

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX—2026

电缆分支箱智能监测与远程运维系统技术规范

Technical specification for intelligent monitoring and remote operation and maintenance system of cable branch box

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 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	1
4 系统组成与架构	1
4.1 系统组成	1
4.2 系统架构	1
5 一般要求	2
5.1 安装与环境适应性	2
5.2 可靠性与安全性	2
5.3 云端平台性能	2
6 技术要求	2
6.1 智能监测系统	2
6.2 远程运维系统	3
6.3 环境适应性	3
7 试验方法	4
7.1 传感器单元	4
7.2 数据采集与处理单元	4
7.3 通信单元	4
7.4 云端平台	4
7.5 环境适应性	5
8 检验规则	5
8.1 检验分类	5
8.2 出厂检验	5
8.3 型式检验	5
8.4 判定规则	5
9 标志、包装、运输与贮存	5
9.1 标志	5
9.2 包装	5
9.3 运输	6
9.4 贮存	6

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这些专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电缆分支箱智能监测与远程运维系统技术规范

1 范围

本文件规定了电缆分支箱智能监测与远程运维系统的系统组成与架构、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于额定电压0.4 kV~35 kV电缆分支箱的智能监测与远程运维系统的设计、生产、检验及运维管理。

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 2423.4 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 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则： 冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc： 振动（正弦）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

远程运维系统 remote operation and maintenance system

基于云端平台或本地服务器，对电缆分支箱监测数据进行存储、分析、评估，实现故障预警、远程诊断、运维管理等功能的系统。

4 系统组成与架构

4.1 系统组成

4.1.1 智能监测系统由传感器单元、数据采集与处理单元、通信单元三部分组成；远程运维系统由边缘计算节点、云端平台单元、用户终端三部分组成。

4.1.2 传感器单元：包括温度传感器、局部放电传感器、电流传感器、湿度传感器、振动传感器等，实现电缆分支箱状态参数的采集。

4.1.3 数据采集与处理单元：对传感器输出信号进行滤波、放大、A/D转换，完成数据预处理与本地存储，具备边缘计算能力的单元可实现初步状态分析。

4.1.4 通信单元：支持有线通信（光纤、RS485等）和无线通信（4G/5G、LoRa、NB-IoT等），实现监测数据向边缘节点或云端平台的传输。

4.1.5 边缘计算节点：部署在变电站或配电房内，实现区域内多台电缆分支箱数据的汇聚、存储与边缘分析，降低云端平台压力。

4.1.6 云端平台单元：实现数据集中存储、大数据分析、状态评估、故障预警、运维管理等核心功能，支持多用户权限访问。

4.1.7 用户终端：包括PC端、移动端（手机/平板），提供数据查询、预警接收、远程诊断、工单管理等操作界面。

4.2 系统架构

系统采用“感知层-网络层-平台层-应用层”四层架构：

- a) 感知层：由各类传感器组成，负责电缆分支箱状态参数的采集；
- b) 网络层：由通信单元与边缘计算节点组成，负责数据传输与边缘处理；
- c) 平台层：由云端平台组成，负责数据存储、分析与服务提供；
- d) 应用层：由用户终端与各类运维应用组成，负责面向用户的功能展示与操作交互。

5 一般要求

5.1 安装与环境适应性

5.1.1 安装要求

- 5.1.1.1 传感器安装应避免影响电缆分支箱的正常运行，温度传感器应与被测部位紧密贴合，局部放电传感器应避免强电磁干扰源。
- 5.1.1.2 布线应采用屏蔽电缆，电缆弯曲半径不小于电缆直径的 10 倍，户外布线应采用防水接头，电缆两端应做好标识。
- 5.1.1.3 数据采集单元应安装在电缆分支箱内部或附近的防护箱内，防护等级不低于 IP54，安装位置便于维护。
- 5.1.1.4 系统接地电阻不应超过 4 Ω ，接地导体截面积不小于 4 mm²（铜导体），与电缆分支箱共用接地网时应确保接地可靠。

5.2 可靠性与安全性

- 5.2.1 智能监测系统平均无故障工作时间（MTBF）不低于 50000 h，传感器工作寿命不低于 10 年。
- 5.2.2 远程运维系统年故障修复时间（MTTR）不超过 4 h，数据传输可靠性不应小于 99.9%。
- 5.2.3 系统具备数据加密功能，数据传输采用 AES-256 加密，数据存储采用 MD5 校验，防止数据泄露与篡改。
- 5.2.4 云端平台具备防火墙、入侵检测、漏洞扫描等安全防护措施，定期进行安全评估与漏洞修复。
- 5.2.5 系统具备断电保护功能，断电时数据自动保存，恢复供电后系统自动重启并恢复正常运行。

5.3 云端平台性能

- 5.3.1 应支持把小于 10000 台电缆分支箱同时接入，单台设备数据处理能力不应小于 10 条/s。
- 5.3.2 系统可用性不应小于 99.9%，年停机时间不超过 8.76 h。
- 5.3.3 具备数据备份与恢复功能，每日自动备份数据，备份数据保存周期不低于 1 年。
- 5.3.4 采用三级用户权限管理：管理员（全功能访问）、运维人员（设备监测与运维操作）、查看用户（数据查询与报表查看）。

5.3.5 用户终端

- 5.3.5.1 PC 端支持 Windows、MacOS 等操作系统，提供 Web 端与客户端两种访问方式，界面响应时间 ≤ 2 s。
- 5.3.5.2 移动端支持 Android、iOS 等操作系统，APP 具备数据查询、预警推送、工单处理等功能，离线状态下可查看缓存数据。
- 5.3.5.3 终端界面应简洁直观，采用图形化展示监测数据（温度曲线、电流柱状图、健康状态雷达图等），支持数据导出为 Excel、PDF 等格式。

6 技术要求

6.1 智能监测系统

6.1.1 传感器单元

- 6.1.1.1 采用光纤温度传感器或无线无源温度传感器，测量范围 -40 $^{\circ}\text{C}$ ~ 120 $^{\circ}\text{C}$ ，测量精度 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ ，响应时间不应大于 10 s，应安装在电缆接头、母线排、开关触头等发热部位。

- 6.1.1.2 采用超高频（UHF）传感器或高频电流（HFCT）传感器，测量范围 0 pC~1000 pC，测量精度 ±10 pC，响应时间不应大于 5 ms，应安装在电缆分支箱内壁或电缆终端附近。
- 6.1.1.3 采用霍尔电流传感器，测量范围 0 A~1200 A，测量精度 ±1%FS，响应时间不应大于 1 ms，应安装在进线或出线电缆上。
- 6.1.1.4 测量相对湿度范围 0%~100%，测量精度 ±3%，响应时间不应大于 30 s，应安装在电缆分支箱内部顶部。
- 6.1.1.5 采用加速度传感器，测量范围 0 g~10 g，测量精度 ±0.01 g，采样频率不应小于 1 kHz，应安装在开关操作机构或箱体外壳上。

6.1.2 数据采集与处理单元

- 6.1.2.1 应支持至少 8 路模拟量输入、4 路开关量输入，采样频率不应小于 1 kHz，A/D 转换精度不应小于 16 位。
- 6.1.2.2 具备本地存储功能，存储容量不应低于 16 GB，可保存至少 30 天的原始监测数据。
- 6.1.2.3 边缘计算型单元应内置状态评估算法，可实现本地故障预警，预警响应时间不应大于 1 s。
- 6.1.2.4 具备自诊断功能，可监测传感器、通信模块的工作状态，故障时发出本地声光报警。

6.1.3 通信单元

- 6.1.3.1 支持至少两种通信方式，优先采用 4G/5G 无线通信，备用 LoRa 或光纤通信。
- 6.1.3.2 通信协议应采用 Modbus-RTU 或 MQTT 标准，数据传输采用 AES-256 加密。
- 6.1.3.3 无线通信模块的传输速率不低于 1 Mbps，传输时延不应大于 2 s，数据丢包率不应大于 0.1%（在信号强度 ≥ -70 dBm 时）。
- 6.1.3.4 具备通信中断缓存功能，当通信中断时，数据自动缓存至本地，通信恢复后自动补传，缓存容量不低于 7 天数据量。

6.2 远程运维系统

6.2.1 云端平台功能

- 6.2.1.1 支持多设备数据接入、存储、查询与导出，存储周期不应低于 3 年。
- 6.2.1.2 内置电缆分支箱健康状态评估模型，基于监测数据计算设备劣化度，将健康状态分为“正常（劣化度 < 0.2）、注意（0.2 ≤ 劣化度 < 0.5）、异常（0.5 ≤ 劣化度 < 0.8）、严重（劣化度 ≥ 0.8）”四个等级。
- 6.2.1.3 设置多级预警阈值（见表 1），当监测参数超过阈值或状态评估为“异常”及以上时，自动发出预警信息，预警准确率 ≥ 95%。
- 6.2.1.4 提供故障诊断知识库，支持运维人员上传监测数据与故障现象，系统自动匹配故障原因与处理建议；具备 AI 辅助诊断功能，基于历史故障数据训练模型，诊断准确率 ≥ 95%。
- 6.2.1.5 支持工单生成、派单、跟踪、闭环管理，可记录运维人员信息、运维内容、处理结果；具备设备台账管理功能，存储设备基本信息、历史运维记录、检修计划等。
- 6.2.1.6 支持多维度数据统计分析，生成日/月/年度运行报告，包括温度趋势、局部放电统计、故障次数等；具备负荷预测功能，基于历史电流数据预测未来 7 天负荷变化，预测精度 ≥ 85%。

表 1 主要监测参数预警阈值

参数类型	一般预警阈值	严重预警阈值	故障报警阈值
接头温度	≥70 °C	≥90 °C	≥110 °C
局部放电量	≥100 pC	≥300 pC	≥500 pC
回路电流	≥1.1倍额定电流	≥1.2倍额定电流	≥1.5倍额定电流
箱内湿度	≥85%RH	≥90%RH	-

6.3 环境适应性

- 6.3.1.1 工作环境温度：-40 °C~60 °C，储存环境温度：-50 °C~70 °C。
- 6.3.1.2 工作环境相对湿度：0%~100%（无凝露），具备凝露监测与自动除湿功能，当相对湿度 ≥ 85%、时启动除湿装置。

6.3.1.3 抗振动与冲击：应符合 GB/T 2423.5、GB/T 2423.10 规定的试验要求，试验后系统功能正常、数据采集准确。

7 试验方法

7.1 传感器单元

7.1.1 温度传感器精度试验

将传感器放置在恒温箱中，设置温度为-40℃、0℃、25℃、60℃、120℃，记录传感器输出值，计算测量误差，验证是否符合5.1.1.1要求。

7.1.2 局部放电传感器精度试验

使用局部放电模拟装置产生0 pC、100 pC、300 pC、500 pC、1000 pC的放电信号，记录传感器输出值，计算测量误差，验证是否符合5.1.1.2要求。

7.1.3 电流传感器精度试验

在电流源上施加0 A、200 A、600 A、1000 A、1200 A的电流，记录传感器输出值，计算测量误差，验证是否符合5.1.1.3要求。

7.2 数据采集与处理单元

7.2.1 采样精度试验

输入标准模拟信号(0 V、2.5 V、5 V)，记录采集单元输出值，计算采样误差，验证是否符合5.1.2.1要求。

7.2.2 本地存储试验

连续采集数据30天，检查数据存储完整性，应无数据丢失。

7.2.3 自诊断功能试验

断开传感器或通信模块，检查采集单元是否发出声光报警，验证是否符合5.1.2.4要求。

7.3 通信单元

7.3.1 通信功能试验

分别测试4G/5G、LoRa、光纤通信方式，检查数据传输是否正常，验证是否符合5.1.3.3要求。

7.3.2 加密功能试验

抓取传输数据包，检查是否为加密数据，解密后验证数据完整性。

7.3.3 中断缓存试验

断开通信连接，持续采集数据7天，恢复通信后检查数据是否自动补传，应无数据丢失。

7.4 云端平台

7.4.1 状态评估试验

输入不同状态的监测数据，检查平台评估的健康等级是否准确，验证是否符合5.2.1.2要求。

7.4.2 故障预警试验

模拟参数超过阈值的情况，检查平台是否及时发出对应等级的预警信息，预警准确率应 $\geq 95\%$ 。

7.4.3 远程诊断试验

输入故障数据，检查平台给出的故障原因与处理建议是否合理。

7.5 环境适应性

7.5.1 高低温试验

将系统放置在高低温试验箱中，分别在-40℃与60℃环境下保持8h，试验后检查系统功能是否正常，数据采集是否准确。

7.5.2 交变湿热试验

按照GB/T 2423.4规定进行10个循环试验，试验后测量系统绝缘电阻，不应低于10 MΩ。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

8.2 出厂检验

8.2.1 每台产品应经出厂检验合格，并附带检验合格证书后方可出厂。

8.2.2 出厂检验项目应包括温度传感器精度、电流传感器精度、数据采集采样精度、本地存储、通信单元、系统自诊断功能。

8.3 型式检验

8.3.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产时；
- b) 正式生产后，产品结构、材料、工艺有重大改变，可能影响性能时；
- c) 正常生产周期内，每2年进行一次周期性检验；
- d) 产品停产1年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验存在显著差异时。

8.3.2 型式检验应覆盖本文件第5章、第6章规定的全部技术要求。

8.4 判定规则

8.4.1 出厂检验判定

出厂检验所有项目均合格时，判定该产品出厂检验合格。若出现不合格项，允许对不合格项进行整改，整改完成后重新检验；若复检仍不合格，则判定该产品出厂检验不合格。

8.4.2 型式检验判定

型式检验所有项目均合格时，判定该批产品型式检验合格。若出现不合格项（除安全性项目外），应加倍抽取同批次样品对不合格项进行复检；若复检仍不合格，则判定该批产品型式检验不合格。若不合格项为安全性相关项目（数据加密、接地电阻、绝缘性能等），则直接判定该批产品不合格，不应进行复检。

9 标志、包装、运输与贮存

9.1 标志

9.1.1 智能监测系统各单元应设置铭牌，标注内容包括：产品名称、型号、生产厂家、生产日期、额定参数、防护等级、执行标准编号。

9.1.2 传感器应标注测量参数、精度等级、安装方向、序列号等信息，标识应清晰、耐磨。

9.1.3 云端平台应在登录界面标注系统名称、版本号、版权信息。

9.2 包装

9.2.1 系统各单元应采用防潮、防震包装，传感器应单独包装，采用泡沫或海绵缓冲材料。

9.2.2 包装内应附有产品说明书、安装手册、检验合格证书、校准证书、备件清单等技术文件。

9.2.3 包装箱上应标注产品名称、型号、重量、体积、运输注意事项，以及“向上”“易碎品”“防潮”等警示标志。

9.3 运输

9.3.1 运输过程中应避免剧烈振动、碰撞与倒置，运输车辆应具备防震措施，环境温度应在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间。

9.3.2 运输过程中应防止雨水浸泡，避免阳光直射，装卸时应轻拿轻放。

9.4 贮存

9.4.1 系统应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的仓库内，温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过85%。

9.4.2 贮存期限超过1年时，应重新进行传感器精度校准与系统功能测试，合格后方可使用。

9.4.3 贮存期间应定期检查，每3个月检查一次包装完整性与环境条件，发现问题及时处理。
