中控·SUPCON

工业AI定义下一代工业

中控技术自主运行工厂创新实践

—— 让工业更智能，让客户更成功 ——



股票代码：688777.SH | SUPCON.SW

流程工业生产运行面临的挑战



- 装置开/停车
- 设备切换
- 负荷升降
- 牌号切换



- 原料变化
- 热值变化
- 设备性能变化
- 公用工程波动



- 产品质量一致
- 产品收率最高
- 产品单耗最低
- 产品切换过渡料最少



- 人力成本升高
- 依赖操作经验
- 操作失误很难避免
- 操作标准化程度低

AI时代将重构下一代工业生产运行方式

“靠人、靠经验、事后处置”转向“靠数据、靠模型、事前预防”

过去 以人为核心的生产运行方式

- **人看数据** 监控各种数据
- **人做判断** 依靠经验决策
- **系统执行** 按指令运行

未来 以AI为核心的生产运行方式

- **工业数据** 持续感知
- **AI持续** 分析与预测
- **生成决策** 优化方案
- **控制系统** 精准执行
- **人类监督** 异常接管

工业AI的使命：不是“辅助人”，而是推动工厂走向更高水平的自主运行

工业AI已经开始进入生产

中控技术2024年开启工业AI转型之路



做工业AI，绝不是为了赶时髦、追热点

而是基于我们多年的工业技术经验、数据积淀、知识积累

“工业AI”（Industrial AI）人工智能技术在工业领域的应用，为用户创造革命性、颠覆式的价值

让全球流程工业工厂都能运行在最优的状态！

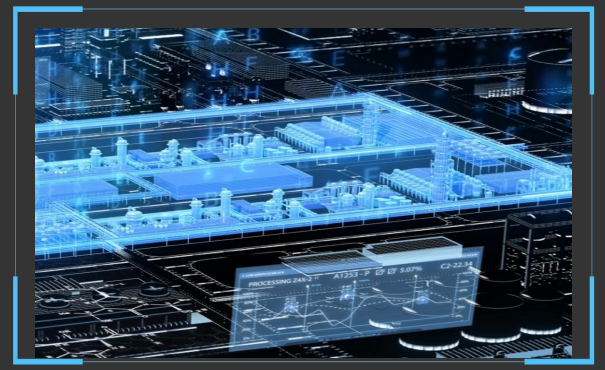
中控使命：让工业更智能，持续助力流程行业工厂从自动化向自主化迈进



传统工厂

自动化

AI 驱动工业革命



智能工厂

自主化

智能工厂：AI大模型驱动的“1+2+N”企业运营新架构

N个智能体

销售模型 | 采购模型 | 财务模型 | 合规审计模型 | 预测性维护模型 | 生产工艺优化模型 | 科研模型 | n模型 …

2个自主化

自主运营（AOE）Automous Operation Enterprise

自主运行（AOP）Automous Operating Plant

1个AI数据基座

DATA：专业知识/经验/数据

AI底座

AI算力中心

自主化：打造生产的“自动驾驶”—“自主运行工厂”



什么是自主运行?

“自主运行”是对比于“汽车自动驾驶”概念而提出的，是智能工厂生产运行状态的描述。

通过构建”感知—评估—决策—执行”自主闭环及兜底保障体系逐步减少乃至消除人工日常操作与决策介入，实现最优生产的工厂运行新范式。

人员角色转型

从“多人值守”转向“机器自主”，系统7×24小时自动感知、评估、决策与执行，释放人力从事更高价值工作。

运行目标升级

从“维持稳定”到“追逐最优”，系统动态寻优多目标平衡，实现能耗、收率、设备寿命等综合最优。

安全防线加固

从“被动防护”到“主动免疫”，基于高质量数据与预测能力，提前预警设备故障，准确率超98%，避免非计划停车。

生产状态自监督 看得清

安全、工艺、质量、设备与效益 7×24 小时不间断监督与评估

多变工况自调整 管得住

自动识别负荷、牌号、原料等变化，自适应调整控制策略与设定值

解决方案自生成 调得好

基于知识语料与 AI 大模型，针对新问题自动生成处置方案

运行效果自洞察 看得清

报表、指标与运行洞察自动生成，量化运行水平与优化空间

异常工况自处置 管得住

异常早期预警、根因分析，按预案自动或半自动执行处置

全局操作自优化 调得好

持续追踪最优操作点，在线寻优与卡边优化

自主运行工厂目标

内操智能化、外操无人化、决策智慧化 -> 打造全岗位AI员工，实现全价值域收益



AI员工

AI安全工程师
风险预警、报警管控 、异常与应急处置

AI设备工程师
健康评估、故障预测、异常诊断与处置

AI工艺工程师
关键工艺参数预测、 稳态与动态操作优化

AI控制工程师
大时滞强耦合等复杂场景自适应控制

AI质量工程师
关键质量指标精准预测、质量分析与追溯

AI资深操作员
生产全流程正常与异常多工况自主操作

安全·零事故
预警提前量 分钟→小时级
报警处置时间缩短60~80%
应急响应效率提升70%

效益·降本增利
产品收率提高0.5~1.5%
过渡料减少20-30%
非计划停车减少30-50%

质量·一致性
波动范围降低30-40%
化验频次降低50%以上
质量问题定位小时→分钟

低碳·可持续
综合能耗降低0.5~1%
单位产品能耗降低1~3%
碳强度降低1~2%

设备·可靠
故障预警提前量分钟到小时级
检修成本降低20-30%
OEE提升5-10%

操作·少人
一线生产人效提升50%以上
动态过程操作时间缩短20%以上
操作频次降低90%

自主运行不是概念，而是可分级、可度量的生产能力

AOP (Autonomous Operating Plant) = 面向工厂生产运行的自主运行系统





从人主导运行

逐级走向AI主导运行



全自主	完全自主
高度自主	特定场景的自主运行
条件自主	有条件的自主运行
智能辅助	人机协同
数字辅助	操作辅助
人工运行	无自主性

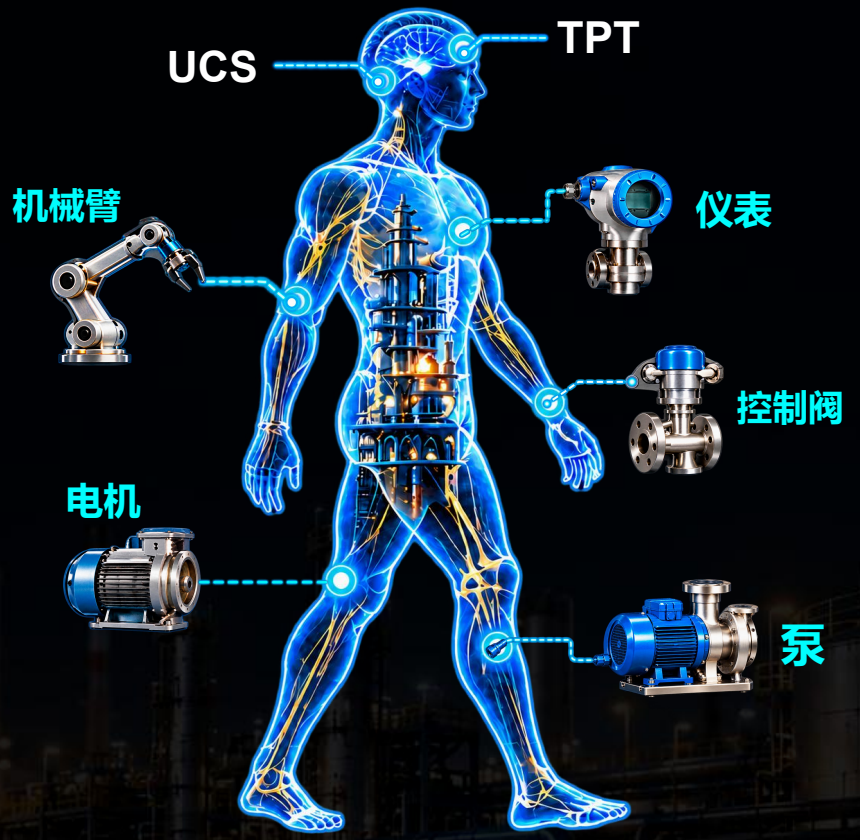
AOP的目标：持续提高自主运行等级

中控自主运行解决方案AOP(Autonoumous Operating Plant)系统

一个执行中枢



广泛连接　充分协同　精准执行



一个决策大脑



理解状态　推演未来　评估后果

深度理解工艺　实时感知状态　精准预测趋势　自主决策执行

自主运行工厂需要什么样的大模型?

LLM
大语言模型

知识问答

信息生成

代码生成

……

CV
视觉大模型

缺陷检测

外观检测

图纸生成

……

TSM
时序大模型

异常诊断

评估分析

运行优化

控制优化

瓶颈分析

……

TPT时间序列大模型：自主运行的“决策大脑”

TPT是中控自研的时间序列大模型，基于混合专家模型MoE架构，从海量时序数据（如设备运行曲线、物料反应周期、质量波动趋势）中学习工业运行规律，以时序数据理解工业、预判未来，实现生产自主优化控制。

独创算法

唯一基于工业时序数据的AI大模型

安全可靠

符合流程工业第一性原理的可靠模型

自主运行

可在各类生产工艺场景闭环应用



数据
问题
痛点
需求





TPT™ 2024.6.5 全球首发 I 2025.8.28 TPT 2.0

TPT时间序列大模型的应用技术路径

数据采集及处理

连续重整

质量数据

氯碱

设备数据

.....

运行数据

常减压

模拟数据

数据

数据时间对齐

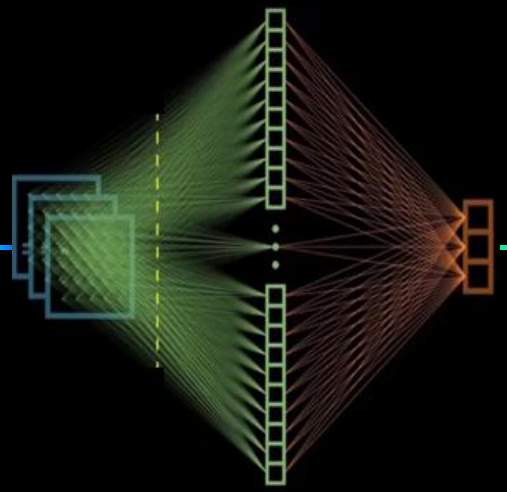
数据标准化

数据集划分

多数据融合

预训练

融合物理信息的神经网络
编码-表征学习
深度神经网络+物理约束方程



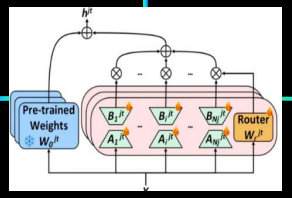
TPT算法框架

- MoE混合专家模型
- 第一性原理

泛化能力更强

微调

目标装置数据





预测

回归

分类

准确性更高

智能体应用

- 智能预警
- 质量预测
- 智能控制
- 稳态模拟
- 运行优化
- Redesign

多场景适配

TPT工业AI基座平台：把分散的AI能力沉淀为通用能力

沉淀AI通用能力，减少定制化开发，让能力可复用、可组合、可快速交付

能力复用难

AI能力定制化多

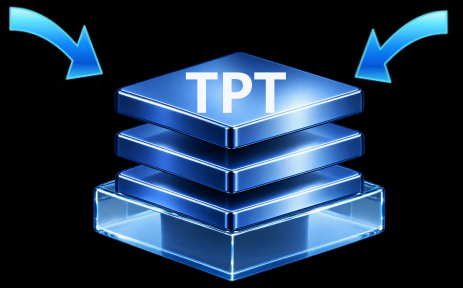
- **场景差异大**
- **定制开发多**
- **能力碎片化**

行业工艺知识

- 工艺机理
- 操作经验
- 专家知识
- 运行规程
- 故障案例
- 知识图谱

工业领域知识与数据驱动

工业AI基座平台



海量工业数据

- 过程数据
- 报警日志
- 设备状态
- 实验表征
- 操作规程
- 检维修数据

五大通用能力（SCOPE）

- **模拟**
- **控制**
- **优化**
- **预测**
- **评估**

通过工业Agent集群实现自主运行

- ✓ 装置稳定状态
- ✓ 参数波动趋势
- ✓ 信号异常情况
- ✓ 指标变化趋势
- ✓ ……

- ✓ 异常自主处置
- ✓ 变化自主调整
- ✓ 智能预测控制
- ✓ 区域协同控制
- ✓ .....



- ✓ 生产绩效评估
- ✓ 运行态势评估
- ✓ 设备健康评估
- ✓ 控制性能评估
- ✓ ……

- ✓ 稳态操作优化
- ✓ 操作路径规划
- ✓ 绩效改进决策
- ✓ 异常干预决策
- ✓ ……

设备异常预警Agent	复杂控制Agent	催化剂寿命预测Agent	生产调度自主决策Agent	计划与调度优化Agent
危险源智能预警Agent	高级智能控制Agent	质量预测Agent	供应链协同优化Agent	操作路径优化Agent
工艺参数预测预警Agent	质量预警Agent	设备预测性维护Agent	自动升降负荷Agent	能源优化Agent
质量预测预警Agent	PID回路整定Agent	PID回路监控Agent	周期性操作Agent	工艺参数优化Agent
报警治理Agent	设备一键启停Agent	设备运行周期预测Agent	区域协同优化Agent	质量与成本优化Agent

中控工业AI技术已广泛应用于流程工业工厂自主运行



中煤远兴气化装置一体化AI大脑项目

煤化工行业**首个**气化炉AI大脑

伊泰化工气化炉智能优化项目

数智赋能清节能源和化工产业

榆林化工乙烷制乙烯装置“智慧大脑”项目

推动“**数智中国石油**”建设步入快车道

万华化学烟台基地全厂“无人调度”项目

打造“智能调度”行业新标杆

湖北兴瑞自主运行工厂项目

全球**首个**自主运行工厂**AOP**落地项目 AOP

京博石化沥青装置自主运行项目

AI赋能铸就沥青产业世界核心竞争力 AOP

湖北三宁硫酸/双氧水装置无人值守项目

打造行业内**首家无人值守**的硫酸装置 AOP

万华化学（宁波）氯碱装置自主运行项目

打通AI落地的“最后一公里” AOP

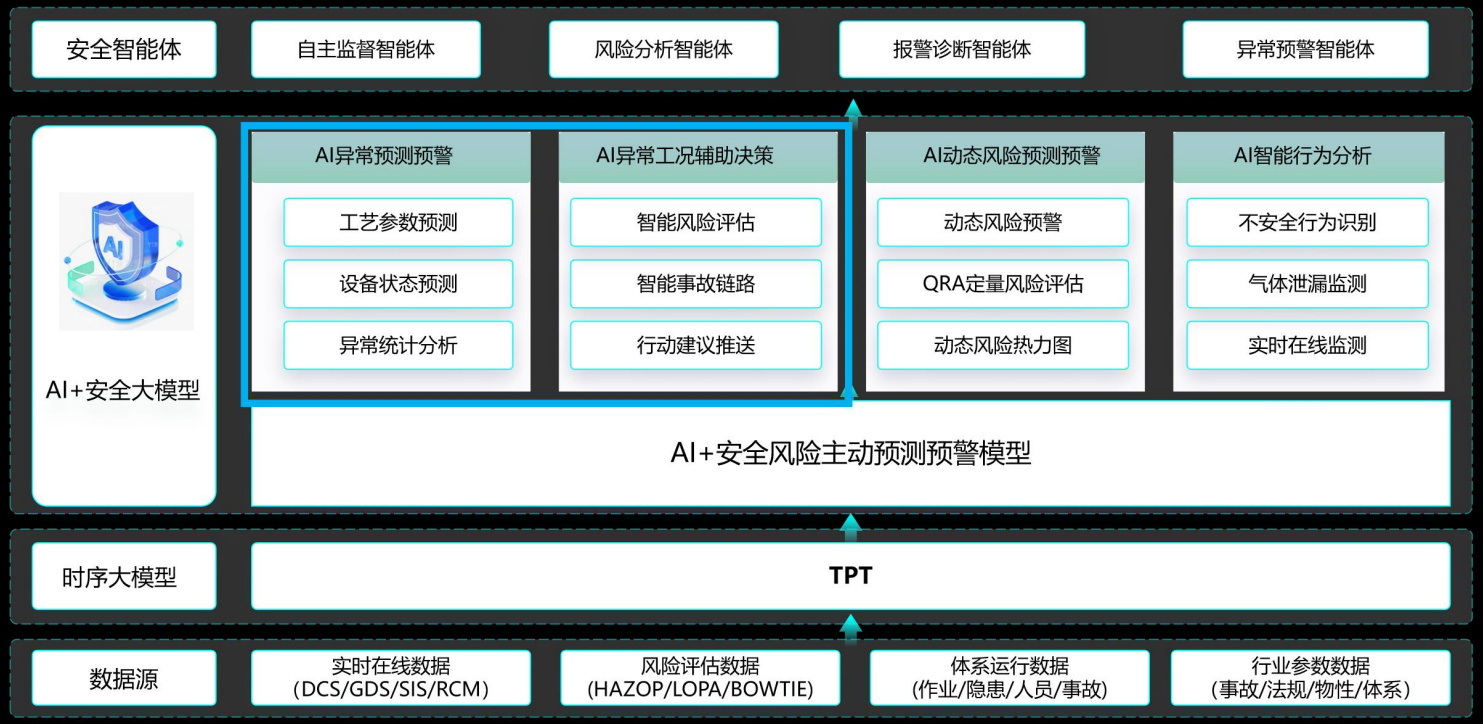
广西华谊能化生产装置安全运行与优化项目

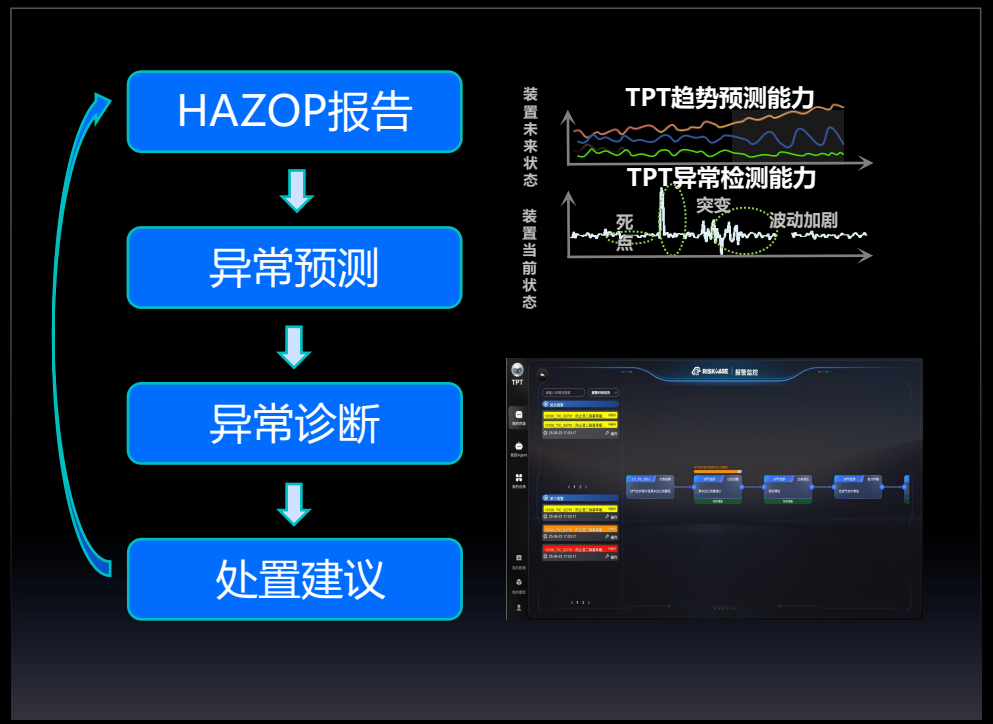
AI赋能煤化工产业智能化升级**标杆**

镇海炼化催化裂化装置运行优化项目

打造**世界级、高科技、一体化**绿色石化基地

场景级实践：AI+安全 - 某气化装置风险主动预测预警







小时级
预警提前量

60-80%
报警处置时间缩短

80%+
隐患识别效率提升

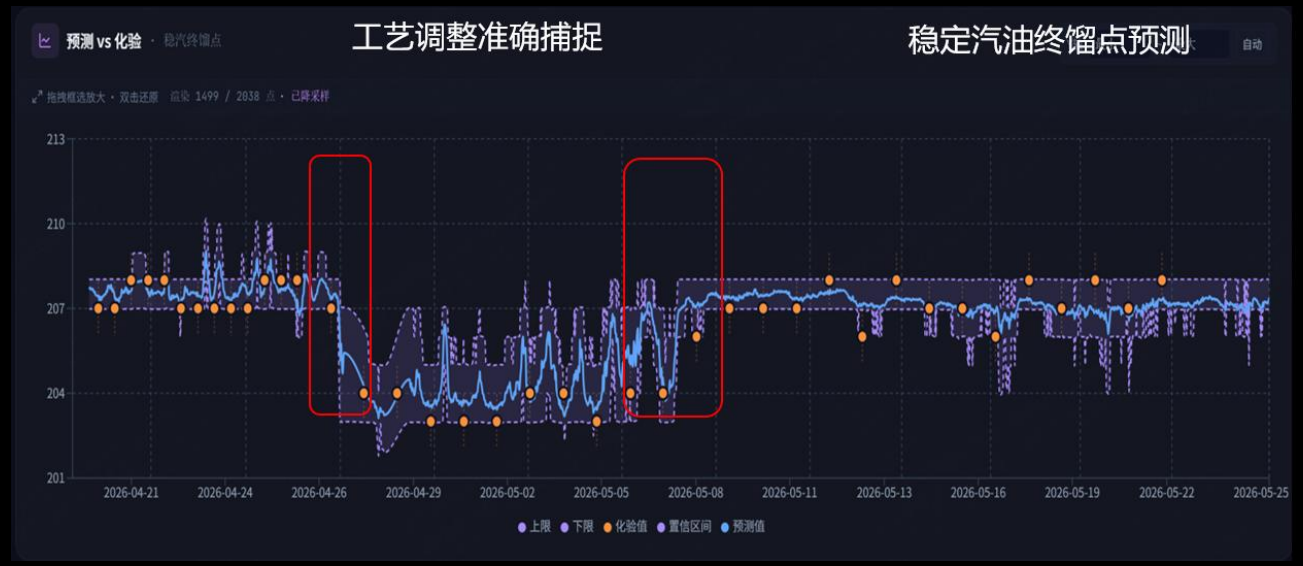
70%+
应急响应效率提升

50%+
巡检人力投入降低

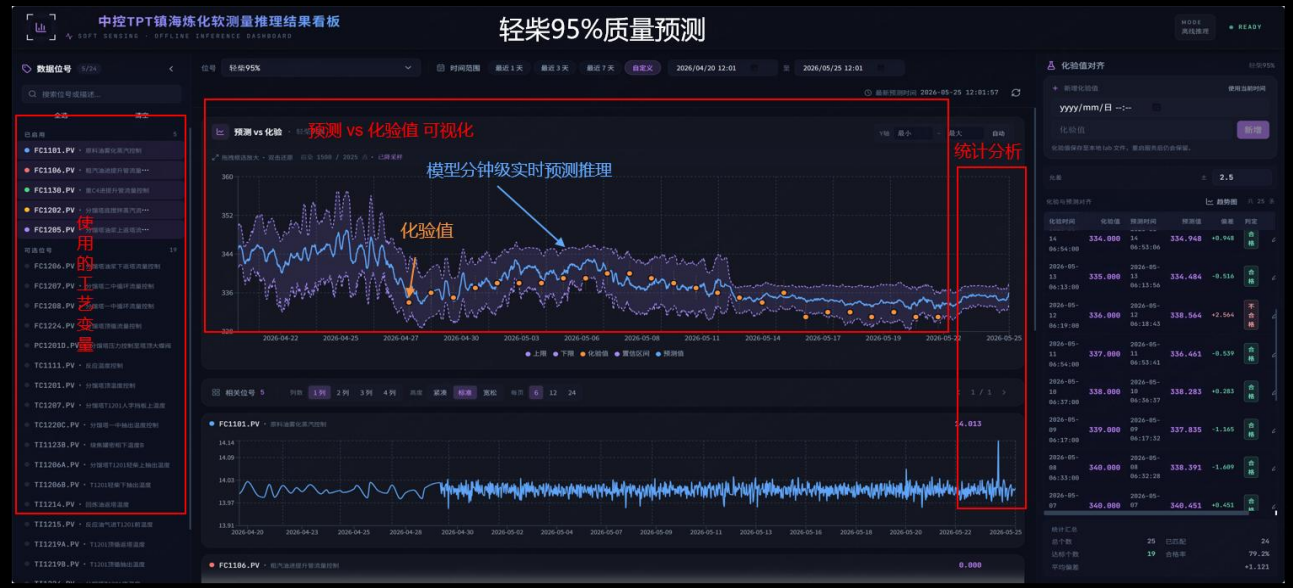
60%+
非计划停机

场景级实践：AI+质量 - 某炼化企业关键质量预测

汽油质量预测



柴油质量预测



基于历史数据和化验分析数据，应用TPT创建质量预测智能体，对关键产品质量进行**分钟级预测**（已完成10多个关键产品的质量预测）。

降低化验频次

20%+

降低化验分析频次，节约化验成本，提高生产效率

提高产品收率

0.2%+

优化装置运行，优化产品结构，提升高附加值产品收率，提质增效

综合效益提升

500+万元/年

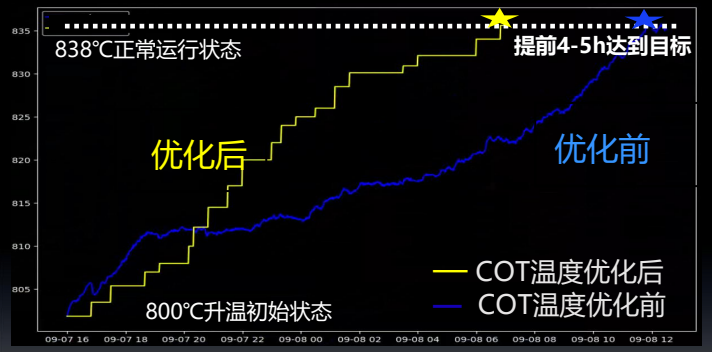
预警准确率95%+
化验成本降低
高附加值产品收率提高

场景级实践：AI+效益 - 某化工企业乙烯裂解单元优化

单炉投炉升温操作路径规划效益提升

190万/年

800℃→838℃升温详细路径规划



关键质量指标变化CO趋势稳定控制

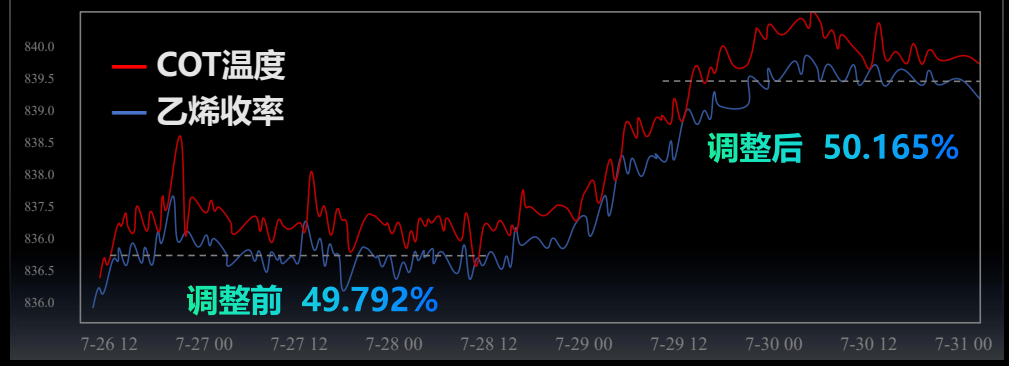


- 经离线数据验证，在满足碳二加氢入口CO浓度变化速率小于10ppm条件下，**预期投炉时长可缩短≥25%**
- 25年11月现场开环测试，成功指导COT由800℃安全快速地升至838℃，**较2025年5月检修后投炉平均时长8.7h缩短36.8%**

裂解炉乙烯收率操作优化效益提升

1500万/年

5#裂解炉COT温度、乙烯收率变化趋势

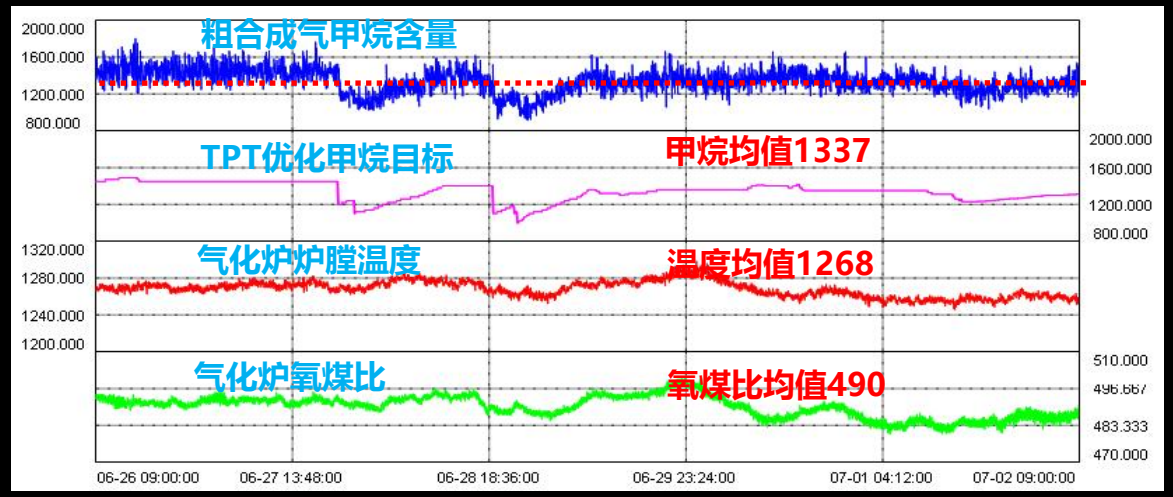


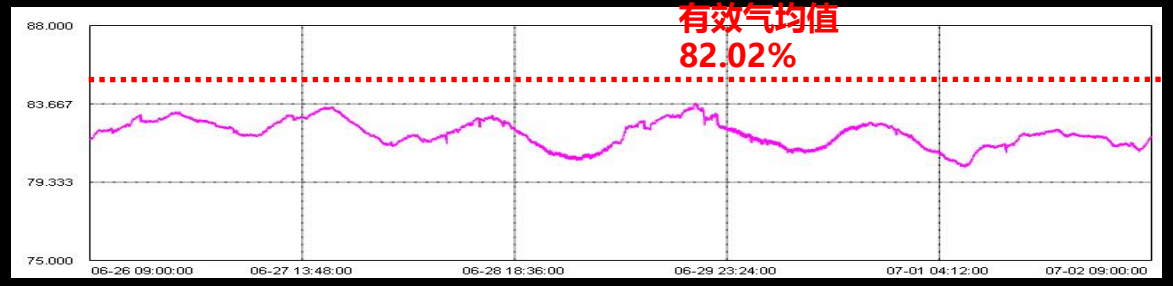
- 裂解炉管结焦速率预测，提前72小时早期异常预警
- 25年7月现场开环测试，在结焦速率可控的范围内，**提升单炉乙烯收率0.373%，单炉净收益315.5万/炉/年**，预期整体效益提升≥1500万元/年。

重塑乙烯生产运行模式，打造乙烯智慧“大脑“，实现自主管控、提质增效

场景级实践：AI+效益/低碳 - 某煤化工企业气化炉效益提升

依托TPT时间序列大模型完成自适应工况优化调控，精准调控粗合成气甲烷组分，优化气化燃烧工况，稳定合成气品质，形成闭环管控，提升有效气产量。





比煤耗降低

1.18%

年度节约原煤总量

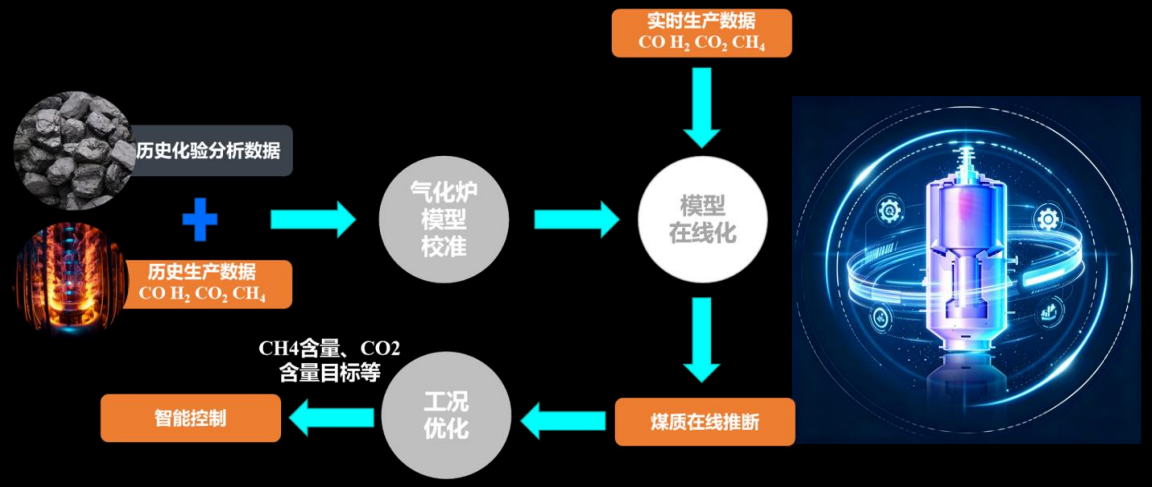
5000+吨

单炉年度直接经济效益

320万元

单炉年度CO2减排

11000+吨



构建识别 - 评估 - 决策 - 执行一体化的气化炉闭环优化智能体

场景级实践：AI+调度 - 工业AI助力实现调度无人化

全域状态感知
实时监测全厂数据，智能诊断设备与工艺状态

动态评估预测
预测异常发展趋势，评估风险

管网、公用工程与装置

指令自动执行
调度方案转化为执行指令并闭环反馈

自主调度决策
融合多源数据，自主生成优化调度方案



- 日常调度
- 应急调度
- 计划下达
- 调度优化



70%
人工调度减少

85%
应急处置时间缩短

90%/年
决策效率提升

“专家经验”+“机理模型”+“数据模型”结合，解决传统调度高度依赖人员经验、指令传递效率低的痛点

多场景级实践：助力某炼化企业领航级智能工厂全价值链建设



TPT应用成效：

20+
覆盖核心生产场景

8万吨/年
碳排放降低

2000万元/年
阶段性经济效益

多场景级实践：助力某炼化企业领航级智能工厂全价值链建设

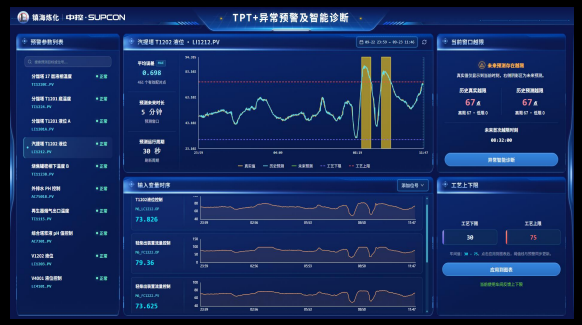
动静仪表设备自主监督全覆盖

TPT融合工艺数据、设备状态及专家知识与故障库，实现异常智能预警及智能诊断，打造全厂全设备域数据底座，全面开启**“数据+AI+决策”设备健康管理新模式。**



工艺异常预警诊断分析与决策

TPT 通过预测工艺参数未来趋势，动态识别耦合关系，提前**5-10分钟**进行异常预警，智能诊断异常因果链，智能决策处置建议。



催化装置关键质量指标预测

基于历史数据和化验分析数据，应用TPT创建质量预测智能体，对关键产品质量进行**分钟级预测。39项关键质量指标，20%频次降低，减少采样2000+次/年。**



催化装置产品质量控制闭环

TPT质量Agent贯通质量预测、工艺推理与智能控制系统闭环调节，通过工况感知、安全校验、持续监控与异常阻断，实现安全可控的智能质量控制



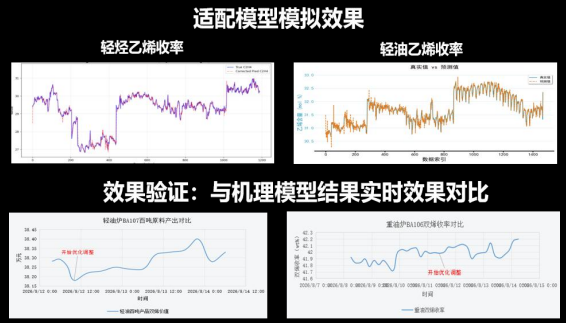
催化装置提升管温度实时优化

以机理模型为约束，以提高液化烃产量、保证辛烷值为目标，TPT在安全边界内寻找温度与相关参数的协同最优点，**实现产品收率提升0.2%。**



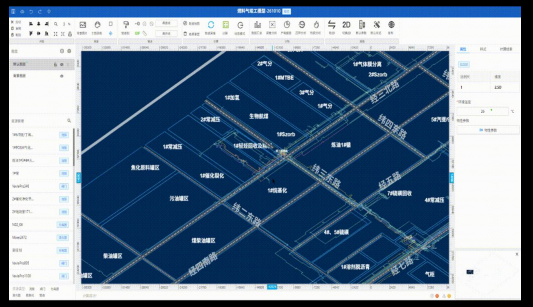
乙烯装置运行优化

TPT实现乙烯裂解炉离线模拟、离线优化和在线优化，**比肩纯机理软件技术，实现国产化落地。**



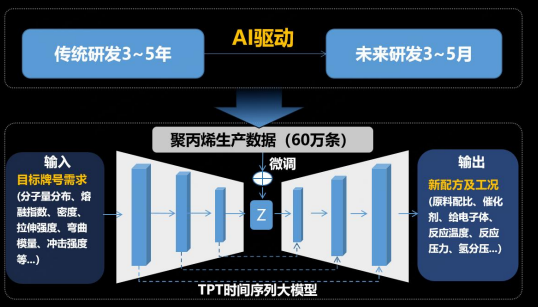
氢气燃料气平衡与优化

TPT对氢气燃料气管网各种工况进行模拟计算，为管网风险分析、管网操作及优化改造等提供支撑，**提升产耗平衡率及运行平稳率、减少废氢、低压瓦斯排放。**



聚丙烯装置新牌号研发

基于聚烯烃数据进行TPT微调及应用，实现聚烯烃产品质量预测与聚烯烃工艺配方反演，对已有牌号交叉验证模型误差≤3%，**新牌号研发周期缩短50%。单牌号节约研发成本超100万。**



工厂级实践：湖北兴瑞AOP自主运行工厂

兴发集团 XINGFA GROUP

- **兴发集团湖北兴瑞硅材料有限公司**
- **行业：氯碱**

30万吨/年氯碱（一二期）、3.5万吨/年钾碱、10万吨/年双氧水、2万吨/年四甲基氢氧化铵等五套装置，已投产16年。

从“手动操作、多人值守”到“自主运行、无人值守”





- **技术路线**

  TPT+UCS（15000点），进口控制系统替换

- **建设目标**

  打造“数字员工”智慧大脑，迈向AI驱动的自主运行工厂

- **应用效果**

  - 降低建设成本60%
  - 吨碱电耗下降约50kwh/t，下降2.2%
  - 提升人效69%，260人减至80人
  - 关键烧碱浓度稳定在32%–32.1%
  - 工艺报警次数下降98.55%
  - 装置自控率提升至99%
  - 操作频次下降96%（从投运前18657/次天降至189/次天）
  - 上下游负荷协同，峰谷电（绿电）自适应控制，自主监督
  - 直接经济效益2932万元

工厂级实践：智能体协同实现工厂自主运行

自主监督　　自主控制　　自主优化

智能预测预警 Agent
盐水浓度智控 Agent
...

树脂塔再生优化 Agent
pH/ORP智控 Agent
...

离子膜寿命预测 Agent
负荷分配优化 Agent
槽温智控 Agent
...

产量与库存预测 Agent
...



效率预测 Agent
淡盐水质量智控 Agent
...

32%碱浓度智控 Agent
48%碱浓度智控 Agent
...

氢压机设备诊断 Agent
氢气压力与供需协调 Agent
...

氯氢配比智控 Agent
盐酸浓度智控 Agent
...

中控将全面助力流程工业自主运行工厂建设

中控工业AI规模化落地路径

1个 工业AI基座平台
共性能力复用

X

1套 AOP自主运行范式
统一价值定义

X

N个 行业模板
行业Know-how沉淀

X

M个 装置规模复制
跨场景快速落地

流程工业升级

推动整个流程工业

自主运行

持续提升安全、质量、效益与低碳水平

行业经济效益

十五五期间

1万亿

效益目标

社会减碳贡献

十五五期间

1亿吨

碳减排目标

中控·SUPCON

愿景

成为工业AI全球领先企业，用AI推动工业可持续发展

使命

让工业更智能，让客户更成功

价值观

客户至上、合作创新、自律诚信、自我驱动

文化理念

开心、充实、有价值、受尊重