



ENN 新奥

新能凤凰智慧工厂解决方案介绍

2020年12月12日

一

新能凤凰公司简介

二

现有装置运行情况

三

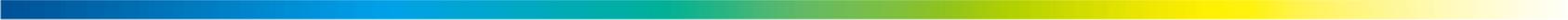
智慧工厂解决方案



- 新能凤凰（滕州）能源有限公司是由新奥集团、联想集团和泛海集团组建的合资公司。原设计方案为年产60万吨醇氨，后变更为72万吨甲醇。气化装置采用多喷嘴对置式水煤浆加压气化工工艺，三台6.5MPa，投煤量1500t/d气化炉。

- 2015—2017年开始联合华东理工大学、天辰设计院和上海国际化建等单位，进行节能技术改造。改造后产能达到90万吨甲醇，实际2019年达到104万吨，预计2020年达到97万吨。

- 扩能改造后，公司为了继续挖潜降耗，于2017年开始APC系统先进控制技术改造，2018年又开始进行RTO实时在线优化技术改造，2019年全面推进智慧工厂项目，目前项目已初具成效。



一

新能凤凰公司简介

二

现有装置运行情况

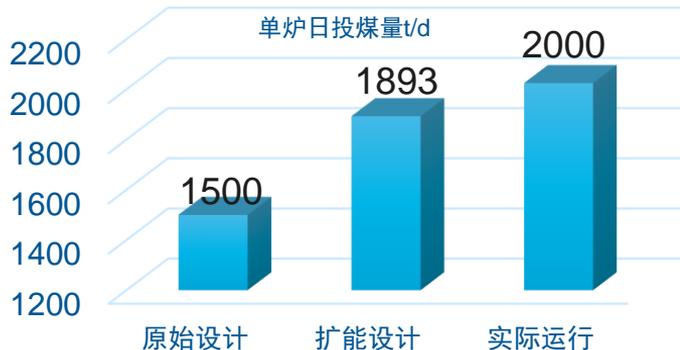
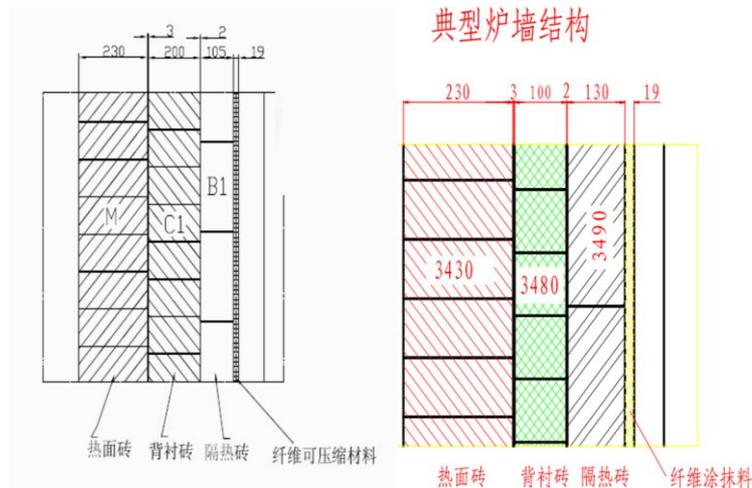
三

智慧工厂解决方案

扩能改造

三台 $\Phi 3400\text{mm}$ 气化炉设计投煤量为1500t/d，产能较小，想要增加产能必须打破原有设计思路。与华东理沟通确定了改造方向，气化炉部分将背衬砖减薄100mm，隔热砖增加25mm。改造后气化炉内径增大150mm，燃烧室容积增加15%。

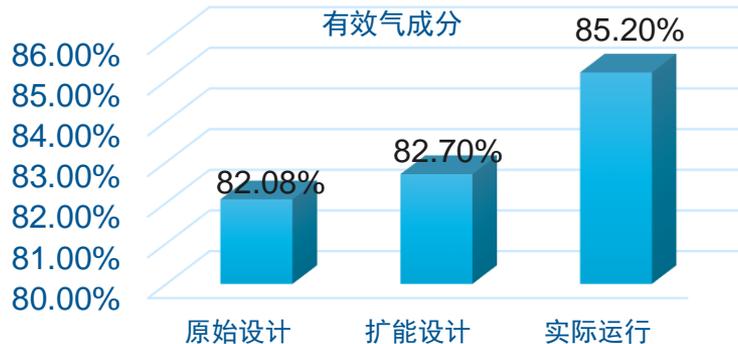
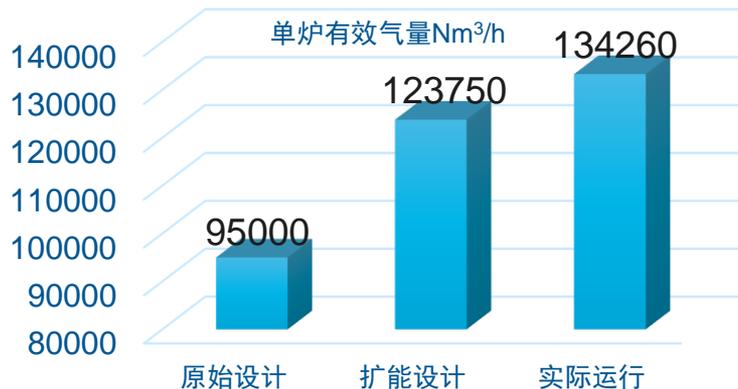
基于气化炉燃烧室扩大后，新工艺包设计投煤量增加26%，单炉达到1893t/d。改造后实际投煤量单炉达到2000t/d，负荷提升超过30%，原有两台磨机运行不能满足要求，后又增加了一台棒磨机。



改造效果

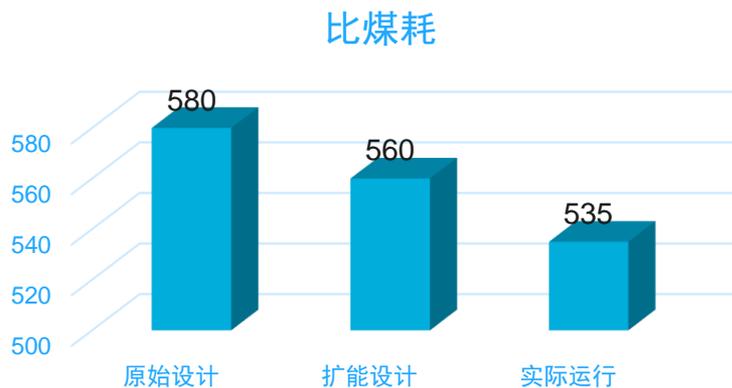
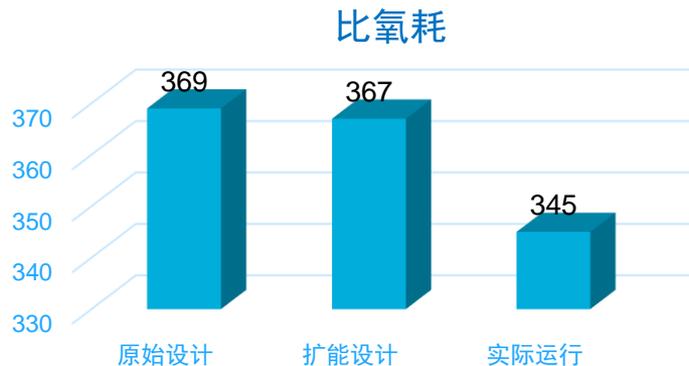
新工艺包设计有效气产量增加30%，单炉达到123750Nm³/h。自17年三台气化炉逐台改造，到18年1月全部改造完成，单炉有效气产量达到134260 Nm³/h，双炉运行甲醇日产量超过3000t/d，最高达到3030t/d。

扩能改造后燃烧室容积增大，为提高负荷提供了基础，同时结合低炉温操作，有效气成分提升较明显，实际运行中平均有效气含量达到85.2%。



改造效果

扩能改造不仅提高了产能，同时消耗大幅度降低，2018年单耗比2017年降低3%，2019年精甲醇平均原料煤折标仅为单耗1.232t/t；比氧耗降至345Nm³/KNm³(CO+H₂)，比煤耗降至535Kg /KNm³(CO+H₂)。



运行问题

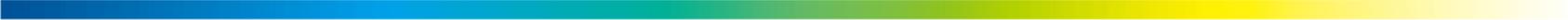
高负荷运行同样带来了许多的问题，比如耐火砖寿命急剧缩短，上筒体寿命最低只有4000h，烧嘴寿命不超70天。经过两年的摸索改造，现在炉砖寿命逐渐恢复，预计达到12000h，烧嘴寿命预计达到100天。



运行问题

高负荷运行气化炉积灰问题严重，破泡条积灰堵死，液位指示满量程；后来经过锅底冲洗水水源改造，实现了破泡条无积灰。同时高负荷运行渣颗粒度细，带入捞渣机后仓灰量增加，内部积灰严重；后来将溢流出水口改为四周贴底缝隙引流冲洗，基本解决了积灰问题。





一

新能凤凰公司简介

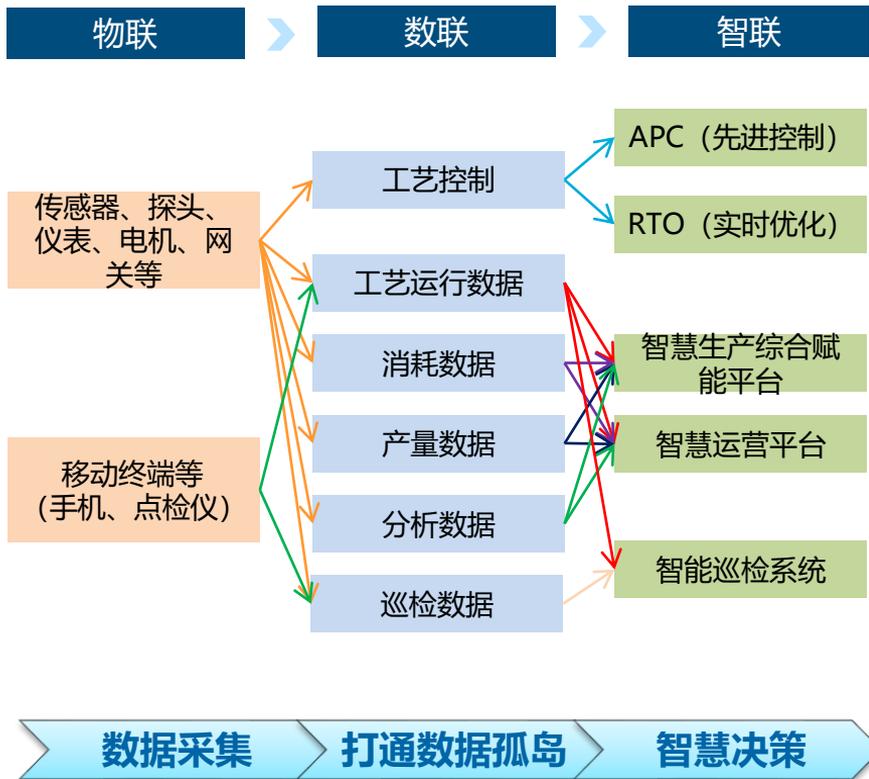
二

现有装置运行情况

三

智慧工厂解决方案

智慧工厂



创值

达成效果

- 工艺运行更平稳
- 工艺消耗指标更低
- 数据更实时有效
- 价值评价更客观
- 员工更自驱、组织更赋能
- 远程办公能力更高

达成指标

- 工艺操作平稳率提高30%
- 人均劳动生产率提高5%
- 劳动强度降低50%
- 煤、水、电单耗降低1%

智慧产品

APC RTO 工艺优化模型 技术改造 培训服务
管理咨询（数字化考核、价值评价与分享体系等）

智慧生产综合赋能平台



将过程控制系统的数据采集到统一的平台，经Web发布给各授权用户，能够按照不同权限监测全部生产控制系统的检测画面及数据，还具有各类报表自动生成和统计分析、能源管理等功能。为智慧生产、智慧运营提供数据支持。



优点:

1. 实现数据互联，提高数据应用能力；
2. 实时查询所需数据，科学决策；
3. 解决信息孤岛，实现数据共享；
4. 实现数据留痕，历史回溯，科学总结；

定 义

APC = 先进过程控制
(**A**dvanced **P**rocess **C**ontrol)

是对那些不同于常规单回路控制，并具有比常规 PID 控制更好的控制效果的控制策略的统称，而非专指某种计算机控制算法。先进过程控制的任务是用来处理那些采用常规控制效果不好，甚至无法控制的复杂工业过程控制的问题。

RTO = 实时优化
(**R**eal **T**ime **O**ptimization)

控制方法是一种解决复杂流程工业过程优化与控制的有效手段；实时优化控制方法将回路控制与过程运行优化相结合，采用两层结构，上层通过计划调度优化经济性能指标，产生底层控制回路的设定值；底层通过控制器使被控变量跟踪设定值，从而尽可能使过程运行在经济优化状态。

优点

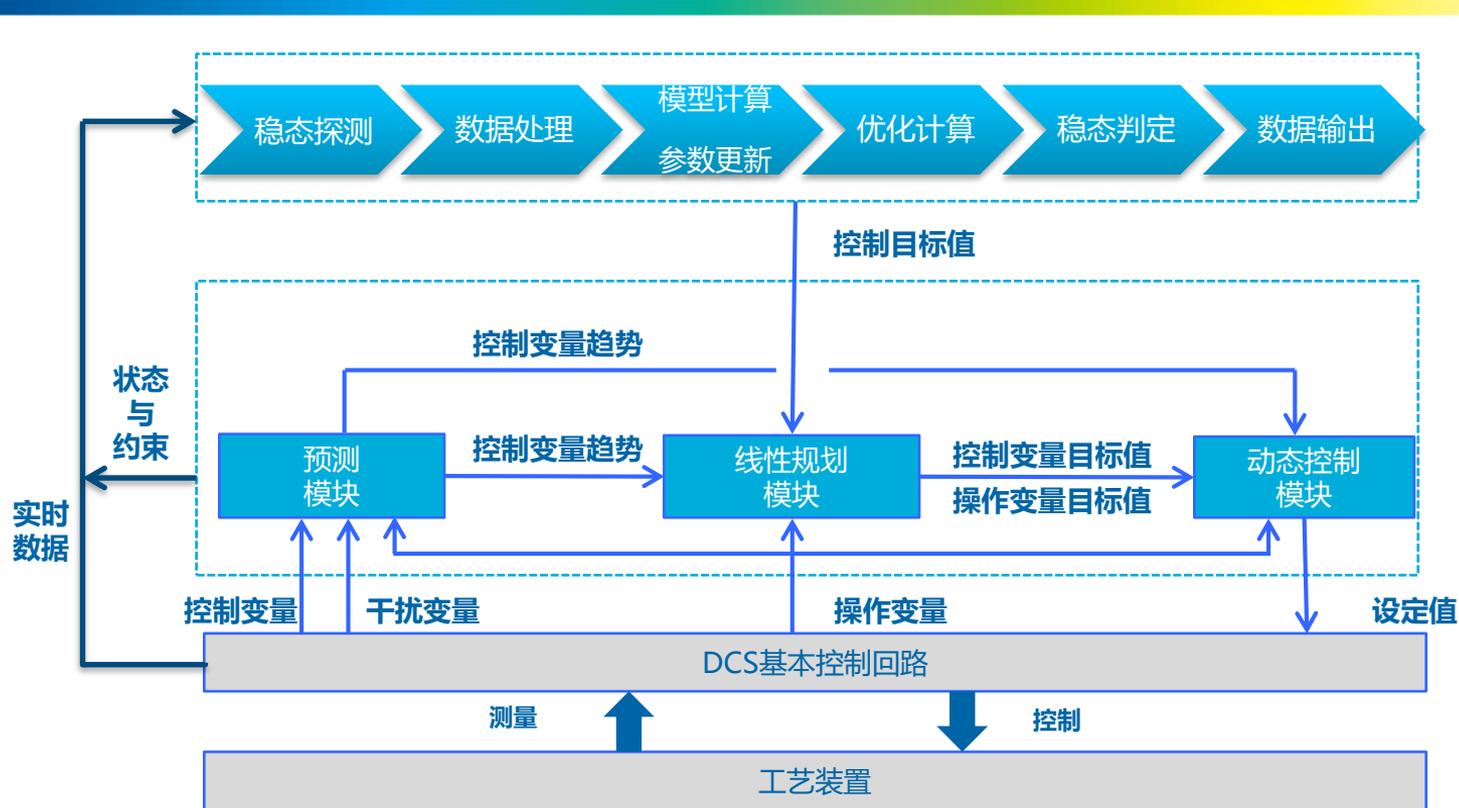
APC 的目的和优点

- 目的:**
- 克服生产扰动
 - 保证操作安全性
 - 保证操作稳定性
 - 卡边操作, 实现节能和降耗, 提高经济效益
- 优点:**
- 具有解耦作用, 消除多个回路之间的相互影响
 - 具有鲁棒性, 可以克服较大范围的波动, 工艺约束能力强
 - 可以预测控制, 解决大滞后问题, 调节及时

RTO 的目的和优点

- 目的:**
- 确定最优操作条件
 - 增产
 - 节能
 - 降耗
- 优点:**
- 具有自动寻优功能, 基于当前操作条件实时自动优化调节
 - 具有严格的工艺模型, 预测更加准确, 切合生产实际

APC&RTO控制策略



实时闭环优化 RTO

- 基于机理模型的实时优化技术
- 在全局效益最大化的目标下，通过严格的工艺机理计算，寻找最优化的工艺指标
- 下载到APC去执行。

先进过程控制 APC

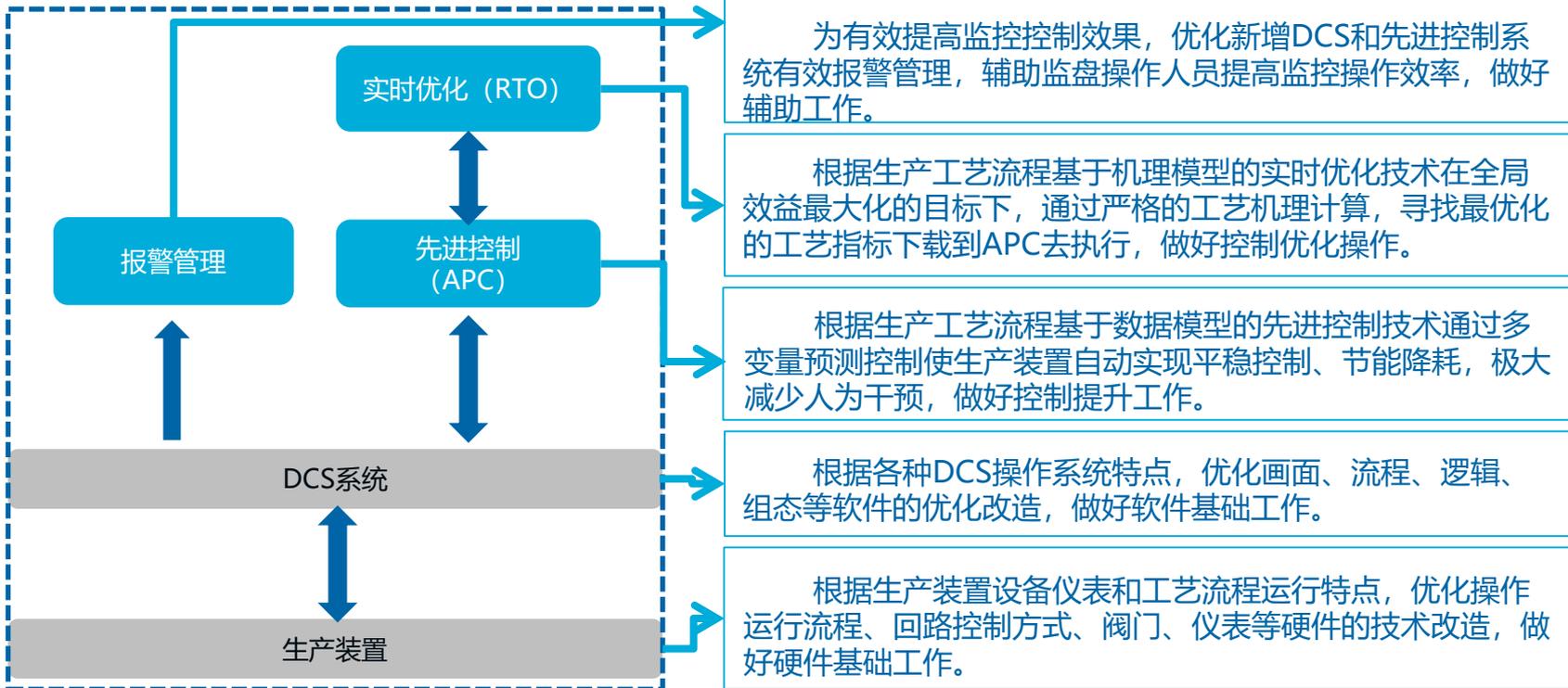
- 基于数据模型的先进控制技术
- 通过多变量预测控制
- 使生产装置自动实现平稳控制、节能降耗，极大减少人为干预。

APC&RTO解决方案

建设目标

- 降低安全风险、能源消耗、物料消耗
- 降低操作强度、解放人力资源
- 提高劳动效率、生产控制平稳率、产品产能
- 实现最优化生产指标、生产效益最大化

实施内容



先进过程控制系统 (APC)

新能凤凰公司先进过程控制系统 (APC) 于2017年12月开工, 截止到2019年3月已完成全厂两条生产线涵盖所有主流程装置的实施和验收工作。主要装置包括空分、气化、变换、净化、合成、精馏装置, 其中四喷嘴水煤浆气化为国内首套实现先进控制的装置, 也是国内煤制甲醇行业首次实现主流程先进控制, APC控制系统运行正常, 均达到了项目要求, 目前已实现常态化运行。

煤制甲醇装置APC实施进度表

先进控制	空分	气化	变换	净化	合成	精馏
先进过程控制 APC	<ul style="list-style-type: none">● 2018年8月二期空分实施完毕● 2018年12月一期空分实施完毕● 2019年3月三期空分实施完毕	<ul style="list-style-type: none">● 2018年12月气化C炉实施完毕● 2019年2月气化B炉实施完毕● 2019年3月气化A炉实施完毕	<ul style="list-style-type: none">● 2018年10月变换一二期实施完毕	<ul style="list-style-type: none">● 2018年6月净化一二期实施完毕	<ul style="list-style-type: none">● 2018年5月合成一二期实施完毕	<ul style="list-style-type: none">● 2018年2月精馏一期实施完毕● 2018年4月精馏二期实施完毕

实施范围



实时闭环优化系统 (RTO)

新能凤凰公司实时闭环优化系统 (RTO) 于2018年3月开工, 截止到2019年3月已完成气化、变换、合成装置的实时闭环优化系统实施, RTO优化系统运行正常, 经过多次标定对比, 结果均达到了项目要求, 目前已投入正常运行。

煤制甲醇装置RTO实施关键节点

先进控制	项目开工会	反应器模型开发	反应器模型集成	优化模型与实时系统开发	开环测试	闭环测试	标定验收
实时闭环优化RTO	<ul style="list-style-type: none">2018年3月项目进度计划及功能设计	<ul style="list-style-type: none">2018年3月-8月气化炉、变换炉和合成塔反应器模型开发	<ul style="list-style-type: none">2018年9月-11月反应器模型集成	<ul style="list-style-type: none">2018年11-12月优化模型与实时系统开发	<ul style="list-style-type: none">2018年12月开环测试	<ul style="list-style-type: none">2019年1月-3月闭环测试	<ul style="list-style-type: none">2019年9月金达煤工况标定测试2019年12月黄勒盖煤工况标定测试

实施范围

气化

变换

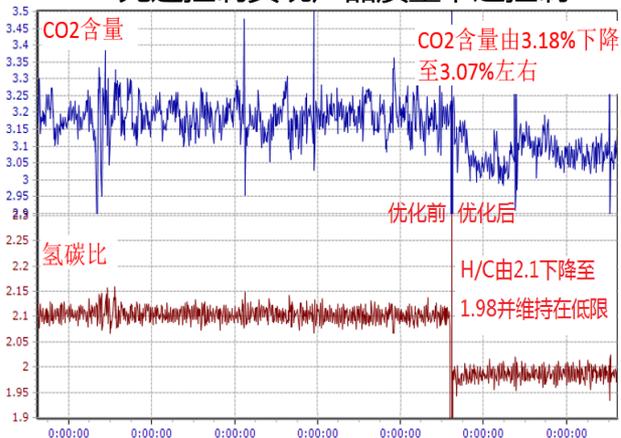
合成

APC项目成果

先进控制经济效益

- 系统实施后实现产品质量卡边控制
- 综合效益明显提升
- 甲醇增产明显
- 甲醇收率提高
- 空分液体副产品增产明显
- 降低装置能耗

先进控制实现产品质量卡边控制



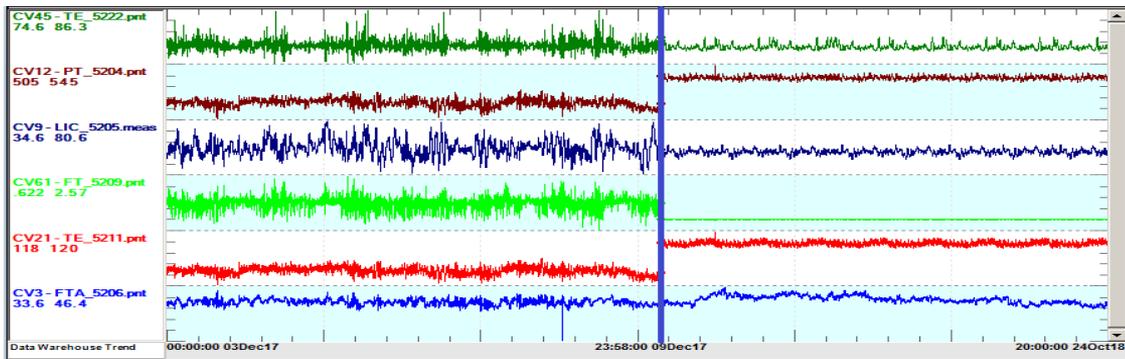
- 新能凤凰煤制甲醇装置先进控制系统
 - 设计能力：90万吨/年
 - 工程范围：煤制甲醇主装置的先进控制
 - 项目内容
 - 系统运行平台
 - 软测量仪表
 - 先进过程控制系统（APC）
 - 实时闭环优化系统（RTO）
 - 验收效益
 - 甲醇增产1200吨/年↑
 - 甲醇收率提高0.30个百分点↑
 - 空分液体副产品增产8000吨/年↑
 - 综合经济效益1200万元/年↑

- 煤制甲醇装置先进控制系统
 - 设计能力：60万吨/年
 - 工程范围：煤制甲醇主装置的先进控制
 - 项目内容
 - 系统运行平台
 - 软测量仪表
 - 先进过程控制系统（APC）
 - 实时闭环优化系统（RTO）
 - 预期效益
 - 甲醇增产900吨/年↑
 - 甲醇收率提高0.30%↑
 - 空分液体副产品增产6000吨/年↑
 - 综合经济效益1000万元/年↑

APC项目成果

先进控制潜在效益

- **控制平稳性显著提高**
 - 通过多变量耦合及模型预估计算，大幅提高装置自控率，关键参数平稳率平均提高**40%**以上，操作安全性大幅提高
- **系统安全性提高**
 - 先进控制的投用实现了自动调节、预估性控制、稳定调节，降低了系统波动，杜绝人为操作失误。
 - 先进控制的实施提高了工艺、设备、仪控、电气、安环等专业的安全管理水平。



先进控制系统投用前后平稳率对比

位号	投用前		投用后		平稳率提升
	平均值	标准方差	平均值	标准方差	
TE_5222.pnt	78.559	1.14	78.81	0.588	48.42%
PT_5204.pnt	517.004	2.75	535.988	1.28	53.45 %
LI_5205.PNT	57.284	7.017	53.96	2.215	68.43%
TE_5211.PNT	118.208	0.169	119.54	0.099	41.42%
乙醇 (ppm)	167		187		

先进控制系统投用前后平稳率对比

APC项目成果

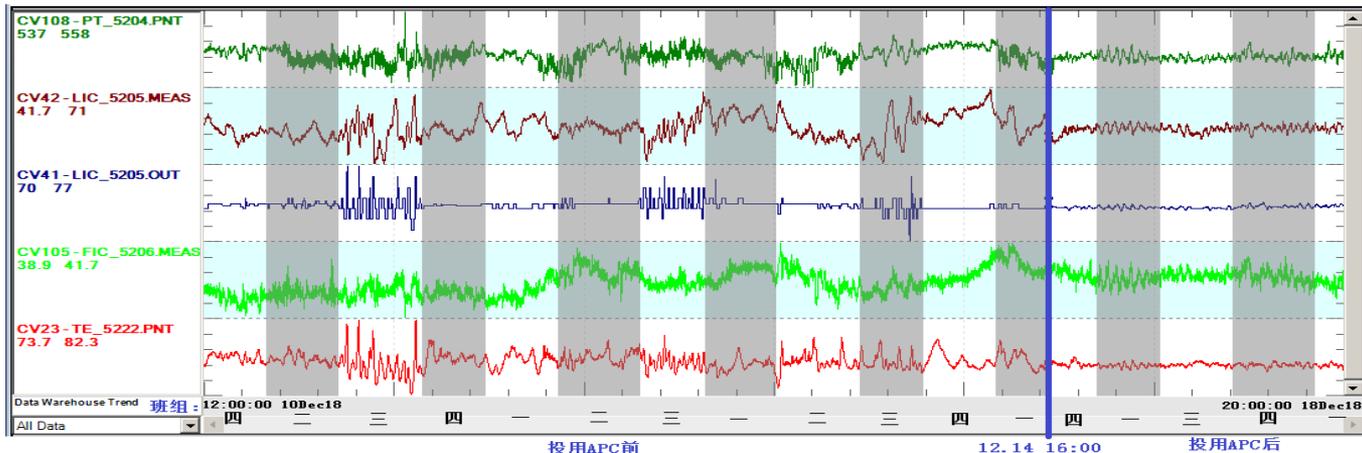
先进控制潜在效益

- 操作员劳动强度降低
 - 通过先进控制系统, 人员劳动强度降低 **70%以上**
- 整体操作水平提升
 - 通过先进控制系统, 各班操作员水平较均衡, 消除了操作差异, 提升了整体操作水平。

操作员行为记录对比

序号	先进控制系统投用情况	气化装置	变换装置	净化装置	合成装置	精馏装置
1	未投用 (小时平均值)	190.5	116.4	127.5	38.9	44.1
2	投用 (小时平均值)	19.4	22.8	39.7	15	14.2
3	减少频次 (小时平均值)	171.2	93.6	87.8	23.9	29.9
4	操作减少率	89.84%	80.41%	68.86%	61.44%	67.80%
5	平均操作减少率	73.67%				

先进控制系统投用前后操作率对比

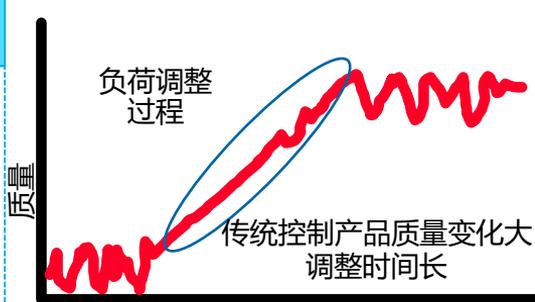


先进控制系统投用前后操作水平对比

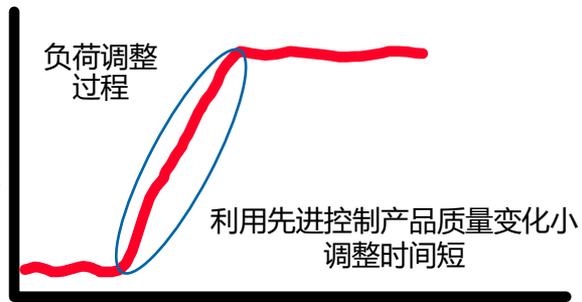
APC项目成果

先进控制潜在效益

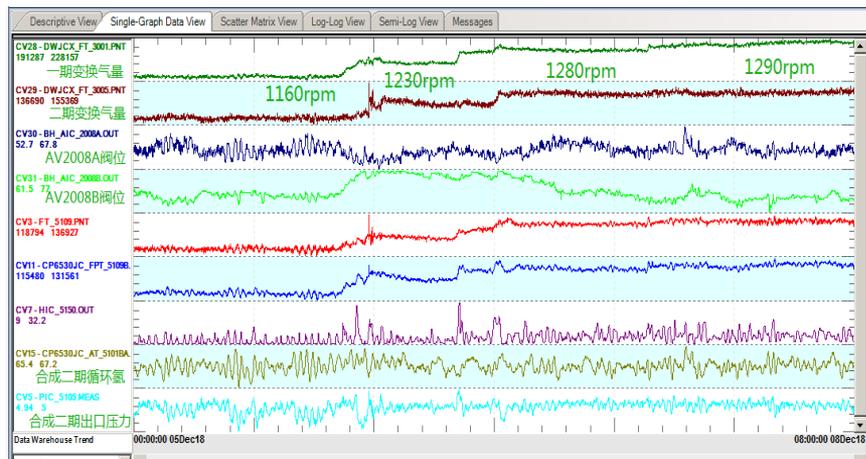
- ▶ 快速实现装置负荷调整，缩短产品合格时间
- 负荷调整测试从2018年12月5日9:00到12月7日10:00止，气化两炉高压煤浆泵转速由1160rpm缓慢调整至1290rpm，变换与合成的先进控制系统一直投用，能够适应工况变化调整，系统运行平稳，各项指标合格



时间
投用前的操作

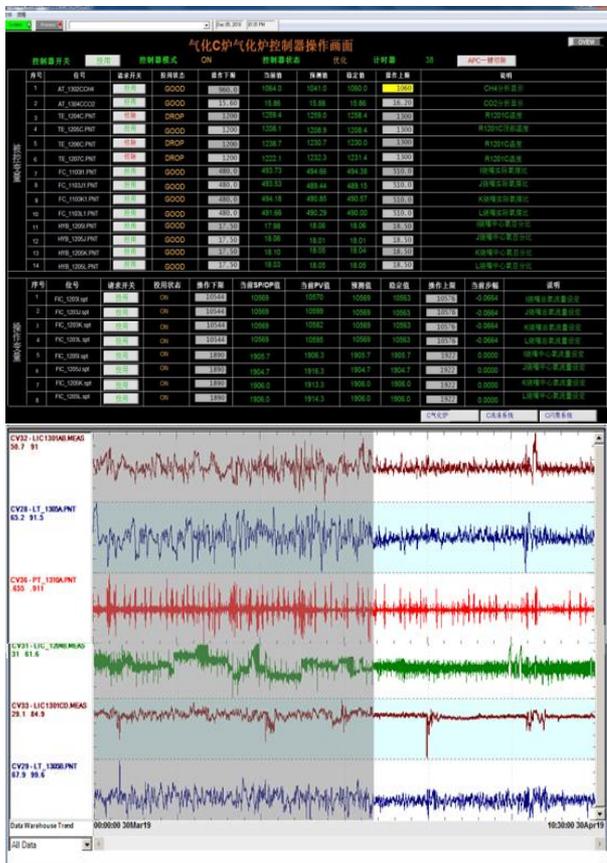


时间
投用后的操作



装置负荷调整，先进控制跟踪效果测试

APC&RTO可以解决的问题

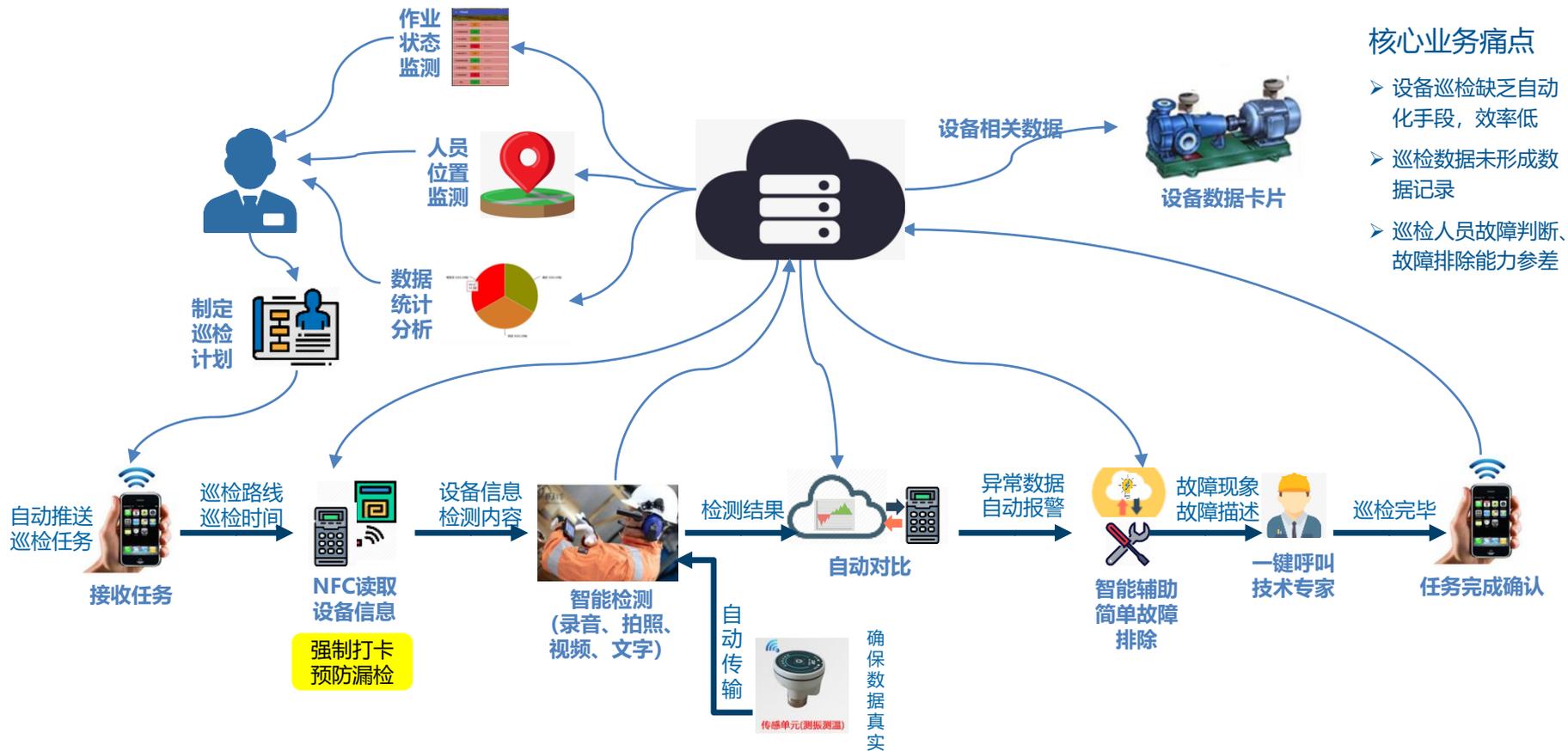


气化装置

- 解决气化炉粗煤气有效气成分波动大的问题；
- 解决气化炉炉温波动的问题；
- 解决气化炉氧煤比、中心氧比例的控制问题，实现了四喷嘴气化炉四个烧嘴的均衡控制和差异性控制；
- 解决气化炉在线分析滞后调节不及时的问题；
- 解决渣水处理工序水系统平衡问题
- 解决渣水处理工序水系统热量平衡问题；
- 解决粗煤气洗涤效果差的问题；
- 解决渣水处理工序水系统水质波动的问题，节约消耗。

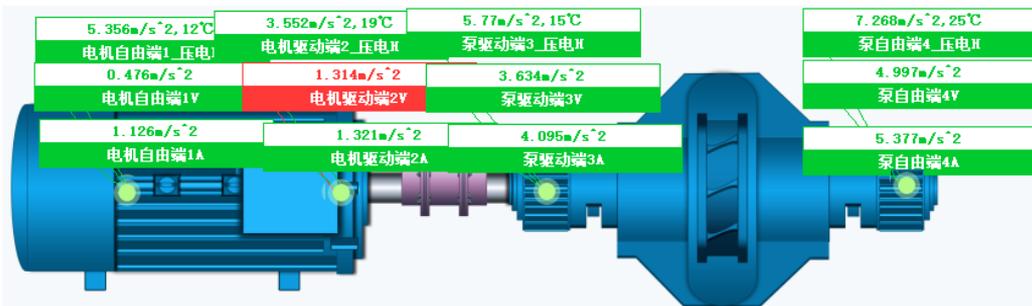
能耗	APC切除	APC投用	效果	年效益
比氧耗	345.57	345.13	-0.44	100万元
有效气	276755Nm ³ /h	276447Nm ³ /h	308Nm ³ /h	

智慧工厂



设备在线监测

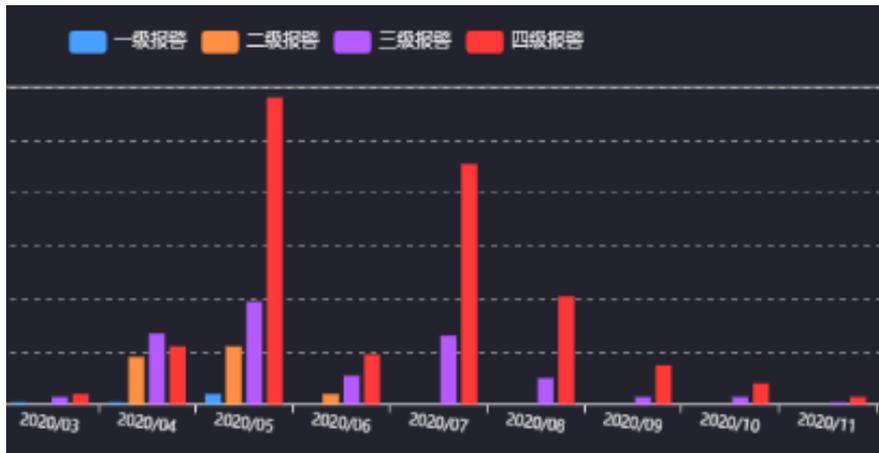
关键设备通过安装在线检测传感器，测量运行震动加速度等信息，持续监测数据变化波形，通过建模分析设备运行状态变化，且能判断出可能出问题设备的具体部位，形成预防处理措施，实现由预防性检修向预知性检修转变。



一、结论：电机两端轴承外圈及保持架早期磨损，近期润滑稍差导致振动上升。

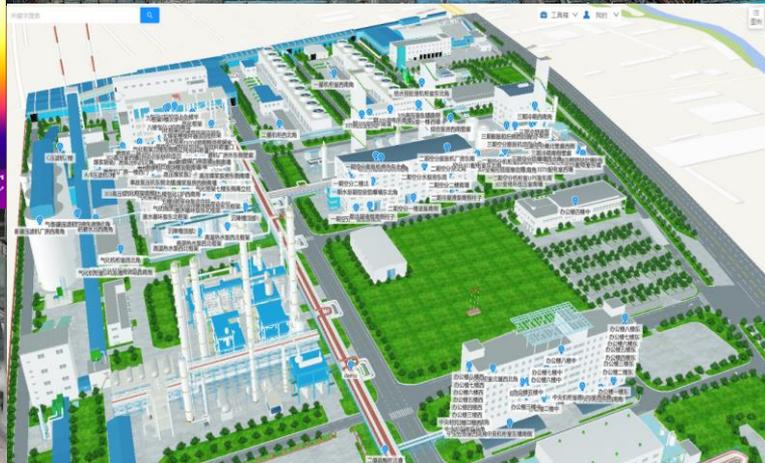
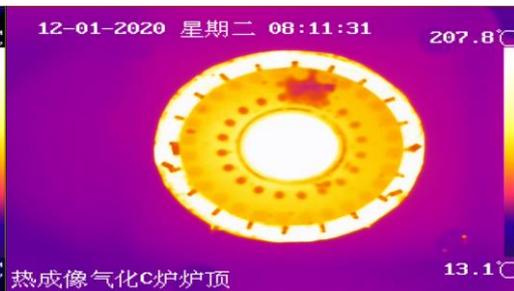
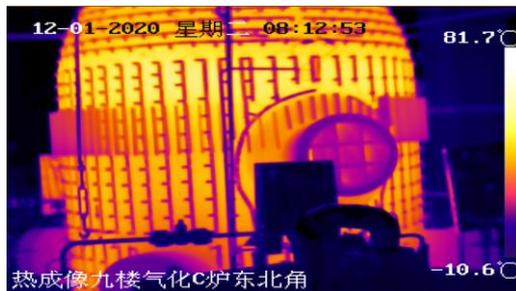
二、检维护建议：改善电机两端轴承润滑，日常关注轴承运行异响及温升即可。

三、概述：近期电机两端测点高频加速度振动幅值上升显著，当前振动存在波动变化。加速度时域波形未见明显冲击，频谱中主要是3500-4500Hz频段能量上升为主，包络解调可见轴承外圈及保持架特征频率及谐波。
。@韩业立+电气



智能视频监控

摄像头集成智能识别算法，能够对画面场景中的行人或车辆的行为进行识别、判断，并在适当的条件下，产生报警提示用户。常规摄像头主要实现了人员轨迹跟踪、行为检测，气化炉采用热成像摄像头实时监测壁温，同时通过建模对异常状况进行识别报警；同时特殊作业、现场报警等也能实时显示监控。





欢迎各位领导

莅临指导!