

建筑围护结构整体热工缺陷 无人机红外检测方法标准

T/CECS 1335—2023

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	检 测	(4)
4.1	一般规定	(4)
4.2	检测环境条件	(5)
4.3	现场检测	(5)
4.4	数据处理	(7)
5	评 价	(9)
6	报 告	(10)
附录 A	检测仪器	(11)
附录 B	检测报告	(13)
	用词说明	(16)
	引用标准名录	(17)
	附:条文说明	(19)

1 总 则

1.0.1 为规范无人机红外技术在建筑围护结构热工缺陷检测方法,实现对高层、超高层及复杂建筑物外围护结构整体热工性能的准确检测,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑围护结构整体热工缺陷的无人机红外检测。

1.0.3 采用无人机红外检测应符合被测建筑所在地法律法规及对无人机的飞行管理要求。

1.0.4 民用建筑围护结构整体热工缺陷的检测除应符合本标准规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 检测单元 test unit

建筑外围护结构热工缺陷检测时的最小单位,通常一张红外照片为一个检测单元。

2.0.2 检测区域 test area

建筑物几何形状的一个面,一个检测区域划分为若干个检测单元。

2.0.3 一般热工缺陷 general thermal irregularities

在一个检测单元中,与该检测单元平均温度差大于或等于 1K 且小于 2K 的部分。

2.0.4 严重热工缺陷 serious thermal irregularities

在一个检测单元中,与该检测单元平均温度差大于或等于 2K 的部分。

3 基本规定

3.0.1 无人机飞行作业时,应远离树木、架空线路等障碍物;测试时间宜选择建筑物处于相对稳定状态且被测建筑受太阳光、灯光等热辐射干扰小的时段。

3.0.2 检测人员应经过无人机及红外热成像设备的岗位培训,能熟练操作无人机及红外热成像设备。

3.0.3 外窗热工缺陷检测应按现行国家标准《外窗热工缺陷现场测试方法》GB/T 39684 执行。

3.0.4 数据处理软件应具有缺陷识别和面积统计功能。

3.0.5 检测数据判定应采用现行国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170 中规定的修约值比较法。

3.0.6 检测中使用的仪器设备应具有有效期内的检定证书、校准证书或测试证书,有效期不应超过 1 年。仪器设备的性能指标应符合本标准附录 A 的有关规定。

4 检 测

4.1 一 般 规 定

4.1.1 建筑围护结构整体热工缺陷检测作业程序应按图 4.1.1 执行。

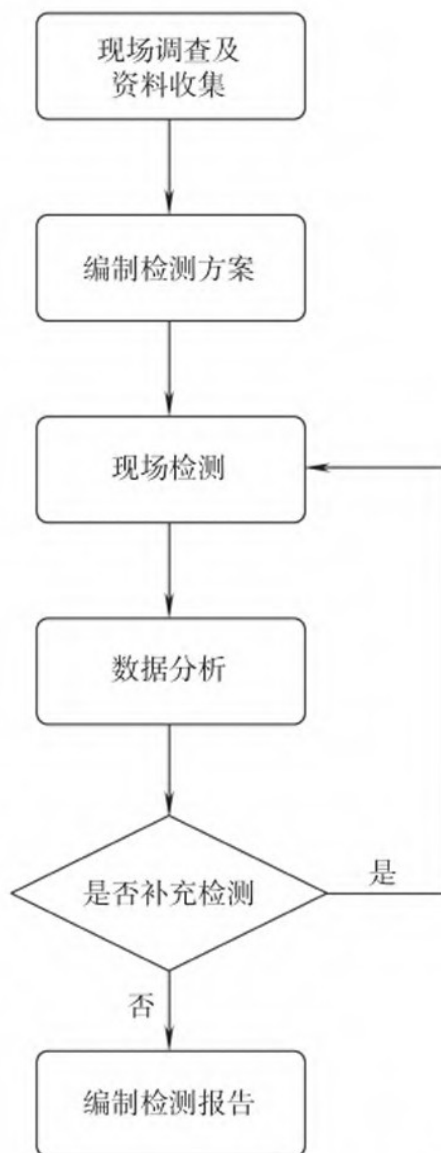


图 4.1.1 检测作业程序

4.1.2 检测作业开始前,应进行现场调查及前期资料收集,并宜包含下列内容:

- 1 建筑物的设计图纸、保温专项设计图纸、节能设计要求;
- 2 建筑物结构形式、规模、建造时间、外饰面情况;
- 3 建筑物供热供冷情况及方式;
- 4 建筑物图纸等资料与建筑物实际情况的核查;
- 5 建筑物周边环境、采光及热反射情况;
- 6 建筑物所在地无人机飞行管理要求,禁飞区设立情况。

4.1.3 检测前应编制检测方案,检测方案应包含下列内容:

- 1 检测时间;
- 2 检测期间被测建筑物应满足的检测条件要求;
- 3 无人机和红外热成像等设备性能参数;
- 4 拍摄距离、拍摄角度;
- 5 无人机飞行路线规划。

4.1.4 检测前应安装调试无人机及红外热成像设备,设备应正常工作。

4.2 检测环境条件

4.2.1 检测应选择晴天,现场风速不宜大于 4m/s。

4.2.2 当出现降水、降雪、雾霾、扬尘等影响视距的天气时应停止检测。

4.2.3 检测前至少 24h 内的室外空气温度逐时值与检测时室外空气温度的差值不应大于 10K。

4.2.4 检测前至少 24h 内以及检测期间,建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于 10K。

4.3 现场检测

4.3.1 无人机飞行检测作业应连续完成。

4.3.2 检测应按检测区域对建筑物进行划分,每个检测区域应检

测一次。检测区域划分应符合下列规定：

- 1 建筑物的一个立面应为一个检测区域；
- 2 屋顶应为一个检测区域；
- 3 当建筑物有两个及以上塔楼时，每个塔楼应按照单独的建筑物检测区域划分；
- 4 其他复杂形状建筑的检测区域划分应有利于现场检测及检测结果分析。

4.3.3 检测区域应按面积划分为若干检测单元，检测距离和检测单元划分应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 检测距离和检测单元划分(m)

检测距离	检测单元最大尺寸
5~10	5×5
10~15	10×10
15~20	15×15
>20	20×20

4.3.4 检测时，应记录检测时间、室外风速、温度、湿度、大气压力等环境参数，并应记录检测距离、拍摄角度等检测数据。

4.3.5 检测开始时，应选择建筑围护结构内、外表面和室外空气的典型位置进行温度测量并记录，且以该组温度作为参照温度，对围护结构的典型位置拍摄红外图像不应少于 1 张。位置选择应符合下列规定：

- 1 建筑围护结构内、外表面温度测点应对称布置在同一墙体两侧，且宜布置在建筑物首层；
- 2 建筑围护结构内、外表面温度测点距离热桥、窗等位置应大于 500mm；
- 3 室外空气测点距建筑围护结构外表面应大于 2m，距地面高度应大于 1.5m。

4.3.6 检测步骤应符合下列规定：

1 设置被测建筑的检测边界,检测边界应包含被测建筑物及其附属的通道、局部突出建筑等;检测时,无人机应保持相同的检测距离对建筑物拍摄。

2 应按检测单元进行拍摄。

3 每个检测区域应拍摄红外图像和可见光照片。

4 检测结束后应及时整理检测数据,当发现检测区域存在漏拍时应立即或在相同时段和天气条件下补拍;当不符合补拍要求时,应对该检测区域重新检测。

4.3.7 拍摄角度与被测面应保持垂直。

4.3.8 当存在障碍物、遮挡或其他影响安全的因素时,可调整拍摄角度,并记录。

4.4 数据处理

4.4.1 数据处理应包含下列内容:

1 对检测单元的红外图像编号、归类等处理;

2 计算检测单元的平均温度,识别并标注图像中一般热工缺陷和严重热工缺陷,计算缺陷面积。

4.4.2 检测单元平均温度应按下式计算:

$$\overline{T} = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{m} \quad (4.4.2)$$

式中: $\overline{T}$ ——检测单元平均温度(°C);

m ——检测单元中像素点数量(个);

T_i ——检测单元中第*i*个像素点温度(°C)。

4.4.3 检测单元中单个点温差应按下式计算:

$$\Delta T_i = |T_i - \overline{T}| \quad (4.4.3)$$

式中: ΔT_i ——检测单元第*i*个像素点温差(K);

T_i ——检测单元中第*i*个像素点温度(°C);

$\overline{T}$ ——检测单元平均温度(°C)。

4.4.4 检测单元像素点面积可通过单位面积内像素点总数计算出每个像素点代表面积,面积应按下式计算:

$$S' = \frac{S_0}{n} \quad (4.4.4)$$

式中: S' ——检测单元中单个像素点面积(m^2);

S_0 ——检测单元中选定区域面积(m^2);

n ——检测单元中 S_0 面积里像素点数量(个)。

4.4.5 一般热工缺陷面积应按下式计算:

$$S_g = n_g \times S' \quad (4.4.5)$$

式中: S_g ——检测单元中一般热工缺陷面积之和(m^2);

n_g ——检测单元中一般热工缺陷像素点数量(个)。

4.4.6 严重热工缺陷面积应按下式计算:

$$S_s = n_s \times S' \quad (4.4.6)$$

式中: S_s ——检测单元中严重热工缺陷面积之和(m^2);

n_s ——检测单元中严重热工缺陷像素点数量(个)。

4.4.7 检测区域一般热工缺陷面积率应按下式计算:

$$\phi_g = \frac{\sum_{j=1}^{q_g} S_j}{S_{\text{总}}} \times 100\% \quad (4.4.7)$$

式中: ϕ_g ——检测区域中一般热工缺陷面积率(%);

q_g ——检测区域中一般热工缺陷像素点数量(个);

S_j ——检测区域中第 j 个检测单元缺陷面积(m^2);

$S_{\text{总}}$ ——检测区域面积(m^2)。

4.4.8 检测区域严重热工缺陷面积率应按下式计算:

$$\phi_s = \frac{\sum_{k=1}^{q_s} S_k}{S_{\text{总}}} \times 100\% \quad (4.4.8)$$

式中: ϕ_s ——检测区域中严重热工缺陷面积率(%);

q_s ——检测区域中严重热工缺陷像素点数量(个);

S_k ——检测区域中第 k 个检测单元缺陷面积(m^2)。

5 评 价

5.0.1 建筑外保温中的防火隔离带、结构缝等特殊部位满足设计要求时,不应作为热工缺陷评价。

5.0.2 当建筑外墙有落水管、架空线路、空调室外机等管路及设备时,应排除其对评价的干扰影响。

5.0.3 当屋面存在附属设备、积水积雪、局部设置保温隔热层等干扰因素时,不宜对该检测区域热工缺陷评价。

5.0.4 检测区域热工缺陷等级划分应符合表 5.0.4 的规定。

表 5.0.4 检测区域热工缺陷等级划分

一般热工缺陷率 $\psi_g(\%)$	严重热工缺陷率 $\psi_s(\%)$	等级
$\psi_g \leq 5$	$\psi_s \leq 1$	一级
$5 < \psi_g < 20$	$1 < \psi_s < 5$	二级
$\psi_g \geq 20$	$\psi_s \geq 5$	三级

5.0.5 建筑整体外围护结构热工缺陷评价应符合表 5.0.5 的规定。

表 5.0.5 建筑整体外围护结构热工缺陷评价

要求	评价
检测区域热工缺陷等级全部为一级	一星
有一个及以上检测区域热工缺陷等级为二级	二星
有一个及以上检测区域热工缺陷等级为三级	三星

6 报 告

6.0.1 现场检测数据应记录完整,现场原始记录表格应包括下列信息:

- 1 试验编号、检测日期、检测部位;
- 2 检测用仪器设备的名称、型号、精确度及使用前后状态;
- 3 检测距离、拍摄角度;
- 4 检测值或设备存储输出记录。

6.0.2 检测报告应包括下列内容:

1 基本概况:工程名称、工程地点、委托单位、围护结构构造、检测时间、检测项目等;

- 2 检测依据;
- 3 主要仪器设备名称、型号、性能参数等;
- 4 检测数据及结果;
- 5 检测结论;
- 6 现场检测时的图片;
- 7 检测单位,检测人员、审核人员、批准人员的签字。

6.0.3 检测报告可按本标准附录 B 的格式出具。

附录 A 检测仪器

A.0.1 风速传感器性能指标应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 风速传感器性能指标

序号	性能参数	指标要求
1	测量范围(m/s)	1~20
2	精度(m/s)	≤0.5

A.0.2 温度传感器性能指标应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 温度传感器性能指标

序号	性能参数	指标要求
1	测量范围(℃)	-20~80
2	精度(℃)	±0.3

A.0.3 红外热成像设备性能指标应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 红外热成像设备性能指标

序号	性能参数	指标要求
1	像元尺寸(μm)	≤20
2	波长(μm)	7.5~14
3	热灵敏度(mK)	≤50
4	工作环境温度(℃)	-20~45

A.0.4 无人机性能指标应符合表 A.0.4 的规定。

表 A.0.4 无人机性能指标

序号	性能参数	指标要求
1	无人机续航时间(min)	≥30
2	防护等级	≥IP43

续表 A.0.4

序号	性能参数	指标要求
3	使用卫星定位系统时， 无人机悬停精度(m)	垂直方向 ± 0.5 水平方向 ± 1.5
4	抗风等级	≥ 6 级
5	前视障碍物感知范围(m)	≥ 10
6	信号有效距离(km)	≥ 3
7	工作环境温度($^{\circ}\text{C}$)	$-20\sim 45$

附录 B 检测报告

表 B 建筑围护结构整体热工缺陷检测报告

委托单位					
地址				电话	
工程名称					
工程地点					
外墙构造					
外窗构造					
屋顶构造					
检 验	日期				
	项目				
	依据				
	仪器				
检验结论					
经检验,…… (检验章) 报告日期:					
批准		审核		主检	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，
请访问：<https://d.book118.com/168037131020006054>