

硝酸生产中循环水系统节能分析

戴付龙 肖亚冬

(宁夏润夏能源化工有限公司 宁夏中卫 755000)

摘 要 本文阐述了从稀硝酸生产到提浓过程中通过调控循环水量、调节循环水水质、提高风机冷却效率等多种方式共同作用,最终达到在满足工艺要求的前提下,提高系统换热效率,降低能源消耗。
关键词 硝酸 节能 提高 调节

Analysis of energy saving of circulating water system in nitric acid production

DAI Fulong XIAO Yadong

(Ningxia Runxia Energy Chemical Co., Ltd., Zhongwei 755000, Ningxia Province)

Abstract In this paper, from dilute nitric acid production to extraction process, through regulating circulating water quantity, regulating circulating water quality, improving fan cooling efficiency and other ways to work together, finally in the premise of meeting the process requirements, the system heat transfer efficiency is improved, and the energy consumption is reduced.
Keywords nitric acid; energy saving; improve; regulation

前言

我公司是一家硝酸生产厂家,于2011年建厂,2013年底建成投产。厂区配置500 t/d稀硝酸生产装置一套,500 t/d浓硝酸生产装置一套,25 t/h燃煤锅炉三台,辅助装置有纯水站、空压站、循环水站。其中循环水站配置为KQSN700-14/638循环水泵三台,CNTC-4000型方形逆流式机械通风冷却塔两套。

公司2018年以前各装置生产负荷不足设计值的80%,单台循环水泵提供水量可以满足全厂设备运行要求。由于设备及管道未进行及时清理,换热器结垢导致换热效率降低,随着稀硝酸和浓硝酸装置生产负荷的提升,装置换热量需求升高,公司通过双泵运行提高了冷却水量,保障了生产需要,由于总水量远超设备需求,只能通过减小泵出口开度,调节回流量,满足生产需要,但造成了能源的严重浪费。通过对单台循环水泵供水量的升级改

造,凉水塔风机的更换,设备的定期除垢和循环水水质调节等一系列手段,提高了系统设备的换热效率,降低了能源消耗。

经过了2个月的运行,各装置运行稳定,节能效果明显,就本次技术改造成果,总结了以下几点。

1 提高单泵水量

循环水泵型号:KQSN700-N14/638,循环水泵参数: $Q=4\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 、 $H=45\ \text{m}$ 、 $n=990\ \text{r}/\text{min}$ 、 $W=710\ \text{kW}$,数量:三台。

单泵运行时,在保证末端压力要求的情况下,该水泵的流量不能满足使用需求,在保证配套电机功率不变的情况下,通过定制“高效转子部件”,对现有的水泵做扩容处理,扩容参数为“ $Q=4\ 500\ \text{m}^3/\text{h}$ 、 $H=45\ \text{m}$ 、 $n=990\ \text{r}/\text{min}$ ”。达到降低吨水耗电量的目的。

1.1 具体设计参数

水泵本体外形尺寸不变,内部采用宽高效

叶轮。设计参数： $Q \geq 4\,500\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=45\text{ m}$ 、 $n=990\text{ r/min}$ ，电机利旧。

1.2 宽高效叶轮的设计依据

运用三元流理论与CFD流体力学计算和优化相结合的方法设计宽高效叶轮，其效率比用传统的设计方法设计的叶轮效率高5%~10%，且高效区流量范围比传统拓宽12%~20%，这样既使在生产负荷变化或者季节变化导致水泵在一定范围内偏离设计点运行时，高效水泵也能保证运行在高效区。除此之外，叶轮设计采用叶片交错、出口边斜切的结构形式，可以有效地减少水力脉冲和水力振动。

1.3 节能改造能效收益

改造前吨水耗电量 $\approx 0.142\,5\text{ kW}\cdot\text{h}$ ；

改造后吨水耗电量 $\approx 0.139\,3\text{ kW}\cdot\text{h}$ ；

节电率： $(0.142\,5/\text{kW}\cdot\text{h}-0.139\,3/\text{kW}\cdot\text{h})/$

$0.142\,5/\text{kW}\cdot\text{h} \times 100\% = 22.456\%$ 。

实际现场壳体流道与“高效转子部件”的匹配度有关系，节电率误差在“ $\pm 5\%$ ”范围之内。

2 提高风机冷却效率

(1)冷却塔布水器进行维修，填料缺失部分进行更换，保证循环水上塔水量分布均匀。

(2)冷却塔风机型号：LF80B(XJH260)-110-155，叶片为玻璃钢纤维材质，使用年限超5 a，迎风面出现裂纹，叶片顶部有破损，进行了整体更换。

(3)调整了叶片安装角度，由原角度 2° 改为 5° ，大幅提升了风量。调整前、后参数对比见表1。

表1 调整前、后参数对比

叶片 角度	叶轮转速 $/(r\cdot\text{min}^{-1})$	风量 $/(m^3\cdot h^{-1})$	轴功率 $/kW$	电机转速 $/(r\cdot\text{min}^{-1})$	运行 电流/A
2°	155	1 950 000	91.1	1 500	120
5°	155	2 730 000	143.6	1 500	160

(4)通过冷却塔维修和风机改造，改善了设备运行环境，通过对比，在同等工况下，循环水回水温度降低约 1.7°C 。

3 调节循环水水质

(1)循环水站为敞开式设计，原水呈碱性，电导率 $\geq 700\text{ us/cm}$ ，总硬度在 200 mg/g 左右。

(2)循环水工艺指标： $\text{Cl}^- < 300\text{ mg/L}$ ，含盐量 $< 3\,000\text{ }\mu\text{s/cm}$ ，总碱度 $< 500\text{ mg/L}$ ， $\text{Ca}^{2+} < 30\sim 200\text{ mg/L}$ ，pH值 $7.0\sim 9.2$ ，污垢系数 $0.000\,4\text{ m}^2\text{ }^\circ\text{C/kcal}$ 。

(3)采用缓蚀阻垢剂调节pH值、总碱度、总硬度。粘土剥离剂调节，防止细菌及藻类等生物泥的附着。杀菌剂杀灭循环水中的铁细菌、硫化细菌与反硫化细菌和藻类。

(4)利用配套的无阀滤池进行反冲洗，去除滤室表面的淤泥和沉积物。

(5)采用周期性底部排污，定期底部清淤，及时补充原水，控制浓缩倍数为3，满足工艺使用和节水要求。

4 换热设备定期清洗

(1)由于硝酸生产的特殊性，按照生产周期约半年需要停车对铂网进行更换，期间对部分换热器进行清洗。

(2)在进行设备正常运行期间，换热器通过水量调节，控制上回水温差一般为 $6\text{ }^\circ\text{C}\sim 8\text{ }^\circ\text{C}$ ，达到最佳换热效率，在运行过程中，温差 $< 4\text{ }^\circ\text{C}$ 时，需要调节水量，对设备进行计划清洗。

(3)按照换热器工作特点单独制定清洗方案。如蒸汽冷凝器，由于温度较高，循环水中钙、镁离子易沉淀结垢，可将设备人孔打开，利用高压水枪进行清洗除垢；板式换热器，可将上水管阀后管线改为短节连接，利用循环水回水压力，对换热器设备进行反冲洗；关于一般塔式换热器，存在管线密度大，水量大、流速慢的特点，易造成泥沙沉淀结垢，在停车期间，利用调节水量进行内部加压冲洗。

5 结束语

通过本次技术改造，单台循环水泵运行时，稀硝酸装置、浓硝酸装置负荷调节范围明显变大，在相同工况下，系统最高负荷从设计值的80%提升至88%。

(收稿日期：2021-12-25)