

引入碳交易体系下公交企业的可持续发展

陈源, 赵磊, 韦博文, 李昱彤, 王路

江苏大学土木工程与力学学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2024年4月16日; 录用日期: 2024年5月18日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

交通运输业是承载人类社会经济活动的重要部门。随着我国城镇化进程的推进, 交通运输行业的能源消耗和碳排放呈现出不断增长的趋势。而随着人们经济发展和生活水平的提高, 公交公司如今处境不容乐观。碳交易作为碳减排的重要手段, 将其引入交通行业极有必要, 然而如何用正确的方法将碳交易系统引入公交系统是当今社会急需考虑的问题, 本文通过引入碳交易系统下的碳配额, 碳普惠制, 碳户籍三种制度, 通过协同发展, 构建出一种以公交为中心的交易机制。为交通减碳提供了借鉴。

关键词

碳交易, 碳配额, 碳普惠制, 碳减排, 碳户籍

Sustainable Development of Public Transportation Enterprises under the Introduction of Carbon Trading System

Yuan Chen, Lei Zhao, Bowen Wei, Yutong Li, Lu Wang

School of Civil Engineering and Mechanics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 16th, 2024; accepted: May 18th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

The transportation industry is an important sector that carries out human socio-economic activities. With the advancement of urbanization in China, the energy consumption and carbon emissions of the transportation industry are showing a continuous growth trend. With the development of people's economy and the improvement of their living standards, the current situation of public transportation companies is not optimistic. As an important means of carbon emission reduction, it is extremely necessary to introduce carbon trading into the transportation industry.

However, how to introduce the carbon trading system into the public transportation system in a correct way is an urgent issue to be considered in today's society. In this paper, through the introduction of three systems under the carbon trading system, namely, carbon quota, carbon universal benefit system, and carbon registered residence, and through coordinated development, a public transportation centered trading mechanism is constructed. This provides a reference for reducing carbon emissions in transportation.

Keywords

Carbon Trading, Carbon Quota, Carbon HP System, Carbon Reduction, Carbon Registered Residence

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 研究背景及现状

1.1. 研究背景

为了应对全球气候变化,我国在国际社会宣布:力争2030年前实现“碳达峰”、2060年前实现“碳中和”。我国交通部门碳排放量占全国碳排放总量10%左右[1],是第三大温室气体排放部门,仅次于能源供应和工业生产部门,也是近二十年来能源消耗增长最快的部门。于此同时,在“低碳经济”“绿色生活”等概念的影响下,公共交通对于节能减排和人员的出行上的作用被社会逐渐重视。然而,由于公交车存在着时间与路线上的问题,缺乏对人们的吸引力,导致现在大部分公交公司处于亏损状态。并且由于缺乏资金对公交进行改善,进一步陷入恶性循环。随着政府补贴的逐渐取消,为公交公司设计一套新的运营体系势在必行。

1.2. 研究现状

随着全球气候变化问题不断升温,低碳经济发展已经成为国际社会的共同关切。中国作为全球最大的温室气体排放国之一,也意识到应对气候变化的紧迫性,并采取积极的政策举措推动低碳经济的发展。2016年,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》明确提出发展低碳经济的战略目标,强调通过降低碳排放来促进可持续发展。这一政策文件的出台为碳交易在中国的发展提供了坚实的政策基础,也凸显了其在中国低碳经济转型中的重要性。此外,2017年,在《全国碳排放权交易市场建设方案》中进一步明确了中国政府对碳交易的战略规划。随后,2020年12月31日,生态环境部发布了《碳排放权交易管理办法(试行)》,预示着碳交易在全国范围内将正式铺开。这一系列文件的发布进一步凸显了中国政府在低碳经济发展中的承诺,并为碳交易机制的研究提供重要支持。

当前对于碳排的处理手段主要有碳交易与碳税两种。碳税机制的交易成本包括税额的确定,以及税收的收取和管理费用。这些与市场价格弹性有关,也就是居民是否对价格上升敏感,进而采用减少排放的手段出行。同时如果碳税价格过低,可能无法起到减排的作用;如果碳税价格达到有效率的高度,则会面临着居民的抵触情绪。同时,也面临着政府能否将所征得的碳税合理再分配的问题。[2]碳交易作为一种缓解气候变化的市场化减排机制,通过控制碳排放总量,并允许碳配额交易,为排放主体提供了灵活的履约方式,可以降低全社会减排成本,帮助国家更确定、更高效、更经济地实现既定减排目标。[3] [4]

综合考虑现在的公交环境，使用碳交易更加合理。

然而，当前碳交易市场主要包含发电行业、钢铁、建材、有色、化工、石化、造纸、航空等主要产业，在交通领域研究较少。随着现在人们的重视程度的上升以及碳交易市场的基本成熟，将公共交通行业纳入碳交易体系刻不容缓。

参考过往文献，在关于交通行业，有人提出过碳积分制，即通过积分管理来进行对公交公司后补贴时代的发展，然而积分管理存在法律问题等缺陷，也有人提到过碳普惠制来管理，但是碳普惠制并不适用与大型企业。本文将从可持续发展的角度，将碳配额，碳普惠制协同发展作为公交公司的发展方式做一个诠释。

2. 机制体制构建

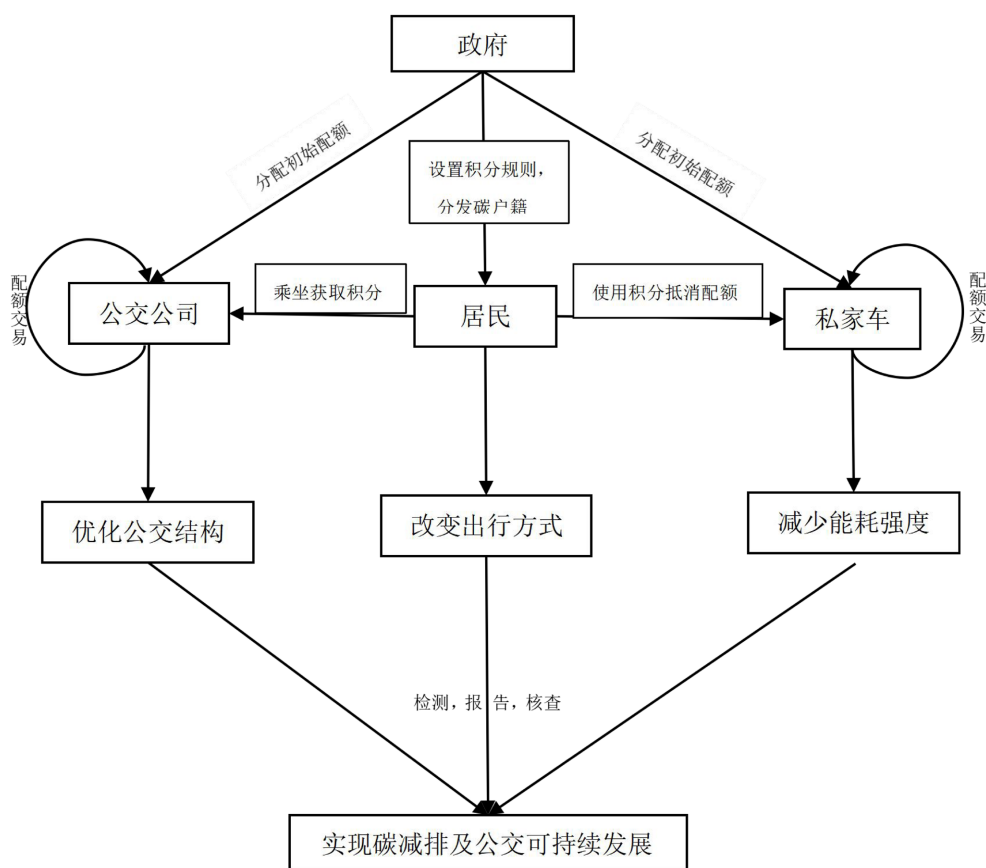


Figure 1. Structural composition diagram

图 1. 结构成分图

公共交通作为具有具有社会福利性质的交通部分，成分较为复杂，有政府作为主导者，企业作为施行者，居民作为使用者。结构成分如图 1 所示。

政府作为主导者，在开始期间根据本年度的减排目标为公交公司分发一定的碳配额，并为居民开设碳户籍，在实施期间，政府作为监督者贯穿时间，提供规则的制定和处罚。

公交企业作为施行者，可以凭借优化公交结构等方法获取政府更多的配额分配，与此同时，每次公交使用都将消耗一定的配额，超过配额必须向碳交易市场进行购买购买量设定上限，多余配额可以出售。

居民作为使用者，政府将为一个城市的居民每人每年有一个小轿车驾车用的碳配额，每个人驾车的

碳排放量在限额内可以自由行使，超过额度就必须购买他人的碳额，否则就不能驾车上路；每个人的碳额可以自己用，节约的碳额也可以任意出售给他人从而得到一定的收入，出售碳额的人没有了碳额就不能驾车出行，如果还想驾车出行就必须购买其他人的碳额；碳额的价格由碳交易市场而来；每个人最多的碳额购买量有上限；居民若不想被碳额束缚可以购买电动车和清洁能源车；[5]同时居民在乘坐公交时获取一定的积分，积分可以用来抵消一定的配额，但不可以超过总配额的 5% [5]。

在这个体系中，政府的配额分配应是逐年降低，居民为了获取碳积分会在可坐公交与不可坐公交的情况下更加倾向于乘坐公交，公交公司为了获取尽可能多的配额也会尽可能优化自身的车体结构与改善车体环境[6] [7] [8]。

3. 模型中各个数据计算

3.1. 公交的配额分配

碳配额，全称为“碳排放限额”，也叫“碳指标”，是指经过政府主管部门核定，企业所获得的一定时期内向大气中排放的温室气体的总量。参考在以往的碳配额分配方式，配额分配大多为免费赠与与拍卖所得两种方式，在本文的配额分配上将使用免费分配的赠与方式。在公交公司的碳配额计算上，现在存在历史排放法，历史碳强度下降法，行业基准线法三种方法。考虑到不同地区的公交企业碳排量具有较大的差异。本文将使用历史碳强度下降法，参考祖父原则，取其三年之前的碳排放量作为一个基础，同时考虑到车辆结构进行综合赋值。计划使用公交公司的排放因子包含不同类比公交车，得到每个公交公司的总碳排量，[9]考虑到电动公交的碳排无法用这种方式进行计算，因此，考虑引入新能源公交配额的计算方式，对此引入公式：

$$Q = CE * (1 - P) + \sum HC \quad (1)$$

$$CE = \sum (SEC_{x,j} + TD_j + N_j + EFCO_{2,x}) \quad (2)$$

$$HC_i = (GCO_2 - HCO_{2,i}) * HD_i \quad (3)$$

式中：Q 为预计碳配额(kgCO₂)；P 为本年预计降低份额(%)；HC_i 为该类电动公交车相对油车的碳减排量(kgCO₂)；CE 为项目中公交车系统的年排放总量(kgCO₂)；SEC_{x,j} 为公交车类型 j 对燃料类型 x 的消耗率(L/km, kW·h/km, kg/km, m³/km)；TD_j 为项目中公交车类型 j 的年运输距离(km)；N_j 为项目中公交车类型 j 的数量(辆)；为燃料类型 x 的 CO₂ 排放因子(kgCO₂/L, kgCO₂/kW·h, kgCO₂/kg, kgCO₂/m³)；G_{CO₂} 燃油车一公里 CO₂ 排放量(kgCO₂)；H_{CO₂,i} 该纯电动车一公里耗电的 CO₂ 排放量(kgCO₂)；HD_i 为该类电动公交的总运营量(kg)。

3.2. 居民积分的获取

而积分的获取与居民的乘坐里程联系，进行阶梯式的奖励，每公里的积分奖励参考[10]减碳量计算。考虑到防止恶意刷取积分的公平性，以及对于公交的需求。分配方式为，使用替代法计算基准线，在基准线情况下各交通工具的碳排放量计算。

$$JC_i = YZ_i * XH_i \quad (4)$$

$$JC_p = JC_i / P \quad (5)$$

式中 JC_i 为该类公交工具的碳排量，YZ_i 为该交通工具的没公里消耗燃料量，XH_i 为该燃料的燃料因子；JC_p 为平均每人的碳排放量；P 为总人数。

与此同时，需计算公交车平均每人碳排放量。

$$CE = \sum (SEC_{x,j} + TD_j + N_j + EFCO_{2,x}) \quad (6)$$

$$CE_p = CE/P \quad (7)$$

P 为公交公司的客运总量。

计算每个顾客的碳减排量为

$$JP_p = JC_p - CE_p \quad (8)$$

式中 JP_p 代表每个顾客将出行方式改变为公交车的碳减排量, 可以近似为碳积分, 同时考虑到距离的影响, 结合居民的出行意愿。乘坐距离在 0~2 公里以内, 每公里获取积分为 0.9 JP_p , 在这个距离内大部分人会考虑使用自行车或者步行的方式进行目标的抵达; 乘车距离在 2~5 公里, 每公里获取积分为 JP_p , 在这个距离是公交车接待人数较多的距离; 在乘车距离为 5~10 公里, 每公里获取积分为 1.1 JP_p ; 在这个距离大部分人会考虑进行打车或者开车等方式抵达目的地, 需要进行鼓励; 在 10~20 公里每公里提供 0.5 JP_p 积分, 在这个里程的顾客已经超过的大部分情况的城市内行动; 在公里数超过 20 公里的里程不提供积分奖励。以防恶意刷分。

居民获取积分需下载由政府提供的软件, 并且政府在公交前后安装感应器, 乘客需在上车时打开软件, 靠近感应器以激活, 下车时靠近感应器关闭, 结束该里程的碳积分换算。未关闭的里程将持续两小时, 两小时内未关闭的里程将记为无效。

3.3. 居民的个人碳户籍

碳户籍作为一种平衡私家车的配额分配方式引入本文, 在交通交通减碳的讨论中, 私家车占据很大的地位。本文计划将碳配额引入私家车, 然而私家车不具有碳配额分配对象: 较大而较少的特征, 因此构造碳户籍来解决这一问题。碳户籍理论是以控制和减少人类活动造成的二氧化碳排放量为目标, 为个人和家庭建立碳使用账户, 在此基础上对碳帐户分配碳额、核算碳额消费、提供碳额交易平台、制止和处罚超碳额排碳行为的系统方法。[11]碳户籍理论主要由碳户籍概念、碳户籍管理制度和管理系统、碳户籍制度实施办法及效果检验系统等组成。

碳户籍与碳配额的区别在于碳配额是指大型企业之间的碳配额交易, 碳户籍是指个人之间的碳配额分配, 对于企业而言, 个人的碳配额是十分少的, 但是为了防止囤积, 个人碳配额交易应该与企业碳配额分开。

在本文碳户籍管理制度中, 碳户籍管理系统中的管理者是政府各级碳管理部门; 管理对象是个人和家庭; 管理内容是个人和家庭使用私家车出行所造成的二氧化碳排放量。在碳户籍的配额分配上面, 私家车具有许多属性, 如上学, 通勤, 旅游等, 排除货运, 私自跑车等商用用途, 个人建议将里程作为划分的标准是比较合理的。这样在一方面反映出居民的私家车使用情况, 另一方面具有足够的简洁性, 适合在多个区域进行堆放。

$$SP_i = Q_i * L_i \quad (9)$$

$$PE_i = K * SP \quad (10)$$

式中 SP_i 为某车一年的碳排放量; Q_i 为该车使用燃料每公里碳排量; L_i 为该车的年里程; SP 为碳排放量平均值; PE_i 为分配的碳配额量; K 为每年设定的比例。

在计算上, 将取前三年的碳排放量的平均值得到所需碳排放量 SP , 根据每年的减碳目标设定每年的 K 值。起到逐年递减的作用。

4. 结论

4.1. 如何优化公交结构

在该机制中, 居民将会通过乘坐公交车来获取积分, 公交公司也可以通过售卖多余的配额获取一定

的资金。与此同时,在公交公司配额分配的比例上面,我们考虑到关于公交公司的公交结构组成问题,在配额分配计算中加入了电动公交的配额提供,在配额分配的计划和,油车的配额分配将会是以每年递减的模式进行递减,而电动公交车的配额分配每年不变。因此,在模型的分配下,每年公交公司需要拿出一部分收益来进行公交车结构的升级,通过更迭部分公交车来确保下一年碳配额的充足。

4.2. 居民出行方式的改变

居民外出出行是否选择公交出行是一个决策性问题,出行者的决策行为处于动态变化的环境中,在决策的过程中,出行者选择不同出行方式将会获得相对应的盈利,并且在每一次决策后,出行者通过不断的学习积累,了解得到对自己最有利的出行方式,并动态调整自己的出行方式选择,从而尽可能高的提高自己所能获得的效用。经过长时间的演化后,一种决策策略采纳范围的变化将会引起出行者盈利的变化(增加或者减少),从而使出行者的出行方式选择分布适宜“优胜劣汰”的发生演化规律。在设计机制中,乘坐公交出行的人很明显比乘坐私家车出行的人所获得的利益高,根据肖海燕等人研究的公共交通选择方式的演化博弈一文可得[12][13][14],在此模式下,选择公交出行的比例将逐渐趋向于100%。

4.3. 私家车能耗的减少

在该制度下,私家车的碳配额可以通过碳户籍通过交易,或者通过碳积分进行抵消。但是从整体来看,私家车的碳排放量将处于下降趋势。

5. 结语

目前,虽然我国已经在碳交易系统中纳入八大行业,并且进行了城市试点,但是居民的普知率依然不高,居民的了解仍然建立在道德意识上,使得我国的碳减排能力未能完全释放,减排效率很低下。而交通领域又是碳排的大户而未纳入碳交易系统,于此同时,城市公交作为社会福利减碳措施的一种在逐渐消失。在此基础上,本文秉承着“公交先行”“可持续发展”“碳达峰,碳中和”的思想,通过整合碳交易中的碳配额,碳普惠制,碳户籍制,构造出可量化的,清晰的交易链,建立出一套以公交为中心的交通机制,通过利益诉求激发人们的减排意识。同时在此过程中,帮助公交公司摆脱后补贴时代的破产危机,为其注入新鲜血液。

参考文献

- [1] Birol, F. (2020) CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights (2020 Edition). OECD/IEA, Paris, 2020.
- [2] 赵继敏. 超大城市交通碳减排的激励机制与实现途径[J]. 生态经济, 2021, 37(9): 34-39.
- [3] 周迪, 刘奕淳. 中国碳交易试点政策对城市碳排放绩效的影响及机制[J]. 中国环境科学, 2020, 40(1): 453-464.
- [4] 李哲奇, 陈虎, 安志馨. 城市共享单车服务质量对消费者心理行为的驱动性研究[J]. 东岳论丛, 2022, 43(2): 136-146.
- [5] 李文翔, 唐桂孔, 刘博, 王银, 余海军. 基于摩拜骑行数据的上海市共享单车减排效益时空分析[J]. 环境科学学报, 2021, 41(11): 4752-4759.
- [6] 冀鹏飞. 农业碳汇纳入自愿减排交易机制的法制进路研究[J/OL]. 华中农业大学学报(社会科学版), 1-12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1558.C.20240416.1645.002.html>, 2024-04-24.
- [7] 舒征宇, 张玉颜, 李黄强, 等. 基于绿-碳交易机制的综合能源优化调度方法[J/OL]. 计算机仿真, 1-11. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3724.TP.20240419.0935.002.html>, 2024-04-24.
- [8] 韩小雅, 杨鑫源, 张会臣. 碳交易政策下绿色平台供应链系统优化策略研究[J/OL]. 系统科学与数学, 1-15. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2019.o1.20240415.1914.010.html>, 2024-04-24.
- [9] 单汨源, 李林凤, 张人龙, 等. 考虑碳交易的公共交通政府补贴博弈模型研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(18): 244-250.

-
- [10] 郭洪旭, 黄莹, 廖翠萍, 等. 碳普惠制下居民公交车出行减碳量核算方法研究——以广州市为例[J]. 生态经济, 2019, 35(6): 44-48.
- [11] 赵立祥, 吴松岭. 碳户籍理论框架及减排效果研究——基于私家车管控的比较[J]. 中国经济问题, 2017(2): 107-117.
- [12] 肖海燕. 基于演化博弈的公共交通、共享汽车与私家车的博弈分析[J]. 运筹与管理, 2019, 28(8): 35-40.
- [13] 杨露萍, 钱大琳. 小汽车通勤向公共交通转移演化博弈分析[J]. 北京交通大学学报, 2014, 38(2): 151-156.
- [14] 陈星光, 周晶, 朱振涛. 城市交通出行方式选择的演化博弈分析[J]. 管理工程学报, 2009, 23(2): 140-142+130.