

双碳约束下煤制甲醇产业的成本优化路径

景登才 白云星 周兵兵 常小伟

(内蒙古黄陶勒盖煤炭有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017300)

摘要: 煤制甲醇是煤炭清洁利用及化工原料供应的关键产业, 煤制甲醇的生产成本受到原料价格、能源消耗、碳减排投入水准等多种要素的影响。在双碳约束的大环境下, 其成本压力不断增加, 对该产业的高质量发展起到限制作用。基于双碳政策背景, 本文详细梳理了煤制甲醇产业的发展现状与工艺特点, 系统分析产业成本的构成, 双碳约束下的核心成本难题, 明确成本优化的关键原则, 从原料结构调整、技术的升级与革新、能源的有效利用、碳成本的管理与控制、政策的协同配合五个层面给出有针对性的成本优化途径。以期达成煤制甲醇产业在双碳约束的条件下降低成本、提高效益等目标。

关键词: 双碳约束; 煤制甲醇; 成本优化; 低碳转型

中图分类号: TQ223.12

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2026) 007-0013-03

Cost Optimization Path of Coal-to-Methanol Industry under the Constraint of Dual Carbon Goals

Jing Dengcai, Bai Yunxing, Zhou Bingbing, Chang Xiaowei (Inner Mongolia Huangtaolai Coal Co., Ltd., Ordos Inner Mongolia 017300, China)

Abstract: Coal-to-methanol production is a key industry for clean coal utilization and chemical raw material supply, with production costs influenced by factors such as raw material prices, energy consumption, and carbon emission reduction investments. Under the dual-carbon constraints, cost pressures continue to rise, posing limitations to the high-quality development of this industry. Based on the dual-carbon policy context, this paper thoroughly examines the current development status and technological characteristics of the coal-to-methanol industry, systematically analyzes the composition of industrial costs, identifies core cost challenges under dual-carbon constraints, clarifies key principles for cost optimization, and proposes targeted cost optimization approaches from five dimensions: raw material structure adjustment, technological upgrading and innovation, efficient energy utilization, carbon cost management and control, and policy coordination. The aim is to achieve cost reduction and efficiency improvement in the coal-to-methanol industry under dual-carbon constraints.

Keywords: Dual carbon constraints; Coal-to-methanol; Cost optimization; Low-carbon transformation

甲醇在化工、医药、能源等诸多领域有着广泛的应用, 市场的需求呈现出稳定的态势。煤制甲醇产业的生产流程显得较为复杂, 煤炭的消耗量以及能源的消耗量都比较大, 碳排放的强度处于较高的水平。目前, 煤制甲醇产业正面临原料煤价格出现波动、能源消耗处于偏高状态、新增碳成本、加大环保投入等一系列的挑战, 生产的成本持续地上升, 盈利的空间不断地被压缩。对双碳约束条件下煤制甲醇产业的成本构成以及优化途径开展系统性的研究工作, 对该产业减轻成本压力、提高盈利的水准、达成低碳化的转型目标具备重要的现实价值。

1 煤制甲醇产业发展现状与双碳约束影响

1.1 产业发展现状

中国煤炭资源的储量丰富, 煤制甲醇产业身为煤炭深加工里的主要产业之一, 历经多年的发展, 已然构建一套完备的生产体系, 其产能和产量均在全球范围内处于领先地位。伴随甲醇下游市场需求的不断增多, 煤制甲醇产业的产能得以稳定地拓展, 生产布局

也渐渐朝着煤炭资源充裕的区域汇聚, 形成以西北、华北作为核心区域的产业聚集群体。当下, 煤制甲醇的工艺已经渐渐走向成熟状态, 此工艺里的主流生产方法涵盖了煤气化、合成气净化以及甲醇合成这三个核心部分, 产业的规模化程度持续提高。在产业发展的进程中, 也存在比较显著的不足之处, 部分小型的生产装置, 技术较为滞后, 能源消耗和污染物排放的数值偏高。产业的集中程度还有进一步提升的空间^[1]。

1.2 双碳约束对产业的核心影响

双碳约束给煤制甲醇产业带来的影响覆盖生产的整个流程, 催生了发展机遇, 也带来转型压力。从催生机遇和带来压力的层面分析, 在双碳目标背景下, 碳排放管控政策持续收紧, 煤制甲醇产业属于高碳排放的领域, 需要投入相当多的资金用于减排设施的建造、碳捕集利用与封存技术的运用, 新增加的碳成本直接使生产成本大幅提高。环保标准不断提升, 该产业需要增加对废水、废气、废渣等污染物治理的投入, 进一步加重了成本压力。机遇维度, 双碳约束以一种

紧迫态势促使产业加快技术革新的步伐，驱使缺乏竞争力的落后产能逐渐退出市场领域，推动产业结构朝着更优的方向优化调整。绿色低碳相关政策蕴含的红利不断、持续地被释放，为产业应用清洁环保的生产技术、积极开展碳交易活动创造有利的环境与条件，帮助产业达成低碳转型以及成本合理优化重要目标^[2]。

2 双碳约束下煤制甲醇产业成本构成解析

2.1 原料煤成本

在煤制甲醇产业的生产成本中，原料煤成本属于核心的构成部分，在总成本里占的比例超过了60%，原料煤价格的起伏不定会直接影响到该产业的成本高低。进行煤制甲醇的生产时，要耗费数量可观的动力煤以及原料煤，原料煤的质量好坏、价格高低、供应是否稳定，对成本的控制较为关键。在双碳的限制条件下，煤炭行业正在积极推动绿色且低碳的转型，使优质的动力煤和原料煤供应变得紧张起来，价格的波动幅度也变得更大。煤炭资源税、环保税等政策出现了调整，进一步提升了原料煤的采购成本，给煤制甲醇产业的成本控制造成了较大的压力。

2.2 能源消耗成本

在煤制甲醇产业中，能源消耗成本属于第二大成本支出项目，在总成本里大约占据20%份额，其主要涵盖电力消耗、蒸汽消耗等煤制甲醇的生产流程，呈现出复杂的特征。在煤气化、合成气净化、甲醇合成等诸多环节，均需要消耗数量可观的能源。电力消耗在能源消耗总量里占的比例相对较高，在双碳的约束条件下，电力行业正以较快的速度朝着新能源方向进行转型。火电上网的电价处于持续调整的状态，新能源电价具有的不稳定性也对电力供应的价格产生影响。为达成减排的要求，煤制甲醇企业需要对生产工艺进行优化。部分企业新增了节能减排的设施，却在短期内使能源消耗成本有所增加。蒸汽消耗成本会受煤炭价格、锅炉效率等一系列因素影响，在双碳约束这样的条件下，如锅炉环保改造、蒸汽回收利用等相关措施的推行，也对能源消耗成本造成一定程度的影响^[3]。

2.3 碳成本与环保投入成本

在双碳的约束下，碳成本以及环保投入成本，变成煤制甲醇产业新增加的关键成本支出，且其占比在不断地持续升高。碳成本主要涵盖了碳排放权交易所需的成本、碳减排设施建设与运行的成本等，伴随全国碳排放权交易市场的渐渐完善，煤制甲醇企业必须依照相关规定购买碳排放权，或者投入资金建设碳捕集利用与封存的相关设施，直接使生产成本有所增加。环境保护投入的成本，主要涵盖针对废水、废气以及废渣的治理设施在建设、运营、维护产生的成本，在

双碳目标的大背景下，环保标准呈现出持续不断升级的态势。企业必须要持续性地增加在环保领域的投入，对污染治理设施展开改造与升级工作，提高污染物的处理效率，保证能实现达标排放。一系列举措，进一步抬高产业的整体成本水平。

3 双碳约束下煤制甲醇产业成本优化核心原则

3.1 低碳优先原则

在双碳约束的背景下，煤制甲醇产业开展成本优化工作时，需秉持低碳优先准则，把碳减排和成本控制进行有机整合，成本优化工作绝不能以牺牲环境作为代价，要在达成碳排放管控要求以及符合环保标准的前提下，借助技术升级、工艺优化这类途径，达成降低成本提高效益以及实现低碳转型目标。企业应当优先选用低碳且清洁的生产技术，削减碳排放以及污染物排放，降低碳成本以及环保投入所需的成本。

3.2 系统协同原则

煤制甲醇产业的成本构成呈现出复杂的态势，各个成本环节之间存在相互关联、彼此影响的关系。在进行成本优化时，有必要秉持系统协同的原则，对各成本环节的优化进行全面、综合的考量，防止仅对单一环节进行优化而致使其他环节的成本出现上升的问题。例如，在对原料煤成本进行优化的过程中，需要同时兼顾煤炭的品质以及能源消耗的效率，不能仅仅一味地追求价格低廉的原料煤，从而导致能源消耗的增加。推进技术升级时，要统筹兼顾投资成本以及长期运营成本，确保技术升级具备良好的经济性。系统协同这一原则对企业提出要求需构建起覆盖全流程的成本管控体系，强化各个部门、各个环节之间协同与配合，达成整体成本达到最为理想状态的目标^[4]。

3.3 技术驱动原则

在双碳约束的背景下，技术创新构成煤制甲醇产业实现成本优化的核心支撑要素。成本优化工作需秉持技术驱动的准则，凭借技术的升级打破成本管控瓶颈，不管是达成原料的高效利用、降低能源的消耗，亦或是开展碳减排工作与进行环保治理，均离不开先进技术提供的有力支撑，企业应当大幅增加在技术研发上的投入，积极开展引进工作，以及自主研发高效低碳的生产技术、碳捕集利用的技术、污染物治理的技术等，通过技术创新途径，提升生产的效率，降低能源的消耗以及污染物的排放，从根本层面上对生产成本加以控制。基于技术驱动原则，产业需进一步强化产学研之间的协同式创新，以更快的速度，推动技术成果的转化与应用，促使产业技术水平得以提升。

3.4 政策适配原则

在双碳的约束条件下，各种各样的低碳方面政策、

环境保护政策以及产业发展政策接连不断地颁布出台,对煤制甲醇产业实现成本优化产生关键的影响。煤制甲醇产业若要要进行成本优化,必须秉持政策适配的原则,与国家以及地方的相关政策达成紧密的对接,全方位地借助政策带来的红利,削减成本。企业应当及时知悉并掌握碳排放权交易的相关政策、环保补贴政策、税收优惠政策等内容,对生产经营活动开展合理的规划,积极主动地去争取政策支持。企业要主动适应政策提出的要求,提前进行低碳转型的布局,防止因为违反政策规定而产生额外的成本。

4 双碳约束下煤制甲醇产业成本优化具体路径

4.1 优化原料结构,降低原料煤成本

对原料结构加以优化是削减煤制甲醇产业原料煤成本的关键途径,需在原料采购、资源利用、供应链管理三个维度着力推进。原料采购中,企业应当构建起具有多元化特征的原料采购系统,强化与煤炭企业的长久合作关系,签署中长期的供货合约,让原料煤的供应以及价格维持稳定。资源运用中,推动原料煤高效运用技术的实践,促使原料转化率得以提升,削减原料煤的耗费。供应链管理领域。对原料煤的运输路径和运输形式予以优化,推动铁路、管道等高效运输形式的运用,降低运输的成本。

4.2 推进技术升级,降低能源消耗成本

推进技术的升级是降低能源消耗成本的关键之举,应当聚焦于生产的整个流程来,展节能技术的改造工作。在煤气化的环节中,要大力推广具备高效性能的气化技术,提升气化的效率,并降低单位产品在煤炭消耗,以及电力消耗数值。在合成气净化环节,采用具备高效特质的净化技术,减少净化过程中在能源消耗以及物料损失。于甲醇合成这一环节,引入具备高效特性的甲醇合成催化剂以及合成技术,提升合成的转化比率削减反应过程中的能源消耗^[5]。

4.3 强化碳成本管控,优化环保投入

在双碳约束的大环境下,煤制甲醇产业成本优化的一项关键内容便是加强碳成本管控以及对环保投入进行优化,碳成本管控中,企业需要进一步强化碳排放的核算和管理工作,精确地了解自身的碳排放,科学地规划碳排放权的购买和使用事宜。在优化环保投入的层面上,积极推动环保设施进行升级与改造工作,选用具备高效性能的环保治理技术手段,提高对污染物的处理效率,降低环保设施在运营过程中产生的成本。

4.4 优化运营管理,降低综合运营成本

提升运营管理的质是削减煤制甲醇产业总体运营成本的关键支撑,需要从人力管理、设备管控多个维度推动。在人力管理领域,对企业的组织架构加以

优化,把管理流程进行精简,提高管理的效能。注重不断更新管理观念,不断创新管理方法,确保人力管理的成效,能有力推动成本管控工作,提高效率及质量。设备管理范畴,构建覆盖设备整个生命周期的管理体系,强化设备的日常维护及保养工作,避免设备因多方面因素影响出现多类型质量问题,缩减设备因故障而停机的时长,削减设备的维修费用。

4.5 借力政策红利,提升成本优化效能

借助政策带来的有利机遇是增强煤制甲醇产业在成本优化方面成效的关键助力,企业应当积极主动与各类关联政策进行对接,充分获取政策所给予的优惠。在税收优惠层面,企业要积极争取,如低碳技术研发费用,能进行加计扣除、环保专用设备投资可以抵税类的税收优惠政策,减轻企业在税负方面的成本。补贴支持方面,企业要申请低碳转型补贴、环保改造补贴等各种各样的补贴资金,缓解企业在技术升级以及环保投入上所面临的资金压力。于碳交易领域深入且精准掌握碳排放权交易的相关规则,以合理恰当的方式参与碳交易活动,借助碳资产的有效增值,达成成本的对冲。在产业政策范畴,积极与产业结构调整政策对接,全力争取落后产能淘汰补贴、产能置换支持类的政策扶持,优化产业的布局以及产能的结构。

5 结论

双碳约束的大背景下,煤制甲醇产业成本的优化工作应当秉持低碳优先、系统协同、技术驱动、政策适配四项核心原则,通过对原料结构加以优化、积极推进技术的升级进程、大力强化对碳成本的管控力度、切实优化运营管理模式、充分借助政策带来的红利五条具体途径,达成降低成本、提高效益以及低碳转型的目标。

参考文献:

- [1] 赵琪. 关于煤制甲醇煤气化技术选择的分析 [J]. 山东化工, 2025, 54(12): 78-80.
- [2] 吕金昌. 功能安全评估技术在石油化工煤制甲醇工艺中的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(08): 196-198.
- [3] 付永杰. 大型煤制甲醇、醋酸项目煤气化装置煤粉输送系统稳定性和运行成本优化研究 [J]. 山东化工, 2016, 45(21): 110-111.
- [4] 张婷婷, 戚萌, 孙龙珠, 等. 大规模风光发电制甲醇工艺的灵活运行策略与成本优化 [J]. 现代化工, 2023, 43(09): 200-207.
- [5] 孟若霖. 山西省煤制甲醇行业节水潜力分析 [J]. 山西水利, 2025(09): 13-16.