

# 光伏运维智能体 解决方案

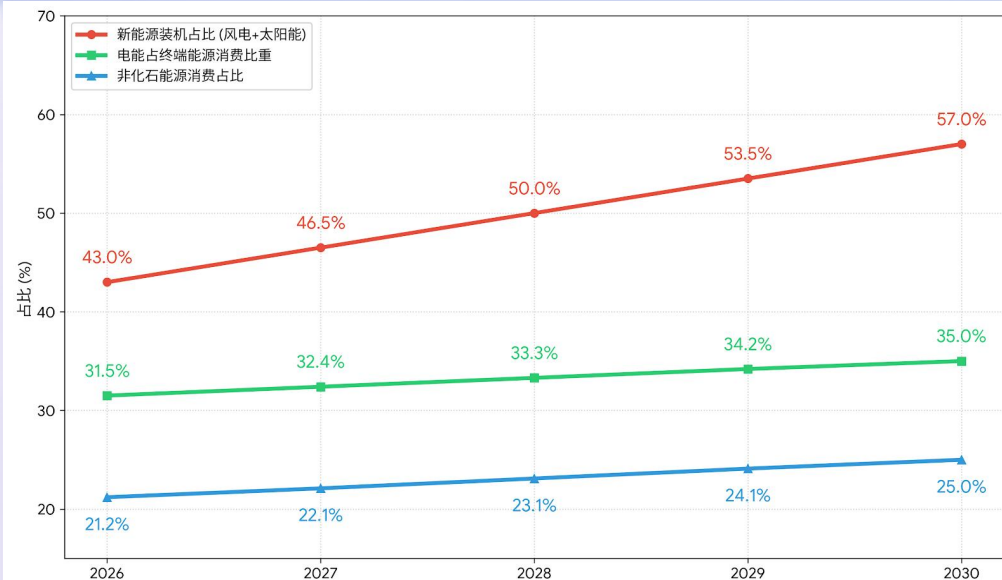
能碳数智化，人工智能大模型技术服务商

智子熹源（上海）科技有限公司

2026

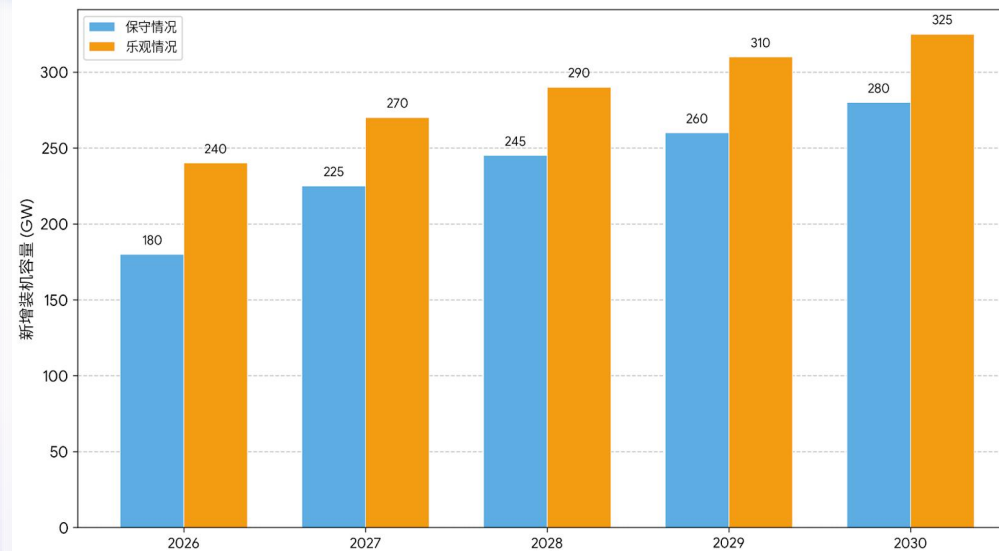


## “十五五” 能源规划三个核心指标趋势预测 (2026-2030)



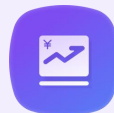
数据来源：国家能源局、电力规划设计总院及“双碳”目标路径预测

## “十五五” 规划光伏新增装机容量预测 (2026-2030)



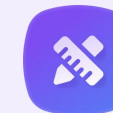
数据来源：中国光伏行业协会 (CPIA) 预测

### 政策驱动，规模激增



- “双碳”战略下，光伏成增长最快电源类型
- 整县推进与工商业分布式带动装机规模爆发


### 传统运维模式失效





- 人工被动式运维难以满足精细化运营的要求
- 痛点：看不清原因、算不准损失、管不好资产


## 核心特点：小·散·异·弱·高

 **小：单站容量小** 装机规模普遍较小，单体功率低


 **散：点位分布散** 地理跨度大，站点分散难以集中管理


 **异：站间差异大** 设备型号、安装环境、运维条件不一

 **弱：运维资源弱** 缺乏专业驻场人员，现场能力有限


 **高：巡检成本高** 人工上站频次高，成本高昂


## 核心挑战：传统运维模式失效

 **数据难治理** 海量低质量数据是智能分析的最大障碍

 **异常难识别** 大量隐性问题未被发现

 **损失难量化** 无法进行科学的成本效益分析

 **经验难复用** 知识无法沉淀和传承

 **决策难闭环** 运维决策缺乏数据支撑

转型方向：从被动响应到主动预测，从经验驱动到智能运维

# 光伏智能运维工具演进的阶段与方向



## 基础监控类产品

### 成熟应用阶段

- 以SCADA/EMS系统为代表
- 痛点：被动响应，缺乏深度诊断



## 单点分析诊断工具

### 快速发展阶段

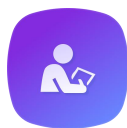
- 功能：清洗计划寻优、组串离散率评估
- 痛点：功能分散，缺乏系统性整合



## 专家智能体

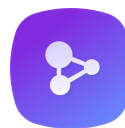
### 创新突破阶段

- 核心：知识库+大模型+智能体协同
- 价值：自主规划、调用工具、执行任务、记忆反馈



## 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

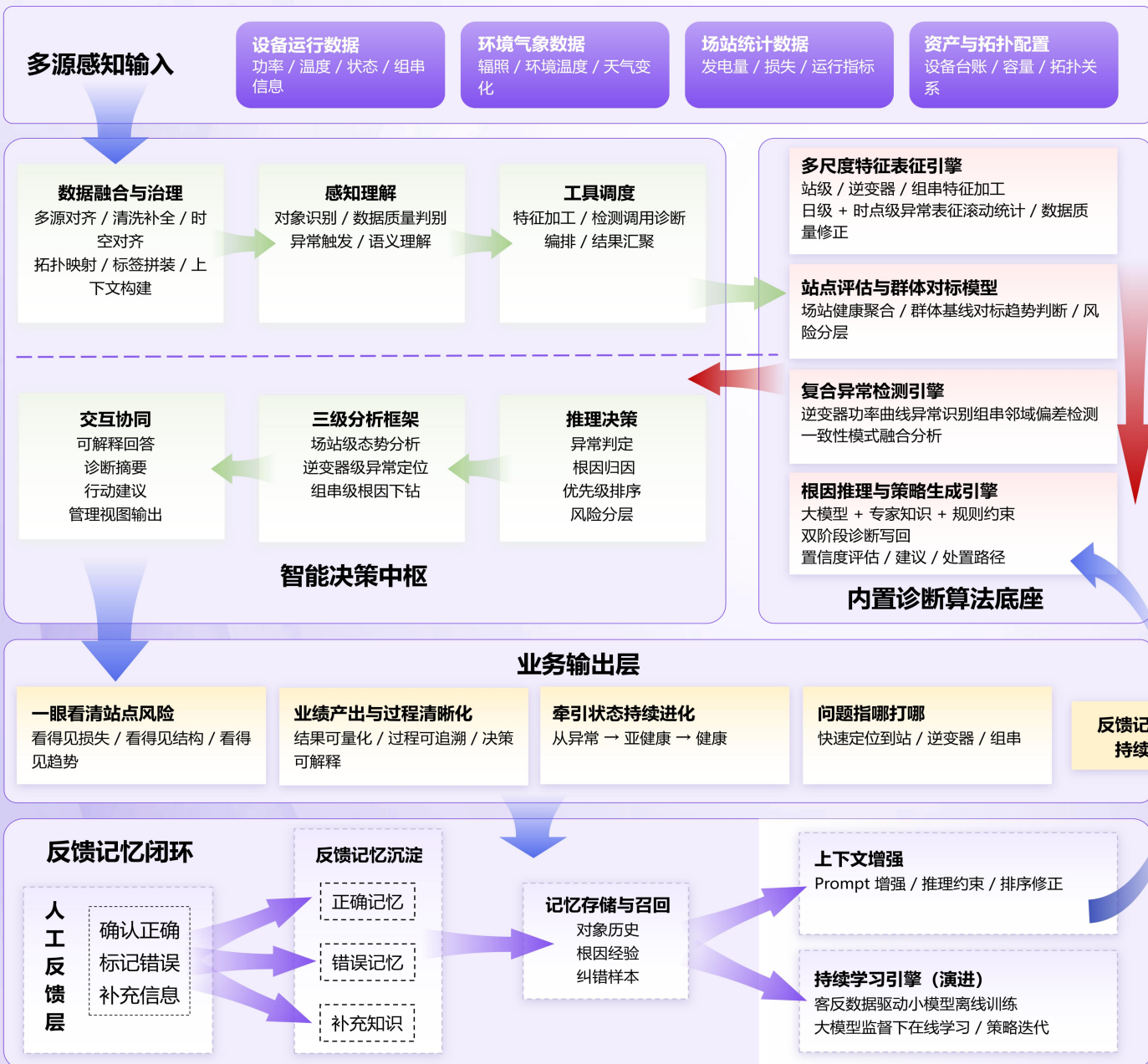


## 生成式AI工具集

知识问答、故障报告自动生成及数据分析应用将全面走向实用化

从“被动响应”到“主动创造价值”，从“单点功能堆砌”迈向“AI驱动的系统性智能运维”

# 光伏运维智能体构建



## 一眼看清站点风险

看得见损失、结构和趋势

## 业绩产出与过程清晰化

结果可量化, 过程可追溯, 可解释

## 问题指哪打哪

快速定位到站、逆变器、组串

## 状态持续进化

异常 → 亚健康 → 健康

## 行动建议与执行联动

建议、Action Guide、优先级待办生成、工单联动、运维协同 (演进)

## 反馈记忆闭环

人工反馈 → 记忆沉淀 → Prompt 增强 → 持续学习, 让系统越用越准

## 多视角 (Multi-perspective)



- **运维管理层视角**：关注场站整体**趋势**及**风险**
- **运维分析层视角**：关注**资源**的**分配**优先级
- **运维执行层视角**：关注**诊断依据**及**行动建议**

## 多颗粒度 (Multi-granularity)



- **场站层级**：解决“**哪个站**值得**优先干预**”
- **逆变器层级**：解决“**哪台设备**在**拖累产能和稳定性**”
- **组串层级**：解决“**造成发电量损失**的到底是**遮挡**还是**接触不良**等”

## 多周期 (Multi-cycle)



- **日维度层级**：关注当下的**紧急问题**是否闭环解决
- **月维度层级**：用时间的连续性来印证**问题是否真实存在**，是否进一步**干预**

### 分布式光伏场站健康看板

当前公司概览: 全部场站 | 日期分析 (7-30) | 月度分析 (7-30) | 2023-03-25

健康场站数量 (个)	昨日 33.33% ↑	亚健康场站数量 (个)	昨日 0%	异常场站数量 (个)	昨日 -33.33% ↓
4		16		2	
总场站数量 (个)	昨日 0%	不参与评估场站数量	昨日 0%	异常场站占比	昨日 -33.33% ↓
22		0		9.09%	
全场站平均健康率	昨日 0.00% ↓	平均故障时长 (h)	昨日 237.5%	损失电量合计 (kWh)	昨日 25.04% ↓
0.00%		0.27		11868.93	

#### 场站健康趋势 (近七天)



#### 场站性能与业务损失关联分析



气泡图中一眼看出最值得关注的场站和各场站性能; 点击跳转到对应的场站看板

#### 异常场站TOP 10 按损失电量降序 (亚健康场站)

场站名称	损失电量(kWh)	状态
1-3#	2886.52	亚健康
1-4#	1952.62	亚健康
1-5#	1897.65	亚健康
1-6#	1715.47	亚健康

#### AI自动生成单场站的诊断报告: 输出根因分析和运维建议

当前数据展示范围: 江西省新余市 | 德惠新能源场站 | 站级健康监测 | 优化展示当前数据

当前数据展示范围: 江西省新余市 | 德惠新能源场站 | 站级健康监测 | 优化展示当前数据

#### 异常场站

2023-03-25 的场站详情

#### AI智能体诊断摘要

- 当日总体情况: 场站处于亚健康状态, 已形成实质性用电损失, 主要受电气性能异常影响。
- 当日损失电量: 当日损失电量约3387kWh, 导致有效利用小时数降低, 发电表现明显低于正常水平。
- 当日异常时间: 异常主要集中在08:10至18:30, 覆盖全天有效发电时段, 对当日发电量影响较大。
- 当日核心问题: 当日核心问题为电气性能异常, 其影响了约76.9%的损失电量。
- 当日行动建议:
  - 建议1: 重点排查全场站电气连接情况, 包括光伏阵列线缆端子、电缆接头等是否存在松动或接触不良。
  - 建议2: 检查并分析主要发电设备 (如逆变器) 的电气参数历史数据, 定位异常波动源头。
  - 建议3: 对现场汇流箱设备及其支路进行绝缘电阻和导通性测试, 排除隐性故障。

### 异常场站统计分析及异常场站损失TOP 10 按损失电量降序 (亚健康场站)

#### AI洞察自动汇总异常及占比, 标注高风险场站, 指导运维优先级

#### 场站分群性能可视化

当前对标场群: 区域

序号	分群名称 (维度对标)	站点数	指标类型	同群组基准值 (平均值   中位数)	高于群组基准值站点数量	低于群组基准值	区域	群组基准值站点数量
1	宁波市	1	PR(性能比)	平均值: 87.90% 中位数: 87.90%	0个	0个	✓	1个
2	宁波市	1	等效发电时长	平均值: 4.18 中位数: 4.18	0个	0个	✓	1个
3	宁波市	1	故障时长	平均值: 0.00 中位数: 0.00	0个	0个	✓	1个
4	宁波市	1	离网率	平均值: 0.00% 中位数: 0.00%	0个	0个	✓	1个
5	慈溪市	7	PR(性能比)	平均值: 82.88% 中位数: 89.20%	4个	3个	✓	0个
6	慈溪市	7	等效发电时长	平均值: 4.21 中位数: 4.60	4个	3个	✓	0个
7	慈溪市	7	故障时长	平均值: 0.00 中位数: 0.00	0个	0个	✓	7个

#### AI智能管理洞察

当前可见范围内共22个场站, 其中异常2个、亚健康16个, 异常占比9.09%。重点关注场站包括沧湖农机专业合作社、沧湖农机专业社、沧湖农机专业社。

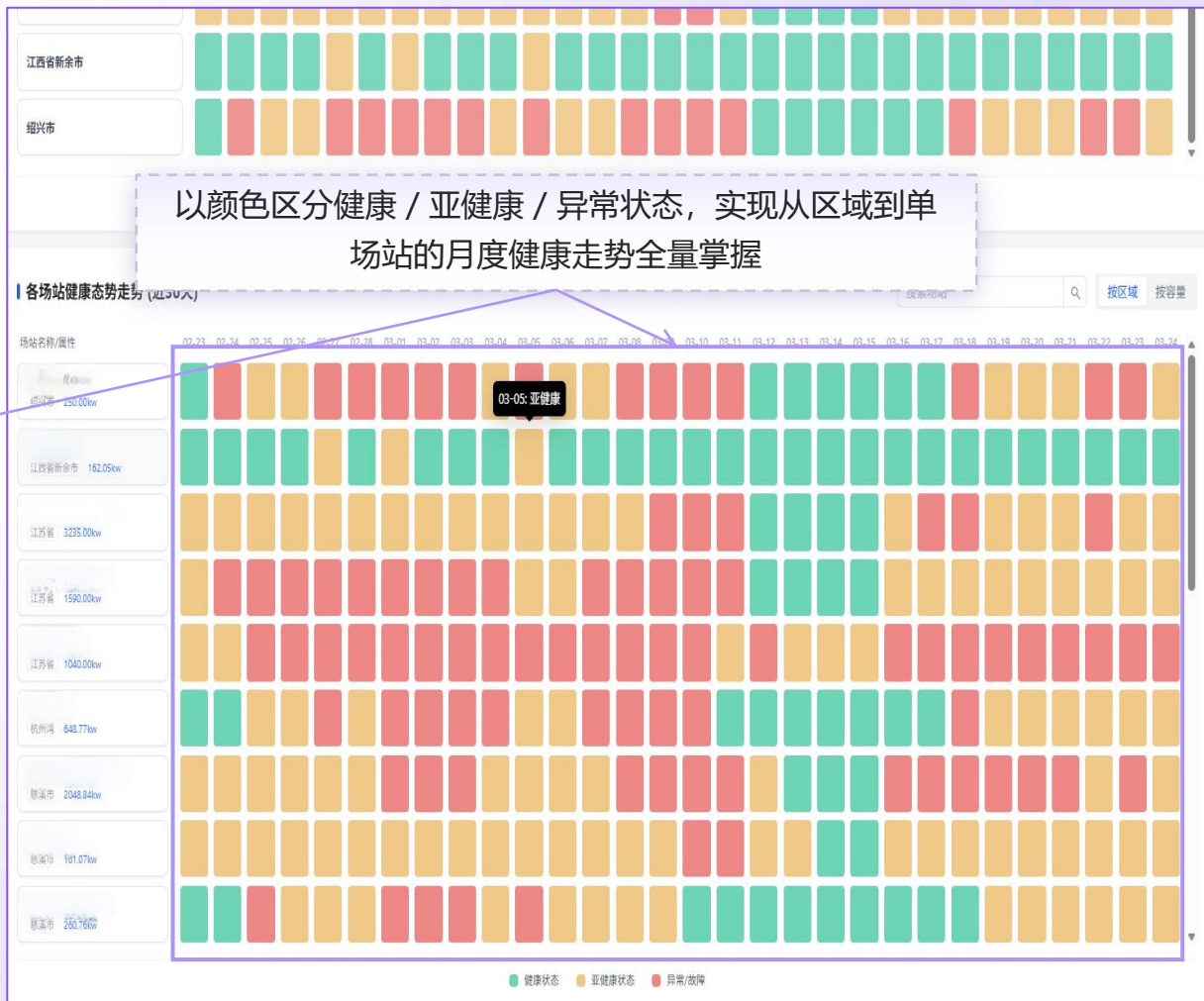
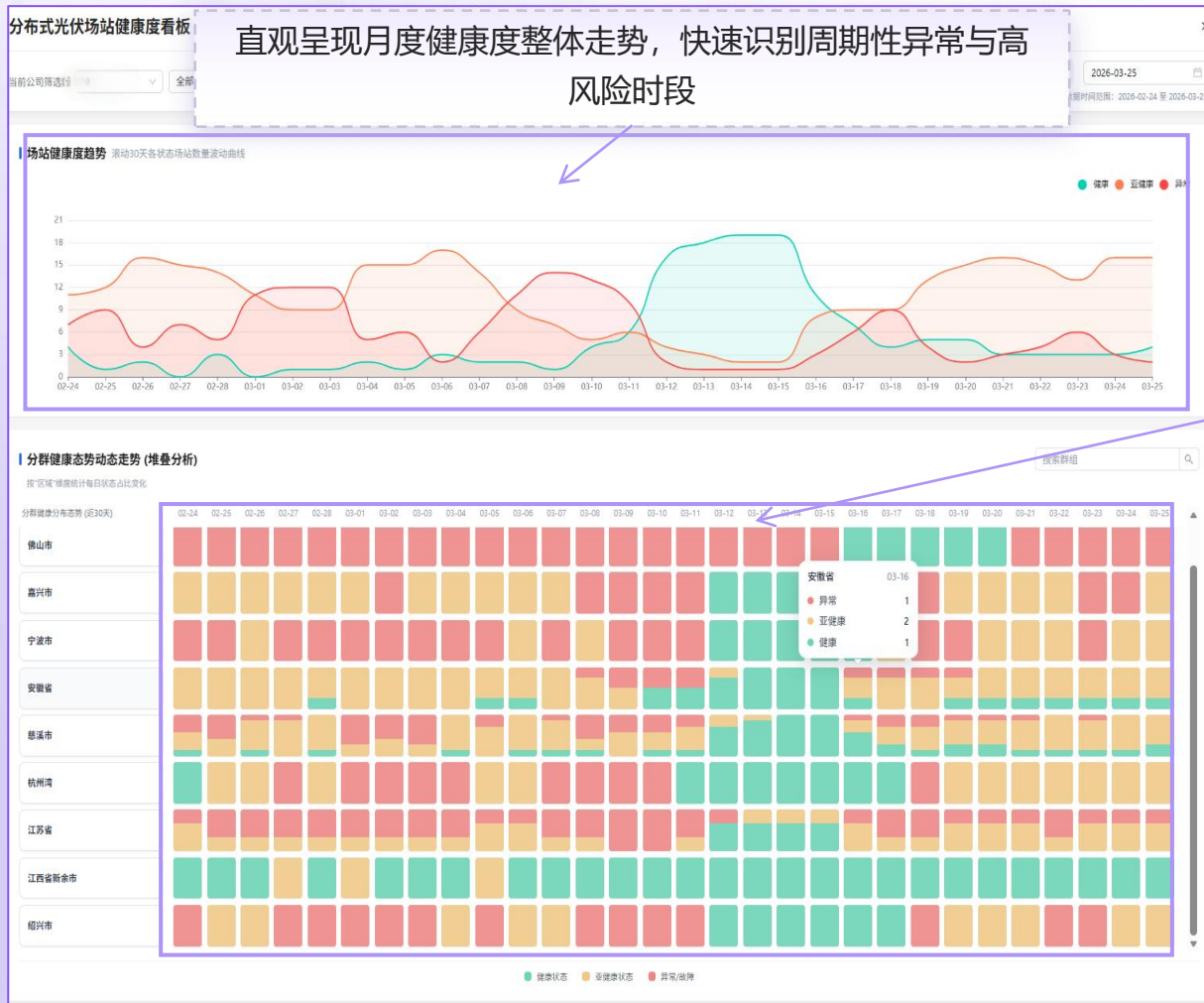
优先行动建议

- P0 优先复核沧湖农机专业合作社、沧湖农机专业社、沧湖农机专业社等高风险场站的现场状态与数据质量。
- P2 持续跟踪异常与亚健康场站的离网率、故障时长和损失电量变化。



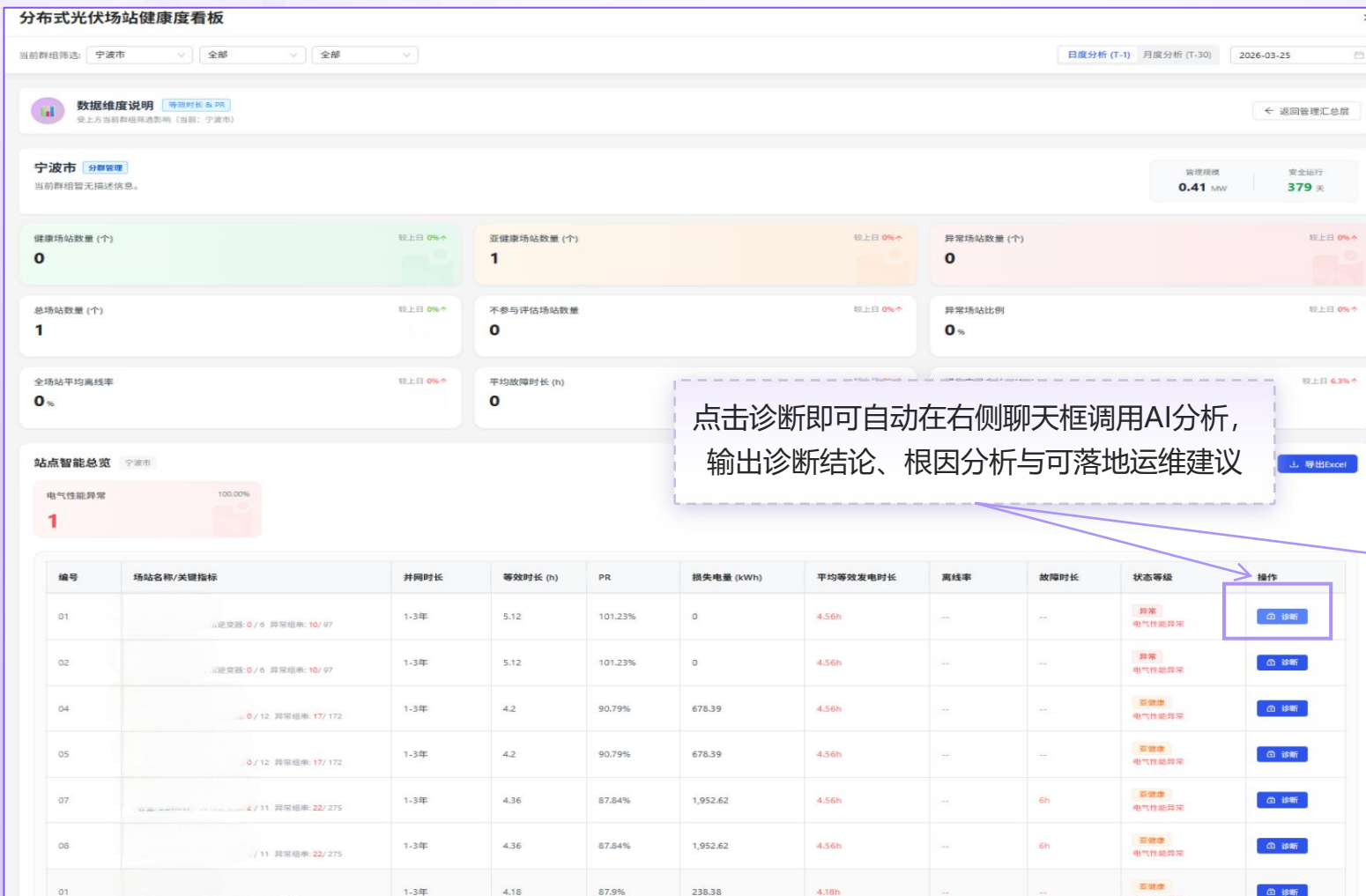
核心价值: 不再是一堆场站指标的堆砌, 而是能快速知道哪个站最值得优先介入  
用 AI 实现场站异常的智能识别与根因指引, 让运维决策更精准、更高效

# 光伏运维专家智能体-管理层视角



核心价值：不是孤立看当天状态，而是结合趋势判断问题是否在积累  
快速锁定高风险区域、高装机、高影响、高风险的重点场站

# 光伏运维专家智能体-分析层视角



点击诊断即可自动在右侧聊天框调用AI分析，输出诊断结论、根因分析与可落地运维建议

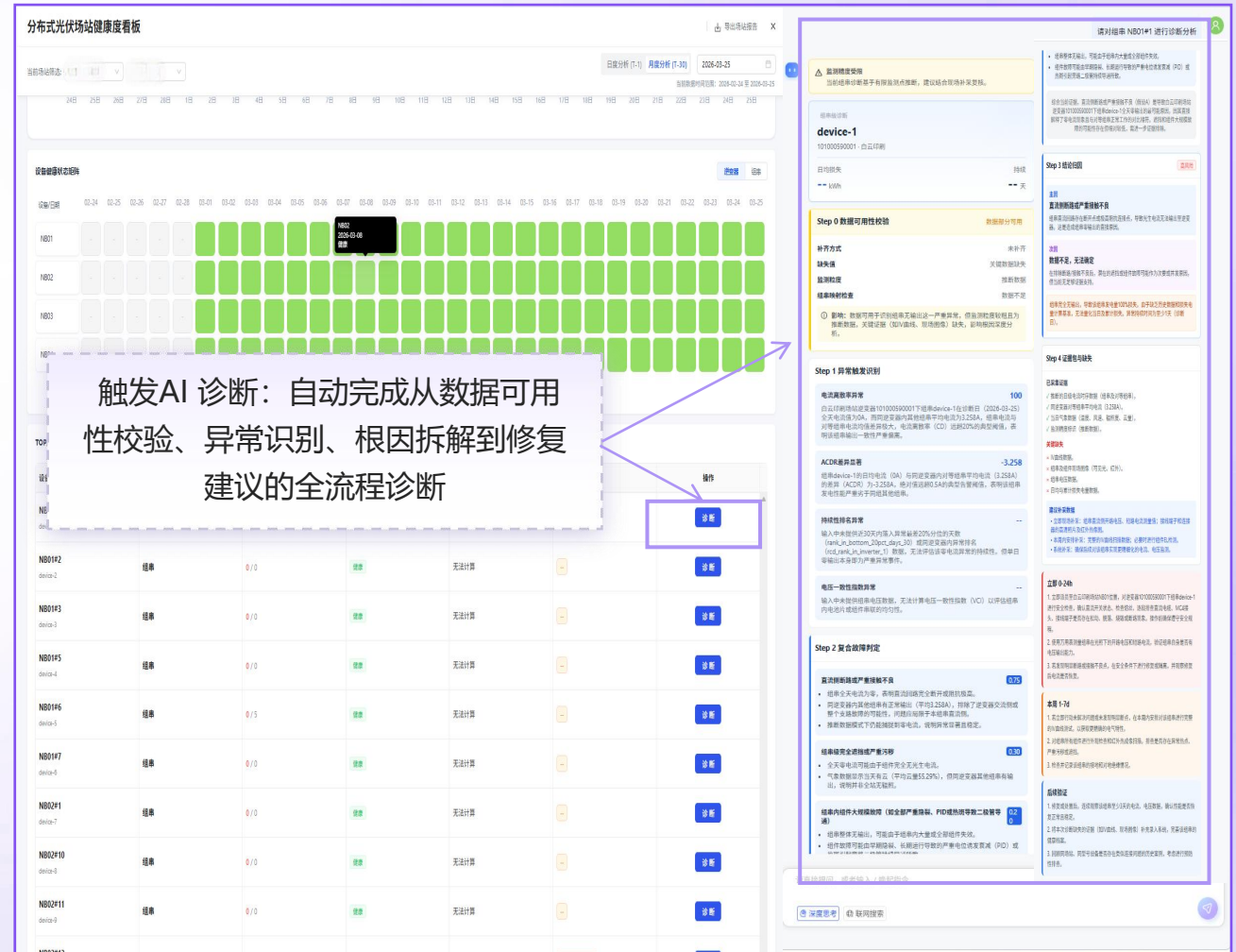
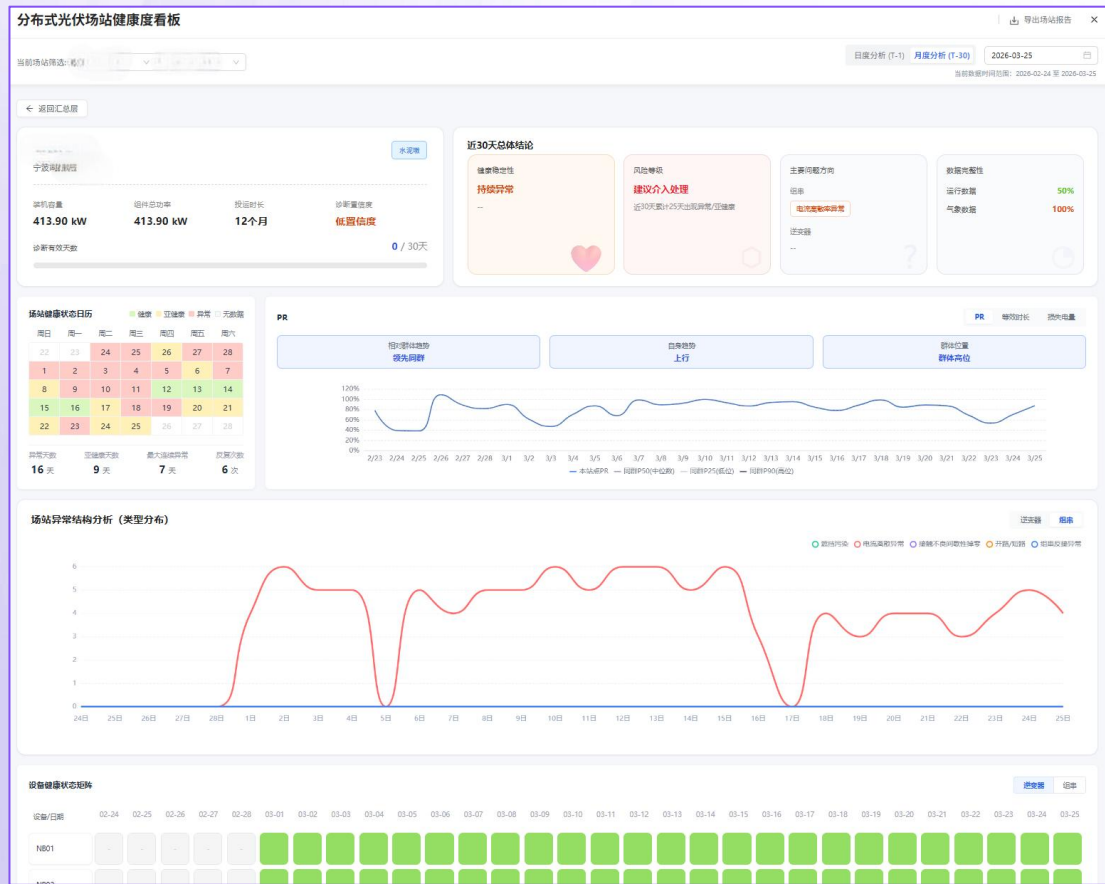


核心价值: 不是只看单点指标, 而是结合群体基线更公平地看表现  
实现从群组概览到单站深度分析的全链路运维闭环





# 光伏运维专家智能体-执行层视角



**核心价值: 自动完成从数据可用性校验、异常识别、根因拆解到修复建议的全流程诊断**  
**将设备级数据直接转化为可落地的运维方案, 实现从风险预警到故障处理的全链路闭环**

# 光伏运维专家智能体-学习反馈机制

### 根因反馈

场站级 逆变器级 组串级

**当前反馈对象**

对象类型	场站	对象名称	STR-01
所属场站		诊断时间	2026-04-21 10:35

**AI 诊断结果**

疑似原因  
**遮挡污染** 置信度 **0.78**

证据摘要  
功率下降 20%，电流不匹配。

本次 AI 诊断结果是否正确？

修正后根因\*

离线或通信异常

若 AI 根因类别判断错误，但对对象层级正确，选择“根因判断错误”

若 AI 把场站问题误判成设备问题，或把逆变器问题误判成组串问题，选择“层级判断错误”

根因判断错误

未识别环境因素

未识别隐蔽性问题

证据不足

层级判断错误

未识别通信问题

未识别人工事实

其他

是否现场确认\*

已现场确认  未现场确认，仅经验判断

反馈作用范围

仅当前场站生效

批量应用到其他场站

详细说明

请输入详细反馈说明...

### 根因反馈

场站级 逆变器级 组串级

共 5 个反馈

选择需要反馈的设备

历史反馈摘要

- INV-001 设备过温效率异常
- INV-003 离线或通信异常
- INV-005 故障停机

**当前反馈对象**

对象类型	逆变器	对象名称	INV-001
所属场站		诊断时间	2026-04-21 10:35

**AI 诊断结果**

疑似原因  
**设备过温效率异常** 置信度 **0.85**

证据摘要  
功率下降 15%，设备温度升高 8°C，电流异常波动。

本次 AI 诊断结果是否正确？

修正后根因\*

请选择修正根因

错误原因 (可多选)\*

根因判断错误

未识别环境因素

未识别隐蔽性问题

证据不足

层级判断错误

未识别通信问题

未识别人工事实

其他

是否现场确认\*

已现场确认  未现场确认，仅经验判断

反馈作用范围

仅当前逆变器生效

当前场站内同类设备生效

包含设备: INV-001, INV-002, INV-004

详细说明

请输入详细反馈说明...

## 反馈记忆增强 (当前)

通过对象历史、纠错经验、补充知识对大模型推理过程做上下文增强。

## 小模型离线训练 (演进)

基于客反数据沉淀高质量样本，对排序、分类或特定场景识别模型做持续离线训练。

## 大模型监督式在线学习 (演进)

基于规则约束、人工反馈和高质量诊断结果，对轻量模型与策略层进行持续校正与在线优化，在保持系统稳定性的同时，逐步提升诊断精度与响应效率。

核心价值：降低误报率，减少无效排查；提升根因诊断准确率，建议更可信；沉淀运维经验，让系统形成长期资产



# 成功案例：光伏场站智能化转型

## 业务场景及规模

目前接入光伏专家智能体系统的**分布式光伏场站达1200+**，规模超过**2GW**。

## 核心建设内容：光伏专家智能体



### 光伏知识专家

提供光伏行业的知识问答能力，实现快速**赋能员工**、**提升人效**的价值



### 光伏运维专家

提供基于AI的故障根因精准定位能力，大幅**降低停机时间**，**减少故障损失**

## 业务价值体现

### 集约化管理效率

**25倍+** 提升

全天候自动分析组件异常，运检设备分析效率大幅跃迁

### 等效发电小时数

**5%—10%** 提升

精准定位故障，可挽回损失大幅降低

### 场站综合收益

**5%—8%** 提升

运营成本降低，收益稳步提升



## 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

## 光伏专家智能体需求问卷



打开手机扫一扫