

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

构网型储能电站数智化运维管理规范

Digital and intelligent operation and maintenance management specifications for
grid-structured energy storage power stations

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

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。

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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

构网型储能电站数智化运维管理规范

1 范围

本文件规定了构网型储能电站数智化运维系统的平台架构、功能要求、性能要求和运维保障。

本文件适用于采用构网型技术的储能电站（含电化学储能、混合储能等类型）运维体系全环节的技术管理及安全管控，包括新建、改建、扩建构网型储能电站的数智化运维规划、设计、实施与评估。

本文件不适用于非构网型储能电站的数智化运维管理，也不适用于储能电站内部单机设备的非涉网关联功能运维。

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 40090-2021 储能电站运行维护规程

GB/T 44133-2024 智能电化学储能电站技术导则

IEC TS 62933-2-3:2025 电力储能系统 第 2—3 部分 电力储能系统运行性能测试

IEC TR 62933-3-200:2025 电力储能系统 第 3—200 部分 电化学储能系统设计原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

构网型储能电站 grid-structured energy storage power station

采用构网型控制技术，能够模拟同步发电机运行特性，主动为电网提供电压支撑、频率调节、惯量响应等服务，可接入弱电网或新能源基地外送系统的储能电站。

3.2

数智化运维 digital and intelligent operation and maintenance

依托物联网、大数据、人工智能、云计算等数字技术，实现储能电站设备状态监测、故障诊断、运行优化、应急处置等运维环节的自动化、智能化管理过程。

3.3

虚拟惯量 virtual inertia

通过构网型控制策略模拟传统同步机组转动惯量，抑制电网频率波动的虚拟参数，单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 。

3.4

数智化运维平台 digital and intelligent operation and maintenance platform

集成设备监测、数据处理、故障诊断、运行优化、应急调度等功能，支撑储能电站数智化运维的软硬件一体化系统。

3.5

故障分级诊断 graded fault diagnosis

基于人工智能算法，将储能电站设备故障按严重程度划分为轻微、一般、严重、紧急四级，并对应制定差异化处置策略的诊断方法。

4 平台架构

采用分层架构，包括感知层、网络层、平台层、应用层，各层接口清晰，支持模块化扩展，设备配置应符合以下要求：

- 感知层：配置智能传感器、数据采集器，支持多参数同步采集；
- 网络层：配置工业以太网交换机、无线通信模块（5G/4G），支持有线与无线冗余通信；
- 平台层：配置服务器（CPU \geq 16核，内存 \geq 32GB，存储容量 \geq 1TB）、数据库服务器，支持集群部署，关键硬件（服务器、通信设备）采用双冗余配置，故障切换时间 \leq 500ms。

5 功能要求

5.1 基础功能

数智化运维基础功能应符合以下要求：

- 实时监测：支持设备拓扑可视化、参数曲线绘制；
- 故障诊断：自动识别故障类型、等级，推送处置建议；
- 运行优化：自动生成充放电计划、构网参数调整方案；
- 应急管理：支持应急预案启动、处置进度跟踪。

5.2 辅助功能

数智化运维辅助功能应符合以下要求：

- 报表生成：自动生成运维日报/月报、电网服务评估报告；
- 历史查询：支持近3年数据按时间/参数检索，查询响应时间 \leq 1s。

5.3 网络安全

5.3.1 网络防护

配置防火墙、入侵检测系统。

5.3.2 数据传输

采用 AES-256 加密算法，防止数据窃取与篡改。

5.3.3 访问控制

设置接口访问权限，采用身份认证与密钥管理机制，禁止未授权访问。

5.3.4 异常处理

接口通信中断时，系统自动缓存数据（缓存容量 \geq 10GB），通信恢复后自动补传，数据丢失率 \leq 0.1%。

5.4 应急监测与响应

5.4.1 隐患监测与预警

覆盖火灾、漏电、电池热失控、可燃气体泄漏，监测频率 \geq 1次/s。采用“阈值预警 + 趋势预警”双机制，预警信息通过平台弹窗、短信、邮件推送，预警响应时间 \leq 10s。

5.4.2 应急预案及响应

制定火灾处置、热失控处置、漏电处置专项预案，明确“响应流程、责任分工、资源配置”。应急预案每年修订1次，修订后应组织专项培训与演练（每年 \geq 2次）。

5.4.3 应急响应

遵循“预警确认→预案启动→处置实施→现场复盘”四步流程。I/II级故障运维人员到场时间 \leq 15min，III/IV级故障处置完成时间 \leq 24h。应急处置后72h内完成复盘，更新应急预案与监测阈值。

6 性能要求

6.1.1 数智化联动

6.1.1.1 液冷系统与电池组联动

当电池模组温度 $\geq 45^{\circ}\text{C}$ 时，自动启动液冷系统降温；温度 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 时，自动降低液冷功率。

6.1.1.2 消防系统与环境监测联动

当可燃气体浓度超标或火灾探测器报警时，立即触发消防系统预警，同步切断相关设备电源。

6.1.1.3 储能变流器与电网调度联动

实时接收电网频率、电压指令，自动调整有功 / 无功功率输出，响应时间 $\leq 100\text{ms}$ 。

6.1.2 故障诊断

6.1.2.1 诊断方法

采用大数据分析 with 人工智能算法，结合设备运行历史数据与标准阈值，实现故障自动识别。

6.1.2.2 故障分级

故障分级分为以下内容：

- 轻微故障（如单体电压偏差 $\leq 0.05\text{V}$ ）：系统自动记录，提醒定期核查；
- 一般故障（如模组温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ）：自动触发预警，运维人员 24h 内处置；
- 严重故障（如 SOC 突变 $\geq 10\%$ ）：自动限制充放电功率，运维人员 4h 内处置；
- 紧急故障（如电池热失控预警）：立即切断设备电源，启动应急程序。

6.1.2.3 分级维护

基于故障诊断结果制定维护计划，轻微故障季度维护、一般故障月度维护、严重故障专项维护、紧急故障即时维护。

6.1.3 优化

6.1.3.1 充放电优化

基于短期负荷预测、电价曲线、电池 SOC 状态，采用动态规划算法制定充放电计划；电网频率偏差 $\geq 0.1\text{Hz}$ 时，优先响应调频需求，调整充放电功。

6.1.3.2 功率分配优化

多模组并联运行时，按 SOC 均衡、容量比例分配充放电功率，单体电压差异 $\leq 0.05\text{V}$ 。

6.1.3.3 构网参数优化

根据电网运行状态，自动调整虚拟惯量（ $0.5\sim 5\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ）、阻尼系数（ $0.1\sim 1\text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}/\text{rad}$ ），确保电网稳定。

6.1.4 数据管理与交互

6.1.4.1 数据采集要求

6.1.4.1.1 采集类型

采集包括以下的数据类型：

- 运行数据：包括电池组、储能变流器、BMS 等设备的运行状态参数，电网频率、电压等外部环境参数；
- 控制数据：包括虚拟惯量、阻尼系数、下垂系数等构网控制参数，充放电指令、功率调节指令等操作指令数据；
- 安全数据：包括温度、湿度、可燃气体浓度等安全监测数据，保护动作、故障报警等安全事件数据；
- 电网服务数据：包括惯量支撑响应速度、一次调频 / 调压调节精度等电网服务性能数据。

6.1.4.1.2 采集频率与精度

6.1.4.1.2.1 核心设备

核心设备数据采集频次及精度应符合表 1 的要求。

表 1 核心设备数据采集频次及精度要求表

设备组	核心设备	精度要求	数据采集频率
电池组	监测单体电压	$\pm 0.01V$	≥ 1 次 / 分钟
	模组温度	$\pm 0.5^{\circ}C$	
	SOC	$\pm 2\%$	
	SOH	$\pm 3\%$	
	充放电电流	$\pm 1\%$	
储能变流器	监测输入 / 输出电压	$\pm 0.5\%$	≥ 10 次 / 分钟
	电流	$\pm 0.5\%$	
	有功 / 无功功率	$\pm 1\%$	
	开关器件温度	$\pm 1^{\circ}C$	
	构网控制参数	-	
电池管理系统 (BMS)	监测控制指令执行状态	-	≥ 1 次 / 秒
	通信链路稳定性	-	
	保护动作信号	-	

6.1.4.1.2.2 辅助设备

辅助设备数据采集频次及精度应符合表 2 的要求。

表 2 辅助设备数据采集频次及精度表

设备组	核心设备	精度要求	数据采集频率
液冷系统	监测冷却液温度	$\pm 0.5^{\circ}C$	≥ 1 次 / 分钟
	流量	$\pm 5\%$	
	压力	$\pm 2\%$	
消防系统	监测火灾探测器状态	-	≥ 1 次 / 分钟
	灭火介质压力	$\pm 2\%$	
	阀门开关状态	-	
环境监测装置	监测电站室内温度	$\pm 0.5^{\circ}C$	≥ 1 次 / 分钟
	湿度	$\pm 5\%$	
	可燃气体浓度	$\pm 10\%$	

6.1.4.2 数据处理及存储

采用异常值剔除、缺失值补全算法（如线性插值），确保数据完整性与准确性，运用时序分析、关联分析等算法，挖掘设备运行规律与故障前兆特征。采用分布式数据库存储，原始数据保留时间 ≥ 3 年，关键数据（故障记录、电网服务数据）永久留存；数据库应支持分层控制，保障数据访问安全。

6.1.4.3 数据交互

6.1.4.3.1 接口协议

6.1.4.3.1.1 内部接口采用 Modbus TCP、IEC 61850 协议。

6.1.4.3.1.2 外部接口采用 IEC 61850、DL/T 860 协议。

6.1.4.3.2 接口性能

支持并行数据传输，传输速率 $\geq 100Mbps$ ，数据传输成功率 $\geq 99.9\%$ 。

6.1.4.3.3 交互格式

采用 JSON 或 XML 格式，数据字段应包含参数名称、数值、单位、采集时间、数据质量标识。

7 运维保障

7.1 人员资质

从事构网型电站运维管理工作的人员应具备相应资格证书及操作证书。

7.2 人员培训

人员培训内容包括构网型电站技术原理、数智化平台操作、设备维护、应急预案、网络安全（每年 ≥ 20 学时）。

7.3 档案管理

纸质档案装订成册，电子档案存储于专用服务器，定期备份，保存期限 ≥ 5 年。
