合成氨生产工艺节能增效综合改造的探索

牛轩勇（中国石油天然气集团公司乌石化公司化肥厂二化联合车间，新疆 乌鲁木齐 830019）

摘要：合成氨对于我国工业的发展以及国民经济的平稳运行提供了重要的动力支撑，同时也对合成氨企业提出了可持续发展、绿色环保的新要求。本文首先对传统合成氨生产工艺进行分析，详细描述合成氨的工艺流程，对提高合成氨生产工艺节能增效综合改造的具体策略进行具体说明，最后对改造效果进行展望。

关键词：合成氨；生产工艺；节能增效

0 引言

我国合成氨生产企业随着改革开放以来国家对于不可再生能源的高度重视以及工业化发展而得到巨大的发展机遇，合成氨工艺的水平也成为了各企业之间行业竞争的重要环节。

为了进一步提高合成氨企业在市场占有率和符合我国对于高能源产业走可持续发展、绿色环保的道路要求，必须对合成氨生产工艺进行优化改造，进一步提高合成氨生产技术的节能效果。

1 传统生产工艺

1.1 具体案例

以山西合成氨工厂作为案例。该工程采用的合成氨生产方法主要是以半水煤气为主，在控制氢气与氮气的比值的前提下，通过将变换气当中的二氧化碳用浓氨水进行吸收，通过脱碳反应来最终形成碳酸氢氨。随着社会对于节能环保意识的增强以及国家对于高消耗产业提出的节能环保绿色发展战略，该厂增加了变压吸附脱碳技术在原有合成氨生产工艺基础上。虽然该技术降低了合成氨生产过程中的能源消耗和提高了合成氨生产效率，但是仍未有效解决合成氨单中残存的氧气与二氧化碳。同时，变压吸附装置需要原料进行三次降压后方可进行使用，增加了工艺流程和生产成本。

1.2 存在的不足

传统合成氨生产工艺存在水消耗过大以及两气消耗问题。水消耗过大，需要解决氨气在生产过程中水资源的消耗过大以及影响生产水质的因素，进一步提高合成氨生产环节所产生的冷凝水质量以及冷零水的回收加工。通过对冷凝水回收加工技术的改造，来降低企业污水排放以及冷凝水浪费比；两气消耗过大主要是由于在生产过程中，氨合成塔的蒸汽回收、热量回收效率低下，导致两气设计用量远低于实际的两气消耗量。

2 合成氨的工艺流程

原料气制取、净化、精炼、合成氨、分离氨五个步骤组成合成氨工艺流程。五个步骤是提高氨的合成效率的关键。

2.1 原料气制取

制造氨气并获取原料的方式多种多样，可以从煤气，天然气，重质油等原料当中获取。氨气制取方法主要是抽取原料过程中要保证温度能够达到化学变化，同

时能与水蒸气发生化学反应，从而产生气体。作为合成氨工艺流程初始阶段，必须要保证对合成氨原料采用化气法来完成制取工作。通过将原料与氧气、催化剂、水蒸气进行高温加热，产生化学反应来产生一氧化碳与氢气，再通过采用二段蒸气法来实现转化为原料气。

2.2 原料气净化阶段

采用二段蒸汽方法原料气当中仍含有许多杂质（一氧化碳、氧气、硫化物、二氧化碳等）。必须要对原料气进行进一步净化工作来确保原料气的纯度。主要是通过将原料系当中的氢气、氨气之外的元素进行排除。现阶段化学方面并没有有效方法来实现将氢气与氨气之外的杂质进行百分百排除。采用的原料气净化方法主要是脱硫和脱碳。

首先要将一氧化碳进行除去。将一氧化碳转化为二氧化碳亦或是容易去除的元素，然后去除这部分杂质来提炼更多的氢气原料，为氨气的合成做好准备。在将一氧化碳去除后，必须要进行硫化物的去除。脱硫工作是提高安质量的重要环节，也是将氨气当中有毒的硫化物进行排除的关键。在工业上主要采用吸收法和低温甲醇洗调法来实现脱硫。转化后的一氧化碳气体包括二氧化碳、氢气、甲烷等，二氧化碳是变换气体当中含量最高的。必须要采用溶液吸收法来将二氧化碳进行排除，主要是由于二氧化碳不仅是氮肥的重要原料，同时还是氨合成催化剂的主要毒物之一。

2.3 气体精炼阶段

经过脱硫、脱碳、变换后的原料气当中仍含有少量的一氧化碳，二氧化碳。必须要将原料气当中少量的一氧化碳、二氧化碳进行甲烷法、深冷液氮洗涤法来进行气体精炼。

2.4 氨合成阶段

通过压缩机提压来将精炼后的气体进行预热，进入氨合成塔。氮气和氢气在高温高压和铁基催化剂作用下形成氨气。由于氢气与氮气的化学反应是可逆的，所以实际上合成塔氨气的含量在10%~20%之间，单程转化率小于20%。为了进一步提高氢气与氮气转化为氨气的转化效率，可将转化后的气体进行冷却、加压、混合新氢气与氮气重新预热进入氨合成塔，通过不断循环流程来实现氨气转化效率提高。氨合成阶段是合成氨工艺流程当中最为关键的，必须要做好该阶段的有效把控来实

现合成氨工业水平以及节能降耗水平的进一步提升。

3 合成氨生产工艺节能增效综合改造的具体策略

3.1 制气系统节能减排技术

现阶段,许多氨气企业将煤气化技术工艺进一步优化升级,来有效实现细化系统高能耗的降低。作为我国主要氨气的制造原料,在合成氨的生产过程中能源消耗占据了一半以上的基础上,能源利用效率却十分低下。改进和加工后的计划系统可以实现煤炭燃烧的效率进一步提升,并且减少气化过程中的有毒气体。由于煤炭在转化氨气过程中会产生许多碎片杂质,许多企业会将这些碎片进行随意丢弃。通过广泛使用粉煤成型技术可以对这些遗弃的碎屑进行加工形成成型煤,并继续投入到生产过程中来,提高煤炭的利用效率和减少能源消耗。随着合成氨的科学技术和大量的设备涌入到氨企业当中,进一步提高了企业制氨和能量燃烧的效率,并且降低了在生产过程中的有害气体排放,对企业实现节能减排的工作做出了突出贡献。

3.2 废水节能减排技术

污水是合成氨过程中主要的污染物,随意排放的污水对周边环境造成巨大破坏。近些年来,我国提高了对于废水节能减排技术的优化,通过利用微涡旋处理技术和浓缩减排技术来实现气化污水、循环冷却水的流程,降低了污水当中的有毒成分和浓度。气化污水的微涡旋处理技术运用在企业当中,建设成本极低,而且污水处理效果好,为我国污水治理和零排放做出了突出贡献。作为氨合成过程中的质量提升和实现节能减排的关键环节,氨气合成阶段施工人员必须要严格按照国家对于氨气合成的施工标准进行各项设备的操作,确保精炼后的气体进入氨合成塔的高温、高压环境的建设,同时也要适当加入催化剂来推动氮气与氢气的化学反应和转化效率,提高合成氨中的氨含量和质量。

3.3 氨合成塔的改造

作为氨气合成阶段的重要设备,氨合成塔内部结构性能是决定氨气合成效率以及衡量企业工艺先进性的重要标准,也影响到氨气合成转化效率、热回收率、系统阻力等。卡萨利公司就将氨合成塔进行改造成轴径向氨合成塔,通过将合成气必须经过的催化剂床层线速度进行降低,将氨合成塔内部气体路径布置成大交叉区域,来降低催化剂床层的压力,有效地控制的气体路径交叉点的温度差,提高了气体化学反应的效率和气体分布区域的均匀化。

3.4 改造加氮工艺

气体流程分离虽然通过水煤气加工实现效率的提升和生产热的损失降低,但是由于氢气与氨气的比无法改变,所以要通过使用三进加氮方式运用在合成氨生产工艺改造过程当中,来对提氢流程进行改造。同时还要保证二级压缩装置与三进加氮技术的配合,通过调整水煤气的吸收量来实现压缩机进口压力能够稳定在合理范围内,确保氨合成氨氮比的稳定的同时降低能源消耗。

3.5 合成氨蒸汽过程的调整

合成氨蒸汽过程的调整主要包括中压过热蒸汽和高压过热蒸汽调整两大环节。中压过热蒸汽调整要确保蒸汽能够符合合成氨细的要求,同时还要降低蒸汽过程中产生的压力。为了确保蒸汽在合成氨过程中的利用效率可以加强尿素装置压缩机的抽动力,来实现蒸汽利用效率的提升和生产成本的降低。

3.6 应用节能气流床气化技术

气化技术在氨气合成过程中起到了较强的节能效果。采用节能气流床气化技术也成为了许多氨气企业实现节能环保的主要技术之一。由于我国节能气流床气化技术起步较晚再加上国外一些企业进行技术垄断,导致我国现代化大型节能气流床气化技术发展与应用仍有很大的发展空间。近些年来,我国许多氨气生产企业进一步提高对于节能气流床气化技术的研究和探索自主知识产权的技术开发,帮助我国氨气合成企业更好的实现绿色可持续发展和吻合市场发展需要。许多氨气企业降低净化和压缩的成本主要是利用烟气、水浆、棕粉来获得合成技术。许多合成气技术所选择的原料都是劣质粉末,不仅降低了技术所需要的材料成本同时还极大优化了品种适应性和生产能力,降低了原料的损失以及环境污染。

4 节能增效综合改造后的效果

节能增效综合改造后的效果主要体现在水蒸气使用效率提升、两气消耗降低、增加经济效益、增加设备运行安全性与高效性四大方面。①蒸汽使用效率提高:通过对合成氨生产工艺进行改造,有效提高蒸汽使用效率、水资源利用、蒸汽投入量;②两气消耗降低:改造后的生产工艺,通过对过热装置、快锅等设备的调整,有效实现两气消耗量降低,同时还能减少设备当中有毒气体以及气体泄露等问题的出现;③增加经济效益:生产工艺节能增效后可以有效降低能源消耗和提高资源利用效率,减少企业资源成本也就增加经济效益;④增加设备运行的安全性和稳定性:通过对生产设备进行节能增效改造后,将锅炉和过热装置的温度能够稳定在标准范围内,切实提高合成氨在氨合成塔以及各种设备运行过程中的安全性与稳定性。

5 结束语

由于我国合成氨生产工艺较国外先进发达国家水平仍有很大差距,因此我国氨气生产企业必须要进一步提高对于设备与生产技术创新的投资力度,不断的对合成氨生产工艺进行节能增效综合改造,不断的降低合成氨生产过程的投资成本和环境污染,切实为我国国民经济的发展以及工业发展提供牢靠的技术支撑和动力支援。

参考文献:

- [1] 张英俊. 合成氨生产工艺节能增效综合改造的探索化工管理,2019(08):52-53.
- [2] 王定标,合成氨生产节能降耗共性关键技术研究及示范[M]. 郑州:郑州大学,2015.