焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构优化及其经济效益分析

李 利 (潞安化工集团有限公司, 山西 太原 030032)

摘要: 以焦炉煤气为主的化学工业, 在新时期社会发展中占据着重要的地位。基于环境保护和可持续发展的目标要求, 本文以焦炉煤气化工生产为主要研究对象, 着重从焦炉煤气化工生产工艺优化的角度, 在简单介绍焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工业应用现状的前提下, 结合经济效益与环境效益, 探讨能够优化焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺的思路和措施, 旨在为推动化学工业发展提供借鉴的经验。

关键词: 甲醇; 氨结构; 经济效益

0 前言

在焦化行业的发展中, 氨技术占据着重要的地位。焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构, 是现阶段焦化行业生产中应用的生成氨技术的主要途径。这一生产工艺实际操作较为复杂, 在新时期促进产业转型升级和调整的背景要求下, 以提高焦化行业企业的经济效益为目的, 应加强对焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺优化调整的重视, 兼顾企业经营发展和加强环境保护的效益目标。

1 焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺现状

1.1 工艺概况

焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺, 主要分为焦炉煤气制甲醇与联产合成氨结构两个主要的部分。其中, 焦炉煤气制甲醇要求在对焦炉煤气进行净化处理后, 检测明确焦炉煤气组成成分, 科学设计碳氢比值, 进而以加入催化剂的方式来合成甲醇; 联产合成氨结构要求在对焦炉煤气进行初步分析检测和净化除杂处理后, 对焦炉煤气进行压缩, 以反复提取氢气并加压处理的方式, 对获得的焦炉煤气进行脱硫脱碳处理^[1]。从焦炉煤气中提取的氢气, 需要与氮气按照一定比例混合后, 借助催化剂进行加压处理, 以冰机制冷与液化处理进一步合成氨结构。

1.2 工艺经济效益

结合煤气化工行业企业生产经营的总体情况, 合成氨结构工艺应用的焦炉煤气, 大多数来源于褐煤、烟煤、无烟煤以及焦炭。结合当前市场中这些化石能源原料价格的变化趋势, 综合分析明确合成氨结构的成本通常在 2200 元/t 左右。应用焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺后, 能够以有效缩短合成氨结构的工艺流程方式, 将合成氨结构的成本控制在 1000 元/t 左右, 因而这种联产工艺在实际应用中能够展现出良好的经济成本优势^[2]。

而考虑联产工艺需要将多种单一的工艺结合起来应用, 对各项具体工艺的优化组合, 本身具有一定难度。以确保焦炉煤气合理利用、降低工艺生产中二氧化碳排放量、提升企业经济效益为主要目的, 仍需要进一步对联产工艺进行优化调整, 在不断控制工艺生产成本的同时, 也能够兼顾企业的经济效益和环境效益, 从而促进企业的可持续发展。

1.3 工艺存在问题

受到焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺本身复杂性的影响, 化工企业在进行工艺生产时, 发现仍存在一些问

①从整体上来看, 现阶段我国化工企业, 由于受到企业自身经营发展规模以及技术水平的限制影响, 在合成氨结构方面应用的工艺, 仍以传统的单一生产工艺为主。对联产工艺进行优化调整, 也应考虑以降低联产工艺应用成本, 加强工艺改进为目标, 让联产工艺在更多的化工企业生产中发挥应用价值;

②联产工艺涉及到制成甲醇的工艺原理, 在考虑资源节约和环境保护要求的情况下, 可以将天然气资源应用到联产工艺中。当前化工企业合成氨结构生产中对天然气的利用频率和技术水平仍有待提升, 在提升联产工艺的经济效益和环境效益方面仍有较大的发展空间;

③应用联产工艺, 要求基于焦炉煤气的组成成分, 以提高焦炉煤气利用率为目的。在褐煤、烟煤、无烟煤、焦炭等原料基本组成成分存在差异的情况下, 实际燃烧产生的焦炉煤气组成成分也有所区别。在这一情况下, 联产工艺也需要结合焦炉煤气的组成成分差异来进行优化调整, 才能够更好地为合成氨结构服务;

④以保障联产工艺的安全稳定运行为主要目的, 为确保合成氨结构的生产质量和效果, 要求在联产工艺应用中加强对生产人员作业行为的规范和管理, 确保其拥

有专业的知识和工艺操作能力。在化工企业生产中，能够通过加强对实际生产工艺生产过程的有效管控，以加强培训的方式来提升联产工艺的应用效果。

2 焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺优化思路与措施

联产工艺已经成为现阶段化工行业企业合成氨结构应用的主要工艺方法，明确当前联产工艺应用中存在的问题，提出以下几方面工艺优化和调整的思路方法，促进联产工艺应用经济效益的提升，促进化工企业的经营发展：

2.1 工艺流程改进

为提升焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺的应用效果，进行联合工艺的改进调整，最主要的就是能够对现有的工艺流程进行改进优化。以促进焦炉煤气资源的综合利用为目的，要求联产工艺能够通过对焦炉煤气的加热处理，将其中含有的二氧化碳成分转化为甲醇，同时也能够利用焦炉煤气中的氮元素来合成氨结构。将焦炉煤气中回收的二氧化碳送入干燥器中进行干燥处理。然后借助干燥塔，对干燥后的二氧化碳进行加压，并向其中加入适量水蒸气，形成饱和和蒸汽的状态。混合生成的饱和蒸汽在反应器中与二氧化碳进行充分接触，则可以转化为甲醇^[3]。向其中加入适量的催化剂，部分甲醇能够与氢气发生反应分离出氮气。然后基于置换反应的原理，以氮气来置换二氧化碳和焦炉煤气，能够在有效降低二氧化碳浓度的同时，实现焦炉煤气的有效利用。这一思路相较于基本的联产工艺原理，以加入置换反应的方式，进一步简化联产工艺的流程步骤，且整个过程产生的废弃物较少，能够通过二氧化碳的充分利用来减少二氧化碳的排放量，在有效控制生产工艺成本的同时，也能够降低用于后续废弃物处理的成本，从而有效提高经济效益。

对焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺流程的改进调整，也可以从焦炉煤气合成甲醇的角度入手，在对焦炉煤气进行粗过滤处理之后，以湿法脱硫的方式来对焦炉煤气进行进一步分离处理。将分离得到的焦炉煤气与精制氧气进行充分接触，以促进纯氧转化的方式，要求对转化后得到的气体进行进一步经脱硫处理。然后还需要将得到的气体进行压缩处理，用于甲醇合成。这一生产过程会产生大量的甲醇弛放气，在合成氨结构工艺优化方面发挥着重要的作用，因而也可以通过合理利用甲醇弛放气体的方式，在减轻环境污染的同时，也能够有效提升企业的经济效益。

将以上改进思路应用于化工企业的实际联产工艺运行中，以变温、变压吸附的方式，将焦炉煤气中的氢气、二氧化碳、一氧化碳、甲烷和氮气等与有机杂质分离出来，达到净化焦炉煤气的作用，能够有效达到合成氨结构的基本要求。改进后的联产工艺产生的解吸气，也可以将焦炉煤气中的甲烷体积从 26% 提升至 46%，以提高气体热值的方式促进燃料在焦炉中的充分燃烧。这一过程中，要求加强对催化剂种类和用量的关注。这样不仅能够实现废气的循环利用，体现良好的资源优势，也能够以更低的运行成本，提高联产工艺在化工企业总的适用性，发挥其在促进化工企业甲醇和液氨产品生产中的作用。

2.2 优化联产条件

促进资源的回收利用，是联产工艺应用和优化调整的主要出发点之一。考虑化工企业运营发展中的焦炉煤气产量较大，且燃气中的可燃组分较多，煤气中的水分含量在 70%~80% 之间，含水量较高，仅以焦炉煤气来生产甲醇，很容易导致资源浪费和环境污染。联产思路的提出和应用，对提升甲醇与合成氨结构生产效益具有重要的作用^[4]。在新时期的背景下，以提升资源利用效率为目的，还应能够进一步对联产工艺的应用条件进行优化调整，充分发挥天然气等可再生能源的作用，促进化工企业的可持续发展。

从这一方面来看，优化联产条件应以充分利用焦炉煤气为主要目的，在联产工艺中，以增加干熄焦、增加脱硫脱硝、改造炉顶炉底加煤方式等方式，确保联产工艺所需的焦炉煤气组成成分在生产中被充分利用；以天然气来代替煤炭作为生产焦炉煤气的主要原料，要求在严格遵循化工工艺生产标准和要求的基础上，提高焦炉煤气的利用效果；考虑现阶段化工企业联产工艺生产中消耗的焦炉煤气水分含量较高，通常需要添加除水剂来保障甲醇的生产效果。这一过程中，要求加强对除水剂添加数量和添加方式的调整，确保添加除水剂后能够获得更高的甲醇产量。

2.3 规范操作过程

以保证联产工艺的应用质量效果为目的，要求在联产工艺的实际应用中，通过对实际操作过程的优化管控，基于联产工艺依赖的化学反应原理，加强对操作过程中各项反应参数的调整和控制。结合当前化工企业生产中应用的联产工艺，基本流程和情况，对操作过程进行优化调整，主要涉及到以下几方面的内容：

①从焦炉煤气的组成成分角度，要求加强对投入

联产工艺设备的焦炉煤气一氧化碳含量的控制,以调整炉顶温度和调节焦炉煤气中组分的方式,确保焦炉煤气中一氧化碳的含量在0.5%以下,在提高焦炉煤气利用率的同时,也能够保障整个联产工艺应用的安全;

②以提升联产工艺应用安全和运行效果为目的,也要求能够在甲醇合成期间,加强对塔顶温度的控制,以100℃为标准,实际工艺生产中,若塔顶温度超过这一标准,要求及时停止运行^[5];

③加强对空冷塔温度的有效控制,以减少精馏段内冷凝水量为目的,结合联产工艺的运行效果,适当对精馏段的操作压力和温度进行调整,将空冷塔冷却后进入精馏塔的气体温度控制在80℃以上,精馏段内的压力则要求保持在1.0-1.2MPa之间,以此来达到控制精馏段内蒸汽消耗的目的;

④整个联产工艺运行中,要求规定好对甲醛合成塔顶气液平衡数据的检测频率,依据检测获得的数据来对联产工艺涉及到的相关参数进行优化调整。

2.4 调整生产环境

从联产工艺生产进行的角度,对生产环境的调整,主要从企业生产涉及到的技术、管理等角度,为联产工艺的运行营造良好的环境条件,确保联产工艺能够以更趋向于理想的状态进行生产。

在技术要素方面,一方面要求化工企业能够结合自身的生产经营规模和技术水平,在实际生产中积极引入和探索联产工艺的应用形式,加大对联产工艺相关设备引入的投入,满足对焦炉煤气进行资源利用的要求。例如,某企业焦炭年产量为130万t,焦炉煤气在经过净化回收后,部分会回到焦炉继续燃烧,而剩余大量的焦炉煤气。该企业以引进以焦炉煤气为原料的13万t甲醇装置的方式,发挥炉煤气纯氧转化及低压合成技术的作用。但在实际生产中发现,焦炉煤气制甲醇的循环气中,大量富裕的氢被作为弛放气放空,且大量的纯净氮气在空分系统生产中被放空。针对这一方面的问题,该企业新建设一套以焦炉煤气、甲醇弛放气、氮气为原料生产10万t/a合成氨的装置,形成焦炭-焦炉煤气-产甲醇-产合成氨的产业链,在充分利用焦炉煤气的同时,也能够简化企业应用的合成氨结构工艺流程,以结合市场价格变动情况来对甲醇和液氨两种产品比例进行调整的方式,有效提升了企业自身经营的经济效益。

另一方面,相关部门也应能够加强对联产工艺的深入研究和优化改进。结合当前化工企业甲醇及液氮

产品生产的实际情况,促进联产工艺在化工企业生产中的应用推广。这一过程中,可以发挥科技成果转化,出台完善工艺生产标准和政策的方式,逐步扩大联产工艺在化工行业企业中的应用范围。同时,由相关部门与科研院所之间加强合作的方式,进一步针对当前联产工艺,在化工企业生产中应用存在的问题,对该项工艺技术进行优化调整,让联产工艺的应用能够兼顾企业自身经营效益以及综合效益。

在管理方面,则要求从化工企业联产工艺生产过程涉及到的人员角度,不仅需要加强对联产工艺运行过程中人员工作行为的规范和管理,也需要在日常的工作中定期对人员进行专业化的培训,用以保障联产工艺的应用效果。基于这一目的,要求化工企业能够结合自身应用联产工艺的实际情况,补充完善工艺生产的管理制度和作业标准,为人员提供工作开展的主要依据。在日常工作中,结合不同岗位人员的工作需求,对其进行有针对性的技术培训,以人员的专业能力和操作熟练程度,保障联产工艺的应用效果,从而有效促进企业经济效益的提升。

3 结论

综上所述,对焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺进行优化调整,有利于提高焦化行业企业的经营发展效益。结合当前焦化行业企业生产经营实际情况,对焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构工艺进行优化调整,不仅要求对工艺原理步骤与操作过程加以控制,同时也需要注重在企业内部为该工艺营造良好的生产环境,保障各类生产工艺设备的应用效果,提升工艺应用水平。

参考文献:

- [1] 张丽,黄国明.合成氨废热回收器新型结构设计[J].化工管理,2023(28):131-135.
- [2] 马奔.微结构对钼氧化物光催化合成氨性能影响研究[D].南京:南京信息工程大学,2023.
- [3] 王双钰.铜纳米材料的电子结构调控及其流动相电催化还原硝酸盐合成氨[D].开封:河南大学,2023.
- [4] 陈晶.钼团簇的结构及合成氨催化性能的理论研究[D].兰州:西北师范大学,2022.
- [5] 张志峰.焦炉煤气制甲醇联产合成氨结构优化与调整[J].云南化工,2021,48(06):117-119.

作者简介:

李利(1988-),女,山西临汾人,2013年6月毕业于太原理工大学,硕士研究生,现为助理工程师,从事工作化工技术管理工作。