

BCJX-VI 型

直流系统绝缘监测装置简介



一、概述

直流系统绝缘监测装置是在原有产品的基础上进行技术创新和提升，进一步提高装置的测量精度，完全消除现场分布电容干扰的影响。在性能指标的适应性、安装调试的快捷性及运行的可靠性和稳定性方面均处于国内领先水平。装置首次利用了信号相位锁定、超前校正及跟踪积木式结构等技术，从根本上解决了判断数据不全、误报漏报等弊病。且根据 2012 年 12 月国家电网公司制定的《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》中的第五项“防止变电站全停及重要客户停电事故”中明确提出了原有的直流系统绝缘监测装置，要求增加交流窜直流故障的测记和报警功能。本装置采用实时跟踪信息零处理技术，解决了交流信号窜入直流故障的测记和报警，是作为直流系统逐步改造提升的理想监察设备。本产品完全符合国家能源局发布的《防止电力生产事故的 25 项待处理重点要求》。本产品广泛适用于电力、石化、冶金、邮电、铁路等行业发电厂及变电站，是一种提高电网自动化管理水平、确保安全运行及故障准确定位的理想智能仪器。

基于国家电网公司专门针对交流窜直流接地故障测记、直流与直流互窜故障测试等故障的监测要求，本公司在全国范围内率先推出了完全符合国家电网公司 Q/GDW1969-2013《变电站直流系统绝缘监测装置技术规范》的仪器。该标准也是由我公司主导起草，对于这款产品我公司具有绝对的技术优势。我公司还参与起草了：全国电力行业标准 DL/T1392-2014《直流电源系统绝缘监测装置技术条件》。目前我公司已对全国原有老的直流系统绝缘监测装置改造超过 1000 台，受到用户的广泛好评，对于各厂站的老的绝缘监测采用的开口式传感器，不停电、不对运行有任何影响，改造方便、安全可靠、实施便捷。在蒙东公司检修公司与上都发电厂、通辽电厂等单位都有良好的运行记录，深得用户好评。

二、整机测量原理说明

根据直流系统的特殊性，本装置从测量内容区分，可分为六大部分：直流母线信息监测、直流分支回路查巡、直流纹波监测与报警、交流窜直流监测与保护、直流电源互窜监测与报警、防止继电保护误动处理监测。

1) 直流母线信息监测

直流系统是不接地系统，利用了电桥平衡测量，分别从桥网络 A 和桥网络 B 读取 X 和 Y 两个直流中心对地电压值。如图 1

- ◎ U 为直流系统母线电压
- ◎ U_+ 为直流系统母线正极对地电压
- ◎ U_- 为直流系统母线负极对地电压
- ◎ R_+ 为直流系统母线正极对地电阻
- ◎ R_- 为直流系统母线负极对地电阻
- ◎ X 为电桥网络 A 直流中点对地电压
- ◎ Y 为电桥网络 B 直流中点对地电压

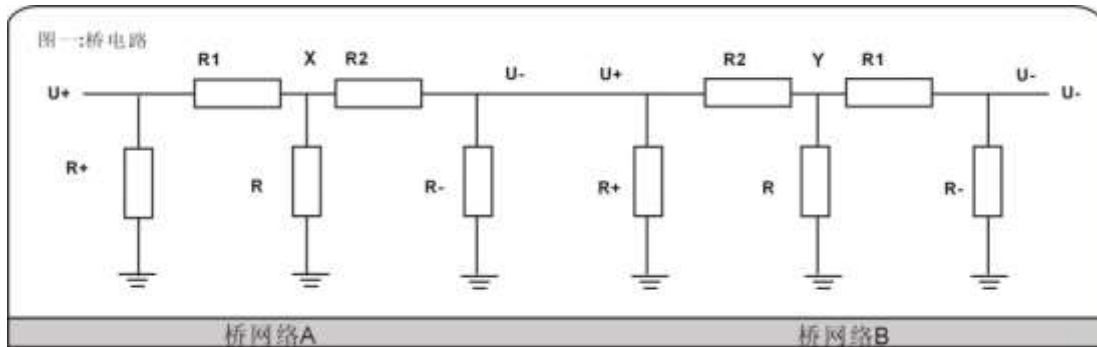


图 1

根据电路基本原理分析，要准确求出正对地电阻 R_+ 和负对地电阻 R_- ，必建立两组独立的电桥网络方程，将其联立求解，才能真正求出两个电阻 R_+ 和 R_- 的电阻值。 R_1 、 R_2 、 R 分别组成电桥网络， $R_1 \neq R_2$ 为常量，我们充分利用两个不平衡桥网络 A 和网络桥 B。可以导出绝缘电阻 R_+ 和 R_- 仅与母线电压及测量值“ X ”与“ Y ”有关。经电脑编程分别计算出 R_+ 与 R_- 的数值，同时也可以计算出母线正端对地电压 U_+ 与母线对地电压 U_- 值。结构原理如图一所示。

还自动测量到：单极一点接地及绝缘降低；单极多点接地及绝缘降低；两极同支路同阻值接地及绝缘降低；两极同支路不同阻值接地及绝缘降低；两极不同支路同阻值接地及绝缘降低；两极不同支路不同阻值接地及绝缘降低等。

2) 直流分支回路查巡，各直流支路状态的测量

主机中配有大功率电阻做为电桥，检测支路时定时启动电桥电阻信号接至直流系统的正负极与地之间。利用电阻电桥之间的转换，不同的接地电阻与投入的电桥电阻之间的并联，产生不同对地电压，产生了不同的接地漏电流，安装于各支路的传感器检测每个支路漏电流。工作原理见（图 2）所示。如果支路有电阻接地、交流窜入故障、直流互窜故障的支信号，对于故障回路则该支路上的漏电流传感器产生感应电压，感应电压的大小与支路电阻成反比。感应电压信号经模拟选择开关、滤波、A/D 转换、送 CPU 进行数据处理，再通过 RS485 接口转入主机。

随着电网容量的不断扩大，电压等级的不断提高，分支回路也相应的增多，有的变电站已多达 500 分支回路以上。为了满足这方面的需求，本装置利用了总线技术，采用分层分布式设计。将每 16 回路增加一个采集模块，这种分层分布式的分散结构不需改变原有的主机结构。并可以拓展到 512 个回路。采样模块和主机之间利用 RS485 接口实现并接。每个模块地址码可以在现场任意设定，大大提高了产品的适用性和装置的灵活性。

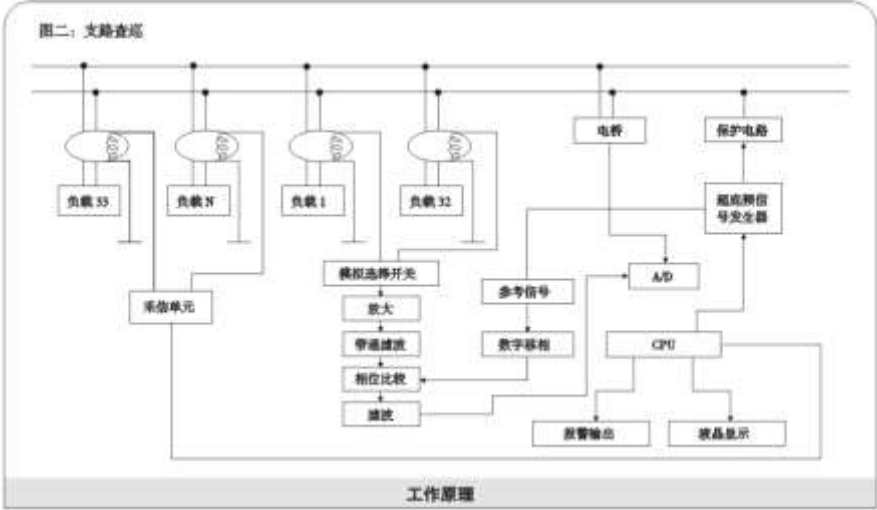


图 2

3) 直流系统中交流成份（纹波）的监测

电路采用耦合、交直流分解等特殊电路处理，能实时准确地监测直流电源纹波含量即纹波电压值，并计算直流中的纹波系数，超过设定值报警，如图 3

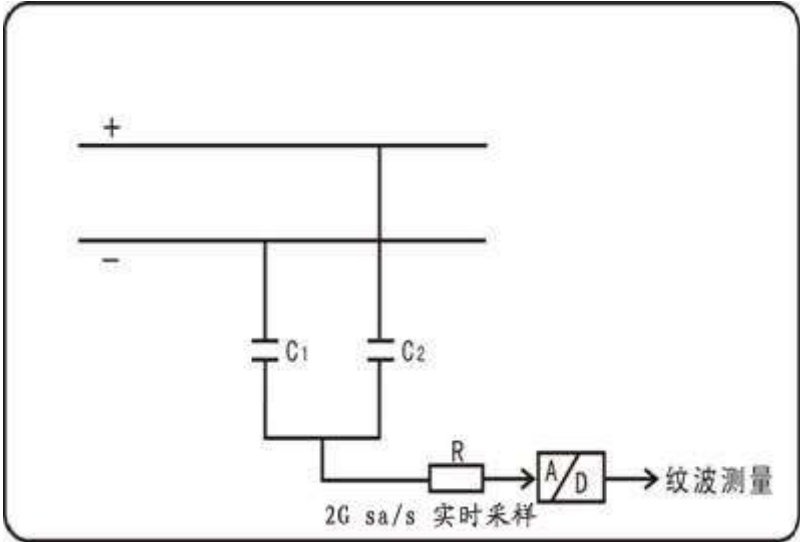


图 3

4) 交流窜直流监测与保护

主机配置母线交流电压检测电路，母线通过电容隔直流、差分运放、快速整流、滤波、

高速 AD 等，实时检测母线上的交流信号，并反馈至主芯片，若外部交流窜入电压大于所设定的信号保护门限值，则主芯片立即开启信号保护。典型案例：2011 年 8 月陕西省延安市朱家 330kV 千伏变电站因雨水进入断路器操作机构引起了 220V 交流电源窜入直流系统，造成 330 千伏朱家变电站 3332、3330、3311、3310 开关跳闸，1、2 号主变压器及 110 千伏母线失压，15 座 110kV 变电站全停，减供负荷 14.7 万千瓦。直流电源发生直流接地故障、交流窜入直流故障、纹波过大故障等问题造成了继电保护的误动。现有的直流系统接地故障查找仪无法全面满足数字化变电站的要求。

本机内置抗干扰电路确保本机信号源及自身测量电路不受外界影响，同时通过声光报警及干接点输出报警相关信息，并记录保存本次报警相关信息；若交流窜入值小于其门限值，本机还原相关功能。大大提高产品的安全性和可靠性，如图 4

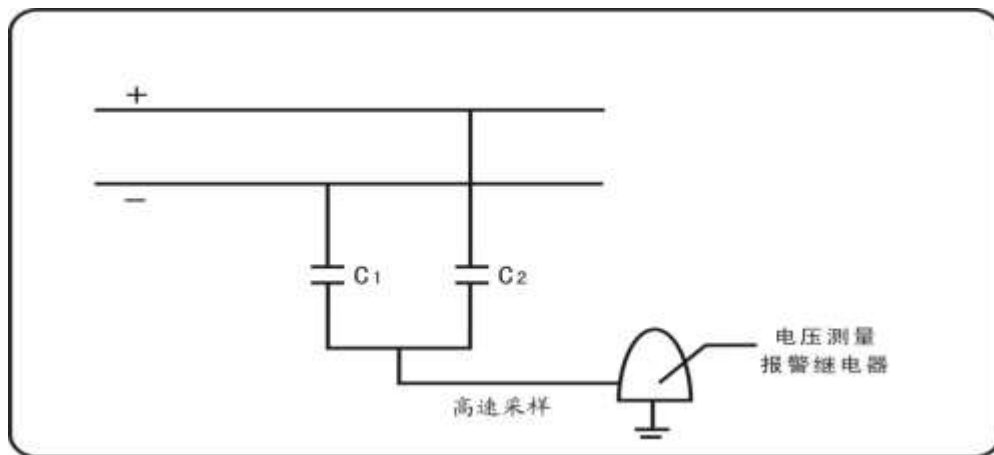


图 4

随着微机保护大量抗干扰电容的安装使用，直流系统开环辐射供电运行方式的采用使直流系统的对地电容电流增大。现国内广泛使用向系统注入信号方式的微机型绝缘支路选线装置，实际上已无法实现对接地支路的有效查找。当电容电流大于检测装置对绝缘电阻泄漏电流的整定值时，将造成误发信号，影响装置的正确判断。

5) 直流电源直流互窜故障监测与报警

本机内置快速高精度检测电路，实时检测现场两段母线之间的直流互窜故障，并准确查找互窜支路，大大提高系统的安全性和可靠性。为了保证直流电源对变电站安全运行需要。常常设有两段独立的直流电源，同一变电站两段直流是要求分开独立运行，由于接线错误、设备老化等原因通常会造成两段母线发生了电气上的连接，出现了两段母线手拉手现象。现有的直流系统是采用两个电桥监测各自的母线，两段母线出现了电气上的连接会

出现我们常说的“两点接地现象”。两点接地现象常常会对变电站的继电保护正常运行造成一定的危险。我们利用了现有直流接地装置的技术升级，将电桥电路的智能化技术与支路巡查电路进行充分的结合，成功解决了直流系统两段母线出现了电气上的连接，也就是发生了手接手的两点接地进行了告警，并通过支路巡查定位，准确地查找发生两段直流母线互窜的回路。我们将两台独立测量的直流绝缘监察装置通过测量与通讯技术，进行数据分析，进行故障定位，有效准确地查找发生直流互窜接地的回路。

发生直流互窜故障主要归纳为有四种方式：

现象一： 第一段母线负端与第二段母线负端互窜。

现象二： 第一段母线正端和第二段母线正端互窜。

现象三： 第一段母线正端和第二段母线正端及第一段母线负端和第二段母线负端同时互窜

现象四： 第一段母线负端和第二段母线正端互窜，或第一段母线正端和第二段母线负端互窜。

6) 防止继电保护装置误动

近年来发生在全国电网安全事故中，不完全统计，10年来直流系统一点接地造成保护误动的事故达100多次。有“一点接地”导致电容放电引起继电保护误动的发生。多次的试验表明，直流电源系统中的分布电容在发生一点接地故障时，电容会通过继电保护回路与接地点对地放电，本装置专门采用智能监测法，快速启动防误动保护。

用户最直接的要求就是：直流接地故障除测量与报警功能外就是如何防止继电保护误动，真正提高电网的安全运行。新的技术发展也促使了直流系统绝缘监察装置全面替代传统的直流接地故障查找仪的要求。本装置以8421码补偿电桥法，在直流母线监测基础上，当出现了直流母线对地5%的电压偏差就启动补偿电桥，这个电桥的补偿使直流系统在发生接地故障、交流窜入时有效抑制对地电压，使对地电压处于平衡状态，不会造成继电保护误动，保证电网安全运行。

7) 蓄电池接地定位检测

蓄电池组由于单体电池数量多，常会出现漏液、爬酸、意外搭线引起的接地等现象，这种现象也成为直流绝缘故障常见的现象。蓄电池由于回路电流较大，电池组接地出现了难以查找的问题。装置充分利用平衡电桥与不平衡电桥的完美组合，通过电桥的投切，电位差值计算，以及蓄电池接地电压的特殊性，能够准确计算出接地电池序号。即蓄电池接地后，正对地电压和负对地电压受其电池电动势的影响，对地电压不受电桥变换的影响，

其电桥的切换电压不变即可判定为电池接地，其电压差值与电池数相关，利用这个对地电压就能准确计算出蓄电池的接地点。

8) 智能电桥测量:

当直流系统出现接地时，装置能对接地方式进行智能分析，检测电桥进行单臂反极性投切。装置内置了平衡桥、检测桥、补偿桥，还设有防保护误动的低阻式电桥，高附式补偿电桥用来补偿直流电源正对地电压和负对地电压异常的修复补偿电桥避免“一点接地”时因检测桥投切造成“误动”。防电桥开路时的及时报警，具有过压、过流，开路的实时报警，智能电桥的应用更加安全。

9) 装置自检功能:

七种自动检测功能，1，平衡桥电阻开路；2，检测桥电阻开路；3，支路漏电流采样回路异常；4，通讯中断；5，装置本身异常报警，6失压、失电自检与记录，7，装置防误动作自检。

10) 装置与国内互感器兼容:

装置完全兼容目前国内所有的直流漏电流传感器接口，如：0-1V，4V，0-5V，0-20mA等，以及12V，24V的所有电源供电的漏电流传感器，现场改造可利用原有传感器，节省现场改造时间，降低改造工作量。完全附合。除了具有与国内所有漏电流互感器兼容外，仪器与国内主要厂家的传感器全部兼容，北京华星、深圳奥特迅、东方电子、浙江星炬、许继电源、华为等公司的直流接地漏电流完全兼容。开口式的漏电流模块监测，在国网蒙档检修公司安装了相关的设备，都是采用该方法。

11) 装置自动补偿功能:

装置内置了平衡桥、检测桥、补偿桥，还设有防保护误动的低阻式电桥，高附式补偿电桥用来补偿直流电源正对地电压和负对地电压异常的修复补偿电桥避免“一点接地”时因检测桥投切造成“误动”。设置启动压差补偿功能，母线压差符合补偿范围时，进行补偿，并提示补偿前的实际压差。国内的仪器没有全程补偿，我们可以全程补偿。无论是高电阻，还是低电阻接地的都可以有自动补偿。

三、关键技术

3.1、具有不同类型的交流窜直流电源故障报警与测记。完全满足国网公司新十八项反措中的要求。

-
- 3.2、交流窜直流电源故障时，具有时间、幅值、波形等信息的全面记录，容量大于10G，特别是波形记录的应用技术在同类产品中属国内首创。
 - 3.3、直流与直流互窜或混线故障时，实现直流混线故障的定位、监测与报警。
 - 3.4、直流电源中的纹波在线监测，大于预警值可以自动报警是目前国内同类产品中领先运用。
 - 3.5、出现直流失地、接地、窜电、互窜等故障时，自动补偿、平衡、控制直流对地的电压，有效防止继电保护误动，杜绝直流故障引起的继电保护误动。
 - 3.6、平衡桥与不平衡桥自动切换时电压波动范围小于10%，对直流电源安全运行起到积极作用。
 - 3.7、自动巡检与不平衡桥具有五种启动方式，完全附合国网相关规定。
 - 3.8、装置还具有故障方向和极性、阻值、时间、编号的记录和报警。
 - 3.9、具备的掉电保护功能，完善的保护和控制功能。
 - 3.10、通讯中断告警、延时断开故障支路、密码权限管理、适时报警、自动对时、故障信号解除等功能全面附合 Q/GDW 1969—2013 标准规定的全部内容。

四、技术性能指标

- 4.1 适应环境温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；湿度 $\leq 90\%$
- 4.2 大气压：80-110KPA；
- 4.3 直流系统电压等级：220Vdc、110Vdc、48Vdc、24Vdc；
- 4.4 装置工作电压：220VAC $\pm 10\%$ 、220VDC $\pm 10\%$ 或110VAC $\pm 10\%$ 、110VDC $\pm 10\%$ ；
- 4.5 母线段数：二段
- 4.6 继电器接点电流：DC220V/3A
- 4.7 母线电压测量精度： $\pm 0.5\%$
- 4.8 母线绝缘电阻测量精度： $0-60\text{k}\Omega$ 误差 $\leq 5\% \pm 1\text{k}\Omega$
 $60-500\text{k}\Omega$ 误差 $\leq 10\%$
- 4.9 继电器动作报警时间： ≤ 1 秒
- 4.10 支路绝缘电阻测量精度： $0-50\text{k}\Omega$ 误差 $\leq 10\% \pm 1\text{k}\Omega$
 $50-100\text{k}\Omega$ 误差 $\leq 15\%$
- 4.11 交流窜入电压测量范围：0-300V

4.12 交流窜入电压测量精度: $\leq 3\%$

4.13 装置功耗: $\leq 15\text{W}$

4.14 装置重量: $\leq 8\text{kg}$

4.15 外型尺寸: (长 \times 高 \times 深): $360\times 135\times 280\text{mm}$,

4.16 采集单元外型: $155\times 125\times 42\text{mm}$