ICS 17.200.20
N 11

中华人民共和国国家标准

GB/T 19870—2005

工业检测型红外热像仪

Industrial inspecting thermal imagers

2005-09-09 发布　　2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　次

前言 …… I
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　产品分类与基本参数 …… 2
4.1　产品分类 …… 2
4.2　基本参数 …… 3
5　要求 …… 3
5.1　性能要求 …… 3
5.2　功能要求 …… 4
6　试验方法 …… 5
6.1　设备仪器的误差 …… 5
6.2　实验室要求 …… 5
6.3　实验设备 …… 5
6.4　性能检查 …… 6
6.5　环境适应性试验 …… 8
6.6　功能检查 …… 9
7　检验规则 …… 9
7.1　出厂检验 …… 9
7.2　型式检验 …… 9

前　言

本标准是首次制定。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会第一分技术委员会归口。

本标准由广州飒特电力红外技术有限公司负责起草。

本标准参加起草单位：中国计量科学研究院、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海工业自动化仪表研究所、西安应用光学研究所、中国电子科技集团公司第十一研究所、云南北方光学电子集团有限公司、广东省电力试验研究所、北京科技大学。

本标准主要起草人：段宇宁、欧阳劲松、吴一冈、范铠、冯卓祥、原遵东、彭焕良、金荣、杨楚明、李小刚。

工业检测型红外热像仪

1 范围

本标准规定了工业检测型红外热像仪产品分类与基本参数、性能要求、功能要求及试验方法等。

本标准适用于工业检测型红外热像仪的设计定型、生产与检验。

2* 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温(idt IEC 60068-2-1:1990)

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温(idt IEC 60068-2-2:1974)

GB/T 2423.3—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ca：恒定湿热试验方法(eqv IEC 60068-2-3:1984)

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击(idt IEC 60068-2-27:1987)

GB/T 2423.10—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验Fc和导则：振动(正弦)(idt IEC 60068-2-6:1982)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB 4943—2001 信息技术设备的安全(idt IEC 60950:1999)

GB/T 13962—1992 光学仪器术语(neq ISO/TC172/SC5 N79)

GB/T 18268—2000 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求(idt IEC 61326-1:1997，及其Amd.1:1998)

3 术语和定义

GB/T 13962—1992确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

工业检测型红外热像仪 industrial inspecting thermal imager

适于工业领域使用的，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。它具有测温功能，具备定量绘出物体表面温度分布的特点，将灰度图像进行伪彩色编码。简称“热像仪”。

3.2

视频信号的信噪比(S/N) video signal to noise ratio

热像仪正常工作时，信号电压的峰－峰值和噪声电压均方根值之比。

3.3

噪声等效温差(NETD) noise equivalent temperature difference

热像仪观察一个低空间频率的圆形或方形靶标时，当其视频信号的信噪比(S/N)为1时，目标与背景之间的等效温差。NETD是评价热像仪探测目标灵敏程度和噪声大小的一个客观参数。

3.4

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。

此参数通常可近似计算得出:空间分辨力=(2π×水平视场角度(°))/(360°×水平像元数),单位为弧度(rad)。

3.5

红外像元数　infrared array size

在热像仪视场内可分割的像元数。采用凝视型焦平面红外探测器时,为探测器的像元数。

3.6

测温范围　measuring range

热像仪在满足准确度条件下,测量温度的范围。它可以采用光学方式或电子学方式扩展。

3.7

特征测温范围　character measuring range

热像仪在使用同一光学镜头、不改变光栏、不增加滤光片的前提下,可同时测量的最大温度范围,且测温误差满足准确度要求。

3.8

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。

3.9

环境温度影响　effect of ambient temperature

由于环境温度变化引起的温度测量结果的变化量。

3.10

测温一致性　measurement uniformity

在热像仪视场内不同区域温度测量结果的一致性。

3.11

采样帧速率　frame sampling rate

采集两帧图像的时间间隔的倒数,单位为赫兹(Hz)。

3.12

视频输出格式　video output format

热像仪将图像输出到外部显示器的视频格式。

3.13

视场　field of view

热像仪可观测到的空间范围在水平和垂直方向的最大张角。

3.14

工作波段　working wavelength range

热像仪响应红外辐射的波长范围。

4　产品分类与基本参数

4.1　产品分类

按照热像仪的应用方式分为如下种类:

4.1.1　离线型热像仪

通常为手持式,要求电池供电,并且在热像仪中具备图像显示、存储和分析功能。测温准确度要求

较高，能实时地给出被测目标的温度及分布等图像信息。

4.1.2 在线型热像仪

可固定安装在被检测目标附近，进行在线测试，将信号传输到主控系统，接受其指令进行功能切换。要求具有外部供电接口，连续稳定工作时间长，并能满足各种复杂的环境要求。

4.2 基本参数

4.2.1 空间分辨力

可根据被测物体的尺寸和距离选取。对远距离观测可选择 0.3 mrad～0.7 mrad，对近距离大目标可选择 1.3 mrad～2.5 mrad。

4.2.2 采样帧速率

宜不低于 25 Hz。

4.2.3 视场

可根据用户要求加挂或更换镜头，以满足用户使用要求。

4.2.4 探测器类型

宜为 160×120 像元或 320×240 像元等非制冷焦平面探测器。

4.2.5 工作波段

工业检测热像仪宜工作在长波范围内，即 8 μm～14 μm。

4.2.6 测温范围

根据用户的实际使用要求定义，一般可在－20℃～＋2 000℃范围内选择。

5 要求

5.1 性能要求

5.1.1 外观

主机及其各种配件的壳体不应出现明显的划伤、凹陷、变形、脱漆。壳体应清洁无污迹。

主机壳体外贴装饰件不应缺少、错装、倒装，应与主体平贴粘紧。装饰件文字、数字、符号标志应正确、易辨、清晰，颜色应无异常色斑、色晕、色点。图案文字丝印精细。对于在线型热像仪还应进行外形及安装尺寸的检查。

5.1.2 噪声等效温差

环境温度在 23℃±5℃，50 mm 焦距，相对孔径为 1 时，NETD 宜小于 0.15 K。

5.1.3 准确度

测温准确度应不超过±2℃或测量值乘以±2%(℃)(取绝对值大者)。

5.1.4 特征测温范围

其量程应不小于 100℃，在此范围内图像应清晰、层次分明，且测量数据满足准确度的要求。

5.1.5 连续稳定工作时间

在满足 5.1.3 的前提下，热像仪连续稳定工作的时间。

a) 在线型：不小于 10 h(也可根据用户要求而定)。

b) 离线型：不小于 2 h。

5.1.6 环境温度影响

当热像仪所处的环境温度在其工作环境温度范围内变化时，测量值变化应不大于 2℃或 20℃时测量值的绝对值乘以 2%(℃)(两者取大值)。

5.1.7 测温一致性

测温一致性的值应不超过±2℃或视场中心区域测量值乘以±2%(℃)(取绝对值大者)。

5.1.8 电磁兼容性

a) 抗扰度：对于离线型热像仪，应符合 GB/T 18268—2000 中表 C1 的要求；对于在线型热像仪，

应符合 GB/T 18268—2000 中表 A1 的要求。

b) 发射限值：可根据具体使用环境，采用 GB/T 18268—2000 中表 3 或者表 4 的规定。

5.1.9 **外壳防护**

在线型应符合 GB 4208—1993 外壳防护等级中 IP54 的要求。

5.1.10 **低压电气安全**

在线型热像仪(外接电源除外)和离线型热像仪均应符合 GB 4943—2001 中 2.2 SELV(安全超低电压)电路的要求。

5.1.11 **环境适应性要求**

5.1.11.1 **湿热**

环境温度：40℃，相对湿度：85%，通电工作。

5.1.11.2 **高温**

环境温度：50℃，通电工作。

5.1.11.3 **低温**

环境温度：−10℃，通电工作。

5.1.11.4 **冲击**

冲击量值 300 m/s^2，脉冲持续时间 11 ms，半正弦 $\Delta v=2.1$ m/s。不通电。

5.1.11.5 **振动**

正弦：10 Hz～55 Hz～10 Hz，位移幅值 0.15 mm，不通电。

5.2 **功能要求**

5.2.1 **内嵌功能**

5.2.1.1 **必备功能**

a) 操作方式：具备中文操作界面，用按键控制；

b) 显示模式：在红外方式下，具有白热、黑热、伪彩色(多种伪彩色调色板可选)三种显示模式，可以手动/自动调节色标；

c) 图像冻结功能；

d) 图像存储功能；

e) 单点或多点温度显示功能；

f) 操作提示功能：具备中文的操作菜单或提示功能；

g) 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。

5.2.1.2 **可选功能**

a) 语音记录和回放功能；

b) 区域分析功能；

c) 直线分析功能；

d) 等温分析功能；

e) 温度报警功能；

f) 温差显示功能；

g) 多画面处理功能；

h) 可见光图像显示；

i) 激光指示功能。

5.2.2 **外置功能**

5.2.2.1 **必备功能**

a) 界面显示：中文界面。

b) 显示功能：真实还原所拍摄的热图。

c) 报告向导或模板功能：可提示用户操作或使用模板帮助用户创建分析报告。

d) 分析功能：提供分析点、直线和区域的温度分析功能。

e) 报告存储与打开功能：可存储用户生成的报告，并可打开。

f) 报告生成功能：生成可打印的分析检测报告。

5.2.2.2 可选功能

a) 文档转换功能：可将报告转换为可编辑的文档。

b) 多边形分析功能：可分析热图上不规则多边形面积内的最高、最低和平均温度。

c) 用户自定义调色板：可使用用户自定义的调色板伪彩显示热图。

d) 趋势分析功能：可进行某点温度的变化趋势分析。

e) 语音回放功能：可回放热图中存储的语音记录。

5.2.3 视频显示功能

视频输出格式为标准 CCIR PAL/D 复合视频。

6 试验方法

6.1 设备仪器的误差

进行试验以及测试的仪器设备的允许误差或准确度应不大于被控参数允许误差的 1/3(高温黑体除外)，并且要按国家有关计量法规进行选择和周期检定。

6.2 实验室要求

实验室室内照明应使图像质量不得受到明显的影响。实验室温度 23℃±5℃，相对湿度 40%～80%，达到清洁要求。

6.3 实验设备

6.3.1 NETD 测试设备

a) 标准温差黑体：

温度准确度：±0.03℃；

发射率：大于 0.95；

温度均匀性：±0.01℃；

温差源发射面积：满足试验要求；

最大可用孔径面积：满足试验要求。

b) 光学平台。

c) 准直光管：焦距至少大于被测热像仪焦距 3 倍、通光口径大于热像仪接收口径的准直镜，产生平行光束来模拟无穷远处的红外辐射。

d) 靶标切换系统。

e) 高分辨率监视器。

f) 计算机及信号采集处理系统。

6.3.2 精密黑体

a) 精密低温面黑体

温度范围：－25℃～＋100℃(100 mm×100 mm 面阵)

温度均匀性：±0.05℃

准确度：±0.03℃

发射率：0.97±0.02

稳定度：±0.05℃

b) 腔式低温精密黑体

温度范围：－25℃～＋100℃

准确度：±0.2℃

发射率：0.99±0.01

稳定度：±0.05℃

c) 腔式中温精密黑体

温度范围：50℃～1 050℃

准确度：±0.6℃或±0.2%(取绝对值大者)

发射率：0.99±0.01

稳定度：±0.1℃

d) 腔式高温精密黑体

温度范围：1 000℃～2 000℃

准确度：±1%

发射率：0.99±0.01

稳定度：0.1%

6.3.3 恒温恒湿箱

温度范围：－40℃～＋60℃

湿度范围：10%～98% RH (0℃～＋60℃)

控制精度：±1℃、±2% RH

6.3.4 冲击振动台

正弦振动频率：5 Hz～500 Hz

振动量级：1 mm，或±4g

冲击量值：30g，11 ms±2 ms 半正弦波

6.4 性能检查

6.4.1 外观

用目测和手感进行外观检查。对于在线型热像仪还要用满足要求的计量器具进行外形尺寸及安装接口的检查。

6.4.2 噪声等效温差(NETD)

调节标准温差黑体的温差设置(ΔT=2K)，目标图像占全视场 1/10 以上，分别测量信号及噪声电压，按公式(1)计算：

$$\mathrm{NETD} = \frac{\Delta T}{S/N} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

ΔT——设定温差，单位为开(K)；

S——信号电平；

N——均方根噪声电平。

6.4.3 准确度

把黑体置于规定的工作距离，使热像仪能清晰成像，准确测温。黑体温度设置为热像仪测温范围每一量程的最高、最低和中点。读出热像仪测得的数据。

当 t_2<100℃时，按公式(2)计算：

$$\theta = t_2 - t_1 \qquad \cdots\cdots(2)$$

当 t_2≥100℃时，按公式(3)计算：

$$\theta = \frac{t_1 - t_2}{t_2} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

θ——准确度；

t_1——已知标准黑体温度，单位为摄氏度(℃)；

t_2——热像仪测温读数，单位为摄氏度(℃)。

6.4.4 特征测温范围

热像仪在使用同一光学镜头、不改变光栏、不增加滤光片的前提下，设定两台精密黑体辐射温度分别到0℃与100℃，将待检热像仪放置在距黑体2 m或最近成像焦距处的平台上，其轴线基本垂直于黑体端面，使两个黑体同时处于同一视场，观察热像仪的成像效果同时进行温度测量，且测出的温度值满足准确度的要求。

6.4.5 连续稳定工作时间

把黑体设置为50℃，置于规定的工作距离，使热像仪能清晰成像，准确测温。在非人工干预热像仪的条件下，每隔10 min读出一次热像仪测温点的温度数据。读出的数据应满足5.1.3中准确度的要求。测试时间根据热像仪的类型规定为：

a) 在线型10 h；

b) 离线型2 h。

6.4.6 环境温度影响

将热像仪置于恒温恒湿箱内。设置黑体温度为热像仪测温范围内任一温度；首先将可控环境温度的恒温恒湿箱设置到20℃，待其稳定后，保温2 h后开启热像仪，15 min后开始测量黑体的温度，记录该读数t_0，然后关闭热像仪；设置恒温恒湿箱的温度为−10℃～+50℃范围内的任一温度，保温2 h后开启热像仪，15 min后测量黑体的温度，记录该读数t。

当t_0<100℃时，按公式(4)计算：

$$\varphi = |t_0 - t| \qquad \cdots\cdots(4)$$

当$t_0 \geqslant 100$℃时，按公式(5)计算：

$$\varphi = \frac{|t - t_0|}{|t_0|} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：

φ——环境温度影响；

t——热像仪在−10℃～+50℃范围内任一环境温度下的测温读数，单位为摄氏度(℃)；

t_0——环境温度为20℃时的测温读数，单位为摄氏度(℃)。

试验结果应符合5.1.6的要求。

6.4.7 测温一致性

将热像仪的成像画面等分为9个区域(如图1)。把面黑体置于规定的工作距离，使热像仪能清晰成像，并使面黑体的图像充满视场。设置黑体温度为热像仪测温范围内任一温度，分别选取1～9区域的中心位置为测温点，测量面黑体的温度。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

图1

当 $t_5<100℃$ 时，按公式(6)计算：

$$\Phi_n = t_5 - t_n \quad \cdots\cdots (6)$$

当 $t_5 \geqslant 100℃$ 时，按公式(7)计算：

$$\Phi_n = \frac{t_n - t_5}{t_5} \times 100\% \quad \cdots\cdots (7)$$

式中：

n——第 1～9 区域；

Φ_n——测温一致性；

t_n——各区域的测温读数；

t_5——第 5 区域测温读数。

试验结果应符合 5.1.7 的要求。

6.4.8 电磁兼容性

a) 抗扰度：按 GB/T 18268—2000 中 6.2 进行。试验结果参考 GB/T 18268—2000 中第 8 章，应符合 GB/T 18268—2000 中表 2“连续监控运行”判据规定。

b) 发射：按 GB/T 18268—2000 中 7.2 进行，试验结果参考 GB/T 18268—2000 中第 8 章。

6.4.9 外壳防护

按照 GB 4208—1993 中关于 IP54 要求的 12.4 和 13.2.4 的方法进行试验。

6.4.10 低压电气安全

按照 GB 4943—2001 中 2.2 SELV 电路中规定的方法要求进行。

6.5 环境适应性试验

6.5.1 工作环境要求

a) 工作环境温度：－10℃～＋50℃

b) 工作环境湿度：≤85% RH(40℃时)

6.5.2 基本功能检查

需进行如下项目的功能检查：

a) 调整焦距；

b) 调节亮度和对比度；

c) 测温；

d) 存储图像。

如工作正常判定为合格。

6.5.3 湿热工作试验

按 GB/T 2423.3—1993“试验 Ca”进行，温度：40℃，湿度：85%，试验时间：2 h，在 1.5 h、2 h 时分别检验 6.5.2 所列项目。

6.5.4 高温工作试验

按 GB/T 2423.2—2001“试验 Bb”进行，温度：50℃，试验时间：2 h。在 1.5 h、2 h 时分别检验6.5.2 所列项目。

6.5.5 低温工作试验

按 GB/T 2423.1—2001 “试验 Ab”进行，温度：－10℃，试验时间：2 h。在 1.5 h、2 h 时分别检验 6.5.2所列项目。

6.5.6 冲击试验

按 GB/T 2423.5—1995“试验 Ea”进行。冲击量值 300 m/s^2，脉冲持续时间 11 ms，半正弦 $\Delta v=2.1$ m/s，沿 X、Y、Z(即热像仪三个互相垂直的)方向各进行三次冲击试验，见图 2。试验后，检验 6.5.2 所列项目。

6.5.7 振动试验

按 GB/T 2423.10“试验 Fc”进行。正弦：10 Hz～55 Hz～10 Hz，位移振幅 0.15 mm；扫描时间：10 min；扫描循环数：2 次。试验方向：Z 方向(见图 2)。试验后，检验 6.5.2 所列项目。

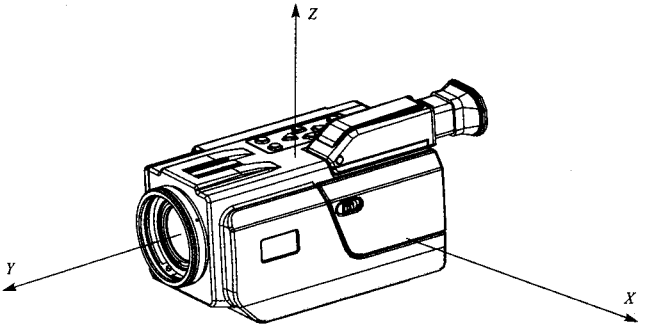

图 2

6.6 功能检查

6.6.1 操作功能检查

按照 5.2 功能要求中的叙述，对样品进行操作和使用，要求中所述的功能应能正常使用。

a) 通过按键调用中文操作界面；

b) 通过菜单或其他方式改变显示模式和调节色标；

c) 通过菜单或其他方式冻结图像；

d) 通过菜单或其他方式存储图像到相应的存储器上；

e) 通过菜单或其他方式调用单个或多个温度测量点，并显示测量温度；

f) 通过按键或其他方式调用中文菜单或者中文提示；

g) 通过菜单或其他方式设置目标距离、目标发射率、环境温度、相对湿度，应可在温度测量结果中体现大气透过率和发射率的修正效果。

6.6.2 内置可选功能及外置功能检查

内置可选功能及外置功能，应按照使用说明书进行相应检查。

6.6.3 视频输出格式

将热像仪的输出视频信号连接到外部监视器上，将监视器的显示模式选为 PAL 制式。此时图像应能正常、完整地显示。

7 检验规则

热像仪的检验分为出厂检验、型式检验。

7.1 出厂检验

由生产商对生产的每一台产品进行，检验项目见表 1。

7.2 型式检验

型式检验在新产品定型时进行。在生产过程中，如果发生材料、工艺或产品结构的重大改进和改

变，且此改变有可能影响产品的性能时，亦应进行型式检验，但允许只进行同这些改变相关的试验项目。

型式检验的样品应为出厂检验合格的产品，检验项目见表1。同时提供出厂检验报告。

表1 检验项目

序号	检验项目名称	出厂检验	型式检验	要求章条	试验方法章条
1	外观	√	√	5.1.1	6.4.1
2	噪声等效温差	—	√	5.1.2	6.4.2
3	准确度	√	√	5.1.3	6.4.3
4	特征测温范围	—	√	5.1.4	6.4.4
5	连续稳定工作时间	—	√	5.1.5	6.4.5
6	环境温度影响	—	√	5.1.6	6.4.6
7	测温一致性	—	√	5.1.7	6.4.7
8	电磁兼容性	—	√	5.1.8	6.4.8
9	外壳防护	—	√	5.1.9	6.4.9
10	低压电气安全	—	√	5.1.10	6.4.10
11	环境适应性	—	√	5.1.11	6.5
12	功能检查	√	√	5.2	6.6