

ICS 29.160

K 21

备案号: 53945-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1524 — 2016

发电机红外检测方法及评定导则

Guide for infrared detection and evaluation of generators

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 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	1
5 检测方法及评定标准	2
附录 A（资料性附录） 红外热像仪的基本要求	6
附录 B（资料性附录） 红外测温仪（点温仪）的基本要求	7
附录 C（资料性附录） 发电机集电环的典型红外图谱	8
附录 D（资料性附录） 定子铁心磁化试验铁心过热点的典型红外图谱	9
附录 E（资料性附录） 定子绕组焊接头缺陷的典型红外图谱	10
附录 F（资料性附录） 转子匝间短路故障的典型红外图谱	11

前 言

本标准是按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定进行编制的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电机标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：广东电网有限责任公司电力科学研究院、广东大唐国际潮州发电有限责任公司、华北电力科学研究院有限责任公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院。

本标准起草人：张征平、涂小涛、廖方华、王劲松、王健军、杨楚明、胡卫、冉旺、汪进锋。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

发电机红外检测方法及评定导则

1 范围

本标准规定了交接、检修及运行中，对发电机进行红外检测的要求、方法及缺陷判断原则。
本标准适用于透平型同步发电机和水轮发电机，电动机可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 7064—2008 隐极同步发电机技术要求
GB/T 7894—2009 水轮发电机基本技术条件
GB/T 8349—2000 金属封闭母线
GB/T 12604.9 无损检测 术语 红外检测
GB/T 20835—2007 发电机定子铁心磁化试验导则
DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

3 术语和定义

GB/T 12604.9 和 DL/T 664 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

红外测温仪（点温仪） **infrared thermometer**

通过红外光学系统、红外探测器及其信号处理系统，将物体表面某点周围小面积的红外辐射直接转换成温度值的非成像型设备。

3.2

出线母线 **terminal bus**

包括发电机出线套管、出线端、封闭或敞开式母线、出线附属结构件等。

3.3

红外观测窗口 **infrared observation window**

在密闭空间的外壳或表面开设安装有红外玻璃的观测窗口，用于对内部设备或部件的温度情况进行红外检测。

4 检测要求

4.1 工作环境要求

检测工作环境应符合下列要求：

- a) 工作环境温度宜在 -10°C ~ 50°C 范围内，相对湿度宜不大于 85%；
- b) 仪器镜头应避免强光源的直射或反射，必要时可遮光检测；
- c) 应注意被测部位周围背景辐射的均衡性，尽量避开附近热辐射源和人体热源等的干扰。

4.2 仪器要求

4.2.1 红外热像仪

应具备图像显示、存储、输出和分析功能，测温范围和测量精度应满足现场测试要求，应具有较高

的温度分辨率。具体参数性能指标可参见附录 A。

4.2.2 红外测温仪（点温仪）

测温范围和测量精度应满足现场测试要求，应有较快的响应时间，应具有同轴定位和（或）寻像瞄准、超限报警、焦距调节等功能。具体参数性能指标可参见附录 B。

5 检测方法及评定标准

5.1 集电环和碳刷的红外检测

5.1.1 检测原则

集电环和碳刷的红外检测应遵守下列原则：

- a) 对于新投产及大修后的发电机，应在带电运行 1 周内进行检测；
- b) 更换碳刷、检修集电环或刷架装置后，应在带电运行 1 周内进行检测；
- c) 发电机运行中，检测周期宜为 3 个月，必要时可缩短检测周期。

5.1.2 检测方法

5.1.2.1 透平型同步发电机宜采用红外热像仪。

5.1.2.2 打开集电环罩，选择合适的观测位置，沿集电环径向方向进行温度检测。

5.1.2.3 应检测并比较所有碳刷的温差情况。碳刷温度异常时，应检查碳刷和集电环表面的磨损情况，并检测碳刷电流的分布情况。

5.1.2.4 应记录环境温度、励磁电流、发电机负荷、被测对象温度及检测时间等参数。

5.1.3 评定标准

依据 GB/T 7064—2008 附录 E 中表 E.3~E.5 和 GB/T 7894—2009 中表 3 的规定，发电机的集电环温升或温度限值应符合表 1 的规定。集电环的典型红外图谱参见附录 C。

各碳刷之间的温度不应有明显差异。

表 1 集电环温升或温度限值

发电机类型	发电机冷却方式	温升或温度限值		备 注
		130 (B) 级	155 (F) 级	
透平型 同步发电机	空冷	80K	105K	考核温升限值，冷却介质初始温度为 40℃时
	氢气间接冷却	80K	100K	考核温升限值，冷却介质初始温度为 40℃时
	氢气和水直接冷却	120℃	140℃	考核温度限值
水轮发电机	空冷	75K	85K	考核温升限值
	水直接冷却	75K	85K	考核温升限值
注：温升单位采用 K，温度单位采用℃。				

5.2 出线母线的红外检测

5.2.1 检测原则

出线母线的红外检测应遵守下列原则：

- a) 对于新投产及大修前、后的发电机，应进行检测；
- b) 发电机运行中，可每年检测一次，必要时可缩短检测周期。

5.2.2 检测方法

- 5.2.2.1 对于出线盒装有红外观测窗口的透平型同步发电机，应检测出线 and 套管的温度及相间温差。
- 5.2.2.2 应检测封闭母线外壳温度及相间温差。对于装有红外观测窗口的封闭母线，应检测内部导电杆的温度及相间温差。
- 5.2.2.3 应检测敞开式母线的温度及相间温差。
- 5.2.2.4 应检测发电机出线附属结构件的温度。
- 5.2.2.5 应注意相同型号、相同结构的发电机及其出线母线在相同条件下的温度比较。
- 5.2.2.6 应记录环境温度、发电机负荷、被测对象温度及检测时间等参数。

5.2.3 评定标准

- 5.2.3.1 依据 GB/T 8349—2000 中表 3 的规定，封闭母线各部件的温度和温升限值应符合表 2 的规定，且相间相同位置部件的温度不应有明显差异。
- 5.2.3.2 敞开式母线的温度和温升限值可参照表 2 中对封闭母线导电杆的规定，且相间温度不应有明显差异。
- 5.2.3.3 对于相同型号、相同结构的发电机及其出线母线，在相同条件下，出线母线各部件的温度不应有明显差异。

表 2 封闭母线的温度和温升限值

封闭母线的部件		温度限值 ℃	温升限值 K
导电杆		90	50
螺栓紧固的导体或 外壳的接触面	镀银	105	65
	不镀银	70	30
外壳		70	30
外壳支撑结构		70	30

5.3 定子铁心磁化试验铁心温度检测

5.3.1 检测原则

发电机进行定子铁心磁化试验时，应使用红外热像仪进行铁心温度检测。

5.3.2 检测方法

- 5.3.2.1 试验前，应测量铁心初始温度和环境温度。
- 5.3.2.2 缠绕励磁线圈电缆时，应使电缆悬空，避免电缆热源对铁心温度测量的影响以及电缆遮挡造成观测盲点。
- 5.3.2.3 试验中查找铁心过热点时，应先对定子铁心进行整体检测，比较铁心相同部位（定子齿或槽）的温差。怀疑有过热点时，再对其进行局部检测。确认过热点后，应做好记录。
- 5.3.2.4 试验过程中，应每隔 15min 分别测量并记录励磁线圈端电压、测量线圈端电压、励磁线圈电流、功率损耗、铁心温度和环境温度。

5.3.3 评定标准

依据 GB/T 20835—2007 中“7 铁心质量判别”的规定，在规定的磁通密度和试验时间下，铁心最大温升应不大于 25K，相同部位（定子齿或槽）温差应不大于 15K。定子铁心磁化试验铁心过热点的典型红外图谱参见附录 D。

5.4 定子绕组焊接头的红外检测

5.4.1 检测原则

怀疑定子绕组焊接头有开焊或断股缺陷，或需要对焊接质量进行检查时，宜向定子绕组通入直流电流使焊接头发热，并使用红外热像仪监测各焊接头温度和温差的变化。

5.4.2 检测方法

5.4.2.1 试验前应抽出转子、停止冷却系统运行。

5.4.2.2 试验应分相进行，试验电流宜为 5%~25%额定电流。根据发电机额定电流和试验设备容量，宜选择较大的试验电流。

5.4.2.3 试验通流时间宜不少于 1h。对检测结果有怀疑或异议时，应延长通流时间或加大试验电流。当温差超过限值时，应停止试验，并做检查处理。

5.4.2.4 可通过分布式控制系统（DCS）或发电机温度巡测仪，严密监测定子线棒层间温度，防止其超过允许值。

5.4.2.5 试验时，应同时检测定子绕组端部圆周上所有通电焊接头的温度，比较各通电焊接头的温差。怀疑有缺陷时，应进行局部检测。

5.4.2.6 应记录环境温度、试验电流、各通电焊接头的温度等参数。

5.4.3 评定标准

定子绕组焊接头的红外检测评定应符合下列标准：

- a) 未包绝缘的焊接头，温差达到 5K 及以上时，温度高者为不合格焊接头；
- b) 已包绝缘的焊接头，温差达到 3K 及以上时，温度高者为不合格焊接头。

定子绕组焊接头缺陷的典型红外图谱参见附录 E。

5.5 转子匝间短路的红外检测

5.5.1 检测原则

怀疑透平型同步发电机有转子匝间短路缺陷时，可给转子绕组施加工频交流电压使其发热，并使用红外热像仪检测转子表面及两端护环内侧的温度分布情况。

5.5.2 检测方法

5.5.2.1 试验前应将转子置于定子膛外。

5.5.2.2 对转子绕组施加工频交流电压，但不应超过 220V。

5.5.2.3 查找故障点时，应先对转子表面及两端护环内侧区域进行检测。发现有过热区域时，再通过局部检测进行故障定位。

5.5.3 评定标准

当发现有明显过热区域时，应分析转子该区域存在匝间短路故障的可能性。转子匝间短路故障的典

型红外图谱参见附录 F。

5.6 水轮发电机定子绕组端部温度检测

5.6.1 检测原则

对定子绕组端部可视的水轮发电机，运行中宜进行定子绕组端部温度的红外检测，并重点关注并头接头的温度差异。

5.6.2 检测方法

5.6.2.1 试验前，应检测定子绕组上、下端部的环境温度。

5.6.2.2 检测定子绕组端部温度时，应在上方、下方分别选择若干合适位置，检测整个圆周上所有绕组端部的温度及温差情况。

5.6.2.3 检测并头接头温度时，应注意相间各并头接头的温度差异。

5.6.3 评定标准

当定子绕组端部或并头接头温差达到 3K 及以上时，温度高者为不合格部位。

附 录 A
(资料性附录)
红外热像仪的基本要求

红外热像仪的基本要求见表 A.1。

表 A.1 红外热像仪的基本要求

技 术 内 容		技 术 要 求	说 明
基本参数	探测器类型	焦平面、非制冷	
	响应波长范围	长波 8μm~14μm	
	温度分辨率	不大于 0.15℃	30℃时
	帧频	不低于 25Hz	
	像素	不低于 160×120	
	测温范围	标准范围：-20℃~200℃，并可扩展至更宽的范围	
性能要求	测温准确度	±2℃或测量值乘以±2%（℃）	取绝对值大者
	发射率	0.01~1.00 连续可调	以 0.01 为步长
	连续稳定工作时间	不小于 2h	
	电磁兼容	符合 IEC 61000	
	外壳防护	符合 IP54	
	抗冲击和震动	符合 IEC 60068	
内嵌功能要求	操作方式	按键控制，中文或英文操作界面	以中文为佳
	显示模式	具有白热、黑热和伪彩色三种显示模式，可以手/自动调节色标，调色板应至少包括铁色和彩虹	
	图像冻结功能	有	
	图像存储功能	有	
	测量点温	有，至少一点	最高温度跟踪
	背景温度修正	有	
	大气透过率修正	可	
	光学透过率修正	可	
	温度单位设置	℃和°F相互转换	
	各参数显示	有	
	视频输出格式	标准 CCIR PAL/D 复合视频	
外置功能要求	界面显示	宜为中文界面	
	显示功能	真实还原所拍摄的热图	
	报告向导功能	可帮助用户创建分析报告	根据用户要求定制
	分析功能	提供温度分析功能	
	报告存储与打开功能	可存储用户生成的报告，并打开	根据用户要求定制
	报告生成功能	生成可打印的分析检测报告	根据用户要求定制

附 录 B
(资料性附录)

红外测温仪（点温仪）的基本要求

红外测温仪（点温仪）的基本要求见表 B.1。

表 B.1 红外测温仪（点温仪）的基本要求

技 术 内 容	技 术 要 求	说 明
探测器类型	焦平面、非制冷	
响应波长范围	长波 8μm~14μm	
测温范围	标准范围：-20℃~200℃	
测温精度	读数的±1%（℃）	
发射率	0.01~1.00 连续可调	以 0.01 为步长
响应时间	约 1s	
同轴激光定位和（或）光学寻像瞄准方式	有	
超设定值报警功能	有	
焦距调节功能	有	

附录 C
(资料性附录)

发电机集电环的典型红外图谱

发电机集电环的典型红外图谱见图 C.1。

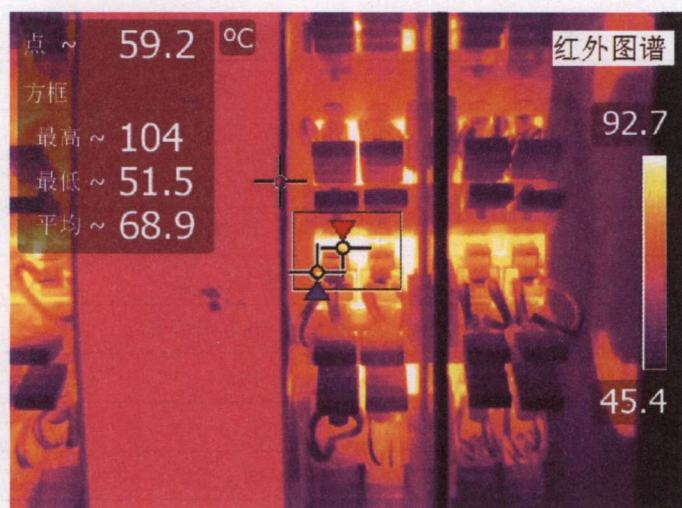


图 C.1 发电机集电环的典型红外图谱

附录 D
(资料性附录)

定子铁心磁化试验铁心过热点的典型红外图谱

某发电机定子铁心磁化试验发现铁心存在明显过热点,齿部最大温差超过 15K,其红外图谱如图 D.1 所示。

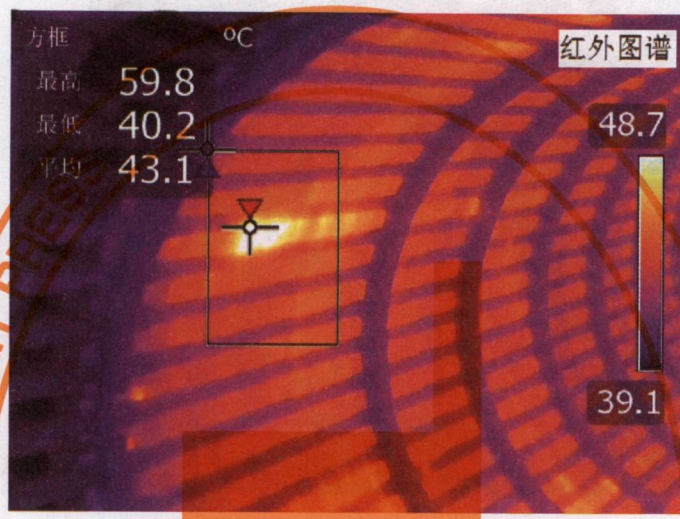
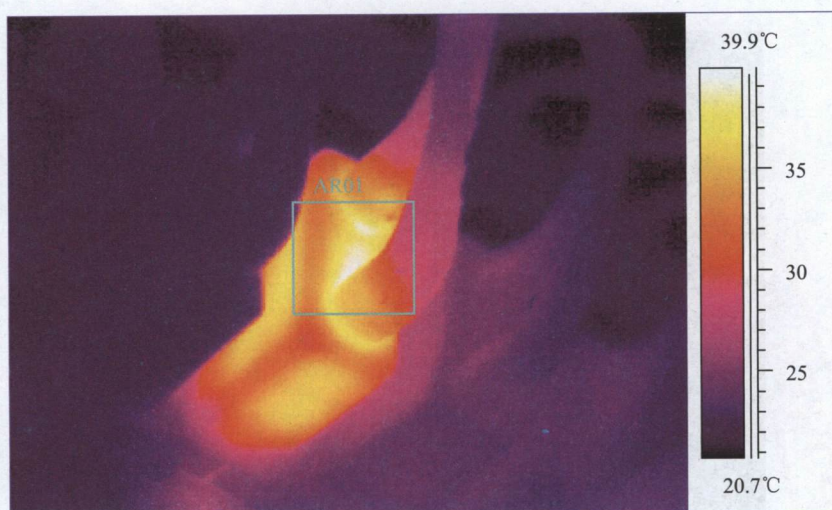


图 D.1 定子铁心磁化试验铁心过热点的典型红外图谱

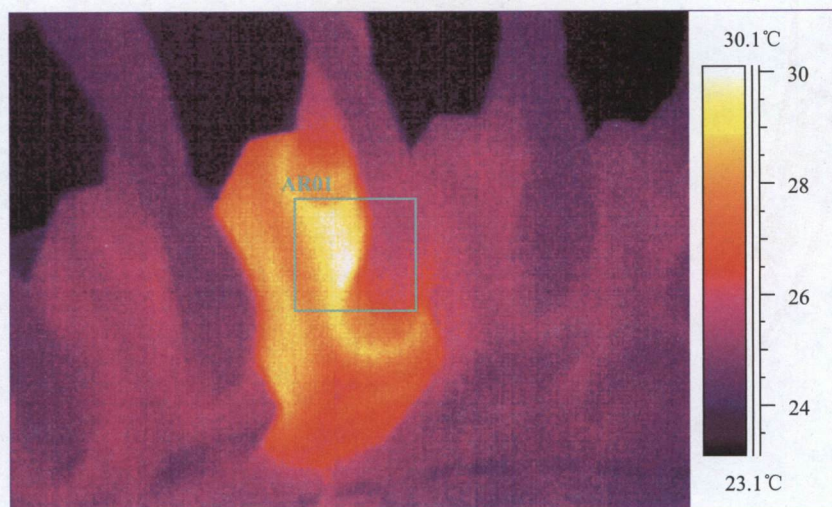
附录 E
(资料性附录)

定子绕组焊接头缺陷的典型红外图谱

某发电机定子绕组焊接头出现多处松动缺陷，其红外图谱如图 E.1 所示。



a) 过热点 1



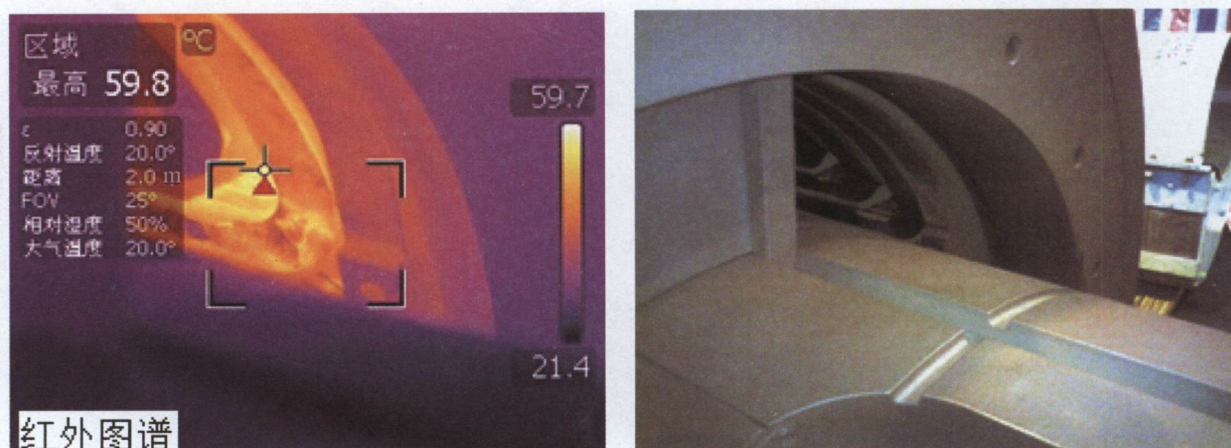
b) 过热点 2

图 E.1 定子绕组焊接头缺陷的典型红外图谱

附录 F (资料性附录)

转子匝间短路故障的典型红外图谱

某发电机转子发生匝间短路故障，给转子绕组施加工频交流电压，其红外图谱及对应实景图如图 F.1 所示。



a) 红外图谱

b) 对应实景图

图 F.1 转子匝间短路故障的典型红外图谱

*

*

*

版權專有 翻印必究

