

ICS 29.240.20

F 23

备案号: 31176-2011

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 345 — 2010

带电设备紫外诊断技术应用导则

Charged device technology application guidelines for UV diagnostics

2011-01-09 发布

2011-05-01 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 现场检测要求..... 1

5 现场检测..... 2

6 带电设备紫外检测内容及周期..... 2

7 电晕放电检测技术..... 3

8 带电设备电晕放电检测及诊断方法..... 4

9 缺陷类型的确定及处理方法..... 4

10 紫外成像仪管理..... 4

11 紫外数据的管理..... 4

附录 A（资料性附录） 风级风速鉴别表..... 6

附录 B（资料性附录） 输变电设备和发电机电晕放电典型图谱..... 7

附录 C（资料性附录） 电晕放电量与紫外光检测距离校正公式..... 15

附录 D（资料性附录） 带电设备紫外检测报告..... 16

前 言

本标准是根据带电设备电晕放电释放出紫外光的特点，结合应用紫外成像仪检测的基本技术要求首次提出。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高压试验技术分标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：湖北省电力试验研究院、国网电力科学研究院。

本标准参加起草单位：华东电网公司、广东电力试验研究院、广西电力试验研究院、四川电力试验研究院、青海电力试验研究院、宝钢工业检测公司。

本标准主要起草人：汪涛、雷民、周建国、杨楚明、胡灿、尹立群、李军、洪慰。

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）。

带电设备紫外诊断技术应用导则

1 范围

本标准规定了应用紫外成像仪检测带电设备电晕放电的现场检测要求、试验方法、检测内容及周期、检测技术、诊断方法、缺陷类型的确定及处理方法和技術管理等要求。

本标准适用于带电设备外部电晕放电状态检测和故障诊断，主要包括输变电设备导电体和绝缘体表面以及发电机线棒等因各种原因引起的电晕放电检测。

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。

DL 408 电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部分）

DL 409 电业安全工作规程（电力线路部分）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

增益 amplification

紫外成像仪对检测光子数信号衰减或放大的比例。

3.2

光子数 photon number

表征电晕放电强度的主要指标之一，它是紫外成像仪在一定增益下单位时间内观测到的光子数量。

3.3

电晕放电形态 form of corona discharge

带电设备表面的电晕放电表现出连续稳定和间歇性放电两种形态。

3.4

绝缘子串表面电晕放电长度 the length of insulator surface corona discharge

绝缘子串表面电晕放电，沿面的空气电离，紫外成像仪观测到的短接绝缘子串干弧距离的电晕放电长度。

4 现场检测要求

4.1 人员要求

应用紫外成像仪对带电设备电晕放电检测是一项带电检测技术，从事检测的人员应具备如下条件：

- 了解紫外成像仪的基本工作原理、技术参数和性能，掌握仪器的操作程序和测试方法；
- 通过紫外成像检测技术的培训，熟悉应用紫外成像仪对带电设备电晕检测的基本技术要求；
- 了解被检测设备的结构特点、外部接线、运行状况和导致设备缺陷的基本因素；
- 具有一定现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的有关安全规程及规定。

4.2 安全要求

- a) 对带电设备进行紫外成像检测应严格遵守 DL408 和 DL409 的要求。
- b) 对带电设备进行紫外成像检测应严格遵守发电厂、变电站及线路巡视要求。
- c) 对带电设备进行紫外成像检测应设专人监护, 监护人必须在工作期间始终行使监护职责, 不得擅自离岗或兼任其他工作。

4.3 检测环境条件要求

4.3.1 一般检测要求

- a) 被检测设备是带电设备, 应尽量避免影响检测的遮挡物。
- b) 不应在有雷电和中(大)雨的情况下进行检测。
- c) 风速宜不大于 5m/s, 参见附录 A。

4.3.2 准确检测要求

除了满足一般检测要求之外, 还应满足以下要求:

- a) 风速宜不大于 1.5m/s, 参见附录 A。
- b) 尽量减少或避开电磁干扰或其他干扰源对仪器测量的影响。

4.4 仪器要求

4.4.1 一般要求

紫外成像仪应操作简单, 携带方便, 图像清晰、稳定, 具有较高的分辨率和动、静态图像存储功能, 在移动巡检时, 不出现拖尾现象, 对设备进行准确检测且不受环境中电磁场的干扰。

4.4.2 数字式紫外成像仪

采用紫外光图像与可见光图像叠加, 能实时显示设备电晕放电状态和在一定区域内紫外线光子的数值, 具有光子数计数功能, 能避免太阳光中紫外线的干扰, 在日光下也能观测电晕。

4.4.3 紫外电子光学成像仪

能实时显示电晕放电位置和放电形态, 抗干扰能力较强, 操作简便, 宜在夜晚或阴天检测。

5 现场检测

5.1 一般检测

紫外成像仪开机, 增益设置为最大, 在图像稳定后即可开始检测。

一般先对所有被测设备进行全面扫描, 发现电晕放电部位, 然后对异常放电部位进行准确检测。

5.2 准确检测

紫外成像仪观测电晕放电部位应在同一方向或同一视场内, 并选择检测的最佳位置, 以避免其他设备放电的干扰。

在安全距离允许的范围内, 在图像内容完整的情况下, 紫外成像仪宜尽量靠近被检设备, 使被检设备电晕放电部位在视场范围内最大化, 记录紫外成像仪与电晕放电部位距离。

在一定的时间内, 紫外成像仪检测电晕放电强度以多个相差不大的极大值的平均值为准, 并同时记录电晕放电形态、具有代表性的动态视频过程以及绝缘体表面电晕放电长度范围。

5.3 仪器设置

增益设置为最大, 根据光子数的饱和情况, 逐渐调整增益。

调节焦距, 直至图像清晰度最佳。

6 带电设备紫外检测内容及周期

6.1 带电设备紫外检测的内容

导体表面电晕放电有下列情况:

- a) 由于设计、制造、安装或检修等原因, 形成的锐角或尖端;

- b) 由于制造、安装或检修等原因,造成表面粗糙;
- c) 运行中导线断股(或散股);
- d) 均压、屏蔽措施不当;
- e) 在高电压下,导电体截面偏小;
- f) 悬浮金属物体产生的放电;
- g) 导电体对地或导电体间间隙偏小;
- h) 设备接地不良。

绝缘体表面电晕放电有下列情况:

- a) 在潮湿情况下,绝缘子表面破损或裂纹;
- b) 在潮湿情况下,绝缘子表面污秽;
- c) 绝缘子表面不均匀覆冰;
- d) 绝缘子表面金属异物短接;
- e) 发电机线棒表面防晕措施不良、绝缘老化、绝缘机械损伤等。

输变电设备和发电机电晕放电典型图谱参见附录 B。

6.2 带电设备紫外检测周期

运行带电设备的紫外检测周期应根据带电设备的重要性、电压等级及环境条件等因素确定。

一般情况下,对于 500kV (330kV) 及以上变电设备检测每年不少于 1 次,重要的 500kV (330kV) 及以上运行环境恶劣或设备老化严重的变电站可适当缩短检测周期。500kV (330kV) 及以上输电线路,视重要程度,在有条件的情况下,宜 1 年~3 年 1 次。

重要的新建、改扩建和大修的带电设备,宜在投运后 1 月内进行检测。

特殊情况下,如带电设备出现电晕放电声异常、冰雪天气(特别是冻雨)、在污秽严重且大气湿度大于 90%,宜及时检测。

7 电晕放电检测技术

7.1 电晕放电强度

7.1.1 光子数(适用数字式紫外成像仪)

紫外成像仪检测的单位时间内光子数与带电设备电晕放电量具有一致的变化趋势和统计规律,随着电晕放电强烈,单位时间内的光子数增加并出现饱和现象,若出现饱和则要在降低其增益后再检测。

7.1.2 电晕放电形态和频度

带电设备电晕放电从连续稳定形态向刷状放电过渡,刷状放电呈间歇性爆发形态。

7.1.3 电晕放电长度范围

紫外成像仪在最大增益下观测到短接绝缘子干弧距离的电晕放电长度。

7.2 影响电晕检测结果的主要因素

7.2.1 大气湿度和大气气压

大气湿度和大气气压对带电设备的电晕放电有影响,现场只需记录大气环境条件,但不做校正。

7.2.2 检测距离

紫外光检测电晕放电量的结果与检测距离呈指数衰减关系,在实际测量中根据现场需要进行校正,参见附录 C。

7.3 现场检测要求

7.3.1 一般要求

应充分利用紫外光检测仪器的有关功能达到最佳检测效果,如增益调整、焦距调整、检测方式等功能。紫外检测应记录仪器增益、环境湿度、测量距离等参数。

7.3.2 导体表面电晕异常放电检测

- a) 检测单位时间内多个相差不大的光子数极大值的平均值。
- b) 观测电晕放电形态和频度。

7.3.3 绝缘体表面电晕异常放电检测

- a) 检测单位时间内多个相差不大的光子数极大值的平均值。
- b) 观测电晕放电形态和频度。
- c) 观测电晕放电长度范围。

当带电设备外绝缘出现高频度、间歇性爆发的电晕放电并短接部分干弧距离后，应重新校核和评估带电设备外绝缘耐受水平。

8 带电设备电晕放电检测及诊断方法

8.1 图像观察法

主要根据带电设备电晕状态，对异常电晕的属性、发生部位和严重程度进行判断和缺陷定级。

8.2 同类比较法

通过同类型带电设备对应部位电晕放电的紫外图像或紫外计数进行横向比较，对带电设备电晕放电状态进行评估。

9 缺陷类型的确定及处理方法

9.1 紫外检测发现的设备电晕放电缺陷同其他设备缺陷一样，应纳入设备缺陷管理制度的范围，按照设备缺陷管理流程进行处理。

9.2 根据电晕放电缺陷对带电设备或运行的影响程度，一般分成三类：

- a) 第一类：指设备存在的电晕放电异常，对设备产生老化影响，但还不会引起事故，一般要求记录在案，注意观察其缺陷的发展。
- b) 第二类：指设备存在的电晕放电异常突出，或导致设备加速老化，但还不会马上引起事故。应缩短检测周期并利用停电检修机会，有计划安排检修，消除缺陷。
- c) 第三类：指设备存在的电晕放电严重，可能导致设备迅速老化或影响设备正常运行，在短期内可能造成设备事故，应尽快安排停电处理。

10 紫外成像仪管理

10.1 紫外成像仪应有专人负责，妥善保管，定期进行通电等检查。每年不少于一次，仪器及附件应处于完好状态。

10.2 仪器档案资料应完整，具有出厂合格证、使用说明、质保书、分析软件和操作手册等。

10.3 紫外成像仪的保管和使用环境条件，以及运输中的冲击、振动应符合仪器使用说明书的要求，仪器存放应防湿、干燥。

10.4 仪器故障不得擅自拆卸，应到仪器厂家或厂家指定的维修点进行维修。

10.5 紫外成像仪应在 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 范围内使用，避免仪器淋雨和长时间日晒，并应符合下列要求：

- a) 应轻拿轻放，小心操作。
- b) 用完后盖上镜头盖，不用时关机。
- c) 有条件的情况下，宜进行仪器比对。

11 紫外数据的管理

11.1 紫外成像检测的记录和诊断报告应详细、全面并妥善保管。

11.2 紫外成像检测报告应包含使用仪器的型号、检测日期、检测环境条件、检测地点、检测人员、设

备名称、缺陷部位、缺陷性质、电压、图像资料、诊断结果及处理意见等内容。

11.3 现场应详细记录缺陷的相关资料，并及时提出检测诊断报告。现场检测记录和诊断报告样本参见附录 D。

11.4 对记录的数据和图像应及时编号存档，诊断结论和处理结果应登记在案，缺陷和异常应及时上报主管部门。

11.5 本单位的紫外成像图谱库及检测台账，应进入单位设备信息管理系统。

附 录 A
(资料性附录)
风 级 风 速 鉴 别 表

风级风速鉴别表如表 A.1 所示。

表 A.1 风 级 风 速 鉴 别 表

风力等级	风的名称	相 当 风 速 m/s	陆地物征象
0	无风	0~0.2	静、烟直立
1	软风	0.3~1.5	烟能表示方向，但风向标不能转动
2	轻风	1.6~3.3	人面感觉有风，树叶有微响，风向标能转动
3	微风	3.4~5.4	树叶及微枝摇动不息，旌旗展开
4	和风	5.5~7.9	能吹起地面尘土和纸张，树的小枝摇动
5	清风	8.0~10.7	有叶的小树摇动，内陆的水面有小波
6	强风	10.8~13.8	大树枝摇动，电线呼呼有声，举伞困难
7	疾风	13.9~17.1	全树摇动，大树枝弯下来，迎风步行不便
8	大风	17.2~20.7	可折毁树枝，人向前行感觉阻力大
9	烈风	20.8~24.4	烟囱及平房屋顶受损，小屋被破坏
10	狂风	24.5~28.4	可使树木拔出或将建筑物摧毁
11	暴风	28.5~32.6	陆上很少，有则必有重大损失
12	飓风	32.7~36.9	陆上极少，其摧毁力极大

附录 B (资料性附录)

输变电设备和发电机电晕放电典型图谱

输变电设备和发电机电晕放电典型图谱如图 B.1～图 B.24 所示。

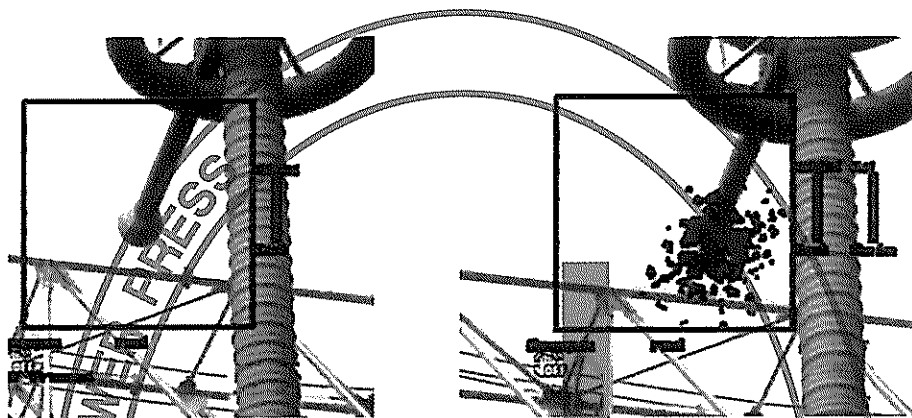


图 B.1 支柱绝缘子出线位置电晕放电

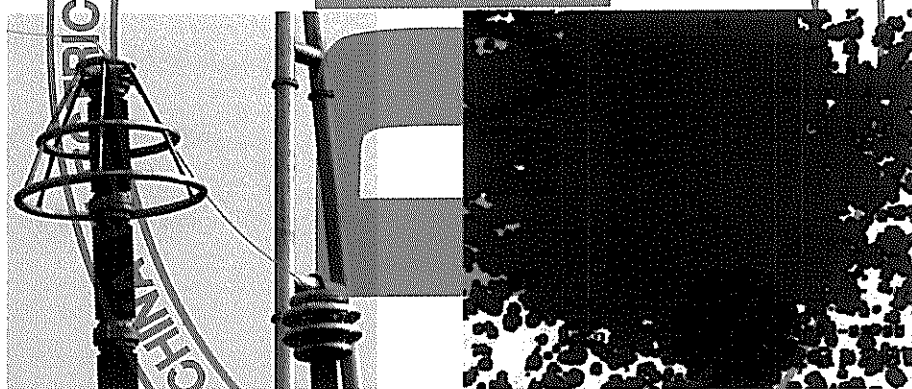


图 B.2 单根细导线电晕放电

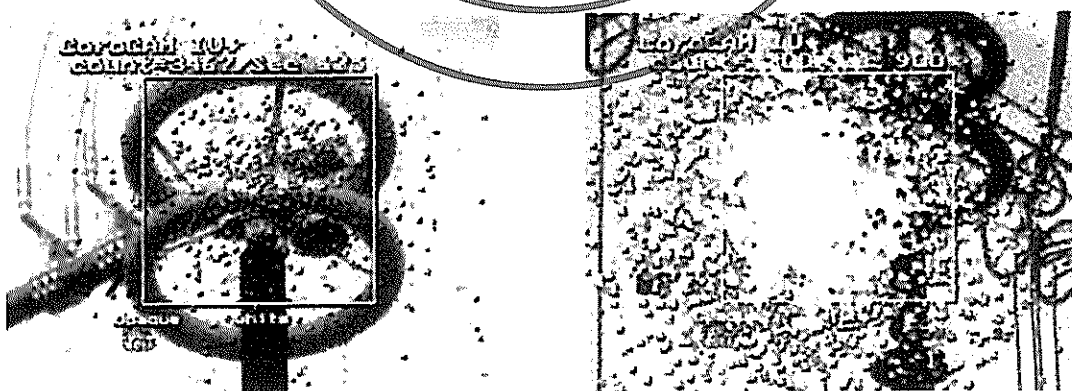


图 B.3 支柱绝缘子端部均压环电晕放电

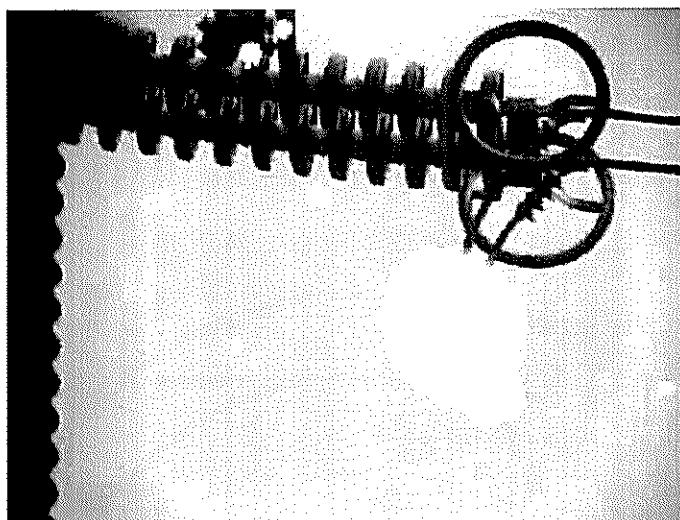


图 B.4 线夹电晕放电

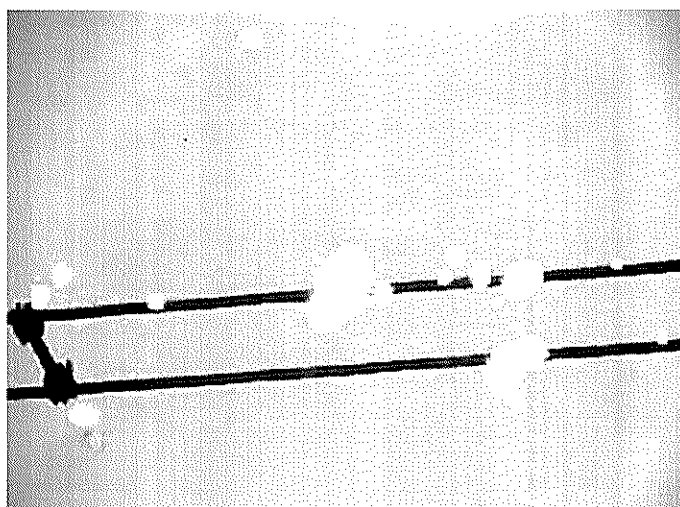


图 B.5 导线断股电晕放电



图 B.6 支柱绝缘子端部均压环偏小电晕放电

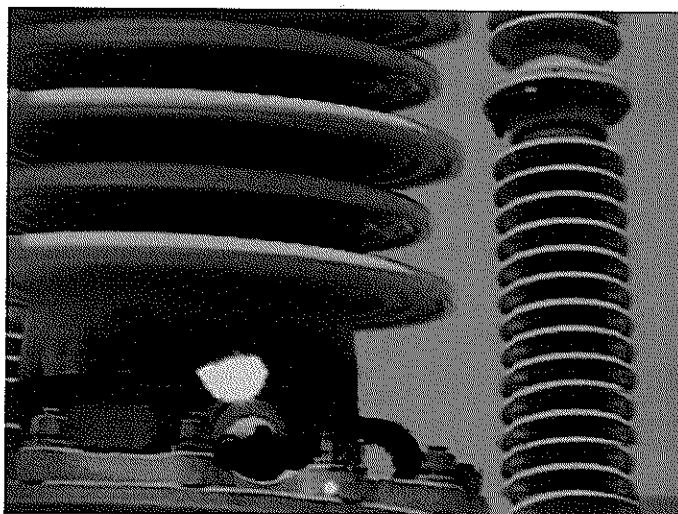


图 B.7 瓷套底部尖端电晕放电

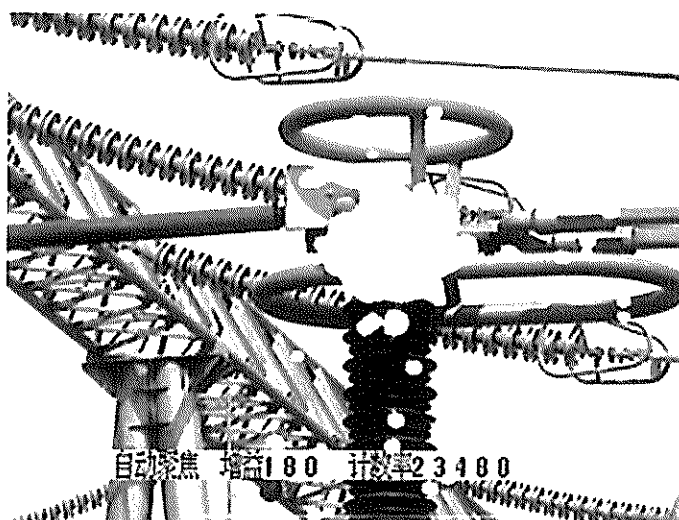


图 B.8 隔离刀闸端部均压环电晕放电

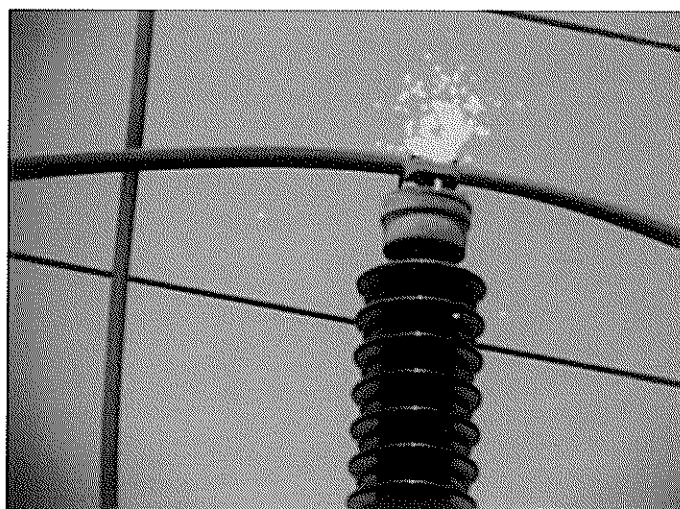


图 B.9 尖端电晕放电

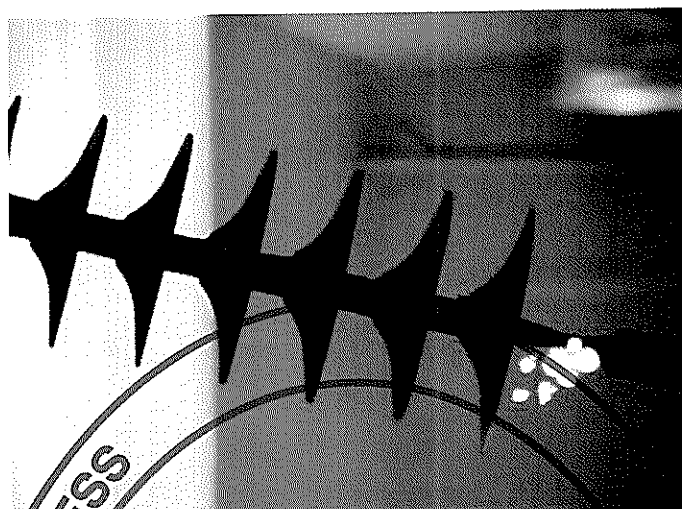


图 B.10 复合绝缘子未装均压环端部电晕放电

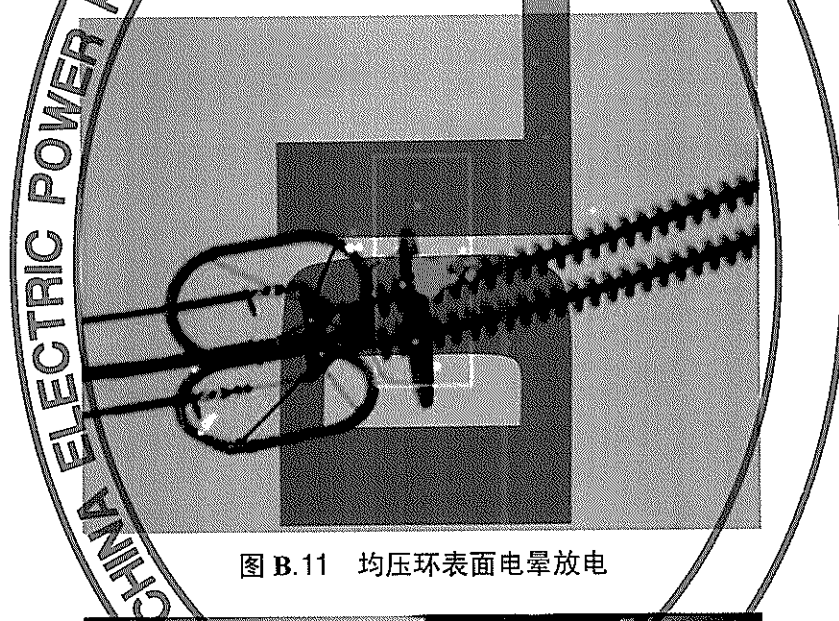


图 B.11 均压环表面电晕放电

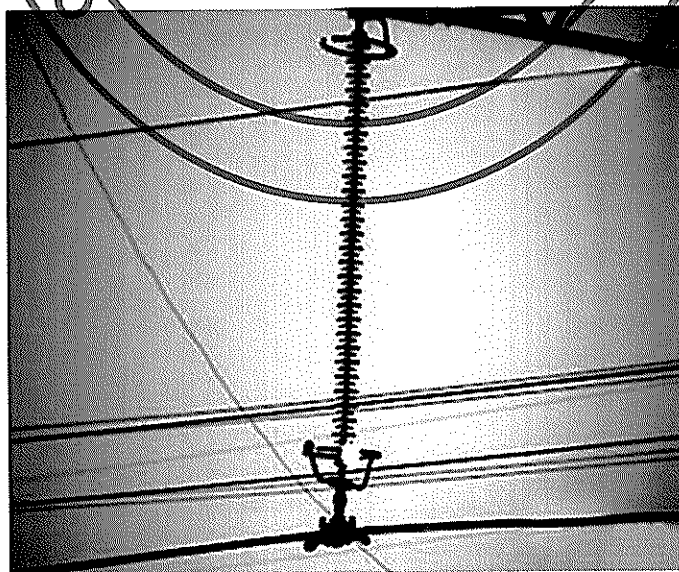


图 B.12 均压环表面尖端电晕放电

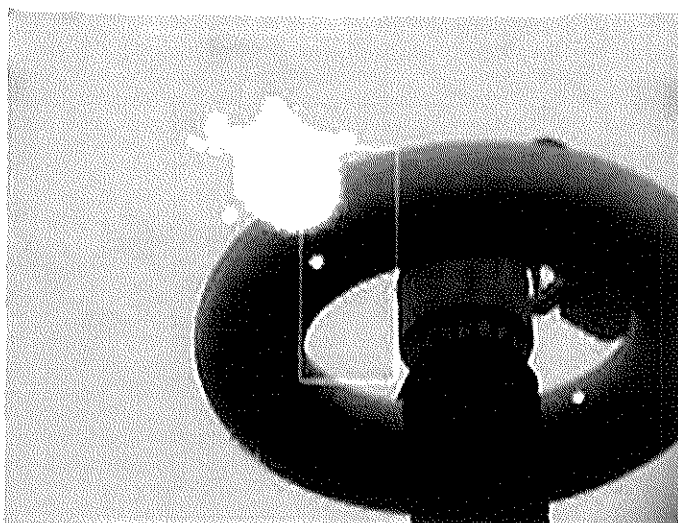


图 B.13 均压环表面电晕放电

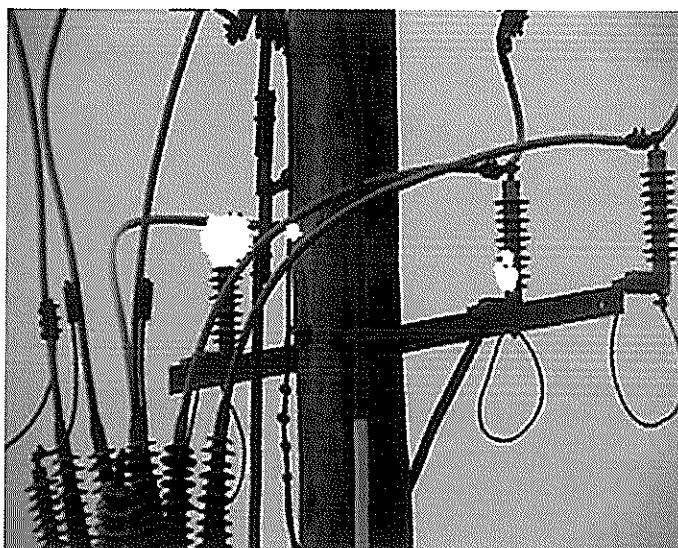


图 B.14 支柱绝缘子端部电晕放电

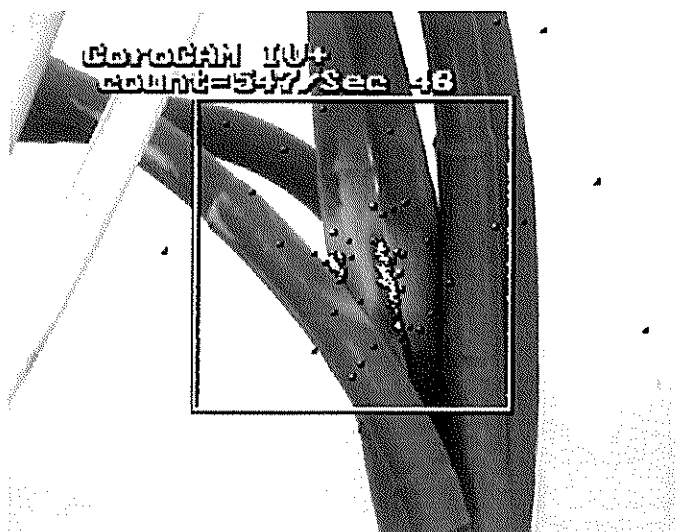


图 B.15 电缆头分支引线交叉部位电晕放电

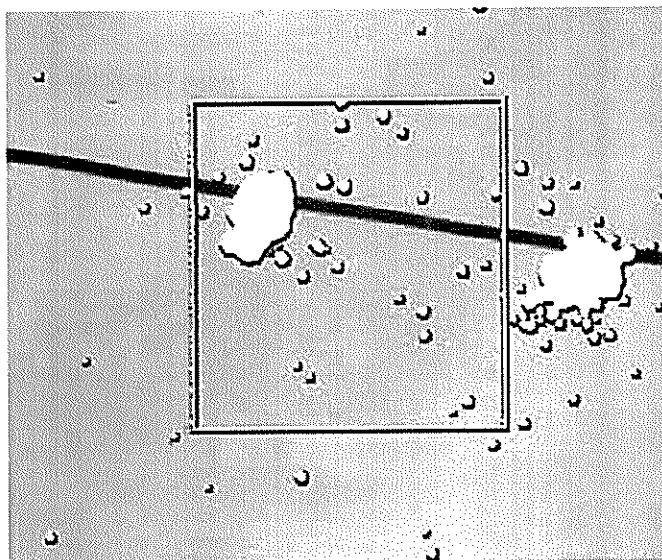


图 B.16 导线表面尖端电晕放电

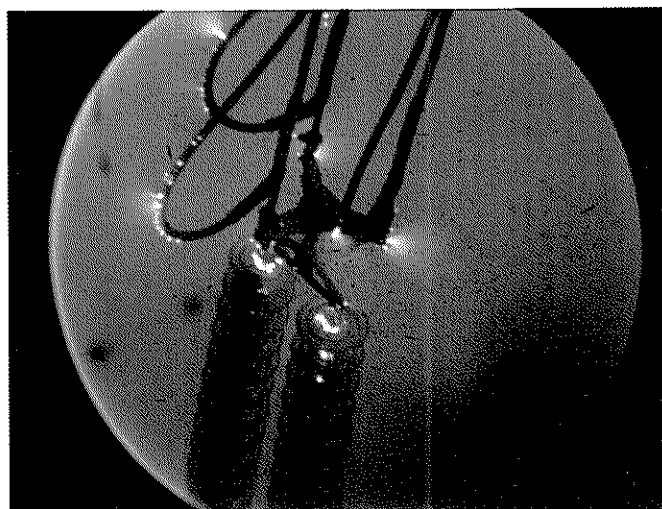


图 B.17 绝缘子和导线电晕放电

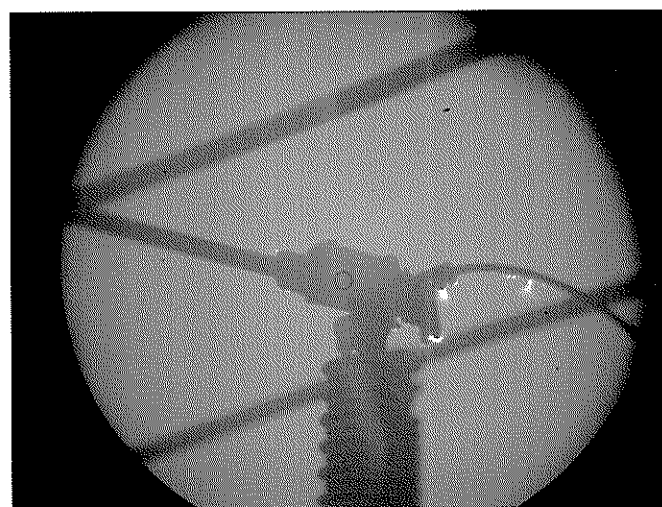


图 B.18 支柱绝缘子端部电晕放电

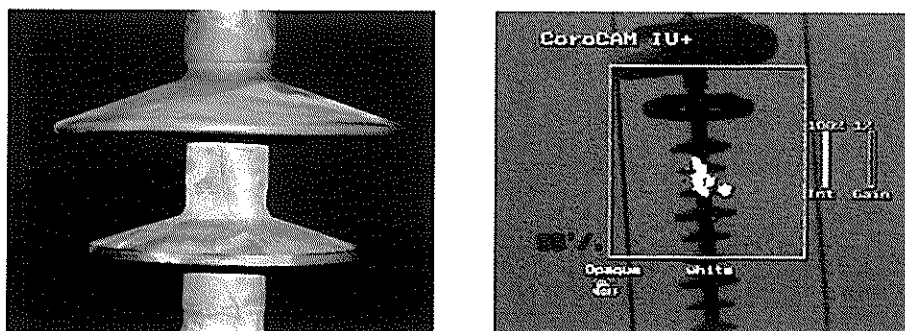


图 B.19 复合绝缘子芯棒护套开裂及在工频运行电压下电晕放电

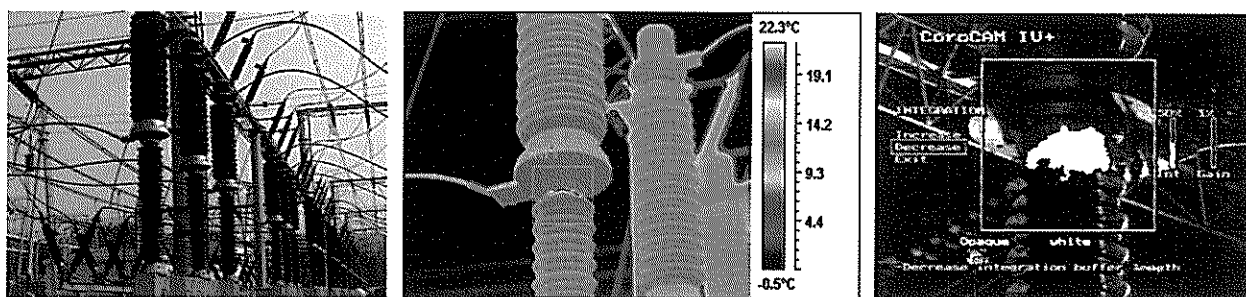
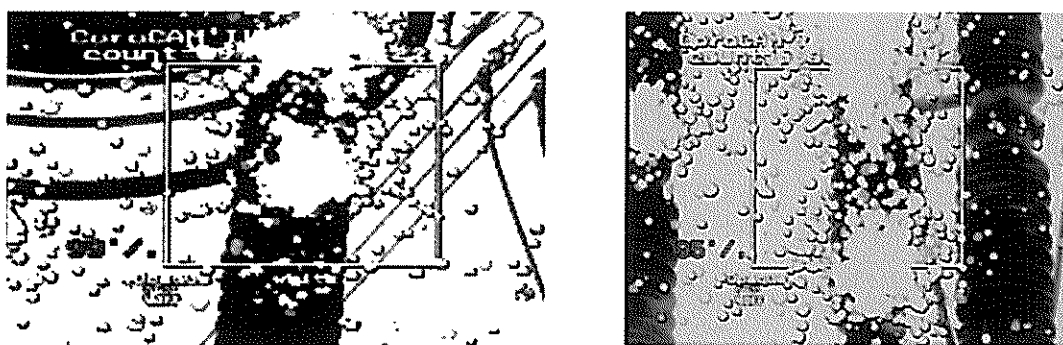
图 B.20 SF₆断路器可见光、红外和紫外检测

图 B.21 支柱绝缘子表面污秽严重, 在小雨状态下的电晕发电

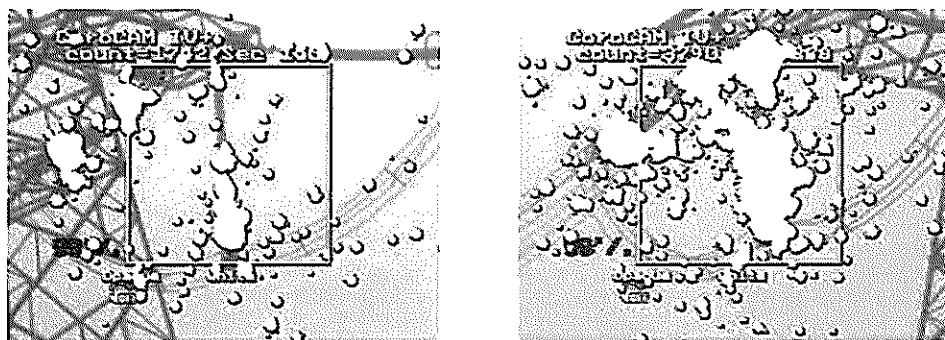


图 B.22 线路覆冰绝缘子串电晕放电

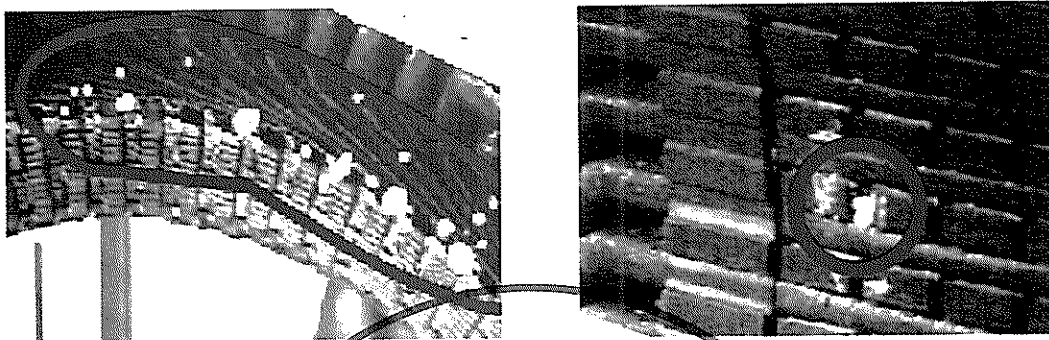


图 B.23 发电机检修试验时，线棒表面电晕放电



图 B.24 发电机检修试验时，线棒端部电晕放电

附录 C
(资料性附录)

电晕放电量与紫外光检测距离校正公式

电晕放电量与紫外光检测距离校正公式如式 (C.1) 所示。

按 5.5m 标准距离检测, 换算公式为:

$$y_1 = 0.033x_2^2 y_2 \exp(0.4125 - 0.075x_2) \quad (\text{C.1})$$

式中:

x_2 ——检测距离, m;

y_2 ——在 x_2 距离时紫外光检测的电晕放电量;

y_1 ——换算到 5.5m 标准距离时的电晕放电量。

附录 D
(资料性附录)
带电设备紫外检测报告

带电设备紫外检测报告如表 D.1 所示。

表 D.1 带电设备紫外检测报告

单位		地点		被检测设备名称	
检测时间		天气:	环温:	湿度:	风速:
测试仪器		仪器增益		测试距离 m	
光子计数		电晕形态 (连续 或间歇性)		图像编号	

图像分析

紫外图像	可见光图像

诊断分析和缺陷性质

处理意见

备注

检测人员:

审核:

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
带电设备紫外诊断技术应用导则
DL/T 345—2010

*

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>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2011年4月第一版 2011年4月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 33千字
印数 0001—3000册

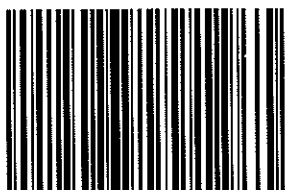
*

统一书号 155123·437 定价 30.00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



155123.437

上架建议：规程规范/
电力工程/火力发电