

# 学术动态:医疗设施的时空可达性、电动汽车充电等研究

杨子奇<sup>1</sup>, 邢冠华<sup>2</sup>, 马瑞<sup>2</sup>

(1. 同济大学城市交通研究院, 上海 200092; 2. 同济大学交通运输工程学院, 上海 201804)

**摘要:** 选取来自国际学术期刊的论文, 以概述形式对城市交通理论方法、实证分析等学术研究成果进行总结性介绍, 旨在增强城市交通业界和学界对国际学术动向和研究热点的关注, 促进学术交流。本期共选取3篇论文, 内容包含医疗设施的时空可达性研究、插电式电动汽车充电行为数据挖掘、公共交通突发事故下乘客出行方式选择行为研究。

**关键词:** 医疗设施; 可达性; 电动汽车; 充电桩; 公共交通; 出行方式选择

**Literature Review: Spatial-Temporal Accessibility of Medical Facilities, Electric Vehicle Charging, and Other Selected Topics**

YANG Ziqi<sup>1</sup>, XING Guanhua<sup>2</sup>, MA Rui<sup>2</sup>

(1. Urban Mobility Institute, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. College of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** For selected articles from international academic journals, a summary review is presented to include academic research findings, theoretical approaches, and empirical analysis of urban transportation. The aim is to promote communication between industrial and academic fields and highlight international research focuses and hotspots in urban transportation. This review involves three papers related to the spatial-temporal accessibility of medical facilities, the data mining for charging behavior of plug-in electric vehicles, and the mode choice of passengers under public transit service disruptions.

**Keywords:** medical facilities; accessibility; electric vehicle; charging piles; public transit; travel mode choice

收稿日期: 2022-11-15

作者简介: 杨子奇(1999—), 男, 吉林长春人, 在读博士研究生, 主要研究方向: 城市规划与交通公平。E-mail: ziqiyang@tongji.edu.cn

邢冠华(1995—), 男, 天津人, 在读博士研究生, 主要研究方向: 数据驱动的城市交通治理。

E-mail: guanhua.xing@outlook.com

马瑞(1999—), 女, 山东省德州人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 韧性交通系统建模与优化。

E-mail: 2133364@tongji.edu.cn

(作者排名不分先后)

## 基于改良三步移动搜索法的医疗设施时空可达性研究——以长沙三级医院为例

### 研究背景

宜居城市建设重要目标之一就是为城市居民提供及时、高质量和公平的医疗服务。医疗公平是社会可持续发展的重要组成部分, 也是《“健康中国2030”规划纲要》的核心原则和目标。医疗设施可达性是衡量医疗公平的重要维度之一, 也是挖掘医疗服务弱区、服务未来医疗资源分配的重要参

考。因此, 基于医疗可达性的医疗公平研究已成为学术界近年来的研究热点。

现实生活中许多因素引起医疗可达性在不同群体、不同区域间的差异, 主要包括医疗服务供给(例如位置、床位数、医生数量)、潜在需求(周边人口数量)和出行成本(从需求点到医院的出行成本)。近年研究多关注路网阻抗带来的距离衰减, 而忽略实际就医出行中医疗设施的吸引力。该研究创新性地将出行成本纳入医疗可达性计算框架中, 更精准地衡量医疗可达性并进一步评估医疗公平。

## 研究思路

### 1) 改良三步移动搜索法。

首先,该论文基于医疗设施服务能力和治疗水平采用探索性因子分析法(Exploratory Factor Analysis, EFA)计算每个医院的吸引力。探索性因子分析法是一项用来找出多元观测变量的本质结构并进行处理降维的技术,能够将具有错综复杂关系的变量综合为少数几个核心因子,这种方法已经被广泛应用于卫生科学部门。该论文首先对原始变量进行相关性分析来检验变量间是否存在相关显著性,并使用主成分分析法提取独立变量;随后使用正交旋转法转换初始矩阵使之更容易解释;再通过回归分析给每个变量进行打分,获得每个医疗设施的吸引力指数。

其次,将就医出行中的时间成本和费用成本货币化为总出行成本。总出行成本考虑研究区域内的地区生产总值和平均工资,并区分公共交通和私人小汽车两种交通方式,分别提出两种交通方式下的出行成本计算方法。

最后,基于累积频率分布结果,设定两种交通方式就医出行的出行时间阈值,采用高斯函数作为出行阻抗,应用改良三步移动搜索法计算每个地区的医疗可达性。

### 2) 公共交通与私人小汽车的可达性差异。

该论文使用空间可达性差异指数(Modal Accessibility Gap, MAG)对公共交通与私人小汽车医疗可达性的差异进行对比分析。

### 3) 空间公平分析。

为进一步评估医疗设施可达性的空间公平,该论文使用洛伦兹曲线和基尼系数来衡量医疗公平。洛伦兹曲线首先将全社会的人按照收入升序排序,然后计算累计前X%的收入占社会总收入的百分数。基尼系数是实际收入分配曲线和收入分配绝对平均线间的面积差与总面积之比,基尼系数越大,分配越不公平。

## 研究结论

通过绘制公共交通和私人小汽车的出行时长累积频率分布曲线,该论文将公共交通和私人小汽车就医出行的时间阈值设置为240 min和120 min。然后,分别计算各个交通小区在两种交通方式下的总出行成本,同时考虑基于高斯函数的时间衰减计算出每个交通小区的医疗可达性。

为了更全面分析长沙市医疗可达性,选择6个不同时刻(8:30, 10:30, 13:30, 15:30, 18:30, 22:30)分析两种交通方式下的医疗可

达性。结果显示:1)高峰时段(8:30, 18:30)郊区医疗可达性相较于其他时间更优;2)高峰时段(8:30, 18:30)中心城区与郊区的医疗可达性差异更小,因为此时大量居民在进行通勤流动;3)大多数交通小区的私人小汽车医疗可达性优于公共交通医疗可达性;4)中心城区某些交通小区高峰时段(8:30, 18:30)公共交通医疗可达性更好,这可能是由于中心城区道路拥堵使优先通行的公共交通在出行中更方便。

医疗公平方面,针对6个时刻中公共交通与私人小汽车医疗可达性的空间分布,该论文通过基尼系数的计算描绘了医疗可达性在人群中的分配情况。结果表明,公共交通医疗可达性的平均基尼系数为0.43,私人小汽车为0.3。根据基尼系数分类标准,长沙市的医疗可达性存在一定程度的不公平,具体来说,60%的人口在公共交通方式下只能获得33%的医疗资源,在私人小汽车方式下只能获得40%的医疗资源,这对居住在郊区的群体尤其是无私人小汽车群体十分不公平。

## 研究总结

该论文采用纳入出行成本的改良三步移动搜索法衡量公共交通和私人小汽车两种交通方式下的医疗可达性,并进一步评估医疗公平。已有文献多是将时间或距离成本作为出行成本,还有将病床数等指标作为衡量医疗设施权重的参考,而该论文提出纳入时间成本和货币成本的综合出行成本计算方法,更精准地衡量了医疗可达性。

针对上述结论该论文给出城市规划方面的建议以提升城市整体医疗可达性并保障医疗公平。首先,高质量医疗资源在城市郊区十分稀缺,因此未来医疗资源配置中可以考虑在郊区补充医疗设施。其次,考虑郊区公共交通医疗可达性较差问题,如何改善郊区公共交通服务水平也是管理者需要关注的问题。第三,中心城区某些时段公共交通可达性优于私人小汽车,说明私人小汽车对道路拥堵非常敏感,改善中心城区的道路运行状况也非常重要。最后,医疗资源分配和建设是一个长期过程,并不能起到立竿见影效果,可以在郊区设置卫生服务中心等设施,为居民提供多样医疗服务选择,这也是实现居民及时、公平就医的有效途径。

资料来源: XING J D, THOMAS NG S. Analyzing spatiotemporal accessibility patterns to tertiary healthcare services by integrating

total travel cost into an improved E3SFCA method in Changsha, China[J]. Cities, 2022, 122: 103541.

(杨子奇)

## 基于供给侧数据的插电式电动汽车充电行为数据挖掘

### 研究背景

由于更好的驾驶体验、更低的运营成本和更少的环境影响,插电式电动汽车(Plug-in Electric Vehicles, PEV)的市场份额在过去十年中稳步增长。PEV的大规模使用可能会给电力系统和运输系统带来新的挑战与机遇。大量资金被投入到充电桩的建设中,但由于电动汽车有限的出行范围和较长的充电时间,充电网络规划可能不足以支持电动汽车的日常和紧急出行,不合理的充电桩布设并不能满足真实的充电需求,导致充电需求与供应的不平衡。为应对这些挑战和机遇,更好地理解PEV充电行为非常必要。该论文利用美国Charge Point充电供应商,包括充电时间、充电地点和充电持续时间,对PEV的充电行为开展研究。主要贡献有两个方面:首次利用供给侧数据探索美国不同充电桩(即家庭、工作、公共充电)的充电行为;通过定性分析和定量回归模型说明影响PEV充电行为的关键因素。

### 研究思路

Charge Point是北美和欧洲最大的电动汽车充电桩供应商。该数据集包含2017年7月至2018年8月美国伊利诺伊州821个充电网点所有充电事件的详细时间、位置和能源相关信息。截至2020年,Charge Point在该研究区域内拥有约43.2%的市场份额。清洗后数据包含189 864个观测数据。平均每个站点每天有0.6次充电事件。

该论文从定性及定量两个方面对PEV的充电行为进行分析。定性研究方面,对Charge Point数据集进行可视化统计分析。所识别的内容包括:1)家庭和公共充电地点充电事件随时间变化的不同分布;2)不同充电地点、充电效率和充电成本下充电桩的充电时间和停留时间分布;3)按充电效率、PEV类型和充电位置划分的开始、结束电池荷电状态(State Of Charge, SOC)分布。除给出数据挖掘中的观察结果之外,该论文还根据判断提出观察结果背后的潜在原因。定量

分析方面,该论文利用不同统计模型,以了解PEV充电时间、充电地点和充电持续时间影响因素,并在充电事件、充电桩特性和车辆特性中识别具有统计意义的相关因素,重点专注于6个影响因素,包括住宅、商业、教育、停车、零售和工作场所。

### 研究结论

该论文介绍了基于伊利诺伊州大规模供给侧充电数据探索的电动汽车充电行为。通过描述性统计和定量分析,解析了充电桩、车辆特性与用户充电行为之间的相关性。关键结论包括:1)电池容量较大的PEV更有可能在家中充电;2)相对于住宅地点,商业地点的电动汽车更有可能在早上充电;3)相同充电水平下,家庭充电比其他充电地点驻留时间更长;4)工作日和上午的充电时间比周末和下午时间短;5)在1级(交流电,输出功率范围为1~1.8 kW)和2级(交流电,输出功率范围为3~22 kW)交流充电桩驻留时间长于直流快速充电桩(直流电,输出功率范围为30~360 kW);6)住宅区的充电起始SOC高于其他地点;7)与其他充电水平的充电事件相比,直流充电桩初始SOC低于20%;8)插电式混合动力汽车初始SOC低于纯电动汽车。

这些结论对充电桩供应商和相关从业人员有几个政策含义。首先,PEV相对较高的初始SOC和较高的电池容量表明在需要时可以为区域提供额外的能源。其次,为车辆充电所需的能量可能会因地点、类型和一天中的时间而显著不同。例如,公共充电桩通常早上有一个充电事件高峰,而住宅区域充电桩在晚上有一个充电事件高峰。这对帮助电网运营商了解充电需求可能的空间和时间分布、采用更好的规划运营策略至关重要。第三,尽管分时电价旨在激励PEV在非高峰期充电,但相当大比例家庭仍然在高峰期充电。向用户推广分时电价计划和更好地设计费率结构是调整用户充电时间的有效途径。第四,与单户住宅相比,多户住宅充电事件通常以较低SOC开始,这可能表明多户住宅能更有效地使用充电基础设施,或者需要增加多户住宅的充电基础设施投资,以便在一天结束时实现常规充电,并进一步促进PEV推广。

该研究可以向几个方向扩展。首先,尽管Charge Point数据集包含关于充电事件、站点和车辆的详细信息,但这些数据只反映Charge Point用户行为。需要进一步对充电

网络进行更全面调查,以更好地揭示普通电动汽车车主的充电行为,尤其是在住宅和工作场所。其次,该论文所探索的充电行为特别是公共充电地点的充电行为,可应用于一个基于智能体的仿真框架,以研究未来不同地点的能源需求和充电基础设施需求。第三,基于已识别的充电地点的用户充电行为,可以进一步研究如何发展一个稳健的充电网络,以最大限度地扩大充电桩覆盖范围,减少充电焦虑。

## 研究总结

该论文旨在更好地了解插电式电动汽车的充电模式,并找出可能影响插电式电动汽车充电行为的因素。论文从Charge Point收集了伊利诺伊州821个充电桩13个月内189864个充电事件数据。通过描述性分析和回归分析,该论文刻画了关键充电行为指标,包括充电位置、驻留时间和初始SOC的分布,并量化了相关因素对这些充电行为的影响。研究发现:1)与住宅地区相比,初始SOC较低的商业场所PEV更有可能在早上充电;2)相较于周末和下午,工作日和上午更倾向于在工作场所充电,且停留时间较短;3)安装1级和2级交流充电桩的小区比安装直流快速充电桩的小区充电初始SOC高、驻留时间长。这些发现提供了政策见解,以确定激励PEV充电的潜在时间和地点,进一步确定充电基础设施投资的关键地点类别,更好地减少充电焦虑和促进PEV推广。

资料来源:SIDDIQUE, C, AFIFAH, F, GUO, Z, et al. Data mining of plug-in electric vehicles charging behavior using supply-side data[J]. Energy Policy, 2022, 161: 112710.

(邢冠华)

## 公共交通突发事故下乘客出行方式选择行为研究

### 研究背景

公共交通在人们日常出行中发挥着日益重要的作用,连接良好、可靠性高的公共交通系统对地区经济繁荣非常重要。但密集的公共交通网络容易发生服务中断等突发事故,导致实际运行与时刻表产生偏差。公共交通服务中断不仅会造成严重交通拥堵,还可能引发行者行为的短期或长期变化,如出行方式选择。许多文献研究了在完全取消公共交通服务情况下乘客的出行方式选择行

为,而对有运营服务但产生显著延误的情况研究甚少。因此,该论文假设在公共交通取消和延误两种服务中断情况下乘客(尤其是平时更倾向于公共交通出行的乘客)会有不同的出行方式选择,并通过潜在类别选择模型(Latent Class Choice Model, LCCM)对此进行验证。

## 研究方法

### 1) RP-SP调查。

在芝加哥大都市区100个公共汽车站对乘客进行问卷调查。揭示嗜好(Revealed Preference, RP)调查(也称行为调查)部分需要受访者回答出发地和目的地、起点和终点车站、出行特征、公共交通出行的经验等。表明嗜好(Stated Preference, SP)调查(也称意愿调查)部分设计了假设情景,受访者需要在备选方案中进行选择,每个场景至少包含6个备选方案,即公共交通、拼车、出租汽车、家人/朋友接送、改变目的地、取消行程,对于有车的受访者还可以选择开车到目的地。最终共收回调查问卷659份,其中有效问卷619份。

对调查样本的社会人口特征与2008年由CMAP(Chicago Metropolitan Agency for Planning)完成的芝加哥都市区家庭出行调查结果进行对比,发现两个样本集的性别特征非常相似。以CMAP的统计数据为对照组,调查数据集虽然会过高或过低地代表某些社会人口类别,但除少数类别(包括2人家庭、年收入低于3.5万美元、年收入在10万美元以上)外,两个数据集间的差异低于10%。因此认为调查样本包括并合理地代表了该地区的总体人口特征。

### 2) LCCM构建。

通过决策者的社会经济等统计信息,LCCM将个人选择模式聚类为相互排斥的潜在类别,包括隶属类模型(class membership model)和离散选择模型(discrete choice model)。

构建LCCM时,该论文使用ECL(Error Component Logit)模型捕捉个体在多个选择场景中未观察到的误差。对某一个体,将情境间的状态依赖影响纳入误差项部分来考虑,并假设该误差项服从标准正态分布。

该论文考虑的自变量包括服务中断类型(服务取消、服务延误)、乘客个人属性(年龄、收入、职业)、出行方式的服务属性(等待时间、出行时间、出行成本)。

## 研究结果

在分析过程中该论文将二分法变量(职业、中断类型)与出行属性(等待时间、出行时间、出行成本)交互,获得两种中断类型下乘客偏好的变化;根据调查时受访者的出行方式将其分为城市轨道交通用户和公共汽车用户,分别编码为1和0,并将该变量与出行时间变量交互,以研究城市轨道交通用户和公共汽车用户的偏好差别。

根据贝叶斯信息量(BIC, Bayesian Information Criterion)的大小,将乘客分为两类:

第一类乘客构成调查数据集的80%,包括25~34岁年轻人、中高等收入者(年收入>5万美元)、频繁使用Uber和Lyft等拼车服务的人、白人、拥有智能手机的人。1)该类乘客在突发事故时使用公共交通服务的概率最高。2)与延误时相比,该类乘客在服务取消时公共交通常数项更低、驾车前往目的地常数项更高,即在服务取消时,驾驶小汽车会成为他们更有利的选择,因为乘坐替代公共交通服务时出行时间往往会变得更长。3)在服务中断和服务取消两种情况下,该类乘客拼车、出租汽车、家人/朋友接送的常数项相同,表明在两种事故情况下,该类乘客对几种方式呈现相同的偏好。4)在服务取消时,该类乘客对等待时间的容忍度提高约40%、对出行费用容忍度提高15%,因为其可以更灵活地选择其他出行方式。

第二类乘客构成调查数据集的20%,包括非工作者、低收入者、非洲裔人、没有智能手机的人。该类乘客一般没有足够的可支

配收入购买私人小汽车,因此属于不得不使用公共交通服务的乘客。1)该类乘客非常依赖公共交通服务。2)该类乘客等待时间和出行成本的影响不显著,意味着其对这两个出行属性漠不关心。3)出行时间增加会给该类乘客造成负面效应,但影响小于第一类乘客,即这些个体对出行时间的容忍度更高、在等待和出行时间较长时更具灵活性。4)在两种中断类型中,该类乘客并没有产生显著差异,即中断类型对出行方式选择没有影响。

## 研究讨论

该论文研究公共交通取消和延误两种服务中断情况下乘客对出行特定属性(包括等待时间、出行时间和出行成本)进行的不同权衡。研究表明:相比服务延误,服务取消给乘客造成更大负担。同时,在服务延误时,乘客仍然愿意乘坐公共交通,因为更快、更便宜、可以更好地利用时间;在服务取消时,乘客却不太可能去选择变更路线后的公共交通,因为其出行时间往往会变得更长、线路更迂回。该研究结果为交通规划人员提出潜在的应急措施,最大限度地减少服务中断对乘客的影响。

资料来源: SAXENA N, RASHIDI T H, AULD J. Studying the tastes effecting mode choice behavior of travelers under transit service disruptions[J]. Travel behavior and society, 2019, 17: 86-95.

(马瑞)

## 《城市交通》参考文献著录格式调整

根据《信息与文献 参考文献著录规则》(GB/T 7714—2015),本刊自2022年第1期起对参考文献著录格式进行调整,详见《城市交通》采编平台(<https://csjt.cbpt.cnki.net>)“投稿指南”栏目。常见著录格式示例如下。

期刊	作者.题名[J].刊名,年,卷(期):引文页码.
书籍	作者.书名[M].版本信息.译者.出版地:出版者,出版年.
汇编析出文章	作者.题名[G]//编者.文集名.出版地:出版者,出版年:引文页码.
会议录析出文章	作者.题名[C]//编者.文集名.出版地:出版者,出版年:引文页码.
会议演讲论文	作者.题名[C]//会议名称,会议地点,所在城市,会议时间:会议主题.
学位论文	作者.题名[D].所在城市:保存单位,年份.
技术标准	作者.标准名称:标准号[S].地名:出版单位,年份:引文页码.
网络档案	作者.题名[A/OL].(更新或修改日期)[引用日期]. <a href="http://...">http://....</a>
技术报告	作者.题名:报告代码及编号[R].地名:责任单位,年份.
报纸文章	作者.题名[N].报纸名,年-月-日(版次).
网络报纸文章	作者.题名[N/OL].报纸名,年-月-日(版次)[引用日期]. <a href="http://...">http://....</a>
网络公告	作者.题名[EB/OL].(更新或修改日期)[引用日期]. <a href="http://...">http://....</a>