
操作说明书

电气有限公司
ric Co., Ltd.

ZN-19

绝缘子憎水性检测仪

WUJ

武汉中能新仪电气有限公司

注意事项

(1) 对待测杆塔的三相绝缘子串进行憎水性测量时，可选择位置合适、便于测量且老化现象明显的 1-2 片绝缘子进行测量。

(2) 重启设备或 WiFi 热点断开后，需要重新连接摄像头热点，再进入取照软件进行取照。

(3) 在设备正常使用过程中应避免不必要的频繁开关机，连接设备热点时请耐心等待系统启动。

(4) 设备前端摄像头的焦距出厂时已调整合适，现场使用过程中若不合适也可自行调整。

(5) 在装卸储水瓶时请勿将水洒在控制主机上；喷水部分所有的连接处均做过防水处理请勿随意拆卸。

(6) 当遥控距离下降或操作不灵敏时，可能是无线遥控器电池电量不足，需更换同等型号电池。

(7) 设备长期存放时（超过 1 个月），使用前应先给设备充电。

(8) 如果设备工作不正常，请联系厂家，不要以任何方式拆卸或维修设备。（对未经认可的修改或维修导致的问题，本公司不承担任何责任）。

(9) 请严格按照说明书操作，严禁违规或粗暴操作。

(10) 本说明书中图示及说明部分，可能与实物有细微差别，请以实物为准。

一、概述

运行中的复合绝缘子由于污秽、潮湿、放电、低温等因素的影响，表面会出现严重的污损或老化现象，致使其表面憎水性变差造成绝缘子在阴雨等潮湿天气中表面绝缘强度急剧下降，导致沿面闪络，造成污闪。对复合绝缘子进行憎水性检测可以很好的掌握绝缘子的抗污闪能力，以便及时维护防止事故发生。

二、仪器介绍及其工作原理

该仪器结构简单、操作方便、判断准确，适用于架空线路、变电站和电气设备用的复合绝缘子的伞和伞套材料憎水性的测量，也适用于覆盖 RTV 涂料(涂层)的瓷绝缘子的憎水性测量。

2.1 工作原理

基于 IEC 推荐的由瑞典输配电研究所(STRI)提出的憎水性检测技术—喷水分级法，由电动喷水装置、取照装置和憎水性分析软件等组成。电动喷水装置通过无线遥控按照标准 GB/T 24622 中对喷水分级法的规定对绝缘子伞裙进行精确定量喷洒水雾；使用数码摄像机获取伞裙表面高清憎水性图片，并由憎水性分析软件进行分析。

2.2 引用标准

DL/T 1000.3-2004 《标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子使用导则 第 3 部分：交流系统用棒型悬式复合绝缘子》

DL/T 1474-2015 《标称电压高于 1000V 交、直流系统用复合绝缘子憎水性测量方法》

GB/T 24622-2009 《绝缘子表面湿润性测量导则》

2.3 判断依据

喷水分级法将绝缘子表面憎水性分为 HC1-HC7 七个等级，HC1 级对应憎水性最好的状态，HC7 则对应完全亲水性的表面。本装置采用两种方法来对绝缘子表面的憎水性状态进行分级。

2.3.1 图像对比法

将现场获得的绝缘子憎水图像同标准图像进行对比，通过分析待测图像与各

标准图像的相似性，并下表所述的各 HC 等级的特征描述来进行分级。

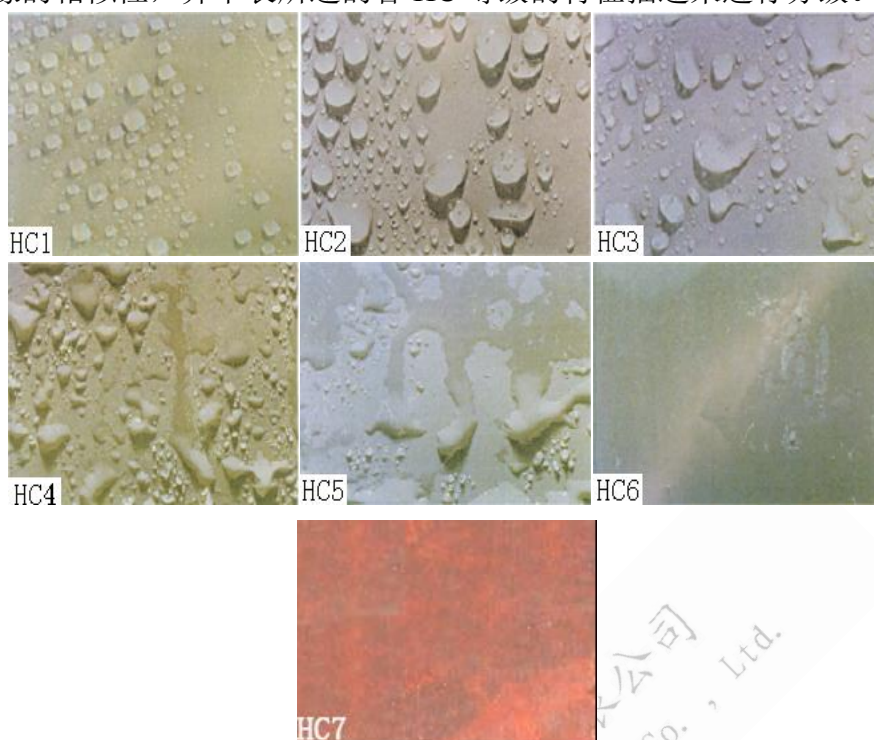


表 1：确定湿润等级的准则（注： θ_r 接触角）

HC 值	描述
1	水滴呈离散状态，若垂直于其表面观察，水滴形状几乎呈圆形。水滴的 $\theta_r=80^\circ$ 或更大些。
2	水滴呈离散状态，表面大部分被水滴覆盖。若垂直于其表面观察，水滴仍旧保持规则，但偏离圆形。多数水滴： $50^\circ < \theta_r < 80^\circ$
3	水滴呈离散状态，表面大部分被呈不规则状的水滴覆盖。多数水滴： $20^\circ < \theta_r \leq 50^\circ$
4	水滴呈离散状态，并有被水流或水膜湿润的痕迹（即某些水滴的 $\theta_r=0$ ）。被水流或水膜覆盖的面积小于 10%。
5	水滴呈离散状态，并有被水流或水膜湿润的痕迹（即某些水滴的 $\theta_r=0$ ）。被水流或水膜覆盖的面积大于 10%，但是小于 90%。
6	被水流或水膜覆盖的面积大于 90%，但是小于 100%（即仍能看到小块、小点、小痕迹未湿润）。
7	在整个观察面上形成了连续的水膜

表 2：试品表面水滴状态与憎水性分级标准

HC 值	试品表面水滴状态描述
1	只有分离的水珠，大部分水珠的状态、大小及分布应与 HC1 基本一致。
2	只有分离的水珠，大部分水珠的状态、大小及分布应与 HC2 基本一致。
3	只有分离的水珠，水珠一般不再是圆的，大部分水珠的状态、大小及分布应与 HC3 基本一致。
4	同时存在分离的水珠和水带，完全湿润的水带面积小于 2cm^2 ，总面积小于被测区

	域面积的 90%。
5	一些完全湿润的水带面积大于 2cm ² ，总面积小于被测区域面积的 90%。
6	完全湿润总面积大于 90%以上，仍存在少量干燥区域（点或带）。
7	整个被试区域形成连续的水膜。

2.3.2 改进形状因子法

通过计算绝缘子憎水图像中的最大水珠（或最大水膜）的面积比 K 和形状因子 fc ，并依据表 1 所示数据来进行分级。面积比 K 的计算公式为：

$$K = \frac{\text{最大水珠（水迹）的面积}}{\text{图象总面积}}$$

式中，最大水珠（水迹）的面积和图像总面积的单位均为像素。形状因子 fc 由专用计算公式得到。

三、仪器组成

3.1 元件介绍

部件名称	功能/参数
无线遥控器	具有遥控距离远、穿透力强、抗干扰能力强等优点。
绝缘操作杆	环氧树脂材料，具有强度大、重量轻的特点。
喷水装置	由控制主机、连接绝缘杆、储水器、微型水泵及活动喷嘴组成。
取照装置	微型摄像头，通过 WiFi 热点与分析软件连接进行取照工作。
分析软件	基于先进的数字图像处理技术，通过提取憎水性图片的信息，计算水珠或水迹的形状因子和面积百分比，对复合绝缘子的憎水性状态进行客观判断，最终按照 GB/T24622 中对憎水性的等级特征描述确定绝缘子憎水性级别。

3.2 功能特点

- (1) 带电检测各种复合绝缘子、检测硅橡胶及 RTV 喷涂材料的憎水性；
- (2) 无线遥控控制电动喷水部分自动喷水，电动喷水部分自动进行快速精确雾化喷水，保证了操作人员的安全。
- (3) 通过高清摄像获得高清憎水性图片，分析系统根据憎水性图片获得信息进行计算，自动判断憎水等级。
- (4) 憎水性分析软件具有自动准确分析憎水性等级、记录每次检测的各种数据及图形、可查询每次及每串绝缘子的检测记录等功能。

四、仪器参数

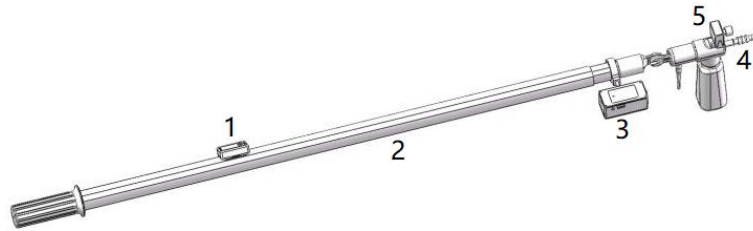
测试方法		喷水分级法（HC 分级法）
电动喷水装置	工作频段	2.4G
	遥控距离	大于 100m
	遥控供电电源	1 节 3.6V 锂电池
	接收角度	360°
	流量	0.6L/min@3bar
	喷流角度	30°@3bar
	喷射角度	50-80°
	单次喷水量	0.7mL~1mL
	单次测量喷水次数	25 次
	总喷水量	17~25mL
	装置供电电源	12V 2000mAh 锂电池，单次充电可保证装置连续喷水 2 小时，能够完成 100 次以上测量
	储水瓶容量	240ml
取照装置	取像终端	专用摄像头
	像素	200 万（有效像素：720x1280）
	图片格式	JPEG
	天线	定向，不可折弯，5dB 全向增益
	终端固定方式	可调万向卡件
	通讯方式	WiFi 热点、无线连接
	传输距离	10 米以内
	活动角度	上下可微调
憎水性分析软件		对喷水后的图像进行处理，进而判断图象中水珠形状所代表的静态接触角和绝缘子的憎水等级，支持人工和自动分析。
绝缘操作杆	规格	环氧树脂
	长度	伸缩式绝缘杆，总长 4.5m
环境条件		环境温度 0℃~40℃；风力<4 级

五、仪器操作流程和说明

5.1 电动喷水及取照装置组装

5.1.1 电动喷水、取照装置

电动喷水装置为分立式结构，组装完成后姿态如下图所示。



1.无线遥控器：与控制主机无线连接，控制喷水装置的动作。

2.绝缘操作杆：总长 4.5 米，为伸缩式。

3.控制主机：通过带航空插头的连接线与喷水装置连接，为取照装置和微型水泵提供电源，控制微型水泵动作，与无线遥控建立通讯。

4.前端喷水装置：由微型水泵、活动喷嘴组成，喷嘴可 360°活动保证被测绝缘子表面垂直受水。

5.取照装置：微型摄像头，取照时摄像头与绝缘子伞裙距离 30cm 左右，通过 WiFi 热点与分析软件连接。

5.1.2 组装方法

(1) 把遥控器用魔术贴粘贴到绝缘操作杆手持端附近便于操作的位置。

(2) 将控制主机通过螺丝柱连接到绝缘杆顶端的黑色抱箍上，并拧紧防滑螺母，注意安装姿态：天线端朝下方，航空接头端朝上方。

(3) 将前端喷水装置连接到绝缘操作杆最上端，并用螺栓锁牢固；紧固前注意调整前端喷水装置与绝缘杆的角度。

(4) 将前端喷水装置与控制主机用带航空接头的电源线连接，并拧紧螺母。

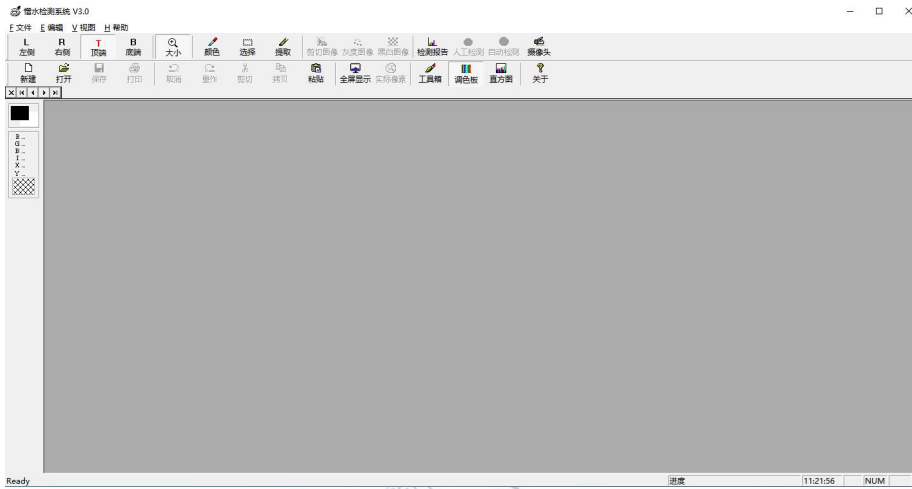
(5) 将储水瓶取下灌入适量去离子水后装回原处，组装完成。

5.2 憎水性图像获取

5.2.1 WiFi 连接

把安装有憎水性分析软件的电脑本地连接禁止，打开 WiFi，搜寻图像拍摄装置的 WiFi 热点，热点名称及连接密码详见**摄像头上专用标签**。

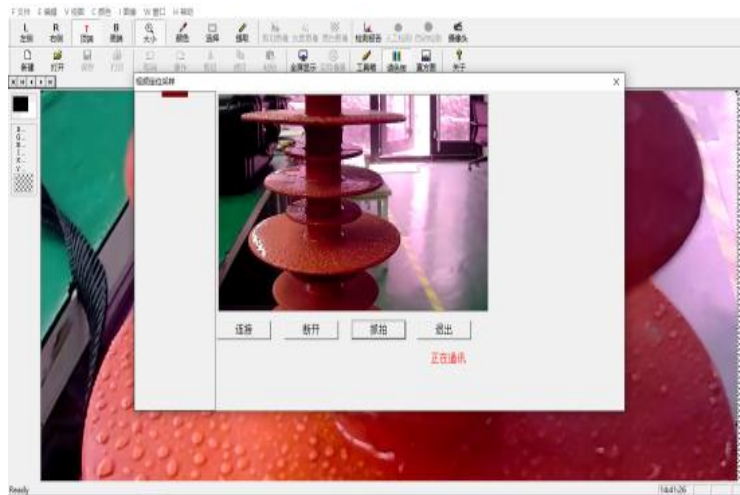
连接完成后，打开分析软件，输入用户名和密码（初次登录均为 admin），进入主界面。



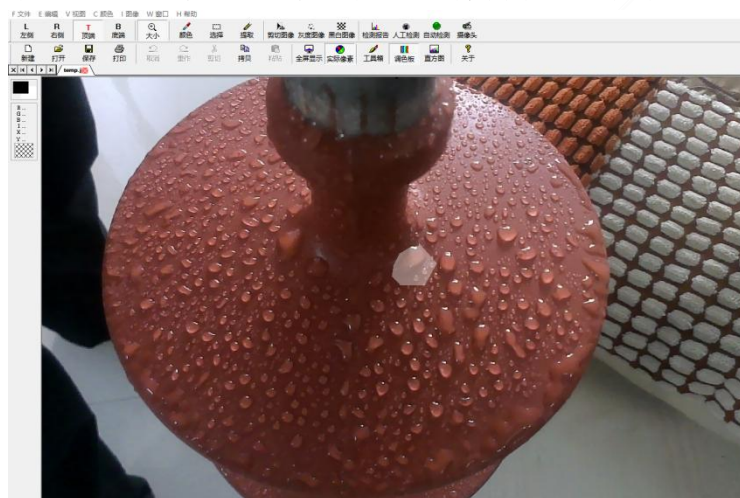
5.2.2 图像拍摄

点击右上角“摄像头”，进入视频定位采样界面，点击“连接”，连接图像拍摄装置。





连接成功后，点击“抓拍”，抓拍后的图像自动进入分析系统。



也可以现场用其他方式获取图像，将获取的图像导入系统进行分析。

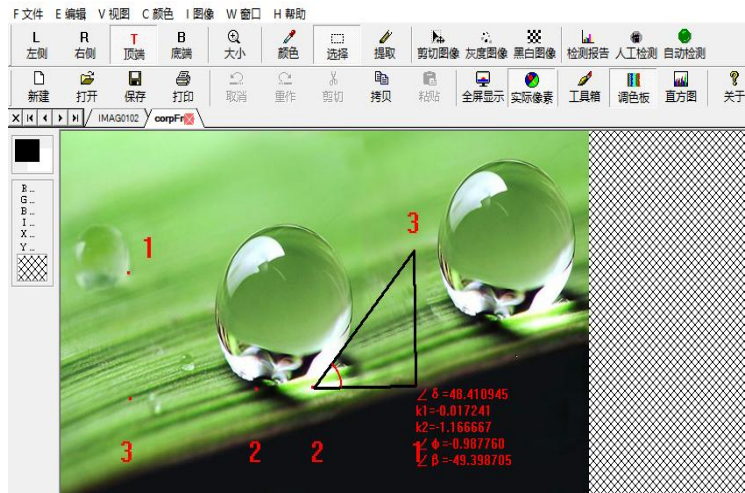
5.3 憎水性图像分析

静态接触角是通过直接测量固体表面平衡水珠的静态接触角度，以此判断材料表面憎水状态；喷水分级法是用憎水分级来表示固态材料表面憎水状态的方法。

按标准要求判定憎水性等级，静态接触角 θ 和憎水性分级 HC 值两个参数均应进行测量，并同时满足相应的要求

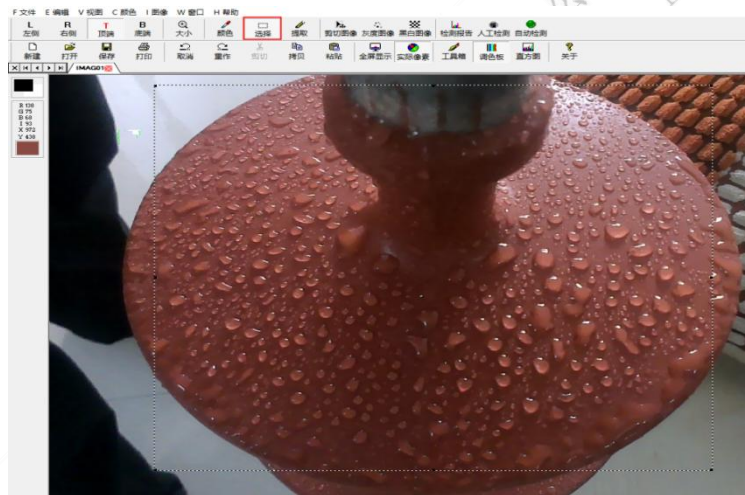
5.3.1 静态接触角 θ

点击“提取”，以水珠在固态物体接触水平面为起始点，单击鼠标左键 3 次以右键结束画三角形； $\angle\delta$ 接触角：表示静态接触角度 θ ； k_1 斜率：代表两条夹角线； $\angle\varphi$ 、 $\angle\beta$ 水平角：表示两条斜线的水平角；憎水性等级判断方法请参考表 1：确定湿润等级的准则。

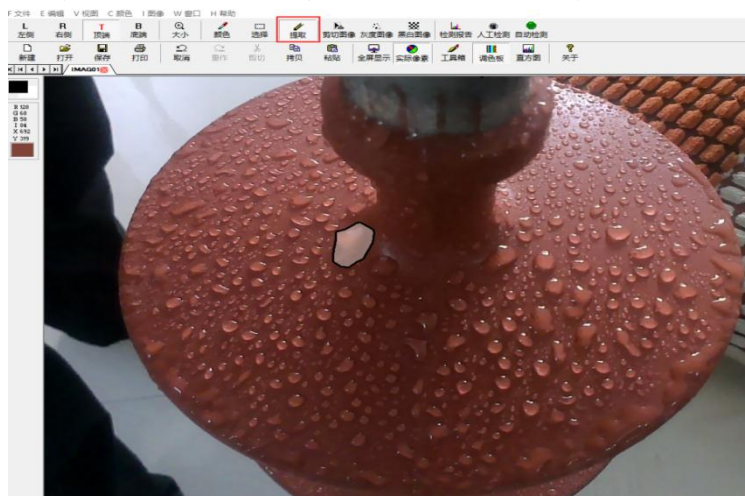


5.3.2 喷水分级法

点击“选择”对需要分析的图像进行裁剪，剪裁区域面积应尽量等于整个伞裙面积。

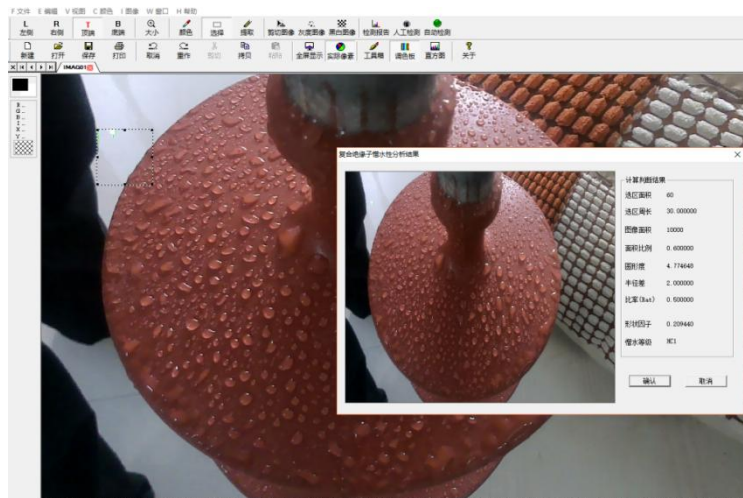


点击“提取”描绘出最大一颗水珠的区域，水珠形状为不规则图形，选择时使用鼠标左键间断点击，区域描绘完之后点击右键结束。

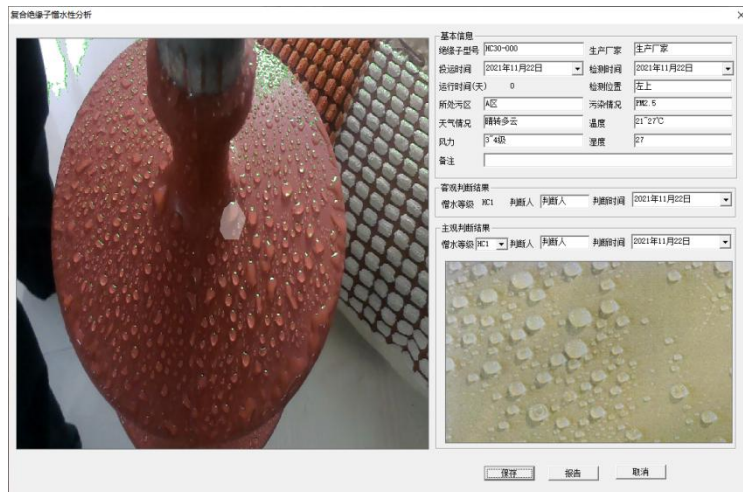


点击“人工检测”或“自动检测”，软件将根据选区面积、选区周长、图像

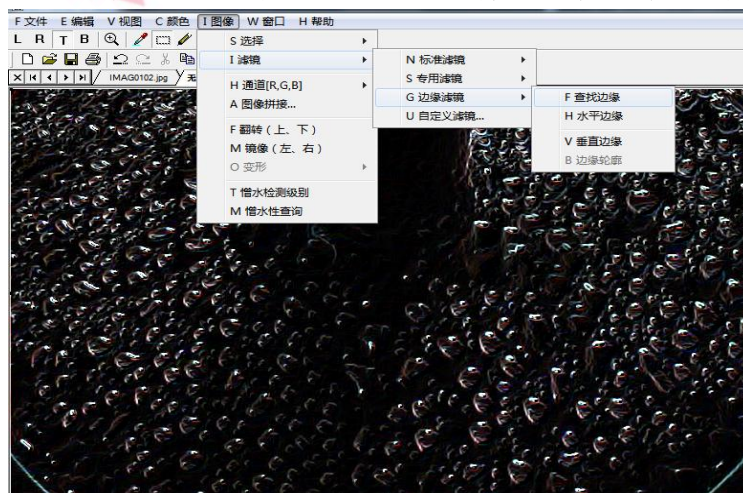
面积、面积比例等综合计算分析，自动判断图片中绝缘子当前的憎水性等级。此结果为客观判断结果。



点击“确认”，进入主观判断界面，并可对判断结果进行保存、生成报告。

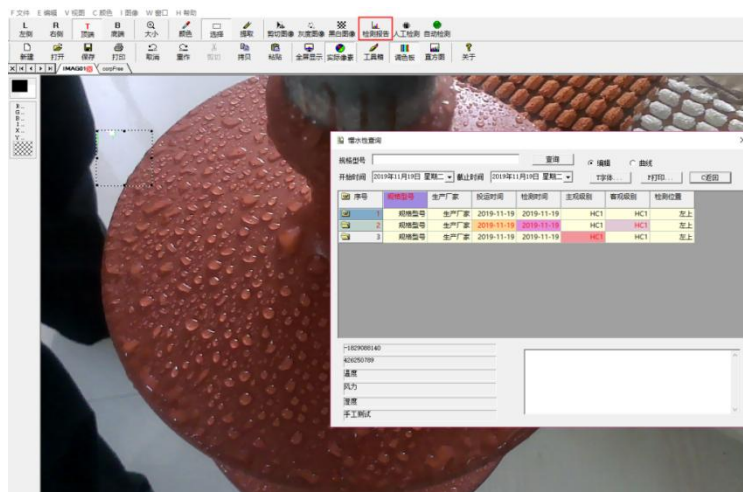


对于较脏或水珠粘连较多无法看出水珠的边缘的绝缘子，可按照“图像”→“滤镜”→“边缘滤镜”→“查找边缘”处理图像，憎水性等级的判断操作同上。

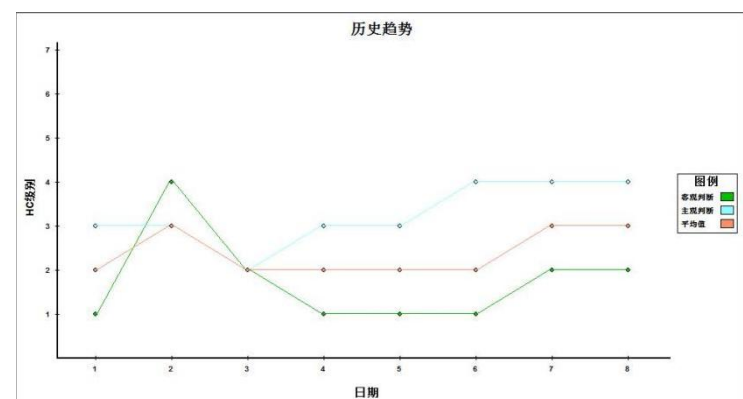
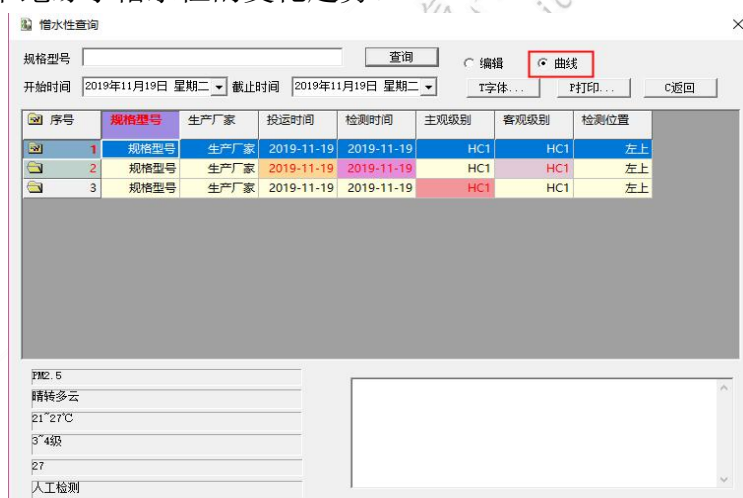


5.3.3 查询历史记录

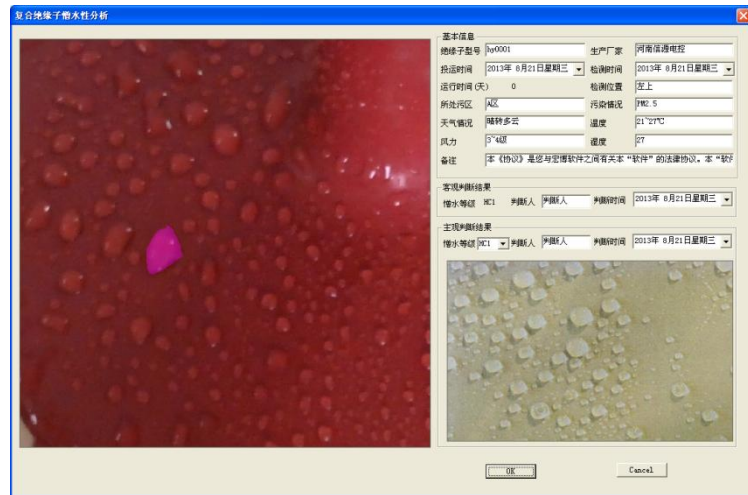
点击“检测报告”进入憎水性查询界面。输入查询条件：检测日期、检测位置、绝缘子型号或其中任意一项，可查询符合该条件的所有历史记录，并可对历史记录进行统计分析。



在查询结果中，选中“曲线”，然后双击“规格型号”一栏中任一型号绝缘子可查看该串绝缘子憎水性的变化趋势。



双击任何一条历史记录可查询该记录具体数据。



5.3.4 系统参数设置

点击“视图”→“选项”，可对系统参数、报告形式等进行修改。



六、现场操作

- (1) 按照 5.1.2 的方法组装设备，打开喷水控制装置上的开关，指示灯亮。
- (2) 连接设备 WiFi，并打开憎水性分析软件，点击“摄像头”，打开取照软件，点击“连接”，确保通讯正常。
- (3) 手持绝缘操作杆的尾部，将喷水装置的喷头置于待测伞裙外缘约 20cm 处，调节喷头出水方向使其与待测伞裙表面垂直；长按遥控器上的启动按钮，喷水装置自动开始定量喷水操作。
- (4) 喷水操作结束后，移动摄像头将视角调到合适位置（一般距离绝缘子 25~30cm），直至画面清晰，点击“抓拍”进行现场取照。
- (5) 退出分析软件控制界面，回到憎水性分析界面。
- (6) 所有工作结束后，把喷水控制部分面板上开关闭合，将储水瓶中的残

留水分倒掉后，装置分拆装回手提箱。

七、装箱/配置清单

序号	物品	型号	数量	单位	备注
1	喷水装置		1	套	
2	无线摄像头		1	个	
3	无线遥控器		1	个	
4	绝缘伸缩操作杆	4.5 米	1	根	
5	电源适配器	12V/1A	1	个	
6	WiFi 天线		1	根	
7	笔记本电脑		1	台	
8	加密狗		1	个	
9	遥控器备用电池	3.6V	1	块	
10	使用说明书		1	份	
11	产品保修卡		1	份	
12	产品合格证		1	份	
13	出厂检测报告		1	份	

八、售后服务

(1) 仪器自售出之日起一个月内，如有质量问题，由我公司免费更换新仪器。

(2) 仪器一年内凡质量问题由我公司免费维修。

(3) 仪器使用超过一年，我公司负责长期维修，适当收取材料费。

(4) 若仪器出现故障，应寄回本公司修理，不得自行拆开仪器，否则造成的损失我公司概不负责。

(5) 如购销合同另有约定的，以合同为准。