

AI-6100

氧化锌避雷器带电测试仪

使用说明书

济南泛华佳业微电子技术有限公司

为了安全和正确操作请仔细阅读说明书
本公司对仪器本身以外的任何损坏或损失不承担责任
本仪器专利权、软件著作权属本公司所有，任何侵权行为将受到追究

目 录

1 . 概述	(1)
2 . 面板及接线	(2)
3 . 操作	(4)
4 . 数据说明	(7)

1、概 述

1.1 用途和功能

AI-6100 用于氧化锌避雷器(MOA)全电流的测量分析,主要目的是测量 MOA 的阻性电流,由此判断 MOA 受潮和老化程度。AI-6100 即可用于现场带电测量,也可用于试验室做出厂和验收试验。

仪器具有两种工作方式:一是采用 PT 二次电压做参考(二次法),二是采用电场强度信号做参考(感应板法),两种方式都可将 MOA 的全电流分解为阻性电流和容性电流。MOA 受潮或老化时,其全电流中的阻性电流分量明显增加,AI-6100 能准确测量全电流、阻性电流、损耗功率。除此之外,AI-6100 还能测量容性电流、电容量、频率、波形、谐波、温度等参数,仪器还配有可充电电池、日历时钟、微型打印机,能存储 100 次测量数据并能将数据传送到计算机处理。

1.2 主要技术指标

全电流测量范围:0~10mA 有效值,50Hz / 60Hz

全电流测量准确度:±(读数×5%+5uA)

阻性电流基波测量准确度(二次法不含相间干扰):±(读数×5%+5uA)

电流谐波测量准确度:±(读数×10%+10uA)

电流通道输入电阻: 2

参考电压输入范围:25V~250V 有效值,50Hz / 60Hz

参考电压测量准确度:±(读数×5%+0.5V)

电压谐波测量准确度:±(读数×10%)

参考电压通道输入电阻: 300k

电场强度输入范围:30kV/m~300kV/m

电场强度测量准确度:±(读数×10%)

电场谐波测量准确度:±(读数×10%)

内部电池工作时间:6 小时连续

充电电源:100V ~ 250V, 50Hz / 60Hz

充电时间:约 6 小时

仪器体积:35cm(长)×28cm(宽)×18cm(高)

仪器重量:5kg (不含电缆箱)

1.3 主要特点

1.3.1 带背光的大屏幕液晶显示器,一次显示全部测量数据和波形,白天夜间均能清晰观察。4 个操作按键,菜单简单,使用方便。

1.3.2 仪器不但可以采用 PT 二次电压做参考,还可采用电场强度信号做参考,尤其是第二种方式,只需将感应板设置在 MOA 底座上即可测量,使用非常简便安全。

1.3.3 采用高速微处理器、傅氏变换、全数字波形分析技术。测量精度高，性能稳定。首先提出的测量阻性电流基波方法和相间干扰补偿方法已被广泛采用，测量数据有通用性。

1.3.4 信号输入端都带有小电流保险丝，确保 PT 安全。

1.3.5 输入信号在仪器内部经过线性光电隔离后测量，消除传统设计采用磁环隔离容易受磁场干扰的缺点。

1.3.6 采用内部 Ni-Cd 可充电电池供电，方便野外使用。内部采用开关电源充电，电池充满即自动停止充电。

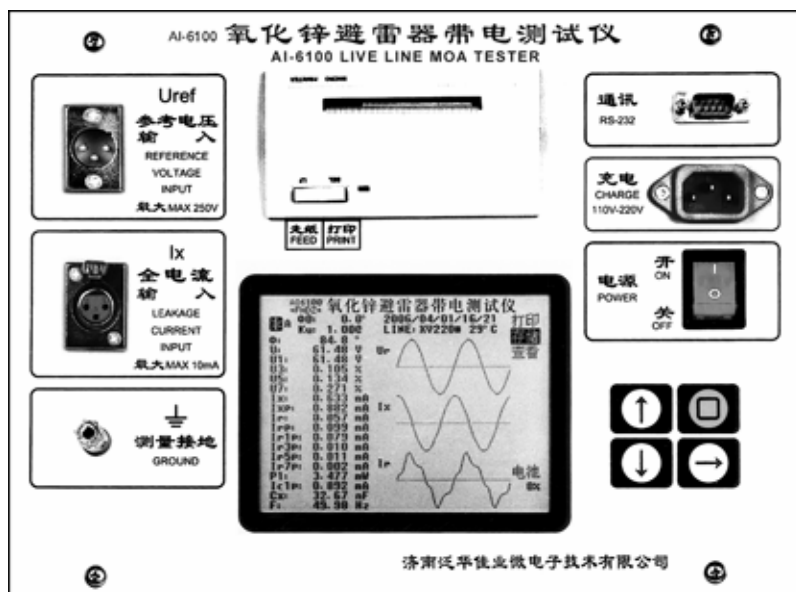


图 1、面板示意图

2、面板及接线

2.1 参考电压输入插座(Uref)

2.1.1 采用 PT 二次电压做参考方式

说明：参考电压最大 250V。插座 1 脚为芯线，2 脚为屏蔽，3 脚悬空；

接线：参考电压信号线一端插入此插座，另一端接被测相 PT 二次低压输出；小黑夹子接中性点(x)，小红夹子接相电压(a/b/c)。外试法测量时接升压变压器的测量绕组。仪器提供几条长度不等的细电缆，可以按 PT 端子箱的距离适当连接。靠近两个夹子处各有一只 0.1A 保险管，用于防止意外烧断 PT 保险丝。0.1A 保险管损坏后应更换相同规格保险管。

注意：仪器用于低压测量，所有引线不能接高压。

2.1.2 采用电场强度信号做参考方式

说明：电场强度最大 300kV/m。插座 1 脚悬空，2 脚接屏蔽和外壳，3 脚接芯线。

接线：带着感应极板的信号线直接插入此插座，不要使用加长线。感应极板的柄端带有强力磁铁，可吸附在 MOA 的底座上，正面朝上。

现场测量时，受 B 相影响，A、C 相 MOA 底座的电场信号偏差较大，因此必须使用 B 相电场信号作为测量参考，即将感应板安装在 B 相 MOA 底座上，与 A、C 相相对称的位置。因三相电压相差 120° ，仪器可以设置补偿角度，设置 $\theta_a = -120^\circ$ ， $\theta_b = 0^\circ$ ， $\theta_c = 120^\circ$ 便可以用 B 相电场作参考测量 A、B、C 相 MOA 的阻性电流。

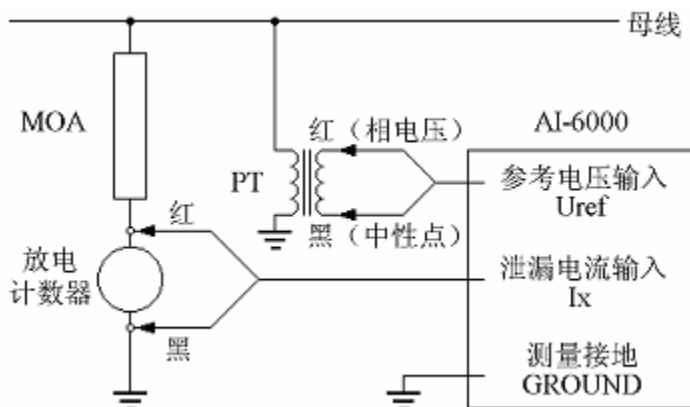


图 2、二次法接线示意图

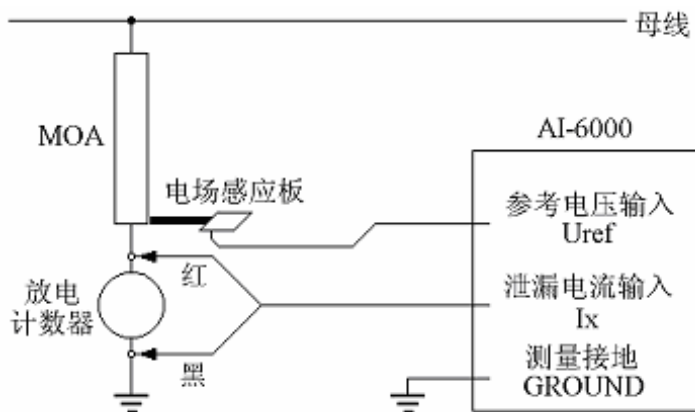


图 3、感应板法接线示意图

2.2 全电流输入插座 (Ix)

说明：全电流最大 10mA。插座 1 脚为芯线，2 脚为屏蔽，3 脚悬空。

接线：全电流信号线一端插入此插座，另一端接被测相 MOA 的放电计数器：大黑

夹子接放电计数器的下端(接地端),大红夹子接放电计数器的上端;试验室内可将无放电计数器的 MOA 放到绝缘板上,大黑夹子接地,大红夹子接 MOA 下端。靠近两个夹子处各有一只 0.1A 保险管,用于过流保护或防止错接 PT。0.1A 保险管损坏后应更换相同规格保险管。

注意:一定不要将该电流输入电缆错接到 PT 上!仪器用于低压测量,所有引线不能接高压!

2.3 接地接线柱(GROUND)

仪器必须可靠接地。现场接地线可能有油漆或锈蚀,导致不良接地。

2.4 通讯接口(COM.RS232)

进行数据传输时,用通讯线连接到计算机,仪器不需额外的操作。

2.5 充电电源(CHARGE)


充电电源为 100V~250V (50Hz/60Hz),充电 6 小时,可连续工作 6 小时。

插入 220V 电源即充电,拔下即停止充电,充电时屏幕右下角显示充电进度,充满电后显示“充电 OK”并停止充电,仪器可以边充电边工作。无论仪器是否打开电源开关,充电时仪器处于工作状态。

2.6 电源开关(POWER)

打开开关,仪器即工作。

2.7 按键

有 4 个按键 ,用于修改预置参数、存储、删除、查看存储数据等操作。

2.8 液晶显示器

显示数据和波形等。

2.9 打印机

按走纸键走纸,按打印键即打印测量数据和波形。






打印纸宽 44mm,换纸时要拉出打印机整体,将纸送入进纸口并按走纸键使纸从打印口露出。颜色过浅时换色带:取下上盖换新色带,色带要平直压住打印纸。

3、操 作

3.1 开机

打开电源开关或插入充电电源即开机,先显示生产日期和仪器编号,随后显示测量数据。

3.2 调节屏幕对比度

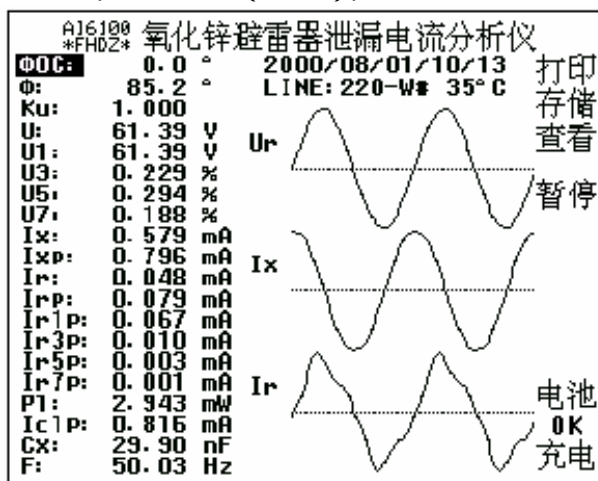
如果显示屏对比度不合适,可按以下方法调节:在断电状态,保持按住  或 ,打开仪器电源,此时可按  或  调节液晶屏幕对比度,直到屏幕显示清晰,后按  退出。

3.3 按键功能

按 **←** 键可以选择反视区(黑底白字)，**→** 键用于修改反视区内容或确认。按 **⏸** 键即提示“暂停”，保持测量数据不变以方便观察，再按 **⏸** 键即恢复测量。

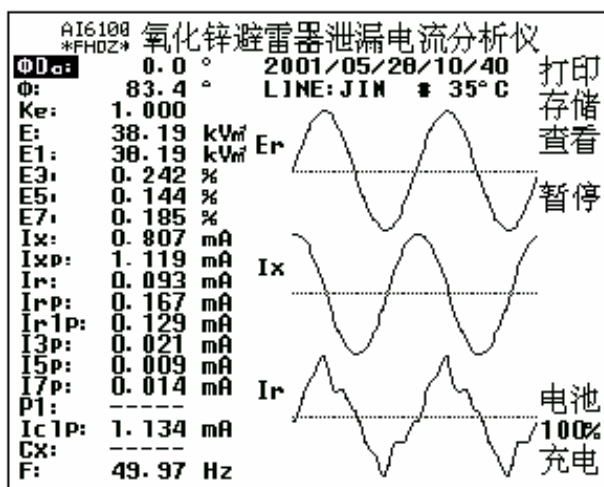
3.4 二次法和感应极板法切换

在 0A 处按 **←** 键，可循环显示 0/ 0A/ 0B/ 0C/ 0a/ 0b/ 0c，A/B/C/a/b/c 表示待测相序，存储数据或打印时出现在线路编号后面。如果选择 0/ 0A/ 0B/ 0C 为 PT 二次电压法工作模式，显示参考电压 U；如果选择 0a/ 0b/ 0c，为感应极板法工作模式，显示电场强度，单位 Vm^{-1} (伏/米)，此时不再显示功率 P1 和电容量 Cx。



U, Ix 处出现 L 表示信号过低，出现 H 表示信号过高，此时不能正确测量，应调整输入信号幅度。

图 4 二次法数据画面



E, Ix 处出现 L 表示信号过低，出现 H 表示信号过高，此时不能正确测量，应调整输入信号幅度。

图 5 感应极板法数据画面

请先删除无用数据后再保存。在“退出”处按 键即退出。

3.10.2 查看

在已存数据处按 键，显示已存数据，并提示“查看”。此时可修改补偿角度和电压变比，但修改值不能存储。按 键可回到正常测量状态。

3.10.3 删除

在“删除”处按三次 键后反视区出现叉号(X)，然后选择需要删除的数据，按 键即删除。回到“删除”处按 键后叉号消失，或者在“退出”处按 键退出。

4、数据说明

4.1 数据说明

0/ 0A/ 0B/ 0C/ 0a/ 0b/ 0c)：补偿角度。其数值加到实际的电流-电压(电场)相位差中，参与计算。应注意，该角度直接影响阻性电流等测量结果，补偿应慎重，不需补偿时可置 0。

：基波电流超前基波电压(电场)的相位差，其中包含补偿角度。总电流基波在参考电压(电场)方向的投影为阻性电流基波，在 90° 方向投影为容性电流基波。也可以用损耗角的思想衡量 MOA 性能：无相间干扰时，好 MOA 的 $< 85^\circ$ ，质量较差 MOA 的 $< 80^\circ$ ，如果 $< 75^\circ$ 说明 MOA 性能很差。

一般相间干扰的影响大约在 $2^\circ \sim 5^\circ$ ，由于准确测算干扰量有一定困难，一般不提倡硬性补偿，可以按规程要求，纵向比较一段时间内数据变化趋势。

Ku/Ke：二次电压法时显示 Ku，为 PT 或试验变压器变比，显示试验电压 U 为输入参考电压 Uref 与 Ku 乘积。由于 Ku 并不影响 或电流量测量，也可以设置为 1 直接显示 Uref。应注意当没有 Uref 输入时，不能得到正确的测量结果；感应极板法时显示 Ke，可设 Ke=1。

U/E：二次电压法时显示 U，为试验电压有效值(只含 1、3、5、7 次谐波)；感应极板法时显示电场强度。

U1/E1：二次电压法时显示 U1，为试验电压基波有效值。当谐波含量较小时，U1 U；感应极板法时显示 E1。

U3、U5、U7/E3、E5、E7：二次电压法时显示 U3、U5、U7，为试验电压 3、5、7 次谐波对 U1 的相对含量；感应极板法时显示 E3、E5、E7，为电场强度 3、5、7 次谐波对 E1 的相对含量。

Ix：全电流有效值(只含 1、3、5、7 次谐波)。

Ixp：全电流峰值(只含 1、3、5、7 次谐波)。名称的后缀 p 均表示峰值，乘 0.707 后为有效值。

Ir：总阻性电流有效值(只含 1、3、5、7 次谐波)。

Irp：总阻性电流峰值(只含 1、3、5、7 次谐波)。

I_{r1p} ：阻性电流基波峰值。由于 I_{r1p} 比较稳定，有确切来源，应以 I_{r1p} 为主要的阻性电流数据。

I_{r3p} 、 I_{r5p} 、 I_{r7p} ：阻性电流 3、5、7 次谐波峰值，PT 二次电压法母线谐波电压影响已经过补偿，但感应板法则是总电流中的 3、5、7 次谐波。

$P1$ ：MOA 基波功率；感应极板法时此参数不显示。

I_{c1p} ：容性电流基波峰值，注意：当谐波含量较高时，波形迭加可能使 I_{xp} 小于 I_{c1p} 。

C_x ：避雷器电容量，由 I_{c1p} 、 U_1 和频率 F 算出；感应极板法时此参数不显示。

F ：电网频率。

时间：显示年/月/日/时/分。

温度：显示当前温度，由于温度传感器在仪器内部，可能与外部温度有差别。

另外，显示波形中只含有 1、3、5、7 次谐波，因此不能从波形中观察局部放电情况。

4.2 数据显示异常，请按以下方法查找

a、有无参考电压。b、连接的 PT 与所测量的 MOA 是不是同一相。c、红黑夹子是否接反。d、电缆或插头等有无问题。e、补偿角度设置是否合理。其中 b、c、e 问题可以从显示相位上看出，一般显示相位差在 $40^\circ \sim 100^\circ$ 范围内。

4.3 测量原理

仪器输入 PT 二次电压作为参考信号，同时输入 MOA 电流信号，经过傅立叶变换可以得到电压基波 U_1 、电流基波峰值 I_{x1p} 和电流电压角度（图 7）因此与电压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} ）：

$$I_{r1p} = I_{x1p} \cos \theta \quad I_{c1p} = I_{x1p} \sin \theta$$

考虑到 $\theta = 90^\circ - \alpha$ 相当于介损角，直接用 α 评价 MOA 也是十分简捷的：没有“相间干扰”时， α 大多在 $81^\circ \sim 86^\circ$ 之间。按“阻性电流不能超过总电流的 25%”要求，不能小于 75.5° ，可参考下表对 MOA 性能分段评价：

性能	$<75^\circ$	$75^\circ \sim 77^\circ$	$78^\circ \sim 80^\circ$	$81^\circ \sim 83^\circ$	$84^\circ \sim 86^\circ$	$>86^\circ$
	劣	差	中	良	优	有干扰

实际上 $\alpha < 80^\circ$ 时应当引起注意。

4.3.1 相间干扰

现场测量时，一字排列的避雷器，中间 B 相通过杂散电容对 A、C 全电流产生影响：A 相 α 减小 2° 左右，阻性电流增大；C 相 α 增大 2° 左右，阻性电流减小甚至为负；B 相基本不变，这种现象称相间干扰(图 8)。

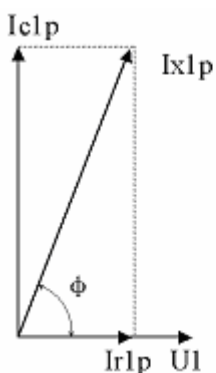


图 7、投影法

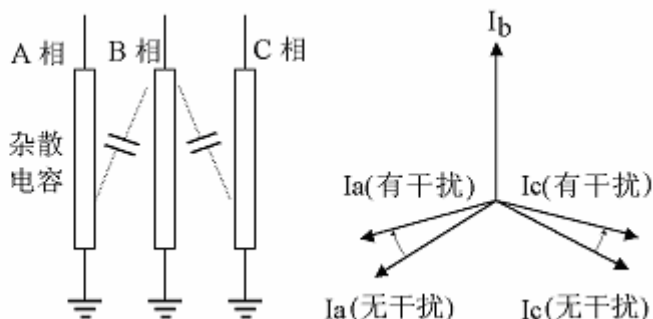


图 8、一字排列避雷器的相间干扰

4.3.2 干扰下 MOA 性能评价

1、用 PT 二次电压作参考时，建议用本相 PT 二次电压测量本相 MOA 电流，补偿角度均为 0，即测量时不考虑相间干扰。

评价 MOA 性能时可考虑相间干扰。按相间干扰的对称性，以 B 相 为准，A 相 减小的数值基本等于 C 相 增加的数值，由此可以估计相间干扰角度。例如 A 相 偏小 2° ，C 相 偏大 3° ，则相间干扰大致为 2.5° ，评价 MOA 性能时，A 相 $+2.5^\circ$ ，B 相 不变，C 相 -2.5° 。

试验室测量不应使用补偿角度（ $\theta=0$ ）。

2、用 PT 二次电压作参考时，如果测量时考虑相间干扰，可对 A/C 相设置补偿角度，该补偿角度“加”到 中。考虑到 B 相对 A/C 相的相间干扰对称，如果测量出 I_c 超前 I_a 的角度 α_c ，A/C 相分别补偿：

$$\theta_a = (\alpha_c - 120^\circ) / 2 \quad \theta_c = -(\alpha_c - 120^\circ) / 2$$

而 $\theta_b = 0$ 。 α_c 的测量方法是：选择 B 相参考电压不变，先输入 C 相电流再输入 A 相电流，将两次 相减即可（如果结果为负应加 360° ）。

用本相 PT 二次电压测量本相 MOA 电流 并置入上述补偿角度。直接按 评价 MOA 性能。

3、用 B 相电场作参考时，只使用基本补偿角度： $\theta_a = -120^\circ$ ， $\theta_b = 0^\circ$ ， $\theta_c = 120^\circ$ ，即测量时不考虑相间干扰。

评价 MOA 性能时可考虑相间干扰。按相间干扰的对称性，以 B 相 为准，A 相 减小的数值基本等于 C 相 增加的数值，由此可以估计相间干扰角度。例如 A 相 偏小 2° ，C 相 偏大 3° ，则相间干扰大致为 2.5° ，评价 MOA 性能时，A 相 $+2.5^\circ$ ，B 相 不变，C 相 -2.5° 。

4、用 B 相电场作参考时，如果测量时考虑相间干扰，可在基本补偿角度基础上，A 相加 $(\alpha_c - 120^\circ) / 2$ ，C 相减 $(\alpha_c - 120^\circ) / 2$ ， α_c 是 I_c 超前 I_a 的角度。 α_c 的测量方法是：选择 B 相电场信号不变，先输入 C 相电流再输入 A 相电流，将两次 相减即可。

济南泛华佳业微电子技术有限公司

地址：济南高新区舜华路 109 号科汇大厦 B 座 2 楼

电话：0531-88870011 88870022

传真：0531-88870033

邮编：250101

网址：www.fhdz.com.cn

E-mail：fhdz@fhdz.com.cn