

# 青岛鼎信通讯股份有限公司企业标准

---

## 架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压 启动高精度型）V1.0

2021 年 09 月 23 日发布

2021 年 09 月 23 日实施

青岛鼎信通讯股份有限公司 发布

## 目录

1 范围.....	- 5 -
2 规范性引用文件.....	- 5 -
3 术语与定义.....	- 6 -
3.1 架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型） .....	- 6 -
3.2 采集单元.....	- 6 -
3.3 汇集单元.....	- 6 -
3.4 边缘计算单元.....	- 6 -
3.5 故障电流.....	- 7 -
3.6 故障特征.....	- 7 -
3.7 故障判据.....	- 7 -
3.8 故障电流报警动作值.....	- 7 -
3.9 数据传输.....	- 7 -
4 环境条件.....	- 7 -
4.1 正常使用条件.....	- 7 -
4.1.1 环境温湿度.....	- 7 -
4.1.2 大气压力.....	- 7 -
4.1.3 相对湿度(在 25℃ 时).....	- 7 -
4.1.4 海拔高度.....	- 7 -
4.1.5 污秽等级.....	- 7 -
4.2 特殊使用条件.....	- 8 -
4.3 安装地点.....	- 8 -
5 外观与结构.....	- 8 -
5.1 总体要求.....	- 8 -
5.1.1 通用要求.....	- 8 -
5.1.2 边缘计算单元专用要求.....	- 8 -
5.2 外观与结构.....	- 9 -
5.2.1 通用要求.....	- 9 -
5.2.2 边缘计算单元专用要求.....	- 9 -
5.2.3 汇集单元、采集单元专用要求.....	- 9 -
6 电源要求.....	- 10 -
6.1 采集单元.....	- 10 -
6.2 汇集单元.....	- 10 -
6.3 边缘计算单元.....	- 11 -
7 绝缘性能试验.....	- 11 -
7.1 绝缘电阻.....	- 11 -
7.2 绝缘强度.....	- 11 -
7.3 泄漏电流（站内） .....	- 11 -
8 功能试验.....	- 12 -
8.1 短路和接地故障识别.....	- 12 -
8.1.1 短路故障.....	- 12 -
8.1.2 接地故障.....	- 12 -
8.2 监测功能.....	- 12 -
8.3 复位功能.....	- 12 -

8.4 故障录波.....	- 12 -
8.5 防误动功能.....	- 13 -
8.6 数据存储.....	- 13 -
8.7 零序电压监测与事件信息记录功能.....	- 13 -
8.8 汇集信息功能.....	- 14 -
8.9 报警信息发送功能.....	- 14 -
8.10 自检功能.....	- 14 -
8.11 自动恢复功能.....	- 14 -
8.12 维护要求.....	- 14 -
9 指标参数.....	- 14 -
10 通信要求.....	- 15 -
10.1 采集单元与汇集单元之间通讯机制.....	- 15 -
10.2 汇集单元与边缘计算单元之间通讯机制.....	- 16 -
10.3 边缘计算单元/汇集单元与主站之间通讯机制.....	- 16 -
10.4 通讯距离及规约.....	- 16 -
10.5 对时及守时.....	- 16 -
11 性能试验.....	- 16 -
11.1 电气性能试验（站内/站外）.....	- 16 -
11.2 低温性能试验（站内/站外）.....	- 17 -
11.3 高温性能试验（站内/站外）.....	- 18 -
11.4 盐雾试验（站内/站外）.....	- 18 -
11.5 凝露试验（站外）.....	- 19 -
11.6 冷热冲击（站内/站外）.....	- 19 -
11.7 交变湿热（站内/站外）.....	- 19 -
11.8 自由跌落试验（站内/站外）.....	- 20 -
11.9 振动耐久性能试验（站内/站外）.....	- 21 -
11.10 冲击碰撞试验（站内/站外）.....	- 21 -
11.11 卡线结构的握力试验（采集单元）.....	- 21 -
11.12 着火危险试验（采集单元）.....	- 21 -
11.13 防护等级试验（站内/站外）.....	- 22 -
11.14 阳光辐射试验（站外）.....	- 22 -
11.15 模拟汽车颠簸试验（站内/站外）.....	- 22 -
11.16 高温耐久运行试验（站内/站外）.....	- 22 -
11.17 极端高温环境下的电源中断影响试验（站内）.....	- 22 -
11.18 极端低温环境下的电源中断影响试验（站内）.....	- 22 -
11.19 电源电压随机中断试验（站内）.....	- 23 -
11.20 电压逐渐变化影响试验（站内）.....	- 23 -
11.21 过压保护试验（站内）.....	- 23 -
11.22 电源谐波影响试验（站内）.....	- 23 -
11.23 电源缓升变化试验（站内/站外）.....	- 23 -
11.24 外部供电情况下时钟电池放电电流检测（站内/站外）.....	- 24 -
11.25 备用电池充放电（站外）（研发自测项目）.....	- 24 -
11.26 续航能力测试试验（站外）.....	- 24 -
11.27 器件温升（站内/站外）.....	- 24 -
11.28 USB 接口短路试验（站内/站外）.....	- 24 -

11.29	接地电阻测试（站内/站外） .....	- 25 -
11.30	电棍放电影响试验（采集单元） .....	- 25 -
11.31	GPRS 模块屏蔽箱影响试验（站内/站外） .....	- 25 -
11.32	对讲机抗扰度试验（站内/站外） .....	- 25 -
11.33	模拟安装架空电缆上的振动试验、颠簸试验（采集单元） .....	- 25 -
11.34	启动试验（站内/站外）（内部要求，记录但不判定） .....	- 26 -
11.35	升级中断（站内/站外） .....	- 26 -
11.36	可靠性要求（站内/站外） .....	- 26 -
11.37	包装试验（站内/站外） .....	- 26 -
12	电磁兼容试验 .....	- 26 -
12.1	静电放电抗扰度（站内/站外） .....	- 26 -
12.2	射频电磁场辐射抗扰度试验（站内/站外） .....	- 27 -
12.3	浪涌（冲击）抗扰度试验（站内/站外） .....	- 27 -
12.4	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（站内/站外） .....	- 27 -
12.5	工频磁场抗扰度试验（站内/站外） .....	- 28 -
12.6	阻尼振荡磁场抗扰度试验（站内/站外） .....	- 28 -
12.7	脉冲磁场抗扰度试验（站内/站外） .....	- 29 -
12.8	阻尼震荡波抗扰度试验（站内/站外） .....	- 29 -
12.9	传导发射限值（站内/站外） .....	- 29 -
12.10	辐射发射限值（站内/站外） .....	- 30 -
13	耐受短路电流冲击试验（采集单元） .....	- 30 -
14	临近抗干扰试验（采集单元） .....	- 30 -
15	电源及功率消耗试验（站内/站外） .....	- 30 -
16	检测项目 .....	- 31 -
16.1	试验分类 .....	- 31 -
16.2	型式试验 .....	- 31 -
16.3	出厂试验 .....	- 31 -
17	标志、包装和贮运 .....	- 31 -
附 录 A	（规范性附录） 型号、ID 号、硬件版本号、软件版本号与二维码信息定义 .....	- 32 -
A.1	架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）型号代码 .....	- 32 -
A.2	ID 号标识代码 .....	- 32 -
A.3	硬件版本号标识代码 .....	- 32 -
A.4	软件版本号标识代码 .....	- 33 -
A.5	二维码信息 .....	- 34 -
附 录 B	（规范性附录） 采集单元及悬挂安装的汇集单元外接端子及结构 .....	- 35 -
B.1	外接端子 .....	- 35 -
B.2	对悬挂安装的汇集单元，应具备无工具拆卸 SIM 卡功能，Micro-SIM 卡尺寸 12×15mm。 .....	- 35 -
附 录 C	检测项目 .....	- 36 -
附 录 D	站内边缘计算单元外形尺寸图 .....	- 39 -
附 录 E	站外边缘计算单元外形尺寸图 .....	- 40 -
附 录 F	采集单元外形尺寸图 .....	- 41 -
附 录 G	汇集单元外形尺寸图 .....	- 42 -

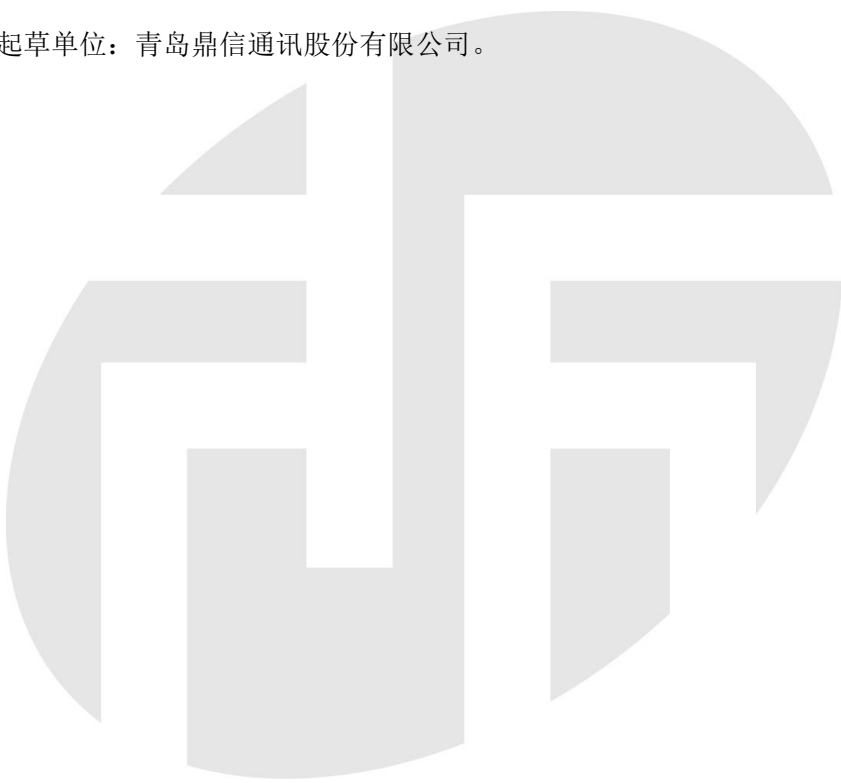
## 前 言

本标准是内控标准，用于指导产品的生产及检验。

本标准主要定义产品的外观结构、功能及性能、测试内容及方法，作为架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）产品的内控依据。

出现新的市场技术要求，本标准不能满足新技术要求时，产品性能需按新技术要求控制，并更新本标准。

本技术规范起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。



# 架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）

## 1 范围

本标准规定了架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）（以下简称指示器）的使用条件、技术要求试验项目及方法等。

本标准适用于额定电压 10kV、额定频率 50Hz 的三相交流配电架空线路中监测负荷、指示、上报短路和接地故障线路区段信息的指示器。

## 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。凡是注日期的应用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的应用文件，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 2423.3 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热方法
- GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 Db：交变湿热（12h+12h 循环）
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 2423.7-2018 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 5169.11-2017 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 5582-1993 高压电力设备外绝缘污秽等级
- 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 5095（所有部分） 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法
- 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、碰撞和地震试验第一篇：振动试验（正弦）
- 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 15153.2 远动设备及系统 第 2 部分：工作条件 第 2 篇：环境条件(气候、机械和其它非电影响因素)

- GB/T 14598.16-2002 电气继电器 第 25 部分：量度继电器的保护装置的电磁发射试验
- GB/T 14598.17-2005 电气继电器 第 22-6 部分：量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 射频场感应的传导骚扰的抗扰度
- 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 17626.9 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
- Q/GDW 11413-2015 配电自动化无线公网通信模块技术规范
- 国家电网公司配电自动化 DLT 634.5101-2002 规约实施细则
- 国家电网公司配电自动化 DLT 634.5104-2009 规约实施细则
- 国家电网公司配电自动化系统安全防护方案
- IEEE Std C37.111-1999 IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems

### 3 术语与定义

#### 3.1 架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）

由采集单元、汇集单元、边缘计算单元组成，安装在配电线路上，监测线路运行参数，检测和指示各类短路、接地故障，向配电主站上送监测信息和故障检测数据。

#### 3.2 采集单元

安装在配电线路上，能判断并指示各类短路故障，采集、捕获单相接地故障特征数据，采集负荷电流、电场等信息，并将故障信息、负荷电流、电场等信息上传至汇集单元。

#### 3.3 汇集单元

接收、处理采集单元上传的配电线路故障、电流等信息，同时与边缘计算单元或配电主站进行通信的单元，可接收边缘计算单元或配电主站命令，召读故障时刻采集单元的数据，合成故障波形，并上传给边缘计算单元或配电主站，可采用架空导线悬挂安装或电杆固定安装方式。

#### 3.4 边缘计算单元

安装于变电站内/外，实时采集零序电压并连续存储带有时间标签的瞬时零序电压波形，计算基波，检测零序电压过限，汇集同一段母线区域内的汇集单元和采集单元记录的故障和扰动事件信息，进行接地故障的判断；支持远传通信，可直接和汇集单元进行通信，并支持定向发送故障报警信息，外置安全防护通信模块，可实现与配电自动化主站密文通信。

### 3.5 故障电流

配电线路中线路或设备发生短路或单相接地故障时的电流。

### 3.6 故障特征

用于判断配电线路发生故障时的参数。

### 3.7 故障判据

用于表征故障特点的一系列判断条件。

### 3.8 故障电流报警动作值

使装置发出告警信息或指示的故障电流（或突变）值。

### 3.9 数据传输

利用无线等通讯方式进行的故障及报警信息传输。

## 4 环境条件

### 4.1 正常使用条件

#### 4.1.1 环境温湿度

表 4.1 工作场所环境温度和湿度分级

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 <sup>3</sup>	
-40~+70	1.0	10~100	35	户外（推荐）
-10~+55	1.0	10~95	35	户内（推荐）

#### 4.1.2 大气压力

70kPa~106kPa。

#### 4.1.3 相对湿度(在 25℃ 时)

日（在24h内）相对湿度平均值不超过95%；月相对湿度平均值不超过90%。

#### 4.1.4 海拔高度

安装场地的海拔不超过2000m。

#### 4.1.5 污秽等级



不低于V级。

#### 4.2 特殊使用条件

- a) 凡是需要满足 4.1 条规定正常环境条件之外的特殊使用条件，由项目单位在招标文件中明确提出。
- b) 对于安装在海拔高于 2000m 处指示器的外绝缘，应满足 GB/T 11022-2011 第 2.3.2 条的要求。

#### 4.3 安装地点

采集单元、汇集单元、站外型边缘计算单元安装在户外电力线上；

站内型边缘计算单元安装在室内（变电站内）。

### 5 外观与结构

#### 5.1 总体要求

##### 5.1.1 通用要求

- a) 指示器由至少 3 个采集单元、1 个汇集单元、1 个边缘计算单元组成，汇集单元分为柱上安装型、线路悬挂型，且最少支持 1 组采集单元（每组共 3 个）的数据汇集，边缘计算单元分为柱上安装型、变电站母线处安装型。
- b) 汇集单元/边缘计算单元应具备基于内嵌安全芯片实现的信息安全防护功能，安全防护功能至少包括基于国产商用密码算法的统一密钥和数字证书，可与配电主站实现双向身份认证、参数配置等的签名验证、数据的加解密与完整性保护。
- c) 采用小型化、低功耗、免维护、高可靠设计。
- d) 指示器使用寿命不小于 8 年，采集单元后备电源不低于设备使用寿命。
- e) 指示器平均无故障时间  $MTBF \geq 70000h$ 。

##### 5.1.2 边缘计算单元专用要求

- a) 边缘计算单元由电压采样模块、中央处理单元、安全防护通信模块和电源模块四部分组成。
- b) 站外型边缘计算单元外壳密封，箱式壳体长宽高尺寸不大于  $320 \times 270 \times 170mm$ 。
- c) 站外型边缘计算单元机箱门开启、关闭应灵活自如，锁紧应可靠，门的开启角度不应小于  $120^\circ$ 。
- d) 站内型边缘计算单元为标准 2U 机箱。
- e) 机箱各结合处及门、覆板的缝隙应匀称。
- f) 边缘计算单元机箱中的固定连接部位应牢固可靠，无松动现象。

- g) 边缘计算单元箱内安装零件的设计应充分考虑结构的合理性，装置通信模组应具有独立 SIM 卡槽或支持 ESIM 卡，应方便拆卸。
- h) 边缘计算单元机箱的可运动部件应按设计要求活动自如、可靠，不得有影响运动性能的松动，在规定的运动范围内不应与其它零件碰撞或摩擦。
- i) 边缘计算单元外壳应有足够的机械强度，以承受使用或搬运中可能遇到的机械力。
- j) 边缘计算单元金属结构件应有防锈蚀措施，外壳材料应具备防凝露功能。所有紧固件应拧紧，不松动。
- k) 边缘计算单元装置应采用必要的抗电气干扰措施，装置的金属外壳应在电气上连成一体，并设置可靠的接地点。
- l) 边缘计算单元装置的外壳防护等级应达到 GB 14598.27-2008 中规定的 I 类电击防护要求；
- m) 边缘计算单元装置的着火危险防护不应低于 GB 14598.27-2008 中规定的 V2 级；
- n) 边缘计算单元应具备自身保护功能，且具有自检功能，支持同时接入汇集单元套数最大为 100 套。

## 5.2 外观与结构

### 5.2.1 通用要求

- a) 每套（只）指示器都应设有持久明晰的铭牌，应包含型号及名称、制造厂名、出厂编号、制造年月、二维码信息。
- b) 应具备唯一硬件版本号、软件版本号、类型标识代码、ID 号标识代码和二维码，并按照附录 A 方式统一进行识别。
- c) 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。
- d) 说明书内需注明带标准号的企标。

### 5.2.2 边缘计算单元专用要求

- a) 边缘计算单元包装上应具备箱贴，箱贴至少注明产品名称、执行标准、ID 号。
- b) 边缘计算单元应至少具有 2 个通讯串口，1 个通讯网口，且满足国家电网公司配电自动化 DLT 634.5101-2002 规约实施细则要求。
- c) 边缘计算单元应有 SIM 卡槽，外接端子及 SIM 卡规格参数应按照附录 B。

### 5.2.3 汇集单元、采集单元专用要求

- a) 采集单元上应具有永久圆形（ $\phi 25\text{mm}$ ）相序颜色标识，安装对线路潮流方向有要求的采集单元应在外壳以“→”标识方向。
- b) 采集单元重量不大于 1.5kg，架空导线悬挂安装的汇集单元重量不大于 4kg。

- c) 采集单元报警指示灯应采用不少于 3 只超高亮 LED 发光二极管,布置在采集单元正常安装位置的下方,地面 360° 可见;汇集单元的底部应具备绿色运行闪烁指示灯,在杆下明显可见;站内型边缘计算单元正面应具备红色电源指示灯,绿色运行指示灯,黄色故障指示灯,室内清晰可见;站外型边缘计算单元应具备绿色运行指示灯,杆下清晰可见。
- d) 采集单元应有电池正负极等外接端子。汇集单元应有 SIM 卡槽,外接端子及 SIM 卡规格参数应按照附录 B。
- e) 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,支持带电(不停电)安装和拆卸(含汇集单元)。结构件经 50 次装卸应到位且不变形,主要元件和外观无损坏,不影响故障检测功能和性能,对于重量超过 1.5kg 采集单元卡线结构宜采用机械螺栓卡线结构。
- f) 采集单元宜采用双 TA 回路设计,取电回路宜采用高磁导率的磁芯,负荷电流采样回路宜采用罗氏线圈。
- g) 采集单元和架空导线悬挂安装的汇集单元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。指示器外壳应采用抗紫外线、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。
- h) 汇集单元应至少具有 1 个通讯串口,且满足国家电网公司配电自动化 DLT 634.5101-2002 规约实施细则要求。
- i) 汇集+采集包装上应具备箱贴,箱贴至少注明产品名称、执行标准、ID 号、信道号。

## 6 电源要求

### 6.1 采集单元

- a) 应采用 TA 取电并可辅以超级电容作为主供电源,宜采用能量密度不低于锂电池的非充电电池作为后备电源。主供电源和后备电源相互独立,当主供电源不能维持全功能工作时,后备电源自动投入。当主供电源恢复时,自动切回主供电源供电。
- b) 对于采集单元线路负荷电流不小于 4A 时,TA 取电 1h 内应能满足全功能工作要求。
- c) 采集单元非充电电池(后备电源)额定电压应不小于 DC3.6V,容量不低于 8.5Ah;在电池单独供电时,最小工作电流应不大于 80 $\mu$ A(在线,不通信)。在不更换电池情况下,持续工作时间应不低于 8 年,且满足闪光报警大于 2000 小时。

### 6.2 汇集单元

- a) 可采用太阳能板或 TA、TV 取电方式供电,并辅以可充电电池作为后备电源。

- b) 采用太阳能板供电的汇集单元太阳能板额定输出电压不低于 DC15V，容量不低于 20VA；电池额定电压为 DC12V，容量不低于 7Ah。采用 TA 取电的汇集单元电池额定电压应不小于 DC3.2V，容量不低于 3.2Ah。
- c) 汇集单元整机功耗（在线，不通信）不大于 0.3VA。采用 TV 供电的汇集单元整机功耗（在线，不通信）不大于 5VA。
- d) 电杆固定安装的汇集单元采用电池独立供电的情况下，应能全功能工作不少于 12 天；悬挂安装的汇集单元采用电池独立供电的情况下，应能全功能工作不少于 2 天。
- e) 对于悬挂安装的汇集单元线路负荷电流不小于 5A 时，TA 取电 120s 内应能满足获取采集单元信息、数据和波形，在取电 5 分钟内能够将信息、数据和波形上传主站。

### 6.3 边缘计算单元

- a) 站内型边缘计算单元采用变电站母线安装，利用变电站现有的 220VAC 或者 24VDC 电源供电。
- b) 站外型边缘计算单元采用电杆式安装，通过电子式 PT 获取 20~200VDC 做为主电源，后备电源采用不低于 7Ah12V 可充电铅酸蓄电池。
- c) 站内边缘计算单元采用 220VAC 供电，整机正常运行功耗不大于 8VA（在线，不通讯），采用 24VDC 供电，整机正常运行功耗不大于 5VA（在线，不通讯）。
- d) 站外边缘计算单元采用 20~200VDC 供电，整机正常运行功耗不大于 5VA（在线，不通讯，不给蓄电池充电）。

## 7 绝缘性能试验

### 7.1 绝缘电阻

电杆固定安装汇集单元、边缘计算单元电源回路与外壳之间绝缘电阻  $\geq 5M\Omega$ （额定绝缘电压  $U_i \leq 60V$  使用 250V 绝缘电阻表；额定绝缘电压  $U_i > 60V$  使用 500V 绝缘电阻表）。

### 7.2 绝缘强度

- a) 电杆固定安装汇集单元、边缘计算单元电源回路与外壳之间额定绝缘电压  $U_i \leq 60V$  时，施加 500V 工频电压应无击穿、无闪络，其中站外型边缘计算单元试验位置为外部电源输入口与外壳之间。
- b) 电杆固定安装汇集单元、边缘计算单元电源回路与外壳之间额定绝缘电压  $U_i > 60V$  时，施加 2500V 工频电压应无击穿、无闪络，其中站外型边缘计算单元试验位置为外部电源输入口与外壳之间。

### 7.3 泄漏电流（站内）

边缘计算单元需进行此实验。

L/N对PE/ANT：试样在1.06倍额定电压工作时，泄露电流应不超过0.5mA。

## 8 功能试验

### 8.1 短路和接地故障识别

#### 8.1.1 短路故障

指示器短路故障判别应自适应负荷电流大小，当检测到电流突变且突变启动值宜不低于150A，突变电流持续一段时间后，各相电场强度大幅下降，应能就地采集故障信息，以闪光形式就地指示故障，且能将故障信息上传至主站。

#### 8.1.2 接地故障

对于不能就地判断接地故障的故障指示器，指示器在线路发生接地故障时，采集单元应能就地采集故障波形数据，边缘计算单元采集零序电压，识别故障，启动录波，并汇集故障波形数据进行分析判断，同时汇集单元应能接收边缘计算单元下发的故障数据信息，采集单元以闪光形式指示故障；

边缘计算单元具备零序电压监测功能，并具备零序电压故障录波功能。

### 8.2 监测功能

指示器应能监测线路三相负荷电流、故障电流、相电场强度、线路零序电压等运行信息和主供电源、后备电源等状态信息，并将以上信息上送至主站。

### 8.3 复位功能

当线路发生故障后，采集单元应能正确识别故障类型，并能根据故障类型选择复位形式。

- a) 能识别重合闸间隔为不小于0.2s的瞬时性和永久性短路故障，并正确动作。
- b) 线路永久性故障恢复后上电自动延时复位，瞬时性故障后按设定时间复位或执行主站远程复位。
- c) 接地故障发生后按设定时间复位或执行主站远程复位。

### 8.4 故障录波

- a) 故障发生时，采集单元应能实现三相同步录波，并上送至汇集单元合成零序电流波形，用于故障的判断。
- b) 采集单元录波范围包括不少于启动前4个周波、启动后8个周波，每周波不少于256个采样点，支持响应当前时间1h内任意时刻录波波形召唤，波形内容至少包括A相电场、B相电场、C相电场、A相电流、B相电流、C相电流、零序电流 $I_0$ 、零序电压 $U_0$ 。
- c) 汇集单元应能将3只采集单元上送的故障信息、波形，合成为一个波形文件并标注时间参数上送给主站，时标误差不大于20 $\mu$ s。

- d) 录波启动条件可包括电流突变（短路故障触发录波）等，应实现同组触发、阈值可设。
- e) 边缘计算单元具备零序电压故障录波功能。
- f) 录波数据可响应主站/边缘计算单元发起的召测，上送配电主站的录波数据应符合 Comtrade 1999 标准的文件格式要求，且只采用 CFG 和 DAT 两个文件，并且采用二进制格式。
- g) 边缘计算单元具备零序电压监测和故障录波功能。
- h) 故障录波稳态误差应符合表 2-1 要求。
- i) 故障录波暂态性能中最大峰值瞬时误差应不大于 10%。
- j) 故障发生时间和录波启动时间的时间偏差不大于 20ms。

表 2-1 录波型（零序电压启动高精度型）误差要求

输入电流 (A)	$0 \leq I < 100$	$100 \leq I < 630$
幅值相对误差 (相)	$\pm 0.5A$	$\pm 0.5\%$

## 8.5 防误动功能

- a) 负荷波动不应误报警。
- b) 变压器空载合闸涌流不应误报警。
- c) 线路突合负载涌流不应误报警。
- d) 人工投切大负荷不应误报警。
- e) 非故障相重合闸涌流不应误报警。
- f) 采集单元带电安装拆卸不应误报警。

## 8.6 数据存储

- a) 汇集单元可循环存储每组采集单元至少 31 天的电流、相电场强度定点数据、64 条故障事件记录和 64 次故障录波数据，且断电可保存，定点数据固定为 1 天 96 个点。
- b) 支持采集单元和汇集单元参数的存储及修改，断电可保存。
- c) 具备日志记录及远程查询召录功能。

## 8.7 零序电压监测与事件信息记录功能

- a) 站内型边缘计算单元同时可支持两段母线的零压监测和测量，站外型边缘计算单元可支持一段母线的零压监测和测量，最小上报时间间隔不得小于 15 分钟。
- b) 站内型边缘计算单元支持零序电压绝对幅度过限报警（1V~100V），相对突变过限报警（1V~100V）；站外型边缘计算单元支持零序电压绝对幅度过限报警（0.5V~6.5V），相对突变过限报警（0.5V~6.5V）。



- c) 支持零序电压持续记录事件信息并缓存，每个周波的采样点数不少于 256 点，可回溯不少于 1 小时时长的缓存信息。

## 8.8 汇集信息功能

- a) 边缘计算单元支持汇集同段母线区域内汇集单元周期性上报的测量信息或主动上报的故障信息。
- b) 边缘计算单元支持汇集同段母线区域内的汇集单元响应事件信息锁存或召测命令上送的故障和扰动事件信息。
- c) 边缘计算单元支持收集故障线路上故障时刻汇集单元合成录波文件数据。
- d) 边缘计算单元最多支持 100 套汇集单元数据汇集。

## 8.9 报警信息发送功能

边缘计算单元支持可通过通用接口向配电自动化主站推送故障报警信息和故障波形，支持历史故障事件的查询，并将故障事件报警信息通过短信发送至指定手机终端账户，包括故障站点，线路、区段、相位、故障类型。

## 8.10 自检功能

边缘计算单元应具备自身保护功能，且具有自检功能。

## 8.11 自动恢复功能

边缘计算单元应具有自动恢复功能。程序异常时，装置应能通过自动复位功能自动恢复正常。

## 8.12 维护要求

指示器应支持远程配置和就地维护功能：

- a) 短路、接地故障的判断启动条件。
- b) 故障就地指示信号的复位时间、复位方式。
- c) 故障录波数据存储数量和汇集单元的通信参数。
- d) 采集单元上送数据至汇集单元时间间隔和汇集单元上送数据至主站时间间隔。
- e) 采集单元故障录波时间、周期和汇集单元历史数据存储时间。
- f) 站外边缘计算单元、汇集单元、采集单元备用电源投入与告警记录。具备自诊断功能，应能检测自身的电池电压，当电池电压低于一定限值时，上送低电压告警信息。
- g) 汇集单元/边缘计算单元支持通过无线专/公远程升级，采集单元支持接收汇集单元远程程序升级，升级前后应功能兼容。

## 9 指标参数

- a) 短路故障报警启动误差应不大于 $\pm 5\%$ ，高低温运行环境下启动误差应不大于 $\pm 5\%$ ，接地故障启动时间范围 $\leq 10\text{ms}$ 。
- b) 最小可识别短路故障电流持续时间应不大于 $40\text{ms}$ 。
- c) 接地故障识别正确率：
  - ① 金属性接地应达到 $100\%$ 。
  - ② 小电阻接地应达到 $100\%$ 。
  - ③ 弧光接地应达到 $100\%$ 。
  - ④ 高阻接地（ $2\text{k}\Omega$ 以下）应达到 $100\%$ 。
- d) 录波型（零序电压启动高精度型）负荷电流为 $0\text{A}\sim 100\text{A}$ 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ ， $100\text{A}\sim 630\text{A}$ 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ 。
- e) 录波型（零序电压启动高精度型）负荷电流为 $0\text{A}\sim 100\text{A}$ 时，稳态误差为 $\pm 0.5\%$ ， $100\text{A}\sim 630\text{A}$ 时，稳态误差为 $\pm 0.5\%$ 。
- f) 就地故障信号上电自动复位时间小于 $5\text{min}$ 。定时复位时间可设定，设定范围小于 $48\text{h}$ ，最小分辨率为 $1\text{min}$ ，定时复位时间允许误差不大于 $\pm 1\%$ ，且有相关故障复归遥信上送主站。
- g) 每组采集单元三相合成同步误差不大于 $10\mu\text{s}$ 。
- h) 汇集单元与汇集单元之间同步误差不大于 $20\mu\text{s}$ 。
- i) 站内型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为 $0\sim 100\text{V}$ 时，测量误差为 $\pm 1\text{V}$ ；零序电压为 $100\text{V}\sim 250\text{V}$ 时，测量误差为 $\pm 1\%$ 。
- j) 站外型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为 $0\sim 6.5\text{V}$ 时，测量误差为 $\pm 0.065\text{V}$ ；零序电压为 $6.5\text{V}\sim 13\text{V}$ 时，测量误差为 $\pm 1\%$ 。
- k) 边缘计算单元与汇集单元的同步误差 $\leq 20\mu\text{s}$ 。
- l) 边缘计算单元支持汇集单元套数最大为 $100$ 套。
- m) 平均无故障时间（MTBF） $\geq 70000$ 小时。
- n) 谐波电流测量准确度，在 $3\sim 15$ 次谐波测量范围内，不同的基波电流（基波电流不小于 $20\text{A}$ ）下，奇次谐波电流单独施加 $20\%$ 的含有率，测量误差应 $< \pm 3\%$ 。

## 10 通信要求

### 10.1 采集单元与汇集单元之间通讯机制

- a) 采集单元应能主动实时上送故障信息，并每 $5\text{min}$ 记录一次负荷数据。
- b) 应支持实时故障、负荷等信息召测，同时并能根据工作电源情况定期或定时上送至汇集单元。



- c) 采集单元定时发送信息给汇集单元，汇集单元在 10min 内没有收到采集单元信息或 1h 内没有收到卫星对时信息，即视为通信异常。采集单元与汇集单元通信故障时应能将报警信息上送至配电主站。

## 10.2 汇集单元与边缘计算单元之间通讯机制

- a) 汇集单元与边缘计算单元之间以无线专网方式进行通讯，并满足兼容 2G/3G/4G 无线专网通信模块，采用实时在线工作模式，具有网络管理功能；满足安全接入的要求；具有上电、在线、数据收发等运行状态就地指示功能。
- b) 汇集单元应支持数据定时上送和主动召测，最小上送时间间隔为 15min。

## 10.3 边缘计算单元/汇集单元与主站之间通讯机制

- a) 边缘计算单元与主站之间以无线公网方式进行通讯，并满足兼容 2G/3G/4G 无线公网通信模块，采用实时在线工作模式，具有网络管理功能；满足安全接入的要求；具有上电、在线、数据收发等运行状态就地指示功能；支持远程维护和升级，可远程导入、导出配置文件。
- b) 可通过配电主站对边缘计算单元、汇集单元和采集单元进行参数设置。
- c) 汇集单元/边缘计算单元应支持数据定时上送、主动召测，最小上送时间间隔为 15min。

## 10.4 通讯距离及规约

- a) 采集单元与汇集单元通过无线双向通信，可视无遮挡通信距离应不低于 50 米。
- b) 边缘计算单元与主站通过无线公网双向通信，通信规约应遵循《国家电网公司 DL/T 634.5101-2002 规约实施细则》等。

## 10.5 对时及守时

- a) 每组采集单元三相时间同步误差不大于 10us。
- b) 汇集单元与汇集单元之间时间同步误差不大于 20us。
- c) 边缘计算单元与汇集单元之间时间同步误差不大于 20us。
- d) 边缘计算单元/汇集单元应支持主站及北斗或其他同步时钟装置对时，守时精度 $\leq 2s/24h$ 。

## 11 性能试验

### 11.1 电气性能试验（站内/站外）

- a) 短路故障报警启动误差应不大于 $\pm 5\%$ ，接地故障启动时间范围 $\leq 10ms$ 。
- b) 最小可识别短路故障电流持续时间应不大于 40ms。
- c) 负荷电流误差应符合以下要求：
  - ①  $0 \leq I < 100$  时，测量误差为 $\pm 0.5A$ 。

②100A~630A 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ 。

d) 录波稳态误差

③ $0 \leq I < 100$  时，测量误差为 $\pm 0.5A$ 。

④100A~630A 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ 。

e) 上电自动复位时间小于 5min。定时复位时间可设定，设定范围小于 48h，最小分辨率为 1min，定时复位时间允许误差不大于 $\pm 1\%$ 。

f) 故障录波暂态性能中最大峰值瞬时误差应不大于 10%。

g) 故障发生时间和录波启动时间的时间偏差不大于 20ms。

h) 每组采集单元三相合成同步误差不大于 10 $\mu$ s。

i) 汇集单元与汇集单元之间的时间同步误差不大于 20 $\mu$ s。

j) 站内型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为 0~100V 时，测量误差为 $\pm 1V$ ；零序电压为 100V~250V 时，测量误差为 $\pm 1\%$ 。

k) 站外型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为 0~6.5V 时，测量误差为 $\pm 0.065V$ ；零序电压为 6.5V~13V 时，测量误差为 $\pm 1\%$ 。

l) 边缘计算单元与汇集单元的同步误差 $\leq 20\mu$ s。

## 11.2 低温性能试验（站内/站外）

低温设定值：-40℃。

置于试验箱中并处于正常工作状态，保温 4h，待内部各元件达到热稳定后，性能指标应满足以下要求：

a) 短路故障报警启动误差应不大于 $\pm 5\%$ 。

b) 最小可识别短路故障电流持续时间应不大于 40ms。

c) 负荷电流误差应符合以下要求：

① $0 \leq I < 100$  时，测量误差为 $\pm 0.5A$ 。

②100A~630A 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ 。

d) 录波稳态误差

③ $0 \leq I < 100$  时，测量误差为 $\pm 0.5A$ 。

④100A~630A 时，测量误差为 $\pm 0.5\%$ 。

e) 故障录波暂态性能中最大峰值瞬时误差应不大于 10%。

f) 每组采集单元三相合成同步误差不大于 10 $\mu$ s。

g) 汇集单元与汇集单元之间的时间同步误差不大于 20 $\mu$ s。

- h) 站内型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为  $0\sim 100\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\text{V}$ ；零序电压为  $100\text{V}\sim 250\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\%$ 。
- i) 站外型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为  $0\sim 6.5\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 0.065\text{V}$ ；零序电压为  $6.5\text{V}\sim 13\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\%$ 。
- j) 边缘计算单元与汇集单元的同步误差  $\leq 20\mu\text{s}$ 。

### 11.3 高温性能试验（站内/站外）

高温设定值： $+70^{\circ}\text{C}$ 。

置于试验箱中并处于正常工作状态，保温 4h，待内部各元件达到热稳定后，性能指标应满足以下要求：

- a) 短路故障报警启动误差应不大于  $\pm 5\%$ 。
- b) 最小可识别短路故障电流持续时间应不大于  $40\text{ms}$ 。
- c) 负荷电流误差应符合以下要求：
  - ①  $0\leq I < 100$  时，测量误差为  $\pm 0.5\text{A}$ 。
  - ②  $100\text{A}\sim 630\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 0.5\%$ 。
- d) 录波稳态误差
  - ③  $0\leq I < 100$  时，测量误差为  $\pm 0.5\text{A}$ 。
  - ④  $100\text{A}\sim 630\text{A}$  时，测量误差为  $\pm 0.5\%$ 。
- e) 故障录波暂态性能中最大峰值瞬时误差应不大于  $10\%$ 。
- f) 每组采集单元三相合成同步误差不大于  $10\mu\text{s}$ 。
- g) 汇集单元与汇集单元之间的时间同步误差不大于  $20\mu\text{s}$ 。
- h) 站内型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为  $0\sim 100\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\text{V}$ ；零序电压为  $100\text{V}\sim 250\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\%$ 。
- i) 站外型边缘计算单元，零序电压的测量误差零序电压为  $0\sim 6.5\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 0.065\text{V}$ ；零序电压为  $6.5\text{V}\sim 13\text{V}$  时，测量误差为  $\pm 1\%$ 。
- j) 边缘计算单元与汇集单元的同步误差  $\leq 20\mu\text{s}$ 。

### 11.4 盐雾试验（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元（站内型边缘计算单元只测机箱外壳，不验功能、站外型航插试验时间为 72h）均进行此试验。

按 GB/T 2423.17 要求，将设备置于盐雾腐蚀参数如表 9.1 所示的盐雾试验箱中并处于正常工作状态，待试验结束后，对设备进行外观检查及功能测试。

盐雾试验结束后，应开启水龙头对设备外壳用水冲洗 5min，用蒸馏水或软化水漂净，再甩动或用吹风出去水珠，然后将设备存放在正常使用条件下2h，然后进行外观检查及功能验证，设备外观应无裂痕和损坏，外壳应无锈痕，功能（短路故障识别）应满足要求。

**注：专项检测要求用鼓风机吹干，不得擦拭，表面无锈痕。**

表 9.1 盐雾腐蚀参数

试验温度 ℃	氯化钠浓度 %	溶液 PH 值	试验时间 H
35±2	5±1	6.5~7.2	96
注：型式试验的试验周期不小于 96h。			

### 11.5 凝露试验（站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元（站外）均进行此试验。

- 按照凝露试验标准进行参数设定，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置；
- 第一步：0.5 小时，温度达到 10℃，湿度达到 50%RH；
- 第二步：0.5 小时，温度保持 10℃，湿度达到 90%RH；
- 第三步：0.5 小时，温度保持 10℃，湿度达到 95%RH；
- 第四步：3.5 小时，温度达到 80℃，湿度保持 95%RH；
- 第五步：0.5 小时，温度降到 75℃，湿度降至 30%RH；
- 第六步：1.0 小时，温度降至 30℃，湿度保持 30%RH；
- 第七部：0.5 小时，温度降至 10℃，湿度升至 50%RH；

共5个循环。

试验后满足外观、功能（短路故障识别）及性能（采样精度）要求。

### 11.6 冷热冲击（站内/站外）

采集单元、汇集单元（不带蓄电池）、边缘计算单元（不带蓄电池）进行此试验。

温度：-50℃—85℃；

温度点保持时间：各 20 分钟

温度变化：大于 20℃/分钟

周期：600 循环

试验后满足外观、功能（短路故障识别）及性能（采样精度）要求。

### 11.7 交变湿热（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

温湿度条件：温度范围为+25~+55，湿度范围为 10~100%；

交变湿热试验流程如下：

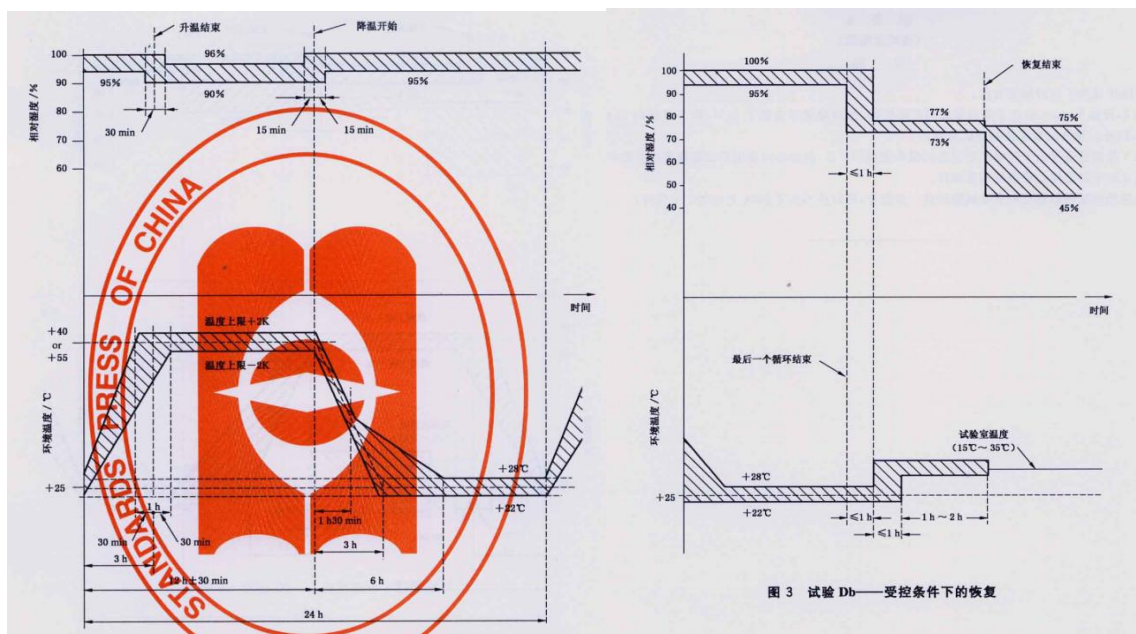


图 3 试验 Db——受控条件下的恢复

重复六个周期（站内型边缘计算单元重复两个周期）；在 1h 内将湿度降到  $(75 \pm 2) \%$ / $25^{\circ}\text{C}$ ，保持 1h 不超过 2h，汇集单元、边缘计算单元进行绝缘电阻试验，需满足绝缘电阻要求，静置 24 小时后上电，进行外观、功能（短路故障识别）及性能（采样精度）试验，需满足对应要求。

### 11.8 自由跌落试验（站内/站外）

参考GB/T2423.8-1995，如下图，

采集单元应能承受跌落高度为1000mm，跌落次数为1次，角度为 $0^{\circ}$ 的自由跌落，自由跌落之后，不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，且功能（短路故障识别）正常。

站内型边缘计算单元应能承受跌落高度为500mm，跌落次数为一次，角度为 $0^{\circ}$ 的自由跌落，自由跌落之后，不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，且功能（短路故障识别）正常。

站外型边缘计算单元应能承受跌落高度为250mm，跌落次数为一次，角度为 $0^{\circ}$ 的自由跌落，自由跌落之后，不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，且功能（短路故障识别）正常。

表 B1 试验严酷等级的典型应用示例

跌落高度 mm	试验样品质量		未包装试验 样品示例	搬运方式
	未包装 kg	在完整的 运输箱中 kg		
25	>100	≤250	>500	机柜 * 叉式装卸机
50	>50	≤100	≤500	机柜 * 叉式装卸机
100	>10	≤50	≤200	开关板 * 起重机
250	>5	≤10	≤100	便携式机箱 贮存堆码
500	>2	≤5	≤50	小型产品 自传送带跌落
1 000		≤2	≤20	元件、小型组件 从工作台、卡 车尾板上跌落

\* 其目的是模拟叉式装卸机或起重机将试验样品放低到装卸面时发生的撞击,而不是模拟试验样品从卡车平板或起重机吊钩上的跌落。

### 11.9 振动耐久性能试验（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元均进行此试验。

故障指示器应能承受频率为2Hz~9Hz（振幅为0.3mm）及频率为9Hz~500Hz，加速度为 $10\text{m/s}^2$  1倍频/min、三个轴向、每个轴向扫频循环20次、每次8min的振动。振动之后，不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，且功能（短路故障识别）正常。

### 11.10 冲击碰撞试验（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元均进行此试验。

故障指示器应能承受在非工作状态，无包装；半正弦脉冲；峰值加速度：30g ( $300\text{m/s}^2$ )；脉冲周期：18ms；每个方向进行3次冲击，试验后结构无损坏，功能（短路故障识别）正常。

### 11.11 卡线结构的握力试验（采集单元）

采集单元在下列情况下应不产生位移：

- 在垂直于压线弹簧所构成平面方向的向下拉力不小于 8 倍采集单元整体自重。
- 采集单元安装到截面积为  $35\text{mm}^2 \sim 240\text{mm}^2$  裸导线或绝缘导线后，沿导线方向横向水平拉力不小于 50N。

### 11.12 着火危险试验（采集单元）

采集单元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。

试验温度： $960^\circ\text{C} \pm 15^\circ\text{C}$ ，持续时间  $30\text{S} \pm 1\text{S}$ 。

试验部位：采集单元的绝缘外壳。



试验要求：在试验结束后，试验结果符合以下结果之一，则认为合格：

- a) 无火焰或灼热。
- b) 火焰或灼热应在移开灼热丝之后的 30S 内熄灭。
- c) 使用规定的包装绢纸铺底层时，绢纸不应起燃。

#### 11.13 防护等级试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

- a) 采集单元防护等级：IP68（1.2 米水深 24h）。
- b) 汇集单元/站外型边缘计算单元防护等级：IP55。
- c) 站内型边缘计算单元防护等级：IP20。

试验后无进水，功能（短路故障识别）正常。

#### 11.14 阳光辐射试验（站外）

站外型边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

按照GB/T2423.24，试验程序A（照光8h，遮暗16h）要求进行，上限温度55℃，试验周期10天，设备正常工作状态（采集单元透明罩竖直向下背离光源放置）；

试验后装置的功能正常，外观结构正常，试验后防护性能满足防护等级试验要求。

#### 11.15 模拟汽车颠簸试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

参考ISTA-1A标准，持续40分钟。

带包装试验，试验后满足外观、功能（短路故障识别）及性能（采样精度）要求。

#### 11.16 高温耐久运行试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

正常带载运行，高温80℃，200小时。功能（短路故障识别）及性能（采样精度）在试验后正常。

#### 11.17 极端高温环境下的电源中断影响试验（站内）

站内边缘计算单元需进行此试验。

按照产品类别单相/三相供电，温度80℃，电压1.2Un，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

#### 11.18 极端低温环境下的电源中断影响试验（站内）

站内边缘计算单元需进行此试验。

按照产品类别单相/三相供电，温度-50℃，电压1.2Un，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

#### 11.19 电源电压随机中断试验（站内）

站内边缘计算单元需进行此试验。

额定电压供电，使用“电压随机跌落工装”对试验样品测试，测试时间12小时。跌落时间1s-60s随机中断,试验后产品功能（短路故障识别）及性能（采样精度）正常。

#### 11.20 电压逐渐变化影响试验（站内）

站内边缘计算单元需进行此试验。

电流线路无电流，电压在60s内从1.1Un均匀地下降至0V，再以相同的时间从0V均匀地上升到1.1Un，反复进行10次。试验后，产品应不出现损坏或信息改变，并按本部分要求正确地工作。

#### 11.21 过压保护试验（站内）

站内边缘计算单元（220VAC）需进行此试验。

按要求调整输入电压，观察样品是否可正常进入保护状态；再次调整降低输入电压，样品应能正常退出过压保护状态。恢复正常工作状态，恢复时间参考5min以内。

判定：产品可进入过压保护状态，和正常退出过压保护状态，2Un（施加时间为5min）设备不损坏。

#### 11.22 电源谐波影响试验（站内）

站内边缘计算单元需进行此试验。

样品工作在参比电压（额定电压 220Vac），参比温湿度（温度 25℃，湿度 40%~60%）环境中，正常工作 15 分钟（待超级电容充满电；若无超级电容等充电电路，可减少时间至 1 分钟）后，使用 IT7625 设备设定已编辑好的程序（开关电源研发部提供），施加最大峰值 100V（峰峰值 200V~300V）的高频谐波干扰，频率 10kHz，干扰实验 30min 后，观察待测设备的状态并记录；再恢复正常220Vac电压，观察待测设备工作状态并记录。

判定规则：试验后，谐波设备干扰，整机能够工作，判定合格；谐波设备干扰，整机电源保护或设备黑屏；当谐波干扰结束后，正常通电220Vac，待测试设备保持通电，整机能够恢复正常工作，亦判定合格。

#### 11.23 电源缓升变化试验（站内/站外）

汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。



从0V缓慢匀速上升至额定电压（站外型边缘计算单元上升至200V），上升时间为30min（直接接入式电能表需要在负载端增加实负载），当产品达到额定工作电压后应正常工作，无数据丢失、数据显示错乱、死机等现象。

#### 11.24 外部供电情况下时钟电池放电电流检测（站内/站外）

仅边缘计算单元进行此试验。

将电流表串联接入时钟电池供电回路，分别测量时钟电池在停电状态，低压供电状态（70%额定电压）及过压供电状态（120%额定电压）（站外型边缘计算单元最大为200V）下的电池充放电电流。停电状态下应不超过20uA，有外部电源情况下不应超过1uA，且不允许有充电电流。

#### 11.25 备用电池充放电（站外）（研发自测项目）

汇集单元、站外边缘计算单元需进行此试验。

汇集单元、站外边缘计算单元应具备高温充电保护，高温环境下，停止充电。

#### 11.26 续航能力测试试验（站外）

汇集单元、站外边缘计算单元需进行此试验。

汇集单元电池为12ah12V，在全功能工作下（4G上线，每1h施加一个短路或者接地故障），电池满电（浮空12.8V以上）可支持工作不小于20天。

站外边缘计算单元电池为7ah12V，在全功能工作下（4G上线，每1h施加一个短路或者接地故障），电池满电（浮空12.8V以上）可支持工作不小于10h。

#### 11.27 器件温升（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

常温下，电压线路供1.3倍 $U_n$ （站外型边缘计算单元最大为200V），最大电流，在最大工况下运行2小时，测试器件温升不超过35K。（功率器件和发热的保护器件温升上限由研发确认）。

最大工况：

采集单元：线路电流600A，保持录波状态，保持射频通信；

汇集单元：主电直流21V，带蓄电池（11V以下），通过4G招波；

站外边缘计算单元：主电直流20V，带蓄电池（11V以下），保持4G通信；

站内边缘计算单元：主电交流220V，保持4G通信。

#### 11.28 USB 接口短路试验（站内/站外）

汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

1. 试样先上电，然后使用短接片短接USB插口；
2. 试样先使用短接片短接USB插口，再上电。

当USB短路后，不应影响产品的其他功能，不可重启。

#### 11.29 接地电阻测试（站内/站外）

汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

如产品有裸露的导电部件、金属外壳、门、支架等，应验证确保设备不同裸露导电部件与设备主保护电路连接的有效性，设备的保护导体（主接地点）与设备所有裸露导电部件之间的电阻应不超过0.1  $\Omega$ 。

测试参数：使用接地电阻测试仪进行检测(参考量程200m  $\Omega$ )，输出电流15A，试验时间5s。

#### 11.30 电棍放电影响试验（采集单元）

采集单元需进行此试验。

样品工作在参比电压下，使用电棍进行50万伏（实际能买到的最高放电电压的产品）直接对产品进行放电试验，试验中查看并记录样品有无死机、损坏等异常现象。试验后确认样品功能（短路故障识别）及性能（采样精度）正常。

#### 11.31 GPRS 模块屏蔽箱影响试验（站内/站外）

汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

通讯模块正常上线状态放置在使用屏蔽箱（室）或则暗室，连续运行24h,试验后产品功能（短路故障识别、4G上线）正常。

#### 11.32 对讲机抗扰度扰试验（站内/站外）

汇集单元、边缘计算单元需进行此试验。

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。

确保对讲机正常通讯，将其中一个对讲机在试样周围移动施加干扰，另外一个放置于离试样1m~1.5m位置，观察试样是否存在精度超差、复位、黑屏等现象。

#### 11.33 模拟安装架空电缆上的振动试验、颠簸试验（采集单元）

采集单元（天线不打胶））需进行此试验。

试样悬挂和刚性固定的方式安装在振动台面上，进行正弦振动试验，振动频率（参考共振点）50-65Hz，加速度 $20\text{m/s}^2$ ，试验6h，试验后样品结构无损坏，功能（短路故障识别）及性能（采样精度）正常。

#### 11.34 启动试验（站内/站外）（内部要求，记录但不判定）

汇集单元、边缘计算单元需进行此实验。

观察产品启动速度（上电后，指示灯开始闪烁时间为准）；

汇集单元、边缘计算单元，需要在 $80^{\circ}\text{C}$ 时连续通电工作24小时，记录上线速度，信号强度、24小时掉线次数，有无重启现象。

#### 11.35 升级中断（站内/站外）

采集单元、汇集单元、边缘计算单元需进行此实验。

升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、产品无法启动等问题。（烧写器升级除外。此项试验主要为了避免生产、市场升级（U盘升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况）。

#### 11.36 可靠性要求（站内/站外）

架空暂态录波型故障指示器应用于户外架空线路，寿命不低于8年。环境条件见4.1。

#### 11.37 包装试验（站内/站外）

新品包装试验执行研发管理平台下发的《Q / DX D121.009-2020 青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部技术规范-包装运输试验标准 V1.0(20200131)》。

### 12 电磁兼容试验

#### 12.1 静电放电抗扰度（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.2中规定的4级静电放电抗扰度能力，参数见表12.1。

表 12.1 静电放电抗扰度参数

试验项目	等级	接触放电 kV	空气放电 kV
静电放电抗扰度	4	9	16
	X	-	-

试验要求：

试验过程中出现功能和性能短暂的降低或失去是允许的，试验后样品不应损坏且功能性能满足使用要求。

## 12.2 射频电磁场辐射抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.3中规定的射频电磁场辐射抗扰度能力，参数见表12.2。

表 12.2 频率范围在 80MHz~1000MHz 及 1.4GHz~2.0GHz 参数

试验项目	等级	试验场强 V/m
射频电磁场辐射抗扰度	4	30
	X	特定

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.3 浪涌（冲击）抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、采集单元（按照短路电流方式测试）需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.5中规定的4级浪涌（冲击）抗扰度能力，参数见表12.3。

表 12.3 浪涌（冲击）抗扰度参数

试验电压（kV/±10%峰值）		
等 级	共模	差模
4	4	2
X	待定	待定

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.4中规定的4级电快速瞬变脉冲群抗扰度能力，参数见表12.4。

表 12.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度参数

试验电压和脉冲的重复频率				
等 级	差模-采集单元		共模-边缘	
	电压峰值/kV	重复频率/kHz	电压峰值	重复频率

			/kV	/kHz
4	2	5/100	4	5/100
X	待定	待定	待定	待定

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.5 工频磁场抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.8中规定的5级工频磁场抗扰度能力，参数见表12.5。

表 12.5 工频磁场抗扰度参数

等级	磁场强度 A/m
5	400
X	特定

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.6 阻尼振荡磁场抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.10中规定的5级阻尼振荡磁场抗扰度能力，参数见表12.6。

表 12.6 阻尼振荡磁场抗扰度参数

等级	阻尼振荡磁场强度峰值 A/m
5	100
X	特定

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.7 脉冲磁场抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元、汇集单元、采集单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.9-2011中规定的5级脉冲磁场抗扰度能力，参数见表12.7。

表 12.7 脉冲磁场抗扰度参数

试验等级	
等 级	脉冲磁场强度 A/M（峰值）
5	1000

使用浪涌发生器配合磁环进行测试，输出通道为/；脉冲磁场强度（峰值）1000A/m，换算为电压为  $1000/0.45/0.87=2554.3V$ 。

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.8 阻尼震荡波抗扰度试验（站内/站外）

边缘计算单元需进行此试验。

应能承受GB/T 17626.18-2016中规定的5级阻尼震荡波抗扰度能力，参数见表12.7。

表 12.7 阻尼震荡波抗扰度参数

试验电压（kV/±10%峰值）		
等 级	共模	差模
4	2.5	1.25
X	待定	待定

电压波形为衰减震荡波，脉冲频率为 100kHz-40 次/s，1MHz-400 次/，测试端口为电源、零序电压、故障指示器输入。

试验要求：

- 在无故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持无故障报警状态。
- 在故障报警状态下施加干扰，干扰施加过程中应能保持故障报警状态且复位正常。
- 施加干扰的同时施加故障电流，应能检测到故障电流的存在并能正确动作且复位正常。
- 试验过程中，被试设备不应损坏。

## 12.9 传导发射限值（站内/站外）

边缘计算单元需进行此试验。

装置应能承受 GB/T 14598.16-2002 规定的 150kHz-30MHz 传导发射限值检验，参数见表 12.8。

本试验仅适用于辅助电源输入，被试设备应符合表 1 的限值（包括平均值限值和峰值限值）。如果使用准峰值接收机也能满足平均值时，则认为被试设备应符合这两个限值，而无需再使用平均值接收机进行测量。限值 73（60）dB（uV）用于 0.5MHz。

质量内控要求限值减小 3 限值/dB（uV）。

表 12.8 传导发射限值

频率范围/MHz	限值/dB（uV）	
	准峰值	平均值
0.15-0.5	79	66
0.5-30	73	60

#### 12.10 辐射发射限值（站内/站外）

边缘计算单元需进行此试验。

装置应能承受 GB/T 14598.16-2002 规定的 30MHz-1GHz 辐射发射限值检验，参数见表 12.9。

限值 40dB（uV/m）用于 230MHz。

我司实验室为 3 米测量距离，限值需增大 10 dB（uV/m），质量内控要求限值减小 6 限值/dB（uV）。

表 12.9 辐射发射限值

频率范围/MHz	在 10m 测量距离处辐射发射限制/dB（uV/m）
30-230	40
230-1000	47

#### 13 耐受短路电流冲击试验（采集单元）

采集单元应能承受以下耐受短路电流冲击能力要求：

通以线路电压 10kV，短路故障电流（有效值）20kA，短路故障电流持续时间 2s 的短路电流冲击，采集单元外观应无破损、紧固件无松动现象，试验结束后功能应正常。

#### 14 临近抗干扰试验（采集单元）

- 当相邻 300mm 的线路出现故障时，不应发出本线路误报警。
- 当本线路发生故障时，相邻 300mm 的导线不应影响发出本线路正常报警。

测试方法：将两个线圈各挂一套采集单元，并将两个线圈叠放在一起，只在一个线圈中施加短路故障电流，另一线圈采集单元不应误报警。

#### 15 电源及功率消耗试验（站内/站外）

- 线路负荷电流不小于 4A 时，采集单元 TA 取电 1h 内应能满足全功能工作要求。
- 采集单元非充电电池单独供电时，最小工作电流应不大于 80μA。
- 采用太阳能板供电的汇集单元电池充满电后额定电压不低于 DC12V。



- d) 汇集单元整机功耗（在线，不通信）不大于 0.3VA。
- e) 边缘计算单元/汇集单元电压逐渐变化：电压在 60s 内从 1.1Un 均匀地下降至 0V，再以相同的时间从 0V 均匀地上升到 1.1Un，反复进行 10 次。试验后，产品应不出现损坏或信息改变，并应正确工作。
- f) 站内型边缘计算单元采用变电站母线安装，利用变电站现有的 220VAC 或者 24VDC 电源供电。
- g) 站外型边缘计算单元采用电杆式安装，通过电子式 PT 获取 20-200VDC 做为主电源，后备电源采用不低于 7AH12V 可充电铅酸蓄电池。
- h) 站内边缘计算单元采用 220VAC 供电，整机正常运行功耗不大于 8VA（在线，不通讯），采用 24VDC 供电，整机正常运行功耗不大于 5VA（在线，不通讯）。
- i) 站外边缘计算单元采用 20-200VDC 供电，整机正常运行功耗不大于 5VA（在线，不通讯，不给蓄电池充电）。

## 16 检测项目

### 16.1 试验分类

架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）的试验分型式试验和出厂试验。

### 16.2 型式试验

由下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型；
- b) 连续批量生产的装置每 2 年一次；
- c) 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；
- d) 产品停产 1 年以上又重新恢复生产时；
- e) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- f) 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；
- g) 合同规定进行型式试验时。

### 16.3 出厂试验

每台装置出厂前应在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验，检验合格后，附有合格证，方可允许出厂。（参考附录B）

## 17 标志、包装和贮运

按GB/T 13729-2002中第6章的规定执行。

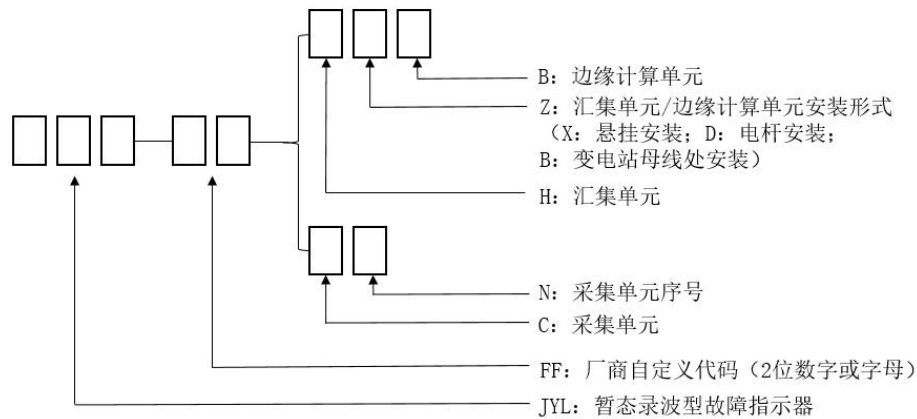


## 附录 A（规范性附录）

### 型号、ID 号、硬件版本号、软件版本号与二维码信息定义

#### A.1 架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）型号代码

型号代码由类型标识代码和厂商自定义代码 2 部分组成，其型号代码形式 JYL-FF，汇集单元的型号使用 JYL-FF-HZ，采集单元的型号使用 JYL-FF-CN，边缘计算单元的型号使用 JYL-FF-HZB。定义如图 A.1。



#### A.2 ID号标识代码

ID号由24位英文字母和数字组成，ID号结构由5部分组成，其结构和代码见表A.1。

表 A.1 ID 号代码结构及位数

序 号	1	2	3	4	5
代码名称	类型标识代码	厂商代码	生产批号	生产日期	生产流水
位数（位）	3	6	3	8	4

指示器ID号的第1~3位代表类型标识代码；第4~9位代表厂商代码，其中第4~7位，由英文字母组成，由国家电网公司统一进行分配，第8~9位由厂商自定义，以数字组成；后15位由数字组成，第10~12位代表生产批号；第13~20位代表生产日期，第21~24代表生产流水。

**示例 1：**指示器 ID 号：JYLXXXXX010201504081009 表示生产日期为 2015 年 4 月 8 日的暂态录波型故障指示器。

#### A.3 硬件版本号标识代码

指示器硬件版本号由6位英文字母和数字组成，其结构由2部分组成，见表A.2。

表 A. 2代码结构及数字

序号	1	2
代码名称	版本类型	硬件版本号
位数（位）	2	4

指示器硬件版本号的第1~2位为英文字母HV，代表硬件版本；第3~4位为采集单元硬件版本号，第5~6位为汇集单元/边缘计算单元硬件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第4位和第5位中间加点点间隔，其标识方式图A. 2。

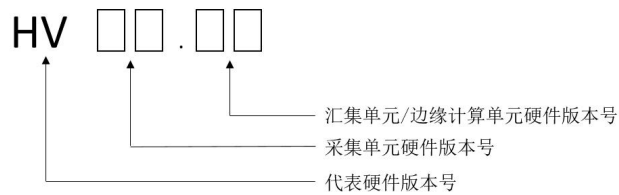


图 A. 2 硬件版本号标识代码

示例 2：指示器硬件版本号：HV22. 02 表示硬件版本号为 22. 02。

示例 3：采集单元硬件版本号：HV22. XX，汇集单元/边缘计算单元硬件版本号 HVXX. 02

#### A. 4 软件版本号标识代码

软件版本号由7位英文字母和数字组成，其结构由2部分组成，见表A. 3。

表 A. 3代码结构及位数

序 号	1	2
代码名称	版本类型	软件版本号
位数（位）	2	5

软件版本号的第1~2位为英文字母SV，代表软件版本；第 3~4位是采集单元软件版本号，第5~7位是汇集单元软件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第4位和第5位中间加点点间隔，其标识方式见图 A. 3。

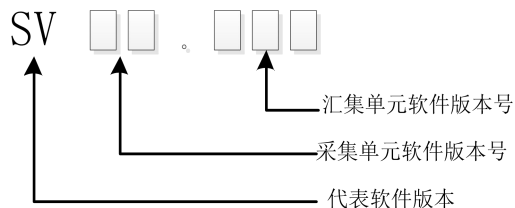


图 A. 3 软件版本号标识代码

示例 4：指示器软件版本号：SV56. 023 表示软件版本号为 56. 023。

示例 5：采集单元软件版本号 SV56. XXX, 汇集单元软件版本号 SVXX. 023。

### A. 5 二维码信息

指示器的二维码信息结构由6部分组成，见表A. 4。

表 A. 4二维码信息结构

序 号	1	2	3	4	5	6
代码名称	类型代码	厂商代码	指示器型号	ID 号	硬件版本	生产日期

A5. 1二维码采用 QR Code 编码，所有字符采用宋体，中文字符采用 GB2312 或 UTF-8 编码。

A5. 2标点符号采用英文格式。

A5. 3所有信息不允许有空格出现。

A5. 4硬件版本号参照标准命名，注意 HV 后面不加空格。

A5. 5有厂商代码的厂家需用实际申请的代码将厂商代码区域的“XXXX”覆盖。

A5. 6对于电场启动高精度型和零序电压启动高精度型暂态录波型故障指示器二维码信息中类型代码后面需注明电场启动高精度型或零序电压启动高精度型。

示例 6：类型：JYL（零序电压启动高精度型），厂商：XXXX 公司或集团，型号：JYL-FF, ID: JYLXXXXXX010201504081009, 硬件版本号:HV22. 02, 生产日期:2015 年 4 月 8 日



图 A. 4 二维码示意图

附 录 B（规范性附录）

采集单元及悬挂安装的汇集单元外接端子及结构

B.1 外接端子

采集单元及悬挂安装的汇集单元，应具备无专业工具拆卸测试接口，接口采用5位2.54mm间距插拔式接线端子，分别为：VBAT（电池正极）、VDD（外部电源输入端）、GND（电池负极、电源地）、PTIN(相电场强度模拟输入端)、NC(备用)。

正常工作时，通过将插头的VBAT和VDD短接，将电池接入采集单元或悬挂安装的汇集单元电源回路。在检测或调试时，可方便的将VBAT和VDD回路断开，并可在PTIN上外接幅值较小的交流电压信号模拟相电场强度。

本方案只规定母头形式，公头不做规定，但成品应同时具备公头和母头端子。

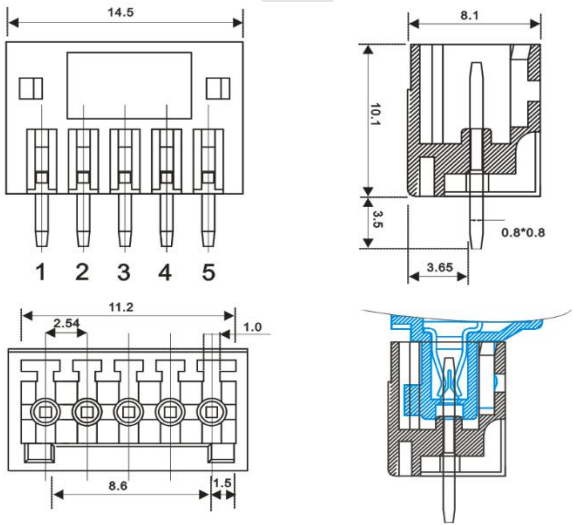


图 B.1 外接端子图

外接端子定义

端子序号	名称	含义
1	VBAT	电池正极
2	VDD	外部电源输入端
3	GND	电池负极、电源地
4	PTIN	相电场强度模拟输入端（AC 0～3.3V）
5	NC	备用

B.2 对悬挂安装的汇集单元，应具备无工具拆卸SIM卡功能，Micro-SIM卡尺寸 12×15mm。

## 附录 C 检测项目

架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）产品检测项目								
说明：								
1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试，功能项不应该有漏项								
2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减								
3、“√”表示全检验收的项目，a 表示功能检验时，只检数据通信、参数配置和控制功能；“√*”表示抽样验收的项目。								
序号	试验项目		研发 D 版本样机自测	研发设计变更自测	生产功能检测	新品质量全性能试验	设计变更型式试验	生产 QA/IPQC 抽检
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量
1	一般检查	外观显示试验	√	√	√ a	√	√	√*
2	绝缘性能	绝缘电阻	√	√		√	√	
		绝缘强度	√	√		√	√	
3		天线带电	√	√		√	√	
4		泄漏电流	√	√		√	√	
5	功能要求	功能检测	√	√	√ a	√	√	
6	性能要求	电气性能	√	√		√	√	
7		低温性能	√	√		√	√	
8		高温性能	√	√		√	√	
9		自由跌落试验	√	√		√	√	
10		振动耐久试验	√	√		√	√	
11		卡线握力试验	√	√		√	√	
12		防护等级试验	√	√		√	√	
13		模拟汽车颠簸	√	√		√	√	
14		凝露试验	√	√		√	√	
15		冷热冲击	√	√		√	√	
16		交变湿热	√	√		√	√	
17		高温耐久试验	√	√		√	√	
18		器件温升	√	√		√	√	
19		USB 接口短路试验	√	√		√	√	
20		接地电阻测试	√	√		√	√	
21		电棍放电影响试验	√	√		√	√	
22		GPRS 模块屏蔽箱影响试验	√	√		√	√	
23		对讲机抗扰度扰试验	√	√		√	√	
24		模拟安装架空电缆上的振动试验、	√	√		√	√	

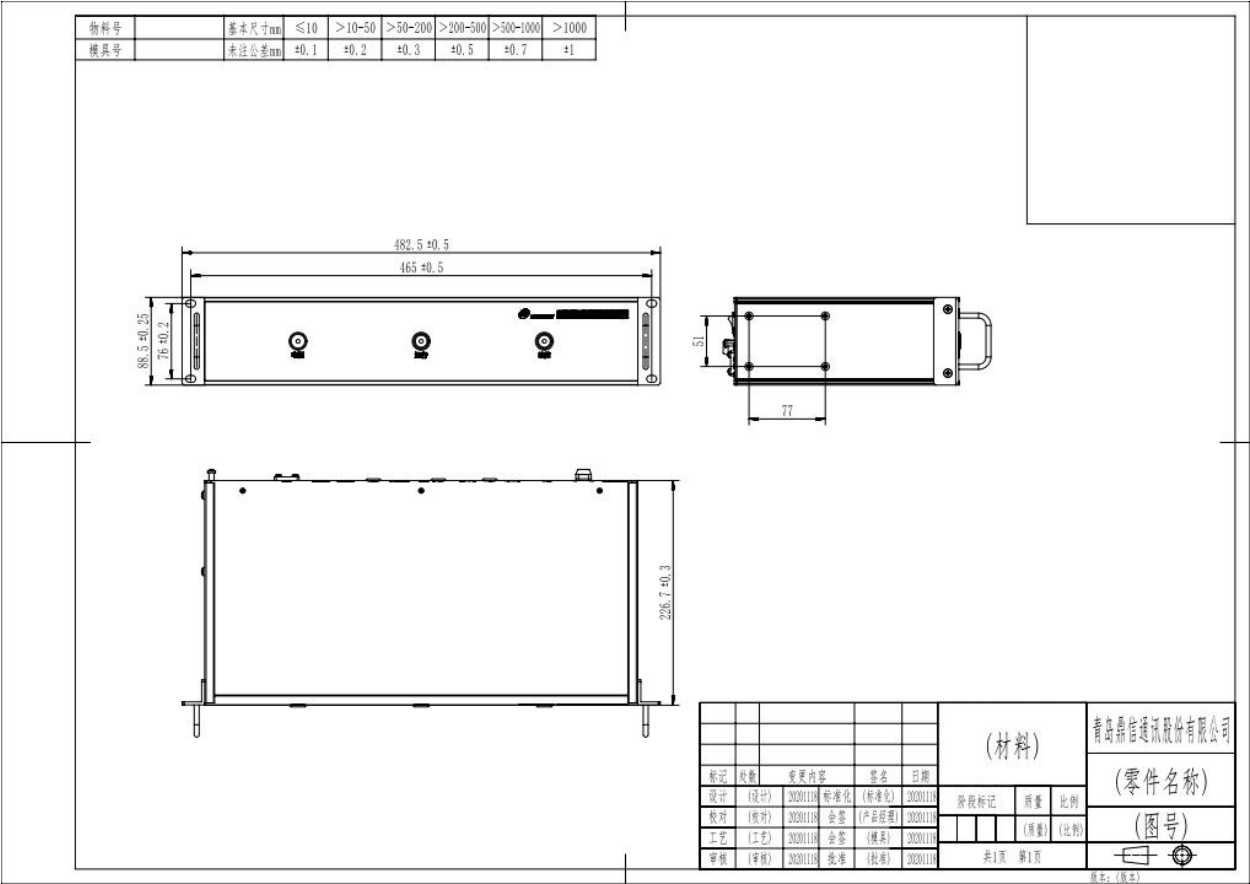
		颠簸试验					
25		启动试验	√	√		√	√
26		升级中断	√	√		√	√
27	电磁兼容	静电放电抗扰度试验	√	√		√	√
28		射频电磁场辐射抗扰度试验	√	√		√	√
29		浪涌（冲击）抗扰度试验	√	√		√	√
30		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	√		√	√
31		工频磁场抗扰度试验	√	√		√	√
32		阻尼振荡磁场抗扰度试验	√	√		√	√
33		传导发射限值	√	√		√	√
34		辐射发射限值	√	√		√	√
35	电源要求	电源测试	√	√	√	√	√
36		耐受短路电流冲击试验	√	√		√	√
37		极端高温环境下的电源中断影响	√	√		√	√
38		极端低温环境下的电源中断影响	√	√		√	√
39		电源电压随机中断试验	√	√		√	√
40		电压逐渐变化影响试验	√	√		√	√
41		过压保护试验	√	√		√	√
42		电源谐波影响试验	√	√		√	√
43		电源缓升变化试验	√	√		√	√
44		外部供电情况下时钟电池放电电流检测	√	√		√	√
45	临近干扰	临近干扰测试	√	√		√	√
46	环境试验	盐雾试验	√	√		√	√
47		阻燃试验	√	√		√	√
48		阳光辐射	√	√		√	√

49	可靠性试验	模拟双 85 试验	√	√		√	√	
50	生产	版本读取试验			√ a			√ *
51		整机功能试验			√ a			√ *
52		生产工艺说明	系统审批					√ *
53		打标文件	系统审批					√ *
54		BOM	系统审批					√ *

注：版本读取试验、整机功能试验、生产工艺说明、打标文件、BOM等操作说明，详见架空暂态录波型远传故障指示器（零序电压启动高精度型）生产工艺说明。

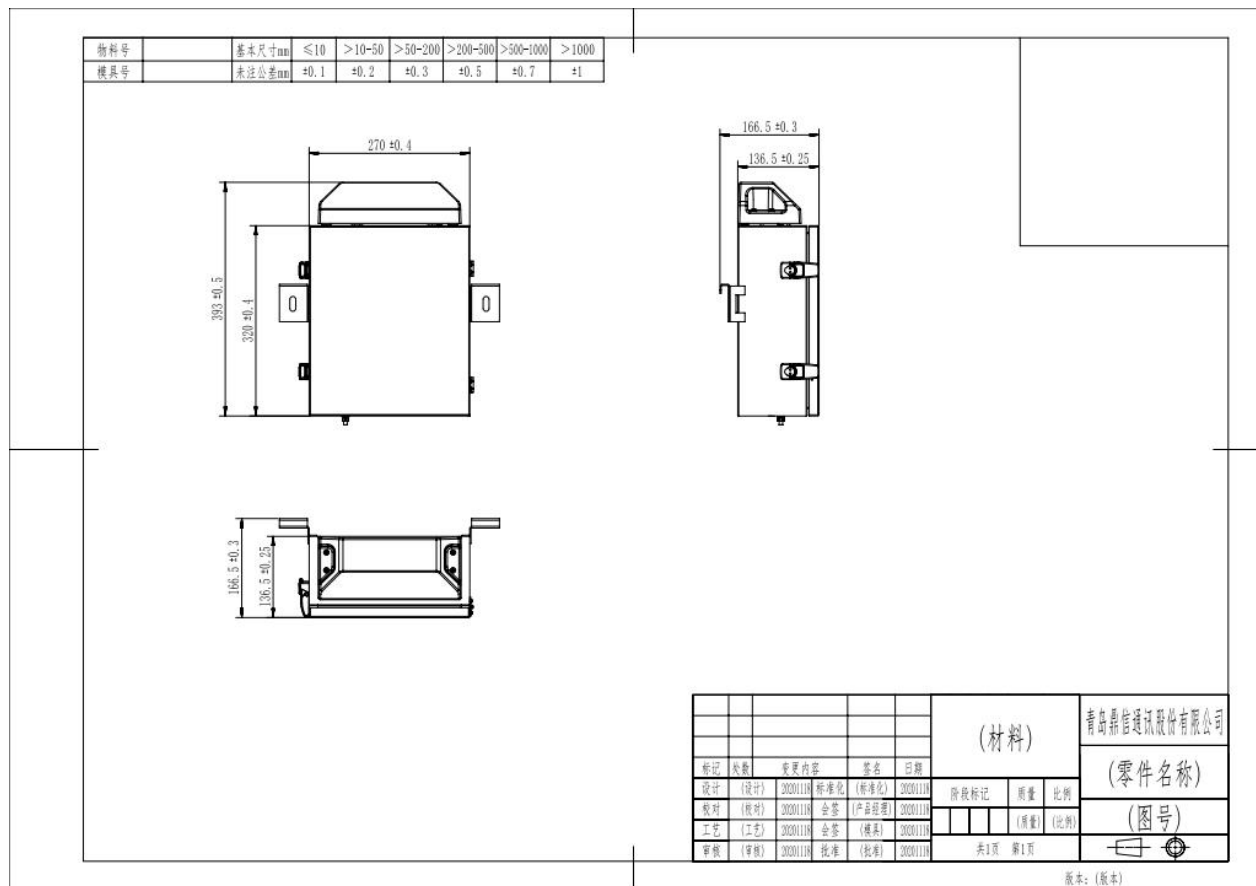
新品质量全性能试验样机，边缘计算单元5台，汇集单元+采集单元5套；设计变更型式试验样机边缘计算单元2台，汇集单元+采集单元5套。

附 录 D 站内边缘计算单元外形尺寸图

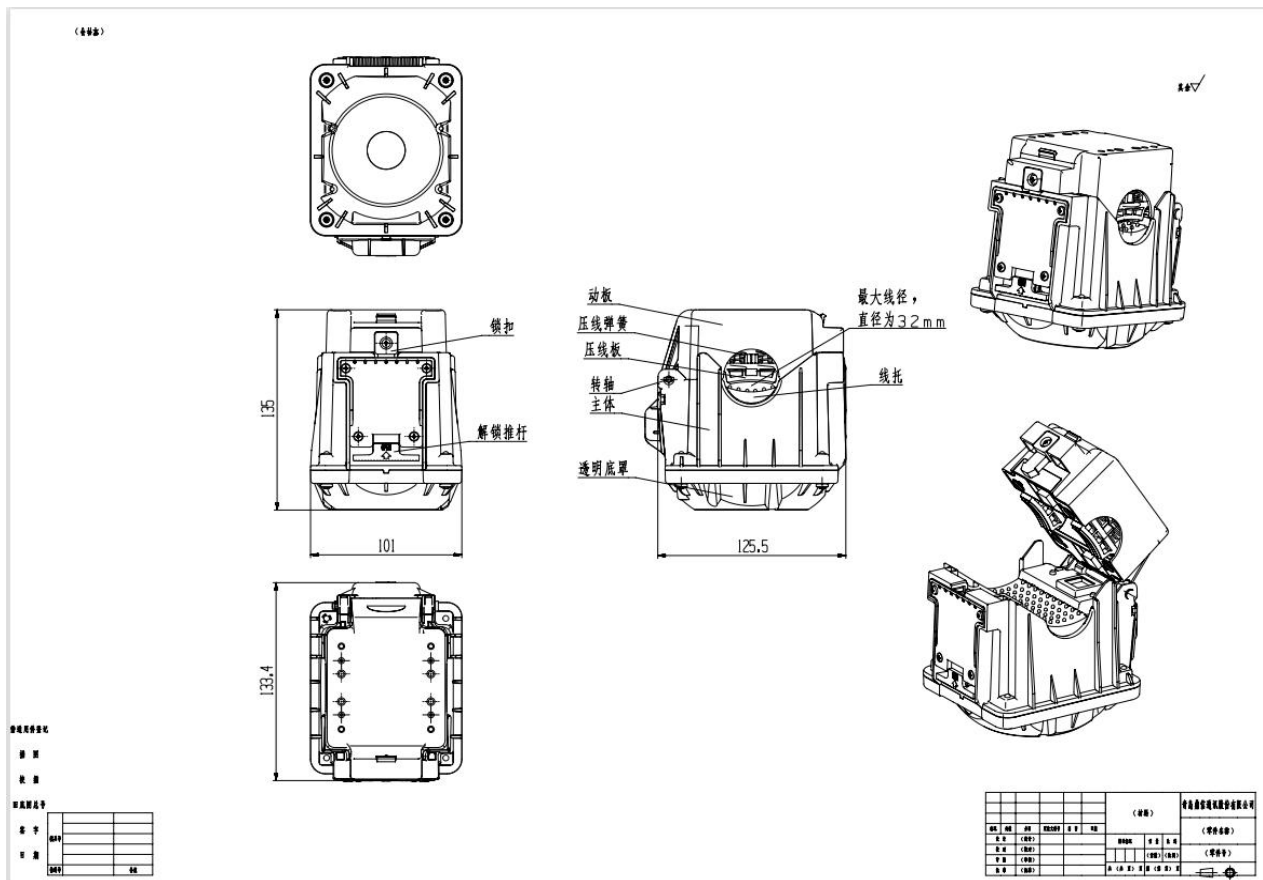




附录 E 站外边缘计算单元外形尺寸图



附 录 F 采集单元外形尺寸图



## 附录 G 汇集单元外形尺寸图

## 版本记录

版本编号 / 修改状态	拟制人/修改人	修改日期	变动内容	备注
V1.0	吕廷晶	2021.11.15	增加脉冲磁场抗扰度试验	

编制：

审核：

标准化：

批准：