

浅析盐硝装置高硝卤水生产优化措施

闫正忠（中石化江汉盐化工湖北有限公司，湖北 潜江 433121）

摘要：储气井原卤硝含量偏高，进入盐硝装置的卤水硝含量已远超设计值，在保证盐硝装置正常生产运行的前提下，为加快储气井建腔速度，公司成立了技术攻关小组，探索新的生产模式，措施实施后生产运行效果显著。

关键词：储气井；高硝卤水；二次提硝；真空度；刷顶罐技术

1 前言

江汉盐化工盐硝运行部共有两套盐硝生产装置，1# 盐硝装置建设规模为年产 24 万 t 精制盐、1.65 万 t 热法无水芒硝，2# 盐硝装置建设规模为年产 30 万 t 精制盐、3 万 t 热法无水芒硝。两套盐硝生产装置均采用的是多效真空盐硝联产生产工艺，生产原理是 $\text{NaCl}-\text{Na}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}$ 三元体系在不同温度下 NaCl 和 Na_2SO_4 的饱和溶解度变化趋势不同， NaCl 的溶解度随温度的升高而升高， Na_2SO_4 的溶解度随温度的升高而降低。盐硝装置使用 0.4MPa 的低压蒸汽作为生产动力，在盐硝装置系统蒸发过程中，由于水份大量减少， NaCl 过饱和而结晶析出， Na_2SO_4 的浓度增加，充分富集，将末效蒸发罐析盐后的低温母液送入硝系统后加热升温至 100℃ 左右，此时 Na_2SO_4 溶解度降低，水分蒸发， Na_2SO_4 过饱和而析出，而 NaCl 在该温度下尚未饱和而不析出。

2 现状分析

江汉盐化工位于湖北省潜江市王场镇，地处中石化川气东送管道工程、新疆煤制气管道工程等管线交汇处，地理位置优势明显；江汉油田王场区块盐层厚，封闭性好，具备建设大型储气库的条件。对江汉盐化工来说，积极参与推进储气库项目，是转型发展的良好机遇。但是储气库井中的卤水 Na_2SO_4 的含量在 50g/L 左右，与生产井卤水调配后原卤中 Na_2SO_4 含量为 35.18g/L（2020 年年平均数据），已经远远超过了 2# 盐硝装置提硝的能力（原卤设计值 28g/L），因原卤中 Na_2SO_4 的含量过高，盐硝装置需降低生产负荷或大量外排装置母液，以保证盐产品质量，但降低了产量、增加了消耗，且达不到绿色清洁生产的要求。且储气库卤水与生产井卤水调配后原卤中镁离子含量为 418.7g/L（2020 年年平均数据），钙镁离子比值达到了 1:1.7 左右，净化盐泥沉降困难，一是影响净化速度，二是卤水中悬浮氢氧化镁，随精卤进入生产装置，易造成预热器和蒸发罐加热室列管结垢，降低换热效率，增加能耗。

3 生产优化措施

3.1 高硝卤水提硝系统生产改造

随着原卤中储气库卤水比重进一步增加（从 40m³/h 增加至 90m³/h），调配后，原卤中 Na_2SO_4 的含量会越来越高（38g/L~40g/L），严重影响了 2# 盐硝装置正常生产，公司通过技术改造将 2# 盐硝装置高硝母液输送至 1# 盐硝装置，在 1# 盐硝装置二次提硝，转移 2# 盐硝装置提硝压力，保证盐硝装置正常运行。

3.1.1 工艺流程简述

将 1# 盐硝装置蒸发罐 EV-203 作为母液缓冲罐，通过改造将 2# 盐硝装置的高硝母液回收至蒸发罐 EV-203，利用 1# 盐硝装置转料泵 P-205 将蒸发罐 EV-203 的高硝母液

转入硝系统蒸发罐 EV-304/301/302，再断开 1# 盐硝装置硝系统和盐系统的真空系统，1# 盐硝装置硝系统独立运行，生产盐硝产品。

3.1.2 改造方案

通过工艺管线改造，在 2# 盐硝装置和 1# 装置蒸发罐 EV-203 之间铺设一条高硝母液输送管线，将收集在 2# 盐硝装置甩后液罐 T-402/502 的高硝母液输送至 1# 装置蒸发罐 EV-203 中。具体改造方案如下：

①增加工艺管线，将蒸发罐 EV-204 和硝系统转料泵 P-307 外排的高硝母液输送至甩后液罐；

②向 1# 盐硝装置蒸发罐 EV-201/202 和冷凝水罐 VP-201/202/203 注入一定量的清水，通过水封保证 1# 盐硝装置真空系统运行正常；

③ 1# 盐硝装置正常开车时，蒸发罐 EV-304 加热室 HE-304 的热源来自蒸发罐 EV-203 的二次蒸汽，硝系统单独开车时必须给蒸发罐 EV-304 的加热室 HE-304 提供外部热源，将高硝母液中的盐在 EV-304 中提取出来，避免蒸发罐 EV-301 同时析出盐和硝，以保证硝系统正常运行。改造时，在低压蒸汽主管上接一根分管，与蒸发罐 EV-203 的二次蒸汽管连通，通过调节阀控制进入加热室 HE-304 的蒸汽量。

3.1.3 实施效果

此生产方式虽然蒸汽消耗较高，也是目前的装置客观条件下加快储气库建设的有效措施。在井矿盐行业通过这样简单有效的改造，两套装置联合运行解决原卤中高含量芒硝也是罕见的，在行业里有借鉴作用。

该项目实施后，储气库卤水流量从 40m³/h 提升到 90m³/h，大大加快了储气库建腔速度；同时 2# 盐硝装置母液排放量大大减少，符合绿企创建低碳环保生产的要求；2020 年 5 月至 12 月份，1# 盐硝装置生产出的湿盐、芒硝产品质量稳定，产品合格，满足市场需求。

3.2 真空系统改造

真空是真空制盐的关键，是影响产量的决定因素。真空的高低取决于造真空系统的好坏，真空度高，生产装置有效温差大，产量高，蒸汽消耗低；真空度低，有效温差小，产量低，蒸汽消耗高。盐硝装置使用的是混合冷凝器配蒸汽喷射泵，原理是蒸发装置末效蒸发罐产生的二次蒸汽进入混合冷凝器中，与循环水换热后冷凝，二次蒸汽在混合冷凝器内体积成十万倍地缩小而形成真空；同时不凝气从混合冷凝中由蒸气喷射泵抽出。同行业末效真空度平均控制在 92kPa，而我厂真空度控制在 88kPa 左右。末效真空度主要与循环水的流量和温度有关，也与真空系统设备本体的气密性有关。真空度偏低，导致末（下转第 256 页）

而后将计划结合到实际调和操作中来，将产品性能以及加工流程综合到一起后确定最佳方案。优化资源，做到利益最大化。同时，为了保障油品调和质量，企业还需加强选择油品的运输方式。

3.2 优化油品调和过程

油品调和可以有效的改进石油产品的质量，也可以降低企业投入成本，减少污染环境，因此企业加大了对油品调和工作的开展力度，但随着企业对油产品需求量的增加，对调和操作过程也有了更高的要求。在线调和控制软件的研究与应用，对管道调和的工艺进行优化和控制，实现了低价组分油的高效处理。优化软件系统的监控体系可以自动的计算调和配方，减少各指标数据的不准确性。具备科学的调和配方的同时还要有对应到具体操作过程，为提高精度，多采用管道调和工艺，引入计算机技术，在线精确控制调和比例，实现调和过程的优化创新。作为技术工作人员，也要对油品的性质有明确的了解，围绕每个组件的属性创建和优化，作出相应的调整，同时，将调整后的数据与实际参数相比较，最后通过在线调和软件进行线性规划，在其基础上比较结果数据与研发出的成品，改进不足之处。

3.3 优化调和模型

在油品的调和过程中，调和模型是一种可以直观的观测到油品质的参考性数据，精准的描述产品与原料的关系，企业可以利用这一技术，对调和模型进行优化，用这一技术计算出原料性质参数与成品性质参数，对二者进行比较后进行合理适度的调整，使油产品的质量达到预期理想效果。

(上接第 254 页) 效料温升高，真空度在 88kPa 左右时，2# 盐硝装置末效料温达到了 54℃，由于原卤中硝含量偏高，末效的硝含量经常在 6% 左右(硫酸钠浓度为 70.8g/L)，根据 NaCl-Na₂SO₄-H₂O 三元体系相图可知，温度在 54℃ 时，硫酸钠的溶解度为 65g/L，此时末效硫酸钠已过饱，极易导致生产的盐产品质量下降，生产的盐产品中硫酸根含量高时达到了 0.5%，极易引发质量事故。

提高盐硝装置真空度是我厂当下最紧急迫切的任务，经过技术人员多方查找原因，将问题的根源定在了蒸汽喷射泵上。由于循环水的水质较差，含盐量偏高(氯化钠含量在 15g/L 左右)，且蒸汽喷射泵材质为铸铁，长期运行，喉管内壁被腐蚀，形成凹凸不平的锈坑，导致真空度偏高。2021 年我厂利用 2# 装置停车检修的机会，将蒸汽喷射泵更新，材质选择 316L 不锈钢。设备投用后，真空度提高至 95kPa 左右，末效料温降低至 42℃，保证了 2# 盐硝装置正常生产。

3.3 优化盐硝装置刷顶罐技术

盐硝装置运行一段时间后，蒸发罐罐壁会结盐垢，盐垢积累过多，会增加蒸汽消耗，降低产量，严重时会影响盐硝装置的正常生产，造成非计划停车；盐硝装置大约运行 30 天左右后(视蒸发器结盐垢情况而定)必须对蒸发罐进行刷、顶罐操作(向蒸发罐进冷凝水，消除盐垢)，此时必须停止加蒸汽，减少精卤供应量，然后再对盐硝装置

3.4 优化算法

油品优化算法主要包括三种，第一种叫做整体规划，这种算法主要依靠于数学方式建模来进行问题分析的方式。有效的利用在数学中的建模来观察油品调和效果，从而更直观的检查油品的质量。把各项数据带入到模型中来，以此数据作为优化改良的依据。第二种算法叫做随机规划，这种算法主要针对油品调和时的随机变化系数，算法分析时要评估随时变量对油品品质的影响，做到稳定结果，降低影响。让油品质量在各个环境下都能保证一定的水平。最后是非线性规划算法。调节模型在油品优化技术中得到广泛应用，做到优化油品就要求技术人员掌握应用要点，根据自身需求调节参数，更要不断深入研究，优化每一种参数计算方式。

4 结束语

总之，油品调和作为现阶段炼油企业减少企业投入成本提高自身经济效益的必要手段，同时可以提高油产品的质量，达到改善环境的效果，在提升了经济效益的同时还提升了社会效益。企业需要紧跟时代发展的步伐，利用这一技术达到企业自身的可持续发展的目标。也要根据市场经济的发展动向在贯彻国家出台的法律政策，结合企业自身的发展条件对石化油品的调和方式进行适当的改进优化。引进先进的技术，提高工作效率的同时更有利于企业自身的发展。

参考文献：

- [1] 甘密凤. 石化油品调和对改进油品质量的研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(22):15-17.

蒸发罐进行刷、顶罐操作，直至蒸发罐内无盐垢，刷、顶罐完成时间一般为 8~16h。盐硝装置蒸发罐刷、顶罐时，不仅对当日的盐产量有较大的影响(一般为 500~800t)，还浪费了大量的蒸汽，且不能持续消纳卤水，影响净化装置生产。针对此现状，提出对盐硝装置盐系统蒸发罐进行不压汽单独刷罐的工艺技术优化方案。即增加盐系统各效蒸发罐单独进卤水的工艺管线，单独某一效刷罐时，可以保证其他几效的卤水供应。刷罐过程中不退汽，采用边进边排的方法对某一效内的卤水进行置换、刷罐。不影响其他几效的生产。

在该工艺技术优化实施以来，优化前刷、顶罐需停汽进行，刷、顶罐时间 8~16h，产量为 104t~740t；优化后盐系统刷、顶罐操作不用停汽，单独刷、顶罐操作时间为 4~8h，产量为 800~1100t，盐日产量减小幅度较小，有效的提高了盐硝装置利用率，保证了盐硝装置连续运行，能持续消耗卤水。

4 结束语

原卤中硝含量偏高对盐硝装置的影响较大，一是会增加盐硝装置的汽耗，二是盐硝产品质量存在下降的风险，优化生产措施、进行装置改造后，能够在一定程度解决高硝卤水的消纳，同时对盐行业中芒硝型卤水的生产装置改造也有借鉴作用。