



交通基础设施上市公司碳排放强度同群效应因素分析

陈赟*, 金孜怡

长沙理工大学 交通运输工程学院, 长沙 410114

摘要: 交通基础设施上市公司碳排放强度的同群现象会对企业的绿色低碳转型造成影响。本文采用普通最小二乘法 (OLS) 回归模型, 以 2012—2021 年中国 A 股交通基础设施上市企业数据为基础, 分析了我国交通基础设施行业碳排放强度同群效应, 并对造成企业碳排放强度同群效应的因素进行研究。研究表明: 交通基础设施同群企业间的碳排放强度同群效应在 1% 水平上显著为正。焦点企业与同群企业之间的地理距离会弱化交通基础设施企业碳排放强度的同群效应。环境规制和行业竞争强度作为调节变量会强化企业碳排放强度的同群效应, 且环境规制对其影响更为显著。本文在丰富交通基础设施行业减污降碳驱动因素研究的同时, 也为达成我国碳达峰碳中和战略目标提供了有益启示。

关键词: 交通基础设施; 碳排放强度; 普通最小二乘法 (OLS) 回归模型; 同群效应; 减污降碳

中图分类号: F205

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2026)01-0059-11

引言

减污降碳是可持续发展的基本前提, 也是应对全球气候变暖问题的现实需要^[1]。鉴于温室气体过度排放带来的环境问题, 中国于 2020 年在联合国大会上提出“双碳”目标。已有研究表明, 公路运输已被证明是中国目前碳足迹最大的运输方式^[2]。随着经济增

长方式转变和经济新常态的形成, 企业在环境保护和资源利用等方面面临着日益剧增的压力。以往以原材料和要素为导向的发展模式使企业难以实现长期可持续发展, 使得企业需要更加注重构建合理的能源消耗方式和环保高效的盈利模式。经济学视角中认为碳锁定源于环境外在性, 即经济主体在进行活动时未完全考虑其以外的事物产生的影响^[3]。当前, 已有许多学

收稿日期: 2024-04-22; **修回日期:** 2024-05-23

基金项目: 湖南省交通厅科技进步与创新计划项目 (201419)

作者简介: *陈赟 (1963—), 男, 博士, 教授, 研究方向为工程管理。E-mail: chenyl@csust.edu.cn (通讯作者)
金孜怡 (2000—), 女, 硕士研究生, 研究方向为工程管理。

引用格式: 陈赟, 金孜怡. 交通基础设施上市公司碳排放强度同群效应因素分析[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2026, 18(1): 59-69. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240047. CSTR: 32282.14.JES.20240047

CHEN Y, JIN Z Y. Analysis of Cohort Effect Factors on Carbon Emission Intensity of Listed Transport Infrastructure Companies [J]. Journal of Engineering Studies, 2026, 18(1): 59-69. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240047. CSTR: 32282.14.JES.20240047

者围绕交通基础设施碳排放问题展开研究。而减污降碳决策对交通基础设施企业而言是一项成本高、风险大且回报不明确的投资,同行企业的行为也许会包含一些极具价值但自己没有获取到的信息,模仿学习同行企业可以降低信息获取的不对称程度^[4]。企业低碳转型与其他企业的减污降碳行为密切相关。而同群效应就是指主体在市场发展中并不是独立做出决策,而是会根据处于市场类似地位的其他主体的相关信息做出决策的一种现象。因此,有必要研究交通基础设施企业的减污降碳决策是否具备同群效应,为鼓励交通基础设施企业低碳路线提供决策依据。但是,由于行为决策难以度量,本文将与减污降碳相关的碳排放强度指标作为替代。

从宏观角度分析,学者 Geels^[5]已证明通过对交通系统的结构变革降低80%的碳排放量。刘宽等^[6]学者提出了适用于交通基础设施的碳排放综合评价指标。石梦怡等^[7]研究了交通基础设施碳锁定的耦合效应,且根据时空演变规律提出了碳破解实现路径。徐海成等^[8]学者测算了中国绿色全要素生产率,并检验说明交通基础设施对绿色全要素生产率存在门槛效应。而后何吉成^[9]提出交通运输行业的碳排放长期处于高速增长模式,高速公路碳排放是其重要来源之一。随后林旭坤等^[10]构建了高速公路碳排放测算模型,提出了面向碳排放统计的基础数据清洗方法,并对碳排放测算所需基础数据进行了清洗。李婵等^[11]构建了高速公路沥青路面的碳排放测算模型。

然而目前许多关于交通行业能源方面的研究仍仅关注单一对象和方法,忽略了影响我国能源转型的关键因素^[12],因此逐渐有学者开始从中观及微观角度研究交通基础设施行业碳解锁问题。如王璐琪等^[13]学者从微观城市群的层面进行了交通基础设施碳减排路径研究,从碳减排过程跟踪体系、技术创新和碳减排目标顶层设计三个方面识别出碳减排路径。刘昕禹等^[14]对省域面板数据展开实证探究,研究了交通基础设施与产业结构之间的动态关系,研究表明产业结构对交通基础设施有显著影响。薛婧等^[15]利用省级面板数据实证得出交通基础设施与邻近地区污染存在空间溢出效应,完善的交通基础设施会弱化本地及邻地的地区污染。

综上所述,由于碳排放量等相关数据获取不易,现有关于交通基础设施碳减排的研究多从宏观角度展开,且微观视角研究较少,而考虑了交通基础设施企业之间的同群效应的报道更为少见。因此,本文引入同群效应,丰富了交通基础设施碳排放影响因素相关研究,从社会互动的视角研究交通基础设施企业碳排放的影响因素。为研究交通基础设施企业其他行为的同群效应提供参考,并为有效降低交通基础设施行业碳排放、促进企业绿色低碳转型提供理论依据。

1 理论发展与研究假设

1.1 企业碳排放强度同群效应的存在性

企业行为通常具有相互模仿性和学习性。在信息高度不对称的环境中,噪声信号和信息不对称是模仿的主要原因。市场中的高度信息不对称使企业很难获得准确信息,增加了做出错误决策的风险,故而企业会通过同群企业的决策进行学习和模仿以降低风险^[16]。且当企业面临的不确定性越大,决策者会更倾向于学习同群企业的信息^[17]。同时,由于采取绿色措施降低企业碳排放强度这种高风险行为的收益存在极大不确定性,企业为了规避风险,提升竞争能力,趋近于同群企业碳排放强度平均水平是企业权衡后的最优选择。总之,由于“趋利避害”的本能,焦点企业将依据行业同群企业的碳排放强度调整自身行为,触发交通基础设施企业碳排放强度的同群效应^[18]。

1.2 地理距离条件下企业碳排放强度同群效应触发机制分析

地理经济学认为,企业所处地理位置也会对企业决策造成影响^[19]。地理位置接近程度正向影响着企业的互动与了解。在通信成本较低条件下,企业间的学习和信息传播有利于非正式的知识累积,能够使得企业更容易通过观察竞争对手来获取有关企业决策的原始信息^[20]。

另一方面,企业的社交网络嵌入程度与地理位置密切相关。一般而言,企业相互之间的距离越近,企

业之间的社会网络嵌入程度越高,而联系广泛、互动频繁的企业对外界企业的信息获取成本较低,对其他企业的认知更为清晰,因此更容易出现企业间的模仿行为。

1.3 环境规制视角下企业碳排放强度同群效应调节效应分析

“环境规制”是指国家为了消除或减少环境污染,实现相应环境目标而采取的一系列管理、运营和监管措施^[21]。在生态经济学中,环境是一种公共的且非竞争或非排他性的特定资源。在交通基础设施企业追求利润的过程中,由于很少收到激励或补助,导致企业很少关注生产经营是否对自然环境造成了破坏。随着人们对环境关注程度的增加,中国政府正积极采取措施直接或间接对企业进行干预,企业需要更多地对其碳排放采取措施并进行管控,以此来应对外界的压力。当面临的环境规制越强,企业出于合法性目的遵循相关政策法规,减污降碳的成本便越高,而交通基础设施企业实施低碳战略产生的最终收益却具有较大不确定性,在这种情况下,交通基础设施企业没有驱动力采取措施降低其碳排放强度,学习交通基础设施同群企业的策略则更为保险^[22]。

1.4 行业竞争视角下企业碳排放强度同群效应调节效应分析

行业竞争作为外部性力量一直发挥着重要作用。行业内的激烈竞争通过加强外部环境变化的敏感程度从而影响交通基础设施企业对其他主体行为的模仿^[23]。面对较大的竞争压力,企业则会更加关注竞争对手的行为和战略^[24]。为了保持自己的市场地位或限制竞争对手,交通基础设施焦点企业会通过采取低碳战略来开拓新市场,从而在竞争中获得优势地位。此外,由于竞争压力的驱使,焦点交通基础设施企业对同群企业的行为动态高度敏感。如若发现同群企业实施低碳策略降低碳排放强度并取得竞争优势后,焦点企业也会主动跟随同群企业进行低碳转型以维持自身竞争优势、保护自身地位。

1.5 研究假设

基于上述分析,本文提出以下几点假设:

H1: 同群交通基础设施企业碳排放强度对焦点企业碳排放强度有正向影响,即企业碳排放强度存在同群效应。

H2: 地理距离会影响交通基础设施企业碳排放强度的同群效应,即焦点企业与同群企业之间的地理距离越近,同群企业碳排放强度对焦点企业的正向影响越大。

H3: 环境规制会正向影响交通基础设施企业碳排放强度的同群效应,即环境规制越强,企业碳排放强度的同群效应越为显著。

H4: 行业竞争强度会正向影响交通基础设施企业碳排放强度的同群效应,即行业竞争强度越大,企业碳排放强度的同群效应越显著。

2 研究设计

2.1 模型设定

为检验企业碳排放强度的同群效应,本文借鉴Matray^[25]的研究思路构建模型(1)[式(1)]研究检验假设H1和H2,即检验交通基础设施碳排放强度同群效应的存在性以及地理位置对其影响,预计 β_1 显著为正,但在扩大地理位置之后 β_1 显著性随着距离增加而减小:

$$Car_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 PEER_{i,t} + Controls_{i,t} + \sum Year + \varepsilon \quad (1)$$

为检验假设H3和H4,本文借鉴Leary等^[26]的研究思路构建了模型(2)[式(2)]进行实证检验,即检验企业碳排放强度同群效应的影响因素,本文预计环境规制对应 β_2 显著为正,行业竞争强度 β_2 显著为负:

$$Car_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 PEER_{i,t} + \beta_2 PEER_{i,t} \times M_{i,t} + Controls_{i,t} + \sum Year + \varepsilon \quad (2)$$

式中, i 、 t 分别代表企业和年度; $Car_{i,t}$ 代表 i 企业在 t 年度的碳排放强度; $PEER_{i,t}$ 代表 i 企业的同群企业在 t 年度的碳排放强度; $Controls_{i,t}$ 代表控制变量; $M_{i,t}$ 代表调节变量,分别通过同群企业环境规制、同群企业行业竞争强度测度; β_0 为常数项; β_1 及 β_2 表

示各变量的回归系数; Year为年份虚拟变量; ε 为残差项。当环境规制交乘项系数显著为正时, 说明企业低碳效应的同群效应增强; 当显著为负时, 说明企业低碳效应的同群效应减弱。当行业竞争强度交乘项系数显著为负时, 则企业低碳效应的同群效应增强, 反之则减弱。

2.2 变量设定

(1) 被解释变量: 焦点企业碳排放强度, 其中碳排放强度指企业单位营业收入对应的碳排放量。

(2) 解释变量: 同群企业碳排放强度, 焦点企业之外其他企业碳排放强度的平均值。本文中的同群企业的界定采用学者邓嘉宜^[27]的做法, 将与焦点企业地理位置邻近的其他企业作为同群企业, 本文以对应企业为圆点, 300 km为半径范围内的其他上市企业作为该企业的同群企业。

(3) 调节变量: ①环境规制, 采用企业所在地政府工作报告中有关“环境保护”主题的词频占报告总字数的比重作为环境规制的替代变量。比值越大则说明企业所在地区面临的环境规制压力越大。②行业竞争强度, 利用赫芬达尔系数(HHI)表示, 它是某一特定行业每个竞争主体市场份额的平方总和, 其值越高代表该行业竞争程度越低, 反之则竞争越激烈。

(4) 控制变量: 具体如表1所示。

2.3 样本选择和数据来源

选取2012—2021年中国交通基础设施运营行业及部分投资行业的沪深A股上市企业作为研究样本, 在获取原始样本之后, 按照如下标准进行筛选: (1) 剔除研究期内出现ST、*ST以及退市的样本。(2) 剔除上市不足一年的样本。(3) 剔除相关变量存在严重缺失的样本。经过上述处理, 本文总计得到34家交通基础设施行上市企业2012—2021年的面板数据。为了避免极端值对结论的影响, 对所有连续变量进行1%和99%水平上的缩尾处理。其中, 交通基础设施运营行业及部分投资行业的沪深A股上市企业数据来自Wind数据库, 其中企业绿色专利数据及环境规制数据来自CNRDS数据库, 其他数据来源于CSMAR数据库。本文使用STATA 17.0软件进行实证分析。

3 实证分析

3.1 描述性统计与相关性分析

表2展示了主要变量的描述性统计结果, 其中被解释变量Car与解释变量Peercar的均值均为1.508, 说明同一群体中的碳排放强度颇为相似, 证明本文的同群群体划分合理。Car和Peercar的标准差均较小, 表明全样本中各企业的碳排放强度相差不大, 这与研

表1 主要变量

Table 1 Main variables

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	焦点企业碳排放强度	Car	企业碳排放量与企业营业收入的比值
解释变量	同群企业碳排放强度	PEERcar	同群企业同一年度碳排放量与企业营业收入比值的平均值
调节变量	环境规制	ER	当地政府工作报告中与“环境保护”相关词汇词频占报告全文字数的比重
	行业竞争度	HHI	行业竞争度以赫芬达尔系数衡量
控制变量	企业规模	Size	总资产取自然对数
	企业价值	Tobin-Q	当期企业市值与总资产的比值
	政府补贴	Subsidy	收到的政府补助总额占总资产的比值
	绿色发明专利	Green	取企业绿色发明专利的对数
	企业盈利能力	ROA	即净利润 / 总资产
	资产负债率	Lev	即总负债 / 总资产
	企业年龄	Age	取企业年龄对数, 企业年龄以当前年度与企业成立年度差值+1计算
	年份效应	Year	根据研究区间设置虚拟变量

表2 主要变量描述性统计结果

Table 2 Results of descriptive statistics of main variables

变量	样本数 N	平均数 mean	标准 差SD	中位数 p_{50}	最小值 min	最大值 max
Car	340.000	1.508	0.202	1.484	1.025	2.662
Peercar	340.000	1.508	0.147	1.493	1.155	2.535
ER	340.000	0.065	0.006	0.065	0.053	0.078
hhi	340.000	0.135	0.180	0.073	0.062	0.918
Size	340.000	23.376	1.125	23.337	20.777	25.778
Lev	340.000	0.445	0.154	0.430	0.093	0.857
ROA	340.000	0.044	0.030	0.041	-0.060	0.115
FirmAge	340.000	2.939	0.390	3.045	1.609	3.497
TobinQ	340.000	1.200	0.397	1.066	0.799	2.804
sub	340.000	15.760	1.740	15.919	11.225	19.814
Green	340.000	0.494	0.885	0.000	0.000	3.611

究对象皆为交通基础设施企业有关。其他各控制变量的统计结果与已有研究基本一致，本文不再赘述。

表3表示同群企业碳排放强度Peercar与焦点企业碳排放强度Car在1%的水平上显著为正，表明在不控制其他因素的情况下，同群企业碳排放强度与焦点企业碳排放强度之间正相关，研究假设H1得到初步验证，即交通基础设施企业碳排放强度存在同群效应。而本文研究变量间相关系数的绝对值小于0.5，说明本文研究不存在过多的多重共线性问题。

3.2 回归结果分析

3.2.1 基准回归 为更好地识别企业碳排放强度的同

群效应及因素分析，在实证过程中设立两个模型：一个是基准固定效应模型；另一个是在基准模型的基础上引入调节变量的调节效应模型。相比基准回归模型，调节回归模型能有效分析同群效应中的其他影响因素，对同群效应的识别将更加准确，结果也更有说服力。表4结果显示，同群企业碳排放强度对焦点企业碳排放强度在1%水平上正向显著，因此本研究认为企业碳排放强度存在显著同群效应，假设H1成立。

进一步，为验证所提出的研究假设H2，本文通过改变同群企业的界定，研究同群效应程度是否会随着距离的增加而变化。具体方式如下，首先分别以相应企业为圆点，300、500、700千米为半径范围内的其他上市企业作为该企业的同群企业，以这些同群企业的平均碳排放强度变动来衡量相应的同群效应。其次，分别将这三种不同距离构造的同群效应带入模型（1）中的回归方程中进行估计。研究所关注的估计值与距离关系如表5所示，随着同群企业距离范围的增大，同群效应的显著性和估计值皆有不同程度的降低，甚至达到不显著。即证明交通基础设施企业碳排放强度同群效应随着距离的增大而降低，假设H2得以验证。

3.2.2 环境规制和行业竞争度的调节作用 表6报告了用模型（2）检验环境规制和行业竞争强度对交通基础设施企业碳排放强度同群效应调节作用的回归结果。从表6中Car(1)列可看出，环境规制变量ER与碳

表3 相关变量相关性统计表

Table 3 Correlation statistics of relevant variables

变量	Car	Peercar	Size	Lev	ROA	Age	TobinQ	Subsidy	Green
Car	1.000								
Peercar	0.202***	1.000							
Size	-0.089	-0.041	1.000						
Lev	0.071	0.007	0.218***	1.000					
ROA	0.012	-0.049	0.185***	-0.452***	1.000				
Age	-0.060	-0.096*	0.258***	0.199***	0.002	1.000			
TobinQ	0.056	0.075	-0.498***	-0.289***	0.041	-0.129**	1.000		
Subsidy	-0.032	-0.029	0.378***	0.135**	-0.069	0.043	-0.173***	1.000	
Green	-0.222***	-0.142***	0.436***	-0.010	0.060	0.213***	-0.237***	0.261***	1.000

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

表4 企业碳排放强度同群效应存在性检验

Table 4 Benchmark regression model

变量	Car(1)	Car(2)
Peercar	0.231*** (3.05)	0.209*** (2.78)
Size		-0.010 (-0.73)
Lev		0.205** (2.28)
ROA		0.856* (1.95)
Age		-0.030 (-0.95)
TobinQ		0.005 (0.13)
Subsidy		0.001 (0.19)
Green		-0.045*** (-3.01)
Constant	1.172*** (9.64)	1.368*** (4.04)
Observations	340	340
R-squared	0.060	0.113
Controls	N	Y
Year FE	Y	Y
r2_a	0.0316	0.0657

注：括号内数字表示对应变量的 t 值；空白区域表示该模型未引入对应变量；***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

排放强度同群变量Peercar的交乘项系数在5%水平下显著为正，说明环境规制对交通基础设施企业碳排放强度同群效应具有正向促进作用，即当企业面临的环境规制越强时，交通基础设施企业碳排放强度的同群效应更加显著，H3成立。表6中Car(2)列表明，行业竞争度变量HHI与碳排放强度同群变量Peercar的交乘项系数在5%水平下显著为负，而HHI越大代表行业竞争强度越弱，因此说明行业竞争强度同样对企业之间的同群效应具有正向调节作用，即当行业竞争强度越高时，交通基础设施企业碳排放强度的同群效应更加显著，H4成立。

3.3 稳健性检验

本文使用三种方法对模型进行稳健性检验。一是采用倾向评分匹配(propensity score matching, PSM)法试图解决样本选择问题：交通基础设施企业碳排放强度之所以同群一致性可能并不是因为它们采用了其他企业的经验，而是因为同一地区的企业具有

表5 随距离变化的企业碳排放强度同群效应程度检验

Table 5 Baseline estimation model with distance

变量	Car(1)	Car(2)	Car(3)
Peercar	0.209*** (2.78)		
Peercar_500		0.170* (1.78)	
Peercar_700			0.124 (0.97)
Size	-0.010 (-0.73)	-0.009 (-0.60)	-0.008 (-0.56)
Lev	0.205** (2.28)	0.205** (2.22)	0.209** (2.30)
ROA	0.856* (1.95)	0.876* (1.96)	0.821* (1.85)
Age	-0.030 (-0.95)	-0.034 (-1.03)	-0.035 (-1.09)
TobinQ	0.005 (0.13)	0.008 (0.19)	0.010 (0.25)
Subsidy	0.001 (0.19)	0.001 (0.16)	0.001 (0.17)
Green	-0.045*** (-3.01)	-0.048*** (-3.21)	-0.050*** (-3.32)
Constant	1.368*** (4.04)	1.402*** (3.89)	1.460*** (3.74)
Observations	340	332	340
R-squared	0.113	0.104	0.094
Year FE	Y	Y	Y
r2_a	0.0657	0.0556	0.0460

注：括号内数字表示对应变量的 t 值；空白区域表示该模型未引入对应变量；***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

相似的特点和相似的外部环境；二是变量替换，即改变被解释变量与解释变量的衡量方式，避免指标处理的特殊性，强化结论的普遍意义；三是参考李秋梅等^[28]的安慰剂检验模型，安慰剂检验尽可能排除其他可能的替代性解释，以此来证明同群效应确为同群企业相互作用的结果。

3.3.1 PSM法 针对样本选择导致的内生性问题，本文采用PSM法先对样本进行预处理，随后采用模型(1)[式(1)]进行估计。表7中Car(1)列显示了实证结果，可以看出经过PSM法处理之后，Peercar

表6 调节变量影响下企业碳排放强度同群效应检验

变量	Car(1)	Car(2)
Peercar	0.220*** (2.94)	0.168** (2.17)
Peercar_ER	28.087** (2.39)	
ER	-7.580** (-2.05)	
Size	-0.009 (-0.67)	-0.010 (-0.70)
Lev	0.203** (2.28)	0.206** (2.30)
ROA	0.801* (1.84)	0.842* (1.92)
FirmAge	-0.032 (-1.02)	-0.033 (-1.03)
TobinQ	0.006 (0.14)	0.017 (0.41)
Green	-0.043*** (-2.94)	-0.044*** (-2.95)
sub	0.002 (0.32)	0.001 (0.15)
Peercar_hhi		-1.233** (-1.98)
hhi		-0.017 (-0.24)
Constant	1.772*** (4.40)	1.426*** (4.16)
Observations	340	340
R-squared	0.138	0.124
Year FE	Y	Y
r2_a	0.0868	0.0715

注：括号内数字表示对应变量的 t 值；空白区域表示该模型未引入对应变量；***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

的系数为0.544，且在1%水平上显著，这表明交通基础设施企业碳排放强度同群效应是由于企业与同群企业之间学习模仿以及竞争产生的，并非自我选择的结果。

3.3.2 变量替换 初始企业碳排放强度源于企业碳排放总量与其当年营业收入的比值，为避免企业营业收入指标无法准确反映企业碳排放强度，本文采用企业每年的碳排放总量的对数值对核心变量进行替代，表7中lnCar(2)列显示了实证结果，结果显示Peercar的系数为0.108，且在5%水平上显著，因此结论稳健。

3.3.3 安慰剂检验 为避免研究结果受到不可观测因素影响，本文采用安慰剂检验验证研究稳健性。首先在保持同群群组大小不变的基础上，为焦点企业随机选取同群企业，随后用随机选取的同群企业相关变量进行检验。如果交通基础设施企业碳排放强度的同群效应由共同的外部因素导致，那么随机选取样本之后同群效应仍然存在，反之则说明交通基础设施企业同

表7 变量替换的稳健性检验

变量	Car(1)	lnCar(2)
Peercar	0.544*** (4.32)	0.108** (1.99)
Size	0.003 (0.13)	0.737*** (13.19)
Lev	0.210 (1.62)	0.843** (2.36)
ROA	0.150 (0.24)	2.653 (1.52)
Age	0.034 (0.72)	0.144 (1.13)
TobinQ	0.059 (1.05)	-0.212 (-1.36)
Subsidy	0.004 (0.40)	0.161*** (5.86)
Green	-0.056** (-2.55)	0.007 (0.11)
Constant	0.263 (0.52)	-8.809*** (-6.22)
Observations	183	340
R-squared	0.180	0.673
Year FE	Y	Y
r2_a	0.0951	0.655

注：括号内数字表示对应变量的 t 值；空白区域表示该模型未引入对应变量；***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

表8 安慰剂检验结果

主回归系数	样本数 (N)	概率 (P)
0.209	100	0.02

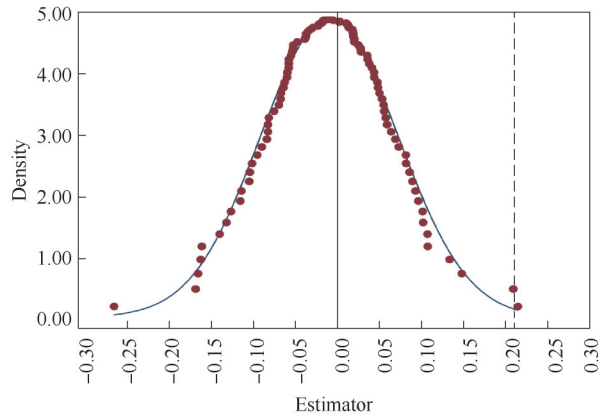


图1 安慰剂检验结果

Figure 1 Placebo test results

群效应是由于焦点企业参照了与其企业状况相似的同群企业。在100次模拟中，模拟回归系数的绝对值大多小于主回归系数0.209，表8显示了相应结果，并用图1进行可视化展示，估计系数均分布在0.00的附近，且服从正态分布，符合安慰剂检验结果，本文结

论稳健。

4 结论

交通基础设施企业在制定碳减排策略时, 并非孤立行事, 而是深受同行业内其他企业成功经验及当前决策的影响。本文聚焦于交通基础设施企业间的同群效应, 深入探究了中国交通基础设施企业中碳排放强度同群效应的存在性及其作用机理, 研究表明: 我国上市的交通基础设施企业在碳排放强度上展现出显著的同群效应, 即焦点企业的碳排放强度明显受到其所属群体内同群企业行为的影响。具体而言, 当同群企业的碳排放强度下降时, 焦点企业倾向于学习并模仿其决策, 进而也减少自身的碳排放强度。同群效应不仅揭示了交通基础设施企业在决策过程中会受到竞争对手信息的影响, 还印证了低碳转型过程中企业间的学习行为, 决策者通过观察和模仿同群企业的做法来降低决策的不确定性。随着地理距离的增加, 远离的同群企业对焦点企业

的影响力逐渐减弱, 这是由于距离造成的信息获取障碍增加了模仿行为的难度。此外, 环境规制与行业竞争强度均对交通基础设施企业的碳排放强度同群效应产生了正向推动作用, 其中环境规制的影响尤为显著。

基于上述发现, 可得出以下启示: 首先, 我国交通基础设施企业在构建低碳体系时, 应宏观审视环境, 利用碳排放强度的同群效应, 提升自身绿色低碳水平, 引领行业向高质量、高效率的绿色转型方向发展, 助力国家碳达峰、碳中和目标的实现。其次, 环境规制是推动交通基础设施企业绿色转型的有力工具, 能够弥补企业内在低碳建设动力的不足。鉴于我国交通基础设施企业在整体治污和碳减排方面尚处于起步阶段, 政府应加强环境监管, 利用同群效应促进企业间的互动与低碳转型, 降低碳排放污染。最后, 政府在制定低碳政策时, 可巧妙利用企业间碳排放强度的同群效应, 激发企业间的竞争与合作, 形成“滚雪球”般的积极效应, 从而提高政策监督的效率与效果。

参考文献

- [1] Ozturk I, Acaravci A. CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Turkey[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14(9): 3220–3225.
- [2] 李琳娜, Becky P.Y.Loo. 中国客运交通的碳排放地理特征与展望[J]. *地理研究*, 2016, 35(7): 1230–1242.
Li L N, Loo B. Carbon dioxide emissions from passenger transport in China: Geographical characteristics and future challenges[J]. *Geographical Research*, 2016, 35(7): 1230–1242.
- [3] 方航, 陈前恒. 社会互动效应研究进展[J]. *经济学动态*, 2020(5): 117–131.
Fang H, Chen Q H. Research progress on social interactions[J]. *Economic Perspectives*, 2020(5): 117–131.
- [4] Zheng S Q, Kahn M E, Sun W Z, et al. Incentives for China's urban mayors to mitigate pollution externalities: the role of the central government and public environmentalism[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2014, 47: 61–71.
- [5] Geels F W. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 24: 471–482.
- [6] 刘宽, 白云, 王创, 等. 交通基础设施项目的综合碳排放评估探究[J]. *环境科学与技术*, 2017, 40(10): 185–190.
Liu K, Bai Y, Wang C, et al. Study on the comprehensive carbon-emission assessment of infrastructure projects[J]. *Environmental Science & Technology*, 2017, 40(10): 185–190.
- [7] 陈赞, 石梦怡, 马崇森. 省域交通基础设施碳锁定系统耦合效应时空演化[J]. *铁道科学与工程学报*, 2023, 20(3): 1127–1138.
Chen Y, Shi M Y, Ma C S. Spatial and temporal evolution of coupling effect of carbon locking system in provincial transportation infrastructure[J]. *Journal of Railway Science and Engineering*, 2023, 20(3): 1127–1138.
- [8] 徐海成, 徐思, 张蓓齐. 交通基础设施对绿色全要素生产率的影响研究: 基于门槛效应的视角[J]. *生态经济*, 2020, 36(1): 69–73, 85.
Xu H C, Xu S, Zhang B Q. Research on the influence of transportation infrastructure on green total factor productivity based on the

- threshold effect[J]. *Ecological Economy*, 2020, 36(1): 69–73, 85.
- [9] 何吉成. 京哈高速公路车辆碳排放估算[J]. *工业安全与环保*, 2014, 40(5): 84–85, 36.
He J C. The carbon emission from vehicles of beijing–harbin highway[J]. *Industrial Safety and Environmental Protection*, 2014, 40(5): 84–85, 36.
- [10] 林旭坤, 张扬, 罗芷晴, 等. 高速公路网车辆碳排放测算方法研究[J]. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 2022, 50(9): 22–28.
Lin X K, Zhang Y, Luo Z Q, et al. Study on measuring method of vehicle carbon emission in expressway network[J]. *Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition)*, 2022, 50(9): 22–28.
- [11] 陈赞, 李婵, 李晶晶. 高速公路沥青路面施工机械碳排放测算模型[J]. *公路工程*, 2019, 44(1): 140–144.
Chen Y, Li C, Li J J. The carbon emission calculating model of the asphalt pavement construction machineries of highway[J]. *Highway Engineering*, 2019, 44(1): 140–144.
- [12] Stern P C, Sovacool B K, Dietz T. Towards a science of climate and energy choices[J]. *Nature Climate Change*, 2016, 6: 547–555.
- [13] 王璐琪, 叶启智, 叶洁良. 多层次视角下城市群交通基础设施系统碳减排推进路径[J]. *生态经济*, 2023, 39(7): 86–92.
Wang L Q, Ye Q Z, Ye H L. The promotion path of carbon emission reduction in urban agglomeration transportation infrastructure system from a multi-level perspective[J]. *Ecological Economy*, 2023, 39(7): 86–92.
- [14] 刘昕禹, 杨明洪, 吴晓婷. 交通基础设施、产业结构与农业碳排放[J]. *云南财经大学学报*, 2022, 38(9): 1–16.
Liu X Y, Yang M H, Wu X T. Transportation infrastructure, industrial structure and agricultural carbon emissions[J]. *Journal of Yunnan University of Finance and Economics*, 2022, 38(9): 1–16.
- [15] 薛婧, 张梅青, 邢玉平. 财政压力与环境污染: 交通基础设施区域非均衡视角[J]. *软科学*, 2019, 33(3): 9–12.
Xue J, Zhang M Q, Xing Y P. Fiscal pressure and environmental pollution: From the perspective of regional transportation infrastructure difference[J]. *Soft Science*, 2019, 33(3): 9–12.
- [16] 陈瑶雯, 穆军. 企业违规行为同群效应对实体部门经营风险的影响[J]. *统计与决策*, 2022, 38(11): 183–188.
Chen Y W, Mu J. The Influence of peer effect, an Enterprise Violation, on the Operational Risk of Entity Departments[J]. *Statistics & Decision*, 2022, 38(11): 183–188.
- [17] Ellison G, Fudenberg D. Rules of thumb for social learning[J]. *Journal of Political Economy*, 1993, 101(4): 612–643.
- [18] 王旭, 褚旭. 制造业企业绿色技术创新的同群效应研究: 基于多层次情境的参照作用[J]. *南开管理评论*, 2022, 25(2): 68–81.
Wang X, Chu X. Research on the peer group effect of green technology innovation in manufacturing enterprises: reference function based on multi-level situation[J]. *Nankai Business Review*, 2022, 25(2): 68–81.
- [19] 原东良, 李建莹, 尚铎. 企业创新投资的城市同群效应研究[J]. *审计与经济研究*, 2022, 37(2): 116–127.
Yuan D L, Li J Y, Shang D. Research on the city peer effect of enterprise innovation investment[J]. *Journal of Audit & Economics*, 2022, 37(2): 116–127.
- [20] Kelchtermans S, Neicu D, Teirlinck P. The role of peer effects in firms' usage of R&D tax exemptions[J]. *Journal of Business Research*, 2020, 108: 74–91.
- [21] 刘廷廷. 环境规制对制造业生产率的影响研究[D]. 长春: 吉林大学, 2023.
Liu T T. The influence of environmental regulation on manufacturing productivity[D]. Changchun: Jilin University, 2023.
- [22] 吴蝶, 朱淑珍. 企业环境信息披露的同群效应研究[J]. *预测*, 2021, 40(1): 9–16.
Wu D, Zhu S Z. The peer effect of corporate environmental disclosure[J]. *Forecasting*, 2021, 40(1): 9–16.
- [23] March J G. Decisions in organizations and theories of choice[J]. *Journal of Materials Science*, 1981, 40(7): 1763–1765.
- [24] 陆蓉, 王策, 邓鸣茂. 我国上市公司资本结构“同群效应”研究[J]. *经济管理*, 2017, 39(1): 181–194.
Lu R, Wang C, Deng M M. "Peer effect" in capital structure of China's listed firms[J]. *Business Management Journal*, 2017, 39(1): 181–194.
- [25] Matray A. The local innovation spillovers of listed firms[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 141(2): 395–412.
- [26] Leary M T, Roberts M R. Do peer firms affect corporate financial policy?[J]. *The Journal of Finance*, 2014, 69(1): 139–178.
- [27] 邓嘉宜. 中国上市公司行为的同群效应研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
Deng J Y. Research on the influence of peer effects on China's listed corporate policy[D]. Changsha: Hunan University, 2018.
- [28] 李秋梅, 梁权熙. 企业“脱实向虚”如何传染?: 基于同群效应的视角[J]. *财经研究*, 2020, 46(8): 140–155.
Li Q M, Liang Q X. How does "transforming the economy from substantial to fictitious" spread? Based on the perspective of peer effects[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2020, 46(8): 140–155.

Analysis of Cohort Effect Factors on Carbon Emission Intensity of Listed Transport Infrastructure Companies

CHEN Yun*, JIN Ziyi

School of Traffic and Transportation Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China

Highlights

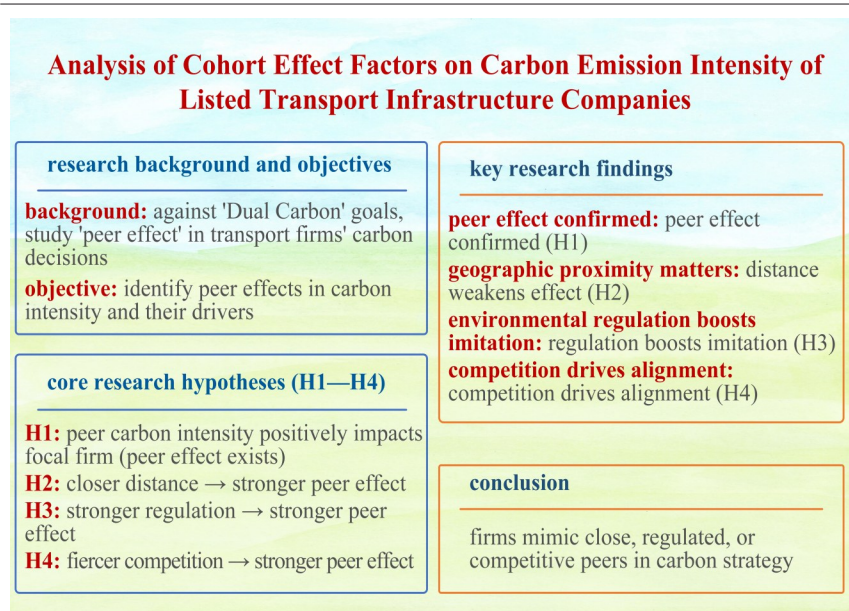
Carbon intensity among transportation infrastructure firms exhibits a significant peer effect, reflecting the influence of peer behavior on corporate low-carbon decisions.

Geographic proximity is a key boundary condition for the peer effect, which weakens markedly as distance increases.

Environmental regulation and industry competition significantly amplify the peer effect, highlighting how external pressures drive green decision-making.

The study offers a “behavioral interdependence” policy perspective, suggesting that leveraging peer effects can foster sector-wide collaborative decarbonization.

Graphical Abstract



Abstract: Low-carbon development serves as a fundamental prerequisite for sustainable development and a vital measure in addressing the global warming issue. Currently, road transport stands as the dominant mode of transportation with the largest carbon footprint in China. Facing the new normal of economic development, transport infrastructure enterprises must embark on a low-carbon transformation. The carbon emission intensity of these enterprises is intricately linked to their low-carbon behavioral decisions. The decision to mitigate pollution and reduce carbon emissions constitutes a costly and risky investment endeavor for transport infrastructure enterprises, often requiring non-independent decision-making. The coherence in carbon emission intensity among listed transport infrastructure companies bears implications on the green and low-carbon transformation of these enterprises.

This paper employs the OLS regression model, utilizing data from China's A-share transport infrastructure listed companies spanning 2012 to 2022. It constructs two primary models: one for testing the existence of cohort effects within transport infrastructure enterprises, and another for examining the moderating effects of these cohort effects. The analysis delves into the cohort effect of carbon emission intensity within China's transport infrastructure industry and its underlying influencing factors, while also investigating the contributors to the cohort effect on enterprises' carbon emission intensity. Additionally, the study examines the factors that give rise to the cohort effect in enterprises' carbon emission intensity.

Key findings reveal: ① A significantly positive cohort effect is observed among transport infrastructure cohort enterprises at the 1% level, regarding carbon emission intensity. ② The geographical distance between the focal enterprise and cohort enterprises diminishes the cohort effect on carbon emission intensity within transport infrastructure enterprises. ③ Both environmental regulation and industry competition intensity, as moderating variables, amplify the cohort effect on enterprises' carbon emission intensity, with environmental regulation exerting a more pronounced influence.

Finally, based on the findings of this paper, the following insights emerge: ① Transportation infrastructure enterprises are effectively motivated to enhance their green and low-carbon performance through the cohort effect of carbon emission intensity,

thereby guiding the industry towards high-quality, efficient green transformation and advancing China's carbon peaking and neutrality goals. ② Environmental regulation can serve as a catalyst for promoting the green transformation of transport infrastructure enterprises. The government can strengthen environmental regulations for enterprises, harnessing the cohort effect to encourage inter-enterprise collaboration, thereby reducing carbon emissions and facilitating low-carbon transformation. ③ When crafting low-carbon policies, the government can capitalize on the cohort effect of carbon emission intensity among transport infrastructure enterprises, fostering an inter-enterprise competition "snowball" effect and enhancing the efficacy of government oversight.

Keywords: transport infrastructure; carbon intensity; OLS regression modelling; cohort effect; pollution and carbon reduction