

# 煤化工工艺过程 CO<sub>2</sub> 排放分析研究

雷期林 (山西潞安煤基精细化学品有限公司, 山西 长治 047399)

**摘要:** 许多工业行业和领域在生产过程中都回归存在碳排放的情况, 其中, 煤炭工业的生产过程碳排放量在整体中占据较大的比重。而大量的碳排放会对环境造成一定的影响。在环境可持续发展的背景下, 控制煤炭工业生产中的碳排放, 对保护环境具有重要的作用。本文以煤化工工艺过程为主要研究对象, 着重对煤化工工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 排放技术进行了分析和研究。

**关键词:** 煤化工工艺; CO<sub>2</sub> 排放; 减排技术

## 0 前言

我国的煤炭资源储量较为丰富, 在市场对煤炭资源需求日益扩大的背景下, 要想既能够满足市场对煤炭资源的需求, 还能够减少对环境的污染, 就要充分发挥 CO<sub>2</sub> 排放技术的作用。煤化工工艺过程是煤炭工业在生产中会产生较多碳排放的工艺之一, 对煤化工工艺过程 CO<sub>2</sub> 排放技术进行分析, 能够为我国煤炭工业技术水平的进一步发展提供借鉴的经验和思路。

## 1 煤化工工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 排放

### 1.1 煤制甲醛工艺流程中的 CO<sub>2</sub> 排放

煤化工工艺是煤炭产业在发展中主要应用的工艺之一, 煤炭资源在工艺生产中的应用会产生一定的 CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 作为影响工业生产碳排放的主要源头之一, 需要被得到控制, 才能够更好的满足环境与工业共同发展的要求。煤化工工艺过程主要包括三个方面的内容, 首先, 煤制甲醛工艺是煤化工工艺中最为常见的一种工艺类型。煤制甲醛工艺主要包括煤气化、净化合成气以及合成甲醛三个具体步骤, 在制作甲醛的整个过程中, CO<sub>2</sub> 的排放量会逐渐增加<sup>[1]</sup>。造成 CO<sub>2</sub> 排放量增加的主要原因, 是煤制甲醛工艺中的煤气化步骤, 在发生化学反应的过程中会产生较多的 CO<sub>2</sub>, 利用煤的气化炉来为化学反应的发生提供高温条件, 再借助氧气以及水蒸气等气化剂来使煤炭资源发生化学反应。

煤制甲醛工艺过程中发生的化学反应主要包括  $C + O_2 = CO_2$  以及  $CO + H_2O = CO_2 + H_2$  两种, 这两种化学反应的生成物都有 CO<sub>2</sub>, 因而会显著增加碳排放量。与此同时, 在发生整个化学反应的过程中, 由于会生成氢气和一氧化碳, 这两种物质与用于合成甲醛原料中的氢气和一氧化碳摩尔比要小, 因而为了能够减少一氧化碳的生成量, 在煤制甲醛工艺中还需要将化学反应中的一氧化碳生成物与水煤气发生变换反应, 以便能够将一氧化碳转变为氢气和二氧化碳。但在这个过程中, CO<sub>2</sub> 的含量也会得到显著的增加。

### 1.2 煤直接液化工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 排放

煤直接液化工艺主要是指将煤炭资源放置在高温高压的条件之下, 让固体的煤炭与氢气发生化学反应, 将

固体的煤炭转化为液体的油品, 以便能够应用到后续的煤化工工艺以及工业生产当中, 满足工业生产的需求<sup>[2]</sup>。而在这个过程中, 因为固体的煤炭本身含有氧元素, 在与氢气发生反应的过程中, 当氢气本身的含量较高时, 固体煤炭中的氧气会在发生反应之后, 以水的形式释放出来。在这个过程中, 会伴随着少量的 CO<sub>2</sub> 产生, 因而也是一种会煤化工工艺的碳排放产生影响的工艺类型。

### 1.3 煤制油间接液化法工艺流程中的 CO<sub>2</sub> 排放

煤炭资源作为能够炼制石油的主要原料之一, 在各种石油工业的生产中有着广泛的应用需求。煤制油间接液化法工艺作为炼制石油的主要工艺, 在煤化工工艺中有着广泛的应用。从当前煤制油间接液化法工艺的流程来看, 煤气化、合成煤气以及精炼这三个最主要的步骤都会对碳排放量产生一定的影响。在整个液化法的工艺流程当中, 煤气化和煤化气的合成会产生一定量的 CO<sub>2</sub>, 而与煤制甲醛工艺中产生的 CO<sub>2</sub> 相比, 煤制油间接液化法工艺流程中生产的 CO<sub>2</sub> 要更多。在煤制油间接液化法工艺的应用过程中, 主要会发生水煤气变换反应、利用铁基催化剂的合成反应、甲烷化反应以及歧化反应。这些化学反应在发生过程中都会产生 CO<sub>2</sub>。依据测算, 在应用这种液化工艺生产 1t 的液化产品时, 就会产生大约 3.3t 的 CO<sub>2</sub>。

### 1.4 煤制烯烃过程中的 CO<sub>2</sub> 排放

煤制烯烃过程与甲醇的生产过程相似, 只是需要在制成甲醇之后, 再利用甲醇来完成烯烃的制作。在整个煤制烯烃的过程中, 除了制成甲醇会吃啥呢恒大量额 CO<sub>2</sub> 之外, 在利用甲醇制成烯烃的过程中也会产生一定量的 CO<sub>2</sub>。基于这种情况, 在控制煤化工工艺生产中的碳排放时, 也需要注重这一方面的内容。

由此可以得知, 整个煤化工工艺的生产流程会产生较多的 CO<sub>2</sub> 排放量。CO<sub>2</sub> 排放作为造成温室效应的主要原因, 需要得到控制, 才能够减缓全球变暖以及气候变化等现象对环境造成的影响。基于当前社会对环境保护和可持续发展的要求, 要想合理的控制 CO<sub>2</sub> 的排放量, 可以从煤化工工艺入手, 应用 CO<sub>2</sub> 排放技术来对工艺生产中产生的 CO<sub>2</sub> 进行处理。

## 2 煤化工工艺过程中 CO<sub>2</sub> 排放的具体分析

煤化工工艺是整个煤炭工业生产的关键工艺，在促进煤炭工业的发展中具有重要的作用。然而由于煤化工工艺在生产中会产生大量的 CO<sub>2</sub>，为了能够更好的满足环境保护的要求，在促进煤炭行业的发展中就需要对 CO<sub>2</sub> 排放进行控制。在对煤化工工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 排放进行分析时，主要可以从以下几个方面入手：

### 2.1 减排技术要点

CO<sub>2</sub> 排放技术的应用，最终目的是为了能够在保证煤炭工业生产量的同时，也能够减少对环境造成的影响，达到促进环境保护的目的和要求。因而从这一方面来说，CO<sub>2</sub> 排放技术的应用，对减少煤化工工艺应用中的碳排放具有重要的作用。在对煤化工工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 排放技术进行分析之前，首先要明确了解减排的技术要点：

#### 2.1.1 储存地质结构

要想对煤化工工艺过程中排放的 CO<sub>2</sub> 进行有效的处理，首先就可以采用高压的形式将二氧化碳储存到一些已经废弃的。缺少利用价值的地质结构当中，例如完成开采的油气田、石油开采结构。与将 CO<sub>2</sub> 排放到空气中相比，将其储存到地质结构当中，不仅能够体现出较好的隔离性，还能够在稳定的环境条件下实现长期储存。将煤化工工艺过程中的 CO<sub>2</sub> 储存到地质结构当中，主要是将收集到的 CO<sub>2</sub> 排在经过分离和压缩之后，借助输油管道将其输送到海床或其他地下的深处，让二氧化碳与大气介质隔离，在地质结构中仍然能够保持原有的意识形态。

除了将 CO<sub>2</sub> 储存在地质结构中以外，还可以将煤化工工艺生产中产生的 CO<sub>2</sub> 保存在陈旧设备当中。这样不仅能够获得更好的隔离效果，减少 CO<sub>2</sub> 排放到空气中对环境造成的影响，以高压形式向地质结构中注入 CO<sub>2</sub>，还能够有效提高一些废弃油气田的石油产量。而将 CO<sub>2</sub> 储存到海底时，咸水中具有的金属离子会在高压的作用下发生反应，形成碳酸盐，进而增加含水层中的金属离子。在这种情况下，将海洋作为 CO<sub>2</sub> 的储存库，在 CO<sub>2</sub> 进入海水之后，就可以与水中的金属离子发生反应，进而形成固体水合物。如果没有高压条件的影响，CO<sub>2</sub> 在进入海水之后，一方面会随着地壳运动而发生泄漏，导致 CO<sub>2</sub> 排的储存失去原本的意义，另一方面也可能与重金属发生反应，借助地壳运动来污染地下水。在这种情况下，要想通过储存地质结构来实现对 CO<sub>2</sub> 的处理，就需要从催化剂的角度入手，为 CO<sub>2</sub> 的处理提供更简便的合成催化剂，在减少 CO<sub>2</sub> 排放量的同时，也能够利用 CO<sub>2</sub> 发生反应的生成物来生产可降解塑料。

#### 2.1.2 二氧化碳转换为其他物质

将煤化工工艺生产中的二氧化碳转换为其他的物质，以二氧化碳作为良性循环的主要原料，也能够有效减少二氧化碳的排放量。从这一方面来说，在煤化工工

艺生产二氧化碳之后，利用生物硬化后产生的碳素来对二氧化碳进行处理，在碳素的作用下生成有机物质，能够有效减少二氧化碳的排放量。其次，将二氧化碳转换为其他的物质，还可以采用化学转换的方法。以植物进行光合作用吸收二氧化碳的过程作为启发，借助碳酸、水杨酸、硼砂以及氰化物、碳氢化合物等来实现二氧化碳的化学反应。而在这个发生反应的过程中，不仅二氧化碳的排放量会减少，还能够产生更多的氧气。

从其他方面来说，二氧化碳还能够被作为生产塑料的主要原料，将二氧化碳应用到塑料的生产制作当中，不仅能够减少其他生产原料的消耗，还能够实现可分解型塑料的制作和生产，在减少二氧化碳排放的同时，也能够满足塑料的可降解需求，进一步达到保护环境的目的。除此之外，将煤化工工业生产中的二氧化碳压缩成液态二氧化碳，还能够将其作为一种新型的燃料，将其应用到汽化炉的加热过程当中，不仅能够促进汽化炉中二次反应的发生，还能够促进焦炭燃烧质量的提高。

#### 2.1.3 二氧化碳的循环利用

由于煤化工工艺生产过程中产生的二氧化碳中会存在一定的杂质，因而在对二氧化碳进行处理时，首先需要借助特殊的管材来对二氧化碳进行分离处理，然而才能够将其输送到其他工艺的应用当中。在对二氧化碳进行分离和输送的过程中，让煤炭资源和氧发生化学反应，将煤炭资源在燃烧和加工的过程产生的各种有害物质转变为简单的含氧化合物，再借助先进的净化技术对这些含氧化合物进行处理，不仅能够满足减少二氧化碳排放的要求，还能够对煤炭资源发生反应过程中产生的其他有害物质进行处理，对促进环境保护事业的发展具有重要的作用。

在应用净化技术之后，得到的硫磺、二氧化碳产品以及更清洁的合成气等生成物，能够被应用到更多的工业生产当中，实现二氧化碳以及各种有害物质的循环利用，进而达到节能减排的目的和效果。除此之外，煤化工企业自身还可以在产生二氧化碳之后，将其用作制作灭火器、食品添加剂的主要原料，进而达到再循环和利用的目的。而由于二氧化碳本身是一种化学性质较为稳定的物质，其在应用过程中不会消耗过多的成本，与其他造成环境污染的有害物质相比，二氧化碳在未来的社会发展中有广阔的应用前景。因而相关人员需要对二氧化碳的循环利用技术进行进一步的研发和优化，才能够更好的满足减少二氧化碳排放和保护环境的要求。

#### 2.1.4 二氧化碳分离输送

分离输送也是能够对二氧化碳进行处理的一种主要方法，二氧化碳分离技术的应用成本较少，分离工艺也较为简单，因而能够被作为减少二氧化碳排放的主要方法之一。二氧化碳的分离技术在实际应用中需要借助催化剂来实现，因而要想利用分离技术来完成对二氧化碳

的有效处理,相关人员需要加大对各种催化剂的研究和制作力度。现阶段,应用分离技术来对二氧化碳进行处理之后,可以将得到的反应物应用到二氧化碳产品、焦土类、酯类化学产品的生产过程中。除此之外,二氧化碳的分离技术还能够被应用到新鲜蔬菜和水果的储藏工作当中,具有污染少、保鲜时间长久等优点。

在应用二氧化碳分离和输送技术的过程汇总,还能够将其应用到饮料行业、烟草行业的产品储存当中。与其他类型的储存技术相比,以二氧化碳作为新鲜食品的主要保鲜材料,不仅能够满足食品的保鲜需求,还能够保障食品的健康安全。在科学技术水平不断提高的背景下,人们对二氧化碳的应用和研究也在不断深入,二氧化碳虽然是导致温室效应和气候变暖的主要原因,但其拥有的稳定的化学性质和无毒无害的特征,也使得其能够被应用到多个行业和领域的发展当中。从减少煤化工工艺生产中的碳排放角度来说,将工艺生产出来的二氧化碳应用到其他行业和领域当中,能够实现煤炭行业与其他行业的有效结合,对促进煤炭行业的发展和社会的发展具有重要的作用。

## 2.2 有针对性的收集和保存 CO<sub>2</sub>

通过前面的分析可以发现,目前我国应用于二氧化碳的处理技术主要包括收集和储存技术、循环利用技术以及化学转化技术三个主要的方面。尽管收集储存二氧化碳以及循环利用不会从根本上减少二氧化碳的排放总量,但能够有效缓解因二氧化碳排放造成的温室效应等环境问题。在对二氧化碳的处理技术进行分析时,首先可以从收集和储存二氧化碳的角度入手。

通过前面的分析可以得知,收集和储存二氧化碳主要采用的方法是将其储存到地质结构当中。我国的煤炭资源在长时间的开采过程中已经产生了较多废弃的油气田,也发现了一些不能够进行煤炭开采的煤层区域。在这种情况下,将煤化工工艺生产中排放的二氧化碳通过压缩和动力的作用输送到这些区域,不仅能够提高这些废弃区域的利用价值,还能够以二氧化碳来提高一些难以进行煤炭开采区域的煤炭的产量,使其成为一种煤炭资源开采的最新方式。但这种处理二氧化碳的方式也存在一定的弊端,如果在收集和输送二氧化碳的过程中发生泄漏,不仅会加剧大气环境的污染和恶化,二氧化碳本身作为酸性气体的主要原料,还会使得酸性气体渗入到大气环境和水体环境中,对自然环境造成一定的破坏。

## 2.3 充分发挥 CO<sub>2</sub> 循环利用技术

二氧化碳拥有的物理性质是其能够被应用到多数工业领域生产过程的主要原因,干冰、灭火剂、制冷剂以及食品添加剂都是以二氧化碳作为主要原料的产品。在科学技术的不断发展过程中,以二氧化碳来制作这些产品的技术已经逐渐形成了较为成熟的体系,除了这些产品之外,越来越多新的二氧化碳生产技术也被研发和制

作出来,对促进二氧化碳的循环利用起到了重要的作用。

从煤化工工艺生产的角度来说,二氧化碳循环利用技术的应用,主要体现在以二氧化碳来代替氮气完成干粉煤加压气化过程中粉煤的输送。在粉煤加压气化的过程中,二氧化碳的密相输送技术能够在发挥原有的氮气作用的同时,充当气化剂的作用,在减少粉煤合成气中氮元素含量的同时,让得到的生成物能够被应用到甲醇、二甲醚、醋酸以及烯烃等物质的生产当中,在减少二氧化碳排放的同时,也能够减少煤化工工艺生产的成本。

## 2.4 应用 CO<sub>2</sub> 转化技术

二氧化碳的转化技术主要是基于二氧化碳本身的化学性质而言的,让二氧化碳通过发生化学反应来进行分解,进而将其转化为其他物质,从而达到减少二氧化碳排放的目的。除了前面分析到的利用二氧化碳来制作可降解塑料和工业产品等,二氧化碳转化技术的应用还主要体现在以下几个方面:将二氧化碳转化为乙醇、甲醇、甲烷等化工产品;将二氧化碳与环氧化合物相结合,转化为脂肪族聚碳酸酯;将天然气与二氧化碳相结合制成一氧化碳和氢;借助二氧化碳来合成乙烯。

综合比较几种二氧化碳的处理技术之后可以发现,收集和储存二氧化碳的技术能够取得较为明显的减排效果,二氧化碳的转化技术主要可以被应用到煤化工工艺以及化工产品的生产当中,对形成化工产品的产业链具有重要的作用。而二氧化碳的循环利用技术则主要被应用到各种二氧化碳产品的生产过程当中。从煤化工工艺的应用角度来说,相关人员需要对二氧化碳的转化技术进行持续的研发和优化,才能够更好的发挥二氧化碳在工业生产中的作用和价值,减少工业生产中各种不可再生能源和资源的消耗,在保护环境的同时,也能够达到节约能源的目的。

## 3 结论

综上所述,CO<sub>2</sub> 排放技术的应用,能够有效减少煤化工工艺过程中的碳排放量。在当前社会人们环保意识逐渐增强的背景下,减少工业生产中的碳排放量,是能够有效缓解环境污染,促进环境保护事业发展的重要渠道。针对当前 CO<sub>2</sub> 排放技术在应用中存在的主要问题,相关人员还需要对 CO<sub>2</sub> 排放技术进行进一步的研发和优化,才能够更好的满足煤炭工业的发展要求。

### 参考文献:

- [1] 孔德会. 煤化工工艺过程 CO<sub>2</sub> 排放分析及其减排技术[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(03): 18-19.
- [2] 梅树雄. 煤化工工艺过程 CO<sub>2</sub> 排放分析及减排技术要点[J]. 云南化工, 2019, 46(12): 18-19.

### 作者简介:

雷期林(1983-),男,民族:汉,籍贯:甘肃天水麦积区,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:化工。