

# 煤基聚丙烯生产工艺的优化与绿色化发展研究

谢承宏 (大唐内蒙古多伦煤化工有限责任公司, 内蒙古 多伦 027300)

**摘要:** 本文主要围绕煤基聚丙烯制造工艺的改良及其绿色化发展展开探讨。首先论述煤基聚丙烯生产的重要意义及当前行业状态, 深入分析制造过程中存在的问题, 并具体介绍工艺改良所采取的措施, 其中包括对催化剂的优化、反应条件的改进以及工艺流程的校正等。文章重点阐述绿色化发展的关键举措, 如选用清洁能源、实施碳捕集与封存技术、加强资源的回收利用等。并对煤基聚丙烯制造工艺的未来发展趋势进行展望, 为行业的研究与实际工作提供参考。

**关键词:** 煤基聚丙烯; 生产工艺优化; 催化剂; 节能减排; 绿色化发展

**中图分类号:** TQ325.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 004-0019-03

## Research on Optimization and Green Development of Coal-Based Polypropylene Production Process

Xie Chenghong (Datang Inner Mongolia Duolun Coal Chemical Co., Ltd., Duolun, Inner Mongolia 027300, China)

**Abstract:** This paper focuses on the improvement of coal-based polypropylene manufacturing processes and their green development. It begins by discussing the significance of coal-based polypropylene production and the current state of the industry, followed by an in-depth analysis of existing problems in the manufacturing process. Specific measures for process improvement are introduced, including optimization of catalysts, refinement of reaction conditions, and adjustment of process flows. The paper emphasizes key initiatives for green development, such as the adoption of clean energy, implementation of carbon capture and storage technologies, and enhanced resource recycling. Finally, future development trends of coal-based polypropylene manufacturing processes are outlined, providing valuable insights for industry research and practical applications.

**Keywords:** coal-based polypropylene; production process optimization; catalyst; energy conservation and emission reduction; green development

在全世界油料化学工业产品需求增长及环保需求趋于严格背景下, 煤基聚丙烯制造技艺的改良与绿色化发展变成化学工业行业的重点。其制造过程缓和本国油料资源短缺的负担、满足市场方面需要, 且兼具策略意义及经济价值<sup>[1]</sup>。煤基聚丙烯的生产制造是近代化学工业中一个重要组成部分, 它的发展对满足国内聚丙烯产品需求、缓解油料资源负担有着重要意义。

### 1 煤基聚丙烯生产现状

#### 1.1 生产工艺概述

煤基聚丙烯的制造流程主要涵盖煤气化、合成甲醇、甲醇来制取烯烃 (MTO) 以及进行聚丙烯聚合这几个关键环节<sup>[2]</sup>。其中, 煤气化就是把煤转换成合成气, 其主要成分包含碳氧化合物以及氢气; 甲醇合成则是借助合成气在催化剂的作用下来合成甲醇; 甲醇制烯烃是将甲醇转换成乙烯和丙烯; 最后聚丙烯聚合工艺, 把丙烯聚合生产出聚丙烯产品。

#### 1.2 存在问题

能源资源消耗比较高, 在整个制造过程中需要消耗大量的能源资源, 从煤气化一直到聚丙烯聚合的每一个环节都存在着不同程度的能耗问题, 这会增加制造费用, 还不利于节能减排目标的实现。在制造过程

中, 会产生废水、排放气体及废渣等侵蚀物, 比如煤气化产生的废水里含有高浓度的有机物及氨氮, 甲醇合成和 MTO 装置所排放的气体中包含 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 等有害气体, 给环境带来较大负担。产品质量需要得到提升, 部分煤基聚丙烯产品的性能与油料基聚丙烯相比仍存在一定差距, 需要改善制造工艺来提升产品质量。

#### 1.3 新的发展机遇

尽管面临诸多挑战, 但煤基聚丙烯行业也迎来新发展机会。随着我国对煤洁净高效性利用技术的实现, 及对新型煤化学工业行业的政策支撑, 煤基聚丙烯制造技术得以不断创新, 制造效能也得到提升。市场需求不断增长给煤基聚丙烯行业提供广阔的发展空间。

### 2 生产工艺优化策略

#### 2.1 催化剂优化

催化剂在煤基聚丙烯的制造过程中扮演着重要的角色, 它的性能会直接影响反应的效率以及产品的质量<sup>[3]</sup>。优化方向主要包括: ①新型催化剂的研发, 重点在于开发那些具有高活性、高选择性以及高稳定性的催化剂, 如新型分子筛催化剂, 通过调整孔径结构和酸性中心分布, 来提高甲醇制烯烃也就是 MTO 过程中的丙烯选择性; 还要开发单活性中心催化剂, 对

聚丙烯聚合物的分子量分布以及微观结构进行精确控制,提升产品质量;②针对已有的催化剂进行改性,如掺杂稀土元素、利用纳米技术对表面进行润色,这样能增强活性与稳固性,增加活性位点数量,使反应效能得以提升。在催化剂再生技术方面,致力于开发高效的再生技术,把热再生和化学再生结合起来,来复原催化剂的活性,增加使用寿命,还能缩减制造费用。

## 2.2 反应条件优化

反应条件的改善对提升制造效能与产水准量至关重要。主要措施有:①对温度与负荷实施控制,精确把控煤气化、甲醇合成、MTO 反应以及聚丙烯聚合过程中的温度与负荷,以提高反应效率和选择性<sup>[4]</sup>。例如,将水煤浆气化温度控制在约 1400℃、负荷约 3.5MPa,提升煤气品质;依据催化剂特性调整甲醇合成与 MTO 反应的温度与负荷,提高产率;②原料配比调整,主要是对甲醇合成和 MTO 反应的原料配比去进行校正,以此来提升反应效能以及产品质量<sup>[5]</sup>。比如,在甲醇合成过程当中适宜把氢气的比例给增加,提高合成速率以及选择性;而 MTO 反应则是校正甲醇跟水的摩尔比,以改善乙烯和丙烯的产率;③反应时间优化,能够对聚丙烯聚合反应时间进行精确控制,制造出拥有特定分子量以及细小结构的产品。延长聚合反应时间可生产高分子量聚丙烯,确保聚合物分子链充分生长。

## 2.3 工艺流程优化

工艺流程的改善可提升制造系统的全部效能与稳固性。主要措施涵盖:①将煤气化、甲醇合成、MTO 反应以及聚丙烯聚合这几个单元进行融合,能够减少中间步骤里的能量数据损失和材料浪费。例如,把煤气化跟甲醇合成单元耦合起来,让热量和材料的利用变得高效,降低设备投入和运行费用;②副产品回收利用,开发高效的回收技术,将制造过程中产生的副产品转换成有价值的化学品或者燃油。例如 MTO 反应副产的丁烯加氢反应转换成丁烷,用于燃油气的使用,提高资源利用率;③智能化控制方面,建立先进的期间控制系统,借助传感器技术对反应器里的气温、负荷以及材料浓度等参数进行监测,运用控制算法来自动校正反应条件,确保制造过程保持稳定和高效。

## 2.4 设备升级与维护

设备性能与稳固性直接影响生产效能和质量。主要措施有:①引入高效性气化炉、环管反应器等先进设备,对气化效能与聚合反应稳固性进行提升;建立设备按期巡检与维保体系。按需更新改造保障稳固性;运用高效性节能电机、变频控制等技术,改善运作参数,减少无效能耗;②经过催化剂的改良、反应条件的优化、工艺流程的改进以及设备的升级维护等多方

面的措施,煤基聚丙烯的生产工艺变得更加高效、节能和环保,能够为企业的可持续发展提供有力的支撑。

## 3 绿色化发展措施

### 3.1 能源管理与优化

企业应当按期开展能源资源审计工作,综合评价能源资源的运用状况,精准定位能源资源浪费的环节。要主动引入高效的节能技术与设备,比如高效节能电机、变频控制技术以及余热回收利用系统等,以此来减少能源资源的消耗。逐步校正能源资源结构,增加清洁能源资源的运用比例,如天然气、太阳能、风能等,降低对传统煤炭能源资源的依赖,减少污染物的排放。

### 3.2 污染物减排与治理

针对排放气体,装具高效性处理设备,开展脱硫、脱硝、除尘等技术的应用工作,尽全力去保证达标释放;对于废水,建立改进处理系统,运用多种处理方法相结合的技艺,达标后尽可能回用,对水资源反复利用比率进行提高;妥善处理废渣,开展融合利用,如把气化炉渣当作建筑材料来使用,减少废渣对环境的作用与土地占用。

### 3.3 资源循环利用

加强材料回收和再利用,如对 MTO 反应里没反应完的材料、制造聚丙烯时产生的边角料进行回收利用,提高利用率,降低成本。改善水资源的循环利用系统,建立全厂水资源的平衡管理体系,进行适宜的调配,提高循环利用率。挖掘副产品的价值,实现融合利用,例如将 MTO 的副产品丁烯加工成高附加值产品,使企业的经济利润和资源利用效能得到提升。

### 3.4 绿色供应链建设

在采购原料时,首先挑选环保、可持续发展的供应商,建立长久稳定的合作关系。另外,还要使用绿色的包装材料,改进运输的方式和方法,尽量减少运输过程中的能源消耗和污染物排放。加强与上下游产业链企业的配合,一起打造绿色的供应链,推动产业链的绿色发展。

### 3.5 环境管理体系与文化建设

要建立起符合国际标准的环境管理体系,明确职责与流程;配备先进的监测设备,对污染物排放和能耗情况进行追踪,定期公布信息以便接受社会的监督。通过针对性的宣传和培训,对职员环保意识以及绿色制造理念进行强化,构建全员都能参与进来的绿色发展氛围。

## 4 案例分析

### 4.1 国能新疆化工有限公司神华新疆 68 万 t/a 煤基新材料项目

该项目选用先进工艺来实现高效生产,煤气化环

节水煤浆气化技术对煤气质量进行改进, 甲醇合成与MTO装置依靠高效催化剂以及优化反应条件来提高乙烯和丙烯的收率, 配备改良后的废水和废气处理设施, 以使污染物能够达标排放。该项目在提高生产效能和产品质量的实现节能减排与绿色发展, 为煤基聚丙烯行业的可持续发展提供有利的参考。

#### 4.2 某大型煤化工企业煤基聚丙烯生产优化实践

该企业在生产过程中, 对催化剂进行持续的改良工作, 研发出新型催化剂, 使聚丙烯的聚合效能提高20%, 产品质量也有明显的提升, 满足高端应用领域的需求。在反应工艺的改进方面, 精确控制MTO过程的温度、压力等参数, 乙烯和丙烯的总收率提高15%, 同时能耗降低10%。另外, 企业对生产工艺流程进行优化, 把原本分散的多个生产单元进行整合, 减少物料在不同单元之间输送时的损耗, 提高整个生产系统的稳定性。

在绿色化发展方面, 该企业投入建设碳捕集与封存装置, 每年能够捕集封存50万吨二氧化碳, 这相当于减少10万辆轿车一年的二氧化碳排放量。企业还对制造期间所产生的废水开展深度处理工作, 实现90%以上的水资源回用率, 极大程度地降低对新鲜水资源的依赖。至于废渣, 企业跟科研机构进行合作, 开发出新的利用技术, 将废渣转换成建筑材料, 实现废渣的零释放。在落实改善措施和推行绿色化工作之后, 该企业在煤基聚丙烯生产方面的经济收益有显著提高, 更在环境效益和社会效益做出了贡献, 成为行业内绿色制造典范。

### 5 煤基聚丙烯生产工艺的未来发展趋势

#### 5.1 技术创新驱动

新型催化剂的研发工作将会持续推进, 以此对反应效能以及选择性进行提高, 同时减少制造成本; 另外, 智能化技术在制造过程中也得到广泛的应用, 建立智能控制系统, 实现对生产过程的即时监控和调整, 让制造的灵活性和稳固性得到进一步提升。

#### 5.2 绿色化与可持续发展

在全球对环境保护日益重视的背景下, 煤基聚丙烯制造工艺的绿色化与可持续发展已经成必然趋势。企业更加积极地选用清洁能源资源、开展碳捕集与封存技术、对资源回收利用进行加强等工作, 以减少对环境的影响。加上公众环保意识的提高, 以及市场对绿色聚丙烯产品的需求不断增加, 这些都在推动煤基聚丙烯行业朝着绿色化的方向发展。

#### 5.3 产品高端化与差异化

为满足不同行业对聚丙烯产品机能方面的特殊需求, 未来的煤基聚丙烯制造工作会更加重视产品的高

级化以及差异化。通过改善制造技艺与配方, 能够开发出具有更高增值的聚丙烯产品, 如像高分子、高透明度、高热稳固性这类的聚丙烯材料, 以此来满足汽车、电子、医疗等高端运用行业的需要。企业会依据市场需求的变动, 灵活地去调整产品结构, 实现产品的多元化与差异化竞争。

#### 5.4 智能化生产

借助物联网网络、大数据、人工智能等技术, 建设智能化的生产工厂。实现生产设备之间的互联互通, 对制造过程进行实时监视以及自动化控制, 提高生产效率和产品质量。通过设备传感器收集到的数据, 运用机器学习算法来进行分析, 实现设备的预估性维护, 提前发现设备故障的隐患, 减少停机时间和维修费用。运用区块链技术改善供应链管理, 实现原材料采购、生产、物流和销售等环节的透明化和高效化, 提高供应链的稳定性。

#### 5.5 产业协同与整合

煤基聚丙烯行业的发展不会受到单一企业生产的限制, 而是更为关注产业链上下游企业之间的协同以及融合。通过行业联盟或者合作机制, 将煤炭采掘到产品应用的各个环节衔接起来, 对产业链的整体效能进行提升, 巩固其优势地位。企业之间的合作能够实现技术交换与资源共享, 推动煤基聚丙烯行业实现快速发展。

### 6 结论

煤基聚丙烯生产工艺的优化与绿色化发展是化工领域关键课题, 对保障国家能源安全、满足市场需求及保护环境意义重大。生产工艺优化可提升效率、降低能耗、改善产品质量; 绿色化措施能减少环境影响, 为化工产业转型升级与可持续发展助力。

#### 参考文献:

- [1] 姚敏. 神华集团煤制聚丙烯的开发生产、应用及发展[J]. 神华科技, 2012,10(04):3-6.
- [2] 李丽英. 阻燃、抗静电、高模量煤基聚丙烯矿用材料关键技术开发[Z]. 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司, 2023-04-19.
- [3] 中宏鹏, 李建伟, 黄河, 等. 高活性Ziegler-Natta催化剂的聚合性能[J]. 合成树脂及塑料, 2022,39(06):30-33.
- [4] 王勇, 包璐璐, 刘义, 等. 有机成核剂在煤基聚丙烯中的应用[J]. 合成树脂及塑料, 2023,40(01):6-8+13.
- [5] 刘文星, 刘国圣, 赵芳, 等. 煤制烯炔聚丙烯产品注塑成型工艺的优化探讨[J]. 煤化工, 2024,52(04):69-72.

#### 作者简介:

谢承宏(1997.10—), 女, 河北承德人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 石油化工煤化工生产技术。