调整、消除背景、空鼓面积计算等处理。

2.0.4 空鼓 exfoliation of cement coating

饰面层与基层之间或饰面层内部各层材料之间因相互粘结不牢而出现的分层现象。

3 检测仪器

3.1 技术要求

3.1.1 红外热像仪的性能指标应满足下列条件：

- 1 工作波段为 $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ ，且具备可见光成像辅助功能；
- 2 检测温度范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 温度显示分辨率不大于 0.08°C ；
- 4 测温一致性不大于 0.5°C ；
- 5 测温准确度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 6 探测器像素值不小于 320×240 ；
- 7 空间分辨力不小于 1mrad 。

3.1.2 红外热像仪应具有产品合格证。

3.1.3 红外热像仪应定期进行校准，并应符合下列规定：

- 1 红外热像仪校准方法应按本规程附录 A 执行；
- 2 校准项目应包括温度示值误差和测温一致性；
- 3 校准有效期不宜超过 1 年。

3.2 使用环境条件

3.2.1 红外热像仪的使用环境条件应符合下列规定：

- 1 环境温度应在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 环境湿度应小于 90%。

4 检 测

4.1 一 般 规 定

4.1.1 红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结质量工作程序，应按图 4.1.1 进行。

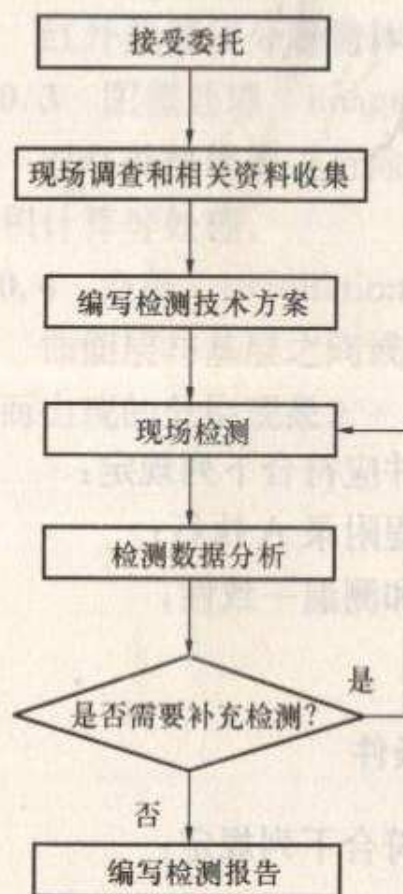


图 4.1.1 红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结质量工作程序框图

4.1.2 接受委托后，应进行现场调查和资料收集，并宜包括下列内容：

- 1 建筑物结构形式、规模、饰面情况、使用时间；
- 2 建筑设计图纸；
- 3 建筑物方位、朝向、日照、周边环境遮挡或反射情况；
- 4 建筑物冷、热源部位及工作情况；
- 5 建筑物外墙渗漏、开裂、脱落及维修等情况。

4.1.3 检测前应编写检测技术方案，并应符合下列规定：

1 检测技术方案应依据委托的内容、现场调查结果和收集的资料编写。

2 检测技术方案应包括下列内容：

- 1) 检测时间；
- 2) 被检墙面的方位及检测时段；
- 3) 检测仪器在现场的工作位置；
- 4) 拍摄距离、拍摄角度及拍摄次数；

5) 对检测结果进行验证的方法。

3 检测时段可按本规程附录 B 确定。

4 选择拍摄距离和拍摄角度时, 应保证被测建筑物周边环境无障碍物遮挡, 并应保证所得图像易于识别。

4.2 现场检测

4.2.1 红外热像法现场检测的环境和条件应符合下列规定:

1 应选择在晴天、低风速的条件, 且风速不宜大于 4m/s ;

2 被检测建筑外墙的热辐射或环境温度应处于快速升高或降低的时段;

3 待测区域不应有明水。

4.2.2 红外热像法现场检测时, 除应符合本规程第 3.2.1 条的规定外, 尚应注意下列情况的影响:

1 降水、雾霾、扬尘等因素的影响。

2 拍摄距离与角度及光学变焦镜头的影响。所选拍摄距离与角度及光学变焦镜头宜确保每张红外热像图的最小可探测面积在目标物上不大于 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。

3 外墙饰面材料发射率的影响。常用饰面材料表面发射率可按本规程附录 C 确定。

4 建筑物内外冷热源的影响。

5 相邻建筑物对待测目标物区域的影响。

6 待测区域存在污垢、渗漏等情况的影响。

7 建筑物外立面凹凸状外形构造阴影区域及幕墙、门窗等反射阳光不均匀导致的影响。

8 建筑物高度、方向、风速变化的影响。

9 建筑物结构变化(冷、热桥)导致温度场异常的影响。

4.2.3 红外热像法现场检测应按下列步骤进行:

1 安放、调试仪器及设备, 使其处于正常工作状态;

2 记录天气、气温、日照、风速、饰面层表面温度等;

3 拍摄并记录被测区域红外及可见光图像;

- 4 记录拍摄距离、角度、拍摄时间等相关信息；
- 5 验证疑似缺陷部位；
- 6 填写检测记录表，记录表格式可按本规程附录 D 执行。

附录 D 缺陷记录表

4.1.1 缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。缺陷检测流程如图 4.1.1 所示。

5 检测数据分析

5.0.1 红外热像图分析时,应采用易识别粘结缺陷的图像表达检测结果。

5.0.2 红外热像图分析应包括下列内容:

- 1 对分块拍摄的红外热像图进行准确的拼接合成;
- 2 对合成后的图像进行几何修正;
- 3 除去背景,选择适宜的温度范围,选用2色~3色显示图像,突出缺陷在图像中的分布;
- 4 采用箭头、框图等标注方法说明缺陷位置及范围;
- 5 将经过处理得到的缺陷分布图与所测外墙立面可见光图像准确叠加,输出结果图。

5.0.3 粘结缺陷判定可按下列步骤进行:

- 1 对红外热像图和可见光图像进行分析处理,得到所测饰面层红外热像和可见光粘结缺陷标记图像。
- 2 根据检测现场的实际环境和条件,排除周边环境的影响,得出检测结果。必要时,应采用辅助检测方法验证检测结果。
- 3 推定饰面层粘结缺陷部位和程度。

6 检测结论和报告

6.0.1 根据检测结果，应对建筑外墙饰面层粘结质量进行分级，给出措施建议，并应符合表 6.0.1 的规定。

表 6.0.1 建筑外墙饰面层粘结质量分级及措施建议

等 级	分 级	措施建议
I	无明显缺陷	可不采取措施
II	有明显缺陷	应采取措施

6.0.2 检测报告应包括下列内容：

- 1 工程名称及工程概况；
- 2 委托单位；
- 3 检测单位及人员名称；
- 4 检测仪器型号及编号；
- 5 检测区域范围及被测墙面轴线位置；
- 6 检测区域墙体饰面材料类型；
- 7 检测时间、环境和条件；
- 8 检测数据（红外热像图及相同位置的可见光图像）；
- 9 检测结论；
- 10 图释。

附录 A 红外热像仪校准方法

A.0.1 红外热像仪校准的环境条件应符合下列规定：

- 1 环境温度应为 $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，湿度不应大于 85%RH；
- 2 应满足校准设备和被校准热像仪的适用条件要求；
- 3 不应有强环境热辐射。

A.0.2 校准红外热像仪的仪器及设备应符合下列规定：

- 1 宜采用铂电阻温度计、热电偶或辐射温度计测量黑体辐射源温度；
- 2 黑体辐射源的温度范围应满足被校准热像仪的技术要求。

A.0.3 红外热像仪的校准项目应包括外观、示值显示、示值误差、测温一致性。

A.0.4 红外热像仪的外观可通过手动、目测检查，且热像仪的外壳、机械调节部件、外露光学元件、按键、电器连接键等不应有影响热像仪测量功能的缺陷。

A.0.5 红外热像仪的示值显示可手动、目测检查，且热像仪的示值显示效果不应有影响正常使用的缺陷。

A.0.6 红外热像仪的示值误差校准应符合下列规定：

- 1 校准温度点应为量程的上、下限及量程的中间值。
- 2 应清洁热像仪光学外露元件。
- 3 应安装附加光学镜头等光学元件。
- 4 应根据热像仪的聚焦范围要求、光学分辨力及黑体辐射源直径，确定测量距离。
- 5 校准前，应将热像仪预先开机。
- 6 应根据热像仪的使用要求，输入量程和校准条件数据，且校准时热像仪发射率参数应设置为 1 或等于黑体辐射源发射率。

7 在进行示值误差校准之前,应完成热像仪的使用说明要求的对测量结果有影响的操作。

8 应将被校准热像仪置于点温度测试模式,测量黑体辐射源目标中心温度。在每一个校准温度点,应至少进行4次测量,并应同时记录黑体辐射源参考标准的测量值($t_{\text{BW},j}$)、被校准热像仪示值($t_{i,j}$)和被校准热像仪当前量程。

9 黑体辐射源辐射温度平均值(t_{BW})可按下式计算:

$$t_{\text{BW}} = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} t_{\text{BW},j} \quad (\text{A.0.6-1})$$

式中: $t_{\text{BW},j}$ ——在第*i*个校准温度点,标准器的第*j*个黑体辐射源温度测量值;

m_i ——在第*i*个校准温度点的测量次数, $m_i \geq 4$ 。

10 被校准热像仪示值平均值(t_i)可按下式计算:

$$t_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} t_{i,j} \quad (\text{A.0.6-2})$$

式中: $t_{i,j}$ ——在第*i*个校准温度点,被校准热像仪的第*j*个示值;

m_i ——在第*i*个校准温度点的测量次数, $m_i \geq 4$ 。

11 第*i*个校准温度点的被校准热像仪的示值误差(Δt_i)可按下式计算:

$$\Delta t_i = t_i - t_{\text{BW}} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (\text{A.0.6-3})$$

A.0.7 红外热像仪的测温一致性校准应符合下列规定:

1 应根据热像仪实际使用情况设定黑体辐射源温度,宜为100℃。

2 应清洁热像仪光学外露元件。

3 应安装附加光学镜头等光学元件。

4 校准前,应将热像仪预先开机。

5 应根据热像仪的使用要求,输入量程和校准条件数据,且校准时热像仪发射率参数应设置为1或等于黑体辐射源发射率。

6 应根据热像仪的聚焦范围要求、光学分辨力及黑体辐射源直径,确定测量距离。在进行测温一致性测试时,不应使用热像仪的数字变焦功能。

7 在进行测温一致性校准之前,应完成热像仪使用说明要求的对测量结果有影响的的操作。

8 应将被校准热像仪显示器画面划分为9个区域,且9个区域的中心点应分别标记。

9 在实验条件下,当黑体辐射源的尺寸不能完全覆盖热像仪视场时,应采用腔式黑体辐射源进行测温一致性测试,并应调整热像仪或黑体辐射源位置,使黑体辐射源中心分别成像于标记点,使用热像仪测量黑体辐射源中心温度;当黑体辐射源的尺寸能完全覆盖热像仪视场时,应采用面黑体辐射源进行测温一致性测试,调整热像仪或黑体辐射源位置,使面辐射源清晰成像,并将热像仪发射率参数设置为面辐射源发射率。应分别测量并记录标记点温度 t_{ri} 和 t_{r5} ,且测量顺序应为 $5 \rightarrow i \rightarrow 5$ ($i=1, 2, \dots, 9, i \neq 5$)。

10 被校准热像仪测温一致性的值 (ϕ_i) 可按下式计算:

$$\phi_i = \bar{t}_{ri} - \bar{t}_{r5} \quad (i=1, 2, \dots, 9, i \neq 5) \quad (\text{A.0.7})$$

式中: $\bar{t}_{ri}$ ——在 i 个标记点,被校准热像仪示值的平均值。

附录 B 全国部分城市红外热像法检测建筑 外墙饰面粘结质量适宜检测时段

表 B 全国部分城市红外热像法检测建筑
外墙饰面粘结质量适宜检测时段

城市	建筑立面的朝向			
	东	南	西	北
北京	7:00~9:00	11:00~13:00	15:00~17:00	11:00~13:00
上海	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
南宁	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
广州	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
福州	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
贵阳	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
长沙	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
郑州	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
武汉	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
西安	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
重庆	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
杭州	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
南京	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
南昌	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00
合肥	8:00~9:00	11:00~13:00	15:00~16:00	11:00~13:00

附录 C 常用饰面材料表面发射率

表 C 常用饰面材料表面发射率

材料名称	状态	温度 (°C)	发射率
水泥砂浆	干燥	常温	0.54
饰面砖	光滑、釉面	20	0.92
	白色、发光	常温	0.70~0.75
	红色、粗糙	20	0.88~0.93
	黄色、平滑耐火砖	20	0.85
大理石	光滑	常温	0.94

附录 D 检测记录表

表 D 外墙饰面层粘结质量检测记录表

工程名称: _____ 地址: _____

仪器名称: _____ 编号: _____ 基层材料: _____ 饰面材料: _____

天气: _____ 气温: _____ 风速: _____ 日照情况: _____

[illegible]

检测: _____ 校核: _____ 检测日期: _____

检测日期: _____

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

红外热像法检测建筑外墙饰面 粘结质量技术规程

JGJ/T 277 - 2012

条文说明

制定说明

《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》JGJ/T 277-2012, 经住房和城乡建设部 2012 年 1 月 6 日以第 1240 号公告批准、发布。

本规程制定过程中, 编制组进行了广泛深入的调查研究, 总结了我国工程建设建筑外墙饰面层粘结质量检测的实践经验, 同时参考了《建筑红外热像检测要求》JG/T 269、《工业检测型红外热像仪》GB/T 19870 等, 通过试验及实体工程现场检测取得了相关的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定, 《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总则	20
3 检测仪器	21
3.1 技术要求	21
3.2 使用环境条件	22
4 检测	23
4.1 一般规定	23
4.2 现场检测	25
5 检测数据分析	29
6 检测结论和报告	31

1 总 则

1.0.1 本规程是对采用红外热像法检测建筑外墙湿作业施工的砂浆、外墙砖等饰面层粘结质量的技术规定。

1.0.2 本规程主要适用于建筑外墙采用满粘法施工的饰面层粘结质量的检测。

建筑物外墙的饰面砖施工方法是多种多样的，点粘法和条粘法在施工时就已经使饰面砖和墙体之间形成了空鼓，若使用红外热像法检测极易误判，最好不用热像法，而用其他方法检测。

对于采用外墙外保温体系饰面层，由于饰面层粘贴于保温材料表面，饰面层与外保温层之间、外保温层体系各层材料之间都有可能产生粘结空鼓。尤其是外墙外保温采用 EPS 聚苯板和 XPS 聚苯板的外墙薄抹灰系统，抹面砂浆与聚苯板之间产生粘结空鼓的情况比较常见，在用红外热像法检测时，可能无法准确区分热像图显示的空鼓原因，此时需要慎重采用红外成像法检测技术，并结合外墙外保温体系的饰面层粘结质量其他检测方法进行综合判断。

有些建筑外墙用多种不同颜色的外墙饰面材料粘贴成细小花纹图形，由于颜色不同，表面温度会有所不同，饰面正常部分和空鼓部分不能正确区分，所以这种情况下红外热像法是不适用的。

此外，由于表面有大的凹凸装饰的饰面层会发生红外线乱反射，所以红外热像法也不适用。

3 检测仪器

3.1 技术要求

3.1.1 太阳光在 6000K 时的峰值波长为 $0.5\mu\text{m}$ ，波长 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 时的光辐射强度约是波长 $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 光辐射强度的 100 倍，所以，受太阳光的影响很大，即使是相同的材料波长在 $6\mu\text{m}$ 以下时，除黑色涂料发射率大以外，白色涂料和外墙砖等发射率会降低，因此，需要在检测时恰当地选择红外热像仪的波长。建筑外墙饰面层检测时选用波长 $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 的热像仪比较合适。

热像仪测温范围是可以事先设定的。 $-20^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 测温范围基本能够满足建筑饰面层质量的检测。

热像仪温度显示分辨率是一个重要性能指标，由于建筑外墙饰面层正常部位与空鼓部位产生的温度差比较小（约为 0.5°C ），为了保证检测结果的准确性，推荐使用温度显示分辨率不大于 0.08°C 的仪器。

热像仪的像素值直接关系到检测结果的表达精度，因此，尽量选用像素值高的热像仪。否则，检测距离就会受到很大限制。

空间分辨力要求不小于 1mrad ，在拍摄距离不超过 50m 时，可以确保每张红外热像图的最小可探测面积在目标物上不大于 $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 。

3.1.2 在红外热像仪出厂时，应该附带产品合格证。

3.1.3 为保证红外热像仪测温温差的准确性，使用者应按照规程附录 A 进行仪器的校准。附录 A 相关内容引用《热像仪校准规范》JJF 1187 的规定。

校准项目包括温度示值误差和测温一致性。温度示值误差：考虑到建筑外墙饰面层表面温度通常范围，温度示值误差不超过

$\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ；测温一致性：不大于 0.5°C ；复校时间间隔：由用户根据使用情况确定，建议为 1 年，使用特别频繁时应适当缩短。在使用中红外热像仪出现异常情况，从而对红外热像仪性能产生怀疑时，应提前进行校准。

3.2 使用环境条件

3.2.1 红外热像仪采用高灵敏度的红外探测器，为了避免影响图片质量，须对拍摄环境进行规定。通过查阅国内外成熟的红外热像仪的说明手册，结合实际工作中积累的经验，制定了仪器的使用应在环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，检测时环境温度过低或过高会使墙面温度趋于均衡，空鼓部位与正常部位墙面温差很小，无法进行准确的检测与判定；环境湿度宜控制在 90% 以内，确保红外热像仪的正常使用。

4 检 测

4.1 一 般 规 定

4.1.1 红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结质量的检测程序应包含如下内容：接受委托并由委托方提供被检测建筑的权属关系证明和原始工程图纸等资料，在委托人无法提供以上资料或资料不全的情况下，检测单位应根据实际情况进行现场调查。在预调查的基础上制定检测方案，选定现场检测日期及现场检测实施方案。制定检测方案后，实施现场检测。根据现场检测记录的数据对红外热图像进行处理、分析，并判定被检测饰面层粘结空鼓部位、程度及质量分级。必要时，可采用锤击法、拉拔法等其他方法进行检测结果的验证，以确保检测结果的准确性。最后依据记录的相关资料编写检测报告。

4.1.2 现场调查和资料收集是在正式检测之前的准备调查，该调查是后期检测的必要条件。通过确认红外热像法的适用性及从建筑物管理人员处得到的信息，搞清楚该建筑物有无修补、建筑物的实际用途、环境特征等，相关信息有益于后续检测方案编写、现场检测和检测报告编制等工作的完成。

在调查过程中需要确认如下项目：

- 1 该建筑设计图纸：图纸和实际建筑是否符合、有无差异；
- 2 该建筑的历史：竣工时间、施工方法、维修等情况；
- 3 该建筑的外观情况：观察建筑外墙饰面及其老化情况；
- 4 热（冷）环境：建筑内有无正在使用的热（冷）源及其位置；
- 5 建筑方位、建筑物朝向及各墙面的方位等；
- 6 周边情况：四周道路和人行道宽度、邻接地块和空地、

相邻建筑的方位和高度，有无树木和障碍物等；

7 检测时应采取的安全措施和注意事项。

4.1.3 为了更高效地进行检测，根据现场调查结果以及对收集资料的分析，应事先做好检测技术方案。检测技术方案需要研究被测建筑物所具备的检测条件、环境和气象条件，然后决定检测时间，确定红外热像仪的工作位置、检测距离、检测次数以及必要时用其他检测方法确认热像法检测结果等。

检测技术方案的主要内容含义如下：

1 检测时间：收集长期天气预报，调查正式检测前约 4d~5d 的天气情况，选择气候状况相对稳定的时间段，然后确定检测日程。

2 需要检测墙面的位置及最佳检测时段：确认被测墙面日照能量、判断红外热像法的适用性，没有日照的部分应选取合适的检测时段，具体建议检测时段附录 B 引用标准《建筑红外热像检测要求》JG/T 269 规定的参数。

3 红外热像仪在现场的工作位置：应考虑建筑物规模（高度、宽度）、建筑物周边条件（相邻建筑、相邻空地、道路等）、检测距离等因素后再确定检测仪器工作位置。

4 检测距离及检测次数：红外热像法对被测建筑物的规模和结构形式基本没有限制，但是，建筑物的高度和平面尺寸过大，会使检测距离加大。如果红外热像仪仰角和水平角过大，会使检测精度降低，也会导致误判。所以，检测工作要在充分掌握红外热像仪检测功能的基础上进行。为了对大面积的墙面分块拍摄，应事前制作拍摄分块简图。应尽量减少检测次数，对于高大建筑外墙应选择恰当的检测距离。

5 辅助检测验证：对于涉及沾污部位、阴影部位及有热源的影响部位、树木障碍物的阴影部位、特殊部位（阳台侧面）等，应在确定异常缺陷部位后，用其他检测方法（如敲击法和拉拔法）进行辅助验证检测。

4.2 现场检测

4.2.1 为了使正常部位与空鼓部位产生温度差,则需要外墙温度有足够的变化量。使墙体产生人为的温度变化是比较困难的,因此主要依赖于太阳能和自然界的气温变化。由于外墙表面温度分布随着天气、时间、方位的不同,其变化是相当复杂的,所以,对每一片外墙都需要确定好合适的检测时段。也就是说,本方法在用于外墙饰面检测时,在最适宜的环境条件下检测是非常重要的。当外墙的表面温度比主体温度高,热就从外墙表面传到主体中,当外墙的表面温度比主体低时,热就由里传到外。如果墙体饰面材料有空鼓,外墙和主体之间的热传导变小。因此,当外墙表面从日照或外部升温的空气中吸收热量时,有空鼓层的部位温度变化比正常情况大。通常,当暴露在太阳光或升温的空气中时,外墙表面的温度升高,空鼓部位的温度比正常部位的温度高;相反,当阳光减弱或气温降低,外墙表面温度下降时,剥落部位的温度比正常部位的温度低。由于空气的导热系数远低于瓷砖、砖、混凝土等建筑材料,因此当热流从表面进入建筑物饰面层时,即会在“空鼓”等缺陷部位受到空气阻挡发生“热堆积”,使该处的红外热像呈“热斑”等特征。由红外热像“热斑”出现的部位、持续时间等特征推知存在饰面砖粘结质量问题的区域范围。

红外热像法检测易受太阳辐射量变化的影响,所以在雨天时是不能进行检测的,在多云的天气下,如果正常部位和空鼓部位温度差大于 0.2°C ,虽然可以进行检测,但是容易出现误判现象,所以应尽量在晴天时检测。降雨过后,外墙处于不均匀含水或表面湿润状态,另外,还有雨水从裂缝等处浸入空鼓部分,所以在雨水蒸发过程中实施检测也会增加误判的可能性。因此,需在墙壁完全干燥后再进行检测。从这个意义上讲,检测工作应在时间方面要给出相当大的余量。

4.2.2 尽量选在风和日丽的天气进行检测工作,刮风、下雨、

有雾的天气不能进行检测。

一般的红外热像仪空间分辨力多为 1mrad 左右, 红外热像仪在所测饰面层上能分辨的最小可测点面积为 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。为了满足分辨到 50mm 直径的目标, 空间分辨力为 1mrad 的红外热像仪应在距被测目标 50m 以内的位置工作, 当因环境条件限制无法满足要求时, 应在相应的红外热像图旁注明。由于被测建筑物周边环境的限制, 热像仪应在距被测目标距离在 $50\text{m} \sim 100\text{m}$ 之间, 热像仪应配备长焦镜头进行拍摄, 满足饰面层上能分辨的最小可测点面积为 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的要求。当进行近距离高处拍摄时或更近距离的拍摄, 热像仪应配备广角镜头进行拍摄。拍摄角度(红外热像仪观察方向与被测建筑饰面层发射表面法向方向的夹角)应控制在 45° 以内, 确保得到理想的拍摄效果, 超过 45° 时, 应在相应的红外热像图旁注明。

红外热像仪不仅接收到被测物的放射, 而且也有来自大气中的放射、天空或对面建筑物等的太阳反射光及其他干扰光, 被测墙面发射率低的情况下, 容易受到这些影响。所以, 在检测发射率低的外墙饰面层时, 需要正确选择检测环境。

物体对于红外线的吸收率、发射率及穿透率之间的关系如下:

$$\text{反射率}(\rho) + \text{吸收率}(t) + \text{穿透率}(\tau) = 1$$

$$\text{发射率}(\epsilon) = \text{吸收率}(t)$$

建筑物饰面材料的穿透率几乎等于 0, 所以, 发射率 $(\epsilon) = 1 - \text{反射率}(\rho)$ 。

由此可以看出, 对于发射率高的被测物, 其自身的发射起主要作用, 利用红外热像法可以得到很好的温度场分布图。但是, 在红外线反射率高的被测物温度场分布图中, 多数情况是对面反射。所以, 恰当选择检测时段及检测仪器工作位置、角度等是很重要的。

红外线检测装置是将红外热像仪“视野”内的物体放射的红外线以平面的形式摄取, 并根据其强弱转换成“图像”。当仪器

具有基准温度源时则其具有红外线温度计的功能。但是外墙饰面质量的检测则主要使用其相对温度的检测功能。

在建筑外墙上容易沾污的位置是窗台下部或类似构造的地方，由于沾污后颜色变黑的位置容易吸热，温度会比其他部位高，采用红外热像法也易造成误判，应采用敲击法进行确认检测。在集中空调机械室的某些墙壁或开着空调的房间与未开空调的房间的外墙以及开着空调的房间的换气扇周围墙面，在检测时出现误判的可能性会增加，也需要用敲击法加以确认。树影下的墙壁、处于对面建筑物阴影下的被测外墙等都难于用热像法检测，应采取相应的措施排除这些影响或采取其他方法检测空鼓是否存在。

周边道路、空地、相邻建筑朝向及高度，有无树木、障碍物、阴影遮挡等情况，被检测对象的外墙面是否会受相邻建筑高度及位置的影响，出现墙面受日照不完全、不充足，甚至完全不受日照等情况，这些都需要在预调查阶段加以确认，并在方案中提出解决办法。

4.2.3 对现场检测的步骤说明如下：

按照被检测建筑外墙饰面层和现场环境实际情况，安放和调试红外热像仪及其辅助设备，使其处于正常的工作状态。

在检测前和检测过程中记录相关的气象条件。如天气状况、环境气温、外墙饰面层表面温度、被测饰面层位置的空气速度及日照情况。

拍摄并储存、记录被检测外墙饰面层的红外热像图和可见光图像，并进行所得图像的朝向和分区编号，以便于在图像数据分析处理时不至于造成混淆。

记录拍摄相应的红外热像图和可见光图像时的拍摄时间、拍摄距离、拍摄角度，有助于对所拍摄得到的图像进行分析和处理，确保图像分析处理的实际性和准确性。

采用红外热像法检测后，进行红外热像图和可见光图像分析和处理，对不能充分确定饰面层粘结质量的检测部位，可采

用锤击法、拉拔法等其他检测方法进行必要的验证,进一步确认被检测饰面层部位的检验结果,确保饰面层粘结质量的判定准确性。

填写完整的检测记录表。

5 检测数据分析

5.0.1 进行红外线图像处理时,每个热像图都应根据其热像图具有的温度(或热量)信息进行图像处理,按照一定标准将最后的全部墙面红外热像整合,并作为建筑物整体的一个综合判断数据来使用。检测判定结论整理成易于委托方识别的建筑饰面空鼓缺陷分布图。

5.0.2 为最终表达检测结果,应以各墙面为单元,把分拍的热像整合拼接成一幅图像。

由于拍摄角度造成近大远小的效果,所以,要对拼接的热像图进行几何修正。

红外热像图数据处理是一个较为复杂的工作,在缺陷识别及数据分析时,需要在以下几个方面加以注意:

1 日照方面:1)日照时间;2)墙面与窗及窗框等表面温度的差别;3)有凹凸外形的建筑物的影响;4)阳光照不到的墙面所引起的温度差异。

2 中部和转角部分差异;污点处的表面和其他表面温度差异。

3 与风相关的方面:1)风对高层建筑表面温度的影响;2)风对女儿墙的影响。

4 室内侧墙面温度影响方面:1)冷暖空调室的影响;2)机械室、锅炉室等的热源影响;3)空鼓部分受雨水浸透的影响。

5 检测角度和放射率的关系。

5.0.3 在图像处理和分析中,单纯机械依靠红外热像图和可见光图处理有可能出现饰面层粘结缺陷判断不准,所以图像处理应考虑并除去现场实际环境和红外热像仪性能及使用环境的影响,并由具有建筑基本知识和经验的、经过专业培训的技术人员

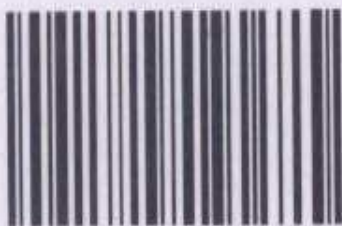
进行。

当红外热像图和可见光图像分析和处理不能充分确定饰面层粘结缺陷时,可采用锤击法、拉拔法等其他辅助检测方法进行必要的验证,进一步确认被测饰面层部位的检验结果。

根据红外热像图和可见光图像处理、分析判定的饰面层粘结缺陷结果及必要时采用其他辅助检测方法进行验证的结果,推定出被测饰面层粘结缺陷区域和程度。

6 检测结论和报告

6.0.1 本条对建筑外墙饰面层粘贴质量等级的划分，制定了用文字表述的分级标准。分级的原则是以质量对使用安全的影响程度划分的；分级是定性的。不采用定量分级主要是考虑到存在缺陷面积不容易确定，最近几年全国各地发生高空饰面层坠落的安全事故，虽然坠落的饰面层较小，但是高度很高，造成了较为严重的安全事故。同时在检测到尚不造成安全危害的饰面层粘结缺陷时，考虑到外界自然环境的变化（如雨水的渗透、冻融等）都会使饰面层粘结缺陷发展扩大，最终会形成大的质量安全隐患。故将质量等级划分为两个等级，Ⅰ级标准：无明显缺陷，可不采取措施；Ⅱ级标准：有明显缺陷，应采取措施。



1 5 1 1 2 2 1 7 5 5



统一书号: 15112 · 21755
定 价: 10.00 元