

尊敬的顾客

感谢您购买、使用武汉鄂电电力试验设备有限公司、武汉鑫华福电力设备有限公司生产的 ED0402-I 型氧化锌避雷器直流参数测试仪。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

公司地址： 武汉市汉口古田二路汇丰 企业总部丰才楼 118 号

销售热线： 400-034-8088

售后服务： 027-83313329

传 真： 027-83313327

E-mail: whhfdq@163.com

网 址: www.cepee.cn

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 安全要求

警告

在使用中，请随时注意遵守下述注意事项，这是为了避免因电击、短路、事故、火灾或其它 危险而可能给使用者造成的严重伤害或者说死亡。注意事项如下，但并不仅限于此。

不要随意打开仪器设备或试图分解其中的部件，也不要对内部作任何变动，此仪器设备没有用户可维修部件。如果使用中出現功能异常，请立即停止使用并交由指定的维修员检修。

避免该仪器设备遭受雨淋，不要在水边或潮湿环境下使用。不要在仪器设备放置盛有液体的容器，以免液体流入仪器设备内。

如果交流电源适配器的电线和插头磨损或损坏及在使用过程中突然没有声音或有异味及烟雾，则立即关闭电源，拔下适配器插头并交由指定的维修员检修。

清洁仪器设备前请先拔电源插头，不要用湿手插拔电源插头。

定期检查电源插头并清除积于其上的污垢。

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。400-034-8088

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

目 录

警告.....	5
第一章 用途.....	5
第二章 基本原理.....	5
2.1 基本工作方法.....	5
2.2 憎水性等级分级方法.....	6
第三章 装置构成.....	7
3.1 带电喷水装置.....	7
3.2 绝缘子喷水图像拍摄装置.....	9
3.3 憎水性分析软件.....	9
第四章 装置使用说明.....	10
4.1 电动喷水装置使用说明.....	10
4.1.1 存放条件.....	10
4.1.2 组装.....	10
4.1.3 电源.....	11
4.1.4 喷水操作方法.....	12
4.2 绝缘子喷水图像拍摄装置使用说明.....	12
4.3 憎水性分析软件使用说明.....	13
4.3.1 初始设置.....	13
4.3.2 软件主界面.....	15
4.3.3 憎水等级判断总流程.....	26
4.3.4 查询历史记录.....	19
4.3.5 用户管理.....	20
第五章 复合绝缘子憎水性带电检测操作细则.....	21
第六章 基于憎水性检测结果的复合绝缘子维护策略.....	23

警告

本装置只对带电运行复合绝缘子靠近接地侧的 1~3 个伞裙进行憎水性测量

第一章 用途

复合绝缘子良好的憎水性和独特的憎水迁移性可以很好的防止污闪减少事故发生。所谓憎水性是指绝缘子表面不易受潮，吸附的水分以不连续的孤立小水珠的形式存在，不形成连续水膜，从而限制了表面泄漏电流，提高闪络电压；所谓憎水迁移性是指憎水性材料表面脏污后，可以把自身的憎水性迁移到污秽物表面，使污秽物表面也有憎水性。实践证明，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，其憎水性会发生下降甚至丧失，并直接影响输变电设备的防污闪性能，甚至威胁系统的安全运行。因此，对运行中的复合绝缘子的憎水性进行检测是十分必要的。

ED0409 复合绝缘子带电检测仪结构简单，操作方便，可以快速准确的判断绝缘子的憎水性状况。主要应用领域：电业局、复合绝缘子的成套厂、线路维护、电力行业维护高压线的相关部门及单位、电厂、学校、科研机构等相关单位。

第二章 基本原理

2.1 基本工作方法

(1) 采用喷水分级法（即 HC 分级法）。

(2) 采取塔上、地面相结合的方式。

(3) 工作人员上塔，对运行复合绝缘子靠近接地侧的 1~3 个伞裙进行憎水性测量：先对待测伞裙进行定量喷水雾，然后用数码拍摄装置对喷水后的复合绝缘子进行拍照。

(4) 工作人员回到地面，将拍摄到的数码图像通过 USB 数据传输线输入到计算机中，通过憎水性分析软件来分析复合绝缘子的憎水性状况。

2.2 憎水性等级分级方法

喷水分级法将复合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。本装置采用如下所述的两种方法来对复合绝缘子表面的憎水性状态进行分级。

(1) 图像对比法

将现场获得的复合绝缘子喷水图像同图 1-1 所示的标准图像进行对比，通过分析待测图像与各标准图像的相似性并参考表 2-1 所示的各 HC 等级的特征描述来进行分级。

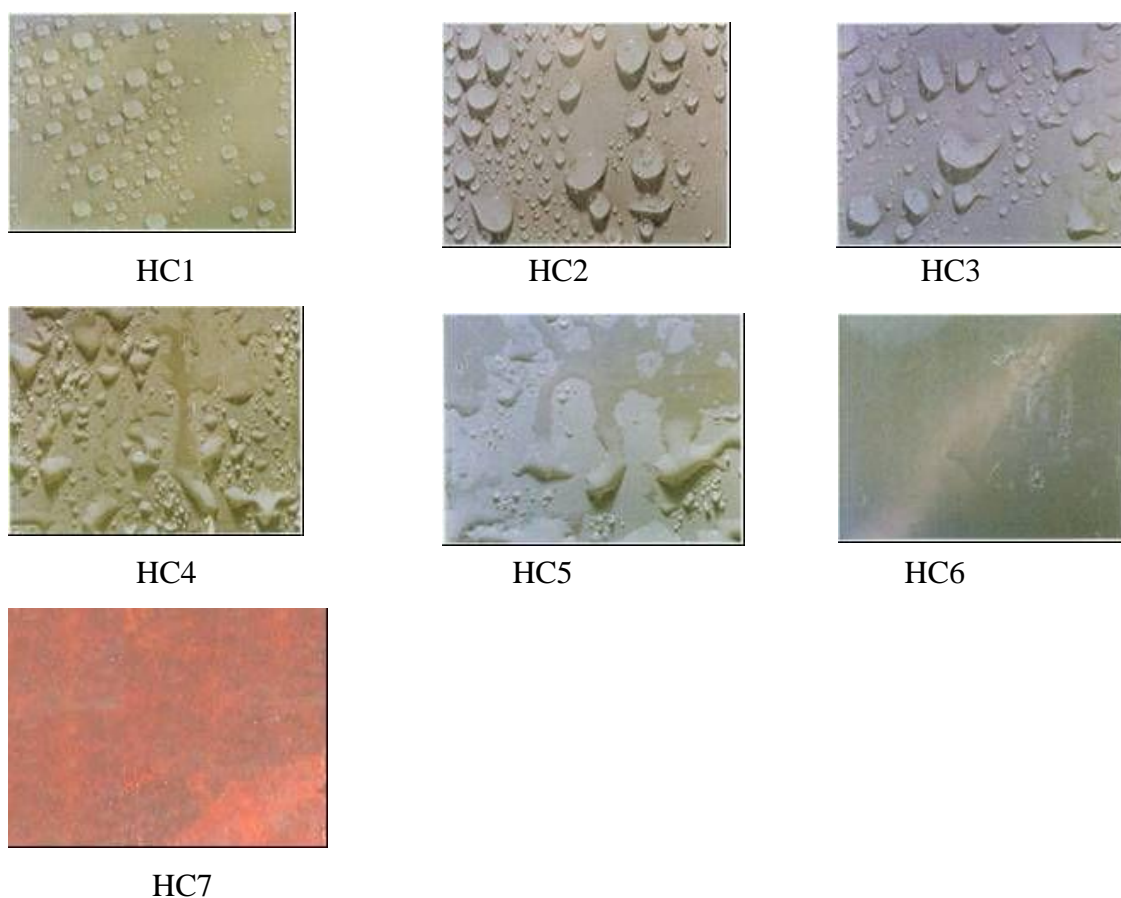


图 1-1 不同憎水等级的标准图

HC 值	绝 缘 子 表 面 水 滴 的 状 态
1	仅形成分离的水珠，大部分水珠 $\theta_r \geq 80^\circ$
2	仅形成分离的水珠，大部分水珠 $50^\circ < \theta_r < 80^\circ$
3	仅形成分离的水珠，水珠一般不再是圆的，大部分水珠 $20^\circ < \theta_r \leq 50^\circ$
4	同时存在分离的水珠和水膜（ $\theta_r = 0^\circ$ ），总的水膜覆盖面积<被测面积的 90%，最大的水膜面积<2cm ²
5	总的水膜覆盖面积<被测面积的 90%，最大的水膜面积>2cm ²
6	总的水膜覆盖面积>被测面积的 90%，有少量的干燥区域（点或狭窄带）
7	全部试验面积上覆盖了连续的水膜

表 2-1 不同憎水性等级的图像特征描述

（2）改进形状因子法

通过计算绝缘子喷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 2-1 所示判据来进行分级。面积比 K 的计算公式为：

$$K = \frac{\text{最大水珠(水迹)发面积}}{\text{图像总面积}}$$

（2—1）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。

第三章 装置构成

ED0409 复合绝缘子带电检测仪由带电喷水装置、绝缘子喷水图像拍摄装置、笔记本电脑、憎水性分析软件光盘、USB 数据传输线等组成。

3.1 带电喷水装置

利用 HC 分级法进行复合绝缘子憎水性带电检测的关键技术之一就是对绝缘子表面喷水。图 3-1 为我们所设计的便携式电动喷水装置，具体分解介绍如下：

- (1) 装置采用了红外遥控、单片机自控技术和微型水泵驱动等技术，自动化程度高。
- (2) 装置采用模块化结构，由四部分组成：①红外控制信号发射部分、②空心绝缘操作杆、③红外信号接收和微型水泵控制部分、④微型水泵驱动喷水部分。各部分拆装、更换方便。装置结构紧凑，重量轻，便于携带和操作，适合现场使用。
- (3) 红外信号发射部分为一独立模块，使用时按照说明连接于操作杆之间。供电电源为 12V 高能碱性电池。当遥控距离下降操作不灵敏时按照说明更换电池。
- (4) 空心绝缘操作杆的材料为玻璃纤维增强环氧树脂基复合材料，共配置 4 节（总长 4m
可根据不同电压等级进行组合使用）。空心绝缘操作杆后端通过连接附件与红外信号发射部分螺纹连接，其前端则通过连接附件与电动喷水部分螺纹连接。
- (5) 红外信号接收和微型水泵控制部分由嵌于空心绝缘操作杆前端内的红外信号接收头、可充电电源、红外信号接收和微型水泵控制器三部分构成。红外信号接收头通过导线与红外信号接收和微型水泵控制器相连。可充电电源、红外信号接收和微型水泵控制器两部分封装在铝制壳体内并用合页套接固定在空心绝缘操作杆前端。可充电电源为 3000mAh 锂电池，可保证装置喷水 2.5 小时，能满足现场长时间测量要求。
- (6) 电动喷水部分是由微型水泵、水壶以及可旋转喷头构成。微型水泵封装于微型水泵腔中，并通过导线与无线信号接收和微型水泵控制器相连。微型水泵腔通过连接附件与水壶螺纹连接，微型水泵通过水管与水壶内腔相通。可旋转喷头通过连接附件与微型水泵腔连接，连接附件通过水管与微型水泵连接实现向可旋转喷头供水。可旋转喷头经特殊工艺制备，可任意调节喷水角度，可喷射实心圆锥体水雾，从而可以保证待测试样表面各部分均匀受水。



图 3-1 便携式电动喷水装置整体效果图

3.2 绝缘子喷水图像拍摄装置

本装置采用数字图像分析技术来判断复合绝缘子表面的憎水性状态，因此需要获取绝缘子的喷水图像。拍摄需要克服一些不利的现场条件，特别是拍摄目标较小（一般复合绝缘子伞裙的直径为十几厘米）、拍摄距离较远（一般都有 1 米以上的距离）和操作稳定性较差（如远距离 高光学变焦拍摄带来的抖动、操作人员在塔上手持拍摄带来的抖动等）。为了克服以上问题，喷水图像的拍摄装置应采用具有高像素、高光学变焦性能、高存储量、定焦速度快、曝光速度快、防抖动性能优异及具有静像拍摄功能的微型数码摄像机。本装置选用微型数码摄像机，其基本参数为：质量 370g、焦距 1.9-57mm、30 倍光学变焦、静像拍摄时 870 万有效像素。

3.3 憎水性分析软件

本装置通过憎水性分析软件来分析运行复合绝缘子的憎水性状态。本软件的核心功能为憎水性等级判断，由客观判断和主观判断两部分组成。

（1）客观判断

憎水性的客观判断是本软件的特色部分，所依据的判断方法为“改进形状因子法”，即通过计算机中分析复合绝缘子喷水图像的面积比 K 和形状因子 fc 来进行憎水性等级判断。

（2）主观判断

在实现了憎水性等级客观判断功能的基础上，本软件还设计了憎水性等级主观判断功能。主观判断所依据的方法为传统 HC 分级法所采用的图像对比法，即在软件中嵌入 HC 分 级法的标准图像，将现场获得的喷水图像输入软件后，通过对比其与各标准图像的相似性来获得憎水性等级。一般情况下，主观判断只是作为一种辅助判断方法，用以验证客观判断的结果。另外，由于现场测量条件千变万化，喷水图像的拍摄条件不易精确控制，有时获得的图像不易通过客观判断功能分析，因此主观判断功能的增加在一定程度上也是必要的。

此外，在憎水性等级判断功能的基础上，为了分析运行复合绝缘子憎水性的动态变化特性，软件还设置了“查询”功能，用以对历史判断记录进行检索和查询。

第四章 装置使用说明

4.1 电动喷水装置使用说明

4.1.1 存放条件

(1) 电动喷水装置属于带电作业工具，应存放在清洁、干燥、通风的专用工具库房中。

(2) 电动喷水装置应设专人保管，登记造册，并建立试验记录。

4.1.2 组装

电动喷水装置为分立式结构，由四部分组成：

- (1) 电动喷水部分
- (2) 红外信号接收和微型水泵控制部分
- (3) 红外信号发射部分
- (4) 绝缘操作杆

组装方法示意：

- (1) 红外信号发射部分与绝缘操作杆进行螺纹连接，如图 4-1 所示。

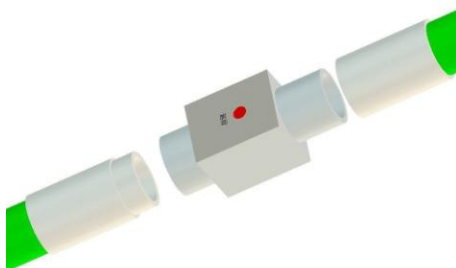


图 4-1 红外信号发射部分与绝缘操作杆进行螺纹连接

- (2) 电动喷水部分与绝缘操作杆进行螺纹连接，如图 4-2 所示。



图 4-2 电动喷水部分与绝缘操作杆进行螺纹连接

(3) 红外信号接收和微型水泵控制部分与绝缘操作杆连接，如图 4-3 所示。

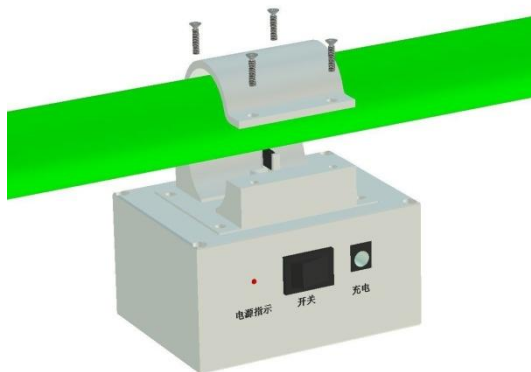


图 4-3 红外信号接收和微型水泵控制部分与绝缘操作杆进行套接

(4) 绝缘操作杆

本产品共配置绝缘杆 4 节（140cm 2 节、80cm 1 节、50cm 1 节），当所测绝缘子电压等级为 110KV（含 110KV）以下时用 140cm+80cm+50cm 进行测量，当所测绝缘子电压等级为 110KV~500KV（不含 500KV）时用 140cm+140cm+50cm 进行测量。

4.1.3 电源

电动喷水装置的电源由两部分组成，即红外信号发射部分的电源和红外信号接收和微型水泵控制部分的电源。

(1) 红外信号发射部分的电源为 12V 高能碱性电池。当电池的电量不足时需要对其进行更换。更换方法如图：

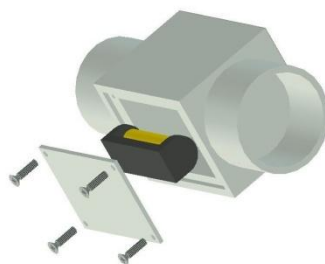


图 4-4 红外发射部分电池安装

(2) 红外信号接收和微型水泵控制部分的电源为 3000mAh 可充电锂电池，其充电方式为：将充电器的充电插头插入红外信号接收和微型水泵控制部分面板上的充电孔：充电器上的指示灯为红色表示真在充电，当转变为绿色时表示充电完成。

4.1.4 喷水操作方法

- (1) 取下储水瓶，并在其中装满去离子水，然后再将储水瓶安装到电动喷水装置上。
- (2) 将电动喷水部分的电源线插头插入红外信号接收和微型水泵控制部分面板上的运行孔。
- (3) 将红外信号接收和微型水泵控制部分面板上的 0/1 开关合向“1”侧，此时面板上的红色工作指示灯亮。
- (4) 操作人员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 处使 调节好的喷头出水方向与待测伞裙表面呈 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；点动遥控部分的启动按钮进行喷水操作。
- (5) 点动启动按钮后装置自动喷水，每次出水量 1mL~1.2mL，共喷水 20 次，总出水量 25mL 整个过程 40s 内完成。
- (6) 喷水操作结束后，将红外信号接收和微型水泵控制部分面板上的 0/1 开关合向“0”侧，将电动喷水部分的电源线插头拔出，将储水瓶中的残留水分倒掉。

注：在装卸储水壶时注意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。

4.2 绝缘子喷水图像拍摄装置使用说明

本装置使用数码摄像机作为绝缘子喷水图像拍摄装置。关于数码摄像机的基本操作方法参 见相关的数码摄像机使用说明书，本说明书只介绍如何通过数码摄像机获取绝缘子喷水图像。 本装置通过两种方式来获取绝缘子喷水图像：(1) 采用拍摄静态图像的方式，这种方式获 取的图像像素高，细节清楚；(2) 采用拍摄动态录像并从动态录像中截取静像的方式，这种方 式获取的图像像素较低，但不影响憎水性分析。一般来讲，在试验室进行憎水性测量可以采用 拍摄静态图像的方式来获取喷水图像。当在现场特别是在塔上进行憎水性测量时，由于通常都 会有风存在，故需要考虑风对憎水性测量的影响。表 4-1 给出一组测试结果，结果表明：若采 用拍摄静态图像的方式来获取憎水性图像而绝缘子表面在喷水后又形成水膜时，绝缘子伞裙表 面形成的水膜在风的作用下会迅速挥发，如 果拍照不及时就会出现使得拍照前部分水膜区域已 形成了干区。这种情况在塔上操作时 经常会难以避免，因为拍摄装置在长焦距的条件下拍摄图 像需要较长的时间。因此，现 场带电检测复合绝缘子的憎水性时，如果现场有风，应该采用采用

拍摄动态录像并从动态录像中截取静像的方式来获取绝缘子的喷水图像。采用动态录

像的方式每秒钟可以获取 25 幅喷水图像，因此可在录像中喷水结束后 1-2 秒的时间范围内选择一副憎水性最差但清晰度最高的图像来进行憎水性分析。

试样编号	喷水后的结果				
	水分状态	时延/ s	K	f	HC
1#	水珠	3	4.8%	0.89	HC 3
		10	5.1%	0.88	HC 3
		30	5.4%	0.86	HC 3
2#	水膜	1	100%	0.75	HC 7
		10	24%	0.23	HC 4
		13	0.9%	0.56	HC 1

表 4-1 风对憎水性测量的影响

无论采用哪种拍摄方式来获取喷水图像都需遵循以下原则：使摄像机镜头对准待测伞裙，并使拍摄角度尽量大；调整光学放大倍数，使待测伞裙的影像正好充满摄像机 LCD 观察屏，如不能满足该条件，则将光学放大倍数调制到最大。

4.3 憎水性分析软件使用说明

复合绝缘子憎水性等级分析软件，根据检测人员在现场获取的复合绝缘子喷水图像，分析图像特性并判断相应绝缘子表面憎水等级，记录检测结果。

正确使用检测软件对检测复合绝缘子憎水性至关重要。软件除了能对现场拍摄提取图像作一些常规的处理外，重要的功能就是准确判断图像中水珠形状所代表的复合绝缘子的憎水等级。所以，本系统软件的核心内容就是分级管理。

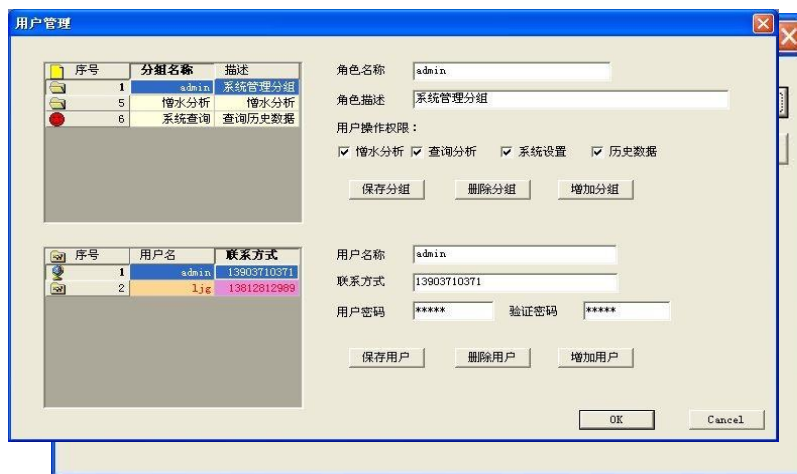
分级判断分为两部分：主观判断和客观判断。用户还可以利用“查询”功能，对历史判断记录进行检索、查询和统计分析。

4.3.1 初始设置 标准图片设置：

软件安装完成以后，运行前需要配置标准图片（从 HC7 到 HC1）。



可以根据需要重新设置（从 HC1 到 HC7）的图片属性和说明，HC1 到 HC7 的图片一般放置在 pic\子目录下，如：“pic\hc1.jpg”，用户只可以修改说明和备注两项内容。



用户设置（添加人员）

用户等级为三级：管理员、操作员和观察员，观察员只有查询权限。管理员拥有自己的密码，享有最高权限，不仅可以判断憎水等级，记录判断结果，查询历史记

录，还可以改动历史数据，配置软件的数据库等。 操作员只能判断憎水等级，记录判断结果和查询历史记录，没有修改数据库和历史记录的

权利。 观察员的权限最低，他只能查询历史记录，没有更改任何数据或设置的权利。这种设置可以有效地保护系统和数据的安全。三级用户的密码均可以在添加用户的时候设置或更改，也可以在用户登录后，用户自己重新设置密码。

客观判断等级设置

客观判断等级是按照表 2-1 数据设置的，该分级标准是在对大量数据进行归纳总结和憎水性规律分析的基础上总结出来的。利用这个分级标准，准确率可达 97% 以上。如果在软件使用过程中，发现准确率降低，还可以对其进行更改和修正，但如果没有充分数据支持，这个标准 是不可以轻易变动的。

4.3.2 软件主界面

图 1 所示为软件启动后的界面，打开憎水拍摄图像后，在不同标签显示不同的图片文件。

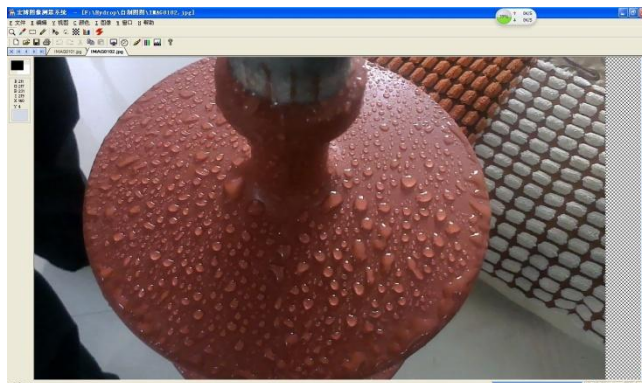


图 1 软件的主界面

4.3.3 憎水等级判断总流程

图象的预处理软件设置了基本的图象处理功能，如：剪切、粘贴、放大、缩小、中值滤波和图像旋转。图像处理功能可以进一步改善图像质量，但系统对图像的质量要求不高，所以，通常不必使用预处理功能，就可以对图象的憎水等级进行判断。

主观判断

如图 2 所示，主观判断法是由中华人民共和国电力行业标准 DL/T810-2002《±500kV 直流棒形悬式复合绝缘子技术条件》和 DL/T864-2004《标称电压高于 1000V 交流架空线路复合绝缘子使用导则》所讲的喷水分级法（HC 法）发展而来。

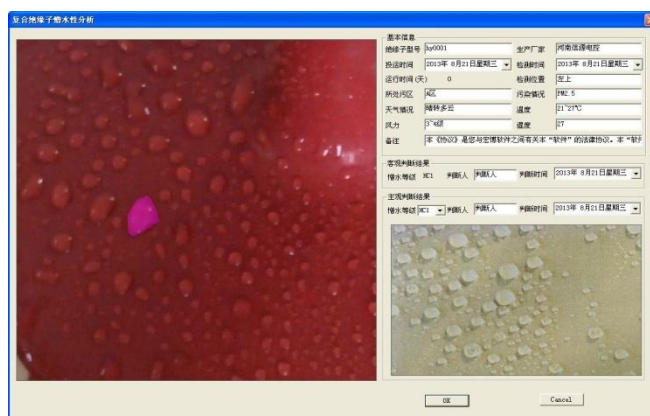


图 2 主观判断界面

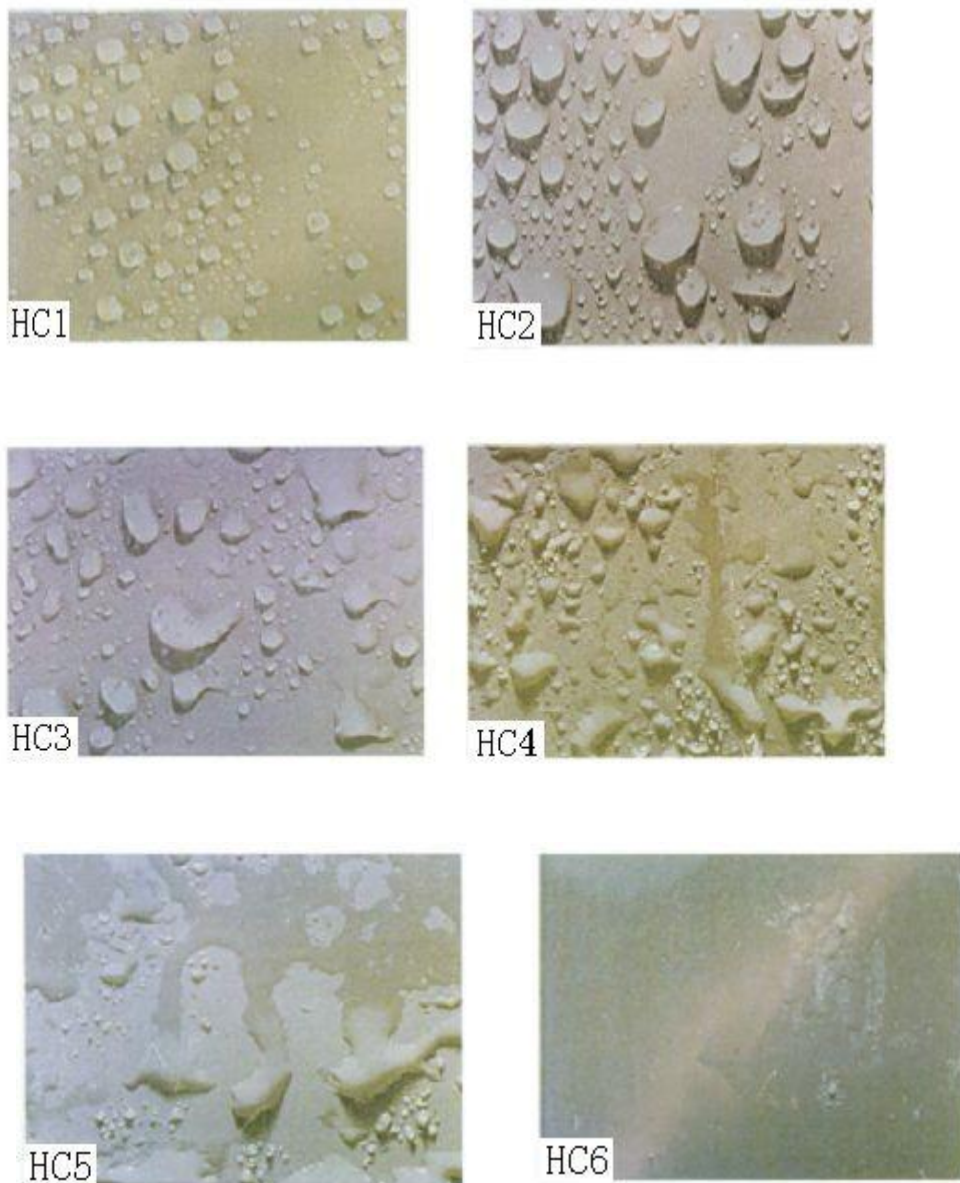


图 3 不同憎水等级的 STRI 标准图象

表 2 试品表面水滴状态与憎水性分级

HC 值	试品表面水滴状态描述
HC1	只有分离的水珠，大部分水珠 $\theta \geq 80^\circ$ 。
HC2	只有分离的水珠，大部分水珠 $50^\circ < \theta < 80^\circ$ 。
HC3	只有分离的水珠，水珠一般不再是圆的，大部分水珠 $20^\circ < \theta \leq 50^\circ$ 。
HC4	同时存在分离的水珠和水带，完全湿润面积<被测区域面积的90%，完全湿润的水带面积<2cm ² 。
HC5	完全湿润面积<被测区域面积的90%，完全湿润的水带面积>2cm ² 。
HC6	完全湿润面积>被测区域面积的90%，有少量干燥区域（点或带）
HC7	整个被试区域形成连续的水膜。

表 3 试品表面水滴状态与憎水性等级特征

HC 值	试品表面水滴状态描述
HC1	只有分离的水珠，水珠大小比较均匀，大部分水珠呈规则的圆形。
HC2	只有分离的水珠，水珠大小不再均匀，部分水珠出现变形。
HC3	只有分离的水珠，部分水珠相对较大，水珠一般不再是圆的。
HC4	同时存在分离的水珠和水带，但水带的面积相对较小。
HC5	完全湿润的水带面积较大，但完全湿润面积占被测区域面积仍不到 90%。
HC6	完全湿润面积约占被测区域面积的 90%以上，仅有少量干燥区域（点或带）。
HC7	整个被试区域形成连续的水膜。

表 2 的特征是 STRI 的标准，表 3 是实践过程中总结所得，仅供参考。

客观判断首先要选择客观判断区域。该区域选择必须遵循“三区域，一不能，一可以”客观判断的原则：

该区域必须是喷水设备的喷口正对着喷射的区域，该区域必须充分受水，是喷水时就选定的检测区域。 该区域必须是照相设备所重点拍摄的区域，以保证图象的清晰性。起码肉眼必须能识别出干区和湿区。 该区域必须是包含最大水珠或水迹的受水区域，是受

水区内憎水性最差的部分。

因为即使是同一片伞裙，不同部分的憎水性也可能是不同的。有的部分会好些，有的部分会差些。而检测的目的是要看绝缘子在这种憎水状况下继续运行的危险程度。而憎水性最差 的状况也是最危险的状况，所以必须把最差的部分的憎水性检测出来，以此来判断整片伞裙乃至整串绝缘子的憎水性状况。

不能包括复合绝缘子伞裙的边缘，也要尽量避免边缘效应的影响。所谓边缘效应是指在绝缘子伞裙靠近芯棒的地方和伞裙的外边缘处，水会发生淤积现象，而这并不能代表整片绝缘子伞裙的憎水性。因为本文的形状因子法在判断的时候所选择的代表点是目标区域内面积最大的水珠或水迹，所以，如果将这部分的图象也包括进去，就会使判断出来的结果偏差，从而造成 不必要的误差。

可以包括阴影区域，但该阴影部分的干区和湿区必须能够肉眼识别。

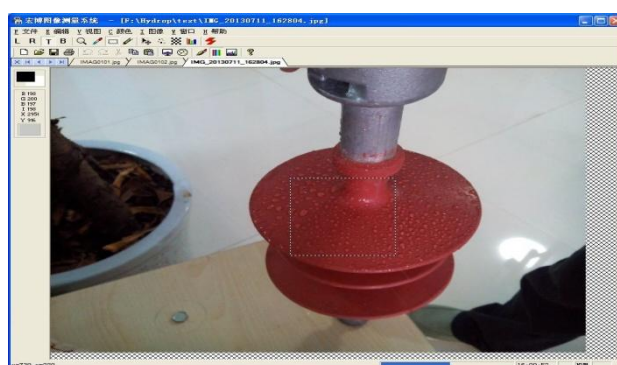


图 4 客观判断区域的选择

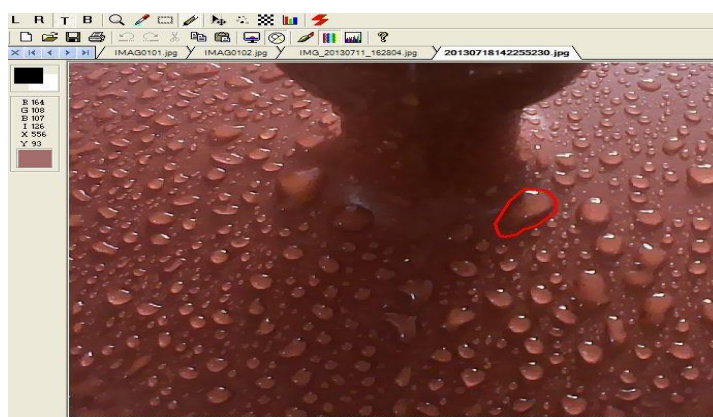


图 5 客观判断界面

说明：所绘图形必须是所选区域内最大的水珠或水迹。可以选择画笔描出最大水珠或

水迹的边缘，然后程序就可以自动计算出参数——面积比和形状因子，根据等级划分标准，自动判断出憎水等级。（注意：最多不能超过 1000 条线，理论上没有任何限制，但考虑内存 大小和处理速度的原因，建议不要使用过多线段）

基本情况

软件的使用人员不仅要复合绝缘子的憎水等级进行主观和客观判断，而且要记录这种 判断的背景信息，主要有：

绝缘子型号：如 FXBW3-35/70，FXBW3-110/70； 检测时间：如 2005-01-15 12:30；
检测位置：记录要具体到××省××市××线××塔×相×片上侧还是下侧，如河南省平顶山平徐线 72 # 塔中相低压侧第二片上侧；

检测时天气：如晴，多云转晴，阴转小雨，大雾，雨雪； 检测时温度：如 20℃；

检测时湿度：如 40%； 污染情况：绝缘子所运行地区的污染等级，也可定性描述一下该绝缘子的污层厚度等； 投运时间：是指复合绝缘子在塔上安装完毕的时间，如 2003-03-18； 运行时间：是指到目前检测时间为止，该复合绝缘子共运行的天数，如 1000 天。 记录这些背景信息，是因为复合绝缘子的憎水性是一个不断变化的量，我们所测到的只能是一个瞬间值，而且有利于我们对某些绝缘子进行跟踪检测，其最终憎水等级的确定，是对多种天气情况下检测到的憎水性综合分析的结果，是一个统计量。 这些背景信息只要在一个界面（主观或客观）下记录了，那么在另一个界面下就会自动生成，不需要重复记录。

4.3.4 查询历史记录

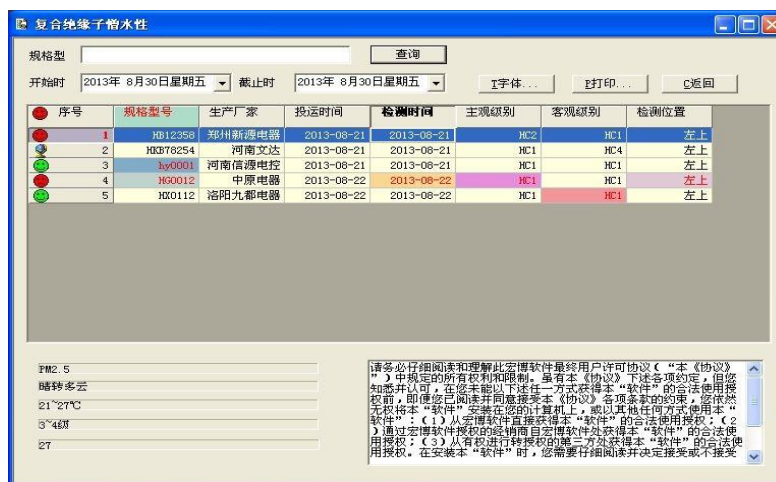


图 6 查询界面

只要输入查询条件：检测日期、检测位置和绝缘子型号或其中任何一个，都可以查询到复合该条件的历史记录，并可以对历史记录进行统计分析。双击任何一条历史记录都可以查询到 该记录当时的数据具体状态，如下图根据不同的权限该界面的数据是可以修改的。

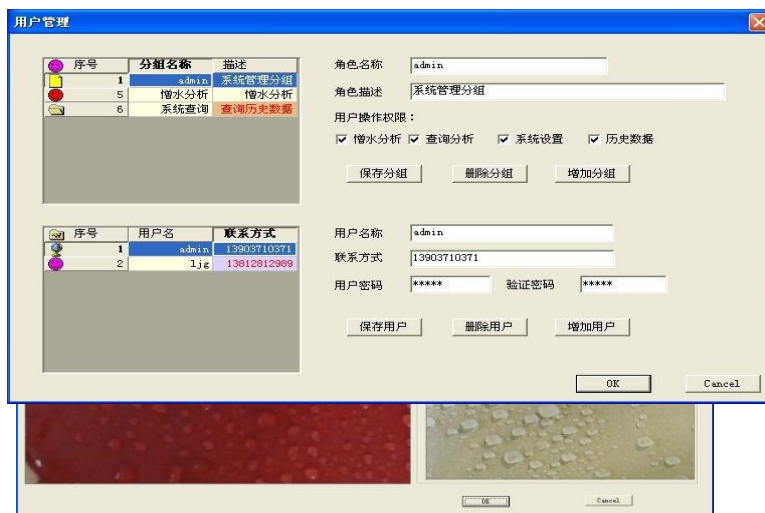


图 7 查询结果图

4.3.5 用户角色管理

界面上方是角色定义，可以添加删除修改角色，右侧是该角色对应的权限。打上勾表示该 角色具有某功能的使用权限。

界面下方是选中的角色所包含的用户，也就是系统可登录用户，可以添加修改删除。

第五章 复合绝缘子憎水性带电检测操作细则

(1) 复合绝缘子憎水性带电检测应选择良好天气下进行，不易在雷、雨、雪、雾等天气下进行，同时环境湿度应尽量不大于 80%。

(2) 复合绝缘子憎水性带电检测时，为了防止喷水装置储水瓶中的水结冰以及喷出的水雾在绝缘子表面结冰，环境温度应高于 0℃。

(3) 复合绝缘子憎水性带电检测时，风力应不大于 4 级。

(4) 待测杆塔的三相复合绝缘子串均应进行憎水性测量；对于每支持测复合绝缘子，可选 择靠近接地侧 1-3 个大伞裙的上表面进行憎水性带电测量，但尽量不选择接地侧第一伞。

(5) 复合绝缘子憎水性带电检测需 3 名及以上工作人员，其任务分工是：塔上喷水操作 1 名，塔上拍摄操作 1 名，地面指挥 1 名。

(6) 登塔前，喷水操作人员在喷水装置的储水瓶中装满去离子水，并检察装置是否漏水，电源电量是否充足；拍摄操作人员检查摄像机的电池的电量是否充足，记忆棒和磁带是否正确 装入摄像机。

(7) 塔上操作人员携带喷水装置和拍摄装置登塔至悬挂待测绝缘子的横担上或其附近，也 可以在登塔后用定滑轮将装置吊上。

(8) 两名塔上操作人员在横担上或靠近横担处距离绝缘子挂点 1.5 米以内的范围内选择 合适的操作位置（如图 5-1 所示），至少需要保证拍摄操作人员满足上述要求。

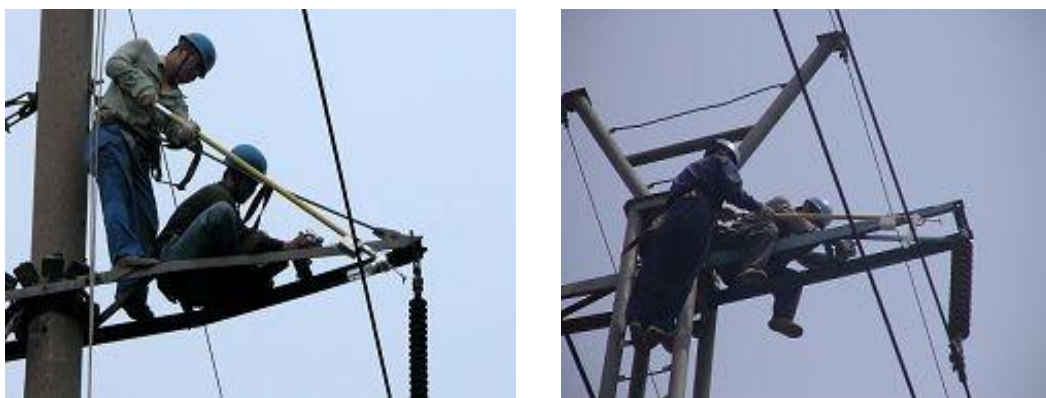


图 5-1 憎水性带电检测操作图片

(9) 拍摄操作人员打开数码摄像机电源，并将拍摄模式选为磁带录像模式；使摄像机镜头对准待测伞裙，并使拍摄角度尽量大；调整光学放大倍数，使待测伞裙的影像正好

充满摄像机 LCD 观察屏，如不能满足该条件，则将光学放大倍数调制到最大。

(10) 喷水操作人员调节喷头的出水方向使其与待测伞裙基本平行，使喷水装置的喷头距离待测伞裙约 10cm 左右但喷头略高于待测伞裙。

(11) 拍摄操作人员打开录像开关并指示喷水操作人员开始喷水；喷水操作人员点动喷水装置的控制按钮对待测伞裙进行 30ml 定量喷水；如果现场风力较大或喷水距离不满足 (10) 要求，可适当增加喷水量，以伞裙表面水分状态不再发生明显变化为止；喷水操作结束 10 秒后，录像结束。

(12) 一片伞裙憎水性测量结束后，两名塔上操作人员重复 (9) - (11) 步骤，开始对下一片伞裙进行憎水性测量。

(13) 一相绝缘子憎水性测量结束后，两名塔上操作人员重复 (8) - (12) 步骤，开始对下一相绝缘子进行测量。

(14) 一基杆塔测量结束后，两名塔上操作人员返回地面；回放每片伞裙的喷水录像，并将喷水操作结束后 2 秒区间中的画面截取一帧转拍至记忆棒中；也可以用 1394 数据线将拍摄装置与计算机连接并使用相关截图软件截取。

(15) 记录检测的背景信息，包括：绝缘子型号、安装日期、检测时间、检测位置、检测时的天气、光照、温度、湿度和污染情况等。

(16) 将记忆棒中的憎水性图像通过 USB 电缆输入到笔记本电脑中并通过憎水性分析软件进行憎水性状态的判断，存储判断结果，同时存储测量时的背景信息。

(17) 工作人员转移至下一基待测杆塔进行憎水性测量。

(18) 如果现场无风，或风力很小，可以考虑直接用静像拍摄模式来获取憎水性图片，拍摄时间为喷水操作结束后 10 秒内。

第六章 基于憎水性检测结果的复合绝缘子维护策略

为准确评价运行复合绝缘子的憎水性，建议利用本装置进行复合绝缘子憎水性的动态巡视，

并建议采用如下的动态巡视方案：

（1）憎水性丧失特性，可在冬末春初第一场降雨到来前并且环境温度上升至 0℃时进行测量，测量时刻为中午前后，测量应进行多次。通过这个参数可以获知运行复合绝缘子在一年中 憎水性最差的情况。

（2）憎水性恢复特性，可在每年最热的 6~8 月进行，测量尽量选择晴好天气，测量时刻为

早晨或傍晚，同样测量应进行多次，通过这个参数可以得出现场复合绝缘子在一年中憎水性最好的时候，若这个时候现场的某支复合绝缘子的憎水性还比较差，那说明这复合支绝缘子在一年中的其他时候憎水性也难以恢复，就需要对这支复合绝缘子的运行状况进行关注。

对于冬季憎水性达到 HC6 级及以上的复合绝缘子，建议进行等值盐密的测量，并基于等值 盐密测量结果决定是否对运行复合绝缘子进行清扫或水冲。

对于夏季憎水性达到 HC6 级及以上的复合绝缘子，根据 DL/T864-2004 的规定，建议退出运行。