

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号



团 标 准

T/CES XXX-XXXX

低压配电网馈线监测装置技术规范

Technical specification for feeder monitoring device
of low-voltage distribution network

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-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	1
4 代号	2
5 一般要求	2
5.1 环境条件	2
5.2 电源要求	2
5.3 结构及外观要求	3
5.4 材料及工艺要求	4
6 功能要求	5
6.1 接入设备管理	5
6.2 数据采集	5
6.3 通信功能	5
6.4 拓扑识别	6
6.5 相序识别	6
6.6 参数设置和查询功能	6
6.7 升级维护功能	6
6.8 复位功能	6
6.9 事件记录功能	6
6.10 对时功能	6
6.11 安全防护	7
7 性能要求	7
7.1 基本性能要求	7
7.2 绝缘要求	7
7.3 电磁兼容性	8
7.4 机械振动性能	10
7.5 连续通电的稳定性	10
7.6 可靠性	11
8 包装、运输和贮存	11
8.1 包装	11

8.2 运输	11
8.3 贮存	11
附录 A (规范性附录) 监测装置标识定义.....	12
附录 B (规范性附录) 通信单元通信协议	15

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。

本文件起草单位：山东华科信息技术有限公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、积成电子股份有限公司、德州市陵城区职业中等专业学校、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、上海紫通信息科技有限公司、北京华清未来能源技术研究院有限公司、华北电力大学、北京中电普华信息技术有限公司、国网邯郸供电公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院等。

本文件主要起草人：杨会轩、李立生、苏明、衡泽超、单桂峰、何玉朝、王成修、周振宇、于希彬、吕海、郭刚、王志鹏、廖海君等。

本文件为首次制定。

低压配电网馈线监测装置技术规范

1 范围

本文件规定了低压配电网馈线监测装置的一般要求、功能要求、性能要求等内容。

本文件适用于低压配电网馈线监测装置的设计、采购、施工(或改造)、运维、验收和检测工作。

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 2423.10 环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 Fc：振动(正弦)
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验，第二部分试验：实验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5095 电子设备用机电元件基本试验规程及测量方法
- GB/Z 6829 剩余电流动作保护器的一般要求
- GB/T 13729-2019 远动终端设备
- GB/T 14048.2 低压开关设备和控制设备 第 2 部分：监测单元
- 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要求和试验
- 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
- 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 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 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 22387 剩余电流动作继电器
- GB/T 32902 具有自动重合闸功能的剩余电流保护断路器(CBAR)
- 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
- DL/T 645 多功能电能表通信协议
- DL/T 721-2013 配电网自动化远方终端

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低压馈线监测装置 low-voltage feeder monitoring device

由通信单元、电源模块和多个低压监测单元组成，同时监测多路低压回路的电气量、状态量，以及运行环境量，并通过低压通信网络将信息上传到上级终端。一般安装在配电站房配电柜、柱上综合配电箱或低压电缆分支箱内。

3.2

通信单元 communication unit

通信单元作为低压馈线监测装置的重要组成部分，对下通过现场总线接入多个监测单元、智能断路器、传感器等节点，对上作为数据汇集网关与上级终端进行通信。

3.3

监测单元 monitoring unit

用于监测低压电气回路的运行状态、设备状态等信息，通过级联接口共用电压信号、直流电源和现场总线，具备拓扑识别、相序识别等功能。

3.4

电源模块 power module

通过级联接口为多个监测单元提供电压信号、直流电源和现场总线的装置。

4 代号

下列代号语适用于本文件。

HPLC: 宽带电力线载波,是在低压电力线上进行数据传输的宽带电力线载波技术。

CAN: 控制器局域网总线（CAN, Controller Area Network）是一种用于实时应用的串行通讯协议总线，它可以使用双绞线来传输信号，是世界上应用最广泛的现场总线之一。

5 一般要求

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度、湿度

监测装置的正常运行的环境温度和湿度见表 1

表 1 工作场所环境温度和湿度分级

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围 (°C)	最大变化率 °C / min	相对湿度 %	最大绝对湿度 g/m ³	
C1	−5~+45	0.5	5~95	29	非推荐
C2	−25~+55	0.5	10~100	29	室内
C3	−40~+70	1.0	10~100	35	遮蔽场所、户外
CX	特定				

注： CX 级别根据需要由用户和制造商协商确定。

5.1.2 海拔

监测装置安装场地的海拔应满足：

- a) 可在海拔 0m~2000 m 的范围内正常工作；
- b) 对于安装在海拔超过 2000m 的监测单元应依据标准 GB/T 16935.1-2008 要求的耐压测试 规定执行。

5.2 电源要求

电源模块统一提供直流电源，应满足以下条件：

- a) 额定电压： AC220V、50Hz，采用单相供电；

- b) 电压允许偏差: -30%~+40%;
- c) 电源通电、断电、电压缓慢上升或缓慢下降, 通信单元均不应误发信号, 当电源恢复正常后应自动恢复正常运行;
- d) 电源恢复后保存数据应不丢失;
- e) 具备时钟电池, 断电后应维持内部时钟正确工作时间, 使用寿命大于或等于 8 年;
- f) 具备后备电源, 续航时间应不少于 60s, 使用寿命大于或等于 8 年;
- g) 应对外提供 DC12V±0.5V 的电源输出接口, 带载能力不小于 300mA。

5.3 结构及外观要求

5.3.1 结构设计

低压馈线监测装置由通信单元、电源模块和监测单元三部分组成, 厚度分别为 4P、2P 和 1P, 通过底部卡扣安装在 35mm U 型导轨上。低压馈线监测装置级联结构设计如图 1 所示。

电源模块为监测单元统一提供直流电源。电源模块与多个监测单元采用级联方式拼接, 以灵活适应监测单元数量的变化。每个低压馈线监测装置配置一个通信单元, 通信单元对下通过现场总线接入各监测单元。

通信单元除用于汇集多路监测单元的信息外, 同时支持对多路微功率传感器的数据接入。通信单元对上通过 HPLC 与融合终端通信, 对下可通过高速 CAN 总线级联与监测单元进行数据交互。

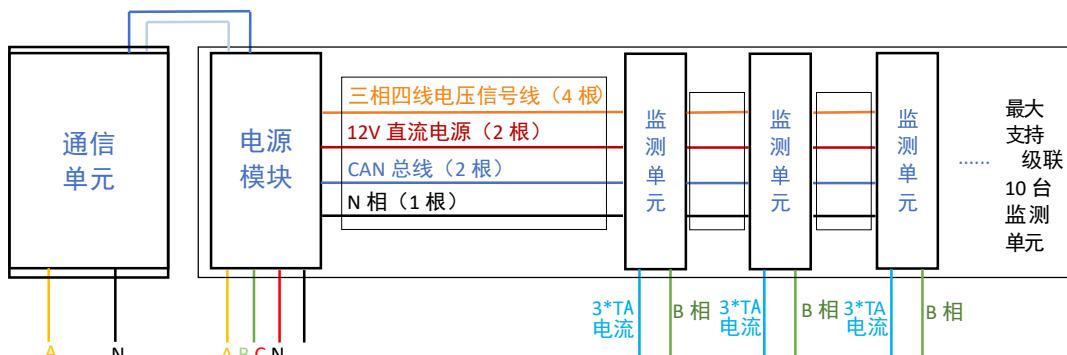


图 1 低压馈线监测装置级联结构设计图

5.3.2 外观和尺寸

4.3.2.1 外观尺寸及颜色

监测装置安装方式应支持 35mm 宽标准 U 型导轨式卡扣安装和挂钩悬挂安装, 壳体颜色统一, 色卡号宜为 RAL 9003 (信号白), 色差值 ΔE 应不大于 2.0。

4.3.2.2 铭牌标识

监测装置的铭牌应满足如下要求:

- a) 铭牌标识应清晰、不褪色, 采用激光刻印或丝印而成;
- b) 铭牌内容应有名称、型号、主要参数、生产厂家、生产日期、产品编号等;
- c) 二维码标识定义应符合附录 A.6 要求, 通信地址应符合附录 A.3 的要求。

4.3.2.3 指示灯及按键

监测装置应具备运行指示灯、CAN 通信指示灯、485 通信指示灯。

- a) 运行指示灯: 绿色 LED, 正常运行时以 1Hz 频率闪烁, 被选中时以 4Hz 频率闪烁 5s;
- b) CAN 通信指示灯: 正常运行时灭, 接收到数据时红灯闪烁, 发送数据时绿灯闪烁;
- c) 485 通信指示灯: 正常运行时灭, 接收到数据时红灯闪烁, 发送数据时绿灯闪烁。
- d) 蓝牙通信指示灯: 启动后绿灯常亮 3s 后熄灭, 接收数据时红灯闪烁, 发送数据时绿灯闪烁, 无收发数据时熄灭;
- e) 复位按键: 短按启动蓝牙通信, 长按(>3s) 进行装置复位重启;

4.3.2.4 外部接口

监测装置的外部接口应满足以下要求:

- a) 具备三相电流接入插口;
- b) 具备 1 路 RS485 遥信接口;
- c) 具备开关 B 相、N 相接口, 用于拓扑电流注入及带电状态监测;
- d) 具备 16 针级联接口, 包括直流电源、CAN 总线、三相四线电压信号。

5.3.3 结构要求

监测装置的机械和结构应符合以下要求:

- a) 监测装置的设计和结构应能保证在参比条件下使用时不引起任何危险, 尤其应保证: 防电击的人身安全保护; 防高温影响的人身安全保护; 防火焰蔓延的安全防护; 易受腐蚀的所有部件在正常条件下应予以有效防护; 任一防护在正常工作条件下不应由于一般的操作而引起损坏, 也不应由于暴露在空气中而受损;
- b) 监测装置应有足够的机械强度, 并能承受在正常工作条件下可能出现的高温和低温; 部件应可靠地紧固并确保不松动;
- c) 在本规范规定的某些过载条件下; 监测单元结构应使由于布线、螺钉等偶然松动引起的带电部位与可触及导电部件之间绝缘短路的危险最小;
- d) 外壳密封, 能防尘、防潮, 防护等级不低于 GB/T 4208 规定的 IP51 的要求。

5.4 材料及工艺要求

5.4.1 线路板及元器件

监测装置的线路板及元器件应满足如下要求:

- a) 线路板须用耐氧化、耐腐蚀的双面/多层敷铜环氧树脂板, 并具有通信单元生产企业的标识;
- b) 线路板表面应清洗干净, 不得有明显的污渍和焊迹, 应做绝缘、防腐处理;
- c) 表内所有元器件均能防锈蚀、防氧化, 紧固点牢靠;
- d) 电子元器件(除电源器件外)宜使用贴片元件, 使用表面贴装工艺生产;
- e) 线路板焊接应采用回流焊、波峰焊工艺;
- f) 内部接线端子、引线之间以及线路板之间应保持足够的间隙和安全距离;
- g) 主要器件表面应印有生产厂家标志及产品批号。

5.4.2 壳体要求

监测装置的壳体应满足如下要求:

- a) 应使用 PC+10%GF 材料制成, 不允许使用回收材料;
- b) 应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度, 上紧螺钉后不应变形;
- c) 底部挂钩应采用弹性卡扣。

5.4.3 接线端子

监测装置的接线端子应满足如下要求:

- a) 接线端子应采用优质钢材制成, 镀锌防锈处理;
- b) 接线端子螺钉应使用防锈且导电性能好的一字、十字通用型的复合槽螺钉, 具有足够的机械强度;
- c) 接线端子号应清晰可辨, 且不易磨损;
- d) 接线端子螺钉、接线端子、电压接插件、电流接插件、弱电端子接插件按 GB/T 2423.17 相关要求, 满足 48 小时中性盐雾试验要求。

5.4.4 材料阻燃要求

非金属外壳及端子的阻燃性能应符合 GB/T 5169.11-2017 中 12 试验结果的评定, 端子试验温度为 960 °C ± 15 °C, 外壳试验温度为 650 °C ± 10 °C。

4.5 互换性要求

互换产品的接口、功能及性能保持一致。监测单元、电压模块、通讯单元之间以及各个监测单元之间采用插针插座连接, 现场支持即插即用, 满足同一厂家和不同厂家产品相互可更换的要求。

6 功能要求

6.1 接入设备管理

通信单元对接入设备的管理应满足如下要求:

- a) 应支持对接入设备的设备类型、通信地址、参数信息、软硬件版本等静态数据的采集和管理功能。
- b) 应支持上电后和定时通过 CAN 总线自动搜索已接入的设备，实现所接入设备的自动识别与组网。
- c) 应支持对所接入设备的组网状态、通道状态等通信状态的监测和异常信息的告警功能。

6.2 数据采集

6.2.1 通信单元数据采集

通信单元数据采集应满足如下要求:

- a) 应支持对接入设备的电气量、状态量、环境量等数据进行监测，数据的类型不限于实时数据和历史数据；
- b) 通信单元应支持将接入设备台账数据、运行数据的上传，上传模式应支持不限于上级终端的召测、本地主动上报以及对上级设备指令的透明转发三种模式，采集数据的上传频率应支持可配。

6.2.2 监测单元数据采集

监测单元应具备三相电压、电流、功率、频率、相位、电量和开关量状态采集，支持电压、电流、功率等电气量数据 5 分钟冻结：

- a) 三相电压、电流有效值及基波、2~21 次电压谐波含量及电流谐波有效值；
- b) 三相电压、电流不平衡率；
- c) 三相电压合格率统计；
- d) 分相及合相有功、无功功率、功率因数、分时段电量；
- e) 具通过三相电压测量信号和“B 相插口”带电状态识别开关分合状态功能，并上报开关状态信号；
- f) 支持相序自动识别，并上送识别记录。

6.2.3 开关量采集

通信单元和监测单元均应具备开关量采集接口，接口规定如下：

- a) 通信单元具备 4 组开关量变信号接入功能，外部接点为无源接点。
- b) 监测单元应至少采集 2 组开关量信号，外部接点为无源接点。

6.3 通信功能

6.3.1 通信接口

通信单元通信接口应满足如下要求：

- a) 监测单元应具备 1 路 RS-485 接口和 1 路 CAN 总线接口，各通信接口相互独立。CAN 接口用于上行通信，RS-485 接口用于本地维护或对下通信，运行异常事件应具备通过 CAN 总线主动上报功能。
- b) 通信单元应具备 1 路 HPLC 或 HPLC&RF 双模通信模块可插拔接口、1 路 CAN 总线通信接口、1 路 RS-485 通讯接口、1 路蓝牙接口。各通信接口相互独立，用于通信单元的数据通信和手持设备调试运维，通信协议符合附录 B 的要求。

6.3.2 CAN 总线通信技术要求

CAN 总线传输速率支持 250kbit/s、500kbit/s、1Mbit/s 可选，通信速率默认 500kbit/s，支持 ISO 11898 规定的 CAN2.0B 协议。

6.3.3 RS485 通信技术要求

接口通信速率可设置，支持选用 1200bit/s、2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s、19200bit/s、38400bit/s、57600bit/s、115200bit/s，默认配置 115200bit/s；校验方式为偶校验，数据位为 8 位，停止位为 1 位。

6.3.4 HPLC 通信技术要求

通信单元的 HPLC 通信技术应满足以下要求:

- a) 接口传输速率可配置, 支持选用 2400bit/s、9600bit/s、19200bit/s、115200bit/s, 默认配置 115200bit/s; 校验方式为偶校验, 数据位为 8 位, 停止位为 1 位;
- b) HPCL 模块具备报文透传功能, 不按通信地址进行报文过滤;
- c) 通信单元判别报文通信地址, 如为本单元或所接入监测单元的通信地址, 则进行报文处理。

6.3.5 蓝牙通信技术要求

通信单元的蓝牙通信技术应满足以下要求:

- a) 采用低功耗蓝牙, 支持蓝牙 4.2 及以上版本, 通过蓝牙方式实现传输, 速率不低于 10kbit/s, 空旷环境下, 有效传输距离不低于 10 m;
- b) 蓝牙设备名称可配置, 默认为 12 位设备通讯地址;
- c) 蓝牙服务 ID(Server ID) 统一为 0xFFFF0, 0xFFFF1 特征值操作类别为 Notify, 0xFFFF2 特征值操作类别为 Write;
- d) 蓝牙默认处于可发现状态, 成功连接后如果 10 分钟内无数据收发, 则断开本次连接, 重新进入可发现状态;
- e) 使用蓝牙进行通信时, 应通过专用安全芯片对运维工具进行身份认证。

6.4 拓扑识别

监测单元应具备硬件拓扑识别功能, 从 B 相回路注入和采集特征信号。

6.5 相序识别

监测单元应具备自身正相序、逆相序监测和相序识别功能。

6.6 参数设置和查询功能

监测单元应支持通过 CAN 总线和 RS485 通信通道进行本地设置和查询, 包括通信地址、日历时钟、软件版本、CT 变比等参数, 以及运行数据、历史事件记录等。

6.7 升级维护功能

通信单元的升级维护应满足以下要求:

- a) 具备通过蓝牙和 RS485 通信接口进行参数读取、修改功能;
- b) 具备对自身及接入设备的本地和远程升级能力。程序升级支持断点续传, 应保证装置内的历史数据、通信参数、定值参数等重要数据的安全。支持升级失败回退功能, 程序升级后, 软件版本号应发生改变;
- c) 具备自诊断、自恢复功能, 异常时能传送报警信息, 故障时能自动复位。
- d) 具备对接入设备进行添加、删除, 以及对接入设备参数进行查询、修改功能。

6.8 复位功能

通信单元具备硬件复位和软件复位功能, 通过长按(>3s)复位按键进行硬件复位, 同时支持软件远程复位。

6.9 事件记录功能

通信单元及监测单元均应具备事件记录功能, 应分别满足如下要求:

- a) 通信单元应支持透明化采集所接入设备的事件记录。
- b) 监测单元应能具备开关量变位、开关分合闸、停复电、失压、过压、欠压、断相等事件检测能力, 事件发生后应及时上报。

6.10 对时功能

通信单元的对时应满足如下要求:

- a) 应支持对时功能, 接受并执行上级终端或主站系统下发的对时命令, 对时精度应小于等于 2s;

- b) 应支持对所接入设备的对时功能，对时的频率支持可配，默认每 15 分钟对接入设备广播对时一次，对时精度小于等于 20ms；通信单元可通过广播方式通知各接入设备上报整分钟时刻，以校核各接入设备的对时精度。

6.11 安全防护

通信单元与上级设备的数据交互应满足国网公司边端交互的安全防护，采用符合国网要求的加密芯片，支持对上级设备交互信息的加解密处理，符合国家电网公司电力二次安全防护的要求。

7 性能要求

7.1 基本性能要求

7.1.1 测量精度

监测单元的测量精度应满足以下要求：

- a) 精确测量范围：

电压：0.05Un~1.2Un；电流：0.05In~1.2In；频率：40Hz~60Hz；

- b) 测量精度：

- 1) 电压：0.5 级；电流：0.5 级；
- 2) 频率：0.01Hz；
- 3) 有功功率：1 级；无功功率：2 级；功率因数：1 级；视在功率：2 级；
- 4) 电度量累计：1 级。

注：电流及功率测量精度指监测单元采用开合式电流互感器的整体精度。

7.1.2 通信性能

CAN 收发器电路、RS-485 通讯电路应采用隔离电源，以提高抗干扰能力和通信可靠性。

7.1.3 遥信输入

监测装置遥信输入应符合以下要求：

- a) 监测装置支持单点遥信；
- b) 软件防抖动时间 5ms~1000 ms 可设，事件记录分辨率不大于 2 ms。

7.1.4 时钟精度

监测装置时钟应符合以下要求：

- a) 在参比温度及工作电压范围内，内部时钟准确度应优于 0.5s/d；
- b) 在工作温度范围 -25°C ~ +60°C 内，时钟准确度随温度的改变量应小于 0.1s/(d. °C)，在该温度范围内日计时误差不应超过 1s/d；
- c) 电源断电后，时钟可维持正常运行不小于 24h。

7.1.5 过载能力

监测单元在 1.2 倍额定电流下应连续正常工作，1.2 倍~1.4 倍额定电流下至少 5s 不损坏。

7.1.6 电源保护

通信单元的电源保护性能应满足以下要求：

- a) 输出带短路保护，当输出回路短路消除后，通信单元应恢复正常工作；
- b) 能承受相对地 1.9 倍过电压，维持 4 小时不出现损坏，通信单元持续正常工作。

7.2 绝缘要求

7.2.1 绝缘电阻

按 GB/T 14598.3 中的有关规定执行。

在正常大气条件下绝缘电阻的要求见表 3;

表 3 正常条件绝缘电阻

额定绝缘电压 Ui (V)	绝缘电阻要求 ($M\Omega$)
$Ui \leq 60$	≥ 5 (用 250V 绝缘电阻表)
$Ui > 60$	≥ 5 (用 500V 绝缘电阻表)

湿热条件：在温度 $40 \pm 2^\circ C$ ，相对湿度 90%~95% 的恒定湿热条件下绝缘电阻的要求见表 4。

表 4 湿热条件绝缘电阻

额定绝缘电压 Ui (V)	绝缘电阻要求 ($M\Omega$)
$Ui \leq 60$	≥ 1 (用 250V 绝缘电阻表)
$Ui > 60$	≥ 1 (用 500V 绝缘电阻表)

7.2.2 绝缘强度

按 GB/T 14598.3 中的有关规定执行。

接线端子及对地(外壳)、无电气联系的端子之间均应能承受频率为 50 Hz, 时间 1 min 的耐压试验, 不得出现击穿、闪络等现象, 泄漏电流应不大于 5 mA (交流有效值)。试验电压见表 5。

表 5 绝缘强度试验电压

额定绝缘电压 Ui (V)	试验电压有效值 (V)
$Ui < 60$	500
$60 < Ui \leq 125$	1500
$125 < Ui \leq 250$	2000
$250 < Ui \leq 380$	2500

7.2.3 冲击电压

按 GBT 14598.3 中的有关规定执行。电源回路应按电压等级施加冲击电压, 额定电压大于 60V 时, 应施加 5kV 试验电压; 额定电压不大于 60V 时, 应施加 1kV 试验电压; 交流工频电量输入回路应施加 5kV 试验电压。施加 1.2/50 μs 冲击波形, 三个正脉冲和三个负脉冲, 施加间隔不小于 5s。以下述方式施加于交流工频电量输入回路和电源回路:

- a) 接地端和所有连在一起的其他接线端子之间;
- b) 依次对每个输入线路端子之间, 其他端子接地;
- c) 电源的输入和大地之间。
- d) 冲击试验后, 交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求。

7.3 电磁兼容性

7.3.1 电压突降和电压中断适应能力

按 GB/T 15153.1 中的有关规定执行。在电压突降 ΔU 为 100%, 电压中断为 0.5s 的条件下应能正常工作, 装置各项性能指标满足 7.1 的要求。

7.3.2 抗高频干扰的能力

按 GB/T 15153.1 中的有关规定执行。

在正常工作大气条件下设备处于工作状态时, 在信号输入回路和交流电源回路, 施加以下所规定的高频干扰, 由电子逻辑电路组成的回路及软件程序应能正常工作, 其性能指标应满足 7.1 的要求。高频干扰波特性应符合以下要求:

- a) 波形：衰减振荡波，包络线在 3~6 周期衰减到峰值的 50%;
- b) 频率：(1±0.1) MHz;
- c) 重复率：400 次/s;
- d) 高频干扰电压值应满足表 6 的规定。

7.3.3 抗快速瞬变脉冲群干扰的能力

按 GB/T 17626.4 中的有关规定执行。在施加如表 6 规定的快速瞬变脉冲群干扰电压的情况下，装置应能正常工作，其性能指标应符合 7.1 的要求。

7.3.4 抗浪涌干扰的能力

按 GB/T 15153.1 中的有关规定执行。在施加如表 6 规定的浪涌干扰电压和 1.2/50 μs 波形的情况下，装置应能正常工作，其性能指标符合 7.1 的要求。

表 6 高频干扰、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
高频干扰	3	2.5kVP	信号、控制回路和电源回路
	4	2.5kVP	信号、控制回路和电源回路
快速瞬变	3	1.0kVP	信号输入、输出、控制回路
		2.0kVP	电源回路
	4	2.0kVP	信号输入输出回路、控制回路
		4.0kVP	电源回路
浪涌	3	2.0kVP	信号、控制回路和电源回路
	4	4.0kVP	信号、控制回路和电源回路
级别说明：			
3 级安装于没有特别保护环境中的装置：居民区或工业区内的装置。			
4 级严重电磁骚扰环境中的装置：装置靠近中、高压敞开式和 GIS（气体绝缘开关设备）或 真空开关设备、靠近无线发射塔、台或者通讯基站。			
注： *差模试验电压值为共模试验值的 1/2。			

7.3.5 抗静电放电的能力

按 GB/T 15153.1 中的有关规定执行。装置应能承受表 7 规定的静电放电电压值。在正常工作条件下，在操作人员通常可接触到的外壳和操作点上，按规定施加静电放电电压，正负极性放电各 10 次，每次放电间隔至少为 1s。在静电放电情况下设备的各性能指标均应符合 7.1 的要求。

表 7 静电放电试验的主要参数

试验项目	级别	试验值	
		接触放电	空气放电
静电放电	3	±6kV	±8kV
	4	±8kV	±15kV

级别说明:

3 级安装在具有湿度控制系统的专用房间内的设备。

4 级安装在不加控制环境中的设备。

7.3.6 抗工频磁场和阻尼振荡磁场干扰的能力

按 GB/T 15153.1 中的有关规定执行。装置在表 8 规定的工频磁场和阻尼振荡磁场条件下应能正常工作，而且各项性能指标满足 7.1 的要求。

表 8 工频磁场和阻尼振荡磁场试验主要参数

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
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

级别说明:

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。

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 或真空开关设备、靠近无线发射塔、台或者通讯基站或其他电气设备的设备。

7.3.7 抗辐射电磁场干扰的能力

按 GB/T 17626.3 中的有关规定执行。装置在表 9 规定的辐射电磁场条件下应能正常工作，而且各项性能指标满足 7.1 的要求。

表 9 辐射电磁场试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 V/m
辐射电磁场	3	80MHz~1000 MHz 连续波	10
	4	1.4GHz~2.0GHz 连续波	30

级别说明:

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。

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 或真空开关设备、靠近无线发射塔、台或者通讯基站或其他电气设备的设备。

7.4 机械振动性能

按 GB/T 2423.10 中的有关规定执行。设备应能承受频率 f 为 2Hz~9Hz，振幅为 0.3mm 及 f 为 9Hz~500Hz，加速度为 1m/s² 的振动。振动之后，设备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 7.1 的要求。

7.5 连续通电的稳定性

监测装置完成调试后，在出厂前进行不少于 72h 连续稳定的通电试验，交直流电压为额定值，各项性能均应符合 7.1 的要求。

7.6 可靠性

监测装置本体平均无故障工作时间 (MTBF) 应不低于 50000h, 使用寿命不低于 8 年。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标记：

- a) 厂家名称、产品名称、型号等；
- b) 包装箱外型尺寸(长×宽×高)及毛重；
- c) 包装箱外面应有“防潮”、“向上”、“小心轻放”等字样；
- d) 包装箱外面应规定叠放层数。

产品包装前的检查：

- a) 产品合格证书和装箱清单中各项内容齐全；
- b) 产品外观无损伤；
- c) 产品表面无灰尘。

包装的一般要求：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。

8.2 运输

产品应适于陆运、空运、水运(海运)，运输装卸按包装箱的标志进行操作。

8.3 贮存

包装完好设备应满足 GB/T13729—2019 标准第 8.3、8.4 章节规定的运输贮存要求，长期不用设备应保留原包装，在相对湿度不大于 85%的库房内贮存，室内应不受酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的侵害。

附录 A
(规范性附录)
监测装置标识定义

A. 1 装置类型标识代码

装置类型标识代码由 3 部分组成，代码含义见图 A.1。

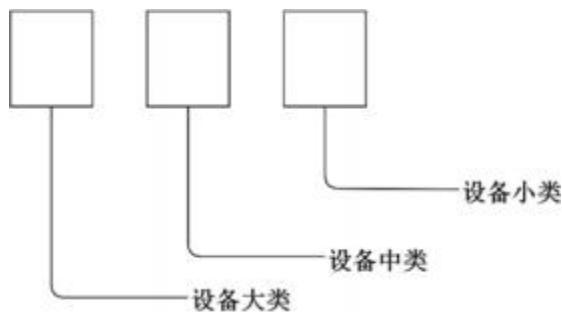


图 A.1 装置类型标识代码含义

装置类型标识代码分类见表 A.1。

表 A.1 类型标识代码表

序号	设备大类		设备中类		设备小类
	含义	标识	含义	标识	含义/标识
1	通信单元	T	通信单元	0	0
			协议转换单元	1	
2	监测单元	C	通用型	0	0
			低压出线监测终端	1	
			监测单元	2	
			电源模块	3	

A. 2 资产 ID 号标识代码

监测装置的资产 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.2。

表 A.2 代码结构及位数

序号	1	2	3	4	5
代码名称	装置类型	厂商代码	生产批号	生产日期	生产流水
位数(位)	3	6	3	8	4

例如，测量装置资产 ID 号： C11XXXXXX120201712080109 表示生产日期为 2017 年 12 月 08 日。

A.3 通信地址标识代码

监测装置的通信地址由 12 位数字组成，通信地址分为厂家代码、设备标识及厂家自定义编码三部分组成，设备标识为非 0 数字，自定义编码由厂商自行定义，应保证所有供货通信单元的通信地址唯一。其结构和代码见表 A.3。

表 A.3 通信地址代码结构及位数

序号	1	2	3
代码名称	厂商代码	设备标识	自定义编码
位数(位)	6	1	5

A.4 硬件版本号标识代码

监测装置的硬件版本号由 6 位英文字母和数字组成，其结构由 2 部分组成，见表

A.4。表 A.4 代码结构及位数

序号	1	2
代码名称	版本类型	硬件版本号
位数(位)	2	4

硬件版本号的第 1~2 位为英文字母 HV，代表硬件版本；第 3~6 位为硬件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第 4 位和第 5 位中间加点间隔，其标识方式见图 A.2。

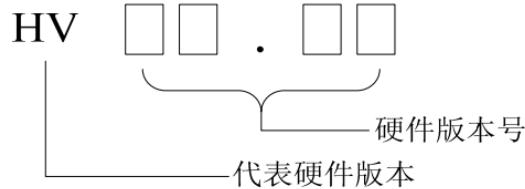


图 A.2 监测单元硬件版本号标识代码

例如，监测单元硬件版本号：HV01.02 表示硬件版本号为 01.02。

A.5 软件版本号标识代码

监测单元的软件版本号由 7 位英文字母和数字组成，其结构由 2 部分组成，见表

A.5。表 A.5 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 3~7 位是软件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第 4 位和第 5 位中间加点间隔，其标识方式见图 A.3。

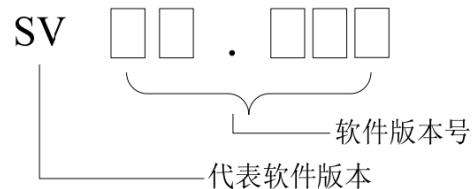


图 A.3 监测单元软件版本号标识代码

例如，监测单元软件版本号： SV02.023 表示软件版本号为 02.023。

A. 6 二维码标识定义

低压通信单元的二维码信息结构由 8 部分组成，各部分之间加入下划线_作为分割，末尾加入结束符\$。各部分定义见表 A. 6。

表 A.6 二 维 码 信 息 结 构 代 码 名 称	装置类型	厂商名称	装置型号	资产 ID	硬件版本	通信地址	蓝牙 MAC 地址	生产日期

例如“类型：M32 测量装置，厂商：山东 XXX，型号：PMU927，ID：M32SD**01001202206290001，硬件版本：HV2.01，通信地址：202206290001；蓝牙 MAC 地址 00:01:02:03:04:05；生产日期：2022 年 09 月 01 日，”，生成二维码见图 A. 4。



图 A.4 二维码信息

附录 B
(规范性附录)
通信单元通信协议

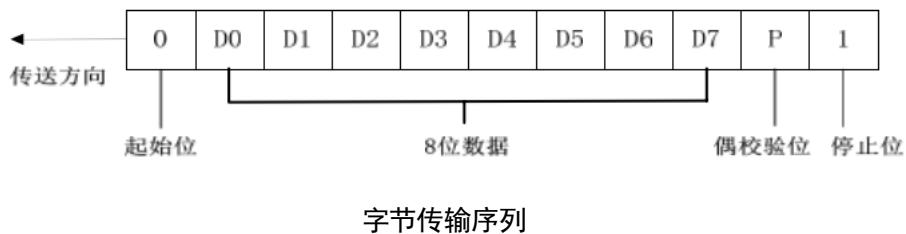
B.1 协议报文格式

1. 数据链路层

本协议为主-从结构的半双工通信方式。手持单元或其他数据终端为主站，监测单元为从站。每个监测单元均有各自的地址编码。通信链路的建立与解除均由主站侧发出的信息帧来控制。每帧由帧起始符、从站地址域、控制码、数据域长度、数据域、帧信息纵向校验码及帧结束符 7 个域组成。每部分由若干字节组成。

1.1 字节格

每字节含 8 位二进制码，传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)，共 11 位。其传输序列如下所示。D0 是字节的最低有效位，D7 是字节的最高有效位。先传低位，后传高位。



1.2 帧格式

帧是传送信息的基本单元。帧格式如下表所示。

说明	代码
帧起始符	68H
地址域	A0
	A1
	A2
	A3
	A4
	A5
帧起始符	68H
控制码	C
数据域长度	L
数据域	DATA
校验码	CS
结束符	16H

帧格式

帧起始符 68H

标识一帧信息的开始，其值为 68H=01101000B。

地址域 A0～A5

地址域由 6 个字节构成，每字节 2 位 BCD 码，地址长度可达 12 位十进制数。每块表 具有唯一的通信地址，且与物理层信道无关。当使用的地址码长度不足 6 字节时，高位用“0”补足。

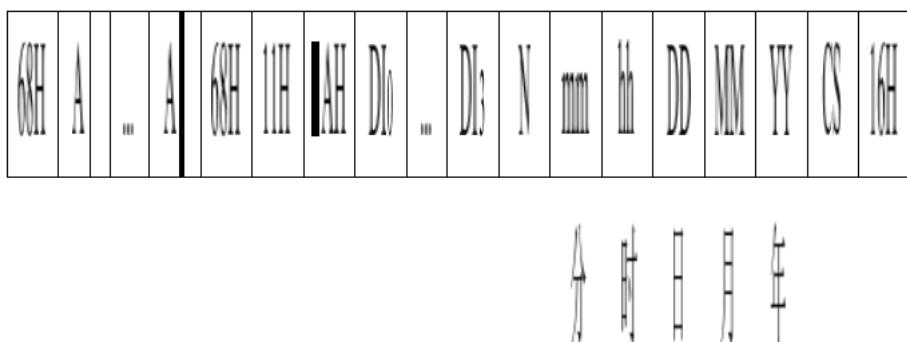
通信地址 999999999999H 为广播地址，只针对特殊命令有效，如广播校时和广播冻结 等。广播命令时，不要求从站应答。

地址域支持缩位寻址，即从若干低位起，剩余高位补 AAH 作为通配符进行读表操作，从 站应答帧的地址域返回实际通信地址。

地址域传输时低字节在前，高字节在后。

控制码 C

控制码的格式如下所示：



数据域长度 L

L 为数据域的字节数。读数据时 $L \leq 200$ ，写数据时 $L \leq 50$ ， $L=0$ 表示无数据域。

数据域 DATA

数据域包括数据标识、密码、操作者代码、数据、帧序号等，其结构随控制码的功能而 改变。传输时发送方按字节进行加 33H 处理，接收方按字节进行减 33H 处理。

校验码 CS

从第一个帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模 256 的和，即各字节二进制算 术和，不计超过 256 的溢出值。

结束符 16H

标识一帧信息的结束，其值为 16H=00010110B。

1.3 传输

前导字节

在主站发送帧信息之前，先发送 4 个字节 FEH，以唤醒接收方。

传输次序

所有数据项均先传送低位字节，后传送高位字节。数据传输的举例：电能量值为 123456.78kWh，其传输次序如图 9。

传输响应

每次通信都是由主站向按信息帧地址域选择的从站发出请求命令帧开始，被请求的从站接收到命令后作出响应。

收到命令帧后的响应延时 T_d : $20\text{ms} \leq T_d \leq 500\text{ms}$ 。

字节之间停顿时间 T_b : $T_b \leq 500\text{ms}$ 。

差错控制

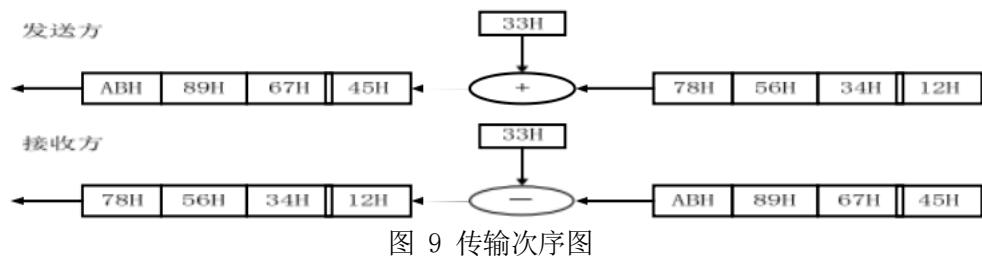


图 9 传输次序图

字节校验为偶校验，帧校验为纵向信息校验和，接收方无论检测到偶校验出错或纵向信息校验和出错，均放弃该信息帧，不予响应。

通信速率

标准速率: 600bit/s, 1200bit/s, 2400bit/s, 4800bit/s, 9600bit/s, 19200bit/s, 115200bit/s。

2. 数据标识

2.1 数据标识结构

数据标识编码用四个字节区分不同数据项，四字节分别用 DI3、DI2、DI1 和 DI0 代表，每字节采用十六进制编码。数据类型分为七类：电能量、最大需量及发生时间、变量、事件记录、参变量、冻结量、负荷记录。数据标识具体定义见附录 C.1：数据标识编码表。

DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

2.2 数据传输形式

数据标识码标识单个数据项或数据项集合。单个数据项可以用附录 C.1 中对应数据项的标识码唯一地标识。当请求访问由若干数据项组成的数据集合时，可使用数据块标识码。实际应用以数据标识编码表定义内容为准。

2.2.1 数据项

除特殊说明的数据项以 ASCII 码表示外，其他数据均采用压缩 BCD 码表示。

2.2.2 数据块

数据标识 DI2、DI1、DI0 中任意一字节取值为 FFH 时(其中 DI3 不存在 FFH 的情况)， 代表该字节定义的所有数据项与其他三字节组成的数据块。数据块格式为所有数据项的顺序 排列，长度为所有数据项长度之和。

3. 应用层

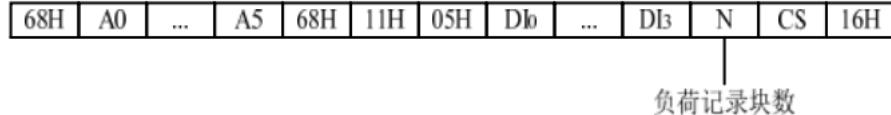
3.1 读数据

主站请求帧

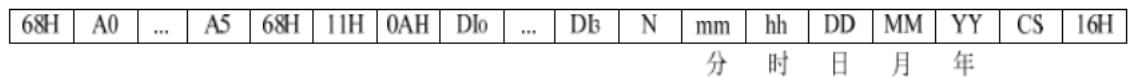
- a) 功能：请求读电能表数据
- b) 控制码： C=11H
- c) 数据域长度： L=04H+m(数据长度)
- d) 帧格式 1 (m=0)：



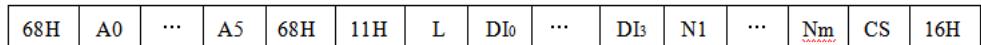
- e) 帧格式 2(m=1, 读给定块数的负荷记录)：



- f) 帧格式 3(m=6, 读给定时间、块数的负荷记录；负荷记录连续抄读部分)：



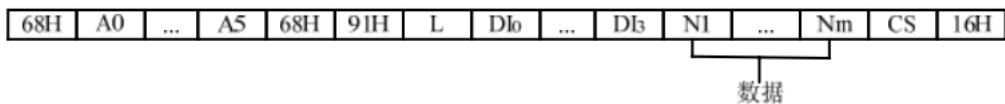
- g) 帧格式 4:



【条文解释】

从站正常应答

- a) 控制码： C=91H 无后续数据帧； C=B1H 有后续数据帧。
- b) 数据域长度： L=04H+m(数据长度)。
- c) 无后续数据帧格式：



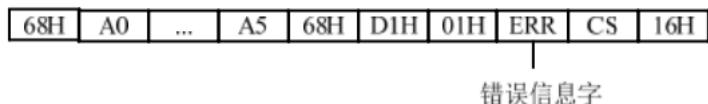
d) 有后续数据帧格式:



注: 如果没有满足条件的负荷记录, 从站按正常应答帧格式返回(数据域只有数据标识, 数据域长度为 4)。

从站异常应答帧

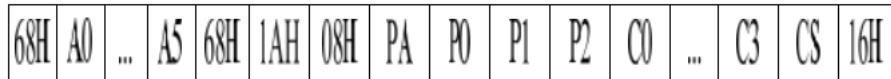
- a) 控制码: C=D1H
- b) 数据域长度:L=01H
- c) 帧格式:



3.2 读后续数据

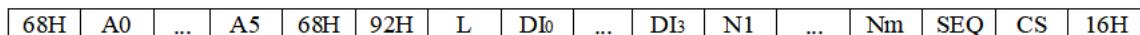
主站请求帧

- a) 功能: 请求读后续数据
- b) 控制码: C=12H
- c) 数据域长度: L=05H
- d) 帧格式:



从站正常应答帧

- a) 控制码:C=92H 无后续数据帧; C=B2H 有后续数据帧。
- b) 数据域长度: L=05H+m(数据长度)
- c) 无后续数据帧格式:



- d) 有后续数据帧格式:



读后续数据时, 为防止误传、漏传, 请求帧、应答帧都要加帧序号。请求帧的帧序号从 1 开始进行加 1 计数, 应答帧的帧序号要与请求帧相同。帧序号占用一个字节, 计数范围为 1~255。

从站异常应答帧

- a) 控制码: C=D2H
- b) 数据域长度: L=01H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D2H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

3.3 写数据

主站请求帧

- a) 功能: 主站向从站请求设置数据(或编程)
- b) 控制码: C=14H
- c) 数据域长度: L =04H+04H (密码) +04H(操作者代码)+m(数据长度)
- d) 数据域: DIODI1DI2DI3+PAP0P1P2+C0C1C2C3+DATA
- e) 帧格式:



注 1: PA 表示密码权限, POP1P2 为该权限对应的密码。

注 2: 98H 级密码权限代表通过密文+MAC 的方式进行数据传输, 不需要进行密码验证, 也不需要编程键配合。

注 3: 99H 级密码权限代表通过明文+MAC 的方式进行数据传输, 不需要进行密码验证, 也不需要编程键配合。

注 4: 其它密码权限应验证密码, 且与编程键配合使用。

注 5: C0C1C2C3 是操作者代码, 为要求记录操作人员信息的项目提供数据。

注 6: 写数据时数据域的字节数 L≤200。

从站正常应答帧

- a) 控制码: C=94H
- b) 数据域长度: L=00H
- c) 帧格式:

68H	A0		A5	68H	94H	00H	CS	16H
-----	----	--	----	-----	-----	-----	----	-----

从站异常应答帧

- a) 控制码: C=D4H
- b) 数据域长度: L=01H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D4H	0IH	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

3.4 读通信地址

主站请求帧

- a) 功能: 请求读电能表通信地址, 仅支持点对点通信。
- b) 地址域: AA…AAH
- c) 控制码: C=13H
- d) 数据域长度: L=00H
- e) 帧格式:

68H	AAH		AAH	68H	13H	00H	CS	16H
-----	-----	--	-----	-----	-----	-----	----	-----

从站正常应答帧

- a) 控制码: C=93H
- b) 数据域长度: L=06H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	93H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

从站异常不应答。

3.5 写通信地址

主站请求帧

- a) 功能: 设置某从站的通信地址, 仅支持点对点通信。
- b) 控制码: C=15H
- c) 地址域: AA…AAH
- d) 数据域长度: L=06H
- e) 数据域: A0…A5(通信地址)
- f) 帧格式:

68H	AAH	...	AAH	68H	15H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

从站正常应答帧

- a) 控制码: C=95H
- b) 地址域: A0…A5(新设置的通信地址)
- c) 数据域长度: L=00H
- d) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	95H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

从站异常不应答。

3.6 校时(扩充)

T/CES XXX—XXXX

- a) 功能：强制从站与主站时间同步
- b) 控制码： C=1EH
- c) 数据域长度： L=08H
- d) 数据域： YYMMDDhhmmssmsms (年.月.日.时.分.秒.毫秒) e) 地址域： 99H99H99H99H99H99H
- f) 帧格式：

68H	99H	...	99H	68H	08H	06H	ms	ms	ss	mm	hh	DD	MM	YY	CS	16H
毫秒	毫秒	秒	分	时	日	月	年									

注 1：地址域为 99H99H99H99H99H99H，则为广播校时且不要求应答。

注 2：不推荐在午夜 0 时校时，以免影响在 0 时进行的某些例行操作。

注 3：如果地址域为设备地址，那么进行点对点对时。点对点对时每次先进行三次，每次对时完毕后设备返回当前时间，计算对时中时间误差值。最终三次对时完毕后求取误差平均值。第四次对时将误差值计算在内进行最终对时。

B. 2 数据编码格式

XXXXXX.XX 代表计量值或存储值的整数位和小数位；NNNNNN.NN 代表设定值的整数位和 小数位；YY 代表年；MM 代表月；DD 代表日；WW 代表星期；hh 代表时；mm 代表分；ss 代表秒；ms 代表毫秒；未特殊说明均以两位十进制数表示。

1 数据标识编码表

数据标识编码参见表 B. 1. 1 – B. 1. 2

表 B. 2. 1 参变量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据 长度 (字 节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
04	00	01	0C	YYMMDDWWhhmmss msms	9	年月日星期时 分秒毫秒	*	*	日期、星期(其中 0 代表星期天)及时间
04	00	04	01	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	通信地址
			02	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	表号
			03	NN…NN	32		*	*	资产管理编码(ASCII 码)
			0B	XX…XX	10		*	*	监测单元型号(ASCII 码)
			0C	XX…XX	10		*	*	生产日期(ASCII 码)
			0D	XX…XX	16		*	*	协议版本号(ASCII 码)
			0E	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	客户编号
04	00	04	0F	XXXX.XXXX	4	度	*	*	监测单元位置信息：
				XXXX.XXXX	4				经度
				XXXX.XX	3				纬度
									高度
04	00	07	01	NN	1		*	*	通信口 1 波特率特征字(485)
			02	NN	1		*	*	通信口 2 波特率特征字(HPLC)
			03	NN	1		*	*	通信口 3 波特率特征字(备用)

注 1：以 ASCII 传输的数据项，不足字节后补 0x20。

注 2：厂家编号建议用企业代码。

注 3：波特率特征字： 01-9600 , 02-115200, 其他-预留

注 4：主动上报状态字未回复确认，共重复上报三次。上报间隔为 5s。

07	02	01	01	xx xx xx xx	1 1 1 1		*		通信口实时状态 CAN: 0 空闲、1 忙碌 HPLC: 0 空闲、1 忙碌 RS485: 0 空闲、1 忙碌 蓝牙: 0 空闲、1 忙碌
04	A0	03	01	XX XXXXXXXXXXXX XX ... XXXXXXXXXXXX XX	1 6 1 6 1		*		读取扩展设备档案信息(携 带扩 展设备规约信息) 扩展设备数量 N 扩展设备通信地址 1 扩展设备规约(0:监测单 元; 1: 传感器 其他: 预 留;) 扩展设备通信地址 N 扩展设备规约
04	00	04	FF	ASCII ASCII ASCII ASCII ASCII ASCII NNNNNN NNNNNN	24 16 16 10 16 16 3 3		*		设备资产 ID 号 设备类型 生产厂家 设备型号 硬件版本 软件版本 电流互感器变比 电压互感器变比
04	00	15	01	XX…XX	12		*		主动上报状态字
04	00	15	03	XX…XX	12		*		复位主动上报状态字
注 1: 主动上报状态字中的断相、过压、欠压、失压、闸位分合为必备功能, 发生故障事件要主动上报, 通过 04001503 (写命令) 可清除上报状态。每次主动上报只报上次主动上报后发生的事件状态, 清除状态字不再主动上 报, 后续上行通信主动召读可读到当前所有的状态信息。									

表 B. 2. 2 遥信状态量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI3	DI2	DI1	DI0				读	写	
07	02	02	01		1		*		第一路遥信状态(0-遥控开, 1-遥控合)
					1		*		第二路遥信状态(0-遥控开, 1-遥控合)
					1		*		第三路遥信状态(0-遥控开, 1-遥控合)
					1		*		第四路遥信状态(0-遥控开, 1-遥控合)
07	06	01	01	XXXXXXXXXXXX	6		*		被选中监测模块地址

注 1：模块被选中，20s 内有效，超过 20s 则将选中地址清除，无被选中模块时，回复失败

表 B. 2. 3 软件升级

	标识码				数据格式	长度	码制	单位	功能		名称
	DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀					读	写	
0F	0F	OF	01	表 D. 1.4	8	BIN					主站升级数据发送请求
			02	表 D. 1.5	196	BIN					主站下发数据帧
			03		1	BIN					主站发送完成帧, DATA=55H, 表示确认升级; DATA=AAH, 表示放弃升级;

注：通信单元与监测单元升级流程均使用此方式，数据标识一致。不同厂家区分各自升级文件按照文件内容自行区分。

表 B. 2. 4 主站下发升级请求数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
总文件大小	XXXXXXXX	4	BIN	程序文件大小(Byte)
总帧数	XXXX	2	BIN	程序文件分割后的总帧数
文件 CRC16 校验码	XXXX	2	BIN	整个程序文件的 CRC16 校验码

表 B. 2. 5 主站下发升级软件数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
帧计数	XXXX	2	BIN	当前发送的帧序号, 0 为第一帧
程序数据		192	BIN	固定长度(最后一帧不足的部分以 FFH 补齐)
CRC16 检验码	XXXX	2	BIN	本帧程序数据的 CRC16 校验