

安徽华谊化工有限公司

多喷嘴水煤浆气化工艺各工段 堵塞结垢分析

报告人：王凯



一、安徽华谊化工有限公司简介

- 安徽华谊化工有限公司由上海华谊集团、上海华谊能源化工有限公司和淮北矿业集团公司共同投资建设的国有大型煤化工企业。地处安徽省第二大城市——芜湖市，坐落于美丽的长江边。公司注册资本15.4亿元，现有土地面积2877亩。一期年产60万吨甲醇、50万吨醋酸、20万吨醋酸乙酯项目，于2012年4月27日投产运行。

安徽华谊煤基多联产精细化工基地 效果图一



气化工艺：多喷嘴水煤浆气化

气化炉数量：三台气化炉，两开一备

气化炉尺寸：1455 t/d, $\Phi 3400\text{mm}$

设计压力：6.5MPa

投产时间：2012年4月27日



二、气化工艺各工段堵塞、结垢情况

自开车以来，水洗塔塔盘，蒸发热水塔填料，高温热水泵进口，混合器，激冷室，灰水换热器等处均出现了堵塞结垢的问题。对各工段灰垢进行了分析，采用X射线荧光光谱（XRF）确认了灰垢的成分，分析了造成堵塞结垢的原因，并采取相应措施，取得了较好的效果。

下面将对每个位置的堵塞结垢情况进行逐一分析。

1. 激冷室破泡条堵塞



2012/11/26 10:13

激冷室、破泡条处结垢堵塞情况

- **堵塞部位：**激冷室破泡条缝隙
- **堵塞后表象：**气化炉**显示液位**持续下降，不得不降负荷运行。气化炉无法做到长周期运行。
- **灰垢主要成分：**最上层破泡条上出现了大块灰垢，灰垢呈灰白色，表面粗糙，硬度较大，能够与盐酸发生剧烈反应，有大量气泡生成。经过XRF分析主要成分为碳酸钙。

- **灰垢形成原因：**从大块灰垢的分布情况可以推断是由于为锥底降温的变换凝液与灰水作用的结果。变换凝液的PH较高，与硬度高的灰水混合后形成了碳酸钙、氢氧化镁等结晶析出，堵塞破泡条缝隙。
- **采取措施：**
 - ①降低锥底变换凝液使用量，降低变换凝液中的氨氮
 - ②根据华理建议对破泡条进行了局部调整（每层移除几根破泡条）。

2.合成气挡板堵塞

- **堵塞部位：**气化炉合成气出口挡板
- **堵塞表象：**合成气挡板一度成为限制C套气化炉长周期运行的关键因素。气化炉运行一周后渣口压差开始上涨，两周能够高达100KPa，4周高达150KPa以上，气化炉不得不停车检修。经改造后，目前C炉单次运行时间超过60天。且渣口压差与混合器压差呈现同涨同跌的趋势。

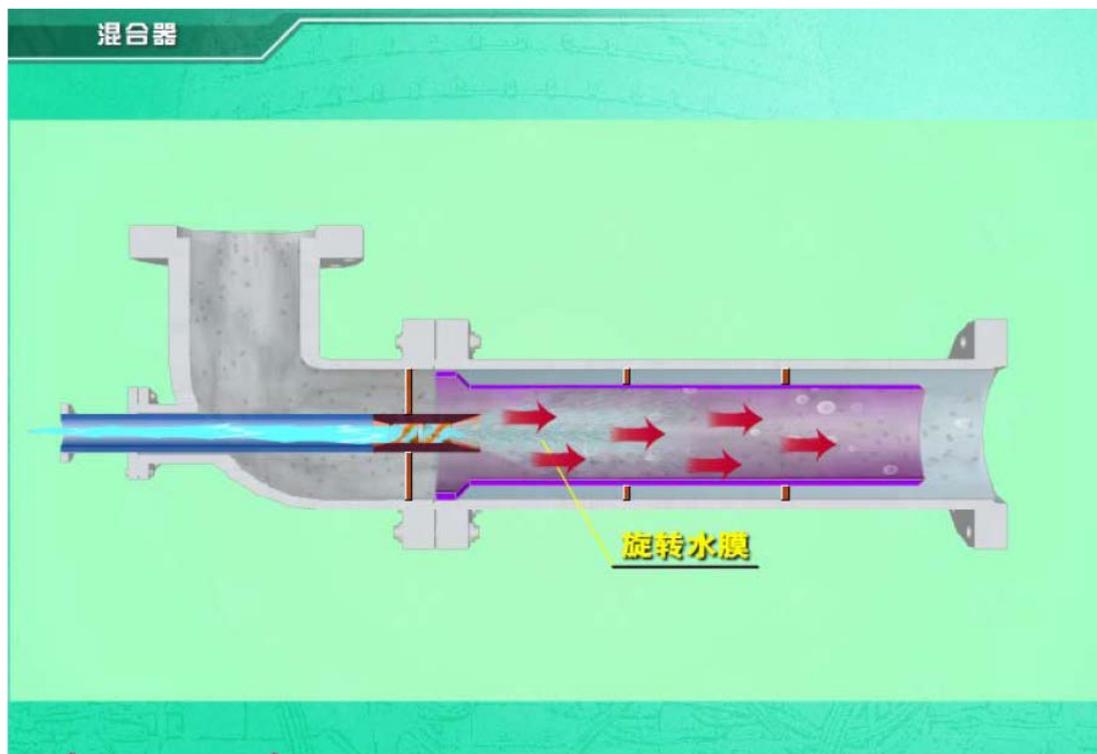
- **灰垢主要成分：**该堵塞物呈灰或灰白色，质地松软，呈结焦状，不予盐酸反应，无气泡生成。通过外观与成分分析可以断定堵塞物为细灰。

灰垢主要成份wt%

取样位置	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SrO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
合成气挡板	16.71	39.51	21.41	0.27	12.69	4.06	2.38
煤渣细灰	9.25	42.66	19.84	0.23	7.41	1.46	6.44

- **灰垢形成原因：**合成气所携带的细灰在此处集聚形成堵塞。结合前期未出现该种情况，经过多次备炉检修发现。气化炉破泡条第2、3层（自上而下）全部移位，破泡条支架与炉体支撑全部脱离，且部分炉体支撑与炉体脱落，部分破泡条弯曲变形。气化炉运行过程中该两层破泡条被气流托起，不能起到很好地洗涤、破泡、除尘效果，合成气携带大量细灰，细灰碰到挡板处集聚。
- **采取措施：**破泡条及支撑复位而并加固。

3. 混合器喉管堵塞



混合器示意图及堵塞照片

- **堵塞部位：** 混合器喉管处
- **堵塞表象：** 混合器压差升高。2015年上半年出现混合器压差过高的情况，严重影响了气化炉的长周期运行，气化炉运行**30**天混合器压差高达0.3MPa，气化炉被迫停车检修。
- **灰垢形成原因：** 经过对堵塞物分析主要为细灰，为合成气经过混合器喉管处，流道陡然缩小，气速升高，所携带的细灰碰触到喉管集聚形成。

- 经过计算发现此喉管处合成气气速仅为**40m/s**，远低于设计气速。合成气气速过慢，导致细灰在喉管处集聚。
- **采取措施：**经过与华理讨论，华理给出了新的设计蓝图，对混合器喉管喇叭口及灰水喷头处进行整改，以提高合成气速。整改后运行一年多两套气化炉未出现混合器压差高的情况，C套气化炉偶尔出现是由于破泡条问题。

4. 水洗塔塔盘

- **堵塞部位：**第三、四、五层塔盘。
- **堵塞表象：**水洗塔出现带水，气化炉无法长周期运行，2013年三套气化炉在运行中均出现了水洗塔带水问题，带水严重到一定程度不得不停炉检修。最短运行38天水洗塔无法运行，气化炉停车检修。
- **灰垢成分：**通过XRF分析发现第三层塔盘堵塞物主要成分为碳酸钙（60%）；第五层塔盘堵塞物主要成分为铝、硅、铁等，碳酸钙的成分极少。

- **灰垢形成原因：**根据塔盘进水位置可以发现，第一层塔盘上进水为高温变换凝液，该凝液比较干净，但PH较高；第3层塔盘上进水为高压灰水，硬度较高。两路水在第三层塔盘混合，形成碳酸钙等结晶析出，堵塞水洗塔塔盘。第五层塔盘可能是由于合成气携带的细灰造成的堵塞。

采取措施：

01

降低高温
变换凝液
PH。

02

增加混合
器处灰水
用量。

03

一台水洗
塔更改为
混合式塔
盘。

04

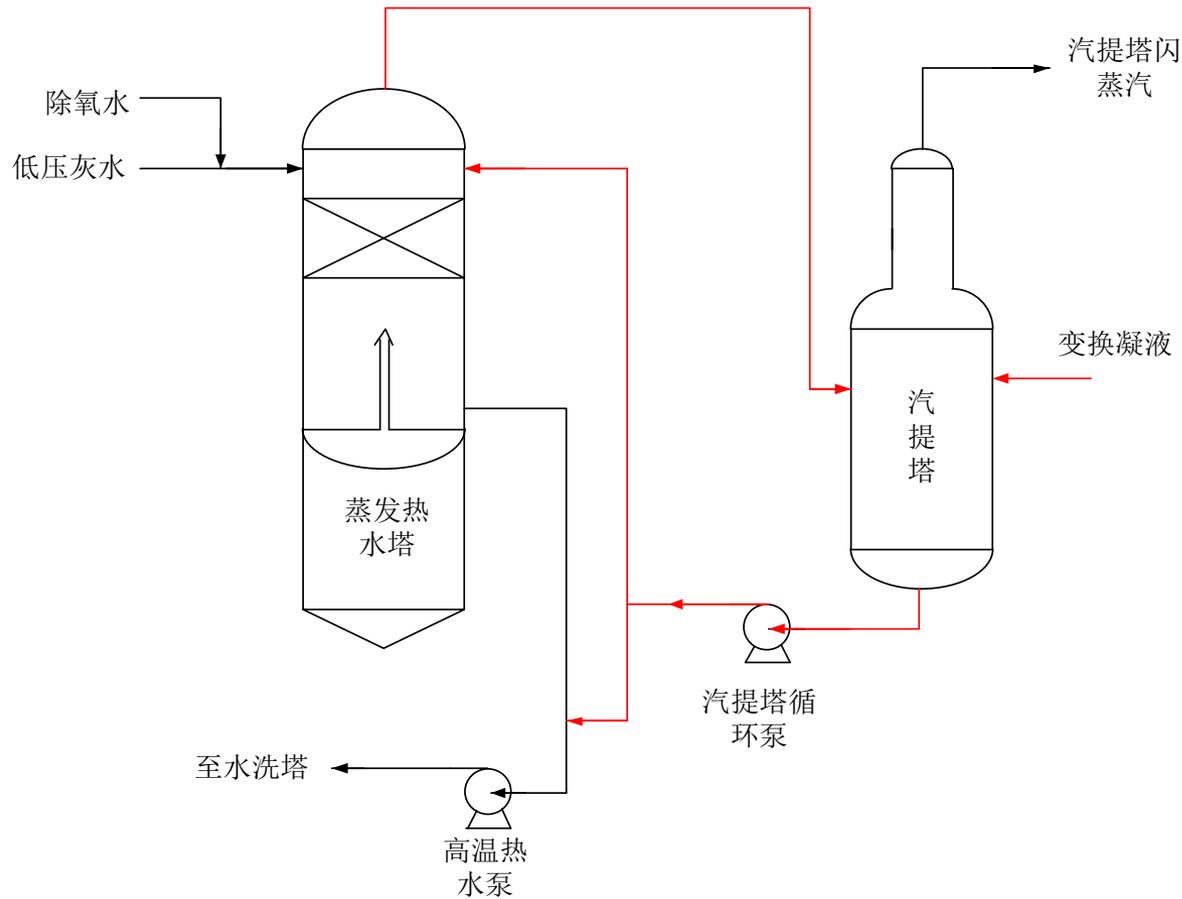
更改混合
器喇叭口
处尺寸。

5. 蒸发热水塔填料、高温热水泵进口堵塞

- **堵塞位置：**蒸发热水塔填料，高温热水泵进口
- **堵塞表象：**填料堵塞出现蒸发热水塔带水，运行工况不稳定，闪蒸汽忽大忽小。高温热水泵进口管线堵塞导致泵出口压力下降，打量不行，严重的泵出现汽蚀现象。
- **灰垢成分：**通过XRF分析发现主要成分为碳酸钙。

取样位置	灰垢主要成份wt%						
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SrO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
高温热水泵进口灰垢	92.80	0.40	16.00	1.98	0.77	1.98	0.78
蒸发热水塔填料盖板	91.13	1.20	0.43	1.71	0.72	2.91	0.86

灰垢形成原因：蒸发热水塔填料出现堵塞后，闪蒸工况恶化，闪蒸汽携带大量液态水进入汽提塔，进而导致汽提塔工况恶化，操作温度降低，大量变换凝液中的氨氮无法汽提，汽提塔凝液中PH升高，返回到蒸发热水塔上部与高硬度的灰水混合后发生反应，生成碳酸钙结晶析出，加剧了蒸发热水塔填料的堵塞，进而蒸发热水塔工况更加恶化带水更加严重，形成了恶性循环。同样汽提塔釜液进入高温热水泵进口也会与高硬度灰水混合结垢。因此控制好汽提塔，降低塔釜液的碱度就成为打破恶性循环的关键。



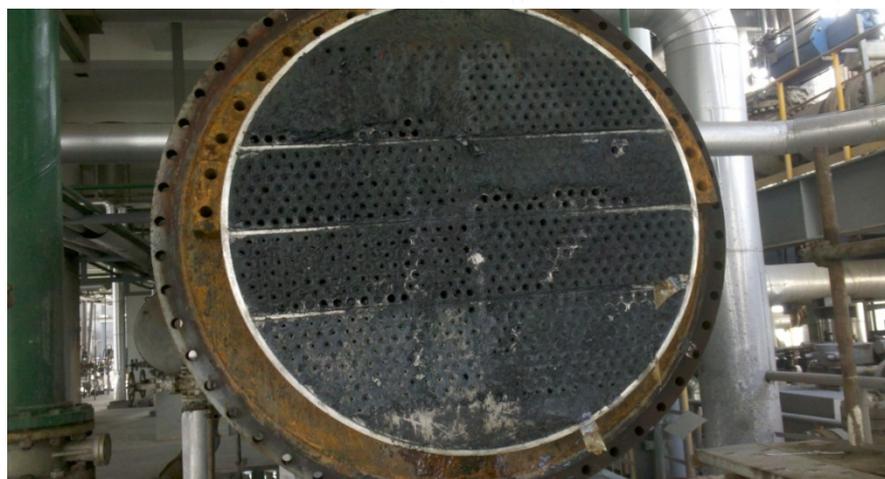
蒸发热水塔与汽提塔流程图

6. 灰水换热器堵塞

堵塞位置：灰水换热器

堵塞表象：灰水外送量降低，出水温度升高。

灰垢成分：通过XRF分析所下表，主要成分为碳酸钙。



灰垢主要成份wt%

取样位置

	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SrO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
灰水换热器	88.82	3.96	1.77	1.67	1.07	2.73	—

- **灰垢形成原因：**灰水中溶解的 CO_2 主要以 HCO_3^- 形式存在，没有检测出 CO_3^{2-} ，而经过上述分析得知该处灰垢主要成分为碳酸钙。碳酸氢钙仅存在于溶液中，其固体极不稳定，在 0°C 时，即发生分解为 CaCO_3 。其结垢机理可能为灰水中的碳酸氢钙在换热器处，因灰水温度发生变化，而分解为碳酸钙，进而析出附着于换热器盘管。

三、结论

通过对各处灰垢形成的原因，并采取相应措施取得了很好地阻垢效果。堵塞、结垢问题不再是影响气化炉长周期运行的限制性因素。自2015年以来，气化炉已经实现多次超负荷工况下的超90天运行，取得了良好的经济效益。

