

通过回收利用氮气实现氮气硫化清洁生产

许德鹏,王兴力,高晓松

(贵州轮胎股份有限公司,贵州 贵阳 550008)

摘要:介绍轮胎企业采用氮气硫化工艺后,通过回收利用氮气实现氮气硫化清洁生产。氮气回收的措施包括:在回收氮气主管道上加装汽水分离器和疏水阀、在储气罐底部加装疏水阀,对汽水分离器的设计进行改进以及将4组汽水分离器分别安装于氮气回收主管道上的4个最低点。通过对氮气回收系统进行调试,并对整个系统的PLC控制程序和HMI画面程序进行优化和完善,采取重新设计卸荷管道排布及在卸荷管道上加装止回阀等措施,实现氮气回收利用,取得了良好的经济和社会效益。

关键词:轮胎;氮气;硫化工艺;回收利用

中图分类号:TQ330.6⁺7;TQ336.1

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2015)08-0496-04

贵州轮胎股份有限公司的子公司之一——载重子午线轮胎三公司(以下简称三公司)于2011年7月建成投产,年产能85万套无内胎载重子午线轮胎。按照设计意图,三公司硫化工序采用了国内行业领先的节能工艺——氮气硫化工艺。该工艺采用氮气替代传统轮胎硫化工艺中的过热蒸汽作为内压介质。氮气硫化工艺在三公司成功运用后,取得了显著的节能降耗效果。

2013年4月以来,随着三公司产能逐步达到设计能力,对氮气需求量逐步增大。在确保生产工艺需求的前提下如何提高制氮效率成为了新的目标。为此,三公司工程部对公用工程制氮系统设备能力进行了评估分析,决定进一步优化制氮系统,开始着手规划自投产以来一直未能投入使用的氮气回收系统项目的准备工作,以期实现氮气硫化清洁生产。

1 可行性分析

1.1 现状

(1)三公司制氮系统设备安装时,氮气回收装置主体设备(氮气回收管道、冷干机、回收氮气储罐和氮气增压机等)按照设计安装完成。

作者简介:许德鹏(1985—),男,云南曲靖人,贵州轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎硫化工艺动力设备、生产设备的维护与管理工作。

(2)氮气硫化工艺在贵州轮胎股份有限公司是首次使用,调试人员对氮气回收效果没有经验数据支撑,在初期三公司产能偏低的情况下,氮气回收效果很微小。

(3)首次调试时回收氮气含水量过高,达不到工艺需求。

生产初期时放弃了氮气回收,将轮胎硫化结束后的氮气通过主管道在地沟中直接排空,虽然氮气本身是无色无味的,但由于在胶囊内经过高温(208℃)、高压(2.8 MPa)的硫化过程后,排放的混合气体产生了较大的噪声和异味,对硫化生产环境产生不良影响。

1.2 改造分析

(1)目前,三公司43台硫化机全部投产,可回收氮气体量已经增大。回收氮气可补充至低压氮气储罐,减少变压吸附(PSA)制氮机空气消耗量,节约能源。

(2)根据实际回收管道分布状况在主回收管道上分段加装汽水分离器,提前将可回收氮气中的蒸汽和水大部分分离出来,之后再进入回收站进行二次分离,从而保证回收的氮气满足工艺需求。

(3)将回收后的氮气通过主管道输送至制氮站进行回收利用后,硫化生产现场环境将得到改善。

2 氮气回收的措施

2.1 加装除水装置

(1)回收的氮气含水量偏高。通过对现场实际情况进行摸底调查后,决定在回收氮气主管道上加装汽水分离器(见图 1)和疏水阀(见图 2),在储气罐底部加装疏水阀(见图 3)。

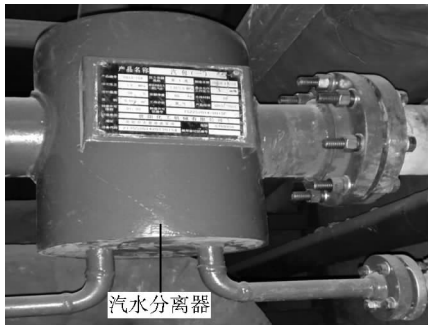


图 1 汽水分离器



图 2 回收氮气主管道上安装的疏水阀

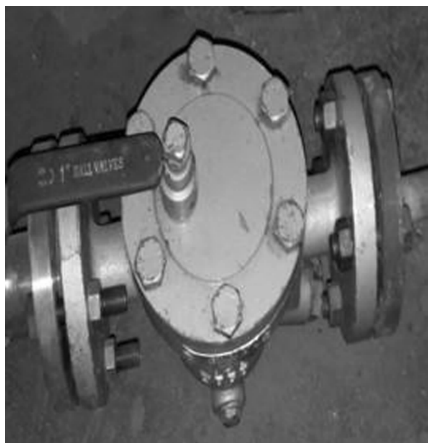
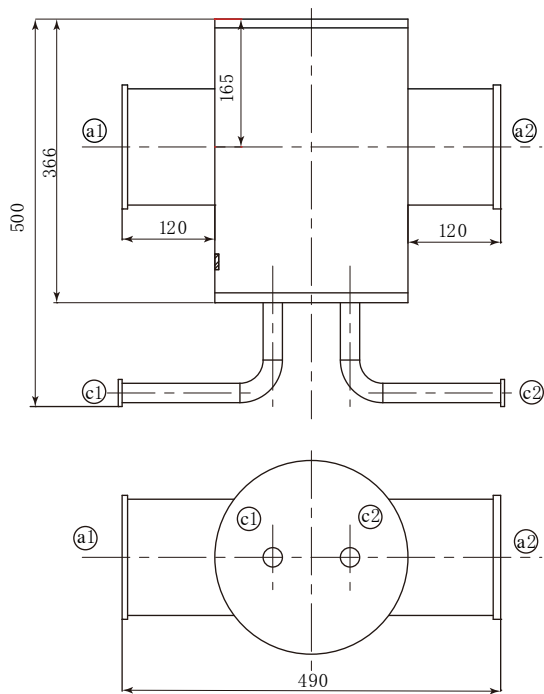


图 3 储气罐底部安装的疏水阀

(2)设备厂家提供的汽水分离器的设计图纸不够合理,主要缺陷包括:汽水分离器底部接疏水阀的排水管道直径偏小,容易堵塞;汽水分离器内部无节流装置,除水效果不理想。通过分析和查阅相关资料,对汽水分离器的设计进行了改进:一是将汽水分离器下端的排水管道通径由 DN15 改为 DN25,防止杂物将管道和疏水阀堵塞;二是在汽水分离器内部加装一块挡板,减缓回收氮气的流速,提高汽水分离效果。图 4 示出了汽包设计原理。



a1 和 a2 处为 DN150 和 PN16 对焊法兰连接;c1 和 c2 处为 DN25 和 PN16 对焊法兰连接;法兰螺栓孔跨中布置;做好后需要 1.0 MPa 的氮气压力试压;按照简单压力容器的标准制作,焊接处无焊缝、夹渣。

图 4 汽包设计原理示意

(3)4 组汽水分离器的安装位置分别位于氮气回收主管道上的 4 个最低点,以最大限度除去回收氮气中含有的水分。

2.2 氮气回收系统的设备调试

2.2.1 调试内容

设备调试的准备工作完成后,开始进行氮气回收系统调试工作。设备运行正常后,对整个氮气回收系统进行联动试运行,并对整个氮气回收系统的 PLC 控制程序、HMI 画面程序(见图 5)进

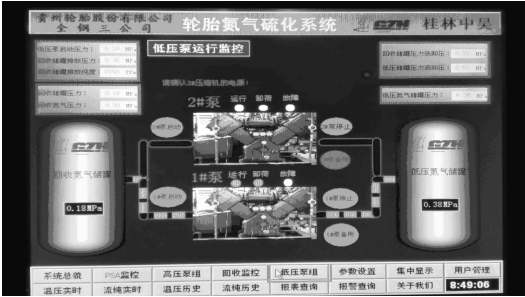


图 5 HMI 画面示意

行优化和完善,最终使氮气回收系统正式投入使用。

2.2.2 存在的主要问题及解决措施

设备调试过程中存在的主要问题一是低压氮气增压机卸荷时电动机的电流负荷较大;二是氮气回收量偏小,节能效果不明显。

分析认为,增压机卸荷时电流偏大的主要原因是卸荷管道设计不合理,卸荷时电动机负荷较大。为此,将卸荷管道一端直接对空,增压机卸荷时电动机电流明显减小。这一方案虽然解决了卸荷时电动机电流偏大的问题,但也存在卸荷时部分氮气对空排放造成能源浪费及卸荷时排气噪声较大的弊端,不符合清洁生产的要求。经过反复讨论及与设备制造厂家的技术人员进行沟通,最终决定重新设计卸荷管道排布及在卸荷管道上加装止回阀(见图6),既解决了增压机卸荷时电动



图 6 增压机改进后的卸荷管道示意

机电流大的问题,又减少了能源的浪费及噪声污染,达到现场清洁生产的要求。

此外,通过到硫化现场观察发现,原来的硫化施工表中氮气回收步序时间为 18 s,氮气回收后胶囊内的压力偏高,相当一部分氮气未被回收,而是直接排向动力站的总排罐和真空罐。为此,采取以下措施:延长氮气回收步序时间,在硫化机上对现场各种规格的胶囊进行试验跟踪及数据统计,观察氮气回收步序的排压效果,最终确定氮气回收步序时间为 48 s 时效果最好,既保证了氮气回收数量,又保证了回收氮气的质量;在不影响产品质量和生产效率的前提下,调整最后两个步序时间参数,经过验证可行后,在所有的硫化机台上进行推广。硫化步序时间参数调整后,氮气回收量明显增加,节能效果非常明显。图 7 示出了氮气回收系统工艺流程。

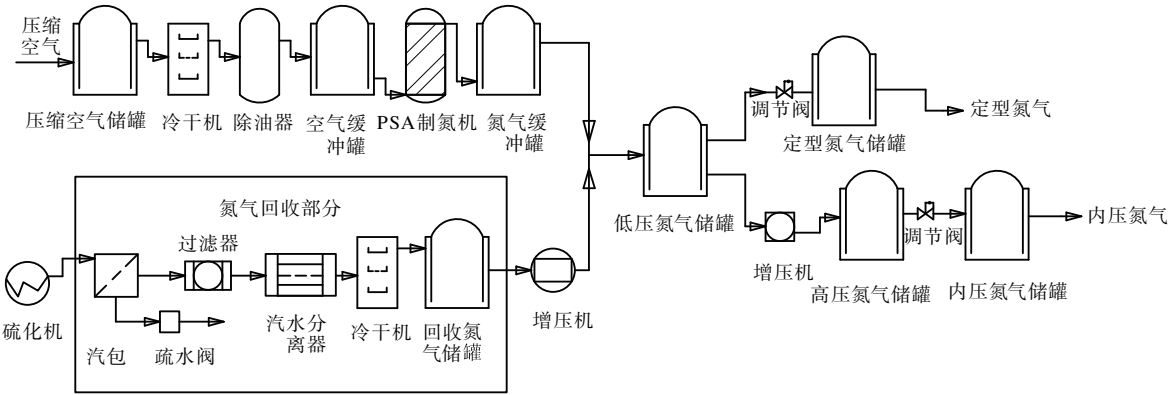


图 7 氮气回收系统工艺流程

2.2.3 统计分析

实现氮气回收功能后,对回收氮气流量进行了统计分析。统计数据表明,回收效果达到了预期效果,减少了新制氮气体量,降低了压缩空气消耗量。项目小组决定下一步工作重点为在保证氮气

输出流量和纯度的前提下,降低 PSA 制氮机空气消耗量。通过一段时间的数据统计和分析,项目小组对 3 台制氮机的控制程序功能进行了改进,实现了随动控制。改进后的程序功能为:根据氮气输出流量和纯度自动调用不同的 PSA 制氮机

的分子筛吸附时间参数。改造之后,制氮站空气消耗量明显降低。

3 效果

3.1 直接经济效益

(1)随着三公司产能的不断增加及全钢和大力士分公司硫化机氮气改造项目的推进,氮气用量越来越大。按照三公司 85 万套项目设计,2 台 PSA 制氮机和 2 台增压机只给三公司 43 台硫化机供应氮气,另外有 1 台 PSA 制氮机和 1 台增压机作为备用。

实际使用情况是:在保证氮气浓度(含氧量为 10×10^{-6})和流量的前提下,1 台 PSA 制氮机的制氮量最多只能供应 35 台硫化机,在氮气未回收利用前开启 1 台 PSA 制氮机已不能满足三公司 43 台硫化机的用气需求。开启 2 台 PSA 制氮机,每日制氮压缩空气消耗量将比开启 1 台 PSA 制氮机 ($5\,000\sim 5\,500\text{ m}^3$) 增加 $60\%\sim 70\%$ ($8\,500\sim 9\,000\text{ m}^3$)。

三公司氮气回收系统于 2013 年 11 月投入运行后,正常运行情况下,在保证氮气浓度为 50×10^{-6} 的前提下,开启 1 台 PSA 制氮机,每日消耗同样的压缩空气量能保证三公司 43 台硫化机正常生产,同时还可以向全钢和大力士分公司实行氮气硫化的硫化机台供氮气。

(2)2012 年 11 月—2013 年 4 月开启 1 台 PSA 制氮机制氮压缩空气单耗(单位轮胎产品制氮空气耗量)的统计结果如表 1 所示。

2013 年 11 月氮气回收系统投入运行后,2014 年 1—3 月 PSA 制氮机制氮压缩空气单耗统计结果如表 2 所示。

氮气回收前后 1 台制氮机可供机台数量分别为 35 和 110 台,制氮压缩空气单耗分别为 56.81 和 $31.22\text{ m}^3\cdot\text{t}^{-1}$ 。每年除去节假日放假时间,实际生产时间按 350 天计算,则氮气回收利用后,一

表 1 2012 年 11 月—2013 年 4 月 PSA 制氮机制氮压缩空气单耗的统计结果

月份	单耗/ $(\text{m}^3\cdot\text{t}^{-1})$	单耗定值/ $(\text{m}^3\cdot\text{t}^{-1})$	增幅/%
2012 年 11 月	54.01	57.28	-5.71
2012 年 12 月	54.47	57.28	-4.91
2013 年 1 月	48.35	57.28	-15.58
2013 年 2 月	64.26	57.28	+12.18
2013 年 3 月	67.68	57.28	+18.16
2013 年 4 月	52.09	57.28	-9.06

注:每月平均单耗为 $56.81\text{ m}^3\cdot\text{t}^{-1}$ 。

表 2 2014 年 1—3 月 PSA 制氮机制氮压缩空气单耗统计结果

月份	单耗/ $(\text{m}^3\cdot\text{t}^{-1})$	单耗定值/ $(\text{m}^3\cdot\text{t}^{-1})$	增幅/%
2014 年 1 月	30.42	50.89	-40.22
2014 年 2 月	32.45	50.89	-36.24
2014 年 3 月	30.80	50.89	-39.48

注:每月平均单耗为 $31.22\text{ m}^3\cdot\text{t}^{-1}$ 。

年产生的直接经济效益约为 88 万。

3.2 间接效益

(1)氮气回收利用后,基本实现了氮气零排放,同时在回收管道上加装的汽水分离器(内部含有过滤网)能有效过滤氮气中含有的杂物,每周维修人员对滤网进行定期清洗,氮气回收后硫化现场环境有了较大改善,员工对现场工作环境的满意度有所提高。

(2)氮气回收利用后,可少开启 1 台 PSA 制氮机,无形中延长了制氮机碳分子筛及冷干机过滤器滤芯等消耗件的使用周期,同时也降低了设备维修人员的劳动强度。

(3)通过此次氮气回收利用工作的开展,增强了员工的团队协作精神以及节能减排和环保意识,不仅达到了氮气硫化清洁生产的目的,同时体现了公司倡导的绿色、环保和节能的发展理念。

收稿日期:2015-02-21

一种增强轮胎耐磨性的添加剂

中图分类号:TQ336.1;TQ330.38⁺3 文献标志码:D

由大连轮胎厂有限公司申请的专利(公开号 CN104672497A,公开日期 2015-06-03)“一

种增强轮胎耐磨性的添加剂”,涉及的轮胎耐磨性补强剂含有质量分数为 0.01~0.1 的稀散金属氧化物,能够有效提高轮胎的耐磨性能。

(本刊编辑部 马 晓)