

团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

GIS 设备红外热像检测现场应用导则

Application rules of infrared diagnosis for energized equipment
(征求意见稿)

xxxx-xx-xx 发布

xxxxx-xx-xx 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检测要求	2
4.1 人员要求	2
4.2 安全要求	2
4.3 对检测环境条件的要求	2
4.4 对检测仪器的要求	2
5 检测部位	3
6 检测周期	3
7 操作方法	3
8 判断方法	4
附录 A (资料性附录)	5
附录 B (资料性附录)	8

前　　言

为避免 GIS 设备因过热引起故障，指导检测人员利用红外热像法检测 GIS 异常发热及判断缺陷性质，特编制本文件。

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。请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出并归口。

本文件起草单位：国网山东省电力公司超高压公司、中国电科院、国网山东省电力公司电力科学研究院、上海交通大学、上海热像科技股份有限公司有限公司。

本文件主要起草人：××××××。

本文件为首次发布。

GIS 设备红外热像检测现场应用导则

1 范围

本文件规定了使用红外热像仪检测 GIS 设备的检测要求、检测部位、检测周期、操作方法和判断方法。

本文件适用于 35~1100kV 电压等级的 GIS 设备红外热像检测。

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 6592 电工和电子测量设备性能表示

GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求(GB/T 11022-2011, IEC 62271-1: 2007, MOD)

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

3 术语和定义

DL/T664 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

罐体环流 tank circulating current

三相分箱结构、外壳采用全链多点接地方式的 GIS 设备，在内部导体流过负荷电流时，因电磁感应，罐体上会有与负荷电流方向相反的电流流过，这一电流称为罐体环流。

3.2

罐体涡流 tank eddy current

GIS 内部流过负荷电流时，产生的交流磁场在罐体横截面产生的环状电流称为涡流。使用导磁性材料制作的罐体，涡流会更明显。

4 检测要求

4.1 人员要求

红外检测属于设备带电检测，检测人员应具备以下条件：

- a) 熟悉红外诊断技术的基本原理和诊断程序，了解红外热像仪的工作原理、技术参数和性能，掌握热像仪的操作程序和使用方法；
- b) 了解被检测 GIS 设备的结构、运行状况和导致设备故障的基本因素；

- c) 熟悉本文件，并经红外热像检测技术培训合格；
- d) 具有一定的现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的有关安全管理规定。

4.2 安全要求

- a) 应严格执行 GB 26860 相关要求；
- b) 应严格执行变电站巡视的要求；
- c) 应有专人监护，监护人在检测期间应始终行使监护职责，不得擅离岗位或兼任其他工作。

4.3 对检测环境条件的要求

- a) 环境温度一般不低于 5℃，相对湿度一般不大于 85%；检测期间天气为阴天、夜间或晴天日落 2h 后；不应在雷、雨、雾、雪等气象条件下进行，检测时风速一般不大于 1.5m/s；
- b) 在室内或晚上检测应避开灯光的直射，宜闭灯检测；
- c) 尽量在负荷高峰下进行检测，一般应在不低于 30% 的额定负荷下进行，同时应充分考虑小负荷电流对测试结果的影响。

4.4 对检测仪器的要求

现场检测所用仪器、工具性能不低于表 1 要求。

表 1 现场检测用仪器工具性能要求

序号	名称	主要参数要求
1	红外热像仪	1、像素: 640×480 2、视场角: 25° ×19° 3、图像帧速率: 不低于 25Hz 4、热灵敏度: <0.05℃@30℃ 5、空间分辨力: 0.7mrad 6、测温范围: -40℃~+500℃
2	激光测距仪	测量范围: 0.2~25m 测量准确度: ±2mm
3	风速仪	测量范围: 0.3m/s~45m/s 测试精度: ±3%
4	环境温湿度计	测量范围: 温度-50~50℃，湿度 10~98% 准确度: ±1℃, ±5%

5 检测部位

GIS 重点检测部位有：

- a) 断路器断口部位；
- b) 隔离开关断口部位；
- c) 母线导体对接部位；
- d) PT、CT、避雷器等部件部位。

新安装及大修后的 GIS 设备，应对全部 GIS 罐体进行一次全面检测。

6 检测周期

正常运行 GIS 设备开展红外热成像检测应遵循检修和预试前、高温高负荷等情况下及时优先开展的原则。500kV 及以上交（直）流变电站内设备应每月进行一次红外检测，220kV 及以下设备每 6 个月进行一次红外检测，做好记录，必要时将测试数据及图像存入红外数据库，进行动态管理。

对于运行环境差、陈旧或有缺陷的设备，大负荷运行期间、系统运行方式改变且设备负荷突然增加等情况下，需对 GIS 设备增加检测次数。

设备送电带负荷后，应在 30 分钟到 1 个小时的时间内，对断路器、刀闸进行一次检测；避雷器、PT 等部位，应在投运带负荷后 1 周内（但至少在 24h 以后）进行一次检测，对原始数据及图像进行存档。

7 操作方法

- a) 检查仪器外观、镜头清洁完好，检查电池、存储卡容量充足；
- b) 打开电源，待仪器稳定；
- c) 选定被测设备及测量位置，测量位置与带电部位的安全距离满足要求（在安全距离允许的条件下，红外仪器宜尽量靠近被测设备，使被测设备尽量充满整个仪器的视场），使用激光测距仪测量被测设备与测量位置的距离并记录；
- d) 仪器稳定后，打开菜单依次键入并确认被测设备的辐射率、目标距离、大气温度、相对湿度，如被测设备周围无明显热源，将反射温度设为大气温度；
- e) 调整焦距，使被测设备图像清晰、边缘清楚；选择铁红调色板，手动调节温宽，使温宽跨度不超过 8K，正常部位颜色显示为紫红色；
- f) 对 GIS 各部位检测，要从不同的方向和角度进行检测，保存图像并记录温度、温差、图像编号等信息，并可做上标记，以供今后复测对比，对水平布置的罐体，宜拍摄罐体上部；
- g) 记录被检设备的实际负荷电流、额定电流、运行电压。

8 判断方法

正常情况下，GIS 罐体温度分布均匀。罐体温度异常的判断方法如下：

- a) 内部接头发热。内部接头发热时，水平布置的罐体，呈现以内部触头部位上端最热，温度向四周逐渐减小的热像特征；垂直布置的罐体，呈现接头所在罐体整体温度较高的热像特征。当温差大于 3K 时，可判断为严重缺陷，尽快安排停电检查；
- b) 罐体环流引起的发热。呈现以法兰螺栓、法兰跨接片及三相短路片的连接面部位为温度最高的热像特征。部分三相互通的 SF₆ 气室管路发热，也可能为罐体环流流过引起发热。罐体环流发热严重程度可按照 DL/T 664 电流致热型缺陷定性；
- c) 罐体涡流发热。涡流发热常见于钢材质罐体的 GIS 转角内侧或套管引出等磁场集中部位。呈现以转角部位内侧温度最高，或套管引出法兰部位温度最高的热像特征。罐体涡流引起发热严重程度可按照 DL/T 664 电流致热型缺陷定性。

附录A
(资料性附录)
红外测温典型图谱

A. 1 内部导体接触不良

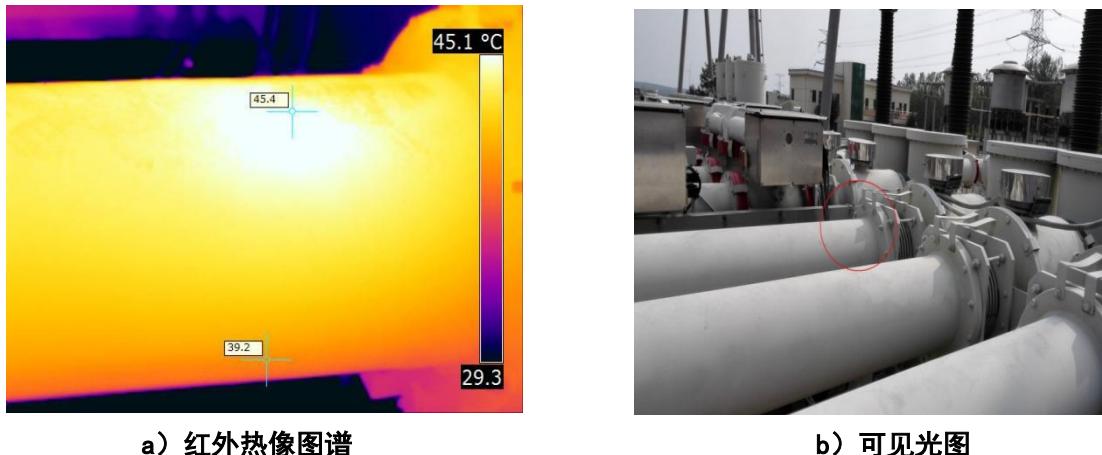


图 A. 1 分支母线内部接头接触不良引起发热

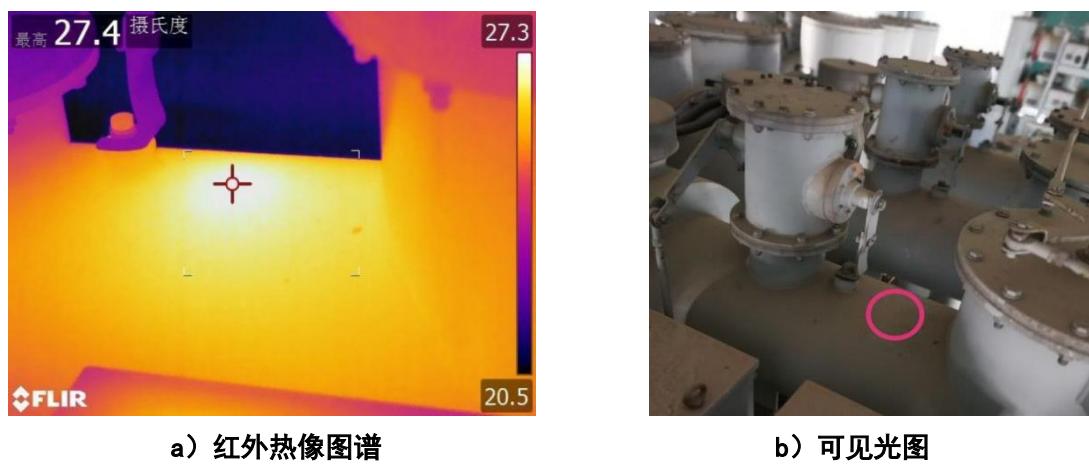
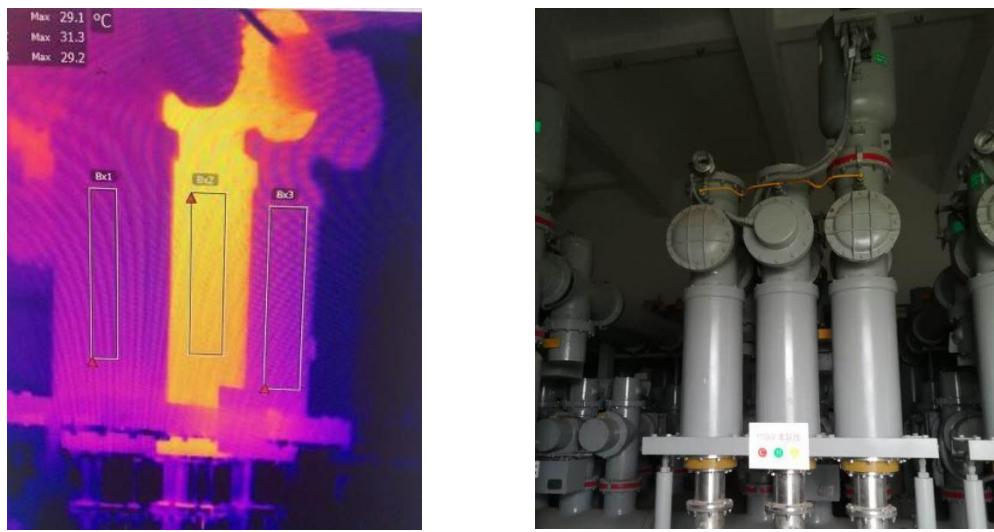


图 A. 2 隔离开关动静触头接触不良引起发热



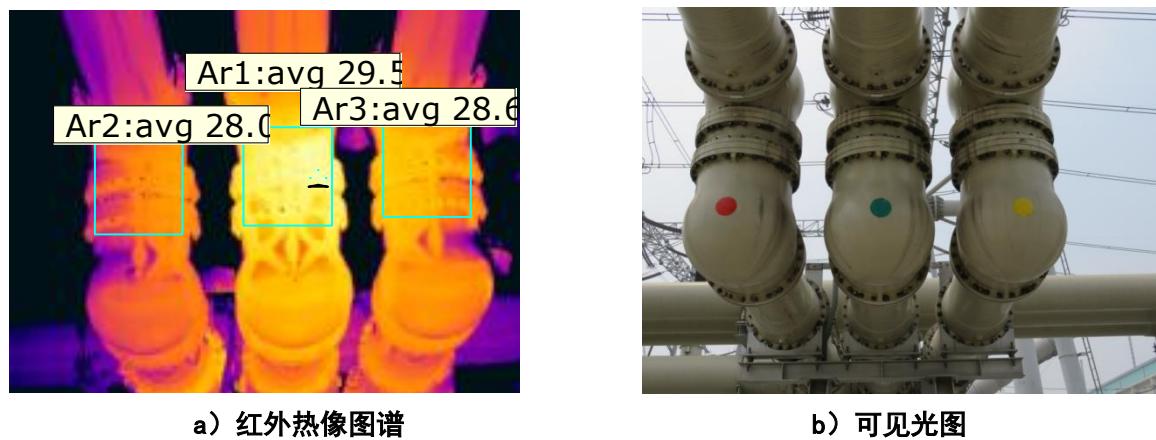
图 A.3 CT 内部一次导体接头接触不良



a) 红外热像图谱

b) 可见光图

图 A.4 电缆仓内导体接触不良

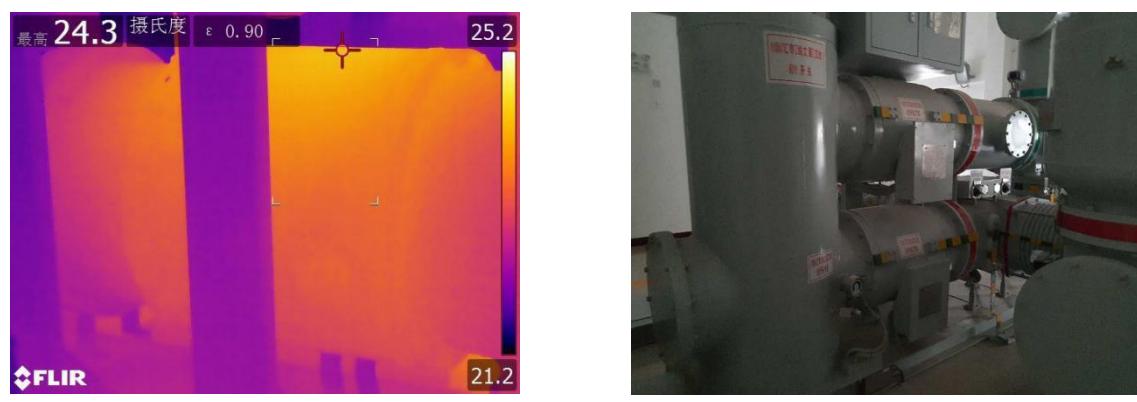


a) 红外热像图谱

b) 可见光图

图 A.5 母线内导体接头接触不良

A.2 GIS内部部件异常引起发热



a) 红外热像图谱

b) 可见光图

图 A.6 GIS 内置式 CT 二次线圈开路

A.3 罐体环流引起发热异常



图 A.7 外置式 CT 防尘罩导流发热

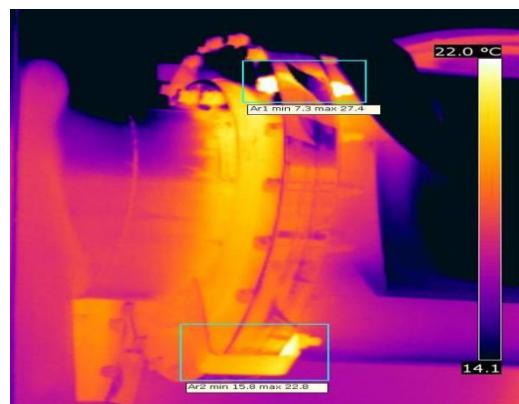


图 A.8 盆式绝缘子跨接片接触不良、紧固螺栓导流发热

A.4 罐体涡流引起发热

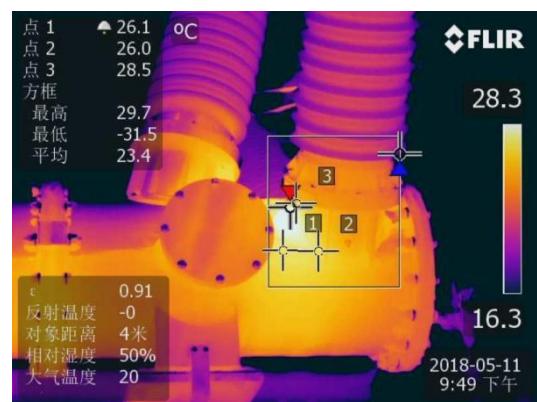


图 A.9 110kV 钢罐体 GIS 涡流发热

附录B
(资料性附录)
电气设备红外检测管理及检测报告

红外检测作为发现设备缺陷的重要手段之一，其测试记录、诊断报告和检修报告应详细、全面，并应妥善保管，并建立红外数据库，将红外诊断纳入本单位的设备信息管理系统中进行管理。

现场应详细了解和记录缺陷的相关资料，并及时提出检测诊断报告。电气设备红外检测报告和电气设备现场检测记录可参照表 B.1 给出格式样本。

对记录的数据和图像及时编号存档，诊断结论和处理结果要求登记在案，缺陷和异常及时上报主管部门。

表 B.1 电气设备红外检测报告

站名		设备名称	
拍摄部位		工作电压	
负荷电流		检测日期	
环境温度		环境湿度	
检测部位 (附图片)			
测试结果			
使用仪器			
拍摄人员			

执行标准	
备注	