

# 安阳盈德气体有限公司 多喷嘴气化装置长周期稳定运行探索之路

汇报人：黄海涛



# Contents

## 目录 CONTENTS

01 项目概况

02 装置简介

03 运行探索

04 下步工作

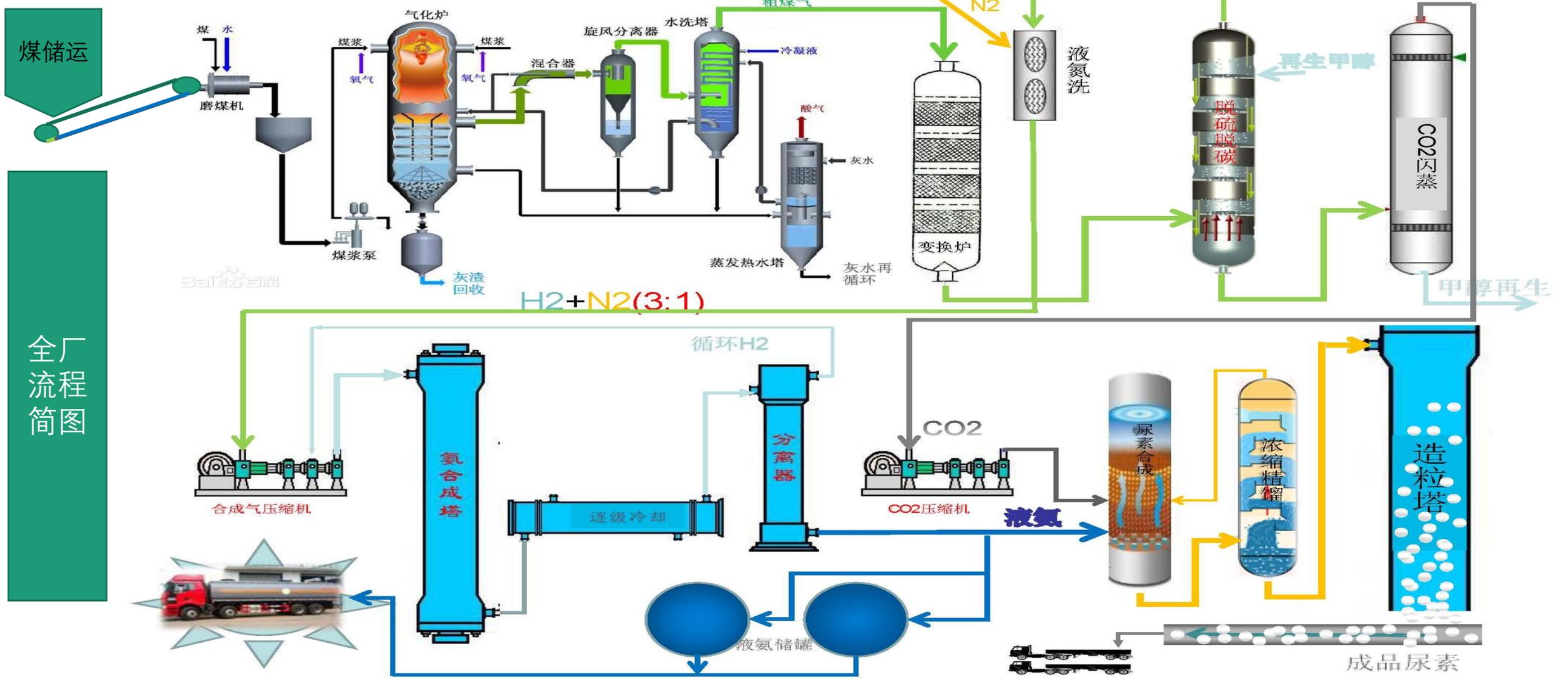


安阳盈德气体有限公司隶属于上海盈德气体集团公司,位于滑县煤化工产业园。项目总投资32亿元,2013年9月建成投产,年产12.8亿立方米合成气,46万吨合成氨,80万吨尿素,企业自2013年9月投产以来,已安全稳定运行3109天,年均运行时间349天,无任何安全/环保事故,连续三年年纳税超1.5亿元,是滑县当地第一纳税大户。

企业先后获得河南省首批环保绩效A级企业、绿色环保引领企业、河南省质量标杆企业、河南省绿色工厂、河南省水效领跑、河南省智能工厂等荣誉称号;秋冬季重污染天气条件下不限产。



# 1.2 全厂工艺流程简图



### 安阳盈德气体有限公司的技术方案

| 序号 | 装置 | 技术方案                         |
|----|----|------------------------------|
| 1  | 空分 | 深冷分离技术制氧 6万方规模               |
| 2  | 气化 | 华东理工大学多喷嘴对置水煤浆气化技术           |
| 3  | 净化 | 绝热变换+低温甲醇洗+液氮洗+硫回收超优克劳斯脱硫技术  |
| 4  | 合成 | 卡萨利低压合成工艺生产合成氨               |
| 6  | 尿素 | 改良CO <sub>2</sub> 汽提法成熟可靠能耗低 |



## 1.4 能效水平优于标杆值水平



国家准入



标杆企业



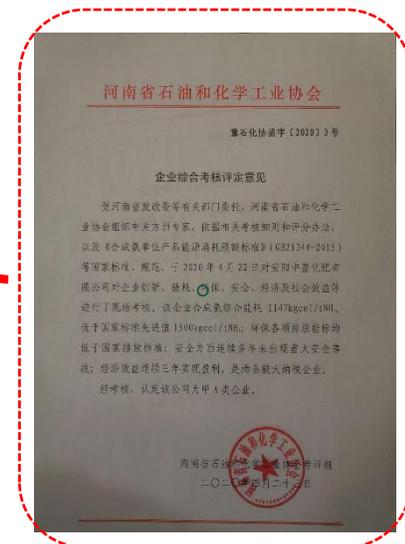
安阳盈德气体

2022年1~8月合成氨单位产品能为~  
**1129.23kgce/t.**

水煤浆气化工工艺合成氨单位产品综合能耗国家准入值限定值**1550**千克标煤

以烟煤（包括褐煤）合成氨单位产品综合能国家能耗标杆值**1350**千克，目前国内标杆企业/行业能效领跑者近三年的能耗是**1183~1206**千克标煤。

2021年11月由河南省、发改委/工信委分别牵头对公司进行了两轮节能监察与用能权核查，2019年~2021年合成氨单位产品能耗为**1163.59kgce/t~1188.19kgce/t**，年综合能耗领先国内标杆水平近**13%**。



多喷嘴对置水煤浆气化在安阳盈德气体成功应用，全系统运行稳定、可靠；运行技术指标优异，综合能耗指标领先国内标杆，给企业带来非常客观的成本优势。

安阳盈德气化采用了华东理工大学多喷嘴对置水煤浆气化技术，日处理煤量2155吨（干基），一期设置两台气化炉，实行一开一备运行模式，至2013年9月投入运行至今气化累计安全稳定运行3116天，年均运行时间351天以上。由于采用的一开一备运行模式，气化系统运行的稳定性及可靠性显得格外重要，气化车间经过多年的持续性改进和精细化管理，沉淀出独特运行操作管理体系，屡破长周期连续运行记录，不断探索气化装置安全、稳定、长周期运行之路。



## 2.2 烧嘴检修周期变化见证多喷嘴气化应用历程



## 2.3 关键指标远优于保证值

### ◆ 设计值与运行参数比较

| 名称  | 保证值    | 运行值    |
|---|--------|--------|
| 有效气成分CO+H <sub>2</sub> (vol%干基)   | 78.64  | 83.5   |
| 比氧耗{(Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> ))} | 410    | 363.58 |
| 比煤耗{(kg/1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> ))}                              | 666    | 560.29 |
| 粗渣中残碳   | <5%    | 1~3%   |
| 碳转化率  | ≥98.5% | 99.3%  |



### 气化炉运行周期控制

运行方式一开一备，为了防止因气化系统故障而导致全系统停车，采用定期可控倒炉，进行气化炉在线切换，切换周期由2013年不足70天，到目前切换周期基本稳定在130天，通过近10年的运行摸索和技改技措，装置的可靠性、稳定性、连续运行长周期周期逐年提升。

### 运行关键单耗指标

| 关键单耗指标   | 运行值    |
|--|--------|
| 比氧耗{(Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /kNm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> ))} | 363.58 |
| 比煤耗{(kg/1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> ))}                           | 560.29 |
| 粗渣中残碳  | 1~3%   |
| 碳转化率   | 99.3%  |

### 最长连续运行周期

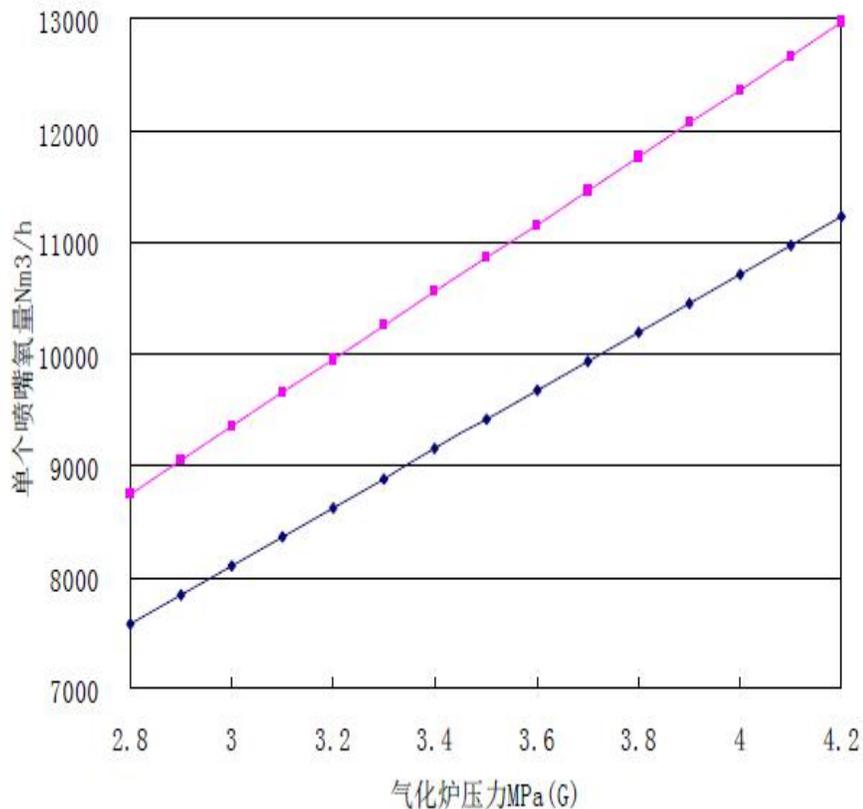
2022年4月7日13时01分，安阳盈德气化炉B套装置满负荷连续运行时间达164天共计3943.55小时，也刷新了2019年单炉连续运行163天的纪录。

### 设备运行

## 运行效果

| 主要设备  | 运行周期  |
|-------|---|
| 工艺烧嘴  | 187天, 4477h (2021.9.28-2022.4.7) ;  |
| 耐火砖   | A炉拱顶和筒身 (2013.5.27-2017.3.28, 16532.8h)<br>A炉拱顶和筒身 (2017.6.15-2020.5.6, 13735.27h)<br>B炉拱和顶筒身 (2013.6.5-2017.6.15, 15484.9h)<br>B炉拱顶和筒身 (2017.12.12-2020.10.13 14291h)<br>锥底砖试用寿命在~12000h; 渣口砖在8000h+ |
| 高压煤浆泵 | 推进液隔膜: 16000小时;<br>出口缓冲罐隔膜: 10000小时;  |
| 高温热   | 泵体中间套和节流套增加机间密封水延长运行周期,   |

单个喷嘴操作负荷曲线图



## 严格执行压力负荷曲线操作

2013年5月份气化炉原始开车调试阶段，由于对压力负荷曲线重视程度不够，气化低负荷运行，在变换催化剂硫化过程中，出现炉壁和拱顶超温严重，被迫紧急拍停一对烧嘴；在国拓专家指导下，进行联投，严格按照专利商提供的压力负荷曲线操作，此后气化车间将按照压力负荷曲线操作写入规程，严格按照规程执行压力负荷曲线操作，至此气化运行至今再未出现拱顶和炉壁超温，耐火砖使用寿命远超设计值。



## 改善煤浆质量



### 煤浆粒径降低对设备的影响

- 在水煤浆气化装置中，除煤浆输送管线外，受煤浆粒径影响的主要是高压煤浆泵、工艺烧嘴两个气化关键设备。
- 在控制好煤浆粘度的前提下，能减有效地控制煤浆粒径，不仅可以改善煤浆泵工况，减少打量波动等异常工况，而且大大降低了浆泵易损部件的消耗，延长了煤浆泵的工作周期。
- 在负荷相当的前提下，煤浆粒径越小，对烧嘴喷头部位的磨损越均匀，越有利于维持稳定的工况；另外，粒径越小也越利于煤浆的雾化，从而有利于维持喷头外围燃烧环境的均一，避免出现局部过氧加剧对烧嘴的烧蚀作用

### 煤浆粒径降低对系统产出的影响

- 在烧嘴的雾化上比较，相对于大的煤粉粒径，较小的粒径更有利于煤粉的雾化和混合，从而更利于燃烧反应的进行
- 在固定容积的燃烧室中，雾化程度又反过来影响煤粉在燃烧区域的停留时间，使得较小粒径的煤粉更容易停留较长时间，获得充分返混和燃烧。
- 适当减小煤浆粒径或者增加小粒径煤粉比例可以增加提升成浆浓度的空间，从而有利于制得粘度指标合适、浓度更高的水煤浆，而水煤浆浓度提高势必会减小消耗、增加经济效益。：煤浆粒径减小后，黑灰水处理系统外排细渣明显增加，锁斗外排
- 粗渣明显减少，这也从另一个侧面证实小粒径的煤粉更利于喷嘴雾化和反应

表3 灰分相近、粒径不同的成浆参数及运行参数比较(A炉、平均值)

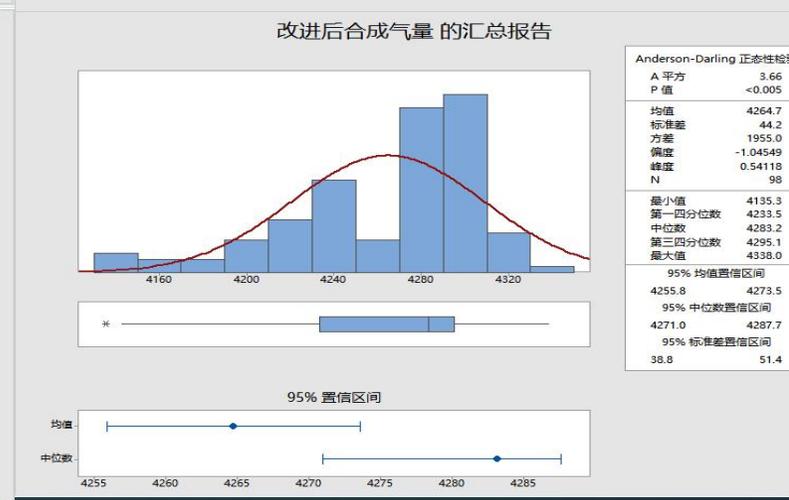
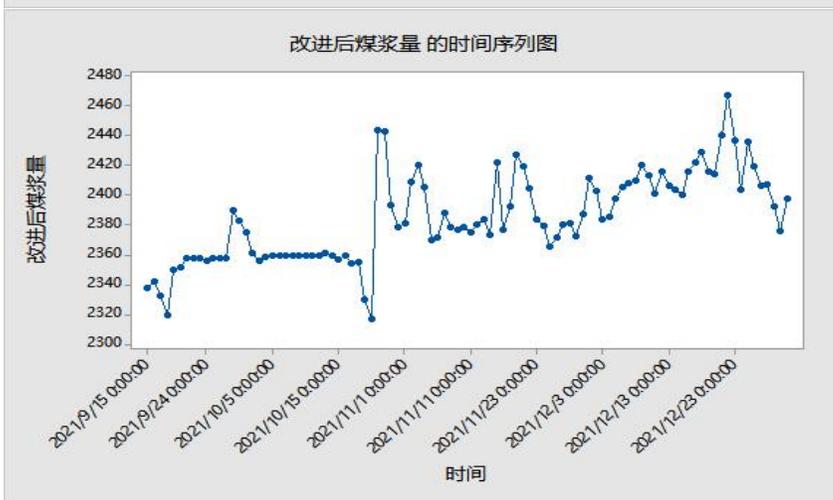
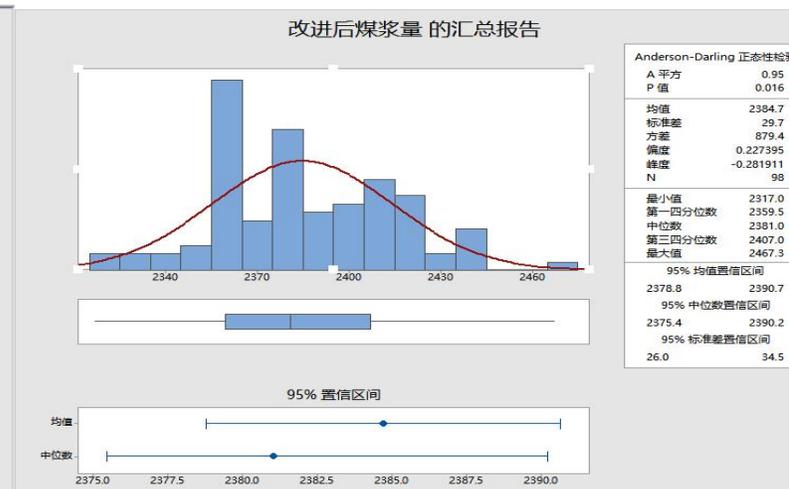
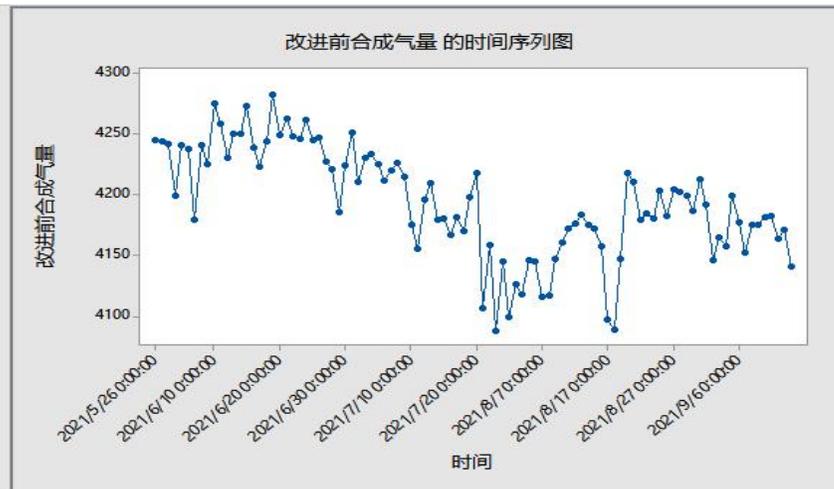
| 项目    | 成浆浓度<br>%(wt) | 成浆粘度<br>cP | 灰分<br>% | 粒度分布(通过率) |       |       |       |       | 有效气成分<br>% | 比氧耗<br>Nm <sup>3</sup> /kNm <sup>3</sup> | 比煤耗<br>kg/kNm <sup>3</sup> | 吨氨氧耗<br>Nm <sup>3</sup> /t | 吨氨煤耗<br>t/t | 备注                  |
|-------|---------------|------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------|--|----------------------------|----------------------------|-------------|---------------------|
|       |               |            |         | 8目        | 14目   | 40目   | 200目  | 325目  |            |  |                            |                            |             |                     |
|       |               |            |         | %         | %     | %     | %     | %     |            |  |                            |                            |             |                     |
| 减小粒径前 | 60.2          | 351.9      | 7.37    | 99.97     | 99.73 | 93.39 | 42.57 | 31.30 | 82.49      | 384.11                                   | 588.36                     | 748.95                     | 1.32        | 2014.1.15~2014.5.30 |
| 减小粒径后 | 61.8          | 660.9      | 7.32    | 100       | 99.92 | 98.13 | 54.71 | 35.75 | 83.83      | 360.97                                   | 560.38                     | 721.10                     | 1.29        | 2022.4.27~2022.5.13 |

备注：给煤统计通过煤称重给料机得出，由于称量误差，煤耗数据较理论推算数据小0.03左右；消耗参数的统计取每天平均值后再计算最终均值。

| 项目    | 成浆浓度<br>%(wt) | 成浆粘度<br>cP | 灰分<br>% | 8目<br>% | 14目<br>% | 40目<br>% | 200目<br>% | 325目<br>% | 有效气成分<br>% | 比氧耗<br>Nm <sup>3</sup> /kNm <sup>3</sup> | 比煤耗<br>kg/kNm <sup>3</sup> | 吨氨氧耗<br>Nm <sup>3</sup> /t | 吨氨煤耗<br>t/t | 备注                  |
|-------|---------------|------------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|------------|--|----------------------------|----------------------------|-------------|---------------------|
| 减小粒径前 | 60.2          | 351.9      | 7.37    | 99.97   | 99.73    | 93.39    | 42.57     | 31.30     | 82.49      | 384.11                                   | 588.36                     | 748.95                     | 1.32        | 2014.1.15~2014.5.30 |
| 减小粒径后 | 61.8          | 660.9      | 7.32    | 100     | 99.92    | 98.13    | 54.71     | 35.75     | 83.83      | 360.97                                   | 560.38                     | 721.10                     | 1.29        | 2022.4.27~2022.5.13 |



# 3.3 高压煤浆泵PLC精度调整

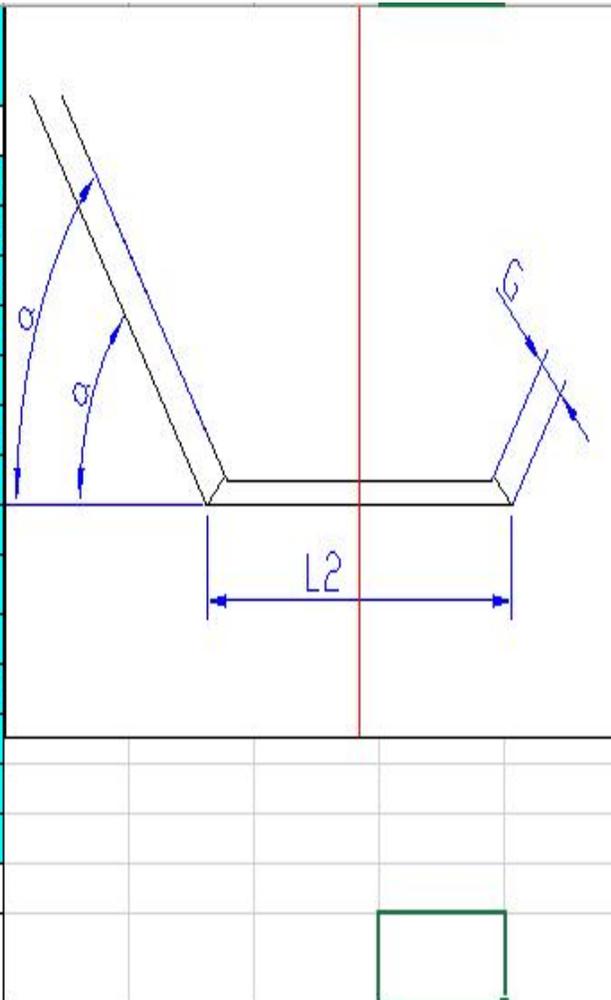


### 3.4 高压煤浆泵PLC精度调整

| 安阳盈德气体烧嘴维修报告 |  |           |         |
|--------------|--|-----------|---------|
| 项目           | Z1301-7#   |           | 参考值/mm  |
|              | 修复前/mm   | 修复后/mm    |         |
| 外喷嘴口径/D1     | 52   | 51        |         |
| 中喷嘴口径/D2     |  | 3         |         |
| 小喷嘴口径/D3     |  | 1         |         |
| 外至内深度/H1     |  |           |         |
| 外至中深度/H2     |  |           |         |
| 中至内环隙/C1     | 1.   |           |         |
| 外至中环隙/C2     | 3.   | 3.        |         |
| 冷却水进水管       | 完好   |           |         |
| 冷却水出水管       | 完好   |           |         |
| 入炉段长度/L      |  |           |         |
| 水压试验/MPa     | 9.8MPa保压30min无渗漏现象, 外观正常。  |           | 13.8MPa |
| 测绘时间/修复时间    |  | 2022.5.23 |         |
| 备注           | 1. 修复, 调整喷嘴各部分尺寸, 更换了中心氧组件; 2. 喷嘴同轴度和壁厚测量符合技术要求, 冷却水系统试压不漏合格, 外观正常; 3. 喷嘴各部分清洗、脱脂处理。 |           |         |



| 应用公式S1计算外侧氧气通道面积                       |                              |        |
|--|------------------------------|--------|
| a 喷嘴外侧通道与水平面夹角                         | 度                            | 40     |
| G 喷嘴外侧通道间隙                             | mm                           | 3.998  |
| L2 喷嘴外侧通道外端直径                          | mm                           | 52     |
| S1 外侧氧气通道面积                            | mm <sup>2</sup>              | 620.55 |
| 内通道氧气直径                                | mm                           | 13     |
| 气化炉压力                                  | MPa(G)                       |        |
| 单喷嘴总氧量                                 | Nm <sup>3</sup> /h(1atm 0°C) |        |
| 中心氧比例                                  | %                            |        |
| 入喷嘴氧气温度                                | °C                           | 29.3   |
| 外侧氧气流速                                 | m/s                          |        |
| 中心氧气流速                                 | m/s                          |        |
| 注: 只需修改黄色区域的数值, 外侧氧气通道面积和各通道的氧气流速会跟着变化 |                              |        |



## 蒸发热水塔优化改造



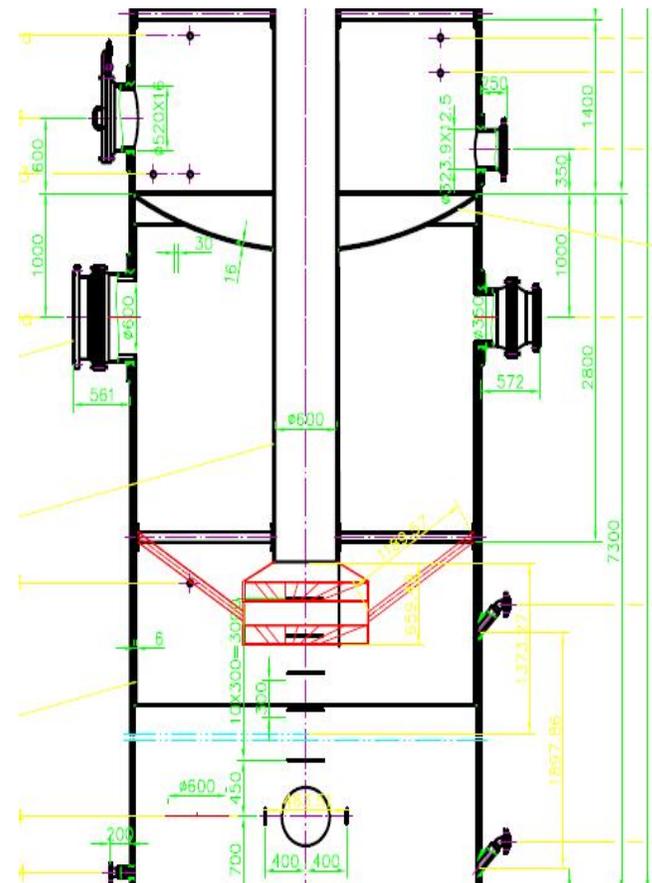
控制高温热水含固量

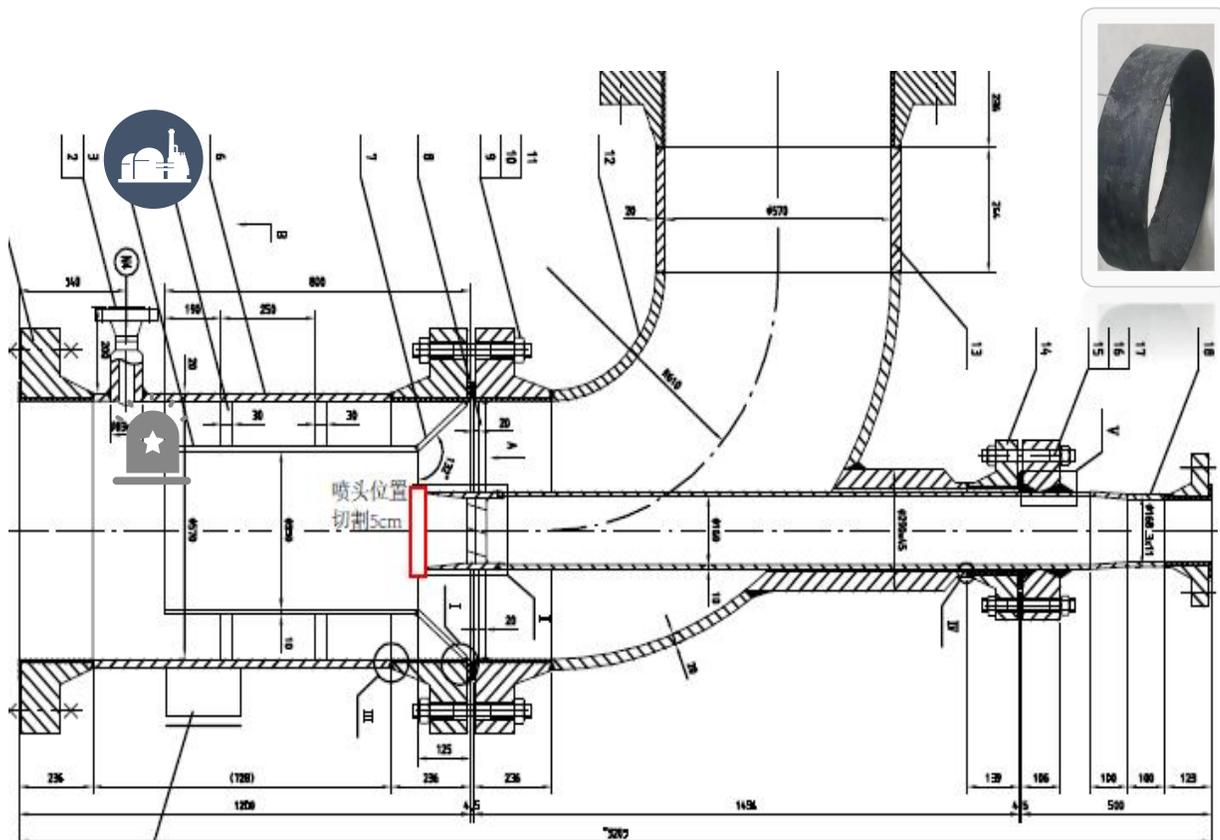
旋转蒸发热水塔蒸发室入口角度

把蒸发热水塔蒸发室入口管线旋转角度，加大旋转角度，强化黑水闪蒸旋分效果，减少闪蒸气带灰量。

蒸发热水塔上升管下沿改造

蒸发热水塔上升管下沿，并增大直径，增加闪蒸汽与细灰渣分离空间，降低闪蒸汽带灰量，以免通过升汽管与低压灰水换热后，被洗涤下来进入高温热水，优化系统水质。





🏭 气化装置常年保持较高负荷运行，混合器压差大，增大系统阻力大，影响系统经济运行。

🌟 将混合器施工图发给华理老师分析解决，合成气管实际内径比工艺包混合器步的设计内径小，所以切割前实际的环隙速度比较大，压力降也比较大。

⚙️ 按照华理的建议对混合器内灰水管进行了切割，目前的环隙速度在70m/s左右，比原来的低，但可以满足工艺要求，混合器压差下降约30KPA。



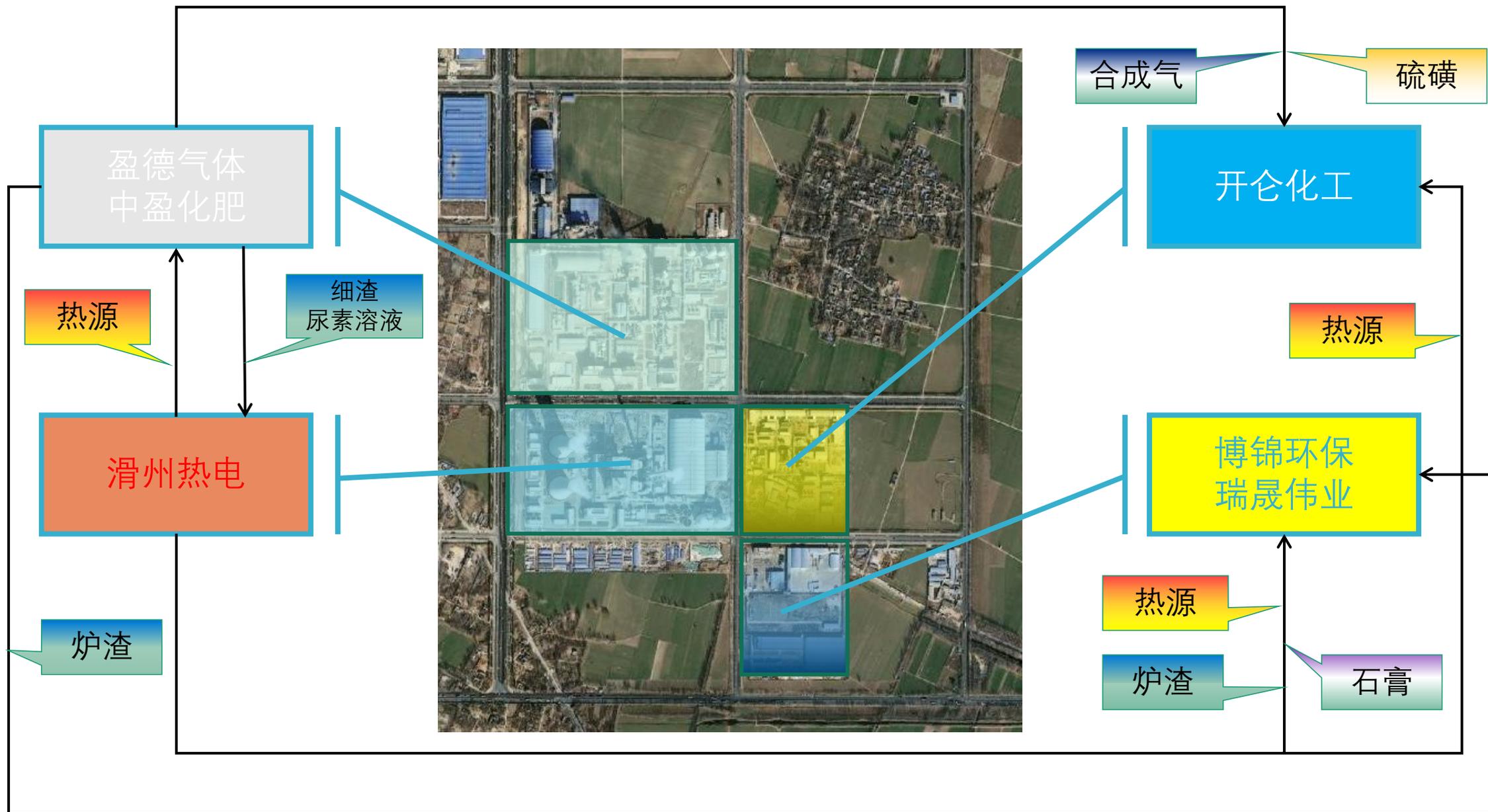
## 4、下步工作

公司拟建二期清洁制气示范项目，投资概算53.4亿元，年产16亿立方米合成气及下游160万吨合成气化学制品，预计年实现销售收入49.9亿元，利税总额14.17亿元，年实现税收4.45亿元。

二期气化装置土建已随一期建成，只需上一台多喷嘴气化炉即可从一开一备到两开一备的跨越式发展，而且备用率降低使气化装置单位投资大大降低，工厂生产成本下降，从而增强企业的竞争力。



# 煤化工产业园循环融合发展





*Thank You*

