

团 体 标 准

T/CERS0128-2025

虚拟电厂运营商技术支持系统技术要求

Technical requirements for virtual power plant operator technical support system

2025-12-01 发布

2025-12-01 实施

中国能源研究会发布

目 次

| | |
|----------------------------|----|
| 前 言 | II |
| 虚拟电厂运营商技术支持系统技术要求 | 1 |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 系统架构 | 3 |
| 4.1 虚拟电厂运营商技术支持系统整体架构 | 3 |
| 4.2 支持系统基础技术平台要求 | 4 |
| 4.3 网络通信架构要求 | 5 |
| 5 功能要求 | 5 |
| 5.1 总则 | 5 |
| 5.2 边端层功能 | 7 |
| 5.3 云平台层功能 | 7 |
| 5.4 数据层功能 | 7 |
| 5.5 应用层功能 | 8 |
| 6 数据要求 | 9 |
| 6.1 总体要求 | 9 |
| 6.2 数据对象范围 | 10 |
| 6.3 数据对象关系 | 10 |
| 6.4 用电侧数据资产 | 10 |
| 6.5 数据交互要求 | 10 |
| 7 接口要求 | 11 |
| 7.1 对接设备 | 11 |
| 7.2 对接虚拟电厂调控管理技术支持系统 | 11 |
| 7.3 对接一级运营商 | 11 |
| 7.4 对接二级运营商 | 11 |
| 8 安全防护 | 11 |
| 9 系统性能要求 | 12 |
| 9.1 可靠性 | 12 |
| 9.2 可扩展性 | 12 |
| 9.3 可维护性 | 12 |
| 9.4 易用性 | 12 |
| 附录 A（资料性） 虚拟电厂所控设备数据上传标准模型 | 13 |
| 附录 B（资料性） 数据对象建模范围 | 17 |

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这些专利的责任。

本文件由中国能源研究会提出并归口。

本文件起草单位：华北电力科学研究院有限责任公司、国网冀北电力有限公司、阿里云计算有限公司、中国电力科学研究院有限公司、上海蔚来汽车有限公司、北京市腾河智慧能源科技有限公司、北京清大科越股份有限公司、深圳市科中云技术有限公司、上海启源芯动力科技有限公司、国网北京市电力公司、国网浙江省电力有限公司、国网（苏州）城市能源研究院有限责任公司、电力规划总院有限公司、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司。

本文件主要起草人：张昊、黄振、王泽森、陈宋宋、龚桃荣、孔帅皓、李建锋、吴明宸、谢睿、饶亦然、郭梦婕、周志宇、李奇、徐立中、凡鹏飞、王俊鏢、胡伟峰、郭鹏、付昊博、刘存甲、谢晓蔚、郭静蓉、常洪山、杨虎岳、王闯、姚治业、耿士华、陈国防、凌锦程、刘丽芳、江海燕、马翔、项中明、袁伟、葛良、孙玮泽、魏笑然、张思琪。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国能源研究会。

相关意见反馈联系方式：中国能源研究会标准执行办公室（E-mail: cers@cers.org.cn；电话：010-56284696）。

虚拟电厂运营商技术支持系统技术要求

1 范围

本文件规定了虚拟电厂运营商技术支持系统的系统架构、功能、数据、接口、安全防护和性能等技术要求，适用于省、地市各级相关系统的设计、开发、建设、验收、运行、维护和升级，其他应用场景可参照执行。

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 22081-2024 网络安全技术 信息安全控制
- GB/T 30149 电力系统公共信息模型的高效描述格式
- GB/T 33601 电网设备通用模型数据命名规范
- GB/T 34932-2017 分布式光伏发电系统远程监控技术规范
- GB/T 37721 信息技术 大数据分析系统功能要求
- GB/T 39675 电网气象信息交换技术要求
- GB/T 41810-2022 物联网标识体系 对象标识符编码与存储要求
- GB/T 42201-2022 智能制造 工业大数据时间序列数据采集与存储管理
- GB/T 44158-2024 信息技术 云计算 面向云原生的应用支撑平台功能要求
- GB/T 44241-2024 虚拟电厂管理规范
- GB/T 44260-2024 虚拟电厂资源配置与评估技术规范
- GB/T 44271-2024 信息技术 云计算 边缘云通用技术要求
- GB/T 45400-2025 信息技术 云计算 云超算通用要求
- GB/T 45225-2025 人工智能 深度学习算法评估
- GB/T 45577-2025 数据安全技术 数据安全风险评估方法
- DL/T 476 电力系统实时数据通信应用层协议
- DL/T 698.45 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
- DL/T 890.301 能量管理系统中公共信息模型的接口规范
- DL/T 1080.11-2015 电力企业应用集成 配电管理的系统接口
- DL/T 1759-2017 电力负荷聚合服务商需求响应系统技术规范
- DL/T 1867-2018 电力需求响应信息交换规范
- IEC 60870-5-104 远动设备及系统第5-104部分：传输规约采用标准传输协议集的IEC 60870-5-101 网络访问（Telecontrol equipment and systems - Part 5-104: Transmission protocols - Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles）

IEC 62746-10-1 客户能源管理系统与电源管理系统之间的系统接口 - 第10-1部分:开放的自动化需求响应(Systems interface between customer energy management system and the power management system - Part 10-1: Open automated demand response)

IEC TR 63043 可再生能源电力预测技术 (Renewable energy power forecasting technology)

IEC TS 63189-1 虚拟电厂-第一部分:架构与功能要求 (Virtual power plants - Part 1: Architecture and functional requirements)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

虚拟电厂运营商技术支持系统 vpp operation technical support system

由虚拟电厂运营商运营的,具备监测、预测、指令分解执行等信息交互功能,按有关规则响应调度系统或负荷系统的指令,对聚合资源进行优化调控及参与电力市场交易。

[来源: GB/T 44241-2024, 3.4, 有修改]

3.2

功率预测 power generation forecasting

对未来某一时间段内虚拟电厂所聚合资源的分布式电源输出功率的预估。

[来源: GB/T 40607-2021, 3.4、3.5, 有修改]

3.3

负荷预测 power load forecasting

对未来电力需求量的预估,即预测某用户或虚拟电厂所聚合资源在特定时间内的用电量。

[来源: DL/T 1711-2017, 3.4、3.5, 有修改]

3.4

一级虚拟电厂运营商 primary vpp operator

直接与电力调度、交易机构接口,以虚拟电厂身份承担聚合资源调度、市场交易与保供责任的法人主体。

[来源: GB/T 44241-2024, 3.3, 有修改]

3.5

二级虚拟电厂运营商 secondary vpp operator

接受一级运营商或电力调度机构指令,对区域或行业内分布式资源实施聚合与控制的法人主体。

[来源: GB/T 44241-2024, 3.3, 有修改]

3.6

边端层

是位于平台/云层之下,由现场的边缘计算节点与各类终端资源/设备共同构成的层级集合。该层在资源侧近端承担数据采集与预处理、状态监测与事件响应、控制策略下发与快速执行、现场安全与自治,以及与上层平台的双向安全通信与互操作等功能,用以支撑分布式电源、储能、电动汽车充电设施、可控负荷等资源的低时延聚合与协同控制。

3.7

智能硬件装置 smart hardware device

部署在用户侧，用于采集各类分布式资源或负荷的运行状态数据，并能够接收、解析和执行来自边缘计算节点或云平台控制指令的硬件实体。它通常具备本地计算、数据存储及通信能力，是实现资源可观、可测、可控的基础设备。

注：智能硬件装置可包括但不限于智能电表、智能网关、智能断路器、可调负载控制器、分布式能源控制器（如光伏逆变器、储能PCS、充电桩控制器）等。

4 系统架构

4.1 虚拟电厂运营商技术支持系统整体架构

虚拟电厂运营商技术支持系统主要由边端层、云平台层、数据层和应用层组成，典型架构如图1所示，各层功能应具备可扩展性。

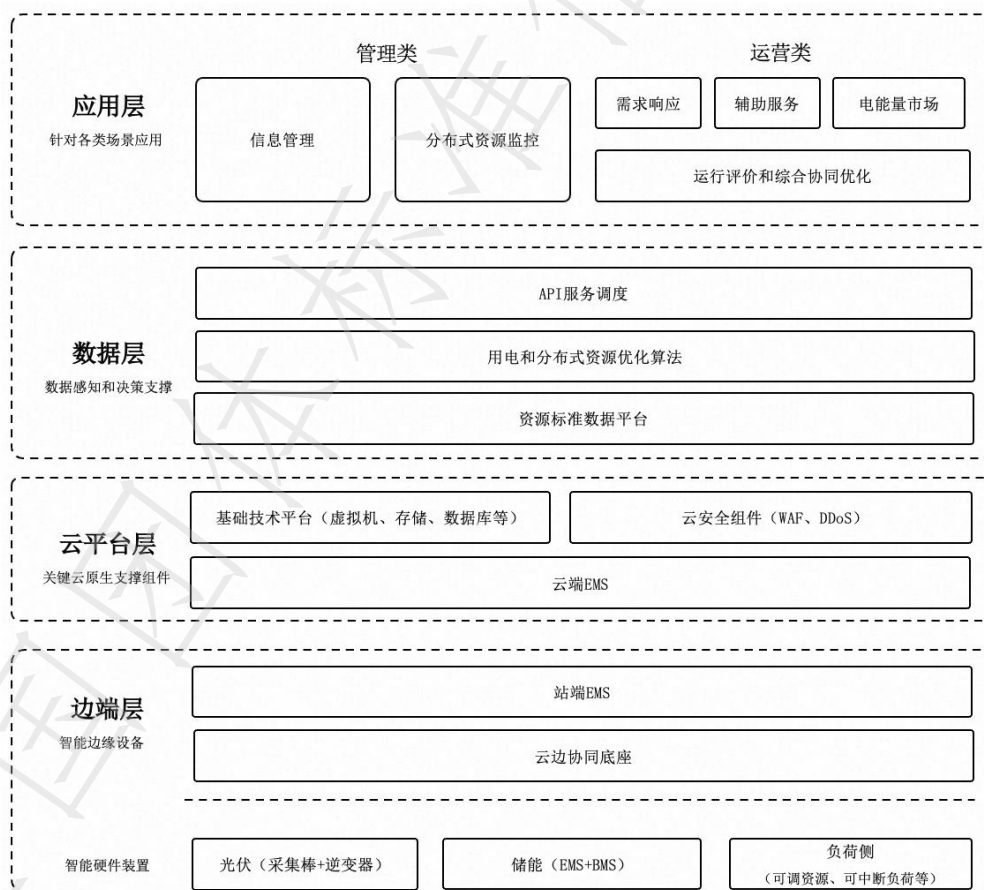


图 1 虚拟电厂运营商技术支持系统整体架构图

a) 边端层应提供各类用户侧资源基础的交互和控制能力，可包括两个部分：智能硬件装置和智能边缘设备；

b) 云平台层应支撑上层应用和数据处理的部署环境，可包括三个部分：云端EMS、基础资源组件、安全防护组件；

c) 数据层应具备资源动态实时数据感知、历史数据处理和业务决策等能力，可包含三个部分：API服务调度、用电和分布式资源优化算法、资源标准数据平台；

d) 应用层应提供针对各类场景的软件应用，应包括管理类（信息管理和分布式资源监控场景）和运营类（面向需求响应、辅助服务、电能量市场和综合协同优化调度）。

4.2 支持系统基础技术平台要求

虚拟电厂运营商技术支持系统的基础平台应支持分布式资源的弹性扩展、可靠性控制，满足设备到应用的数据流转全链路要求。宜在云平台环境采用可扩展云原生组件予以支撑，其技术架构如图2所示。

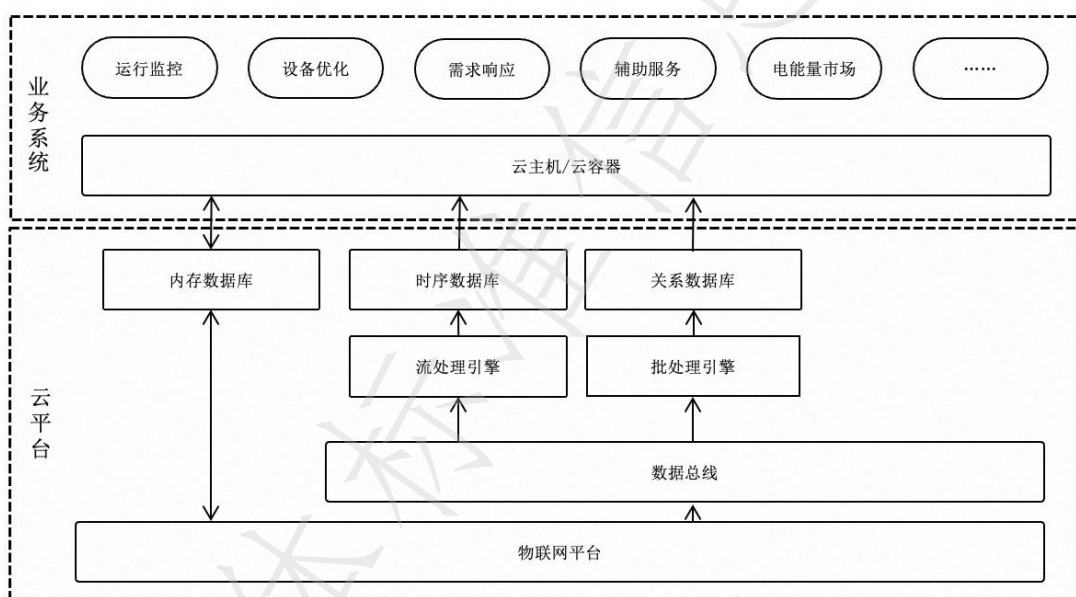


图 2 基础平台技术架构图

基础平台架构应具备如下技术组件：

- a) 物联网平台：应支持海量设备连接与数据采集，提供云端API实现远程设备控制，涵盖设备管理、数据安全通信和消息订阅等能力；
- b) 数据总线：应支持流式数据的发布与订阅；
- c) 内存数据库：应支持高并发和低时延的消息推送，满足设备告警数据的高频访问需求；
- d) 流处理引擎：应具备实时数据处理功能，支持作业开发、数据调试和自动优化，快速处理负荷控制设备的实时数据；
- e) 批处理引擎：应具备大数据开发治理平台；
- f) 时序数据库：应具备多模态数据模型与统一SQL入口，支持在线查询、分析及流计算；
- g) 关系数据库：应具备数据库管理、备份恢复、安全加密等功能，支持高级特性如读写分离和SQL审计；
- h) 云主机和云容器：应符合虚拟电厂的数据管控要求，支持跨地域和基础设施的容器管理。

4.3 网络通信架构要求

系统应通过云端物联网络技术实现对聚合资源的不同终端设备的接入、监测和控制。宜采用IEC 60870-5-104、IEC 62746-10-1、DL/T1867、DL/T 476、DL/T 698.45等制定通信协议，并使用WebService、MQTT等通用接口，系统物联通信如图3所示。

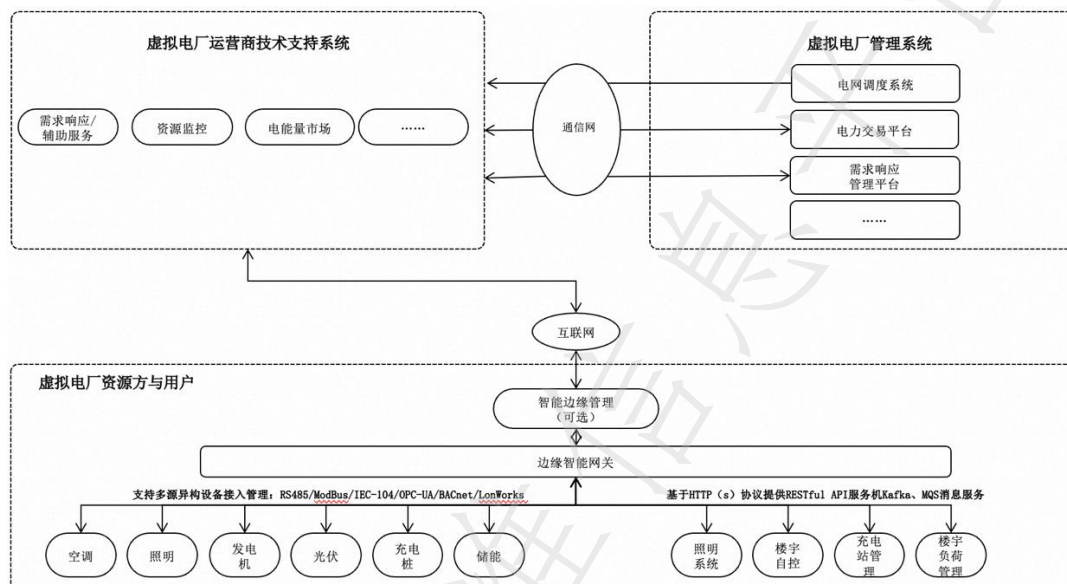


图 3 网络架构图

5 功能要求

5.1 总则

虚拟电厂运营商技术支持系统功能配置应符合表1规定：

表 1 虚拟电厂运营商技术支持系统功能配置

| 功能名称 | | | 必备功能 | 可选功能 |
|------|--------------|-----------|------|------|
| 模块 | 功能项 | 子功能项 | | |
| 边端层 | 设备接入（智能硬件装置） | 可调负荷资源接入 | ✓ | |
| | | 应用层协议接入 | ✓ | |
| | | 第三方系统对接 | ✓ | |
| | | 设备接入的驱动框架 | | ✓ |
| | | SSH远程访问 | | ✓ |
| | | 子设备管理 | | ✓ |
| | | 可视化规则编排 | | ✓ |
| | 边缘计算（智能边缘设备） | 数据采集和下发 | ✓ | |
| | | 边缘资源管理 | ✓ | |
| | | 边缘资源测量 | ✓ | |

| | | | | |
|-------------|---------|-------------------|------------------|---|
| | | 边缘设备控制 | | ✓ |
| | | 边缘协同优化 | | ✓ |
| | | 多种网络连接 | | ✓ |
| 云平台层 | 设备EMS | 多种设备EMS功能 | ✓ | |
| | 基础资源组件 | 基础平台组件 | ✓ | |
| | 安全防护组件 | Web应用防火墙 | ✓ | |
| | | 防DDoS攻击 | ✓ | |
| | | 实时入侵威胁检测 | ✓ | |
| | | 病毒查杀 | ✓ | |
| | | 漏洞智能修复 | | ✓ |
| | | 环境安全态势感知 | | ✓ |
| 数据层 | 数据管理及服务 | 数据对象建模管理 | ✓ | |
| | | 模型数据服务 | ✓ | |
| | 数据分析 | 聚合资源数据存储、计算、分析和展示 | ✓ | |
| | 数据优化决策 | 数据驱动的人工智能基础支撑 | | ✓ |
| | 数据服务 | 实时数据监测与运行状态监控服务 | ✓ | |
| | | 市场相关数据服务 | ✓ | |
| | | 模型构建与仿真数据服务 | | ✓ |
| | | 数据分析及预测服务 | ✓ | |
| | | 控制命令与执行反馈服务 | ✓ | |
| | 应用层 | 信息管理 | 虚拟电厂运营商和代理用户信息管理 | ✓ |
| 代理协议管理 | | | | ✓ |
| 运营商协议管理 | | | | ✓ |
| 用电资源扩展属性管理 | | | | ✓ |
| 分布式资源运行监控 | | 分布式资源运行监控 | ✓ | |
| | | 驾驶舱功能 | ✓ | |
| | | 实时运行和预测 | | ✓ |
| | | 场站园区预测 | | ✓ |
| | | 能源系统预测 | | ✓ |
| | | 气象预测 | | ✓ |
| | | 需求响应/辅助服务 | 响应申报 | ✓ |
| 响应执行 | | | ✓ | |
| 响应评价 | | | ✓ | |
| 中标分解 | | | ✓ | |
| 聚合管理 | | | ✓ | |
| 电能量市场 | | 电力现货交易 | | ✓ |
| | | 电价预测 | | ✓ |
| 运行评价和综合协同优化 | | 交易结算结果接收 | ✓ | |
| | | 调控效果评估 | ✓ | |

| | | | | |
|--|--|---------------|--|---|
| | | 交易结果对比分析 | | ✓ |
| | | 资源协同优化和收益分配优化 | | ✓ |

5.2 边端层功能

5.2.1 设备接入（智能硬件装置）要求

- a) 可接入包括光伏、储能及其他各类可调负荷资源，可调负荷资源应具备接受策略下发并自动执行能力；
- b) 应具备广泛应用层协议接入能力，支持对空调、照明、发电机、光伏、充电桩、储能等各种能源设备的规约适配和数据交互能力；
- c) 应具备与第三方系统如照明系统、楼宇控制系统、充电站管理系统等的对接能力，实现与第三方系统的数据对接；
- d) 应支持各种设备接入的驱动框架，应支持MQTT协议，宜支持Modbus, OPC UA, WebSocket和自定义驱动框架；
- e) 应具备子设备管理能力，支持通过此功能添加设备、移除设备、配置驱动、调试驱动等；
- f) 宜支持SSH方式远程访问，通过通道安全加密手段确保通信链路的安全；
- g) 宜提供可视化规则编排，规则可在云端和边缘执行。

5.2.2 边缘计算（智能边缘设备）要求

边缘计算（智能边缘设备）应具备以下功能：

- a) 应具备数据采集和下发功能：站端能源管理系统（EMS）负责智能硬件装置的数据采集、转发和控制策略下发，同时具备与云平台层进行通信的能力；
- b) 应具备边缘资源管理功能：不同类型设备数据标准化处理，将标准化数据传输到云端。支持流计算处理数据，在边缘进行数据清洗、加工和聚合。可视化定义设备联动规则，通过组件管理设备联动和控制，消息路由路径设置；
- c) 宜具备边缘资源测量功能：监控分布式电源的运行状态和环境。支持多种工业协议，实现不同设备的通讯和管理。提供API服务与第三方系统交互；
- d) 应具备边缘设备控制功能：接受和分发云端指令至设备端，获取控制反馈；宜定义超时与重试策略、失败回退与安全停机策略，保障响应执行的可靠性与安全性。
- e) 宜具备边缘协同优化功能：实现分布式电源的协同调度与优化，使用多种协议和加密方式；
- f) 应满足多种网络连接能力：支持2G/3G/4G/5G、NB-IoT、LoRaWAN、WiFi等协议组网。

5.3 云平台层功能

系统部署的云平台应符合以下要求：

- a) 设备EMS应提供边缘侧设备到云端数据接入和云到边缘端的指令下发；
- b) 基础资源组件应具备基础云平台资源，包括物联网平台、数据总线、内存数据库、流处理引擎、批处理引擎、时序数据库、关系数据库、云主机和云容器；
- c) 安全防护组件应包括Web应用防火墙、防DDoS攻击、实时入侵威胁检测、病毒查杀；宜包括漏洞智能修复、环境安全态势感知等。

5.4 数据层功能

5.4.1 数据管理及服务的总体要求应采用GB/T 37721相关要求。

5.4.2 数据资源管理

宜具备数据对象建模和调度术语规范化的管理能力，包括元数据管理、字典管理、模型发布、量测管理、运行数据管理和实时数据管理。宜支持模型数据服务能力，包括标准化管理、同步和查询支持、模型按需发布、关联关系配置、数据处理与存储，以及实时数据服务。

5.4.3 数据处理

宜具备聚合资源模型数据、运行历史数据、统计分析数据和外部环境数据等的存储、计算、分析和展示能力。

5.4.4 数据优化决策

应具备通用算法框架和基础应用服务功能。宜提供数据驱动的人工智能基础支撑、感知能力、认知能力和决策能力。

5.4.5 数据服务

- a) 实时数据监测与运行状态监控服务：应提供对虚拟电厂内各类分布式电源和负荷的实时数据监测，以及其运行状态的监控；宜支持秒级采集和监视虚拟电厂的调节容量、响应精度、响应速度等关键参数，并对执行结果进行核验；
- b) 市场相关数据服务：应接收电网需求响应、辅助服务和电力现货市场的出清文件和结果。
- c) 模型构建与仿真数据服务：宜提供虚拟电厂的模型构建和仿真数据服务；
- d) 数据分析及AI预测服务：应对聚合的分布式资源数据进行处理和分析；应提供功率预测、负荷预测数据服务；宜提供气象数据服务、站端能源管理优化服务；
- e) 控制命令与执行反馈服务：应根据市场日前出清结果和电网实际需求，生成并下发虚拟电厂资源的实时调用控制策略；宜提供站端出力跟随的反馈数据；应对控制命令实施完整性校验与身份认证（如数字证书/签名）；宜具备防重放机制（时间戳/随机数）；应采用双向确认与回执反馈机制；宜明确指令下发、执行开始/结束、偏差与异常的事件编码与状态机定义。

5.5 应用层功能

5.5.1 信息管理要求

- a) 应支持对虚拟电厂运营商自身以及各代理用户的信息进行管理，包括聚合容量、资源类型、调节能力等信息；
- b) 宜支持虚拟电厂运营商与各代理用户签订的代理协议进行管理；
- c) 宜支持对虚拟电厂运营商与电网企业签订的需求响应等协议进行管理；
- d) 宜支持用电资源扩展属性管理，包括能效管理、碳管理、微网优化等。

5.5.2 分布式资源运行监控要求

- a) 应支持对分布式光伏、储能、充换电设备、生产可中断负荷和空调等进行监控管理，包括设备故障告警；
- b) 应支持聚合资源的类别进行分区分类展示、校核功能；
- c) 应具备驾驶舱功能，对虚拟电厂的各代理用户的实时运行状态，收益情况、响应情况进行汇总展示；
- d) 应具备虚拟电厂整体的实时运行情况、可调能力的展示；
- e) 宜具备场站园区维度的用电预测、光伏发电预测；

- f) 宜具备各能源系统的预测能力，包括：电网侧、光伏系统、充放电设备等；
- g) 应具备区域气象预测能力，提供涵盖4小时、24小时、3天、5天、15天等多种时间尺度的预测服务，并实现10公里以内或更高的空间分辨率。

5.5.3 需求响应和电力辅助服务功能要求

- a) 应具备响应申报功能，包括邀约录入、历史价格查询、报量报价智能建议、响应方案生成等功能；
- b) 应具备响应执行功能，包括对响应中各资源的性能曲线、预测功率、实际功率、基线功率等曲线进行查询和展示；
- c) 应具备响应评价功能，包括对各场站的有效响应量进行查询，对各个资源的执行曲线与计划值的偏差进行查询；
- d) 应具备中标分解功能，包括提供中标结果管理、中标结果查询、执行方案智能生成功能；
- e) 应具备聚合管理功能，提供向用户展示当前所聚合的资源情况，并对资源的重要属性信息进行管理。

5.5.4 参与电能量市场功能要求

- a) 现货交易宜支持资源参与各省省内和省间电力现货交易的功能，包括支持报量不报价或报量报价等不同交易模式。
- b) 宜提供市场报价分析模拟功能，实现对现货日前与实时电价的价差方向做出分析预判。
- c) 宜提供现货日前申报决策推荐服务，根据现货市场价差关系输出现货日前申报系数。
- d) 宜提供现货出清单价、电量、日前申报电量、中长期电量、度电成本变动复盘，并提供电价偏差分析图、出清电量分析图、偏差电量分析图、逐日电费分析图。
- e) 宜支持数据以图和表格的形式展示，宜支持数据导出；
- f) 宜具备电价预测功能，支撑电能量市场交易决策，包括电力现货市场日前电价、实时电价预测服务。

5.5.5 应运行评估和综合协同优化功能要求

- a) 应支持接收电网公司的交易结算结果。
- b) 应对虚拟电厂整体以及各代理用户的调控效果进行评估。
- c) 宜支持基于自身的量测数据对电网公司发来的交易结果进行对比分析。
- d) 宜提供资源参与协同优化和收益分配优化功能。
- e) 应支持结算安全与透明性要求；应提供交易结算数据校验与对账能力，包括数据来源、版本、时间戳与金额/电量等关键字段的一致性校验，并生成对账与审计报表；宜提供结算争议处理支持能力，包括差异定位、证据链提取与第三方监管/市场机构对账接口。

6 数据要求

6.1 总体要求

- 6.1.1 通用数据对象应满足GB/T 30149和GB/T 33601的要求，通用数据对象应确保命名统一、参数一致，实现电网模型数据的集中管理、分级维护、全局共享。
- 6.1.2 通用数据对象结构应符合以下原则，示例参见附录A：

- a)对象ID编码全局唯一（唯一性）：对象ID应作为数据对象的唯一标识，具备在生命周期和全局应用范围内具有不变性，支持在系统各应用间横向、纵向交互的身份确认码使用；
- b)面向虚拟电厂系统资源建模（通用性）：应面向物理用电侧实体设备和组织机构等，对虚拟电厂调控资源对象和对象之间关系进行抽象建模和分表设计，为各类用电侧资源计算和虚拟电厂管理平台业务提供基于资源的通用基础信息模型；
- c)规范通用数据对象应用（一致性）：各类业务应用应充分利用建模工具和通用用电侧设备组织架构及通用属性，通过对象ID实现专有属性和通用数据对象的一致性关联，为用电侧资源优化和调度分析和数据挖掘提供贯通融合的数据支撑；
- d)基于元数据模型管理（扩展性）：宜利用元数据管理工具，实现通用数据对象类型或属性的扩充、修改、生效和失效定义，通过对数据对象和数据对象属性的在线维护，实现模型的扩展和完善；
- e)兼顾共性和个性化需求（差异性）：宜允许拥有个性化需求，存在私有的数据表，但应遵循通用数据的设计规则和建模方法，并将私有数据和通用数据对象关联，形成相关单位内部统一的数据组织方式。

6.2 数据对象范围

采用DL/T 890.301、DL/T 1080.11-2015的建模范围，本文件的数据对象建模范围应至少包括：组织机构、分布式发电设备、配电自动化终端设备、综合能源厂站自动化设备、储能系统设备、充电桩设备、化学储能设备、计算机设备、网络设备、安全防护设备等，参见附录B。

6.3 数据对象关系

- 6.3.1 管理关系应包括组织机构间的上下级管理关系、虚拟电厂管理机构与设备间的调度管理关系、运维机构与设备间的运维管理关系、公司与设备间的资产管理关系等；
- 6.3.2 从属关系应包括设备容器与设备之间的从属关系、设备整体与设备组件之间的从属关系等；
- 6.3.3 拓扑关系应包括设备的物理电气连接关系。

6.4 用电侧数据资产

用电侧数据资产应具有准确、一致、规范的数据资产定义，约定数据类型、业务含义、数据范围、分级分类和价值度量等。

6.5 数据交互要求

虚拟电厂运营商技术支持系统应支持与虚拟电厂管理平台或其他外部系统之间进行数据交换，应支持跨安全区的数据传输并采用GB/T 36572—2018的相关要求。数据交互应包括：

- a)从其他业务系统或外部系统获取数据，应包括但不限于以下几类：
 - 1)应支持从安全区IV虚拟电厂管理平台获取在平台上注册的运营商设备类、管理类、控制指令类、基线类、结算类等数据；
 - 2)宜支持从外部系统获取气象类等数据，其中气象信息类型及交互方式按照GB/T 39675执行。
- b)为其他业务系统或外部系统提供数据，宜包括但不限于以下几类：

- 1) 宜支持为安全区IV虚拟电厂管理平台提供运营商组织类、信息类、管理类等数据；
- 2) 宜支持为外部系统提供虚拟电厂运营商运行状态类等数据。
- 3) 宜提供面向运营商、用户与监管的透明化报表与可视化视图，支持授权访问与留痕。

7 接口要求

7.1 对接设备

- 7.1.1 应具备通用物联协议的物联能力，应支持与储能、空调、充电桩、光伏、其他可调节资源进行双向数据交互；
- 7.1.2 应包括边端侧资源设备运行和状态数据接入、控制策略指令下发、数据整理管理、边缘计算设备纳管等；
- 7.1.3 对接设备信息应包括聚合管理用户的档案信息、系统及设备运行信息等；
- 7.1.4 对接接口宜包括但不限于用户档案接口、聚合单元（分路）档案接口、设备档案接口、运行数据接口和调节信息接口等。

7.2 对接虚拟电厂调控管理技术支持系统

- 7.2.1 应支持与电力交易中心、电网调度中心等各省虚拟电厂管理平台进行双向数据交互。交互应基于电力调度数据网或VPN网络，其应用层协议宜优先采用DL/T 1867-2018中定义的信息模型与交换流程，或遵循IEC 62746-10-1中规定的自动化需求响应交互规范；
- 7.2.2 交互数据应包括虚拟电厂及聚合用户的档案信息、运行数据、调节信息和交易信息等，其中运行数据、调节信息等核心数据项的数据模型应符合本标准附录A所定义的规范示例；
- 7.2.3 接口宜包括但不限于：档案管理接口、实时运行数据接口、历史数据补召接口、接入测试接口、市场服务接口。

7.3 对接一级运营商

应支持与一级运营商进行双向数据交互，实现邀约、申报、中标通知、结算等功能，宜支持接受一级运营商的控制指令并校核执行功能。

7.4 对接二级运营商

应支持与二级运营商平台进行双向数据交互，实现邀约、申报、中标通知、结算等功能；宜支持对二级运营商下达控制指令和接收执行结果功能。

8 安全防护

安全防护要求如下：

- a) 应符合各地区、各级虚拟电厂管理机构对网络安全管理要求，并参照相关标准开展等级保护，可通过硬加密（如加密卡或纵向加密装置）或软加密（如HTTPS加密协议）等方式进行数据交互加密；

- b) 宜具备防DoS攻击、应用防火墙、实时入侵威胁检测、病毒查杀、漏洞智能修复、环境安全态势感知等能力；
- c) 宜具备可信追溯与审计要求，包括数据端到端可信防篡改能力、数据接入授权、数据加密流转、数据隐私计算、数据追溯审计、风险行为感知等全链路数据安全合规功能；宜具备审计事件的检索、关联分析与导出能力，支持外部合规审计与监管抽查。
- d) 宜具备边缘安全，包括边缘智能网关在云端的接入认证，支持物联网平台基于数字证书的接入认证要求，支持对接入云端平台的通信数据进行加密；终端宜采用基于数字证书的认证技术，从业务数据流和管理数据流实现与云端平台及应用系统的身份鉴别。

9 系统性能要求

9.1 可靠性

系统可靠性要求如下：

- a) 应支持多副本容灾机制，支持故障自动切换；
- b) 应支持宕机服务节点和管理节点自动迁移、平台不间断运行等；
- c) 应支持数据备份管理；
- d) 系统可靠性应不低于99.9%；
- e) 应具备应急事件处理与系统恢复能力。

9.2 可扩展性

系统可扩展性要求如下：

- a) 应支持任务动态扩展，支持平滑无中断在线新增或删除任务；
- b) 应支持在聚合平台上定制各类电力数据应用算法，并封装为可调用组件。

9.3 可维护性

系统可维护性要求如下：

- a) 应支持实时任务运维；
- b) 应支持周期性任务运维；
- c) 应支持触发式任务运维。

9.4 易用性

系统易用性要求如下：

- a) 应提供图形化的操作界面；
- b) 宜支持可视化的业务流程混合编排；
- c) 宜支持可视化的图数建模、导入和修改等。

附 录 A
(资料性)
虚拟电厂所控设备数据上传标准模型

A.1 电表数据上传标准模型示例

表 A.1 电表数据上传标准模型示例

| 属性中文名（对应唯一 ID） | 数值类型 | 单位 | 是否必须 | 备注 |
|----------------|--------|-----|------|----|
| UA 电压 | double | V | | |
| UB 电压 | double | V | | |
| UC 电压 | double | V | | |
| UAB 电压 | double | V | | |
| UBC 电压 | double | V | | |
| UCA 电压 | double | V | | |
| A 相电流 | double | A | | |
| B 相电流 | double | A | | |
| C 相电流 | double | A | | |
| A 相有功 | double | kW | | |
| B 相有功 | double | kW | | |
| C 相有功 | double | kW | | |
| 总有功功率 | double | kW | 是 | |
| A 相无功 | double | var | | |
| B 相无功 | double | var | | |
| C 相无功 | double | var | | |
| 总无功功率 | double | var | 是 | |
| A 相视在 | double | VA | | |
| B 相视在 | double | VA | | |
| C 相视在 | double | VA | | |
| 总视在功率 | double | VA | 是 | |
| A 相功率因数 | double | 1 | | |
| B 相功率因数 | double | 1 | | |
| C 相功率因数 | double | 1 | | |
| 总功率因数 | double | 1 | 是 | |
| 频率 | double | Hz | | |
| 累计正向有功总电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计正向有功尖电量 | double | kWh | | |
| 累计正向有功峰电量 | double | kWh | | |
| 累计正向有功平电量 | double | kWh | | |

| | | | | |
|-----------|--------|-----|---|----------|
| 累计正向有功谷电量 | double | kWh | • | |
| 累计反相有功总电量 | double | kWh | 是 | 双向电表上报 |
| 累计反相有功尖电量 | double | kWh | | 双向电表上报 |
| 累计反相有功峰电量 | double | kWh | | 双向电表上报 |
| 累计反相有功平电量 | double | kWh | | 双向电表上报 |
| 累计反相有功谷电量 | double | kWh | | 双向电表上报 |
| 正向有功总需量 | double | kW | 是 | 做需量控制时上报 |

表A.1 电表数据上传标准模型示例（续）

A.2 储能BMS数据上传标准模型示例

表A.2 储能BMS数据上传标准模型示例

| 属性中文名（对应唯一 ID） | 数值类型 | 单位 | 是否必须 | 备注 |
|----------------|---------------------|--------------------|------|------------------------|
| SOC | double | % | 是 | |
| SOH | double | % | 是 | |
| 电压 | double | V | | |
| 电流 | double | A | | |
| 正端绝缘电阻 | double | Ω | | |
| 负端绝缘电阻 | double | Ω | | |
| 可充电量 | double | kWh | | |
| 可放电量 | double | kWh | | |
| 累计充电电量 | double | kWh | | |
| 累计放电电量 | double | kWh | | |
| 电芯平均电压 | double | V | | |
| 电芯最高电压 | double | V | | |
| 电芯最低电压 | double | V | | |
| 电芯平均温度 | double | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 电芯最高温度 | double | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 电芯最低温度 | double | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 簇 SOC | 数组（元素类型： double） | % | | 数组元素个数=簇个数 |
| 簇 SOH | 数组（元素类型： double） | % | | 数组元素个数=簇个数 |
| 簇电压 | 数组（元素类型： double） | V | | 数组元素个数=簇个数 |
| 簇电流 | 数组（元素类型： double） | A | | 数组元素个数=簇个数 |
| 电芯电压 | 数组（元素类型： double） | V | | 数组元素个数=组串个数 X 每个组串电芯个数 |
| 电芯温度 | 数组（元素类型： double） | $^{\circ}\text{C}$ | | 数组元素个数=组串个数 X 每个组串电芯个数 |

A.3 储能PCS数据上传标准模型示例

表 A.3 储能 PCS 数据上传标准模型示例

| 属性中文名（对应唯一 ID） | 数值类型 | 单位 | 是否必须 | 备注 |
|----------------|--------|-----|------|----------------|
| 直流电压 | double | V | 是 | |
| 直流电流 | double | A | 是 | |
| 交流侧有功功率 | double | kW | 是 | |
| 交流侧无功功率 | double | var | 是 | |
| 交流侧功率因数 | double | 1 | | |
| 交流侧 A 相电压 | double | V | | |
| 交流侧 B 相电压 | double | V | | |
| 交流侧 C 相电压 | double | V | | |
| 交流侧 A 相电流 | double | A | | |
| 交流侧 B 相电流 | double | A | | |
| 交流侧 C 相电流 | double | A | | |
| 交流侧频率 | double | Hz | | |
| 变流器功率器件温度 | double | °C | | |
| 柜内环境温度 | double | °C | | |
| 累计交流放电电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计交流充电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计直流放电电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计直流充电量 | double | kWh | 是 | |
| 运行状态 | 枚举 | | 是 | 0-故障 1-运行 2-待机 |

A.4 储能EMS数据上传标准模型示例

表 A.4 储能 EMS 数据上传标准模型示例

| 属性中文名（对应唯一 ID） | 数值类型 | 单位 | 是否必须 | 备注 |
|----------------|--------|-----|------|----|
| 储能总有功功率 | double | kW | 是 | |
| 储能总无功功率 | double | var | 是 | |
| 储能总视在功率 | double | VA | 是 | |
| 储能系统 SOC | double | 1 | 是 | |
| 储能系统 SOH | double | 1 | 是 | |
| 功率因数 | double | 1 | 是 | |
| UA 电压 | double | V | | |
| UB 电压 | double | V | | |
| UC 电压 | double | V | | |
| UAB 电压 | double | V | | |
| UBC 电压 | double | V | | |
| UCA 电压 | double | V | | |
| A 相电流 | double | A | | |
| B 相电流 | double | A | | |

| | | | | |
|-----------|--------|-----|---|----------------|
| C相电流 | double | A | | |
| A相有功 | double | kW | | |
| B相有功 | double | kW | | |
| C相有功 | double | kW | | |
| A相无功 | double | var | | |
| B相无功 | double | var | | |
| C相无功 | double | var | | |
| 日充电量 | double | kWh | | |
| 日放电量 | double | kWh | | |
| 储能实时可充电量 | double | kWh | | |
| 储能实时可放电量 | double | kWh | | |
| 储能累计充电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计正向有功尖电量 | double | kWh | | |
| 累计正向有功峰电量 | double | kWh | | |
| 累计正向有功平电量 | double | kWh | | |
| 累计正向有功谷电量 | double | kWh | • | |
| 储能累计放电量 | double | kWh | 是 | |
| 累计反相有功尖电量 | double | kWh | | |
| 累计反相有功峰电量 | double | kWh | | |
| 累计反相有功平电量 | double | kWh | | |
| 累计反相有功谷电量 | double | kWh | | |
| 运行状态 | 枚举 | | 是 | 0-故障 1-运行 2-待机 |
| 控制状态 | 枚举 | | 是 | 0-本地 1-远端 |

附录 B
(资料性)
数据对象建模范围

B.1 数据对象建模范围参考以下内容：

- a) 组织机构：电网公司、发电公司、售电公司、电力客户、供应商、调控中心、调控中心内设部门、检修机构、检修机构内设部门、发电厂机构、发电厂机构内设部门、岗位、人员、研究机构、研究机构部门、内部其他机构、内部其他机构内设部门、可控负荷用户等；
 - c) 抽象容器：断面、控制区、联络线、输电通道、发变组、母线组、现货市场等；
 - d) 发电设备：发电机、光伏逆变器、光伏组件等；
 - e) 保护设备：交流保护装置、故障录波装置、故障测距装置、安全自动装置、直流保护装置、直流测控装置、辅助设备、一次设备保护装置、通用保护单元等；
 - f) 厂站公共二次设备：合并单元、智能终端等；
 - g) 配电自动化终端设备：智能配电终端、智能配电测控终端、配变监控终端、智能配电同步测量终端等；
 - h) 厂站自动化设备：专用远动网关机、远动装置、测控装置、相量测量装置、电能量采集终端、网络分析仪等；
 - i) 计算机设备：服务器、工作站、存储设备、刀片服务器机箱、刀片服务器等；
 - j) 网络设备：路由器、交换机、工业交换机、光电转换器、串口服务器等；
 - k) 安全防护设备：横向隔离装置、纵向加密装置、防火墙、入侵检测设备；
 - l) 自动化辅助设备：不间断电源、大屏幕、精密空调、KVM、时间同步装置、打印机等；
 - m) 网络连接关系：网络连接线等；
 - n) 软件：操作系统、数据库、中间件、应用软件包、应用软件、应用程序等；
-