

CO₂ 促进甲醇经济与氢经济共同发展分析

张开亮, 李宁博, 白光伟

中国石油西北销售陕西分公司 陕西西咸新区

【摘要】随着气候问题的加剧,我国提升对碳达峰的重视程度,采用节能减排和产业调整等不同方式加强碳中和发展效果,进一步提升二氧化碳占据的高位置。甲醇是一种优质燃料,促进甲醇经济可以为多个行业发展提供支持,凸显绿色低碳优势,真正构建具有安全性的能源供应链。文章主要以 CO₂ 促进甲醇经济与氢经济共同发展为重点进行阐述,首先对了解富碳天然气,构建一体化产业分析,其次从整合多种气体物质,创建一体化产业项目中深入探讨,最后阐述 CO₂ 在甲醇经济、氢经济共同发展中起到的关键促进作用,同时,为加强对企业发展的支持,也从 CO₂ 和氢的运输方式及销售趋势进行探究,不仅加强企业销售效果,为相关研究提供参考资料。

【关键词】 CO₂; 甲醇经济; 氢经济; 共同发展

【收稿日期】 2023 年 3 月 14 日 **【出刊日期】** 2023 年 3 月 15 日 **【DOI】** 10.12208/j.jesr.20230004

Analysis of codevelopment of methanol economy and hydrogen economy promoted by CO₂

Kailiang Zhang, Ningbo Li, Guangwei Bai

Petrochina Northwest Sales Shaanxi Branch, Xixian New Area, Shaanxi

【Abstract】 With the aggravation of the climate problem, China has increased the importance of the carbon peak, and adopted different ways such as energy conservation, emission reduction and industrial adjustment to strengthen the carbon neutral development effect, and further enhance the high position of carbon dioxide. Methanol is a kind of high-quality fuel. Promoting methanol economy can provide support for the development of multiple industries, highlight the advantages of green and low-carbon energy, and truly build a safe energy supply. Article mainly in CO₂ promote methanol economy and hydrogen economic development as the key, first to understand rich-carbon natural gas, build the integration industry analysis, secondly from the integration of a variety of gas materials, an integration industry project and several in-depth discussion, finally CO₂ in methanol economy, hydrogen economic development plays a key role in promoting, at the same time, to strengthen the support for enterprise development, also from CO₂ and hydrogen transportation mode and sales trend, not only strengthen the enterprise sales effect, provide reference materials for related research.

【Keywords】 CO₂; Methanol economy; Hydrogen economy; Common development

如今,碳减排已经成为发展中的热点问题,保证能源消耗结构稳定十分关键,绿色环境发展阶段,绝对零碳排放已经会成为行业发展的一种趋势,氢经济时代也成为发展方向,但目前因为氢气运输、存储问题,影响氢气发展带来的经济性。面对这一情况,对 CO₂ 的循环利用当中,发挥甲醇优势,通过氢载体、碳载体为氢能产业的稳定发展提供支持,解决在运输方面存在的问题,提升存储有效性。同时,甲醇具有一定特点,一方面有氢载体功能,另一

方面有碳载体功能,充分发掘这种高储氢特质,为氢能与 CO₂ 的融合发展提供支持,真正契合氢经济时代、甲醇经济时代发展。通过液相甲醇,从根本上解决氢气在制取、运输等方面的挑战,确保在 CO₂ 的支持下,加强甲醇和氢气之间的相互转化效果,进一步增强互补性。

1 了解富碳天然气,构建一体化产业

富碳天然气中包含的 CO₂ 占据关键性作用,可以有效降低天然气热值,结合一些南海区域的工业

能源产业实际发展情况, 针对工艺进行深入分析, 创建全新的一体化产业, 将富碳天然气、甲醇、氢气进行整合, 具体实施方案流程如下: 就原料来说, 选取富碳天然气, 主要区别在于 CO₂ 的含量, 这一工艺流程可以从不同角度继续分析, 如, 结合下游多元化产业链, 及时对碳氢之间的比例进行调整, 确保原料发生反应的合理性^[1]。原料调和过程中有两种方式: 第一种是采用含有不同量 CO₂ 的富碳天然气, 发挥调和作用; 第二种是在其中加入氧气、水含氧化合物, 对系统中产物的碳氢比进行协调。

表 1 二氧化碳甲烷的反映原理表

干重整工艺	高温条件下, 二氧化碳、甲烷在催化剂参与下发生化学键断裂现象, 发生全新反应产生一氧化碳和氢气。
水重整工艺	天然气水重整制氢工艺, 甲烷在水物质支持下完成重整, 产生一氧化碳和氢气, 也会产生二氧化碳。
氧重整工艺	实施这一工艺的时候, 一般将自热式反应炉作为重点, 科学控制氧气在原料中占比, 发生高温裂解反应, 最终产生氢气和一氧化碳。

针对甲烷三重重整而言, 将富碳天然气作为主原料, 加入水、氧气, 可以同时发生以上三种不同的重整反应, 进而产生一些副反应。若单一地加入水、或者单一加入氧气, 直接发生双重重整反应, 这些反应可以在直热式反应炉支持下完成^[3]。如今, 已经对二氧化碳、甲烷之间的干重整技术, 但这一反应只能通过外部供热方式完成, 就是换热管式反应炉。

1.2 深入了解项目工艺

富碳天然气进入到反应重整炉之后, 会发生不同反应, 如干重整、双重重整、三重重整等, 产生一氧化碳和氢气, 相关人员全面分析产物中一氧化碳和氢气的比值, 对反应炉中的原料进行调整。下游发展中, 可关注多条产业链, 将关注重点放在甲醇产业链方面, 通过对进料协调, 最终得到产物中氢气与一氧化碳和二氧化碳的比例大致控制在 2.05, 另外也可以通过再生能源电解水完成氢气制取, 注入更多氢气进行调节, 将气体混合后注入到甲醇合成装置当中, 可以得到更加优质的甲醇, 这种甲醇不仅可以运用到工业生产方面, 产生高质量芳烃; 还能作为一种燃料, 与氢载体进行整合完成远距离输送, 在氢气用户集中、分布式通过甲醇完成氢制取, 这种制氢的规模在调整中十分便捷, 加强氢分布式能源利用, 从根本上解决运输氢气、储存氢气的问题。第二条产业发展中, 将一氧化碳、二氧化碳、氢气混合物中包含的二氧化碳进行脱离, 最后得到一氧化

1.1 明确项目工艺原理

针对这一工艺流程而言, 甲烷二氧化碳重整技术是关键部分, 之后再利用甲醇完成氢气制取, 运用气体分离技术获取物质。如今, 甲烷二氧化碳重整技术, 在不同行业得到运用, 处于示范阶段, 通过这一技术可以将富碳天然气进行百分百利用, 重点对反应炉进行优化, 不仅可以使制热反应炉, 也可以使用换热管式反应炉^[3]。从原料情况进行分析, 进一步完成二氧化碳甲烷的不同反应, 反应原理如表 1。

碳和氢气的混合气体, 从下游产业情况分析, 生产成具有高附加值的高碳醇产品^[4]。第三条产业发展中, 将一氧化碳和氢气的混合气体, 继续对一氧化碳进行脱离, 将分离出的一氧化碳、二氧化碳, 利用到甲醇产业链循环中, 剩余的氢气可以在长管拖车的支持下为氢气用户使用。

1.3 落实项目运输方式

对实际距离进行分析, 没有超出 80KM 的距离利用长管拖车完成, 提升对氢气的运输效果; 对远距离的情况, 可以通过甲醇高氢密度特点, 采用液相甲醇提升运输效果。针对用氢大户, 可以通过集中创建甲醇制氢装置, 分散加氢站可以通过甲醇制氢撬装模块化。

2 整合多种气体物质, 创建一体化产业项目

二氧化碳独立排放工业发展, 可以充分利用独立氢源, 提升二氧化碳循环利用, 有效解决氢气分布不均匀情况, 构建一氧化碳、氢气、甲醇一体化技术新项目, 主要方案流程如下:

针对独立二氧化碳原料, 主要来源是一些烟气、尾气。如今, 大多数采用脱硫、脱硝排放大气, 可以采用鼓风机, 也可以增加对应气体的脱出定向分离技术, 获取蕴含二氧化碳的混合气体, 其中可能会包含一氧化碳, 也可能包含氢气和氮气等。

针对独立氢气原料, 主要有三种方式: 第一是工业副产, 炼厂对副产氢气、丙烷脱氢制丙烯副产

氢气, 充分利用这一部分氢气, 需要关注的一点是二氧化碳的排放距离, 主要适用于工业园区内部^[5]。第二是可再生能源电解水制氢, 电源建立在太阳能、风能等再生能源发电, 也可能源自弃风、弃水基础上。

2.1 明确项目工艺原理

这一工艺流程实施中, 二氧化碳甲烷化技术是不能忽视的关键部分, 天然气混产技氢技术也是重要技术之一, 进一步和甲醇合成技术、甲醇制氢技术融合, 完成对二氧化碳的消耗过程, 为氢气运输提供支持。二氧化碳甲烷化技术:



议案燃气混掺氢技术: 我国天然气管网比较完善, 在整个运输过程中也是采用规范方式, 价格不高。可以将已经合成的甲烷与氢气进行混合, 注入到天然气管网当中, 充分利用已经存在的设备进行运输, 一直运输到家庭燃气、燃气轮机等多个方面。如今, 很多国家在天然气混掺氢气方面得到进一步运用, 在没有影响天然气管道这一前提下, 确保氢气保持一定的难度, 控制在百分之二十。采用增加氢气浓度的方式, 混掺百分之二十氢气, 在燃气值单位质量提升 4.7%, 取得最大意义的一点是在烟气排出的时候, 其中包含的一氧化碳含量得到控制, 甚至降低, 也从另一个角度说明燃热效率得到提升。

2.2 深入了解项目工艺

这一工艺实施过程中, 凸显独立氢气和独立氧气进行分别开展, 主要从两个不同产业发展。第一条产业发展方向是天然气, 气体进入二氧化碳甲烷化反应炉中, 发生反应得到甲烷气体, 甲烷进一步和独立氢气共同进入天然气管网, 天然气可以在管网的支持下完成千米以上的运输, 最终满足氢气制取需求, 也可以作为天然气进行使用。第二条产业发展方向是甲醇, 不同气体在重整炉中反应, 产生甲醇物质, 采用远距离、分布式不同运输方式, 利用定点、集中技术实施甲醇制氢功能, 完成对氢气的存储工作, 运输工作, 最后将其作为一种化工原料, 与甲苯产生反应生成芳香烃产物^[6]。

2.3 落实项目运输方式

对这一项目实施两种不同运输方案, 第一种是采用低成本的管道, 在其中掺入氢气, 实现全网远距离运输。第二种是通过甲醇管道这一方式, 规避

氢气运输难题。采用以上哪一种运输方式, 都能有效解决氢气存储问题。

3 CO₂ 促进甲醇经济与氢经济共同发展

二氧化碳循环利用整个过程, 甲醇占据关键性作用, 不仅发挥碳载体功能, 也发挥氢载体功能, 尤其在运输工作, 存储工作方面, 更是起到不可替代的作用。文章中提出的两种不同方案, 主要利用甲醇完成对二氧化碳的转化、固化, 生产成具有更高价值的化学品。甲醇具有高密度特点, 在储存氢方面有一定优势, 与国家能源署设定的质量储氢密度 5% 对比, 远远高于这一数据。针对氢气管网无法在短时间保证建设的全面性, 通过甲醇解决运输问题, 不仅对非工业用氢问题进行解决, 另一方面也为经济发展带来促进优势。

针对富碳天然气构建一体化产业方案中, 对二氧化碳进行循环利用, 实现零排放效果, 充分利用再生能源有效完成碳减排控制; 针对多种气体物质创建一体化产业项目这一方案, 充分利用可再生资源实现对二氧化碳的净化作用, 采用这一方式不产生新二氧化碳, 有效降低二氧化碳排出量。

在这一过程中, 甲醇发挥着至关重要的作用, 首先发挥碳载体、氢载体功效; 其次完成对二氧化碳的转化; 最后通过液相甲醇为运输工作、储存工作奠定基础^[7]。同时, 氢气也发挥一定的作用, 不仅体现在环保方面, 实现零碳排放; 还体现在氢气在燃料方面的用途, 发挥热值高特点。发挥二氧化碳优势, 将氢气和甲醇进行融合, 提升甲醇和氢气之间的有效转化, 在甲醇制氢前提下, 有效解决对氢气的存储问题, 实现对二氧化碳的循环利用, 通过可再生资源进一步促使产业碳排放取得碳中和效果。

4 CO₂ 和氢的运输方式及销售趋势

4.1 CO₂ 和氢的运输方式

二氧化碳这种气体没有颜色, 没有气味, 在运输中可以采用如下方法: 第一, 液化运输。高温环境下, 二氧化碳处于液化状态, 从根本上控制运输成本。液化运输一般采用液化气体罐这一方式, 车内部有固定的储存罐, 运输的时候做好各个方面检查工作, 保证在温度、压力方面都符合标准数值。第二, 高压气体罐车运输。这种运输方式将二氧化碳转化成高压气体, 这种方式和液化运输比较, 虽然消耗一定空间, 但整个操作十分简单。高压气体罐

运输, 可以完成数百立方米运输, 需要进行多次装载工作, 由此要确保运输中的安全性。

氢气运输采取不同方式, 第一, 针对短距离路程, 采取压缩氢气运输, 将其转化成高压气体, 运用针对性的存储技术, 促使氢气运输更加安全。第二, 针对长距离路程, 采取液化氢气运输, 降低温度将氢气转化成液体, 利用特殊的罐车运输, 整个过程保持极低温度, 做好安全防护对策。第三, 氢化物运输, 采取氢气吸附的方法, 形成金属氢化物等, 利用固定的车进行运输, 这种运输十分安全, 运输后需要得到特殊处理, 最终得到氢气。

4.2 销售趋势

二氧化碳和氢气销售工作中, 需要结合市场经验, 为客户提供高品质的销售服务。第一, 要做好市场调研工作, 对二氧化碳、氢气的多种用途进行了解, 清楚市场中价格信息, 实际竞争情况, 第一时间制定完善的销售方案。第二, 做好样品适用, 在销售期间为用户提供使用, 选择销量气体, 掌握气体的实际品质, 为后续购买提供支持, 在使用过程销售人员要提供技术支持。第三, 做好生产送货工作, 签订合同开展配送工作, 创建一支高质量队伍, 确保气体送货时间, 遵循合同内容提供配合服务。第四, 后期服务, 完成气体销售, 并提供售后服务, 一点遇到相关问题第一时间进行处理, 通过质量检测等方法, 为客户带来更好的气体使用体验, 真正为气体销售服务提供保证。

5 结束语

综上所述, 二氧化碳循环利用过程中, 甲醇发挥氢载体、碳载体功能, 进一步解决氢气运输困难这一情况, 加强氢气和甲醇之间的相互转换, 凸显

甲醇作为燃料、化工原料的优势, 为氢能发展中的多个流程起到支持作用, 提升制备、运输效果, 深化氢燃料技术, 为我国清洁能源技术发展贡献一份力量, 也从根本上促进能源低碳转型发展。

参考文献

- [1] 陈倬, 庄原发, 杜文韬, 银登国, 邓毅. CO₂ 加氢制甲醇技术研发及应用前景浅析[J]. 东方电气评论, 2023, 37(03): 6-10.
- [2] 吴子波, 蹇守华, 吴路平. 不同合成工艺的二氧化碳催化加氢制甲醇装置经济性分析[J]. 低碳化学与化工: 1-7.
- [3] 李贵贤, 曹阿波, 孟文亮, 王东亮, 杨勇, 周怀荣. 耦合固体氧化物电解槽的 CO₂ 制甲醇过程设计与评价研究[J]. 化工学报, 2023, 74(07): 2999-3009.
- [4] 叶知远, 饶娜, 夏菖佑, 刘硕, 梁希. CO₂ 加氢制甲醇催化剂与项目进展研究[J]. 洁净煤技术: 1-12.
- [5] 钱伯章. 庄信万丰与 Plug Power 携手推进绿色氢经济[J]. 精细石油化工进展, 2023, 24(01): 19-20.
- [6] 佟伟. 未来燃料 赋能“氢经济”——霍尼韦尔发布《未来燃料——霍尼韦尔氢能工业与应用白皮书》[J]. 现代制造, 2022, (12): 18-19.
- [7] 洪皓. 煤炭制氢经济适用性分析[J]. 能源与节能, 2020, (12): 82-85.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS