

储能运维智能体 解决方案

能碳数智化，人工智能大模型技术服务商

智子熹源（上海）科技有限公司

2026



机遇 挑战

储能市场阶段

当前储能项目已从“跑马圈地”走向“**精细化运营**”，传统依赖人工巡检的被动运维模式，已难以应对日益复杂的系统管理需求与安全压力。



传统运维模式

被动响应、风险后置：依赖固定阈值告警，问题发生后才察觉，错失最佳干预时机；

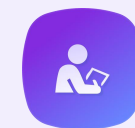
依赖专家经验效率低下：故障诊断高度依赖专家经验，人工分析耗时长；



市场竞争态势

储能设备商、集成商、运营商众多，**同质化竞争严重**。未来竞争力核心在于**全生命周期的度电成本控制和收益最大化**。

储能运维工具演进的阶段与方向



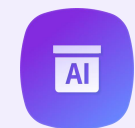
从被动管理到主动介入

运维决策重心转向经济性，以量化业务损失、提升运营收益为核心目标



分散多系统监控 → 智能体协同

引入AI智能体打破孤岛，实现跨系统、跨专业的自动化协同运维



生成式AI工具集

知识问答/问数、故障报告自动生成及数据分析应用将全面走向实用化

从“被动告警”到“主动诊断”，从“单点功能堆砌”迈向“AI驱动的系统性智能运维”

四大核心能力

实时监测感知

异常检测识别

根因分析推理

伴随决策交互

应用交互层

智能体对话

告警中心

设备监控

运维工单

运维报告

智能服务层

智能总结

异常诊断

根因分析

处置建议

报告生成

AI引擎层

异常检测引擎

因果推断引擎

知识图谱引擎

时序分析引擎

NLP引擎

预测模型引擎

数据算子层

数据采集器

数据解析器

指标计算

阈值监测

案例匹配器

图表生成器

基础设施层

时序数据库

关系数据库

消息队列

容器化部署

对象存储

解决四大痛点

数据难处理

异常难识别

诊断门槛高

决策效率低

风险预防

提前发现潜在故障征兆
减少非计划停机

知识沉淀

积累故障案例与处置经验
缩短新人上手时间

效率提升

自动化诊断减少人工
分析时间、减少故障
定位时间

决策支持

数据驱动的运维决策
降低运维成本



价值场景一：预测性维护—识别不易察觉的“恶化”

场景挑战：潜在风险被“掩盖”

储能系统的某簇内所有单体电压均在正常范围(3.20V-3.55V), BMS未报警。但近30天内, 该簇电压极差从80mV持续扩大至200-350mV, 成为一个被忽视的恶化信号。

传统运维的局限性

规则引擎失效：基于固定阈值(如3.60V)无法触发告警, 导致风险“漏网”。

统计方法局限：Z-score为2.8未达 3σ 标准, 无法识别此类“渐变式”异常。

01

02

03

04

智能体方案：无监督算法的异常检测

• 无需依赖专家经验设定阈值, 通过学习电压极差、温度极差等多维特征, 自学习电池系统的“正常行为模式”。当特征向量显著偏离基准模式时触发预警, 精准识别此类渐变式故障。

核心价值：化被动为主动

提前在BMS告警前发现恶化趋势, 有效避免漏报风险; 将运维模式从“故障后维修”转变为“故障前干预”的预测性维护。

价值场景二：智能诊断—应对多因素的复杂异常

场景挑战：“隐形”的异常组合

储能系统同时出现电压、温度略高，SOC、效率略降等多个轻微异常。单指标均未触发阈值报警，但组合**已构成系统性故障隐患**。

传统运维：“各自为战”的局限性

规则引擎失效：单维阈值无法覆盖“组合模式”，复杂异常被遗漏。

统计方法局限：Z-score等统计指标未达标，难以识别此类隐性风险。

01

02

03

04

智能体破局：算法 + 大模型的“双剑合璧”

- **算法识别**：利用无监督算法捕捉多维特征空间的组合异常。
- **大模型RCA**：结合大模型知识库与历史案例，精准定位“接触电阻增大”并给出“检查模组螺栓”的维修建议。

核心价值：精准、高效、可落地

解决传统规则“盲区”问题，将故障排查时间从“小时级”缩短至“分钟级”，**实现从“发现问题”到“解决问题”的闭环**。

价值场景三：知识进化—处理“没见过”的未知故障

场景挑战：规则库盲区

BMS报了“电池电压异常”，但查遍规则库，这个簇的电压值、温度值、SOC值都不符合任何已知的故障模式。

传统运维：无法诊断未知故障

规则引擎失效：规则库没有该模式，仅标记为“未知故障”。

统计方法局限：Z-score统计正常，标记正常。

01

02

03

04

智能体解法：大模型RAG关联推理闭环

- **特征检索：**输入电压、温度、SOC等多维特征。
- **知识推理：**跨知识图谱与历史案例库，寻找相似故障节点。
- **决策建议：**基于历史概率推断为“模组内部微短路”并建议立即拆机。

核心价值：不是报“有问题”而是报“修哪里”

突破规则边界：有效应对规则库外的“未知”故障。

深度风险洞察：从看似无关的特征中挖掘潜在隐患。

系统持续进化：学习新故障模式，越用越聪明。

应用场景一：日常监盘巡检

储能运维智能体总结 运行正常

早上好，截止到目前，场站整体处于**高风险状态**。当前有**4条待处理告警**，其中，**电池簇#12**的电压差持续最大（当前**92mV**，超过**80mV**预警阈值），建议重点关注。PCS-2的转换效率近3天呈下降趋势（当前**91.2%**，低于历史基线**97.5%**）。当前有**1条运维工单**处理。在下方查看运维告警详情。**储能运维智能体**将会伴随您定位具体故障并完成故障排查。

01 登录系统，查看智能体总结

系统状态 **高风险**

待查项告警 **6条**

已销项告警 **8条**

待处理工单 **1条**

待处理事项 **6** [查看全部](#)

筛选: **紧急 2** **严重 2** **一般 1** **提示 1**

- 紧急** 电池簇单体温差过大
电池簇#7 - 19:32:10 [诊断](#)
- 紧急** 电压极差超限报警
电池簇#12 - 08:15:00 [诊断](#)

02 查看状态指标、待处理事项

运维工单 **2待审批**

待审批 **2**

紧急 WO-1 [传单批](#)

电池簇#12均衡充电测试

原因: 电芯一致性优化

建议措施

- 对簇#12进行均衡充电测试
- 如无改善则安排电芯内阻检测
- 检查簇#12散热风道是否堵塞

《XX厂家电池簇均衡操作手册》第3.2节

创建于 2026-04-09 11:30:00

[查看详情](#) [新告注销](#)

04 根据操作建议创建工单

异常诊断 **100开屏**

告警配置告警

紧急 电池簇单体温差过大
电池簇#7 - 2026-04-09 19:32:10

业务影响
若温升持续2-3分钟未回落,可能导致热失控风险,需立即降额或切除该簇

建议措施

- 立即将该簇降额运行,限制限电流
- 若温升速率连续2-3分钟仍大于阈值,或最高温持续上升,则退出该簇
- 派发现场工单,要求优先进行红外测温 and 包级连接点检查
- 重点检查包#13正负极柱、汇流排连接片、熔断器两端、紧固件扭矩
- 检查是否有发黑、氧化、放电痕迹、绝缘破损
- 用吸尘器、除氧化剂或部件更换后做低倍率充放电验证

诊断结论
该簇已同时满足“温升速率异常”与“单体温差过大”双判断,且最高温中体警号连续判定为m103,判断为真实热异常

诊断置信度 **83%**

大规模根因分析结果 [分析结果](#)

查看推理过程 **100%**

根因结论
包级正负极柱/连接片接触电阻增大导致局部发热 (置信度83%)

多维度融合评分

- 包级正负极连接点接触电阻增大** **83%**
电池簇#7#13#13正负极柱在连续运行过程中,运行一段时间后接触面氧化,导致接触电阻增大,在大电流放电条件下,连接点产生局部过热,热传导造成局部单体高温事件。
- 单体温度传感器漂移或故障** **11%**
单体#13在连续运行过程中,可能出现接触不良,导致数据异常,但连续多个窗口监测同一单体,且与相邻温度传感器升高,不符合传感器漂移的特征。
- 该簇局部冷却流量偏低** **6%**
该簇#7冷却风流量可能偏低,但经冷却风回水温度正常,风扇/风阀状态正常,不支持该判断。

[生成运维工单](#) [忽略](#) [重新分析](#)

03 触发诊断，查看详细诊断推理详情

应用场景二：告警诊断处理



紧急 2026-04-09 19:32:10 电池级

电池簇单体温差过大

储能单元#12/电池堆#2/电池簇#7单体温差达7.4°C，温升速率3.6°C/min，单体#163持续高温

建议立即降额或暂时切除该簇

生成工单 诊断

01 定位告警，触发AI诊断



多证据融合评分

- #1 电芯一致性劣化** (87%)
簇#12内部分电芯内阻增大，导致充放电过程中电压分布不均，极差持续扩大。多维证据交叉验证显示该路径置信度最高。
电压偏差-4.2σ | 异常置信度87% | 因果路径匹配 | 关联图谱验证
生成维修工单 查看推理详情
- #2 温度分布不均** (62%)
簇内温度极差3.8°C，接近5°C报警阈值。温度不均可能加速电芯老化分化，但当前证据为弱关联。
温度极差-3.8°C | 温升速率偏高 | 弱因果关联
- #3 SOC估计漂移** (35%)
BMS的SOC估计偏差可能导致均衡策略失效，但多维验证显示该路径置信度较低。
SOC偏差-4.1% | 弱相关

生成维修工单 忽略 重新分析

02 查看多证据融合评分



运维工单 2待审批

待审批 2

P1-紧急 wo-1

电池簇#12均衡充电测试

根因：电芯一致性劣化

建议措施

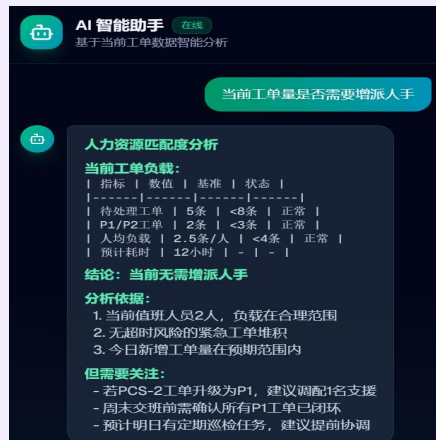
- 对簇#12进行均衡充电测试
- 如无改善则安排电芯内阻检测
- 检查簇#12散热风道是否堵塞

《XX厂家电池簇均衡操作手册》第3.2节

创建于 2026-04-09 11:30:00

查看详情

04 创建工单、输出运维建议



AI 智能助手 在线

基于当前工单数据智能分析

当前工单量是否需要增派人手

人力资源匹配度分析

当前工单负载：

指标	数值	基准	状态
待处理工单	5条	<8条	正常
P1/P2工单	2条	<3条	正常
人均负载	2.5条/人	<4条	正常
预计耗时	12小时	-	-

结论：当前无需增派人手

分析依据：

- 当前值班人员2人，负载在合理范围
- 无超时风险的紧急工单堆积
- 今日新增工单量在预期范围内

但需要关注：

- 若PCS-2工单升级为P1，建议调配1名支援
- 周末交班前需确认所有P1工单已闭环
- 预计明日有定期巡检任务，建议提前协调



AI 诊断助手

基于当前告警上下文

电芯一致性劣化推理分析

异常检测
通过滑动窗口算法检测到电池簇#12的电压极差在08:00后突破3σ控制线，持续偏离至今。当前极差92mV，较基线值38mV增大142%。

横向对比分析
对比同站16个电池簇在相同工况（充电末期SOC 85-95%）下的电压极差表现：
- 簇#12: 92mV (异常, Z-score=4.2σ)
- 其他簇平均: 45mV (正常范围35-55mV)
- 簇#12较同站同工况电池簇高出110.4%

时序关联分析
回溯分析发现：
- 近7天电压极差呈单调上升趋势
- 温度极差同步上升 (相关系数0.78)
- 均衡电流触发频次增加3倍

因果推断
基于知识图谱匹配和贝叶斯推断：
- 电芯内阻分化 → 充放电电压分布不均 → 极差增大 (因果路径置信度87%)
- 排除外部因素：BMS采集误差 (已校验)、连接器接触不良 (阻抗正常)

结论
综合多维证据，判定根因为簇#12内部分电芯发生一致性劣化，建议优先安排均衡充电测试，如无改善需进行电芯内阻检测。

大模型根因分析结果

查看推理过程

- 正在收集电池簇#12相关数据。
- 分析电压极差历史趋势和变化规律。
- 对比16个电池簇群体特征，识别异常模式。
- 检索知识库中相似故障案例。
- 综合多维度证据进行因果推断。
- 生成根因分析结论和处理建议。

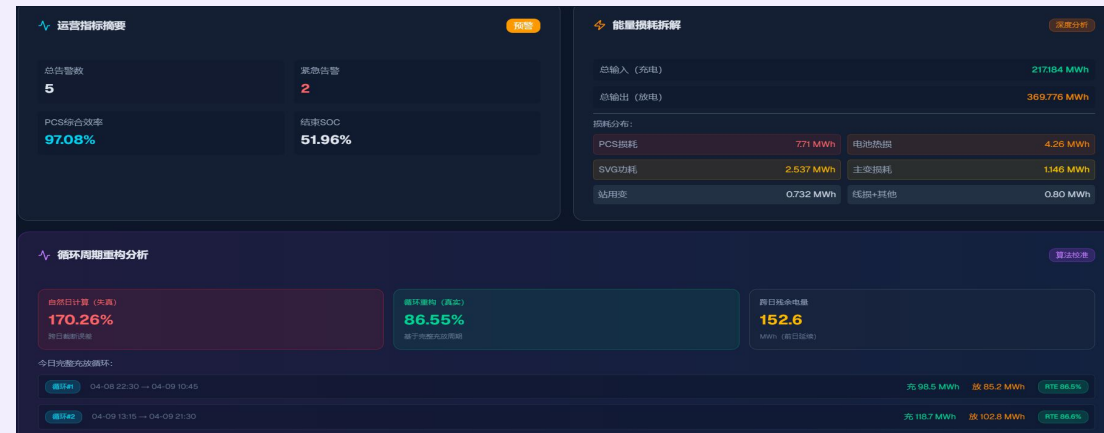
综合结论
电芯一致性劣化 (置信度87%)

03 AI诊断展开推理链

应用场景三：运维日报汇总



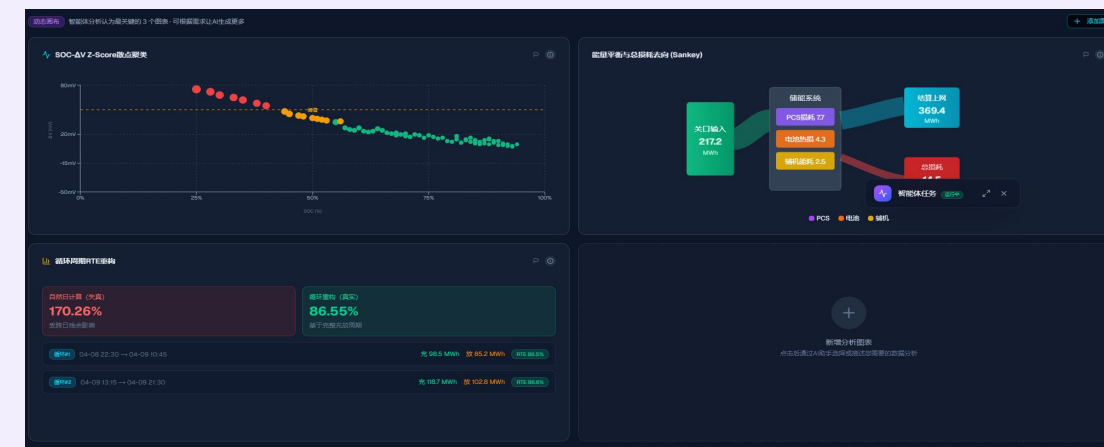
01 智能概览，总结工作重点



02 指标信息汇总



04 保存模板、导出报告



03 智能分析汇总

应用场景四：智能体工作监督

打开智能体任务监测浮窗

智能体任务 运行中 13:20:21

实时状态 历史记录 统计看板

实时指标监测 (16项) 监测中

设备健康度评估 监测中

已完成 3项

- 异常检测分析 14:28 1.8s
- 告警根因分析 14:30 3.2s
- 电池簇#12诊断报告 14:32 2.3s

储能运维智能体 v2.4 系统正常

展开实时监测内容

实时指标监测 (16项) 监测中

实时采集并计算16项核心运行指标, 包括电压、温度、SOC、功率等关键参数。

workflows

- 连接BMS数据源
- 解析实时数据帧
- 计算统计指标
- 阈值超限检测

调用能力

数据采集器 指标计算引擎 阈值监测器

设备健康度评估 监测中

综合评估设备健康状态, 计算剩余使用寿命和维护优先级。

workflows

- 采集设备运行数据
- 计算健康度指数
- 预测剩余寿命
- 更新设备档案

调用能力

健康度模型 SOH估算器 寿命预测器

查看完成任务项

智能体任务 运行中 13:44:24

实时状态 历史记录 统计看板

今日已完成任务 8项

- 异常指标检测 14:30 1.2s
- PCS效率分析 14:25 3.5s
- 电压极差监测 14:20 0.8s
- 温度分布评估 14:15 1.5s
- 设备健康度计算 14:10 4.2s

储能运维智能体 v2.4 系统正常

查看统计看板

智能体任务 运行中 13:47:15

实时状态 历史记录 统计看板

- 156 监测任务 本周 1089 (↑ 12.5%)
- 48 诊断分析 本周 336 (↓ 3.2%)
- 12 告警处理 本周 67 (↑ 25%)
- 28 报告生成 本周 196 (↑ 5.8%)

性能指标

任务成功率 99.2%

储能运维智能体 v2.4 系统正常

成功案例：储能场站智能化转型

业务场景及规模

目前接入储能运维专家智能体系统的**分布式储能场站达20+**，
规模超过**22MWh**；**集中式储能场站规模达400MWh**

核心建设内容：储能专家智能体



储能知识专家

提供储能行业的知识问答能力，
实现**快速赋能员工、提升人效**
的价值



储能运维专家

提供持续的设备异常监盘及电
池性能分析能力，大幅**降低设
备故障时间，提升运维效率**

业务价值体现

运维效率

30%—50% 提升

全天候7×24小时监盘，自动化诊断大幅减少故障排查时间

非计划停机时间

10%—15% 减少

提前发现潜在故障征兆，故障停机时间降低

场站运维成本

5%—8% 降低

数据驱动的运维决策，运维效率稳步提升



私有化

- IT资源自主可控
- 数据安全性、隐私性
- 更高的控制权



公有云

- 订阅式智能体服务
- IT资源无需另外付费
- 高可靠、高可用
- 能力持续迭代进化



混合云

- 高灵活性、可扩展性
- 兼具安全性和隐私性
- 兼具成本效益