

中国化工贸易双碳目标实现 路径的全要素效率分析与优化研究

孙佳琪 乔雨墨 董世苗 (南京审计大学, 江苏 南京 211815)

摘要: 近年来, 全球范围对气候变化和碳排放的关注度不断增加, 各国纷纷制定了碳减排目标以减缓全球变暖的趋势。作为全球最大的化工生产和贸易国家, 中国在化工行业的碳减排问题上扮演着重要角色。为了适应全球碳减排的趋势, 并积极应对气候挑战, 中国设定了化工贸易双碳目标, 旨在通过提高碳减排效率来实现化工贸易的可持续发展。

关键词: 化工贸易; 双碳目标; 全要素效率

0 引言

全要素效率分析在研究中国化工贸易双碳目标实现路径中具有重要意义, 主要体现在识别低效环节和潜在改进空间、推动技术创新和资源优化、提高行业竞争力和可持续发展等几个方面上。通过全要素效率分析, 可以深入了解中国化工贸易碳减排过程中的各个环节的效率水平, 识别低效环节和潜在的改进空间, 这有助于制定有针对性的改进措施, 提高资源利用效率和碳减排效率, 从而推动化工贸易行业向更加可持续的发展方向迈进。

1 化工行业贸易减排工作的概述

1.1 化工行业碳减排战略的前期研究

化工行业碳减排战略的前期研究已经涉及到了各个方面, 如碳排放清单编制与管理、低碳技术与系统创新、碳交易与碳市场、产业协同与循环经济、政策与法规研究。针对化工行业碳排放的特点和复杂性, 研究者已经开展了碳排放清单的编制和管理研究, 这些研究主要包括定义和划分碳排放源和范围、测算和统计碳排放量、建立碳排放数据管理系统等, 为碳减排目标的制定和监测提供了重要支持。

有些研究者通过技术创新和系统优化等手段, 探索和推广低碳技术在化工生产中的应用, 以减少碳排放, 这包括推广高效节能技术、改进化工工艺流程、提高资源利用效率等, 旨在实现碳减排和资源节约的双重效益。另外, 对碳交易和碳市场机制在化工行业的应用也进行了探索, 这包括碳配额分配、碳交易机制设计、碳价格形成等方面的研究, 旨在通过市场机制推动碳减排工作, 激励企业采取更加积极有效的减排措施。

1.2 碳减排目标背景下的效率分析与优化研究

在碳减排目标背景下, 通过效率分析, 可以评估碳减排措施的实施效果和效率水平, 了解各个领域和行业的碳排放状况, 识别高碳排放和低效率环节。利用效率评估指标, 如碳排放强度、碳偏差率等^[1], 可以量化和比较不同行业 and 企业的碳减排水平, 为制定具体的碳减排策略提供参考。通过效率优化研究, 可以识别碳减排潜力和改进空间, 确定碳减排的最佳路径和策略。通过技术创新、管理优化等手段, 提高资源利用效率、优化能源结构、推广低碳技术和清洁能源等, 以实现碳减排目标。效率分析与优化研究为政策制定和市场机制建设提供科学支持。研究者通过分析效率水平和潜在改进空间, 为政府制定碳减排政策和强制性措施提供依据。

1.3 确定研究空白和限制性因素

碳减排研究需要大量的相关数据, 包括碳排放数据、能源消耗数据、经济数据等。然而, 对于某些行业或企业来说, 数据的收集和获取可能存在困难, 导致数据的可获性和准确性受限。此外, 由于数据报告和统计方法的差异, 不同地区和国家的的数据可能不具备可比性, 这也限制了研究的范围和可行性。在优化碳减排路径方面, 需要考虑技术和经济可行性。某些低碳技术可能在技术成熟度和经济可行性方面存在限制。资源的匮乏、技术的不成熟、投资回报周期较长等因素可能会制约碳减排效率的提高和实施效果的可行性。政策和市场环境对于碳减排的效率分析和优化研究有着重要影响。不同国家和地区的政策法规不同, 碳定价机制和碳市场发展程度也存在差异, 因此, 政策和市场环境的变化可能限制了碳减排效率分析和优

化研究的适用性和推广性。

2 化工贸易双碳目标实现路径的理论框架

2.1 全要素效率分析简介

全要素效率分析 (Total Factor Efficiency Analysis) 是一种衡量企业、行业或经济体整体生产效率的方法, 它综合考虑所有投入要素 (如劳动力、资本和能源) 与产出之间的关系, 评估资源利用的综合效率和生产力水平。

全要素效率分析的基本思想是在特定的输入和输出条件下, 通过比较实际生产率与最优生产率, 评估企业或行业的综合效率, 以确定资源利用的改进空间和提高生产效率的潜力。该方法采用数学模型, 常用的有包络分析法 (DEA-Data Envelopment Analysis) 和随机前沿分析法 (SFA-Stochastic Frontier Analysis) 等。这些模型根据输入和输出的数据, 通过构建效率评价模型, 计算出各个企业 (或行业) 的效率得分, 并识别出相对优秀和相对劣势的单位。

2.2 碳减排路径优化技术概述

碳减排路径优化技术是指通过技术创新和管理改进等手段, 提高碳减排效率, 寻找和实施最佳的碳减排策略和措施, 以实现减少碳排放并推动可持续发展。

通过改进能源利用效率, 减少能源消耗和碳排放, 这包括采用高效节能设备、提高工艺流程的能源转换效率、优化系统运行等。同时, 采用智能控制技术、能源回收与利用等手段, 最大限度地提高能源利用效率和碳减排效果。推广和应用清洁能源技术, 如太阳能、风能、生物质能等, 以替代传统的高碳能源, 这将有助于减少碳排放, 并改善能源结构。同时, 优化清洁能源系统的设计和运营, 提高清洁能源的综合利用效率。采用碳捕获与储存 (CCS) 技术, 将工业碳排放等大气中的二氧化碳捕获并封存, 以减少其对大气的释放, 该技术可应用于化工、电力等高碳排放行业, 对于碳减排具有重要意义。通过实施循环经济和废物资源化利用, 将废弃物转化为资源, 最大限度地减少对新的原材料的需求。这不仅有助于碳减排, 还可以降低资源消耗、减少废物排放, 实现经济与环境双重效益。

2.3 在中国化工贸易背景下全要素效率分析与优化的结合

首先, 需要收集和整理化工行业的相关数据, 包括企业的产出数据、投入要素数据以及其他相关数据, 如能源消耗、劳动力投入等, 这些数据可以用于构建

全要素效率评估模型。利用全要素效率分析方法, 可以评估化工企业的综合生产效率和资源利用效率, 这可以通过 DEA (Data Envelopment Analysis) 等方法来计算每个企业的效率得分, 并识别出相对高效的企业和相对低效的企业。通过比较高效和低效企业之间的差距, 可以识别出低效企业的短板和优化空间。

其次, 通过对高效企业的案例分析, 可以发现最佳实践和成功的经验, 这些实践可以包括技术创新、工艺改进、管理优化等方面, 在全行业范围内推广和应用这些最佳实践, 以提升整体效率水平。另外, 基于全要素效率评估和分析结果, 可以制定具体的优化策略和措施。这可能包括改进生产工艺、推广先进技术、提高能源效率、优化供应链等方面。

最后, 全要素效率分析与优化是一个持续迭代的过程。定期进行绩效监测, 并与历史数据进行对比, 评估优化措施的有效性和效果。根据评估结果, 及时进行调整和改进, 以持续提升化工企业的综合效率和竞争力。

3 中国化工贸易双碳目标实现路径的方法论

3.1 数据收集与选择标准

数据的准确性和可信度是评估分析结果的关键, 确保数据来源可靠, 经过验证和核实, 避免基于不准确或不完整的数据进行分析。数据的收集应保持一致性, 确保采用相同的单位、目标和时间范围, 这样可以使数据具有可比性, 以便进行有效的比较和分析。如果数据来源不同或基于不同的数据集, 需要进行充分说明和调整以确保数据的一致性。另外, 尽可能使用最新的数据进行分析, 特别是对于快速变化的行业或经济环境。使用过时的数据可能导致分析结果不准确, 因此需要定期更新数据, 并考虑将最新的数据纳入分析。根据具体的研究目标和分析范围, 选择适当的指标来衡量企业或行业的效率。这些指标可以包括产出指标 (如销售额、产量等)、投入指标 (如劳动力、资本、能源等) 以及其他相关指标 (如碳排放、环境指标等), 确保选择的指标能够真实反映企业或行业的综合效率状况。

3.2 分析影响碳减排效率的主要因素

先进的技术和高效的能源利用是提高碳减排效率的关键因素, 采用能源效率较高的设备、工艺和系统, 减少能源的浪费和消耗, 可以降低碳排放量; 能源结构的改变对碳减排效率产生重要影响, 增加清洁能源的比例, 如可再生能源 (风能、太阳能等) 和清洁化

石能源（天然气等），减少对高碳燃料的依赖，可以显著减少碳排放；优化生产过程，采用节约型工艺和技术，减少原材料和能源的消耗，可以有效降低碳排放。例如，通过废热回收、制定合理的物流和供应链系统等措施，提高能源和资源的利用效率；科学的管理和政策支持对于促进碳减排效率至关重要。企业需要建立健全的碳管理体系，制定并执行碳减排目标，并优化资源配置和生产布局。政府部门可提供相关政策支持、激励措施和减排标准，引导和推动碳减排工作。

3.3 构建效率评估模型

构建效率评估模型是评估企业综合效率的重要步骤，具体步骤如下：

第一，确定评估对象的输入和输出指标。输入指标是用于生产过程中消耗的资源，例如原材料、能源、劳动力等。输出指标是生产过程中产生的产出，比如产品数量、销售额等。确保选择指标能够真实反映企业的综合效率状况。第二，收集数据。收集与确定的指标相关的数据。确保数据的可靠性和准确性，可以通过企业内部数据、行业统计数据、第三方数据等多种渠道收集数据。同时，如果需要，进行数据的转换和归一化处理，以确保数据在相同的单位和范围内进行比较。第三，构建评估模型。根据收集的数据和确定的指标，构建效率评估模型。常用的评估模型包括 DEA（Data Envelopment Analysis）、Malmquist 指数等。其中，DEA 是一种非参数的评估方法，可以评估各个企业的相对效率，并找到相对高效的企业，而 Malmquist 指数则可以比较企业的效率变化趋势。第四，计算效率得分。根据构建的评估模型，计算每个企业的效率得分，这些得分可以用于评估企业的相对效率和比较各个企业之间的差距。高得分代表相对高效的企业，可以作为其他企业的借鉴和改进对象。第五，分析结果与改进策略。根据得到的效率评估结果，分析导致低效率的主要原因。这可能涉及到生产工艺、资源利用、管理模式等方面。通过分析结果，制定具体的改进策略和措施，如技术升级、资源优化、管理改进等，以提高企业的综合效率。第六，持续改进和监测。效率评估是一个持续改进的过程。定期进行评估和监测，根据评估结果调整和改进评估模型。

3.4 碳减排路径优化方法

①推动能源结构转型是实现碳减排的重要途径。增加清洁能源的比例，如可再生能源（风能、太阳能

等）和清洁化石能源（天然气等），减少对高碳燃料的依赖，可以显著降低碳排放。政府可以制定相应政策，鼓励和支持清洁能源的发展和和使用；

②通过优化生产过程，减少能源和资源的消耗，可以有效降低碳排放。这可以包括改进生产工艺、优化能源配置、废热回收利用等措施。企业可以借鉴最佳实践，通过技术创新和工艺改进，实现碳减排和资源利用的最优化；

③整个产品生命周期（包括原材料采购、生产、配送、使用和废弃物处理等）都会产生碳排放。通过设计可持续的产品和包装，优化供应链和物流管理，可以降低产品的碳足迹。企业可以考虑可再生材料的使用，产品的可耐用性和可回收性，以及最小化废弃物的生成；

④企业可以加强跨行业和供应链合作，共同寻找碳减排的创新解决方案。政府和非政府组织可以提供平台和支持，促进信息交流和经验共享，推动碳减排工作的合作和共同发展。

4 结论

研究碳减排的意义和实践启示，有助于指导和推动低碳可持续发展。通过理解碳减排的重要性和实施的策略，能够全面考虑各种因素，制定可行的碳减排路径，并取得可持续的经济、环境和社会效益。未来的碳减排研究需要继续推动技术创新、深化跨学科合作、加强经济和政策研究、优化碳减排路径、研究社会行为与意识、加强国际合作等方面的工作。只有不断深化研究和共享经验，才能更有效地应对气候变化，实现低碳可持续发展。

参考文献：

- [1]Huwei Wen,Shuai Chen,Chien Chiang Lee.Impact of Low-carbon City Construction on Financing, Investment,and Total Factor Productivity of Energy-intensive Enterprises[J].The Energy Journal,2023,44(2).
- [2]黄清清.石油化工贸易现状及其展望[J].管理观察,2019(13):26-27.
- [3]马绍杰,张婷.我国石油和化工贸易对产业的影响分析[J].企业改革与管理,2018(17):216-217.
- [4]周志坚,马绍杰.国内化工贸易企业的经营分析及战略选择[J].企业改革与管理,2018(15):77-78.
- [5]和红伟,李竹梅,刘蓉,赵丽萍.高碳区域低碳发展全要素效率评价——基于山西省的统计数据[J].经营与管理,2014(08):94-96.