兖矿能源
YANKUANG ENERGY

未来能源煤制油分公司
FUTURE ENERGY COAL-TO-OIL BRANCH COMPANY

气化装置安稳长满优运行经验分享

汇报人：雷转应

未来能源煤制油分公司

目录

一 公司概况及气化装置介绍
二 气化装置运行情况
三 专项管控措施
四 技术瓶颈及工作计划

一

公司概况及气化装置介绍

煤制油分公司概况

未来能源煤制油项目是国家“十二五”期间重点煤炭清洁高效利用项目，为我国单体最大的煤间接液化示范项目，该项目采用拥有自主知识产权的低温费托合成和油品稳定加氢提质技术，具有费托合成反应器生产强度大、能量利用效率高等优点。

项目累计投资 162 亿元，占地 303 公顷，项目于 2012年6月开工建设，2015年8月一次投料成功产出合格产品，所产产品具有高十六烷值、不含硫、不含氮、不含芳香族化合物等优势主要参数达到或超过欧V标准。

公司主要产品包括:全馏分液体石蜡2号石脑油、液化气、丙烷、丙烯、混合C4、精制费托蜡等油品和化工产品。

公司装置区



核心情况

2015 年
投产

162 亿元
累积投资

高低温 技术
同时掌握

气化装置介绍

气化装置采用多喷嘴对置式水煤浆气化技术，共设置8台直径3880mm气化炉，气化压力4.0MPa，操作温度～1350℃，分两个系列（框架）设置，每系列四台气化炉，采用6开2备运行模式，设计产能79万Nm^3/h精制气，即单炉设计产能13.17万Nm^3/h精制气。

装置参数

8 台	79 万Nm^3/h	6开2备
气化炉配置	精制气产能	运行模式



气化炉参数

4.0 MPa	3880 mm	2000 吨
操作压力	直径	日处理干基煤

二

气化装置运行情况

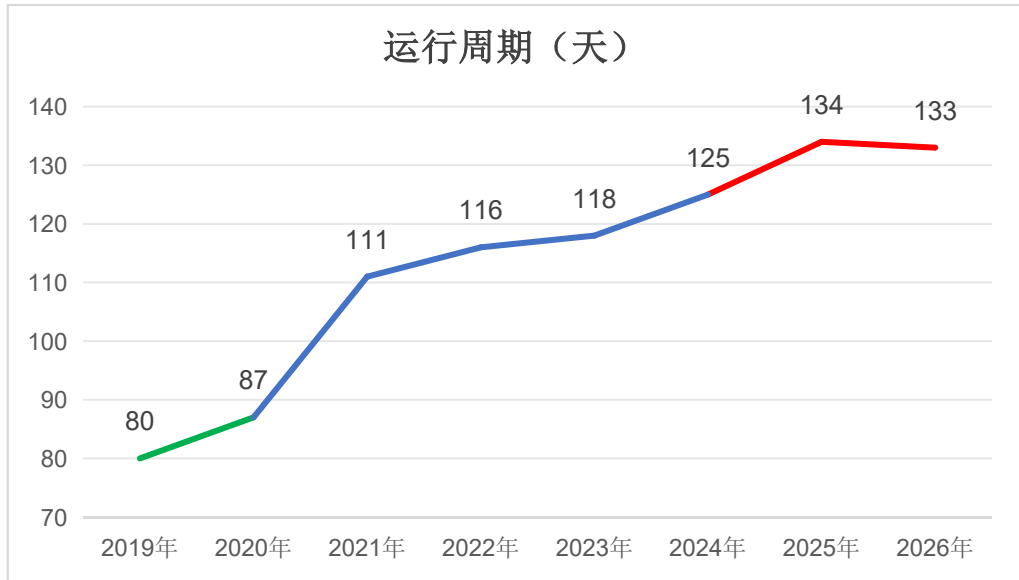
近三年，以上级单位“两炉”现场管理会议为契机，充分吸取兄弟单位的先进做法，以气化炉长周期运行125天为工作目标细化安稳长满优管控措施，连续三年完成公司预定目标，2024年单炉平均运行125天、2025年单炉平均运行134天、2026年单炉平均运行133天。气化炉最长运行周期148天。

1-2 次/年
单系统检修减少

125 天
长周期目标

148天
单炉最长运行周期

44 项
长周期管控措施



工艺指标执行情况：公司控指标合格率100%、合成气成分＞83%、煤浆浓度＞63%、入炉煤灰分＜11%。

▶合成气成分

有效气（$CO+H_2$）成份相对稳定，气化效率良好，近三年有效气成分平均值＞83%。

▶煤浆浓度

煤浆浓度整体波动幅度小，近三年煤浆浓度控制在63%以上。

▶入炉煤灰分

入炉煤实施动态管控，入炉煤灰分按＜11%控制，日常运行中波动幅度±1%。

▶灰水中钙硬

气化装置灰水水质整体运行稳定，指标波动幅度小，钙硬指标按＜400mg/L控制。

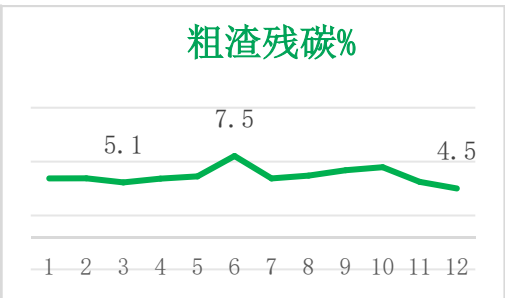
100 %	99 %	＞63 %	＜400 mg/l
公司控指标	车间控指标	煤浆浓度	钙硬控制

近三年重要指标情况

年度	钙硬 mg/l	煤浆浓度 %	有效气成分 %	入炉煤灰分 %	炉渣残碳 %
2024年	287	63.32	83.01	10.79	6.37
2025年	304	63.26	83.27	10.50	5.74
2026年	321	63.29	83.28	10.42	5.94

近一年钙硬与残碳指标





单耗情况：气化装置整体运行稳定，五大主要单耗波动幅度小，整体呈下降趋势。

制度上不断完善，并强化过程监管。

《气化粗渣取样管理规定》、《降本增效专项工作组实施方案》、《节能降耗管控措施》、《高产稳产专项工作组实施方案》等制度完善与执行。

运行上不断优化操作，提升装置最优状态。

持续保持煤浆高浓度及优化粒度分布，提高气化产气率；氧煤比串级控制升级与投用，减小氧煤比波动幅度；持续提升业务培训效果，尤其做好指标综合分析、预判处置等工作。

单耗分析上持续跟踪，落实修正措施。

定期开展生产诊断，梳理改善点和降本增效点，形成管控清单，并制定改善方案；每周开展浪费识别活动，从一滴水、一度电、一颗螺丝等浪费自查与整改；单耗分析采取日分析、周小结、月总结相结合的方式，分析单耗变化原因，查找装置运行中不利于单耗控制的因素，并制定优化措施。

近三年单耗情况

年度	折标煤 t/kNm^3	氧气 Nm^3/kNm^3	动力电 KWH/kNm^3	循环水 m^3/kNm^3	新鲜水 kg/kNm^3
2024年	0.551	370	21.43	31.73	71
2025年	0.547	369	20.81	29.74	55
2026年	0.548	368	20.68	29.55	51

重要举措

7 项
降本制度

预判与处置
运行优化

诊断与识别
单耗分析

三

专项管控措施



工艺烧嘴标准化检修与技术改造实践

标准化检修 + 技术改造双轮驱动 · 自 2015 年气化炉首次投料以来持续优化

标准化检修与质量验收

▶检修过程影像化与数据化

渗透探伤、脱脂、试压等过程进行影像化、数据化验收，检修完成后签字确认。

▶质量验收

盘管喷头等原材料验收、尺寸验收、试压验收及超声检测。

▶头部保护

烧嘴头部整体包覆氧化铝空心球浇注料，烧嘴冷却水水室进出口管弯头增加挡片，挡片和弯头之间填充高铬胶泥。

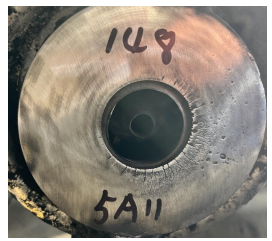
▶烧嘴存放

严格执行《烧嘴存放管理规定》，确保存放过程管控到位。

▶运行分析

运行期间烧嘴煤浆压差等指标跟踪与修正，确保稳定性与四个烧嘴一致性；每个周期运行后建立烧嘴运行台账，收集工艺运行数据与工艺烧嘴检查数据，提供指标调整依据。

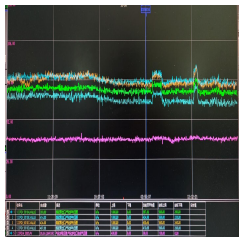
148天烧嘴展示



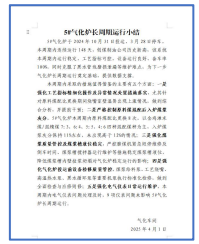
A烧嘴



C烧嘴



煤浆压差



运行小结

改造历程

年度	改造内容	效果评价
2015	冷却水管与外氧喷头连接处增加挡板、外氧喷头加浇注料	优
2016	中心氧端部清洗法兰和管端盲板改为管帽	优
2018	烧嘴冷却水管由三通阀改为三通管路、双阀控制	优
2019	烧嘴冷却水管进外环氧侧进侧出改为低进高出	优
2022	烧嘴冷却水接管材质由321更换为Inconel 625	优
2022	烧嘴法兰密封面内与煤气直接接触部分车削后整体堆焊316L	优

耐火砖标准化检修与技术改造实践

标准化检修 + 技术改造双轮驱动 · 自 2015 年气化炉首次投料以来持续优化

严抓停车检查+砌筑过程标准化+指标跟踪三个环节管控。

▶以检测数据定运行周期，耐火砖局部更换实现成本管控

气化炉每次停车后必须组织检查，近三年排查出3次耐火材料局部烧蚀严重需更换情况、2次延长耐火材料运行周期的情况。2020年上膨胀缝技术改造后，气化炉所有部位已实现局部更换，大幅降低耐火砖材料成本。

▶以耐火砖标准化检修为基础，强化检修过程跟踪实现气化炉稳定运行

制度上完善标准化检修规程，检修质量日检查与纠偏，项目完成后三级验收。

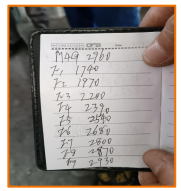
▶以员工素质提升为依托，强化指标预判实现气化炉保持最优状态

气化炉运行指标波动调整措施、异常工况处置、最优状态操作要点等方面定期组织讨论、分析、再学习，整体提升队伍操作水平。

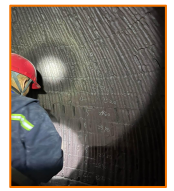
改造历程

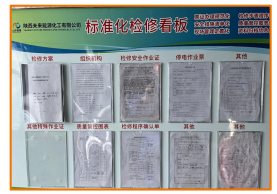
年度	改造内容	效果评价
2019	渣口砖缩颈（Φ1050mm改为1000mm）	一般
2020	上膨胀缝M4砖改造，实现拱顶独立更换	优

过程管控

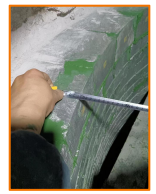


停车检查





检修看板





检测与记录

成果展示

序号	位置	运行时长（小时）	备注
1	拱顶	15000-16000	最长20618小时
2	膨胀缝	8000	
3	烧嘴室	5800-6300	240-260天
4	筒体	16000	
5	渣口	20000	最长约30000

0 次
拱顶及筒体超温

20618 小时
拱顶最长运行周期

煤浆给料泵标准化检修

自 2015 年气化炉首次投料以来持续优化

检修队伍专业化+高标准验收+转速自动化跟踪三大重要举措

▶强化检修队伍专业化提升，技术管理人员与检修人员技术双提升

近三年培养专业检修人员9人，检修队伍实现高效率、专业化检修。

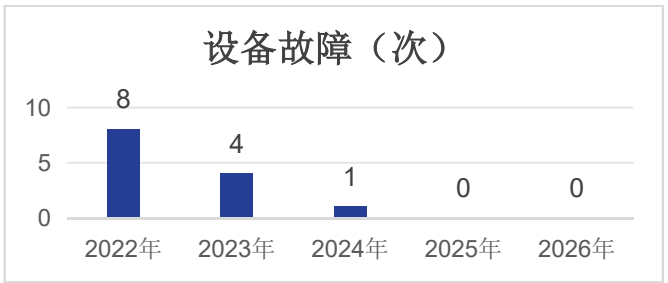
▶强化检修过程管控，形成标准化质量验收机制

检修期间检修队伍按《煤浆给料泵检修记录表》进行数据测量记录，技术管理人员逐项核对无误后再进行下一检修环节。

▶以氧煤比串级控制为基础，煤浆给料泵转速加减平缓过渡

氧煤比串级投用后，负荷调整时给定煤浆流量，煤浆给料泵跟踪至正常转速，调整幅度保持一致。

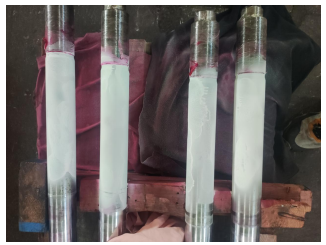
成果展示



0 次

近两年设备故障

标准化检修与质量验收



着色检测



超声检测



间歇测量



镀层修复



着色渗透探伤检测报告

图号	1107788	名称	齿轮	
工件编号		数量	4 个	材质	42CrMo
检验部位	齿轮表面	表面状态	光滑表面	探伤剂型号及类别	QC-2885I 型
探伤要求	齿轮表面做着色检测，不允许有可见缺陷。			检测方法	JB/T 9218-2015
渗透剂	着色渗透剂	渗透时间	15 分钟	探伤温度	
清洗剂	溶剂（液体）	干燥时间	15 分钟	喷涂方式	喷 □√ 刷 □
显像剂	干粉	显像时间	15 分钟	表面清洗	
检验员		判定结果	未发现缺陷	检验日期	2025-07-16

检测报告1



检测报告2

（二）强化工艺过程管理

近三年，煤制油分公司持续加强煤碳全过程管控、煤浆质量全过程管控及气化炉工艺指标过程管控，针对装置存在的薄弱点，持续优化升级管控措施32项，逐步提升系统抗风险能力及平稳性操作水平。

煤炭全过程管控

管控措施12项。

关键点：

- 物流运输、快速分析、手动分析
- 地磅管理、卸车存储、破碎、除杂
- 掺配管理、库存管理、新煤种使用
- 皮带运行、失效催化剂管理

煤浆质量全过程管控

管控措施4项。

关键点：

- 原料煤计量
- 设备例行检查与消缺、设备检修
- 生化污泥等调整与指标控制



气化装置工艺指标过程管控

管控措施16项。

关键点：

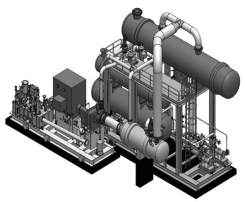
- 波减停事故控制、对标管理
- 蒸发热水塔带水处置、工艺指标偏离过程分析及处置
- 煤浆浓度控制、煤浆灰分控制、煤质变化优化措施
- 新煤种掺烧
- 联锁报警管理、员工培训及应急演练
- 灰水水质管控、壁温上涨过程处置、并气及水煤气外管压力控制、循环水消耗管控

煤制油分公司长期坚持开展工艺路线优化、设备长周期运行改造、节能环保及公司形象提升等工作，其中重大改造包括工艺改造9项、设备改造7项、企业形象提升1项（煤浆制备厂房治理）。

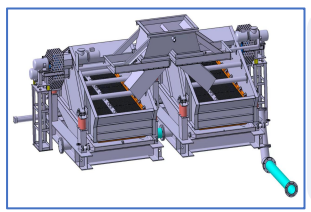
工艺改造评价（部分）

序号	年度	改造项目	改造目的	效果评价
1	2018	生化污泥制浆	降低水务工段处置成本	一般
2	2020	火炬含油废水制浆	降低水务工段处置成本	优
3	2021、2025、2026	粗渣脱水	降低运输成本及环保治理	优
4	2022	真空过滤机清污分流	缓解磨煤水管线结垢	一般
5	2023	渣场返水制浆	降低水务工段处置成本	良
6	2023	细渣脱水	细渣锅炉掺烧	良
7	2024	水煤气输送器增加凝液罐	延长水煤气废锅运行周期	一般
8	2024	低压闪蒸汽热能利用（ORC）	热源再利用	优
9	2024、2026	变换Ⅲ系列增加分离罐	延长水煤气废锅运行周期	优

成果展示



1550 度/h
ORC发电

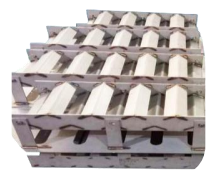


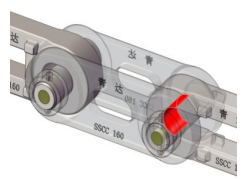
4900 元/天
振动筛节支

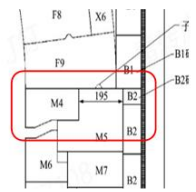
设备改造评价（部分）

序号	年度	设备名称	改造内容	效果评价
1	2021	水洗塔	泡罩塔盘改为喷射塔盘	优
2	2021	蒸发热水塔	六爪固阀改为两爪导向固阀	良
3	2021-2024	捞渣机	圆环链改为模锻链	优
4	/	耐火砖改造（已介绍）	/	优
5	/	工艺烧嘴改造（已介绍）	/	优
6	2021-2022	夹套烧嘴（试用）	夹套冷却	一般
7	2020-2022	煤浆给料泵	出口缓冲罐改造为球型缓冲罐	优

成果展示







>125 天
长周期运行

四

技术瓶颈及工作计划

煤制油分公司气化装置运行技术瓶颈主要有两个方面，一是煤浆槽内壁煤浆坍塌引起的煤浆流量波动问题；二是闪蒸系统余热回收利用相对较少问题。

煤浆坍塌

▶过程描述

煤浆槽内煤浆流动速度从中心到边缘逐渐变慢，甚至不流动，此部分煤浆易挂壁沉淀，运行过程中易脱落，在放料阀上部聚集发生堵塞现象，导致煤浆给料泵入口吸入量不足，引起煤浆流量波动，尤其在失效废催掺烧、生化污泥制浆等综合作用时影响较大。

▶发生可能时间

煤仓架桥、称量给料机校秤等造成磨煤机短停，短停后再开启提升煤浆槽液位期间。

▶目前采取的管控措施

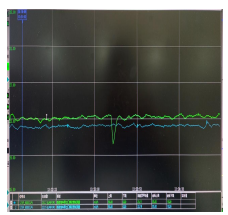
氧煤比串级跟踪提高煤浆给料泵转速；煤浆槽内加护网；磨煤机非计划停车严禁低浓度煤浆入煤浆槽；磨煤机短停恢复运行后煤浆给料泵保持较高负荷，提高入口管线吸力。

影响情况

2-5 m^3/h
煤浆流量波动

50-80 rpm
给料泵转速跟踪

5-13 s
持续时间



闪蒸系统余热回收利用

▶传统流程

闪蒸汽经冷凝器循环水冷凝，大量潜热被循环水带走，热量浪费、循环水负荷大。

▶目前利用情况

仅有渣水Ⅰ区采用ORC装置对低压闪蒸气回收利用，其余余热利用相对较少。

▶选择的方向

ORC发电（热电转化率12%）+黑水管线余热暖气管网+溴化锂夏季循环水降温+别的更好选择，仍在继续探索中。

热源参数

序号	介质名称	温度（℃）	压力（MPa）
1	高闪气	156	0.45
2	低闪气	126	0.15

气化渣处置研究（富碳灰渣生产合成气试验项目）

▶工艺路线

用常压固定床纯氧连续气化炉，在0.055 MPa的压力下，以改性富碳灰渣为原料，以纯氧、水蒸汽辅助添加二氧化碳为气化剂，在固定层气化炉中，改性富碳灰渣与氧气、蒸汽在高温下气化，年生产8000小时。

▶时间节点

- **7.15** 完成工艺、管道、土建、结构、建筑、消防、给排水、设备、电气、仪表等专业详细设计
- **10.10** 土建、设备安装、管路铺设等主体工程施工
- **11.25** 单机调试、联合调试项目投入运行

生产规模（试验装置）

设计处理能力	1 万吨富碳灰渣/年
装置规模	日处理30t富碳灰渣
产气量	2267Nm³/h（干气）
年操作时间	8000 小时
操作弹性范围	70～110%
操作压力	0.055MPa（G）

人工智能大模型应用：APC + RTO

▶主要方向

智能配煤优化+气化生产决策寻优+气化炉炉体温度异常监测+液体泄漏监测等。

▶RTO

在APC基础上，建立机理模型与实时优化（RTO）系统，结合原料煤种、负荷工况与煤价格，优化氧煤比、与负荷分配；动态对标能耗基准，持续挖掘节能降耗空间，提升装置整体运行经济性与精细化管控水平。

▶调试阶段

- 计划于10月25日起，项目进入逐步试用及调试阶段。

预计效果

98 %	96 %	0.2 %	0.35 %
APC投用率	RTO投用率	精制气产能提升	煤量节约

汇报完毕
敬请批评指正！