2026 年四喷嘴水煤浆气化技术交流年会

# 四喷嘴水煤浆气化炉运行经验分享



**安阳印多拉玛气体有限公司**

（原安阳盈德气体有限公司）

汇报人：何为 | 2026 年 10 月

# 目　录

CONTENTS
目录


01 公司及装置概况

02 气化炉主要参数与运行成绩

03 运行经验分享

04 不足与下一步

# 公司及装置概况



## 公司概况

安阳印多拉玛气体有限公司（原安阳盈德气体有限公司）成立于 2010 年，位于河南省安阳市滑县煤化工产业园。公司于 2013 年 10 月建成投产。主要产品为尿素，副产液氧、液氮、液氩。

2025 年 12 月，新加坡印多拉玛集团（成立于 1975 年，总部位于新加坡）完成对公司的全资收购，于 2026 年 5 月正式更名为安阳印多拉玛气体有限公司。

目前公司正推进二期清洁制气示范项目，投产后可年产120万吨缓释复合肥、 40万吨功能肥、20万吨食品级CO2。

## 气化装置

一期多喷嘴对置式水煤浆气化炉 2 台，1开1备；二期新新一台气化炉与一期形成2开1备，为一、二期项目同时供气。

气化车间管理范围：煤浆制备、气化、渣水、火炬及渣场

车间管理人员5人，每班组7人，四班三倒

# 气化炉主要参数

| 项　目 | 参　数 |
| --- | --- |
| 气化炉型式 | 多喷嘴对置式水煤浆气化炉 |
| 气化炉内径 | φ3880 mm |
| 操作压力 | 4.2 MPa |
| 日投煤量 | xx t/d |
| 有效气（$CO+H_2$ ）产量 | xx xx万 $Nm^3/h$ |
| 有效气组分（$CO+H_2$ ） | xx% |
| 煤浆浓度 | xx% |
| 比煤耗 | xxkg/1000 $Nm^3(CO+H_2$ ） |
| 比氧耗 | xx $Nm^3$/1000 $Nm^3(CO+H_2$ ） |



# 运行指标

| 指　标 | 实际值 | 工艺包设计（操作煤种） | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 煤种灰份% | xx | 16 | 设计灰份高，实际操作灰份低 |
| 煤种灰熔点（FT）℃ | xx | xx | 灰熔点低 100 ℃，操作温度可降低 |
| 煤浆浓度 | xx | 60% | 高于设计 2 个百分点 |
| 有效气产量 | xx | 118200 | 高于设计约 15% |
| 有效气组分（$CO+H_2$ ） | xx | 78.6% | 有效气占比高 4.9 个百分点 |
| 比煤耗kg/1000 $Nm^3(CO+H_2)$ | xx | 666 | 低于设计约 16% |
| 比氧耗 $Nm^3$/1000 $Nm^3(CO+H_2)$ | xx | 410 | 低于设计约 14% |

注：实际值均优于工艺包设计（操作煤种）值；因考核煤种不同，指标差异含煤种条件与运行操作两方面因素。

# 单炉运行周期

INDORAMA

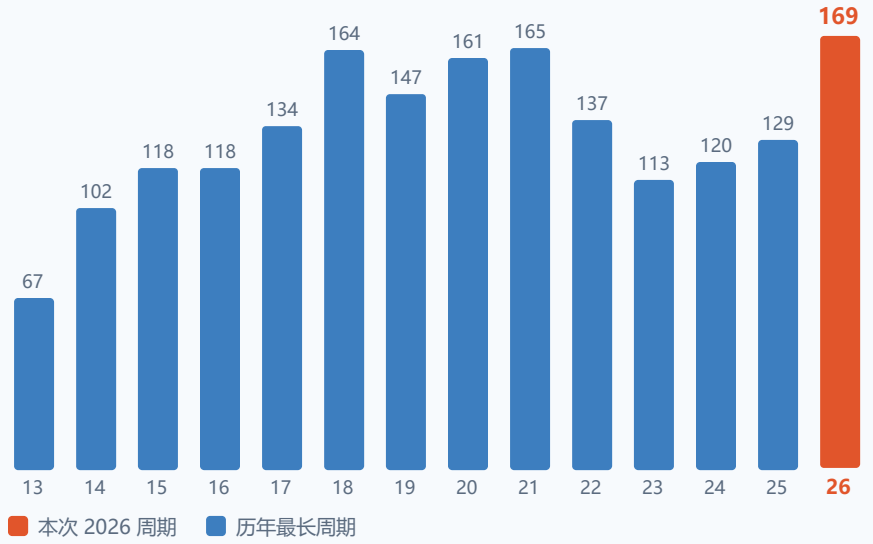
**169** 天

单炉最长连续稳定运行记录

| 常规计划周期 | 本次延长 |
| --- | --- |
| 120 天 | 49 天 |

## 历史单炉连续运行天数

天（按投料年份归集）




### 常规策略

为保障整套气化装置可靠性，公司设定常规倒炉计划周期 120 天倒炉，把后期运行不确定性因素截掉。

### 本次做法

根据系统运行状况有历史运行数据，尝试由"120 天倒炉"延伸至"直接开到大修"，用一次完整周期替代两次开停车。

### 运行实绩

连续稳定运行 169 天，刷新公司纪录；期间未进行烧嘴连投；最终按计划大修停车。

# 经验分享·长周期运行的管理机制

01

## 检修计划管理

以计划倒炉周期为基准，按装置整体可靠性需要统筹安排检修窗口，把"停炉"变成计划动作而非被动响应；

运行期间统计所遇到的问题，停车期间检查分析原因，形成运行与停车检查报告文件，制定检修计划。

02

## 预防性维护清单与周期

对高压煤浆泵、高温热水泵、锁渣阀、氧气单向阀关键设备，按固定周期安排易损件更换与维护，把不确定的失效转化为可计划的作业；

周期一经确定即按台账跟踪执行，不作临时调整。

03

## 检修标准化

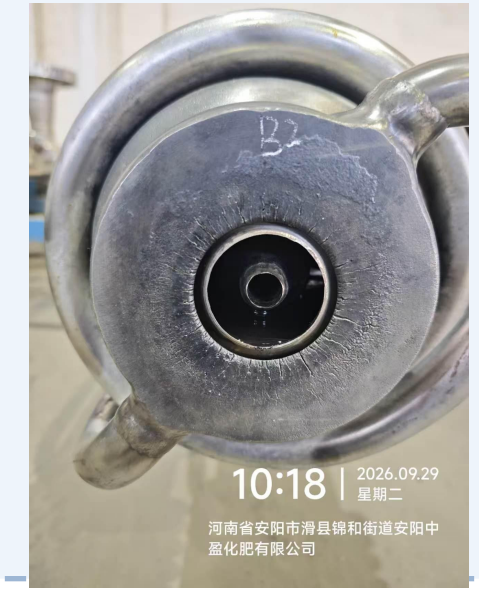
备炉隔离交出、检修过程及质量控制标准化，并落实确认，形成备炉总结文件；

开车后组织复盘，把本轮发现的问题带入下一轮检修计划。

# 经验分享·工艺烧嘴管理

## 运行169天的工艺烧嘴










B4烧嘴后期期间存在0.23mpa~0.15mpa压差波动

### 气化炉压力

与主流工艺相比，我公司气化操作压力 4.2 MPa；客观上烧嘴热负荷与烧蚀风险相对同行6.5Mpa低。

### 强化烧嘴冷却

采用盘管冷却方式，单支烧嘴冷却水流量xx $m^3/h$（常规设计约 15 $m^3/h$），冷却量相对较大。

### 专设维修班组

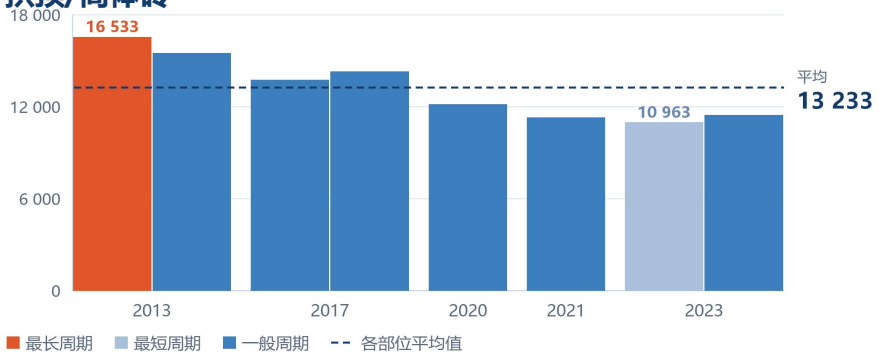
公司专门配置工艺烧嘴维修班组，自主承担烧嘴检修与维护，并且建立烧嘴维修标准规程，检修质量与响应速度可控，与工艺衔接紧密。

一般情况下：外喷头3~4个运行周期维护后换新，中喷嘴与内喷嘴4~5个运行周期维修重复用后换新。

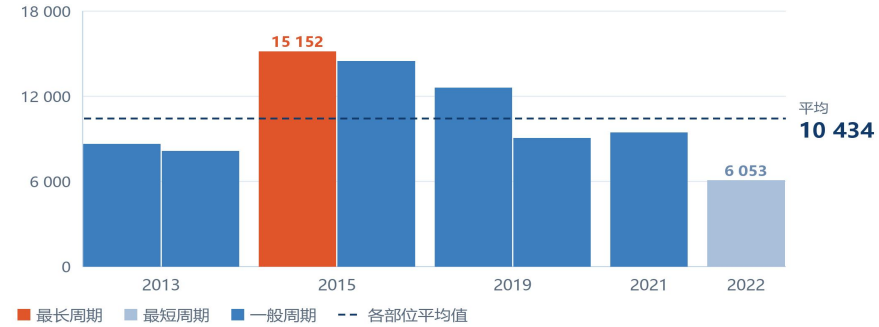
# 经验分享 · 耐火砖管理

INDORAMA

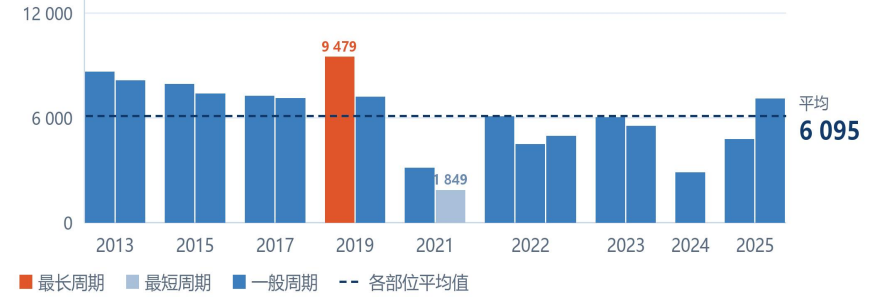
## 拱顶/筒体砖




## 锥底砖




## 渣口砖




### 两炉更换周期错位管理

我公司配置两台气化炉，采用一开一备运行模式，对气化运行的稳定性、可靠性要求高。正常情况下两台炉耐火砖的使用寿命及更换周期相近，为此采用错峰更换策略：对于其中一台炉拱顶、筒身耐火砖到期计划更换时，另一台炉耐火砖处于寿命中期。

### 耐火砖入厂验收

我公司采购耐火砖时，每块砖型按批次留两个备砖（一块备用以免砌筑损坏，一块送至第三方检测）以确保质量符合技术标准。

### 砌筑与烘炉

砌筑炉砖分段验收砖缝/错缝/膨胀缝控制尺寸，留影像与验收记录；

烘炉一般采用变换气进行烘炉，烘炉炉温更易于控制，首次烘炉严格按升温曲线升温；

在首次烘炉完成后，自然降温，再次入炉检查炉砖开裂情况；

### 每周期检查

每次倒炉后，对停炉耐火砖状态进行检查，并形成影像记录台帐，分析剩余厚度/剥落/裂纹情况，结合运行时长，评估侵蚀速率，决定更换计划；

### 慎重变更

改动渣口砖口径，意图加厚耐火砖厚度延长周期，但检查结果显示冲刷严重，剥落明显，寿命减短；

改动上膨胀缝处4934YD小砖尺寸（易剥落），使小砖成型为大尺寸，效果较好。

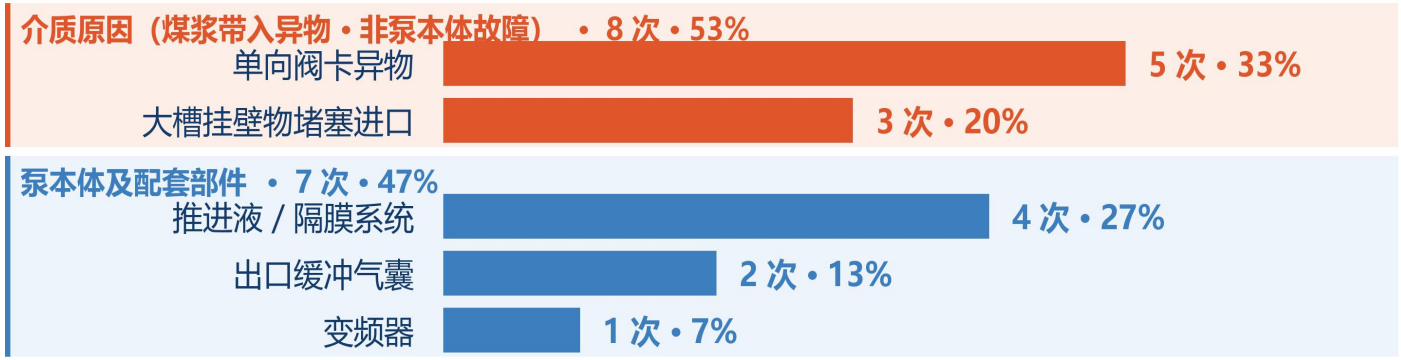
# 经验分享 · 高压煤浆泵管理

GEHO ZPM 800 双缸双作用曲轴驱动活塞隔膜泵（近10年数据）

## 设备参数

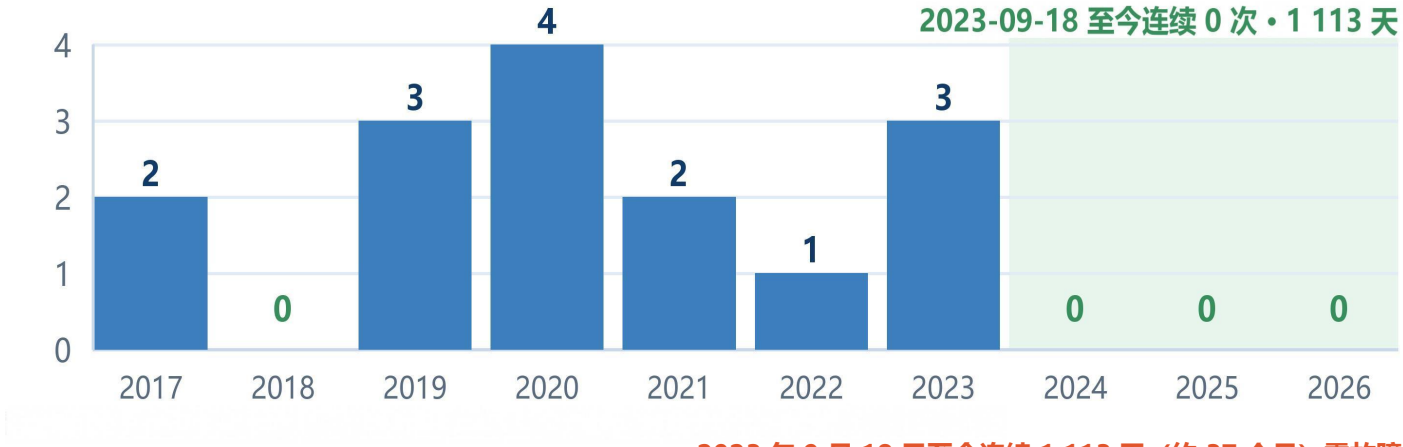
| | |
|---|---|
| 型号 | **GEHO**xx |
| 型式 | 双缸双作用曲轴驱动活塞隔膜泵 |
| 配置 | 4 台（2开+ 2 备） |
| 额定排量 | xx **m³/h（单台）** |
| 调节范围 | 单台：30 ~ 80 m³/h（正常 50） |
| 出口压力 | **额定**xx**MPa(a) | 正常** xx **MPa(a)** |

## 故障原因分布 共 15 次，按故障原因归为两类




注：单向阀卡阻系煤浆中异物所致、大槽挂壁物脱落堵塞泵进口，二者同属介质原因（8 次），不计入泵本体故障。
泵本体及配套部件失效 7 次（推进液/隔膜系统 4、出口缓冲气囊 2、变频器 1）。

## 逐年故障次数 2017 — 2026 年



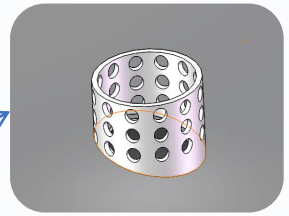

**2023 年 9 月 18 日至今连续 1 113 天（约 37 个月）零故障**

# 经验分享 · 高压煤浆泵管理与改进

INDORAMA

## ① 煤浆质量管理 —— 从源头阻断介质异物

- 滚筒筛 xx年整体更换，定期检查筛网破损、大颗粒筛管路定时冲洗　　杜绝大颗粒直入泵进口
- 每 xxh 留样观察煤浆流动性与稳定性　　及早发现流变异常
- 加强煤浆添加剂质量控制，随煤质变化及时调整　　保证成浆浓度与稳定性
- 大槽挂壁防控措施：控制槽内液位
  增加搅拌器为3层
  泵进料柱塞阀加防堵管（计划）　　消除挂壁物脱落堵进口



进料防堵管

## ② 易损件周期化更换

| | | | |
|---|---|---|---|
| **隔膜** | xx**年一换** | **活塞环密封组件** | xx **年一换** |
| **出气缓冲气囊** | xx**年一换，利用孔板控制泄压速率** | **单向阀内件** | **约** xx **个运行周期一换** |

以固定更换周期替代事后维修，避免易损件突发失效造成非计划停车

## ③ 电控系统可靠性提升 —— 故障可切换

- PLC 加装 UPS 不间断电源　　防止失电、晃电造成控制中断
- 增设 1 台备用变频器，4 台泵实现「4 备 1」快速切换　　变频器故障停机后，直接切换快速开机




改进成效

**1113** 天

2023-09-18 至今连续零故障（约 37 个月）

# 经验分享• 气化炉\水洗塔结垢

## 一、气化炉内结垢

**结垢部位：**气化炉破泡条

**造成影响：**炉内结垢影响气化炉液位测量准确性；破泡条结垢使层间间隙变小，严重时堵塞

**应对措施：**四层破泡条间隔去掉一根，加大层间距，降低堵塞风险



## 二、水洗塔结垢

**结垢部位：**水洗塔塔盘固阀

**存在问题：**固阀结垢后升程受限，通行截面减小

**应对措施：**提高塔盘固阀升程，降低结垢堵塞风险



# 经验分享• 黑水循环泵

## 存在问题

泵本体运行稳定，无重大故障

运行泵到期检修时切出困难：

- 灰水结垢，进出口阀开关困难，或关阀后仍有内漏
- 介质温度高（约xx ℃），不易切出





## 改造措施

原定期更换进出口球阀维护；

现将泵进出口阀改为滑板阀：

开关力矩小、操作轻便，兼具球阀密封特点

## 注：

仍处于试用阶段，尚未经过长周期运行验证

# 经验分享• 高温热水泵

INDORAMA

### 设备状况

· 车间检修频次最高的机泵
· 原设计为无过滤器流程

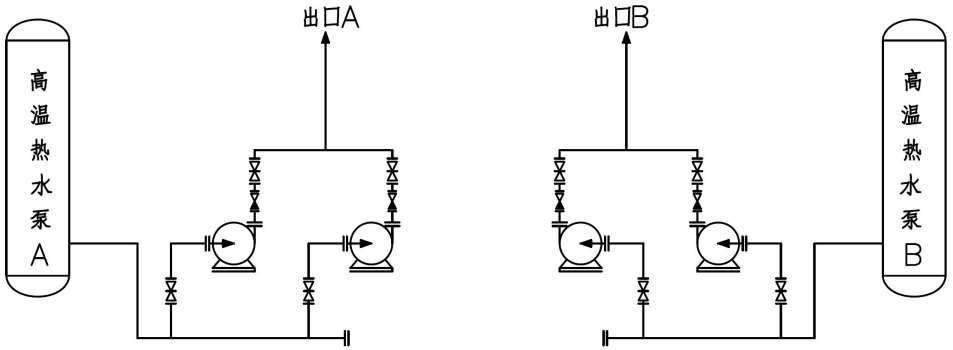
### 改进

· 两系统互为备用，实现「1 备 3」
· 增加节流套冲洗水，延长使用周期
· 口环堆焊耐磨合金
· 出口阀改为闸阀，实现单人即可操作

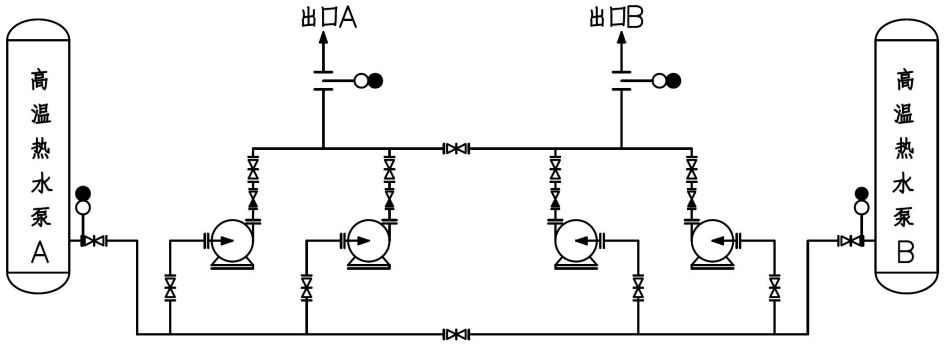
### 遗留问题

· 泵进口管线易接渣，仍待攻关

## 高温热水泵互备




改造前




改造后





# 经验分享• 渣水互备

① 原设计：一对一配置

**配置方式：**气化炉系统与渣水系统一一对应

**风险影响：**单套渣水系统故障，直接影响对应气化炉的运行

② 技术改造：渣水互备

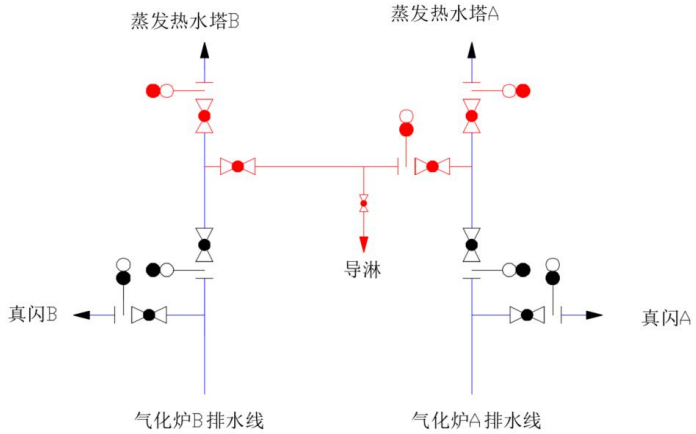
**切换条件：**运行渣水系统故障无法运行时，可切换至备炉渣水系统继续运行

**复役方式：**对故障点隔离修复后，再切回原系统

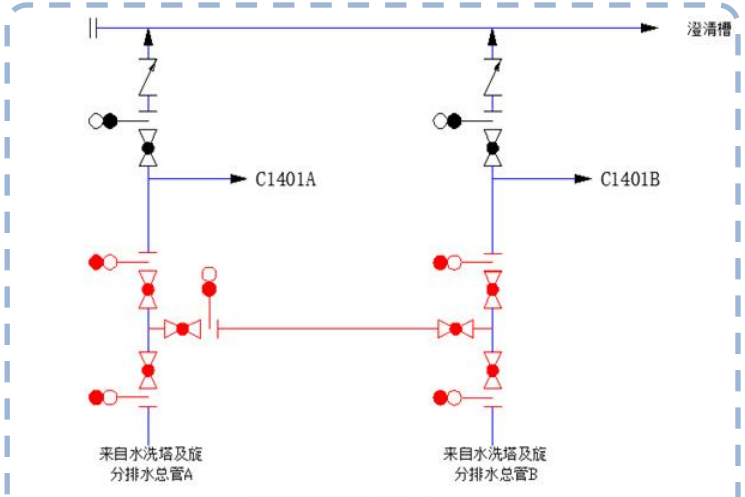
③ 使用原则与现状

**使用原则：**渣水互备是不得已的应急手段，我们尽量避免切至备炉系统

**运行现状：**近年来通过加强预防性维护，基本未使用过渣水互备




气化炉排水互倒流程简图
（红色为新增）




水洗塔及旋分排水
（红色为新增）

# 经验分享• 澄清槽底排水

## 原设计问题

**阀门型式：**底部采用柱塞阀，流通面积小

**堵塞原因：**系统长周期运行或开车期间有垢片掉落，管路极易堵塞

## 改造措施

**取消柱塞阀：**改为侧面出水

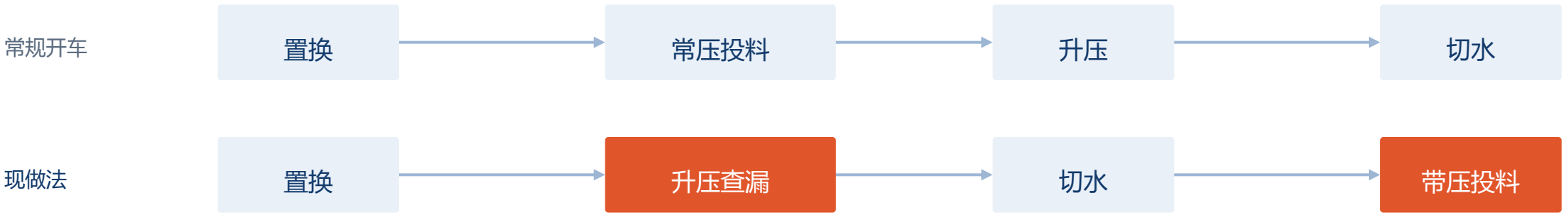
**增设接渣罐：**底部增设 直径xx接渣罐，罐底设置排污管线

**排水方式：**利用澄清槽与料浆槽的液位差，靠重力自流排水至料浆槽，替代底流泵



# 经验分享· 开车进程优化

开车顺序对比 | 橙色为与常规流程不同的步骤




① 提前查漏

**做法：**置换后先升压查漏，投料前解决泄漏

**优点：**不必带料抢修，处理更从容

② 低温切水

**做法：**尚未投料，系统温度低

**优点：**切水更方便

③ 核实水路

**做法：**提前核实水路是否畅通

**优点：**为后续工作创造条件，避免退回操作

说明：我公司气化炉系统氮气置换使用的压力是5.4MPa。

# 经验分享·数字化建设与管理

INDORAMA

## ① 生产数据链 —— 从现场数据到数据分析，自动生成

**DCS**
现场工控数据采集
温度·压力·流量·液位

→

**PI Vision**
实时显示与历史趋势（10年）
随时调取核对

→

**SAP** ·每日核对
经营管理数据
每日核对采集准确性

→

**BI**
指标看板与分析展示
为决策提供依据

DCS → PI Vision → SAP → BI




## ② 安全一体化管理平台 —— 安全业务在线闭环

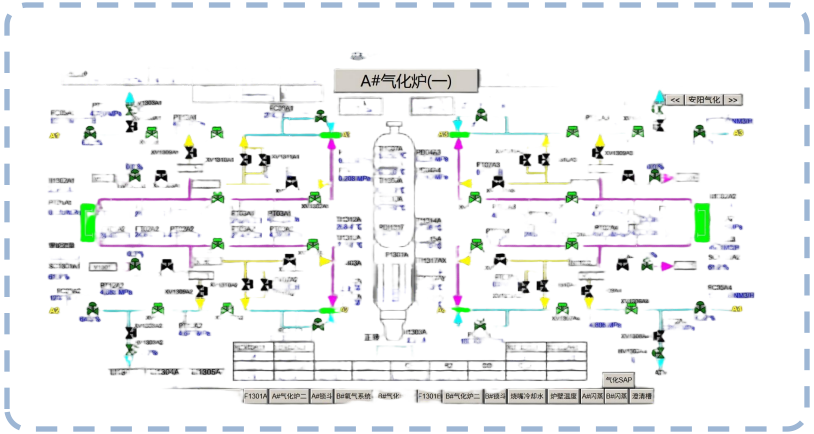
**1 巡检管理**
巡检路线与任务在线留痕

**2 人员定位**
厂区人员位置实时且趋势可查

**3 隐患排查治理**
排查、整改、验收闭环管理

**4 作业票证管理**
票证在线办理与监护

巡检、定位、隐患、票证全部在线留痕 —— 安全过程可查询、可追溯，管理动作留得下痕迹。




## ③ 协同通道与资料归集 —— 信息同步，资料统一

**企业微信** 信息收集通道
现场问题、汇总数据与通知统一走一个通道，不再散落

**WPS 云端** 资料分类与归集
技术方案、图纸与台账分类归档，版本统一、随用随取

# 不足

### 中心氧气单向阀内件易磨损，中心管线有高频振动

现状：中心氧气单向阀为旋启式，内件数量多、易磨损，中心管线存在高频振动
对策：优化阀内件结构、减少内件数量，每 2 个周期下线维护更换内件

### 煤浆介质异物未能完全解决

现状：单级滚筒筛设计，煤浆挂壁仍存在
对策：滚筒筛 2 年整体更换、筛管路定时冲洗，每 12 h 留样观察煤浆流动性

### 黑水循环泵进出口阀改滑板阀，尚处试用阶段

现状：灰水结垢、介质温度高（约 220 ℃），运行泵切出困难、关阀后仍有内漏
对策：进出口阀改为滑板阀，操作轻便；尚未取得长周期运行验证

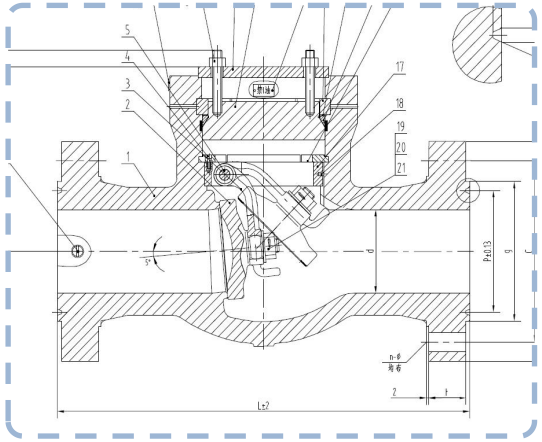
### 高温热水泵进口管线易接渣，问题尚未根治

现状：该泵为车间检修频次最高的机泵，原设计为无过滤器流程
对策：两系统互备实现「1 备 3」、增设节流套冲洗水延长周期；进口管线接渣仍待攻关

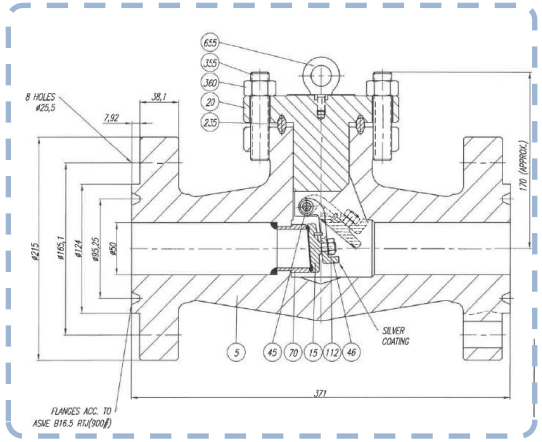
### 备炉周期较长，监护工作分散、人员不足

现状：备炉检修周期偏长，与多项施工交叉时作业点分散、监护力量被摊薄
对策：优化检修工作、集中布置处理，减少分散作业点





原始的中心氧单向阀




新中心氧单向阀

# THANKS

谢谢聆听 · 欢迎交流指正

**安阳印多拉玛气体有限公司**

汇报人：何为 | 2026 年 10 月





INDORAMA