

# 煤化工气化过程优化与节能减排技术研究

叶 磊 武建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司气化一厂 宁夏 银川 750411

**摘要:** 本文主要研究了煤化工气化过程的优化以及节能减排技术的应用。通过对气化工艺的分析和改进, 结合节能减排技术的引入, 旨在降低煤化工气化过程中的能耗和碳排放, 推动煤化工行业的可持续发展。

**关键词:** 煤化工; 气化过程; 优化; 节能减排

## 引言

煤化工行业作为我国重要的能源和化工原料生产基地, 其能源消耗和碳排放量一直居高不下。为了实现碳中和目标, 推动绿色低碳发展, 对煤化工气化过程进行优化并引入节能减排技术显得尤为重要。本文旨在研究煤化工气化过程的优化方法以及节能减排技术的应用, 为煤化工行业的可持续发展提供技术支持。

## 1 煤化工气化过程优化

### 1.1 原料选择与预处理

在煤化工气化过程中, 原料的选择与预处理是确保气化炉高效稳定运行、降低能耗、减少环境污染的关键环节。合理的原料选择与预处理不仅能提高煤炭的利用率, 还能为后续的气化反应创造有利条件, 从而实现整体工艺的优化。首先, 原料煤的选择对气化过程的影响深远。不同种类的煤炭, 其化学成分、物理结构、热值等特性差异显著。因此, 在选择原料煤时, 应充分考虑其反应性、灰熔点、硫含量等重要指标。一般来说, 低灰、低硫、高挥发分的煤种更适合作为气化原料, 因为它们具有较高的反应活性和较低的环境污染。通过选用合适的煤种, 可以有效提高气化效率, 降低能耗和减少有害气体的排放。其次, 原料的预处理也是气化过程优化的重要环节。预处理的主要目的是改善煤炭的物理和化学性质, 提高其进料效率和气化反应性。常见的预处理方法包括破碎、筛分、干燥、脱硫等。破碎和筛分主要是为了调整煤炭的粒度分布, 使其符合气化炉的进料要求。合适的粒度分布可以提高煤炭的填充密度和传热效率, 从而提高气化效率。干燥则是为了去除煤炭中的水分, 减少气化过程中的能量消耗和无效气体的生成。脱硫处理则是为了降低煤炭中的硫含量, 减少气化过程中硫化物的排放, 从而减轻对环境的污染。除了上述常规的预处理方法外, 近年来还出现了一些新型的预处理技术, 如微波预处理、生物预处理等。这些新技术在改善煤炭性质、提高气化效率方面取得了显著的效果。例

如, 微波预处理可以利用微波的加热效应和化学效应改变煤炭的结构和性质, 提高其反应性和孔隙率; 生物预处理则可以利用微生物的代谢作用去除煤炭中的有害成分或改善其结构特性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 气化炉结构优化

在煤化工气化过程中, 气化炉作为核心设备, 其结构设计的合理性直接关系到气化效率、能耗以及环保性能。因此, 对气化炉结构进行优化, 是实现煤化工气化过程整体优化的重要环节。气化炉的结构设计需满足煤炭高效气化的要求, 同时要确保运行稳定、减少结渣、降低能耗。传统的气化炉结构可能存在流场分布不均、传热效率低等问题, 导致气化效率不高, 能耗较大。因此, 对气化炉结构进行优化设计显得尤为重要。优化气化炉结构, 首先要考虑的是增加反应区域。通过改进炉内布局, 合理设置反应区, 可以使得煤炭与气化剂更充分地接触反应, 提高气化效率。同时, 优化炉内流场分布也是关键。通过改进进气方式、调整气化剂流速等措施, 可以使得炉内气流分布更加均匀, 避免局部温度过高或过低, 减少结渣现象的发生。另外, 提高传热效率也是气化炉结构优化的重要方面。通过改进炉壁结构、增加传热面积、优化冷却系统等措施, 可以提高炉内的传热效率, 使得热量更快速地传递给反应物, 从而提高气化反应速率和碳转化率。在气化炉结构优化过程中, 还需要考虑操作的便捷性和维护的方便性。合理的结构设计应便于加料、排渣、检修等操作, 降低劳动强度, 提高生产效率。同时, 还要考虑设备的安全性和环保性, 确保气化过程安全稳定, 减少有害气体排放和固体废物产生。近年来, 随着计算流体力学(CFD)等模拟技术的发展和运用, 对气化炉内的流动、传热、化学反应等过程进行数值模拟已成为可能。通过模拟分析, 可以更直观地了解炉内的流场分布、温度分布以及反应物的浓度分布等信息, 为气化炉结构的优化设计提供有力支持。气化炉结构优化对于提高煤化工气化过程的效

率和环保性能具有重要意义。通过增加反应区域、优化流场分布、提高传热效率等措施,可以实现气化炉结构的高效化和节能化。同时,借助先进的模拟技术进行分析和优化设计,可以进一步提高气化炉的性能和稳定性。

### 1.3 工艺参数优化

工艺参数的选择直接关系到气化反应的速率、选择性以及副反应的发生程度,因此,对其进行细致入微的调整是实现煤化工气化过程优化的关键。首先,温度是煤化工气化过程中最重要的工艺参数之一。温度的高低直接影响到气化反应的速率和选择性。一般来说,提高温度可以加快反应速率,但过高的温度也会导致副反应增多,降低碳转化率。因此,在选择温度时,需要综合考虑反应动力学、热力学以及设备材料等因素,找到最佳的反应温度窗口。其次,压力也是影响气化过程的重要参数。压力的变化会改变反应物的浓度和反应速率,从而影响到气化效率和产品组成。一般来说,增加压力可以提高反应速率和碳转化率,但过高的压力也会增加设备投资和运行成本。因此,在选择压力时,需要权衡气化效率和经济性之间的关系。此外,气氛也是煤化工气化过程中需要关注的重要参数。气氛的组成直接影响到气化反应的类型和产品分布。例如,在氧化性气氛中,煤炭容易被氧化成 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ;而在还原性气氛中,则容易生成 $\text{CO}$ 和 $\text{H}_2$ 等还原性气体。因此,通过调整气氛的组成,可以实现对气化产物的有效调控。为了实现工艺参数的优化调整,需要借助先进的检测和控制技术。例如,利用在线气体分析仪可以实时监测气化炉出口气体的组成和含量,为工艺参数的调整提供及时准确的数据支持;利用自动化控制系统可以实现对温度、压力等参数的精确控制,确保气化过程稳定高效运行<sup>[2]</sup>。同时,加强工艺参数优化方面的研究和开发工作也至关重要。通过深入研究气化反应的机理和动力学特性,可以建立更为准确的反应模型,为工艺参数的优化提供理论指导;通过开发新型的气化剂和催化剂,可以改善气化反应的选择性和效率,进一步提高煤化工气化过程的性能。

## 2 煤化工节能减排技术应用

### 2.1 余热回收技术

在煤化工生产过程中,大量的能源被转化为热能,而其中有很大一部分热能并未得到有效利用,而是以余热的形式排放到环境中。这不仅造成了能源的浪费,还可能导致环境污染。因此,余热回收技术作为煤化工节能减排的重要手段,受到了广泛的关注和应用。余热回收技术主要是通过热交换器、余热锅炉等设备,将生产过程中产生的余热进行回收利用。这些设备能够有效

地将废气、废水等载体中的余热提取出来,用于预热原料、生产蒸汽等方面,从而实现能源的高效利用。在煤化工气化过程中,气化炉产生的合成气温度高达上千摄氏度,其中蕴含了大量的热能。通过引入余热回收技术,可以将这部分高温合成气中的热能提取出来,用于预热进入气化炉的原料煤和气化剂。这样不仅可以降低原料和气化剂的加热能耗,还可以提高气化炉的进料温度,进一步提升气化效率。同时,在煤化工生产过程中,还会产生大量的高温废气。这些废气中同样含有丰富的余热资源。通过余热回收技术,可以将这些废气中的余热进行回收利用,生产蒸汽或发电。这样不仅可以减少能源的浪费,还可以降低生产成本,提高企业的经济效益。此外,余热回收技术的应用还可以减少环境污染。在煤化工生产过程中,一些有害物质可能会随着废气排放到环境中。通过余热回收技术,可以将这些有害物质在高温下进行分解或转化,从而降低废气中的有害物质含量,减轻对环境的污染。然而,要实现余热回收技术的有效应用,还需要解决一些技术难题<sup>[3]</sup>。例如,高温合成气和废气的热量传递效率问题、设备的耐腐蚀和耐高温性能问题等。因此,需要加强技术研发和创新投入,不断推动余热回收技术的发展和應用。

### 2.2 二氧化碳捕集与利用技术

为了实现煤化工行业的节能减排和可持续发展,二氧化碳捕集与利用技术成为了重要的研究方向。这一技术不仅能有效减少二氧化碳的排放,还能将其转化为有价值的化工原料,为煤化工行业带来新的发展机遇。二氧化碳捕集技术主要是通过物理或化学方法将煤化工生产过程中产生的二氧化碳从排放源中分离出来。目前,常用的二氧化碳捕集技术包括吸收法、吸附法、膜分离法等。这些技术各有特点,可根据不同的生产场景和需求进行选择。例如,吸收法利用吸收剂对二氧化碳进行选择性吸收,具有处理量大、效率高的优点;吸附法则利用吸附剂对二氧化碳进行吸附分离,适用于低浓度二氧化碳的处理。捕集到的二氧化碳可以通过利用技术转化为有用的化工原料或燃料。其中,二氧化碳加氢制甲醇、尿素等化工产品是一种重要的转化途径。这些化工产品工业、农业等领域具有广泛的应用价值,不仅可以实现二氧化碳的资源化利用,还能为煤化工行业带来经济效益。此外,二氧化碳还可以用于制备干冰、灭火剂等用途,拓宽了其应用领域。二氧化碳捕集与利用技术的应用在煤化工节能减排中具有重要意义。首先,通过捕集和利用二氧化碳,可以显著降低煤化工生产过程中的温室气体排放量,减缓全球气候变暖的影响。其

次,将二氧化碳转化为有价值的化工原料或燃料,可以实现资源的循环利用和能源的节约。这不仅有利于提高煤化工行业的资源利用效率,还能降低生产成本,增强企业的竞争力。然而,要实现二氧化碳捕集与利用技术的广泛应用,还需要克服一些挑战。例如,技术成本、能效问题以及催化剂的研发等都需要进一步的改进和优化。因此,政府、企业和科研机构应加大对该领域的投入和支持,推动技术的创新和发展。

### 2.3 清洁煤技术

在煤炭资源丰富的我国,煤化工行业一直占据着重要的地位。然而,传统的煤化工生产方式往往伴随着高能耗、高排放的问题,给环境带来了巨大的压力。为了实现煤化工行业的绿色转型,清洁煤技术应运而生,成为节能减排的关键手段。清洁煤技术主要是指通过物理、化学或生物等方法对煤炭进行高效、清洁的利用,旨在减少污染物的排放、提高能源利用效率。这一技术的出现,不仅为煤化工行业带来了全新的生产模式,也为其节能减排提供了有力的技术支持。在煤化工生产过程中,清洁煤技术的应用主要体现在煤炭的预处理、气化、净化等环节。首先,通过先进的煤炭洗选技术,可以去除煤炭中的灰分、硫分等有害物质,提高煤炭的质量,降低后续处理过程中的能耗和排放。其次,在气化环节,采用高效的气化炉和先进的气化技术,可以实现煤炭的高效转化,减少有害气体的生成。最后,在净化环节,利用脱硫、脱硝、除尘等技术对煤气进行深度处理,确保最终排放的烟气达到环保标准。此外,清洁煤技术还包括煤炭的高效燃烧和余热回收等方面。通过改进燃烧方式和设备结构,可以提高煤炭的燃烧效率,减少烟尘和有害气体的排放。同时,利用余热回收技术将生产过程中产生的余热进行回收利用,不仅可以降低能耗,还能提高整体能源利用效率。清洁煤技术的应用为

煤化工行业带来了显著的环境和经济效益。一方面,通过减少污染物的排放和降低能耗,有助于改善环境质量、缓解能源紧张局面;另一方面,清洁煤技术的推广和应用还能促进煤化工行业的产业升级和结构调整,提高企业的竞争力和可持续发展能力<sup>[4]</sup>。然而,要实现清洁煤技术的广泛应用和推广,还需要政府、企业和科研机构的共同努力。政府应加大对清洁煤技术研发和推广的支持力度,制定相关政策和标准;企业应积极引进和采用先进的清洁煤技术,提高自身的环保水平和生产效率;科研机构则应加强技术创新和研发力度,为清洁煤技术的发展提供有力支撑。

### 结语

通过对煤化工气化过程的优化和节能减排技术的应用进行研究和分析。首先,原料选择与预处理、气化炉结构优化以及工艺参数优化是降低煤化工气化过程能耗和碳排放的有效方法;其次,余热回收技术、二氧化碳捕集与利用技术以及清洁煤技术是实现煤化工节能减排的关键技术;最后,随着科技的不断进步和创新发展,未来将有更多新型的节能减排技术应用于煤化工领域推动行业的可持续发展。展望未来研究方向包括进一步提高气化效率、降低碳排放强度以及探索多元化能源利用途径等方面。

### 参考文献

- [1]赵宏林.煤化工产业的节能对策探讨[J].化工管理,2020(24):126.
- [2]潘叶平,叶振雷.煤化工产业节能减排技术探究[J].化工管理,2019(10):168.
- [3]任继勤,李仲.基于煤化工产业链的节能减排问题研究[J].化工管理,2019(16):90-92.
- [4]叶文旗,赵翠,潘一,杨双春.高级氧化技术处理煤化工废水研究进展[J].当代化工,2019(02).