

NOVEMBER 2025

FMCS 智能化白皮书

上海乐掌



半导体厂务系统的数字化重构与AI驱动进化

123 ANYWHERE ST., ANY CITY

+123-456-7890

WWW.REALLYGREATSITE.COM

目录

行业趋势	03
FMCS 系统生命周期分析	04
AI 模型部署（能耗预测，异常监测，策略优化）	05
智能告警分级与事件流转机制	06
上海乐掌的智能化生态愿景	07
结语	08
关于上海乐掌自动化	09

行业趋势

④ 背景：智能制造的边缘层挑战

- 智能制造的核心在于实现从“数据感知”到“智能决策”的闭环。制造企业普遍在生产与MES层实现了数字化，而FMCS作为连接设备层（PLC、传感器）与管理层（MES、EMS、GMS）的关键“灰箱”，长期处于数据孤岛状态

④ 新趋势：从监控到智能调度；HMI从GUI向LUI转变

- 未来FMCS系统将承担“能耗预测”、“异常预测”、“策略优化”等AI功能，实现可视化监控向自适应控制的跃迁。
- 传统HMI因为LLM(大语言模型)的快速发展以及AI Agent, MCP等技术的应用将从GUI(图形交互)界面转向LUI(语言交互)管理效率将因此大幅提升。

④ 灰箱问题的根源

- 系统老旧：**FMCS架构多基于上个世纪的SCADA模型。许多工厂的系统运行多年，各子系统SCADA版本不一，服务器/工作站系统硬件落后，系统版本老旧。网络架构不合理（无法实现高速传输，冗余架构），断讯多发。
- 程序封闭：**不同的集成商程序不一。部分系统有源程序，部分无源程序。程序中采集点位不全，程序有误，对应点表不一。
- 数据碎片化：**采集间隔不统一，时间戳不一致。
- AI接口缺失：**无统一数据中台，传统系统无法支撑IT及AI调用，边缘推理。
- 管理能力：**厂务人员对IT知识缺乏，OT原理理解不够；业务与技术兼顾的复合型管理能力亟需提升。
- 设计缺失：**系统自设计阶段整体智能化框架缺失。



FMCS 系统生命周期分析

未来企业竞争的核心驱动是技术及管理能力的竞争，AI 驱动的FMCS 系统进化将成为半导体厂运维管理的核心竞争力。因而，对FMCS 系统生命周期把控势在必行。

2.1 生命周期阶段

- a. 建设期：系统设计，管理逻辑定义，数据电表建立，程序编写上线。
- b. 运行期：SCADA 数据采集，监控，报警与手动优化。此阶段厂务人员集中精力确保系统的稳定运行。
- c. 升级期：因技术及业务驱动的原因(如AI 应用，MES 系统对接等)，升级至智能化系统，引入能耗与设备管理效率指标。很多老厂改造在此阶段面临诸多问题。
- d. 智能期：AI 算法，模型嵌入，策略优化，事件流闭环。
- e. 持续进化期：就运维管理中的细节进行持续深化

2.2 目前FMCS 特点

- a. 数据量大，无统一的数据规范：半导体厂（以晶圆厂为代表）数据量多大十至二十万级，数据采集/存储无统一规范。
- b. 管理复杂度高：系统涉及电力，气体，水处理，HVAC，GMS 等20+子系统
- c. 运维人员负担重：日常告警及事件处理繁多，运维人员运维之外，尚需承担多种会议，报告，报表工作，工作繁重。

2.3 现存FMCS 智能化痛点

- a. 新厂建设：目前多数新厂建设从设计院设计开始到系统上线运行，基本延用之前的FMCS 架构。无数据及智能运维AI 规划。上线后进行智能化升级时频遇网络，硬件，软件瓶颈；在此基础上升级后，灰箱问题不断。
- b. 老厂改造：ROI 不清晰，灰箱问题
- c. 框架设计：智能化化建设需先设定清晰的实施目标与评估标准，在此基础上进行整体设计。可分步实施，阶段性进化。

2.4 智能化带来的新价值

- a. 提升设备稼动率与能源效率
- b. 降低人工巡检与告警误报
- c. 实现厂务系统的“自学习”与“自优化”

AI 模型部署（能耗预测，异常监测，策略优化）

④ 3.1 能耗预测模型

- 建立机理与运行能源基线
- 基于时序数据预测能源趋势（电，气，水），可与能源基线对比
- 采用LSTM, Transformer 等深度学习架构
- 输出节能优化建议与阈值告警

④ 3.2 异常监测模型

- 通过残差分析与聚类算法识别非正常模式
- 可提前发现设备性能衰退
- 结合告警系统实现智能筛选。

④ 3.3 策略优化模型

- 建立设备运行策略表与控制参数模型。
- 利用强化学习实现自动调参
- 支持模拟仿真与安全回滚机制。

智能告警分级与事件流转机制

④ 4.1 建立告警分级体系

- Level1: 设备告警 (即时响应)
- Level2: 系统告警 (需厂务工程师评估)
- Level3: 预测性告警 (AI 模型触发)

④ 4.2 智能流转机制

- 告警与历史事件自动关联
- 通过语义模型自动分类
- 支持闭环反馈与优化学习

④ 4.3 预期效益

- 告警数量减少30-50%
- 响应时间缩短40%
- 异常复现率下降 20%

上海乐掌的 智能化生态愿景

作为国内领先的厂务系统集成与数字化转型服务商，上海乐掌持续构建一下三层生态：

- 1) 系统集成：聚焦FMCS(SCADA),GMS,EMS 系统设计与实施
- 2) AI 数据中台：提供数据中台建设，AI 模型库，数据治理与智能分析引擎
- 3) 产业协作：联合半导体厂，高校，设备厂商与AI 公司共建智能厂务生态实践公司愿景：

让每一个厂务系统都具备“自我学习与自我优化”的能力

让智能化成为半导体制造业持续创新的底层引擎

结语

FMCS 智能化不只是系统升级，而是认知体系的进化。

它将传统“监控，响应”模式转化为“预测-优化-协作”体系

推动厂务从隐形支撑走向战略核心

未来，随着AI-Agent，自学习系统与数字孪生的成熟，

厂务智能化将成为半导体厂可持续竞争力的一部分

上海乐掌将：

致力于构建以AI 技术驱动的智能厂务系统，

助力半导体产业实现“从稳定到卓越”的跃迁。



Aaron Loeb
上海乐掌 CEO





关于上海乐掌自动化

上海乐掌自动化是半导体厂务系统专业IOT 集成商，致力于为客户提供提供一站式厂务运维管理系统的自动化(OT)与数字化 (IT) 解决方案。

上海乐掌目前服务于多家头部Fab 厂，PCB 厂，硅片厂及其他科研单位，从现场施工，PLC/SCADA 编程，到数字化升级，AI 应用，我们的技术，软件和服务帮助客户管理和优化运营。

公司以“客户为中心”作为企业核心价值观，坚持以客户为想到，力争成为最懂工艺，数据及AI 应用的系统集成商/产品服务商，为客户提供最大的数据价值，业务价值。

 www.reallygreatsite.com
 hello@reallygreatsite.com
 123-456-7890