



说明书

BLC-V 氧化锌避雷器带电测试仪

电力工程 / 铁路运输 / 石油化工 / 水利水电 / 航天航空 / 高校



尊敬的顾客

感谢您使用本公司生产的产品。在初次使用该仪器前，请您详细地阅读使用说明书，将可帮助您正确使用该仪器。



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差别。若有改动，我们不一定能通知到您，敬请谅解！如有疑问，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



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！



◆ 安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

一防止火灾或人身伤害

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。

使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

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。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。



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。

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

一、简介	- 6 -
二、性能及技术指标	- 7 -
三、仪器要解决的问题及测试原理	- 8 -
四、仪器面板介绍	- 10 -
五、接线方法	- 11 -
六、操作步骤介绍	- 12 -
七、测试说明	- 18 -
八、电压传感器箱介绍	- 19 -
九、注意事项	- 21 -
十、结果分析参考及波形说明	- 21 -
附件：软件下载更新	- 23 -



一、简介

氧化锌避雷器带电测试仪是检测氧化锌避雷器运行中各项交流电气参数的专用仪器。

具有下列特点：

1. 800×480 彩色液晶图文显示。
2. 配备嵌入式工业级控制系统。
3. 触摸操作方式，支持外挂无线鼠标。
4. 具有设备数据管理能力。
5. 交、直流两用型，内带高能锂离子电池，特别适合无电源场合。
6. 真正意义上的三相同时测量。
7. 特性数据、波形同屏显示。
8. 多种电压基准信号取样方式：

- ①有线方式：从 PT 端计量绕组取信号，V/I 变换（隔离）后，数字信号有线传输。
- ②无线方式：从 PT 端计量绕组取信号，V/I 变换（隔离）后，数字信号无线传输，省去电缆长距离连接。
- ③无电压方式：不需要从电压互感器二次端子取信号，采用软件计算的方式找到电压基准。



9. 安全可靠，电压通道采用隔离 V/I 变换，从而避免 PT 二次侧短路，减小信号失真。
10. 体积小，重量轻，便于携带，现场使用不需要笔记本电脑支持（内带嵌入式工业计算机），具备电脑同等效果。
11. 带电、停电、试验室均可适用。

二、性能及技术指标

1. 电源：220V、50Hz 或内部直流电源。
2. 参考电压输入范围（电压基准信号）：50Hz、30~100V。
3. 测量参数：
 - 泄漏电流全电流波形、基波有效值、峰值。
 - 泄漏电流阻性分量基波有效值及 3、5、7、9 次有效值。
 - 泄漏电流阻性分量峰值。
 - 全电压、全电流之间的相角差。
 - 运行（或试验）电压有效值。
 - 避雷器功耗。
4. 测量准确度：
 - 电流：全电流 $> 100 \mu A$ 时： $\pm 5\%$ 读数 ± 1 个字；
 - 电压：基准电压信号 $> 30V$ 时： $\pm 2\%$ 读数 ± 1 个字。
5. 测量范围：泄漏电流 $100 \mu A \sim 10mA$ （峰值），电压 30~100V。



6. 电压取样方式为：电压互感器（或试验变压器仪表绕组）的电压信号经过配套的 V/I 变换有源传感器接入电压通道，作为参考电压信号。
7. 电流取样方式为：电流通道为内置穿芯式小电流传感器取样方式，信息失真小。
8. 电源保护：电源插座内带保险管时，换保险管时将保险盒撬开即可。

三、仪器要解决的问题及测试原理

1. 氧化锌避雷器存在的主要问题：

- ①由于氧化锌避雷器取消了串联间隙，在电网运行电压的作用下，其本体要流通电流，电流中的有功分量将使氧化锌阀片发热，继而引起伏安特性的变化。这是一个正反馈过程。长期作用的结果将导致氧化锌阀片老化，直至出现热击穿。
- ②氧化锌避雷器受到冲击电压的作用，氧化锌阀片也会在冲击电压能量的作用下发生老化。
- ③氧化锌避雷器内部受潮或是绝缘支架绝缘性能不良，会是工频电流增加，功耗加剧，严重时可导致内部放电。
- ④氧化锌避雷器受到雨、雪、凌露及灰尘的污染，会由于氧化锌避雷器内外电位分布不同而使内部氧化锌阀片与外部瓷套之间产生较大电位差，导致径向放电现象发生，损失整支避雷器。



2. 为什么要测试阻性电流

判断氧化锌避雷器是否发生老化或受潮，通常以观察正常运行电压下流过氧化锌避雷器阻性电流的变化，即观察阻性泄漏电流是否增大作为判断依据。当氧化锌避雷器处于合适的荷电率状况下时，阻性泄漏电流仅占总电流的 10%~20%，因此，仅仅以观察总电流的变化情况来确定氧化锌避雷器阻性电流的变化情况是困难的，只有将阻性泄漏电流从总电流中分离出来，才能清楚地了解变化情况。

3. 理论及实践结论

已有研究指出：

- ①阻性电流的基波成分增长较大，谐波的含量增长不明显时，一般表现为污秽严重或受潮。
- ②阻性电流谐波的含量增长较大，基波成分增长不明显时，一般表现为老化。
- ③仅当避雷器发生均匀劣化时，底部溶性电流不发生变化。发生不均匀劣化时，底部溶性电流增加。避雷器有一半发生劣化时，底部溶性电流增加最多。
- ④相间干扰对测试结果有影响，但不影响测试结果的有效性。采用历史数据的纵向比较法，能较好地反映氧化锌避雷器运行情况。

4. 仪器测试原理及特点

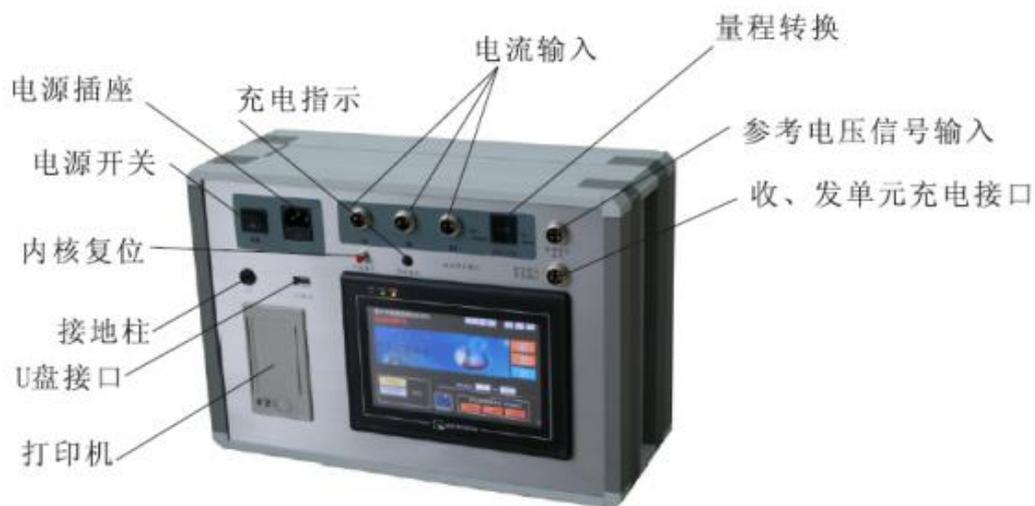


- ①测量电压、电流信号、进行快速傅立叶变换，分别计算性分量、阻性分量（基波、谐波）。
- ②采用 FPGA 硬件采样技术、程控放大技术，使得采样速率提高到 200k，可真实采集到原始电流、电压信号。使得测试结果稳定、可靠。可有效滤除高频干扰谐波。
- ③采用嵌入式工业处理器，使得运算速度加快，设置方便，可以模型多算法，测试方法的透明度增加，把仪器作为一个分析工具，真正做到随心所欲。
- ④三相同时测试，可方便除去相间干扰。（此项可软件选择）
- ⑤可采用软件的方法找到电压基准，从而不需从 PT 上取电压信号。（此项可软件选择）
- ⑥软件具有数据库管理等功能。
- ⑦由于采用了内部锂离子电池及数据无线传输技术，现场测试十分方便。

四、仪器面板介绍

仪器面板如图 1 所示。

插入电源线后，仪器即进入充电状态，不必打开电源开关。完成充电的时间为 5 小时。充电完成后，仪器自动切断充电回路，不必考虑仪器的过充电。仪器放置一段时间后，内部电池会自然放电。因此，使用前要进行充电。充满后的工作时间不小于 4 小时。



五、接线方法

1. 带电测试

电流采集接线如图 2 所示，电流采集点为放电计数器上端引线，地线可以在系统的任一个接地点一点接入仪器面板接地柱。

电压取样，从系统电压互感器的计量端子取三相电压信号，此电压信号经过配套的 V/I 变换有源传感器，以有线或无线的方式接入仪器参考电压信号通道，作为参考电压信号。

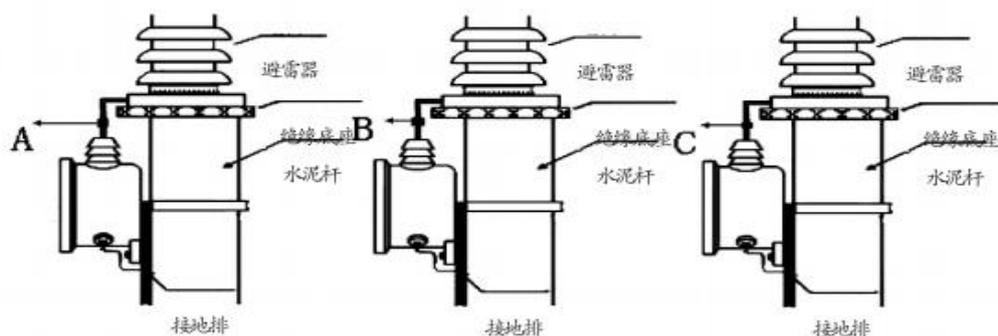
2. 离线测试：

试验线路如图 3 所示。



“变压器仪表端”指试验变压器的仪表绕组，此电压信号经过配套的V/I 变换有源传感器接入仪器参考电压信号通道，作为参考电压信号。

单相试验时，电压信号接入 A 相，电流信号也要对应接入 A 通道。



图中A、B、C三点为三相的电流信号取样点

图 2



图3

六、操作步骤介绍



仪器开机后的界面，如图 4 和如图 5 所示。图 4 是“无线通讯”和“有线通讯”模式下的显示界面。区别是：“无线通讯”和“有线通讯”模式下，左下角显示 PT 变化；“无电压”模式下，显示系统线电压和移相角度。

操作菜单介绍如下：

文件管理：存储数据搜索、查阅、打印、删除（格式化）。

数据编号：输入一个易于识别的编号，便于数据记录的识别、存储和管理。

开始测试：进入到测试界面。

实测模式/干扰演算：实际测量数据指标/实际测试指进行消除相间干扰演算。

电池电量：实时监测内部电池的容量状况。

有线通讯、无线通讯、无电源：选择参考电压的取样方式。



图 4



图 5

(一) 数据编号

点击屏幕上“数据编号”菜单，弹出如图 6 所示的输入界面，点击编号显示方框，将弹出软键盘，输入数据即可。



图 6



(二) 文件管理

点击屏幕上“文件管理”菜单，弹出如图 7 所示的界面。图中：

1. 已有记录：告知保存数据的组数。
2. 序号：记录保存的序号号。
3. 数据标识：试验时的数据记录标识符。
4. 时间标签：试验时的年、月、日、时、分、秒。
5. 数据记录数大于 10 时，左边的箭头可上、下反、翻页。
6. 删除已有记录：相当于内部存储空间的格式化。
7. “序号”和“数据标识”之间的箭头，选中后，“打开文件”的上面会出现被选中的记录号，点击“打开文件”，将显示选中记录的数据内容，并可以打印输出。如图 8 所示。
8. “导出文件”是将仪器内部保存的数据一次性全部导出，导出的文件在 U 盘的根目录下。插入 U 盘时，屏幕可能会弹出升级界面，此时可以选中“cancel”，也可以等待 10s，等其自动消失。导出数据时，U 盘灯会闪烁，停止闪烁时，表明导出数据完成，可以拔出 U 盘。



图 7



图 8



图 9

图 9 是“删除文件”（相当于格式化）的界面，仪器不支持一条一条记录的删除，一次性删除所有记录。因此，操作要谨慎。

（三）开始测试

本菜单是测试功能菜单，点击此菜单后进入如图 10 所示的测试界面。在此界面点击“开始测试”，进入测试过程，测试完成后，数据和波形就能显示。

试验完成后，如果想进一步观察其他数据，可点击“下一页”，图 11 是阻性电流各成分的显示界面。

图 12 是保存数据的界面。



图 10



图 11



图 12



七、测试说明

（一）同步方式说明

如采用“有线方式”或者“无线方式”测试，就要连接电压传感器箱，同时，仪器软件中还要输入变比。如测试仪 110kV 系统，那么输入变比为 1100（110kV/100V），220kV 时输入 2200。如果在试验室采用试验变压器加压，那么就必须输入变压器的变比。例如试验变压器的高压为 50kV，仪表绕组电压为 100V，那么变比输入就为 500，依次类推。

如采用“无电压”方式测试，就要直接输入系统电压或外施高压。这种方式不需要引入参考电压信号。

“无电压”方式测试时，我们是假定 B 相的电流超前电压的相位角为一定的角度（一般假定为 83 度），从而根据 B 相的电流波形得到 B 相的电压波形，进而得到 A、C 两相的电压波形。由于历次的测试都是在此假设条件下完成，因此具有很强的可比性，大大简化了测试。

异常结果判断时，我们遵循少数服从多数原则，如果 A、C 两相数据均不正常，我们就初步判断 B 相存在问题（基准错误），如果 A、C 某一相数据异常，那就是数据异常的某相存在问题，最后的精确判断还得接入电压信号确诊。

（二）测试数据异常的自诊断



一般来说，相位角决定阻性电流的大小。A、B、C 三相的相位角一般为 79、83、87 左右，三相的阻性电流基本准些 $I_a > I_b > I_c$ ，这是普遍规律。

1. 相位角分布明显没有规律，差别太大，且全电流测试正常，三相电压，电流引入错乱的可能性极大。
2. 相位角分布明显没有规律，差别太大，且电流很小，电流引入线接触不良的可能性极大，这是因为接入点锈蚀造出的接触不良。
3. 相位角出现-277、-273、-281 等情况，这不是问题，-277 与 83 是等效的。 $(360-277=83)$ 。

总而言之，测试不正常时，先检查接线是否牢靠（三相电压、电流幅值是否正确），再检查三相的电压、电流是否介入对应的通道（电压基准错误会导致阻性电流计算完全错误）。排除这两点的可能性后，试验数据是真实的。

有疑问的数据，可以通过电子邮件发到我公司邮箱，我们将在很短的时间内给出明确答复。

八、电压传感器箱介绍

电压传感器箱是仪器重要的组成部分，用来获得电压相位基准和量值。在“有线同步”和“无线同步”两种方式下都必须使用此传感器箱。在“无电压”方式下不接此装置。



特点:

1. 内带高能锂离子电池;
2. 电压通道为高阻抗输入;
3. 输入引线自带保险管;
4. 支持电压信号的有线传输和无线传输。

图 13 为电压传感器箱的面板示意图, 无线方式接线图如图 14 所示。有线方式取消发射和接收单元, 其它相同。



图 13

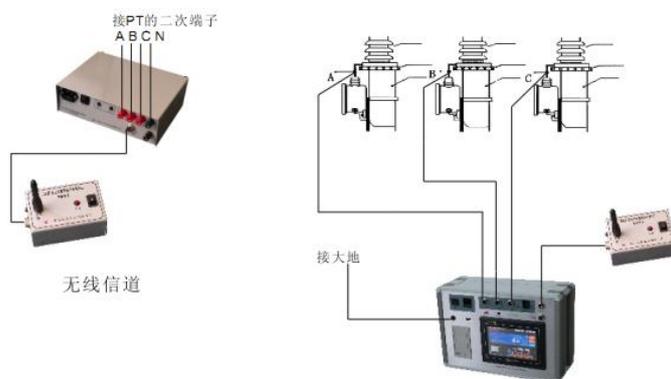


图 14



九、注意事项

1. 仪器必须可靠接地，以保证设备和人身安全。
2. 从 PT 二次侧取参考电压时，一定要小心谨慎，小心接线以避免 PT 二次短路。
3. 进入测量前，应做好各种输入选择。
4. 带电测试时，应取与被测避雷器同相的 PT 二次侧电压作为参考信号。
本测试仪所配的三根电压信号的一端各配有一只 100mA 保险管，当接线错误导致短路时，改保险管会起到保护 PT 二次短路的作用。因此，当测试仪所显示的试验电压不正确时，在确认输入变比无误后，请检查该保险管是否烧断。

十、结果分析参考及波形说明

1. 屏幕左边有电压、电流的波形显示。这种方式有利于观察接线是否可靠、相位是否正确。一旦接线不可靠，液晶将显示杂乱的点。由于现场电流或电压接入点常常有锈蚀的现象，在此状态下观察接线是否良好非常直观、有效。另外，电流波形一般要超前电压波形 90 度以内，不然，电压接线（相位）可能接错。带电测试接电压信号时，一定要接相电压（要引入电压信号的中性点）。



2. 进入测试过程后，波形显示区显示三条曲线（电压、全电流、阻性电流）。三者只有相位关系，此波形只作为定性分析的依据。幅值大小无比例关系，只为了显示观察方便。

3. 测试结果分析参考：

（1）氧化锌避雷器测试结果的分析以历史数据纵向变化趋势为依据，不刻意追求测试值得绝对大小。

（2）氧化锌避雷器的阻性电流值在正常情况下约占全电流的 10~20%。如果测试值在此范围内，一般可判别此氧化锌避雷器运行良好。

（3）氧化锌避雷器的阻性电流值占全电流的 25~40%时，可增加检测频度。密切关注其变化趋势、并做数据分析判断。

（4）氧化锌避雷器的阻性电流值占全电流的 40%以上时，可以考虑退出运行，进一步分析故障原因。

（5）如果阻性电流占全电流的百分比明显增长，其中，基波的增长幅度较大，谐波的增长不明显。此种情况一般可确定为氧化锌避雷器污秽严重或内部受潮。

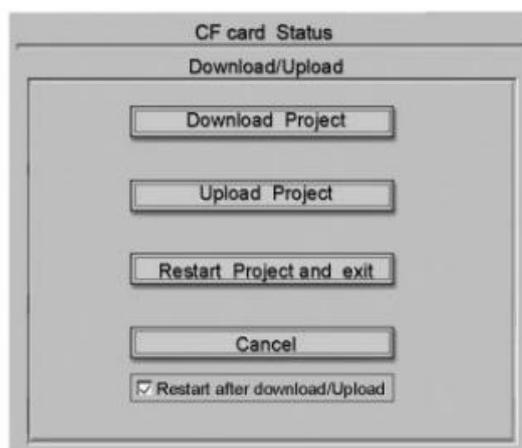
（6）如果阻性电流占全电流的百分比明显增长，其中，谐波的增长幅度较大，基波的增长不明显。此种情况一般可确定为氧化锌避雷器老化。

以上判据仅供参考，国家标准没有明确规定各种判断标准。某些省电力试验研究院做了一些较具体的规定，广大用户可参考当地电力试验归口部门的相关技术说明和规定。



附件：软件下载更新

仪器支持 U 盘程序更新，将装有升级程序的 U 盘插入 USB 接口后，等待片刻，液晶会弹出如果附-1 所示的界面。



附-1

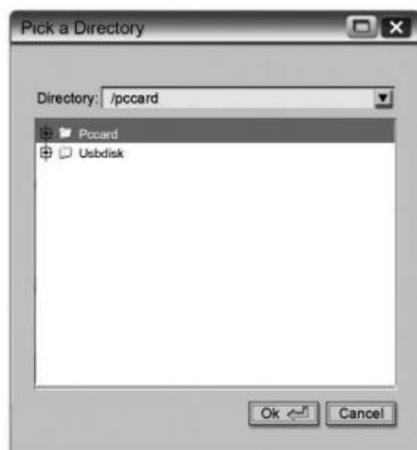


附-2



点击下载功能“download Project”后，弹出如图附-2 所示的界面，输入密码（U 盘如果没有密码文件，默认密码为 111111）。点击密码区，屏幕会自动弹出软键盘。输入密码，屏幕弹出如图附-3 所示界面，选择目录。点击“Usbdisk”后，展示 U 盘根目录下的目录，选择子目录“LCD”就可以进行导出操作了。

升级完成后，仪器会自动从新启动。



附-3

ELECTRICAL PRODUCTS

Provide first-class electrical
measurement products

全国统一热线：400-060-1718

电力试验设备研发生产供应商

ELECTRIC TEST EQUIPMENTS R&D MANUFACTURER



武汉华意电力科技有限公司

Wuhan Huayi Power Technology Co., Ltd.

☎ 售前：027-87455965 售后：027-87455183

🌐 www.wh-huayi.com

✉ whhuayi@126.com

📍 武汉市东湖新技术开发区高新四路 40 号葛洲坝（集团）太阳城工业园 11 栋