

焦炉气制合成氨废气综合利用与循环经济的效益分析

刘东风 (山西天脊潞安化工有限公司, 山西 长治 047100)

摘要: 在焦炉气生产合成氨过程中, 在脱碳工段排放的尾气经过分离和提纯后, 生成工业液体二氧化碳, 在合成氨工艺气制备时, 相应的装置会产出废气, 在此过程中能够对废气进行回收, 这与国家行业政策的发展方向是符合的, 能够好好的实现低碳环保, 同时也具备很好的社会效益。在此背景下, 该文章主要针对焦炉气制合成氨废气进行了相应的分析, 同时, 以目前的市场价格分析, 焦炉气制 LNG 的效益要高于焦炉气生产合成氨。

关键词: 液体二氧化碳; 焦炉气; 废气回收经济; 效益

二氧化碳既是空气中的一种物质, 也是动物呼吸和循环的产物, 也是植物光合作用的原材料, 因而, 它对地球环境具有重要意义。二氧化碳还被广泛用于工业和国民经济的各个领域, 根据统计, 全世界向大气中排放的二氧化碳量在 185 亿 t/a~242 亿 t/a 之间, 然而, 我国目前所使用的年消费量却不到 1 亿 t, 这既是一种资源浪费, 也是一种温室效应。CO₂ 的减少和 CO₂ 的合理使用已成为一个全球性的问题。合成氨是一种化肥工业, 也是一种传统的煤化工, 在国民经济中占有举足轻重的地位。山西某集团生产的焦炉气为 45000m³/h, 介绍了以焦炉煤气为主要原料制取合成氨和硝基复混肥的工艺。在焦炉煤气合成氨工艺中, 由于碱法脱碳过程中, 会产生大量的二氧化碳。本项目回收了合成氨脱碳区的尾气, 这与国家相关政策的发展趋势是相符合的, 能够有效的实现资源节约仪器环境的保护, 与《应对气候变化国家方案》的主要内容保持一致, “十三五”规划提出了“建立一个可循环的, 不会消耗太多资源, 并且能够实现低排放的经济体系, 同时也满足一个资源节约型, 环境友好型的社会”的要求。它不仅低碳环保, 而且还能产生良好的社会效应。

1 合成氨生产工艺特点

在进行合成氨生产的过程中, 不同企业使用的生产工艺有很大的区别, 使用的原材料和生产设备也有很大的区别。但各种生产方式都具有合成氨生产的共性。

1.1 系统性和连续性

合成氨生产是一个高度系统化、连贯化的生产过程, 在这些过程中, 每一步都要经过脱硫、提纯等步骤, 然后将原料送入合成系统, 开始合成氨的过程。在此过程结束后, 生成的废气再进行多次回收, 从而

实现了氨气的资源化。在合成氨生产过程中, 如果有一个环节的效率降低, 就会影响到整个合成氨的工艺流程, 合成氨的转化率也会降低, 会出现严重的资源浪费现象。因此, 在合成氨工艺中, 必须掌握连续性, 提高利用率。

1.2 复杂性和规范性

合成氨的体系结构复杂, 在生产过程中有很高的规范性, 合成氨的生产要经过多个步骤, 每一个步骤对处理的要求都比较高, 如果达不到技术要求, 就会导致合成氨生产工作停止。因此, 必须对原料、催化剂的配比进行严格的控制。对高耗能产品进行废气资源化处理, 可进一步提高高耗能产品的利用率。

2 焦炉气制合成氨的意义

2.1 环保效益

山西省的焦炭产量约占全国总产量的 50%, 是山西省的支柱产业, 而其高产能的背后, 必然伴随着大量的炼焦煤气。山西焦炭工业是“只焦不化”的, 单是山西省, 每年向外排出的焦炉煤气约为 150 亿 t, 造成了资源的浪费和对环境的严重污染。如果扩大焦炉气生产合成氨的项目, 就可以把所有的焦炉气都用上, 同时, 还能促进肥料的生产, 同时还能还田, 这对环保有很大的帮助。

2.2 循环效益

要实现循环经济的转型, 就要求煤炭企业和煤化工企业要把实施多元化战略结合起来, 把延长、扩大产业链, 使煤炭资源达到循环使用的目的, 作为指导思想; 以煤炭生产、建设与企业或产品匹配互补的资源再利用项目。最后, 在企业之间实现资源的循环利用和废物的零排放, 并通过产业和企业之间的协作, 逐渐形成一条产品或废弃物的消费链, 达到经济、社会、环境三方面的双赢。把焦炉煤气制合成氨做为一项重

大的工程,可以促进企业向循环经济的转变,合成氨主要被用来生产化肥,它还可以用来制造其他的化学制品,除了可以用来做化肥之外,所有的氮肥,复合肥料,都是从氨气中提取的。同时,以焦炉气为原料的合成氨项目,对环境也有很大的保护作用。所以,利用焦炉气生产合成氨气对于实现循环经济发展有着重要的意义。

2.3 符合社会发展趋势

当前,国家和社会对环保的关注程度已经提高到了一个新的高度,更多地关注着产业的升级,以此来解决以前的“先污染后治理”式发展所带来的问题,从而实现国家的可持续发展。以往的工业迅速发展,在解决了就业和经济问题的同时,也对环境带来了很大的破坏。为此,近几年,国家在多个产业中进行了技术升级,以达到降低能耗、资源消耗、减少对自然环境的危害。强化对尾气的利用,合成氨工业能够提高能源和原材料的利用率,对于解决我国能源短缺具有重要的意义,所以,随着社会的飞速发展,合成氨必须不断地提升对尾气的利用效率,才能适应社会发展趋势的需要。

2.4 合成氨的废气利用满足行业发展需要

合成氨工业属于能源消耗较高,并且具有严重污染的工业,由于合成氨是一种对能源的吸收,能源以原料的形式存在于合成工艺中,所以,合成需要不断地提供能量。在许多合成氨公司中,能源占到了总成本的70%。从能耗来看,当前我国使用的能源中有3%都是在合成氨中。而且,在合成氨气的生产过程中,需要消耗的氧很多,在生产过程中,会产生二氧化氮等会对环境造成严重污染的气体,如果得不到很好的处理,就会对周围的环境产生很大的影响,甚至会造成很大的破坏。在全球都在关注能源问题,社会也在关注环保的情况下,对合成氨尾气的利用,已经成为了工业持续发展的保证,在降低工业对环境的污染,降低合成氨的能耗,推动企业的转型升级方面起着举足轻重的作用。

3 焦炉气制合成氨的主要工艺

焦炉气合成氨气是山西省大力发展循环经济的一个重要工程,对焦炉气合成氨气的生产具有重要意义。富氧转化法是以焦炉气为原料生产合成氨的一种重要工艺。

3.1 原理

该技术具有能耗低,工艺流程短等特点。其核心

技术流程是利用催化剂,采用蒸汽转化,采用合适的氧化工艺及温度调控,使焦炉煤气生成富CO, H₂, CO₂的转化式煤气,经脱碳生成净煤气,并合成氨气。富氧转化过程中,蒸汽与甲烷发生反应,生成一氧化碳和氢气。

3.2 转化炉温度的设定

反应过程中要特别重视转化炉的温度控制,这对提高转化率至关重要。在此基础上,以焦炉煤气为研究对象,通过实验研究和理论分析,研究了焦炉煤气在焦化过程中的反应规律。要根据催化剂的状况来调整热点温度的范围,以确保催化剂的正常作用,通常在850-900℃之间,这样不仅能保证反应的进行,还能对催化剂起到保护作用。在反应过程中,应根据反应物的特点,对反应过程中其他各点的温度进行控制,并表现出随气路变化而下降的线性特点。出口的温度稍微升高了一些,这是由于还原反应进行得越快,吸收的热量也就越多,在出口稍微靠前一点的地方,温度就会下降到最小。进入刚玉球区后,由于不存在活泼的镍,各种气体之间的反应达到了一个平衡,并放出了一些反应热,因此,出口温度略微升高。从理论到实践,我们都可以发现,在温度差越大的情况下,以氧化铝为载体的镍催化剂的效率越高,反应彻底。甲烷与水蒸气、二氧化碳的反应也很彻底,产生的热能显著减少,并使甲烷的含量减少。

3.3 物料比例的控制

在合成氨生产过程中,原料的活性组分会发生改变,生成的产物也不相同。所以,对新鲜气组分的配比进行合理的控制,对确保产品质量至关重要。

3.3.1 转化炉焦炉气与蒸汽的比例

转化炉内总蒸气占焦炉煤气的比值为1.0,为满足此比值,在生产过程中,经蒸汽管道进入焦炉气系统的蒸汽通过流量调节阀稳定控制其流量。

3.3.2 氧气与空气的比例

为保证系统中的物量与热量均衡,转化炉中的富氧空气必须达到某一浓度,通过调节阀对氧气量进行控制,使富氧气达到某一比例。在转化区入口装有氧气比调整装置,将氧和空分混合后送入富氧预热炉。在转化控制室内设置了远程调整器,以调整富氧气体的浓度。

3.3.3 富氧空气与焦炉气的比例

富氧空气/焦炉气的配比调控对于实现炼钢过程中的热平衡,避免炼钢过程中由于焦炉气的流动而引

起的物质不平衡和热损耗,具有十分重要的意义。在实践中,通常采用物质、热量等计算方法,将富氧空气与焦炉气之比控制在0.8左右即可满足生产要求。

4 合成氨废气综合利用

4.1 充分利用合成气体中的CO废气

单一化合成氨生产,在合成氨工艺中,一般不能达到100%的转化率。因此,氢的转化对合成氨的品质有一定的影响。因此,必须主动提高氢的转化速率。

4.2 合成氨生产废气中的氢提取

通常情况下,在合成氨生产过程中,有两种不同的气体排放类型,分别是:从合成系统的合成气中排出,含有较多的惰性气体,排出气的循环性能良好;由氨水槽排出的一种气体,它是一种高压含氨气体。这些废气中所含氨的成分一般在5%左右,在合成氨工艺流程中,生产产生的废气中会有大量的氢气残余,而氢的总量通常能占据整个废气中的半数。为了更好地实现节能减排的生产目标,需要通过不断的技术优化,来最大限度地保证生产过程的稳定,从而实现氢的高效循环利用。氢气是一种具有较高应用价值的气体,它可以被用来单独销售,从而获得相应的利润,也可以通过废气回收的形式,用于氨合成系统,实现废气的再利用,有效提高氢气能源的利用率,有效提高合成氨的产量。在氨工艺生产中,变压吸附回收法具有非常显著的优势,通过使用变压吸附回收法,能够实现对氢气在常温状态下的吸附,充分发挥吸放氢能力的差别,保证了吸放氢的最大化。这是一种非常实用的技术,它能够在最短的时间内将氢气中的杂质全部净化掉,并且还能够提高氢气的纯度。通过这种方式,可以有效地提高回收氢气的效率。另外,氢气也可以通过电解来生产,这种方式的成本能够被有效地控制,并且展现出了良好的经济效益,但由于其在使用中消耗了较多的电力,所以并没有得到很好的推广。

5 合成氨生产中废气利用的节能效益

近几年来,所有产业都已进入了一个重要的转型升级时期,要想实现有效的发展,就要做到与时俱进,对产业结构进行有效的调节。从“十三五”开始,我国逐步淘汰了落后产能,其中,从2014年到今年,合成氨产能已经下降了超过1千万t,而且,近几年来,合成氨下游消费的整体趋势是“减肥增化”,加之在环境保护政策的正面作用下,合成氨逐步在车用尿素、电厂脱硫脱硝等方面获得了广泛的应用。为了

尽快实现其转型升级的目的,合成氨生产企业应该注重有效地利用有关技术工艺,正对合成氨过程所产生的废气要科学合理的进行治理,实现企业的节能环保,防止出现能源浪费现象,在此基础上还要对生产成本进行降低,实现更好的节能效益,对企业自身和社会都具有重要意义。通过上文可知,利用联醇工艺、水电解制氢方法等在合成氨生产过程中的高效利用,不仅能够使甲醛等气体的提取率得到提高,还能够使合成按照质量得到提升。与此同时,还可以降低电能等资源的消耗,降低有害气体的排放。从而为公司创造更多的利润,达到能源消耗最低,利润最大化。

6 结束语

总之,要想最大限度地提高合成氨工艺的尾气利用率,为了使我国可持续发展战略得到深入实施,需要加强对合成氨尾气中成分的重视,经过对废气成份的分析与精炼,利用科学、合理的方法与标准化的生产流程,有效地提高了合成氨的生产效率与质量。与此同时,并采取科学合理的措施,使其他的废气资源得到最大程度的利用。让尾气资源的价值得到最大程度的发挥,从而促进企业经济效益的增长,从而为我国化学工业的持续发展奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 宋晓娜.合成氨废气综合利用制天然气工艺设计[J].大氮肥,2021,44(01):70-72.
- [2] 司晓凤.焦炉气制合成氨废气综合利用[J].山西化工,2019,39(04):33-34+41.
- [3] 魏万强.合成氨解析气综合利用的探讨[J].化工管理,2019(23):194-195.
- [4] 赵哲军,崔文科,刘世斌.合成氨系统废热资源综合利用的研究与实施[J].河南化工,2016,33(01):38-41.
- [5] 王翔.合成氨尾气综合利用联产5万t/a乙二醇项目[J].氮肥技术,2015,36(05):13-16.
- [6] 高荣川,谢红飞.焦炉气制合成氨对循环经济的意义[J].洁净煤技术,2011,17(1):3.
- [7] 刘月,谢伟,虎晓,等.焦炉煤气在焦化循环经济中的多联产利用[C]//上海华西化工科技有限公司.上海华西化工科技有限公司,2015.
- [8] 张信凯,卜令兵.综合利用焦炉煤气制甲醇尾气生产合成氨[J].天然气化工(C1化学与化工),2014,39(2):2.
- [9] 李喜廷.焦炉气制合成氨净化装置工艺选择[J].气体净化,2019,19(3):4.