

湖北省新能源汽车产业效益优化仿真研究

叶 珊¹, 夏雅雯², 季喆喆¹, 杨丹庆¹

(1. 江汉大学 商学院, 武汉 430056; 2. 江汉大学 人工智能学院, 武汉 430056)

摘要:“双碳”背景下,新能源汽车产业成为湖北汽车产业转型升级改革创新的新机遇。通过对湖北省新能源汽车市场存量进行仿真分析发现,湖北省新能源汽车存量呈现上升趋势,2028 年其购买意愿超过传统燃油汽车购买意愿,未来将成为湖北省汽车市场主流。在此基础上,对湖北省新能源汽车产业效益进行仿真分析,发现消费者环境效益的负面作用是对环境产生负面影响的主要原因,生产企业经济效益是综合效益减少的主要影响因素。

关键词:新能源汽车;系统动力学;市场存量;产业效益

中图分类号:F062.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)09-0036-07

2018 年,全国新能源汽车产量高达 127 万辆,同比增长 59.9%,而湖北省新能源汽车产量 6.7 万辆,同比增长 15.8%,增幅低于全国平均水平^[1]。2018—2021 年,湖北汽车产量居全国第 4 位,但逐步呈下降趋势,湖北汽车产业发展呈疲软落寞之势。2019 年,武汉市汽车产量同比下降 10%,新能源汽车产量却逆势上扬,总产量超过 1.5 万辆,其中新能源乘用车产量增幅 50%^[2]。在绿色革命背景下,2020 年,中国提出要在 2030 年和 2060 年分别实现“碳达峰”和“碳中和”的双碳目标。2021 年,全国统一的碳排放权交易市场正式开启上线交易,登记结算系统设在武汉。至此,发展新能源汽车成为湖北省加快汽车产业转型升级、培育新的经济增长点和提升竞争优势的战略举措。

1 相关文献

国外关于新能源汽车的研究较早,对新能源汽车市场规模的研究成果相对成熟。Cheron 和 Zins^[3]发现影响消费者选择电动车的主要因素有使用范围、最大速度、充电时间和成本等。Dagsvik 等^[4]通过随机模型对比研究发现价格和行驶里程是影响新能源汽车购买的主要因素。Nijhuis 和 Van den Brug^[5]研究发现国家对新能源汽车产业的重视、推广及财政投入能很好地刺激消费者对新能源汽车的选购。Gallagher 和 Muehlegger^[6]指出减免

新能源汽车相关税收,特别是免征营业税、减免所得税,能很好地刺激消费者对于新能源汽车的选择。Hu 和 Green^[7]对基础设施建设与混合动力汽车市场规模的影响进行研究,发现基础设施数量的增加将导致电动汽车数量的增加。He 等^[8]研究指出消费者环保意识的增强对消费者选购新能源汽车有积极促进作用,消费者认为选择新能源汽车能对资源危机、能源危机、环境保护等方面有积极的作用。

国内学者关于消费者对新能源汽车产业发展的研究起步相对较晚,多为对新能源汽车产业发展进行预测和实证研究。王夏芳^[9]指出财政补贴对消费者购买新能源汽车意愿有最为显著的激励作用,其次是相关税收减免、相关配套设施的完善等因素。李晓静^[10]提出免征购置税、消费者预期、充电桩数量显著影响消费者对新能源汽车的选择。刘全明^[11]认为道路通行政策是影响电动物流汽车推广的重要因素,对燃油物流汽车的通行限制越多,物流企业购买电动物流汽车的意愿越强烈。周钟^[12]提出政府适当提高双积分比例,能刺激汽车企业创新研发,实现产业战略转型。彭频^[13]基于系统动力学基础运用演化博弈方法研究提出政府补贴会削弱企业的核心竞争力,政府对汽车企业的适当惩罚会促进新能源汽车的产业发展。孙建国^[14]运用 DEA-Malmquist 效率分析法分析提出科技创新

收稿日期:2022-11-22

基金项目:武汉研究院开放性课题(IWHS20212015);江汉大学湖北省重点学科(管理科学与工程)开放性课题(ZDXK2018YB01)。

作者简介:叶珊(1990—),女,湖北武汉人,江汉大学商学院,实验师,管理学硕士,研究方向为新能源汽车产业发展;夏雅雯(2002—),女,湖北鄂州人,江汉大学人工智能学院,研究方向为新能源汽车产业发展;季喆喆(2002—),女,湖北孝感人,江汉大学商学院,研究方向为新能源汽车产业发展;杨丹庆(2001—),女,浙江金华人,江汉大学商学院,研究方向为新能源汽车产业发展。

对于新能源汽车产业集群高质量发展意义重大。梁哲源^[15]构建动态随机一般均衡模型,认为财税政策组合优于单一的财政补贴,技术进步优化了新能源汽车产业供需双侧结构,消费者偏好提升能刺激居民对新能源汽车的消费。

2 湖北省新能源汽车发展现状

湖北为推进新能源汽车推广应用,促进汽车产业转型升级,对新能源汽车产业坚持市场主导与政府扶持相结合的发展原则。在推广新能源汽车迅速发展的过程中,湖北省从直接补贴、购置税免除、电费服务费补贴、停车收费优惠等方面制定了一系列新能源汽车财税优惠政策。2019 年,实行新能源汽车停车收费优惠,区域内实行 1 h 内停车免费,超过 1 h 停车费减半收费,规定时段内免收停车费。2020 年,加强新能源汽车在公交、环卫、邮政、出租、通勤、轻型物流配送车辆方面的推广运用。2022 年,新能源汽车免征车辆购置税政策延续至 2023 年底,湖北省通过“汽车焕新”“汽车下乡”“汽车推广”等活动,报废(转出)旧车并购买新能源汽车的补贴 8 000(5 000)元/辆^[16]。武汉市新能源汽车在市内行驶不受尾号限制,新能源小型客车不受区域限行规定的限制,对从事城市配送的新能源物流车准予在市内三环线通行,在政策允许前提下给予新能源汽车最大的支持和便利。

在国家对新能源汽车的扶持与推动下,湖北省政府大力推广新能源汽车,新能源汽车已成为湖北经济发展的重要产业。2017 年,湖北省新能源汽车推广应用数为 16 788 辆,应用推广排名全国第 9,占整体应用推广数 3.47%。从新能源乘用车推广应用方面看,湖北省推广 14 103 辆,全国排名第 15;从新能源商用车推广应用方面看,湖北省推广 12 685 辆,全国排名第 2,仅次于广东省^[17]。2020 年,武汉市新能源汽车保有量突破 10 万辆,推广规模排在全国传统燃油汽车非限牌城市前列^[18]。加快新能源汽车市场推广应用,继续扩大示范推广力度,尤其是加大新能源乘用车市场推广,有利于湖北省提高新能源汽车应用推广排名,实现规模发展。新能源汽车应用推广的同时,充电桩配套设施也快速发展。2016—2021 年,湖北省公共类充电桩数量稳步上升^[19]。2018 年、2020 年、2021 年的充电桩保有量高速增长。2020 年湖北处于疫情的重灾区,封城两个多月,充电桩建设处于停滞状态,全省仍然实现了新增 15 816 个公共类充电桩,增速达到 89.9%的巨大成就。湖北 2021 年增速放缓,但在总量排名上

升到了全国第 7 位。截至 2022 年 2 月底,湖北省的公共类充电桩保有量达到 6.5 万个,排名全国第 6。充电桩保有量从 2016 年底的 4 266 个到 2021 年底的 58 627 个,增长超过 10 倍,体现了近 5 年湖北省新能源汽车及配套产业的高速发展。

3 市场存量模拟分析

随着经济的快速发展,个人和家庭购买私人乘用车的数量也逐渐增加,随之而来也给环境带来了很大的挑战。传统燃油汽车在使用过程中所带来的碳排放量加剧了环境的恶化,新能源汽车的出现正是为了解决汽车使用过程中带来过多的碳排放的问题。新能源汽车对传统燃油汽车的替代是汽车发展历程的必经过程。基于系统动力学软件 Vensim 对湖北省新能源汽车与传统燃油汽车替代过程建立模型,对湖北省新能源汽车未来存量进行模拟和预测。根据相关文献查询^[20-23]及现状分析,建立湖北省新能源汽车和传统燃油汽车市场存量替代过程 SD 模型,如图 1 所示。

3.1 模型中相关数据设置

3.1.1 成本参数设置

根据乘用车市场信息联席会的统计数据,A 级车在轿车市场中占比近半。因此新能源乘用车成本参数设置选用 2020 年 A 级新能源轿车销量最高的车型(比亚迪秦)作为参考,燃油乘用车成本参数设置结合参考的新能源乘用车车型价格及配置,选用本田思域为车型参考^[24]。另外,根据新能源汽车电池的平均使用寿命为 8 年,将新能源乘用车的使用寿命设置为 8 年。根据《机动车强制报废标准》第七条,国家对达到 60 万 km 行驶里程的小型非营运载客汽车和大型非营运轿车引导报废,按照每年 4 万 km 的用车频率,将燃油乘用车的使用寿命设置为 15 年。经过计算整理获取的相关成本数据,见表 1。

表 1 家用乘用车燃油车与家用乘用车新能源车成本参数设置

指标	费用/ (万元· 年 ⁻¹)	指标	费用/ (万元· 年 ⁻¹)
传统燃油汽车购车成本	0.806	新能源汽车购车成本	1.91
传统燃油汽车车辆购置税	0.04	新能源车车辆购置税及车船税	0
传统燃油汽车牌照费用	0.002	新能源汽车牌照费用	0.006
传统燃油汽车报废补贴	0.02	新能源汽车车辆补贴	0.214
传统燃油汽车维修保养成本	0.63	新能源汽车维修保养成本	0.31
传统燃油汽车保险费用	0.35	新能源汽车保险费用	0.35
传统燃油汽车燃料费用	1	新能源汽车耗电成本	0.16
传统燃油汽车汽车用品	0.1	新能源汽车汽车用品	0.1
传统燃油汽车车船税	0.04	新能源汽车电池更换成本	1

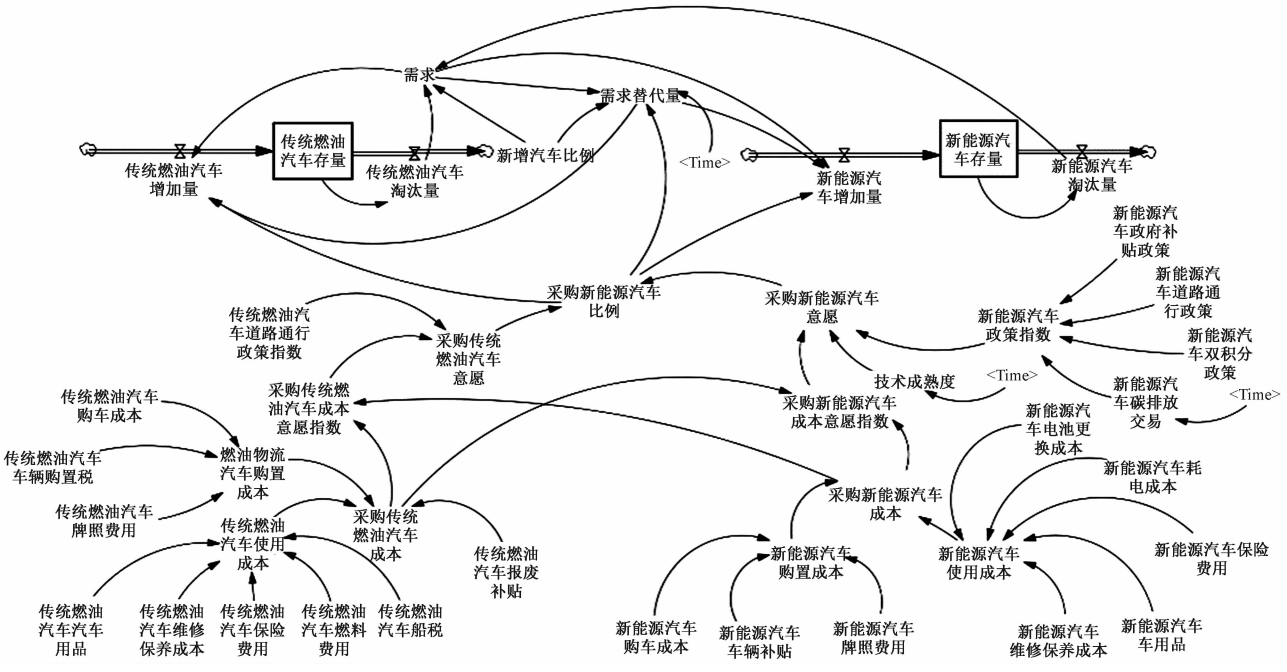


图 1 湖北省新能源汽车和传统燃油汽车市场存量替代过程 SD 模型

3.1.2 技术成熟度

目前新能源汽车技术处于发展阶段,未完全成熟。设完全成熟的汽车技术为 1,目前湖北省新能源汽车的技术成熟度设为 0.6,根据中国新能源汽车技术生命周期理论,利用现有新能源汽车专利数量得出中国新能源汽车技术正处于高速成长期^[25],2026—2030 年新能源汽车技术将处于成熟期。设自变量 x 为年份,应变量 y 为新能源汽车技术成熟度,建立函数计算“新能源汽车技术进程指数”为 $y = -0.000\ 58x^2 + 2.378x - 2\ 436.2$ 。这个数值越高,表示个人或家庭使用新能源汽车越方便。

3.1.3 道路通行政策

以武汉市的通行政策进行分析,以武汉的交通要道长江大桥,江汉桥为例,武汉市对传统燃油汽车采取工作日 7:00—22:00 单双号限行,对个人或家庭新能源汽车采取不限行的道路通行政策由于燃油汽车仅在 22:00—7:00 时可以不限号通过长江大桥和江汉桥,根据不限行不限号时间段较整天的比例,将“燃油汽车道路通行政策指数”设置为 0.375,“新能源汽车道路通行政策指数”设置为 0.6。

3.1.4 政策指数

以 2022 年武汉市报废旧车的补贴为例,报废旧车并购买新能源汽车的补贴为 8 000 元/辆,购买燃油汽车的补贴为 3 000 元/辆。新能源汽车政府补贴指数 = 新能源汽车政府补贴 / (新能源汽车政府

补贴 + 燃油汽车补贴) = $8\ 000 / (8\ 000 + 3\ 000) = 0.73$,因此将新能源汽车政府补贴指数设为 0.73。“双积分”政策极大促进了行业技术进步和新能源汽车生产推广,尤其在补贴退坡、疫情冲击等不利影响下,保障了乘用车燃料消耗量逐年下降和新能源汽车产销快速增长。2021 年乘用车燃料消耗量为 5.10 L/100 km,2020 年乘用车燃料消耗量为 5.61 L/100 km^[26],新能源汽车双积分政策指数 = 本年乘用车燃料消耗量 / (本年乘用车燃料消耗量 + 上年乘用车燃料消耗量) = $5.10 / (5.10 + 5.61) = 0.48$,因此将湖北省新能源汽车双积分政策指数设为 0.48。2017 年底,中国启动碳排放权交易,2030 年前实现“碳达峰”。新能源汽车碳排放交易指数 = (本年年份 - 2017) / (2030 - 2017) = 0.38。因此将新能源汽车碳排放交易指数设为 0.38。

3.1.5 成本意愿指数

个人或家庭采购新能源汽车或燃油汽车的成本意愿指数是比较指数,即新能源汽车相较于燃油车成本越高,采购新能源汽车的意愿就越低。即:个人或家庭采购新能源汽车成本意愿指数 = 个人或家庭采购燃油车成本 / (个人或家庭采购燃油车成本 + 个人或家庭采购新能源汽车成本) = $2.988 / (2.988 + 4.05) = 0.42$;个人或家庭采购燃油汽车成本意愿指数 = 个人或家庭采购新能源汽车成本 / (个人或家庭采购燃油车成本 + 个人或家庭采购新能源汽车成本) = $4.05 / (2.988 + 4.05) = 0.58$ 。

3.2 仿真结果分析

通过 Vensim 软件仿真发现,湖北省燃油乘用车的存量将在 2028 年左右达到最高点 594.60 万辆,2030 年的存量为 593.88 万辆,2035 年达到 585.5 万辆,占湖北省乘用车总存量的 83.6%,这一结果与中国工业经济联合会会长李毅中预测 2030 年中国汽车保有量中燃油车占 80%^[27]的结果较吻合。湖北省燃油乘用车市场达到饱和后进入衰退阶段,市场新增量小于淘汰量,需求量相对减少,在 2050 年的存量预计将降至 531.2 万辆。

根据模型仿真结果,湖北省新能源汽车存量在2018年为7.86万辆,2019年为9.64万辆,2020年为12.11万辆,2021年为15.25万辆。而2020年武汉市新能源汽车实际保有量突破10万辆^[7],模拟结果与武汉市实际的新能源汽车保有量接近,模拟结果可靠。模型仿真结果显示,湖北省新能源汽车存量2028年为53.65万辆,2030年为69.12万辆,2035年为114.4万辆,2050年将达到279.51万辆,增长速度非常迅速。

2017—2030 年,湖北省乘用车整体市场的增速
相对稳定,燃油乘用车市场存量增速减缓,新能

源乘用车市场每年新增量占乘用车总新增量比重逐年增加。湖北省新能源乘用车存量增速处于上升趋势,因此湖北省新能源乘用车市场存量的增速在 2030 年之后明显增加。根据模型结果趋势分析,可以预测湖北省新能源乘用车的存量将在 2072 年左右彻底超过传统燃油乘用车存量。

4 产业效益仿真研究

在湖北省新能源汽车存量模拟的基础上,引入效益变量,构建以经济效益和环境效益为目标的湖北省新能源汽车双目标系统仿真模型。在考虑新能源汽车消费者、政府、生产厂商的经济效益的同时,也综合考虑环境保护的成本,量化环境效益的经济价值。经济效益是指湖北省乘用车消费者、政府部门和汽车生产企业的经济效益总和。环境效益是指湖北省消费者、汽车生产企业、政府部门产生的环境效益总和。这里的环境效益指的是环境效益的经济价值。综合效益是指经济效益和环境效益之和,也是生产企业、政府部门、消费者三方综合效益的总和。综合上述分析,结合文献研究^[28],建立湖北省新能源汽车产业效益多目标优化模型,如图2所示。

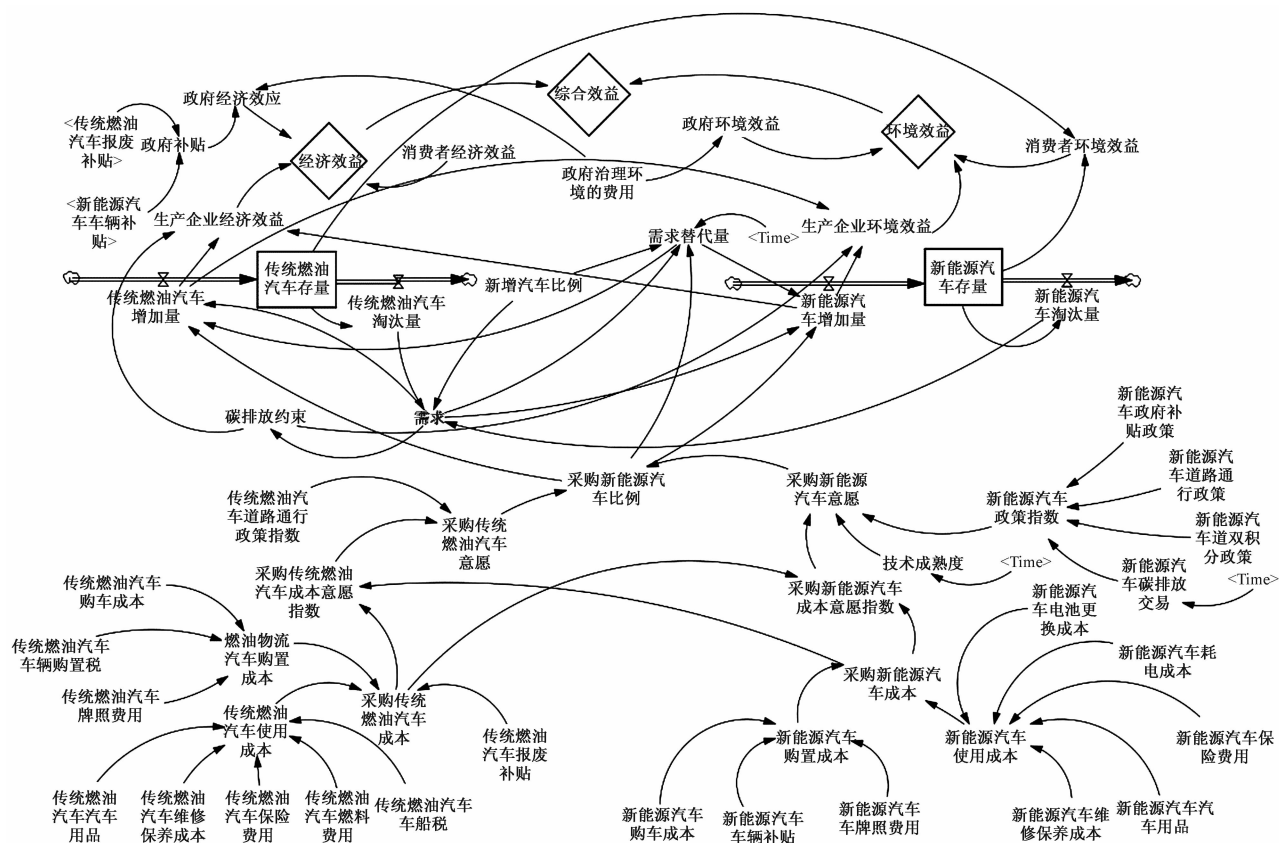


图 2 湖北省新能源汽车产业效益多目标优化模型

4.1 模型中相关数据设置

4.1.1 政府治理环境费用参数估算

根据湖北省生态环境厅 2022 年的预算得到 2022 年政府治理环境费用 18 375.35 万元,模型将此数据设为政府治理环境的费用。

4.1.2 碳排放约束配额估算

目前碳排放交易试点省市的碳配额分配方法基本上都是以“历史排放法”为主编制碳排放配额^[29],即按照历史生产增长量来制定碳排放配额。因此在模型中可以认为,政府所分配的碳排放量是按照市场需求定制的碳排放量,汽车生产企业不会过多或者过少地生产。因此,每年的碳排放配额=新增乘用车×8 t。

4.1.3 汽车生产企业经济效益和消费者经济效益

汽车生产企业经济效益通过销售乘用车所获得的收益来体现,即销售乘用车所得的利润;消费者经济效益通过消费者购买乘用车所花费的费用来体现,即生产企业销售乘用车的销售价格,但如果分别用销售乘用车所得的利润与销售乘用车的销售价格来计算汽车生产企业经济效益与消费者经济效益会出现重复计算的问题,因此用乘用车成本来表示汽车生产企业经济效益,将消费者经济效益包含于汽车企业经济效益中。

4.2 仿真结果分析

4.2.1 仿真预测 1

根据目前方案进行仿真,在仿真时段内经济效益始终为正。随着时间的推移,经济效益经历过快速增长后期,在 2027 年后趋于平滑,在 2030 年左右出现下降的趋势,到 2047 年左右出现上升的趋势,到 2050 年经济效益为 743 490 万元。2017—2027 年随着乘用车市场的扩大,生产企业经济效益和消费者经济效益呈现较快的增长。2027—2040 年,新能源汽车发展技术趋于成熟,发展进程加快,消费者采购比例逐渐与燃油乘用车持平并超过燃油乘用车。但燃油汽车生产企业的产量较大程度受碳排放政策的约束影响,生产超过碳配额的部分需要到碳交易市场购买,进一步增大了生产成本,因此生产企业经济效益趋于平缓后下滑,导致经济效益在 2027 后趋于平滑,并在 2030 年左右出现下降趋势。2040—2050 年燃油乘用车产量与新能源乘用车相比下滑,但新能源乘用车增速稳定,并且单位新能源乘用车带来的经济效益要高于燃油乘用车,因此新能源乘用车购买比例升高的经济效益要高于燃油乘用车减少的经济效益,所

以在 2045 年左右经济效益又呈现上升的趋势。

仿真时段内,环境效益始终为负值,数值在逐步下降,但下降逐渐趋于平滑。到 2050 年,环境效益为-971 222 万元。主要是因为消费者的环境效益和汽车生产企业的环境效益均为负数,且数值相对较大;政府的环境效益是政府每年花在治理污染减排和污染治理上的费用,为正数,但是相对于另外两个变量的绝对值,其绝对值较小,因此环境效益的数值一直为负值。

仿真时段内,综合效益始终为负且逐渐下降,但下降的速度从逐渐趋于平缓。其中,2020 年综合效益为-136 785;2030 年综合效益为-189 617;2040 年综合效益为-218 527;2050 年综合效益为-227 733,从 2020 年开始每 10 年的综合效益增速分别为-38.6%、-15.2%、-4.2%,可以发现综合效益的下降速度明显减缓。

4.2.2 仿真预测 2

1)将变量新能源汽车成本从 1.91 更改为 1,进行仿真。可以看出,将新能源购车成本降低之后,政府、消费者、生产企业三方的总经济效益降低了,并且预测结果与原始模型的结果差距随着时间缓慢增大。2050 年的经济效益预测结果为 737 297 万元,比原始结果降低了 0.83%。从消费者环境效益的角度看,2030 年消费者环境的负效益减少了 2 319 万元,2050 年消费者环境效益减少了 5 619 万元。新能源乘用车购车成本降低带来新能源乘用车购买比例的上升,从而使得乘用车总碳排放量逐年减少。从生产企业环境效益的角度看,2030 年生产企业的环境负效应减少了 4.73 万元,2050 年生产企业环境效益减少了 11.45 万元。新能源乘用车购买比例的上升和生产企业的进一步清洁化使得乘用车在生产过程中的碳排放污染逐年减少。综合三方的环境效益,预测结果显示,到 2050 年环境负效益将减少 5 630 万元,比原始结果减少 0.58%。

2)在新能源汽车成本降低到 1 的基础上,将购置新能源汽车补贴从 0.214 改为 0.4,预测仿真结果如下。到 2050 年,经济效益比原始模型结果减少了 0.64%,和仿真预测 1 相比有所上升;环境效益比原始模型结果减少了 0.45%。增加购买新能源的购车补贴有利于刺激和提高消费者购买新能源乘用车的购买欲望,提高新能源汽车的购买比例。从综合经济效益和环境效益来看,2050 年的预测仿真结果比原始模型结果降低了 436 万元。购车成本

降低和购车补贴能够带来消费者采购意愿的提升,并带来生产企业和消费者在经济效益上收入和收益上的金额减少,但由于技术的提升消费者实际获得的效益并没有减少。而在此基础上,总体碳排放量大大减少,由乘用车造成的环境污染得到了一定程度的改善。

4.2.3 仿真预测 3

将汽车生产企业碳排放约束中需求的系数从 8 改为 7,从仿真结果可以看出,生产企业经济效益大大减少,2030 年预测结果比原始结果减少了 12.13%。可以发现,减少生产企业碳排放配额会大大限制生产企业的产量和收益。仿真结果显示,进一步减少碳配额对消费者环境效益没有明显的作用,却可以大大减少生产企业生产过程中产生的负环境效益。减少碳排放配额后,2050 年的预测仿真结果比原始仿真结果减少了 236.96 万元。从综合效益的仿真结果中可以看出,2030 年预测结果比原始结果减少了 90 121 万元,生产企业的经济效益是综合效益减少的最主要影响因素。因此,过度的限制碳配额会损害生产企业的经济效益和生产活力,减少碳排放配额需要一个循序渐进的过程,不能比实际的产量和产能降低太多。

5 研究结论

通过对湖北省新能源汽车产业的分析,可以得到以下结论:

1)在政府政策支持下,湖北省新能源汽车规模基数不高,但增长率快速增长,充电桩配套设施也得到大力发展,增速迅猛,未来新能源汽车市场规模发展潜力巨大。

2)通过存量模型可以看出,湖北省乘用车市场增速稳定,还有较大发展空间,燃油车市场存量预计到 2028 年左右达到峰值后逐渐下降,新能源乘用车存量一直呈现上升趋势,增速非常迅速,2028 年其购买意愿超过传统燃油汽车购买意愿。预计 2050 年湖北省新能源乘用车存量达到 279.51 万辆,2072 年左右彻底超过湖北省传统燃油乘用车存量,新能源汽车将成为湖北省汽车市场主流。

3)通过效益模型可以看出,对环境产生负面影响的主要原因是湖北省消费者环境效益的负面作用,即数量较大的家用乘用车在日常使用过程中产生的碳排放。因此在积极推广新能源汽车的同时,如何减少燃油乘用车碳排放量也是一个思考角度。生产企业的经济效益是综合效益减少的最主

要影响因素。碳配额限制要适度,否则会降低生产企业的经济效益和生产活力。

参考文献

[1] 苏喜茹. 爬坡过坎,湖北迈向汽车强省[EB/OL]. (2019-03-20) [2022-06-09]. <https://hb.cri.cn/20190320/36482d63-aabc-d1c2-f2c5-a772e0bbbed10.html>.

[2] 中国汽车技术研究中心有限公司. 2020 年《节能与新能源汽车年鉴》[M]. 北京:中国铁道出版社,2020.

[3] CHERON E,ZINS M. Electric vehicle purchasing intentions;the concern over battery charge duration[J]. Transportation Research Part A:Policy and Practice,1997,31(3):235-247.

[4] DAGSVIK J K,WENNEMO T,WETTERWALD D G,et al. Potential demand for alternative fuel vehicles [J]. Transportation Research Part B,2002,36(4):361-384.

[5] NIJHUIS J, VAN DEN BURG S. Consumer-oriented strategies in new car purchasing[C]//Cases in Sustainable Consumption and Production. Paris: SCORE,2007: 241-257.

[6] GALLAGHER K S,MUEHLEGGGER E. Giving green to get green? incentives and consumer adoption of hybrid technology[J]. Journal of Environmental Economics and Management,2011(1):1-15.

[7] HU H, GREEN R. Making markets for hydrogen vehicles:Lessons from LPG[J]. International Journal of Hydrogen Energy,2011(36):6399-6406.

[8] HE L, CHEN W, CONZELMANN G. Impact of vehicle usage on consumer choice of hybrid electric vehicles[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment,2012,17(3):208-214.

[9] 王夏芳. 广州市新能源汽车政策对消费者购买意愿影响研究[D]. 广州:暨南大学,2015.

[10] 李晓静. 免征车辆购置税对新能源汽车产业发展的影响研究[D]. 上海:上海海关学院,2019.

[11] 刘全明. 新旧能源物流汽车替代过程中的博弈和效益优化仿真研究[D]. 北京:北京交通大学,2020.

[12] 周钟. 乘用车双积分产业政策作用机理与效果评价[J]. 价格理论与实践,2020(8):168.

[13] 彭频. 政府补贴与新能源汽车产业发展[J]. 运筹与管理. 2021(30):31.

[14] 孙建国. 科技创新与郑开新能源汽车产业集群高质量发展的关系研究[J]. 河南科技,2022(17):130.

[15] 梁哲源. 财税政策、技术进步、消费者偏好对新能源汽车产业发展的影响[J]. 金融与经济,2022(11):56.

[16] 湖北省政府门户网. 省人民政府办公厅关于印发加快消费恢复提振若干措施的通知[EB/OL]. (2022-05-22) [2022-06-09]. http://www.hubei.gov.cn/zfwj/ezbf/202205/t20220524_4142729.shtml.

[17] 中国汽车工业协会. 2018 年《中国汽车工业年鉴》[M]. 北京:中国统计出版社,2018.

[18] 工业和信息化部装备工业发展中心. 2021 年《节能与新

能源汽车年鉴》[M]. 北京:中国铁道出版社,2021.

[19] 中国汽车工业协会. 2017—2021 年《中国汽车工业年鉴》[M]. 北京:中国统计出版社,2021.

[20] 刘雪. 纯电动汽车-混合动力汽车及燃油汽车市场规模的动态模拟[D]. 上海. 上海理工大学,2014.

[21] 李太莉. 新能源汽车购买意愿影响因素研究:以深圳市为例[D]. 深圳:深圳大学,2017.

[22] 杨静. 低碳经济背景下我国新能源汽车产业发展的对策分析.[J]时代汽车,2019(7):48-49.

[23] 李海洋. 新能源汽车购买意愿影响因素的统计分析[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2019.

[24] 中国汽车流通协会. 2021 年《中国汽车市场年鉴》[M]. 北京:中国商业出版社,2022.

[25] 张昊. 基于专利分析的我国新能源汽车技术预测研究[D]. 太原:中北大学,2020.

[26] 申佳平,高雷. 2021 年乘用车行业平均燃料消耗量为 5.10 升/100 公里[EB/OL]. (2022-07-05)[2022-07-07]. [http://finance. people. com. cn/n1/2022/0705/c1004-32466797. html](http://finance.people.com.cn/n1/2022/0705/c1004-32466797.html).

[27] 赵微. 李毅中预计 2030 年燃油车仍占我国汽车保有量的 80%[EB/OL]. (2022-03-26)[2022-04-04]. [https://www. lejucaijing. com/news-6913397551580626312. html](https://www.lejucaijing.com/news-6913397551580626312.html).

[28] 刘明全. 新旧能源物流汽车替代过程中的博弈和效益优化仿真研究[D]. 北京:北京交通大学,2020.

[29] 赵明楠,刑涛. 碳排放权交易对汽车生产企业的影响[J]. 中国人口·资源与环境,2015(S1):454-457.

Simulation Research on Efficiency Optimization of New Energy Vehicle Industry in Hubei Province

YE Shan¹, XIA Yawen², JI Zhezhe¹, YANG Danqing¹

(1. Business School of Jiangnan University, Wuhan 430056, China;
2. Artificial Intelligence School of Jiangnan University, Wuhan 430056, China)

Abstract: Under the background of “carbon peaking and carbon neutrality goals”, the new energy vehicle industry has become a new opportunity for the automobile industry transformation, upgrading, reform and innovation of Hubei Province. Through the simulation analysis of the market stock of new energy vehicles in Hubei province, it is found that the scale of new energy vehicles in Hubei Province presents an increasing trend. In 2028, the purchase intention of new energy vehicles will exceed the purchase intention of traditional fuel vehicles, and it will become the mainstream of the automobile market in Hubei Province in the future. On this basis, the simulation analysis of the benefits of the new energy vehicle industry in Hubei Province shows that the negative effect of consumer environmental benefits is the main reason for the negative impact on the environment, and the economic benefit of production enterprises is the main influencing factor for the reduction of comprehensive benefits.

Keywords: new energy vehicles; system dynamics; market scale; benefits of industry