



四喷嘴气化技术在恒力石化应用

汇报人：马艳军



目录

- 01** 恒力石化简介
- 02** 煤制氢气化装置概况
- 03** 气化装置运行情况
- 04** 装置技改技措



恒力石化简介



一、恒力石化简介



恒力集团概述

恒力集团始建于1994年，是以炼油、石化、聚酯新材料和纺织全产业链发展的国际型企业。集团现拥有全球产能最大的PTA工厂之一、全球最大的功能性纤维生产基地和织造企业之一，恒力集团已连续多年荣列中国民企十强。企业竞争力和产品品牌价值均列国际行业前列。恒力集团2022年位列世界500强第75位；2010年，恒力集团响应新一轮东北振兴战略号召，在国家七大石化产业基地之一的大连长兴岛，建设恒力（大连长兴岛）产业园，一次性规划石化、炼化、化工三大板块，现已全部投产并满产满销。其中，恒力2000万吨/年炼化一体化项目，不仅助力集团实现了“从一滴油到一匹布”的全产业链布局，而且在国内外炼化业界创下了建设周期最短、效益最好、能效和收率等指标全球最先进的业绩。



2022年总营收**7323**亿元
世界500强第**75**位
中国企业500强第**24**位
中国民营企业500强第**3**位
中国制造业企业500强第**5**位



一、恒力石化简介



恒力集团概述

2021年，恒力集团高起点规划、高标准建设一系列重点项目，在不断完善上游“大化工”平台的同时，持续推动化工新材料产业发展。其中，恒力（大连长兴岛）聚酯科技产业园、百万吨级PBS类生物降解新材料项目，年产80万吨功能性聚酯薄膜、功能性塑料项目，年产16亿平锂电隔膜项目正在加速推进中。前瞻性、多元化的战略布局，使得恒力集团全产业链竞争优势日益凸显，进一步向世界一流的平台型化工新材料研发与制造企业迈进。

2022年8月，恒力集团通过资产收购方式，将STX（大连）闲置十年之久的存量资产盘活，进军高端临海装备制造行业。全力打造世界一流的高端临海装备制造基地-恒力重工，恒力（大连）产业园也实现了产业链从纵向延伸到横向补强。



恒力重工集团有限公司将汇聚全球化人才、整合产业链资源、引入精细化管理，重点启动船舶及海洋工程建造、高端装备制造、绿色建材等板块，全力打造世界一流的高端临海装备制造基地。

一、恒力石化简介



恒力石化概述

恒力（大连长兴岛）产业园总投资突破1800亿元，形成了石化、炼化、化工三大板块协同发力，“石油化工”与“煤化工”深度融合发展的良好态势。

- 2017年4月开工建设；
- 2018年12月投料开车；
- 2019年3月24日打通生产全流程；
- 2019年5月17日全面投产；

位于国家七大石化产业基地之一的大连长兴岛，首批国家级绿色工厂。全流程开车投产速度和达产速度最快，打破行业纪录。



02

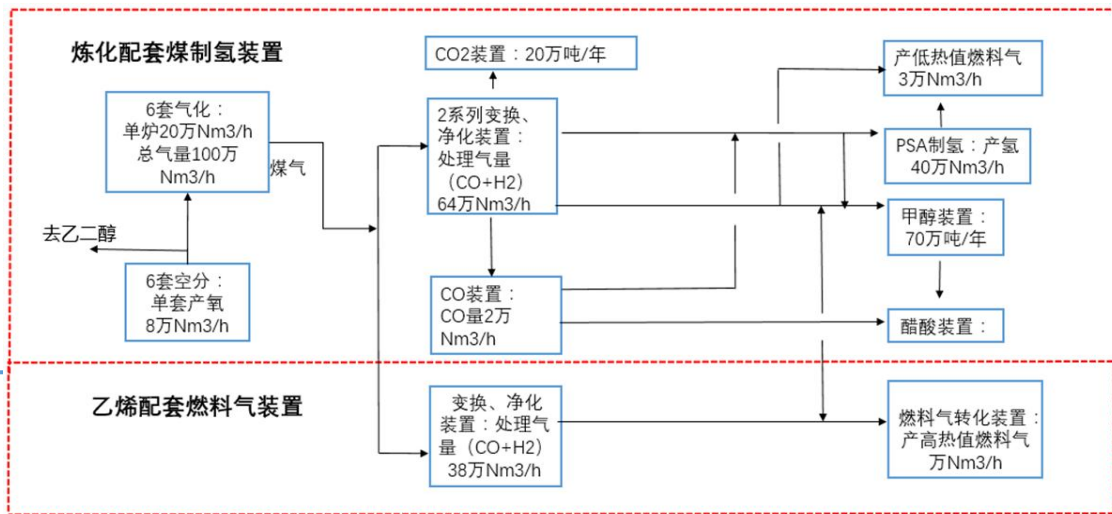
煤制氢气化装置介绍

二、煤制氢气化装置介绍

煤制氢装置

煤制氢区域占地面积323950平方米，包含：

- 空分装置：6套德国LINDE工艺80000Nm³/h产氧量；
- 气化装置：6套投煤量3000吨/天四喷嘴水煤浆气化炉；
- 制氢甲醇装置：三套制氢变换装置、两套部分变换装置、一套热回收装置，三套低温甲醇洗装置，一套70万吨/年甲醇装置；一套CO深冷分离装置；一套20万吨/年食品级CO₂装置；两套20万Nm³/hPSA制氢装置；
- 燃料气装置：一套12.8万Nm³/h燃料气转化装置；
- 醋酸车间：一套醋酸装置；
- 一套密闭式循环水站。

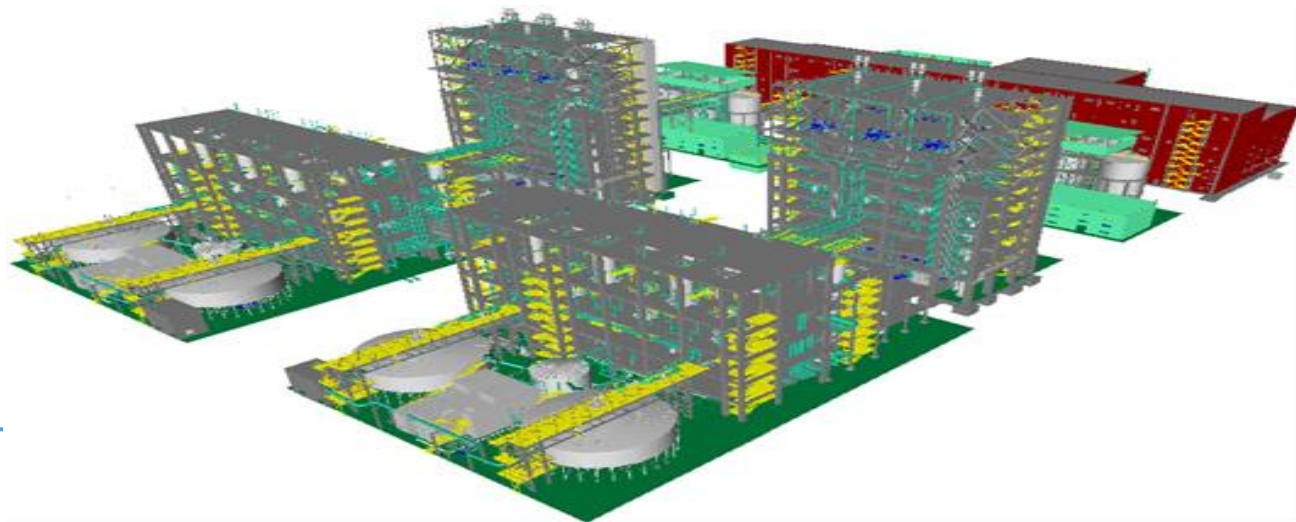


二、煤制氢气化装置介绍

气化装置

气化装置建设六套水煤浆气化炉，采用具有我国完全技术知识产权的四喷嘴对置式水煤浆加压气化技术

- 气化炉直径3.88米，操作压力6.5MPa；
- 单炉投煤量3000吨/天（干基）；
- 单炉具备20万Nm³/h有效气产能；



二、煤制氢气化装置介绍

气化装置

- 2019年2月15日原始开车，
- 自2020年2月10日装置开始5台炉在线运行。
- 5台气化炉同时运行在线率94.5%--97.0%。
- 经过不断摸索各指标均在设计指标内运行平稳，总体运行稳定可控
- 目前基本实现5开1检修的运行。



装置建设

2017年
4月底

2019年2月
15日

气化炉投产

5台炉同时运行

2020年2月

2021年

5开1备检修模式优化

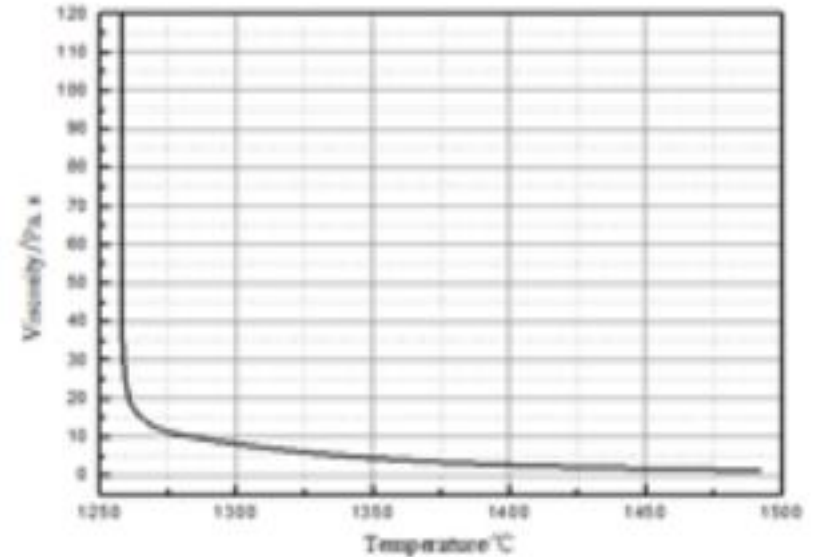
03

气化装置运行情况

三、气化装置运行情况

原料煤使用：

气化装置原设计使用神华煤单一煤种，在装置投入运行后，由于受采购、船期及煤棚设计缺陷影响，在开车运行早期使用过几个煤种，19年5月份以后确定以神优二为主力煤，配烧陕煤为主，偶尔少量配烧其他煤种作为补充。经过摸索操作条件，发现神优二：陕煤=1：1时运行工况较好，2020年4月到现在一直固定该比例。



上图是神优二和陕煤1：1混合煤灰的粘温特性曲线。当熔渣的粘度25Pa.S时，气化温度应控制在1265℃以上，说明该煤种的熔渣流动性合适，煤熔渣的流动性较好，操作温度可以低于1350℃。

分析项目	Mt	Minh, ad	Aad灰分	Vad	St,ad	Qnet,ar	FCad	流动温度
单位	%w/w	%w/w	%w/w	%w/w	%w/w	Cal/g	%w/w	℃
	15-19.5	6.3-9.9	7.7-11.8	29-34.2	0.3-0.6	5400-5800	52-56	1140-1250



三、气化装置运行情况

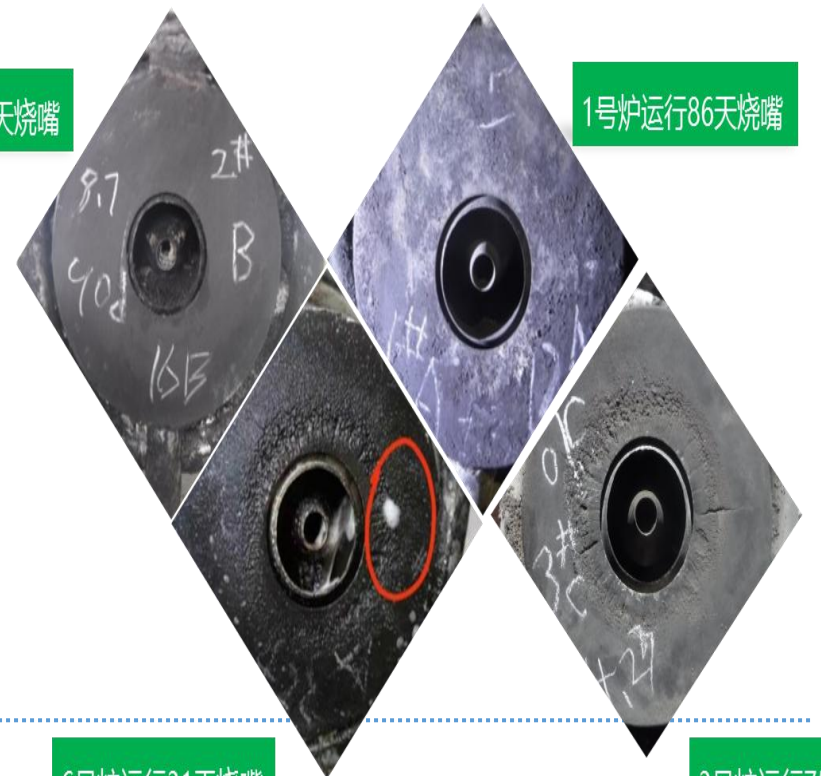
➤烧嘴更换周期

原始开车烧嘴周期以60天为目标，2021年烧嘴周期在70-80天，最长到100天

序号	运行周期	运行天数	累计天数	
1	2019年12月27日-03月23日	88	88	计划停车
2	2020年03月23日-05月15日	55	143	计划停车
4	2020年05月30日-08月16日	79	222	计划停车
5	2020年08月19日-11月13日	87	309	计划停车，更换膨胀缝，渣口砖。
6	2020年12月13日-03月22日	100	409	计划停车，
7	2021年04月09日-07月03日	86	495	计划停车，更换炉砖。
8	2021年08月07日-10月19日	74	569	计划停车，
9	2021年10月25日-12月25日	62	631	计划停车，
10	2022年01月07日-02月12日	37	668	2月12日A烧嘴泄漏联锁停车，更换4个烧嘴，14日开车
11	2022年02月14日-04月03日	49	717	C烧嘴端面泄漏
12	2022年04月08日-05月16日	39	756	计划停车，
13	2022年05月19日-06月27日	40	796	后系统检修，停1台炉

2号炉运行90天烧嘴

1号炉运行86天烧嘴



6号炉运行31天烧嘴

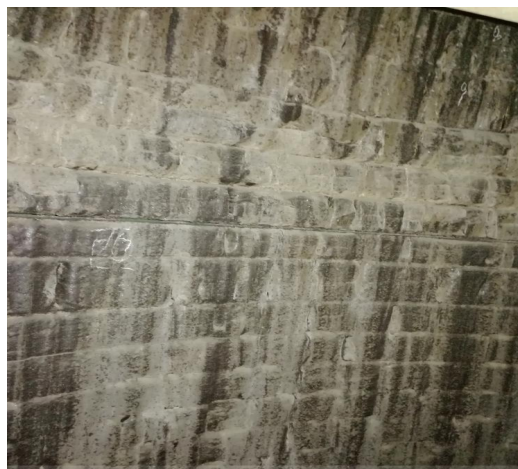
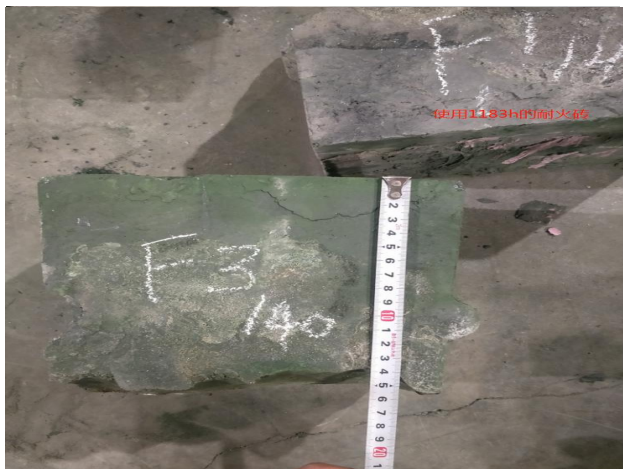
3号炉运行75天烧嘴

1号炉开停车统计

三、气化装置运行情况

砖更换周期

拱顶砖最长14550左右； 筒体砖最长22500h（局部）； 渣口砖3600-5400h左右； 膨胀缝7200-8000；



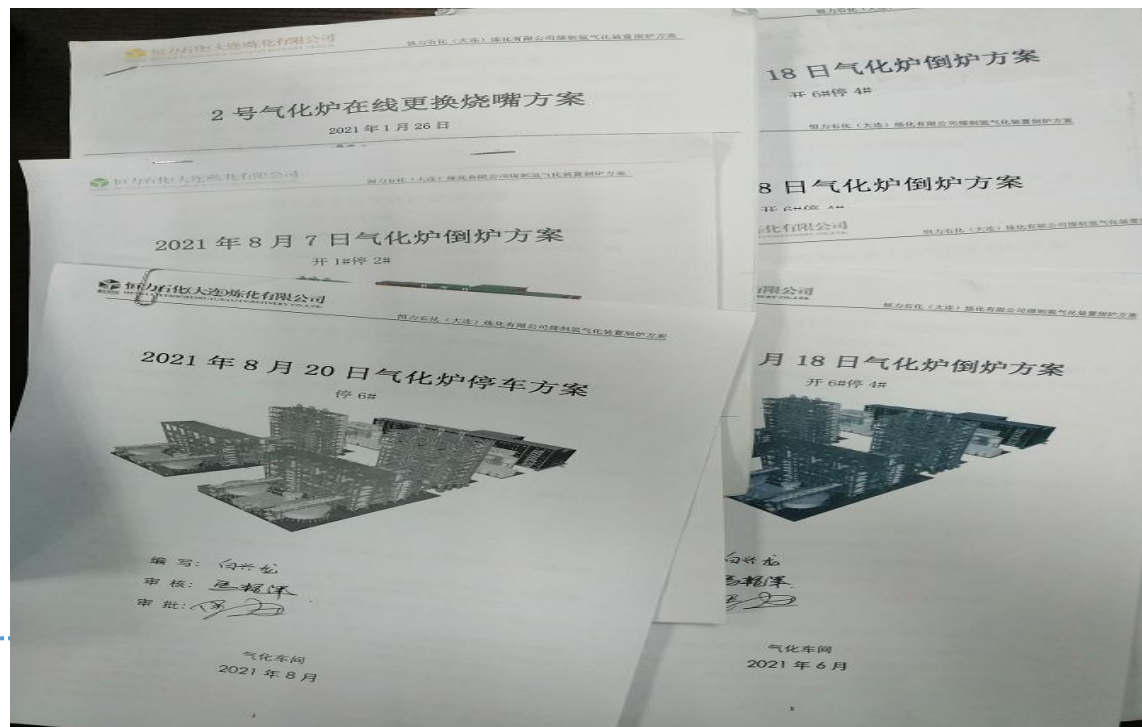
三、气化装置运行情况

➤ 气化炉检修时间：

气化炉检修实行24小时检修，局部更换炉砖渣口10-15天；全部更换30天；单炉常规检修时间控制10天以内。

6号炉停车检修项目

序号	检修内容	检修工艺处理及安全措施（详见交出方案）	方案落实、现场检查检修负责人	检修周期/天	检修时间节点
1	煤浆管线码头壁厚检查	煤浆泵停车	孙世岩	15	9月17-9月30
2	煤浆给料泵拆检（油系统、单向阀、C活塞杆）	煤浆泵停车；冲洗合格；断电；办理相关票证	孙世岩	15	9月16-9月24
3	煤浆给料泵P603A单向阀拆检，出口缓冲气囊拆检、清理。	煤浆泵冲洗合格，进出口阀门关闭，断电	孙世岩	15	9月25-9月27
4	煤浆给料泵P603B单向阀拆检，出口缓冲气囊拆检、清理。	煤浆泵冲洗合格，进出口阀门关闭，断电	孙世岩	15	9月25-9月27
5	煤浆管线压力表PT6031、PT6030检查根部清理	仪表拆检膜盒	孙世岩	15	9月25-9月27
6	6#二级滚筒筛拆检，清洗。	二级滚筒筛隔离；冲洗干净；断电；办理相关票证	孙世岩	15	9月18-9月24
7	激冷水流量调节阀42123FV6009拆检	打开旁路阀，关闭前后球阀	孙世岩	15	9月18-9月20
8	激冷水流量计42123FT6009拆检	气化炉停车，系统水排净，泄压完成，确认无压。	孙世岩	15	9月22-9月22
9	黑水过滤器42122V504A拆检、清理。	预热水切换至42122V504B（西侧），关闭42122V504A（东侧）进出口阀门，泄压完成，确认无压	孙世岩	15	9月23-9月30
10	6#气化炉出口黑水角阀扩散段拆检	气化炉停车，系统水排净，泄压完成，确认无压	孙世岩	15	9月23-9月30
11	气化炉液位计根部管道检查。	气化炉停车，系统水排净，泄压完成，确认无压。	孙世岩	15	9月23-9月30
12	气化炉燃烧室内部检查。	所有氮气盲板隔离，置换分析合格	孙世岩	15	9月24-9月30
13	气化炉冷却室内部检查。	所有氮气盲板隔离，置换分析合格	孙世岩	15	9月24-9月30
14	捞渣机例检	气化炉预热水去澄清槽，确认锁斗KYS001/5002/5003关闭，预热水至渣池阀门关闭	孙世岩	15	9月17-9月30
15	气化炉黑水流量计FT6004检查。	气化炉停车，系统水排净，泄压完成，确认无压	孙世岩	15	9月24-9月30
16	6#渣斗冲洗水撬杆人孔内部检查。	氮气加盲板隔离，三阀常开，补水管线关闭，导淋常开。	孙世岩	15	9月17-9月30
17	水洗塔内部检查，清洗塔盘	6号系统停车；系统隔离；水排空；上下人孔打开自然通风；专人监护	霍震霆	15	9月24-9月30
18	水洗塔排黑管线检查清洗	6号系统停车；系统隔离；水排空；	霍震霆	15	9月24-9月30
19	旋风分离器内部检查	6号系统停车；系统隔离；水排空；上下人孔打开自然通风；专人监护	霍震霆	15	9月24-9月30
20	旋风分离器排黑水管线检查清洗	6号系统停车；系统隔离；水排空；	霍震霆	15	9月24-9月30
21	蒸发热水塔内部检查	6号系统停车；系统隔离；水排空；上中下人孔打开自然通风；专人监护	霍震霆	15	9月24-9月30
22	蒸发热水塔排黑管线检查清洗	6号系统停车；系统隔离；水排空；	霍震霆	15	9月17-9月30



三、气化装置运行情况

► 气化单炉运行周期：

气化炉运行4-7个月停车例检，期间在线更换1-2次烧嘴；最长239天（在线更换烧嘴2次）；

► 气化系统运行：

2019年2月份原始开车至今气化装置运行1300多天，气化装置连续供应水煤气，没有出现过中断。装置从17年4月底打第一根桩建设到第一台气化炉原始投料开车历时约22个月；从第一台气化炉投料到22年8月恒力气化装置已经开车运行3.5年，经过不断摸索目前各指标均在设计指标内，运行总体稳定可控，各炉按照计划单炉轮流检修，整个系统一直连续运转，保质保量向后系统输送合格水煤气，原始投料以来没有发生过向后系统输送气体中断的现象。



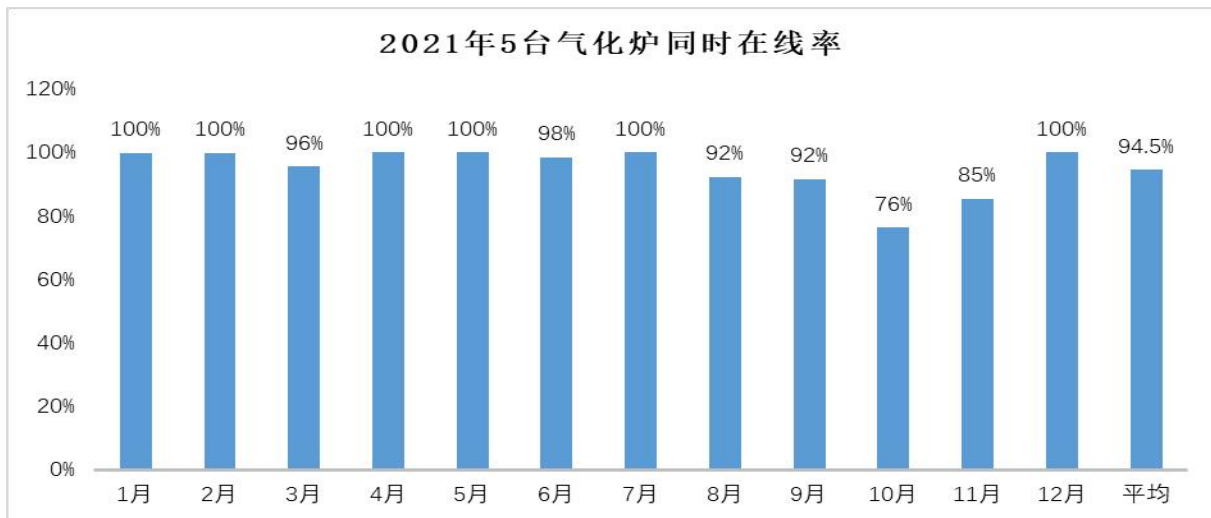
三、气化装置运行情况



➤ 5开1检修运行摸索：

◆ 2021年到2022年7月份5台气化炉同时运行在线率96.25%。

◆ 2022年计划完成5台炉砖更换，目前已经完成4台。



2022年5台气化炉同时在线时间统计

月份	当月总时间h	5台炉在线时间h	5台炉在线率	原因
1月	3717.25	3720	99.93%	
2月	3358.95	3360	99.97%	
3月	3711.95	3720	99.78%	
4月	3597.05	3600	99.92%	
5月	3713.15	3720	99.82%	
6月	3511.55	3600	98%	炼油检修
7月	2325.75	3720	63%	炼油、化工检修
全年在线率			97.54%	

2021年5台气化炉同时在线时间统计

月份	当月总时间h	5台炉在线时间h	5台炉在线率	原因
1月	3714.75	3720	99.86%	
2月	3350.3	3360	99.71%	
3月	3552.75	3720	95.50%	燃料气检修
4月	3609.2	3600	100.26%	
5月	3722.85	3720	100.08%	
6月	3543.05	3600	98.42%	甲烷化检修
7月	3722.85	3720	100.08%	
8月	3436.35	3720	92.38%	炼油检修
9月	3296.15	3600	91.56%	炼油检修
10月	2837.6	3720	76.28%	空分检修、
11月	3077.1	3600	85.48%	炉壁超温
12月	3719.15	3720	99.98%	
全年在线率			94.96%	

04

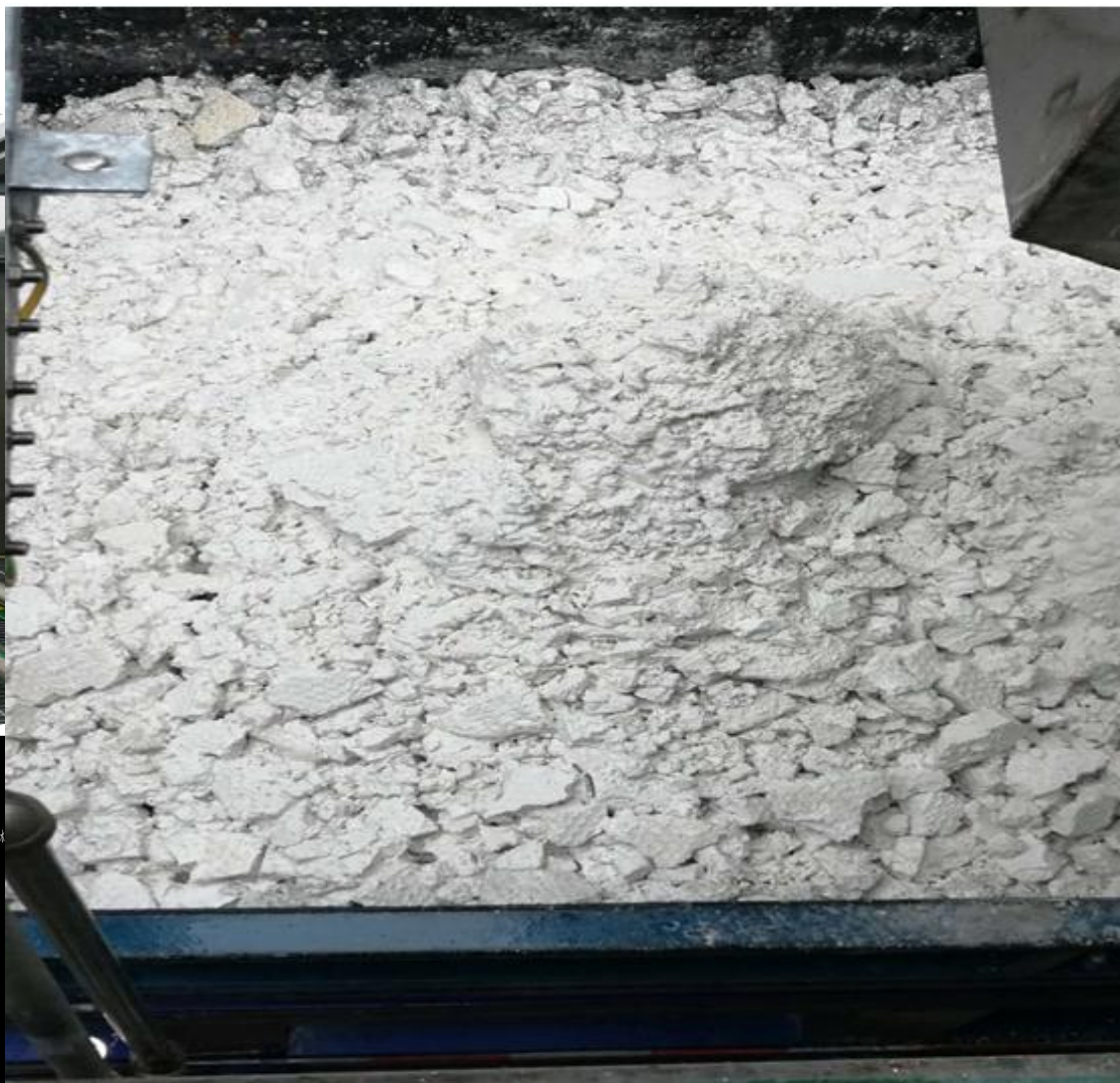
装置技改技措

四、装置技改技措

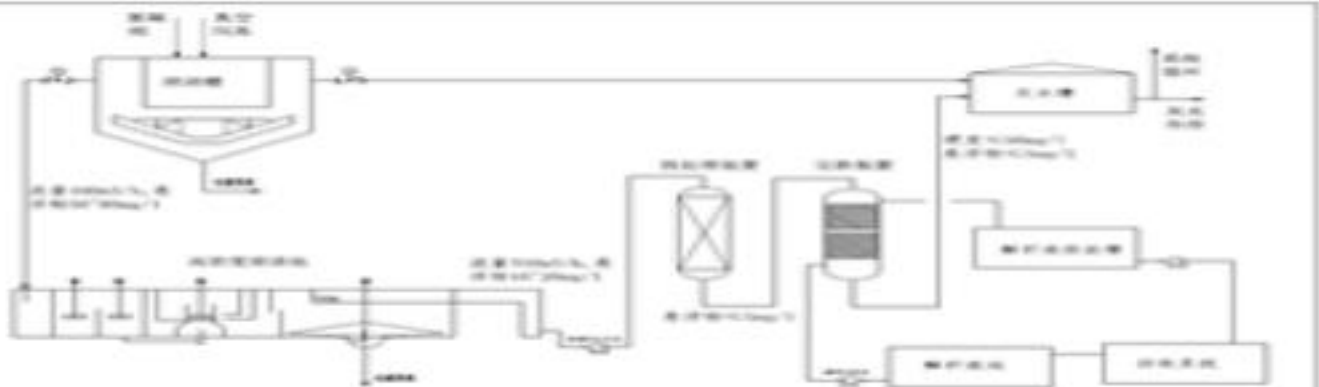
1、水质优化

气化装置自投产以来总体运行平稳，主要瓶颈问题灰水系统的管道、设备结垢，部分设备管道结垢影响装置长周期运行，煤制氢组织实施2套新增灰水气体除氨氮装置（配套除硬装置）。

除硬吸附撬块



处理后的碳酸钙



四、装置技改技措

1、水质优化

2套新增灰水气体除氨氮装置去年6月份投用，运行结垢问题得到改善。

汽提塔进水

pH	NH3-N	TCODCr	THH
	mg/L	mg/L	mgCaCO3/L
5.9-8.3	500	1000-1500	18-100

汽提塔出水

pH	NH3-N	TCODCr
	mg/L	mg/L
6-9.3	小于80	100-300

存在问题：水质PH不稳，有时偏低，有时较好，还没有弄透是什么原因造成。



四、装置技改技措



2、烧嘴压差波动、烧嘴优化

自去年冬季到今年春季原料煤供应紧张，气化炉出现过煤浆压差波动、烧嘴室周边壁温超温，烧嘴寿命短现象。分析发现烧嘴运行周期和原料煤变化有明显的关联性。

煤质分析检测报告

Test Report for Coal

样品名称 Sample Name	新世纪 198-2207 神优 2	样品编号 Number of Samples	20220403SY2
分析结果			
工业分析			
水分 M	Wt%	空气干燥基 ad	干燥基 d
灰分 A	Wt%		
挥发分 V	Wt%		
固定碳 FC	Wt%		
元素分析			
全硫 St	Wt%	空气干燥基 ad	干燥基 d
热值分析			
弹筒发热量 Q_b	MJ/kg	空气干燥基 ad	
煤灰熔融性			
变形温度 DT	°C	软化温度 ST	半球温度 HT
(弱还原性气氛)	1260	1280	1310
			流动温度 FT
			1360

煤种异常造成的运行困难

2022年2月21日至3月19日，气化炉从2月28日开始运行的5台气化炉，5台出现压差异常；4#炉异常较为典型，随着煤种变烧嘴压差变化波动、平稳交替变换。压差的波动造成炉壁温度异常升高、操作困难。



煤种异常造成的运行困难

2022年2月21日至3月19日，气化炉从2月28日开始运行的5台气化炉，5台出现压差波动；3#炉波动较为典型，随着煤种变烧嘴压差换波动、平稳交替变换。压的波动造成炉壁温度异常升高。



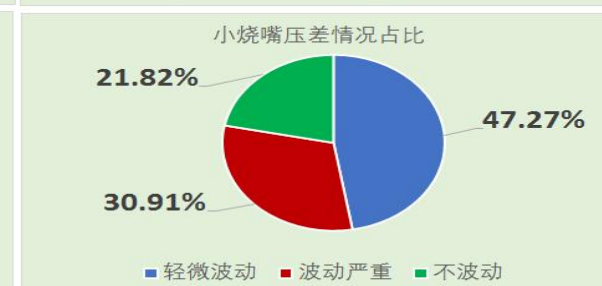
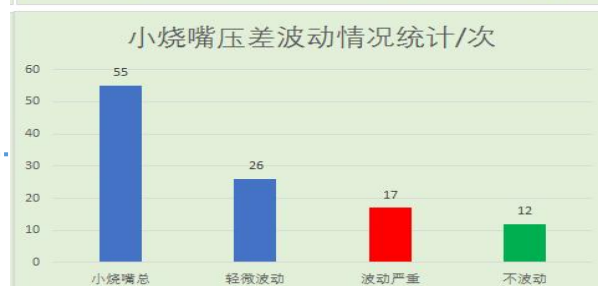
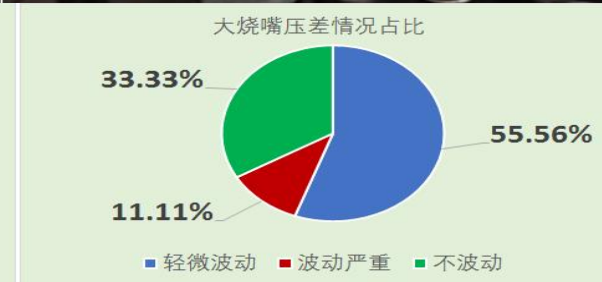
四、装置技改技措

2、烧嘴压差波动、烧嘴优化

根据5开1检修运行模式及后系统负荷的波动，对气化炉的负荷进行相关核算，提出高负荷情况下，使用大间隙烧嘴想法，经华理老师进行相关烧嘴的尺寸核算，调整烧嘴烧嘴头部尺寸。目前运行的5台气化炉，三台炉使用小烧嘴，两台炉使用大烧嘴，满足了系统负荷调整需求，效果较好。

其他优化：

- 根据运行期间发现的不足，对标兄弟单位，借鉴成熟经验，优化端部材料，恢复工艺包要求的端盖厚度（4.8-5.8）；
- 对比气化炉运行积累的大数据、烧嘴维修质量验收数据、烧嘴材质等。总结烧嘴长周期的关键条件。
- 操作上调整烧嘴冷却水参数，微调调整气化炉操作指标。
- 烧嘴头使用含W材料



四、装置技改技措

3、低压煤浆泵出口管线

煤浆制备系统9台磨煤机，每台磨煤机对应2台低压煤浆泵目前8开1备；

设计7开2备，3台低压煤浆（不同磨机的）泵可以往一台大煤浆槽供应合格水煤浆，运行中发现有磨机突发检修不能任意切换磨煤机；

为稳定供气，稳定煤浆质量，保证磨煤机能按周期正常检修维护，增加煤浆供应的灵活性，实施改造；

方案：将磨煤机的煤浆回流管线串连，形成整体的煤浆连通管线；



四、装置技改技措

4、气化炉运行优化

2021年二季度开始实施气化装置先进控制 APC项目。9月初气化炉炉温先进控制系统投用 (APC)。

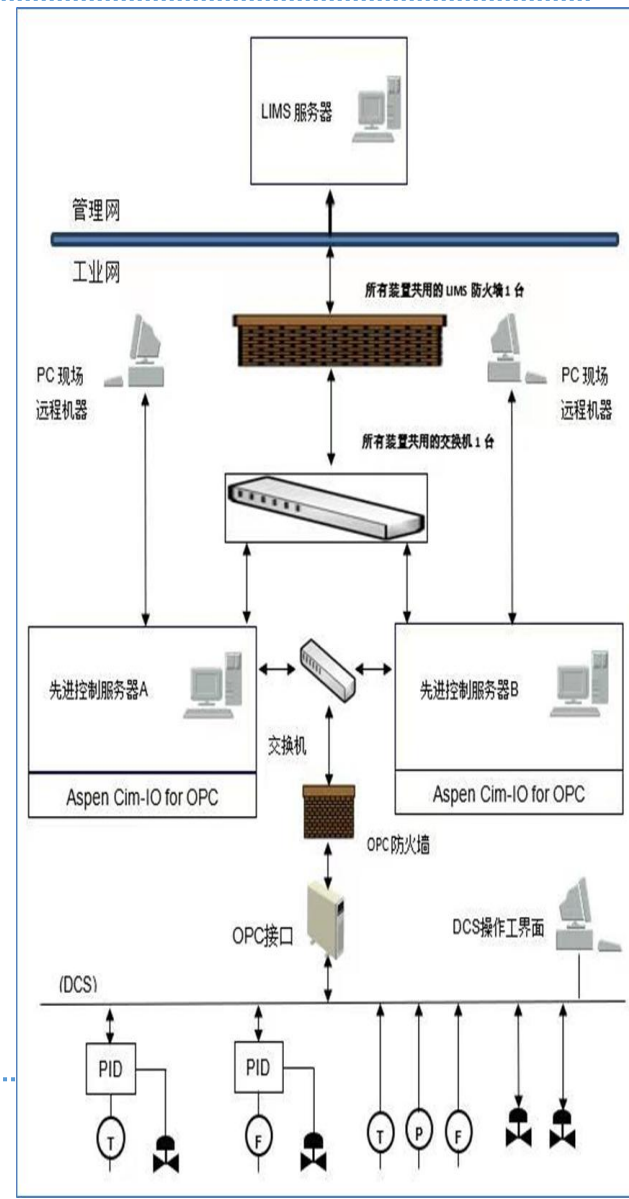
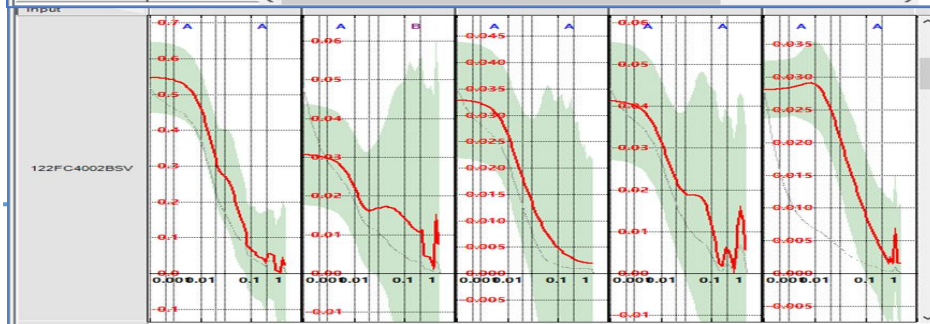
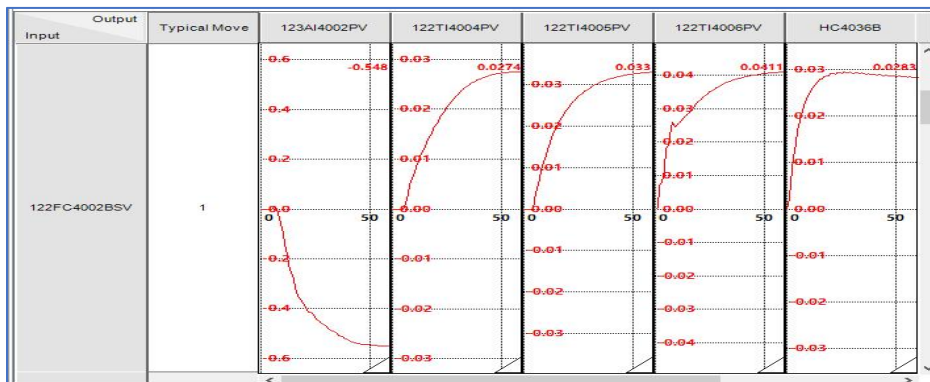
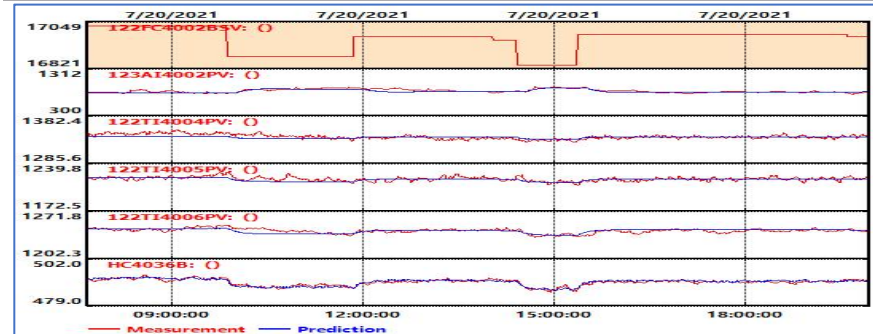
在气化装置已有的DCS控制系统上层开发一套先进过程控制系统，该系统由多变量控制器构成。该方案在线应用于气化装置后进一步提高装置的控制水平，从而进一步提高装置运行的平稳性。

投用以后效果较好，气化炉平稳运行期间，通过先进控制系统调节氧气，实现甲烷、炉温、氧煤比的合理控制，各项指标运行平稳。大大降低操作人员的操作强度。

5#气化炉系统控制器

MV	操作变量	描述	开关	状态	当前值	单位	当前步幅	稳态目标	下限	上限
1	42122FC5002A.SV	A空预热器风量	ON	ON	19439.60	Nm ³ /h	0.01	19439.56	19100.00	19800.00
2	42122FC5002B.SV	B空预热器风量	ON	ON	19316.61	Nm ³ /h	0.01	19316.60	19100.00	19800.00
3	42122FC5002C.SV	C空预热器风量	ON	ON	19353.24	Nm ³ /h	0.01	19353.23	19100.00	19800.00
4	42122FC5002D.SV	D空预热器风量	ON	ON	19411.00	Nm ³ /h	0.01	19410.99	19100.00	19800.00

CV	被控变量	描述	开关	状态	当前值	单位	稳态目标	外部目标	下限	上限
1	42123AI5002.PV	甲烷含量	ON	ON	173	ppm	153		50	590
2	42123AI5001C.PV	CO2含量	ON	ON	17.04	%	17.11		16.00	17.50
3	42122TI5004.PV	炉温	OFF	OFF	908.34	°C	1496.61	1200.00	1230.00	
4	42122TI5005.PV	炉温	ON	ON	1282.09	°C	1281.47		1250.00	1310.00
5	42122TI5006.PV	炉温	ON	ON	1292.14	°C	1292.03		1250.00	1300.00
6	42122HC5036A.PV	氧煤比A	ON	ON	093.90		091.56		085.00	095.00
7	42122HC5036B.PV	氧煤比B	ON	ON	093.73		094.23		085.00	095.00
8	42122HC5036C.PV	氧煤比C	ON	ON	094.68		093.13		085.00	095.00
9	42122HC5036D.PV	氧煤比D	ON	ON	094.93		093.80		085.00	095.00

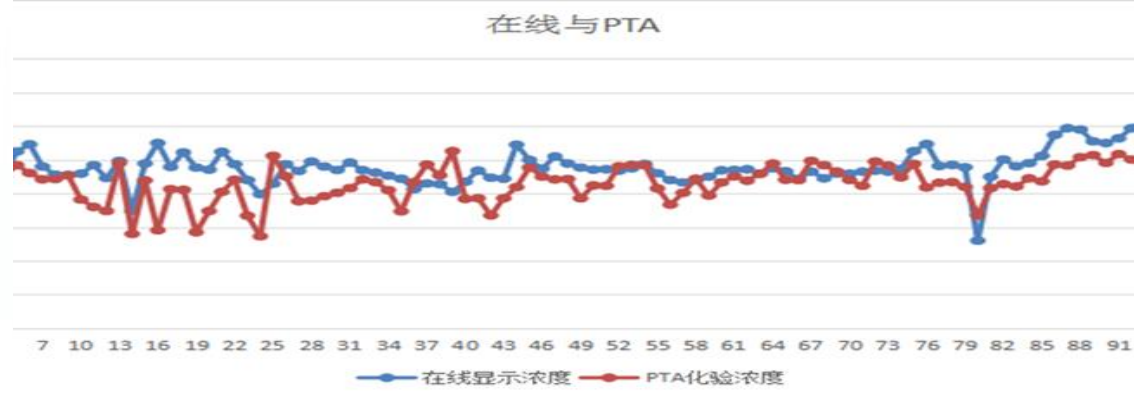
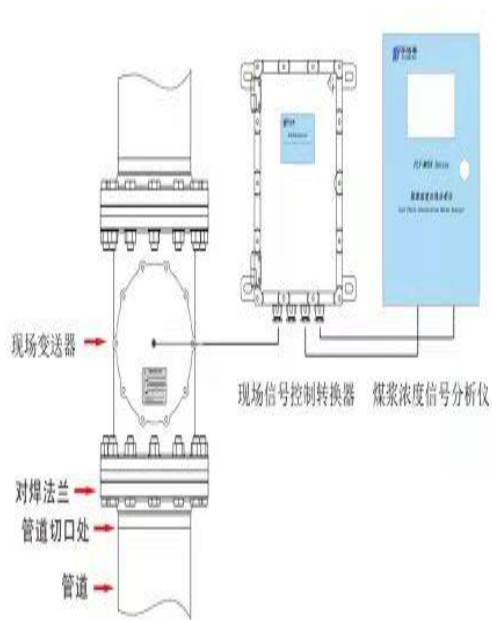


四、装置技改技措

5、试用煤浆浓度在线分析

恒力煤浆浓度在线分析仪采用的是电磁波透射式波谱测量原理；检测分析电磁波透过煤浆的波谱，即可确定出煤浆中各种组分，以及各组分量的大小，进而根据各组分量的大小计算出煤浆浓度。

煤浆浓度计投用，目前能够指导生产操作,大大降低分析工作量，可实时检测浓度变化，及时作出调整。



存在问题：现场仪表信号变送器集成度不足，体积较大就地安装占用空间较大，就地安装环境潮湿。

改进优化：进一步提高变送器的集成度，可考虑机柜间安装仪表，或加防水防潮保护设计。

建世界一流企业 创国际知名品牌

HENGLI
ESTABLISH WORLD FIRST-CLASS MANUFACTURER
CREATE INTERNATIONAL TOP BRAND

新理念 新格局 新标杆

谢谢！