

# RH 蒸汽喷射泵深真空能力影响因素研究

屈贵\*, 韩凯峰, 解雷, 郭路召, 王建辉, 任宝金, 赵潇

北京首钢股份有限公司炼钢作业部, 唐山 064404

## Study on Factors Affecting the Deep Vacuum Capacity of RH Steam Jet Pump

Qu Gui\*, Han Kaifeng, Guo Luzhao, Wang Jianhui, Ren Baojin, Yu Hongbin, Zhao Xiao

Beijing Shougang Co., Ltd. Steelmaking Department, Tangshan, 064404, China

### 1. 前言

RH 真空系统在服役过程中, 偶尔会出现抽气能力降低的情况。目前在工业生产中, 对于出现抽气能力降低的情况时, 关键影响因素识别较慢, 解决问题效率低。关于真空系统的影响因素有些学者进行了研究<sup>[1-3]</sup>, 主要集中在真空系统冷却能力和系统漏点的排查和治理。本文依据生产趋势对 RH 处理过程中影响抽气能力的参数进行统计, 以期为钢铁同行提供借鉴。

在负载废气差异不大的情况下, 影响抽气能力主要分为三大部分: 气体冷却能力、动力稳定性、泵体有效性, 其中气体冷却能力主要依据进出水温度差进行识别, 动力稳定性主要依据蒸汽压力及流量进行识别, 泵体有效性主要是在前两个部分一致前提下, 可依据达到目标真空度时间进行识别。

### 2. 深真空影响因素分析

#### 2.1. 气体冷却能力及蒸汽动力因素分析

蒸汽喷射泵的主要动力源为超音速蒸汽射流, 利用高速蒸汽将真空室内的气体带出真空系统。通过冷凝器为高温蒸汽进行冷却可以降低真空系统内的负载, 起到高效抽真空的效果。表 1 所示为在检修前后、更换二级泵喷嘴前后以及真空能力弱时的蒸汽和冷却水参数。

表 1 不同阶段 RH 真空关键参数

项目	起始温度	C1	C2	C3	蒸汽温度	蒸汽流量	废气流量
检修前	27	34	41	49	193	31	1244
检修后	29	38	37	49	190	34	1042
换喷嘴前	28	33	44	51	192	30	906
换喷嘴后 1	28	36	43	51	188	35	934
换喷嘴后 2	19	28	35	41	189	35	903
当前 1	23	33	40	47	192	33	1105
当前 2	24	32	39	47	186	34	939
当前 3	26	32	39	48	198	34	1029

整体来看, C1 冷凝器与起始温度差值在 5~9°C, C2 冷凝器差值在 13~17°C, C3 冷凝器差值在 22~24°C, 从冷却能力来看各时间段未体现出明显异常。混合后蒸汽温度在 187~198°C 之间, 未出现明显波动。深真空状态下蒸汽流量总体出现波动 4t 左右, 差异量偏大, 需要核实蒸汽流量仪表的准确性, 如果仪表正常则

说明三四级泵过气量增加，通过校验仪表和三四级泵的抽气能力，可进一步指导现场锁定蒸汽流量波动原因。

## 2.2. 泵体抽气能力

废气负载情况来看，检修前废气偏大，其它阶段各炉次相差不大，可以看出，各个阶段抽真空时间的变化主要集中在开启二级泵后，同时可以发现每次检修更换二级泵喷嘴后转深真空至 0mbar 时间均会有明显缩短，说明二级泵喷嘴对于抽真空能力起到关键影响。

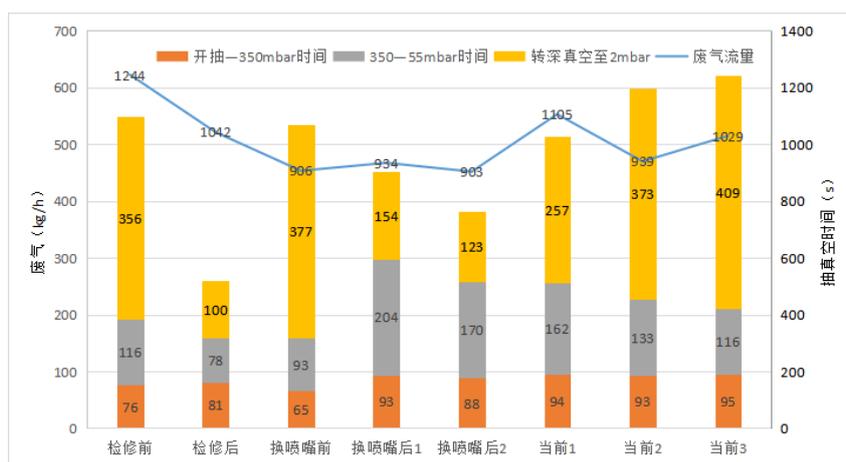


图 1 真空系统不同设备状态下的抽真空对比

为探究在冷却能力和负载基本一致的条件下，蒸汽流量和抽真空能力的差异性。在当前抽真空异常与正常相比较，单独启动四级泵蒸汽流量高 4t，开启三级泵高 6t，四级六泵全开相比高 3t 以上。蒸汽流量比正常均表现出较高的趋势，蒸汽升高后，三四级泵数据优于正常抽气能力，但是在转极限真空后二级泵状态明显低于正常抽气能力，抽真空时间延长约 5min。说明二级泵的抽气能力显著恶化，其原因可能是泵体本身磨损、调节阀与泵体相对位置偏移等，通过对二级泵的更新维护，实现抽气能力恢复正常水平。

## 2.3. 真空系统管路通畅性

真空管路通畅性不良会阻碍废气的排出，大量的废气积累在真空系统内部，会严重影响真空系统的抽真空能力，其直接表现在抽真空时间长、真空系统冷凝器、真空室等部位的真空度同正常较低，无法满足脱碳钢种冶炼需求。因此，定时高压冲洗真空系统对于保持真空系统的正常使用尤为关键。

## 3. 结论

(1) 气体冷却能力及蒸汽动力对深抽真空时间影响较大，气体冷却能力主要可通过判断 C1~C3 的进回水温度差，通常 C1 冷凝器与起始温度差值在 5~9℃，C2 冷凝器差值在 13~17℃，C3 冷凝器差值在 22~24℃。蒸汽温度正常在 190~210℃，在深抽状态下蒸汽流量正常值在 30~35t/h。

(2) 对比抽真空异常与正常情况下，当冷却能力和负载基本一致时，各级喷射泵的抽气能力和抽真空时间，可锁定哪级泵体抽气能力变弱。

(3) 真空管路通畅性不良会阻碍废气的排出，大量的废气积累在真空系统内部，会严重影响真空系统的抽真空能力，定时高压冲洗真空系统对于保持真空系统的正常使用尤为关键。

## 参考文献

- [1] 赵庆龙. 冷凝水对本钢 RH 真空度的影响[J]. 本钢技术, 2009(2): 17- 19.
- [2] 赵庆龙. 本钢炼钢厂 5 套 RH 真空系统比照分析[J]. 本钢技术, 2013(4): 22- 25.
- [3] 王艳军, 王宝中, 王崇等. 提升 RH 真空系统密封稳定性的实践与研究[J]. 山西冶金, 2021, 44(05): 8-10.