

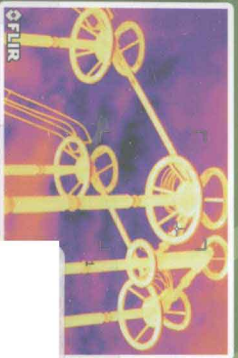


国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司电网设备状态检修丛书

国家电网公司生产技术部 编

电网设备状态检测 技术应用典型案例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

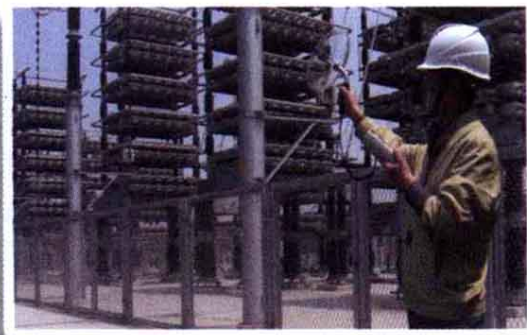
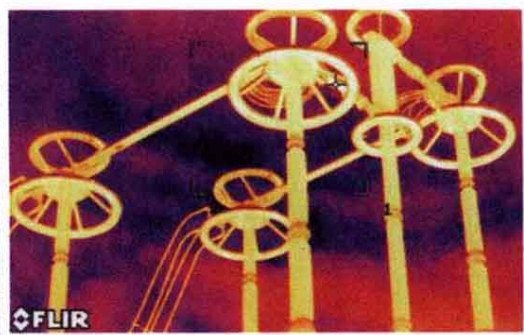


国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司电网设备状态检修丛书

国家电网公司生产技术部 编

电网设备状态检测 技术应用典型案例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为规范、有序地开展电网设备状态检修工作,提高针对性和有效性,国家电网公司生产技术部在总结电网设备状态检修工作经验并广泛征求各单位意见的基础上,编写了《国家电网公司电网设备状态检修丛书》,共8本,包括标准汇编、状态检测应用典型案例及状态检修技术等内容。

本书为《国家电网公司电网设备状态检修丛书 电网设备状态检测技术应用典型案例》,书中选取国家电网公司系统状态检测技术应用典型案例,真实展现案例经过,详细阐述检测分析方法,并深入总结了经验体会。全书共7章,包括输电线路、变压器、开关设备、互感器、避雷器、电缆和开关柜状态检测典型案例。

本书可供从事电网设备状态检修技术人员和管理人员使用,也可供其他相关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电网设备状态检测技术应用典型案例/国家电网公司
生产技术部编. —北京:中国电力出版社,2012.1

(国家电网公司电网设备状态检修丛书)

ISBN 978-7-5123-2604-0

I. ①电... II. ①国... III. ①电网—电气设备—检测
IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 010344 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 2 月第一版 2012 年 4 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.5 印张 615 千字

印数 5001—8000 册 定价 138.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编委会

主 任 帅军庆

副主任 张丽英 张启平 邓永辉

委 员 叶廷路 葛兆军 毛光辉 刘 明 李 龙

冀肖彤 张国威 彭 江 高克利 阎春雨

焦 飞 于钦刚 毕建刚 是艳杰 李红云

序 言

随着电网的快速发展，电网规模迅速扩大，传统的基于周期的设备定期检修模式已经不能适应国家电网公司发展和电网发展的要求，逐渐暴露出“维修频繁、维修不足、盲目维修”的问题。电网设备状态检修是现代电力企业普遍推行的一种设备检修管理策略，根据状态检（监）测信息，对设备健康状态和故障发展趋势做出评估，依据设备的实际状况制订维护、检修策略和计划，合理降低检修成本，提高检修效率，保障设备可靠运行。全面推行电网设备状态检修是当前电网快速发展阶段保证电网设备安全可靠运行最现实、最有效的措施，是国家电网公司建设“一强三优”现代公司，深化“两个转变”，提高生产精益化水平的重要举措。2007年以来，国家电网公司全面推进和不断深化电网设备状态检修，建立了以状态检修技术标准、管理标准和工作标准为基础，以设备运行状态管理为核心，以专家队伍、检测装备和信息化平台为保障的状态检修工作体系，已覆盖所有一次设备，基本实现了从“到期必修”到“应修必修、修必修好”的转变。实施状态检修后，设备运行管理明显加强，检修针对性和有效性大幅提高，各类可靠性指标明显改善，有力地保证了电网安全运行，促进了生产精益化管理水平的显著提升。

《国家电网公司电网设备状态检修丛书》是对公司2007年以来状态检修工作的系统梳理总结。该丛书的出版，可进一步推广应用国家电网公司状态检修工作成果，为全面深化状态检修工作提供依据和参考。

刘军庆

2012年1月

前言

全面实施电网设备状态检修是国家电网公司生产管理方式的重大变革，是精益化生产的核心内容。为进一步深化电网设备状态检修工作，切实加强状态检修工作各环节的过程管控，确保状态检修工作规范、扎实、有效开展，结合状态检修工作开展以来的成果和经验，国家电网公司生产技术部组织中国电力科学研究院编制完成了《国家电网公司电网设备状态检修丛书》，包括技术、管理、工作标准汇编和状态检测技术应用典型案例等。

电网设备的状态检测包括例行试验、诊断性试验、带电检测和在线监测，是设备状态信息收集和分析的重要手段。本书为《国家电网公司电网设备状态检修丛书 电网设备状态检测技术应用典型案例》，全书共 7 章，190 个典型案例，涵盖了输电线路、变压器、开关设备、互感器、避雷器、电缆和开关柜的状态检测。书中详细阐述了各案例的经过、检测分析方法以及经验体会，是各单位应用状态检测技术的宝贵经验。

本书由国家电网公司组织编写，其内容由国家电网公司生产技术部提出并进行解释。本书可供电力系统工程技术人员和管理人员使用，也可供其他相关人员学习参考。由于时间仓促，书中疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编者

2011 年 12 月

序言
前言

 第1章 输电线路状态检测	1
1.1 红外热像检测发现输电线路线夹过热缺陷	2
1.2 覆冰在线监测发现罗张Ⅰ线 185 号杆塔覆冰	4
1.3 覆冰在线监测发现复沙Ⅱ回线覆冰	6
1.4 覆冰监测分析 220kV 白城线杆塔承载力	8
1.5 覆冰在线监测指导电网抗冰工作	13
1.6 无人机智能巡线发现输电线路隐患	17
1.7 紫外成像检测发现输电线路均压环电晕放电	19
1.8 紫外成像检测及红外热像检测发现绝缘子温度异常原因	21
1.9 雷电定位系统发现输电线路雷击故障点	22
1.10 雷电定位系统发现商瞬 2Q98 商岙 2Q99 双回线雷击故障点	25
1.11 微风振动在线监测分析 220kV 鹤木线松花江大跨越承载力	26
1.12 测振分析 1932 线龟山大跨越、高亭大跨越振动水平超标	31
1.13 线路避雷器在线监测发现避雷器故障及雷击故障点	32
1.14 红外热像检测发现 500kV 输电线路耐张线夹断裂	34
1.15 光传感污秽在线监测发现 220kV 杆塔绝缘子积污	35
1.16 红外热像检测发现输电线路过热缺陷	36
1.17 输电线路视频监测发现 330kV 线路隐患	37
1.18 输电杆塔倾斜在线监测发现 110kV 线路杆塔倾斜	38
  第2章 变压器状态检测	 41
2.1 油中溶解气体在线监测发现 500kV 主变压器总烃超标	42
2.2 油中溶解气体分析发现 500kV 主变压器绕组断股缺陷	43
2.3 油中溶解气体分析发现 220kV 主变压器内部引线线夹接触不良	44
2.4 油中溶解气体分析及红外热像检测技术对 110kV 变压器 综合诊断	49
2.5 油中溶解气体分析及超声波局部放电检测发现 220kV 主变压器内部	

缺陷	52
2.6 油中溶解气体发现主变压器铁芯多点接地缺陷	56
2.7 油中溶解气体分析及超声波局部放电检测对淄潍线高压并联电抗器 综合诊断	57
2.8 油中溶解气体分析发现 220kV 主变压器裸金属材料过热原因	60
2.9 油中溶解气体在线监测发现 220kV 变压器高温过热性缺陷	63
2.10 油中溶解气体分析发现 110kV 主变压器绕组引线接触不良缺陷 ...	66
2.11 红外热像检测及油中溶解气体分析发现站用变压器悬浮放电 缺陷	68
2.12 红外热像检测发现 220kV 变压器套管过热	71
2.13 红外热像检测发现变电站设备过热缺陷	73
2.14 红外热像检测发现 220kV 主变压器低压侧导电杆过热	76
2.15 红外热像检测发现 220kV 主变压器 C 相套管缺陷	79
2.16 超声波局部放电检测发现 750kV 变压器中性点内部绝缘缺陷	80
2.17 高频、特高频及超声波局部放电检测发现 110kV 变压器内部放电 缺陷	82
2.18 油中溶解气体分析及特高频局部放电检测发现 220kV 主变压器 局部放电	84
2.19 频率响应分析发现 110kV 变压器绕组变形缺陷	86
2.20 超声波局部放电检测发现 500kV 变压器局部放电	87
2.21 油中溶解气体分析及红外热像检测发现 110kV 主变压器无载分接 开关触头烧损	89
2.22 紫外成像检测发现站用降压变压器高压套管接线排放电	92
2.23 高频局部放电检测发现换流变压器内部局部放电	93
2.24 红外热像检测发现变压器套管缺油	95
2.25 红外热像检测发现主变压器 10kV 侧限流电抗器本体过热	96
2.26 红外热像检测发现电抗器接地扁铁过热	97
2.27 油中溶解气体分析发现高压并联电抗器内部过热缺陷	98
2.28 油中溶解气体分析发现高压并联电抗器内部绝缘缺陷	99
2.29 特高频局部放电检测发现变压器套管内部绝缘缺陷	100
2.30 红外热像检测发现变压器套管过热缺陷	102
2.31 红外热像检测发现 500kV 主变压器中性点套管过热	103
2.32 油中溶解气体在线监测发现变压器高温过热	104
2.33 油中溶解气体分析发现变压器夹件内部接地缺陷	105
2.34 油中溶解气体在线监测发现 220kV 主变压器高压引线断股	108
2.35 油中溶解气体分析发现 220kV 主变压器内部绕组引出线 接触不良	117
2.36 油中溶解气体在线监测及超声波局部放电检测发现 750kV 高压并联 电抗器内部放电	118

2.37	油中溶解气体分析及直流电阻测试发现 110kV 主变压器 35kV 引线接触不良	121
2.38	红外热像检测发现 220kV 变压器高压侧套管接触不良	124
2.39	油中溶解气体分析发现 220kV 主变压器磁屏蔽缺陷	126

❖ **第3章 开关设备状态检测** 129

3.1	超声波局部放电检测发现 110kV GIS 触头屏蔽罩松动	130
3.2	超声波局部放电检测发现 110kV GIS 内部螺栓松动	131
3.3	超声波局部放电检测发现 126kV GIS 设备内部碎屑	132
3.4	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 内部毛刺	134
3.5	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 母线支柱绝缘子缺陷	135
3.6	高频及超声波局部放电检测发现 TV 仓内部悬浮电位放电	137
3.7	特高频及超声波局部放电检测发现 500kV GIS 内部屏蔽罩松动 ...	139
3.8	特高频及超声波局部放电检测发现 110kV GIS 绝缘子缺陷	141
3.9	特高频局部放电检测发现 800kV GIS 设备悬浮放电	145
3.10	特高频局部放电检测发现 110kV GIS 支撑绝缘子内部空穴放电	146
3.11	特高频局部放电检测发现 220kV GIS 盆式绝缘子内部空穴放电	149
3.12	特高频局部放电检测发现 110kV GIS 断路器仓内部电晕放电	151
3.13	特高频局部放电检测发现瑞金 110kV GIS TA 铁芯间隙放电	152
3.14	特高频局部放电检测发现浦建变电站 220kV GIS 局部放电干扰	154
3.15	特高频局部放电检测发现 220kV GIS 盆式绝缘子缺陷	156
3.16	声电联合检测发现 220kV GIS 通管接头局部放电	157
3.17	声电联合检测发现 35kV GIS 支撑绝缘子局部放电	159
3.18	超声波、特高频局部放电及 SF ₆ 气体分解物联合检测发现 220kV GIS 内部缺陷	161
3.19	SF ₆ 气体分解物检测发现 330kV HGIS 连接异常引起的绝缘潜伏性缺陷	164
3.20	SF ₆ 气体分解物检测发现 110kV GIS 内部缺陷	166
3.21	SF ₆ 气体分解物检测发现 220kV GIS 隔离开关气室动、静触头故障	168
3.22	SF ₆ 气体激光成像法检测发现河口变电站 110kV GIS 漏气	169
3.23	SF ₆ 气体激光成像法检测发现 220kV GIS 线路 TV 漏气	170
3.24	SF ₆ 气体红外成像法检测发现 220kV GIS 漏气	171
3.25	SF ₆ 气体红外成像法检测发现变电站设备漏气	173
3.26	X 光透视检测发现 220kV GIS 母线 TV 移位	175
3.27	超声波局部放电检测发现 500kV 罐式断路器内部杂质	176

3.28	SF ₆ 气体分解物检测发现 220kV 断路器绝缘拉杆悬浮放电	178
3.29	SF ₆ 气体分解物检测发现 110kV SF ₆ 断路器连接异常	181
3.30	红外热像检测发现 500kV 断路器断口电容受潮	183
3.31	红外热像在线监测发现 110kV 隔离开关触头过热缺陷	184
3.32	SF ₆ 气体红外成像法检测发现 SF ₆ 断路器漏气缺陷	187
3.33	超声波局部放电检测发现 GIS 设备毛刺和悬浮电位放电	189
3.34	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 内电压互感器局部 放电异常	191
3.35	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 母线屏蔽罩局部 放电异常	192
3.36	超声波局部放电检测发现 110kV GIS 内电流互感器局部 放电异常	193
3.37	特高频、超声波局部放电检测发现 110kV GIS 内电流互感器 局部放电异常	194
3.38	SF ₆ 气体分解物检测发现 500kV GIS 设备内部放电故障	199
3.39	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 设备内部颗粒放电缺陷	200
3.40	SF ₆ 气体红外成像法检测发现断路器 SF ₆ 气体泄漏	203
3.41	SF ₆ 气体分解物检测发现 220kV GIS 母线隔离开关气室接触不良 缺陷	204
3.42	超声波局部放电检测发现 HGIS 内部放电缺陷	206
3.43	SF ₆ 气体红外成像法检测发现 SF ₆ 断路器气体泄漏	207
3.44	SF ₆ 气体红外成像法检测发现 GIS、HGIS 设备气体泄漏	208
3.45	SF ₆ 气体分解物检测发现 GIS 内部潜伏性缺陷	210
3.46	SF ₆ 气体分解物检测发现 GIS 内部放电缺陷	211
3.47	超声波、特高频局部放电检测及 SF ₆ 气体分解物检测发现 GIS 内部电压互感器铁芯悬浮放电	212
3.48	X 光透视检测发现 GIS 设备内部结构性缺陷	215
3.49	SF ₆ 气体分解物检测发现 330kV GIS 断路器和隔离开关气室 故障	220
3.50	超声波局部放电检测发现 220kV GIS 防雨罩螺丝松动	222
3.51	SF ₆ 气体红外成像法检测发现 220kV 主变压器出线间隔套管气室 渗漏	223
3.52	SF ₆ 气体分解物检测发现断路器内部局部放电	224
3.53	红外热像检测发现 330kV 隔离开关严重发热	226
3.54	声电联合局部放电检测发现 GIS 局部放电隐患	227
3.55	SF ₆ 气体泄漏成像检测发现 220kV GIS 罐体焊接位置泄漏点	228
3.56	SF ₆ 气体分解物检测发现 GIS 内部断路器合闸电阻故障	229
3.57	特高频局部放电检测发现 GIS 盆式绝缘子表面局部放电	230

3.58	超声波局部放电检测发现 GIS 内部紧固夹件松动	232
3.59	红外热像检测发现隔离开关触头严重发热	234
3.60	SF ₆ 气体红外成像法检测发现断路器漏气	236
3.61	超声波局部放电检测发现 GIS 内部毛刺放电	237

❖ **第4章 互感器状态检测** 241

4.1	介损电容量带电检测发现 220、110kV 电流互感器油纸绝缘老化	242
4.2	电压互感器在线监测发现 220kV 电容式电压互感器元件击穿	244
4.3	超声波局部放电检测发现 500kV 电流互感器放电	247
4.4	声电联合检测发现 220kV 电压互感器家族性放电	249
4.5	高频局部放电检测发现 110kV 电容式电压互感器内部放电缺陷 ...	251
4.6	红外热像检测发现 500kV 电容式电压互感器电磁单元缺陷	253
4.7	红外热像检测发现 110kV 电压互感器温度异常	255
4.8	红外热像检测发现电流互感器 C 相绝缘支柱中部过热	256
4.9	泄漏电流检测发现 220kV 线路电压互感器异常	257
4.10	红外热像检测发现电流互感器内部过热	260
4.11	红外热像检测发现电压互感器油箱温度异常	261
4.12	红外热像检测发现电压互感器中间变压器及二次接线盒温度异常	262
4.13	红外热像检测发现电流互感器 P1 端口过热缺陷	263
4.14	红外热像检测发现电流互感器一次绕组油浸绝缘纸劣化	264
4.15	红外热像检测发现电流互感器内部接地缺陷	265
4.16	红外热像检测发现 110kV 电流互感器内部缺陷	267
4.17	SF ₆ 气体红外成像法检测发现电流互感器充气逆止阀 SF ₆ 气体泄漏	268

❖ **第5章 避雷器状态检测** 271

5.1	特高频局部放电检测发现金属氧化物避雷器内部放电	272
5.2	红外热像检测发现主变压器 220kV 侧避雷器进水受潮	275
5.3	红外热像检测发现 220kV 母线 A 相避雷器受潮	276
5.4	阻性电流检测及红外热像检测发现 110kV 线路金属氧化物避雷器异常	279
5.5	避雷器带电检测及红外热像检测发现 110kV 母线避雷器受潮	282
5.6	避雷器带电检测及红外热像检测发现主变压器 220kV 侧避雷器严重缺陷	285
5.7	红外热像检测发现 110kV I 母 A 相避雷器阀片老化	287
5.8	阻性电流检测发现金属氧化物避雷器阀片击穿	288
5.9	红外热像检测发现氧化锌避雷器受潮	290

5.10	避雷器在线监测发现母线避雷器绝缘受潮	291
5.11	避雷器带电检测发现避雷器内部阀片绝缘缺陷	293
5.12	避雷器带电检测发现避雷器内部绝缘缺陷	294
5.13	避雷器在线监测发现避雷器内部绝缘劣化受潮	294
5.14	避雷器带电检测发现 110kV 避雷器交流泄漏电流超标	295

第6章 电缆状态检测 299

6.1	超声波及特高频联合局部放电检测发现 220kV 电缆终端连接处 放电	300
6.2	超声波及特高频联合局部放电检测发现 35kV GIS 电缆头表面局部 放电	301
6.3	高频局部放电检测发现 220kV 电缆中间接头局部放电	304
6.4	高频局部放电检测发现 10kV 电缆终端局部放电	306
6.5	暂态地电压检测发现 10kV 电缆终端工艺缺陷	309
6.6	振荡波局部放电检测发现箱式变压器电缆中间接头局部放电缺陷	309
6.7	振荡波局部放电检测发现 10kV 电缆中间接头受潮	311
6.8	振荡波局部放电检测发现 10kV 电缆中间接头气隙放电	314
6.9	高频、特高频、超声波局部放电检测及频谱分析发现主变压器变联 GIS 侧 110kV 终端接头缺陷	315
6.10	红外热像检测发现 220kV 电缆终端锥体爬电	319
6.11	红外热像检测发现 10kV 电缆桩头过热缺陷	320

第7章 开关柜状态检测 323

7.1	暂态地电压检测发现 10kV 开关柜绝缘板放电	324
7.2	暂态地电压检测发现 10kV 三段 TV/避雷器柜局部放电异常	325
7.3	暂态地电压检测发现 35kV 开关柜缺陷	327
7.4	暂态地电压检测发现 35kV 开关柜避雷器引线松动	329
7.5	暂态地电压检测、红外热像检测及超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜内缺陷	331
7.6	暂态地电压检测及超声波局部放电检测发现开关柜内悬浮 电位放电	335
7.7	暂态地电压检测及特高频局部放电检测发现 35kV 开关柜穿柜套管 严重缺陷	336
7.8	超声波局部放电检测发现 10kV HXGN6-10 型环网柜柜内 绝缘隐患	338
7.9	超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜悬浮电位放电	339
7.10	超声波、特高频局部放电检测及暂态地电压检测发现 35kV 开关 柜母排与螺栓搭接不良	340

7.11	特高频及超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜内电缆电晕放电	345
7.12	特高频、超声波局部放电检测及暂态地电压检测发现 10kV 开关柜内电晕放电	347
7.13	超声波局部放电检测、暂态地电压检测及红外热像检测发现 10kV 开关站配电柜内部放电	349
7.14	红外热像检测发现 10kV 开关柜内过热缺陷	350
7.15	光纤式在线测温监测发现开关柜开关触头温度异常	351
7.16	声电联合检测发现开关柜内部放电	354
7.17	超声波局部放电检测及暂态地电压检测发现 35kV 开关柜套管均压环隐患	356
7.18	暂态地电压检测发现 10kV 高压室开关柜螺丝松动	357
7.19	特高频及超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜内悬浮电位放电	361
7.20	特高频及超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜内电晕放电	362
7.21	暂态地电压检测发现 220kV 某站 35kV 开关柜尖端放电	364
7.22	特高频、超声波局部放电检测及暂态地电压检测发现开关柜套管均压环隐患	366
7.23	声电联合局部放电检测发现开关柜内线路避雷器柜局部放电	368
7.24	红外热像检测发现 10kV 高压开关柜过热点	370
7.25	暂态地电压检测、特高频及超声波局部放电检测发现开关柜母线气室封堵头缺陷	371
7.26	暂态地电压检测及紫外成像检测发现开关柜内母线桥与隔板放电	373
7.27	暂态地电压检测、特高频局部放电检测及紫外成像检测发现 35kV 开关柜电缆终端局部放电	376
7.28	超声波局部放电检测及暂态地电压检测发现 10kV 开关柜内部电缆表面电晕放电	378
7.29	暂态地电压检测发现高压开关柜内穿墙套管局部放电	380
7.30	暂态地电压检测及超声波局部放电检测发现 10kV 开关柜内绝缘子表面放电	382

索引	状态检测技术分类索引	385
----	------------------	-----



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

第1章

输电线路状态检测



案例经过

2010年,天津市电力公司城南供电分公司开展输电线路的红外热像测温工作,共发现25处线路缺陷,其中包括危急、重大和一般缺陷。测得部分输电架空线线夹过热,热点温度达 $70\sim 150^{\circ}\text{C}$,过热原因有线夹接触面氧化腐蚀、线夹螺丝松动、线夹端子接触面粘有异物等。对红外测温工作中发现的缺陷及时进行了计划停电或者带电检修处理,对一处表面积污严重的绝缘子进行了抽检,发现绝缘子表面憎水性完全丧失。

检测分析方法

在高压输电线路检测中,红外检测具有远距离、不停电、不接触、不解体、精度高等特点,这是诸多常规检测方法所不能比拟的。红外热像技术是获取和分析来自非接触热成像装置热信息的科学技术。热成像技术生成的图片被称作“温度记录图”或“热像图”。红外热像检测技术具备测试简单方便、监测效率高,劳动强度低的特点。

红外检测技术主要适用于输电设备中的各类绝缘子,如压缩型、液压型、爆压型耐张线夹、并沟线夹、跳线线夹、T形线夹、设备线夹、安普线夹,接续管、修补管等,几乎包含了连接金属和绝缘的所有设备。

红外热成像检测技术通过专用测试仪器,捕获和检测运行电气设备自身发射的红外热能信息,通过历史数据、同类型设备数据的纵向和横向的对比分析来诊断运行电气设备的健康状况,发现设备内部存在的潜在缺陷。红外线原理图如图1-1所示。

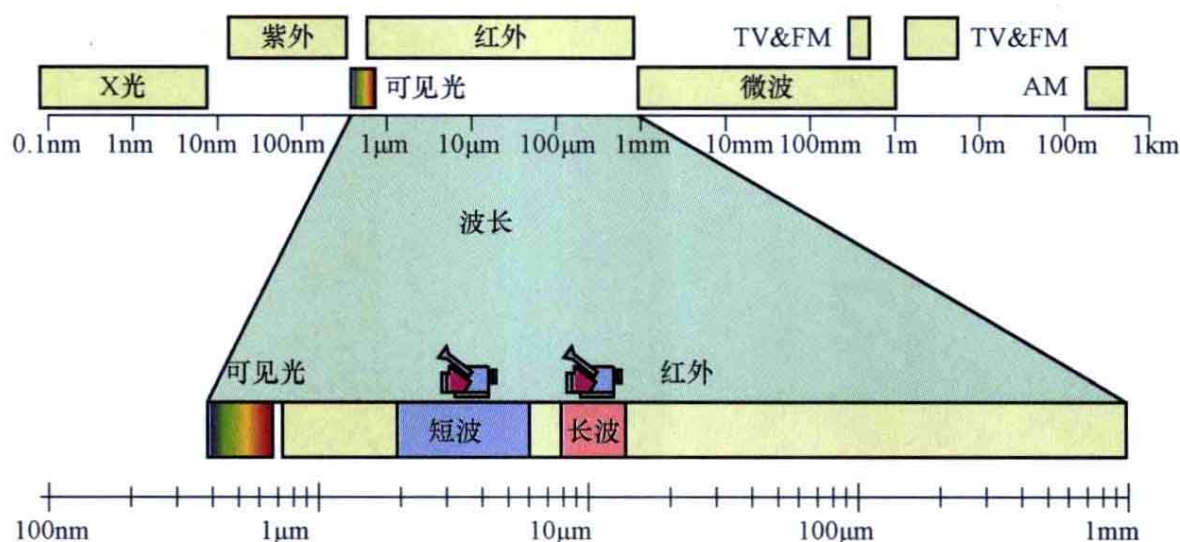


图 1-1 红外线原理图

通常把波长大于红色光线波长 $0.75\mu\text{m}$ 、小于 $1000\mu\text{m}$ 的这一段电磁波称作“红外线”,也常称作“红外辐射”。红外测温仪器原理图如图1-2所示。

天津市电力公司城南供电分公司对41条输电架空线路和270基杆塔进行红外测温工作,重点针对各类绝缘子,各类线夹、接续管和修补管。

在测试过程中，发现某输电架空线路线大号侧耐张线夹发热，如图 1-3 所示。通过发热部位与其他参考部位的温度比较分析，得出热点温度 91℃，后经过停电处理，发现为线夹接触面氧化腐蚀导致接触不良造成线夹搭火点过热。

在测试过程中，同时发现某输电架空线路线大号侧线夹发热，如图 1-4 所示。

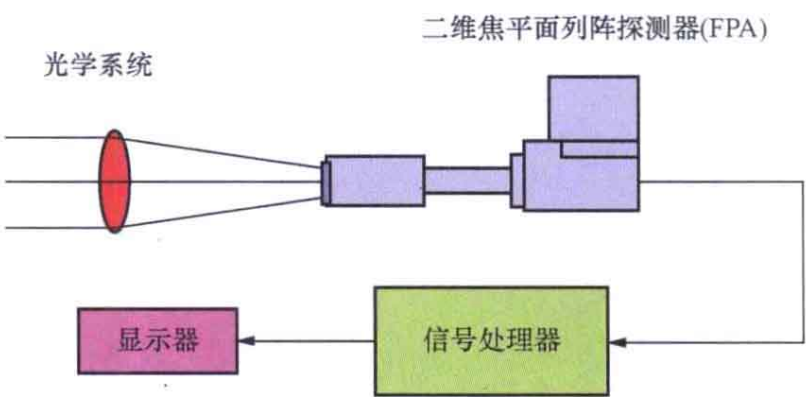


图 1-2 红外测温仪器原理

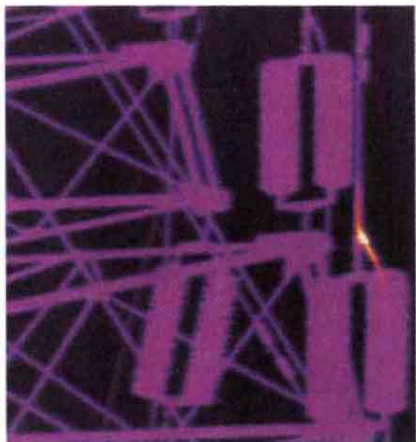


图 1-3 耐张线夹发热

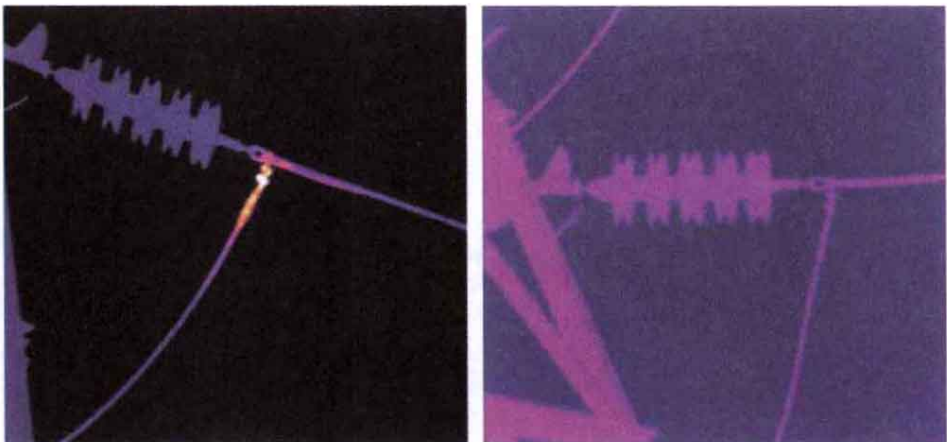


图 1-4 架空线路线大号侧线夹发热



图 1-5 螺栓被电弧灼伤

从图 1-4 中可以看出，固定线夹的螺栓处有明显亮点，热点温度 146℃，检查发现线夹螺丝松动造成发热，松动螺栓被电弧灼伤的螺丝如图 1-5 所示。

测试过程中还发现输电线路部分线夹存在发热现象，热点温度为 89℃ 和 74℃，发热原因分别为接头紧固没有到位，如图 1-6 所示；线夹端子接触面处粘有异物，如图 1-7 所示。现场查看后发现此段输电架空线路处于某座钢铁厂附近，周围环境如图 1-8 所示。在天气较好的情况下，观测绝缘子表面积污情况比较严重。对该段线路绝缘子进行样品带电抽检，结果表明绝缘子表面憎水性完全丧失。绝缘子外观如图 1-9 所示。

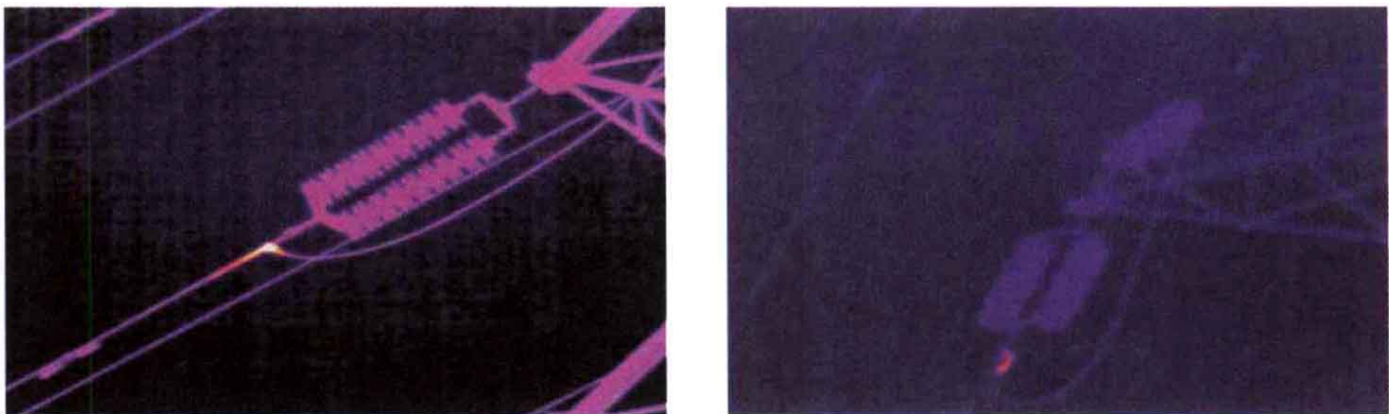


图 1-6 线夹发热

随后，对该段重污秽区内的输电架空线路绝缘子进行了仔细排查，并制定了治理方案，对区域内输电线路绝缘子进行了整体更换工作，以避免污闪事故再次发生。



图 1-7 绝缘子发热



图 1-8 周围环境



图 1-9 绝缘子外观

❖ 经验体会

红外热像检测技术在输电线路的应用，为及时发现发热隐患发挥了重要作用，将此项检测工作周期化和常态化，将大大提高设备状态可检、在检的能力和水平。

1.2 覆冰在线监测发现罗张Ⅰ线 185 号杆塔覆冰

❖ 案例经过

2010 年 12 月，陕西省电力公司商洛供电局输变电设备状态检（监）测系统投入试运行，通过采集气象参数（包括温度、湿度、风速、风向等）、现场图像以及视频信息，由监测系统判断该线路导线的覆冰情况，结合传送回来的图像可以更加准确地分析现场覆冰状况，同时利用各种修正理论模型、现场监测结果判断输电线路覆冰状况，并及时给出预报警信息，有效防止冰害事故的发生。

自 2011 年 1 月 1 日开始，强冷空气袭击西北大部分地区，陕西电网输电线路出现小范围覆冰，通过输变电设备状态检（监）测系统对商洛供电局罗张Ⅰ线 185 号杆塔产生覆冰至最终覆冰融化的全过程进行了监视，1 月 1 日 17 时左右线路开始出现覆冰，雨雪天气停止后至 2 日凌晨，覆冰进入稳定阶段，2 日 10 时起覆冰开始融化，对于其他线路，监测系统