

空分装置空气预冷系统问题分析及改进

曹晶晶

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司

【摘要】空气预冷系统是空分设备重要的组成部分，它位于空压机系统和分子筛吸附系统之间，主要用来降低空压机内的空气温度，并及时将空气中的硫化物冲洗干净，达到净化空气的目的，从而让空气进入到分子筛吸附系统中。因此，空气预冷系统对整个空分设备运行十分关键。本文就鄂尔多斯煤制油分公司空分装置空气预冷系统实际运行中存在的问题进行了分析并提出改进方案，可作为煤化工行业空分装置空气预冷系统工艺稳定改造方案进行推广实施。

【关键词】空气预冷系统；冷冻水泵启动电机电流过载；冷冻机间歇性跳停

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.152

鄂尔多斯煤制油分公司109/110空分装置为50000Nm³/h空分设备，2008年12月正式投产。机组采用空气预冷系统（也称氨水预冷系统）、分子筛吸附净化系统流程、增压透平膨胀机、规整填料塔。空气预冷系统主要由空冷塔、水冷塔、冷冻机、4台水泵、调节阀和仪电控等部件组成。空气预冷系统是深冷空分生产装置中的一个重要组成部分，它位于空压机系统和分子筛吸附系统之间，用来降低高温压缩空气的温度，同时通过水洗涤除去空气中的硫化物等易使分子筛中毒的化合物，使空气达到一定要求后进入分子筛吸附系统。空气预冷系统的冷却效果直接影响着分子筛净化系统、主换热器的工作负荷，空气出空冷塔的温度高，分子筛的吸附负荷增加，会导致更高的再生能耗，同时空气进主换热器温度的升高，使得换热器的负荷增加，从而对整套机组的运转周期、运转成本造成重大影响。

1 空气预冷系统工作原理

空压机的高温空气进入到空气冷却塔下部，并与水泵的常温冷却水在冷却塔下部逆流接触，并进行热质交换，将高温空气逐渐冷却，并再次上升到冷却塔上部与自来冷却塔的低温冷却水进行热质交换后进入到空冷塔分子筛吸附系统。这个时候的冷却水分两个部分，一部分进入到水冷塔与氮气进行热交换并作为低温冷却水进入到空冷塔上端，另外一部分直接进入到空冷塔中部。两部分冷却水与空气换热

以后从冷却塔汇集排出。空冷系统在空分设备中广泛应用，取消了原来的冷水机组，并用冷水塔代替，并利用空分设备空冷系统运行过程中产生的污染氮气吸湿性降低水温。不同的空分设备运行要求不同，有的提供的水冷塔污氮含量比较少，所以需要冷水机组制冷。

2 空气预冷系统流程简述

流量为257300 Nm³/h的空气经过滤器S1146吸入及N1151消音，过滤掉气体中的机械杂质和灰尘，经空气压缩机C1161压缩至0.527MPa、94.4℃后进入空冷塔E2416，压缩后的空气与中部的冷却水（0.7MPag、26℃、440m³/h）和顶部来自水冷塔E2417的冷却水（0.8MPag、10℃、108m³/h）进行换热，空气被冷却至12℃，再经除沫器去除掉空气中的水滴后进入内装有林德专用分子筛的立式单层床吸附器。

冷冻水泵P2466A/B、冷却水泵P2467A/B采用一用一备配置，正常运行时一台运行，另外一台热备。单台水泵进水入口阀11阀、出口阀16阀处于常开状态，排气、排水阀13、14、72、73处于常闭状态，原设计上考虑备用水泵在非运行状态下的灌泵启动条件（防止空气在泵腔内积聚形成气堵），设置17连通阀，运行泵运行时，泵出口的高压水经17阀从备泵出口进入泵体内经泵入口流出，满足备用水泵灌泵启动条件。

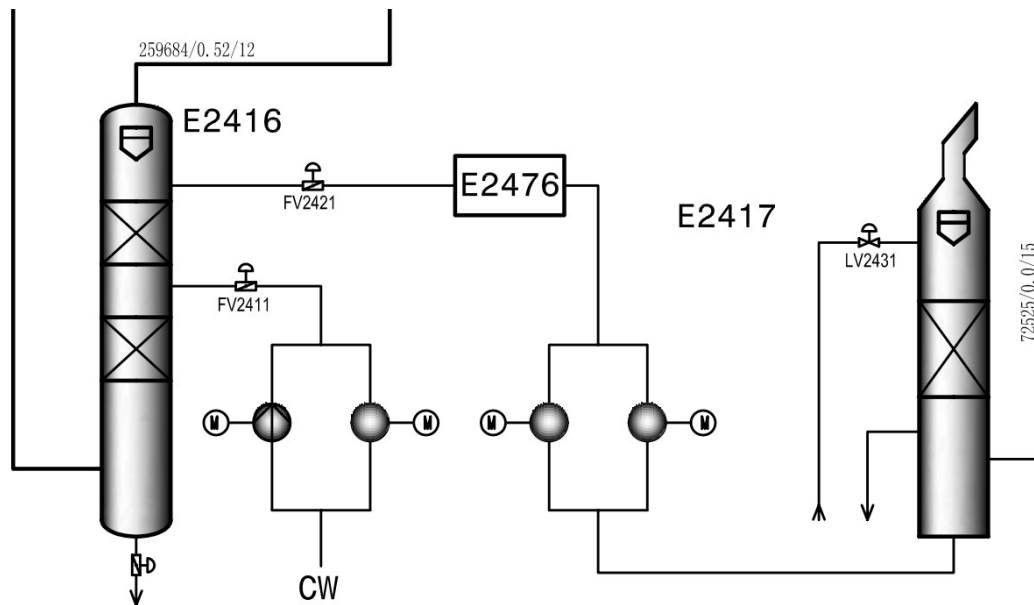


图1 预冷系统流程示意图

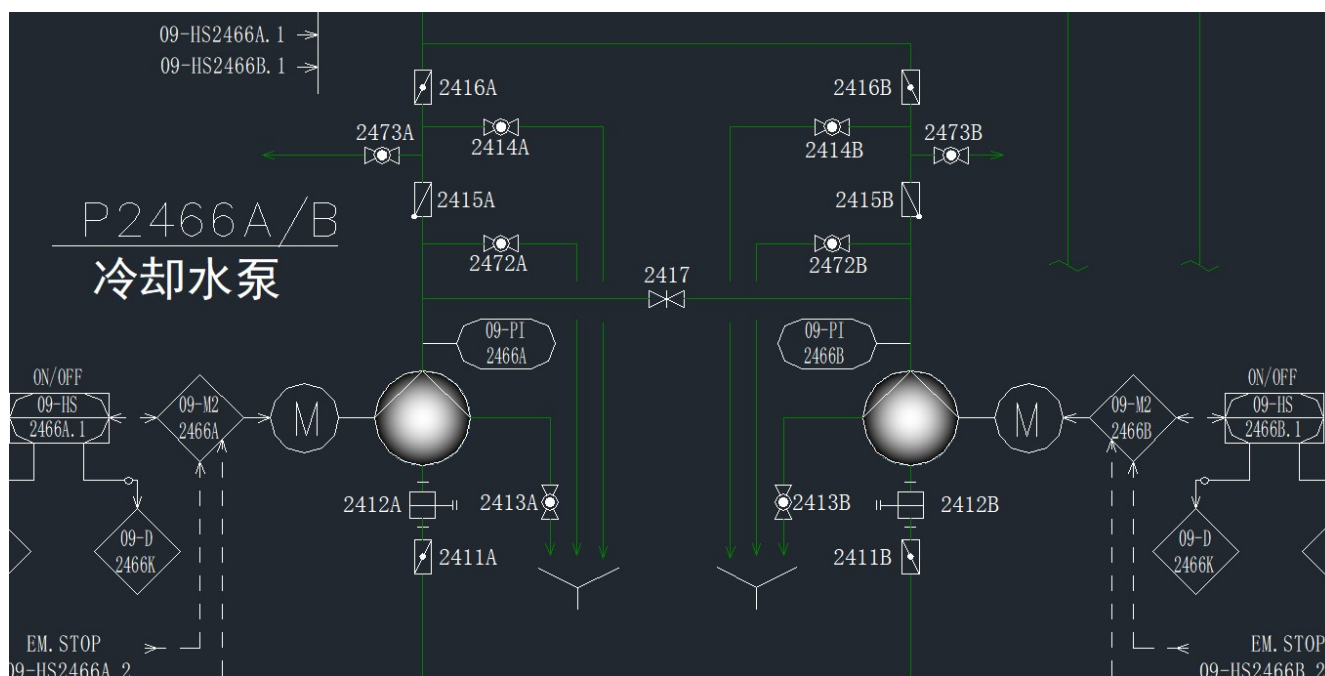


图2 预冷系统冷却水泵/冷冻水泵流程阀位示意图

3 实际运行中存在的问题

3.1 冷却/冷冻泵紧急启动电机电流过载

冷却/冷冻泵运行泵出现故障跳车时，原设计需备用泵紧急启动，补充原运行泵流量，实现安全无扰动运行切换，实际运行过程中，发生多次运行泵跳停后备泵启动失败现象，检查启动失败原因为电气负荷过载。经电气现场确认复位后，再次启动正常。

3.2 冷冻机间歇性跳停

空气预冷系统冷冻机为水冷式螺杆冷水机组，拥有2台压缩机，根据冷冻水温度自动调节压缩机负荷。原设计冷冻机组一用一备，夏季高温期间双开运行，冬季低温期间双停节能。实际运行过程中2台水冷式螺杆冷水机组长期满负荷运行，经常发生间隙停机现象，现场检查机组故障代码27（代码定义：流量低），现场监测冷冻水泵出口压力有指针甩表现象。

4 原因分析

经现场特护观察，发现备用泵热备状态下，泵轴有高速反转现象，备泵出口单向阀有阀瓣开关冲击震荡声音。经组织流程分析，认定原设计用于满足备用水泵在非运行状态下的灌泵启动条件的17阀门设计口径偏大，运行泵出口的高压循环水经17阀进入备泵后，因水量过大，引起备泵叶轮冲击反转，备泵联锁自启时，因泵反转速度快，电机启动扭矩过大，造成启动电流过载跳停。同时因泵出口管路设计不合理，17连通阀与泵体间存在S型阻压管路，且连通阀现场布管过于靠近泵出口管路单向阀，引起单向阀瞬时失效微启，单向阀后流体高速流通冲击阀瓣时，产生单项阀瓣开关冲击震荡，每个震荡周期因水量经单向阀短路进入备泵，造成冷冻水泵出口压力有指针甩表现象，同时因流量波动触发冷冻机低流量连锁值，造成冷冻机间歇性跳停。

5 改进措施

5.1 降低水泵出口连通管线管径

冷却/冷冻水泵出口连通管线原设计口径为DN40，经安全评估后将泵出口连通管线改为DN25口径，在保证满足备泵灌泵启动条件的前提下，减少备泵灌泵高压水流量，降低备泵出口高压水头冲击风险。

5.2 改善连通阀流量调节能力

冷却/冷冻水泵出口连通管线上17连通阀原设计口径为DN40蝶阀，经安全评估后将泵出口连通管线上17连通阀改为DN25截止阀，改善了17连通阀流量调节能力，消除备泵热备状态下的反转风险。

6 效果结论

在实际生产中故障的发生发展往往具有“蝴蝶效应”，由于管道设计存在的缺陷，引发冷却/冷冻水泵反转；水冷塔液位波动，冷冻机间歇跳停等一系列问题。通过仔细分析找到故障源头，从而制定有效措施，改善了空气预冷系统工作现状，极大地提升了空气预冷系统的工作能力，不仅确保空分系统的稳定运行，而且节约了生产运行成本。

参考文献

- [1] 李牧声, 王帅. 空分设备预冷系统的工艺设计[J]. 化工管理, 2017(33): 66.
- [2] 丁盼盼, 刘春燕. 空分设备水冷塔故障特点及改进措施[J]. 深冷技术, 2017(1): 60-62.
- [3] 王初阳. 制氧循环水系统改进探讨[J]. 冶金动力, 2011(1): 72-74.
- [4] 方伟. 浅谈空分设备的节能潜力及可行性分析[J]. 科技风, 2017(6): 222.
- [5] 赵云春. 空冷塔冷冻水喷淋装置及填料结垢分析与控制[J]. 深冷技术, 2016(3): 68-70.