化工合成氨工艺分析及节能优化

李兴鹏（青海盐湖元品化工有限公司，青海　格尔木　816099）

摘　要：近几年来我国化工行业正在迅速的发展，合成氨技术的不断提升，让化工领域的发展前景更加良好，但是随之而来的是对能源的大量消耗。本文主要对化工合成氨工艺的具体技术流程进行分析，并提出节能优化改造的实际措施，更好地实现合成氨高效生产和回收利用的实际效果，促进我国化工行业的进步和发展。

关键词：化工；合成氨；技术分析；节能改造

近几年来我国化工行业正在迅速的发展，其中合成氨技术的发展更为明显。由于现阶段氨产品在化工行业中的应用较多，合成氨技术需要不断进行优化和改造，现阶段化工合成氨是未来重要的发展能源。加强对化工合成氨成本进行优化，对合成氨技术进行全面的研究和提升，能够更好地提升合成氨的实际转化率，更好地对相关能源进行回收，加强对设备的改造，实现节能降耗的实际效果。

1 化工合成氨工艺的具体流程分析

1.1 原料气的制备

在合成氨气之前，需要对 H_2 和 N_2 的原料气体进行制备工作，在制备 H_2 的过程中，主要是以石油脑、天然气。焦炭等作为基础原料，选择高温环境与水蒸气产生反应的方式获得 H_2CO 等混合气体，这个制备气体的过程也被称为造气过程。在制备的过程中，利用固体的原材料，比如煤炭、焦炭等，制备 H_2 气体的时候，多数都会选择采用固体气化的方式，而在液体的原材料制备 H_2 的时候，比如渣油，多数都会选择氧化方式来对混合气体进行制备，面对气体的原材料制备混合气体的时候，多数都会采用二段蒸汽转化的方式来对混合气体进行获取。而在 N_2 制备气体的时候，由于气体中含有的空气较多，因此可以直接选择将气体液化的方式或者其余化学反应的方式来完成混合气体的制备。如果在制备的过程中选择使用武力的方式，需要加强对温度的控制，实现对气体的分离，这样可以在制备的过程中获得 O_2、N_2 两种气体[1]。

1.2 对原料气体的净化

在对原材料气体制备完成以后，需要及时地对原材料气体进行净化，在 H_2、CO 混合气体净化的过程中，由于 CO 所占据的比例较高，因此可以选择将原材料气体与水蒸气进行加热的方式，将 CO 转变成 CO_2，并以 CO_2 作为反映的基础气体，以此来提升原有气体材料中 H_2 的含量。由于这样的反应需要在高温的环境条件下进行，因此所需要消耗的能量较多。在对原材料中含有的 CO_2 气体进行去除的时候，可以选择使用武力的吸收法进行去除，也可以使用化学吸收法进行去除，这个过程也就是经常说的脱碳工序。此外，还需要对原材料气体进行脱硫的工序，这个工序中可以使用干法和湿法两种工艺手法进行去除，干法的脱硫效果较为明显，主要是用在精脱当中，后者经常会用在粗脱硫中。在完成上述工序之后，还需要对所得到的原材料气体进行精制，在这个工序中可以使用甲烷化法等技术，去除原材料气体中残存的 CO、CO_2、H_2O 等气体。

1.3 原材料气体的精制

在原材料气体经过净化反应后，内部气体含有较多的杂质被去除，但是依旧会存留少部分气体杂质，杂质的主要成分为硫杂质气体、二氧化碳、一氧化碳，为了能够防止杂质气体对氨催化剂产生的影响，需要对杂志气体进行再次的去除，这也就是对原材料气体的精制过程。在此阶段中，经常会使用的方式主要有铜氨溶液吸收法、深冷液氮洗涤法等，在经过精制的气体，可以进行氨的合成。

1.4 氨气的合成

在氨气的合成阶段中，首先就是西药对 H_2 与 N_2 的压缩与除油，选择两者循环的流程进行加工。其次，需要对 H_2 与 N_2 的混合气体进行预热，并完成合成的相关工序。在氨气合成后，需要及时对混合气体进行有效的分离，并对其中残留的 N_2 与 H_2 气体进行回收，在通过微反应气体的循环来完成氨气的二次制备。在完成反应之后，需要将气体中残留的 N_2 气体进行排除。最后，需要对反应热的循环进行利用，尽可能避免对资源和能源的过度浪费。氨合成工序是整个合成工艺中的关键步骤，也是氨的主要生产步骤。在高温、高压和催化剂的条件下，将精制的纯净原材料气体进行反应，最终形成液氨的相关产物。通常的情况下，这个步骤的转化率较低，仅能够生产 10%–20% 的氨产物，因此为了能够有效地提升反应的收集率，需要在合成塔的出口位置安装分离系统，将反应后的液氨产品与还未反应的氮气、氢气进行有效的分离，对未反应的合成气体进一步进行反应。氨合成工序是合成氨工艺中的核心内容，生产率和生产的实际情况与整个工艺产生的经济效益有着直接影响[2]。

1.5 氨的分离

在合成氨的过程中，由于受到热力学平衡对合成氨的影响，合成氨的一次转化率并不高，为了能够提升整个化学反应的有效回收率，为了能够提升合成氨的合成

率，就必须要对液氨进行有效的分离和提纯，将还未反应的原材料气体进行再次的反应。这个时候，就需要利用氨的分离系统，工业常用的分离方法就是水吸收法、冷凝分离法等。现阶段，常用的冷凝分离法，就是将合成氨工序中的产物，进行冷凝的降温处理，氨液化所得到的液氨，通过分离器对液氨进行分离和提纯。

2 化工合成氨工艺的节能优化对策

从实际的发展情况来看，我国的合成氨工艺中尚且存在许多的问题，生产技术也较为落后，资源与能源的消耗较为严重，生产过程也不够规范，同时产能不足的问题都会影响化工合成氨的产量，而从资源和能源消耗的方面来看，需要在节约能源的基础上，不断提升合成氨工艺的经济效益。而从具体的节能优化对策来看，主要可以从合成技术和合成设备两个方面入手进行考虑。

2.1 对造气技术与分离技术的优化改造

从造气技术的节能改造方面来看，可以利用自动加焦机技术进行实现，从而有效地提升能量的实际利用效率，提升氨产物生产过程中的安全性指标。还可以利用信息化系统，对油压、炉况等方面进行动态化的控制，协调好反应的具体时间，并针对反应的实际情况，对温度以及给气量等方面进行实时动态化的调整和控制，避免能量的过度浪费。同时，还需要加强对余热的有效利用，对所排放的废气进行收集和分离。而在水蒸气反应的过程中，还应当尽可能地保证加热的温度，以此来保证水蒸气具备的分解率，并且确保反应炉中温度的稳定性和安全性。而从氨气分离技术的节能方面来看，可以利用现阶段水吸收法和冷凝分离法来完成对氨气的有效分离，确保氨气分离器能够对气体的动态流向进行控制，将气体中含有的液体进行去除，从而保证氨气的实际分离效果[3]。

2.2 对应用的硬件设备进行优化和改造

在造气阶段硬件设备优化和改造的过程中，可以选择集中式高效的洗气塔，在高塔彭林系统的帮助下，尽可能地减少造气过程中遭受到的阻力，并降低用水量，以此来实现对水资源的节约效果，在减少能源消耗的同时，减少制备过程中污水的排放。还可以设置相应的高效静电除焦器，尽可能的提升对氨气脱硫的质量，进而确保脱硫的效率，同时有效地提升净化原材料气体的实际效果。除此之外，尽可能地提升氨气转化的实际效率，并提高后期对蒸汽回收的质量，确保氨合成塔内的温度能够维持在较高的水平上。在冷却的过程中，需要选择蒸发式的冷凝器，尽可能地降低氨合成过程中能源的不断损失，提高氨气生产的实际效率，从而对能源进行节约，同时还能够提升氨合成工艺流程实际的经济效益。

2.3 对换热器设备进行升级和改造

为了能够更好地实现氨合成过程中的节能效率，可以对换热器进行升级改造，使用高效率的节能换热器进行设备和管线的传热，例如波纹管换热器、导型管换热器、板式换热器等。本文主要以蒸发式冷凝器作为案例，可以通过对换热器内部的元件进行优化和改造，可以有效地提升换热的效果和冷却的能力，从而实现更加高效的换热，降低能源的消耗[4]。

2.4 废水处理的改造和优化

氨合成的过程中，为了能够控制成本，经常会使用碎煤进行加工，碎煤行车鞲煤气水之后，如果内部含有的焦油和煤粉尘不能高效率地进行处理，极容易导致氨合成管线的堵塞，最终会影响热传导的实际速率，造成热量的大量损失。除此之外，废水回收利用能够明显的提升，并且提升能源的实际利用率。在废水处理的过程中，需要对煤焦油和煤粉进行二次或者多次的沉降处理，以此来增强气浮装置，降低气体中悬浮物的实际含量，从而提升实际的废水运行效率。

2.5 流动设备的改造和优化

通过变频控制设备来对流动设备进行控制，传统的设备控制方式主要是固定供电频率对设备进行有效地控制，启动设备不够平滑，容易造成极为严重的电力损失。而变频控制的实际方式，就是增强拼花的增速或者减速的效果，对电量的节约效率能够实现到 20% 左右。除此之外，还可以使用合成氢气的回收装置，充分地对原材料氢的节约，对能源更好地进行节约。在甲烷化设备前后增加选择性氧化和分子筛的干燥工序，能够全方位的提升合成气体的利用效率，更好地实现节能优化的效果[5]。

3 结束语

随着时代的变化，我国能源紧缺的情况不断加重，这样的背景下我国能源的价格也在不断攀升，化工合成氨也面临着巨大的生产压力。加强对化工氨合成的实际效率，实现对能源的节约和节能，更好的提升相关气体的合成效率，更好地对能源进行节约。同时，加强对合成技术的实际利用，根据合成技术的实际工序，对相关设备和技术进行优化和改造，更好地实现节能降耗的实际效率，更好地促进合成氨工艺的发展和进步，从而对我国工业领域的发展提供良好的帮助。

参考文献：

[1] 杨金龙 . 废气脱硝与电催化合成氨的耦合 [J]. 物理化学学报 ,2020,v.36(11):21-22.

[2] 时传兴 , 尹高雷 , 赵鹏鹏 . 合成氨水冷器换热管断裂失效分析及对策 [J]. 压力容器 ,2020,v.37;No.336(11):55-60.

[3] 郭芬岈 , 李宏伟 , 等 . 基于非贵金属催化剂常温常压电化学合成氨 [J]. 化学进展 ,2020,v.32;No.237(01):43-55.

[4] 项东 , 雷昕儒 . 焦炉气制甲醇联合弛放气合成氨过程模拟和分析 [J]. 高校化学工程学报 ,2019,33(003):709-714.

[5] 曾艳 . 合成氨装置变换催化剂失活原因分析与解决方案 [J]. 中氮肥 ,2020,000(002):34-36.