

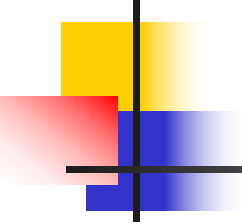


多喷嘴水煤浆气化技术的应用

——江苏华昌化工(002274)

汇报人：李福文

2025年11月18日



主要内容

一、公司简介

二、气化应用情况

三、多喷嘴气化运行管理

四、展望未来



一、公司简介

江苏华昌化工股份有限公司(简称**江苏华昌化工**)位于苏州市张家港保税区扬子江国际化工园。以煤化工为依托主要产品合成氨。

- 公司建成于1970年，

- 2003年公司积极响应张家港市“退二进三”的要求，公司整体搬迁至工业园。

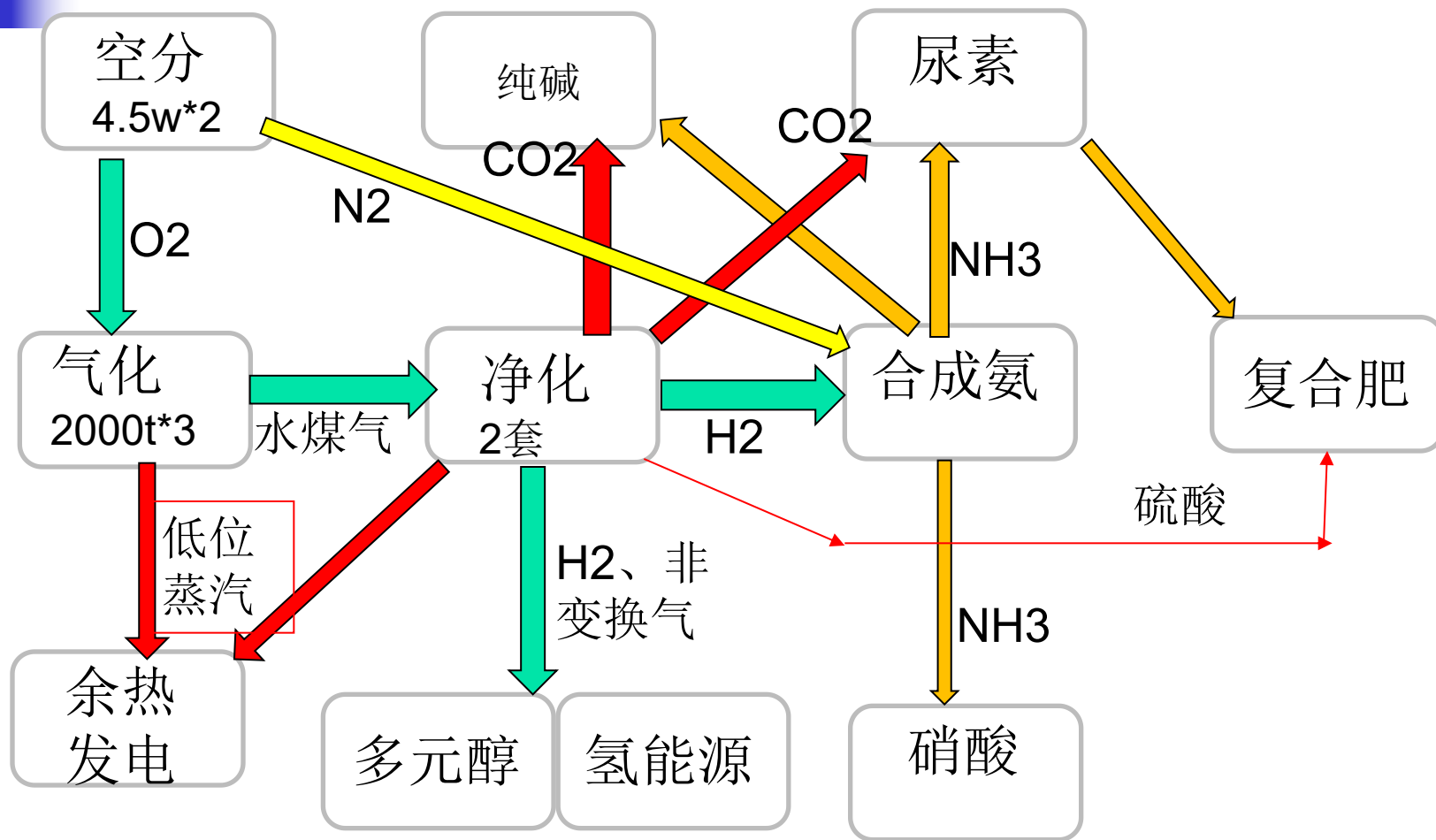
- 2004年变更为华昌化工股份有限公司，

- 2008年在深交所成功上市，

- 2012年开始转型升级。产品从合成氨、纯碱，逐渐延伸到农用化工、基础化工、精细化工、石油化工、氢能源等产品。

- 主要产品：合成氨、纯碱、氯化铵、尿素、复合肥、甲醇、精细化工、多元醇、新戊二醇、氢能源等。

公司流程简图





二、气化应用情况

2013年公司通过了“双结构调整项目”即原料结构调整、产品涉足精细化工。原料调整上选择使用了世界先进的洁净煤气化技术（多喷嘴水煤浆气化），替代固定层气化工工艺，解决固定层气化生产中的“三难”问题。煤化工下游产品也逐渐向有机化工、绿色能源方向发展。



二、气化应用情况

项目建设分两期实施（采用用一退一的方式）：

一期设计**两台**（投煤1800t/d、操作压力6.5MPa）多喷嘴水煤浆气化炉（配套4.5万Nm³/h的空分、煤储运、制浆、绝热变换、低温甲醇洗、低温液氮洗、液态硫回收、污水处理、多元醇项目）。

二期项目新增**一台**（1800t/d、压力6.5MPa）多喷嘴气化炉，配套4.5万Nm³/h的空分、煤储运、耐硫变换、低温甲醇洗、低温液氮洗、硫回收、污水处理、多元醇项目。气化炉形成两开一备的运行模式。同时产能增加一倍。

- **一期项目2015年3月12日**一次投料成功，13日生产出合格的产品并转入正常运行。

- **二期项目于2019年1月**二期装置一次投料成功并转入正常运行。原UGI气化装置及配套净化全部退出运行。



易磨损部分处理

1、输送含固、颗粒液体**离心泵**使用**变频电机调节流量**

目的：取消仪表调节阀，降低泵转速减少电耗，减少泵叶轮及泵壳磨损。（渣池泵、底污泵、压滤机给料泵）

运行效果：装置运行以来更换一次泵壳及叶轮。

2、黑水易磨损部位采用**耐磨件**，或**喷涂耐磨材料**。

例：黑水角阀下盲端及管道。





三、运行管理

——加强原料管理

确保气化炉稳定运行的基础——原料煤：

1、要求煤的适应性：

满足气化炉对原料煤的选择性以及原料煤对气流床气化的适用性。

2、要求煤的可靠性：

为保证煤运输过程中的可靠，原料煤从出矿点、发运点、到港口、入仓点以及入炉点分别取样分析，确保合格煤入炉。

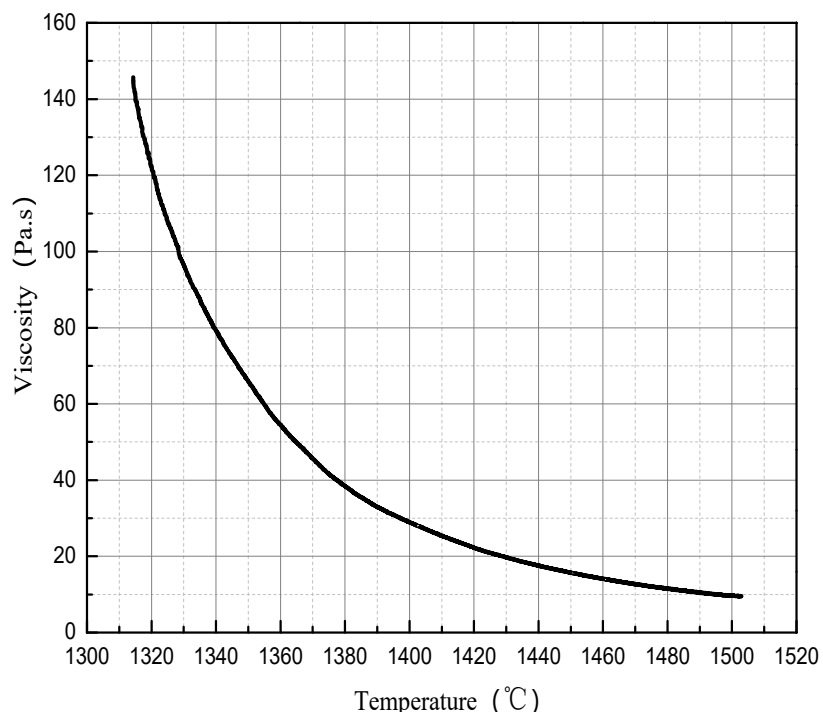
3、适当的灰熔点波动：

公司制定了入炉煤的质量指标：灰熔点小于 1300°C 。

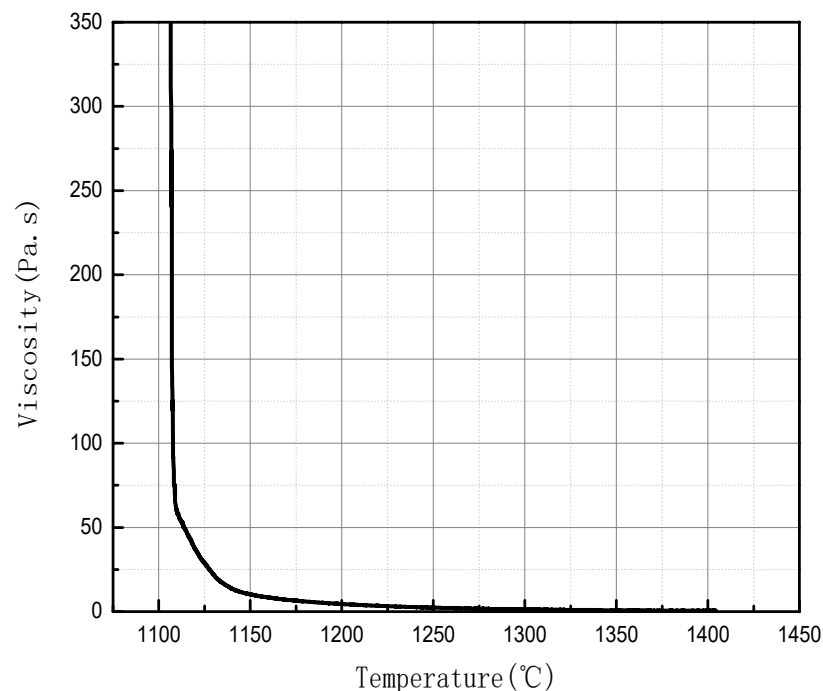


三、运行管理

煤启用前严格分析黏温特性



不理想的煤灰黏温特性



理想的黏温特性



酸碱度分析

酸碱比（酸性氧化物：
碱性氧化物）
按照理论值
控制：
1.3~1.8

煤灰成分检测报告

Test report on coal ash composition

样品名称	样品编号	Sample Name	Number of Samples	202510095#le
分析结果				Analysis Results
氧化物名称	氧化物含量%			
SiO ₂	38.1			
Al ₂ O ₃	15.14			
Fe ₂ O ₃	10.53			
CaO	17.75			
MgO	2.03			
SO ₃	6.86			
TiO ₂	0.64			
K ₂ O	0.98			
Na ₂ O	1.8			
P ₂ O ₅	0.45			
碳酸比	0.62			

煤灰黏温特性检测报告

Test Report for Coal Ash Viscosity

+	样品名称 Sample Name	5#炭二	样品编号 Number of Sample	202510095#le
	检测气氛 Test Atmosphere	弱还原气氛		
分析结果 Analysis Results				
温度 (℃)	黏度 (Pa.s)	温度 (℃)	黏度 (Pa.s)	
1482	1.64	1322	7.74	
1472	1.71	1312	8.80	
1462	1.86	1302	10.05	
1452	1.97	1292	11.41	
1442	2.19	1282	13.04	
1432	2.36	1272	15.00	
1422	2.63	1262	17.14	
1412	2.89	1252	19.81	
1409	3.00	1242	23.20	
1402	3.18	1238	25.00	
1392	3.55	1232	26.79	
1382	3.93	1222	31.60	
1372	4.41	1215	35.04	
1362	4.87	1208	40.00	
1352	5.45	1201	44.80	
1342	6.17			
1332	6.88			
临界温度 (℃)	1278			
曲线见图二				
以上结果仅对本次负责，未保留1个月。				



三、运行管理

——制浆管理

1、稳定控制合适的煤浆浓度。

煤浆浓度过低气化效率下降，煤浆浓度过高，滚筒筛出现带浆，会造成原料煤浪费，综合考虑制浆操作及气化炉的稳定控制，我们公司煤浆浓度61.5%左右，每班间煤浆浓度波动不超过0.5%（w/w），并对大槽煤浆浓度进行严格管理。

2、确保煤浆的稳定性及流动性。（每周测定析出率）

3、控制煤浆粒度分布，及时调整磨棒配比。（每周分析颗粒分布）

时间	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10: 00	12:00	14:00	16:00
煤浆浓度%	61.45	60.92	61.23	60.85	61. 18	61.38	61.16	61.25	60.98
煤 浆 黏 度 mpa. s	858	833	794	874	833	812	851	882	912
粒度分布	8目	15目	40目	80目	200目				
粒度%	100	99.8	95.3	79.3	43.5				



运行管理

——气化炉温度控制

- 1、**熔渣气化炉**要让熔渣能够顺利出渣口（ $T_4 > 200^{\circ}\text{C}$ ，黏度 $< 15\text{Pa}\cdot\text{s}$ ）。运行时参照黏温特性严格控制气化炉操作温度。
（每班要求两次以上观察捞渣机粗渣的形态，随时汇报给控制室主操）
- 2、综合气体有效成分（ $\text{CO} + \text{H}_2$ 含量）及气化炉最高产气率。
- 3、定期分析渣中残炭含量（粗渣残炭 $< 5\%$ ）。判断烧嘴雾化效果（每周1次）



运行管理

——气化炉压力控制

根据负荷及时调整气化炉的操作压力（P）偏差0.05MPa
（简单计算方法）：

1、根据单烧嘴氧气流量计算： $P=P_0L/L_0$

其中：P—气化炉运行压力

P_0 —气化炉100%负荷压力

L—运行期间单烧嘴氧气流量

L_0 —气化炉100%负荷单烧嘴氧气流量



运行管理

——烧嘴喷头氧气流速控制

2、喷嘴外氧流速决定气化炉的操作压力范围

测定烧嘴主要尺寸：煤浆喷头顶间隙：H mm；外氧环隙： d_1 mm；煤浆通道直径： R_c mm和煤浆通道壁厚： d_c mm。根据实际运行的氧气参数：可知总氧气流量： V_1 Nm³/h；中心通道氧气流量 V_2 Nm³/h；氧气温度： t °C和气化炉操作压力： P MPa。由此可得，外通道氧气流速U 为(115~135m/S)：

$$U = 0.2481 \times \frac{V_1 - V_2}{10P + 1} \times \frac{273 + t}{A \times B}$$

$$A = R_c + d_1 + 2d_c + F$$

$$B = d_1 - F$$

$$F = 0.6423 \times \frac{H}{\sin\left(\operatorname{actg} \frac{H}{d_1}\right)} \times \sin\left(0.6981 - \operatorname{actg} \frac{H}{d_1}\right)$$



运行管理

——烧嘴的使用及维修

基础管理

严格检查检修质量（焊接质量、材质）

严格控制烧嘴尺寸（长度、间隙）**按设计**

运行管理

严格控制运行周期

严格控制烧嘴负荷

严格控制负荷压力匹配

严格检查运行状态

总结修正

总结阶段运行经验
分析运行问题原因
制定修改措施



运行117天的
烧嘴



运行管理

烧嘴维修

- 1、使用后的烧嘴全面检查，评估本周使用情况，计划下一周期使用方法。
- 2、与维修商商定本次烧嘴的维修方案。
- 3、维修后的烧嘴进行全面验收。

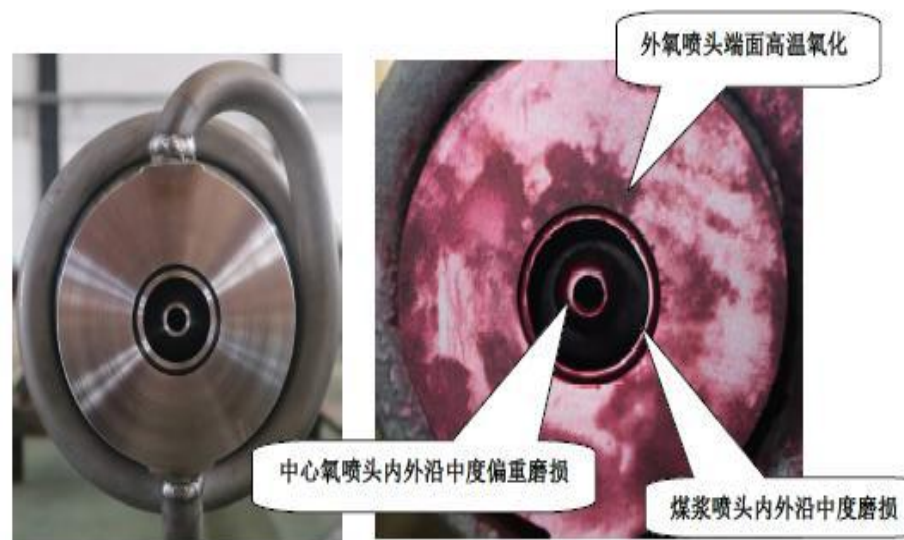


图 3 X2502-B4 烧嘴头部上炉使用前后对比图

3. 维修方案：

- a) 烧嘴经过一个较长周期后下线，根据上表中运行及维修概况，从安全角度考虑，建议烧嘴外氧喷头进行更换。
- b) 建议四台烧嘴煤浆喷头堆焊修复到设计尺寸。
- c) 建议四台烧嘴中心氧喷头堆焊维修，恢复到设计尺寸。
- d) 4 台烧嘴盘管使用 1 个长周期，从安全角度考虑，本次维修建议进行更换处理。
- e) 其余按照拆分、清洗、酸洗、组装、压力试验、脱脂及喷漆等流程进行。
- f) 在维修过程中如有发现新的维修点，我方会及时与贵方沟通。

烧嘴台号	出厂标准尺寸	X2502-B4
外喷嘴喷口直径 (mm)	$\phi 42.8 \pm 0.05$	$\phi 42.9$
中喷嘴喷口直径 (mm)	$\phi 33.0 \pm 0.05$	$\phi 36.8$
内喷嘴喷口直径 (mm)	$\phi 9.4 \pm 0.05$	$\phi 9.68$
外氧环形通道宽度 (mm)	2.5 ± 0.1	2.3-2.5
中烧嘴内缩深度 ^{*1} (mm)	1.0 ± 0.1	1.52
煤浆环形通道宽度 (mm)	9.4 ± 0.3	>>9.8(远远超出 9.8)
内烧嘴内缩深度 ^{*2} (mm)	4.0 ± 0.1	5.52

表 3 X2502-B4 烧嘴尺寸



三、运行管理

——耐火砖的使用

- 1、尽可能使用低灰、低灰熔点的煤。严格稳定煤浆质量（粒度、稳定性）。
- 2、控制气化炉温度稍大于灰流动温度（50~100℃）。
- 3、合理控制烧嘴使用周期。（一般60~90天）
- 4、负荷尽可能大于设计能力的85%。压力负荷严格控制。
- 5、严格把关烧嘴喷头尺寸。
- 6、严格把关砌砖质量。
- 7、制定周期检查及更换机制。

耐火砖使用情况：

拱顶砖累计运行13, 578小时（2018年更换）。

上筒体砖运行15, 725小时（2019年更换）。

下筒体砖运行21, 468小时（2020年更换）。



三、运行管理

——技术改造

通过技术改造消除装置长周期稳定运行的瓶颈，不断挖潜利用系统能量。

1、F高压煤浆泵：分体式活塞改成整体式，提高了钢度，避免活塞破裂问题。

2、F隔膜损坏问题：措施1）固定隔膜更换周期（8000小时），措施2）我们对煤浆调压阀进行改造，增加调压阀调节线性问题，同时操作时严格控制煤浆泵出口压力稳定升降，改造后25年煤浆泵隔膜没有出现计划外检修。

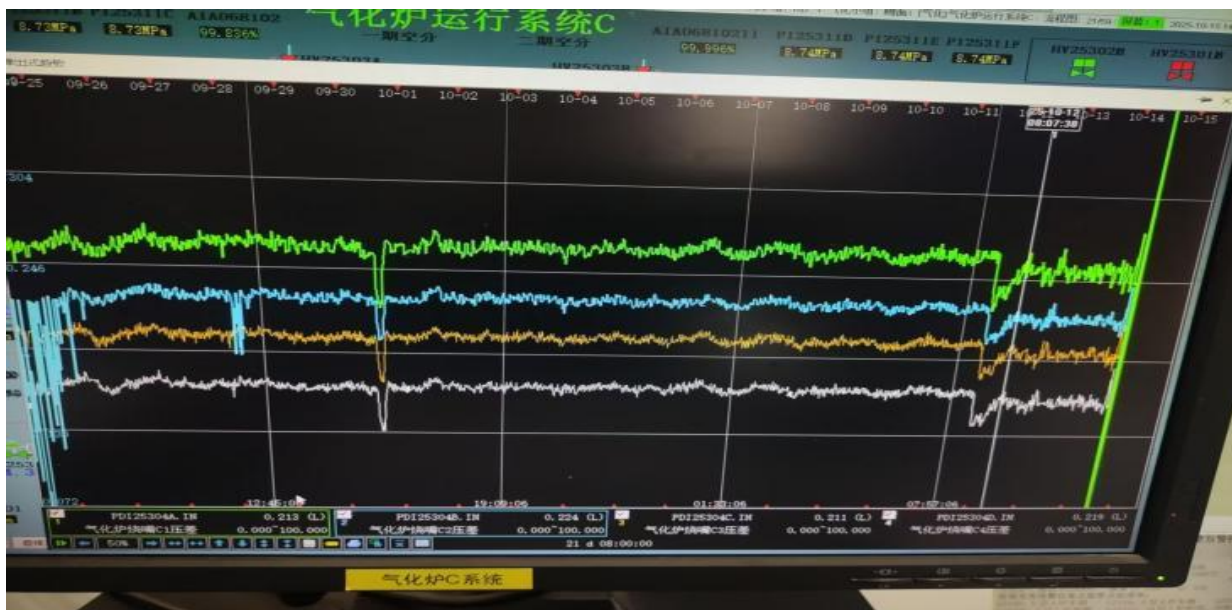


三、运行管理

——技术改造

3、烧嘴改造烧嘴改为水夹套

运行时间:2025.7.23~2025.10.14,共运行83天; 喷头整体磨损较轻微。压差比较平稳:



烧嘴压差平稳



运行83天的水
夹套烧嘴



三、运行管理

——技术改造

4、水洗塔扩能改造

25年5月系统大修期间对B/C系统水洗塔进行扩能改造，由3600mm扩大到4000mm。

扩大后效果：1) 合成气出口温度没有变化，2) 合成气雾沫夹带明显减少

（变换入工段分离器外排水量明显减少）
3) 塔盘没有出现结垢现象。





三、运行管理

——技术改造

5、真空过滤机改压滤机，滤饼水含量降低到35~38%。

6、粗渣增加脱水机，渣含水降低到40%。

在进行的技改：

1、低闪蒸汽预热发电

2、气化扩能15%。

3、煤浆提浓。

闪蒸汽发电



手动改气动阀



粗渣脱水



三、运行的问题管理

——高钠水对气化的影响

磨煤处理新材料产生的Na⁺废水12t/h。（PH13.55/碱度25220mg/L）

4点班其他分析情况
16:00
丁辛醇废水送磨煤pH: 13.55
碱度 (mg/L): 25220.16

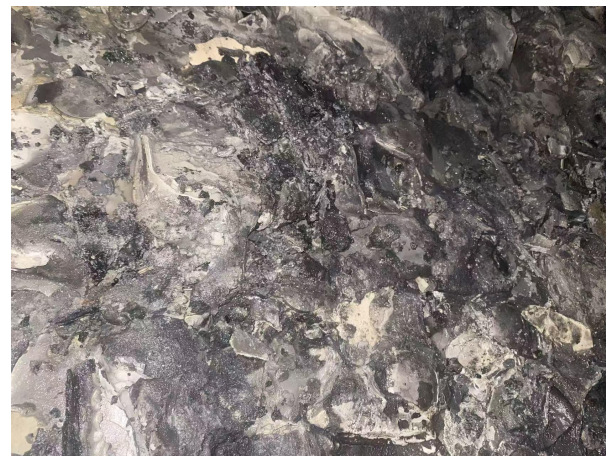
新材料废水分析

Na⁺对气化的影响:

1、气化灰水碱度增加、系统设备及管道结垢严重。

PH	浊度	钙离子	氯离子	碱度	硬度	氨氮	COD
	ntu	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ppm	mg/L
8.93	24.9	70.6	85.1	9428	2682	240.8	185.1

气化灰水分析: 碱度较高PH值接近9.0、硬度268mg/l



蒸发热水塔塔盘结垢



三、运行的问题管理

——高钠水对气化的影响

2、对耐火砖的影响：向火面耐火砖形成钠腐蚀现象，影响耐火砖的正常使用寿命。

耐火砖**Na**腐蚀严重





三、运行的问题管理

——高钠水对气化的影响

运行中解决办法：

- 1、结垢问题：缩短倒炉周期；增加外排水量；热水储罐加部分灰水；每次停车检修对合成气管道、黑水管道进行机械清理。
- 2、耐火砖使用周期缩短。

效果：

- 1、没有因合成气管道及灰水管道没有影响气化炉运行或减负荷。
- 2、气化炉壁温正常没有因局部或整体超温影响气化炉运行或减负荷。



运行数据

运行数据

渣残炭分析% (1)

日期	9. 2	9. 9	9. 16	9. 23	9. 30
细渣	7. 38	2. 78	6. 29	7. 66	6. 3
粗渣 (c炉)	2. 13	3. 54	0. 08	0. 07	0. 18
(a炉)	1. 56	2. 63	0. 1	0. 98	0. 1

气化运行数据 (2)

煤浆流量 (m ³ /h)	气化压力 (MPa)	合成气 (有 效) (KNM ³ /h)	有效气 (CO/H ₂) %	甲烷 (ppm)	
21. 5*4	6.48	12	82.5	280	实际
23*4	6.5	11	81~83		设计

(A) 系统合成气出口

手动分析 (%)

CO	CO ₂	H ₂	CH ₄
46.0	16.7	36.5	280 ppm



运行效果

经过公司不断实施减煤降耗措施，节能效果每年都有较大的提升，多喷嘴气化投产以来华昌多年荣获合成氨“**能效领跑者**”称号。

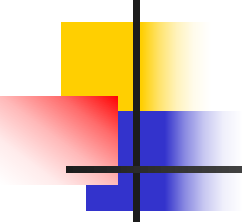
	原造气	2015年 (一期运行)	2019年 (二期运行)	2024年
吨氨煤耗 (煤kg/T氨)	1551	1366	1319	1310

对比原气化年节约原煤： $(1.551-1.310) * 90\text{wt氨}/\text{y} = 21.6\text{万t}/\text{年}$
使用新型气化技术节煤效果比较明显。



四、展望未来

企业正在进行智能化改造并不断探索新能源及精细化工的研发。目前已涉足轻能源、多元醇、医药等精细化工并不断延伸产业链。为企业创建新的经济增长点打下基础。



三人行必有我师，望各位专家指导