ICS 29.240.30

CCS F 21

团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

电力负荷柔性调控终端技术规范

Technical specification for flexible regulation terminal of power load

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

目录

[前言 3](#_Toc4843)

[1 范围 4](#_Toc10654)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc26046)

[3 术语和定义 4](#_Toc12324)

[4 技术要求 5](#_Toc5717)

[4.1 环境适应性 5](#_Toc3723)

[4.2 结构和机械性能 6](#_Toc29882)

[4.3 电气性能 7](#_Toc10281)

[4.4 电磁兼容性 8](#_Toc9373)

[4.5 通信与安全要求 9](#_Toc20718)

[5 功能要求 9](#_Toc29984)

[5.1 功能配置 10](#_Toc8838)

[5.2 测量功能 10](#_Toc19472)

[5.3 电能质量监测 10](#_Toc31536)

[5.4 协议转换 10](#_Toc26567)

[5.5 柔性调控 10](#_Toc31883)

[5.6 断路器控制功能 11](#_Toc5458)

[5.7 事件记录 11](#_Toc20919)

[5.8 数据采集 11](#_Toc9357)

[5.9 数据存储 11](#_Toc32622)

[5.10 数据处理 11](#_Toc29264)

[5.11 软件升级 12](#_Toc22025)

[6 试验方法 12](#_Toc24811)

[6.1 环境适应性试验 12](#_Toc7311)

[6.2 结构和机械性能试验 13](#_Toc6519)

[6.3 电气性能试验 14](#_Toc1333)

[6.4 功能试验 14](#_Toc1229)

[6.5 电磁兼容性试验 16](#_Toc16128)

[7 检验规则 17](#_Toc8484)

[7.1 检验分类 17](#_Toc21871)

[7.2 出厂检验和型式试验项目 17](#_Toc16800)

[8 包装、运输、贮存 18](#_Toc22085)

[8.1 包装 18](#_Toc28507)

[8.2 运输 18](#_Toc14074)

[8.3 贮存 19](#_Toc8108)

[附　录　A （资料性） 功能配置表 20](#_Toc32344)

[附　录　B （资料性） 电力负荷柔性调控终端典型应用场景 21](#_Toc20923)

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。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电力负荷柔性调控终端技术规范

* 1. 范围

本文件规定了电力负荷柔性调控终端（以下简称“终端”）的技术要求、功能要求、试验方法、检验规则、包装、运输与贮存。

本文件适用于终端的设计、制造、检验、使用。

* 1. 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 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 2423.1—2008 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—2008 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—2008 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 2423.5—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

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 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 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4798.1—2019 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第1部分：贮存

GB/T 4798.2—2021 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—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 15284—2022 多费率电能表 特殊要求

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 17215.352—2009 交流电测量设备 特殊要求 第52部分：符号

GB/T 17626.2—2018 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 17626.4—2018 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—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分：对每相输入电流小于或等于16A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17627—2019 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备

DL/T 645—2007 多功能电能表通信协议

DL/T 698.45—2017 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

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

分布式电力调节资源 distributed power regulation resources

指能够与电网进行能量互动，可改变运行功率大小的电力资源，主要包括分布式光伏、用户侧电力储能、充电桩、非生产性空调、移动通信基站等，分布式电力调节资源具有在一定时间段内灵活可变的特点。

电力负荷柔性调控 power load flexible adjustment and control

在不中断供电的条件下，采取阶梯性的调节策略调整分布式电力调节资源运行参数、运行时间，改变其运行功率以达到增加或减少电负荷效果的控制方式。

电力负荷柔性调控终端 power load flexible regulation terminal

实现电力负荷柔性调控功能的设备。

负荷管理装置 load management terminal device

部署于用户侧，能够实现用电负荷数据采集、存储、分析、计算、负荷调节控制功能的装置。

电力负荷管理系统 power load management system

采用计算机应用技术、信息传输技术、电力自动控制技术为基础的对电力负荷进行监测、调节、控制和运行优化的实时监控系统。

* 1. 技术要求
     1. 环境适应性
        1. 气候环境条件

终端在表1规定的条件下应正常工作。

1. 气候环境条件分类

| 场所类型 | 级别 | 空 气 温 度 | | 湿度 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 范围  ℃ | 最大变化率a  ℃/h | 相对湿度b  ％ | 最大绝对湿度  g/m3 |
| 室内 | C1 | －5～＋45 | 0.5 | 5～95 | 29 |
| 遮 蔽 | C2 | -25～+55 | 0.5 | 10～100 |
| 户 外 | C3 | -40～+70 | 1 | 35 |
| 协议特定 | CX |  |  |  |  |
| 1. 温度变化率取5min时间内平均值。 2. 相对湿度包括凝露。 | | | | | |

* + - 1. 使用场所大气压力

终端使用场所大气压力见表2。

1. 大气压力分级

| 级别 | 大气压力  kPa | 适用高度 |
| --- | --- | --- |
| BB1 | 80～108 | 海拔2000m以下 |
| BB2 | 70～80 | 海拔2001m～3000m |
| BB3 | 62～70 | 海拔3001m～4000m |
| BB4 | 54～62 | 海拔4001m～5000m |

* + 1. 结构和机械性能
       1. 结构
          1. 外观及标识

终端标识应清晰、牢固，易于识别。使用的符号应符合GB/T 17215.352－2009的规定。接线端子应有清楚和不易擦除的文字、数字和符号说明。

终端上应有下列标识：

a) 制造年份；

b) 出厂编号；

c) 资产条码；

d) 名称及型号；

e) 制造厂名称及注册商标；

f) 终端的相、线数。

g) 输入电流（A）、电压（V）。

h) 制造标准。

* + - * 1. 指示灯

终端应具有用于状态指示和警示的指示灯，至少包含终端电源、上下行通信、告警等指示。

* + - 1. 机械性能
         1. 机械应力

外壳的机械应力应进行弹簧锤试验，弹簧锤以0.2J±0.02J 的动能作用在终端外表面及端子盖上， 试验后外壳和端盖不应出现影响终端功能极可能触及带电部件的损坏，允许外壳有轻微的损坏，这种损坏不应削弱对间接接触的防护或对固体物质、灰尘和水的侵入等的防护。

* + - * 1. 冲击

终端应能承受正常运行及常规运输条件下的冲击而不造成失效和损坏。按照GB/T 2423.5—2019的规定进行试验，试验后终端不应出现损坏，应能正常工作。

* + - * 1. 机械振动

终端应能承受下列严酷等级的机械振动：

——频率范围：10Hz～150Hz；

——位移幅值：0.075mm（频率范围≤60Hz）；

——加速度幅值：10m/s2（频率范围>60Hz）；

——每轴线扫频周期数：20。

* + - * 1. 耐热和阻燃

终端非金属外壳应能经受时间为30s±1s、温度为650℃±10℃的灼热丝试验，试验中不应起燃，或发生起燃，但在移开灼热丝后30s内熄灭。

* + - * 1. 耐盐雾

拟在高盐雾环境（如海岸、沿海以及近海地区）中使用的终端，其外壳（包括配备的螺钉等）应能耐受GB/T 2423.17—2008规定的盐雾试验，试验结束并按规定恢复后，不应出现锈蚀、色泽明显改变等现象。

* + - * 1. 外壳防护性能

终端外壳防护等级应符合GB/T 4208—2017中IP51的规定，即防尘和防滴水。

* + - 1. 端子座与接线端子

端子座与接线端子要求如下：

a) 端子座的热变形温度不应小于200℃；

b) 强电端子和弱电端子分开排列，具备有效的绝缘隔离。电压电流接线端钮孔应确保能牢固固定最小截面积为2.5mm2的导线；固定方式应确保充分和持久的接触，以免松动和过度发热；在施加封印后，不应触及接线端子；端子座内的端子部分采用嵌入式双螺钉旋紧；

c) 电压、电流端子接线柱在受到轴向60N的压力时，接线柱不应内缩。

* + - 1. 天线

配置天线并采用无线通信信道时，天线的安装方式应能保证在不打开终端盖的情况下，天线无法拔出或拆下。

* + - 1. 加封印

外壳、翻盖可加封印。

* + 1. 电气性能
       1. 电源适应性

终端应使用交流三相四线或单相电源供电，具备输入过压、过流保护，工作电源应满足以下条件：

——额定相对地电压：220V；

——允许电压偏差-20％～+20％；

——额定频率：50Hz；

——允许频率偏差-5％～+5％。

* + - 1. 功率消耗

在非通信状态下，三相供电的终端消耗的视在功率不应大于15VA，有功功率不应大于8W；单相供电的终端消耗的视在功率不应大于10VA，有功功率不应大于6W。

* + - 1. 绝缘电阻

在正常试验条件和温湿度试验条件下，终端各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求如表3所示。

1. 绝缘电阻

| 额定绝缘电压  V | 绝缘电阻  MΩ | | 测试电压  V |
| --- | --- | --- | --- |
| 正常条件 | 湿热条件 |
| U≤60 | ≥10 | ≥2 | 250 |
| 60＜U≤250 | ≥10 | ≥2 | 500 |
| U＞250 | ≥10 | ≥2 | 1000 |
| 注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路采用U＞250V的要求。 | | | |

* + - 1. 绝缘强度

电源回路、交流采样输入回路、输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间，应耐受如表4中规定的50Hz的交流电压，历时1min的绝缘强度试验。试验时不应出现击穿、闪络现象，泄漏电流应不大于5mA。

1. 绝缘强度试验电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 额定绝缘电压  V | 试验电压有效值  V | 额定绝缘电压  V | 试验电压有效值  V |
| U≤60 | 1000 | 125＜U≤250 | 4000 |
| 60＜U≤125 | 2500 | 250＜U≤400 | 4000 |
| 注： RS-485接口与电源回路间试验电压不低于4000V。 | | | |

* + - 1. 电气间隙和爬电距离

裸露的带电部分对地和对其他带电部分之间，以及接线端子螺钉对金属盖板之间应具有表5中规定的最小电气间隙和爬电距离。对于工作在海拔高度2000m以上的终端的电气间隙应按GB/T16935.1—2008的规定进行修正。

1. 最小电气间隙和爬电距离

| 工作电压 V | 电气间隙 mm | 爬电距离 mm |
| --- | --- | --- |
| Un≤25 | 1 | 1.5 |
| 25＜Un≤60 | 2 | 2 |
| 60＜Un≤250 | 3 | 4 |
| 250＜Un≤380 | 4 | 5 |

* + - 1. 温升

在额定工作条件下，电路和绝缘体不应达到可能影响终端正常工作的温度。

终端的电流线路通过额定电流，电压线路以及通电周期比其热时间常数长的辅助电压线路加载1.15倍参比电压，环境温度为40℃时，外表面温升不应超过25K。

* + 1. 电磁兼容性
       1. 电压暂降和短时中断试验

终端应能承受GB/T 17626.11—2023中5.2的规定试验要求，试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 工频磁场抗扰度

终端应能承受GB/T 17626.8—2006中表1规定的试验等级为4级的工频磁场抗扰度试验，试验过程中及试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 射频电磁场辐射抗扰度试验

终端应能承受GB/T 17626.3-2023中规定的试验等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度试验，试验过程中及试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 静电放电抗扰度

终端应能承受GB/T 17626.2—2018中表1规定的试验等级为3级的静电放电试验，试验中不应出现误动作或死机现象，试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 电快速瞬变/脉冲群抗扰度

终端应能承受GB/T 17626.4—2018中规定的试验等级为3级和4级的电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验，试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 浪涌抗扰度

终端应能承受GB/T 17626.5—2008中规定的试验等级为4级的浪涌抗扰度试验，试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + 1. 通信与安全要求
       1. 通信模式

应支持RS-485、电力线载波、CAN、HomeBus通信模式，宜支持以太网、4G/5G、微功率无线等多种通信模式。

* + - 1. 通信协议

终端与负荷管理装置或电力负荷管理系统通信应支持但不限于DL/T 645、DL/T 698.45协议。

终端与分布式电力资源之间的通信协议，应支持但不限于Modbus、MQTT、DL/T 645、DL/T 698.45协议。终端应支持设备定制的通信协议。

* + - 1. 安全要求

终端应满足以下安全防护要求：

1. 采用安全芯片及国家密码管理部门认可的密码算法，实现终端的密钥生成、存储和使用，安全芯片支持终端与电力负荷管理系统、负荷管理装置交互时的安全防护功能；
2. 终端与电力负荷管理系统、负荷管理装置等设备进行通信时，应实现身份认证和重要数据在传输过程中的机密性、完整性保护。
   1. 功能要求
      1. 功能配置

终端能够对分布式电力资源运行状态进行实时监测和柔性调控，可接收负荷管理装置或电力负荷管理系统下发的负荷调控指令，也可自主生成负荷调控指令，经协议转换后下发至分布式电力资源，实现分布式电力资源的柔性调控。

终端各项功能配置参见附录A。

* + 1. 测量功能

测量范围和准确度应满足下列要求：

——电压测量范围0.6Un~1.3Un，电压测量准确度不低于±0.5%。

——电流测量范围0.004In~1.2Imax，电流测量准确度不低于±0.5%。

* + 1. 电能质量监测

电能质量监测指标应满足表6要求：

1. 电能质量指标要求

| 电能质量测量指标 | | | 允许误差 |
| --- | --- | --- | --- |
| 稳态指标 | 电压有效值 | | ±0.5% |
| 电压偏差 | | ±0.5% |
| 电流有效值 | | ±0.5% |
| 频率 | | ±0.05Hz |
| 频率偏差 | | ±0.05Hz |
| 三相不平衡 | 三相电流负序和零序不平衡度 | ±1% |
| 三相电压负序和零序不平衡度 | 1%～5%,±0.3%  5%～40%,±0.6% |
| 谐波 | 2～21次谐波电压含有率 | Uh≥3%Un,±5%Uh  Uh＜3%Un,±0.15% Un |
| 2～21次谐波电流有效值 | Ih≥10%In,±5%Ih  Ih＜10%In,±0.5%In |
| 2～21次电压总谐波畸变率 | Uh≥3%Un,±5%Uh  Uh＜3%Un,±0.15% Un |
| 2～21次谐波有功功率 | Ph≥150W,±1% Ph  Ph＜150W,±1.5W |

单击或点击此处输入文字。

* + 1. 协议转换

终端应能与末端负荷设备进行通信，应具备将末端负荷设备通信协议与电力负荷管理系统通信协议进行转换的功能，通信协议应满足以下要求：

1. 终端与末端负荷设备的通信应遵从Modbus等末端负荷设备通信协议的要求。
2. 终端与电力负荷管理系统的通信应遵从系统统一制定的协议的要求。
   * 1. 柔性调控

终端应支持对分布式电力资源的协同调控和自主调控。柔性调控的典型应用场景见附录B。

a）协同调控：终端应能接收负荷管理装置或电力负荷管理系统下发的负荷调控指令，经协议转换后下发至分布式电力资源，实现对分布式电力资源的协同调控。

b）自主调控：终端应能根据对分布式电力资源运行状态的实时监测，自主生成调控命令，下发至分布式电力资源，实现对分布式电力资源的自主调控。

* + 1. 断路器控制功能

终端应支持断路器分合控制。

* + 1. 事件记录

终端应具备事件记录功能，可记录事件类型包括但不限于下列内容：

控制事件：应记录终端协同调控、自主调控、断路器控制事件次数及相关信息；

告警事件：应记录通信故障、设备故障、数据越限等事件；

其他事件：应记录软件升级、校时、清零、初始化、停上电等事件；

在供电情况下，所有事件均可支持主动上报，上报事件可设置；

在停电和上电时刻，仅停电事件支持主动上报，是否上报可设置。

* + 1. 数据采集
       1. 采集数据项

可采集分布式电力资源的负荷信息、状态信息、故障信息、事件信息等，包括但不限于下列数据：

——分布式光伏：开关机状态、装机容量、电能质量数据；

——非生产性空调：运行模式、出水温度、回水温度；

——用户侧电力储能：安全运行状态、充放电功率、SOC（电池剩余容量百分比）、SOH（电池健康度）；

——充电桩：输出功率、充电模式；

——移动通信基站：备用电源电量、运行模式。

数据保存应带有时标。

* + - 1. 采集策略

终端可根据不同的数据类型，支持下列采集策略：

a）实时监测：终端直接监测分布式电力资源的实时数据和存储的各类数据、参数和事件；

b) 定时自动采集：终端根据配置的采集方案自动采集分布式电力资源的运行数据；

c) 自动补抄：终端对在规定时间内未抄读到数据应有自动补抄功能；

d) 人工召测：终端应支持人工召测，并可查看召测数据；

* + 1. 数据存储

数据存储应满足以下要求：

1. 存储的数据类型包括但不限于事件记录、负荷记录；
2. 数据存储容量不低于256MB，当存储容量不足时，应按照“先入先出”的原则进行存储；
3. 终端进行升级、参数初始化等操作时，不应影响存储数据；
4. 供电电源中断后，存储数据可保持，电源恢复时，保存数据不丢失。
   * 1. 数据处理
        1. 时钟召测与对时

时钟召测和对时功能应满足以下要求：

1. 日计时误差绝对值≤1s/d;
2. 外电源失电后，时钟应能维持正常工作；
3. 应能接收电力负荷管理系统、负荷管理装置或本地手持设备等外部设备的时钟召测和对时命令。
   * + 1. 参数设置和查询

终端能根据命令设置和查询配置参数、监测参数、限值参数、通信参数等，可查询终端硬件版本号和软件版本号。

* + - 1. 数据分析

能对终端测量或采集的数据进行分析，判断是否出现数据越限、状态变化、故障，支撑自主调控决策。

* + - 1. 数据和时钟保持

供电电源中断后，数据和时钟能保持不少于6个月。电源恢复后，保存数据不丢失，内部时钟正常运行。

* + 1. 软件升级

终端应支持远程或本地进行在线升级，软件下载时不影响终端正常工作。

* 1. 试验方法
     1. 环境适应性试验
        1. 高温试验

按照GB/T 2423.2—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

——终端在额定电源条件下工作，输入施加参比电压/电流；

——试验温度：试验温度为GB/T 2423.2—2008规定的标准温度，该标准温度是刚大于等于表1规定的上限温度；

——持续时间：72 h 。

试验中终端不应发生损坏和死机现象。试验后终端功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 低温试验

按照GB/T 2423.1—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

——终端在额定电源条件下工作，输入施加参比电压/电流；

——试验温度：试验温度为GB/T 2423.1—2008规定的标准温度，该标准温度是刚大于等于表1规定的上限温度；

——持续时间：72 h。

试验中终端不应发生损坏和死机现象。试验后终端功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 交变湿热试验

按照GB/T 2423.4—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

——终端在额定电源条件下工作，输入施加参比电压/电流；

——严酷程度：试验高温55℃，循环次数2次。

试验中终端不应发生损坏和死机现象。试验结束后，在大气条件下恢复1-2h，功能和性能应满足相关要求；检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况。

* + 1. 结构和机械性能试验
       1. 一般检查

采用目测法检查终端外观及标识。

* + - 1. 机械应力试验

终端安装在其正常工作位置，弹簧锤以4.2.2.1规定的动能作用在终端的外表面上，在每个位置上冲击 3 次。

* + - 1. 冲击试验

按照GB/T 2423.5—2019的规定，在下列条件下进行：

a） 终端在非工作状态下，无包装；

b） 半正弦脉冲；

c） 峰值加速：30g（300m/s2）；

d） 脉冲周期：18ms。

* + - 1. 振动试验

按照GB/T 2423.10—2019的规定，在下列条件下进行：

a） 终端在非工作状态下，无包装；

b） 频率范围：10Hz~150Hz；

c） 交越频率：60Hz；

d） f＜60Hz，振幅：0.075mm；

e） f＞60Hz，加速度：9.8m/s2；

f） 单点控制；

g） 每轴扫描周期数10。

注：10个扫描周期=75min。

* + - 1. 耐热和阻燃试验

按照GB/T 5169.11—2017的规定，并在下列条件下进行：

a) 参比电压大于40V的端子排：（960±15）℃；

b) 参比电压小于40V端子排和外壳：（650±10）℃；

c) 试验时间：（30±1）s。

在施加灼热丝期间和其后的30s内，观察被试品的试验端子及周围，应无火焰或不灼热；被试品在施加灼热丝期间产生的火焰或灼热，但应在灼热丝移去后30s内熄灭。

* + - 1. 外壳防护等级试验

按照GB/T 4208—2017中13.4、14.1的规定进行。

* + 1. 电气性能试验
       1. 电源适应性试验

终端在正常供电的情况下，在下列条件下进行：

——额定相对地电压：220V；

——允许电压偏差-20％～+20％；

——额定频率：50Hz；

——允许频率偏差-5％～+5％

* + - 1. 功率消耗试验

在终端非通信状态下，在电压回路施加标称电压，电流回路施加标称电流，使用准确度不低于1.0级的三相多功能标准表测电压回路或辅助电源回路的电压值（V）和电流值（A），其乘积数（VA）即为视在功耗。读取标准表的有功功率值，即为有功功耗。

* + - 1. 绝缘电阻试验

在下列条件下进行：

a） 试验电压：应符合表3的规定；

b） 试验时间：60s。

使用绝缘电阻表对终端进行绝缘电阻测试。

* + - 1. 绝缘强度试验

按GB/T 16935.1—2008规定，在以下条件进行：

a） 试验电压：应符合表4的规定；

b） 电源容量：≥500VA；

c） 电压波形：正弦波；

d） 试验时间：60s。

试验中，所有参比电压小于40V的线路应接地。

* + - 1. 间隙和爬电距离试验

应按GB/T 16935.1—2008中6.1.2的规定进行。

* + - 1. 温升试验

将被测终端放置在温度试验箱中，对电压线路通以1.15倍参比电压，电流线路通以1.2倍最大电流，箱内试验温度设置为40℃，2h后测试外表面不同位置的温度，计算温度改变量，选择温度改变量最大的值作为测试结果。

* + 1. 功能试验
       1. 一般要求

各项功能试验时，应将测试主机、被测试终端、输入信号源、断路器、被控负荷模拟设备连接成一个测试系统。其中测试主机为在实验室环境下替代主站系统相关功能的上位机。

* + - 1. 测量功能试验

按5.2规定的电压、电流测量范围进行试验，测量终端的准确度，应满足5.2规定的误差极限。

* + - 1. 电能质量监测试验

利用电能质量监测装置进行试验，终端电能质量监测指标应满足5.3要求

* + - 1. 协议转换试验

测试主机向终端下发抄读或调控命令，查看终端协议转换后发出的报文帧、被控负荷模拟设备返回的报文帧及终端上传至测试主机的报文帧是否正确。

* + - 1. 柔性调控试验

协同调控试验方法：测试主机向终端下发调控命令，查看被控负荷模拟设备运行功率变化情况是否符合要求。

自主调控试验方法：模拟终端自主调控触发条件，查看终端生成的自主调控命令是否正确；下发调控命令后，查看被控负荷模拟设备运行状态变化情况是否符合要求。

* + - 1. 断路器控制试验

测试主机向被测终端下发断路器分合闸控制指令，查看断路器分合闸状态是否正确。

* + - 1. 事件记录试验

测试主机向终端下发调控命令或触发终端自主调控命令下发，查看终端生成的控制事件记录是否正确。

将测试系统中的终端或被控负荷模拟设备处于离线状态，查看终端生成的告警事件记录是否正确。

* + - 1. 数据采集试验

终端应能正确采集5.8.1中规定的数据项。

测试终端是否支持实时监测、定时自动采集、自动补抄和人工召测等功能。

a) 通过测试系统模拟被控负荷模拟设备的实时数据，采集的数据应与模拟设备的数据保持一致；

b) 通过测试主机向终端设置定时自动采集方案，检查终端采集数据是否正确；

c) 模拟被控负荷设备离线状态并在超出规定的响应时间后恢复，检查终端自动补抄的数据是否正确；

d) 通过测试主机向终端下发召测命令，检查终端返回的数据是否正确。

* + - 1. 数据存储试验

测试查看历史数据保存周期，确认数据保存时间。按照5.9中的要求检查终端获取的数据及事件记录是否正确。

* + - 1. 数据处理试验
         1. 时钟召测与对时试验

测试主机向终端下发时钟召测指令，检查终端是否能准确上报时钟数据。用测试主机下发对时报文，检查被测终端对时是否正确。

* + - * 1. 数据分析试验

模拟被控负荷模拟设备产生数据越限、状态变化，检查终端生产的事件记录、调控命令是否正确。

* + - * 1. 数据和时钟保持试验

对终端切断供电电源30 min后，恢复供电，检查保存数据是否丢失、内部时钟是否正常运行。

* + - 1. 软件升级试验

通过本地或远程信道进行在线升级，软件下载时，通过测试主机采集终端数据进行查看。

* + 1. 电磁兼容性试验
       1. 电压暂降和短时中断试验

终端在正常工作状态，按GB/T 17626.11—2023中5.2的规定，并在下述条件下进行试验：

1. 电压试验等级40%UT（从额定电压暂降60%）：

——持续时间：1min（3000个周期）；

——降落次数：1次。

1. 电压试验等级0%UT（从额定电压暂降100%）：

——持续时间：1s（50个周期）；

——中断次数：3次，各次中断之间的恢复时间10s。

1. 电压试验等级0%UT（从额定电压暂降100%）：

——中断时间：20ms（l个周期）；

——中断次数：1次。

以上电源电压的突变发生在电压过零处。

试验中终端不应发生损坏和死机现象。试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应满足相关要求。

* + - 1. 工频磁场抗扰度试验

按GB/T 17626.8—2006的规定，将终端置于与系统电源电压相同频率的随时间正弦变化的、强度为400 A/m的均匀磁场的线圈中心。试验时终端的性能应满足相关要求，不出现死机和数据出错；试验后应能正常工作和通信。

* + - 1. 射频电磁场辐射抗扰度试验

按GB/T 17626.3-2023的规定，在下述条件下进行试验：

——终端在正常工作状态（外接末端负荷设备正常工作）；

——频率范围：80MHz~1000MHz；

——严酷等级：3；

——试验场强：10V/m。

对于无线通信系统，试验时终端天线应引出，终端在使用频带内不应发生损坏和死机；在使用频带外时，终端的性能应满足相关要求，不出现死机和数据出错；试验后应能正常工作和通信。

* + - 1. 静电放电抗扰度试验

静电放电抗扰度试验的试验条件中相对湿度为30%~60%。

终端在正常工作状态（外接末端负荷设备正常工作），按GB/T 17626.2—2018的规定，并在下述条件下进行试验：

——接触放电；

——严酷等级：3；

——试验电压：6kV；

——直接放电（在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分）及间接放电（终端各个侧面）；

——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。

如终端的外壳为金属材料，则直接放电采用接触放电；如终端的外壳为绝缘材料，则直接放电采用空气放电，试验电压8kV。

试验时终端的性能应满足相关要求，存储数据无改变，不出现死机和数据出错；试验后应能正常工作和通信。

* + - 1. 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按GB/T 17626.4—2018的规定，并在下述条件下进行试验：

1. 终端在工作状态（外接末端负荷设备正常工作），试验电压施加于终端的供电电源端和保护接地端：

——严酷等级：4；

——试验电压：±4kV（重复频率5kHz）；

——试验时间：lmin/次；

——施加试验电压次数：正负极性各3次。

1. 终端在正常工作状态下（外接末端负荷设备正常工作），用电容耦合夹将试验电压耦合至通信线路上：

——严酷等级：3；

——试验电压：±1kV；

——试验时间：lmin/次；

——施加试验电压次数：正负极性各3次。

试验时终端的性能应满足相关要求，不出现死机和数据出错；试验后应能正常工作和通信。

* + - 1. 浪涌抗扰度试验

终端在正常工作状态（外接末端负荷设备正常工作），按GB/T 17626.5—2019的规定，并在下述条件下进行试验：

——严酷等级：4（电源回路）；

——试验电压：2kV（电源电压两端口之间），4kV（电源电压各端口与地之间）；

——波形：1.2/50μs；

——极性：正、负；

——试验次数：正负极性各5次；

——重复率：l次/min。

试验时终端不应出现死机和数据出错；试验后应能正常工作和通信。

* 1. 检验规则
     1. 检验分类

检验分为出厂检验和型式试验两类。

* + 1. 出厂检验和型式试验项目

终端的出厂检验和型式试验项目，应符合表7的规定。

1. 检验项目和建议顺序

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建议顺序 | 检验项目 | 标准要求 | 试验方法 | 出厂检验 | 型式检验 |
| 1 | 高温试验 | 4.1.1 | 6.1.1 | × | √ |
| 2 | 低温试验 | 4.1.1 | 6.1.2 | × | √ |
| 3 | 交变湿热试验 | 4.1.1 | 6.1.3 | × | √ |
| 4 | 外观检查 | 4.2.1 | 6.2.1 | √ | √ |
| 5 | 机械应力试验 | 4.2.2.1 | 6.2.2 | × | √ |
| 6 | 冲击试验 | 4.2.2.2 | 6.2.3 | × | √ |
| 7 | 振动试验 | 4.2.2.3 | 6.2.4 | × | √ |
| 8 | 耐热和阻燃试验 | 4.2.2.4 | 6.2.5 | × | √ |
| 9 | 外壳防护等级试验 | 4.2.2.6 | 6.2.6 | × | √ |
| 10 | 电源适应性试验 | 4.3.1 | 6.3.1 | √ | √ |
| 11 | 功率消耗试验 | 4.3.2 | 6.3.2 | × | √ |
| 12 | 绝缘电阻试验 | 4.3.3 | 6.3.3 | √ | √ |
| 13 | 绝缘强度试验 | 4.3.4 | 6.3.4 | √ | √ |
| 14 | 间隙和爬电距离试验 | 4.3.5 | 6.3.5 | × | √ |
| 15 | 温升试验 | 4.3.6 | 6.3.6 | × | √ |
| 16 | 测量功能试验 | 5.2 | 6.4.2 | √ | √ |
| 17 | 电能质量监测试验 | 5.3 | 6.4.3 | √ | √ |
| 18 | 协议转换试验 | 5.4 | 6.4.4 | √ | √ |
| 19 | 柔性调控试验 | 5.5 | 6.4.5 | √ | √ |
| 20 | 断路器控制试验 | 5.6 | 6.4.6 | √ | √ |
| 21 | 事件记录试验 | 5.7 | 6.4.7 | √ | √ |
| 22 | 数据采集试验 | 5.8 | 6.4.8 | √ | √ |
| 23 | 数据存储试验 | 5.9 | 6.4.9 | √ | √ |
| 24 | 数据处理试验 | 5.10 | 6.4.10 | √ | √ |
| 25 | 软件升级试验 | 5.11 | 6.4.11 | √ | √ |
| 26 | 电压暂降和短时中断试验 | 4.4.1 | 6.5.1 | × | √ |
| 27 | 工频磁场抗扰度试验 | 4.4.2 | 6.5.2 | × | √ |
| 28 | 射频电磁场辐射抗扰度试验 | 4.4.3 | 6.5.3 | × | √ |
| 29 | 静电放电抗扰度试验 | 4.4.4 | 6.5.4 | × | √ |
| 30 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 | 4.4.5 | 6.5.5 | × | √ |
| 31 | 浪涌抗扰度试验 | 4.4.6 | 6.5.6 | × | √ |

* 1. 包装、运输、贮存
     1. 包装

产品的包装应符合GB/T 13384—2008的规定。

* + 1. 运输

产品的运输应符合GB/T 4798.2—2021的规定。

* + 1. 贮存

产品的贮存应符合GB/T 4798.1—2019的规定。

单击或点击此处输入文字。

2. （资料性）  
   功能配置表

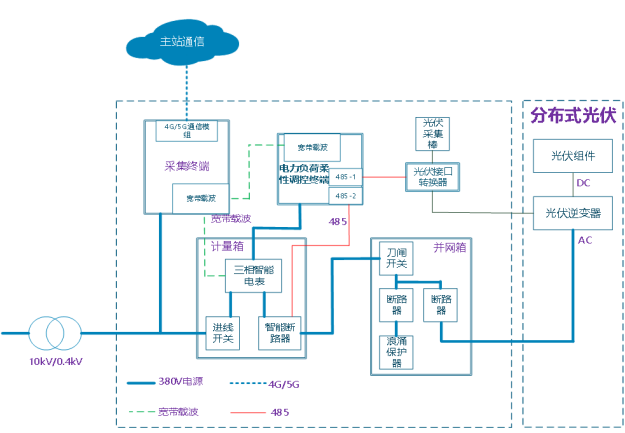
表A.1 功能配置表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **必配** | **选配** |
| 1 | 测量功能 |  | √ |
| 2 | 电能质量监测 |  | √ |
| 3 | 协议转换 | √ |  |
| 4 | 柔性调控 | √ |  |
| 5 | 断路器控制 |  | √ |
| 6 | 事件记录 | √ |  |
| 7 | 数据采集 | √ |  |
| 8 | 数据存储 | √ |  |
| 9 | 数据处理 | √ |  |
| 10 | 软件升级 | √ |  |
| 11 | 通信与安全 | √ |  |

1. （资料性）  
   电力负荷柔性调控终端典型应用场景

B.1 协同调控典型场景

协同调控典型场景由电力负荷管理系统、负荷管理装置、电力负荷柔性调控终端及分布式电力资源组成，电力负荷柔性调控终端接收电力负荷管理系统或负荷管理装置下发的负荷调控命令，经协议转换后下发至分布式电力资源，实现对分布式电力资源的协同调控。



* 1. 协同调控典型应用场景

B.2 自主调控典型场景

自主调控典型场景由电力负荷柔性调控终端及分布式电力资源组成，电力负荷柔性调控终端实时监测分布式电力资源运行状态，根据运行状态变化情况（越限、告警、故障等），按照预制的调控策略，自动生成调控命令，下发至分布式电力资源，实现对分布式电力资源的自主调控。