

《电力电缆线路用插拔式智能接地箱技术规范》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

根据《关于 2023 年第三批中国电工技术学会标准立项的通知》（电技学字〔2023〕第 141 号），《电力电缆线路用插拔式智能接地箱技术规范》已列入制定计划，项目编号为 CESBZ2023069。该项目由武汉华威众科电力有限公司牵头起草，项目计划完成时间为 2024 年。

2、制修订背景

近年来，随着城市化进程不断提高，城市电网电缆化率持续攀升，高压电缆及通道规模提速增长。为了掌握电缆运行状态，确保电缆线路的安全可靠运行，电缆线路及通道增加了众多的在线监测装置，由于各种监测装置独立安装运行，标准不统一，造成狭窄的电缆通道内在线监测装置臃肿混乱，给电缆的日常运维造成比较大的困扰。为解决电缆通道内在线监测装置臃肿混乱的问题，在传统接地箱的基础上增加各种监测手段，即智能接地箱是一种行之有效的方式。

2018 年 11 月，国网设备部《关于高压电缆专业精益化综合管理平台建设及高压电缆新技术推广应用讨论会会议纪要的通报》安排部署，2019 年北京、上海、浙江、江苏等电力公司开展智能接地箱技术的现场试用。通过运行经验来看，智能监测接地箱在选型和应用方面比较混乱，功能性不足，产品功能选型配置无依据，应用效果参差不齐。主要存在以下不足，一是电缆线路现场开展外护套试验和交叉互联试验时需要开启箱盖、拆卸护层保护器和互联导体，试验后恢复连接后容易混淆互联方式，造成互联系统混乱，箱盖现场二次封装后达不到预期密封效果，造成箱体受潮浸水现象时有发生，严重影响二次采集单元的使用寿命；二是缺乏故障诊断能力，电缆运行出现故障时，诊断支撑数据有限；三是各类监测装置相互独立，功能缺乏一体化设计，简单组装存在隐患，协同不一，无法满足电力运维的实际需求，现阶段运维效能无法在智能监测接地箱上得到明显提高，显得“华而不实”；插拔式智能接地箱在总结现有普通智能接地箱基础上，进行了性能优化、功能统一和结构拓展，可以从根本上解决上述存在问题，但是目前国内外尚未制定插拔式智能接地箱的技术规范和标准，给插拔式智能接地箱的选型及应用造成一定的困扰。为确保装置先进适用、稳定可靠，促进电力电缆线路在线监测技术的推广和应用，有必要制定本标准。

3、起草过程

（1）起草（草案、调研）阶段：

2023 年 2 月-4 月，武汉华威众科电力有限公司启动《电力电缆线路用插拔式智能接地箱技术规范》团体标准相关准备工作，成立了标准编写工作组，确认了各成员的工作任务和职责，制定了工作计划和进度安排，确定了制定原则，进行了相关领域的调研，并召开了研讨会，参与标准研讨的专家主要来自电科院、检测中心、供电公司、制造企业、工程公司等单位，通过对标准内容讨论、修改和完善，参照

GB/T4208、GB/T20138、DL/T1506、DL/T2630 等标准，结合产品测试及使用情况，形成了《电力电缆线路用插拔式智能接地箱技术规范》标准草稿。

2023 年 5 月-6 月，标准起草工作组将标准草稿和立项申请书提交中国电工技术学会标准工作委员会电线电缆工作组秘书处。秘书处组织专家对标准草案和立项申请书进行审查，共收到 16 条意见和建议。2023 年 8 月，起草工作组对专家审查意见进行汇总处理均采纳并作出处理解释。2023 年 9 月，经中国电工技术学会正式立项。

立项后，在中国电工技术学会标准工作委员会电线电缆工作组秘书处指导下，6 月 28 日标准牵头起草单位组织起草工作组会议，基于前期开展的相关试验验证，确定了电力电缆线路用插拔式智能接地箱的主要技术指标、完善标准草案等，经工作组成员讨论一致后，形成标准征求意见稿提交至秘书处。

4、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准起草单位：武汉华威众科电力有限公司、温州安能科技有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网河南省电力有限公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网湖北省电力有限公司武汉供电公司、国网河南省电力公司郑州供电公司、国网河南省电力公司洛阳供电公司、国网河南省电力公司新乡供电公司、国网福建省电力有限公司福州供电公司、国网重庆市电力公司超高压分公司、广东电网有限责任公司惠州供电局、内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电分公司、上海波汇科技有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、无锡江南电缆有限公司、航天瑞奇电缆有限公司、浙江正泰电缆有限公司、湖北方源东力电力科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：李忠群、翟广新、种鹏蛟、张耀东、任想、白银浩、高超、黄友聪、郑钟楠、刘海峰、艾永恒、唐琪、宋克俭、赵慧光、楚鹏浩、郑学樑、彭利强、付强林、谢旭琛、郝文海、金福铭、王鑫、钟智、陈舒展、邹云河、高红阳、许军、陶瑞祥、沈家龙、阚毅、江珊、李银。

标准主要起草人以及分工见表1：

姓名	单位	分工
李忠群	武汉华威众科电力有限公司	负责组织、调研、协调、标准起草
种鹏蛟	温州安能科技有限公司	负责调研、资料收集、标准起草
张耀东	国网湖北省电力有限公司电力科学研究院	负责试验验证
白银浩	国网河南省电力有限公司电力科学研究院	负责试验验证
郑钟楠	国网福建省电力有限公司电力科学研究院	负责试验验证
刘海峰	中国电力科学研究院	负责试验验证
艾永恒	国网湖北省电力有限公司武汉供电公司	负责标准起草和审查
唐 琪	国网河南省电力公司郑州供电公司	负责相关标准对比和审查
彭利强	国网福建省电力有限公司福州供电公司	负责标准的编写和审查
钟智	上海波汇科技有限公司	负责标准的编写和审查
其他起草人	其他单位	参与标准的编写、审查和修改

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

本标准在修订过程中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、及时修订”原则，将标准化科研与技术创新、试验验证、用户侧反馈相结合，统筹推进。

本标准在结构编写和内容编排等方面根据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行编写。在确定本标准主要技术性能指标时，综合考虑制造企业技术水平和用户需求，寻求最大经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

2、标准主要内容及其确定依据

(1) 主要内容：

本文件规定了电力电缆线路中使用的插拔式智能接地箱的工作条件、基本组成及要求、试验方法、检验规则、安装后试验，以及标志、包装、随机文件、运输和储存。本文件适用于额定电压 35kV 及以上单芯电力电缆线路用插拔式智能接地箱。

(2) 确定依据：

本标准的起草参考了 GB 50150-2016《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、DL/T 1506-2016《高压交流电缆在线监测系统通用技术规范》、DL/T 2270-2021《高压电缆接地电流在线监测系统技术规范》和 DL/T 2630-2023《电力电缆线路用接地箱技术规范》等标准化文件；并在开展相关试验验证基础上确定主要技术内容。

三、主要试验（或验证）情况

1、试验验证的分析、综述报告

电力电缆线路用插拔式智能接地箱，于2022年11月至2023年1月在电力工业电气设备质量检测测试中心，完成了电气性能测试、长期可靠性试验验证、测量误差与重复性试验验证，性能指标优异，可以满足实际应用要求。开展的主要的试验验证测试如下：

1.1 电气性能试验验证

电力电缆线路用插拔式智能接地箱主要验证了电气性能试验，包括绝缘电阻试验、介质强度试验、冲击电压试验。

(1) 绝缘电阻试验

试验要求：主连接回路绝缘电阻 $\geq 200\text{M}\Omega$ ；二次回路绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$ 。

试验结果：主连接回路绝缘电阻测量值：A一地 $>537\text{G}\Omega$ 、B一地 $>537\text{G}\Omega$ 、C一地 $>537\text{G}\Omega$ ；
N一地 $>537\text{G}\Omega$ 。

二次回路绝缘电阻测量值：L一地 $>1000\text{M}\Omega$ 、N一地 $>1000\text{M}\Omega$ 。

(2) 介质强度试验

试验要求：主连接回路A、B、C三相对地施加了25kV直流电压1min，二次回路施加2kV工频电压1min，试验中应无击穿闪络和器件损坏。

试验结果：试品主连接回路耐受了25kV直流电压1min，试验数据见表1；二次回路耐受了 2kV 工频电压1min，试验中试品未发生击穿闪络和器件损坏。测试结果符合要求。

表 1 介质强度测试试验数据

试验条件: $t_a=21\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_i=16\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P=101.1\text{ kPa}$; $L_{\text{干弧距离}}=42\text{ mm}$; $k=0.995$ 试验参数: 正极性; 直流耐受电压: 25 kV ; 校正值: 25 kV 。				
加压部位	极性	试验电压 (kV)	试验时间 (min)	试验结果
A—BC 地	+	26.2	1	0
B—AC 地	+	26.3	1	0
C—AB 地	+	26.2	1	0
控制回路—地	/	2	1	0
注: 0为耐受, #为击穿或闪络				

(3) 冲击电压试验

试验要求: 试品主连接回路A、B、C三相相间及对地施加 $1.2/50\mu\text{s}$, 40 kV 正负极性冲击电压各10次, 二次回路施加 $1.2/50\mu\text{s}$, 5 kV 正负极性雷电冲击电压各3次, 试验中应无击穿闪络和器件损坏。

试验结果: 试品 A—BC 地、B—AC 地和C—AB 地耐受了 40 kV 正负极性冲击电压各10次, 试验数据见表2; 二次回路耐受了 5 kV 正负极性雷电冲击电压各3次, 试验中试品未发生击穿闪络和器件损坏。测试结果符合要求。

表 2 雷电冲击电压试验测试数据

试验条件: $t_d=18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_w=13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P=101.6\text{ kPa}$; $L_{\text{干弧距离}}=40\text{ mm}$; $k_1=1.01$ 试验参数: 正极性: 耐受电压: 40 kV , 校正值: 40 kV , 耐受次数: 10 次。 负极性: 耐受电压: 40 kV , 校正值: 40 kV , 耐受次数: 10 次。										
试验序号	加压部位	极性	试验次数	试验波形 (μs)	施加电压 (kV)	结果	极性	试验波形 (μs)	施加电压 (kV)	结果
1	A—BC 地	正	1	1.17/54.2	41.5	0	负	1.27/52.8	42.3	0
			2	1.29/53.1	42.2	0		1.22/52.8	42.2	0
			3	1.24/52.8	42.1	0		1.29/52.3	42.4	0
			4	1.14/53.8	41.5	0		1.27/52.3	42.4	0
			5	1.27/52.8	42.4	0		1.22/52.7	42.2	0
			6	1.24/52.9	42.4	0		1.24/52.6	42.3	0
			7	1.20/53.6	42.0	0		1.27/52.9	42.4	0
			8	1.24/52.9	42.3	0		1.20/52.5	42.3	0
			9	1.19/53.8	41.6	0		1.19/52.6	42.3	0
			10	1.15/54.0	41.7	0		1.15/53.4	41.8	0
2	B—AC 地	正	1	1.30/52.8	41.4	0	负	1.34/52.1	41.9	0
			2	1.29/53.4	41.2	0		1.35/52.0	41.7	0
			3	1.32/52.8	41.5	0		1.35/52.2	41.9	0
			4	1.30/53.2	41.4	0		1.34/52.3	41.9	0
			5	1.32/53.0	41.4	0		1.35/52.3	41.9	0
			6	1.32/52.7	41.7	0		1.34/52.5	41.7	0
			7	1.34/53.0	41.6	0		1.35/52.0	41.9	0
			8	1.34/52.7	41.8	0		1.34/52.4	41.8	0
			9	1.32/52.8	41.7	0		1.34/52.6	41.8	0
			10	1.32/52.7	41.6	0		1.34/52.4	41.8	0

试验条件: $t_d=18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_w=13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P=101.6\text{ kPa}$; $L_{\text{干弧距离}}=40\text{ mm}$; $k_1=1.01$										
试验参数: 正极性: 耐受电压: 40 kV, 校正值: 40 kV, 耐受次数: 10 次。										
负极性: 耐受电压: 40 kV, 校正值: 40 kV, 耐受次数: 10 次。										
试验 序号	加压部 位	极性	试验 次数	试验波形 (μs)	施加电压 (kV)	结 果	极性	试验波形 (μs)	施加电压 (kV)	结 果
1	C— AB 地	正	1	1.30/52.6	41.9	0	负	1.34/52.9	41.6	0
			2	1.34/52.4	42.0	0		1.30/52.4	41.9	0
			3	1.30/52.4	41.9	0		1.32/52.3	41.9	0
			4	1.29/52.4	41.9	0		1.29/52.4	41.9	0
			5	1.27/52.7	41.9	0		1.29/52.3	41.9	0
			6	1.29/52.4	41.9	0		1.29/52.2	41.9	0
			7	1.27/52.7	41.8	0		1.30/52.1	41.9	0
			8	1.27/52.5	41.8	0		1.30/52.3	41.9	0
			9	1.29/52.3	42.0	0		1.27/52.2	41.9	0
			10	1.27/52.3	41.8	0		1.27/52.1	41.9	0
注: 0为耐受, #为击穿或闪络										

1.2 长期可靠性试验验证

电力电缆线路用插拔式智能接地箱主要验证了长期可靠性试验, 包含电磁兼容试验、环境试验、机械试验、防护等级试验。

(1) 电磁兼容试验

电磁兼容试验测试主要包含以下内容: 静电放电抗扰度试验、射频电磁场辐射抗扰度试验、电快速瞬变脉冲群抗扰度试验、浪涌(冲击)抗扰度试验、射频场感应的传导骚扰抗扰度试验、工频磁场抗扰度试验、脉冲磁场抗扰度试验、阻尼振荡磁场抗扰度试验以及电压暂降抗扰度试验。测试结果见表3。

表 3 电磁兼容试验测试项目及结论

序号	检测项目	标准要求	检测结果	评价
1	静电放电抗扰度试验	接触放电电压: $\pm 8\text{ kV}$ 空气放电电压: $\pm 15\text{ kV}$	试验中能正常工作	A
2	射频电磁场辐射抗扰度试验	试验场强: 10 V/m 试验频率: $80\text{ MHz}\sim 1000\text{ MHz}$	试验中能正常工作	A
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	试验电压: 电源 $\pm 4\text{ kV}$ 、信号线 $\pm 2\text{ kV}$ 重复频率: 5 kHz 、 100 kHz	试验中能正常工作	A
4	浪涌(冲击)抗扰度试验	试验电压: 线—线 $\pm 2\text{ kV}$ 线—地 $\pm 4\text{ kV}$	试验中能正常工作	A
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	试验电压: 10 V 试验频率: $0.15\text{ MHz}\sim 80\text{ MHz}$	试验中能正常工作	A
6	工频磁场抗扰度试验	磁场强度: 100 A/m 5min 1000 A/m 3s	试验中能正常工作	A
7	脉冲磁场抗扰度试验	磁场强度: 1000 A/m 脉冲波形: $6.4/16\mu\text{s}$	试验中能正常工作	A
8	阻尼振荡磁场抗扰度试验	磁场强度: 1000 A/m 振荡频率: 0.1 MHz 、 1 MHz	试验中能正常工作	A
9	电压暂降抗扰度试验	试验等级:	试验中能正常工作	A

序号	检测项目	标准要求	检测结果	评价
		0% U_t 1周期 40% U_t 10周期 70% U_t 25周期		
受试设备电磁兼容抗扰度试验的结果评价分为四级： A级：在技术要求限值内功能正常； B级：功能暂时降低或丧失，但在骚扰停止后能自行恢复，不需操作者干预； C级：功能暂时降低或丧失，但需操作者干预或系统复位； D级：因设备(元件)或软件的损坏，或数据丢失而造成不能恢复的功能丧失或性能降低。				

(2) 环境试验

环境试验测试包含低温试验、高温试验、恒定湿热试验以及交变湿热试验。测试项目及结果见表4。

表4 环境试验测试项目及结论

序号	检测项目	试验要求	试验结果	结论
1	低温试验	试品应能承受-25℃温度，持续时间2h 低温试验，在试验中和试验后应能正常工作。	在-25℃环境中持续2h，试验中和试验后能正常工作。	符合要求
2	高温试验	试品应能承受+70℃温度，持续时间2h高温试验，在试验中和试验后应能正常工作。	在+70℃环境中持续2h，试验中和试验后能正常工作。	符合要求
3	恒定湿热试验	试品应能承受+40℃、93%RH、48h 的恒定湿热试验，试验中和试验后应能正常工作。试验后 5min 内进行绝缘电阻测试，测量值应不小于 1MQ。	按照要求进行恒定湿热试验，试验中和试验后能正常工作。试验后5min内进行绝缘电阻测试，绝缘电阻测量值： L—地>1000MΩ N—地>1000MΩ	符合要求
4	交变湿热试验	试品在低温 25℃、湿度 95%RH，高温 55℃、湿度 93%RH，12h+12h，2次循环的试验中和试验后应能正常工作。	按照上述要求进行交变湿热试验，在试验中和试验后能正常工作。	符合要求

(3) 机械试验

机械试验测试包含振动试验、冲击试验以及碰撞试验，测试项目及结果见表5。

表5 机械试验测试项目及结论

序号	检测项目	试验要求	试验结果	结论
1	振动试验	振动耐久试验满足等级1的要求。扫频范围 10Hz~150Hz、峰值加速度 $10m/s^2$ ；试验应分别沿试品3条相互垂直的轴线方向进行，每一轴线方向扫频循环20次、每次持续时间8min。试验后试品不应发生紧固件松动和机械损坏现象，能正常运行。	试验针对接地箱本体及传感器进行，试验后试品未发生紧固件松动和机械损坏等现象，试品能正常运行	符合要求
2	冲击试验	冲击耐久试验满足等级1的要求。峰值加速度 $147m/s^2$ 、脉冲持续时间11ms；试验应分别在试品3条相互垂直的轴线方向进行，在每个方向上施加3次脉冲。试验后试品不应发生紧固件松动和机械损坏等现象，能正常运行。	试验针对接地箱本体及传感器进行，试验后试品未发生紧固件松动和机械损坏等现象，试品能正常运行	符合要求
3	碰撞试验	碰撞试验满足等级1的要求。峰值加速度 $98m/s^2$ 、脉冲持续时间16ms；试验应分别在试品3条相互垂直的轴线方向进行，在每个方向上施加1000次脉冲。试验后试品不应发生紧固件松动和机械损坏等现象，能正常运行。	试验针对接地箱本体及传感器进行，试验后试品未发生紧固件松动和机械损坏等现象，试品能正常运行	符合要求

(4) 防护等级试验

防护等级试验包含防尘试验和防水试验，试验要求和结论见表 6

表 6 防护等级试验要求及结论

序号	检测项目	试验要求	试验结果	结论
1	防尘试验	试品应满足IP6X防尘等级要求。试品置于密闭试验箱内，试验时间8h，试验后试品壳内应无灰尘沉积。	试验针对接地箱本体(带电缆)及传感器进行，试品满足IP6X防尘等级要求。	符合要求
2	防水试验	试品应满足IPX8防护等级要求。试品最低点距离水面1100mm，持续时间2h，试验后试品无损伤、无积水，且能正常工作。	试验针对接地箱本体(带电缆)及传感器进行，试品满足IPX8防护等级要求。	符合要求

1.3 测量误差及重复性试验验证

电力电缆线路用插拔式智能接地箱主要验证了测量误差及重复性试验。完成了接地电流测量范围及测量误差验证、复合电流测量范围和测量误差验证、交流感应电压测量范围和测量误差验证、冲击电流测量范围和测量误差验证、以及故障定位精度验证。

试验要求：

(1)接地电流测量范围1A~500A，测量最大误差不超过 $\pm(\text{标准读数} \times 1\% + 0.5\text{A})$ ；

(2)主缆测量范围1A~2000A，测量最大误差不超过 $\pm(\text{标准读数} \times 1\% + 0.5\text{A})$ ；

(3)交流电压测量范围1V~600V，测量最大误差不超过 $\pm(\text{标准读数} \times 1\% + 0.5\text{V})$ ；

(4)冲击电流测量范围50A~5000A，测量最大误差不超过 $\pm(\text{标准读数} \times 5\% + 2\text{A})$ ；

(5)故障定位精度 150ns。模拟如图 1 所示双端定位模型，分别选取 $\Delta t(\Delta t = t_M - t_N)$ 为 300ns、500ns、1000ns、5000ns 和 10000ns 五种模拟故障情形进行试验，每个故障情形重复试验 5 次，记录试品实测值。

试验结果：见表7—表13。

表 7 接地电流测量误差试验数据

标准值 A	1#CT测量值 A	测量误差 A	2#CT 测量值 A	测量误差 A	3#CT 测量值 A	测量误差 A	最大允差 A
1.00	0.8	-0.20	0.9	-0.10	0.8	-0.20	± 0.51
10.00	9.9	-0.10	10.2	0.20	9.8	-0.20	± 0.60
50.00	50.3	0.30	50.1	0.10	50.2	0.20	± 1.00
100.00	99.4	-0.60	99.6	-0.40	99.5	-0.50	± 1.50
200.00	199.8	-0.20	200.3	0.30	200.0	0	± 2.50
300.00	299.9	-0.10	300.5	0.50	300.2	0.20	± 3.50
400.00	400.3	0.30	401.2	1.20	400.8	0.80	± 4.50
500.00	500.6	0.60	501.6	1.60	501.1	1.10	± 5.50

表 8 接地电流测量重复性试验数据

标准值 (A)	试品测量值(A)							
	测量CT	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值	相对标准偏差 RSD (%)
100.00	1#CT	99.4	99.5	99.5	99.4	99.4	99.4	0.055
	2#CT	99.6	99.7	99.8	99.8	99.7	99.7	0.084
	3#CT	99.5	99.6	99.6	99.5	99.4	99.5	0.084

表 9 复合电流测量误差试验数据

标准值 A	1#CT 测量值 A	测量误差 A	2#CT 测量值 A	测量误差 A	3#CT 测量值 A	测量误差 A	最大允差 A
1.00	1.0	0	0.9	-0.10	1.0	0	±0.51
10.00	10.1	0.10	10.0	0	10.1	0.10	±0.60
50.00	49.7	-0.30	49.6	-0.40	50.0	0	±1.00
100.00	100.8	0.80	100.9	0.90	100.9	0.90	±1.50
200.00	200.5	0.50	200.5	0.50	200.6	0.60	±2.50
500.00	499.5	-0.50	499.3	-0.70	499.6	-0.40	±5.50
1000.00	1000.6	0.60	1000.3	0.30	1000.8	0.80	±10.50
1500.00	1500.2	0.20	1499.9	-0.10	1500.9	0.90	±15.50
2000.00	1999.5	-0.50	1999.2	-0.80	2000.5	0.50	±20.50

表 10 复合电流测量重复性试验数据

标准值 (A)	试品测量值(A)							
	测量CT	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值	相对标准偏差 RSD (%)
500.00	1#CT	499.6	499.5	499.6	499.5	499.5	499.5	0.011
	2#CT	499.3	499.5	499.4	499.4	499.5	499.4	0.017
	3#CT	499.6	499.5	499.6	499.4	499.6	499.5	0.018

表 11 交流电压测量误差试验数据

标准值 V	1#PT测量值 V	测量误差 V	2#PT 测量值 V	测量误差 V	3#PT测量值 V	测量误差 V	最大允差 V
10.00	10.3	0.30	10.2	0.20	10.1	0.10	±0.51
30.00	30.1	0.10	30.3	0.30	30.3	0.30	±0.80
50.00	50.7	0.70	50.3	0.30	50.8	0.80	±1.00
100.00	100.2	0.20	100.4	0.40	99.8	-0.20	±1.50
200.00	200.7	0.70	201.2	1.20	200.7	0.70	±2.50
400.00	399.3	-0.70	400.5	0.50	399.4	-0.60	±4.50
500.00	499.8	-0.20	499.2	-0.80	498.9	-1.10	±5.50

表 12 交流电压测量误差试验数据

标准值 V	1#PT测量值 V	测量误差 V	2#PT测量值 V	测量误差 V	3#PT测量值 V	测量误差 V	最大允差 V
1.00	0.8	-0.20	0.9	-0.10	0.8	-0.20	±0.51
5.00	4.7	-0.30	4.8	-0.20	4.8	-0.20	±0.55
30.00	30.1	0.10	30.1	0.10	30.2	0.20	±0.80
50.00	49.7	-0.30	49.8	-0.20	49.8	-0.20	±1.00
100.00	100.9	0.90	100.4	0.40	100.6	0.60	±1.50

标准值 V	1#PT测量值 V	测量误差 V	2#PT测量值 V	测量误差 V	3#PT测量值 V	测量误差 V	最大允差 V
200.00	200.8	0.80	199.5	-0.50	200.5	0.50	± 2.50
400.00	398.3	-1.70	399.2	-0.80	398.5	-1.50	± 4.50
500.00	502.3	2.30	501.8	1.80	500.8	0.80	± 5.50

表 13 交流电压测量重复性试验数据

标准值 V	试品测量值 (V)							
	测量电压	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值	相对标准偏差 RSD (%)
100.00	1#PT	100.9	100.8	100.9	100.9	101.0	100.9	0.070
	2#PT	100.4	100.6	100.4	100.5	100.4	100.5	0.089
	3#PT	100.6	100.3	100.5	100.6	100.5	100.5	0.122

表 14 冲击电流测量试验数据

幅值标准值 A	幅值测量值 A	幅值测量误差 A	幅值测量标准要求 A	上升时间标准值 s	上升时间测量值 s	上升时间测量误差 %	持续时间标准值 s	持续时间测量值 s	持续时间测量误差 %
51.63	50.58	-1.05	± 4.58	8.03	7.40	-7.85	20.41	21.51	5.39
97.95	96.35	-1.60	± 6.90	8.34	7.86	-5.76	21.09	21.82	3.46
493.36	495.78	2.42	± 26.67	8.28	8.58	3.62	20.86	21.83	4.65
1000.54	990.92	-9.62	± 52.03	8.16	7.94	-2.70	20.97	21.83	4.10

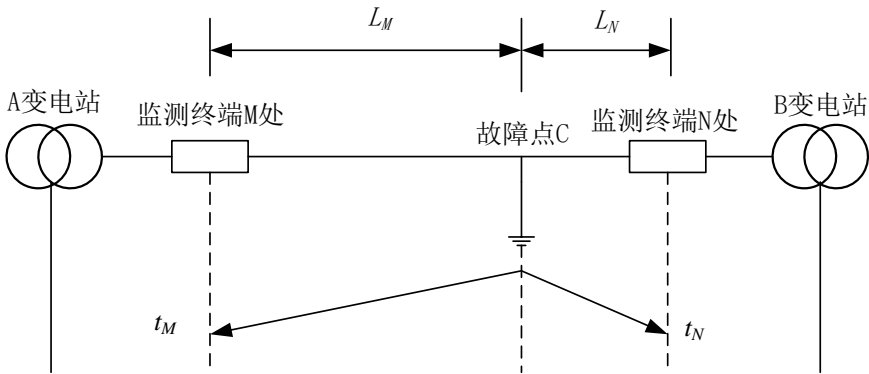


图 1 双端行波故障定位原理图

表 15 故障定位精度试验数据

Δt 标准值 (ns)	第 1 次 测量值 (ns)	第 2 次 测量值 (ns)	第 3 次 测量值 (ns)	第 4 次 测量值 (ns)	第 5 次 测量值 (ns)	最大测量误差 (ns)
300	320	360	322	322	322	60
500	522	560	520	520	558	60
1000	1000	1040	1078	1082	1040	82
5000	5040	5040	5080	5040	5040	80
10000	10040	10080	9960	1040	10120	120

注：最大测量误差取测量误差的绝对值。

2、技术经济论证

技术规范中对插拔式智能接地箱的外壳、连接件、结构、功能要求、性能要求、配置原则、试验方法以及存储包装等方面加以规范,既考虑了现场应用,又兼顾生产成本和生产工艺要求,通过试验验证,相关技术参数和功能要求是合理的,而且是可以进行有效验证的,做到了技术与经济成本的有效兼顾。技术规范实施后,可为各系统单位开展电力电缆线路插拔式智能接地箱选型、设计、现场应用和运维提供技术指导和依据,也可各生产企业开展电力电缆线路用插拔式智能接地箱的研制、生产、检验、验收提供依据与参考。

3、预期的经济效益、社会效益和生态效益

插拔式智能接地箱集成了接地电流监测、感应电压监测以及故障定位等成熟度较高的感知监测技术,与国家电网公司高压电缆线路状态监测装置的应用分类和部署要求匹配,兼顾了安全可靠、技术先进、功能适用、维护方便的原则。同时插拔智能接地箱的接地组件为插拔结构,避免了以往电缆线路耐压实验时接地箱内部结构及箱体的拆卸造成的连接错误和密封不严的问题。目前插拔式智能接地箱在河南、湖北以及福建等省份高压电缆线路上开展了试点应用,得到业主及施工单位一致良好评价。本技术规范的实施,将为插拔式智能接地箱的推广应用提供有力支撑,有利于智能接地箱行业的快速发展。

本技术规范的发布将为规范插拔式智能接地箱的生产、销售、检测应用提供技术标准依据,同时,也使新建电缆线路产品接地箱的选型有规范可依,避免周而复始更改和重复性建设,减少资源浪费,提高电缆线路运行安全。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况,或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准制定过程中未检索到国际标准和国外先进标准,标准水平达到国内先进水平。

五、以国际标准为基础的起草情况,以及是否合规引用或者采用国际国外标准,并说明未采用国际标准的原因

本标准起草未采用国际国外标准,目前无涉及本标准中产品的国际国外标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与现行法律、行政法规及相关标准具有一致协调性。

七、重大分歧意见的处理经过和依据;

本标准在制定过程中,不存在重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

本文件的起草过程中,未发现相关专利问题,也未收到涉及相关专利的反馈。

九、实施标准的要求,以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准作为电力电缆线路用插拔式智能接地箱的制造、检测和应用同技术依据，填补标准空白；建议以团体标准发布实施，由电线电缆工作组秘书处组织行业相关企业开展宣贯工作。。

十、其他应当说明的事项。

无。