

阀前气液双相流工况对黑水 闪蒸调节阀的损伤及对策

合肥通用机械研究院有限公司
合肥通用环境控制技术有限责任公司

王渭 13605698521

2018-09-20

1 典型黑水闪蒸系统

◆ 三级闪蒸系统系统

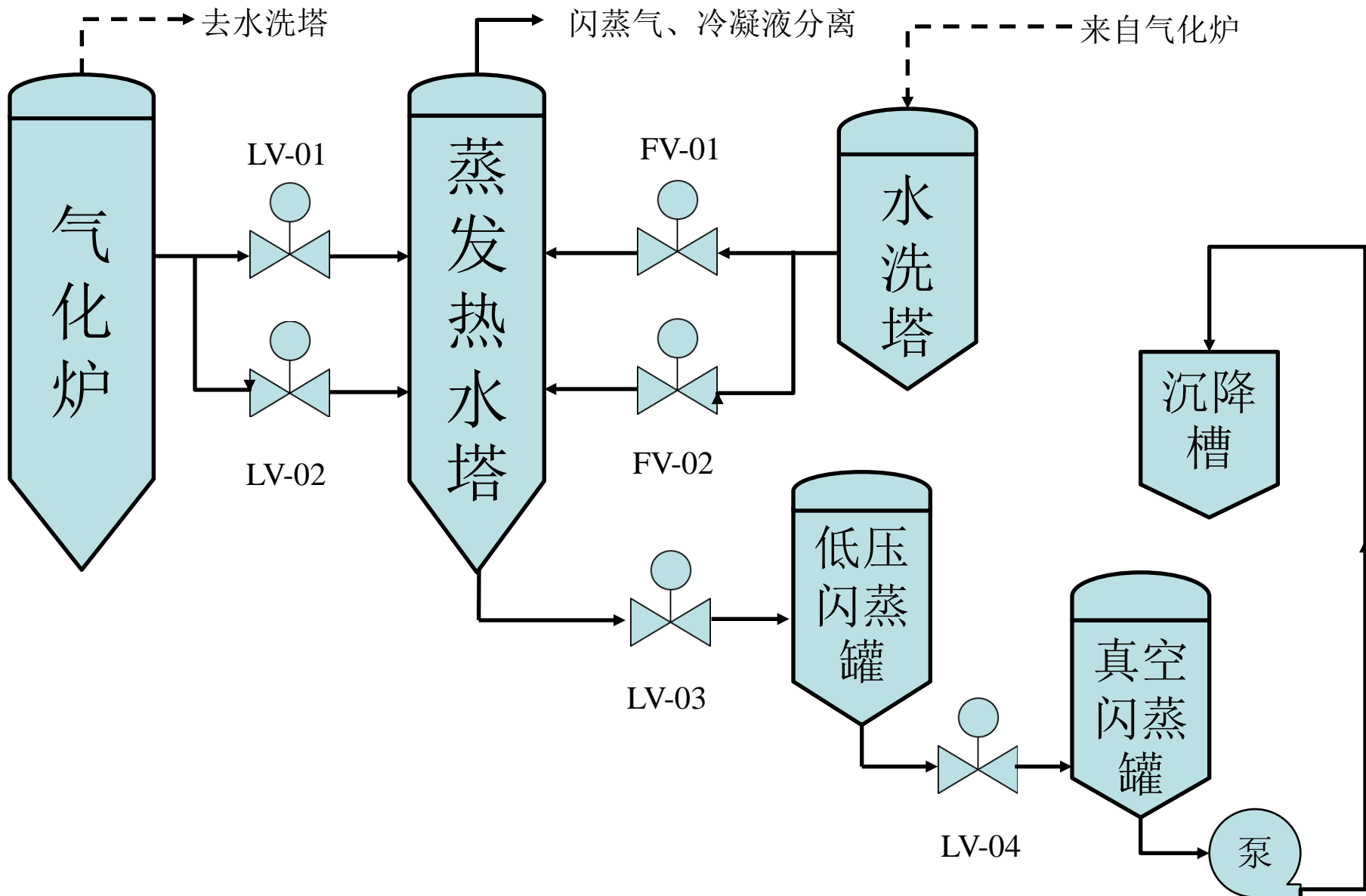
➤ 蒸发热水塔

➤ 低压闪蒸罐

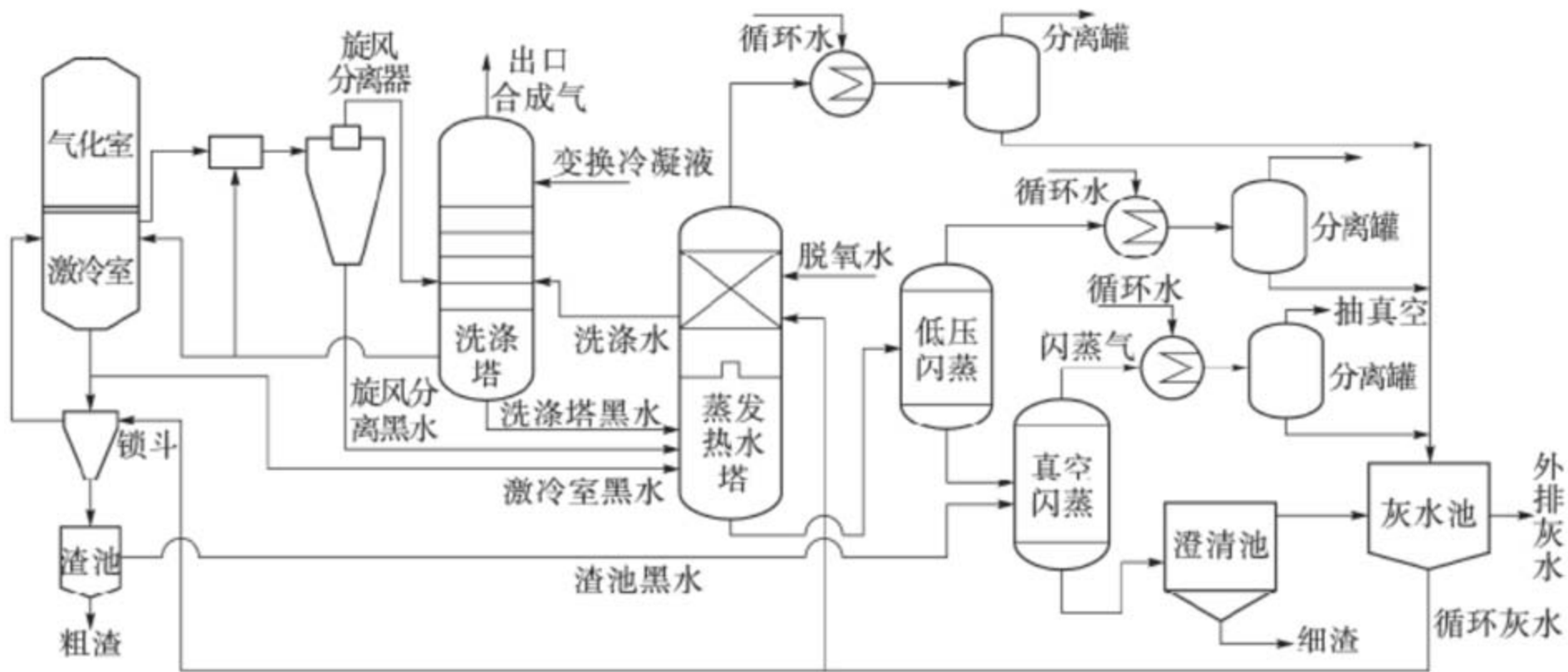
➤ 真空闪蒸罐

◆ 主要功能：处理气化炉以及合成气初步净化过程产生的含渣黑水，回收黑水中部分热能，同时分离出固态颗粒和溶解于黑水中的气体，实现灰水的部分循环利用。

1 典型黑水闪蒸系统



1 典型黑水闪蒸系统



1 典型黑水闪蒸系统

- ◆ 来自气化炉激冷室、旋风分离器及水洗塔底部的高温黑水送往蒸发热水塔闪蒸并与洗涤灰水换热，同时使部分酸性气体解析，底部浓缩黑水经过低压、真空闪蒸进一步得到浓缩，经过澄清槽及灰水池分离出细渣和澄清灰水循环使用，部分灰水作为废水排放。

2 阀后闪蒸导致的高速冲刷腐蚀

- ◆ 高压黑水闪蒸调节阀的常见损伤：高温高压差含固黑水减压到饱和蒸汽压以下，阀门出口的部分黑水气化闪蒸，导致高流速的含固气液双相流对阀内件及阀体的高速冲刷（振动）



阀体出口冲蚀



阀头因振动而掉落



阀头冲蚀

3 阀前气液双相流工况对低压黑水闪蒸调节阀的损伤

◆ 低压黑水闪蒸调节阀～阀前闪蒸流工况

➤ 阀前高速闪蒸流


➤ 阀后复合闪蒸

✓ 三级黑水闪蒸系统中，水与蒸汽一般在饱和线左右徘徊。蒸发热水塔底部黑水进入低压黑水闪蒸调节阀时可能部分闪蒸。

3 阀前气液双相流工况对低压黑水闪蒸调节阀的损伤

◆ 忽略阀前气液双相流工况的隐患

➤ 10"X10"-class150 低压黑水闪蒸角阀工况

8	入口管线尺寸	壁厚	10"	SCH60	
9	出口管线尺寸	壁厚	32"(hold)		
10	危险区域等级	仪表防护等级	Zone 2 IIC T4	IP65	
11	工艺条件参数表				
12	设计压力	MPaG		1	
13	设计温度	°C		220	
14	工艺介质名称	黑水			
15	工艺介质状态	Liquid (阀前气化率3%) 			
16	操作工况		最小	正常	最大
17	流量	kg/h	113609	162298	178528
18	入口压力	MPaG	0.6	0.58	0.572
19	压降	MPa	0.343	0.32	0.312
20	入口温度	°C	164.946	163.781	163.307
21	密度	kg/m3		911.2	

3 阀前气液双相流工况对黑水闪蒸调节阀的损伤

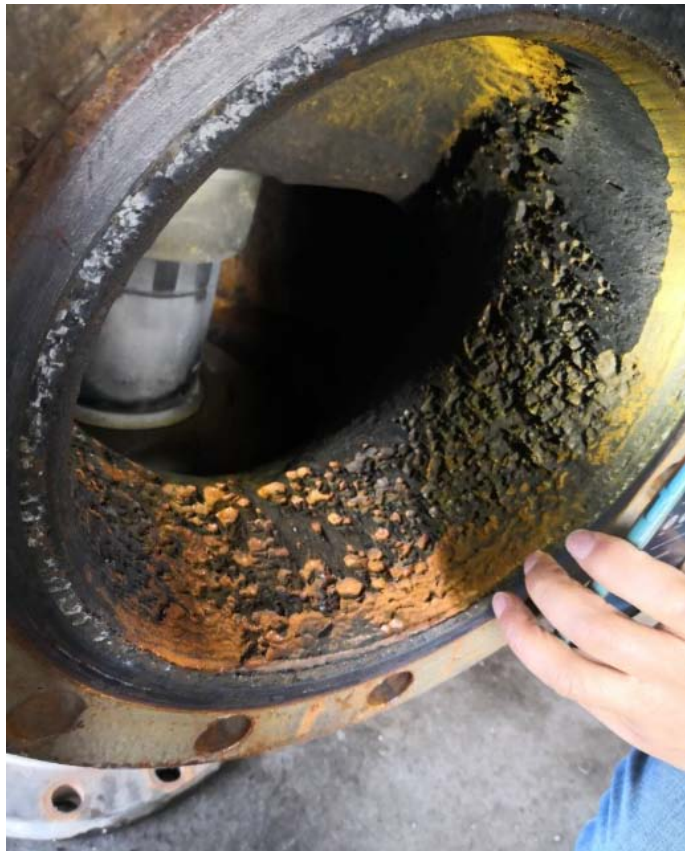
➤如下表所示，正常流量下，阀前气化率 $x_1=3\%$ 工况时的介质对阀门上游的冲击动能是阀前气化率 $x_1=0\%$ 工况时的约**70倍**。

调节负荷 阀前 流速 (m/s)	max/ (kg/h) 178528	nor/ (kg/h) 162298	min/ (kg/h) 113609
阀前气化率为3% 时阀前介质流速 $V_{3\%}$	9.12	8.21	5.61
阀前气化率为0% 时阀前介质流速 $V_{0\%}$	1.07	0.98	0.68
$(V_{3\%}/V_{0\%})^2$	72.65	70.18	68.06

备注：阀门进口内径x出口内径：254x254

3 阀前气液双相流工况对低压黑水闪蒸调节阀的损伤

◆ 低压黑水闪蒸调节阀的上游损伤：阀体严重冲蚀。



阀门入口严重冲蚀



上游中腔严重冲刷

3 阀前气液双相流工况对低压黑水闪蒸调节阀的损伤

- 阀前气化率 $x_1=3\%$ ，阀后气化率 $x_2=?$



	压力 MPa abs	饱和温度 ℃	实测温度 ℃	饱和水比焓 h' kJ/kg	饱和蒸汽比焓 h'' kJ/kg	气化率
阀前	$P_1=0.6733$	$t_1=163.39$	163.3	$h_1'=690$	$h_1''=2761$	$x_1=3\%$
阀后	$P_2=0.3613$	$t_2=139.98$	-	$h_2'=589$	$h_2''=2733.$	$x_2=?$

备注：阀门前后流体均处于饱和状态，压力参数为基准，实测温度与其对应的饱和温度存在一定误差，为计算方便，温度以饱和温度为准。

节流前后为等焓过程：

$$(1 - x_1) \cdot h_1' + x_1 \cdot h_1'' = (1 - x_2) \cdot h_2' + x_2 \cdot h_2''$$

由此可得出计算阀后气化率的计算公式：

$$x_2 = \frac{(1 - x_1) \cdot h_1' + x_1 \cdot h_1'' - h_2'}{h_2'' - h_2'}$$

代入数值得出 $x_2 = 7.61\%$

- 阀前气化率 $x_1=0\%$ ，阀后气化率 $x_2=5\%$

3 阀前气液双相流工况对黑水 低压闪蒸调节阀的损伤

➤如下表所示， $(x_1=3\%, x_2=7.6\%)$ 工况时，介质对
阀门下游的冲击动能是 $(x_1=0\%, x_2=5\%)$ 工况时的约**1.9倍**。

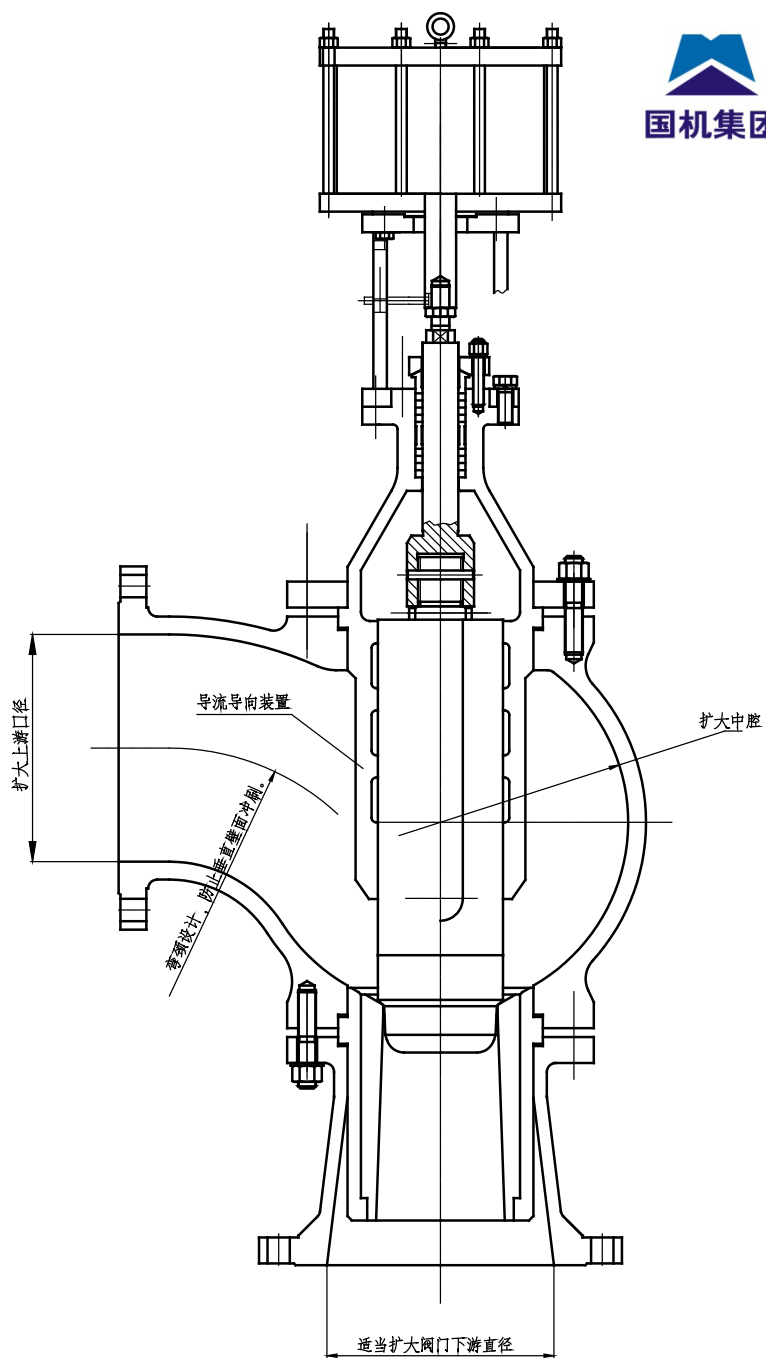
调节负荷 阀前 流速 (m/s)	max/ (kg/h) 178528	nor/ (kg/h) 162298	min/ (kg/h) 113609
X1=3%, X2=7.61% 时: 阀后介质流速 $V_{7.61\%}$	47.78	43.39	30.49
X1=0%, X2=5%时 阀 后介质流速 $V_{5\%}$	34.53	31.32	21.96
$(V_{7.6\%}/V_{5\%})^2$	1.92	1.92	1.93

4 对策

◆重视黑水闪蒸调节阀阀前气化工况

- 加大阀门上游直径；
- 扩大阀门中腔；
- 防止阀门入口流体垂直冲击阀杆和中腔；
- 阀腔硬化处理；
- 导流导向装置分散入口冲击；
- 适当扩大阀门出口直径。

4 对策



谢谢！