

建设工程红外热成像法检测技术规程

Technical Specification for Inspection of Construc-tion Engineering
Using Infrared Imaging

2021-12-22 发布

2022-06-01 实施

江苏省市场监督管理局 江苏省住房和城乡建设厅 发 布

WWW.ZYLJC.CN

目 次

1 范围 错误!未定义书签。

2 规范性引用文件 错误!未定义书签。

3 术语和定义 错误!未定义书签。

4 基本规定 错误!未定义书签。

5 主要检测设备 4

6 外墙饰面质量缺陷检测 5

7 渗漏检测 6

 7.1 防水工程渗漏检测 6

 7.2 幕墙、外门窗渗漏检测 6

8 建筑节能工程热工缺陷检测 7

 8.1 外围护结构热工缺陷检测 7

 8.2 建筑工程外窗热工缺陷检测 7

9 检测报告 错误!未定义书签。

附录 A（资料性） 建设工程材料的辐射率..... 9

附录 B （资料性） 建设工程质量缺陷检测参考热图谱..... 错误!未定义书签。

附录 C （资料性） 建设工程红外热成像法检测报告模板..... 错误!未定义书签。

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅提出。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本文件起草单位：江苏省建筑科学研究院有限公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、无锡市建设工程质量检测中心、昆山市建设工程质量检测中心、宿迁市建设工程质量检测中心、常州建筑科学研究院集团股份有限公司

本文件主要起草人：杨晓虹、许国东、胡国良、倪文辉、常僊宇、陈峰、王浩、佟海山、殷健、魏晓斌、薛书敏、孙晋、兰婕、曹华。

建设工程红外热成像法检测技术规程

1 范围

本规程适用于红外热成像法检测建设工程的外墙饰面质量缺陷、渗漏、建筑节能工程热工缺陷。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 21086-2007《建筑幕墙》
GB 50207-2012《屋面工程质量验收规范》
GB 50411-2019《建筑节能工程施工质量验收标准》
JG/T 269-2010《建筑红外热像检测要求》
JGJ/T 132-2009《居住建筑节能检测标准》
JGJ/T 235-2011《建筑外墙防水工程技术规程》
JGJ/T 277-2012《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》
JGJ/T 299-2013《建筑防水工程现场检测技术规范》
CECS 204:2006《红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷技术规程》
GB/T 39684-2020《外窗热工缺陷现场测试方法》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

红外热像法 Infrared thermography

采用红外热成像方法，显示被测物体表面辐射亮度的变化（实际温度或发射率引起的变化，或两者共同引起的变化）的方法。

3.2

红外热像仪 Infrared thermography instrument

通过红外光学系统、红外探测器及电子处理系统，将物体表面红外辐射转换成可见图像的设备。

3.3

探测器 Detector

红外热像仪中用于感应温度的传感器元件。

3.4

热像图 Thermogram

将物空间的红外辐射亮度分布转换成灰度或伪彩色的图像。

3.5

空间分辨力 Spatial resolution

热像仪分辨物体空间几何形状细节的能力。它与所使用的红外探测器像元面积大小、光学系统焦距和像质信号处理电路带宽等有关。一般也可用探测器像元张角(DAS)或瞬时视场来表示。

3.6

温度分辨率 Temperature resolution

也称噪声等效温度差，在热像仪输出信号信噪比为1时，黑体目标与其背景之间的温度差，也称温度分辨力。

3.7

工作波段 Working wavelength range

热像仪响应红外辐射的波长范围。

3.8

测温范围 Temperature measuring range

红外热像仪在满足准确度情况下能够稳定测量的温度范围。

3.9

连续稳定工作时间 Consistent measurement duration

热像仪在满足准确度前提下，能够连续稳定工作的时间。

3.10

面积温差值 Area degree product

热工缺陷区域温度和检测区域平均温度的差值乘以该热工缺陷区域面积的累计值。

4 基本规定**4.1.1 红外热成像检测建设工程质量缺陷工作流程如图 1 所示：**

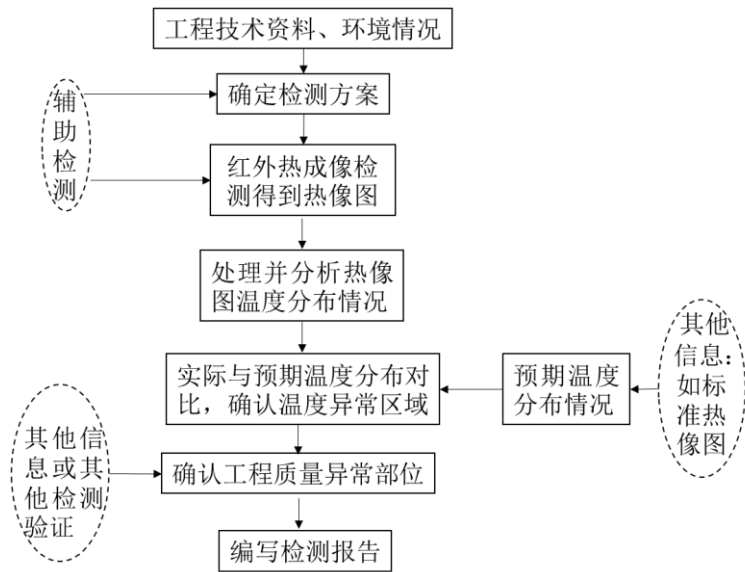


图 1 红外热成像检测建设工程质量缺陷工作流程

- 4.1.2 建筑物相关资料的收集分析以及现场初步勘察，主要包括以下内容：
- a) 建筑物的竣工图纸及工程资料；
 - b) 建筑物的维护记录、改扩建记录；
 - c) 建筑物内外环境，包括建筑物所处的具体位置、方位、气候条件、日照情况、邻近建筑物情况、建筑物内的冷热源等；
 - d) 现场勘察建筑物的质量缺陷，勘察建筑物的内外表面情况对测试的影响因素等；
 - e) 检测原因
- 4.1.3 检测方案包括以下内容：
- a) 工程概况，包括工程名称、地址、现状、建筑的结构形式等；
 - b) 委托单位；
 - c) 检测目的；
 - d) 编制依据；
 - e) 检测设备；
 - f) 检测时间及最佳检测时段；
 - g) 建筑物的具体检测部位；
 - h) 红外热像图的拍摄点及与检测点的距离；
 - i) 拟采用的其他辅助检测方法。
- 4.1.4 红外热像法检测建设工程质量时应充分考虑以下环境条件：
- a) 待测目标物辐射率的影响；
 - b) 宜避免非待测物体的辐射能进入测试范围；
 - c) 室外检测时应在无雨、低风速的环境下进行；当室外风速大于 5m/s 时，不应进行检测；
 - d) 室内检测时，被测部位宜避免灯光的直射；
 - e) 室内外空气相对湿度大于 90%或空气中粉尘含量异常时，不宜进行检测；
 - f) 建筑物内外空调及其他冷、热源的影响；
 - g) 晴天时阳光照射的影响；
 - h) 宜避免被测物体表面存在明水。
- 4.1.5 现场检测应按下列程序进行：
- a) 记录日期、环境条件，包括天气、风速、气温及日照等情况；

- b) 选择适当位置安放仪器，并对所测部位的辐射率进行调试，红外热像仪的调试应符合下列规定：采用表面式温度计在受检表面上测出参照温度，表面式温度计应设置不少于 3 个测点，测点应距地面或楼面 700mm~1800mm 范围内，且测点应避开阳光直射和固定冷热源影响；完成焦距调整，亮度及对比度调节；调整红外热像仪的发射率，使红外热像仪的测定结果等于该参照温度。
 - c) 拍摄红外热像图及可见光照片并保存，应对同一部位拍摄一定数量的红外热像图及可见光照片，缺陷部位数量适量增加；对于大的拍摄面应分区域进行拍摄，但相邻图像之间应有重合部分；
 - d) 拍摄应选择目标物表面拍到最少反射物的角度，拍摄角度不宜超过 45°，如环境所限无法达到上述要求，则需在报告中红外热像图旁注明；可根据拍摄距离选择适当的光学镜头，当近距离拍摄时宜采用广角镜头，远距离拍摄时可使用长焦镜头。
 - e) 记录、标识拍摄部位，拍摄的具体时间及对应的红外热像图和可见光照片，记录红外照片编号和可视照片编号并一一对应，同时记录拍摄对象位置，拍摄距离，拍摄角度；
 - f) 检测人员可在现场初步分析红外热像图，根据分析结果可采用其他辅助方法确定缺陷位置。
- 4.1.6 拍摄结果的处理应符合下列要求：
- a) 根据相关的工程技术资料、内外部环境条件及相关的维修状况等确定被测目标物预期表面温度分布；
 - b) 根据红外热像图温度条及可见光图像，读取正常部位温度；并根据内外部实际情况，去除非缺陷的温差色块；
- 4.1.7 当有需要时，可按下列方法对拍摄结果进行进一步处理：
- a) 处理拍摄结果时，对分块拍摄的红外线热像图进行正确拼接合成、对合成后的图像进行修正；
 - b) 将经过处理得到的缺陷分布图与所测表面可见光图像准确叠加，输出结果图。
- 4.1.8 对缺陷部位与正常部位的温差进行判定：
- a) 被测目标物的实际表面温度分布由红外热像图得到，如检测得到的温度分布与预期温度分布不同，应根据设计图纸、建筑物内部热源的影响、材料辐射率的不同、材料热传导系数的不同等因素进行综合判断分析；
 - b) 检测结果可采用其他方法进行验证或采用合适的图像进行对比。
 - c) 应将被检测目标物上的其他热能影响进行分类并记录，包括：热桥等结构变化所造成的温差；不同材料所造成的温差；反射所造成的温差；阳光照射分布不均匀所造成的温差；热水炉，空调等其他热源所造成的温差。

5 主要检测设备

- 5.1.1 红外热成像法检测建设工程质量缺陷用的红外热像仪，应能够自动检测目标表面的温度并形成热图像，热像仪应具备图像显示、存储和分析功能，使用户能够较为方便地生成检测报告。仪器宜轻便，满足现场检测使用。
- 5.1.2 红外热像仪应符合国家现行有关标准的要求，并在法定计量校准有效期限内使用。
- 5.1.3 红外热成像法检测建设工程质量缺陷用的红外热像仪主要技术参数应符合下列要求：
- a) 空间分辨力宜 $\leq 1.5 \times 10^{-3} \text{rad}$ ；
 - b) 温度分辨率 $\leq 0.08^\circ\text{C}$ ；
 - c) 探测器一般为 $\geq 320 \times 240$ 像素元非制冷焦平面探测器；
 - d) 工作波段在长波范围内，即 $8.0 \mu\text{m} \sim 14.0 \mu\text{m}$ ；
 - e) 测温范围宜在 $-20^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$ 范围内，此范围内图像应清晰、层次分明且测量数据满足温度分

分辨率的要求；

- f) 工作环境温度在-15℃～+50℃之间，工作环境湿度≤90%；
- g) 连续稳定工作时间不小于 2h；
- h) 测温准确度不超过±2℃。

5.1.4 红外热成像法检测建设工程质量缺陷用的红外热像仪应具备以下功能：

- a) 显示功能：真实还原所拍摄的热图；单点或多点温度显示。在红外方式下，具有黑白、彩色等多种显示模式；
- b) 图像冻结功能；
- c) 图像存储功能；
- d) 数据输出功能：数据输出接口为 USB 或其他类型；
- e) 分析功能：提供热图像的温度分析功能或相应的分析软件，便于在计算机上对图像进行分析。
- f) 手持式红外热像仪还应具备修正功能：输入目标距离、目标发射率、环境温度、相对湿度后，自动计算修正大气透过率和目标表面发射率对测量结果的影响。

6 外墙饰面质量缺陷检测

6.1.1 本章适用于建筑外墙采用满粘法施工的饰面层粘结质量缺陷检测，不适用于下列饰面层的粘结质量检测：

- a) 采用混色饰面砖或混色涂料；
- b) 表面有较大凹凸装饰的饰面层。

6.1.2 现场勘察建筑物的外饰面状况，包括有无开裂、脱落、发霉等质量缺陷。

6.1.3 确定最佳检测时间段：宜选择一天内各方向外饰面层受日照量最大的时刻；对于墙面有污渍、阴影和树木等障碍物遮挡的部位，应考虑采用锤击等其他辅助检测手段。

6.1.4 现场检测时，除满足本标准 3.0.5 条外，还应符合下列规定：

- a) 充分考虑被测建筑物的高度和宽度选择最佳的拍摄位置；
- b) 宜在与目标距离相等的不同方位扫描同一个部位，检查临近物体是否对受检的外墙饰面造成影响，必要时可采取遮挡措施或者关闭室内辐射源；
- c) 拍摄时宜先对建筑物外饰面进行普测，确定可疑区域；再对相关区域进行详测。

6.1.5 疑似脱粘空鼓部位与正常部位温差的判定应符合下列要求：

- a) 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；
- b) 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：一般外墙缺陷温差在晴朗天气下有阳光直接照射时为 1℃、无阳光直接照射下为 0.5℃；严重外墙缺陷温差在晴朗天气下有阳光直接照射下为 2℃，无阳光直接照射下为 1℃。

6.1.6 计算各饰面缺陷的面积，根据饰面缺陷面积对建筑物饰面缺陷依据表 1 进行评定：

表 1 建筑饰面缺陷评定等级

评定等级		
无明显缺陷	一般缺陷	严重缺陷
最大缺陷面积小于等于 35mm×35mm 或相等面积，具有正常使用功能	最大缺陷面积大于 35mm×35mm 且小于等于 100mm×100mm 或相等面积，但不显著影响使用功能	最大缺陷面积大于等于 100mm×100mm 或相等面积，显著影响使用功能，具有较大安全隐患

7 渗漏检测

7.1 防水工程渗漏检测

7.1.1 本节适用于红外热像法现场检测建筑物渗漏与防水工程质量。

7.1.2 采用红外热像法检测建筑物渗漏与防水工程质量时，应具有下列资料：

- a) 建筑给水排水布置图，相关防水构造图；
- b) 可能产生渗漏水源以及渗漏记录等。

7.1.3 现场检测时，应符合下列规定：

- a) 建筑物屋面、外墙渗漏水检测宜在雨后 24 小时内检测，且待检部位表面不应有明水。环境温度变化幅度不应超过 5℃，室外风力变化不应超过 2 级。
- b) 需采用淋水或蓄水方法模拟渗漏情况时，应注明淋水或蓄水的时间及位置，并符合以下要求：
1) 淋水或蓄水位置应以测试目标附近的水源为主；2) 淋水或蓄水时间应模拟该水源的一般使用状况；3) 淋水或蓄水后需排除积水待表面干燥后进行测试；4) 户外无降水或降水量不足时，宜采用淋水试验模拟降水，能在待测区域表面形成均匀水幕，平面防水层淋水试验时间应不小于 2h，立面的淋水试验时间应不小于 30min；5) 蓄水试验前，应封堵试验区域内的排水口。最浅处蓄水深度不应小于 25mm，且不应大于立管套管和防水层收头的高度。蓄水试验时间不应小于 24h，并应由专人负责观察和记录水面高度和背水面渗漏情况，出现渗漏时，应立即停止试验。蓄水试验结束后，应及时排除蓄水。
- c) 当找不到渗漏源时，应确认使用水的水温与室温的对比，在对比度大的环境进行试水测试，必要时采用人工热源或冷源设备辅助检测。

7.1.4 红外热像法检测建筑物渗漏与防水工程质量时，应按下列步骤进行：

- a) 对被测区域进行普测，对红外热像图中的温度异常部位进行详测；
- b) 温度异常部位的红外热像图不应少于 2 张，并配有可见光照片，宜从不同角度或方向拍摄；
- c) 采用淋水或蓄水方法检查渗漏情况时，应拍摄淋水或蓄水前后红外热像图，对比查找渗漏源，同时检查背水面有无渗漏。

7.1.5 检测结果判定：

- a) 温差异常参考值宜为：户外有阳光直接照射时大于等于 1℃；无阳光直接照射时大于等于 0.5℃；室内时大于等于 0.3℃。
- b) 红外热像图中出现异常时，应首先排除热（冷）源的干扰，通过比较实测热像图与被测部位的预期温度分布或结合其他检测手段来确定渗漏情况。
- c) 对红外热像法现场检测结果有争议时，可采用现场局部破损的方法进行验证。

7.1.6 根据温度异常点，并结合其他检测手段，对建筑物渗漏情况进行定性评定为有明显渗漏或无明显渗漏情况。

7.2 幕墙、外门窗渗漏检测

7.2.1 本节适用于幕墙、外门窗渗漏检测。

7.2.2 现场室外侧淋水检测时或自然雨水天气后，可用红外热像技术对幕墙、外门窗系统本身及其与墙体连接部位进行渗漏情况分析。

7.2.3 采用红外热像法检测幕墙、外门窗渗漏情况时，应具有下列资料：

- a) 检测区域对应构造节点图；
- b) 工程现场渗漏情况和用户使用信息。

7.2.4 采用红外热像法检测幕墙、外门窗渗漏情况时，应避免检测区域阳光直射，室内可打开空调等设施进行升温，提高拍摄效果。

7.2.5 现场检测时，应符合下列规定：

- a) 现场喷水时，应采用单只喷嘴（B-25，型号为#6.030）与直径为 19.05mm 水管相连接，且靠近喷嘴处配有控制阀和 水压计。喷嘴处水压应为 200kPa 至 235kPa，喷嘴效果宜为雾状。
- b) 在室外侧，选定待检测区域，在距外表面约 0.7m 处，沿与待检表面垂直的方向对准待测接缝进行喷水，连续往复喷水 5min。
- c) 喷淋完毕，在检测区域室内侧采用热成像法进行不同角度的拍摄，拍摄照片不应少于 3 张，且应标明拍摄位置和角度。

7.2.6 根据拍摄的红外热像图结合现场目测结果，判定检测区域渗漏情况。

表 2 幕墙、外门窗渗漏评定等级

评定等级		
无明显缺陷	一般缺陷	严重缺陷
无明显渗漏情况	红外图片有渗漏情况，目测结果室内侧有水珠、水珠联成线或局部少量喷溅。	红外图片有渗漏情况，目测结果室内侧持续喷溅出试件界面或持续流出试件界面

8 建筑节能工程热工缺陷检测

8.1 外围护结构热工缺陷检测

8.1.1 本节适用于采用红外热像法对建筑外围护结构热工缺陷检测，包括外表面热工缺陷检测、内表面热工缺陷检测。

8.1.2 采用红外热像法检测围护结构热工缺陷时，应具有下列资料：

- a) 建筑保温的构造做法
- b) 相关的热工计算书等

8.1.3 现场检测时，应考虑以下因素：

- a) 室外检测时，宜选择有云天气或晚上以排除日光的影响；室内检测时，应关掉空调等热源；
- b) 检测时建筑室内外温差宜大于 5℃，与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度每小时变化不应超过±5℃，室内空气温度每小时的变化不应超过±2℃。

8.1.4 建筑外围护结构热工缺陷宜从室外开始进行普测，当发现异常点时对其内外表面进行详测。

8.1.5 检测可采用取芯或局部破损方法进行辅助验证。

8.1.6 检测结果宜采用以下方法进行判定：

- a) 按照与受检表面主体区域的平均温度的温度差大于或等于 1℃确认为围护结构缺陷，并计算缺陷面积。
- b) 依据缺陷面积对所检测目标物进行缺陷分级，缺陷分级应符合表 3 的规定：

表 3 建筑物外围护结构热工缺陷评定等级

一级	二级	三级
最大缺陷面积小于 100mm×100mm 或相等面积	最大缺陷面积大于等于 100mm×100mm 且小于等于 300mm×300mm，或相等面积	最大缺陷面积大于 300mm×300mm 或相等面积

8.2 建筑工程外窗热工缺陷检测

8.2.1 本节适用于对非透光建筑围护结构外窗洞口区域热工缺陷的检测。

- 8.2.2 采用红外热像法检测外窗热工缺陷时，宜具有下列资料：
- a) 外窗类型、构造尺寸、节点图；
 - b) 开启部位密封材料，窗框、窗扇构件接缝的填缝材料，五金配置、玻璃配置情况。
- 8.2.3 现场检测时，应符合下列规定：
- a) 检测前应将外窗关闭，宜采用胶带对外窗开启扇接缝处封堵。
 - b) 检测前至少 24h 内的室外空气温度逐时值应与检测时的室外空气温度相比，其差值不应大于 10℃。
 - c) 检测前 24h 至检测结束，建筑物室内外空气温度平均温差不应小于 10℃。
 - d) 检测前 6h 内，检测区域所在的建筑外围护结构外表面不应受到太阳直接照射，当无法避免太阳直接照射时，应在夜间进行检测。
 - e) 检测应取建筑外围护结构的内表面，当内表面无法进行检测时可取外表面。可采用吊篮、无人机等辅助设施协助测试。
 - f) 检测区域表面应避免受到热源的直接辐射，当洞口区域有暖气散热器时，应关闭暖气并且放置 24h 后，方可进行测试。
 - g) 当检测区域的面层为低发射率材料时，应采用遮挡等有效措施。
 - h) 从不同方向分别对检测区域进行红外热像检测，检测区域中同一个部位的红外热像图不应少于 3 张，并选择有代表性的一张进行数据处理，且应标明参照温度位置点。
- 8.2.4 根据红外热像图结合现场情况，进行数据处理和结果判定：
- a) 确定面积温差值 w ，面积温差值 w 的计算可参照《外窗热工缺陷现场测试方法》GB/T 39684。
 - b) 按面积温差值对外窗洞口区域热工缺陷进行性能分级，具体分级结果见表 4。

表 4 建筑外窗洞口区域热工缺陷性能分级表

分级	无明显热工缺陷	轻度热工缺陷	中度热工缺陷	严重热工缺陷
面积温差值 w	$w \leq 0.03$	$0.03 < w \leq 0.10$	$0.10 < w \leq 0.20$	$w > 0.20$

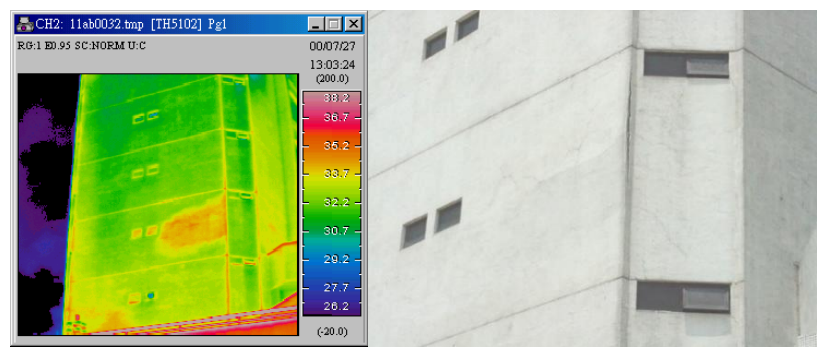
9 检测报告

- 9.1.1 检测报告应包括以下内容：
- a) 工程名称及概况；
 - b) 委托单位；
 - c) 检测单位及人员；
 - d) 所用仪器设备；
 - e) 检测日期及时间；
 - f) 检测环境；
 - g) 检测具体部位；
 - h) 检测结果（包括红外热像图及可见光照片）；
 - i) 对检测结果的评定分析（对缺陷的类型、程度进行分析评价）；
 - j) 结论及建议。
- 9.1.2 建设工程红外热成像法检测的检测报告可参照附录 C 的模板编制。

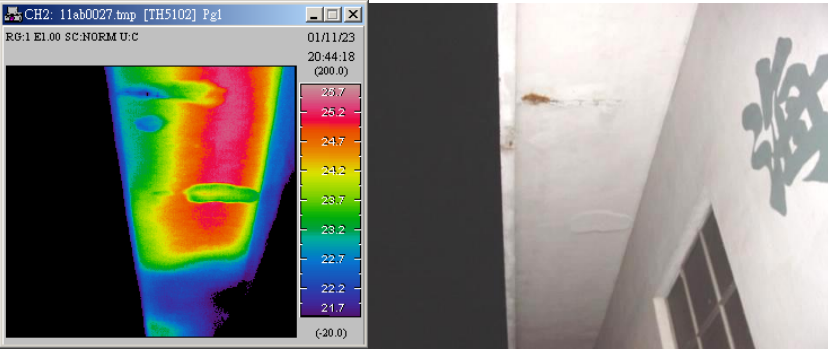
附 录 A
(资料性)
建设工程材料的辐射率

材料	形态	辐射率
铝	抛光面	0.10
	严重氧化面	0.25
铜	打磨面	0.10
	600℃氧化面	0.60
铁	红色锈铁	0.73
	抛光面	0.10
	金刚砂打磨过铁	0.24
铅	氧化铅	0.28
镍铬合金	/	0.65
镍	抛光面	0.10
钢	合金钢	0.35
	氧化钢	0.80
铸铁	/	0.81
石棉	/	0.96
水泥	/	0.54
土	烧土	0.91
漆	人造树胶真漆	0.93
	去光黑漆	0.96
	白漆	0.88
纸	黑色	0.96
	绿色	0.85
	红色	0.76
	白色	0.80
玻璃	/	0.93
	/	0.80
	/	0.69
石膏	/	0.85
石灰	/	0.35
大理石	打磨过灰色大理石	0.93
瓷器	上釉瓷器	0.92
橡胶	硬橡胶	0.95
	表面粗糙硬橡胶	0.86
沙	/	0.60
水	/	0.98
砖	红色砖	0.91
灰浆	/	0.91
水泥砂浆	干燥	0.54

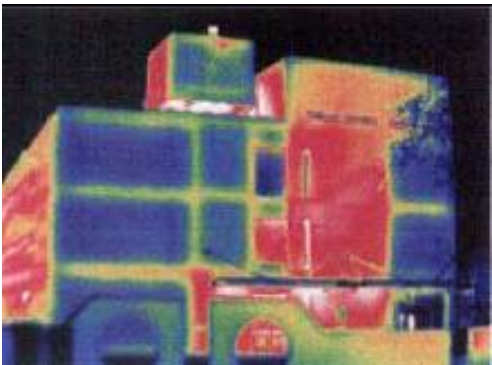
附 录 B
(资料性)
建设工程质量缺陷检测参考热图谱



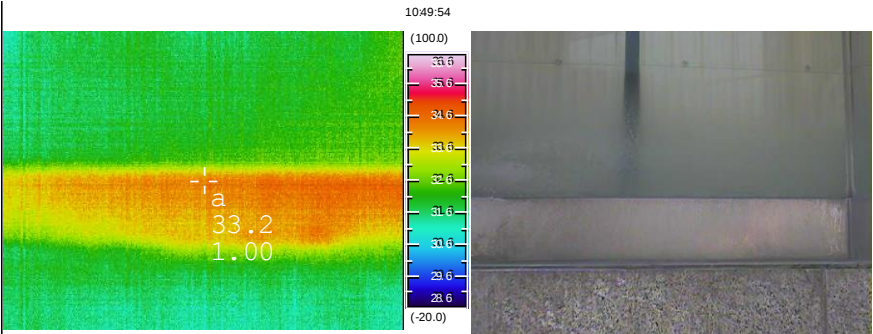
图B.1 建筑外饰面缺陷



图B.2 建筑渗漏



图B.3 建筑热工缺陷（冷热桥）



图B.4 不同材质造成的温差热像图

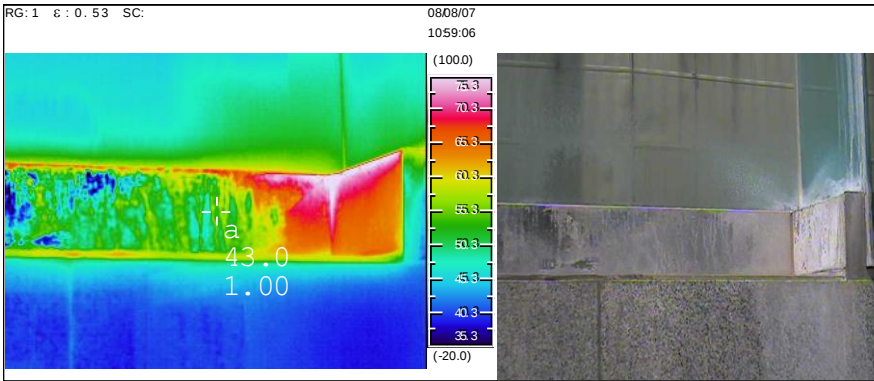


图 B.0.6 其他热源所造成温差的热像图

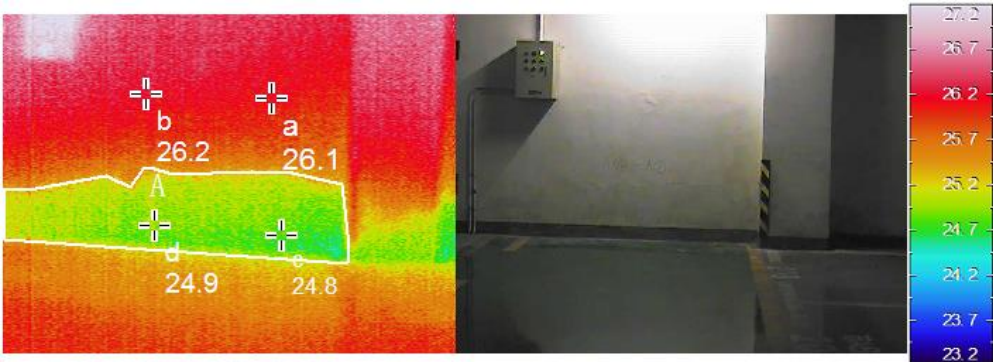


图 B.0.7 地下室车库外墙渗漏所造成温差的热像图

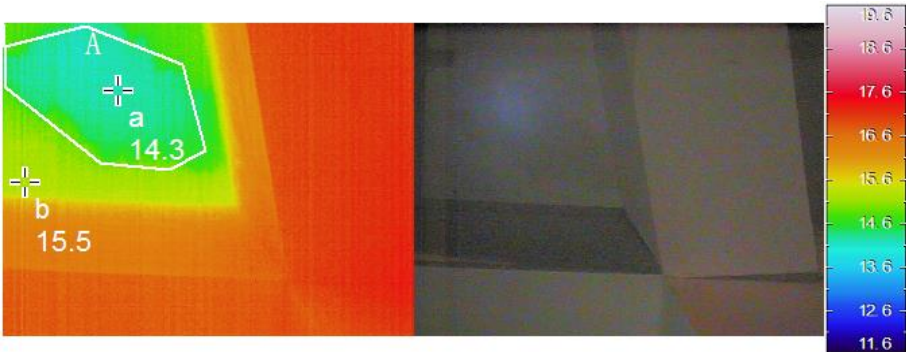


图 B.0.8 顶板湿渍所造成温差的热像图

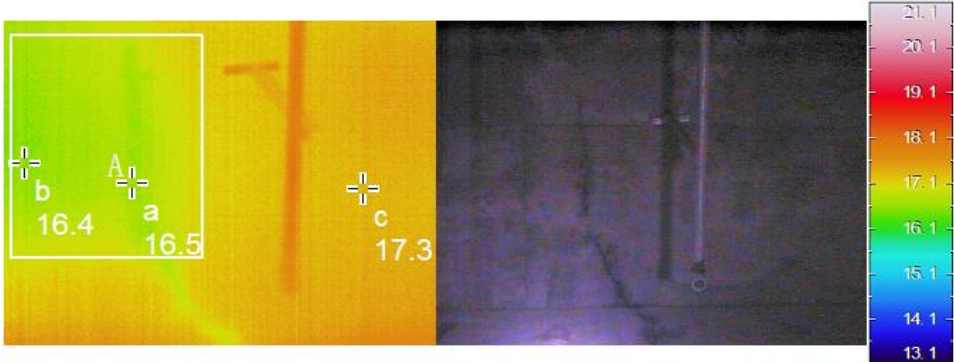


图 B.0.9 顶板开裂渗漏所造成温差的热像图

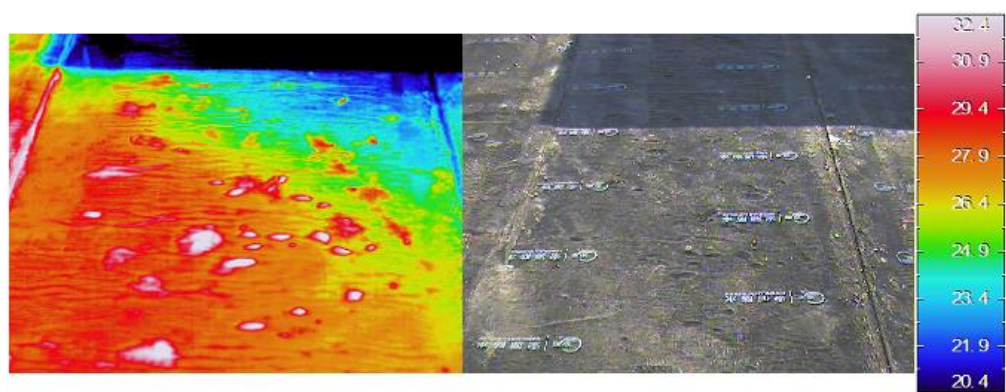


图 B.0.10 屋面防水卷材表面起泡造成温差的热像图

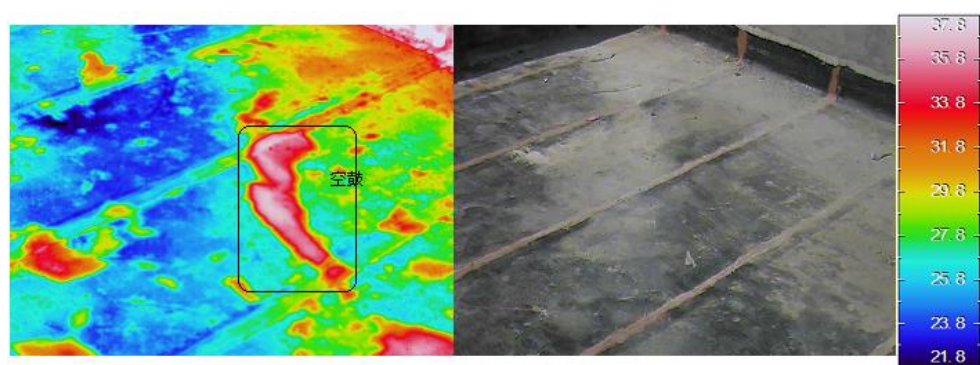


图 B.0.11 屋面防水卷材施工空鼓造成温差的热像图

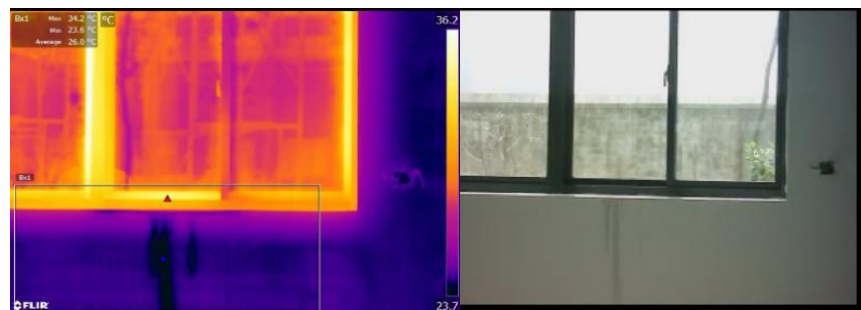


图 B.0.12 门窗幕墙渗漏造成温差的可见光照片及对应红外热像图

附 录 C
(资料性)
建设工程红外热成像法检测报告模板

报告编号：

委托单位			
地址		联系方式	
工程名称			
工程地点		工程编号	
检测项目		检测日期	
检测仪器			
检测依据			
检验结论			
检测单位		审核	
检测员		批准	
编制		报告日期	

一、工程概况
二、检测环境（温度、湿度、内外温差、风速等）
三、检测辅助措施（淋水、蓄水、辅助冷热源）
四、检测具体部位（必要时附图说明）
五、检测区域的红外热像图及可见光照片：
六、检测结论（缺陷描述、评级、建议等）