

ICS 29.240.20

K 51

中华人民共和国国家质量监督
检验检疫总局备案号：53588-2017

DB53

云南省地方标准

DB53/T 813.3—2017

配电线路故障指示器及定位系统技术规范 第3部分：工频信号源

2017-03-15 发布

2017-06-01 实施

云南省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 信号源的分类	1
4 基本构成	2
5 使用条件	2
6 技术要求	3
7 试验	9
8 检验规则	14
9 铭牌标志、包装、随机文件、储运条件	14
附录 A（规范性附录） 试验项目	16

前 言

《配电线路故障指示器及定位系统技术规范》分为以下5个部分：

- 第1部分：主站
- 第2部分：监测终端
- 第3部分：工频信号源
- 第4部分：远动协议
- 第5部分：系统集成

本部分为DB53/T 813的第3部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由云南省电力装备标准化技术委员会(YNTC09)提出并归口。

本部分起草单位：云南电力试验研究院(集团)有限公司、昆明电器科学研究所、云南电网有限责任公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、云南电力技术有限责任公司、北京科锐配电自动化股份有限公司、科大智能电气技术有限公司、威胜电气有限公司、北京水木源华电气股份有限公司、广州航程电气设备有限公司、昆明能讯科技有限责任公司。

本部分主要起草人：梁仕斌、刘涛、田庆生、莫海峰、洪波、戴云航、王战敏、秦明辉、文江林、邢海涛、王建国、昌明、邓飞、王磊、杜景琦、周琼芳、高波、杨阿娟、于辉、彭庆军、杨殿成、林中一。

配电线路故障指示器及定位系统技术规范

第3部分：工频信号源

1 范围

本部分规定了配电线路故障指示器及定位系统中工频信号源的分类、功能和构成、使用条件、技术要求、试验、检验规则及标志、包装和储运的要求。

本部分适用于额定电压 10kV 的中性点不接地或经消弧线圈接地的配电系统。6kV~35kV 的其它电压等级可以参照执行。

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，仅所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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h循环）

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 11022-2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 11287-2000 电气继电器 第21部分 量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验第1篇：振动试验（正弦）

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14808 交流高压接触器和基于接触器的电动机起动器

GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.12 电磁兼容试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

GB/T 20840.2 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求

GB/T 20840.3 互感器 第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求

GB/T 20840.7 互感器 第7部分：电子式电压互感器

3 信号源的分类

信号源分类见表 1。

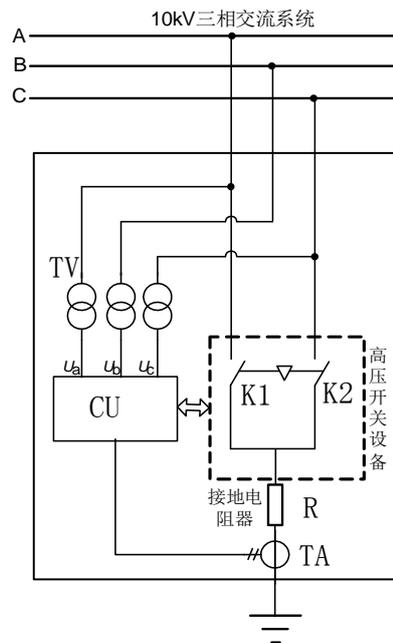
表1 信号源分类

序号	信号源接入位置	开关设备相别数	备注
1	母线/线路	三相	配置三相开关设备
		两相	配置两相开关设备
2	中性点	—	不分相别数量

4 基本构成

信号源一般包括：起限流作用的接地电阻器；投切接地电阻器产生电流信号序列的开关设备（通常为高压接触器）；测量系统电压的电压互感器或分压器；测量接地电流的电流互感器；采集电压电流信号、判断接地故障并控制内部开关设备投切的控制器；以及保证信号源正常工作的相关辅助设备。

为防止高压接触器两相或三相同同时投切，信号源应具备电气互锁功能；若仅采用 1 只多相共用的接地电阻器，高压接触器必须配置可靠的机械闭锁装置，严禁造成两相或三相系统短路。两相式信号源的典型构成示意图见图 1。



元件：

TV—电压互感器，其中 U_a 、 U_b 、 U_c 为电压互感器低压侧相电压；

TA—电流互感器；

CU—控制器；

R—接地电阻器；

K_1 、 K_2 —高压开关。

图1 两相式信号源典型构成示意图

5 使用条件

5.1 系统运行条件

系统电压：10 kV。

系统中性点接地方式：不接地、经消弧线圈接地。

5.2 环境条件

5.2.1 气候条件

信号源在以下环境中应能正常工作：

- a) 环境温度、湿度要求见表 2；
- b) 大气压力：70kPa~106kPa。

表2 环境温度和湿度要求

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围 ℃	最大变化率 ℃ / min	相对湿度 %	最大绝对湿度 g/m ³	
C1	-5~+45	0.5	5~95	29	户内
C2	-25~+55	0.5	10~100	29	遮蔽场所
C3	-35~+70	1.0	10~100	35	户外
CX	特 定				
注：CX 级别根据需要由用户和制造商协商确定。					

5.2.2 海拔高度

海拔修正要求：

- a) 安装场地的海拔不超过 1 000 m 的地方不进行修正；
- b) 对于安装在海拔超过 1 000 m 但不超过 5 000 m 处的监测终端，外绝缘耐受水平应按表 7 或公式 (1) 的要求进行修正。

5.2.3 周围环境要求

周围环境应满足以下要求：

- a) 无爆炸危险，无严重霉菌；
- b) 污秽等级：不低于 d 级；
- c) 地震引发的地面加速度 a_g ：水平方向不大于 3m/s^2 ；垂直方向不大于 1.5m/s^2 。

6 技术要求

6.1 信号源整体

6.1.1 外观与结构

6.1.1.1 外观要求：

- a) 外观应整洁美观、无损伤或机械形变；
- b) 外壳应符合 GB/T 11022-2011 中 5.4.2 的要求，应由能承受一定机械、电气和热应力的材料构成，应能够承受元件安装和短路时可能产生的电动力和热应力。同时不因吊装、运输等情况影响信号源的性能。
- c) 安装于户外和遮蔽场所的信号源的外壳防护等级要求 IP55；安装于户内的信号源的外壳防护

等级要求 IP44；当信号源采用通风孔散热时，通风孔的设置不应降低信号源的防护等级。

6.1.1.2 结构要求：

- a) 安装结构合理、方便可靠；
- b) 箱体结构应能防卫：水淋、灰尘、潮湿、盐雾、虫和动物，在高温和低温环境下应能防凝露；
- c) 适应严酷的户外运行环境，达到户外长期免维护水平；
- d) 箱体材料应采用抗紫外、抗老化、抗冲击和耐腐蚀材料；
- e) 箱体应设置工作接地端和保护接地端子；
- f) 户外型应采用基座、支架或横担固定，安装结构牢固。

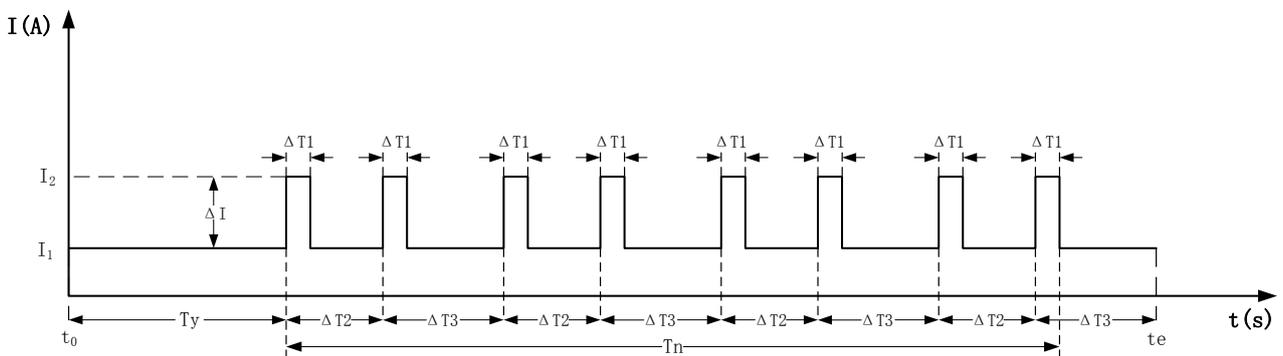
6.1.2 接地要求

信号源的接地应符合下述要求：

- a) 信号源接地端子应采用专门敷设的接地线接地；
- b) 接地线应采用截面不小于 25mm² 的多股软铜线，并采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施；
- c) 接地线与接地极的连接，宜用焊接。接地线与信号源接地端子的连接，宜用螺栓连接，并加设防松垫片。

6.1.3 电流信号序列

配电系统发生单相接地故障后，工频信号源通过投切内部开关设备，产生的电流信号序列在出厂时应满足图 2 所示的默认时序波形：



说明：

- I_1 ：负荷电流；
- ΔI ：电流信号序列幅值；
- t_0 ：单相接地故障发生时刻；
- T_y ：信号源启动延时，默认值为 5s；
- t_e ：信号源动作后闭锁时刻；
- ΔT_1 ：开关设备单次合闸时间，默认值为 200 ms；
- ΔT_2 、 ΔT_3 ：开关设备投切的时间间隔， ΔT_2 默认值为 1000 ms、 ΔT_3 默认值为 1 250 ms；
- T_n ：开关设备第一次投入到最后一次分闸时间， T_n 默认值为 7 950 ms。

图2 电流信号序列波形

6.1.4 功能要求

工频信号源具备的基本功能见表 3。

表3 工频信号源的基本功能

序号	功能项目	功能描述	必备功能	选配功能
1	单相接地故障投切	配电系统发生单相接地故障后，信号源能自动判断出故障，并按预定的时序投切正确相别的开关设备。	√	
2	模拟量监测	实时监测配电系统电压。	√	
		监测投切过程流过信号源内接地电阻器的电流。	√	
3	电气互锁	开关设备控制回路应具备电气互锁功能，防止开关设备的多相同时投切。	√	
4	手动投切功能	具备手动投切开关设备的功能。	√	
5	接地电阻器保护	应具备接地电阻器保护功能，在安装过程中增加熔断器等辅助设备防止过热损坏。	√	
6	机械闭锁 ^a	开关设备应具备机械闭锁功能，禁止两相以上同时投切。		√
^a : 对于仅采用1只多相共用的接地电阻器的工频信号源，开关设备必须配置可靠的机械闭锁装置，严禁造成两相或三相系统短路。				

6.1.5 技术指标

工频信号源的技术指标见表4。

表4 工频信号源的技术指标

序号	技术指标		技术要求
一	运行参数		
1	系统标称电压 kV		10
2	额定频率 Hz		50
二	绝缘性能		
1	相对地绝缘水平	绝缘电阻 MΩ	1 000
2		工频耐压 kV	42
3		冲击耐压峰值 kV	75
三	主要技术指标		
1	电阻	阻值 Ω	≥200
2		温升 K	连续通过50 A电流，持续时间4 s，接地电阻器温升应满足：不锈钢电阻温升不大于760 K，铸铁电阻温升不大于510 K。
3		误差	±5%
4	电压互感器（或分压器）准确度等级		同时满足0.5级、3P级

表4 (续)

序号	技术指标	技术要求
5	电流互感器准确度等级	0.5级
6	高压交流接触器额定电流	≥ 200 A
7	相电压测量允许误差	$\pm 1\%$
8	零序电压测量允许误差	$\pm 3\%$
9	电流测量允许误差	$\pm 1\%$
10	接地判断延迟时间及允许误差	0 s~20 s 可设置; $\pm 1\% \pm 100$ ms
11	电流信号序列各时段的时序允许误差	ΔT_1 : ± 60 ms; ΔT_2 、 ΔT_3 : ± 40 ms
12	适应接地故障类型	金属性接地、阻抗接地、电弧接地
13	动作成功率	$\geq 95\%$

6.2 控制器

6.2.1 电源要求

6.2.1.1 供电电源采用外接交、直流电源供电或电压互感器供电。

6.2.1.2 交流供电或电压互感器供电的电源应满足以下要求:

- a) 电压标称值应为 220 V;
- b) 交流供电电压允许偏差为 $\pm 20\%$;
- c) 交流电源频率为 50 Hz, 允许偏差 $\pm 5\%$;
- d) 波形为正弦波, 谐波含量小于 10%;
- e) 额定功率不小于 500 VA。

6.2.1.3 直流供电电源应满足以下要求:

- a) 电压标称值应为 220 V 或 110 V;
- b) 直流供电电压允许偏差为 $-20\% \sim +15\%$;
- c) 电源纹波系数小于 5%;
- d) 额定功率不小于 1 kVA。

6.2.2 功能要求

控制器具备的基本功能见表 5。

表5 控制器的基本功能

序号	功能项目	控制器功能描述	必备功能	选配功能
1	故障启动投切	能判断单相接地故障, 启动投切功能。正确控制开关设备的相别, 按设置的时序投切。	√	
2	模拟量监测	具备配电系统相电压、零序电压监测功能。	√	
		具备接地电流监测功能。	√	
3	通信功能	控制器的通信应满足以下要求: a) 与主站的通信协议满足本标准第 4 部分的要求; b) 通过本地短距离无线通信便携终端进行全数据的设置和读取; c) 具备本地维护通信接口和远程通信接口;	√	

表5 (续)

序号	功能项目	控制器功能描述	必备功能	选配功能
3	通信功能	d) 在通信中断后自动恢复, 续传信息; e) 支持光纤、载波、无线等通信方式与主站进行通信; 根据需要可支持 GPRS、CDMA 2000、TD-SCDMA、W-CDMA、TD-LTE、FDD-LTE 等无线通信技术。	√	
4	状态量监测及信息上传	能监测并主动上送报警、故障信息及系统电压等。包括: 功能投/退、投切成功/投切失败、接地报警、TV 断线报警、控制器失电报警、控制器异常报警、零序电压过压报警、线电压过压报警、相电压过压报警、相电压欠压报警、A/B/C 三相开关位置异常报警 ^a 、接地电流超时、零序电压、A/B/C 三相电压、AB/BC/CA 线电压、信号源上一次接地故障动作次数。	√	
5	全数据远方召测	支持主站召测全数据。	√	
6	功能投/退	可在本地和远方投/退信号源功能。	√	
7	对时	接收主站或其它时间同步装置对时命令, 实现时钟校准。	√	
8	心跳	能定期向主站发送心跳信息, 心跳周期可设置。	√	
9	远方维护	能远程和本地设置并读取通信参数、定值、投切延时等。具体包括: 信号源 IP 地址及端口、链路地址、零序电压过压定值、线电压过压定值、相电压过压定值、相电压欠压定值、换相电流比较定值、投切延时时间、接地功能投/退、控制器远方重启。	√	
10	事件顺序记录	能永久记录不低于 200 条最新事件。事件记录应包括: 功能投/退、最终投切成功/投切失败、接地报警、TV 断线报警、控制器失电、控制器异常报警、零序电压过压报警、线电压过压报警、相电压过压报警、相电压欠压报警、A/B/C 三相开关位置异常报警、接地电流超时。	√	
11	开入回路抗干扰	遥信输入回路采用光电隔离, 并具有软硬件滤波措施, 防止输入接点抖动或强电磁场干扰误动。	√	
12	接地故障录波	具备接地时刻系统电压和开关设备投切产生的接地电流自动录波功能, 并采用 comtrade 文件传输方式进行传输。		√
13	自检功能	具有硬件自检功能, 并将自检结果上传; 检测到硬件异常主动上传自检异常信息。		√
14	开关分/合状态监测	监测开关设备的分/合位置和变位情况。		√
^a : 配电系统正常时, 开关设备应全部处于分位, 否则发出开关位置异常报警信号。				

6.2.3 技术指标

控制器的技术指标见表 6。

表6 控制器的技术指标

技术指标		技术要求	
绝缘性能	绝缘电阻 ^a	$U \leq 60 \text{ V}$	$\geq 5 \text{ M}\Omega^b$; $\geq 1 \text{ M}\Omega^c$ (250 V 绝缘电阻表)
		$U > 60 \text{ V}$	$\geq 5 \text{ M}\Omega^b$; $\geq 1 \text{ M}\Omega^c$ (500 V 绝缘电阻表)
	介质强度	$U \leq 60 \text{ V}$	500 V
		$60 \text{ V} < U \leq 125 \text{ V}$	1 kV
		$125 \text{ V} < U \leq 250 \text{ V}$	2.5 kV
	冲击电压	电源电压大于 60 V	5 kV
电源电压不大于 60 V		1 kV	
交流工频电量输入回路		5 kV	
电磁兼容性	电压暂降和电压中断适应能力		按 GB/T 15153.1 规定的等级为 2 级的要求进行电压突降、电压中断试验, 控制器的功能和性能不下降。
	抗浪涌干扰		施加 GB/T 17626.5 规定的等级为 3 级的 1.2/50-8/20 μs 浪涌干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	抗静电放电干扰		施加 GB/T 17626.2 规定的等级为 4 级的静电放电干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	抗辐射电磁场干扰		施加 GB/T 17626.3 规定的等级为 4 级的辐射电磁场干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	抗快速瞬变脉冲群干扰		施加 GB/T 17626.4 规定的等级为 3 级的 1MHz 和 100kHz 脉冲群干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	抗工频磁场干扰		施加 GB/T 17626.8 规定的等级为 4 级的工频磁场干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	抗阻尼振荡磁场干扰		施加 GB/T 17626.10 规定的等级为 4 级的阻尼振荡磁场干扰, 控制器的功能和性能不下降。
机械性能	抗振铃波干扰		施加 GB/T 17626.12 规定的等级为 4 级的振铃波干扰, 控制器的功能和性能不下降。
	振动、冲击、碰撞耐受能力		控制器应能承受 GB/T 7261 规定的 试验严酷等级为 1 级的振动耐久能力试验、冲击耐久能力试验和碰撞试验。试验后, 应无紧固件松动、脱落及结构件损坏。
主要技术指标	电压测量允许误差		$\pm 0.5\%$
	电流测量允许误差		$\pm 0.5\%$
	遥信防抖设置时间		60 ms ~ 1 000 ms
	遥信分辨率		$\leq 2 \text{ ms}$
	接地判断延迟时间及允许误差		0 s ~ 20 s 可设置; $\pm 1\% \pm 100 \text{ ms}$
	控制信号序列的时序允许误差		$\pm 1\% \pm 40 \text{ ms}$
	继电器输出容量		交流 220 V/10 A、直流 110 V/0.5 A
	对时允许误差		$\pm 10 \text{ s}$
	守时允许误差		$\pm 2 \text{ s}/24 \text{ h}$
工作电源功耗		$\leq 10 \text{ W}$	

表 6 (续)

技术指标		技术要求
主要技术指标	接地故障时刻系统电压自动录波	录波周期:不少于 8 个周期,故障前 3 个周期、故障后 5 个周期;录波频率:不低于 4 kHz;录波文件存储量:不少于 10 组。
	接地电流自动录波	录波时间:开关设备投切整个过程;录波频率:不低于 800 Hz;录波文件存储量:不少于 10 组。
<p>^a: 与二次设备及外部回路直接连接的接口回路,绝缘电阻采用 $U > 60$ V 的要求。</p> <p>^b: 在正常大气条件下(见 7.1),不同额定绝缘电压的各回路绝缘电阻应满足的要求。</p> <p>^c: 在温度 (40 ± 2) °C,相对湿度 (90 ± 3) %的恒定湿热条件下控制器绝缘电阻应满足的要求。</p>		

7 试验

7.1 试验条件

除另有规定,正常试验大气条件下应不超过下列范围:

环境温度: $+15$ °C ~ $+35$ °C;

相对湿度: 45% ~ 75%;

大气压力: 79.5 kPa ~ 106 kPa。

7.2 信号源整体

7.2.1 外观与结构检查

外观和结构检查应满足 6.1.1、9.1 的要求。除此之外,对多相共用接地电阻器的信号源,还应检查信号源的机械闭锁机构的功能是否有效和可靠,必要时可对信号源进行解体验证。

7.2.2 绝缘电阻测量

采用 2 500 V 绝缘电阻表进行测量,绝缘电阻表“负极”接被试相高压端,“正极”接信号源外壳并接地,测量得到的绝缘电阻值应不小于 1 000 M Ω 。

7.2.3 工频电压试验

试验前将试验变压器高压输出与信号源被试相相连,拆除接地电阻器与高压开关之间连接线,保证两者之间有足够的安全距离,拆除电压互感器二次绕组并短接接地,非被试相短接接地。型式试验、出厂试验的电压按表 7 或按照公式(1)的修正系数 K_a 修正,交接试验的电压按出厂试验电压的 80% 选取,施加工频电压时间为 1 min,试验过程中应无击穿、闪络、冒烟、电压突降等现象。若信号源采用电子式电压互感器时应拆开电压互感器一次绕组与主回路的连接线并保持足够安全距离。

7.2.4 冲击电压试验

试验前将雷电冲击发生器输出端与信号源被试相相连,拆除接地电阻器与高压开关之间连接线,保证两者之间有足够的安全距离,拆除电压互感器二次绕组并短接接地,非被试相短接接地。施加冲击电压值按表 7 选取或按照公式(1)的修正系数 K_a 修正,冲击电压波形为 1.2/50 μ s,试验应在正和负两种极性下进行,每一极性应连续冲击 15 次,当非自恢复绝缘不出现闪络和击穿、自恢复外绝缘闪

络次数不超过 2 次，未发现绝缘损坏的其它证据，则信号源通过本试验。若信号源采用电子式电压互感器时应拆开电压互感器一次绕组与主回路的连接线并保持足够安全距离。

$$K_a = e^{\frac{H_2 - H_1}{8150}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

K_a ——海拔修正系数；

H_2 ——产品使用地点，单位为米（m）；

H_1 ——产品试验地点，单位为米（m）。

表7 工频耐受电压和冲击耐受电压的海拔修正系数表

产品使用地点海拔（m）		1 000	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000	
海拔修正系数 K_a	产品试验地点海拔 m	0	1.13	1.28	1.36	1.44	1.54	1.63	1.74	1.85
		1 000	1	1.13	1.20	1.28	1.36	1.44	1.54	1.63
		2 000	0.88	1	1.06	1.13	1.20	1.28	1.36	1.44
		3 000	0.78	0.88	0.94	1	1.06	1.13	1.20	1.28
		4 000	0.69	0.78	0.83	0.88	0.94	1	1.06	1.13
		5 000	0.61	0.69	0.74	0.78	0.83	0.88	0.94	1

7.2.5 外壳防护等级试验

按照 GB 4208 的要求进行试验。

7.2.6 测量误差试验

7.2.6.1 电压测量误差

将三相升压装置、三相标准 TV 与被试信号源高压侧 A、B、C 三相并联，确保高压侧及低压侧尾端接地，标准 TV 二次侧接高精度交流电压表；调节升压装置，读取控制器、交流电压表的电压测量值。试验电压至少包括 $10/\sqrt{3}$ kV 的 2%、5%、100%、190% 这些值，试验结果应符合表 4 的规定。

7.2.6.2 电流测量误差

将升流装置、标准 TA、被试信号源的 TA 一次绕组串联，标准 TA 二次侧接高精度交流电流表。调节升流装置，读取控制器、交流电流表的电流测量值。试验电流至少包括 50 A 的 5%、20%、100%、120% 这些值，试验结果应符合表 4 的要求。

7.2.6.3 电阻误差

用电桥或电参数测量仪进行测量，试验结果应符合表 4 的要求。

7.2.7 电阻温升

对接地电阻器施加 50A 电流，持续时间 4 s，试验结果应符合表 4 的要求。

7.2.8 手动投切功能试验

按使用说明书进行手动操作，高压开关设备应能正常投切。

7.2.9 单相接地故障投切功能试验

设置好控制器（CU）的启动电压定值，按图 3 所示，拆开 TV 二次绕组与 CU 的连接线并做好防止 TV 二次绕组短路的措施，将三相电压源的输出端与 CU 的电压输入端连接。调节三相电压源的输出电压，当施加的电压超过控制器电压启动定值时（允许启动电压存在±1%的误差），观察高压开关设备的动作情况，记录高压开关设备的动作相别和动作顺序，同时用波形记录仪器记录和保存调压器的输出电流波形，分别对下述功能进行验证和校核。若采用单相电源和单相调压器进行试验，应将信号源高压侧的 A、B、C 三相输入端短接后接到单相调压器输出端。

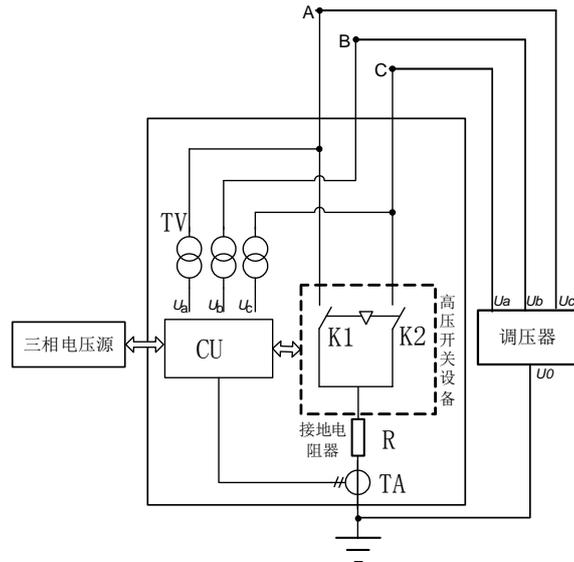


图3 单相接地故障投切功能试验示意图

试验说明：

（1）动作次数及投切相别试验

记录信号源的总投切次数和每次投切的相别。

最佳投切逻辑是：只投切一次，并且投切的开关是接地相的超前相开关。

（2）电流信号序列时序校核

显示并分析波形记录仪器记录的波形文件，按设定的电流信号序列波形（出厂默认波形时序见图 2）校核时序，波形的各个时间段 T_7 、 ΔT_1 、 ΔT_2 、 ΔT_3 的误差应满足表 4 的要求。

7.3 控制器

7.3.1 绝缘电阻测量

绝缘电阻测量时，控制器的非被试端子、外壳接地，绝缘电阻测试仪“负极”加在被试端子，“正极”接地，试验电压参考表 6，试验结果应符合表 6 规定。

7.3.2 工频电压试验

控制器的非被试端子、外壳接地，在被试端子施加表 6 并按表 7 进行海拔修正后的电压，施加电压时间为 1 min，试验中应无击穿、闪络、冒烟、异味等现象。

7.3.3 冲击电压试验

在控制器电源输入回路、交流信号回路、信号触点等各回路对地、各回路之间施加表 6 并按表 7 进行海拔修正后的冲击电压，冲击电压波形为 1.2/50 μs ，试验应在正和负两种极性下进行，每一极性应冲击不少于 3 次，每次间隔不少于 5 s，试验后设备无绝缘损坏或器件损伤并能正常工作。

7.3.4 振动耐久性能试验

试验按照 GB/T 11287-2000 中第 3.2 及 4.2 部分进行，振动耐久性能试验结束后，应满足 6.2.2、6.2.3 的要求。

7.3.5 冲击耐久性能与碰撞试验

试验按照 GB/T 14537 中规定的方法进行，冲击耐久性能与碰撞试验结束后，应满足 6.2.2、6.2.3 的要求。

7.3.6 高温、低温试验

按表 2 所示的温度等级，并按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 规定的试验方法进行。高温试验和低温试验的严酷等级为 5.2.1 表 2 要求的极限温度、时间 2 h。从温度试验箱取出控制器，待温度稳定 5 min，然后进行功能和性能试验，应满足 6.2.2、6.2.3 的要求。

7.3.7 交变湿热试验

按 GB/T2423.4 规定的方法 2 进行，严酷等级为温度 55 $^{\circ}\text{C}$ 、循环次数 2 次。被试品恢复至常温状态后，进行外观、结构检查和功能、性能试验，外观和结构应无损坏和变形，功能和性能应满足 6.2.2、6.2.3 的要求。

7.3.8 电磁兼容

按表 6 中电磁兼容性能的要求进行下述试验，应满足 6.2.2 和 6.2.3 的要求：

- a) 电压突降和电压中断试验；
- b) 浪涌抗扰度试验；
- c) 静电放电抗扰度试验；
- d) 辐射电磁场抗扰度试验；
- e) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验；
- f) 工频磁场抗扰度试验；
- g) 阻尼振荡磁场抗扰度试验；
- h) 振铃波抗扰度试验。

7.3.9 基本功能和性能试验

7.3.9.1 通信功能

按表 5 中通信功能的要求将通信参数设置正确，控制器应能登录到设定的系统主站，按本标准第 4 部分的要求逐项进行检测，通信功能和通信协议应满足要求。

7.3.9.2 故障启动投切

与 7.2.9 同时进行。

7.3.9.3 信息主动上传

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行。按表 5 中状态量监测及信息上传的要求，采用主站和本地操作，并用继电保护测试仪对控制器输出开关状态量、三相电压和电流模拟量，控制器应能主动、定期上传正确的状态量及模拟量。

7.3.9.4 对时

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行。主站发起对时命令，控制器返回的时间与主站时间的差值应不大于 10 s。

7.3.9.5 心跳

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行。通过主站设置心跳周期，心跳周期最小可设置值应小于等于 15 min，设置完成后，控制器应按期向主站发送心跳报文，心跳周期误差应不大于 1 s。

7.3.9.6 维护

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行。按表 5 中远方关于维护的功能要求，通过主站和便携式终端逐一对控制器的参数进行设置和读取，设置值和读取值应一致。必要时可对设置的功能参数进行试验验证。

7.3.9.7 事件顺序记录

有遥信变位时，控制器应能产生并保存相应的记录，主要包括遥信名称、变位状态、变位时间等。在状态信号模拟器上拨动任一路试验开关，观察被试设备对应遥信位的变化产生的事件顺序记录，且与拨动的开关状态和时间一致。

7.3.9.8 接地故障录波

结合 7.2.9 的试验进行。将被试信号源记录的波形和试验接入的波形记录仪器记录的波形进行对比，两者的时序、各峰值、稳态幅值、特征值出现时刻、波形变化规律等应无明显差别。

7.3.9.9 遥信分辨率

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行。将脉冲信号模拟器的两路输出信号接至控制器的任意两路遥信输入端（具有 SOE 功能），对两路脉冲信号设置一定的时间延迟，该值 ≤ 10 ms（可调）。启动脉冲模拟器工作，此时主站应满足收到正确的遥信名称、状态及动作时间，分辨率 ≤ 10 ms。重复上述试验不少于 5 次。

7.3.9.10 遥信防抖时间测试

结合 7.3.9.1 的通信功能试验进行，设置遥信防抖时间，当遥信时间小于防抖时间不应上报遥信，大于防抖时间应上报遥信。

7.3.9.11 接地判断延迟时间

与 7.2.9 同时进行。

7.3.9.12 守时误差

时钟 24h 内走时误差应不大于 2 s，电源失电后，时钟应能保持正常工作。

7.3.9.13 工作电源功耗

用伏安法测试控制器的功耗。结果应满足表 6 的要求。

7.4 其他部件

高压交流接触器按 GB/T 14808 的要求进行试验；电磁式电压互感器按 GB/T 20840.3 的要求进行试验，电子式电压互感器按 GB/T 20840.7 的要求进行试验；电流互感器按 GB/T 20840.2 的要求进行试验。

8 检验规则

信号源的检验分型式试验、出厂试验、到货验收试验和特殊试验四种，不同类型的试验项目见附录 A。

8.1 型式试验

8.1.1 凡有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产时；
- b) 连续批量生产的信号源每 4 年一次；
- c) 正式生产后，如结构、工艺材料、主要元器件有较大的改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产一年以上又恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时；
- f) 合同规定有型式试验的要求时。

8.1.2 型式试验从出厂试验合格的产品中任意抽取一套作为样品。

8.1.3 型式试验各项目全部符合技术要求为合格。发现有不符合技术要求项目应分析原因，处理缺陷，对产品进行整顿后，再按全部型式试验项目检验，其中，不符合技术要求的项目应重新进行；试验结果受该项影响的试验项目应重新进行；试验结果不受该项影响的试验项目可不重新进行。

8.2 出厂试验

每套信号源出厂前应由制造单位的质检部门进行出厂试验。出厂试验在正常大气条件下进行。

8.3 到货验收试验

供应商交付信号源后，使用单位根据实际情况组织或委托其它技术机构对交付设备逐台进行检验。

8.4 特殊试验

根据实际运行需要，在具备条件时宜开展特殊试验项目，结合系统主站、故障监测终端对工频信号源的功能和性能进行整体验证。特殊试验项目包括：动模系统模拟试验、现场人工模拟试验。

9 铭牌标志、包装、随机文件、储运条件

9.1 铭牌标志

信号源应在明显位置设置永久性标志或铭牌，字迹应清楚、耐久。铭牌至少包括以下内容：

- a) 产品型号及名称；

- b) 额定电压;
- c) 制造厂全称及商标;
- d) 产品出厂日期及出厂编号;
- e) 壳体印有高压设备标示。

信号源主要部件的铭牌标志应符合相应标准的规定。

9.2 包装

包装应符合 GB/T 191 规定, 并有防水、防潮、防碰撞、摆放标识。外包装应坚实、牢靠。标志应清晰整齐, 保证不因运输或贮运较久而模糊不清。

标志应包括下列内容:

- a) 产品型号、名称、单位、数量;
- b) 收货单位名称、地址、到站;
- c) 制造厂名称;
- d) 包装箱的外形尺寸(长×宽×高)及毛重;
- e) “电器”、“防潮”、“小心轻放”、“向上”等字样或标志。

9.3 随机文件

制造厂商应提供以下随机文件:

- a) 装箱清单;
- b) 产品出厂合格证;
- c) 外形尺寸图;
- d) 铭牌标志图;
- e) 安装使用说明书;
- f) 试验报告(包括外购的主要部件)。

9.4 储运条件

运输和装卸应按包装箱的标记进行操作, 在装卸过程中应防摔、掷、翻滚和重压。在运输过程中不应受剧烈冲撞、雨淋; 储存时应放在温度不低于 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 不高于 $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不高于 80%RH 的库房内, 室内应无腐蚀物质、破坏绝缘的气体及严重的霉菌存在, 不得含有爆炸性的气体和灰尘。

附 录 A
(规范性附录)
试验项目

表A.1 试验项目表

试验对象	试验项目	试验方法	型式试验	出厂试验	到货验收试验	特殊试验
信号源整体	外观与结构检查	7.2.1	√	√	√	
	绝缘电阻测量	7.2.2	√	√	√	
	工频电压试验	7.2.3	√	√	√	
	冲击电压试验	7.2.4	√			
	外壳防护等级试验	7.2.5	√			
	测量误差试验	7.2.6	√	√	√	
	电阻温升	7.2.7	√			
	手动投切功能试验	7.2.8	√	√	√	
	单相接地故障投切功能试验	7.2.9	√	√	√	
	动模系统模拟试验	—				√
	现场人工模拟试验	—				√
控制器	绝缘电阻测量	7.3.1	√	√	√	
	工频电压试验	7.3.2	√	√	√	
	冲击电压试验	7.3.3	√			
	振动耐久性能试验	7.3.4	√			
	冲击耐久性能试验与碰撞试验	7.3.5	√			
	高温、低温试验	7.3.6	√			
	交变湿热试验	7.3.7	√			
	电磁兼容试验	7.3.8	√			
	基本功能与性能试验	7.3.9	√	√	√	