



尊敬的顾客

感谢您使用本公司 YTC6450 系列 线路参数测试仪。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！



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。如有合同约定的除外。

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

1 系统概述	5
2 线路工频参数测试依据	6
3 测试系统的主要功能及特点	6
4 测试装置主要技术参数	8
5 线路测试工作的注意事项	11
6 线路参数测试工作的步骤	12
7 输电线路工频参数测试报告的内容及要求	14
8 三相线路工频参数测试接线	14
9 测试装置操作面板	18
10 测试装置接线面板	19
11 测试装置显示界面及测试项目操作菜单	19
12 打印纸的更换与打印机的维护	26
13 技术支持与售后服务	27
14 附录 校验接线与操作	28
15 附录 设备成套附件装箱清单	29
16 附录 交流输电线路工频电气参数测量导则	30



1 系统概述

本测试系统是大功率线路工频参数异频测试系统（分体式装置）的基础上全功能的升级换代产品, 依据《DL/T 1119-2010 输电线路工频参数测试仪通用技术条件》和《DL/T1179-2012-1000kV 交流架空输电线路工频参数测量导则》将异频电源及测试主机整合为表源一体化的测试装置。即：异频电源及其输出控制、隔离变压器及其档位切换、测试接线变换、接地分合操作、信号测量及采集、数据分析计算等功能全部集中在同一个机箱内。

本装置的可实现的测试项目(最高配置)涵盖了各类电力输电线路在参数测量前试验项目和工频参数测量项目中所要求全部内容。

- a) 被测线路首末端悬空—线路静电感应电压、接地电流测量；
- b) 被测线路末端短路接地—线路电磁感应电压、电磁干扰电流测量；
- c) 高感应电压下三相线路的相别核对—线路末端为桥架母线或 GIS 组合电器；
- d) 线路各相绝缘电阻测试、核对相别、线路直流电阻测量；
- e) 三相输电线路的正序阻抗、零序阻抗、正序电容、零序电容、等值电容；
- e) 多回同杆或并行线路回路之间的零序互阻抗和零序耦合电容；
- f) 多回同杆或并行线路回路间的不平衡度影响和不对称度影响分析；
- g) 二相输电线路的正序阻抗、零序阻抗、正序电容、零序电容；
- h) 同杆并行二相输电线路回路之间零序互阻抗和零序耦合电容；

现场实测时，根据测试对象及其测试项目，由主机内置的对应程序控制试验接线的变换(含：接地操作等)、隔离变压器的输出(频率、电压)、数据采集、计算分析的自动依次完成。

机箱采用框架式结构，选用扣板式面板安装，将显示屏幕、打印机、键盘、供电指示灯、电源启动按钮、报警灯、USB 数据接口等集中在正面。外部接线端子集中在机箱背面，凹入背板平面以下，在接线板引出了 3 个外部电流输入端子，方便仪器检定时接入标准源校准装置测试准确度。

设备外形尺寸符合人体工程学原理，测试人员可直立操作仪器，机箱两侧面装有搬运把手，机箱底部嵌入在带有万向脚轮的平板小车上，以便运输和现场装卸、移动，整台测试装置重量依据型号规格控制在 60~85kg 以内。



2 线路工频参数测试依据

2.1 中华人民共和国国家标准《GB50150—2006 电气装置安装工程电气设备交接试验标准》第25.0.1.2条：架空电力线路的试验项目应包括：测量35kV以上线路的工频参数。

2.2 中华人民共和国电力行业标准《DL/T 782—2001 110kV及以上送变电工程启动及竣工验收规程》第5条：工程带电启动应具备的条件中第5.3.6要求：送电线路带电前的试验（线路绝缘电阻测定、相位核对、线路参数和高频特性测定）已完成。

2.3 国家电网公司发布的《架空输电线路管理规范》第十五条 工程正式投产前，应做好以下工作：(2)线路电气参数测试合格，相位核对无误，线路……等。

2.4 中华人民共和国电力行业标准《DL/T559—2007 220kV-750kV电网继电保护装置运行整定规程》及《DL/T584—2007 3kV-110kV电网继电保护装置运行整定规程》要求下列参数用于整定计算时必须使用实测值：

- 1) 三相三柱式变压器的零序阻抗；
- 2) 66kV及以上架空线路和电缆线路的阻抗；
- 3) 平行线之间的零序互感阻抗；
- 4) 双回路的同名相间和零序的差电流关系；
- 5) 其他对继电保护影响较大的有关参数；

2.5 中华人民共和国行业标准《DL/T1179-2012-1000kV交流架空输电线路工频参数测量导则》。

3 测试系统的主要功能及特点

3.1 装置除D型号外，其余型号装置全部配有高内阻感应电压测试附件，接入装置测试通道后可快速准确完成三相、二相输电线路在线路末端开路情况下的静电感应电压及相位角度测量。

3.2 可完成三相、二相输电线路在线路末端短路接地情况下的被测线路各相工频电磁感应电压、工频干扰电流、相位角度及零序工频干扰电流的测量。

3.3 对三相、二相输电线路（含直流输电线路及直流接地极线路）的正序阻抗、零序阻抗、正序电容、零序电容等参数的自动测试，线路测试首端的接线倒换全部在装置内部自动完成，只需要对三相、二相线路首端接一次线，末端改变一次



接线（接地或悬空）即可完成所有测试项目，极大地提高了现场测试工作效率。

3.4 在装置内部加装了三相大电流继电器自动控制被测试线路三相、二相首端线路侧的接地操作，配合对正序、零序测试接线的变换和信号采集，测试过程不需要任何人工倒换首端测试接线，避免因改换接线时线路感应电压对试验人员的伤害，保证了仪器设备的安全。

3.5 8路各自独立量程的电压、电流测量通道，保证了对多回同杆或平行线路回路之间的零序互阻抗和零序耦合电容的准确测试，同时测试出因互感引起的单相不平衡度和耦合引起的电压不对称度，方便调度部门调整线路保护整定参数。

3.6 抗干扰能力超强，内置的工频干扰抑制装置最大可抵御被测线路首末两端接地后，被测线路上工频干扰电流在 20A~100A 条件下的线路参数可正常测试，抗干扰的原理是将装置的隔离变压器经过特殊设计辅以感应电压抑制模块将线路上的干扰电压对地形成低阻泄放通道。

3.7 线路阻抗参数测试频率选择 45Hz 和 55Hz 双频自动测试，具有更好的测试等效性。电容测试频率选择 260Hz 单频测试，解决了超短距离线路电容参数的测试准确度的难题。

3.8 装置内部的异频电源具有良好细度的步进升压控制，通过预检程序可自动调整电源输出电压和电流，解决了超短线路和大截面电缆的参数测试难题。

3.9 采用最新数学算法和选用 16 位高精度 AD 芯片，保证了装置异频输出信号的纯净度和高保真度，在测试信号与干扰信号为 1: 20 倍的情况下，可以准确将异频测试信号和工频干扰信号彻底分离，从而准确测试线路工频参数。

3.10 测试装置采用单相 220V 供电，方便现场使用单相发电机供电完成所有测试项目，并具有工作电源误接 380V 报警保护功能。

3.11 高可靠性，装置内部异频电源具有过压、过流、短路、过热等多重保护，在操作面板配有手控急停按钮，保证了参数测试现场出现任何意外情况下即时手动关闭试验电源输出，同时装置自动将首端线路三相接地，保证了设备和测试人员的安全。

3.12 装置自带试验接地良好性检测功能，不但可以保证接地不良情况下装置电源不启动输出，而且同时避免了由于接地不良导致线路零序阻抗参数测试偏差情况的出现。



3.13 装置具有针对所进行的试验线路末端接线状态预检测功能,根据试验项目属性进行接线方式预检,同时提示线路末端接线方式是否与试验要求接线一致,例如各相是否悬空或短路接地,从而保证了线路了线路参数测试的数据可信度。

3.14 仪器内部配备有日历芯片和大容量存储器,能将检测结果按试验编号或时间顺序自动保存,随时可以调阅查看历史记录,并可以打印输出。

3.15 仪器存储数据可以通过装置面板 USB 接口使用 U 盘导出,可在任意一台 PC 机上方便用户对测试数据的管理,编辑线路工频参数测试报告。

4 测试装置主要技术参数

4.1 根据测试系统选型配置表选择适用于不同工频干扰强度及线路长度的规格型号:以满足对 0.2~1500km 架空线路或电缆线路交流工频参数测试需要。

4.2 测试装置抗工频干扰能力:在装置输出信号与工频干扰信号之比为 1:20 的条件下可靠、稳定输出,准确分离工频干扰信号并完成所有测试项目。

4.3 供电电源:单相 AC 220V $\pm$ 10%,(10~40A) 50Hz $\pm$ 2%;

4.4 测试装置保护功能

1) 工作电源保护:仪器输入电源误接入 380V 电源时,过压报警指示灯亮并同时蜂鸣器发出告警提示音。

2) 装置外壳接地与试验接地检测:装置试验接地及外壳接地不良时,装置发出告警提示字符并关闭电源输出。

3) 具备急停按钮,出现意外快速切断电源输出并将被测线路首端接地,保护测试人员和设备安全。

4) 其他保护:装置具备过压、过流、短路、过热四种保护,在面板装有故障指示灯,提示出现故障类型。

4.5 异频电源输出特性:

1) 输出频率:45Hz/55Hz/260Hz 定频输出 频率度优于 $\pm$ 0.1%;

2) 输出波形:标准正弦波, 波形失真度优于 $\pm$ 2%;



4.6 装置型号及技术参数选型对应表

技术参数	A 型	B 型	C 型
适用于线路长度	0.2~1500km	0.5~800km	1~500km
异频电源功率	10kVA	5kVA	3kVA
输入工作电源	单相	单相	单相
接地检测功能	有	有	有
静电电压测量	有	有	有
高感应线路核相	有	有	有
核相用罗氏线圈	有	有	有
电磁电压测量	有	有	有
接地电流测量	有	有	有
最大输出电流	40A	20A	10A
最大输出电压	600V	400V	200V
抗工频干扰电流	100A	60A	40A
静电感应电压	30kV	20kV	20kV
电磁感应电压	600V	600V	600V
纯电缆线路测试	满足	满足	—
二相线路测试功能	有	有	有
单相等值电容测试	有	有	有
互感不平衡测试	有	有	有
耦合不对称测试	有	有	有

适用电压等级	1000kV 及以下	500kV 及以下	220kV 及以下
阻抗测试范围	0.1~1000 Ω	0.1~400 Ω	0.2~400 Ω
电容测试范围	0.02 μF ~80 μF	0.05 μF ~50 μF	0.1 μF ~50 μF
移动万向平板车	有	有	有
专用测试钳线	2	2	1
外形尺寸	550mm*400mm*900mm		
重 量	<85kg	<75kg	<65kg

4.7 线路工频参数测试准确度:

1) 静电感应测试范围: 0~20kV(B 型、C 型)~30 kV(A 型)

测量精度 $\pm 5\% \pm 5$ 个字

最高分辨率 0.001kV

2) 电磁电压测试范围: 0~600V

测量精度 $\pm 0.2\% \pm 2$ 个字

最高分辨率 0.001V

3) 电流测试范围: 0~40A(C 型)~60A(B 型)~100A(A 型)

测量精度 $\pm 0.2\% \pm 2$ 个字

最高分辨率 0.01mA

4) 电容参数测试准确度: 最高分辨率: 0.0001 μF

$\geq 0.1 \mu F$ 时, $\pm 1\%$ 读数 ± 5 个字;

$< 0.1 \mu F$ 时, $\pm 2\%$ 读数 ± 5 个字;

5) 阻抗参数测试准确度: 最高分辨率: 0.001 Ω ;

$\geq 1 \Omega$ 时, $\pm 1\%$ 读数 ± 5 个字;

$< 1 \Omega$ 时, $\pm 2\%$ 读数 ± 5 个字;;

阻抗角: $0^\circ \sim 360^\circ$; $\pm 1\%$ 读数 $\pm 0.05^\circ$



5 线路测试工作的注意事项

输电线路工频参数的测量除一般电气测试必须注意的种种安全问题之外, 还有其特殊性。输电线路短则几千米, 长则上千公里, 不仅常常有同类相邻伴行, 还屡屡与之上跨下穿, 由于电容 C_H/C_0 分压和电磁感应 (X_H 和负荷电流) 在彼此各自身上产生的响应—感应电压, 对测试人员和测试仪器的安全构成威胁, 这是必须以万无一失的态度来对待的事, 防止感应电压伤及人身安全是线路参数现场测试的第一要义。

5.1 现场测量应根据线路的实际情况和生产运行的实际需要, 预先编制测试方案, 以确保线路试验的安全、顺利完成。

方案应包括: 确定需测取的线路工频参数。阻抗和电容等工频参数可用交流法测取, 电阻可用直流法测取, 感应电压宜用直接法测取。测试方案中, 必须:

- 1) 确定现场工作负责人: 对测试工作全面负责。
- 2) 确定现场工作安全负责人: 对现场安全负责, 监督现场安全措施的实施。

5.2 在进行测试接线前, 必须一律先将被测线路首端通过外部接地刀闸或接地线接地, 然后才可对测试装置进行接线, 在对线路试验加电压(或通电流)前, 才可拆去测试装置的外部接地线。测试工作结束后拆测试装置测试引线前, 须再次将线路首端外部可靠接地, 切不可图省事, 少作任何一个步骤, 以免引起感应电伤人事故。

搭接和拆除临时接地线时, 必须使用合格的绝缘操作杆。绝缘杆的长时耐受电压不得低于运行线路的最高额定电压; 拉合接地刀闸时, 必须穿戴合格的绝缘靴和绝缘手套。

5.3 测试线路参数前, 应保证被测线路首末两端通讯畅通、清晰, 且应有后备通讯手段。

5.4 测试前, 凡需接地的, 必须先确认已接地良好, 如仪器外壳, 试验电源和被试线路的中性点等。凡属工作接地, 如测零序阻抗时的中性点接地的阻抗应小到不影响测试精度的要求。

5.5 测取有相邻并行或交叉跨越较多, 特别是有更高电压线路相邻或交叉、平行线路的工频参数时, 必须先测静电感应电压、电磁感应电压、接地电流后, 以评估线路参数测试装置可否满足测试条件。



注意:静电感应电压幅值的大小主要是由于同塔并架或平行的运行线路与被测线路单位长度因线路间耦合电容和对地电容二者分压比决定。

线路工频感应电流主要是由于同塔并架或平行的运行线路产生的零序电流通过电磁场作用与被测线路的互感抗 X_{H} 感应过来的, 会随运行线路上的零序电流变大而变大的。

5.6 测试时, 必须作到:

- 1) 全线路无其他工作;
- 2) 线路两侧开关及刀闸确保均在断开位置, 且无工作;

5.7 现场测试应在天气良好的情况下进行, 不得在雷雨天进行, 也不宜在风、雪天进行;

5.8 影响线路参数测试准确性的四个因素:

- 1) 当测量较短的线路(如 1km 以内)的阻抗参数 (Z_1 、 Z_0) 时, 测试应采用四端法测量, 即接入线路首端的电压引线和电流引线应分别接入测试装置。
- 2) 测取较长(100km 以上)线路的阻抗(或电容)参数时, 采用单端测量法, 也可采用双端测量法在线路首末两端同时读取电流(或电压)取首末两端的平均值供计算用。

6 线路参数测试工作的步骤

6.1 准备工作

- 1) 编制参数测试方案, 应历经: 收集相关资料信息, 现场踏勘, 编写, 审核, 审定, 批准等步骤。
- 2) 落实相关人员, 各相关人员应熟悉线路参数的测试方案。
- 3) 备齐备好: 测试设备、测试电源、测试用线、通讯工具、运输工具。
- 4) 安排被测线路停电计划。

6.2 现场试验工作顺序

- 1) 完成被测线路的停电操作和安全措施;
- 2) 办理许可工作的手续;
- 3) 为保证测试工作的顺利进行, 依次应先进行以下试验:
 - a、被测线路首末两端均不接地, 在线路首端测试静电感应电压, 本测试装置已配置高内阻三相静电感应电压测试绝缘附件, 可三相同时测取;



b、线路首端悬空，末端接地时，在线路首端测试线路的电磁感应电压，按照装置菜单提示及要求操作本装置可直接完成三相同时测取；

c、同上，选择装置测试感应接地电流，操作线路远端接地测取电磁感应（干扰）电流，远端不接地测取电容（干扰）电流。

4）核对相别（新建、改建线路应作）。

注意：①当被测线路静电感应电压超过 1000V 及以上时，不可使用普通的绝缘电阻表测试线路绝缘电阻，否则容易烧毁仪器，需采用具有抗感应电压的高压绝缘电阻测试仪完成线路绝缘测试及核对相序，建议选用我公司 DS-5000 型+感应电压抑制器组成抗干扰的线缆绝缘电阻测试仪。

②当被测线路末端接地后，由首端测量到的电磁感应电压超过 10V 时，也不可使用普通的直流电桥或直流电阻测试仪测试线路直流电阻，否则容易损毁仪器，需采用抗交流工频干扰的线缆直阻仪测试，建议选用我公司 DS-2008R 型抗干扰的线缆直阻仪。

6.3 测试线路工频参数步骤及工作顺序

测试装置的测试接线和拆线操作请按照下述步骤进行：

- 1）将被测试线路的首端通过接地刀闸接地或将引下线可靠接地。
- 2）将测试装置试验接地和外壳接地可靠接入大地。
- 3）将测试装置的对应接线端子与被测试线路的引下测试线对应连接。
- 4）开始测试前先打开线路首端外部接地，再根据试验内容要求，通知线路末端分别接地或悬空进行对应的参数测试。
- 5）所有测试完成后，将线路首端通过接地刀闸或人工接地线可靠接地。
- 6）拆除装置测试线，后拆除装置试验接地和外壳接地；
- 7）恢复线路测试前的状态。
- 8）办理结束试验工作手续并汇报相关上级；
- 9）完成测试报告。

注意：架空线路双回线路间的零序互感及耦合电容的测试，在同塔并架或平行段长度大于其中任一条线路总长度的 20%以上时，应进行测试。

纯电缆线路的主芯线与内外护套的互感测试，因电缆敷设长度缘故对于外护套未进行完全换位且一端接入过压保护器的电缆线路，建议在装有过压保护器侧

进行互感测试，完全换位的不必进行。并且对纯电缆线路的正序、零序阻抗测试时，因集肤效应和趋表效应影响，建议所施加的试验电流不小于 20A 为宜。纯电缆线路的正序电容等同于零序电容。

7 输电线路工频参数测试报告的内容及要求

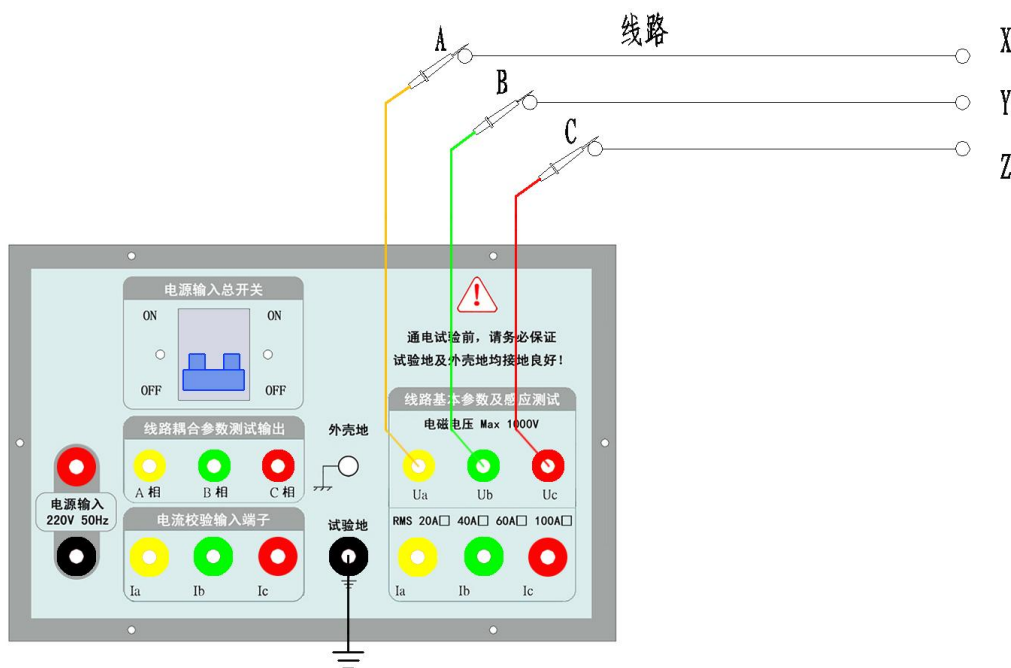
7.1 线路（属性）原始资料：线路产权所属单位、线路名称、线路总长度、导线型号与分裂根数、三相排列方式、相间平均距离、地线及耦合地线排列接地方式；输电线路若为电缆线路则应有外屏蔽及铠装的接地方式，当保护有要求时应按对电缆外护层按照线路参数测试方法要求测试相关参数。

7.2 线路测试内容：各相静电感电压、电磁感应电压、接地电流、绝缘电阻、直流电阻、工频阻抗及电容等参数测试结果；

7.3 测试时的气象及温度、测试日期、时间、测试仪器、试验人员、审核人员、批准人员、试验结论。

8 三相线路工频参数测试接线

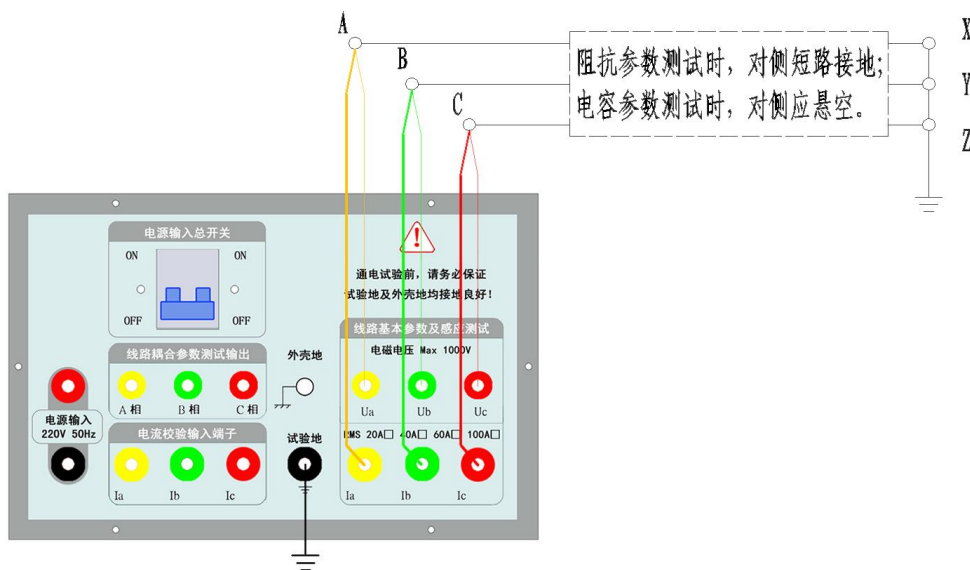
8.1 三相线路静电感电压测试接线示意，如图（1）



（图 1）

使用测试装置配置的高内阻三相静电感电压测试绝缘棒，接入装置的电压测试通道，确认被测线路首端、末端悬空后进行线路静电感电压测试，按照仪器显示屏幕对应提示要求进行相应操作。

8.2 三相线路电磁感应电压、接地电流、工频参数测试接线示意，如图（2）



（图 2）

被测线路末端短路接地，将线路首端测试引线的电压线、电流线分别接入装置对应端子，按照仪器显示屏幕菜单提示要求进行相应操作。

8.3 三相线路正序、零序阻抗，正序、零序电容参数测试接线（同前图 2）

测试线路阻抗参数：要求线路末端三相短路接地，按照仪器显示屏幕菜单提示要求，待预检通过后，按测试键自动进行线路零序、正序阻抗测试。

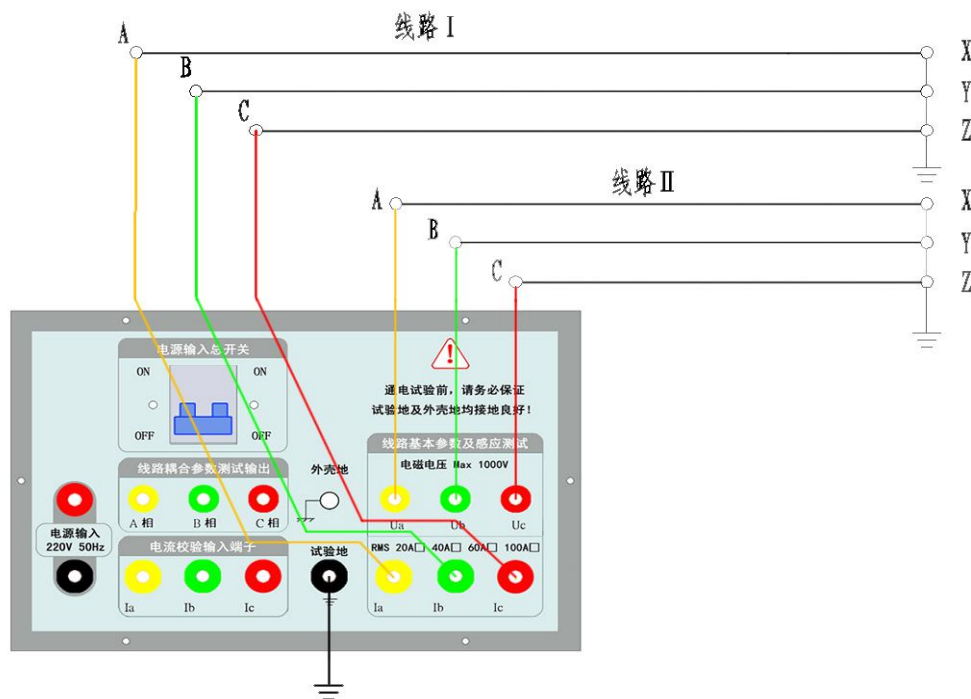
如装置预检不通过时，请按照显示屏幕提示，检查确认试验接线是否与要求一致及各相接地是否良好，以免导致零序参数测试结果出现异常。

提别提示：当遇到同塔并架线路阻抗参数测试时，测试前一定确认另一条非测试线路首末两端只可一端接地，不可两端同时接地，否则会导致被测试线路的零序阻抗值偏小，对正序阻抗参数无影响。

测试线路电容参数：通知被测线路末端三相悬空，按照仪器显示屏幕菜单提示要求，待预检通过后，按测试键自动进行线路零序、正序电容测试。

如装置预检不通过时，请按照显示屏幕提示，检查确认试验接线是否与要求一致及各相线路处于悬空状态，以免导致电容参数无法正常测试。

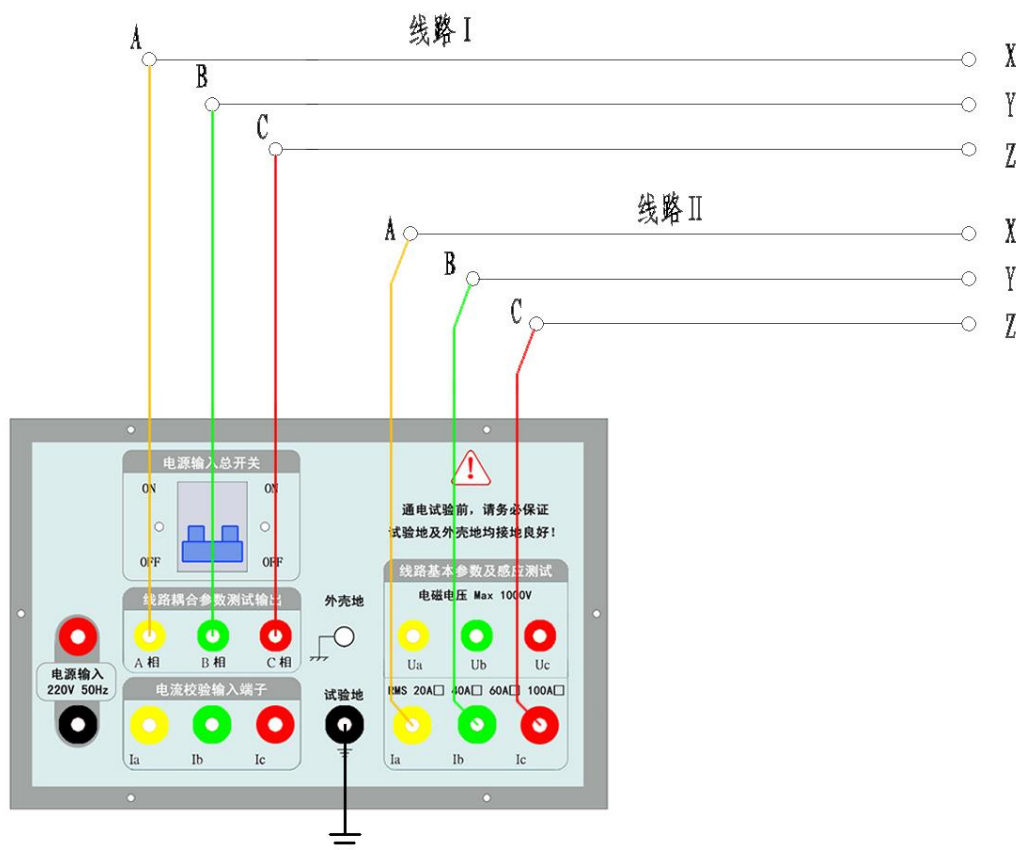
8.4 三相线路两回线路间零序互感测试接线示意，如图（3）



（图 3）

测试两条输电线路间的零序互感时，先将两条线路末端三相短路接地，线路 I 首端三相引线并接在一起分别对应接入装置电流端子，然后再将线路 II 首端三相引线并接在一起分别对应接入装置电压端子，按照仪器显示屏幕菜单提示要求，待预检通过后，按测试键自动进行线路零序互感测试，测试结果为双回线路间零序互感及三相线路的单相零序互感。

8.5 三相两回线路间零序耦合测试接线示意，如图（4）



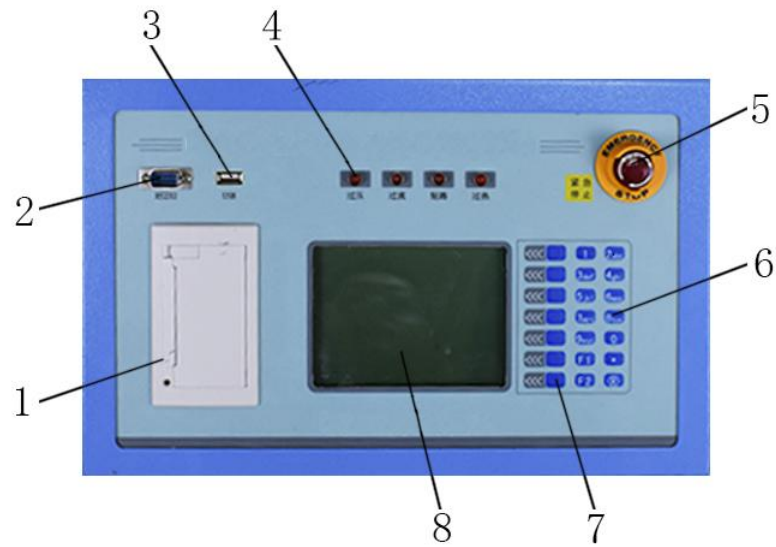
（图 4）

测试两条输电线路间的零序耦合参数时，先将线路 I 首端三相引线并接在一起分别对应接入装置零序耦合输出端子，线路 II 首端三相引线并接在一起分别对应接入装置电流端子，通知对侧将两条线路末端三相悬空，按照仪器显示屏幕菜单提示要求，待预检通过后，按测试键自动进行线路零序耦合测试。

8.6 二相线路工频参数测试接线（略）

二相线路测试接线与三相线路接线原理基本相同，本装置定义使用 A 相、C 相对应接入被测线路的二相（对直流线路分别对应正极导线、负极导线）即可，操作按照显示屏幕菜单对应提示进行。

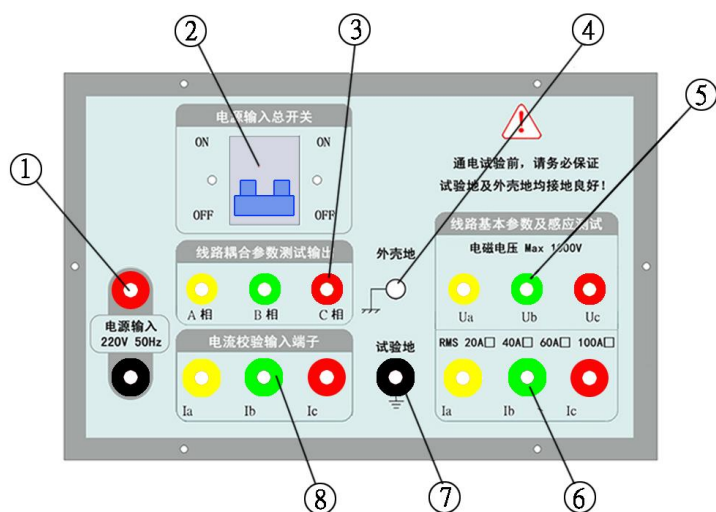
9 测试装置操作面板



(图 5)

- 说明：
- ① 热敏打印机；
 - ② RS232 通讯接口；
 - ③ U 盘数据导出接口；
 - ④ 电源故障类型显示灯（过压、过流、短路、过热）；
 - ⑤ 电源紧急停止输出按钮 U 盘数据导出接口；
 - ⑥ （0~9）数字设置键盘；
 - ⑦ [<<<<] 显示屏对应的功能操作热键；
 - ⑧ 液晶显示屏；

10 测试装置接线面板



(图 6)

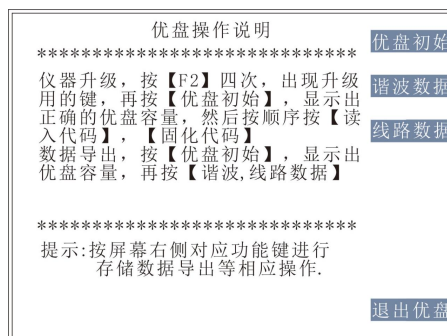
- 说明：① 单相 220V 交流输入端；② 工作电源总开关；
 ③ 双回线路零序耦合测试输出端子；④ 外壳地端子；
 ⑤ 电压测量输入（UA、UB、UC）插孔；
 ⑥ 测试电源输出（A、B、C）插孔；
 ⑦ 装置试验接地端子（Un 电压参考点）；
 ⑧ 外部输入电流接线端子（装置检定时标准电源电流输入）；

11 测试装置显示界面及测试项目操作菜单

11.1 装置通电开机后初始化显示界面及优盘操作界面



通电后装置显示界面图(7)



按[U 盘]热键后优盘操作图(8)

图(7)对应操作说明：

- 1) 连续按压[变深]或[变浅]键用于步进调整显示屏幕黑白对比度。
- 2) 按[背光]键开启或关闭屏幕背光灯。

- 3) 按[U 盘]键, 即可进入优盘升级或导出传出数据等相关操作菜单。
- 4) 按[升级]键, 对仪器程序通过计算机进行调试或作软件升级时使用。
- 5) 按[时间] 键, 可对仪器的屏幕上显示的时间进行调整, 根据光标所指位置通过相应的数字键进行调整设置。
- 6) 按[启动] 键, 即进入“测试系统接地完好性检测”菜单。

图 (8) 对应操作说明:

按[U 盘]热键进入显示菜单后, 插入优盘后根据光标指示位 (反黑) 进行对应操作, 按照对应功能热键参考提示说明进行相应操作。

- 1) 使用 U 盘升级装置主机程序, 连续按[F2]键 4 次, 功能热键弹出升级热键, 在按压[优盘初始]读取优盘容量信息, 显示 U 盘容量大小, 读出内存容量无误后, 根据提示即可使用优盘进行操作。
- 2) 按[线路数据]键可将仪器内存储的线路参数数据导入到优盘中。
- 3) 按[优盘退出]键返回开机界面。

11.2 装置试验接地完好性检测及线路信息设置菜单界面

测试系统接地完好性检测	线路信息
1) 本项目需在 被测线路及外部接地刀闸未接入仪器测试端子之前进行。 2) 请确认仪器外壳接地线及试验接地线接入后, 按“测试”键进行检测。	[试验编号] 20160128 [线路长度] 120---公里 [线路类型] 同杆单回线路 [排列方式] 水平架设 [导线材质] LGJ [分列根数] 2 [导线截面] 400-平方毫米 [几何均距] 6.5米 [地线材质] 钢绞线 [地线截面] 150-平方毫米
检测点 电压(V) 电流(A) 电阻 N相 A相 B相 C相	
提示: 请按测试键进行接地完好性检测!	设置完成后按试验键进行线路类型选项
测试 完成 退出	上移 下移 设置 确定 保存 试验 退出

测试系统接地完好性检测界面图 (9) 线路信息参数设置菜单界面图 (10)

在开机界面按[启动]键首先进入到“测试系统接地完好性检测”菜单, 根据光标指示位 (反黑) 操作, 建议在线路参数测试前先进行该功能操作, 避免由于试验接地不良导致测试误差。

图 (9) 对应操作说明:

- 1) 现场接线完成后, 按压[测试]键即可对装置的试验接地及装置内部的各相接地继电器接地状况进行预检, 并给出对应的接地完好性判定结果, 如提示接地不良, 请重新检查并处理装置的接地线后再进行测试;

2) 如提示“设备试验接地及安全接地可靠良好”，可按[完成]键进入到“线路信息设置”选项菜单。

3) 按[退出]键返回开机界面。

图（10）对应操作说明：

- 1) 根据光标反黑指示位,通过[上移]、[下移]键移动光标对线路信息进行设置,按压[设置]键后,可对选定信息参数通过1~9数字键或[上移]、[下移]和[确定]键设置和选择被测线路基本信息。
- 2) 线路信息设置完成后,按[保存]键自动存储记忆设置信息。
- 3) 按[试验]键,进入到“线路类型选择项目”选项菜单。
- 4) 按[退出]键返回“测试系统接地完好性检测”上级菜单。

说明：本菜单仅供用户打印报告时作为线路基本参考信息，设置的“线路长度”是为了根据实际测试结果计算线路公里值参数，便于与理论计算参数对比验证测试结果。

11.3 线路类型选择项目菜单及高感应三相输电线路相位核对菜单界面

线路类型选择	
1) 高感应三相线路相位核对	
2) 三相制输电线路参数测试	
3) 三相两回路影响因素测试	
4) 二相制输电线路参数测试	
5) 二相两回路影响因素测试	
6) 输电线路数据查询	
提示：按1-6选择试验项目	
退出	

高感应三相输电线路相位核对				45Hz
1) 线路本侧先通过外部接地刀可靠接地后将电压,电流引下线分别接入对应端子				A
2) 撤除本侧装置外部接地,保证线路对侧各相处于悬空状态.				GIS
3) 对侧逐一分别接地,按对应键逐相核对				打印
本侧相别	电压(V)	电流(A)	对侧相别	A相
A相	0.0001	0.0000	未核相	B相
A相	0.0001	0.0000	未核相	C相
A相	0.0001	0.0000	未核相	
电源	0.0000	0.0000		退出

线路类型选择项目图（11）

高感应三相线路相位核对图（12）

图（11）对应操作说明：

根据需要测试的线路类型，按压面板上对应的数字键1~6可进入相应测试子项目，按[下移]键返回上级菜单。

图（12）对应操作说明：

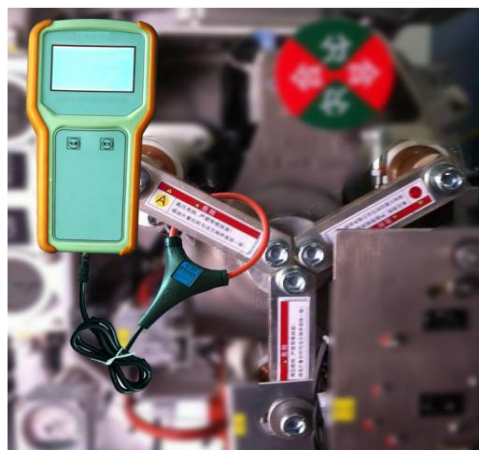
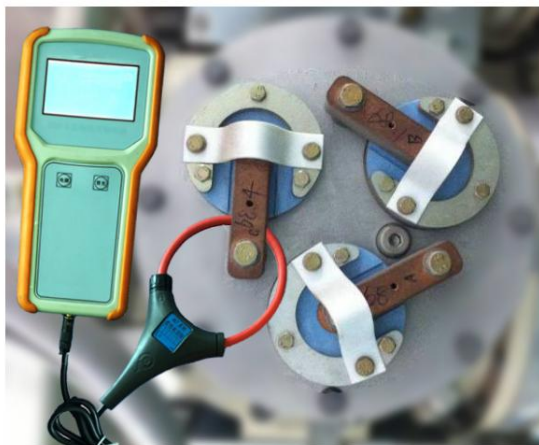
当遇到被测线路具有较高静电感应电压时，无法使用高压绝缘电阻表对线路进行绝缘测试及相位核对时，可使用带有高感应核相功能的装置对三相线路相位进行，按照线路类型（线路末端母线接入，线路末端接GIS组合电器），分别操

作对应菜单进行核相，操作步骤分述如下：

A: 被测线路末端三相通过母线接入时，可参考线路绝缘电阻核相测试方式进行：

- 1) 本侧接线完成后，通知线路末端的配合人员可先将线路末端的 A 相单独接地，确认后由线路首端本侧在仪器主界面按“A 相”键，仪器自动对线路三相施加异频电压，数秒后由显示屏幕上即可查看到“对侧相别”显示结果，如显示“A 相接地”则说明相位对应正确。如显示“B 相接地”或“C 相接地”及其他信息则说明相位首端与末端相位接线有误。
- 2) 以此类推，通知线路末端的配合人员依次将 B 相、C 相单独接地，本侧对应操作即可完成线路首端与末端的三相相位核对。
- 3) 三相相位核对完毕后，按[打印]键，可打印线路核相结果，同时该数据被存储到仪器内置数据库，用户可根据需要查看或打印。
- 4) 按[退出]返回“线路类型选择项目”上级选项菜单。

B: 被测线路末端三相接入 GIS 组合电器时，因规程不允许随意打开 GIS 接地开关的接地连片，在此种情况下，可使用装置配置的核相用罗氏线圈夹持在约定核对的线路相别的接地连片上（如遇线路末端三相通过母线接入，不便单独逐相挂地线时也可参考此方法），选择菜单对应的项目与线路末端呼应逐相核对相位。附图示意



- 1) 本侧接线完成后，通知线路末端的配合人员先将核相用罗氏线圈夹持在 GIS 接地开关 A 相接地连片上，确认后由线路首端（本侧）在仪器主界面按压右上侧键，进行 A、B、C 相循环选择，显示按“GIS”键反黑，此时装置只对选择相施加异频电压，对侧配合人员根据核相罗氏线圈的电流读数是否发生变化确认首末端相位关系即可，确认相别后，按对应键



“GIS”键反白，装置停止输出，该相相位核对完毕，其余核相以此类推。

2) 按[退出]返回“线路类型选择项目”上级选项菜单。

1.4 三相输电线路参数测试及静电感应电压测量菜单

三相制输电线路参数测试	三相线路静电感应电压测量 50Hz
(1) 三相线路静电感应电压测量 (2) 三相线路电磁感应电压测量 (3) 三相线路电磁感应电流测量 (4) 三相正序零序阻抗参数测试 (5) 三相正序零序电容参数测试	1) 将A, B, C三相引下线通过配置的专用测试棒对应接入Ua, Ub, Uc 2) 确认线路本侧与对侧全部开路 3) 测量完毕后立即恢复可靠接地的措施。 确认接线符合试验要求, 按“确认”键测量
提示: 按1-5选择试验项目	静电感应电压(kV)/相位 A相 0.0001 B相 0.0001 +359.8 C相 0.0001 +9.835 合相
退出	打印 确认 退出

三相制输电线路参数测试图 (13)

三相线路静电感应电压测量图 (14)

图 (13) 对应操作说明:

根据需要测试的线路参数, 按压面板上对应的数字键 1~5 可进入相应测试子项目, 按[下移]键返回上级菜单。

图 (14) 对应操作说明:

按[确认]键测量三相静电感应电压值及合相电压值 (三相电压矢量和), 按[打印]键可打印静电感应电压值, 按[退出]键返回上级菜单。

说明: 进行静电感应电压测量时, 严格按照屏幕提示要求操作, 务必使用装置配套的高内阻静电感应电压测试绝缘棒在线路首端对三相测试。

11.5 三相线路电磁感应电压及电磁感应电流 (接地电流) 测量菜单

三相线路静电感应电压测量 50Hz	三相线路电磁感应电流测量 50Hz
1) 将A, B, C三相引下线通过配置的专用测试棒对应接入Ua, Ub, Uc 2) 确认线路本侧与对侧全部开路 3) 测量完毕后立即恢复可靠接地的措施。 确认接线符合试验要求, 按“确认”键测量	1) 线路对侧保证已短路并接地, 将线路三相电压, 电流引下线接入装置对应端子。 2) 撤除本侧线路外部接地, 保证线路对侧仍处于运行方所置的三相短路接地状态。 确认接线符合试验要求, 按“确认”键测量
静电感应电压(kV)/相位 A相 0.0001 B相 0.0001 +359.8 C相 0.0001 +9.835 合相	电磁感应电流(A)/相位 A相 0.0000 B相 0.0000 +133.5 C相 0.0000 +268.6 合相
打印 确认 退出	打印 确认 退出

电磁感应电压测量图 (15)

电磁感应电流测量图 (16)

图 (15) 对应操作说明:

按[确认]键测量三相电磁感应电压值及合相电压值 (三相电压矢量和), 按



[打印]键可打印电磁感应电压值，按[退出]键返回上级菜单。

图（16）对应操作说明：

按[确认]键测量三相电磁感应电流值及合相电流值（三相电流矢量和），按[打印]键可打印电磁感应电流值，按[退出]键返回上级菜单。

11.6 三相线路正序零序阻抗参数自动测试菜单

三相正序零序阻抗参数自动测试 50Hz		
1) 撤除本侧线路外部接地，保证线路对侧处于运行方所置的三相短路接地状态。 2) 确认接线符合试验要求，按右键“预测”键，通过后按“测试”键，仪器自动进行测试。		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0000	0.0000
B相	0.0000	0.0000
C相	0.0000	0.0000
电源	0.0002	0.0000 +281.2
		预测
		打印
		测试
		退出

三相正序零序阻抗参数自动测试 55Hz		
X0=7.4424Ω X1=1.8034Ω R0=12.268Ω R1=12.186Ω Z0=14.349Ω Z1=12.319Ω L0=23.689mH L1=5.7402mH 角度=31.242° 角度=8.4176°		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0000	0.0001
B相	0.0000	0.0000
C相	0.0000	0.0000
电源	0.0012	0.0000 +213.9
		预测
		打印
		测试
		退出

正序零序阻抗参数自动测试图（17） 正序零序阻抗参数结果显示图（18）

图（17）对应操作说明：

进入菜单后，根据屏幕提示确认线路末端三相短路接地，按[预测]键仪器自动检测线路末端短路及接地状态并给出提示，预测通过后按[测试]键仪器可自动测量三相正序阻抗参数和零序阻抗参数，测试完成后屏幕显示测试结果，按[打印]键可打印并存储测试结果，按[退出]键返回上级菜单。

11.7 三相线路正序零序电容参数自动测试菜单

三相正序零序电容参数自动测试 260Hz		
1) 撤除本侧装置外部接地，保证线路对侧处于运行方所置的开路状态。 2) 按右侧预测键，对接线状态进行检测，通过后，按测试键进行自动测试。 3) 测试完成后，按退出键进行后续测试。		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0001	0.0000
B相	0.0000	0.0000
C相	0.0000	0.0000
电源	0.0002	0.0000
		预测
		打印
		测试
		退出

三相正序零序电容参数自动测试 260Hz		
C0=0.1071uF Y0=33.659S C1=0.1092uF Y1=34.326S C12=0.0005uF Ca=0.1084uF Cb=0.1101uF Cc=0.1092uF		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0000	0.0001
B相	0.0000	0.0000
C相	0.0000	0.0000
电源	0.0026	0.0000
		预测
		打印
		测试
		退出

正序零序电容参数自动测试图（19） 正序零序电容参数结果显示图（20）

图（19）对应操作说明：

进入菜单后，根据屏幕提示确认线路末端三相悬空，按[预测]键仪器自动检测线路末端是否有短路接地及悬空状态并给出提示，预测通过后按[测试]键仪



器可自动测试三相正序电容参数和零序电容参数,测试完成后屏幕显示两回路间线路正序电容、零序电容、相间平均电容、单相等值电容参数测试结果,按[打印]键可打印并存储测试结果,按[退出]键返回上级菜单。

11.8 三相两回路影响因素测试菜单

三相两回路线路间零序互感测试		45Hz
1) I 线路和 II 线路的对侧均在接地状态. 2) 由Ia, Ib, Ic输出端子对 II 线路加电流. 3) I 线路三相接入Ua, Ub, Uc测感应电压. 4) 测试完成后, 请恢复线路外部接地. 确认接线符合试验要求, 按“测试”键测量		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0001	
B相	0.0000	
C相	0.0000	
电源	0.0002	0.0000 +99.02
		预测
		打印
		测试
		退出

三相两回路线路间零序互感测试		55Hz
Xm=0.218 Xa=0.656 Xb=0.656 Xc=0.654 Rm=0.046 Ra=0.142 Rb=0.141 Rc=0.135 Zm=0.223 Za=0.671 Zb=0.671 Zc=0.668 Lm=0.695 La=2.089 Lb=2.090 Lc=2.083 Dm=77.97 Da=77.76 Db=77.87 Dc=78.28		
实测	电压(V)	电流(A)
A相	0.0002	
B相	0.0003	
C相	0.0002	
电源	0.0349	0.0000 +26.79
		预测
		打印
		测试
		退出

三相两回路线路间零序互感测试		55Hz
测试完成		
		退出

三相两回路线路间零序互感测试图(21) 三相两回路线路间零序互感结果图(22)

图(21) 对应操作说明:

进入“三相两回路影响因素测试”菜单后,根据测试项目需要按数字键1~2进入相应测试项目。

进入零序互感子菜单后,接线完成后根据屏幕提示确认两回线路末端三相短路接地,按[预测]键仪器自动检测接线状态并给出提示,预测通过后再按[测试]键仪器可自动进行三相两回路线路间零序互感测试,测试完成后屏幕显示两回路间零序互感及单相零序互感参数测试结果,按[打印]可打印并存储测量结果,按[退出]返回上级菜单。

三相两回路线路间零序耦合测试		260Hz
1) I 线路和 II 线路的对侧均在开路状态. 2) 由耦合输出端子对 II 线路加测试电压. 3) 用Ia, Ib, Ic测取 I 线路入地电流. 4) 测试完成后, 请恢复线路外部接地. 确认接线符合试验要求, 按“测试”键测量		
实测	电压(V)	电流(A)
A相		0.0001
B相		0.0000
C相		0.0000
电源	0.0002	0.0000
		预测
		打印
		测试
		退出

三相两回路线路间零序耦合测试		260Hz
Cm =0.3156 uF Ym =99.163 uS Cma=0.1036 uF Yma=32.563 uS Cmb=0.1063 uF Ymb=33.409 uS Cmc=0.1056 uF Ymc=33.190 uS		
实测	电压(V)	电流(A)
A相		0.0001
B相		0.0000
C相		0.0000
电源	0.0001	0.0000
		预测
		打印
		测试
		退出

三相两回路线路间零序耦合测试		260Hz
测试完成		
		退出

三相两回路线路间零序耦合测试图(23) 三相两回路线路间零序耦合结果图(24)

图(23) 对应操作说明:

进入零序耦合子菜单后,根据屏幕提示确认两回线路末端三相悬空,按[预



测]键仪器自动检测接线状态并给出提示,预测通过后再按[测试]键仪器可自动进行三相两回路线路间零序耦合测试,测试完成后屏幕显示两回路间零序耦合电容及单相零序耦合电容参数测试结果,按[打印]可打印并存储测量结果,按[退出]返回上级菜单。

11.9 二相输电线路参数测试菜单界面与三相输电线路参数测试菜单雷同,不在进行详细描述,接线时注意装置 B 相不在接入线路即可,显示屏幕中 B 相不在显示任何数据。

11.10 输电线路存储数据查询菜单

试验数据查询			上页
序号	编号	日期	
X 000	20160129	16-01-29 11:20:36	上条
001	20160128	16-01-28 16:26:32	下条
002	20160127	16-01-27 09:40:26	下页
003	20160127	16-01-27 09:20:15	
004	20160127	16-01-27 09:18:36	查看
005	20160127	16-01-27 08:52:17	删除
006	20160126	16-01-26 11:54:13	退出
007	20160126	16-01-26 11:50:24	
008	20160126	16-01-26 11:39:30	
009	20160125	16-01-25 14:22:06	

*** 三相线路静电感应电压测量 ***			上条
[试验编号]	201602018		下条
[线路长度]	10.28公里		上翻
[线路类型]	同塔单回线路		下翻
[排列方式]	水平架设		
[材质截面]	LGJ - 2×400		
[几何均距]	6.5米		
[地线类型]	钢绞线 -150		
*****测量结果*****			
静电电压 (kV)		相位 (度)	打印
A相:	0.0001	-----	
B相:	0.0001	13.741	
C相:	0.0001	7.7002	
合相:	0.0001	频率 50.00 [Hz]	退出
*****试验设备: DS-2008A *****			

试验数据查询菜单图 (25)

存储数据内容查询菜单图 (26)

图 (25) **对应操作说明:** 进入试验数据查询子菜单后,通过显示屏右侧功能热键进行相应操作。

- 1) 按压[上页]或[下页]键翻看、浏览整屏幕的序号及日期数据结果。
- 2) 按压[上条]或[下条]键,可根据试验序号、设置编号、存储日期信息查看任一条存储条目下的测试数据信息结果。
- 3) 光标指向任一条记录时,按压[查看]即可翻看本条保存的测试数据记录,按[打印]键,即时打印出本编号下所有的线路参数测试数据和计算结果。
- 4) 按[退出]键,返回开机初始化界面。

12 打印纸的更换与打印机的维护

12.1 热敏打印纸的鉴别:

打印机为热敏打印机,即打印纸有一面为热敏材料层(即碳膜层),如打印纸放反了会导致打印机打印不出字迹。鉴别打印纸的哪一面为热敏层可用拇指和食指的指甲稍微用力掐在热敏打印纸的两面,然后拉一下打印纸,观察打印纸的



两面指甲划过的地方，划痕为灰色的一面就是涂有热敏材料的一面；也可采用打火机热源短时间烤一下打印纸，颜色变深的一面就是有热敏材料的一面。

12.2 打印纸更换：

当按下显示屏菜单中的“打印”后，SEL 绿色指示灯闪烁，表示打印纸已经用完，此时需要刚换打印纸，我们在随机附件中准备了备用打印纸，更换时先按下打印机的 OPEN 键，即可打开出纸仓盖，取出旧的纸轴，将新的打印纸外包装去掉，抽出打印纸留出一小段在出纸口外，将纸卷放入纸仓直接盖上仓盖即可，千万不要将打印纸穿过外盖压辊放入，打印纸没有热敏材料的一面对着压辊，这样有热敏材料的一面就刚好对着打印机的打印头了。

12.3 打印机的维护：

由于长时间的野外使用，灰尘等会进入打印头造成打印字迹模糊，可在打开上盖后，用棉棒蘸酒精将打印头上的灰尘擦拭干净即可；设备现场不使用时最好及时盖上设备上盖。

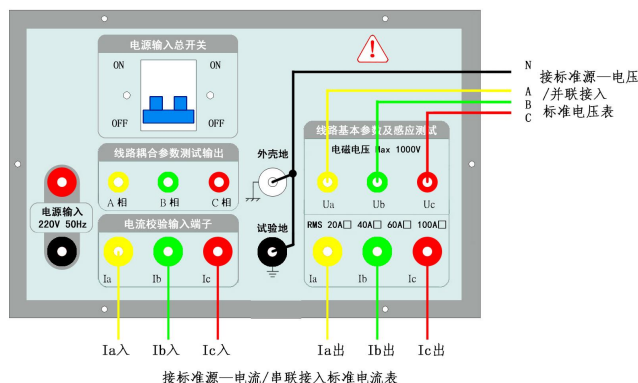
13 技术支持与售后服务

大功率线路工频参数异频测试系统产品，我公司为用户免费提供一次现场测试技术指导与技术服务培训，并提供全天 24 小时的热线服务电话，指导解决用户现场测试时出现的任何技术性问题。

保证所生产的设备具有一致性，产品经过 48 小时老化、考核、校验后，承诺交付用户的设备性能稳定可靠。

产品自发出之日起，产品正常使用情况下三年内我公司负责免费对产品的升级及维护，不再收取任何费用。保修期满后，如设备出现故障，本公司将为设备提供修理和维护的延续服务，只收取材料的成本费。

14 附录 校验接线与操作



校准接线图 (23)

一、接线说明：

标准源一电压校验接线的 A、B、C 按相别分别接到的上部的电压试验端子，试验地与外壳地短接后接标准源的电压 N 端。

标准源一电流校验的电流输入按相别接到“电流校验输入端子”，电流输出按相别接到“线路基本参数及感应测试”下部的电流端子。

接线注意：相别必须对应，试验地与外壳地应短接，注意电流输入输出方向，标准表一电压并联接入、电流串联接入。

菜单操作：

开机后，按 F2 进入校验菜单，如图，按右侧对应功能键可以选择相对应频率。

	A	B	C	D	45Hz
[V]	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	50Hz
[A]	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	55Hz
[W]	+0.0000	+0.0000	+0.0000	-0.0000	60Hz
Var	-0.0000	-0.0000	+0.0000	-0.0000	35Hz
[U]	0	0	0	0	260Hz
[I]	0	0	0	0	退出

校准菜单图 (23)

操作标准源输出对应频率的电压、电流，根据仪器屏幕显示值与标准表显示值即可校验电压 (U) 电流、(I) 的精度；操作标准源相位角度，根据仪器屏幕显示值与标准表显示值即可校验有功功率 (W)、无功功率 (Var) 的精度。



15 附录 设备成套附件装箱清单

产品配套装箱清单

序号	名称	数量	检验	备注
1	一体化测试装置	1 台	√	
2	4 轮移动平板车	1 台	√	
3	测试装置防雨罩	1 只	√	
4	铝合金附件箱	1 个	√	
5	工作电源输入线 (2*4mm ² *1.5m)	1 条	√	
6	专用测试钳线 (6mm ² +1.2 mm ² *20m)	1 套	√	黄/绿/红各 1 条
7	外壳接地线 (2.5 mm ² *6m)	1 条	√	
8	试验接地线 (10 mm ² *6m)	1 条	√	
9	12kV 绝缘手套	1 付	√	
10	静电感应电压测试棒	3 只	√	20kV/30kV
11	热敏打印纸	10 卷	√	
12	产品说明书	1 份	√	
13	出厂检验报告	1 份	√	
14	合格证	1 份	√	
选配附件				
1	专用测试钳线	1 套	√	
2	高空接线钳 (3*8m)	套		
3	对侧配合接地刀闸	套		



4	三相接地引线 (3*12m)	套		
5	组合接地棒 ((3*8m)	套		

16 附录 交流输电线路工频电气参数测量导则



ICS 27.100

F 29

备案号: 54019—2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1583 — 2016

交流输电线路工频电气参数测量导则

Guide for power frequency parameter measurement of AC transmission lines

2016-02-05 发布

2016-07-01 实施

国家能源局 发布

DL / T 1583— 2016

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
4 总则	3
5 线路电气参数测量前的试验	4
6 直流电阻测量	6
7 单回交流线路指定频率点的电气参数测量与计算	7
8 同塔双回线路间指定频率点的耦合参数测量与计算	10
9 异频测量数据的处理分析	13
10 测量中的注意事项	14
附录 A（资料性附录） 两相交流系统及其对称分量法	15
附录 B（资料性附录） 短距离输电线路参数的快速算法	17
附录 C（规范性附录） 试验设备与测量仪器	18



DL / T 1583 — 2016

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压试验技术标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中国南方电网超高压输电公司检修试验中心、国网四川省电力公司电力科学研究院、武汉大洋义天科技股份有限公司、国网河北省电力公司电力科学研究院。

本标准参加起草单位：国网电力科学研究院、国网湖北省电力公司电力科学研究院、武汉大学、中国电力科学研究院、国网福建省电力公司电力科学研究院、国网华北电力科学研究院有限责任公司。

本标准主要起草人：肖遥、李建明、范毅、邓军、苏红梅、杨琳、吴天宝、程澜、张致、关伟民、李澍森。

本标准参与起草人：陈勇、楚金伟、郑雄伟、傅智为、袁亦超、戚革庆。

本标准是首次颁布。

本标准执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



交流输电线路工频电气参数测量导则

1 范围

本标准规定了交流输电线路工频电气参数测量技术方法。

本标准适用于交流架空输电线路和电力电缆线路的工频电气参数测量。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 2900.50—2008 电工术语 发电、输电及配电 通用术语

GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护

GB/T 16927.3 高电压试验技术 第3部分：现场试验的定义及要求

GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

3 术语和符号

3.1 术语

GB/T 2900.19、GB/T 2900.50—2008、GB/T 2900.73—2008 界定的以及下列术语和定义适应于本标准。

3.1.1

工频 **power frequency**

交流电力系统的标称频率值。

[GB/T 2900.50—2008，定义 601-01-05]

注：我国电力系统的标称频率为 50Hz。

3.1.2

异频法 **different frequency method**

为避免电力系统工频感应信号对被测线路的干扰，对被测线路施加接近于工频的电源进行参数测量，并滤除掉测量信号中的工频感应分量，实现精确测量和分析的方法。

3.1.3

首端 **head of line**

在输电线路参数测量过程中，对被测线路拟施加电源的一端。

3.1.4

末端 **end of line**

在输电线路参数测量过程中，与首端相对应的被测线路的另一端。

3.1.5

单位长度的参数 **distributed parameter per unit length**

输电线路单位长度的电阻、电感、电容等参数。

注：输电线路单位长度一般选择为 1km。

DL / T 1583 — 2016

3.1.6

单位长度电阻 distributed resistance per unit length

输电线路单位长度的交流电阻值。

3.1.7

单位长度电感 distributed reactance per unit length

输电线路单位长度的交流电感值。

3.1.8

单位长度电导 distributed conductance per unit length

输电线路单位长度的电导值。

3.1.9

单位长度电容 distributed capacitance per unit length

输电线路单位长度的电容值。

3.1.10

等值集中参数 lumped equivalent parameter

表述输电线路等值电路的参数；细分为正序等值集中参数、零序等值集中参数。输电线路采用等值电路及相应等值集中参数后，线路首、末端的电压和电流的幅值及相位与采用单位长度参数描述的输电线路首、末端电压和电流的幅值及相位相同。

注：输电线路的等值电路有 Π 型等值电路和T型等值电路两种。在电力系统计算中一般采用 Π 型等值电路。

3.1.11

短路阻抗 short circuit impedance

线路末端短路的条件下，线路首端的入端阻抗。

3.1.12

正序短路阻抗 positive sequence short circuit impedance

线路末端短路的条件下，线路首端的正序入端阻抗。

注：对于三相系统，正序电压/电流指三相幅值相等，相位按照ABC顺序分别达到最大值且互差 120° 的电压/电流。对于两相系统，正序电压/电流指两相幅值相等，相角互差 180° 的电压/电流。

3.1.13

零序短路阻抗 zero sequence short circuit impedance

线路末端短路接地的条件下，线路首端的零序入端阻抗。

3.1.14

开路阻抗 open circuit impedance

线路末端开路的条件下，线路首端的入端阻抗。

3.1.15

正序开路阻抗 positive sequence open circuit impedance

线路末端开路的条件下，线路首端的正序入端阻抗。

注：对于三相系统，正序电压/电流指三相幅值相等，相位按照ABC顺序分别达到最大值且互差 120° 的电压/电流。对于两相系统，正序电压/电流指两相幅值相等，相角互差 180° 的电压/电流。

3.1.16

零序开路阻抗 zero sequence open circuit impedance

线路末端开路的条件下，线路首端的零序入端阻抗。

3.1.17

接地 grounded

在系统、装置或设备的给定点与局部地之间做电气连接。

DL/T 1583—2016

[参考 GB/T 2900.73—2008, 195-01-08]

3.2 符号、代号和缩略词

 c_0 ——单相线路单位长度的对地电容, 单位为 pF/km; c_m ——线路单位长度的相间耦合电容, 单位为 pF/km; c_{I-II} ——同塔双回输电线路中三相线路 I 和线路 II 之间单位长度的耦合电容, 单位为 pF/km;

TA——电流互感器;

 D ——线路的长度, 单位为 km; f ——测量用电源输出信号的主频率, 可以代指工频频率, 也可以代指异频频率, 单位为 Hz; f_s ——工频频率, 又称系统频率, 单位为 Hz; l ——单相线路单位长度的自电感, 单位为 mH/km; m ——线路单位长度的相间耦合电感, 单位为 mH/km; m_{I-II} ——同塔双回输电线路中, 三相线路 I 与线路 II 之间单位长度的耦合电感值, 单位为 mH/km;

TV——电压互感器;

 R ——线路直流电阻, R_A 表示 A 相线路的直流电阻, R_{AB} 表示 A 相、B 相线路串联后的直流电阻,单位为 Ω ; r ——单相线路单位长度的电阻, 单位为 Ω /km; r_g ——单位长度的大地电阻, 单位为 Ω /km; U_S ——试验电源; y_0 ——线路单位长度的零序导纳, 单位为 S/km; y_1 ——线路单位长度的正序导纳, 单位为 S/km; Y' ——输电线路 Π 型等值电路的并联导纳, 单位为 S; z_0 ——线路单位长度的零序阻抗, 单位为 Ω /km; z_1 ——线路单位长度的正序阻抗, 单位为 Ω /km; $z_{e,0}$ ——线路的零序特征阻抗, 单位为 Ω ; $z_{e,1}$ ——线路的正序特征阻抗, 单位为 Ω ; Z_{s0} ——线路的零序短路阻抗测量值, 单位为 Ω ; Z_{s1} ——线路的正序短路阻抗测量值, 单位为 Ω ; $Z_{s0, I-II}$ ——同塔双回线路的零序短路阻抗测量值, 单位为 Ω ; $Z_{s1, I-II}$ ——同塔双回线路的正序短路阻抗测量值, 单位为 Ω ; Z_{o0} ——线路的零序开路阻抗测量值, 单位为 Ω ; Z_{o1} ——线路的正序开路阻抗测量值, 单位为 Ω ; $Z_{o0, I-II}$ ——同塔双回线路的零序开路阻抗测量值, 单位为 Ω ; $Z_{o1, I-II}$ ——同塔双回线路的正序开路阻抗测量值, 单位为 Ω ; Z' ——线路 Π 型等值电路的串联阻抗, 单位为 Ω ; γ_0 ——线路的零序传播系数, 单位为 1/km; γ_1 ——线路的正序传播系数, 单位为 1/km。

4 总则

4.1 一般要求

4.1.1 依照 GB 50150 的规定, 线路的交接试验应包含线路参数测量内容。

4.1.2 新建和改建的单回交流输电线路, 在运行前应进行线路单位长度电阻、电感、电容等工频电气参数的测量。

DL/T 1583 — 2016

4.1.3 新建和改建的同塔双回输电线路，在运行前应进行双回线路之间的工频单位长度的耦合电感、耦合电容的测量。

4.2 测试前须具备的条件

测试前应具备以下条件：

- a) 确认被测线路已竣工，并已验收合格，所有安全接地线已拆除。试验前，应确保被测线路上无人作业；
- b) 被测线路沿线无雷雨等恶劣天气；
- c) 断开被测线路与电抗器、电容器、分压器等设备的引线，以避免测量结果误差过大。

4.3 线路电气参数测试前的试验项目

线路电气参数测试前应对被测线路进行下列测量：

- a) 测量感应电压；
- b) 测量感应电流；
- c) 测量绝缘电阻；
- d) 核对相别。

4.4 线路电气参数测量项目

线路电气参数测量应包括下列内容：

- a) 直流电阻；
- b) 指定频率点的正序短路阻抗和正序开路阻抗；
- c) 指定频率点的零序短路阻抗和零序开路阻抗；
- d) 同塔双回线路构成的两相系统在指定频率点的正序短路阻抗和正序开路阻抗；
- e) 同塔双回线路构成的两相系统在指定频率点的零序短路阻抗和零序开路阻抗。

4.5 架空线和电缆混合线路参数的测量

当被测线路由架空线路和电缆线路串联构成时，可测量混合线路的电气参数，必要时应分别测量架空线段和电缆线段的电气参数。

4.6 测量电源的频率选取

4.6.1 当被测线路不存在工频感应电压和感应电流时，可直接选用工频电源进行测量。

4.6.2 当被测线路存在工频感应电压和感应电流时，为保证线路电气参数测量结果的准确度，应采用异频法进行测量。一般情况下，选取 $f_s - \Delta f$ 和 $f_s + \Delta f$ 两个频率点进行测量。频率偏差 Δf 通常可取 2.5Hz、5Hz、7.5Hz、10Hz。

5 线路电气参数测量前的试验

5.1 感应电压

5.1.1 线路末端短路条件下的感应电压

如图 1 所示，将被测线路末端三相短路接地，通过阻容分压器在线路首端测量各相对地感应电压，并记录交流分量和直流分量。



图 1 末端短路条件下工频感应电压测量

DL / T 1583—2016

5.1.2 线路末端开路条件下的感应电压

如图 2 所示,将被测线路首、末端开路(悬空),通过阻容分压器在线路首端测量各相的感应电压,并记录交流分量和直流分量。

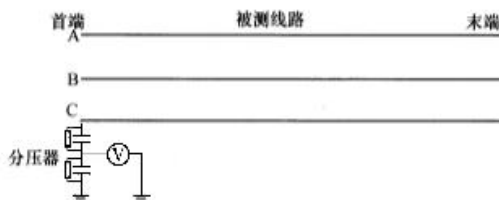


图 2 末端开路条件下工频感应电压测量

5.2 感应电流

如图 3 所示,将被测线路首、末端三相分别通过测量引下线接地,用钳形电流表在线路首端引下线分别测量各相的感应电流及三相入地电流,并记录交流分量和直流分量。

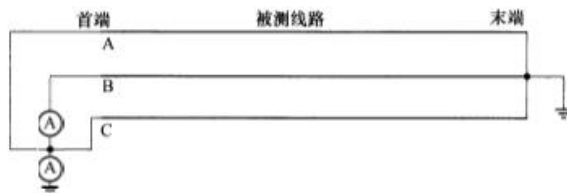


图 3 工频感应电流测量

5.3 线路相别核对及绝缘电阻测量

5.3.1 直流电源法核对线路的相别

当被测线路的感应电压较高时,宜采用直流电源法核对相别。具体步骤和方法如下:

- 如图 4a) 所示,将 A 相线路末端 A' 接地,其余各相首、末端开路。在 A 相线路首端与接地装置之间施加直流电源,测量 A 相线路首端的入地直流电流。若测量引线中有直流电流时,可暂定 A 端与 A' 端同为 A 相。若测量引线中没有直流电流时,则可初步判断相别标识错误,或者 A 相线路中间有断开点。
- 如图 4b) 所示,将 A 相线路末端 A' 悬空,若测量引线中没有直流电流,则可确定 A 端与 A' 端同为 A 相;若测量引线中有直流电流,则 A 相沿线有接地点。
- 线路 B 相与 C 相核对相别的方式参照 A 相的核对方式。

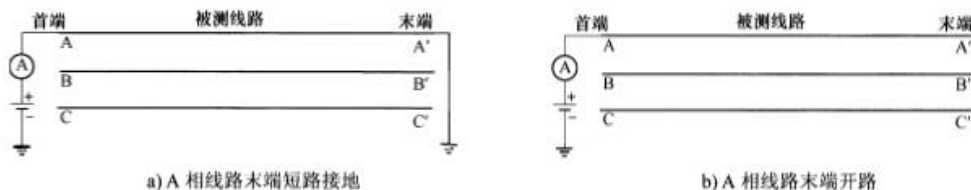


图 4 用直流电源法核对相别

5.3.2 绝缘电阻法核对相别和测量绝缘电阻

当被测线路的感应电压较低时,可采用绝缘电阻法核对相别和测量绝缘电阻。具体步骤和方法如下:

- 如图 5a) 所示,在进行 A 相线路相别核对和绝缘电阻测量过程中,将 B 相、C 相的首、末端

DL / T 1583 — 2016

接地，A 相线路两端开路。用 5000V 或 10 000V 绝缘电阻表对 A 相进行绝缘电阻的测量。若绝缘电阻不为零，初步判断 A 相线路两端的相别标识一致，记录绝缘电阻值；若绝缘电阻为零，则可初步判断相别标识错误，或者线路中间有接地点。

- b) 如图 5b) 所示，将 A 相线路的末端接地，再次测量 A 相线路绝缘电阻值，若绝缘电阻为零，则可判断 A 相线路两端的相别标识一致。若绝缘电阻不为零，则 A 相线路中间有断开点。
- c) 线路 B 相和 C 相的绝缘电阻测量及核相方法与 A 相测量方法相同。

注：线路两端若有电磁式电压互感器，将对绝缘电阻表进行绝缘测量的结果产生影响。在此条件下，应断开电磁式电压互感器的高压引线。

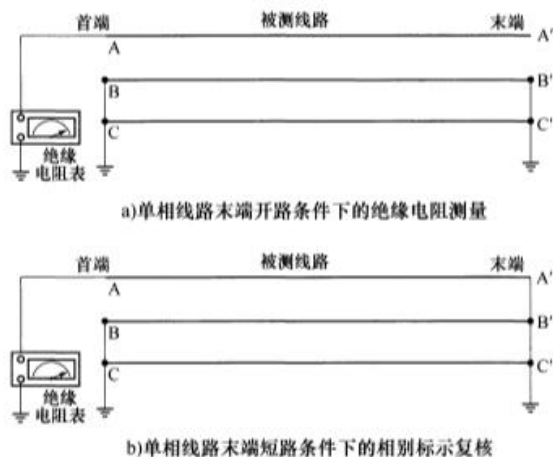


图 5 单相线路相位核对及绝缘电阻测量接线

6 直流电阻测量

6.1 测量方法

如图 6 所示，被测线路末端三相短路，首端开路并在 A 相和 B 相之间施加直流电压，测量直流电压 U_{AB} 和直流电流 I_{AB} 。A 相和 B 相线路的总直流电阻 R_{AB} 为：

$$R_{AB} = U_{AB} / I_{AB} \quad (1)$$



图 6 直流电阻测量

逐次测量 B 相和 C 相线路的相间总直流电阻 R_{BC} 、C 相和 A 相线路的相间总直流电阻 R_{CA} ，则各相的直流电阻为：

$$\begin{aligned} R_A &= (R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}) / 2 \\ R_B &= (R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}) / 2 \\ R_C &= (R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}) / 2 \end{aligned} \quad (2)$$

式中：

DL / T 1583—2016

 R_A ——A 相的直流电阻值, Ω ; R_B ——B 相的直流电阻值, Ω ; R_C ——C 相的直流电阻值, Ω ;

亦可采用直流电阻测量仪进行线路直流电阻测量。当被测线路较短时, 测量结果应减去测量引线的直流电阻值。

6.2 直流电阻的折算

直流电阻的测量过程中应记录被测线路两端及沿线的温度。根据测量记录的温度, 按照式 (3) 将 A 相的直流电阻值 R_A 折算至 20℃ 的直流电阻 $R_{A,20^\circ\text{C}}$:

$$R_{A,20^\circ\text{C}} = \frac{R_A}{1 + (t - 20)\beta} \quad (3)$$

式中:

t ——线路沿线的平均温度, $^\circ\text{C}$;

β ——被试线路的电阻温升系数, $1/^\circ\text{C}$ 。对于钢芯铝绞线, $\beta=0.0036$ ($1/^\circ\text{C}$); 对于铜芯电缆, $\beta=0.00382$ ($1/^\circ\text{C}$)。

$R_{B,20^\circ\text{C}}$ 、 $R_{C,20^\circ\text{C}}$ 测量结果的折算方法同 $R_{A,20^\circ\text{C}}$ 。

7 单回交流线路指定频率点的电气参数测量与计算

7.1 总则

7.1.1 测量单回交流输电线路各指定频率点的三相正序短路阻抗和开路阻抗、三相零序短路阻抗和开路阻抗, 以获取线路对应频率点的单位长度电阻、电感、对地电容值, 以及相间耦合电感、耦合电容值。

7.1.2 短路阻抗和开路阻抗测量过程中, 宜使外施电源的输出电压或电流达到额定值, 以提高信噪比。

7.1.3 单回交流线路的正序参数测量应使用三相对称交流电源。测量过程中, 电源的中性点应工作接地。

7.2 单回交流线路指定频率点的交流电气参数测量

7.2.1 单回交流线路正序短路阻抗的测量与计算

如图 7 所示, 将单回三相线路的末端短路, 在首端施加频率为 f 的三相正序电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的三相电压相量 $\mathbf{U}_{S1} = [\dot{U}_{S1,A} \quad \dot{U}_{S1,B} \quad \dot{U}_{S1,C}]$, 三相电流相量 $\mathbf{I}_{S1} = [\dot{I}_{S1,A} \quad \dot{I}_{S1,B} \quad \dot{I}_{S1,C}]$, 则正序短路阻抗 Z_{S1} 为:

$$Z_{S1} = \frac{\mathbf{a} \mathbf{U}_{S1}^T}{\mathbf{a} \mathbf{I}_{S1}^T} \quad (4)$$

其中: $\mathbf{a} = \frac{1}{3} [1 \quad a \quad a^2]$, $a = e^{j2\pi/3}$ 。

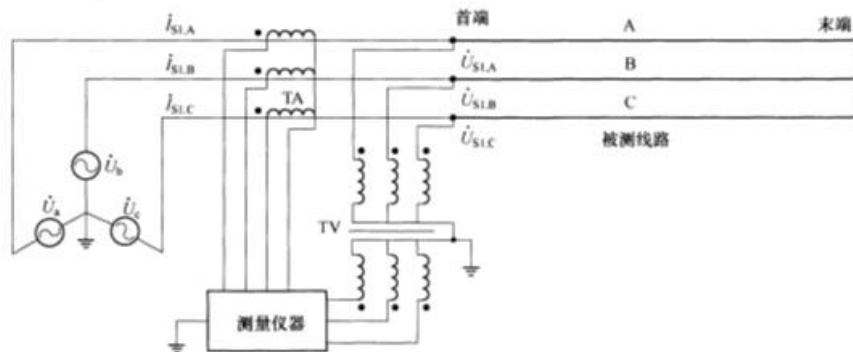


图 7 单回交流线路正序短路阻抗测量

DL/T 1583—2016

7.2.2 单回交流线路正序开路阻抗的测量与计算

如图 8 所示, 将单回三相线路的末端开路, 在首端施加频率为 f 的三相正序电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的三相电压相量 $\dot{U}_{01} = [\dot{U}_{01,A} \ \dot{U}_{01,B} \ \dot{U}_{01,C}]$, 三相电流相量 $\dot{I}_{01} = [\dot{I}_{01,A} \ \dot{I}_{01,B} \ \dot{I}_{01,C}]$, 则正序开路阻抗 Z_{01} 为:

$$Z_{01} = \frac{a \dot{U}_{01}^T}{a \dot{I}_{01}^T} \quad (5)$$

其中: $a = \frac{1}{3} [1 \ a \ a^2]$, $a = e^{j2\pi/3}$ 。

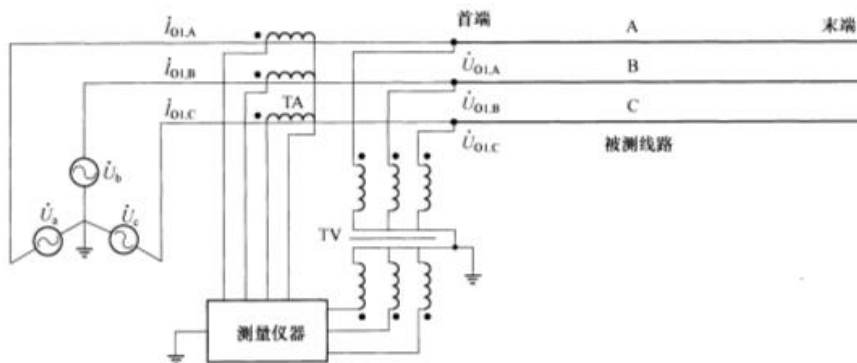


图 8 单回交流线路正序开路阻抗测量

7.2.3 单回交流线路零序短路阻抗的测量与计算

如图 9 所示, 将单回三相线路的末端短路并接地, 三相线路的首端并联, 在首端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的电压相量 $\dot{U}_{s0}$ 、电流相量 $\dot{I}_{s0}$, 则零序短路阻抗 Z_{s0} 为:

$$Z_{s0} = \frac{\dot{U}_{s0}}{\dot{I}_{s0}/3} \quad (6)$$

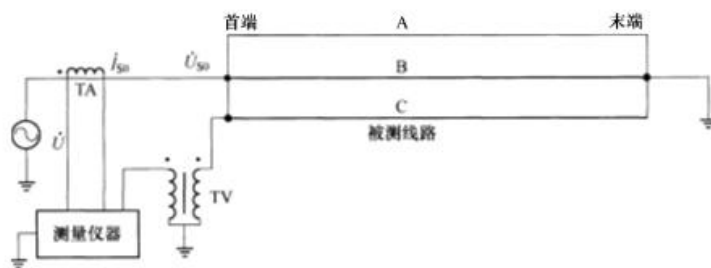


图 9 单回交流线路零序短路阻抗测量

7.2.4 单回交流线路零序开路阻抗的测量与计算

如图 10 所示, 将单回三相线路的末端悬空, 三相线路的首端并联, 在首端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的电压相量 $\dot{U}_{00}$, 电流相量 $\dot{I}_{00}$, 则零序开路阻抗 Z_{00} 为:

$$Z_{00} = \frac{\dot{U}_{00}}{\dot{I}_{00}/3} \quad (7)$$

DL / T 1583—2016

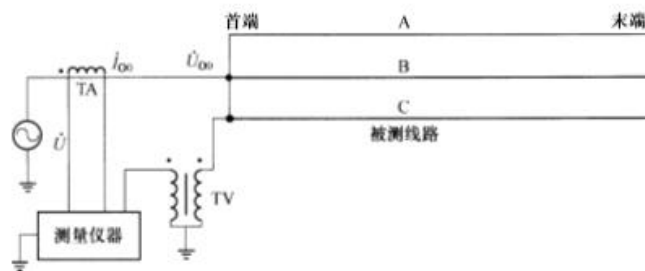


图 10 单回交流线路零序开路阻抗测量

7.3 单回交流线路指定频率点的单位长度电气参数计算

7.3.1 指定频率点的单位长度参数计算应遵循的原则

指定频率点的单位长度参数计算应遵循下列原则：

- 同一序分量的开路阻抗和短路阻抗测量结果参与同一序分量的单位长度电气参数计算。如单回线路三相正序开路阻抗和单回线路三相正序短路阻抗测量结果才可参与单回线路单位长度的正序参数计算。
- 同一频率下的开路阻抗和短路阻抗测量结果参与同一频率下单位长度电气参数的计算。如同为 $f_s - \Delta f$ 频率下正序开路阻抗和正序短路阻抗测量结果才可参与计算 $f_s - \Delta f$ 频率下单位长度的正序参数。

7.3.2 指定测量频率点单位长度参数的计算

通过本标准 7.2 获得指定频率 f 的输电线路正序开路阻抗 Z_{O1} 和正序短路阻抗 Z_{S1} 、零序开路阻抗 Z_{O0} 和短路阻抗 Z_{S0} 后，按照表 1 的流程和公式计算该频率下单位长度的电气参数。

表 1 单回交流线路指定频率下单位长度电气参数的计算流程及公式

参数名称	正 序 参 数		零 序 参 数	
原始测量数据 Ω	Z_{O1}	Z_{S1}	Z_{O0}	Z_{S0}
特征阻抗 Ω	$z_{c,1} = \sqrt{Z_{S1}/Z_{O1}}$		$z_{c,0} = \sqrt{Z_{S0}/Z_{O0}}$	
传播系数 1/km	$\gamma_1 = \frac{\text{arc coth} \sqrt{Z_{O1}/Z_{S1}}}{D}$		$\gamma_0 = \frac{\text{arc coth} \sqrt{Z_{O0}/Z_{S0}}}{D}$	
单位长度的阻抗 Ω/km	$z_1 = z_{c,1}\gamma_1$		$z_0 = z_{c,0}\gamma_0$	
单位长度的导纳 S/km	$y_1 = \gamma_1/z_{c,1}$		$y_0 = \gamma_0/z_{c,0}$	
单相导线的电阻 Ω/km	$r = \text{Re}(z_1)$			
单相导线的自电感 mH/km	$l = \frac{\text{Im}(z_0 + 2z_1)}{3(2\pi f)} \times 10^3$			
单相导线的对地电容 pF/km	$c_0 = \frac{\text{Im}(z_0)}{3(2\pi f)} \times 10^{12}$			
相间耦合电感 mH/km	$m = \frac{\text{Im}(z_0 - z_1)}{3(2\pi f)} \times 10^3$			

DL / T 1583 — 2016

表 1 (续)

参数名称	正 序 参 数	零 序 参 数
相间耦合电容 pF/km	$c_m = \frac{\text{Im}(y_1 - y_0)}{3(2\pi f)} \times 10^{12}$	
大地电阻 Ω/km	$r_s = \frac{\text{Re}(z_0 - z_1)}{3}$	

8 同塔双回线路间指定频率点的耦合参数测量与计算

8.1 总则

8.1.1 同塔双回线路间耦合参数的测量原理，主要应用到两相交流系统及其对称分量法。两相交流系统及其对称分量法参见附录 A。

8.1.2 测量同塔双回线路指定频率点的两相正序短路阻抗和开路阻抗、两相零序短路阻抗和开路阻抗，以获取该频率点双回线路间的耦合电感、耦合电容值；

8.1.3 同塔双回线路指定频率点的两相正序短路阻抗和正序开路阻抗测量应使用幅值相等、相位互差 180° 的两相对称交流电源。测量过程中，电源的中性点应工作接地。

8.1.4 短路阻抗和开路阻抗测量过程中，宜使外施测量电源的电压或电流达到额定输出值，以提高信噪比。

8.1.5 长距离同塔双回线路间的耦合参数，应采用本标准 8.2 和 8.3 所述的方法进行测量和计算。短距离同塔双回线路间的耦合参数，可采用本标准 8.4 所述的方法进行测量和计算。短距离线路参数的快速算法参见附录 B。

8.2 同塔双回线路间的交流电气参数测量与计算

8.2.1 同塔双回线路间两相正序短路阻抗测量与计算

如图 11 所示，将 I、II 回线路首端三相导线各自短接，I、II 回线路的末端全部短接，在首端线路 I 回和 II 回之间施加频率为 f 的两相正序电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的两相电压相量 $\dot{U}_{\text{SI, I-II}} = [\dot{U}_{\text{SI, I}} \quad \dot{U}_{\text{SI, II}}]$ ，两相电流相量 $\dot{I}_{\text{SI, I-II}} = [\dot{I}_{\text{SI, I}} \quad \dot{I}_{\text{SI, II}}]$ ，则双回线路的两相正序短路阻抗 $Z_{\text{SI, I-II}}$ 为：

$$Z_{\text{SI, I-II}} = \frac{\mathbf{b} \mathbf{U}_{\text{SI, I-II}}^T}{\mathbf{b} \mathbf{I}_{\text{SI, I-II}}^T} \quad (8)$$

其中： $\mathbf{b} = \frac{1}{2} [1 \quad -1]$ 。

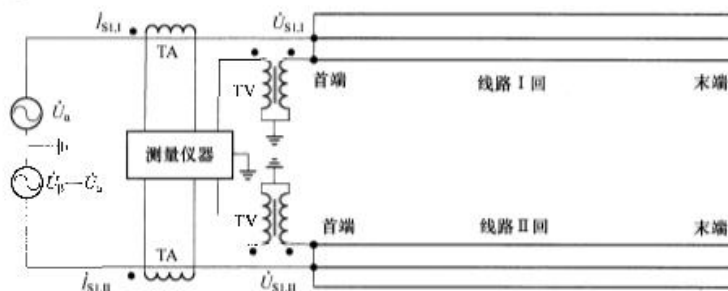


图 11 同塔双回线路两相正序短路阻抗测量

8.2.2 同塔双回线路间两相正序开路阻抗的测量与计算

如图 12 所示，将 I、II 回线路的首端三相导线三各自短接，I、II 回线路的末端全部开路，在

首端线路 I 回和 II 回之间施加频率为 f 的两相正序电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的两相电压相量 $\mathbf{U}_{\text{OI, I-II}} = [\dot{U}_{\text{OI,I}} \quad \dot{U}_{\text{OI,II}}]$, 两相电流相量 $\mathbf{I}_{\text{OI, I-II}} = [\dot{I}_{\text{OI,I}} \quad \dot{I}_{\text{OI,II}}]$ 。则双回线路的两相正序开路阻抗 $\mathbf{Z}_{\text{OI, I-II}}$ 为:

其中: $\mathbf{b} = \frac{1}{2}[\mathbf{1} \quad -1]$ 。

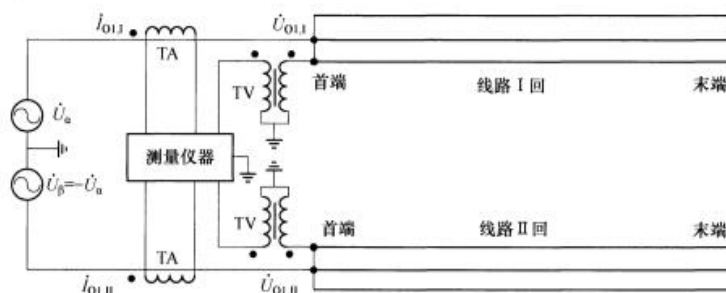


图 12 同塔双回线路两相正序开路阻抗测量

如图 13 所示, 将 I、II 回线路的首端短接, I、II 回线路的末端短接并接地, 在 I、II 回线路的首端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在 I、II 回线路首端测量并通过信号分析提取该频率的电压相量 $\dot{U}_{S0-I, II}$, 电流相量 $\dot{I}_{S0-I, II}$, 则双回线路的两相零序短路阻抗 $Z_{S0-I, II}$ 为:

$$Z_{S0, \text{ I-II}} = \frac{\dot{U}_{S0, \text{ I-II}}}{\dot{I}_{S0, \text{ I-II}}/2} \quad (10)$$



图 13 同塔双回线路两相零序短路阻抗测量

如图 14 所示, 将 I、II 回线路的首端短接, I、II 回线路的末端开路 (悬空)。在 I、II 回线路的首端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率的电压相量 $\dot{U}_{00, \text{I-II}}$, 电流相量 $\dot{I}_{00, \text{I-II}}$ 。则双回线路的两相零序开路阻抗 $Z_{00, \text{I-II}}$ 为:

$$Z_{00, \text{I-II}} = \frac{\dot{U}_{00, \text{I-II}}}{\dot{I}_{00, \text{I-II}}/2} \quad (11)$$

通过本标准 8.2 获得指定频率 f 下双回线路间的两相正序开路阻抗 $Z_{0l, I-II}$ 和正序短路阻抗 $Z_{Sl, I-II}$ 、两相零序开路阻抗 $Z_{00, I-II}$ 和短路阻抗 $Z_{S0, I-II}$ 后, 按照表 2 的流程和公式计算该频率下同塔双回线路间单位长度的耦合参数。

DL / T 1583 — 2016

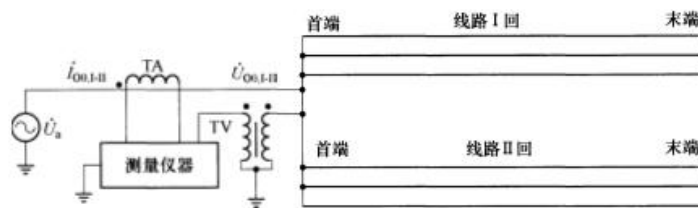


图 14 同塔双回线路两相零序开路阻抗测量

表 2 同塔双回线路指定频率下单位长度耦合参数的计算流程及公式

参数名称	正 序 参 数		零 序 参 数	
原始测量数据 Ω	$Z_{O1, I-II}$	$Z_{S1, I-II}$	$Z_{O0, I-II}$	$Z_{S0, I-II}$
特征阻抗 Ω	$z_{c,1} = \sqrt{Z_{O1, I-II} \cdot Z_{S1, I-II}}$		$z_{c,0} = \sqrt{Z_{O0, I-II} \cdot Z_{S0, I-II}}$	
传播系数 1/km	$\gamma_1 = \frac{\text{arc coth} \sqrt{Z_{O1, I-II} / Z_{S1, I-II}}}{D}$		$\gamma_0 = \frac{\text{arc coth} \sqrt{Z_{O0, I-II} / Z_{S0, I-II}}}{D}$	
单位长度的阻抗 Ω/km	$z_1 = z_{c,1} \gamma_1$		$z_0 = z_{c,0} \gamma_0$	
单位长度的导纳 S/km	$y_1 = \gamma_1 / z_{c,1}$		$y_0 = \gamma_0 / z_{c,0}$	
双回线路间的耦合电感 mH/km	$m_{1-II} = \frac{\text{Im}(z_0 - z_1)}{2(2\pi f)} \times 10^3$			
双回线路间的耦合电容 pF/km	$c_{1-II} = \frac{\text{Im}(y_1 - y_0)}{2(2\pi f)} \times 10^{12}$			

8.4 短距离同塔双回输电线路间耦合参数的测量与计算

8.4.1 短距离同塔双回输电线路间耦合电容的测量与计算

如图 15 所示，将 I、II 回线路的首端分别三相短接，I、II 回线路的末端路开路（悬空），在线路 I 首端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率下线路 I 的电压相量 $\dot{U}$ 及线路 II 的电流相量 $\dot{i}$ ，双回线路间单位长度耦合电容值 c_{1-II} 为：

$$c_{1-II} = \text{Im} \left(\frac{\dot{i}}{2\pi f \dot{U} D} \right) \quad (12)$$

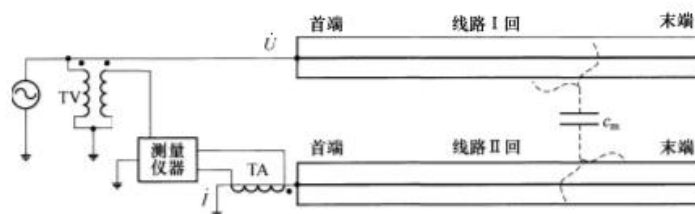


图 15 短距离同塔双回线路间耦合电容的测量

8.4.2 短距离同塔双回输电线路之间耦合电感的测量

如图 16 所示，将 I、II 回线路的首端分别三相短接，I、II 回线路的末端短路接地，在线路 I 首

DL / T 1583—2016

端与接地装置之间施加频率为 f 的单相电源。在首端测量并通过信号分析提取该频率下线路 I 的电流相量 $\dot{I}$ ，线路 II 首端的电压相量 $\dot{U}$ ，双回线路间单位长度的耦合电感 m_{I-II} 为：

$$m_{I-II} = \operatorname{Im} \left(\frac{\dot{U}}{2\pi f \dot{I} D} \right) \quad (13)$$

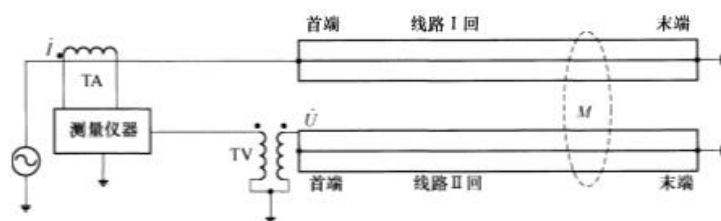


图 16 短距离同塔双回线路间耦合电感的测量

9 异频测量数据的处理分析

9.1 异频信号测量条件下线路单位长度工频参数的计算

在获得 $f_s - \Delta f$ 及 $f_s + \Delta f$ 两个频率点的单位长度电气参数后，工频分量下各单位长度的电气参数参照表 3 进行计算。

表 3 单位长度工频参数计算

单位长度参数	频 率		
	$f_s - \Delta f$	$f_s + \Delta f$	f_s
单位长度的正序阻抗 Ω/km	$z_1(f_s - \Delta f)$	$z_1(f_s + \Delta f)$	$z_1(f_s) = \left[\frac{z_1(f_s - \Delta f)}{f_s - \Delta f} + \frac{z_1(f_s + \Delta f)}{f_s + \Delta f} \right] \times \frac{f_s}{2}$
单位长度的正序导纳 S/km	$y_1(f_s - \Delta f)$	$y_1(f_s + \Delta f)$	$y_1(f_s) = \left[\frac{y_1(f_s - \Delta f)}{f_s - \Delta f} + \frac{y_1(f_s + \Delta f)}{f_s + \Delta f} \right] \times \frac{f_s}{2}$
单位长度的零序阻抗 Ω/km	$z_0(f_s - \Delta f)$	$z_0(f_s + \Delta f)$	$z_0(f_s) = \left[\frac{z_0(f_s - \Delta f)}{f_s - \Delta f} + \frac{z_0(f_s + \Delta f)}{f_s + \Delta f} \right] \times \frac{f_s}{2}$
单位长度的零序导纳 S/km	$y_0(f_s - \Delta f)$	$y_0(f_s + \Delta f)$	$y_0(f_s) = \left[\frac{y_0(f_s - \Delta f)}{f_s - \Delta f} + \frac{y_0(f_s + \Delta f)}{f_s + \Delta f} \right] \times \frac{f_s}{2}$

9.2 工频下线路的特征阻抗和传播系数计算

通过同一序分量下工频单位长度阻抗和单位长度导纳计算该序量下工频特征阻抗 $z_{c,i} f_s$ 和传播系数 $\gamma_i(f_s)$ 为：

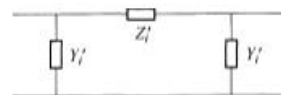
$$z_{c,i}(f_s) = \sqrt{z_i(f_s)/y_i(f_s)}, \quad i=0, 1 \quad (14)$$

$$\gamma_i(f_s) = \sqrt{z_i(f_s) \cdot y_i(f_s)}, \quad i=0, 1 \quad (15)$$

9.3 线路工频等值电路参数计算

通过同一序分量的工频特征阻抗 $z_{c,i}(f_s)$ 和传播系数 $\gamma_i(f_s)$ ，计算该序量下工频 Π 型等值电路（见图 17）参数 Z'_i 和 Y'_i 为：

$$Z'_i = z_{c,i}(f_s) \cdot \sinh[\gamma_i(f_s)D], \quad i=0, 1 \quad (16)$$

图 17 线路的 Π 形等值电路

DL / T 1583 — 2016

$$Y'_i = \frac{\cosh[\gamma_i(f_s) \cdot D] - 1}{z_{c,i}(f_s) \cdot \sinh[\gamma_i(f_s) \cdot D]}, \quad i=0, 1 \quad (17)$$

10 测量中的注意事项

10.1 安全注意事项

10.1.1 测量过程中，被测线路及变电站内相关设备的试验、操作及登高作业应严格遵守 GB 26860 和 GB 26859 的相关规定。

10.1.2 测量人员应使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘垫及其他防护手段。

10.1.3 在测量期间应密切关注沿线的气象活动情况。若测量现场及沿线有雨、雪、雷电活动时应停止测量。

10.1.4 测量接线及变更接线工作应在被测线路两端均接地的情况下进行，防止感应电压触电。

10.1.5 为防止测量过程中被测线路遭受突发性雷击，宜在测量引线及接地装置之间装设放电间隙或者避雷器，保障人身与设备的安全。

10.1.6 如果感应电压和感应电流水平较高，危及人身和设备安全，应采取措施降低其影响，直至满足安全要求。

10.2 温度、湿度记录

测量时应记录被测线路两端以及沿线的温度、湿度等气候条件，以便对电阻、电容的测量结果进行校正。

10.3 试验设备与测量仪器

试验设备与测量仪器应满足附录 C 的规定。

10.4 电压测量引线

电压测量信号应从被测线路端部用专门的电压信号线接入测量仪器，不应直接在电源设备的出口测量电压信号，以消除引线电压降的影响。

10.5 接地

测量正序参数时试验电源的中性点应工作接地。

工作接地和保护接地应使用变电站的接地网，不得使用线路杆塔的接地装置；不能直接接在复合光缆架空地线（OPGW）的接地引线上。

10.6 末端短接线

高电压等级线路相间距离较大，在进行线路末端短路（含短路接地）项目的测量时，宜利用线路末端的接地开关和引下线。对于采用临时短接线的情况，应注意在测量结果中消除临时短接线阻抗的影响。

DL/T 1583—2016

附录 A
(资料性附录)
两相交流系统及其对称分量法

A.1 两相接地系统

为获取同塔双回输电线路之间单位长度的耦合电感、单位长度的耦合电容，可将同塔双回输电线路视作两相系统。

两相系统中如各相的阻抗相等，且两相电压幅值相等，两相电压之间的相角互差 180° ，即：

$$\dot{U}_A = U \angle \varphi_A \quad (\text{A.1})$$

$$\dot{U}_B = U \angle (\varphi_A - \pi) \quad (\text{A.2})$$

则称为两相对称系统。中性点接地的两相交流系统见图 A.1。

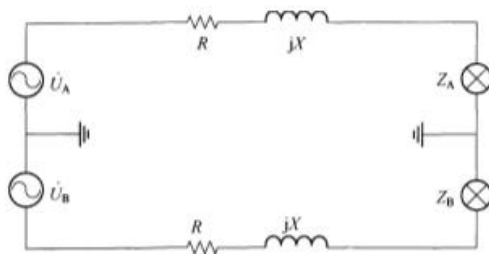


图 A.1 两相接地系统

A.2 两相系统的对称分量法

不对称的两相系统（如电源不对称，或者两相阻抗不相等），可分解为两个对称的两相系统，即两相正序系统（见图 A.2）和两相零序系统（见图 A.3）。电压和电流的序分量与相分量之间的变换关系如下：

a) 电压序分量与相分量的变换关系。

两相系统中，两相正序电压 $\dot{U}_1$ 和两相零序电压 $\dot{U}_0$ 与两相电压 $\dot{U}_A$ 和 $\dot{U}_B$ 之间的关系为

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_0 \\ \dot{U}_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_A \\ \dot{U}_B \end{bmatrix} \quad (\text{A.3})$$

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_A \\ \dot{U}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_0 \\ \dot{U}_1 \end{bmatrix} \quad (\text{A.4})$$

b) 电流序分量与相分量的变换关系。

两相系统中，两相正序电流 $\dot{I}_1$ 和两相零序电流 $\dot{I}_0$ 与两相电流 $\dot{I}_A$ 和 $\dot{I}_B$ 之间的关系为：

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_0 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \end{bmatrix} \quad (\text{A.5})$$

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_0 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} \quad (\text{A.6})$$

DL / T 1583 — 2016

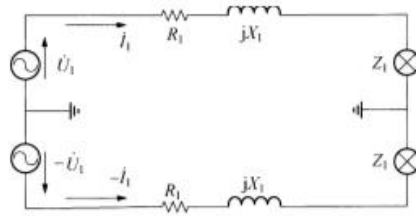


图 A.2 两相正序等值电路

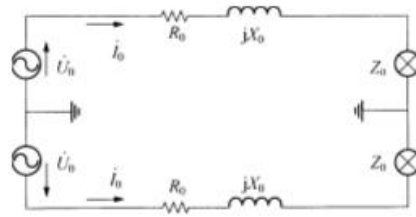


图 A.3 两相零序等值电路



DL / T 1583—2016

附录 B
(资料性附录)
短距离输电线路参数的快速算法

B.1 对于短距离的输电线路，可以采用本附录的快速算法计算参数。

注：500kV 电压等级，100km 以下的架空线路可视作短距离线路。不同电压等级下，短距离的量值不尽一致；紧凑型架空输电线路产生分布效应的距离比普通架空线路短；电缆线路产生分布效应的距离是架空线路的 1/3。

B.2 等值电路参数的阻抗

对于短距离输电线路，短路阻抗测量值 Z' 可视作等值 Π 型电路的串联阻抗 Z_d ，即：

$$Z' = Z_d \quad (\text{B.1})$$

等值 π 型电路的并联导纳 Y' 可视作开路阻抗测量值 Z_k 倒数的一半，即：

$$Y' = \frac{1}{2Z_k} \quad (\text{B.2})$$

B.3 单位长度的线路参数

对于短距离输电线路，单位长度的线路阻抗 z 可以近似为：

$$z = Z_d / D \quad (\text{B.3})$$

单位长度的并联导纳 y 为：

$$y = \frac{1}{Z_k D} \quad (\text{B.4})$$

其中 D 为线路的长度 (km)。

DL/T 1583 — 2016

附录 C
(规范性附录)
试验设备与测量仪器

C.1 试验设备的选取原则

为保证测量精度，测量前宜估算被测线路的工频参数，并根据临近线路的状态估算感应电压及潜供电流的大小，根据估算结果选择测量所需的合适设备。

C.2 电流互感器

电流互感器应具备良好的幅频特性和相频特性，电流幅值变换的准确度不低于 0.2%，相位变换准确度不低于 0.1°。

C.3 电压互感器

电压互感器应具备良好的幅频特性和相频特性，电压幅值变换的准确度不低于 0.2%。相位变换准确度不低于 0.1°。

C.4 输电线路工频参数测试仪及算法要求

输电线路工频参数测试仪及算法应符合下列要求：

- a) 工频参数测试仪应具备三相电压信号和三相电流信号同步采样分析的功能。
- b) 电压测量系统测量幅值的总不确定度不超过±3%，测量相位的总不确定度不超过 0.1°。
- c) 电流测量系统测量幅值的总不确定度不超过±3%，测量相位的总不确定度不超过 0.1°。
- d) 对采用 FFT 进行电压信号和电流信号分析的系统，信号分析系统的频率分辨率不大于 2.5Hz；信号幅值测量分析的准确度不低于 0.1%，信号相位分辨的准确度不低于 0.05°。信号分析系统应具备良好的抗混叠和泄漏功能，以消除工频感应电流和电压的影响。
- e) 工频参数测试仪如带有线路的参数计算功能，参数计算部分应该执行本标准的算法。

C.5 交流试验电源

试验电源应具备单一频率正弦波信号输出的能力，总畸变率小于 3%，频率稳定且在工频频率附近范围内可调。三相输出电压的不平衡度小于 1%，且可以根据测量要求组成两相对称的电源输出。

为最大限度减少信号分析中的混叠和泄漏带来的分析误差，在使用异频法进行测量时，电源发射的异频信号应能跟踪工频干扰信号，使得在同一采样窗口内，能够覆盖完整的电源异频信号周期，同时覆盖完整的工频干扰信号周期。

试验电源应标明耐受工频感应电压和工频感应电流的能力。

C.6 直流电阻的测量用设备

测量用直流电源可选用多节蓄电池串联。

测量用的直流电压表和直流电流表的精度等级应达到 0.5 级。

测量用的直流电阻测量仪精度等级应达到 0.2 级。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
交流输电线路工频电气参数测量导则
DL/T 1583—2016

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

2016年10月第一版 2016年10月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 37千字
印数 0001—1000册

统一书号 155123·3320 定价 11.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3320