



# 团体标准

T/CES XXX-XXXX

## 架空型配网故障行波精准定位装置技术规范

Technical specification for overhead line fault traveling wave  
precise positioning device of distribution network

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布



# 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
3.1 故障定位 fault location .....	2
3.2 配电线路行波 distribution line traveling wave .....	2
3.3 最小工作电流 minimum working current .....	2
3.4 最大工作电流 maximum working current .....	2
3.5 双端行波测距 fault location based on double-ended traveling wave .....	2
3.6 测距误差 fault location error .....	2
3.7 时间同步误差 time synchronization error .....	2
3.8 配网故障行波定位装置 distribution network travelling wave fault location device .....	2
4 技术要求 .....	2
4.1 环境条件 .....	2
4.2 外观结构 .....	2
4.3 通信要求 .....	3
4.4 功能要求 .....	3
4.5 技术参数 .....	4
4.6 电源要求 .....	5
4.7 环境适应性要求 .....	5
4.8 耐湿热性能 .....	5
4.9 电气性能要求 .....	5
4.10 电磁兼容抗扰度性能要求 .....	5
4.11 机械性能要求 .....	6
5 试验方法 .....	6
5.1 试验条件 .....	6
5.2 结构及外观检查 .....	6
5.3 功能试验 .....	7
5.4 通信及规约一致性 .....	7
5.5 电源适应性试验 .....	9
5.6 气候环境试验 .....	9
5.7 电气性能试验 .....	9
5.8 电磁兼容抗扰度试验 .....	9
5.9 机械性能试验 .....	10

6 检验规则 ..... 10

6.1 检验分类 ..... 10

6.2 出厂检验 ..... 10

6.3 型式试验 ..... 11

6.4 抽样检验 ..... 11

7 标志、包装、运输和贮存要求 ..... 12

7.1 标志 ..... 12

7.2 包装 ..... 12

7.3 运输 ..... 12

7.4 贮存 ..... 12

## 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》给出的规则起草。

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。

本文件由能源行业配网系统标准化技术委员会（NEA/TC 42）归口。

本文件起草单位：四川思极科技有限公司、国网信息通信产业集团有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、武汉三相电气有限公司、郑州优碧科技有限公司、智联新能电力科技有限公司、四川中电启明星信息技术有限公司、湖北华中电力科技开发有限责任公司、北京工业大学、云南电力调度控制中心、国网信息通信产业集团有限公司北京分公司、北京远度互联科技有限公司。

本文件主要起草人：龚奕宇、李炳森、丁理杰、张华、陈泽宇、钟旭、陈居利、何书宇、唐黎、毛强、周朋、杨勇波、唐冬来、张玲璐、胡枫、郑文浪、贾俊楠、汤新建、韩永江、潘松、黄璞、谭启昀、迟远英、杨庭、甘剑雄、石恒初。

本文件为首次发布。



# 架空型配网故障行波精准定位装置技术规范

## 1 范围

本标准规定了架空型配网故障行波精准定位装置的基本技术要求、试验方法、检验规则及对标志、包装、运输、贮存的要求。

本标准适用于 10kV~20kV 电压等级架空型配网故障行波精准定位装置（以下简称行波精准定位装置）。35kV 电压等级交流架空线路可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 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/T 2423.10-2019 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 5169.11-2017 电工电子产品着火危险试验 第 11 部分：灼热丝/灼热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法（GWEPT）

GB/T 16927.4 高电压和大电流试验技术 第 4 部分：试验电流和测量系统的定义和要求

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 17626.3-2023 电磁兼容 试验和测量技术 第 3 部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

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 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

### 3 术语和定义

GB/T2900.1、GB/T2900.17 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 故障定位 fault location

确定配电线路故障点的位置。

#### 3.2 配电线路行波 distribution line traveling wave

配电线路发生故障、遭受雷击或变电站开关操作等产生的沿配电线路传输的暂态电压、电流波。

#### 3.3 最小工作电流 minimum working current

交流线路采用感应取能方式时，满足装置正常工作所需的单根导线最小工频电流。

#### 3.4 最大工作电流 maximum working current

交流线路采用感应取能方式，满足装置正常工作所能耐受的最大工频电流。

#### 3.5 双端行波测距 fault location based on double-ended traveling wave

利用线路内部故障产生的初始行波到达线路两端的时间差确定故障点位置的测距方法。

#### 3.6 测距误差 fault location error

行波精准定位装置测量的故障点与实际故障点之间的距离。

#### 3.7 时间同步误差 time synchronization error

不同行波精准定位装置在标注同一事件发生时刻时所产生的相对时间差。

#### 3.8 配网故障行波定位装置 distribution network travelling wave fault location device

分布安装在配网线路上，对配电线路行波、工频信号进行监测，以实现故障精准定位的装置。

### 4 技术要求

#### 4.1 环境条件

##### 4.1.1 环境温湿度

环境温度：-40℃ ~ +70℃；

环境湿度：不大于 95%RH。

##### 4.1.2 大气压力

50kPa~106kPa。

##### 4.1.3 海拔

安装场地的海拔不超过 5000m。

#### 4.2 外观结构

##### 4.2.1 外观要求



行波精准定位装置应满足以下外观要求：

- a) 外观应整洁美观、无损伤或机械形变，内部元器件、部件固定应牢固，封装材料应饱满、牢固、光亮、无流痕、无气泡；
- b) 应具备唯一的硬件版本号、软件版本号、类型标识代码、ID 号标识代码和二维码。

#### 4.2.2 结构要求

行波精准定位装置应满足以下结构要求：

- a) 外壳应采用非金属阻燃材料，能承受 GB/T 5169.11 规定的 5 级着火危险，应采用抗紫外线、抗老化、抗冲击和耐腐蚀材料，应有足够的机械强度，能承受使用或搬运中可能遇到的机械力，满足长期户外应用免维护要求；
- b) 应具有较强的环境适应性，具备防雨、防潮、防腐蚀、抗振、防雷、防电磁干扰等性能，应符合外壳防护等级满足 IP65 及以上的要求；
- c) 卡线结构应在不同截面线缆上安装方便可靠，安装牢固且不造成线缆损伤，支持绝缘杆带电安装和拆卸。结构件经 10 次装卸应到位且不变形；
- d) 重量应不大于 4.0kg，对于重量超过 2.0kg 行波精准定位装置卡线结构宜采用机械螺栓卡线结构。

#### 4.3 通信要求

行波精准定位装置应满足以下通信要求：

- a) 数据应能接入主站系统；
- b) 应支持数据定时上送功能，应支持故障数据主动上送；
- c) 与主站通过无线公网/专网双向通信，通信规约应遵循消息队列遥测传输(Message Queuing Telemetry Transport, MQTT)协议，或满足省市公司特殊规约接入主站。

#### 4.4 功能要求

##### 4.4.1 故障录波

行波精准定位装置故障录波功能应满足以下要求：

- a) 应能自动检测故障行波电流、工频电流及对地电场信号，具备 0.5 小时故障数据存储功能。
- b) 具备故障录波功能，录波功能启动条件包括工频过流故障、线路失压等，可远方设定启动条件参数用于故障的判断。
- c) 录波应包括故障发生时刻前不少于 4 个周波和故障发生时刻后不少于 8 个周波的波形数据，录波点数为不少于 256 点/周波，录波数据应包含电场、电流、高频行波等。

##### 4.4.2 故障定位

行波精准定位装置故障定位功能应满足以下要求：

- a) 接地选线
 

可基于各馈出线首端监测数据，采用行波法与暂态法相结合实现接地故障选线，实现小电流接地系统（不接地和消弧线圈接地），金属性接地、弧光接地、低阻接地、高阻接地（ $5k\Omega$ ）4 种接地故障下的选线功能。其中，

  - 接地电阻  $2k\Omega$  以下和弧光接地下，选线准确度不低于 95%；
  - 接地电阻  $5k\Omega$  时选线准确度不低于 90%。
- b) 故障区间定位
 

可基于各馈出线监测数据，采用暂稳态法与行波法相结合实现故障区间定位。其中，

短路故障，区间定位准确度不低于 99%；接地电阻  $2\text{k}\Omega$  以下和弧光接地下，区间定位准确度不低于 95%；接地电阻  $5\text{k}\Omega$  时，区间定位准确度不低于 90%。

c) 故障精确定位

应采用行波定位技术，进行故障精确定位，故障定位精度在  $\pm 100$  米以内。故障定位结果需含故障时间、故障距离和精确杆塔号。

**接地故障精准定位：**装置应能实现小电流接地系统（不接地和消弧线圈接地），金属性接地、弧光接地、低阻接地、高阻接地（ $5\text{k}\Omega$ ）4 种接地故障下的故障精准定位功能。其中，接地电阻  $2\text{k}\Omega$  以下和弧光接地下，故障定位准确率不低于 90%；接地电阻  $5\text{k}\Omega$  时，故障定位准确率不低于 85%。

**短路故障精准定位：**装置应能实现常见短路故障的精准定位功能，故障定位准确率不低于 95%。

#### 4.4.3 远程维护

行波精准定位装置远程维护功能应满足以下要求：

- a) 应具备自身保护功能，且具有自检功能，异常情况可主动报警。
- b) 对可能出现的死机问题可自动复位恢复。
- c) 具有本地及远方维护功能，且支持远方程序下载和升级。

#### 4.4.4 防误报警

行波精准定位装置应满足以下防误报警要求：

- a) 负荷波动不应误报警；
- b) 大负荷投切不应误报警；
- c) 合闸（含重合闸）涌流不应误报警；
- d) 带电安装拆卸不应误报警。

### 4.5 技术参数

#### 4.5.1 行波电流测量

行波精准定位装置行波电流测量应满足以下要求：

- a) 行波电流采样率： $\geq 2\text{MHz}$ ；
- b) 行波电流测量范围： $1\sim 500\text{A}$ ；
- c) 行波电流连续记录时长： $\geq 1\text{ms}$ ；
- d) 行波电流采集测量误差： $1\text{A}\sim 40\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 2\text{A}$ ； $40\text{A}\sim 500\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 5\%$ 。

#### 4.5.2 工频电流测量

行波精准定位装置工频电流测量应满足以下要求：

- a) 工频电流采样率： $\geq 12.8\text{kHz}$ ；
- b) 工频电流测量范围： $0\sim 600\text{A}$ ；
- c) 工频电流测量误差： $0\text{A}\sim 20\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 0.5\text{A}$ ； $20\text{A}\sim 100\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 1\text{A}$ ； $100\text{A}\sim 600\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 1\%$ 。

#### 4.5.3 时钟同步

行波精准定位装置时钟同步应满足以下要求：

- a) 装置应支持北斗/GPS 卫星同步对时；
- b) 线路上一个安装位置的 A、B、C 三台行波精准定位装置之间的时钟同步误差不大于  $0.1\mu\text{s}$ ，同一条线路上各安装位置的行波精准定位装置之间时间同步误差不大于  $0.1\mu\text{s}$ 。

## 4.6 电源要求

行波精准定位装置电源应满足以下要求：

- a) 应采用 TA 耦合取电(耦合取电 TA 与采样 TA 均为独立磁芯)为主、太阳能与后备电池为辅的混合供电方式；
- b) 在混合供电条件下的最小工作电流不大于 3A，最大工作电流不小于 600A；
- c) 温度 25℃、光照在 150W/m<sup>2</sup>的条件下，纯太阳能供电应能独立维持装置全功能运行，同时应能给后备电池充电；
- d) 在线路没有负荷电流和没有光照的条件下，满电状态下后备电池应能在-40℃~+70℃温度环境下独立维持装置全功能运行 120 小时以上；
- e) 后备电池应采用锂电池，电池寿命不小于 500 个充放电周期。

## 4.7 环境适应性要求

### 4.7.1 高温试验

将行波精准定位装置置于试验箱中，保持在非通电状态下，箱内温度为 70℃，保持 4h，试验期间及试验后行波精准定位装置功能应正常。

### 4.7.2 低温试验

将行波精准定位装置置于试验箱中，保持在非通电状态下，箱内温度为-40℃，保持 4h，试验期间及试验后行波精准定位装置功能应正常。

## 4.8 耐湿热性能

对行波精准定位装置进行交变湿热试验。试验期间及试验后，行波精准定位装置应能正常工作。试验严酷程度应满足下列要求：

- a) 高温温度为：55℃；
- b) 相对湿度：稳定期间应不小于 95%；
- c) 循环次数 2 次。

## 4.9 电气性能要求

### 4.9.1 短路电流冲击

短路故障电流 20kA（有效值），短路故障电流持续时间 2s 的短路电流冲击，装置外观应无破损、紧固件无松动现象，试验结束后行波精准定位装置功能应正常。

### 4.9.2 雷电流冲击

监测终端应能承受幅值 5kA、8/20us 的雷电流冲击 3 次，试验结束后行波精准定位装置功能应正常。

### 4.9.3 连续通电

行波精准定位装置完成调试后，出厂前应进行不少于 100h(常温)或 72h(+40℃)连续通电试验。试验期间，行波精准定位装置工作应正常，不应有元器件损坏或其他异常情况出现。试验结束后，行波精准定位装置的性能和参数应符合 4.3、4.4 的规定。

## 4.10 电磁兼容抗扰度性能要求

### 4.10.1 静电放电抗扰度试验

行波精准定位装置应进行 GB/T 17626.2 规定的试验等级为 4 级的接触放电试验，试验结果评定应达到 a 级。

#### 4.10.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

行波精准定位装置应进行 GB/T 17626.3 规定的试验等级为 3 级的射频电磁场辐射抗扰度试验，试验结果评定应达到 a 级。

#### 4.10.3 脉冲磁场抗扰度试验

行波精准定位装置应进行 GB/T 17626.9 规定的试验等级为 5 级的脉冲磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到 a 级。

#### 4.10.4 工频磁场抗扰度试验

行波精准定位装置应进行 GB/T 17626.8 规定的试验等级为 5 级的工频磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到 a 级。

### 4.11 机械性能要求

#### 4.11.1 振动性能

行波精准定位装置应能承受 GB/T 2423.10 规定的振动试验。严酷等级应满足下列要求：

- a) 频率范围：10 Hz～150 Hz；
- b) 加速度幅值：10m/s<sup>2</sup>；
- c) 扫频循环次数：5 次；
- d) 危险频率持续时间：10min±0.5min。

#### 4.11.2 垂直振动疲劳性能

行波精准定位装置应能承受振幅  $A=\pm 0.5\text{mm}$ 、频率  $f=25\text{Hz}\sim 50\text{Hz}$ 、振动次数  $N=1\times 10^7$  次的垂直正弦振动。

#### 4.11.3 碰撞性能

在非工作状态下，非包装状态的行波精准定位装置应能承受如下严酷等级的碰撞：

- a) 脉冲持续时间：16ms；
- b) 每方向的碰撞次数：1000 次；
- c) 峰值加速度：98m/s<sup>2</sup>。

## 5 试验方法

### 5.1 试验条件

除另有规定外，各项检验宜在如下正常试验大气条件下进行：

- a) 环境温度：+15℃～+35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa。

### 5.2 结构及外观检查

对行波精准定位装置进行以下外观及质量检查：

- a) 目测外壳表面没有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形和污染，表面涂镀层应均匀、不起泡、龟裂、脱落和磨损，金属零部件没有锈蚀及其它机械损伤；
- b) 各零部件紧固无松动；
- c) 标志、铭牌、文字及符号，应简明清晰，铭牌上应标出产品的名称、型号、制造商及生产序号；
- d) 选取常见架空裸导线及绝缘导线，循环安装、拆卸行波精准定位装置 10 次，目测线缆无破损、无毛刺等情况，且装置金属结构件经 10 次装卸后无明显变形；
- e) 采用计量器具测量监测装置的质量，质量应满足技术要求。

### 5.3 功能试验

#### 5.3.1 采集准确度试验

对行波精准定位装置进行以下采集准确度试验：

##### a) 行波电流精度

根据 4.5.1 的要求，将行波精准定位装置安装在试验导线上，对导线回路施加冲击电流，行波精准定位装置测量到的行波电流应满足精度要求；

##### b) 工频电流精度

根据 4.5.2 的要求，将行波精准定位装置安装在试验导线上，对导线回路施加冲击电流，行波精准定位装置测量到的行波电流应满足精度要求；

##### c) 同步精度

根据 4.5.3 的要求，将 2 台行波精准定位装置安装在试验导线上，对导线回路施加冲击电流 3 次，3 次采集到的行波电流偏差应满足要求。

#### 5.3.2 定位准确度试验

根据 4.4 要求，在真型试验线路或者 RTDS 仿真环境下，模拟不同中性点接地方式、不同故障过渡电阻下的单相接地故障，测试装置选线准确率、定位精度、准确率以及时效性，要求能满足所有指标要求。

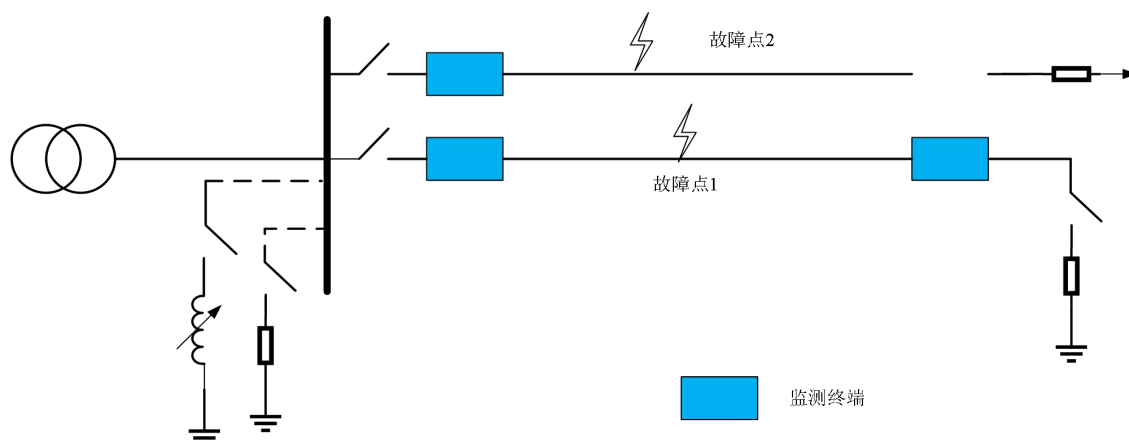


图 2 试验环境典型线路图

试验场景要求：

- a) 试验场景不少于 2 回辐射线路；
- b) 中性点不接地系统电容电流建议 10A，中性点经消弧线圈接地系统建议电容电流 100A，消弧线圈过补偿，残留不超过 10A；

c) 试验样机 3 套, 2 套安装在一回出线上, 验证故障定位精度, 1 套安装在另一回出线首端, 验证选线准确率。

试验项目要求:

表 1 试验项目

序号	系统中性点接地方式	试验项目	故障发生次数	考核指标
1.	不接地	金属性接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
2.		1000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
3.		2000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 3 次, A、B、C 三相至少各发生一次。	按 4.4.2 执行
4.		5000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 3 次, A、B、C 三相至少各发生一次。	按 4.4.2 执行
5.		稳定弧光接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
6.		间歇性弧光接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
7.	经消弧线圈接地	金属性接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
8.		1000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
9.		2000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 4 次, A、B、C 三相至少各发生一次。	按 4.4.2 执行
10.		5000 欧姆过渡电阻接地故障	区内、区外故障各 3 次, A、B、C 三相至少各发生一次。	按 4.4.2 执行
11.		稳定弧光接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行
12.		间歇性弧光接地故障	区内、区外故障各 3 次, 分别在 A、B、C 三相发生。	按 4.4.2 执行

## 5.4 通信及规约一致性

对行波精准定位装置进行以下通信及规约一致性试验：

a) 模拟与实际负荷、短路和单相接地现象相符的试验环境，将行波精准定位装置接入模拟试验系统中，在规约检测系统中应能正确显示负荷监测数据、故障状态、接地故障波形等信息，行波精准定位装置能正确执行相关指令，检测结果并应满足 4.3 节要求。

b) 行波精准定位装置与模拟试验系统主站软件建立连接时间应小于 5min。

## 5.5 电源适应性试验

根据 4.6 的要求，对行波精准定位装置进行电源性能试验。满电状态下，后备电池可在-25℃温度环境下独立维持装置全功能运行 120 小时。

## 5.6 气候环境试验

### 5.6.1 高温运行试验

根据 4.7.1 的要求，按照 GB/T 2423.2 的规定和方法，对行波精准定位装置进行高温试验。

### 5.6.2 低温运行试验

根据 4.7.2 的要求，按照 GB/T 2423.1 的规定和方法，对行波精准定位装置进行低温试验。

### 5.6.3 耐湿热试验

根据 4.8 的要求，按照 GB/T 2423.4 的规定和方法，对行波精准定位装置进行交变湿热试验。

## 5.7 电气性能试验

### 5.7.1 短路电流冲击试验

根据 4.9.1 的要求，将行波精准定位装置安装在试验导线上，处于感应取电工作状态。对行波精准定位装置进行短路电流冲击试验。

试验期间及试验后，行波精准定位装置应能正常工作。

### 5.7.2 雷电流冲击试验

根据 4.9.2 的要求，将行波精准定位装置安装在试验导线上，处于工作状态。对导线回路施加幅值和波形为 5kA、8/20 μs 的雷电流冲击 3 次，试验波形满足 GB/T 16927.4 的规定。

试验期间及试验后，行波精准定位装置应能正常工作。

### 5.7.3 连续通电试验

根据 4.9.3 的要求，对行波精准定位装置进行交变湿热试验。

## 5.8 电磁兼容抗扰度试验

对行波精准定位装置进行以下电磁兼容抗扰度试验：

### a) 静电放电抗扰度试验

根据 4.10.1 的要求，按照 GB/T 17626.2 的规定和方法，对行波精准定位装置进行静电放电抗扰度试验。试验期间及试验后，行波精准定位装置应能正常工作；

### b) 射频电磁场辐射抗扰度试验

根据 4.10.2 的要求，按照 GB/T 17626.3 的规定和方法，对行波精准定位装置进行射频电磁场辐射抗扰度试验。试验期间及试验后，行波精准定位装置应能正常工作；

## c) 脉冲磁场抗扰度试验

根据 4.10.3 的要求,按照 GB/T 17626.9 的规定和方法,对行波精准定位装置进行脉冲磁场抗扰度试验。试验期间及试验后,行波精准定位装置应能正常工作;

## d) 工频磁场抗扰度试验

根据 4.10.4 的要求,按照 GB/T 17626.8 的规定和方法,对行波精准定位装置进行工频磁场抗扰度试验。环境试验期间及试验后,行波精准定位装置应能正常工作。

## 5.9 机械性能试验

### 5.9.1 防护等级试验

按照 GB 4208 的规定和方法,对行波精准定位装置进行防护等级为 IP56 的试验。试验后,行波精准定位装置应能正常工作。

### 5.9.2 振动试验

按照 GB/T 2423.10 的规定和方法,对行波精准定位装置进行振动试验。试验后,检查行波精准定位装置应无损坏和紧固件松动脱落现象,并能正常工作。

### 5.9.3 垂直振动疲劳试验

将行波精准定位装置按要求固定在受张导线上,进行垂直振动疲劳试验。试验后,行波精准定位装置应正常工作,各部件无松动,无损坏,夹头无滑移,无明显磨损;行波精准定位装置夹头处的导线不应发生损伤,线夹螺栓的残余力矩不得小于安装力矩的 60%。垂直振动疲劳试验条件如下:

a) 导线张力:  $(10 \sim 25) \% C_U TS$  (计算拉断力);

b) 振动条件: 振动频率范围为  $25\text{Hz} \sim 50\text{Hz}$ , 监测终端安装处导线振幅  $A = \pm 0.5\text{mm}$  处, 振动次数  $N = 1 \times 10^7$  次。

### 5.9.4 碰撞试验

按照 GB/T 2423.6 的规定和方法,对行波精准定位装置进行碰撞试验。试验后,行波精准定位装置应无损坏,紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落等现象,行波精准定位装置能正常工作。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

行波精准定位装置的检验种类分为型式检验、出厂试验和抽样试验三种。

### 6.2 出厂检验

每台行波精准定位装置出厂前必须由制造商的质量检验部门进行出厂检验,确认合格后方可出厂,检验合格出厂的产品具有证明行波精准定位装置合格的产品合格证书。出厂检验在正常试验大气条件下进行。检验项目见表 2。

表 2 检验项目

序号	试验类别	试验项目	型式试验	出厂试验	抽样试验
1	外观结构检查	外观结构检查	√	√	√
2	功能试验	采集准确度试验	√	√	√
3		定位准确度试验	√	√	—
4	通信及规约一致性试验	通信及规约一致性试验	√	√	√



5	电源适应性试验	电源适应性检测	√	—	√
6	气候环境试验	高温运行试验	√	—	√
7		低温运行试验	√	—	√
8		耐湿热试验	√	—	—
9	电气性能试验	短路电流冲击试验	√	—	—
10		雷电流冲击试验	√	—	—
11		连续通电试验	√	√	—
12	电磁兼容抗扰度试验	静电放电抗扰度试验	√	—	—
13		射频电磁场辐射抗扰度试验	√	—	—
14		脉冲磁场抗扰度试验	√	—	—
15		工频磁场抗扰度试验	√	—	—
16	机械性能试验	防护等级试验	√	—	—
17		振动试验	√	—	—
18		垂直振动疲劳试验	√	—	—
19		碰撞试验	√	—	—

### 6.3 型式试验

#### 6.3.1 环境条件

型式试验在正常试验大气条件下进行。

#### 6.3.2 试验条件

凡遇下列情况之一，应进行型式试验

- 新产品定型鉴定前；
- 产品转厂生产定型鉴定前；
- 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- 出厂检验结果与上批产品检验有较大差异时；
- 合同规定时。

#### 6.3.3 型式试验项目

型式试验项目见表 2。

#### 6.3.4 合格判定

装置的合格判定原则如下：

- 试品应为出厂检验合格的产品。
- 试品未发现有主要缺陷的，则判定试品为合格。

注 1：行波精准定位装置的主要缺陷是指需更换重要元器件或对软件进行重大修改后才能消除，或一般情况下可能修复的缺陷（易损件除外），其余的缺陷作为一般缺陷。

### 6.4 抽样试验

#### 6.4.1 适用条件

抽样试验仅对行波精准定位装置进行。抽样试验的样品应在出厂试验合格的同批次产品中随机抽取。

#### 6.4.2 抽样原则

试验样品抽取原则如下：产品每批次数量为 100 台及以上抽取 3 台，数量为 20~50 台抽取 2 台，数量为 20 台及以下抽取 1 台。

### 6.4.3 抽样试验项目

抽样试验项目见表 2。

## 7 标志、包装、运输和贮存要求

### 7.1 标志

#### 7.1.1 产品标志

每台行波精准定位装置应在显著位置设置持久明晰的标志或铭牌，并标志下列内容：

- a) 装置型号和代号。
- b) 产品名称的全称。
- c) 制造单位全称及商标。
- d) 出厂年月及编号。

#### 7.1.2 包装标志

包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标记：

- a) 发货单位名称，产品名称，型号。
- b) 收货单位名称，地址，到站。
- c) 包装箱外形尺寸（宽×高×深）及毛重。
- d) 包装箱外面书写“防潮”、“向上”、“小心轻放”等标记字样。

### 7.2 包装

#### 7.2.1 产品包装前检查

产品包装前应检查如下内容：

- a) 产品的合格证书、使用说明书、出厂检验报告、附件、备品、备件及装箱清单等（备件清单）齐全。
- b) 产品外观无损伤。
- c) 产品表面清洁。

#### 7.2.2 包装的一般要求

产品应有内包装和外包装，插件插箱的可动部分应锁紧扎牢，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。包装箱上应有清楚的标志和行波故障测距装置型号。包装应符合国家标准的有关规定。

### 7.3 运输

产品应适用于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱上的标志的规定和国家运输标准有关规定进行操作。

### 7.4 贮存

包装完好的行波精准定位装置应在相对湿度不大于 85%的库房内保留原包装贮存，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘、雨、雪侵害。