

中国工程建设标准化协会标准

**红外热像法检测建筑外墙饰面层
粘结缺陷技术规程**

Technical specification for inspecting the defects
of exterior walls cementing coats of building using
infrared thermograph method

CECS 204 : 2006

主编单位：上海市房地产科学研究院

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2006年11月1日

中国计划出版社

2006 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2005)建标协字第 38 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2005 年第二批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本规程。

本规程的主要内容包括采用红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷的检测流程、检测方法、图像处理和建筑外墙饰面层脱粘空鼓判定,以及检测报告的编写。

根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,现批准发布协会标准《红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷技术规程》编号为 CECS 204:2006。推荐给工程建设设计、施工、质量检测和使用单位采用。

本规程由中国工程建设标准化协会住宅修缮专业委员会 CECS/TC 25 归口管理,由上海市房地产科学研究院(上海市复兴西路 193 号,邮编:200031)负责解释。在使用中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位: 上海市房地产科学研究院

参 编 单 位: 西安市房屋安全鉴定中心

主要起草人: 赵为民 赵 鸿 顾方兆 周 云 陈曦虎

刘永福 周 俊 倪 军

中国工程建设标准化协会

2006 年 8 月 25 日

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 检测仪器	(4)
3.1 技术要求	(4)
3.2 使用环境	(4)
4 检测程序	(5)
5 检测方法	(7)
5.1 预调查	(7)
5.2 检测方案制定	(7)
5.3 现场检测	(8)
6 外墙饰面层脱粘空鼓判定	(12)
7 检测报告	(14)
附录 A 检测记录表	(15)
附录 B 检测分区图	(16)
附录 C 检测报告格式	(17)
本规程用词说明	(18)
附:条文说明	(19)

1 总 则

1.0.1 为规范红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷的技术要求,检验建筑外墙饰面层的施工质量和安全性,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用红外热像法对建筑外墙饰面材料粘结质量和养护质量的检测;不适用于对有大凹凸墙面、拉毛墙面、大理石墙面和表面反光性强的饰面层的检测。

1.0.3 使用红外热像仪的检测人员,应经专业培训并具有相应的检测资格。

1.0.4 采用红外热像法检测建筑外墙饰面层的粘结缺陷,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 红外热像法 infrared thermography

利用红外热像装置将物体表面的温度分布拍摄成可视图像,并进行各种分析的方法。它是一种非接触的无损检测方法。

2.0.2 红外热像仪 infrared thermography instrument

由热像检测装置、热像控制装置和图像处理、分析、储存、输出装置等外围设备组成的一套仪器。

2.0.3 长波机 long-wave instrument

检测波长为 $8\sim 13\mu\text{m}$ 的红外热像仪。

2.0.3 热像检测装置 thermography inspection equipment

通过辐射能聚焦、控测、增益的单元,把得到的信号传送到控制部分的装置。

2.0.4 热像控制装置 thermography control equipment

由操作面板等装置组成的控制单元。它对热像检测装置输出的信号加以处理,并将处理结果传送到监视器或其他外围设备。

2.0.5 图像处理装置 image processing equipment

对数字化的图像数据进行转换或分析的装置。

2.0.6 图像处理 image processing

对图像进行除噪、色彩调整、消除背景等处理,并利用图像进行空鼓面积计算等的过程。

2.0.7 饰面层 coating

建筑外墙表面起装饰作用的构造层。

2.0.8 脱粘空鼓 exfoliation of cementation

饰面层与基底材料之间,或饰面层内各种材料之间存在的粘结失效缺陷。

2.0.9 标准温差 difference in temperature for identity

以锤击法确定的空鼓部位在红外热像图上反映出的与其周围正常部位的温度差。

3 检测仪器

3.1 技术要求

3.1.1 用于建筑外墙饰面层检测的红外热像仪,应具有检测物体发出的红外线放射能的传感器和将测得信号图像化的装置,并应包括图像处理、分析、储存、输出等装置。

用于建筑外墙饰面层粘结缺陷检测的红外热像仪宜选用 $8\sim 13\mu\text{m}$ 波段的长波机。

3.1.2 红外热像仪必须具有产品合格证,并应通过计量检定。在使用过程中应定期进行检定。

3.1.3 红外热像仪的性能指标应符合下列要求:

- 1 检测范围宜在 $-20\sim 100^{\circ}\text{C}$;
- 2 分辨温差应小于 0.1°C ;
- 3 检测精度宜在 $\pm 0.5\%$ 满量程以内;
- 4 所得图像像素范围不宜小于 $300\text{bit}\times 200\text{bit}$;
- 5 瞬间可见区域不应小于 2.5mrad 。

3.2 使用环境

3.2.1 红外热像仪的使用环境应符合下列要求:

- 1 环境温度应在 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$;
- 2 环境湿度不应大于 90% ,且无结露;
- 3 镜头严禁受阳光直射;
- 4 测定位置、角度不应图像处理精度产生影响。

4 检测程序

4.0.1 采用红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷的工作流程应符合图 4.0.1 的要求:

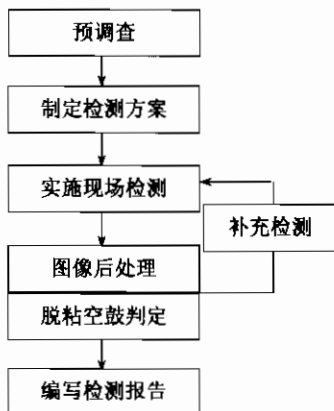


图 4.0.1 用红外热像法检测外墙饰面层粘结缺陷的流程

4.0.2 预调查所需的被检测房屋的权属关系证明和原始工程图纸等资料应由委托人提供。在委托人无法提供上述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预调查。预调查应符合本规程第 5.0.1 条的要求。

4.0.3 在预调查的基础上选定现场检测日期和制定现场检测实施方案。具体内容应符合本规程第 5.2 节的规定。

4.0.4 制定检测方案后,实施现场检测。现场检测的流程和内容应符合本规程第 5.3 节的规定。

4.0.5 根据现场检测记录的数据对红外热像图进行处理,分析、判定被检测对象外墙饰面层的脱粘空鼓部位和程度。红外热像图的后处理和脱粘空鼓的判定应符合本规程第 6 章的要求。

4.0.6 用红外热像法检测外墙饰面层的粘结缺陷,每个项目的参加人员不应少于 2 人,检测报告应实行技术负责人审核制度。项目负责人和技术负责人应由通过相应资格认定的专业人员担任。检测报告的编写应符合本规程第 7 章的要求。

5 检测方法

5.1 预 调 查

5.1.1 在实施建筑外墙饰面层检测前,应先进行预调查。预调查应包括下列内容:

- 1 查阅被检测对象的设计图纸,确认图纸与实际建筑物的差异,确定建筑物的结构形式;
- 2 被检测对象的基本概况;
- 3 被检测对象的立面朝向;
- 4 被检测对象所在地的气候条件;
- 5 被检测对象的周边环境;
- 6 被检测对象外墙饰面层的外观状况和损坏情况;
- 7 被检测对象的内部环境等情况;
- 8 其他相关因素。

5.2 检测方案制定

5.2.1 检测前应制定检测方案。检测方案应符合下列要求:

- 1 确定检测时间和天气状况;
- 2 确定建筑各立面的最佳检测时间段:宜选择一天内各方向外墙饰面层受日照量最大的时刻。在夏季,最佳的检测时间段可参照采用表 5.2.1 的规定;

表 5.2.1 全国主要城市夏季红外检测建筑外墙饰面层粘结缺陷的最佳时间

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

续表 5.2.1

城市	建筑立面的朝向			
	东	南	西	北
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

3 确定建筑各立面的最佳检测位置:应考虑被检测建筑的高度和宽度、相邻建筑的高度和宽度、检测角度和距离等因素,确认相邻建筑的屋顶、消防楼梯、露台和窗台等可利用的位置,从而确定实施检测的最佳位置;

4 确定锤击部位:对于墙面有污渍、阴影和有热源影响的部位、树木等障碍物遮挡的部位、表面有凹凸、阴角的部位等,应事先考虑采用锤击法等其他辅助检测手段。

5.2.2 实施现场检测前,应与委托单位和被检测对象附近建筑的物业管理单位进行协调,保证现场检测工作顺利实施。

5.3 现场检测

5.3.1 现场检测应按下列程序进行:

1 记录日期、气候状况(如天气、风力、气温、日照等情况);

- 2 选择适当位置安放仪器,并使仪器处于正常工作状态;
- 3 设置正常部位基准点,下列部位应设置基准点:
 - 1)饰面材料不同,或饰面材料相同,但颜色不同的部位;
 - 2)部分受阳光照射、部分有阴影墙面;
 - 3)建筑室内进行采暖、制冷时,部分受其影响、部分未受影响的墙面;
 - 4)受气候和检测距离、方位等的影响,正常部分表面温度出现差异的部位;
- 4 拍摄红外图像并保存,拍摄时应符合下列要求:
 - 1)拍摄距离宜控制在 10~50m 范围内,在 50~200m 距离内拍摄时可使用长焦镜头,在 5~10m 距离内拍摄时宜使用广角镜头;
 - 2)拍摄的仰角应控制在 45°以内,水平倾角宜控制在 30°以内;
 - 3)在保证上述条件的情况下,对建筑物各立面均应分区域进行拍摄,上、下或左、右相邻图像之间应有重合部分;
- 5 使用红外热像仪拍摄时应同时对被检测部位拍摄可视照片;
- 6 记录红外照片和可视照片的编号。

5.3.2 现场检测时,可针对被测对象表面的辐射率对红外热像仪进行调试。外墙饰面层常用材料的表面辐射率可参照表 5.3.2 采用。

表 5.3.2 常用外墙饰面层材料的辐射率

材料	状态	温度(℃)	辐射率
粘土	干燥	70	0.91
水泥砂浆	干燥	常温	0.54
石膏	干燥	20	0.80~0.90
石灰	干燥	常温	0.30~0.40
陶瓷	上釉、光滑	20	0.92
	白色、发光	常温	0.70~0.75

续表 5.3.2

材料	状态	温度(℃)	辐射率
灰泥	灰白色、粗糙	10~90	0.91
砖	红色、粗糙	20	0.88~0.93
	黄色、平滑耐火砖	20	0.85

5.3.3 建筑外墙饰面层粘结缺陷的检测周期应符合下列要求：

1 新建建筑物竣工后两年内，应针对其外墙饰面层的粘结缺陷进行第一次检测，以后每隔两年进行一次检测；

2 既有建筑改建、扩建和综合整治工程中包括外墙整治项目的，应在工程完工后两年内针对其外墙饰面层的粘结缺陷进行第一次检测，以后每隔两年进行一次检测；

3 竣工 10 年以上的既有建筑，对其外墙饰面层的粘结缺陷应每隔两年进行一次检测。

5.3.4 在现场宜采用外观目测法和局部锤击法进行补充检测。

1 外观目测法可用于下列情况：

- 1) 外墙饰面层剥离；
- 2) 外墙饰面层缺损；
- 3) 外墙饰面层污损；
- 4) 外墙饰面层风化；
- 5) 外墙饰面层弓凸；
- 6) 外墙饰面层开裂；
- 7) 混凝土中钢筋锈胀和露筋；
- 8) 外墙面上空调机架或晾衣架等金属锚固件锈蚀；
- 9) 其他明显的异常情况。

2 采用局部锤击法检测时，锤击部位应符合下列要求：

- 1) 以外墙饰面层缺损或剥离的轮廓外 1m 范围为锤击部位；
- 2) 沿外墙饰面层裂缝走向两侧 1m 范围为锤击部位；

- 3) 以外墙饰面层污损、风化部位轮廓外 1m 范围为锤击部位；
- 4) 以外墙饰面层弓凸轮廓外 1m 范围为锤击部位；
- 5) 以钢筋混凝土中钢筋锈胀和露筋部位轮廓外 1m 范围为锤击部位；
- 6) 以锈蚀的金属锚固件为中心 1m 范围为锤击部位。

3 采用红外热像法或锤击法对外观目测结果进行验证；

4 记录红外热像法的检测结果，与局部锤击法的结果进行比较，相互验证；

5 现场检测人员应根据检测方案和各主要检测方法的适用范围，选择最佳的检测方法。

6 外墙饰面层脱粘空鼓判定

6.0.1 红外热像图的后处理应符合下列要求：

- 1 根据温度条，读取正常部位温度，去除正常部位色块；
- 2 根据温度条，读取干扰部位温度，去除假脱粘空鼓色块（剔除与墙面污染等形成的空鼓无关的温度分布）；
- 3 假设空鼓部位温度与正常部位温度在交界处不连续，根据温度梯度修正脱粘空鼓部位的边界；
- 4 当拍摄仰角大于 45° 时，应对红外热像图的温度场、温度梯度进行修正；
- 5 当拍摄水平倾角大于 30° 时，应将红外热像图的视角修正到正面所见的状态。

6.0.2 脱粘空鼓部位与正常部位温差的判定应符合下列要求：

- 1 当锤击法确定的显著脱粘空鼓部位与红外热像图上的部位相一致时，应将该部位与周围正常部位的温度差作为标准温差；
- 2 以标准温差为基准，对同一种颜色、材质的外墙饰面层进行脱粘空鼓判定：
 - 1) 在现场检测最佳时段拍摄的东、南、西三个立面的红外热像图上，标准温差一般大于 1°C ；
 - 2) 在北立面拍摄的红外热像图上，标准温差一般小于 0.5°C 。
- 3 在室内使用空调、采暖设备的情况下，经红外热像图分析判读后，当外墙饰面层局部温差与标准温差有差异时，应根据综合分析和补充检测结果判定脱粘空鼓部位：
 - 1) 采用图像相减的方法，将[最佳时间段拍摄的图像]—[外墙面无日照时的图像]；

2)其他补充检测方法。

4 采用现场锤击方法对空鼓判定结果进行修正。

6.0.3 外墙饰面层脱粘空鼓率的计算应按下列方法进行：

1 统计每个区域的脱粘空鼓部分面积，计算每一个立面外墙饰面层的脱粘空鼓面积；

2 建筑物各立面外墙饰面层的空鼓率应按下列公式计算：

$$\epsilon_E = \frac{A_E}{A} \times 100\% \quad (6.0.3)$$

式中 ϵ_E ——外墙饰面层的脱粘空鼓率(%)，精确至1%；

A_E ——被测外墙饰面层脱粘空鼓总面积(m^2)，精确至 $1m^2$ ；

A ——被测外墙饰面层净面积(m^2)；精确至 $1m^2$ 。

6.0.4 外墙饰面层单块脱粘空鼓面积的计算应符合下列要求：

1 确定拍摄图像与实际对象的比例时，每幅图片至少取3个参照对象的尺寸与实际对象的尺寸进行比较，计算比例尺，并取平均值；

2 计算红外热像图上脱粘空鼓部位的面积；

3 根据比例尺确定实际对象脱粘空鼓部位的面积。

7 检测报告

7.0.1 现场检测工作完毕后应编写检测报告。

7.0.2 检测报告应包括下列主要内容：

- 1 委托单位名称；
- 2 被检测对象地址；
- 3 检测日期；
- 4 被检测对象基本情况；
- 5 外墙饰面层材料情况；
- 6 检测时间、天气条件；
- 7 外墙饰面层外观检测结果；
- 8 外墙饰面层红外热像检测结果；
- 9 外墙饰面层脱粘空鼓面积和脱粘空鼓率计算结果；
- 10 根据脱粘空鼓率评价外墙饰面层的损伤程度；
- 11 对不能采用红外热像法检测的部位，采用其他方法补充检测的结果；
- 12 检测单位和检测人员。

7.0.3 检测报告附件应包括：外观检测照片、红外热像检测照片或脱粘空鼓部位和程度分布图等。

附录 A 检测记录表

外墙饰面层的粘结缺陷检测可采用下列记录表(表 A)：

表 A 外墙饰面层粘结缺陷检测记录

项目名称：_____

地址：_____

编号	分区	楼层	红外像片号	数码像片号	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

记录人员：_____

检测日期：____年__月__日

检测人员：_____

附录 B 检测分区图

外墙饰面层的粘结缺陷检测可绘制下列分区图：

检测分区图

被测对象地址：	结构形式：
饰面材料：	
分区图：	

附录 C 检测报告格式

外墙饰面层的粘结缺陷检测可采用下列检测报告格式：

检测报告书

委托单位：
检测日期：
房屋地址：
委托目的：
房屋基本情况：
外墙饰面层完损检测： 1 外观检测： 2 红外热像检测：
外墙饰面层空鼓面积和空鼓率计算：
检测结论：

检测人员：_____

检测单位：_____（盖章）

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:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……的要求(或规定)”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……执行”。

中国工程建设标准化协会标准

红外热像法检测建筑外墙饰面层
粘结缺陷技术规程

CECS 204 : 2006

条文说明

目 次

1	总 则	(23)
3	检测仪器	(25)
3.1	技术要求	(25)
3.2	使用环境	(26)
4	检测程序	(27)
5	检测方法	(28)
5.1	预调查	(28)
5.2	检测方案制定	(29)
5.3	现场检测	(30)
6	外墙饰面层脱粘空鼓判定	(32)
7	检测报告	(34)

1 总 则

1.0.1 建筑外墙饰面层若施工不当,很容易出现空鼓、脱落、分格缝不匀,不完整、污染或颜色不均等通病。因此,检验及控制其粘结质量,既关系到建筑美观,又关系到防范高空坠落危及人身安全。

目前对饰面层粘结质量的检验,多为保证外观的要求,即粘结平整、表面无残留胶粘剂,花纹图案拼接正确、美观等,而对于脱粘空鼓等建筑外墙饰面层的粘结缺陷问题,尚缺乏可靠、简便易行的检测手段。目前,建筑外墙饰面层粘结缺陷检测的主要手段有红外热像法、锤击法、外观目测法等。各主要检测方法的适用条件见表1。

表1 外墙饰面层粘结缺陷检测方法的适用条件

检测方法	适用条件
红外热像法	1 能避免检测受季节、天气、时间、气温、墙面方位、摄影机距离、装饰材料色彩、建筑物内冷暖空调等的明显影响; 2 与被测对象相邻的建筑物不阻挡阳光照射到被测面上; 3 晴天,室外风速、温度无急剧变化; 4 被测墙面与红外检测装置之间无树木等障碍物遮挡; 5 被测面不受露台、飘窗和屋檐等影响,直接暴露在日光下; 6 被测面不受粉尘、烟雾、水蒸汽等不利因素的影响
锤击法	1 外墙饰面层厚度不大于80mm; 2 除锤击声外,检测环境中无其他干扰噪声; 3 检测时宜设置吊篮; 4 所需检测时间较长
外观目测法	1 外墙饰面层已出现弓凸、开裂、脱落等明显异常的现象; 2 需采用其他检测手段对因受光或障碍物影响而易被外观目测法忽略的异常现象进行补测

红外技术属于无损检测,其特点是能够远距离测量物体表面的辐射温度。此方法具有非接触、远距离、实时、快速、全场测量等优点,是其他检测方法无法相比的。应用本规程可使房屋质量检测单位能够比较简便、快速地掌握建筑物外墙饰面层的粘结缺陷,以采取相应的修缮方案,避免发生意外事故。

1.0.2 本规程是采用红外热像法检测建筑外墙砂浆、面砖、马赛克等饰面层粘结缺陷的技术标准。钢筋混凝土墙体和粘土砖墙体有很大的热容量,当外墙表面温度比墙主体温度高时,热量就从外墙表面往墙主体方向传递;当外墙表面温度比墙主体温度低时,热量就从墙主体往外墙表面方向传递。相对于墙主体材料来说,密闭的空气层是热的不良导体,如果墙体与饰面层之间有粘结缺陷形成脱粘空鼓(见图 1),则外墙饰面层与墙体之间的热传导变小。当外表面通过热辐射或通过热传导传递热量时,有脱粘空鼓的部位的温度变化要比正常情况大。红外热像法检测就是基于这种原理,使用红外线拍摄装置检查建筑物外墙砂浆、面砖等饰面空鼓部分与正常部分因热传导差异而引起的温度差,从而判断饰面层的空鼓部位和空鼓程度。通常,当暴露在阳光或升温空气中时,外表面的温度升高,脱粘空鼓部位比正常部位的温度高,在红外热像图上反映为“热斑”;相反,当阳光辐射量减弱或气温降低,外墙表面温度下降时,脱粘空鼓部位的温度比正常部位的温度低,在红外热像图上反映为“冷斑”。

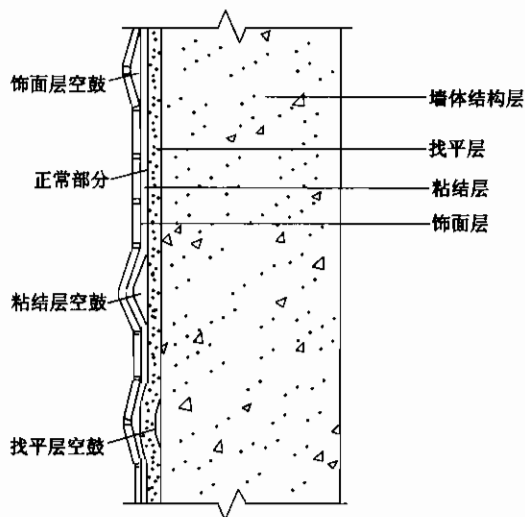


图 1 建筑外墙饰面层脱粘空鼓示意

3 检测仪器

3.1 技术要求

3.1.1 红外检测装置是将被检测物体放射的红外线转化为温度图像的设备。使用红外检测装置时应掌握各种机器的性能,选择适合测定条件的型号。用于外墙检测的红外热像仪一般有三种类型,分别是:探测红外线波长区域在 $8\sim 13\mu\text{m}$ 的长波机(以下简称 LW 机);探测红外线波长区域在 $3\sim 5\mu\text{m}$ 的短波机(以下简称 SW 机);以及处于 LW 机和 SW 机之间的波长区域在 $5\sim 8\mu\text{m}$ 的中波机(以下简称 MW 机)。检测时应根据检测对象、环境的特点,选择合适的型号。完整的红外热像仪应该由以下几个部分组成:红外检测装置、控制面板、显示装置、图像储存装置、图像输出装置、图像处理装置。

LW 机使用的检测红外线元素为碲、镉、水银,冷却方式是依靠液体元素或斯特林电子冷却方式。在常温下,建筑物的外表面释放的长波成分较多,因此 LW 机适用于对表面反射率低的外墙饰面层进行检测;遇到釉面砖等表面反射率高的饰面材料,LW 机易将反射的影响摄入,影响检测结果。

SW 机常用的检测元素是锑、铟,冷却方式主要是依靠斯特林电子冷却。与 LW 机相比,SW 机的画面质量稍差,遇上寒冷天气,其图像质量更会大大降低,但该机型受墙面反射的影响比 LW 机低。

MW 机使用的检测红外线元素为碲、镉、水银,冷却方式是依靠斯特林电子冷却。虽然 MW 机几乎不受太阳光线、被测对象周围建筑物放射的红外线和夜间室外灯光反射的影响,但该波长区域受到空气中水蒸汽对红外线吸收的影响,需要缩短被测对象与

该类红外热像仪之间的距离,对拍摄位置有相当高的要求,不能适应现场检测环境和条件的随机多变性。

综上所述,最适用于现场检测的是探测红外线波长区域在 $8\sim 13\mu\text{m}$ 的长波机。

3.1.2 在一般情况下,建筑物的温度范围为 $-20\sim 100^{\circ}\text{C}$,因此,红外检测装置的检测范围应在此范围左右;通常空鼓部位与正常部位之间所产生的温差很小,因此,在探测中分辨温差需要做到 0.1°C 的程度。

判别饰面层的脱粘空鼓状况,至少需要 5mm 的大小范围。拍摄距离如为 50m ,则红外热像仪的瞬间可视区域应为 1mrad ;如拍摄距离为 25m ,则红外热像仪的瞬间可视区域应为 2mrad 。因此,拍摄距离大时,需要使用可变焦距的长焦镜头来缩小拍摄范围,提高图像精度。

3.2 使用环境

3.2.1 红外热像仪采用高灵敏度的红外探测器,所以仪器应在 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的环境下使用,否则易产生死机现象。仪器不宜在多水蒸汽、多灰、阳光直射、强磁场等环境下使用,以免影响图片质量。

4 检测程序

4.0.1 用红外热像法检测建筑外墙饰面层的粘结缺陷,必须遵循一定的程序,才能保证检测工作的顺利进行和检验效果的正确、可靠。

5 检测方法

5.1 预 调 查

5.1.1 通过预调查工作应明确被检测对象的历史资料和使用现状。做好预调查,对制定检测方案和实施现场检测来说是必不可少的准备工作。

1 如被检测对象建造时间较长,可能会经过一系列的改建或扩建。因此,有必要将被检测对象的现状与设计图纸进行核对,确定图纸与实际建筑物之间的差异。

2 确认被检测对象的基本情况应包括:建筑的结构形式、用途、朝向、建筑竣工时间、墙体和饰面材料的施工方法、日常养护和维修记录、检测记录、改建和扩建记录等。

3 红外热像法检测受阳光照射时间的影响很大,因此,必须确定被检测对象的立面朝向,确定其外墙面受阳光照射最强的时间段。

4 红外热像法检测不得在雨天和下雪天进行,因而必须对被检测对象所在地的气候条件进行调查,现场检测应选取晴好的天气进行。

5 实施现场检测时,必须使镜头与被检测的墙面之间保持合适的距离和方位。一旦不能确保镜头与被测墙面之间的距离和方位,导致镜头仰角或水平倾角过大,将影响检测的精度。预调查时应了解被检测对象周边道路、空地、相邻建筑朝向和高度,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和位置的影响,出现墙面受日照不完全、不充足,甚至完全不受日照等现象,这些都需要在预调查阶段加以确认,并在检测方案中提出解决办法。

6 对外墙饰面材料的种类、颜色、表面辐射率、饰面层厚度、外墙饰面层明显变形、脱落等外观状况进行调查,使现场检测的实施更具有针对性。

7 建筑内部的空调、煤气炉灶,墙体内部的冷热水管和通风管道等都会对外墙表面温度有影响,因此,必须确认被测对象的内部环境,必要时可先针对这种情况拍摄建筑内部有冷热源部位墙面的红外热像图进行预评估,并在检测方案中给出相应的解释。

8 在预调查过程中,经常会发生被检测对象的历史资料缺失等情况。这种情况在竣工至今 30~50 年的建筑上尤为多见,不利于考证。遇到这种情况,建议从委托单位、被检测对象的产权单位或物业管理部门着手,召开协调会听取情况并进一步了解委托单位的检测意图。与委托单位及时沟通,有助于今后定期检测工作的顺利进行。

5.2 检测方案制定

5.2.1 为了现场检测工作高效、顺利地进行,应根据对现场和资料的调查结果,制定好检测方案。

1 检测方案中确定的检测气候条件应为晴好的天气,且室外平均风速不大于 5m/s,一般以天气预报来确定实施现场检测的日期和时间;

2 检测墙面最佳时间段的选取,目的是为了突出外墙饰面层脱粘空鼓部位与正常部位的温差,一般是选择立面受日照射量最大的时刻;

3 在充分考虑被检测建筑物的高度和宽度,相邻建筑的高度和宽度、检测角度和距离等因素的基础上,确定相邻建筑物的屋顶、消防楼梯、露台和窗台等可以利用的位置,作为实施检测的最佳位置;

4 对于墙面存在污渍、阴影以及有热源影响、树木障碍物遮挡、墙面凹凸、阴角、墙体伸缩缝和雨水管等部位,应事先考虑采用

其他检测手段如锤击法作为辅助。锤击法,就是用锤子等工具锤击外墙饰面层表面,根据起壳之处所发出的声音与正常部位声音的变化,对起壳部位和程度进行评价的方法。锤击调查者必须是具有丰富实践经验的人员。

5.2.2 为保证现场检测工作的顺利进行,必须做好与委托单位和被检测对象附近建筑的物业管理单位的沟通和协调工作,使检测工作得以顺利进行。

5.3 现场检测

5.3.1 红外热像法的现场检测工作易受天气影响,为便于分析所拍摄的红外热像图,应根据实际情况进行局部锤击、设置正常部位的检测基准点。检测基准点的温度应事先掌握,可把检测基准点的位置和温度记录在案。

一般来说,采用红外热像法对被检测建筑的规模和结构形式基本上没有限制。但是,建筑物的高度和平面尺寸过大,会使检测距离加大,或者仰角和水平角过大,影响检测精度或造成误判。所以,检测工作要在充分掌握红外热像仪性能的基础上进行。一般来讲,检测空鼓所需要的红外热像仪最小分辨温差在 0.1°C 以内,在所测墙面上能分辨的最小测点直径宜为 50mm 左右。一般的红外热像仪,其瞬时视域多为 1mrad 左右,望远镜头为 0.5mrad。为了满足能分辨直径 50mm 的目标,瞬时视域为 1mrad 的红外热像仪应在距被测目标 50m 以内的位置上工作。当检测裂缝等小缺陷时,则需要更近距离的拍摄。在周边条件允许的情况下,最好将红外热像仪放置在被检测物体前 20m 左右的距离,其仰角和水平角限定在 30rad 以内,这样将得到比较理想的检测结果。因此,检测时应对各立面进行分区分块拍摄,注意拍摄距离和角度。

5.3.2 建筑外墙饰面层材料的辐射率对红外热像法的检测结果有一定的影响,所以在检测过程中可针对各种材料的辐射率对红外热像仪进行调试,尽可能提高检测准确度。

5.3.3 建筑外墙饰面层具有保护建筑外墙面、防止墙面损坏、使建筑立面美观的作用。在建筑全生命周期中的正常使用阶段,外墙饰面层往往直接受日晒、风雨、城市有害气体、酸雨等自然现象的侵蚀;为设置空调管道,在外墙面人为开洞同样也会对饰面层构成损害。在自然因素及人为作用的影响下,外墙饰面层逐渐出现脱粘空鼓的现象,产生粘结缺陷。一旦饰面层剥落,极易引发安全事故。因此,需要对建筑外墙饰面层进行定期检测,及早发现安全隐患,并及时对墙面损坏部位进行维修,防患于未然。

既有建筑由于建造时间较长,其外墙饰面层大多存在安全隐患,因此建议每两年进行一次检测。

5.3.4 对于使用红外热像仪无法检测的部位,以及在检测中需进行验证的部位,应兼用锤击法等进行补充检测。

为使正常部位与空鼓部位产生温差,需要外墙面有足够的温度变化量。人为制造均匀热源使墙面产生温差比较困难,只能借助于太阳能或自然界的温度变化。因此,环境对红外热像法检测的影响极为重要。

雨天一般不能进行检测。在多云或忽晴忽阴的天气下,虽然可以检测,但容易出现误判。降雨过后,由于建筑外墙饰面层处于不均匀含水或表面湿润状态,雨水还可能从裂缝处浸入空鼓部分,在雨水干燥、蒸发过程中也会产生误判。此外,风速较大也对检测结果有影响。

6 外墙饰面层脱粘空鼓判定

图像处理应由经过培训的专业技术人员承担。图像处理人员应具备现场检测经验,并具有红外热像仪、红外热像法及建筑学、热传导理论、材料导热特性等方面的知识。

6.0.1 在拍摄的红外热像图上往往混杂着不同颜色的部分。为了使分析结果更直观,需去除与脱粘空鼓无关的温度分布颜色;对脱粘空鼓部位与正常部位的交界线,即脱粘空鼓的边界进行修正,以尽可能精确地计算空鼓面积;对图像上倾斜的被检测对象要进行视角修正,使其保持正面状态;有时因为周边条件的限制,拍摄到的红外图像会有很大的仰角,并产生温度梯度,此时,空鼓判别必须根据不同的标准温差进行,最终将各根据不同的标准温差进行过处理的图像叠加。当饰面有不同材料或者不同颜色的材料时,也必须分块按不同的标准温差进行分析,再进行图像叠加。

6.0.2 标准温差是判定外墙饰面层脱粘空鼓的最重要的依据之一。但仅根据标准温差不能对下列情况进行判定:

1 建筑物外墙上容易受玷污的位置是窗台下、雨篷下、空调架下或类似的地方,由于玷污后外墙面颜色变黑容易吸热,温度会比其他部位高,因此会产生误判定。

2 当室内开放暖气时,热量从外墙内表面传递到外表面,即使此时外墙受日照并处于检测的最佳时间段中,但此时外墙面由于脱粘空鼓产生的高温区域与暖气热传递产生的温度异常区域混杂起来,容易引起误判定。

3 建筑物的结构形式也会影响墙面的温度。对采用框架结构的建筑,其柱与梁等钢筋混凝土构件与填充墙的外表面辐射温度不同,在进行空鼓判定时应分别对待。

4 一般的建筑物都有阴角和阳角,在阴角位置两片墙的墙面会产生互相热辐射和热堆积现象,影响空鼓判别;在阳角位置经常会受到两面阳光的辐射,温度偏高、也影响脱粘空鼓判别。

5 建筑物经常有外表面凹凸的墙面,当墙面受日照射,其凸出部分温度往往较高,易产生误判定。

当出现上述情况时,仅用一个时刻的红外热像图根据标准温差判别外墙面脱粘空鼓是不够的。需根据同一拍摄位置和角度,对同一部位的外墙面拍摄最佳检测时间段的红外热像图和无日照时的红外热像图,将两个时刻的红外热像图相减,就可去除上述干扰因素,提高判定的精度。

此外,当图像处理有困难时,或室内使用空调时间无规律变动时,也可采用锤击法等其他方法验证局部影响判断的部位。

6.0.3、6.0.4 为了反映建筑外墙饰面层存在粘结缺陷的程度,需对每个立面的外墙空鼓率及单块空鼓部位的面积进行计算。

7 检测报告

检测单位应就建筑物外墙饰面检测结果向委托单位提供检测报告,并应将检测原始资料的记录归档并保管,建立建筑物外墙饰面层完好程度的历史资料,以便为下次的检测或者外墙面的修缮提供参考。检测报告中应包含本规程第 5.1.1 条规定的预调查内容,应包括房屋基本情况和饰面材料情况,以确定外墙面红外热像检测的方案和对红外图像质量的影响。检测时间和天气条件可为红外热像图处理和空鼓判断提供依据。报告中需提供建筑物外墙检测分区图、根据区域编号拍摄的外墙面外观缺陷照片、整个外墙面的红外热像图 and 对应可视照片、根据红外热像图的计算结果得到整个外墙面的损伤程度。在报告中还应根据外墙面损伤位置和程度,提出相应的修缮建议。