



高电科技  
HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

www.hzhv.com



HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

GT5000K  
线路绝缘电阻测试仪  
(带抑制器)

# 使用说明书

杭州高电科技有限公司

HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO.,LTD

电话：0571-89935600 传真：0571-89935600

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 1. 概述.....                 | 4   |
| 2. 性能特点.....               | 4   |
| 3 技术指标.....                | 6   |
| 4. 仪器外形介绍.....             | 7   |
| 5 测试连接方法.....              | 8   |
| 6. 主机操作.....               | 10  |
| 7. 电池充电.....               | 13  |
| 8. 仪器使用注意事项.....           | 14  |
| 9. 随机附件.....               | 14  |
| 10. 仪器常见故障现象及处置.....       | 15  |
| 11. 保护端子“G”正确使用.....       | 16  |
| 12. 感应电压抑制器的使用.....        | 19  |
| 附录 抗干扰绝缘电阻测试-感应电压抑制方法..... | 209 |



## 安全警告

- 在使用仪器前应阅读并理解安全警告和试验注意事项，在使用中也应注意。
- 仪器必须由合格的受过专业培训的人员操作，使用前请配戴绝缘手套，在进行试验前须保证被试品已停电。
- 仪器有高压输出时，有警示声音，禁止人员触摸试品，禁止触摸仪器金属部件，做好相应安全措施。
- 本仪器有自动放电功能，对于大电容量试品也能做到自动放电，保证操作人员安全。
- 在测量时或测量后请勿立刻触摸被测回路，可能导致触电事故，请根据测试仪显示放电电压情况提示进行操作。
- 测试线或测试端口发现易损害绝缘特性的污垢或碳化物时请停止测试。
- 请勿在仪器表面潮湿或者操作人员双手潮湿时操作。
- 请勿在易燃场所测试，火花可能会引起爆炸。
- 若仪器出现异常请停止使用，例如：仪器破损或裸露出金属部分。
- 请勿对仪器安装替代部件或进行任何未授权的改造，维修时请与我公司联系。

注：此说明书所述技术指标仅适于您现用的仪表，本公司有权对其予以变更。

**尊敬的用户：欢迎您使用抗干扰型绝缘电阻测试仪。为了您的安全和保障仪表正常使用，请先仔细阅读完此说明书，再进行操作。**

## 1. 概述

本绝缘电阻测试仪是为了解决高压变电站、发电厂现场强干扰下对大型高压变压器、电动机、发电机、长距离电力电缆、管型母线等电气绝缘质量的评估而设计研制。具有多档输出电压、短路电流大、实时电压监测、泄漏电流显示、自动计时、自动放电等功能，特别适合大容量试品及有较大工频感应电压下的测试现场使用，大屏幕数字式/模拟式显示屏，可自动测量并记忆 R15S、R60S、R10min 值，自动显示极化指数 (PI)、吸收比 (DAR) 的测试值和测试时间。

仪器配合静电感应电压抑制器可解决高压输电线路参数测试工作中被测线路上工频感应电压在不大于 20kV 及以下时，线路的绝缘电阻测试及两侧核相工作。

仪器带有智能语音提示功能，开机后声音提示“欢迎您使用绝缘电阻测试仪，请选择合适电压进行测量”；启动后声音提示“高压危险请勿靠近”，自动测量完成后声音提示“测量结束，正在自动放电（放电完成提示）拆线安全”。

## 2. 性能特点

2.1 大屏幕显示，输出电压 0.5kV、1kV、2.5kV、5kV、10kV 可设置，短路状态下不会烧坏仪器，短路电流  $\geq 10\text{mA}$ ，实际输出测试电压，实时泄漏电流实时同屏幕显示。

2.2 模拟指针与数字显示同屏幕显示，数字反映被试品绝缘电阻的精确度，模拟指针能反映测试过程中绝缘电阻的动态变化。

2.3 具有实际试品施加电压测量、泄露电流测量、自动放电等功能，通过实际试品施加电压测量功能能直观显示出带负载后测试仪表跌落电压是否符合标准要求。

2.4 可自动测量并记忆 R15S、R60S、R10min 值，自动显示极化指数（PI）、吸收比（DAR）的测试值和测试时间。

2.5 自动放电：采用先进高电压放电技术对容性试品快速放电，放电时实时测量放电电压（试品试验电压到 0V），对于大容性试品由于介质吸收电荷存在，需手动进行放电确保人员安全。

2.6 智能电池充电管理，能有效防止电池过充引起电池寿命缩短或者损坏，电池电量数字显示和欠压报警保护，内部可充电锂电池或外部交流电源供电，真正交直流两用不影响测试精度。

2.7 升压时告警功能，当设备有高压输出时蜂鸣器有警示功能，提示此时有高压输出。

2.8 自动关机功能：本仪器有自动关机功能，测量结束 5 分钟后自动关机。

## 3 技术指标

### 3.1 主要指标

|                 |  |
|-----------------|--|
| 额定输出电压档位 (kV)   | 0.5kV、1kV、2.5kV、5kV、10kV 可选  |
| 输出电压准确度 (%)     | 档位电压 $\times (\pm 5\%)$  |
| 最小误差 10%RDG 的范围 | (0.001~100)G $\Omega$ /10kV; (0.001~100)G $\Omega$ /5kV<br>(0.001~50)G $\Omega$ /2.5kV; (0.001~20)G $\Omega$ /1kV(0.5kV) |
| 最大误差 20%RDG 的范围 | (100~5000)G $\Omega$ /10kV; (100~4000)G $\Omega$ /5kV<br>(50~200)G $\Omega$ /2.5kV; (50~100)G $\Omega$ /1kV              |
| 试品参考电容量 CX      | 0.1~10 $\mu$ F (参考值)   |
| 没有要求            | >10T   |
| 输出短路电流          | $\geq 10$ mA   |
| 吸收比、极化指数        | 测量范围: 0.01 ~99.99 最大误差: $\pm (1\%RDG + 1d)$  |
| 输出电压显示误差        | $\pm (3\%RDG + 1d)$  |

### 3.2 其它指标

抗干扰能力: 50 mA (感应电压 2000V) AC 50Hz

绝缘电阻: 50 M $\Omega$  (1000V) (测量端子与外壳间)

耐压: AC 3kV 50Hz 1min (测量端子与外壳间)

工作温度与湿度:  $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$  85%RH

贮存温度与湿度:  $-15^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$  90%RH

电源: 锂电池 (电池 1: 17.5V 2.8Ah; 电池 2: 8.5V 2.8Ah)

充电: AC 220V ( $1 \pm 10\%$ ) 工作时间: 可连续工作约 8 小时。

外形尺寸: :385mm(L) $\times$ 298mm(W) $\times$ 196mm(D) 重量:  $\leq 5$ kg

## 4. 仪器外形介绍



机箱，具有防尘、防水、抗冲击，设计防护等级：IP67 设计抗冲击性能：IK08

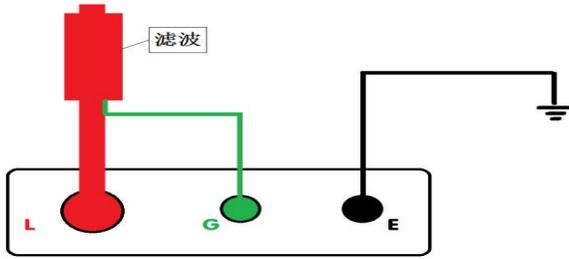
打开机箱时，请按图示操作。



## 5 测试连接方法

### 5.1 使用前注意事项:

- (1) 在进行试验连线前，必须保证被试品已完全放电并隔离。
- (2) 仪器必须由合适的受过培训的人员操作。
- (3) 在进行试验时，绝不能接触试验电路。



确认仪表 E 端(接地端)已接地，请注意 L、G、E 应都必须插上，应与示意图一致，测试线插头“L”、“G”标识应与仪表插孔“L”、“G”标识对应。

- 确认被测试品安全接地，试品不带强电。
- 辅助接地可以不接，E 必须接地。
- 确认电池电量充足，如果电池欠压将无法开机。
- 按下开机/关机按键 2 秒钟左右，液晶屏显示 “等待测量” 界面。
- 通过按键选择电压量程，触按一下“启动/停止”按钮，高

压接通，液晶屏显示“正在测量”仪表 E、L 端就有高压输出，并有语音提示“高压输出危险，请勿靠近”，蜂鸣器警示声音连续响起，请注意安全！再此按“启动/停止”按钮仪器停止测量，显示“等待测量”。

● 测试完毕，触按“启动/停止”按钮，按启动停止键停止升压，仪器出现“自动放电电压 0V，拆线安全”并伴有语音提示，方可拆线。

a. 试品电压：就是开始测量时随着充电时间的增长被试品上的实际电压值。

b. 泄露电流：随着电压和时间的增大而减小，最终固定到很小范围内变化，当泄露电流随着电压和时间增大而变大时，证明试品可能存在绝缘缺陷。

c. 自动放电：本仪器当停止测试时，进行试品自动放电，根据试品上带电电压逐步放电到 0V，出现“自动放电电压 0V，拆线安全”时，方可拆线。

## 5.2 G 端(保护环)的使用

对于基本的绝缘试验，且很少有表面泄漏影响测量时，则没必要使用 G 屏蔽端子。即：绝缘体干净且没有不利的电流通道，但在电缆试验时，可能会在裸露电缆和外皮之间，由于存在潮气和脏污而使通过绝缘体存在表面泄漏通道。在此情况下需要消除此泄漏所

造成的影响，特别是在高压试验下。可使用一根裸线紧紧地绕在绝缘上并通过第三根试验线接在屏蔽端子 G 上。

注：高压屏蔽请勿接地，不使用时请夹在 L 线上面，仪器端 G 务必插入，以防止高压测试线拖地引起的泄露影响测量精度。



电缆绝缘电阻测试接线

变压器绝缘电阻测量

屏蔽端子与负高压端子同电位，由于泄露电阻与被试电阻并联，使用屏蔽端子可使表面泄露电流从测量电路中分流。仪器于是读出绝缘体的泄露电流而不顾表面的泄露。

## 6. 主机操作

### 6.1 开机和关机

长按下面板左侧的开机/关机按键 2 秒仪器处于开机状态，关机状态下按下一次 LCD 显示进入界面，并伴有语音提示“欢迎您使用绝缘电阻测试仪”，仪器开机。再按一下开机/关机键 2 秒，LCD 熄灭，仪器关机，仪器无任何操作 5 分钟自动关机。

### 6.2 软件功能介绍：

(1) 测试前界面：测试前在“等待测量”，系统信息中显示电池状态和测量状态，测试主界面中，“设置电压”表示根据被试品要求选择的测试电压，“实测电压”表示输出端口实时电压，“泄露电流”表示被试品实时泄漏电流。R15s 表示 15s 时电阻值，R1m 表示 1 分钟时的电阻值，R10m 表示 10 分钟时的电阻值。此时是等待测量状态，根据需要选择合适的电压，电压档位分别为：500V、1kV、2.5kV、5kV、10kV，用“电压/选择”键选定试验设置电压。



## (2) 测试中界面

系统提示高压已开启，仪器开始测量绝缘电阻，测量状态显示“正在测量”。时钟开始计时（00分：00秒），一个计时周期为10分00秒，周期计满后，将自动翻转从00分00秒开始重新计时。测试过程中，实时绝缘电阻、时钟计时、R15s阻值、R1m（1分钟）阻值、和R10m（10分钟）阻值显示于测试主界面左半部分，设置电压、端口实测电压、温湿度、电池电压、吸收比、极化指数、实时泄漏电流和仪器工作状态显示于测试主界面右半部分。当启动高压测量

时，语音提示：“高压输出危险！请勿靠近”蜂鸣器并发出警示音。测量过程中的特性参数，如 R15s, R1m, R10m, 吸收比和极化指数将依次随着时间显示在测试主界面对应位置。



### (3) 测试后结束界面

测量结束前一刻的实时数据和测量过程中的特征参数将保留在主测试界面中。系按“启动/停止”键结束测量，并有语音提示“结束测量，正在自动放电”。蜂鸣器声音停止，实测电压继续显示测试端口残压，此时仪器会自动给被试品放电，语音提示“测量结束，正在自动放电”。



泄漏电流检测：实时检测带负载时的泄露电流变化情况，直观反映出试品的绝缘情况。当电压升到需要试验电压时，泄漏电流不变和逐渐减小，那么绝缘是合格的，反之绝缘有问题。

自动放电：采用先进高电压放电技术对容性试品快速放电，放电时实时测量放电电压（试品试验电压到 0V），对于大容量试品由于介质吸收电荷存在，需手动使用放电棒进行放电确保人员安全。

## 7. 电池充电

### 7.1 电池电量检查

（1）内置大容量电池 2.8AH，当提示电池电压<13V 或者电池电压<6.4 时，电池电量已经不足，可以用交流供电方式测量或者充满电后再进行测量。

（2）插入交流插座后，仪器会自动进入电池管理界面，这样不会引起欠充和过充，仪器内部电池完全充足大约需要 8 小时左右，充满后仪器会显示“电量已充足”。当充完电时显示电池电压和电池峰值电压及充电时间。

| 正在充电 |      |   |
|------|------|---|
| 电池1  | 14.8 | V |
| 电池2  | 7.6  | V |
| 充电时间 | 056  | 分 |

正在充电中

| 电池已充足 |      |   |
|-------|------|---|
| 电池1   | 17.5 | V |
| 电池2   | 8.5  | V |
| 充电时间  | 460  | 分 |

充电 300 分钟电池充满

## 7.2 电池使用注意事项:

(1) 不要使电池处于完全放电状态,经常性地充电将最大限度地延长电池寿命。

(2) 充电应在干燥的环境下进行,当在室内充电时,应保持环境通风良好。

(3) 仪表应在电池约 50%充电态存放,若仪器长期闲置不用,应每半年对其充电 8 小时。(若保存温度大于 40℃,应增加充电频率)

## 8. 仪器使用注意事项

在测试和检定中应使用随仪表配置的测试线,以保证工作和检定正常,应经常保持仪表与测试线的清洁,不得受潮、雨淋、暴晒、跌落。

## 9. 随机附件

|                 |     |
|-----------------|-----|
| (1) 专用测试线       | 1 套 |
| (2) AC 220V 电源线 | 1 根 |
| (3) 使用说明书       | 1 份 |
| (4) 合格证         | 1 份 |
| (5) 感应电压抑制器     | 1 台 |
| (6) 感应电压测试棒     | 1 根 |
| (7) 抑制器测试线      | 2 根 |

## 10. 仪器常见故障现象及处置

| 常见现象                | 说明及处置  |
|---------------------|--|
| 开机后液晶屏无显示           | 电池电量不足，接入 AC220V 后液晶屏显示正常，用交流电充电或者用交流电测量。  |
| 测试显示 $>10T\Omega$ 。 | 在低电压档位，将两测试线的一端分别插入仪表的“E 端”和“L 端”，另一端短接在一起，绝缘电阻显示 $0M\Omega$ ，说明测试线导通正常。否则，测试线开路 |
|                     | 测试线和被测试品间可能接触不良  |
|                     | 被测试品的绝缘电阻值超过了仪表量程的上限值  |
| 电压达不到设置值            | 被测试品的阻值太小拉低了输出电压。  |
|                     | 校测电压表内阻过低，可能低于仪表量程的下限值，此时应选用高压高阻表  |
|                     | L 和 E 是否有短路，G 与 E 是否短路，本仪表采用高压屏蔽法，正常使用时 G 是不能接地使用的                               |
| 测试数据极不稳定            | 检查被测试品是否安全接地，确认试品不带电   |
|                     | 检查 G 端是否可靠有效连接，切勿接地使用  |
|                     | 用一已知阻值的，且功率不小于 $(U^2/R)$ 的标准电阻进行检测，如果阻值偏离太多，进行保修或维修                              |

## 11. 保护端子“G”正确使用

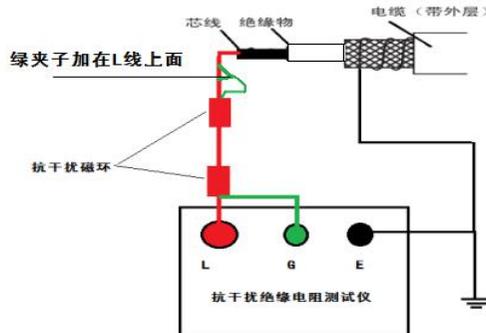
(1) 保护端子“G”的使用说明：

a、在“L”与“E”输出测量绝缘电阻时，保护端子“G”和“L”端子的电位相同，但“G”的旁路电流不参与测量。

b、在大多数测试中，仅使用两个测试导线，即“L”和“E”端子连接至被测试品，此时不连接保护“G”端子。

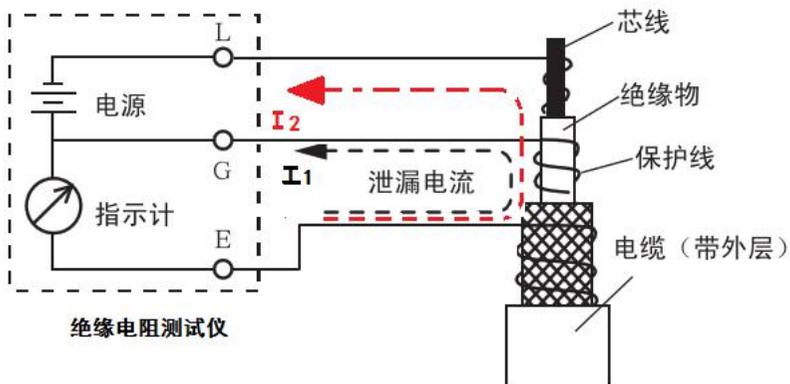
c、当测量非常大的电阻时，通过使用保护“G”端子进行三线测量，可以取得更精确的读数，保护“G”端子和“L”的电位相同，且可以用来防止表面漏电或其它不希望的漏电流而影响绝缘电阻的测量精度。

(2) 不使用保护端子“G”时说明：测试电缆的绝缘电阻时，被测试品的表面泄露电流与试品内部的泄漏电流合成，从而总泄露电流增大，导致阻值读数比实际读数小很多。此时，绿色鳄鱼夹夹在L线上面或者夹在绿线根部，注意测量时绿色鳄鱼夹不要离地太近。



(3) 使用保护端子“G”时说明：测试电缆的绝缘电阻时，使用三线进行测量，将泄露电流所流动的部分用裸露铜线卷起来，连接至保护端子“G”，通过“G”把表面泄漏电流等旁路电流屏蔽掉，这样能消除“L”-“E”之间表面漏电或其它不希望的漏电流，从而改善绝缘电阻测试仪测量精度。

注意！切记 G 和 L 是等电位负高压，使用时 G 不能接地使用。



(4) 保护端子“G”原理详解：

正常情况下测量绝缘电阻，是测量 L 至 E 的泄漏电流，即  $I_2$ ，此时  $R=U/I_2$ 。

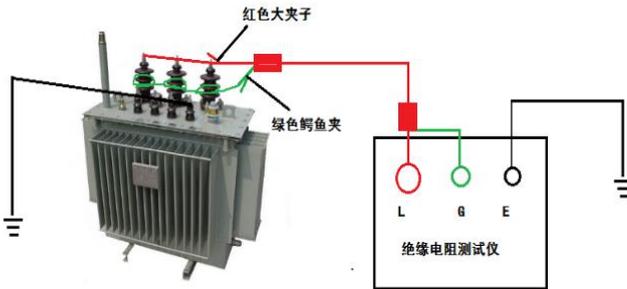
不使用保护端子“G”时： $R=U/(I_1+I_2)$

$I_1$ ：表面漏电或其它不希望的漏电流； $I_2$ ：为试品内部泄漏电流。

使用保护端子“G”时： $R=U/I_2$

I2: 为试品内部泄漏电流。

### (5) 变压器测试时保护端子“G”正确使用

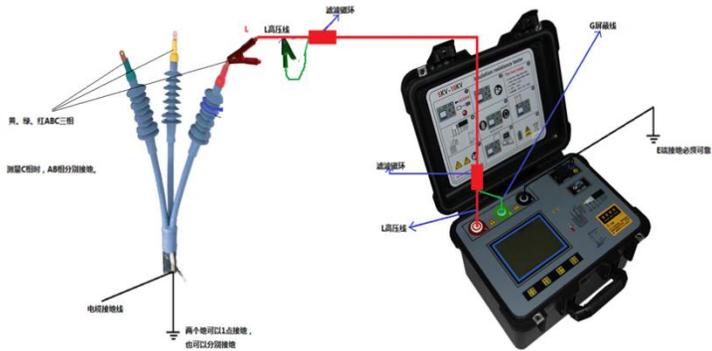


测试变压器高压侧绕组绝缘电阻，首先把低压侧短接接地，然后把高压侧用一根裸铜线短接接“L”端红色大夹子，然后在高压侧瓷套管中间位置分别用裸铜线卷起来短接然后接“G”绿色鳄鱼夹，E端接地。对于高压侧中性点接地的变压器，测试前先断开中性点。

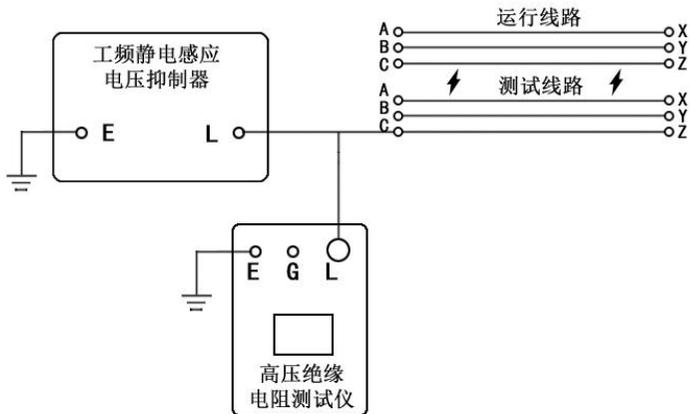
### (6) 使用保护端子 G 时（三线法测量）：



(7) 不使用保护端子 G 时（两线法测量）：



## 12. 感应电压抑制器的使用



具有较高感应电测试时，如上图所示将抑制器接入。注意应先将抑制器 E 端及绝缘电阻测试仪 E 端接地后，再接入抑制器 L 端及绝缘电阻仪的 L 端；试验完毕，先拆 L 端，E 端应最后拆除。

# 附录 抗干扰绝缘电阻测试-感应电压抑制方法

## 1、目的和意义

本仪器可选配抗感应电压抑制器，对在较高感应电压条件下的被测输电线路实施绝缘电阻测试提供一套解决方案，利用本测试方法和抗感应绝缘电阻测试仪可以获得在存在较高感应电条件下线路的绝缘状况的定量数据，为输电线路的安全评估提供有力支持，可以大幅提高线路检修的效率，降低成本。此方法和设备还可以在变电站等其他强干扰工况下进行绝缘测试，具有很广的应用价值。

## 2、感应电压产生理论分析

感应电压是由运行线路对检测线路的分布电容耦合感应产生的，同塔双回输电线路中的一回路运行，另一回路停电待测试的感应幅值的大小与运行线路的运行电压和平行长度距离成正比。当被测线路两端都悬空不接地时，如图 1 所示，邻近带电线路或者母线电场通过电容耦合在试验线路将感应一个电势，可看作在线路导线对地电容支路（C10）中串接了一个等效的电感应电势 EC，根据干扰线路电压等级和耦合紧密情况的不同，干扰电压值从几百伏到几十千伏不等（用高内阻静电电压表或者电容分压器测量）。

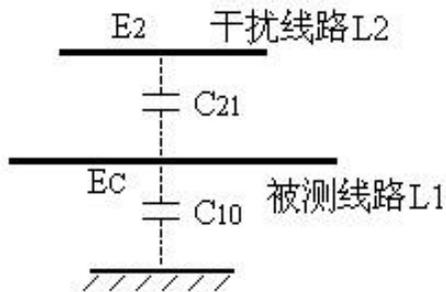
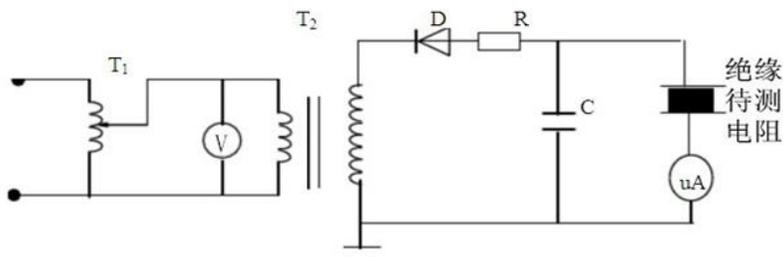


图 1 测量中电容耦合干扰示意图

输电线路绝缘电阻测试中，干扰严重的情况下，不仅影响测量的稳定性和准确度，也危及测试仪器设备和操作人员的安全，必须抑制其影响，才能保证参数测量可靠正确地完成。

### 3、感应电压抑制方法分析

#### 3.1 直流高压发生器法



加直流高压测试方法抗干扰能力主要取决于直流泄露电流与交流泄露电流的比例，两者有效值相差越大越好，用直流高压来测量绝缘的泄漏电流时，与用兆欧表相比有以下优点：

- (1) 试验电压高且可任意调节试验电压值，对一定电压等级的被试品加以相应的试验电压，可使绝缘本身的弱点更容易显示出

来，同时在升压过程中可随时监视微安表的指示—了解绝缘状况：如绝缘良好，泄漏电流与电压的关系应是按正比例增大；如绝缘有缺陷或受潮时，泄漏电流的增长比电压增长快，且电压较高时，泄漏电流急剧增大，还会有一些不正常现象；

(2) 微安表的测量精度比兆欧表高、测量泄漏电流和直流耐压可以同时进行。

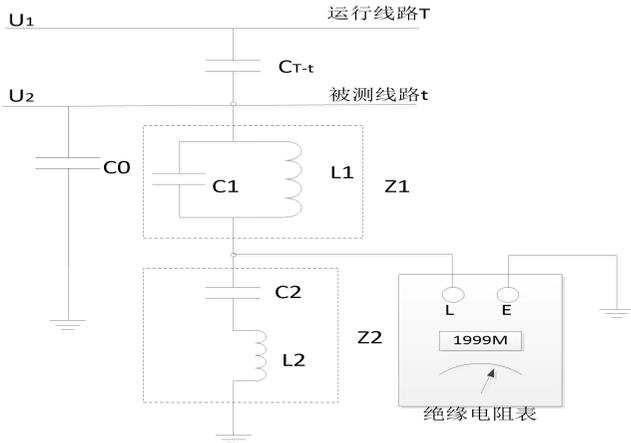
但此方法存在以下的问题：

- (1) 线路绝缘电阻较低（小于 20M）时，直流高压发生器容量不够，电压升不上去，很难获得稳定、真实的绝缘电阻值；
- (2) 测试受湿度影响大，测试值不稳定；③测试设备笨重，操作繁琐，高电压对人员和设备都有危险。

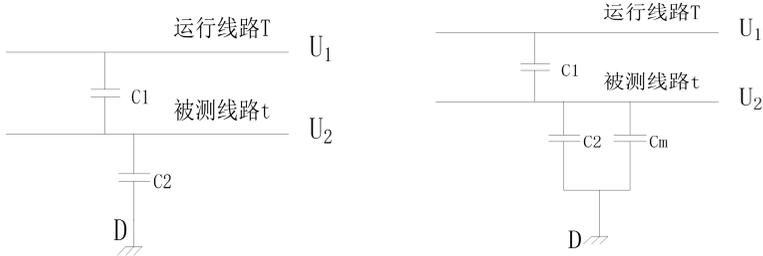
### 3.2 谐振网络法

谐振网络法即由 C1、L1 组成的并联谐振，以及由 C2、L2 组成的串联谐振组成。C1、L1 组成网络 Z1，其特性为工频高阻，低频低阻；C2、L2 组成网络 Z2，其特性为工频低阻，低频高阻。感应电压经过 Z1、Z2 分压可大幅降低。绝缘电阻表的高压输出 L 也接在 Z1、Z2 之间，直流测试高压可以通过 Z1 加载在被测线路上。Z2 为高阻，其泄漏电流可以忽略不计，因此对绝缘电阻测试没有影响。工频耐压虽然符合高压电缆、架空线的实际运行工况，但由于高电压、长距离的输电线路的电容量变化范围很大，对调感式电抗器的调节要

求较宽、造价较高，从而使得工频谐振法在绝缘电阻试验中推广受到限制。



### 3.3 电容分压法



$C_1$  为线路耦合电容  $C_2$  为线路对地电容。被测试输电线路试验相首末端开路不接地加在试验设备上的电压主要是输电线路对地感应电压。

$$U_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_1$$

可得当电容  $C_2$  很大,  $C_1$  较小时, 测试线路上电压  $U_2$  变得很小。

在对既定线路进行检修时，C1 和 C2 都是固定的，因此我们可以通过并联电容 C<sub>m</sub> 改变电容分压比的方法来减小感应电压 U<sub>2</sub>。

$$U_2 = \frac{C_1}{C_1+C_2+C_m} U_1$$

### 3. 4. 小结

在强感应电干扰情况下被测线路绝缘电阻测试主要考虑的问题是感应电抑制问题，现场感应电可能有几千伏至上万伏，为有效测量线路的绝缘电阻，测试装置需要有较强的抗干扰能力，通过比较三种方案在感应电抑制方面的优劣，选用并联电容法是解决强干扰条件下线路绝缘电阻的首选方法。

并联电容法可以大幅降低工频干扰电压，解决电容器的直流充电问题需要选用高耐压的大容量电容器多只串联，以提高耐受直流试验电压的能力；利用电容器隔直流通交流的特性，只需解决测试所用的高压兆欧表功率要相对大些（大于 5mA 以上），以尽可能短的时间内建立电场平衡，从而测试出线路的绝缘电阻值，测试范围可以从几兆到几千兆。

通过上述三种感应电抑制方法的比较，我们可以看出，并联电容法可以大幅衰减由于电容耦合产生的工频感应电压，使得测试人员及测试设备的安全风险大大降低，解决了由于感应电压过高而不能用绝缘电阻表进行绝缘电阻测量的难题。