

互联网与汽车产业融合发展测度研究

——基于耦合协调与灰色关联模型

王睿余

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年1月24日; 录用日期: 2024年2月18日; 发布日期: 2024年4月12日

摘要

汽车行业是国民经济的支柱产业, 但基础研究与核心技术薄弱等问题依然严峻, 甚至被打上国外汽车业巨头的“组装车间”的标签。随着以大数据、云计算为代表的新一代互联网信息技术与汽车产业融合发展, 可以推动汽车产业的生产体系朝着智能制造和车联网方向发展, 彻底摆脱“组装车间”的标签, 并逐渐使汽车产业的价值体系和产业结构发生了深刻变革。鉴于此, 本文基于产业融合发展的视角, 对汽车产业与互联网产业的耦合机理做出分析, 并对2016年到2021年汽车产业与互联网产业耦合动态发展水平做出定量测度评价, 结果得出近年来互联网产业和汽车产业耦合度总体呈现良好发展趋势。通过灰色关联模型探寻影响两业耦合协调度的因素, 结果得出其以信息技术服务收入、互联网宽带接入用户、发明专利数、互联网普及率为代表的互联网技术相关因子对互联网汽车产业融合发展具有较高的关联。

关键词

互联网产业, 汽车产业, 耦合协调, 灰色关联, 互联网汽车

Research on the Synergistic Development of Internet and Automobile Industry

—Based on Coupled Coordination and Grey Correlation Model

Ruiyu Wang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jan. 24th, 2024; accepted: Feb. 18th, 2024; published: Apr. 12th, 2024

Abstract

The automobile industry is a pillar industry of the national economy, but the problems of weak

basic research and core technology are still serious, and even it is only labelled as an “assembly workshop” of foreign automobile giants. With the integration and development of a new generation of Internet information technology and automobile industry represented by big data and cloud computing, it can promote the production system of automobile industry in the direction of intelligent manufacturing and Telematics, get rid of the label of “assembly workshop” of foreign automobile giants, and gradually make the value system and industrial structure of automobile industry undergo a profound transformation. In view of this, based on the perspective of industrial integration and development, this paper analyses the coupling mechanism between the automobile industry and the Internet industry, and evaluates the dynamic development level of the coupling between the pension service industry and the Internet industry from 2016 to 2021, and concludes that the coupling between the Internet industry and the automobile industry has shown a good development trend in recent years. Through the grey correlation model to explore the factors affecting the degree of coordination of the coupling of the two industries, the results concluded that its information technology service income, Internet broadband access users, the number of invention patents, the Internet penetration rate represented by the Internet technology-related factors on the Internet automobile industry integration and development has a high correlation.

Keywords

Internet Industry, Automobile Industry, Coupling Coordination, Grey Association, Internet-Enabled Vehicle

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. 引言

汽车行业是国民经济的支柱产业，对促进国民经济的增长起到了很大的作用。但目前我国汽车行业存在着“大而不强”的问题，与发达国家的汽车产业相比，尤其在核心技术领域方面还存在着较大的差距与提升空间[1]。因此，中国汽车产业在今后的发展趋势及工作重心都将集中在如何更好地处理好规模增长和产业升级的关系上。在“十四五”计划中，我国将新兴技术和新兴产业进行了深入的融合作为未来产业发展和技术革命的重要组成部分，是完善国家创新体系的重大举措。2022年1月，国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》，进一步明确指出“促进数字技术向经济社会和产业发展各领域广泛深入渗透，推进数字技术、应用场景和商业模式融合创新，形成以技术发展促进全要素生产率提升、以领域应用带动技术进步的发展格局”[2]。促进互联网与实体经济的深度融合，能够更好地提高我国经济的国际竞争力[3]。所以，在当前的数字经济环境下，强化汽车制造业和互联网产业的协同发展显得更加紧迫，这将是国家在未来占据汽车产业的战略高地和实现汽车行业质变的关键突破点。

2. 文献综述

诸多学者对互联网与汽车产业的融合发展进行了大量的研究，其研究成果主要体现在理论路径研究、政策分析研究、产品应用研究等质性研究。在理论路径方面，赵福全等[4]基于中国发展智能汽车的战略价值，从理论角度对中国发展智能汽车的优势和劣势进行了系统梳理和全面阐释，并强调了发展智能汽车产业的重要战略意义。郑荣、魏明珠、高志豪等[5]以新能源汽车产业为对象，运用SCAN(网络结构聚类算法)识别和分类产业集群及新兴技术，并使用CPM(关键路径分析法)分析不同新兴技术领域下的关键

路径对新能源汽车产业的影响。

在政策分析方面,乐为等[6]通过建立 2009~2018 年全国范围内新能源汽车产业政策协同度模型,测算不同形式的新能源汽车产业政策协同程度以及对汽车市场的影响程度。王溪、熊勇清等[7]人通过国内 114 家新能源汽车企业的面板数据,采用双重差分方法对“扶持性”政策和“准入性”政策进行了实证研究,并对二者之间的互动关系进行了实证检验。

在产品应用方面,雷晓斌等人[8]根据国内汽车企业与新一代信息技术相结合的情况,对其发展状况和存在的问题进行了定量分析,并结合智能供应链和智能网联汽车等热门领域对互联网产业和汽车产业融合发展形态进行了展望。

目前研究大多注重宏观路径的定性分析,而对于如何精确对接汽车制造业和互联网产业,目前还存在着较大的空白。鉴于此,本文基于产业协同发展的视角,结合我国汽车产业和互联网数据,对汽车制造业与互联网产业的耦合机理做出分析,并对 2016 年到 2021 年汽车产业与互联网产业耦合动态发展水平做出定量测度评价。通过灰色关联模型探寻影响两业耦合协调度的微观因素,可以有的放矢地提出更贴合现实的融合路径,为未来汽车产业的全面创新与转型发展提供借鉴。

3. 研究设计

3.1. 汽车产业与互联网产业的融合机理

汽车与互联网产业的融合是具有双向促进、共同发展的特点。随着新一代互联网技术的迅猛发展,汽车工业也被赋予了更多的智能化元素[9]。随着互联网技术如大数据、云计算等不断深入应用,汽车行业从原材料到成品的整个产业过程实现智能化发展,可以对整个汽车产业过程进行实时的监测,在研发、生产、供应链、销售、维修等各个方面都可以进行信息的及时交互交换,极大地提升了汽车行业的运行效率,以此应对信息技术环境下各种新的个性化消费需求模式[10]。庞大的汽车市场可为互联网产业提供丰厚的利润与效益,同时汽车产业也可为互联网应用技术提供了广阔的发展应用领域,不断激发更多潜在的互联网应用新技术诞生。因此,互联网产业与汽车产业的融合可以使二者互惠互利、相得益彰。另外,政府还对“互联网 + 汽车”行业给予了极大的支持,并制定了一系列对专精特新类的汽车制造企业的扶持鼓励政策,加快推动智能网联汽车研发设计、生产制造等关键环节的数字化应用。同时创造适合数字化发展的数字化基础设施的建设,比如交通信号灯网络化升级改造、5G 基站路口级覆盖等智能化信息化政府工程,促进“互联网 + 汽车”这一新型业态的发展。

3.2. 汽车产业与互联网产业指标体系构建

本文借鉴相关学者研究成果,构建了评价互联网与汽车产业发展水平的指标体系,该指标体系涵盖 2 个一级指标、6 个二级指标、18 个三级指标。构建的互联网产业与汽车产业评价指标体系如表 1 所示。

互联网产业体系指标主要参考冯珍等[11]、董志学等[12]、黎星池等[13]的研究成果,以软硬件普及水平和效益水平等角度衡量互联网产业发展水平。因此,从网民普及率、互联网基础设施、互联网产业绩效三个角度作为二级指标对互联网综合发展水平进行评价。其中网民普及率选取互联网普及率、移动互联网用户、互联网宽带接入用户作为三级指标来衡量;互联网基础设施选取域名数、网页数、IPv4 地址数、互联网宽带接入端口、移动互联网接入流量作为三级指标来衡量;互联网产业绩效选取信息技术服务收入作为三级指标来衡量。

汽车产业体系指标主要参考李晓钟等[14]、符瑛等[15]、王炫[16]、魏星雷等[17]、成方圆等[18]的研究成果,概括得出:汽车生产水平代表了汽车产业发展的基础,汽车营销水平代表了汽车产业发展的势能,汽车科技水平代表了汽车产业发展的潜力。因此,从汽车产业生产规模水平、汽车产业营销水平、

汽车制造科技水平三个角度作为二级指标对汽车产业综合水平进行评价。其中汽车产业生产规模水平选取企业数量、从业职工人数、汽车年产量值作为三级指标来衡量；汽车产业营销水平选取周转量、产品产销率、营业收入利润作为三级指标来衡量；汽车制造科技水平选取年资产持有额研发投入资金、发明专利数作为三级指标来衡量。

Table 1. Evaluation index system of internet industry and elderly care service industry

表 1. 互联网产业与汽车产业评价指标体系

系统层	区域层	指标	指标名称
互联网产业	网民普及率	X ₁	互联网普及率
		X ₂	移动互联网用户
		X ₃	互联网宽带接入用户
	互联网基础设施	X ₄	域名数
		X ₅	网页数
		X ₆	IPv4 地址数
		X ₇	互联网宽带接入端口
		X ₈	移动互联网接入流量(万 GB)
	互联网产业绩效	X ₉	信息技术服务收入
汽车产业	汽车产业生产规模水平	Y ₁	企业数量
		Y ₂	从业职工人数(万人)
		Y ₃	汽车年产量值(亿元)
		Y ₄	周转量(亿吨公里)
	汽车产业营销水平	Y ₅	产品产销率
		Y ₆	营业收入利润(亿元)
		Y ₇	年资产持有额(亿元)
	汽车制造科技水平	Y ₈	研发资金投入
		Y ₉	发明专利数

3.3. 模型构建

3.3.1. 耦合协调度模型

耦合协调度，指两个或多个系统之间的相关程度以及相互作用协调程度，具体可以通过其相关系数来衡量[19]。本论文以互联网行业与汽车行业为研究对象，基于耦合协调度方法，对互联网产业和汽车产业两个行业的耦合程度与协同性进行测算。耦合协调度测算公式如下：

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} + 0.001 \quad (1)$$

对原始数据进行归一化以达到消除各种指标间标准单位上的差异，使数据之间具有统一的维数。将归一化后的数据加 0.001，排除了归一化时某些操作的无意义影响。其中 X_{ij} 表示第 i 个指标在 j 年份的原始数值， X'_{ij} 表示第 i 个指标在 j 年份的标准化数值。

$$P_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^n X'_{ij} \tag{2}$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot \ln P_{ij} \tag{3}$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \tag{4}$$

$$U_i = \sum_{j=1}^m W_j \cdot X'_{ij} \tag{5}$$

式中， P_{ij} 为 j 年份指标 i 的贡献度； e_j 为 j 年份的熵值； d_j 为信息熵，由 1 与 e_j 的差值所得来； W_j 为指标权重，式(4)中 n 表示不同年份的个数， m 表示指标个数；式(5) U_i 第 i 项的综合水平指数。

$$C = \frac{2\sqrt{U_1+U_2}}{U_1+U_2} \tag{6}$$

式中， C 为耦合度； U_1 为互联网产业的综合水平指数， U_2 为汽车产业的综合水平指数。

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{7}$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \tag{8}$$

式中： D 为耦合协调度； T 为综合协调指数； α 为第互联网产业的贡献系数； β 为汽车产业的贡献系数。耦合协调水平评价划为 10 个类型(见表 2)。

Table 2. Table of coupling coordination evaluation
表 2. 耦合协调评价表

耦合协调度	耦合协调发展类型	耦合协调度	耦合协调发展类型
0.00~0.09	极度弱型	0.50~0.59	偏强型
0.10~0.19	严重弱型	0.60~0.69	轻强型
0.20~0.29	中度弱型	0.70~0.79	较强型
0.30~0.39	轻度弱型	0.80~0.89	非常强型
0.40~0.49	偏弱型	0.90~1.00	极度强型

3.3.2. 灰色关联度模型

灰色关联度可分析多因素之间的变化态势以描述因素间关联程度。当两个因素数据经过灰色方法处理后动态变化趋势相似时，则说明因素之间灰色关联度较大[20]。因此，可以利用灰色关联法确定影响汽车子系统和互联网子系统之间相互作用的主要驱动因素，从而进一步明确两系统的耦合协调机制。

1) 求两指标间的关联系数

$$\delta_i(j) = \frac{\min_i \min_j |Z_i^x - Z_j^y| + \rho \max_i \max_j |Z_i^x - Z_j^y|}{|Z_i^x - Z_j^y| + \rho \max_i \max_j |Z_i^x - Z_j^y|} \tag{9}$$

式中： Z_i^x 为 X 项对象标准化值， Z_j^y 为 Y 项对象各个指标的标准化值 ρ 为分辨系数且取 0.5。

2) 求关联系数平均值

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \delta_i(j) \quad (10)$$

式中： γ_{ij} 为关联度平均值。

3) 构成关联矩阵并求各指标平均关联度

$$\begin{cases} \gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} & (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \\ \gamma_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \gamma_{ij} & (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \end{cases} \quad (11)$$

灰色关联可以划分以下四种类型，如表 3。

Table 3. Table of grey correlation evaluation

表 3. 灰色关联评价表

灰色关联度	关联水平
0~0.35	低关联
0.35~0.65	中等关联
0.65~0.85	较高关联
0.85~1	高关联

4. 实证分析

4.1. 互联网与汽车产业协同水平测度

本文选取 2016 年~2021 年《中国统计年鉴》《汽车工业协会统计年鉴》《中国互联网络发展状况调查统计报告》中汽车产业和互联网产业相关统计数据进行分析。通过公式(1)、(2)、(3)、(4)计算出互联网产业与汽车制造业耦合协调指标体系中各三级指标权重，如表 4 所示。

Table 4. Evaluation index system of Internet industry and elderly care service industry

表 4. 互联网产业与汽车产业评价指标体系

系统层	区域层	指标	指标名称	权重
互联网产业	网民普及率	X ₁	互联网普及率	0.054
		X ₂	移动互联网用户	0.105
		X ₃	互联网宽带接入用户	0.158
	互联网基础设施	X ₄	域名数	0.106
		X ₅	网页数	0.087
		X ₆	IPv4 地址数	0.135
		X ₇	互联网宽带接入端口	0.107
		X ₈	移动互联网接入流量(万 GB)	0.126
互联网产业绩效	X ₉	信息技术服务收入	0.123	
	汽车产业	汽车产业生产规模水平	Y ₁	企业数量
Y ₂			从业职工人数(万人)	0.070

续表

	Y ₃	汽车年产量值(亿元)	0.097
	Y ₄	周转量(亿吨公里)	0.116
汽车产业营销水平	Y ₅	产品产销率	0.140
	Y ₆	营业收入利润(亿元)	0.129
汽车制造科技水平	Y ₇	年资产持有额(亿元)	0.101
	Y ₈	研发资金投入	0.104
	Y ₉	发明专利数	0.134

通过公式(5)、(6)、(7)、(8)测算出 2016~2021 年汽车产业与互联网产业的耦合协调度, 参照表 2 耦合协调评价量表, 探究其融合交互、协同发展的程度。

Table 5. Measurement table of the coupling and sustainable development

表 5. 耦合持续发展度量表

年份	互联网产业综合指数 U ₁	汽车产业综合指数 U ₂	耦合协调度 D	耦合协调等级
2016	0.046	0.229	0.321	轻度弱型
2017	0.199	0.437	0.543	偏强型
2018	0.358	0.467	0.639	轻强型
2019	0.583	0.430	0.708	较强型
2020	0.687	0.488	0.761	较强型
2021	0.895	0.817	0.925	极度强型

如表 5 所示, 我国 2016~2018 年互联网综合指数 U₁ 小于汽车制造业综合指数 U₂, 这表明互联网发展滞后型, 互联网的发展水平无法与汽车产业的发展水平相匹配这说明互联网并没有对汽车制造业发展水平产生较大的影响。但 2019 年出现扭转, 从 2017~2019 年存在互联网综合指数 U₁ 大于汽车制造业综合指数 U₂, 即汽车制造业发展相对于互联网产业较为滞后, 表明互联网发展速度大于汽车制造业的发展速度。到 2021 年, 互联网综合指数 U₁ 虽汽车制造业综合指数 U₂, 但二者总体差距不大。在 2016 年, 互联网产业和汽车制造业耦合度小于 0.5, 耦合程度属于轻度弱型; 从 2017 年开始, 随着智物联汽车以及大数据等技术在汽车工业的成熟应用, 二者耦合度不断提高, 达到 0.7 以上的轻强型, 甚至在 2021 年达到了 0.925。这说明了近年来, 互联网产业和汽车制造业耦合度总体呈现良好发展趋势。

4.2. 互联网与汽车产业协同影响因素探究

通过灰色关联度模型, 进一步筛选出影响汽车产业与互联网产业耦合协调的主要驱动因素。选取上文所统计的 2016~2021 年互联网产业与汽车制造业耦合度(U), 将互联网产业维度指标的互联网普及率(X₁)、移动互联网用户(X₂)、互联网宽带接入用户(X₃)、域名数(X₄)、网页数(X₅)、IPv4 地址数(X₆)、互联网宽带接入端口(X₇)、移动互联网接入流量(万 GB)(X₈)、信息技术服务收入(X₉); 汽车制造维度指标的企业数量(Y₁)、从业职工人数(万人)(Y₂)、汽车年产量值(Y₃)、周转量(Y₄)、产品产销率(Y₅)、营业收入利润(Y₆)、年资产持有额(Y₇)、研发资金投入(Y₈)、发明专利数(Y₉)作为对照数据(见表 6)。

接下来通过公式(9)、(10)、(11)测算出各因素变量与互联网产业与汽车产业的耦合协调度之间的灰色关联度, 得出表 7。

Table 6. Table of grey correlation variable related data
表 6. 灰色关联变量相关数据表

数据	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
U (耦合度)	0.321	0.543	0.639	0.708	0.761	0.925
X ₁ (%)	48.8	51.7	59.6	63	70.4	75.6
X ₂ (人次)	109395	127153.7	127481.5	131852.6	134851.9	141564.9
X ₃ (万人)	29720.7	34854	40738	44927.9	48355	53578.7
X ₄ (人)	4227.6	3848	3792.8	5094.2	4197.8	3583.1
X ₅ (人)	23599758.4	26039903	28162240.6	29782991.5	31550109.8	33496371.3
X ₆ (亿元)	33810.3	33870.5	33892.5	33909.3	34066.8	34388.1
X ₇ (万元)	71276.9	77599.1	86752.3	91578	94604.7	101784.1
X ₈ (亿元)	937863.5	2459380.3	7090039.3	12199200.6	16556817.2	22163224.3
X ₉	26090.42	30603.71	37563.71	43580.34	52588.01	62691.04
Y ₁ (%)	14133	14766	15174	15396	15686	16414
Y ₂ (人次)	483.45	487.8	458.5	451.5	417.4	429.1
Y ₃ (万人)	2940.3	3285.4	3315.8	3506.5	3589	3671.1
Y ₄ (人)	186629.47	197372.64	204686.23	199394.32	201945.73	223600.38
Y ₅ (人)	1.0116	1.0127	0.9931	1.0005	0.9729	1.0935
Y ₆ (亿元)	6677.4	6832.9	6091.3	5086.8	5093.6	5305.7
Y ₇ (万元)	67310.2	75057.7	79176.2	83147.1	86442.9	88741.3
Y ₈ (亿元)	10487371	11645572	13121411	12896141	14634058	14146421
Y ₉	15367	16701	19678	19955	22676	26988

Table 7. Table of grey correlation degree
表 7. 灰色关联度表

排序	指标	灰色关联度	排序	指标	灰色关联度
4	X ₁	0.6569	12	Y ₁	0.5788
7	X ₂	0.6238	13	Y ₂	0.5703
2	X ₃	0.7267	9	Y ₃	0.6126
15	X ₄	0.5501	11	Y ₄	0.5793
18	X ₅	0.5000	8	Y ₅	0.6213
16	X ₆	0.5459	10	Y ₆	0.6002
6	X ₇	0.6431	17	Y ₇	0.5023
14	X ₈	0.5586	5	Y ₈	0.6457
1	X ₉	0.8070	3	Y ₉	0.6772

通过将各个因素与汽车产业和互联网产业耦合度的灰色关联度进行排序, 可以确定影响汽车产业子系统和互联网子系统之间相互作用的主要驱动因素。灰色关联度排序越靠前, 说明该因素影响互联网产

业和汽车产业耦合协调度的能力越强。根据表 7 关联度计算结果, 与互联网产业和汽车产业耦合度灰色关联的因子由高到低排序为: 信息技术服务收入(X_9)、互联网宽带接入用户(X_3)、发明专利数(Y_9)、互联网普及率(X_1)、研发资金投入(Y_8)、互联网宽带接入端口(X_7)、移动互联网用户(X_2)、产品产销率(Y_5)、汽车年产量值(Y_3)、营业收入利润(Y_6)、周转量(Y_4)、汽车制造企业数量(Y_1)、从业职工人数(Y_2)、移动互联网接入流量(X_8)、域名数(X_4)、IPv4 地址数(X_6)、年资产持有额(Y_7)、网页数(X_5)。其中信息技术服务收入、互联网宽带接入用户、发明专利数、互联网普及率与互联网产业和汽车产业耦合度关联度达到 0.65 以上, 这表明了互联网技术相关因子对互联网汽车产业融合发展具有较高的关联, 接下来应该继续着重在这些方面继续发力促进二者更好地融合。其余变量关联度均大于 0.5, 与互联网产业和汽车产业耦合度具有中等关联。

5. 研究结论

本文通过耦合协调模型, 分析了我国 2016 年到 2021 年互联网与汽车产业的融合发展趋势及其耦合协调情况, 明确两系统的耦合协调机制, 并用灰色关联模型来探明不同变量对二者耦合程度的影响, 得出了以下结论:

1) 在 2016 年, 互联网产业和汽车制造业耦合度小于 0.5, 耦合程度属于轻度弱型; 从 2017 年开始, 随着智能物联以及大数据等技术在汽车工业的成熟应用, 二者耦合度不断提高, 达到 0.7 以上的轻强型, 甚至在 2021 年达到了 0.925。这说明了近年来, 互联网产业和汽车制造业耦合度总体呈现良好发展趋势。

2) 在各影响因子中, 信息技术服务收入、互联网宽带接入用户、发明专利数、互联网普及率与互联网产业和汽车产业耦合度关联度达到 0.65 以上, 表明了互联网技术相关因子对互联网汽车产业融合发展具有较高的关联, 接下来应该继续着重在这些方面继续发力促进二者更好地融合。其余变量关联度均大于 0.5, 与互联网产业和汽车产业耦合度具有中等关联。因此, 无论是对汽车企业, 是对政府来说, 要把汽车工业做大, 都要加强对网络信息技术的投资与研发。只有运用好大数据、人工智能、物联网、区块链等数字化技术, 才能够让传统汽车企业摆脱目前的困境, 并为其带来巨大的盈利。

总而言之, 随着以大数据、云计算为代表的新一代互联网信息技术与汽车产业融合发展, 推动汽车产业的生产体系朝着智能制造和车联网方向发展, 使得我国汽车产业彻底摆脱成为国外汽车业巨头的“组装车间”的标签, 更加主动地响应了在信息化环境下出现的各种新的消费方式, 并还会带动新能源、交通运输等一系列其他实体产业的创新发展, 逐渐使汽车产业的价值体系和产业结构发生了深刻变革。

参考文献

- [1] 杨丹. 我国汽车产业发展研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2018.
- [2] 国务院. “十四五”数字经济发展规划[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm, 2024-01-20.
- [3] 王如玉, 梁琦, 李广乾. 虚拟集聚: 新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态[J]. 管理世界, 2018, 34(2): 13-21. <https://doi.org/10.19744/j.cnki.11-1235/f.2018.02.002>
- [4] 赵福全, 刘宗巍. 中国发展智能汽车的战略价值与优劣势分析[J]. 现代经济探讨, 2016(4): 49-53. <https://doi.org/10.13891/j.cnki.mer.2016.04.010>
- [5] 郑荣, 魏明珠, 高志豪, 等. 基于 SCAN-CPM 的产业新兴技术识别与演化路径分析: 以新能源汽车产业为例[J]. 图书情报工作, 2022, 66(11): 100-109. <https://doi.org/10.13266/j.issn.0252-3116.2022.11.011>
- [6] 乐为, 谢隽阳, 刘启巍, 郭本海. 新能源汽车产业政策关联及其耦合效应研究[J]. 管理学刊, 2022, 35(5): 65-81. <https://doi.org/10.19808/j.cnki.41-1408/F.2022.0048>
- [7] 王溪, 熊勇清. 中国新能源汽车政策“抑扬结合”的特征及对创新激励绩效的影响: 基于“扶持性”和“准入性”政策视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2021(11): 39-55.

-
- [8] 雷晓斌, 柴雯, 马冬妍, 王丹, 李毅明. 我国汽车企业与新一代信息技术融合发展现状与趋势研究[J]. 制造业自动化, 2021, 43(12): 37-42.
- [9] 郭青, 戚湧, 武兰芬. 面向协同对象的智能网联汽车产业创新产出研究[J]. 中国科技论坛, 2022(4): 99-108.
<https://doi.org/10.13580/j.cnki.fstc.2022.04.007>
- [10] 唐葆君, 王翔宇, 王彬, 等. 中国新能源汽车行业发展水平分析及展望[J]. 北京理工大学学报: 社会科学版, 2019, 21(2): 12-17.
- [11] 冯珍, 刘小红. 中国互联网与省域位势的时空耦合及驱动机制[J]. 统计学报, 2020(6): 13-32.
<https://doi.org/10.19820/j.cnki.issn2096-7411.2020.06.002>
- [12] 董志学. 基于互联网的产业耦合效能研究——以互联网与金融产业为例[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2018, 40(4): 88-98.
- [13] 黎星池, 龚雪. 互联网与商贸流通业耦合协调发展研究——以贵州省为例[J]. 商业经济研究, 2019(3): 22-24.
- [14] 李晓钟, 杨丹. 我国汽车产业与电子信息产业耦合发展研究[J]. 软科学, 2016, 30(11): 19-23.
<https://doi.org/10.13956/j.ss.1001-8409.2016.11.05>
- [15] 符瑛, 王炫, 唐颖, 等. 基于 SEM 模型的汽车产业集群及其供应链耦合影响因素分析[J]. 物流技术, 2021, 40(1): 45-49+62.
- [16] 王炫. 汽车产业集群及其供应链耦合协调研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2022.
<https://doi.org/10.27662/d.cnki.gznlc.2021.000450>
- [17] 魏星雷. 中国汽车产业与信息技术产业耦合发展研究[J]. 时代汽车, 2020(11): 23-24.
- [18] 成方圆. 我国汽车产业集聚与技术创新的耦合关系研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京理工大学, 2021.
<https://doi.org/10.26948/d.cnki.gbjlu.2018.001721>
- [19] 曹献雨. 中国互联网与养老服务融合水平测度及提升路径研究[J]. 当代经济管理, 2019, 41(7): 73-80.
<https://doi.org/10.13253/j.cnki.ddjjgl.2019.07.011>
- [20] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2017.