注意事项

1. 测量前先连接地线，测量完最后拆接地线！

2. 从 PT 二次取参考电压时，应仔细检查接线以避免 PT 二次短路。

3. 电压信号输入线和电流信号输入线务必不要接反，如果将电流信号输入线接至 PT 二次侧或者试验变压器测量端，则可能会烧毁仪器。

4. 在有输入电压和输入电流的情况下，切勿插拔测量线，以免烧坏仪器。

5. 仪器充电时，充电器指示灯为红色，充满后指示灯为绿色。

目 录

一、概述.....1
二、仪器特点.....1
三、技术参数.....1
四、仪器介绍.....2
五、阻性电流测量模式.....2
六、操作步骤.....5
七、测量原理.....8
八、故障分析.....10
九、注意事项.....10
十、设备成套.....11

MSBL-III 氧化锌避雷器特性测试仪

一、概述

1.MSBL-III 型氧化锌避雷器特性测试仪是用于检测氧化锌避雷器电气性能的专用仪器。

2.适用于各种电压等级的氧化锌避雷器的带电或停电检测，从而及时发现设备内部绝缘受潮及阀片老化等危险缺陷。

3.操作简单、使用方便，测量全过程由单片机控制，可测量氧化锌避雷器的全电流、阻性电流及其谐波、工频电压、有功功率和相位差。

4.大屏幕显示电压和电流的真实波形。

5.运用数字波形分析技术，采用谐波分析和数字滤波等软件抗干扰方法使测量结果准确、稳定，可准确分析出基波和 3～7 次谐波的含量，并能克服相间干扰影响，正确测量边相避雷器的阻性电流。

6.MSBL-III 氧化锌避雷器特性测试仪采用独特的高速磁隔离数字传感器，直接采集输入的电压、电流信号，保证了数据的可靠性和安全性。

7.配有高速面板式打印机，可充电电池，试验人员在现场使用十分方便。

二、仪器特点

1.可以对单相避雷器阻性电流进行测量。

2.测量氧化锌避雷器的全电流、阻性电流及其谐波、工频电压、有功功率和相位差。

3.仪器具备抗干扰、自动补偿的功能。

4.具有阻性电流基波峰值输出、边相校正等功能。

5.大屏幕液晶显示，全中文菜单操作，使用简便。

6.仪器配有可充电电池、日历时钟、微型打印机。

7.可存储测量数据。

三、技术参数

1. 电流测量范围：0 ～ 10mA（峰值）

2. 电压输入范围：10 ～ 200V（峰值，参考电压输入）

3. 最大允许误差：±(读数×3% ± 1 个字)（有线模式条件下）

4. 仪器供电电源：AC 220V 或内部电池,连续工作时间小于 6 小时，电池充电大于 6 小时

5.. 仪器尺寸：330×280×140mm^3

6. 仪器重量：3kg（不含附件）

四、仪器介绍

图 1 仪器面板

面板说明：

1. 安全接地端；　　2. 微型打印机；　　3. 液晶显示器；

4. 电流信号输入端　　5. 电压信号输入端；　　6. 充电插座；

7. 电源开关；　　8. 旋转鼠标

五、阻性电流测量模式

在图 6：主菜单里有线栏目下，有 3 种阻性电流测量模式：

1. 有线模式、2. 无线模式、3. 感应模式。

一般选择 有线 模式条件测量，可以确保测量精确。其它 2 种模式供参考使用。

1. 有线模式

(1) 在有线模式下，仪器能测量单相避雷器的阻性电流等参数。

(2) 在有线模式下，仪器必须输入 B 相 PT 的二次电压作为参考电压输入信号，同时必须输入电流信号。

上述测量时，电流信号线不能使用加长线，电压信号线可以加长。

(3)测量前先连接地线，测量完最后拆接地线！

(4)如果接地点有油漆或锈蚀必须清除干净。

(5)有线模式（测试相序：B,单相）测试接线示意图，见图 2

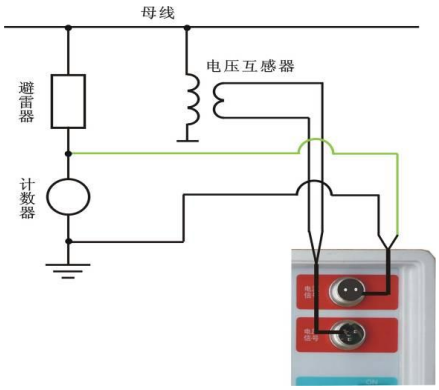


图 2 有线模式（测量相序 B:单相）测试接线示意图

(6)必须将电流信号线一端夹子（B 相，绿线）夹到（或通过绝缘杆搭到）被测相 MOA 放电计数器上端。泄漏电流信号线插头插入仪器对应端子。

(7)电压信号线一端接被测相 PT 二次低压输出：小黑夹子接中性点(x)，小红夹子接待测相的电压(a 、b 、c)。另一端插入仪器参考电压插座。

(8)在试验室，采用外施电压测量时，参考电压信号线接升压变压器的测量绕组。

(9)试验室内，可将无放电计数器的 MOA 放到绝缘板上，在 MOA 下端并串联电阻（＞100Ω），由电阻一端取电流信号。

2.无线模式（测试相序：B,参考选用）

(1)在此模式下，只能测量单相信号，且必须接仪器的 B 相（绿色电流线）。

(2)有时，在变电站接 PT 电压信号很不方便或不允许，只能采取无线模式测量。

(3)在无线模式（见图 3）下，不用接入 PT 电压信号。即电压信号插座必须空着。

(4)先将泄漏电流信号线插头插入仪器电流信号端，后将另一端（绿色电流线）夹子夹到（或通过绝缘杆搭到）被测相避雷器放电计数器上端。

(5)设备只能通过采用接 B 相（绿色电流线）和黑色接地柱，分别取 A、B、C 相避雷器的计数器电流信号，分 3 次来测量各相的全电流和阻性电流。

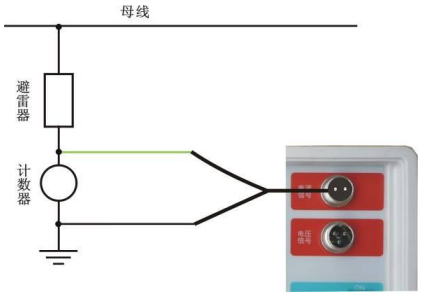


图 3 无线模式(测试相序：B)测量接线示意图

(6)选择电压等级：在无线模式下，按“确定”键，逆时针旋转鼠标，选择电压等级。

(7)测试相序 选择：选择 B 相，出现 B 相的测量结果。

(8)出现图 8 测量结果后，长按鼠标确认键 3 秒钟，可以在显示、打印、存储、退出的画面转换。

3.感应模式（测试相序： B,参考选用）

(1)在感应模式下（接线见图 4），仪器能测量单相避雷器（测试相序：B）的阻性电流。

(2)将带磁性的电场感应传感器，安装在 B 相避雷器底座上，其感应电流超前电场强度（母线电压）90°，经过积分运算后与电场强度或母线电压同相位，因此可以用电场感应传感器的信号作为测量参考。

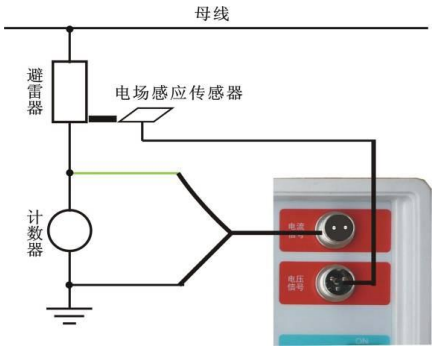


图 4 感应模式测试接线示意图

(3)设备输入电场感应传感器信号，同时输入避雷器电流信号，经过傅立叶变换可以得到电场基波 E1、电流基波峰值 Ix1p 和电流电场角度Φ。与电场同相分量为阻性电流基波峰值（I_{r1p}）正交分量是容性电流基波峰值（I_{c1p}）

必须使用 B 相避雷器的感应信号作参考！

(4)因为 A、C 两个边相对 B 相避雷器底座的电场影响抵消，应将感应板设置到 B 相避雷器底座上，板面放平，信号面向上，可以得到 B 相正确的相位信息。A、C 相避雷器底座电场受 B 相影响，不要将感应板安装在 A 或 C 相避雷器底座上。

六、操作步骤

(1)打开电源开关，屏幕出现开机界面约几秒后出现如下所示主菜单（图 5）。

图 5 主菜单

主菜单的具体操作说明如下：

(1)线路编号：顺时针或逆时针旋转鼠标，将光标指向“线路编号”，向下按住鼠标，确认，进入改变参数设置功能；按确认后，退出线路编号项目

(2)测试相序：顺时针旋转鼠标，将光标指向“测试相序”，向下按住鼠标，确认，进入改变测试相序设置功能；B：代表单相测量；将仪器 B 相电流线（绿色），接在哪相，就可以测量哪相信号。只能测量 A 相或 B 相或 C 相的泄漏电流；按确认后，退出测试相序项目。

(3)PT 变比（Ku）：顺时针旋转鼠标，将光标指向“测试相序”，向下按住鼠标，确认，进入改变 PT 变比（Ku）设置功能。

(4)补偿角度：调整方法同上，一般相间干扰的影响大约在 2°～5°，由于准确测算干扰量有一定困难，一般不提倡硬性补偿，而是将其设置为 0.0°，可以按规程要求，纵向比较一段时间内数据变化趋势。如果需要调整边相校正角，可参考后面“测量原理”的有关章节。

(5)日期：调整方法同上，用旋转鼠标键选择要调整的项目年、月、日、时、分、

秒，全部调整完后，按确认后，退出时间项目。

(6)无线： 按旋转鼠标键将会在有线、感应、无线三种模式之间切换，在无线模式下，逆时针旋转鼠标，对应出现 35Kv、110kV、 220 kV、 330kV、500kV。

(7)查看：方法同上，用旋转鼠标键选择查看项目，进入（如图 6 所示）；按确认键，选择要查看的数据，按确认键显示该组数据。

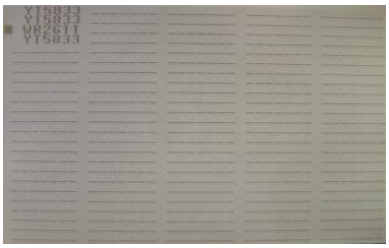


图 6 查看测量数据

(8)测试：调整方法同上，使光标指向“测试”，按确认进入测试，出现图 7 所示测量画面。

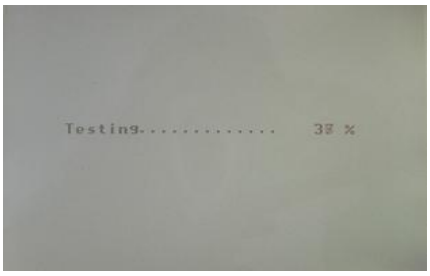


图 7 测试过程中

(9)测试完毕，会出现测试结果，如图 8 所示。

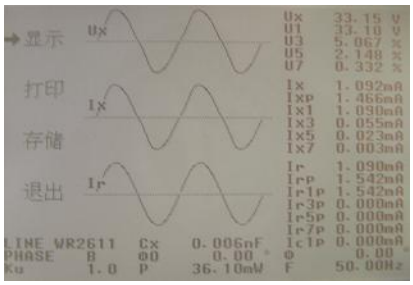


图 8 测试结果一

(10)在图 8 的测试结果显示中，各参数的意义如下：

a）Ux：工频电压有效值，此电压为实测电压；

b）Ix：全电流有效值；

c）Φ：基波电流超前基波电压的相位差。

d）P：有功功率；

e）U1：工频电压基波有效值；

f）U3：工频电压三次谐波有效值；

g）U5：工频电压五次谐波有效值；

h）U7：工频电压七次谐波有效值；

i）Ir：阻性电流有效值；

j）Irp：阻性电流峰值。

k）Ir1p：阻性电流基波峰值。由于 Ir1p 比较稳定，有确切来源，应以 Ir1p 为主要的阻性电流判据。

l）Ir3p：阻性电流三次谐波峰值；

m）Ir5p：阻性电流五次谐波峰值；

n）Ir7p：阻性电流七次谐波峰值；

o）Ic1p：容性电流基波峰值。

p）P：有功功率；

(11)显示：转换显示画面，显示全部测试信息，或简要显示。

(12)打印：可将测量的数据打印出来，但不存储。

(13)存储：存储当前数据，选择好数据的存储位置，按“确定”键保存。

(14)退出：退出测量，回到系统主菜单。

图 9　测试结果二

(15)在图 9 的测试结果显示中，各参数的意义如下：

a）Ux ：工频电压有效值，此电压为实测电压；

b）Ir ：阻性电流有效值；

c）Φ ：基波电流超前基波电压的相位差。

d）Ux、Ix 的波形为工频电压和全电流的真实波形，它既能反映电压和电流的相位差，又能反映电源质量。

七、测量原理

经过傅立叶变换可以得到电压基波 U1、电流基波峰值 I_{x1p} 和电流电压角度Φ。因此与电压同相分量的为阻性电流基波峰值（I_{r1p}），与电压正交分量的是容性电流基波峰值（Ic1p） $I_{r1p}=I_{x1p}COS\Phi$ $I_{c1p}=I_{x1p}SIN\Phi$

考虑到 δ = 90° — Φ，相当于介损角，直接用Φ评价 MOA 也是十分简捷的，没有“相间干扰”时，Φ大多在 81~86° 之间。

按“阻性电流不能超过总电流的 25%”要求，Φ不能小于 75.5°，可参考下表对 MOA 性能分段评价：

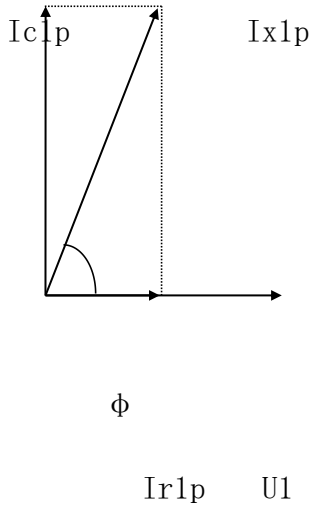
性能	<75°	75° ~ 77°	78° ~ 80°	81° ~83°	84° ~89°	>89°
Φ	劣	差	中	良	优	有干

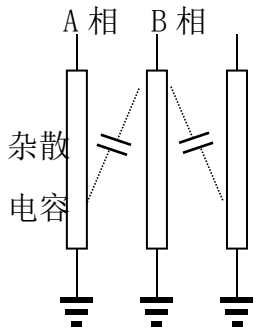
实际上Φ< 80° 时应当引起注意。

1.测量原理

输入电流电压经过数字滤波后，取出基波，然后用投影法计算出阻性电流基波峰值 Ir1p=Ix1p.cosΦ，因基波数值稳定，故目前普遍采用 Ir1p 衡量避雷器性能。

总电流基波峰值 Ix1p 在电压基波 U1（E1）方向投影为 Ir1p，在垂直方向投影为 Ic1p，Φ为电流电压基波相位角，其中包含选定的补偿角度(图 10)。因此，用Φ和 Ir1p 均能直观衡量 MOA 性能。





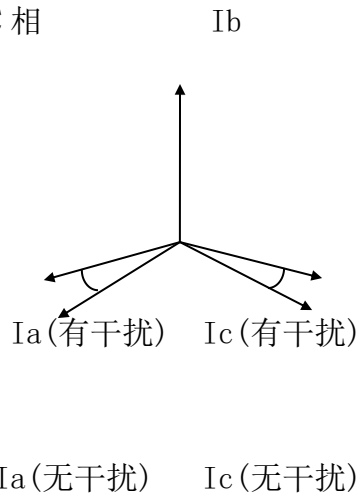


图 10 投影法　　图 11 一字排列避雷器　　图 12 AC 相受 B 相影响

2. 相间干扰

现场测量时，一字排列的避雷器(图 11)，中间 B 相通过杂散电容对 A、C 泄漏电流产生影响，使 A 相 φ 减小，阻性电流增大，C 相 φ 增大，阻性电流减小甚至为负，这种现象称相间干扰(图 12)。

一种方法是补偿相间干扰：假设 Ia、Ic 无干扰时相位相差 120°，假设 B 相对 A、C 相干扰是相同的；

将电压取 B 相，电流取 C 相，测得 φ1=φcb；再将电流取 A 相，测得 φ1=φab；则 C 相电流与 A 相电流之间的相位差 φca=φcb-φab；

选择校正角Δφ=(φca -120°) / 2，将此值在主菜单中置入仪器即可；

选择好相序，仪器会根据所选相序自动进行角度补偿（A 相加Δφ，B 相不要补偿即选 0，C 相减Δφ）也可不必补偿相间干扰(即补偿角度为 0)，从阻性电流的变化趋势判断避雷器性能。如果允许，可以只给待测相加电，以取得绝对数据。而试验室测量不必考虑相间干扰。

3. 避雷器性能判断

避雷器性能可以从阻性电流基波峰值 Ir1p 判断，但从电流电压角度Φ判断更有效，因为 90° - Φ相当于介损角。如果规定阻性电流小于总电流的 25%，对应的Φ为 75°；

无相间干扰时：

性能	<75°	75～79°	79° ～83°	83° ～89°
Φ	差	中	良	优

有相间干扰时，产生误差：

A 相	B 相	C 相
-2° ～ -4°	（认为 0）	+2° ～ +4°

实际测量时应考虑此误差影响，尽管有此相间干扰误差，但判断 MOA 性能还是可行的。如仅用 Ir1p 判断，在 90° 附近会有若干倍的变化，此时不如直接查看角度更合理。

4. 实际应用过程中注意

使用本仪器时候，只要接好测试线，打开仪器测试就可以。

八、故障分析

常见故障	故障原因
开机无显示	1）电池被耗尽 2）仪器 CPU 板故障
电池无法充电	1）仪器保险管被烧断 2）充电电路故障 3）电池
只能测电压或电流	1）夹子未夹牢 2）测试线烧断
打印机不打印	1）打印机故障 2）电池快耗尽 3）仪器 CPU 板故障 4）打印纸没装好
液晶花屏或不显示	1）电池快耗尽 2）仪器 CPU 板故障

九、注意事项

1. 测量前先连接地线，测量完最后拆接地线！

2. 从 PT 二次取参考电压时，应仔细检查接线以避免 PT 二次短路。

3. 电压信号输入线和电流信号输入线务必不要接反，如果将电流信号输入线接至 PT 二次侧或者试验变压器测量端，则可能会烧毁仪器。

4. 在有输入电压和输入电流的情况下，切勿插拔测量线，以免烧坏仪器。

5. 仪器充电时，充电器指示灯为红色，充满后指示灯为绿色。

6. 仪器损坏后，请立即停止使用并通知本公司，不要自行开箱修理。仪器工作不正常时，请首先检查电源保险是否熔断。更换型号一致保险后方可继续试验。如果问题较复杂，请直接与我公司联系。

7. 本仪器不得置于潮湿和温度过高的环境中。

十、设备成套

1. MSBL-III 型氧化锌避雷器测试仪（主机）	1 个
2. 电流输入线(绿、黑)	1 组
3. 电场感应传感器	1 个
4. 参考电压输入线	1 根
5. AC220V 充电器	1 个
6. 外包装箱	1 个
7. 产品合格证	1 份
8. 出厂检测报告	1 份
9. 产品使用说明书	2 份