

南京市交通出行结构演变关联性分析

马鑫俊

南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司, 江苏 南京

收稿日期: 2022年10月24日; 录用日期: 2023年1月5日; 发布日期: 2023年1月16日

摘要

城市机动化的快速提高在为城市发展注入新活力的同时, 也带来环境污染等一系列问题。其中私家车出行是城市交通污染的重要来源, 合理优化大城市各类交通方式的出行比例, 是降低环境污染的有效途径之一。为研究南京市交通出行结构演变和关联性分析, 为南京市制定交通发展策略提供参考, 以南京市近15年的城市发展数据和交通出行数据为依据, 采用相关性分析的方法, 总结出南京市私家车出行, 常规公交出行和轨道交通出行在内的各类交通出行方式与城市社会经济发展的关系, 研究结果表明, 私家车出行和轨道交通出行与城市社会经济的发展呈现出正相关关系, 而常规公交的出行比例会随着城市社会经济的发展呈下降趋势。

关键词

城市交通, 交通出行结构演变, 相关性分析

Correlation Analysis of the Evolution of Nanjing Traffic Trip Structure

Xinjun Ma

Nanjing Institute of City and Transport Planning Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

Received: Oct. 24th, 2022; accepted: Jan. 5th, 2023; published: Jan. 16th, 2023

Abstract

The rapid improvement of urban motorization not only injects new vitality into urban development, but also brings a series of problems such as environmental pollution. Among them, private car travel is an important source of urban traffic pollution. Reasonably optimizing the travel proportion of various transportation modes in large cities is one of the powerful ways to reduce environmental pollution. In order to research the evolution and analysis correlation of Nanjing's

traffic travel structure and provide a reference for Nanjing to formulate traffic development strategies, based on the urban development data and traffic travel data of Nanjing in the past 15 years, the method of correlation analysis is used to summarize Nanjing. The relationship between urban private car, conventional bus travel and rail transit-travel, and urban social and economic development, the research results show that private car and rail transit have a positive correlation with urban social and economic development. Meanwhile, the proportion of regular bus declines with the development of urban social economy.

Keywords

Urban Traffic, Evolution of Travel Structure, Correlation Analysis

Copyright © 2023 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

城市出行结构一般被定义为居民出行采用步行、骑车、乘公共交通及出租汽车等交通方式,由这些方式分别承担出行量在总量中所占的百分比[1]。上述交通方式一般可被分为个体机动车,公共交通,慢行交通三类不同的出行方式[2]。出行结构不仅在一定程度上反映了该城市的经济社会发展水平,也影响着城市交通系统的运行和交通政策的制定[3]。出行结构的演变在一定程度上代表与反映了该城市的经济社会发展水平,也影响着城市交通系统的运行和交通政策的制定。本文以南京市近15年各类交通出行和城市发展水平数据作为数据源[4][5][6],探究南京市各类交通出行方式与城市社会经济发展水平之间存在何种关系。

2. 城市出行结构特性

城市出行结构直观的反映了居民出行需求与交通设施供给方面的联系,是交通方式分担率最直观的体现[7]。一般而言,城市出行结构主要分为以下几种类型:

个体机动化出行:居民以小汽车等形式进行出行,具有极高的可达性和灵活性,但单次乘坐的人员较少,污染物排放较高。

公共交通出行:包括轻轨、地铁和常规公交等出行方式,具有运量大、污染少,效率低等优点,在大城市具有极高的可达性但灵活性较差。

慢行交通出行:居民采用步行,自行车等方式出行,具有无污染,经济等优点,但出行距离较短,是小型城市居民出行的主要交通方式(图1)。

2.1. 南京市城市发展分析

南京市在2005年到2019年期间保持年均10%的GDP增长速度,2019年全市GDP达到14,030亿元。这不仅显示出南京市具有极强的社会经济活力,也为南京市的交通基础设施投资建设提供了经济基础。此外,南京市在2005年常住人口已经突破650万,常住人口数量在近15年间保持着明显增长趋势,2019年常住人口更是达到850万,同年人口密度达到1290.4人/平方千米,人均GDP超过15万元,一定程度上反映了南京市较高的交通需求(图2、图3)。

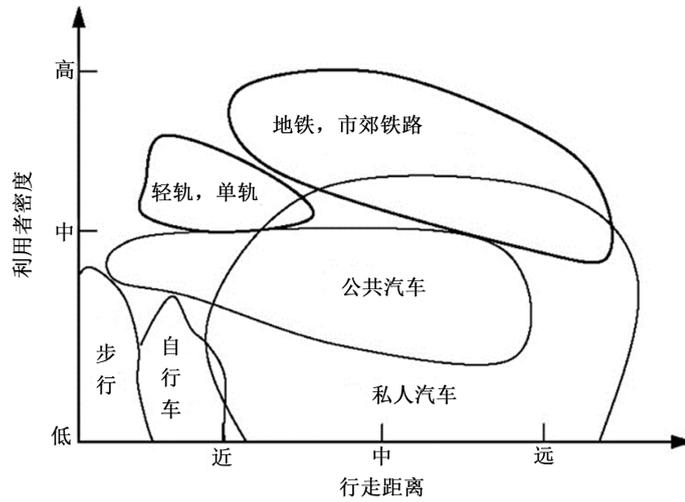


Figure 1. Applicable scope of different travel modes
图 1. 不同出行方式适用范围

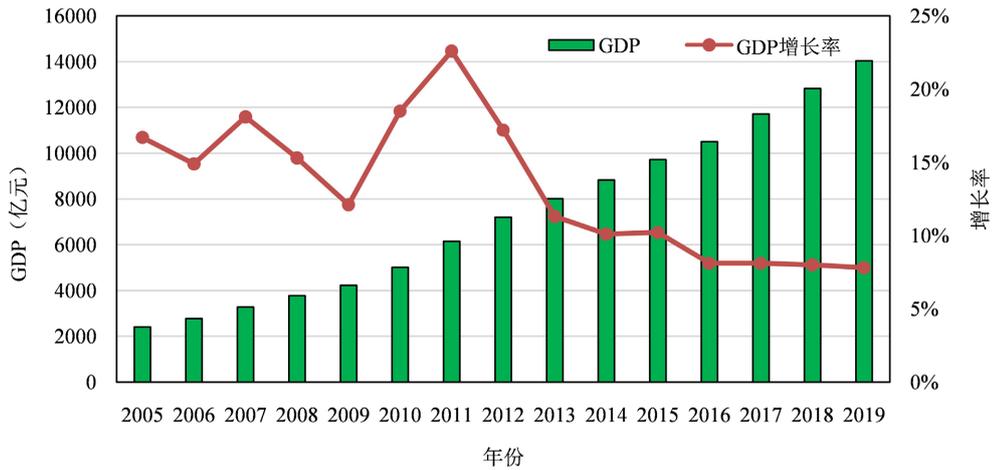


Figure 2. GDP growth of Nanjing from 2005 to 2019
图 2. 2005~2019 年南京市 GDP 增长情况



Figure 3. Urban population development in Nanjing from 2005 to 2019
图 3. 2005~2019 年南京市城市人口发展情况

2.2. 南京市交通发展分析

2.2.1. 城市机动化水平

社会经济发展对于城市交通发展最直观的表现在于提高城市的机动化水平，一个城市的机动化水平往往由城市机动车保有量和私家车保有量两个指标衡量，而私家车保有量则在一定程度上反映了城市居民选择私家车出行的比例，是影响当地交通出行结构的重要组成部分之一。2019年南京市私家车保有量相较于2005年的15.1万辆有了大幅度提升，达到281.2万辆。但随着限制上牌等政策的发布，近年来南京市私人小汽车增长速度有所放缓，2019年私人小汽车增长率仅为1.9% (图4)。

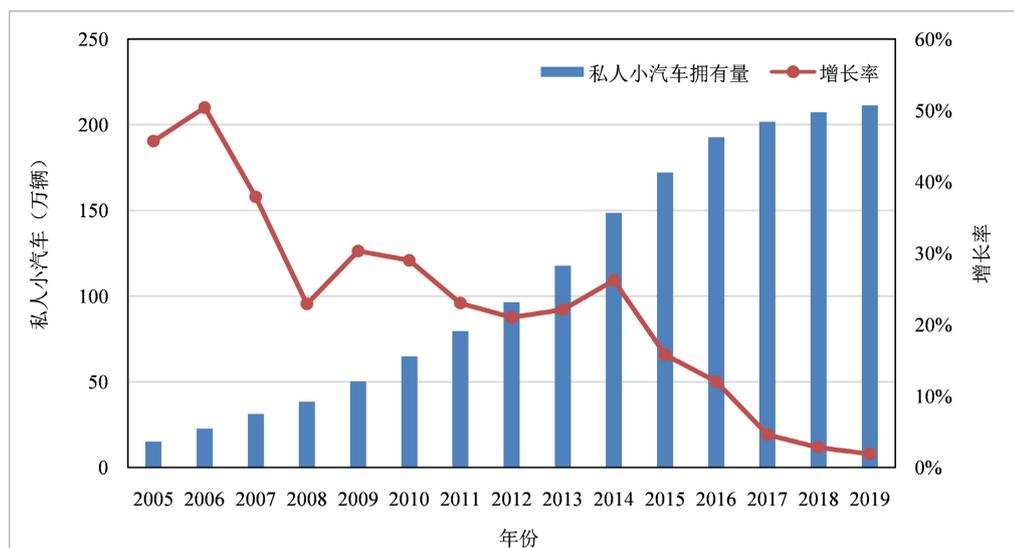


Figure 4. Development of private cars in Nanjing from 2005 to 2019

图 4. 2005~2019 年南京市私人小汽车发展情况

2.2.2. 道路基础设施水平

道路基础设施不仅是城市各类交通出行方式的载体，也是城市交通的重要组成部分之一，道路长度、人均道路面积等指标更是反应了城市道路基础设施与社会发展之间的匹配关系。南京市一直加大对道路基础设施的投资与建设，市内道路长度自2005年的5210公里增长到2019年的8583公里，人均道路面积从2005年的14.5人/平方米增长到2019年的24.9人/平方米，此外，道路面积和人行道面积等指标在15年间均有明显提升。近15年来南京市各类道路基础设施指标变化如表1所示：

Table 1. Development of road traffic facilities in Nanjing from 2005 to 2019

表 1. 2005~2019 年南京市道路交通设施建设发展情况

年份	道路长度 (公里)	道路面积 (万平方米)	人均道路面积 (人/平方米)	人行道面积 (万平方米)
2005	5210	7267	14.5	796
2006	5244	7392	17.1	803
2007	5273	7992	17.1	837
2008	5358	8806	18.4	933
2009	5467	9314	18.9	981

Continued

2010	5599	9576	19.4	1022
2011	5890	10,458	19.6	1134
2012	6615	11,424	20.1	1247
2013	7142	12,761	21.3	1485
2014	7424	13,495	22.2	1590
2015	7771	14,248	23.1	1751
2016	8012	14,649	23.4	1813
2017	8361	15,264	23.8	1928
2018	8469	15,904	24.2	2060
2019	8583	16,314	24.9	2121

2.2.3. 公共交通发展

南京市作为首批“公交都市”的示范点，长期以来一直大力支持轨道交通、常规公交等多种公共交通模式的发展。其中，南京市自2004年建设轨道交通1号线以来，至2019年已经实现轨道线路在运营10条，总计运营里程达到378 km，同时，伴随着南京市轨道交通线网的不断完善，市内轨道交通客运量也呈现出明显的增长趋势。近15年来南京市轨道交通线路及客运量指标变化如表2所示：

Table 2. Overview of Nanjing rail line operation from 2005 to 2019

表 2. 2005~2019 年南京市轨道线路运行概况

年度	营运线路条数 (条)	营运线路长度 (公里)	线路站点数 (个)	年客运量 (万人次)	日均客运量 (万人次)
2005	1	22	16	1827	11.5
2006	1	22	16	5798	15.8
2007	1	22	16	8016	21.9
2008	1	22	16	10,231	28.3
2009	1	22	16	11,353	31.1
2010	2	85	57	21,459	58.7
2011	2	85	57	34,370	94.1
2012	2	85	57	40,060	109.4
2013	2	85	57	45,216	123.8
2014	5	179	92	50,286	146.8
2015	6	224	121	71,666	207.9
2016	6	224	121	83,068	226.9
2017	9	347	164	97,741	276.0
2018	10	378	174	111,490	305.9
2019	10	378	174	115,224	315.7

此外,南京市常规公交运营线路在近 15 年间有了极大的提升,2005 年南京市常规公交运营里程仅为 4539 公里,2019 年常规公交运行线路已经达到 769 条,运营里程超过 12,000 公里。

2.3. 南京市出行结构变化趋势

近 15 年来,随着南京市对轨道交通的大力投资,轨道交通在居民出行中所占比重越来越高,在 2019 年达到 13.4%。同时,伴随着居民机动化水平的提高,小汽车出行的比重也在逐年增加,采用小汽车出行的居民由 2005 年的 9.2% 提高到 2019 年的 17.4%。常规公交因易受道路拥堵等因素影响的原因,其出行比例显示出下降的趋势,2005 年的常规公交出行比例为 22.6%,而 2019 年的常规公交出行比例仅为 14.8%。南京市居民出行结构在近 15 年的时间内呈现出由非机动出行为主到以轨道交通为主导的多模式交通出行整合优化的发展过程(图 5)。

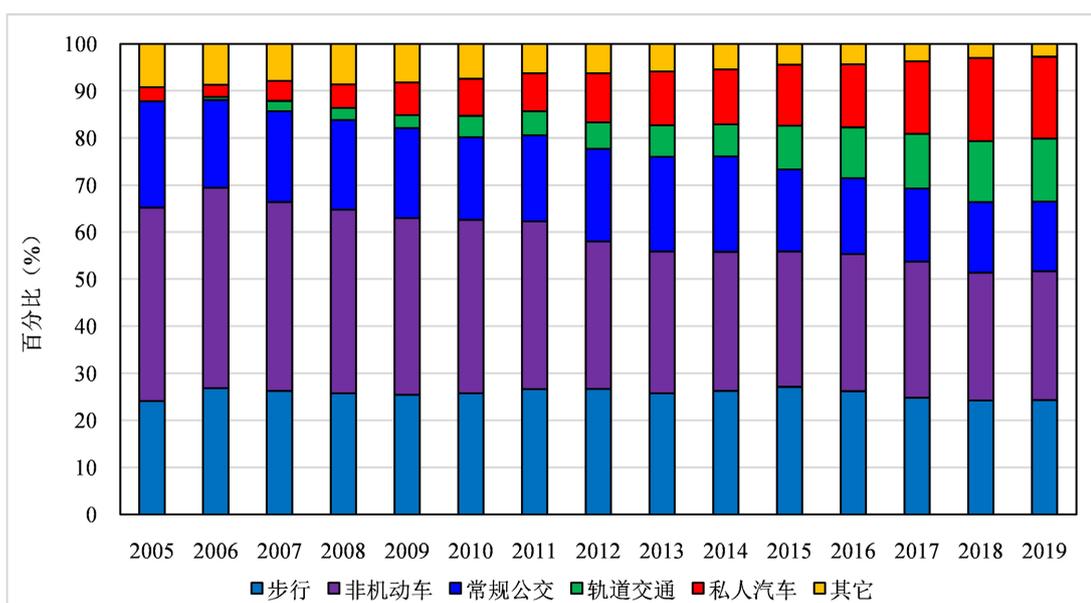


Figure 5. Changes in the traffic structure of Nanjing from 2005 to 2019

图 5. 2005~2019 年南京城市的交通出行结构变化图

3. 交通出行结构关联性分析

交通出行结构与城市经济发展以及人口等因素具有关联性,但对于上述相关性很少有论文提及具体的公式表达和关联性强弱,本文在基于上一章对南京市近 15 年各类交通出行方式发展情况和社会经济发展情况调查研究的基础上,进一步的对各类交通出行结构与经济社会发展构建量化关系,进而探究南京市未来城市交通出行结构发展方向。

3.1. 私家车出行关联性分析

图 6 显示了南京市小汽车出行比例和城市发展中的 GDP、人均 GDP、人口和人口密度这四个因素的相关关系。其中,小汽车出行比例与 GDP、人均 GDP 的相关关系采用一次函数进行拟合。小汽车出行比例与人口,人口密度的相关关系采用指数函数的形式进行拟合。图中可以看出,私家车的出行比例和 GDP、人均 GDP、人口和人口密度这四个因素均呈现出明显的正相关关系,其中,私家车出行比例与 GDP 的相关性最大($R^2 = 0.9775$)。这表明经济总量的增长有力的增加了小汽车的出行比例。

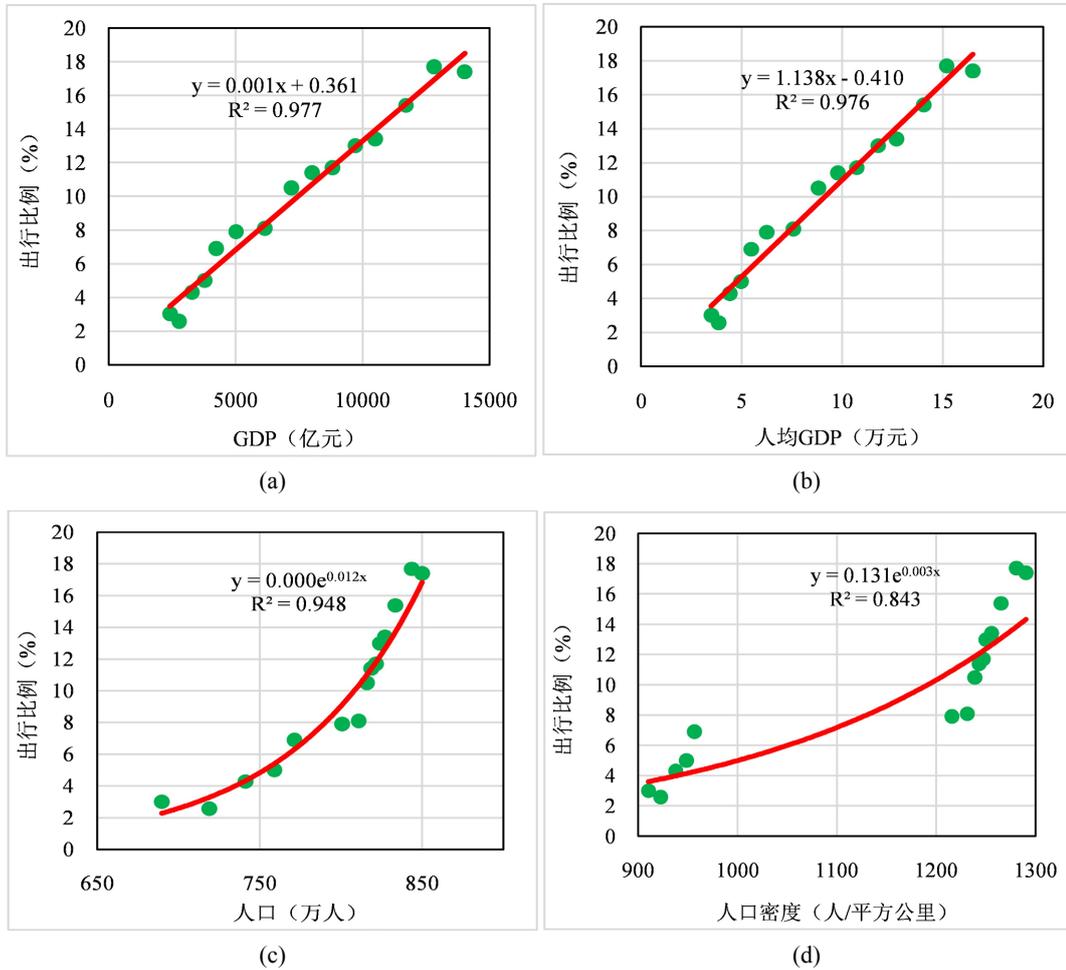


Figure 6. The relationship between the proportion of car trips and various factors of urban development. (a) Proportion of car trips and GDP; (b) Proportion of car trips and GDP per capita; (c) Proportion of car trips and total population; (d) Proportion of car trips and population density

图 6. 小汽车出行比例与城市发展各因素之间的关系。(a) 小汽车出行比例与 GDP；(b) 小汽车出行比例与人均 GDP；(c) 小汽车出行比例与人口总量；(d) 小汽车出行比例与人口密度

3.2. 常规公交关联性分析

图 7 显示了南京市常规公交出行比例和城市发展中的 GDP、人均 GDP、人口和人口密度这四个因素的相关关系。其中，常规公交出行比例与人口密度的相关关系采用指数函数进行拟合。常规公交出行比例与 GDP、人均 GDP 和人口数量的相关关系采用一次函数的形式进行拟合。图中可以看出，常规公交的出行比例与上述城市发展指标呈现出负相关的关系。这表明伴随着城市社会经济的发展，常规公交的出行比例呈现出下降趋势。

3.3. 轨道交通关联性分析

图 8 显示了南京市轨道交通出行比例和城市发展中的 GDP、人均 GDP、人口和人口密度这四个因素的相关关系。其中，轨道交通出行比例与 GDP、人均 GDP 的相关关系采用一次函数进行拟合。轨道交通出行比例与人口数量、人口密度的相关关系采用指数函数的形式进行拟合。图中可以看出，轨道交通的出行比例与上述城市发展指标呈现出正相关的关系。其中，轨道交通的出行比例与 GDP 总量最相关($R^2 = 0.9818$)，这表明伴随着城市社会经济的发展，轨道交通的出行比例呈现出上升趋势。

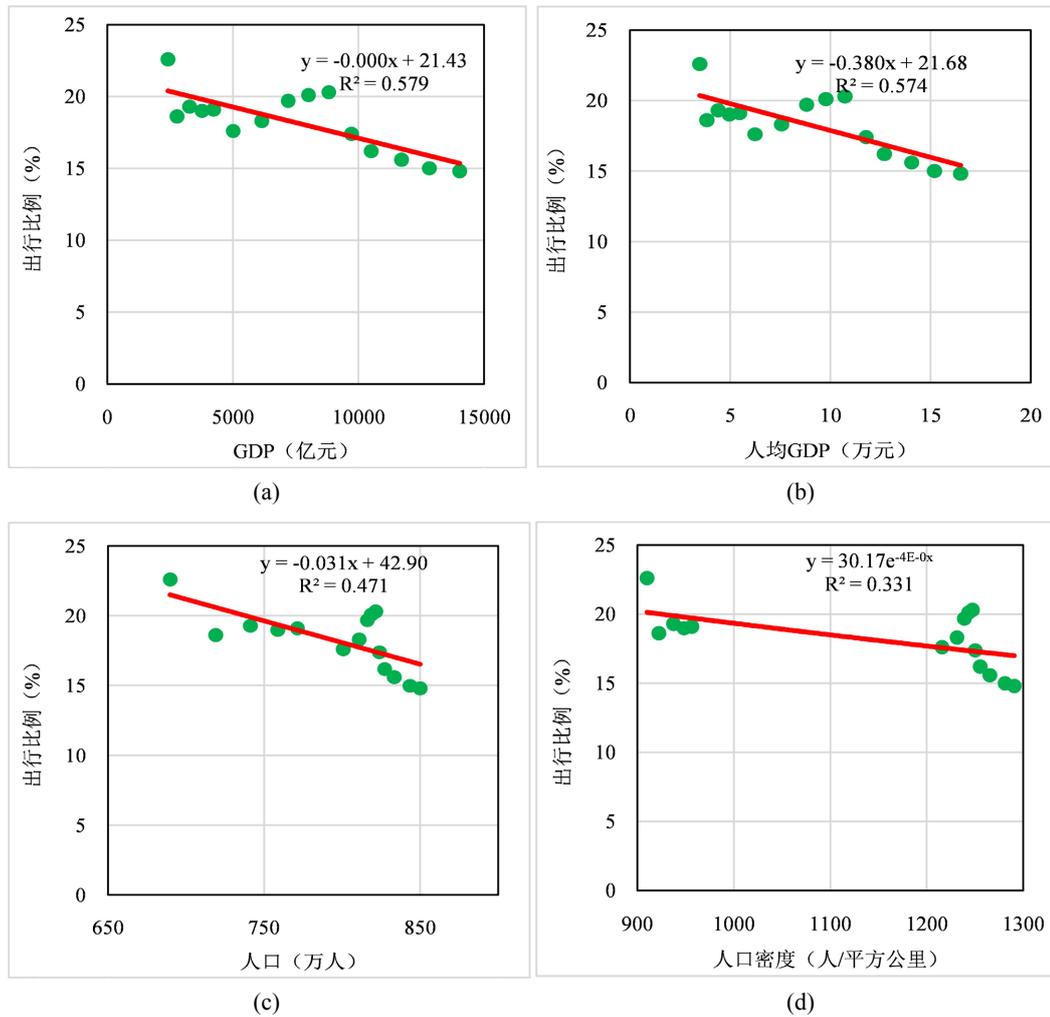
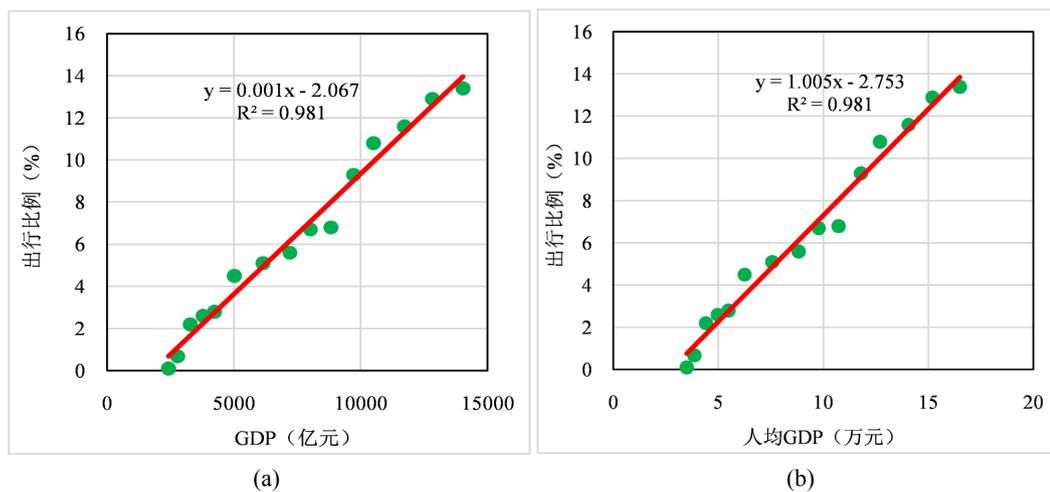


Figure 7. The relationship between the proportion of regular bus trips and various factors of urban development. (a) Regular bus travel ratio and GDP; (b) Regular bus travel ratio and GDP per capita; (c) Proportion of regular bus and total population; (d) Regular bus travel ratio and population density

图 7. 常规公交出行比例与城市发展各因素之间的关系。(a) 常规公交出行比例与 GDP; (b) 常规公交出行比例与人均 GDP; (c) 常规公交出行比例与人口总量; (d) 常规公交出行比例与人口密度



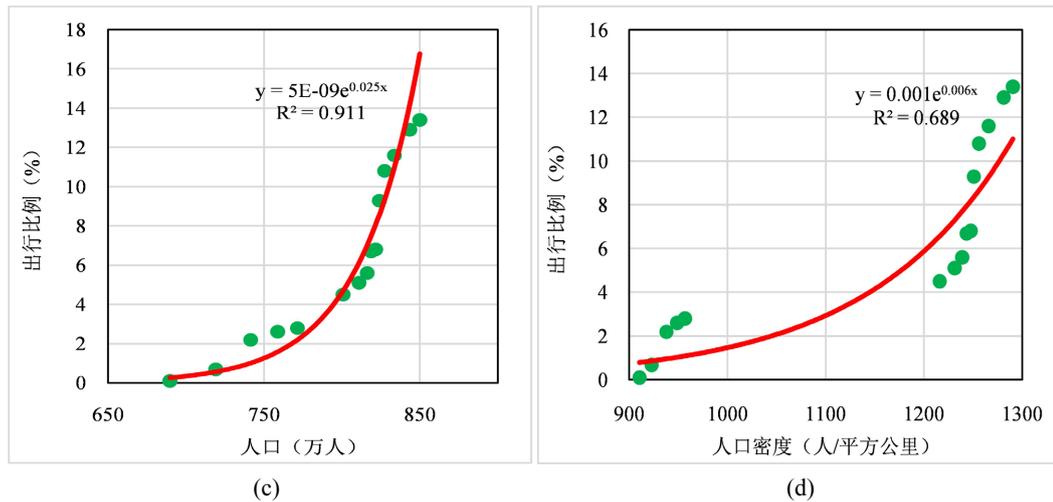


Figure 8. Relationship between rail transit trip proportion and urban development factors. (a) Travel ratio of rail transit and GDP; (b) Travel ratio of rail and GDP per capita; (c) Travel proportion and total population of rail transit; (d) Travel proportion and population density of rail transit

图 8. 轨道交通出行比例与城市发展各因素之间的关系。(a) 轨道交通出行比例与 GDP; (b) 轨道交通出行比例与人均 GDP; (c) 轨道交通出行比例与人口总量; (d) 轨道交通出行比例与人口密度

4. 结论

本文在调查南京市中长期社会经济和交通发展数据的基础上,采用相关分析的方法进行了南京市私家车出行、轨道交通和常规公交三种主要交通出行模式比例的相关性分析,结合南京市近 15 年来的社会经济发展,提出了南京市多类交通出行方式与城市社会经济关联性的相关性,有利于认识不同交通方式在城市发展中的作用和功能定位,进而为科学制定城市发展方向提供参考。实验结果表明,私家车出行和轨道交通出行与城市社会经济的发展呈现出正相关关系,而常规公交的出行比例会随着城市社会经济的发展呈下降趋势。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50220-95. 城市道路交通规划设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1995.
- [2] 裴玉龙, 巴俊颖. 城市交通结构演变关键影响因素筛选[J]. 交通科学与工程, 2017, 33(1): 66-71.
- [3] 宋佳. 城市出行结构及其区域发展关联研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2021. <https://doi.org/10.26991/d.cnki.gdllu.2021.002435>
- [4] 国家统计局. 中国统计年鉴[EB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexch.htm>, 2022-04-25.
- [5] 高德地图, 交通运输部科学研究院, 阿里云. 2014 年度中国主要城市交通分析报告[R]. 2014.
- [6] 南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司. 2005-2019 年南京市城市交通发展年度报告[R]. 2020.
- [7] 崔红建. 城市交通结构优化机理与方法研究[D]: [博士学位论文]. 西安: 长安大学, 2010: 141-142.