

Q/GDW

国家电网公司企业标准

Q/GDW 11223—2014

高压电缆状态检测技术规范

Technical specification for state detection
for high voltage cable lines

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2014 - 12 - 01 发布

2014 - 12 - 01 实施

国家电网公司

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 电缆状态检测的通用要求.....	2
5 电缆状态检测的项目、周期、方法和判据.....	2
附录 A（规范性附录） 红外热像仪、外护层接地电流的带电检测仪器基本要求.....	9
附录 B（规范性附录） 常用材料辐射率的参考值.....	11
附录 C（资料性附录） 高压电缆红外热像检测报告.....	12
附录 D（资料性附录） 高压电缆外护层接地电流检测记录.....	13
附录 E（资料性附录） 高压电缆设备高频局部放电检测报告.....	14
附录 F（资料性附录） 高压电缆设备超高频局部放电检测报告.....	15
附录 G（资料性附录） 高压电缆设备超声波法局部放电检测报告.....	16
编制说明.....	17

前 言

电缆状态检测技术可有效发现电缆线路潜伏性运行隐患，是电缆线路安全、稳定运行的重要保障，是电缆设备状态评价的基础。为规范和有效开展电缆线路状态检测工作，参考国内外有关标准，结合实际情况，制定本标准。

本标准由国家电网公司运维检修部提出并解释。

本标准由国家电网公司科技部归口。

本标准起草单位：国网上海市电力公司。

本标准主要起草人：姜芸、丛光、宁昕、肖嵘、曹志强、周韞捷、蒋晓娟。

本标准首次发布。

高压电缆状态检测技术规范

1 范围

本标准规定了国家电网公司电缆线路状态检测基本要求、检测方法、缺陷诊断判据及数据记录和报告等要求。

本标准适用于35kV~500kV交流电缆线路（包括站内联络电缆）状态检测工作。

2 规范性引用文件

DL/T 664 带电设备红外诊断技术应用导则

Q/GDW 11224—2014 电缆线路局部放电带电检测设备技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

状态检测 **state detection**

利用红外热成像、局部放电、接地电流检测等专业无损检测技术手段，综合评估并诊断电力设备的运行状况、绝缘老化、工艺缺陷等潜伏性故障。

3.2

带电检测 **energized test**

一般采用便携式检测设备，在运行状态下，对设备状态量进行的现场检测，其检测方式为带电短时间内检测，有别于长期连续的在线监测。

3.3

带电设备 **alive equipment**

传导负荷电流(试验电流)或加有运行电压(试验电压)的设备。

3.4

红外检测 **infrared test**

利用红外成像技术，对电力系统中具有电流、电压致热效应或其它致热效应的带电设备进行检测和诊断。

3.5

接地电流检测 **earth current test**

通过电流互感器或钳形电流表对设备接地回路的接地电流进行检测。

3.6

高频局部放电检测 **high frequency partial discharge detection**

对频率一般介于1MHz~300MHz区间的局部放电信号进行采集、分析、判断的一种检测方法，主要采用高频电流互感器（简称HFCT）、电容耦合传感器采集信号。

3.7

超高频局部放电检测 VHF/UHF partial discharge detection

对频率一般介于100MHz~3000MHz区间的局部放电信号进行采集、分析、判断的一种检测方法，主要采用天线结构传感器采集信号。

3.8

超声波局部放电检测 ultrasonic partial discharge detection

对频率一般介于20kHz~200kHz区间的局部放电声信号进行采集、分析、判断的一种检测方法，主要采用超声波探头采集信号。

3.9

相对温差 relative temperature difference

两个对应测点之间的温差与其中较热点的温升之比的百分数。如公式（1）所示：

$$\Delta t = (\tau_1 - \tau_2) / \tau_1 = (T_1 - T_2) / (T_1 - T_0) \quad (1)$$

式中：

- τ_1 和 T_1 ——发热点的温升和温度；
- τ_2 和 T_2 ——正常相对应点的温升和温度；
- T_0 ——环境参照体的温度。

4 电缆状态检测的通用要求

4.1 电缆状态检测以检测方式可分为在线检测和离线检测，在线检测主要有红外检测、金属护层接地电流检测、局部放电检测等；离线检测主要有变频谐振试验下的局放检测、OWTS 振荡波电缆局放等。

4.2 电缆状态检测推行大规模普测、疑似信号复测、问题设备重点监测的作业方式，确保电缆设备安全稳定运行。

4.3 电缆状态检测人员应参加电缆状态检测的技术培训并取得相应的技术资质。

4.4 红外热像仪、接地电流检测仪器基本要求见附录 A。高频局部放电检测、超高频局部放电检测和超声波局部放电检测的检测仪器基本要求见 Q/GDW11224—2014。

4.5 电缆状态检测方法的适用范围见表 1。

表1 各种状态检测方法的适用范围

方法	适用电缆	重点检测部位	针对缺陷	检测方法	备注
红外热像	35kV及以上电缆	终端、接头	连接不良、受潮、绝缘缺陷	在线	必做
金属护层接地电流	110kV及以上电缆	接地系统	电缆接地系统缺陷	在线	必做
高频局放	110kV及以上电缆	终端、接头	绝缘缺陷	在线	必做
超高频局放	110kV及以上电缆	终端、接头	绝缘缺陷	在线	选用
超声波	110kV及以上电缆	终端、接头	绝缘缺陷	在线	选用
变频谐振试验下的局放	110kV及以上电缆	终端、接头	绝缘缺陷	离线	必做
OWTS振荡波电缆局放	35kV电缆	终端、接头	绝缘缺陷	离线	必做

5 电缆状态检测的项目、周期、方法和判据

5.1 红外检测

5.1.1 红外检测周期

电缆红外检测周期见表 2。

表2 红外检测周期

电压等级	部位	周期	说明
35kV	终端	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它6个月1次 3) 必要时	1、电缆中间接头具备检测条件的可以开展红外带电检测，不具备条件可以采用其它检测方式代替； 2、当电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间、保电期间可根据需要应适当增加检测次数。
	接头	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它6个月1次 3) 必要时	
110（66）kV	终端	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它6个月1次 3) 必要时	
	接头	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它6个月1次 3) 必要时	
220kV	终端	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它3个月1次 3) 必要时	
	接头	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它3个月1次 3) 必要时	
500kV	终端	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它1个月1次 3) 必要时	
	接头	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它1个月1次 3) 必要时	

5.1.2 现场检测方法

红外检测时，电缆应带电运行，且运行时间应该在 24 小时以上，并尽量移开或避开电缆与测温仪之间的遮挡物，如玻璃窗、门或盖板等；需对电缆线路各处分别进行测量，避免遗漏测量部位；最好在设备负荷高峰状态下进行，一般不低于额定负荷 30%。与电缆终端相连接的避雷器的红外检测可参照 DL/T664 要求执行。

- 正确选择被测设备的辐射率，特别要考虑金属材料的氧化对选取辐射率的影响，辐射率的选取具体可参见附录 B；金属导体部位一般取 0.9、绝缘体部位一般取 0.92；
- 在安全距离允许的范围下，红外仪器宜尽量靠近被测设备，使被测设备充满整个仪器的视场，以提高仪器对被测设备表面细节的分辨能力及测温精度，必要时，应使用中、长焦距镜头；户外终端检测一般需使用中、长焦距镜头；
- 将大气温度、相对湿度、测量距离等补偿参数输入，进行修正，并选择适当的测温范围；
- 一般先用红外热像仪对所有测试部位进行全面扫描，重点观察电缆终端和中间接头、交叉互联箱、接地箱、金属套接地点等部位，发现热像异常部位后对异常部位和重点被检测设备进行详细测量；
- 为了准确测温或方便跟踪，应事先设定几个不同的方向和角度，确定最佳检测位置，并作出标记，以供今后的复测用，提高互比性和工作效率；
- 按照附录 C 的格式记录被检设备的实际负荷电流、电压、被检物温度及环境参照体的温度值等。

5.1.3 诊断判据

电缆红外检测的诊断依据见表 3。

5.2 电缆金属护层接地电流检测

5.2.1 检测周期

电缆金属护层接地电流检测的检测周期见表4。

表3 高压电缆线路红外诊断依据

部位	测试结果	结果判断	建议策略
金属连接部位	相间温差 $<6^{\circ}\text{C}$	正常	按正常周期进行
	$6^{\circ}\text{C}\leq$ 相间温差 $<10^{\circ}\text{C}$	异常	应加强监测,适当缩短检测周期
	相间温差 $\geq 10^{\circ}\text{C}$	缺陷	应停电检查
终端、接头	相间温差 $<2^{\circ}\text{C}$	正常	按正常周期进行
	$2^{\circ}\text{C}\leq$ 相间温差 $<4^{\circ}\text{C}$	异常	应加强监测,适当缩短检测周期
	相间温差 $\geq 4^{\circ}\text{C}$	缺陷	应停电检查

表4 金属护层接地电流检测的检测周期

电压等级	周期	说明
110 (66) kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它3个月1次 3) 必要时	1) 当电缆线路负荷较重,或迎峰度夏期间应适当缩短检测周期。 2) 对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数。 3) 可根据设备的实际运行情况和测试环境作适当的调整。 4) 金属护层接地电流在线监测可替代外护层接地电流的带电检测。
220kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它3个月1次 3) 必要时	
500kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 其它3个月1次 3) 必要时	

5.2.2 现场检测方法

现场检测方法要求如下:

- 检测前钳型电流表处于正确档位,量程由大至小调节;
- 测试接地电流应记录当时的负荷电流;
- 按附录D要求记录接地电流异常互联段、缺陷部位、实际负荷、互联段内所有互联线、接地线的接地电流。

5.2.3 诊断判据

对电缆金属护层接地电流测量数据的分析,要结合电缆线路的负荷情况,综合分析金属护层接地电流异常的发展变化趋势。

电缆金属护层接地电流检测的诊断依据见表5。

表5 高压电缆线路地电流检测诊断依据

测试结果	结果判断	建议策略
满足下面全部条件: 1) 接地电流绝对值 $<50\text{A}$; 2) 接地电流与负荷比值 $<20\%$; 3) 单相接地电流最大值/最小值 <3 。	正常	按正常周期进行
满足下面任何一项条件时: 1) $50\text{A}\leq$ 接地电流绝对值 $\leq 100\text{A}$; 2) $20\%\leq$ 接地电流与负荷比值 $\leq 50\%$; 3) $3\leq$ 单相接地电流最大值/最小值 ≤ 5 。	注意	应加强监测,适当缩短检测周期
满足下面任何一项条件时: 1) 接地电流绝对值 $>100\text{A}$; 2) 接地电流与负荷比值 $>50\%$; 3) 单相接地电流最大值/最小值 >5 。	缺陷	应停电检查

5.3 高频局部放电检测

5.3.1 检测周期

高压电缆高频局部放电检测的检测周期见表 6。

表6 高频局部放电检测的检测周期

电压等级	周期	说明
110 (66) kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	1) 当电缆线路负荷较重, 或迎峰度夏期间应适当调整检测周期。 2) 对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数。 3) 高频局放在线监测可替代高频局放带电检测。
220kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	
500kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	

5.3.2 现场检测方法

现场检测方法要求如下:

- a) 检测部位: 高频信号可从电缆终端或中间接头的合适位置取样;
- g) 检测步骤如下:
 - 1) 测试前检查测试环境, 排除干扰源;
 - 2) 将传感器(高频 CT 或其它传感器)安装于检测部位;
 - 3) 选择适合的频率范围, 可采用仪器的推荐值;
 - 4) 对所有检测部位进行高频局放检测, 在检测过程中保证高频传感器方向一致;
 - 5) 测量数据记录。
 - 6) 当检测到异常时, 按照附录 E 的格式记录异常信号放电图谱、分类谱图以及频谱图, 并给出初步分析判断结论。

5.3.3 诊断判据

在某个测试点测试到异常信号时, 首先根据局放判定要素对检测到的异常信号进行判断, 如根据相位图谱特征判断测量信号是否具备与电源信号相关性。如为疑似局放信号, 继续如下步骤:

- a) 根据异常信号的图谱特征尤其是信号频率分布情况判断信号源位置是在测试点附近还是远离测试点;
- b) 对发现异常信号的测试点(接头)两边相邻的电缆附件进行测试, 通过 3 个测试点的检测信号比较分析, 如信号幅值、上升沿时间、频率分布等来判断信号源的位置来自于哪一侧方向;
- c) 对逐个中间接头测试, 找到离局放源位置最近的电缆附件, 然后通过分析该电缆附件检测到的波形特征、频率分布、反射波时间等信息初步综合判断出局放源的位置;
- d) 以上方法为初测, 确定的是局放源的大概位置, 如需精确定位, 可选择在信号源两边的电缆附件敷设光纤进行定位或采用综合应用超声波局放仪等其它定位方式。

电缆高频局放检测的诊断依据见表 7。

表7 高频局放的诊断依据

	测试结果	图谱特征	建议策略
正常	无典型放电图谱	无放电特征	按正常周期进行
注意	具有具备放电特征且放电幅值较小	有可疑放电特征, 放电相位图谱 180 度分布特征不明显, 幅值正负模糊	缩短检测周期
缺陷	具有具备放电特征且放电幅值较大	有可疑放电特征, 放电相位图谱 180 度分布特征明显, 幅值正负分明	密切监视, 观察其发展情况, 必要时停电处理。

5.4 超高频局放检测

5.4.1 检测周期

高压电缆超高频局放检测的检测周期见表 8。

表8 超高频局放检测的检测周期

电压等级	周期	说明
110 (66) kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	1) 当电缆线路负荷较重, 或迎峰度夏期间应适当调整检测周期。 2) 对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数。 3) 超高频局放在线监测可替代超高频局放带电检测。
220kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	
500kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次, 3年后根据线路的实际情况, 每3-5年1次, 20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	

5.4.2 现场检测方法

现场检测方法要求如下:

- a) 检测部位: 对具备条件的所有电缆终端、接头;
- b) 检测步骤:
 - 1) 将传感器放置在电缆接头非金属封闭处, 以减少金属对内部电磁波的屏蔽以及传感器与螺栓产生的外部静电干扰;
 - 2) 保持每次测试点的位置一致, 以便于进行比较分析;
 - 3) 如检测到异常信号, 则应在该接头进行多点检测比较, 查找信号最大点的位置;
 - 4) 记录检测图谱。
 - 5) 当检测到异常时, 按照附录 F 的格式记录异常信号放电图谱、分类谱图以及频谱图, 并给出初步分析判断结论。

5.4.3 诊断判据

首先根据相位图谱特征判断测量信号是否具备与电源信号相关性。若具备, 说明存在局放, 继续如下步骤:

- a) 排除外界环境干扰, 将传感器放置于电缆接头上检测信号与在空气中检测信号进行比较, 若一致并且信号较小, 则基本可判断为外部干扰; 若不一样或变大, 则需进一步检测判断;
- b) 检测相邻间隔的信号, 根据各检测间隔的幅值大小(即信号衰减特性)初步定位局放部位。
- c) 可进一步分析峰值图形、放电速率图形和三维检测图形综合判断放电类型;
- d) 在条件具备时, 综合应用超声波局放仪等仪器进行精确的定位。

5.5 超声波检测

5.5.1 检测周期

高压电缆超声波检测的检测周期见表 9。

5.5.2 现场检测方法

现场检测方法要求如下:

- a) 检测部位: 电缆本体、中间接头、终端等处均可设置测试点。测试点的选取务必注意带电设备安全距离并保持每次测试点的位置一致, 以便于进行比较分析;
- b) 检测步骤:
 - 1) 测试前检查测试环境, 排除干扰源;

- 2) 对检测部位进行接触或非接触式检测。检测过程中，传感器放置应避免摩擦，以减少摩擦产生的干扰；
- 3) 手动或自动选择全频段对测量点进行超声波检测；
- 4) 测量数据记录。记录异常信号所处的相别、位置，记录超声波检测仪显示的信号幅值、中心频率及带宽；
- 5) 若存在异常，则应进行多点检测，查找信号最大点的位置。
- 6) 按附录 G 要求记录测试位置、环境情况、超声波读数。

5.5.3 诊断判据

根据相位图谱特征判断测量信号是否具备与电源信号相关性。

正常的电缆设备，不同相别测量结果应该相似。如果信号的声音明显有异，判断电缆设备或邻近设备可能存在放电。应与此测试点附近不同部位的测试结果进行横向对比（单相的设备可对比 A、B、C 三相同样部位的测量结果），如果结果不一致，可判断此测试点异常。也可以对同一测试点不同时间段测试结果进行纵向对比，看是否有变化，如果测量值有增大，可判断此测试点内存在异常。电缆超声波检测的诊断依据见表 10。

表9 超声波检测的检测周期

电压等级	周期	说明
110 (66) kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次，3年后根据线路的实际情况，每3-5年1次，20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	1) 当电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间应适当调整检测周期。 2) 对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数。
220kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次，3年后根据线路的实际情况，每3-5年1次，20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	
500kV	1) 投运或大修后1个月内 2) 投运3年内至少每年1次，3年后根据线路的实际情况，每3-5年1次，20年后根据电缆状态评估结果每1-3年1次 3) 必要时	

表10 超声波检测的诊断依据

结果判断	测试结果	建议策略
正常	无典型放电波形及音响且数值 $\leq 0\text{dB}$	按正常周期进行
注意	$> 1\text{dB}$ ，且 $\leq 3\text{dB}$	缩短检测周期，必要时停电处理
缺陷	$> 3\text{dB}$	密切监视，观察其发展情况，应停电处理

注：由于现阶段暂时无法由超声波检测的数值给出缺陷的具体等级，目前仅能对测得的结果初步判为正常、异常或缺陷。

5.6 变频谐振试验下的局部放电检测

5.6.1 检测周期

下列情况应进行变频谐振试验下的局放检测：

- a) 110kV 及以上交联聚乙烯电缆新投运时；
- b) 110kV 及以上交联聚乙烯电缆或附件更换投运时（试验只针对更换电缆和附件）；
- c) 必要时。

5.6.2 检测要求

检测要求如下：

- a) 橡塑电缆采用 20Hz~300Hz 交流耐压试验，试验电压值及时间见表 11。
- b) 试验要求

- 1) 对电缆的主绝缘做变频谐振试验下的局放检测，应分别在每一相上进行。对一相进行试验或测量时，其他两相导体、金属屏蔽或金属套一起接地；
- 2) 对金属屏蔽或金属套采用交叉换位或者采用单端接地方式的单芯电缆，主绝缘作耐压试验时，交叉互联箱内应将同一相的连接端用绝缘软线短接，截面应大于或等于原有铜排截面，短接线用螺母拧紧固定，保证接触良好。同时电缆两端金属屏蔽或金属套临时接地。

5.6.3 现场检测方法

现场检测方法如下：

- a) 检测部位：对具备条件的所有电缆终端、接头；
- b) 检测步骤：
 - 1) 测试前检查测试环境，排除干扰源；
 - 2) 将传感器（高频 CT 或其它传感器）安装于检测部位，在检测过程中保证高频传感器方向一致；
 - 3) 选择适合的频率范围，可采用仪器的推荐值；
 - 4) 试验电压应逐渐升到 U_0 并保持 10 分钟，然后慢慢地升到 $1.4U_0$ 并保持 10 分钟，直至升到试验电压，并保持一定的试验时间；
 - 5) 对所有检测部位进行高频局放检测；
 - 6) 测量数据记录。
 - 7) 当检测到异常时，按照附录 E 的格式记录异常信号放电谱图、分类谱图以及频谱图，并给出初步分析判断结论。

表11 橡塑电缆 20Hz~300Hz 交流耐压电压值和时间

额定电压 U_0/U (kV)	试验电压	时间/min
64/110	$1.7U_0$ 或 $2U_0$	30或60
127/220	$1.7U_0$ 或 $1.4U_0$	60
190/330	$1.7U_0$ 或 $1.3U_0$	60
290/500	$1.7U_0$ 或 $1.1U_0$	60

注：对于已经运行的电缆线路，可采用较低的试验电压和（或）较短的试验时间。在考虑电缆线路的运行时间、环境条件、击穿历史和试验的目的后，协商确定试验的电压和时间。

5.7 OWTS 振荡波电缆局部放电检测

5.7.1 试验条件

下列情况可进行振荡波试验：

- a) 35kV 交联聚乙烯电缆新投运时；
- b) 35kV 交联聚乙烯电缆或附件更换投运时；
- c) 必要时。

5.7.2 现场检测方法

检测步骤：

- a) 测试前电缆接地放电；
- b) 测量电缆绝缘电阻，比较相间绝缘电阻的阻值和历史变化情况；
- c) 正确输入电缆信息；
- d) 正确连接测试电路，校对放电量；
- e) 试验电压应逐渐升到 0.1、0.3、0.5、0.7、0.9、1.0、1.1、1.5、 $1.7U_0$ 并保持一定的时间，依次进行局放测量；
- f) 数据分析，生成测试报告。

附录 A

(规范性附录)

红外热像仪、外护层接地电流的带电检测仪器基本要求

A.1 红外热像仪的基本要求

红外热像仪的基本要求：

- a) 满足精确检测的要求，测量精度和测温范围满足现场测试要求；
- h) 红外热成像仪不受测量环境中高压电磁场干扰，具有大气条件的修正模型，操作简便，图像清晰、稳定，有目镜，分析软件丰富。
- b) 红外热像仪的技术要求见表 A.1。

表A.1 红外热像仪的技术要求

技术内容		技术要求	备注说明
探测器	探测器类型	焦平面、非制冷	
	响应波长范围	长波 (8-14 μ m)	
图像、光学系统	空间分辨率 (瞬时视场、FOV)	不大于 1.5 毫弧度	装标准镜头时, 加长焦镜头不大于 0.7 毫弧度
	温度分辨率	不大于 0.1 $^{\circ}$ C	30 $^{\circ}$ C 时
	帧频	不低于 50Hz	
	像素	不低于 320X240	标准模式
温度测量	范围	标准范围: -20 $^{\circ}$ C~200 $^{\circ}$ C 并可扩展至更宽的范围	
	测温准确度	$\pm 2\%$ 或 $\pm 2^{\circ}$ C	应取大值
	发射率、 ϵ	0.01~1 连续可调	以 0.01 为步长
显示功能	伪彩色调色板	应至少包括铁色和彩虹	
	测量点温	有, 至少三点	最高温度跟踪
	温差功能	有	
	温度曲线	有	
	区域温度功能	显示区域的最高温度	
记录存储	存储方式	能够记录并导出	
	存储内容	红外热像图 及各种参数	各参数应包括: 时间日期; 物体的发射率; 环境温度湿度; 目标距离; 所使用的镜头; 所设定的温度范围。
	储存容量	宜 500 幅以上图像	
信号输出	视频输出	有	
工作环境	工作环境	温度 -10 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C 湿度 10%~90%	
	仪器封装	符合 IP54 IEC359	
	电磁兼容	符合 IEC-1000	
	抗冲击和震动	符合 IEC68	
存放环境	存放环境	温度 -20 $^{\circ}$ C~60 $^{\circ}$ C 湿度 10%~90%	
电源	交流电源	220V, 50Hz	
	直流电池	可充电锂电池, 一组电池连续工作时间不小于 2 小时	电池组应不少于三组
人机界面	操作系统	中文	
	操作方式	按键控制	
	人体工程学	要求眼不离屏幕即可完成各项操作, 操作键要少。	按键设置合理 按键主要不应用眼睛到处找

表 A.1 (续)

	技术内容	技术要求	备注说明
仪器其它	仪器启动	启动时间小于 1 分钟	
	携带	高强度抗冲击的便携箱	
	重量	<3kg	
	显示器	角度可调整， 并且有防杂光干扰能力	
	固定使用	有三脚架安装孔	
软件	操作界面	全中文界面	
	操作系统	Windows9x 及以上 和 win NT	
	加密	无	
	图像格式转换	有，转成通用格式	转成 bmp 格式 或 jpg 格式
	热像图分析	点、线、面分析 等温面分析 各参数的调整	

A.2 外护层接地电流测试仪的基本要求

外护层接地电流测试仪的基本要求：

- a) 钳型电流表应携带方便、操作简单，测量精度高，交流电流测量分辨率达到 0.2A，测量结果重复性好；
- b) 应具备多量程交流电流档；
- c) 钳型电流表钳头开口直径应略大于接地线直径。

附录 B
(规范性附录)

常用材料辐射率的参考值

常用材料辐射率的参考值见表 B.1。

表 B.1 常用材料辐射率的参考值

材料	温度℃	辐射率近似值	材料	温度℃	辐射率近似值
抛光铝或铝箔	100	0.09	棉纺织品(全颜色)	—	0.95
轻度氧化铝	25~600	0.10~0.20	丝绸	—	0.78
强氧化铝	25~600	0.30~0.40	羊毛	—	0.78
黄铜镜面	28	0.03	皮肤	—	0.98
氧化黄铜	200~600	0.59~0.61	木材	—	0.78
抛光铸铁	200	0.21	树皮	—	0.98
加工铸铁	20	0.44	石头	—	0.92
完全生锈轧铁板	20	0.69	混凝土	—	0.94
完全生锈氧化钢	22	0.66	石子	—	0.28~0.44
完全生锈铁板	25	0.80	墙粉	25	0.92
完全生锈铸铁	40~250	0.95	石棉板	23	0.96
镀锌亮铁板	28	0.23	大理石	20	0.93
黑亮漆(喷在粗糙铁上)	26	0.88	红砖	100	0.95
黑或白漆	38~90	0.80~0.95	白砖	1000	0.90
平滑黑漆	38~90	0.96~0.98	白砖	0~200	0.70
亮漆(所有颜色)	—	0.90	沥青	23	0.85
非亮漆	—	0.95	玻璃(面)	—	0.94
纸	0~100	0.80~0.95	碳片	—	0.85
不透明塑料	—	0.95	绝缘片	—	0.91~0.94
瓷器(亮)	23	0.92	金属片	—	0.88~0.90
电瓷	—	0.90~0.92	环氧玻璃板	—	0.80
屋顶材料	20	0.91	镀金铜片	—	0.30
水	0~100	0.95~0.96	涂焊料的铜	—	0.35
冰	—	0.98	铜丝	—	0.87~0.88

附录 C
(资料性附录)

高压电缆红外热像检测报告

高压电缆红外热像检测报告		报告编号:			
检测工况					
检测单位		仪器型号			
电缆线路名称		仪器编号			
设备(部位)名称		环境温度 T0 (°C)			
电压等级		环境湿度 (%)			
设备相位		目标距离 (m)			
检测日期时间		辐射系数			
负荷电流		风速 (m/s)			
额定电流		图像编号			
图像分析					
红外图像 (jpg 格式)			可见光图像 (jpg 格式)		
热点部位					
热点温度 T1					
正常点温度 T2					
缺陷类型		图像特征分析图 (可选), jpg 格式			
温升					
温差					
相对温差					
缺陷分析					
处理意见					
备注					
检测人员	根据 PMS 流程	审核	根据 PMS 流程	日期	根据 PMS 流程

附录 E
(资料性附录)

高压电缆设备高频局部放电检测报告

电缆线路名称: _____; 电压等级: _____;
 电缆线路长度: _____ (km); 电缆型号及制造厂家: _____;
 中间接头型号及制造厂家: _____; 终端型号及制造厂家: _____;
 投运日期: _____; 测量仪器和型号: _____;

测试位置	测试日期	负责人	测试相位	测试频率 MHz	背景噪音 Pc	有无局放	放电幅值 pC
_____站终端			A 相				
			B 相				
			C 相				
_____号接头			A 相				
			B 相				
			C 相				
_____号接头			A 相				
			B 相				
			C 相				
_____站终端			A 相				
			B 相				
			C 相				
综合检测结论:							

附件: (附每一检测点的代表性图谱及分析结论)

附录 F
(资料性附录)

高压电缆设备超高频局部放电检测报告

电缆线路名称：_____；电压等级：_____；
 电缆线路长度：_____ (km)；电缆型号及制造厂家：_____；
 中间接头型号及制造厂家：_____；终端型号及制造厂家：_____；
 投运日期：_____；测量仪器和型号：_____；

测试位置	测试日期	负责人	测试相位	测试频率 MHz	背景噪音 Pc	图谱	有无局放
_____站终端			A相				
			B相				
			C相				
_____号接头			A相				
			B相				
			C相				
_____号接头			A相				
			B相				
			C相				
_____站终端			A相				
			B相				
			C相				
综合检测结论:							

附录 G
(资料性附录)

高压电缆设备超声波法局部放电检测报告

电缆线路名称: _____; 电压等级: _____;
 电缆线路长度: _____ (km); 电缆型号及制造厂家: _____;
 中间接头型号及制造厂家: _____; 终端型号及制造厂家: _____;
 投运日期: _____; 测量仪器和型号: _____;

测试日期		报告日期	
温度/湿度	℃, %	环境描述	
情况记录	测试位置	超声波读数 (dB)	情况描述
测试位置 照片或示意图			
初步分析			
备注			

高压电缆线路状态检测技术规范

编 制 说 明

目 次

1 编制背景	19
2 编制主要原则	19
3 与其它标准文件的关系	19
4 主要工作过程	19
5 标准结构和内容	19
6 条文说明	20

1 编制背景

《输变电设备状态检修试验规程》自 2008 年发布以来，对指导电力电缆线路状态检测起到了积极作用。随着技术和经济的发展，电缆的高频局放检测、超高频局放检测和超声波检测技术也不断的发展。同时，国家电网公司正在积极开展的状态检修工作都对电缆线路状态检测管理工作提出了新的要求。

根据《2013 年度国网技术标准制修订增补计划》的通知要求编写。为了适应新的形势，通过总结电力电缆线路状态检测实际经验、结合运行管理单位的实际需求，在国家电网公司运检部的组织和领导下，经过专家的多次讨论，编制出版了《高压电缆线路状态检测技术规范》（以下简称本规范），对 110（66）kV～500kV 电力电缆线路状态检测的项目、周期、方法和判据，对状态检测的仪器和报告进行了规定，为电缆线路状态检测提供了指导文件和技术依据。

2 编制主要原则

本标准根据以下原则编制：

- 1) 遵守现有相关法律、条例、标准和导则，并遵循国家电网公司技术标准的编写要求。
- 2) 以现有相关车辆改装和安全要求为基础，同时考虑应用于电网设备现场作业的功能性和可操作性。

3 与其它标准文件的关系

本标准与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本标准在编制过程中还参考了以下标准：

- DL/T 393—2010 输变电设备状态检修试验规程
- DL/T 664—2008 带电设备红外诊断技术应用导则
- Q/GDW 168—2008 输变电设备状态检修试验规程
- Q/GDW 456—2010 电缆线路状态评价导则

4 主要工作过程

2013 年 1 月 1 日～31 日，国网运检部在北京组织召开会议，正式提出了本规范编写工作，明确了编写工作的牵头负责和配合单位，对本规范编写工作的总体进度提出了要求。

2013 年 7 月，完成了本标准初稿的修改，形成征求意见稿。

2013 年 8 月，国网运维检修部向公司系统内的 27 个省公司下发了本标准的征求意见稿，共收到建议和意见 27 条。

2013 年 9 月，同月完成了本标准的修改，全部采纳建议和意见 8 条，部分采纳建议和意见 9 条，未采纳建议和意见 10 条，形成了送审稿。

2013 年 10 月 17 日，国网运检部在上海组织召开了本规程第一次审查会，评审专家对本规范提出了修改和完善意见。要求本规程编写组对相关章节进行进一步梳理完善。

2013 年 12 月 30 日，国网运检部在北京组织召开了本规程第二审查会，根据审查会意见修改完善后，形成报批稿。

5 标准结构和内容

本标准主题章分为 2 章。

第 4 章“电缆状态检测的通用要求”，对高压电缆线路状态检测的适用范围、检测的环境及安全要求、仪器的基本要求提出了原则性规定。

第5章“技术要求”，从红外检测、接地电流检测、高频局部放电检测、超高频局部放电检测、超声波检测的检测周期、现场检测方法、诊断判据等方面提出技术要求。

6 条文说明

本标准第4.1条，主要规定了各种电缆状态检测方法，其中超高频局放检测和超声波检测在有疑似缺陷时可作为辅助检测手段选用。

本标准第5.1.1条，主要参照DL/T393-2010，对电缆红外检测周期按电压等级和部位进行了进一步补充和细化。考虑到电缆接头不同的敷设环境，增加“具备检测条件的可以开展红外带电检测，不具备条件可以采用其它方式代替”的说明；考虑到电缆运行状态，增加“电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间应适当缩短检测周期”的说明。

本标准第5.1.3条，主要参照《电力设备带电检测技术规范（试行）》，对电缆红外检测测试结果、结果判断、建议策略等要求进行了进一步补充和细化。

本标准第5.3.1条，主要参照《电力设备带电检测技术规范（试行）》，对电缆高频局放检测周期根据电压等级进行了进一步的补充和细化。综合考虑电缆设备全寿命周期管理和电缆故障少发期，在投运3年或5年至20年期间，适当拉长电缆高频局放检测周期。考虑到电缆运行状态，增加“电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间应适当缩短检测周期”和“对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数”的说明。考虑到电缆局放在线监测的不断推广应用，增加“高频局放在线监测可替代高频局放带电检测”。

本标准第5.3.3条，规定了高频局放检测的诊断依据，由于现阶段暂时无法由高频局部放电的数值给出缺陷的具体等级，目前仅能对测得的结果初步判为正常、异常或缺陷。

本标准第5.4.1条，主要参照《电力设备带电检测技术规范（试行）》，对电缆超高频局放检测周期根据电压等级进行了进一步的补充和细化。综合考虑电缆设备全寿命周期管理和电缆故障少发期，在投运3年或5年至20年期间，适当拉长电缆超高频局放检测周期。考虑到电缆运行状态，增加“电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间应适当缩短检测周期”和“对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数”的说明。考虑到电缆超高频局放在线监测的不断推广应用，增加“超高频局放在线监测可替代超高频局放带电检测”。

本标准第5.4.3条，规定了超高频局放检测的诊断依据，由于现阶段暂时无法由超高频局部放电的数值给出缺陷的具体等级，目前仅作为参考手段。

本标准第5.5.1条，主要参照《电力设备带电检测技术规范（试行）》，对电缆超声波检测周期根据电压等级进行了进一步的补充和细化。综合考虑电缆设备全寿命周期管理和电缆故障少发期，在投运3年或5年至20年期间，适当拉长电缆超声波检测周期。考虑到电缆运行状态，增加“电缆线路负荷较重，或迎峰度夏期间应适当缩短检测周期”和“对运行环境差、设备陈旧及缺陷设备、要增加检测次数”的说明。

本标准第5.5.3条，规定了超声波检测的诊断依据，由于现阶段暂时无法由超声波检测的数值给出缺陷的具体等级，目前仅能对测得的结果初步判为正常、异常或缺陷。