

团 体 标 准

T/CES 187—2022

台区线损感知装置技术规范

Technical specification for sensing device of line loss in
power distribution area

2022-12-19 发布

2022-12-21 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 分类.....	2
5 正常工作条件.....	2
5.1 工作环境.....	2
5.2 工作电源.....	2
6 技术要求.....	3
6.1 一般要求.....	3
6.2 结构与材质要求.....	3
6.3 功能要求.....	3
6.4 性能要求.....	4
7 试验要求.....	9
7.1 试验条件.....	9
7.2 气候影响试验.....	10
7.3 性能试验.....	10
8 检验规则.....	14
8.1 检验分类.....	14
8.2 型式试验.....	14
8.3 全性能检验.....	14
8.4 验收检验.....	14
8.5 项目和建议顺序.....	15
9 标志、包装、运输和贮存.....	15
9.1 标志.....	15
9.2 包装.....	15
9.3 运输.....	16
9.4 贮存.....	16

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力能效技术工作组归口。

本文件由中国电工技术学会团体标准技术办公室提出并解释。

本文件起草单位：国网甘肃省电力公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司营销事业部、航天中电（重庆）微电子有限公司、东方电子股份有限公司。

本文件主要起草人：杨军亭、梁琛、魏凯、袁黎娟、王沼钧、邵泽堂、马喜平、陈咏诗、赵福胜、邢双进、李显偶、崔建铁、董晓阳、李亚昕、董开松。

本文件为首次发布。

台区线损感知装置技术规范

1 范围

本文件规定了台区线损感知装置的分类、正常工作条件、功能和性能的技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则及标志、包装、运输、贮存的要求。

本文件适用于在额定频率 50Hz、额定工作电压 380V/220V 低压配电系统中台区线损感知装置的设计、制造及试验。

2 规范性引用文件

- 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 2423.3 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
- GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 4798.2 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第 2 部分：运输和装卸
- GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第 11 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法（GWEPT）
- GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 14598.3 电气继电器 第 5 部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验
- GB/T 14598.301 电力系统连续记录装置技术要求
- GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- 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 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- 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 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- 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 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
- GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
- DL/T 645 多功能电能表通信协议
- DL/T 698.45 电能信息采集与管理系统 第 4-5 部分：通信协议——面向对象的数据交换协议

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

台区 power distribution area

指（一台）配电变压器的低压供电范围或区域。

3.2

台区线损 line loss in power distribution area

台区配电网在输送和分配电能的过程中，由于配电线路及配电设备存在着阻抗，在电流流过时就会产生一定数量的有功功率损耗。在给定的时间段（日、月、季、年）内，所消耗的全部电量称为台区线损电量，简称台区线损。台区线损电量=台区供电量-台区用电量。从管理的角度分为技术线损和管理线损。

3.3

线损感知 sensing of line loss

通过硬件、软件实时监测，主动预警、感知台区下各表箱、分支线损异常，实现分钟级线损监测。

3.4

台区线损感知装置 sensing device of line loss in power distribution area

与电能表、台区智能融合终端配合完成本台区线损感知、线损异常预警的装置，一般由电源、数据采集、存储和通信等模块组成。

3.5

台区智能融合终端 smart distribution transformer combine terminal unit

安装在台区的智能化采集与控制终端，满足高性能并发、大容量存储、多采集对象、就地化分析决策和协同计算需求，具有数据采集、设备运行状态监测、电能计量等功能，支撑营销、配电及新兴业务发展需求。

4 分类

根据电流互感器的规格分为：125A、250A、400A、630A、800A。

根据载波通信模块是否可更换分为：一体式、分体式。

5 正常工作条件

5.1 工作环境

台区线损感知装置正常工作环境条件要求如下：

- a) 温度：-40℃~+70℃；
- b) 相对湿度不大于 98%；
- c) 安装地点的海拔高度不大于 4 000m；
- d) 满足在水平和垂直的振动加速度不大于 1m/s^2 的情况下可正常运行。

5.2 工作电源

台区线损感知装置由电网供电时，电网电能质量应满足以下要求：

- a) 采用交流三相四线或单相电源供电，电压值为 AC 380V/AC 220V；
- b) 电压波动范围为-20%~+20%；

- c) 电压闪变值不超过 GB/T 12326 规定的限值；
- d) 谐波电压含有率不超过 GB/T 14549 规定的限值；
- e) 间谐波电压含有率不超过 GB/T 24337 规定的限值；
- f) 频率偏差不得超过 GB/T 15945 规定的限值。

6 技术要求

6.1 一般要求

一般要求如下：

- a) 应具有数据采集、数据存储、数据通信、事件记录及上报、特征电流的发送与识别、时间同步、本地维护、远程升级、相位识别、自检和异常记录等功能；
- b) 载波通信模块应具有通用性、兼容性、可维护性和可拓展性，宜采用模块化设计，支持热插拔，互通互换，支持即插即用；
- c) 应配备后备电源，后备电源宜采用超级电容并集成于装置内部；当主电源供电不足或消失后，后备电源应自动无缝投入并维持装置正常工作不少于 1min，应具备至少与台区智能融合终端通信 3 次且停电后立即上报停电事件的能力，超级电容免维护时间不少于 5 年。

6.2 结构与材质要求

6.2.1 外壳及其防护等级要求

外壳及其防护等级要求如下：

- a) 台区线损感知装置的外壳应有足够的强度，外物撞击造成的变形应不影响其正常工作。外壳防护等级应符合 GB/T 4208 规定的 IP40 级要求；
- b) 台区线损感知装置的外壳应使用绝缘、防紫外线、耐腐蚀和抗老化的环保材料制成。绝缘强度应符合 GB/T 14598.3 中的有关规定；
- c) 非金属外壳应符合 GB/T 5169.11 的阻燃要求。

6.2.2 金属部分的防腐蚀要求

正常运行条件下可能受到腐蚀或能生锈的金属部分，应有防腐、防锈的涂层或镀层。

6.3 功能要求

6.3.1 数据采集

感知装置的数据采集功能要求如下：

- a) 台区线损感知装置应配置模拟量采集功能，支持分相电压、分相电流、频率、功率因数、总有功功率、各分相有功功率、无功功率和视在功率的采集；
- b) 台区线损感知装置应具有电能质量监测功能，可计算三相电压、电流的 2 次~21 次谐波畸变率，电压和电流的总谐波含有量，可计算三相电压不平衡度、三相电流不平衡度；
- c) 台区线损感知装置应支持采集下接所有电能表的电压、电流、正向有功、反向有功、功率因数和有功功率等数据项，主要采集日冻结、月冻结和 96 点曲线。

6.3.2 数据存储

台区线损感知装置应支持数据存储功能，且存储数据掉电不丢失，性能满足 6.4.2 中要求。

6.3.3 数据通信

6.3.3.1 与台区智能融合终端通信

台区线损感知装置应支持与台区智能融合终端通信，通信方式可采用高速电力线载波（HPLC）、微功率无线和高速电力线载波（HPLC）/微功率无线双模通信方式。

6.3.3.2 与电能表通信

台区线损感知装置应通过 1 路 RS-485 接口或电力线载波与电能表通信。

6.3.4 事件记录及上报

事件记录及上报要求如下：

- a) 台区线损感知装置应具备事件判断和上报功能，主要包括断相、缺相（失压）、过电流、过载、欠电压和过电压等事件的监测与上报，且可设置事件判定阈值及判定延时；
- b) 台区线损感知装置应具备采集下接电能表的运行状态字功能，对开盖记录、编程记录等全事件进行记录及上报；
- c) 台区线损感知装置应支持停复电事件主动上报功能。

6.3.5 特征信号的发送与识别

台区线损感知装置应具备特征信号的发送与识别功能，应具备通过特征信号，定位由于户变关系、箱表关系、相表关系错误及管理原因引起的线损异常。

6.3.6 时间同步

台区线损感知装置应具备对时功能和守时功能。

6.3.7 本地维护

台区线损感知装置应具备本地维护功能，可通过 RS-485 或蓝牙进行维护。

通过本地维护功能可查询、配置自身参数，如通信地址、装置时间和软件版本等。

6.3.8 远程升级

台区线损感知装置应具备远程升级功能，升级后重要配置参数和数据记录应不发生改变或丢失；升级失败应具备版本回退功能。

6.3.9 相位识别

台区线损感知装置应具备相位识别功能，对相位归属错误的设备应主动上报相位异常事件。

6.3.10 自检和异常记录

台区线损感知装置应具备自测试、自诊断功能，应能够检测到自身工作异常并记录。

6.4 性能要求

6.4.1 数据采集

6.4.1.1 采集数据及准确度要求：

- a) 电压测量范围： $0.8U_n \sim 1.2U_n$ ；电压测量误差不大于 $\pm 1\%$ ；
- b) 电流测量范围： $0.05I_n \sim 1.2I_n$ ；电流测量误差不大于 $\pm 1\%$ ；

- c) 频率测量范围：47.5Hz~52.5Hz；电网频率测量误差不大于±1%；
- d) 功率因数测量范围：被测相电压： $0.8U_n \sim 1.15U_n$ ；被测相电流： $0.05I_n \sim 1.2I_n$ 。功率因数误差不低于±1%。

6.4.1.2 通过电能表间接采集数据的要求：

- a) 采集数据项：电压、电流、正向有功、反向有功、功率因数、正向无功和反向无功；
- b) 采集周期：应能够每 15min 采集一次数据，即 96 点分钟级冻结数据；
- c) 采集数量：宜具备同时采集 31 只下接电能表的带载能力；
- d) 采集冻结数据：应支持每日零点采集数据存为日冻结记录；每月 1 日零点采集数据存为月冻结记录。

6.4.2 数据存储

数据存储要求如下：

- a) 台区线损感知装置应能存储电压、电流信息，宜采用队列存储方式；
- b) 台区线损感知装置应至少能存储上 12 个月冻结数据；应至少能存储上 62 个日冻结数据；应至少能存储上 192 个分钟冻结数据。

6.4.3 数据通信

6.4.3.1 与台区智能融合终端通信：

- a) 台区线损感知装置应能够与台区智能融合终端通信；
- b) 通信协议应满足 DL/T 645、DL/T 698 的要求。

6.4.3.2 与电能表通信：

- a) RS-485 接口传输速率应同时支持 1 200bps、2 400bps、4 800bps、9 600bps；
- b) 通信协议应满足 DL/T 645 或 DL/T 698 的要求。

6.4.4 事件记录及上报

事件记录及上报要求如下：

- a) 事件记录应存储事件的发生时刻、结束时刻及事件类别等信息；
- b) 事件记录应至少存储最近 10 次记录。

6.4.5 时间同步

台区线损感知装置可接收台区智能融合终端或本地维护工具的时钟召测和对时命令；时钟准确度（日误差）要求 $\leq 1s/天$ 。

6.4.6 功率消耗

功率消耗要求如下：

- a) 每相视在功率消耗不大于 5VA；
- b) 每相有功功率消耗不大于 2W。

6.4.7 绝缘性能

6.4.7.1 绝缘电阻

在正常大气条件下和湿热条件下，各电气回路对地，无电气联系的各回路之间的绝缘电阻的应满足表 1 的要求。

表 1 绝缘电阻要求

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻 M Ω		测试电压 V
	正常条件	湿热条件	
$U_i \leq 60$	≥ 10	≥ 2	250
$U_i > 60$	≥ 10	≥ 2	500

6.4.7.2 绝缘强度

在正常大气条件下，各电气回路与地之间，无电气联系的各回路之间，应能承受频率为 50Hz，时间 1min 的耐压试验，不得出现击穿、闪络等现象，绝缘试验电压见表 2。

表 2 绝缘强度试验电压

额定绝缘电压 U_i V	试验电压有效值 V_{rms}
$U_i \leq 60$	500
$60 < U_i \leq 125$	1 000
$125 < U_i \leq 250$	2 500

6.4.7.3 冲击电压

在正常大气条件下，各电气回路与地之间，无电气联系的各回路之间，应耐受表 3 中要求的冲击电压试验，无破坏性放电（击穿跳火、闪络或绝缘击穿）现象。

表 3 冲击试验电压

额定绝缘电压 U_i V	试验电压有效值 V_{rms}
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 250$	5 000
$250 < U_i \leq 400$	6 000

6.4.8 电磁兼容性能

6.4.8.1 抗电压暂降和短时中断干扰的能力

装置的抗电压暂降和短时中断干扰能力应符合 GB/T 17626.11 中的有关规定。在电压突降 ΔU 为 100%，持续时间为 0.5s 的条件下，装置应能正常工作且各项性能指标能满足要求。

6.4.8.2 抗振荡波干扰的能力

装置的抗振荡波干扰的能力应符合 GB/T 17626.18 中的有关规定。在施加本文件表 4 规定的阻尼振荡波干扰电压的情况下，装置应能正常工作且各项性能指标能满足要求。

表 4 振荡波干扰、快速瞬变和浪涌试验的主要参数

试验项目	级别	共模试验值	试验回路
振荡波干扰	3	2.0kVP	信号输入回路
	4	2.5kVP	电源回路
电快速瞬变干扰	4	2.0kVP	信号输入回路
		4.0kVP	电源回路
浪涌干扰	3	2.0kVP	信号输入回路
	4	4.0kVP	电源回路
注 1: 3 级安装于没有特别保护环境中的设备: 居民区或工业区内的设备。			
注 2: 4 级严重骚扰环境中的设备。			

6.4.8.3 抗电快速瞬变脉冲群干扰的能力

装置的抗电快速瞬变脉冲群干扰的能力应符合 GB/T 17626.4 中的有关规定。在施加本文件表 4 规定的电快速瞬变脉冲群干扰电压的情况下, 装置能正常工作且各项性能指标满足要求。

6.4.8.4 抗浪涌干扰的能力

装置的抗浪涌干扰能力应符合 GB/T 17626.5 中的有关规定。在本文件表 4 中 4 级规定的浪涌干扰电压和 1.2/50 μ s 波形的情况下, 装置应能正常工作且性能指标满足要求。

6.4.8.5 抗静电放电干扰的能力

装置的抗静电放电的能力应符合 GB/T 17626.2 中的有关规定。在承受本文件表 5 中 4 级规定的静电放电电压值情况下, 装置应能正常工作且各性能指标满足要求。

表 5 静电放电试验的主要参数

试验项目	级别	试验值 kV	
		接触放电	空气放电
静止放电	3	± 6	± 8
	4	± 8	± 15
注 1: 3 级安装在具有湿度控制系统的专用房间内的设备。			
注 2: 4 级安装在不加控制环境中的设备。			

6.4.8.6 抗工频磁场干扰的能力

装置的抗工频磁场干扰的能力应符合 GB/T 17626.8 中的有关规定。在本文件表 6 中 4 级规定的工频磁场条件下, 装置应能正常工作且各项性能指标满足要求。

表 6 工频磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 A/m
工频磁场	3	连续正弦波	30
	4	连续正弦波	100
	特定	连续正弦波	与厂家协商确定
注 1: 3 级安装于典型工业环境中的设备: 工厂、电厂或处于特别居民区内的设备。			
注 2: 4 级处于恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备。			

6.4.8.7 抗阻尼振荡磁场干扰的能力

装置的抗阻尼振荡磁场干扰的能力应符合 GB/T 17626.10 中的有关规定。在本文件表 7 中 4 级规定的阻尼振荡磁场条件下，装置应能正常工作且各项性能指标满足要求。

表 7 阻尼振荡磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 A/m
阻尼振荡磁场	3	衰减振荡波	30
	4	衰减振荡波	100
	特定	衰减振荡波	与厂家协商确定
注 1: 3 级安装于典型工业环境中的设备: 工厂、电厂或处于特别居民区内的设备。			
注 2: 4 级处于恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备: 极为靠近中、高压敞开式和 GIS 或真空开关装置或其他电气设备的设备。			

6.4.8.8 抗脉冲磁场干扰的能力

装置的抗脉冲磁场干扰的能力应符合 GB/T 17626.9 中的有关规定。在本文件表 8 中 4 级规定的脉冲磁场条件下，装置应能正常工作且各项性能指标满足要求。

表 8 脉冲磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	试验值 A/m
辐射电磁场	3	100
	4	300
	5	1000
	X	特定
注: “X” 是一个开放等级, 可在产品规范中给出。		

6.4.8.9 抗辐射电磁场干扰的能力

装置的抗辐射电磁场干扰的能力应符合 GB/T 17626.3 中的有关规定。在表 9 中 4 级规定的辐射电磁场条件下，装置应能正常工作且各项性能指标满足要求。

表 9 射频电磁场辐射抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 V/m
辐射电磁场	3	80MHz~1 000MHz 连续波	10
	4	1.4GHz~2.0GHz 连续波	30
注 1: 3 级安装于典型工业环境中的设备: 工厂、电厂或处于特别居民区内的设备。			
注 2: 4 级处于恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备: 极为靠近中、高压敞开式和 GIS 或真空开关装置或其他电气设备的设备。			

6.4.9 机械振动性能

台区线损感知装置应能承受频率 f 为 2Hz~9Hz, 振幅为 0.3mm 及 f 为 9Hz~500Hz, 加速度为 10m/s^2 的振动。振动之后, 装置不应发生损坏和零部件受振动脱落现象, 各项性能均应符合基本性能的要求。

7 试验要求

7.1 试验条件

7.1.1 试验环境

试验环境要求如下:

- a) 环境温度: $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 45%~75%;
- c) 大气压力: 86kPa~106kPa。

7.1.2 试验设备

7.1.2.1 一般要求

试验中所使用的试验设备应满足以下要求:

- a) 测量设备通过计量检定或校准, 并在有效期内;
- b) 测量设备的测量范围覆盖被测量的装置的测量范围;
- c) 测量设备的测量不确定度优于被测量装置误差的 1/3。

7.1.2.2 环境模拟装置

环境模拟装置应满足以下要求:

- a) 温度输出范围: $-50^{\circ}\text{C}\sim130^{\circ}\text{C}$;
- b) 温度最大允许误差: $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- c) 温度波动度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;
- d) 温度均匀度不大于 2°C ;
- e) 相对湿度最大允许误差: $\pm 3\%$;
- f) 高低温试验的条件: 高温 $+70^{\circ}\text{C}$, 低温: -40°C ;
- g) 耐湿热试验的条件: 温度 40°C , 湿度 $(93\pm 5)\%$ 。

7.1.2.3 绝缘耐压试验装置

绝缘耐压试验装置应满足以下要求:

- a) 电压输出最大允许误差为满量程 (F.S.) 的 $\pm 2\%$;
- b) 电阻测量范围在 $10\text{G}\Omega\sim 50\text{G}\Omega$ 之间最大允许误差为 $\pm[\text{读数值 (rdg)} \times 15\% + 2\text{M}\Omega]$, 测量范围在 $1\text{G}\Omega\sim 9.999\text{G}\Omega$ 之间, 最大允许误差为 $\pm(5\% \text{rdg} + 0.2\text{M}\Omega)$, 测量范围在 $0.05\text{M}\Omega\sim 999.9\text{M}\Omega$ 之间最大允许误差为 $\pm(2\% \text{rdg} + 0.02\text{M}\Omega)$ 。

7.1.2.4 信号发生及采集装置

7.1.2.4.1 通信信号发生装置应满足以下要求:

- a) 具备 CAN、RS-485、网口等通信接口及通信功能;
- b) 支持对应通信协议, 下发控制信号, 采集并显示通信数据;

- c) 具备 CAN 波特率选择配置功能, 波特率至少包括 250kbps、500kbps、1 000kbps 档位选择;
- 4) 具备 RS-485 串口波特率选择配置功能, 波特率至少包括 9 600bps、19 200bps、115 200bps 档位选择。

7.1.2.4.2 采集装置应满足以下要求:

- a) 具备网口波特率选择配置功能, 波特率至少包括百兆 bps、千兆 bps 档位选择;
- b) 具备至少 2 路模拟量输出端口, 1 路模拟量输入检测端口;
- c) 具备至少 2 路数字量输出端口, 1 路数字量输入检测端口;
- d) 具备至少 2 路开关量输出端口, 1 路开关量输入检测端口;
- e) 模拟量输入输出电平范围至少为[0, 30]V;
- f) 数字量输入输出电平范围至少为[0, 5]V。

7.2 气候影响试验

7.2.1 高温试验

高温试验按 GB/T 2423.2 规定的 Bb 类进行, 在高温设定值+70℃时, 终端处于通电状态并保持 4h 后, 交流模拟量输入回路测量误差满足本文件 6.4.1 的要求。

7.2.2 低温试验

低温试验按 GB/T 2423.1 规定的 Ab 类进行, 在低温设定值-25℃时, 终端处于通电状态并保持 4h 后, 交流模拟量输入回路测量误差满足本文件 6.4.1 的要求。

7.2.3 湿热试验

按 GB/T 2423.3 的规定进行试验。试验箱内保持温度(40±2)℃、相对湿度 90%~95%, 试验周期为 2 天。试验结束前 0.5h, 在湿热条件下测绝缘电阻应不低于 2MΩ, 满足本文件中表 1 的要求。

7.3 性能试验

7.3.1 数据通信试验

通过试验检测台区线损感知装置能否能按照规定的方式和规约与台区智能融合终端、电能表持续正确传输采集数据, 其功能和性能满足 6.3.3 及 6.4.3 的要求。

7.3.2 功率消耗试验

用伏安法及功率表测量装置各回路的功耗, 应符合 6.4.6 的要求。

7.3.3 绝缘性能试验

7.3.3.1 绝缘电阻

绝缘电阻试验要求如下:

- a) 试验电压:
 - 1) 开路电压为 250V (额定绝缘电压≤60V 时);
 - 2) 开路电压为 500V (额定绝缘电压>60V 时)。
- b) 试验回路:
 - 1) 各带电的导电电路对地;
 - 2) 电气上无联系的各带电的导电电路之间。
- c) 试验结果应满足 6.4.7.1 的要求。

7.3.3.2 绝缘强度

绝缘强度试验要求如下：

- a) 试验电压：
 - 1) 0.5kV、50Hz（额定绝缘电压 $\leq 60V$ 时）；
 - 2) 1.0kV、50Hz（ $60V < \text{额定绝缘电压} \leq 125V$ 时）；
 - 3) 2.5kV、50Hz（ $125V < \text{额定绝缘电压} \leq 250V$ 时）。
- b) 试验时间：1min。
- c) 试验回路为：
 - 1) 各带电的导电电路对地；
 - 2) 电气上无联系的各带电的导电电路之间。
- d) 试验结果应满足 6.4.7.2 的规定。

7.3.3.3 冲击电压

冲击电压试验要求如下：

- a) 冲击试验电压：
 - 1) 1.0kV（额定绝缘电压 $\leq 60V$ 时）；
 - 2) 5.0kV（ $60V > \text{额定绝缘电压}$ 时）。
- b) 施加波形：波前时间 $1.2\mu s$ ，半波峰时间 $50\mu s$ 。
- c) 检验次数：各被试回路、各极性 5 次。
- d) 施加脉冲间隔：不小于 5s。
- e) 被试回路为：
 - 1) 各带电的导电电路对地；
 - 2) 电气上无联系的各带电的导电电路之间。
- f) 试验结果应满足 6.4.7.3 的规定。

7.3.4 电磁兼容性试验

7.3.4.1 电压暂降和短时中断试验

按 GB/T 17626.11 中的有关规定执行，在下述条件下进行试验：

- a) 试验条件应满足下列要求：
 - 1) 电压试验等级 $0\%U_T$ ；
 - 2) 从额定电压暂降 100%；
 - 3) 持续时间：0.5s，25 个周期；
 - 4) 中断次数 3 次，各次中断之间的恢复时间为 10s；
 - 5) 以上电源电压的突变发生在电压过零处。
- b) 试验时台区线损感知装置不应发生损坏或死机现象，各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.2 振荡波抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下，按 GB/T 17626.12 中的有关规定执行，在下述条件下进行试验：

- a) 试验条件应满足下列要求：
 - 1) 电压上升时间（第一峰）： $(75 \pm 15) ns$ ；

- 2) 振荡频率: (1 ± 0.1) MHz;
 - 3) 重复率: 至少 400/s;
 - 4) 衰减: 第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%;
 - 5) 脉冲持续时间: 不小于 2s;
 - 6) 输出阻抗: (200 ± 40) Ω ;
 - 7) 试验次数: 正负极性各 3 次;
 - 8) 测试时间: 60s。
- b) 在对各回路进行试验时, 可以出现短时通信中断和显示瞬时闪烁, 其功能和性能应正常, 各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.3 电快速瞬变脉冲抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.4 中的有关规定执行, 在下述条件下进行试验:

- a) 试验条件应满足下列要求:
 - 1) 严酷等级: 按本文件表 4 中的规定;
 - 2) 试验电压: 按本文件表 4 中的规定;
 - 3) 重复频率: 5kHz 或 100kHz;
 - 4) 试验时间: 1min/次;
 - 5) 试验电压施加次数: 正负极性各 3 次。
- b) 在对各回路进行试验时, 可以出现短时通信中断和显示瞬时闪烁, 其他功能和性能应正常, 试验后台区线损感知装置应能正常工作, 功能和性能应满足本文件第 6 章中的规定。

7.3.4.4 浪涌抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.5 中的有关规定执行, 在下述条件下进行试验:

- a) 试验条件应满足下列要求:
 - 1) 严酷等级: 按本文件表 5 中的规定;
 - 2) 试验电压: 按本文件表 5 中的规定;
 - 3) 波形: 1.2/50 μ s;
 - 4) 极性: 正、负;
 - 5) 试验次数: 正负极性各 5 次;
 - 6) 重复率: 每分钟一次。
- b) 在对各回路进行试验时, 可以出现短时通信中断和显示瞬时闪烁, 其他功能和性能应正常, 试验后台区线损感知装置应能正常工作, 功能应满足本文件第 6 章中的规定。

7.3.4.5 静电放电抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.2 中的有关规定执行, 在下述条件下进行试验:

- a) 试验条件应满足下列要求:
 - 1) 严酷等级: 4 级;
 - 2) 试验电压: 按本文件表 6 中的规定;
 - 3) 直接放电。施加部位: 在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分, 包括 RS-485 接口;

- 4) 间接放电。施加部位：台区线损感知装置各个侧面；
 - 5) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各 10 次，每次放电间隔至少为 1s；
 - 6) 如台区线损感知装置的外壳为金属材料，则直接放电采用接触放电；如台区线损感知装置的外壳为绝缘材料，则直接放电采用空气放电。
- b) 试验时，可以出现短时通信中断和显示瞬时闪烁，其他功能和性能应正常，试验后台区线损感知装置应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足本文件第 6 章中的规定。

7.3.4.6 工频磁场抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下，按 GB/T 17626.8 中的有关规定执行，施加大表 6 规定的工频磁场干扰，试验时，台区线损感知装置不应发生损坏或死机现象，各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.7 阻尼振荡磁场抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下，按 GB/T 17626.10 中的有关规定执行，施加本文件表 7 规定的阻尼振荡磁场干扰，试验时，台区线损感知装置不应发生损坏或死机现象，各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.8 脉冲磁场抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下，按 GB/T 17626.9 中的有关规定执行，施加本文件表 8 规定的脉冲磁场干扰，试验时，台区线损感知装置不应发生损坏或死机现象，各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.9 射频电磁场辐射抗扰度试验

台区线损感知装置在正常工作状态下，按 GB/T 17626.3 中的有关规定执行，在下述条件下进行试验：

- a) 试验条件应满足下列要求：
 - 1) 频率范围：按本文件表 9 中的规定；
 - 2) 严酷等级：4 级；
 - 3) 试验场强：30V/m（非调制）；
 - 4) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。
- b) 试验时，台区线损感知装置不应发生损坏或死机现象，各项功能、性能指标满足本文件第 6 章的相关要求。

7.3.4.10 连续通电稳定性试验

连续通电 72h，试验过程中，台区线损感知装置应能正常工作。试验结束后，交流工频电量测量误差应符合 6.4.1 的要求。

7.3.5 机械性能试验

机械性能试验要求如下：

- a) 试验条件应满足下列要求：
 - 1) 振动频率范围：2Hz~500Hz；
 - 2) 扫描速率：1 倍频/min；
 - 3) 扫频参数：2Hz~9Hz 振幅为 3mm，9Hz~500Hz 加速度为 10m/s²；

- 4) 振动方向：三个轴向，每个轴向扫频循环 20 次。
- b) 试验结束后，台区线损感知装置不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，各项性能均应符合基本性能的要求。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为型式试验、全性能检验、验收检验三类。

8.2 型式试验

8.2.1 周期

台区线损感知装置新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时，应进行型式试验。批量生产或连续生产的装置，宜每两年至少进行一次型式试验。

8.2.2 抽样

型式试验的样品应在出厂检验合格的终端中随机抽取。按 GB/T 2829 选择判别水平 I，不合格质量水平 RQL=30 的一次抽样方案见公式 (1)，即

$$[n \quad Ac \quad Re]=[3 \quad 0 \quad 1] \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- n —— 样本大小；
- Ac —— 合格品判定数；
- Re —— 不合格品判定数。

8.2.3 不合格分类

按 GB/T 2829 规定，不合格分为 A、B 两类。各类的权值定为：A 类 1.0，B 类 0.5。

8.2.4 合格或不合格判定

检验项目不合格类别的划分见表 10。当一个样本不合格检验项目的不合格权值的累积数大于或等于 1 时，则判为不合格品；反之为合格品。

对一个样本的某个试验项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。

8.3 全性能检验

全性能检验一般在产品招标前进行，样品通过抽样方式确定，抽样方案符合 8.2.2 要求。

8.4 验收检验

8.4.1 项目和建议顺序

对于到货验收的终端，应按型号、生产批号相同者划分为组，按组提供给质检部门按表 10 中项目和建议顺序逐个进行检验。

8.4.2 不合格判定

检验中出现任一检验项目不合格时，判该终端为不合格，应重新进行调换或维修。

8.5 项目和建议顺序

检验项目和建议顺序见表 10。

表 10 检验项目和建议顺序

序号	检验项目	型式试验	出厂试验	验收检验	分类	
1	结构试验	一般检查	√	√	√	B
2		外壳检查	√	√	—	B
3		金属检查	√	√	—	A
4	环境温度试验	高温试验	√	√	—	A
5		低温试验	√	√	—	A
6		湿热试验	√	√	—	A
7	绝缘性能试验	绝缘电阻	√	√	√	A
8		绝缘强度试验	√	—	—	A
9		冲击电压试验	√	—	—	A
10	电磁兼容试验	电压暂降和短时中断	√	√	—	A
11		振荡波抗扰度	√	√	—	A
12		电快速瞬变脉冲群抗扰度	√	√	—	A
13		浪涌抗扰度	√	√	—	A
14		静电放电抗扰度	√	√	—	A
15		工频磁场抗扰度	√	√	—	A
16		脉冲磁场干扰度	√	√	—	A
17		辐射电磁场抗扰度	√	√	—	A
18	功耗试验	功耗试验	√	√	—	A
19	机械振动性能	机械振动性能	√	√	—	A
20	功能试验	数据通信	√	√	√	A
21		事件记录及上报	√	√	√	A
22		时间同步	√	√	√	A
23		远程升级	√	—	√	A
24		相位识别	√	√	√	A
25		特征信号发送与接收	√	√	√	A

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

产品铭牌和标识应符合下列规定：

- 铭牌应包括产品名称、分类和编码、商标、出厂编号、制造商名称、制造日期或批号等内容；
- 产品应有防触电、接地及高压标识。

9.2 包装

产品包装应满足以下要求：

- 产品应有外包装，包装应符合 GB/T 13384 的规定；

- b) 包装储运图示标志和警示标志应符合 GB/T 191 的规定；
- c) 包装箱内随行文件应包括：装箱单、产品合格证、产品使用说明书、出厂检验报告、保修卡及用户意见调查表等。

9.3 运输

产品运输应符合 GB/T 4798.2 的规定。

9.4 贮存

产品贮存时应满足以下要求：

- a) 贮存温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；
 - b) 贮存相对湿度：不大于 95%；
 - c) 贮存环境应避雨、防晒，避免出现凝露和霜冻，避免强烈机械振动、冲击，避免接触腐蚀性介质及强电磁场。
-

团 体 标 准
台区线损感知装置技术规范

T/CES 187—2022

2022 年 12 月第一版

*

北京西城区莲花池东路 102 号天莲大厦 10 层

邮政编码：100055

网址：<http://ces.org.cn/html/category/17060132-1.htm>

电话：010-63256990 63256997

版权专有 侵权必究