

基于碳中和目标的铁路运输企业碳交易市场利用策略与路径分析

魏家川 曾雯杰 德乾卓玛 孙思涵 苟馨刈

西南交通大学希望学院, 四川成都, 610400;

摘要: 在全球碳中和目标背景下, 铁路运输行业作为重要的能源消耗和碳排放主体, 如何有效利用碳交易市场, 实现低碳发展已成为关键议题。本文基于碳交易市场理论和铁路行业碳排放特征, 通过 *Logit* 回归模型探讨铁路运输企业碳交易市场利用策略的影响因素, 提出提高企业碳市场认知、优化碳交易策略、加强低碳技术创新、完善政策支持体系等建议, 并进一步探讨铁路运输企业在碳交易市场中的发展路径, 旨在为行业低碳转型及政府政策优化提供理论依据和实践参考。

关键词: 碳中和; 铁路运输企业; 碳交易市场; 碳排放管理; 低碳发展

DOI: 10.69979/3029-2700.25.10.079

1 绪论

1.1 研究背景

在全球气候变化和环境可持续发展的背景下, 碳中和已成为各国政府和企业共同关注的重要议题^[1]。在“双碳”目标背景下, 如何降低铁路运输企业的碳排放、优化能源结构、提升低碳竞争力已成为行业发展的关键问题^[2]。

碳交易市场作为全球广泛采用的碳减排政策工具, 能够通过市场机制促进企业减排, 提高碳资产管理效率^[3]。铁路运输企业作为高能耗行业, 既是碳市场的潜在交易主体, 也可通过参与碳交易市场优化碳排放管理^[4]。然而, 目前铁路运输行业在碳交易市场的适应性仍然较低, 部分企业对碳市场的认知和策略仍处于探索阶段。

1.2 研究意义

本文通过构建铁路运输企业碳交易市场利用策略模型, 探讨企业碳交易策略选择的影响因素, 填补现有研究在铁路行业碳市场应用方面的不足^[5]。目前, 关于碳交易市场的研究主要集中在电力、钢铁、水泥等高排放行业, 而铁路运输行业的碳市场适应性尚未形成系统研究。

铁路运输企业参与碳交易市场, 不仅有助于优化碳配额管理、降低碳交易成本, 还能促进企业内部低碳技术创新, 提高市场竞争力^[6]。政府在推动碳交易市场发展的过程中, 仍面临碳市场机制不完善、行业适应性不

足等问题^[7]。本文通过分析铁路运输企业在碳市场中的适应性问题, 能够为政府部门提供政策优化建议, 从而推动铁路行业更好地融入全国碳市场, 实现可持续发展目标。

1.3 研究内容

本文聚焦铁路运输企业参与碳交易市场, 研究企业碳排放现状及其碳市场适应性, 分析碳配额管理模式及企业对政策的理解程度。探讨企业交易策略选择, 揭示碳交易认知、碳排放管理水平和政策支持力度的影响因素。分析企业参与碳市场的路径, 包括被动履约、主动交易与投资低碳技术模式, 提出优化利用碳市场的建议。

2 实证分析

2.1 研究假设

本研究通过资料收集, 围绕铁路运输企业在碳交易市场中的行为及影响因素, 构建以下研究假设, 重点分析企业对碳交易市场的认知、碳排放管理水平及政策支持对企业经济效益的影响。具体假设如下:

(1) H1: 铁路运输企业对碳交易市场的认知程度影响其参与意愿。

(2) H2: 铁路运输企业的碳排放管理水平影响其碳交易市场的利用策略选择。

(3) H3: 碳交易市场政策支持力度对铁路运输企业的经济效益具有显著正向影响。

2.2 变量定义与测量

1. 解释变量

解释变量用于衡量铁路运输企业的碳排放管理能力及其对碳交易市场的认知程度。

表 1 解释变量表

变量名称	变量测量方式
低碳技术投入	1=是, 0=否
碳资产管理能力	0-2 分
碳排放管理实践	1=是, 0=否
碳交易市场认知	1-5 分
铁路行业碳交易认知	1-5 分

2. 被解释变量

被解释变量衡量企业在碳交易市场中的实际行为和经济效益。

表 2 被解释变量表

变量名称	变量测量方式
参与意愿	1=参与, 0=未参与
利用策略选择	1=被动履约, 2=主动交易, 3=投资减排
利润变化	1=显著下降, 5=显著上升
运营成本变化	1=显著增加, 5=显著降低

3. 控制变量

控制变量用于减少外部因素对企业碳交易行为的影响, 以确保回归分析的科学性和可靠性。

表 3 控制变量表

变量名称	变量测量方式
企业规模	1-3 档
政策法规完善度	1-5 分
财政补贴力度	1-5 分
员工认知水平	1-5 分

2.3 实证分析

1. 描述性统计分析

本研究通过描述性统计分析揭示了铁路运输企业在碳交易市场中的行为特征和变量分布。分析显示, 大多数企业对碳交易市场有一定了解, 但认知程度不一, 且约 37%的企业未采用低碳技术。在碳资产管理方面, 部分企业表现出较高管理水平, 但整体仍在发展阶段。企业碳交易参与意愿的均值为 0.57, 表明约 43%的企业未参与市场, 市场活跃度有待提高。企业利润和运营成

本变化显示碳交易对经济影响中性, 部分企业因碳交易获益, 部分则因成本上升利润下降。总体而言, 企业碳交易行为差异显著, 部分积极行动, 部分观望。

Logit 回归分析

本研究采用 *Logit* 回归模型来探讨铁路运输企业在碳交易市场中的策略选择及其影响因素。因变量为碳交易市场利用策略 (TRADE_STRATEGY), 二分类变量 (1=主动交易, 0=被动遵循)。解释变量包括 碳交易市场认知 (TRADE_AWARE)、碳排放管理水平 (EMISSION_MANAGE)、政策支持力度 (POLICY_SUPPORT)、企业规模 (SIZE) 和员工认知水平 (EMPLOYEE_AWARE)。模型设定如下:

本研究采用的 *Logit* 回归模型设定如下:

$$\begin{aligned} & \text{logit}(\pi) = \ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TRADE_AWARE} + \\ & \beta_2 \cdot \text{EMISSION_MANAGE} + \beta_3 \cdot \text{POLICY_SUPPORT} + \gamma_1 \cdot \text{SIZE} + \gamma_2 \cdot \text{EMPLOYEE_AWARE} + \varepsilon \end{aligned}$$

其中: π 表示企业采取主动交易策略的概率;

β_0 为常数项;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 为核心解释变量的回归系数;

γ_1, γ_2 为控制变量的回归系数;

ε 为误差项;

回归分析的结果如表 4 所示:

表 4 Logit 回归分析

变量	回归系数	P 值	显著性
常数项	0.91288	0.03431	显著
贸易意识	-0.1237	0.05508	显著 (临界)
排放管理	0.02547	0.82037	不显著
政策支持	-0.02401	0.70586	不显著
企业规模	0.05901	0.60184	不显著
员工意识	-0.04966	0.43818	不显著

回归分析显著性以: $P < 0.05$ 为显著, $P > 0.05$ 为不显著。

回归分析显示, 常数项系数为 0.91288, P 值 0.03431, 显著, 说明企业主动交易策略有基础概率。碳交易市场认知的回归系数为-0.1237, P 值 0.05508, 临界显著, 表明企业对碳市场的了解可能使其交易更谨慎, 可能与市场和政策风险有关。

碳排放管理的回归系数为 0.02547, P 值为 0.8203

7, 未显著, 说明企业碳排放管理能力对其主动交易策略无显著影响。这可能是因为碳交易市场的复杂性, 即便管理能力强, 也可能因交易机制不透明或配额分配不确定性, 而采取保守策略。

政策支持的回归系数为-0.02401, P 值为 0.70586, 未显著, 说明政府补贴和政策对企业的交易策略选择无明显影响。这可能意味着政策激励不足以鼓励企业参与碳市场, 或企业对政策执行有疑虑, 减少了主动交易的意愿。

研究显示, 尽管企业对碳交易市场的认知程度较高, 但其参与碳交易的态度却更为谨慎。碳排放管理能力、政策支持、企业规模和员工认知水平对交易策略影响不大, 表明企业决策可能受市场波动、碳价格预期和政府监管稳定性等复杂因素影响。因此, 政府在制定激励政策时应考虑市场透明度和交易机制的优化, 而不仅仅是财政补贴或政策推动。

2. 稳健性检验

为了验证回归模型的稳健性, 本研究对模型进行了方差膨胀因子 (*VIF*) 检验以检测多重共线性问题。*VIF* 检验的标准如下:

$VIF < 5$: 无多重共线性问题

$VIF > 10$: 可能存在严重的多重共线性问题

表 5 方差膨胀因子 (*VIF*) 分析结果

变量	<i>VIF</i> 值
常数项	22.1
贸易意识	1.008
排放管理	1.006
政策支持	1.006
企业规模	1.003
员工意识	1.006

从 *VIF* 检验结果来看, 所有变量的 *VIF* 值均小于 2, 远低于 5 的警戒线, 表明模型不存在严重的多重共线性问题。这说明各解释变量之间的相关性较低, 变量之间具有较好的独立性, 回归模型的估计结果是稳健的, 尽管部分变量未达到显著水平, 但这也表明碳交易市场的决策机制较为复杂, 可能受到外部市场波动、政策执行力度、企业风险管理策略等多方面因素的影响。

3 研究结论与路径分析

3.1 主要研究结论

企业对碳交易市场的认知与交易策略并非直接相关。高认知企业往往采取保守策略, 如减少交易频次或仅满足最低要求, 可能由于市场不确定性、政策透明度不足及风险预期。尽管部分企业有完善的碳排放管理体系, 但对交易策略影响不大, 说明仅靠内部管理优化不足以驱动企业参与碳市场, 需要外部激励。政策支持对交易策略选择影响不显著, 表明现有政策如补贴和税收优惠不足以激励企业参与碳交易。因此, 提升企业对碳交易市场的认识至关重要, 政府和行业协会应通过培训和政策解读来增强企业理解^[8]。企业应制定策略, 建立碳排放核算体系, 评估市场趋势, 制定配额管理策略, 并探索碳金融工具以提高收益。

3.2 利用路径分析

3.2.1 企业战略调整路径

企业应从传统的“合规履约”模式向“市场主动参与”模式转变, 将碳交易

市场作为企业可持续发展和成本优化的重要工具。这要求企业从长期规划的角度,

将碳交易纳入企业发展战略, 设定长期碳减排目标, 并在企业管理体系中建立碳

资产管理部门, 提升企业在碳市场中的适应能力。

3.2.2 碳交易市场参与路径

企业在碳交易市场中的参与方式可分为配额优化、主动交易和碳减排投资三

类路径。企业可通过优化配额使用, 提高内部碳资产管理能力; 可在碳市场中采

取买卖灵活策略, 降低履约成本; 可以投资于碳减排项目, 如新能源、碳捕集与

封存技术, 以换取额外的碳配额收益, 实现经济与环保效益双赢。

3.2.3 低碳技术模式创新路径

低碳技术是企业长期减少碳排放、降低碳交易成本的关键。铁路运输企业可

通过引入新能源动力系统 (如氢能列车)、优化能耗管理 (如智能调度系统)、

升级绿色基础设施等方式, 实现碳中和目标。同时, 企业应加强技术研发和跨行

业合作, 提高低碳技术应用的经济性和可行性。

参考文献

- [1]Yin C, Zhang Z A, Fu X, et al. A low-carbon transportation network: Collaborative effects of a rail freight subsidy and carbon trading mechanism[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2024, 184: 104066.
- [2]Zhang R, Hanaoka T. Cross-cutting scenarios and strategies for designing decarbonization pathways in the transport sector toward carbon neutrality[J]. Nature communications, 2022, 13(1): 3629.
- [3]Wang Y, He L. Can China's carbon emissions trading scheme promote balanced green development? A consideration of efficiency and fairness[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 367: 132916.
- [4]陈婉婷,赵泽旭,张薇薇. “双碳”背景下海南国际碳交易市场的创新发展研究[J]. 对外经贸, 2025, (01): 39-43.
- [5]马玲. 碳交易市场迎新面孔碳金融创新蓄势待发[N]. 金融时报, 2025-01-21(005).
- [6]李鹏, 金刚. 碳排放权交易政策的就业效应[J]. 经济学动态, 2025, (01): 94-110.
- [7]朱维娜, 秦颖, 马丁媛, 等. 碳交易试点政策发展现状及其对公共建筑的碳减排效应分析[J/OL]. 生态经济, 1-18[2025-03-06].
- 作者简介: 魏家川 (2005.4-) 汉族; 四川达州; 西南交通大学希望学院本科在读; 研究方向: 电气工程及其自动化