

ICS 13.220

CCS C 80

# 团 体 标 准

T/CFPA 023—2023

## 低压用电安全监控系统技术规范

Technical specification for electricity consumption safety monitoring system of low voltage

2023 - 05 - 24 发布

2023 - 09 - 01 实施

中国消防协会 发布



## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 缩略语 .....	5
5 技术参考架构 .....	5
6 技术要求 .....	6
7 工程设计 .....	11
8 施工验收 .....	13
9 运行维护 .....	15
参考文献 .....	16

## 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专利的责任。

本文件由中国消防协会提出并归口。

本文件起草单位：北京科技大学、北京航天常兴科技发展股份有限公司、辰安天泽智联技术有限公司、工泰电器有限公司、北京胜顶智控科技有限公司、中国人民警察大学、深圳市朝阳辉电气设备有限公司、西安博康电子有限公司、北京四方瑞和科技有限公司、上海佳岚智能科技有限公司、青鸟消防股份有限公司、深圳市前海公共安全科学研究院有限公司、柏腾数科（杭州）科技有限公司、中消云（北京）物联网科技研究院有限公司、威胜信息技术股份有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、西安科技大学、南阳中通智能科技集团有限公司、日照航海工程职业学院、深圳市铠湾安全技术有限公司、深圳惠安天下电气消防科技有限公司、广东省珩祥安全科技有限公司、深圳曼顿科技有限公司、山东环邦电子科技有限公司、北京天恒安科集团有限公司、北京卓谊科技有限公司、鑫联晟达科技（河北）有限公司、蚌埠依爱消防电子有限责任公司、浙江亿安电力电子科技有限公司、中山市福瑞特科技产业有限公司、宁波金盾电子工业股份有限公司、湖南一二三智能科技有限公司、福建锋冠科技有限公司、广东万物云联科技有限公司、华南理工大学、国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司岳阳供电分公司、上海盐巴信息科技有限公司、烟台淼盾物联技术有限公司、天津众联智能科技有限责任公司、上海博联智电科技有限公司、蓝鲸高领（北京）标准化技术服务有限公司。

本文件主要起草人：蒋慧灵、赵海龙、刘志宏、蔡甫寒、曾定、雷蕾、周聪岳、赵康柱、刘松、邵锦彬、高鹰、申晓良、曹莹、万跃敏、欧阳金兴、王大鹏、王伟峰、朱容君、秦帅、高晓波、谢君、郑伟兵、李冬华、石来增、王征、安博、陆亚利、张晓双、王士纲、韦竟金、俞鉴锋、蔡明放、黄育峰、吴金霞、陈皓勇、薛飞、余捻宏、余健、董利锦、刘志勇、张海瑞、段永辉、任丹彤、苏燕飞、杨立、龙勇、闫科、赵伟刚、聂晖、杨倚天、杨耿冰、揭绪芳、杨艳辉、王宁宁、潘华钧、龙兴林、付书平、赵小皓、张兵、龙虎、田鑫、沈刚。

## 引 言

“智慧用电”是用电监测技术领域的新兴概念，旨在基于监控物联网技术衍生出一套用电智能化运维管理模式，其概念与外延逐步在发展过程中得到丰富和延伸。为提升和规范这一模式下用电安全监控系统对电气安全隐患的预警能力与对电能质量信息、能耗信息的监管能力，准确评估电气设备和电气线路及环境的安全状态，根据国家对传感器网络信息技术要求、消防安全规范要求，以及物联网生态体系建设过程中形成的架构共识，制定本文件。本文件的制定能够填补智慧用电监控技术标准领域的空白，同时为消防等政务机构对用电安全防控和能源监管提供技术支持。

# 低压用电安全监控系统技术规范

## 1 范围

本文件规定了低压用电安全监控系统技术参考架构、技术要求和应用要求。

本文件适用于额定电压不超过AC 1000V或DC 1500V的配电端低压用电安全监控系统的建设和运维。

## 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 10963（所有部分）电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器

GB/T 13869 用电安全导则

GB/T 14048（所有部分）低压开关设备和控制设备

GB/T 16917.1 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第1部分：一般规则

GB/T 26231 信息技术 开放系统互连 对象标识符(OID)的国家编号体系和操作规程

GB/T 30269.1—2015 信息技术 传感器网络 第1部分：参考体系结构和通用技术要求

GB/T 30269.901—2016 信息技术 传感器网络 第901部分：网关：通用技术要求

GB/T 31866 物联网标识体系 物品编码Ecode

GB/T 32402 通信名词术语 数据通信 因特网

GB/T 33474—2016 物联网 参考体系结构

GB/T 33745 物联网 术语

GB/T 34068—2017 物联网总体技术 智能传感器接口规范

GB/T 38624.1—2020 物联网 网关 第1部分：面向感知设备的网关技术要求

GB/T 40287—2021 电力物联网通信参考体系架构

GB 50166—2019 火灾自动报警系统施工及验收标准

NB/T 42149 具有远程控制功能的小型断路器(RC-MCB)

## 3 术语和定义

GB/T 32402、GB/T 33745界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电能质量** power quality

电力系统指定点处的电特性，关系到供用电设备正常工作（或运行）的电压、电流的各种指标偏离基准技术参数的程度。

### 3.2

**电气安全隐患** the risk of electrical safety

造成电压、电流、温度、剩余电流等电力参数及电信号时频域特征向量超过规定限值或绝缘材料性能改变进而导致电气事故发生的物的危险状态或管理缺陷。

### 3.3

**全电量信息** full information of electricity amount

表征能耗监测结果及电能质量的指标。

### 3.4

**热解粒子 pyrolytic particle**

电气线路或设备的外层绝缘材料达到耐受温度但未达到燃点这一可能导致物质老化、电阻滞能力减弱过程中分解产生的以自由状态存在并通过布朗运动扩散的最小物质组织成分。

## 3.5

**用电安全监控系统 electricity consumption safety monitoring system**

电气线路、电气设备按预定目的运行过程中，对运行参数及安全状态进行监测、报警、记录、分析、管理，并可与外部系统进行交互的分布式集成系统。

## 3.6

**阻性漏电 resistive Leakage**

由于电气线路绝缘受损等原因引起接地故障而形成的致灾性非固有漏电。

## 4 缩略语

下列缩率语适用于本文件。

ARP: 地址解析协议 (Address Resolution Protocol)

CoAP: 受限制的应用协议 (Constrained Application Protocol)

LoRaWAN: LoRa广域网 (LoRa Wide Area Network)

LTE: 长期演进技术 (Long Term Evolution)

LwM2M: 轻量级M2M协议 (Lightweight M2M)

MQTT: 消息队列传输协议 (Message Queuing Telemetry Transport)

NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

RARP: 反向地址解析协议 (Reverse Address Resolution Protocol)

RS485: RS485协议

RTCP: 实时传输控制协议 (Real-time Transport Control Protocol)

RTP: 实时传输协议 (Real-time Transport Protocol)

RTSP: 实时流传输协议 (Real-Time Streaming Protocol)

SSL: 安全套接层 (Secure Socket Layer)

## 5 技术参考架构

## 5.1 概述

低压用电安全监控系统架构见图1，由目标对象域、智能探测域、服务提供域、运维管理域、资源交换域和用户域构成，域的描述及关联关系符合GB/T 33474—2016中第6章的要求。

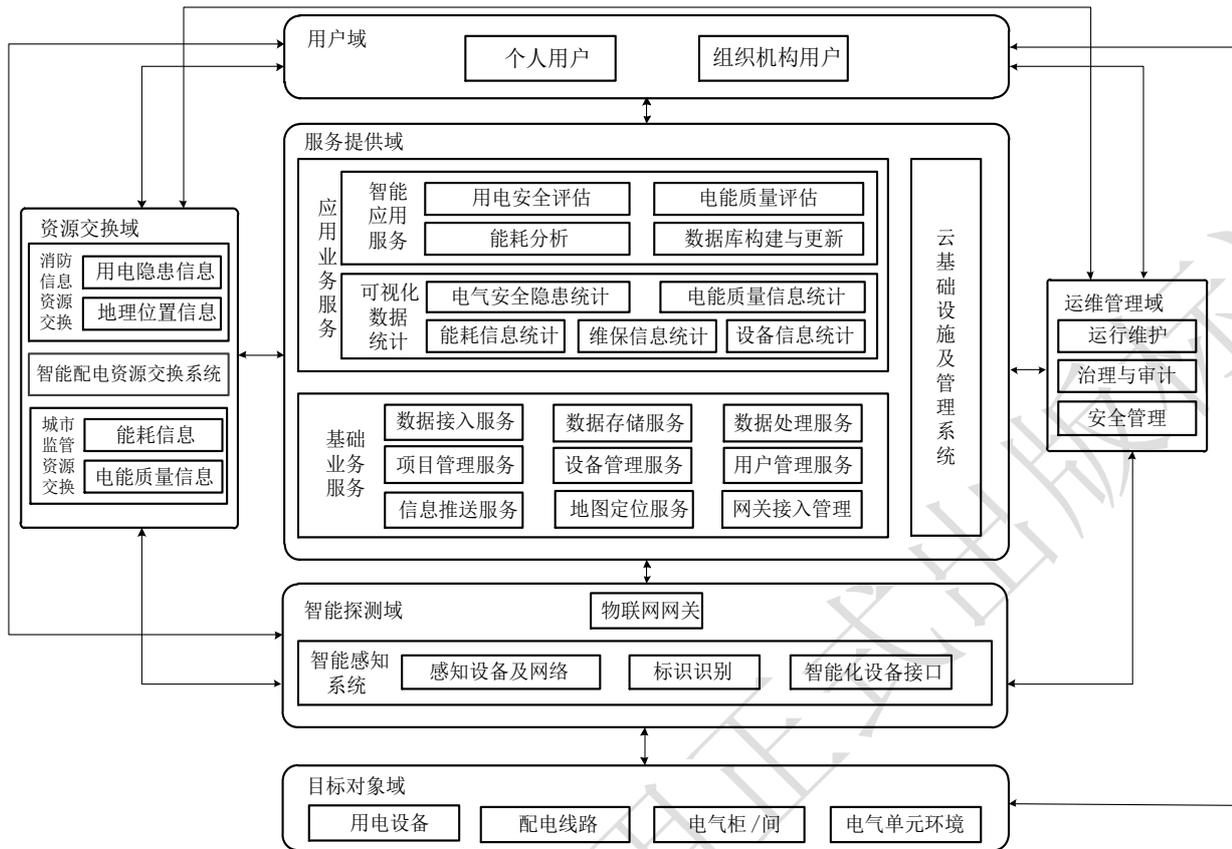


图1 低压用电安全监控系统架构

其中：

- 目标对象域是低压用电安全监控系统用户期望获取相关信息的对象实体集合，包含用电设备、配电线路、电气柜/间、电气环境等对象；
- 智能探测域是获取目标对象信息的感知设备及软件系统的实体集合，通过感知设备实现对目标对象的探测，包含线路绝缘状态参数检测、电流、电压等基础电力参数检测、电气环境参量检测及超常规电气参数检测等功能，数据传输链路涵盖本地通信—远程通信及与通信服务器的数据交互；
- 服务提供域是实现基础服务和应用服务的软硬件系统实体集合，服务提供域能实现对探测数据的加工、处理和协同，为政务机构或上行系统提供数据接口；
- 资源交换域用于低压用电安全监控系统与外部系统之间信息资源的共享和交换，实现用户域、运维管控域、服务提供域、智能感知域的内联性和软硬件系统的实体交互；
- 运维管理域具有对低压用电安全监控系统自身的监管能力，功能包含安全管理、运行维护、治理与审计；
- 用户域的实体为用户终端，能为个人用户与组织机构用户提供基于移动通信终端、无线局域网终端、专网终端、PC 物联网终端等的服务功能。

注：组织用户的主体通常包含机关、团体、企业、事业单位等机构。

## 5.2 关联关系

智能探测域和目标对象域构成了低压用电安全监控系统的边缘端，服务提供域、运维管理域、资源交换域和用户域构成低压用电安全监控系统的管理平台，各域之间的关联关系包含通信连接和逻辑关联。其中，智能探测域通信连接包括数据通信接口及非数据通信接口，数据通信接口通过无线或有线通信链路实现设备之间信息交互，非数据通信接口通过获取对象属性实现设备与接口间的绑定。

## 6 技术要求

## 6.1 目标对象域

### 6.1.1 概述

目标对象域对应的实体为感知对象，包含用电设备、配电线路、电气柜/间及电气环境。用电安全信息按照参数作用形式分为告警信息、全电量信息及故障信息。

### 6.1.2 告警信息

告警信息包括下述电气安全隐患直接表征参数：电流、剩余电流、阻性漏电电流、温度、相（线）电压、热解粒子、故障电弧等。告警信息元数据见表1。

表1 告警信息元数据

字段名称	字段符号	数据类型	必选/可选	描述	
剩余电流	$I_0$	Float	必选	单位：mA，告警范围为20-1000mA，绝对误差要求见GB 14287.2	
阻性漏电电流	$I_{or}$	Float	可选	单位：mA，告警范围：20-1000mA，绝对误差不大于15%	
温度	temperature	Float	必选	单位：℃，电气火灾告警范围：45-140℃，绝对误差要求见GB 14287.3；感温火灾探测器告警范围动作温度要求见GB 4716、GB 16280、GB 30122	
电压	voltage	$U_{up}$	Float	必选	过压值，单位：V，告警范围：221-300V，电压偏差要求见GB/T 12325
		$U_{low}$	Float	必选	欠压值，单位：V，告警范围：0-220V，电压偏差要求见GB/T 12325
电流	current	Float	必选	过流值，单位：A，公用式感知设备告警范围：0-9999A，家用式感知设备告警范围：0-100A	
热解粒子	pyrolytic particle	Int	可选	告警范围0-2000(无量纲参数)	
颗粒物（烟雾）浓度	particle concentration	Int	可选	告警范围0.05-3%obs/m	
气体浓度	gas concentration	Int	可选	单位：ppm，告警范围：20-500ppm	
电弧	electric arc	Bool	可选	告警性能见GB 14287.4	
弧光	arc flash	Float	可选	告警性能见GB/T 14598.302—2016中6.4要求	

### 6.1.3 全电量信息

全电量信息包含有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、有功电量、无功电量、视在电量、电网频率、三相不平衡度、全波剩余电流、谐波电流、谐波电压等。其中功率类、电量类参数为能耗监测信息，其它参数为电能质量信息。全电量信息元数据见表2。

表2 全电量信息元数据

字段名称	字段符号	数据类型	必选/可选	描述
有功功率	active power	Float	必选	单位：W
无功功率	reactive power	Float	可选	单位：Var
视在功率	apparent power	Float	可选	单位：Va
功率因数	power factor	Float	可选	有功功率和视在功率的比值，反映电能的利用率
电量	electric energy	Float	必选	单位：kW·h
频率	frequency	Float	必选	单位：Hz，频率偏差限值要求见GB/T 15945
三相不平衡度	three phase unbalance	Float	可选	说明见GB/T 15543
全波剩余电流	full wave residual current	Float	可选	精度不低于5%
谐波电流	harmonic current	Float	可选	精度不低于1%，谐波电流允许值要求见GB/T 14549
谐波电压	harmonic voltage	Float	可选	精度不低于5%，工用电网谐波电压限值要求见GB/T 14549
供电中断	outage	Float	可选	$U_a=0$ ； $U_b=0$ ； $U_c=0$

### 6.1.4 故障信息

故障信息包括感知设备的离线、通道开路、通道短路以及自身故障状态信息。故障信息元数据见表3。

表3 故障信息元数据

字段名称	字段符号	数据类型	必选/可选	描述
设备离线	off-line	Enumerated type	必选	表示感知设备无法与处理器建立通信的状态
通道开路	open circuit	Enumerated type	必选	表示感知设备某一回路信号传输中断
通道短路	short circuit	Enumerated type	必选	表示感知设备某一回路信号被短接
设备故障	self-fault	Bool	必选	表示感知设备自身故障

## 6.2 智能探测域

### 6.2.1 通则

智能探测域由智能感知系统和物联网网关组成，应满足下列要求：

- 支持采集感知设备和物联网网关的类型、型号、安装位置、投入时间、告警、故障、启动、关机、运行状态等信息；
- 对于不支持远程传输功能的设备，接入智能探测域时对感知设备、物联网网关进行配置。

### 6.2.2 智能感知系统

#### 6.2.2.1 感知设备及网络

感知设备应符合下列要求：

- 感知设备包含电气火灾监控探测器、低压开关设备和控制设备、电弧故障保护电器、火灾探测器、弧光保护装置等，其它设备可提供数据传输接口，应用要求符合第7章要求。其中：
  - 电气火灾监控探测器包含剩余电流式电气火灾监控探测器、测温式电气火灾监控探测器、故障电弧探测器、探测绝缘性能式电气火灾监控探测器、测量热解粒子式电气火灾监控探测器、抑制谐波式电气火灾监控装置；
  - 低压开关设备和控制设备包括智能断路器、智能开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器等设备，符合 GB/T 14048 的要求；
  - 电气线路和用电设备火灾感知可采用感烟、感温、感光等探测技术。
- 感知设备具有唯一身份标识信息，标识编码规则符合 GB/T 26231、GB/T 31866 的要求；
- 按照用途分类，感知设备分为公用式与家用式；
- 感知设备至少具备一组通讯接口，实现设备的数据传输及参数配置，符合 GB/T 34068—2017 中第6章的要求。

网络应符合下列要求：

- 满足 GB/T 30269.1—2015 中 4.2.2 给出的功能；
- 系统通过专用网络或公用网络进行域内及域间的网络连接，包括本地网络、接入网络、承载网络及用户网络，网络通信架构符合 GB/T 40287—2021 中 7.1 的要求；
- 具备用户身份认证、隔离机制、程序监控、传输加密等方式保证网络传输安全性；
- 根据系统应用场景选择合适的传输方式，包含有线通信、无线通信、无线有线混合通信方式，其中有线通信包含 RS485、以太网、CAN 网络、电力载波通信，无线通信包含 NB-IoT、LoRa、WiFi、4G、5G；
- 具备 QoS 配置能力，对不同数据流提供差异化服务。

#### 6.2.2.2 标识识别系统

标识识别系统应能识别来自北向接口的物理标识，支持符合 GB/T 26231、GB/T 31866 规定的标识编码的识别、映射和转换。

### 6.2.2.3 智能化设备接口

智能化设备接口应具备通信、数据处理、协议转换等功能，且提供与对象的通信接口，其对象包括感知设备、电源开关、大型仪器仪表等数字设备。

### 6.2.3 物联网网关

物联网网关应符合下列功能和性能要求：

- a) 支持网关独立工作和多网关组态工作；
- b) 支持设备接入管理、协议转换、数据处理、网关设备管理、远程管理、标识管理和安全管理，符合 GB/T 38624.1—2020 中第 5 章的要求；
- c) 网关安全性及网关结构分别符合 GB/T 30269.901—2016 中 6.2 及第 5 章的规定；
- d) 支持 CoAP、LwM2M、TCP/IP、MQTT 传输协议，采用 RTP 协议传输多媒体流数据；
- e) RTP 包含 RTCP 和 RTSP（实时流传输协议）；
- f) 支持海量终端的地址管理、拓扑管理功能；
- g) 支持在线 OTA 的功能，同时可对具有 OTA 功能的感知设备进行远程升级；
- h) 接入应用支撑平台时，同时支持 IPv4、IPv6 网络，采用 ARP、RARP 寻址协议，管理的终端网络节点采用轻量级的短地址寻址协议。

## 6.3 服务提供域

### 6.3.1 基础业务服务

基础业务服务包含数据接入服务、数据存储服务、数据处理服务、项目管理服务、设备管理服务、用户管理服务、信息推送服务、地图定位服务、网关接入管理服务，能直接获取边缘端全部接入数据，为应用业务服务提供数据支撑。基础业务服务应符合下列要求：

- a) 数据接入服务支持接收用户终端的数据查询、设备配置、接收由物联网网关上传的结构化数据和非结构化数据；
- b) 数据存储具备空间裕量，保障数据连续存储时间不少于两年；
- c) 数据处理服务支持数据清洗，能对结构化数据和非结构化数据转换、分组、排序；
- d) 项目管理包括项目名称、项目类型、项目地址、项目负责人、项目安全负责人、项目创建时间、项目验收时间、单位信息、项目文件等。项目具备按项目名称模糊搜索，或按地区筛选功能；
- e) 设备管理服务支持下列功能：
  - 1) 以列表或地图形式显示、查询、下载感知设备告警、报警事件的功能，显示信息包含感知设备名称、编号、安装位置、类别、事件类别及事件内容等；
  - 2) 设备重启、消音、自检、复位、报警值及通道开关设定的远程控制功能；
- f) 用户管理服务支持用户账号分级，不跨级、跨权限操作，能通过手机号、角色、用户类型、用户状态等多维度信息查询筛选；
- g) 信息推送服务支持对用电安全告警信息、感知设备故障信息、智能应用服务中分析报告的推送，推送方式包括语音推送、短信推送、移动客户端推送等方式；
- h) 地图定位服务支持项目、设备的定位显示功能；
- i) 网关接入管理服务支持根据自定义协议判断网关类型，实现对不同网关的身份认证与授权控制，并以列表或地图形式显示已接入网关的类型、工作状态、联网状态等信息。

### 6.3.2 应用业务服务

#### 6.3.2.1 可视化数据统计

可视化数据统计应支持对电气安全隐患信息、能耗信息、电能质量信息、设备信息、维保信息以曲线图、柱状图、饼图或报表形式展示，并生成相应数据报告。数据显示应符合下列要求：

- a) 电气安全隐患信息统计支持参数实时变化趋势的显示、相应告警信息数量统计及告警事件处理效率等统计；
- b) 能耗信息统计支持以日、月、年等维度进行数据趋势显示；
- c) 电能质量信息统计支持以日、月、年等维度进行数据趋势显示；

- d) 设备信息统计反映边缘端所有设备的运行状态趋势、故障处理趋势、接入量趋势；
- e) 维保信息统计具备对运行维护计划制定、编辑、执行结果的显示。

### 6.3.2.2 智能应用服务

智能应用服务包含用电安全评估、能耗分析、电能质量评估、数据库构建与更新，应符合下列要求：

- a) 用电安全评估服务能根据告警信息、全电量信息综合计量后做出周期性线路及电气设备安全状态等级指示，线路安全状态等级分为优、良好、一般隐患及严重隐患，并将评估结果通过语音、短信、移动客户端等方式发送至指定用户移动终端；
- b) 能耗分析服务支持根据实时功率信息做出线路负载判断，根据日均或历史电量信息分析用能规律，进行电能利用诊断，提出节能控制建议；
- c) 电能质量评估服务包含稳态电能质量评估和暂态电能质量评估，稳态电能质量评估数据采集周期不短于一周，支持生成电能质量评估报告。为合理配置变、配电设备，平衡线路负载，优化负荷类型，对非线性、冲击性负荷可能造成的电力环境污染及时提出治理建议；
- d) 数据库构建与更新支持对处理后的数据形成按照相应数据结构存储的无冗余的集合，并采用分布式集群模式或主备模式确保数据安全，建立数据更新机制保障数据的有效性。

### 6.3.3 云基础设施和管理系统

云基础设施和管理系统应符合下列要求：

- a) 采用 IaaS、PaaS、SaaS 跨层结构；
- b) 云服务器支持扩容至千万级设备接入量；
- c) 支持设备绑定、设备上云、设备状态上报、设备控制、数据分析和固件 OTA 功能；
- d) 支持动态扩展，根据系统负载调整配置；
- e) 本地服务器和云服务器的软件能进行升级；
- f) 支持资源分配、设备管理、统一计量等功能；
- g) 数据传输丢包率不高于千分之五；
- h) 系统交互信息事件通知时间小于 10s；
- i) 支持依据心跳机制判断感知设备的离线状态。心跳发送方、接收方需统一配置心跳间隔参数与心跳超时次数参数，按照心跳间隔定时发送心跳消息。心跳消息连续超时达到心跳超时次数则认为某方离线。

## 6.4 运维管理域

### 6.4.1 安全管理

安全管理的功能主要为管理平台各功能组件层以及层间的协议提供保密性、完整性、可用性和隐私保护等安全属性的保障，应包含下列功能：

- a) 认证和身份管理：支持建立并利用具体身份认证方法支持身份管理的策略；
- b) 授权管理：支持授权用户访问和使用设备、数据等资源的权限；
- c) 安全策略管理：支持信息加密管理和分类分级管理，支持建立和管理安全策略；
- d) 隐私保护：支持用加解密方法对用户数据的访问采用权限控制，支持对事务发起方/接收方的信息及事务信息本身进行信息隐藏。

### 6.4.2 运行维护

运行维护应支持下列功能：

- a) 支持进行隐患排查和整改，并将相关数据进行记录、修改、查询和结果反馈；
- b) 支持将相关数据的可视化结果推送至指定用户。

### 6.4.3 治理与审计

治理和审计功能组件根据系统关联方的治理要求使服务符合可治理与可审计的特性，避免游离于法律法规和行业规则之外，应符合下列要求：

- a) 具备完善的治理体系，保障系统记录并存储的数据不可篡改、可追溯与可稽核；

- b) 支持第三方审计机构接入系统或应用管理平台对相关方活动记录进行审计。

## 6.5 资源交换域

资源交换域对应资源交换系统，用于实现低压用电安全监控系统与外部系统对信息、数据资源的共享和交换。根据外部系统需求属性可分为消防信息资源交换系统、智能配电资源交换系统和城市监管资源交换系统，资源交换域应：

- a) 具备标准开放的通信接口，并可向上级系统传送电气火灾监控告警信息和故障信息；
- b) 采用标准开放的冗余通信接口，遵循外部系统平台的接口标准和接口协议，具备共享用电安全信息的条件。

注：向智能配电系统、智慧消防、智慧城市平台提供数据接口，实现电气隐患、电能质量等安全数据的共享是资源交换域功能实现的重要目的之一。

## 6.6 用户域

用户域对应用户系统，用户系统接口支撑用户接入低压用电安全监控系统，实现用户与智能探测域间的信息交互。用户系统通过用户终端实现服务提供域内基础业务服务与智能应用服务的订购、获取、使用与管理。

## 7 工程设计

### 7.1 通则

7.1.1 应根据建筑物使用性质、规模、危险性以及所处环境等因素设置低压用电安全监控系统，并根据电气线路敷设和用电设备的具体使用情况确定感知设备的形式与安装位置。

7.1.2 应按照本文件第 5 章、第 6 章的要求设计低压用电安全监控系统，并保证该系统 7×24 小时稳定运行。

7.1.3 低压用电安全监控系统设备应通过标准符合性测试。

7.1.4 低压用电安全监控系统设计应具有高扩展、松耦合属性。

### 7.2 典型场所的低压用电安全监控系统

#### 7.2.1 民用建筑

7.2.1.1 民用建筑的一、二级配电箱内优先选择采用阻性漏电式电气火灾监控探测器及测量热解粒子式电气火灾监控探测器联合监控保障用电安全。当被监控线路固有容性电流大于 500mA 时，应采用阻性漏电式电气火灾监控探测器。有特殊防火需求的配电室，可根据配电室面积单独配置测量热解粒子式电气火灾监控探测器。

阻性漏电式电气火灾监控探测器应在具备剩余电流检测功能的同时进行阻性漏电检测，过滤固有容性电流的干扰。探测器应满足以下性能要求：

- a) 剩余电流、阻性漏电流检测分辨率不低于 0.001mA；
- b) 剩余电流、阻性漏电流检测误差不低于表 1 的要求；
- c) 剩余电流、阻性漏电流报警值与设定值之差的绝对值不大于设定值的 5%；
- d) 阻性漏电流未达到报警设定值时，加入超过报警设定值的固有容性电流探测器不发出报警信号；阻性漏电流达到报警设定值时，加入超过报警设定值的容性电流不改变探测器报警状态；
- e) 在配电箱（柜）内安装满足电气间隙和爬电距离的要求。

测量热解粒子式电气火灾监控探测器应满足以下性能要求：

- a) 至少覆盖聚氯乙烯、阻燃 ABS、环氧玻纤布层压板三类绝缘材料的检测；
- b) 至少具有电化学、激光粉尘颗粒物与温度三种类型传感器组件；
- c) 当被保护区域达到报警条件时，探测器在 30s 内发出报警信号并点亮报警指示灯；
- d) 非密闭空间探测器监控覆盖范围不小于 3m×3m×3m。

民用建筑的三级配电箱可选择采用组合式电气火灾监控探测器。其中，公共建筑三级配电箱可采用公用组合式电气火灾监控探测器，居住建筑三级配电箱可采用家用式感知设备。公用组合式电气火灾监控探测器应满足下列要求：

- a) 进行单回路参数检测或多回路参数同时检测；
- b) 至少具备 6.1.2、6.1.3、6.1.4 信息元数据必选参数检测功能，且满足告警要求，检测精度及分辨率满足表 4 要求；

表4 公用组合式电气火灾探测器检测精度及分辨率要求

检测参数	报警值设定范围	精度	分辨率
剩余电流	20-1000mA	0.5%F. S.	1mA
温度	45-140℃	0.5%F. S.	0.1℃
电压	过压：220-300V	0.5 级	0.1V
	欠压：0-220V		
电流	0-1500A（可扩展） 一般为空开额定电流的 80%	0.5 级	0.1A

- c) 剩余电流互感器检测精度等级不低于 1 级。

家用式感知设备包括家用组合式电气火灾监控探测器、家用式（家用及类似场所、类似用途）断路器、带过电流保护的剩余电流动作断路器等设备。家用式感知设备应满足以下要求：

- a) 家用式感知设备独立设置在每户住宅内，且设置在家庭末级配电箱便于操作的部位；
- b) 家用式（家用及类似场所、类似用途）断路器及带过电流保护的剩余电流动作断路器分别符合 GB/T 10963、GB/T 16917.1 的要求，具备远程控制功能的小型断路器符合 NB/T 42149 的要求；
- c) 家用组合式电气火灾探测器至少具备 6.1.2、6.1.3、6.1.4 信息元数据必选参数检测功能，且满足告警要求，检测精度及分辨率满足表 5 要求。

表5 家用组合式电气火灾探测器检测精度及分辨率要求

检测参数	报警值设定范围	精度	分辨率
剩余电流	20-1000mA	0.5%F. S.	1mA
温度	45-140℃	0.5%F. S.	0.1℃
电压	过压：220-300V	0.5 级	0.1V
	欠压：0-220V		
电流	0-100A 一般为空开额定电流的 80%	0.5 级	0.1A

## 7.2.2 劳动密集型生产、加工企业

劳动密集型生产、加工企业车间、仓库等电气环境的安全监控可采用高灵敏度多参数复合火灾探测器，电气设备集中配电间可采用探测绝缘性能式电气火灾监控探测器。

高灵敏度多参数复合火灾探测器应满足以下性能要求：

- a) 至少具备对烟、温、气三种物质复合感知能力，增加火焰传感器可形成多参数 4D 复合传感器；
- b) 具备自学习能力，可根据环境需求选择工作模式；
- c) 探测器烟雾检测响应时间不超过 10s，气体、温度检测响应时间不超过 30s。

探测绝缘性能式电气火灾监控探测器应满足下列性能要求：

- a) 当被监控系统的分布电容为 0 时，探测器在 10s 内完成绝缘电阻测量，误差绝对值不大于 15%；
- b) 采用注入信号式探测绝缘性能式电气火灾监控探测器监控交流电气系统时，探测器响应时间满足表 6 的要求；监控直流电气系统和交直流电气系统时，探测器响应时间满足表 7 的要求；
- c) 采用非注入信号式探测绝缘性能式电气火灾监控探测器时，当被保护线路参数达到报警设定值时，探测器在 30s 内发出报警信号并点亮报警指示灯。

表6 交流电气系统适用型探测器响应时间

探测器报警设定值 $R_e$ (k $\Omega$ )	被监控系统泄漏电容 $C_e$ ( $\mu$ F)	探测器响应时间 $t$ (S)
$5 \leq R_e \leq 10$	$C_e \leq 15$	$t \leq 10$

表6 交流电气系统适用型探测器响应时间（续）

探测器报警设定值 $R_e$ (k $\Omega$ )	被监控系统泄漏电容 $C_e$ ( $\mu$ F)	探测器响应时间 $t$ (S)
$10 < R_e \leq 100$	$C_e \leq 15$	$t \leq 50$
$100 < R_e \leq 1000$	$C_e \leq 15$	$t \leq 150$

表7 直流电气系统与交直流电气系统适用型探测器响应时间

探测器报警设定值 $R_e$ (k $\Omega$ )	被监控系统泄漏电容 $C_e$ ( $\mu$ F)	探测器响应时间 $t$ (S)
$5 \leq R_e \leq 10$	$C_e \leq 150$	$t \leq 80$
$10 < R_e \leq 100$	$C_e \leq 150$	$t \leq 250$
$100 < R_e \leq 1000$	$C_e \leq 150$	$t \leq 700$

### 7.2.3 发电厂（站）、城市轨道交通系统配电柜、设备间

发电厂（站）、城市轨道交通系统配电柜内部件、器件密集，柜体内空气流动性差，且柜内器件过热后，易产生挥发性有毒有害气体；设备间、控制室设施设备安全性要求等级高，对感知设备极早期预警能力要求高。此类场所对电气火灾的安全监控可采用测量热解粒子式电气火灾监控探测器、剩余电流电气火灾监控探测器或阻性漏电式电气火灾监控探测器，且被检测线路固有容性电流大于500mA时，必须采用阻性漏电式电气火灾监控探测器。对一般火灾的安全监控可采用主动吸气式配电柜复合火灾探测器。

测量热解粒子式电气火灾监控探测器性能应满足7.2.1.1要求，对于无法切断电源开关的电气柜可采用吸气式测量热解粒子式电气火灾监控探测器。

阻性漏电式电气火灾监控探测器性能应满足7.2.1.1要求，根据低压配电系统正常剩余电流设定报警设定值，且报警设定值不应大于500mA。

主动吸气式配电柜复合火灾探测器应满足下列功能与性能要求：

- 具备报警、故障、工作状态指示功能，且报警信号优先于故障信号；
- 至少具有内置感烟、温度、气体（氢气、一氧化碳、氮化物、VOC等）三种火灾传感器组件；
- 具备主动吸气式动力采样管路装置。采样最大单管长度30m，最大支管（2个分支）长度20m；
- 采样管路具有自诊断、自我保护、隔离功能；
- 当烟雾阈值 $m \leq 0.8\% \text{ obs/m}$ ，探测器响应时间小于30s。

## 8 施工验收

### 8.1.1 通则

8.1.1.1 低压用电安全监控系统的施工和部署不应影响现有用电安全防护装置的功能及可靠性。

8.1.1.2 施工过程中用电安全应符合GB/T 13869的要求。

8.1.1.3 从事用电安全监控设备施工与调试的人员，应通过电气行业、消防行业特有工种职业技能鉴定，持有特种作业操作证书。

### 8.1.2 施工要求

8.1.2.1 施工前开启线路内全部电气设备，测量并记录被监控配电线路的用电安全信息。

8.1.2.2 感知设备及附件进场前应通过验收，紧固件、接线端子完好且无锈蚀，符合安装使用说明规定。

8.1.2.3 感知设备与显示类设备安装前应检查设备的外观和技术性能，同时电气开关元件动作灵活，接触紧密，无锈蚀、损坏。

8.1.2.4 强电和弱电接线端子分开设置，且线缆端子与其匹配，线缆接线端头应可靠固定，并附有端子接线说明，不应使电气元器件或设备端子承受额外应力。

8.1.2.5 感知设备的安装不破坏被监控回路的完整性，不增加线路接点。

8.1.2.6 配电回路的相线和中性线按同向均匀穿过剩余电流传感器，严格区分 N 线和 PE 线，PE 线不能穿入剩余电流传感器。

8.1.2.7 测温式电气火灾监控探测器距接线端子不超过 20mm，并采用接触式安装，且保证温度传感器与被测导线之间的绝缘良好、接触可靠，探测器传输线缆与配电线缆可靠固定，确保接触良好。

8.1.2.8 故障电弧探测器在低压配电箱内与箱体固定安装，且安装位置便于电缆内穿。

### 8.1.3 调试要求

8.1.3.1 系统调试应在系统施工结束后进行。

8.1.3.2 调试负责人应由熟悉该系统的工程技术人员担任。

8.1.3.3 调试前应完成以下准备工作：

- a) 施工图纸资料和设计变更文件等准备齐全；
- b) 低压用电安全监控系统完成布线，感知设备安装就位，监控软件正常运行；
- c) 调试所用的符合计量要求的仪器设备备齐；
- d) 接通总电源开关，检测交流电源电压，检查稳压电源上电压表读数；合上分电源开关，检测各输出端电压，直流输出极性等，确认无误后，给每一回路通电；
- e) 检查被监控配电回路电力线路和通信线路接线是否正确。用 250V 兆欧表对控制电缆进行测量，线芯与线芯、线芯与地绝缘电阻不小于 0.5M $\Omega$ ；用 500V 兆欧表对电源电缆进行测量，其线芯间、线芯与地间绝缘电阻不小于 0.5M $\Omega$ 。线路接头不存在松动、接触不良等现象；
- f) 电气设备的金属外壳接地良好，保证可靠电气通路。

8.1.3.4 系统调试包含系统内设备单体调试、单系统调试与系统联调。其中，具备自检功能的设备应进行自检。

8.1.3.5 设备单体调试应符合下列要求：

- a) 设备单体调试一般在设备上电之后进行。检查设备上电、断电动作，操作机构动作正确性；
- b) 分别测量无故障配电回路的告警参数指标，根据环境条件设定感知设备报警阈值；
- c) 感知设备分别进行单体调试并符合设计要求。

8.1.3.6 单系统调试应符合下列要求：

- a) 单系统调试在单体调试完成后进行；
- b) 按设计图纸对每台感知设备编号；
- c) 启动上位机系统，运行系统软件，确认总控室及各分控机房中央设备运行正常，辅助设备操作正常；
- d) 通过上位机下发指令至感知设备，有线传输感知设备在 100ms 内响应指令，无线传输设备在 10s 内响应指令；
- e) 对单系统进行功能性测试，测试结果符合设计要求。

8.1.3.7 系统联调应符合下列要求：

- a) 对系统与外部平台接口进行功能测试，测试结果符合设计要求；
- b) 在系统各项指标均达到设计要求后，可将系统连续运行 24 小时，若无异常，则调试结束。

### 8.1.4 验收要求

8.1.4.1 验收前应完成系统调试，验收范围包括产品标识标牌及外观确认、系统各部件基本功能测试、报警功能测试、性能测试。

8.1.4.2 验收前，由建设单位提供完整的低压用电安全监控系统验收资料。验收资料包括验收申请报告、设计图纸及变更、消防审核及备案文件、竣工图、调试记录、产品型式检验报告、产品认证证书、设备设施清册及备品备件清单等。

8.1.4.3 验收人员应核对低压用电安全监控系统设计文件,分别对硬件设备安装与应用软件进行验收。其中:

- a) 硬件设备安装通过现场直观检查后,使用测量工具进行实地抽查测量,其安装情况、设置、功能、性能指标符合技术指标及设计文件要求,并如实记录检测情况。感知设备抽查数量符合 GB 50166—2019 表 5.0.2 的要求;
- b) 应用软件测试验收包括开发文档验收及应用系统功能性验收。

## 9 运行维护

9.1 任何状态下,不应擅自关闭低压用电安全监控系统。

9.2 使用或管理单位对感知设备采购、维修等涉及运营成本的信息进行记录、归档、更新、统计,并生成运营报表。

9.3 感知设备发生超限告警时,应对超标线路和设备进行针对性检查,做出维修决策。

9.4 使用或管理单位在发现低压用电安全监控系统存在问题或故障时,应及时进行维修。硬件故障应在 48 小时内完成维修,需求类及逻辑类软件故障应在 72 小时内完成,其余软件故障应在 24 小时内完成。

9.5 使用或管理单位根据产品使用场所环境及保养要求制订维保计划,列明设备的名称、维保的内容和周期,维修和保养要求见 GB 29837。

9.6 每年对低压用电安全监控系统进行不少于一次检查,包含下列内容:

- a) 各部件(包含损耗件)外观和系统参数;
- b) 电气火灾监控探测器功能完备性,数据可用性;
- c) 开关设备和控制设备开合次数;
- d) 系统数据接收和事件记录的完备性和准确性;
- e) 检查系统告警和故障报警记录。

9.7 感知设备、模块等一般在生产单位或维修企业内进行维修,将上述部件拆下维修时,应立即更换备品,不对相应部位实施屏蔽。

9.8 使用或管理单位应与设备生产厂家、设备施工安装企业等有维护、保养能力的单位签订系统维护、保养合同,制定维修作业指导书,对维保人员进行相关培训,确保各项操作符合产品使用说明书和作业指导书要求。维护管理单位自身有维护、保养能力的,应明确维护、保养职能部门和人员。

9.9 从事用电安全监控设备维保工作的人员已通过电气行业、消防行业特有工种职业技能鉴定,持有特种作业操作证书。

9.10 开关设备和控制设备应满足生产企业在产品说明书中明确规定的开合次数,系统管理平台随感知设备的新增或更换进行不定期软件升级,定期软件升级应满足用户功能使用要求。

注:本文件中描述的火灾探测器、可燃气体探测器、电气火灾监控探测器属于GB 29837规定的火灾探测报警产品范畴。

9.11 低压用电安全监控系统达到报废年限仍继续使用时,应对产品年检并进行系统性能测试,所有检测结果均应合格,检查要求见 GB 29837。

9.12 使用或管理单位按照国家产品报废处理要求,建立并保持产品报废处理程序,做好报废处理记录。

参 考 文 献

- [1] GB 4716 点型感温火灾探测器
  - [2] GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
  - [3] GB 14287 (所有部分) 电气火灾监控系统
  - [4] GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
  - [5] GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
  - [6] GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
  - [7] GB 16280 线型感温火灾探测器
  - [8] GB 29837 火灾探测报警产品的维修保养与报废
  - [9] GB 30122 独立式感温火灾探测报警器
  - [10] GB 55036—2023 消防设施通用规范
  - [11] GB 55037—2022 建筑防火通用规范
-