

化工工艺中节能降耗技术的应用

张娟

山西焦化设计研究院(有限公司), 山西 临汾 041600

DOI:10.61369/ETQM.2025100019

摘 要： 为了促进化工工艺的健康发展，降低能耗，提高产品质量，就要采取有效措施对化工工艺中的节能降耗技术进行应用，从而实现环境友好型工业生产模式。本文针对化工工艺中节能降耗技术的应用进行分析探讨，并提出相应的解决措施，以期能够为化工企业的可持续发展提供参考依据。

关 键 词： 化工；工艺；节能降耗；技术

Application of Energy-Saving and Consumption Reducing Technologies in Chemical Processes

Zhang Juan

Shanxi Coking Design and Research Institute (Co., Ltd.), Linfen, Shanxi 041600

Abstract： In order to promote the healthy development of chemical processes, reduce energy consumption, and improve product quality, effective measures should be taken to apply energy-saving and consumption reducing technologies in chemical processes, thereby achieving an environmentally friendly industrial production mode. This article analyzes and discusses the application of energy-saving and consumption reducing technologies in chemical processes, and proposes corresponding solutions in order to provide reference for the sustainable development of chemical enterprises.

Keywords： chemical industry; process; energy conservation and consumption reduction; technology

引言

目前，我国的经济发展进入到一个新的阶段，与之相适应的是对能源的需求也在不断增长。在能源紧缺的背景下，节能降耗成为各行各业共同关注的焦点问题之一。而化学工业作为工业生产中重要的组成部分，在为国民经济建设做出巨大贡献的同时，也带来了很多环境问题，严重制约着化工行业的健康发展。例如，由于传统的化工工艺能耗较高，会造成大量的废气、废液和废渣等污染物排放到空气中，造成环境污染；同时，化工工艺产生的噪声、振动等现象也会影响周围居民的正常生活，给人们的身心健康造成不利影响。因此，为了实现化工企业的可持续发展，必须采取有效措施，加强对化工工艺的节能降耗技术应用，提升化工工艺的整体水平。众所周知，化学工业是一个高耗能、高污染行业，其能源消耗量占整个工业部门能源总消耗的1/4左右。另外，化学工业所消耗的资源主要有三大类：一是原料；二是燃料（包括电力）；三是辅助材料。其中，原材料的消耗量占据全部消耗总量的90%以上，其种类繁多且价格不一，如果不进行科学管理就会导致资源浪费^[1]。同时，在工业生产过程中还会产生大量的固体废弃物和废水废渣等污染物，不仅会对环境造成污染，还会带来安全隐患，给人们的生命财产安全带来威胁。为了提高化工工艺的能源利用率，减少能源的损耗，就要积极探索和研究化工工艺中存在的问题并采取相应的对策进行解决，使化学工业朝着更加环保、绿色、高效的方向发展^[2]。近年来，我国政府高度重视节能减排工作，并且将其纳入国家可持续发展战略之中，要求企业树立起“节约资源”的理念，加大环保设施投入力度，以科技创新为依托，大力开发和推广节能减排技术，从而促进企业经济效益的增长。在这种背景下，化工工艺也应紧紧抓住这一契机，不断优化产品结构，开展技术创新，增强自主研发能力，实现绿色循环发展，最终达到节能降耗的目的。

一、节能降耗技术在化工工艺中的应用分析

由于我国化工行业起步较晚，行业发展时间相对较短，相关技术应用水平比较低。因此，在化工工艺中节能降耗技术的应

用存在很多不足之处，无法达到预期效果，需要不断地进行改进和完善。

（一）蒸汽冷凝水的回收利用

在化工生产过程中，会产生大量的水蒸气和液体产品，这些

物质往往通过管道运输到废水处理装置中，从而避免对环境造成污染。但其中有部分水分会凝结成水滴，如果不能及时收集起来，就会流入废水处理系统中，使水质变差。为了提高水资源利用率，可以将这些凝结水收集起来，然后用于其他方面的应用^[5]。例如，一些化工企业可以使用这种冷凝水作为原料，生产出多种化工产品，从而节约资源，降低成本，提升经济效益。此外，还可以将其应用于农业灌溉、城市绿化等方面，改善生态环境，促进可持续发展。

（二）实现能源梯级利用

能源梯级利用是指将一种能源分成几个层次进行重复应用，以满足不同需求。比如，石油开采之后，将剩余的原油重新加工，可以生产出柴油、汽油等。再比如，一些化工厂可以将废热废气等废料加以利用，制成新的能源。通过能源梯级利用，不仅能够充分发挥每种资源的作用，而且能够有效减少能源消耗，提高能源利用率。

（三）加强节能减排意识

现如今，我国已经进入了社会经济快速发展阶段，人们对生活质量的要求越来越高，对能源的需求也在不断增加。因此，化工企业要加强员工的节能意识，使其认识到节能减排工作的重要性，从而为实现企业绿色发展提供有力支持。另外，企业应采取多种形式开展节能培训活动，比如组织参观学习、举办竞赛、知识讲座等，以此来提高员工的综合素质。

二、降低化工工艺能耗的措施

（一）优化生产工艺，减少能源消耗

在我国化工工艺中，一些高耗能、高污染的生产过程仍然存在。因此，要根据当前的生产情况，对传统的生产流程进行改进，采取新型的环保节能技术，以最大限度地降低能源的消耗，达到节能降耗的目的。比如，在化工行业中，经常会使用到精馏塔等设备，但是这些设备在工作时需要消耗大量的电能，导致了能耗过高的问题^[6]。为此，可以通过添加高效催化剂来提高设备的热效率，从而降低能源消耗。

（二）合理运用余热回收技术

目前，多数化工企业都拥有冷却水和锅炉余热等资源，但由于管理不善，使其未能得到充分利用。因此，企业应加强对余热回收技术的研究与应用，尽量把废气余热转化为有用的能源，实现能源的重复利用，提高经济效益。比如，在石油化工工业中，主要用到加热炉、汽轮机等设备，这些设备在工作时不仅产生大量的热量，而且还伴随着大量的蒸汽。如果不加以有效利用，就会造成巨大的浪费。因此，企业应从根本上消除或减轻能源浪费现象，加强对余热回收技术的研究与应用。

（三）合理控制设备的运行时间

在实际生产过程中，往往有很多设备处于闲置状态，而有些设备又长期超负荷工作，这样做既不经济也不科学。针对这一问题，企业应严格控制设备的运行时间，并定期进行检查维护，以延长设备的使用寿命，减少故障的发生概率，降低设备的故障率，确保设备的正常运行，从而达到节能降耗的效果^[7]。此外，还要加强对生产人员的培训教育，使其能够正确使用设备，避免因操作不当导致设备损坏，进而影响企业的经济效益。

（四）加强对节能技术的研发投入

当前，随着社会的不断发展，人们对产品的需求也在不断增加，这就对化工企业的产品质量提出了更高的要求。为了满足市场需求，就要采用先进的科学技术，开发出符合市场发展趋势的新产品，以提高企业的核心竞争力。因此，化工企业要加大对节能技术的研发力度，积极引进国外先进的技术和设备，以增强自身实力。

三、案例分析

（一）装置概况

某煤化工企业合成氨装置设计产能为105万吨/年，主要生产原料为原煤，该煤化工企业主要产品为合成氨、甲醇和尿素。目前，该企业已经拥有煤制油、煤制烯烃、煤制天然气等多个煤化工项目，煤制甲醇和氨项目是该企业“十四五”期间的重点建设项目之一，于2019年3月正式投产，该煤制油项目采用固定床煤气化技术，设计规模为90万吨/年，主要产品为合成氨和甲醇，目前生产装置运行情况良好。该煤化工企业现有一套合成氨装置，主要设备包括：气化炉、氨水塔、合成塔、变换炉、循环氢压缩机及相关的管道和阀门。该企业现有一台气化炉，单台气化炉气化效率为98%，单位合成氨消耗蒸汽0.48t/t合成氨；一台氨水塔，单台氨水塔总液位为20m，单塔液位为30m，单台合成塔总液位为60m，单塔液位为60m；一台变换炉，单台变换炉总液位为65m，单塔液位为70m，单塔液位为35m；一台循环氢压缩机，单台循环氢压缩机总液位为110m，单塔液位为120m；一台合成氨合成塔，单台合成氨合成塔总液位为150m。从以上设备的结构来看，一是各设备的设计制造技术水平较高；二是设备的运行情况良好，总体运行状况良好。

（二）煤制合成氨工艺

在尿素生产中采用的是以氨作为合成气原料的一步法生产工艺。氨是一种重要的化工原料和气体燃料。由于它具有产量大、成本低、化学性质稳定、燃烧后生成无毒无害的二氧化碳和水等优点，被广泛用于石油工业、化学工业、食品工业以及民用建筑中。目前，尿素生产工艺主要有3种：固定床反应器生产工艺、流化床反应器生产工艺和流化床反应器+固定床反应器生产工艺。固定床反应器是煤气化过程中使用的主要气化技术之一，它利用空气和氢气在一定温度下发生化学反应来制备氨气体。流化床反应器是以气体为原料来制备氨气体。这3种工艺都存在着反应速度慢、反应转化率低等问题。其中，固定床反应器+流化床反应器的生产工艺具有装置流程短、反应效率高的特点，是目前尿素生产工艺中应用最广泛的一种生产工艺。

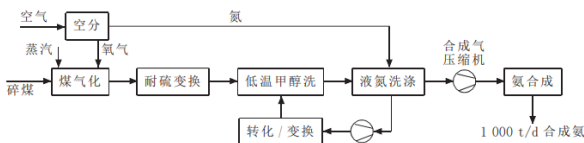
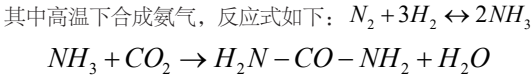


图1 原合成氨装置工艺流程示意图

在合成氨生产过程中使用的能源主要包括：天然气、焦炉气、二氧化碳以及各种高温高压蒸汽等。其中天然气和焦炉气是合成氨装置主要消耗能源之一；二氧化碳和高温高压蒸汽则是在

合成氨生产中起到重要作用的副产物。



(三) 工艺技术方案

采用低温低压蒸汽代替高压蒸汽, 通过调整生产工艺, 降低低压蒸汽的使用量, 节约能源消耗; 采用工业废水处理技术对企业的工业废水进行处理, 减少对环境的影响。通过分析表明, 采用改进后的生产工艺可实现节能降耗和资源节约, 对于提高企业经济效益具有重要意义。

1. 蒸汽优化技术

利用蒸汽优化技术可以使煤制合成氨生产装置中的低压蒸汽全部得到利用, 从而达到节能降耗的目的。采用低温低压蒸汽代替高压蒸汽, 不仅可以降低生产成本, 而且还可以减少设备磨损, 提高装置运行效率, 从而实现节能降耗的目的^[1]。

一般情况下, 煤制合成氨装置中高压蒸汽的消耗在整个装置能耗中占据了相当大的比例。由于低压蒸汽可回收利用于锅炉加热, 从而提高锅炉效率, 提高整个装置运行效率。

2. 天然气重整技术

天然气重整技术是通过将天然气进行催化重整, 在此过程中产生的氢气和甲烷的混合物, 可通过一定的技术手段, 将其分离出来, 从而使天然气的成分发生改变, 从而达到节能降耗、提高企业经济效益的目的。天然气重整技术能够将甲烷和氢气的比例从1:2降低到1:4左右, 可以在一定程度上提高企业的经济效益^[2]。通过对天然气进行催化重整, 可将氢气中的甲烷含量降至16%左右, 这不仅能够提高甲烷气体的纯度, 还能有效降低氢气中所含杂质的含量。在此基础上, 可以提高天然气转化效率、减少二氧化碳排放量^[3]。此外, 天然气重整技术还具有无污染、可再生等优势, 能够为企业带来可观的经济效益和社会效益。

3. 工业废水处理技术

工业废水处理技术包括化学法和生物法, 通过采用不同的方法对工业废水进行处理, 能够达到国家环保标准, 降低对环境的污染, 从而提高企业的经济效益。目前常用的工业废水处理技术主要有膜分离法、生化法、高级氧化法、紫外线催化氧化法等。其中, 膜分离技术具有操作简单、运行成本低、运行稳定等优点, 是目前比较热门的一种废水处理技术。膜分离技术主要应用于气体、液体、固体的分离, 并且可应用于处理高浓度有机废水和重金属废水等。生化法主要是将废水中的有机物分解为二氧化碳和水, 使其达到国家环保标准, 从而实现废水资源化。高级氧

化技术是利用化学氧化剂对废水中的污染物进行氧化处理, 可使其达到国家环保标准, 从而减少对环境的影响^[4]。紫外线催化氧化法是一种新型高效的污水处理技术, 该技术具有反应速度快、处理效率高等优点。目前我国也有多家企业使用紫外线催化氧化法进行污水处理, 取得了较好的效果。因此, 采用先进的工业废水处理技术可提高企业经济效益。

4. 水系统改造

改造前, 该装置采用的是“循环冷却水+蒸汽”的系统, 以水冷器为热交换器, 主要回收余热, 产生蒸汽。其优点是: 一是节省蒸汽; 二是可以降低蒸汽的耗量。但是由于水冷器入口温度较低, 导致汽轮机出口压力偏高, 机组耗电量较大; 三是存在不安全因素。改造后, 该装置采用“闭式循环冷却水系统”替代原有的“循环冷却水+蒸汽”系统, 通过增设高效冷却塔和循环水泵, 更换为高效板式换热器, 增设余热回收装置, 增加安全阀和泄压装置, 实现余热回收的自动调节, 最大化利用余热资源。该系统的优点是: 一是避免了水冷器出口温度偏高的问题; 二是可以提高机组的安全性。

四、结束语

总而言之, 随着我国经济建设的快速发展, 化工企业在社会经济发展中占据着举足轻重的地位, 因此必须保证化工工艺能够稳定、安全地运行, 不断提高生产效率。而在实际的生产过程中, 会受到多种因素的影响, 例如原料成本、产品种类、操作技术等, 如果不能有效地控制和调节这些因素, 就会造成资源浪费、能源污染等现象, 导致能源消耗增加。另外, 化工生产工艺是一项复杂的系统工程, 其中涉及多个环节, 任何一个环节出现问题, 都可能会对整个工艺流程产生影响。为了提升化工生产工艺的稳定性和安全性, 就需要针对各个环节进行全面分析和优化, 制定相应的管理措施, 并采取科学合理的技术手段来实现节能降耗的目标。现阶段, 我国的化工行业仍然存在一些问题和不足, 包括原材料消耗大、能耗高等。这就要求化工企业必须加强节能环保意识, 积极引进先进的节能降耗技术, 并结合自身实际情况, 制定出科学合理的管理措施。此外还应加大对节能技术的研发力度, 不断创新, 充分利用新技术和新材料, 在生产过程中尽量采用清洁能源, 减少对环境的影响。只有这样才能促进化工企业的健康发展, 实现可持续发展。

参考文献

- [1] 李善英, 钟芳. 低碳形势下化工工艺节能技术的发展 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(05): 163-165.
- [2] 张维强. 化工工艺中常见节能降耗技术探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(05): 190-192.
- [3] 石艳洁. 化工工艺中节能降耗技术的运用分析 [J]. 清洗世界, 2025, 41(02): 88-90.
- [4] 樊龙, 刘艳, 董养林. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化研究 [J]. 产业创新研究, 2024, (24): 78-80.
- [5] 李良. 节能降耗技术在化工工艺中的应用研究 [J]. 当代化工研究, 2024, (17): 161-163.
- [6] 王化淳. 化工工艺中常见的节能降耗技术措施 [J]. 石化技术, 2024, 31(07): 170-172.
- [7] 丁聪, 张如竹, 戎楚楚. 低碳形势下化工工艺节能技术的发展 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(07): 55-57.