ICS 35.240
CCS L 70

T/CS

团 体 标 准

T/CS 469—2026

电能计量箱物联网系统设计规范

Design specification for IoT system of electrical energy metering box

2026－07－07 发布 2026－07－07 实施

中国商品学会 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　缩略语 2
5　系统结构 2
6　功能要求 5
7　设备选型要求 6
8　供电与布线要求 7
9　安全防护要求 7

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。

本文件由泰力基业股份有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：泰力基业股份有限公司、浙江格立自动化设备有限公司、江西瑞春电力设备有限公司、浙江瑞幸电气有限公司、浙江瑞润电气有限公司、浙江埃罗依电气有限公司、浙江章开电器有限公司、浙江饶吉电气有限公司、浙江卓一电力设备有限公司、浙江光互电气有限公司、温州智尚标准化服务有限公司。

本文件主要起草人：陈建峰、陈丽燕、陈晓彬、黄云云、陈润相、卢跃宇、王如杰、杨文、孙碎新、陈伯豪、袁翠柳、郑旻旻。

电能计量箱物联网系统设计规范

1 范围

本文件规定了电能计量箱物联网系统的系统结构、功能要求、设备选型要求、供电与布线要求和安全防护要求。

本文件适用于电能计量箱物联网系统（以下简称“系统”）的设计。

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 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50311 综合布线系统工程设计规范

DL/T 645 多功能电能表通信协议

DL/T 1745 低压电能计量箱技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电能计量箱 electrical energy metering box

用于安装电能计量装置及配套设备，具备防护、防盗、散热等功能的箱体结构。

3.2

智能终端 intelligent terminal

部署于计量箱内，具备电能计量、电气参数测量、数据采集与传输、边缘处理等功能的智能化设备。

3.3

感知器件 sensing device

用于监测计量箱内部环境参数（如温度、湿度、烟雾、水浸等）的传感器件。

3.4

防雷装置 lightning protection device

用于防止雷电过电压和浪涌电压对设备造成损坏的保护装置。

3.5

接地装置 earthing device

由接地体和接地线组成的，用于将电气设备或其他设施与大地可靠连接的导体组合。

3.6

散热装置 heat dissipation device

用于降低箱内温度，保证设备在允许温度范围内稳定运行的通风或冷却设备。

3.7

备用电源 backup power supply

在主电源中断时，为关键设备（如智能终端、通信网关、告警装置）提供临时供电的电源设备。

3.8

通信设备 communication device

实现数据通信传输的硬件设备，包括通信模块、网关、路由器、协议转换器等。

3.9

平台应用层 platform application layer

物联网系统中负责数据接入、存储、分析、设备管理、告警管理及对外接口服务的上层软件平台。

3.10

数据存储 data storage

对采集到的时序数据、结构化数据和非结构化数据进行分类、持久化存储及管理的功能模块。

3.11

告警 alarm

当系统检测到电气参数越限、设备异常、环境异常或非法操作时，自动发出的通知信息。

3.12

远程升级 remote upgrade

通过远程通信方式对现场设备（如智能终端、感知器件、通信模块）的固件或软件进行版本更新和功能升级的过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

HPLC：高速电力线载波通信（High Speed Power Line Communication）

HTTPS：超文本传输安全协议（Hypertext Transfer Protocol Secure）

MQTT：消息队列遥测传输（Message Queuing Telemetry Transport）

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

WAPI：无线局域网鉴别和保密基础结构（Wireless LAN Authentication and Privacy Infrastructure）

4G：第四代移动通信技术（The Fourth Generation Mobile Communication Technology）

5G：第五代移动通信技术（The Fifth Generation Mobile Communication Technology）

5 系统结构

5.1 总则

电能计量箱物联网系统应采用分层分布式架构，自下而上分为现场设备层、网络传输层和平台应用层，各层之间通过标准化接口实现数据交互及指令传输。

5.2 现场设备层

5.2.1 组成

现场设备层由以下部分组成：

a) 计量箱体：承载所有设备的物理箱体，具备防护、防盗、散热等功能；

b) 智能终端：包括智能量测单元、智能量测开关等，负责电能计量和电气参数测量；

c) 边缘计算节点：部署于计量箱内或台区侧，负责数据汇聚、边缘处理和本地控制；

d) 感知器件：包括温湿度传感器、烟雾探测器、水浸探测器等，负责箱内环境监测；

e) 智能锁控单元：负责箱门的智能控制、状态监测和非法开启报警。

5.2.2 设计

5.2.2.1 计量箱布点

计量箱布点符合下列规定：

a) 应根据负荷分布情况确定计量箱的位置，宜靠近负荷中心；

b) 应根据现场条件确定计量箱的数量和安装方式（挂墙/落地/嵌入式）；
c) 应满足供电部门关于计量点设置的管理规定；
d) 宜考虑维护的便利性，布点位置便于运维人员到达和操作；
e) 布点图纸在建筑平面图上应明确标注，并编号管理。

5.2.2.2 感知器件

感知器件的配置符合下列规定：
a) 应根据应用场景的业务需求确定需要监测的环境参数，如温度、湿度、烟雾、水浸等；
b) 宜合理确定感知器件的安装位置，确保监测范围覆盖需要监测的区域；
c) 感知器件的安装宜避免受到其他设备的干扰和遮挡；
d) 对于关键参数（如箱门状态），宜考虑冗余配置，提高可靠性。

5.2.2.3 连接方式

设备之间的连接符合下列规定：
a) 设备间应采用标准化接口，接口规格统一、适配互通；
b) 电气连接应符合 GB 50054 的要求；
c) 接线牢固可靠，并应做好标识，便于维护和故障排查。

5.2.2.4 辅助设备

应根据现场环境及需求，配置必要的辅助设备，确保现场设备的正常运行。

5.3 网络传输层

5.3.1 组成

网络传输层由以下部分组成：
a) 通信设备：包括通信模块、通信网关、交换机、路由器等硬件设备；
b) 通信链路：包括有线链路（光纤、双绞线、电力线）和无线链路（4G/5G、NB-IoT、WAPI、蓝牙）；
c) 协议转换设备：用于不同通信协议之间的转换，保证异构设备的互联互通。

5.3.2 设计

5.3.2.1 通信方式

通信方式的选择符合下列规定：
a) 优先选择光纤通信。适用于主干网络和对通信质量要求高的场合；
b) 其次可选择 HPLC。HPLC 利用现有电力线路传输数据，无需额外布线，适用于改造项目和布线困难的场合；
c) 无线公网（4G/5G/NB-IoT）可作为备选方案，适用于无有线网络覆盖或移动性要求高的场合。选择无线公网时应评估信号覆盖情况；
d) 短距离通信（箱内设备互联、本地维护）可采用蓝牙、WAPI 等方式；
e) 根据现场条件和业务需求综合选择通信方式，必要时可采用多种方式混合组网。

5.3.2.2 网络拓扑结构

网络拓扑结构符合下列规定：
a) 应根据项目规模、地理分布和可靠性要求选择合适的拓扑结构，可采用星型、总线型或树形结构，适用情况如下：
   1) 星型拓扑适用于计量箱相对集中的场景，结构简单，易于管理；
   2) 总线型拓扑适用于计量箱沿线路分布的场景，节省通信线路；
   3) 树形拓扑适用于大规模、分层次的场景，便于分层管理；
b) 关键节点（如汇聚节点、主干链路）应有冗余备份，提高系统可靠性；
c) 拓扑设计宜尽量减少通信层级，避免因层级过多导致时延增大。

5.3.2.3 通信协议

通信协议的选择符合下列规定：

a) 优先采用行业标准协议，保证系统的互联互通性；
b) 与物联网平台的通信可采用 MQTT；
c) 箱内设备通信可采用 DL/T 645 协议；
d) 不宜使用厂家私有协议，如确需使用，提供协议转换方案；
e) 协议设计应充分考虑安全性，宜支持加密传输和身份认证。

5.4 平台应用层

5.4.1 组成

平台应用层由以下功能模块组成：

a) 数据接入模块：负责接收前端设备上传的数据，进行协议解析和数据校验；
b) 数据存储模块：负责各类数据的存储和管理，包括时序数据、关系数据、文件数据等；
c) 数据分析模块：负责对数据进行处理和分析，挖掘数据价值；
d) 设备管理模块：负责设备的注册、配置、监控和远程升级；
e) 告警管理模块：负责告警的接收、处理、通知和统计；
f) 接口模块：提供与外部系统（营销系统、配网自动化系统等）对接的 API 接口。

5.4.2 设计

5.4.2.1 部署方式

平台部署方式符合下列规定：

a) 应根据项目规模、安全要求和投资预算选择合适的部署方式，可采用私有云、公有云或混合云；
b) 私有云部署适用于对数据安全要求高、有自建数据中心条件的大型企业。平台部署在企业内部，安全性高，但建设和运维成本较高；
c) 公有云部署适用于中小型项目或追求快速部署的场景。利用公有云服务，建设和运维成本低，扩展性好；
d) 混合云部署适用于部分数据需要本地处理、部分数据上云的场景。兼顾安全和成本，灵活性高；
e) 无论采用何种部署方式，平台都应具备高可用性，关键服务应采用集群部署，避免单点故障。

5.4.2.2 数据存储

数据存储应符合下列要求。

a) 历史数据存储时间不少于 3 年。
b) 不同类型的数据采用合适的存储方式：
   1) 时序数据（如电压、电流、功率）使用时序数据库存储；
   2) 结构化数据（如设备信息、用户信息）使用关系数据库存储；
   3) 非结构化数据（如图片、视频）使用分布式文件系统或对象存储。
c) 具备数据备份和恢复功能。备份包括全量备份和增量备份，备份数据异地存储。
d) 定期测试数据恢复流程，确保备份数据的可用性。
e) 数据存储容量根据设备数量和存储年限进行估算，并预留适当的余量。

5.4.2.3 平台接口

平台接口应符合下列要求：

a) 提供标准的 API 接口，支持与营销系统、配网自动化系统等外部系统的对接；
b) 支持 HTTPS 加密传输，保证数据传输安全；
c) 提供身份认证和权限控制，防止非法访问；
d) 设计考虑并发访问量，支持水平扩展；
e) 提供接口文档，说明接口的功能、参数和调用方式，便于外部系统开发人员使用。

6 功能要求

6.1 电能计量与数据采集

系统应具备精准的电能计量及数据采集能力，确保计量数据的合法性、完整性及准确性，满足用电计量、收费管理及运维分析需求，应符合以下要求：

a) 支持有功、无功、分时及阶梯电能计量，计量精度达到设计使用要求；
b) 支持采集电气参数，采集周期可配置；
c) 支持数据定时冻结，冻结周期可配置；
d) 具备数据补抄功能，当数据采集失败时，可自动或手动发起补抄，确保数据的完整性。

6.2 电气参数测量

系统应具备电气参数测量能力，为电能计量、供电质量分析及设备运维提供准确数据支撑，应符合以下要求：

a) 相电压、线电压测量：支持三相三线、三相四线制场景下的相电压及线电压测量；
b) 相电流、零序电流测量：支持三相电流及零序电流测量，支持过载测量；
c) 有功功率、无功功率、视在功率测量：支持各相及总有功功率、无功功率、视在功率测量；
d) 功率因数测量：支持各相及总功率因数测量；
e) 频率测量：支持电网频率测量。

6.3 事件记录

系统应具备事件记录功能，对各类电气异常、设备操作及状态变化事件进行记录，为故障排查、责任追溯及运维分析提供依据，应符合以下要求：

a) 系统自动记录以下事件：失压、失流、断相、反向电量、过压/欠压、过流、掉电、电能清零、参数变更、时间设置等；
b) 每条事件记录包含时间戳和事件类型；
c) 事件记录存储时间不低于 3 年，支持按事件类型、时间范围、设备编号等条件查询导出。

6.4 箱门状态监测

系统应具备箱门状态实时监测及异常告警功能，防范非法开启、设备破坏等风险，保障计量设备及用电安全，应符合以下要求：

a) 通过门磁传感器实时采集箱门状态（开启/关闭），可在管理平台及终端设备上实时显示箱门当前状态；
b) 非法开启告警：当箱门被未授权人员开启时，系统立即触发非法开启告警，告警信息同步上传至管理平台；
c) 门态变化事件记录：系统自动记录每一次箱门状态变化事件，记录内容包括时间戳、开门方式、开启人员、开启时长等；
d) 门态变化主动上报：箱门状态发生变化时，系统主动将状态信息及事件记录上传至管理平台，上报时延不大于 5 s。

6.5 异常告警

6.5.1 系统应具备全面的异常告警功能，可及时识别各类电气异常、设备故障及环境异常，通过多渠道推送告警信息，确保运维人员快速响应处理，应包含以下几类：

a) 越限告警：当电压、电流、功率等电气参数超出设定的上下限阈值时，系统触发越限告警；
b) 不平衡告警：当三相电流、三相电压的不平衡度超出设定阈值时，系统触发不平衡告警；
c) 设备异常告警：当现场智能终端、感知器件、通信模块等设备出现离线、通信故障、计量异常、固件损坏等情况时，系统触发设备异常告警；
d) 环境异常告警：当系统配置环境监测传感器时，若监测到箱内温度、湿度、烟雾、水浸等环境参数超出设定阈值，系统触发环境异常告警。

6.5.2 告警分级及确认复位机制：告警分为一般告警（如参数轻微越限）、重要告警（如设备离线、

电流不平衡）、紧急告警（如烟雾报警、过流跳闸）。

6.5.3 支持告警确认及复位功能，运维人员处理完成后，可在管理平台手动确认告警，告警状态更新为“已处理”，未处理告警将持续推送，直至确认复位。

6.6 远程通信

系统应具备稳定的远程通信功能，实现现场设备与主站管理平台的双向数据传输，支持远程运维操作，确保系统运维的便捷性，应符合以下要求：

a) 支持与主站远程通信：现场智能终端通过指定通信方式与主站管理平台建立稳定连接，实现计量数据、设备状态、事件记录、告警信息等数据的上行传输，以及主站下发控制指令、配置参数等的下行传输，通信成功率不低于 99%；
b) 支持参数远程配置：运维人员可通过主站管理平台远程配置现场设备的各项参数；
c) 支持远程升级：支持现场智能终端、感知器件等设备的固件远程升级功能；
d) 支持时钟远程同步：系统具备时钟远程同步功能，主站定期向现场设备推送标准时间，设备自动校准本地时钟，确保计量数据、事件记录的时间戳准确一致，同步误差不超过 1 s/d。

7 设备选型要求

7.1 计量箱体

计量箱体的选型应符合 DL/T 1745 中金属计量箱及下列要求：

a) 材质选择：根据使用环境选择合适的箱体材质，优先选用耐腐蚀、阻燃、机械强度高的材质；
b) 防护等级：防护等级符合 GB/T 4208 的规定，根据安装场所确定；
c) 结构形式：根据安装空间、安装位置及现场需求，选择适配的结构形式；
d) 电气性能：箱体具备良好的绝缘性能。

7.2 智能终端设备

智能终端设备选型应符合下列要求：

a) 精度等级符合设计要求；
b) 通信接口类型和数量能够满足需要；
c) 通信协议与系统兼容；
d) 工作温度范围覆盖安装场所的极端温度；
e) 有型式试验报告和认证证书。

7.3 感知器件

感知器件的选型应根据监测需求及现场环境条件确定，并符合下列规定：

a) 精度：感知器件的测量精度符合国家及行业相关标准规定，匹配系统监测参数的精度需求；
b) 稳定性：感知器件宜具备优良的长期运行稳定性，优先选用免维护或低维护型产品；
c) 通信方式：优先选用数字式传感器，支持标准化通信协议；
d) 环境适应性：根据现场实际环境选择适配的感知器件，户外及恶劣环境（高温、高湿、多尘）下使用的传感器，宜具备良好的防尘、防潮、抗电磁干扰能力，防护等级符合现场使用要求；井工矿等特殊场景使用的传感器，具备防爆性能，符合 GB/T 3836.1 及 GB/T 3836.2 的相关规定；
e) 供电：优先选用低功耗感知器件。

7.4 通信设备

通信设备（包括通信模块、网关、中继器、协议转换器等）的选型应符合下列要求：

a) 支持选定的通信方式和协议，具备良好的兼容性；
b) 具备协议转换能力，支持多种通信协议的转换；
c) 具备良好的抗干扰能力，适应现场电磁环境；
d) 具备数据缓存功能，在网络中断时暂存数据，网络恢复后自动补传；

e） 具备自诊断功能，可监测自身工作状态，异常时自动上报；
f） 支持远程配置和远程升级；
g） 工作温度范围覆盖安装场所的极端温度；
h） 有相应的型式试验报告和认证证书。

7.5 辅助设备

辅助设备（包括防雷装置、接地装置、散热装置、加热装置、备用电源、照明装置等）的选型应符合下列要求：

a） 防雷装置符合 GB 50057 的相关规定，浪涌保护器的通流容量满足现场防雷等级要求；
b） 接地装置符合 GB 50054 的相关规定，接地电阻不大于 4 Ω；
c） 散热装置根据箱内设备发热量和环境温度选型，风量、噪音等指标符合要求；
d） 加热装置根据最低环境温度和箱内容积选型，功率适当，具备恒温控制功能；
e） 备用电源根据供电可靠性要求和设备功耗选型；
f） 照明装置根据箱内空间和光照需求选型，照度满足检修要求；
g） 辅助设备有相应的型式试验报告和认证证书。

8 供电与布线要求

8.1 设备供电

设备供电设计应符合下列要求：

a） 取电方式：智能设备（智能终端、感知器件、通信模块等）从计量箱内取电，电压等级与箱内电源匹配，取电点设置保护开关或熔断器；
b） 电源容量：根据所有设备的最大功耗计算电源总容量，并留有 20%～30%的余量；
c） 备用电源配置：关键设备（如智能终端、通信网关、告警装置）配置备用电源；
d） 电源保护：电源回路有过流、过压、防反接保护措施；
e） 电源布线：电源线与信号线分开敷设，避免电磁干扰。

8.2 布线

布线设计应符合 GB 50311 的规定，并符合下列要求：

a） 线缆选择：根据传输信号类型、距离、环境条件选择合适的线缆类型；
b） 强弱电分离：电源线与通信线、信号线分开敷设，间距不小于 300 mm；若必须交叉时，垂直交叉并采取屏蔽隔离措施；
c） 屏蔽与接地：通信线缆采用屏蔽线缆，屏蔽层在一点可靠接地，避免形成地环路；接地电阻符合设计要求；
d） 线缆敷设：线缆沿桥架、线槽或穿管敷设，固定牢固，弯曲半径符合线缆要求；
e） 标识：线缆两端有清晰、耐久的标识；
f） 预留余量：线缆在终端处留有适当余量，便于检修和更换。

9 安全防护要求

9.1 网络安全

应符合 GB/T 22239 中关于物联网扩展要求的安全保护等级要求。设计应包括：

a） 边界防护：部署防火墙或隔离设备；
b） 身份认证：设备接入进行双向认证；
c） 数据加密：关键数据加密传输和存储。

9.2 物理安全

应包括以下内容：

a） 箱体防破坏设计；

b） 锁具防技术开启设计；
c） 关键器件防拆设计；
d） 非法入侵报警设计。

9.3 数据安全

应包括以下内容：
a） 用户隐私数据保护方案；
b） 数据备份与恢复方案；
c） 操作日志记录与审计方案。