

城市公共交通可达性公平的测度及其分异研究进展

陈慧灵¹, 杨雪珂¹, 王武林^{2*}

1. 湖南工商大学公共管理与人文地理学院, 长沙 410205

2. 湖南师范大学旅游学院, 长沙 410081

摘要 基于城市公共交通可达性公平的测度及其分异, 从可达性与公共交通可达性的测度、公共交通可达性公平的测度、公共交通可达性公平分异3个方面对国内外研究进行了深入梳理。研究成果大多注重公共交通可达性分析, 普遍关注公共交通分布公平性评价及其与出行行为的关联性; 城市公共交通可达性公平的测度的研究方法越来越精细, 理论上更加注重公共交通公平供给和需求紧密结合以及公共交通可达性对居民出行影响的群体差异。

关键词 公共交通可达性; 空间公平; 社会公平; 空间分异

中国目前处于快速城市化进程中, 2022年底城市化率已达到65.22%。城市空间范围迅速扩张, 经济发展的同时也产生了一系列例如基础设施的不足、能源消耗的增加、土地利用的快速转变等问题, 直接影响居民的出行成本、出行方式选择等, 进而对交通公平产生影响^[1]。城市化与机动化水平的提高致使城市扩展形态呈现大范围低密度特征, 城市空间布局逐渐分散, 公共交通服务水平、线

网密度的分布空间差异性明显, 部分区域的交通可达性缺乏基本保障^[2]。党的二十大报告明确提出“健全基本公共服务体系, 提高公共服务水平, 增强均衡性和可及性”, 然而多数交通相关规划更重视交通效率, 难以保障公共交通分布的均衡, 交通公平问题急需得到解决。

城市活力的基础是城市空间的可达性, 可达意味着进入城市空间的权利, 如果只能依靠私人汽车

收稿日期: 2023-08-25; 修回日期: 2024-02-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(42101208); 湖南省自然科学基金青年项目(2021JJ40155); 湖南省社科评审委一般项目(XSP21YBC275)

作者简介: 陈慧灵, 副教授, 研究方向为城市与区域规划、交通地理, 电子信箱: yinuo2020@hutb.edu.cn; 王武林(通信作者), 副教授, 研究方向为交通地理、城乡融合等, 电子信箱: wangwulin421@163.com

引用格式: 陈慧灵, 杨雪珂, 王武林. 城市公共交通可达性公平的测度及其分异研究进展[J]. 科技导报, 2024, 42(3): 53-62; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.03.005

才能抵达的城市空间是不完美的。城市机动化水平大幅提高引发了日益严重的交通问题,交通方式的演进成为城市空间尺度发生变化的根本性动力,不仅导致不同交通方式之间出行的不公平,同时使得城市交通空间占用存在不均衡^[3]。英国在21世纪的大伦敦空间规划明确提出社会整合是可持续发展的核心,人们应公平地享有就业和休闲等机会是区域繁荣的根本。为了实现“为尽可能多的人考虑公共交通可达性”这一目标,该规划在伦敦中心区实施收取交通拥堵费措施以限制小汽车的使用来提高道路通行能力,并通过改善步行和自行车道路网来人性化公共空间^[4]。城市背景下公平的社会人们应该拥有平等的获取公共交通的机会,实现公平的一种方式,是向那些最需要它的人提供交通服务。交通弱势和与社会弱势之间存在差异,社会经济层面弱势的群体可能拥有较好的公共交通可达性,而交通弱势群体其社会包容度可能较高,交通弱势和社会弱势直接或间接地相互作用,形成交通贫困,导致不能获取必要的商品和服务,从而产生社会排斥以及进一步加深社会和不平等^[5-6]。如果公共交通系统不能满足那些依赖公共交通进行日常活动的人的需求,那这些人就处于与交通相关的社会排斥。例如很多低收入群体只能通过公交系统出行,而小汽车群体出行便利且空间可达性水平更高,不同群体道路交通资源的占有差异明显,交通公平问题严重。

新城市主义社区规划认为以步行和公交为主要交通方式能减少对小汽车的依赖,有助于消除社

会隔离现象,促进社会融合。目前国内交通问题的解决注重对城市整体的影响,交通政策大多出发点是针对“均一群体”的“均一影响”,较少分析对不同社会群体影响的差异。宜居的城市应该能够满足城市居民日常的出行与生活需求,且无关男女老幼、收入阶层,这一目标体现在城市与交通规划层面就是公服设施资源的公平分配。本文关注的是城市公共交通可达性公平的测度及其分异,主要从可达性与公共交通可达性的测度、公共交通可达性公平的测度、公共交通可达性公平分异3个方面来进行综述。

1 公共交通可达性的研究

1.1 可达性的测度与应用

1959年,Hansen^[7]第一次明确提出可达性概念,定义为交通网络中节点相互作用机会的大小,并利用重力模型研究了可达性与城市土地利用的相互关系。Geurs等^[8]总结了可达性测度的不同方法,主要包含交通、时间、个人和土地利用4个方面,实际应用过程中会根据不同的研究视角关注其中一个或几个组成部分(表1)。最初研究人员只关注出行物理成本的客观可达性^[9-10],之后在可达性的研究发展中,研究人员深化到注重人们出行感受的主观可达性^[11-12]。根据可达性的不同定义,可达性测度一般有2种方法:一类是基于交通工具的便捷程度使用时间距离或空间距离来估计可达性,距离越短可达性越好。另一类是基于目的地与周围环境

表1 可达性研究视角和组成要素

视角	组成要素			
	交通	土地利用	时间	个人
基于基础设施的测度	出行速度、拥堵所消耗的时间		高峰期;整日出行时间	不同类型的出行(例如通勤、公务出行等)
基于地方的测度	地方间的出行成本	机会的数量和空间分布	不同时期的交通成本差异	人口特征(例如收入、教育水平等)
基于人的测度	到达不同设施的出行时间	机会的数量和空间分布	设施开放时间限制	个体可达性
基于效用的测度	到达不同设施的出行费用	机会的数量和空间分布	不同时期的交通时间成本差异	基于个体或同类群体所产生的效用

之间的相互作用和机会大小,除了距离之外还考虑两节点的权重,这些权重通常表示人口规模、GDP等经济因素^[13]。实际使用中可以进一步细分为多种具体的测度方法,常用的评价模型有5种:空间阻隔、累积机会、重力模型、效用模型以及时空模型^[14]。

对交通可达性的应用研究已经取得了丰硕的成果,主要集中在大尺度交通网络地域特征^[15]、交通网络演化对可达性空间格局的影响^[16-17]、交通网络的社会经济影响^[18]等。城市内部的可达性分析则集中在公服设施可达性评价、城市路网结构评价、不同交通方式可达性评价等方面^[19]。公共服务公平性评价常使用可达性作为分析工具,主要使用“基于地”和“基于人”2类度量方法^[20]。“基于地”的测度方法多用于空间公平阶段的研究,主要分析所在区位与公服设施之间的邻近度,如最短出行距离、最短出行时间、引力模型等,缺陷在于并未考虑个体活动和时空环境限制之间的内在联系。“基于人”的测度方法以个人出行时空环境为背景,基于时间、空间和行为3个维度进行分析,该方法的应用能展示不同个体之间可达性的差异,更适用于公共服务分配的社会公平研究。

1.2 公共交通可达性的测度与应用

公交网络的研究是交通领域的热点,当前的研究趋势逐渐从优化单一出行模式的公共交通网络,转向了多模式公共交通系统的整合和协调研究。黄晓燕^[21]说明了公交可达性测度研究可分为“到达公交系统的可达性”(邻近度)和“通过公交系统到达目的地的可达性”(通达度)。邻近度方法是基于物质要素(包括步行时间、步行距离、载车时间或建成环境因素等)来评价公交设施的服务水平。通达度方法则注重分析通过公共交通网络完成特定活动的便捷程度(例如购物、娱乐、通勤等)。石飞等^[22]从出行链角度,将步行接驳过程的阻抗、公共交通网络、出行路线和供需关系等方面纳入公共交通可达性的测度范围,将公共交通可达性测度方法总结为以下类型:缓冲区方法、网络分析法、成本栅格法、成本栅格与网络分析的集成、基于高性能图形数据库的高精度可达性、基于开放地图考虑时空大数据的高精度可达性以及基于供需模型的面状可达性。

2 公共交通可达性公平

2.1 公共交通可达性的空间公平和社会公平

公共交通可达性公平可以从2个方面来理解:公共交通可达性分布的公平(公共服务设施在空间配置方面的公平性)以及公共交通可达性影响下不同社会群体之间出行行为差异的合理性。这是公共交通作为公共服务设施资源在空间公平与社会公平方面的本质要求。公共交通空间公平描述的是公共交通活动中的空间要素带来的影响,主要包括空间本身作为一种要素在交通活动中的作用(如区位的影响)以及交通资源在空间尺度上的公平分布2个方面^[23]。目前很多大城市都在兴建地铁与快速公交以降低公共交通和小汽车可达性水平之间的差异,但结果可能是公共交通可达性整体水平大幅提高,但区域之间公交服务的差异可能会增加^[24]。公共交通社会公平描述的是公共交通供应是否能让所有人处于相对稳定的社会状态。公共交通供应的不足无疑会使一些人无法充分参与日常活动,例如获得教育、就业,以及各种社会和休闲活动的机会^[1],这可能会助长社会排斥,从而造成不平等。该阶段的研究主要是注重公共交通的分布对于不同社会群体产生的差异化影响,强调基于不同群体的能力和需求分配平等的交通资源,以弥补社会不公平。

国外研究人员对有关公共交通供给公平性评价进行了大量研究。基于Litman提出的交通公平分析类型,Delbosc等^[25]研究了墨尔本公共交通服务水平的公平性,研究表明尽管公共交通服务水平与居住人口之间存在“空间不匹配”状况(即横向公平),但缺乏小汽车的低收入居民聚集地享有更多的公共交通资源(即纵向公平)。Li等^[26]通过构建交通差距指数(TGI)和一个基于地理信息系统(GIS)的方法来评估夏洛特市公共交通供给公平性和可达性,结果表明,交通供应在夏洛特中央商务区提供了较高的服务覆盖率,并随着到夏洛特市中心距离的增加而降低。Giovanni等^[27]研究了智利圣地亚哥市不同的公共交通政策情景如何在特定人口群体的公平性方面得分,结果表明:公共交通服

务的补贴票价更有利于老年人,特别是收入较低的老年人,而地铁网络的扩大主要惠及中高收入的老年人。近年来,针对以往研究中没有针对评价某一交通投资是否公平的方法,有研究提出可用于比较公交线路层面交通弱势群体(如低收入)相对于平均值或其他群体(如高收入)可达性结果的一套方案,该方法能量化每一条公交线路为每一类群体提供的可达性^[28]。

目前,国内研究主要基于可达性来评价城市公共交通公平性,如利用空间特征分析方法,研究公共交通以及其他公共服务设施的空间分布及其空间公平^[29-30]。陈方等^[31]构建不同交通方式可达性、不同交通方式出行量区位商来测度居住小区的交通公平及空间分异,结果指出公交可达性、不同交通方式出行量区位商显著影响不同收入等级群体的交通公平分异。朱治文^[32]与张竞文等^[33]从相对剥夺的层面评价了公共交通分布的公平性。陈忠暖等^[34]、陈慧灵等^[35]分析广州居民常规公交出行的可达空间,发现建国以来常规公交经历了由“低效公平”的低级均衡向高出行效率、弱公平性转变,且基于地铁的公共交通出行和仅基于常规公交的出行空间是存在公平的空间异质性。

2.2 公共交通可达性公平的测度

公共交通资源的稀缺性,决定了其不能满足所有人的出行需求,需要通过资源的合理配置,最大化利用公共交通资源。公共交通公平性评价已经成为城市地理领域与交通领域重要研究方向,分析对象主要包括情景模拟条件下交通政策影响、公共交通设施配置影响的公平性以及可达性的公平性^[35-36]。交通公平的评价方法通常分为2类:一是基于可达性,将可达性视为交通系统最主要的收益,结合GIS工具,从就业、医疗、教育等角度来测度交通可达性,以揭示交通不公平现象^[37-38];二是借鉴经济学领域中的不平等指数,通过量化各类交通指标,来评估交通公平性^[39-40]。表2主要介绍了评价公共交通公平的已成系统的方法。

2.2.1 供需差异分析

国外很多有关公交公平测度的研究是量化公共交通供给与需求,试图识别公共交通供需差异在空间上的分布,首先构建不同地区的交通需求指数与供给指数,并对二者进行比较以识别潜在的需求不足现象,之后基于这种不平衡的情况深入研究交通公平性问题^[41]。公共交通供给指数是根据基础设施的拓扑可达性进行估算的^[42],而交通社会需求指数则是通过考虑不同区域的交通劣势指数来计算的,交通劣势指数考虑了不同区域人群的收入、

表2 公共交通可达性公平的测度方法

方法	分析过程	优势	劣势
供需差异分析	构建不同地区的交通需求指数与供给指数,并对二者进行比较以识别潜在的需求不足现象,之后基于这种不平衡的情况深入研究交通公平性问题	公平性的评判不仅依靠人口数量单一指标,开始向人口需求靠拢	数据比较复杂,获取和处理这些数据较困难
政策收益的差异分析	评价公共交通的开通对不同群体可达性收益的影响,从而便于在交通政策实施前后进行全面的评价和分析	有助于政府更有效地分配资源,以确保政策的实施能够实现最大化的社会利益	预测结果会因政治因素和数据不足而有偏差,出现与事实规律相悖的情况
基尼系数和洛伦兹曲线	用洛伦兹曲线来图示人口中公共交通可达性累积分布情况,基尼系数是基于洛伦兹曲线的评估公共交通设施分配公平性的指标	能够使公共交通公平性评价有较强的理论来源,且直观性强,有助于提升评价结果的可信度	只能说明“人”和公共交通区位之间的空间关系,忽略了“人”的需求差异性
Theil指数	当样本被分成多组时,泰尔指数作为不平等的度量标准,显示出良好可分解性,能够评估群体内差距和群体间差距对总差距的贡献	Theil指数可以用于分析多个维度的不平等,这有助于深入了解不同社会群体在多个方面的公平性	不能单独直接地用于评估公共交通系统的公平性且数据难以获取

年龄、小汽车拥有率等,最后将需求指数减去供给指数得到供需差异指数,以确定不同地区的供应与需求之间的空间差距以及社会排斥现象^[43]。此方法意味着公平性的评判不仅仅依靠人口数量这一单一要素,开始向人口需求靠拢,但国内由于缺乏完备的基础数据库,较少尝试探讨城市公共交通“需求指数”。

2.2.2 政策收益差异分析

国外很多研究人员比较注重政策收益公平性分析,收益差异分析的核心目标在于评价公共交通的开通对不同群体可达性收益的影响,从而便于在交通政策实施前后进行全面的评价和分析。有研究人员为探究居民收入水平与交通项目实施后可达性收益之间的关系,利用空间回归模型来评价新的公共交通是否给高收入水平区域带来相对更多的可达性收益^[44]。这有助于政府更公平地分配资源,以确保政策的实施能够实现最大化的社会利益。缺点在于预测结果会因政治因素和数据不足而有偏差,出现与事实规律相悖的情况。

2.2.3 基尼系数和洛伦兹曲线

在经济学领域,洛伦兹曲线是用来图示人口中财务累积分布情况,基尼系数是基于洛伦兹曲线的一项评估收入分配公平性的指标^[45]。经济学家通常使用基尼系数来度量地区的财富分配情况,其取值范围在0和1之间,数值越接近0,表明社会财富的分布越公平,反之则表明社会贫富差距越大^[46]。由于公共交通可达性分布的公平性评价具有相似性,因而将该方法引用其中来,优点在于能够使公共交通公平性评价有较强的理论来源,且直观性强,有助于提升评价结果的可信度。局限在于只能说明“人”和公共交通区位之间的空间关系,忽略了“人”的需求差异性。

2.2.4 Theil 指数

经济学家常用Theil指数用来衡量个人或区域之间的收入差距。当样本被分成多组时,Theil指数作为不平等的度量标准,显示出良好的可分解性^[47]。Theil指数能够评估群体内差距和群体间差距对总差距的贡献,以了解不同群体之间的不平等情况,为其提供更详细的解释。很多研究人员把此

方法与基尼系数、变异系数结合计算公共交通整体的公平性/不公平性^[48]。优点在于Theil指数可以用于分析多个维度的不平等,局限性在于它不能单独直接地用于评估公共交通系统的公平性且数据难以获取。目前有些研究中已经利用以上这些方法对不同城市的公共交通可达性分布进行公平性评价,有些研究也会通过一种以上方法以互补的方式进行公平分析。由于城市规模的差异以及考虑因素、评价方法的差异,目前城市之间的公共交通可达性公平还不能进行比较。

3 公共交通可达性公平分异研究

3.1 公共交通供需的空间分异研究

低收入、失业、老年人以及残疾人在很多研究中属于被社会排斥的群体,发展公共交通能满足这些群体的交通需求已经达成共识。公共交通的分布影响其获取就业、医疗、教育等资源的机会^[49]。研究中量化公共交通社会空间赤字的方法是分别构建表征社区公交需求与供给的指数。前者基于地区年龄结构、公服设施分布等变量考虑,表征基于区域的公共交通需求,代表地区交通弱势指标,是对统计单元中社会经济地位的衡量;后者代表该地区公交系统服务水平,通常用社区层面上公共交通可达性来衡量^[50-51]。两者之间差异是“交通差距”,表征公共交通供需差异。特别值得关注的是那些低供给和高需求、低需求和高供给,这分别代表服务水平欠佳与服务水平过重,有助于了解公共交通弱势的空间分布,可以帮助政策制定者制定交通政策时的空间优先次序。

现有研究中共有3种方法测量交通社会需求。第一种方法是基于家庭出行调查数据测度社会弱势区的出行频率,这种方法早期出现在美国的机动性研究中,研究发现拥有小汽车和没有小汽车的家庭之间存在出行频率的差异;但这些研究只包含实际的出行,不包含潜在出行。Jin等^[52]通过研究发现社会弱势区的大部分交通需求基本上被抑制了,如果提高这些区域的机动性水平或降低出行成本,出行频率将显著增加。第二种方法是利用社会经

济和可达性指标的线性加权函数得到单一需求指数衡量社会需求;这种方法的优点是能利用统计数据以及人口普查数据,同时纳入可达性这一指标来确定弱势区域,考虑了社会需求的空间维度^[53]。这种方法侧重于测度相对的潜在需求,而不是绝对需求。第三种方法则是利用回归分析方法来确定社会经济因素对公共交通出行比例的贡献,从而确定公共交通的潜在需求;贡献系数则说明交通需求的社会弱势弹性,然后生成需求指数来衡量社会弱势群体的潜在需求;这种方法测度的“潜在”需求是基于已有公共交通网络对公共服务做的预测需求^[54]。

由于出行时间波动较大,忽略活动模式、出行需求的时间波动以及居民社会经济属性难以了解公共交通服务供给能否满足该时段内的需求。为了解决公共交通可达性的时间变化问题,有些研究中计算了一次总出行需求中的时间不匹配,通过计算区域中OD流可以通过现行公共交通满足的比例,将起点可以接受的等待时间作为一个灵活性(feasibility)阈值^[55-56]。这些研究衡量时间不匹配的方法都是考虑地区的总出行需求,较少分析不匹配在不同社会群体的分布情况,对不同群体的特定出行需求和交通供给时空匹配特征分析不多。目前已有研究开始尝试将公交服务水平随时间的变化作为控制变量,如研究不同群体在一天不同时段内享有的交通资源与就业可达性的变化及其公平性,结果表明社会弱势区的居民公共交通可达性更好,但这种优势程度在一天不同时段存在波动^[6]。有些研究聚焦社会地位、出行需求与公共交通供给的关系,指出很多低收入群体需要在一天中交通运输服务不佳的时候出行^[57]。

3.2 公共交通出行的社会分异研究

出行的公平包含了公共交通资源时空配置的公平,以及不同个体自身时空制约的可达性问题^[58]。现有研究中对出行公平的定义和测度较少,通常先使用特殊方法判定交通弱势群体,继而讨论其出行行为的社会公平性。已有研究探讨公共交通可达性与居民出行的联系可以总结为2个方面:一是公共交通可达性对不同区域居民出行影响的差异,部分群体所占有的出行机会与公共交通资源

均少于其他群体,存在不公平现象;二是公共交通可达性影响下,出行行为和弱势群体社会经济变量之间的相互作用。

公共交通可达性对不同区域居民出行行为的影响方面。许多研究根据居住地来区分群体,因为交通可达性通常受到居住偏好的强影响,群体的空间差异往往与社会经济地位的差异相结合^[59]。Wu等^[60]在北爱尔兰使用公共交通可达性水平指数来替代剥夺指数,发现贫困地区同时也处于公共交通服务水平“很差”的地区。很多研究指出社会弱势群体进行社会活动时面临的空间障碍问题,认为应改善中心城区与郊区中就业集中地之间的公共交通联系,以降低通勤成本来缓解“空间不匹配”^[61-62]。也有研究探讨不同群体不同时段内享有的交通资源与就业可达性的变化及其体现的公平性,结果得到社会经济弱势区的居民享受的公共交通服务反而更好,出行时间更短^[55]。

出行行为和弱势群体社会经济变量之间的相互作用方面。主要回顾由于生理和社会因素成为交通弱势群体的人群,如老年人、女性、低收入者等的出行行为。有些研究探究公共交通可达性与低收入群体出行的关系,如研究社会地位、出行需求与交通供给的关系,指出很多低收入群体需要在一天中交通运输服务不佳的时候出行。Kaniz等^[63]通过构建一个公共交通无障碍指数对城市地区老年人对公共交通(火车、有轨电车、公交)的通达水平进行研究,结果表明,老年人的公共交通可及性因旅行时间、人口密度和旅行目的地而异。除了受到个人社会经济特征因素影响外,公共交通基础设施的提供也会显著影响老年人的出行行为,且对老年人出行行为的影响程度要远远大于对工作人群出行行为的影响程度^[64-65]。冯建喜等^[66]通过分析发现距离公共交通基础设施越近,老年人的出行越活跃。公共交通可达性与女性群体出行的关系,现今越来越多女性既承担主要家庭劳务,又从事着同样的社会工作,形成了新的不平等话题^[67]。已有研究指出,女性和男性居民在出行的时空结构上存在较大差异,性别化的行为空间显化^[68-69]。何嘉明等^[70]研究表明女性活动距离比男性短,对公共交通

的依赖程度更高;在土地利用类型单一、公交系统不完善的郊区社区中出行公平性问题的表现更为突出,女性的休闲活动受到空间与机会的两方面限制。

4 结论

回顾了国内外公共交通可达性与公平领域的理论、技术方法及相关实证,可以发现目前该领域已经取得了较多的研究成果。学者们在研究内容方面注重公共交通可达性分析,普遍关注公共交通分布公平性评价及其与出行行为的关联性分析。

4.1 公共交通可达性测度指标与研究方法越来越精细

公共交通可达性作为刻画交通公平必不可少的分析工具,研究已经较为丰富且深入,计算方法和思路多样。通过与GIS、其他数量地理学紧密结合,公共交通可达性的相关数据分析与测度指标开始趋于精细化,数据采集过程中开始注重不同时段公共交通供给的变化,在空间可达性的基础上增加了时间维度。除了以往的问卷数据和矢量数据之外,各种新型数据收集渠道(百度地图、高德地图等)提供了更精准、丰富多样的公共交通信息数据,从早期出行距离、出行时间的简单统计到“门-门”整个出行过程的分阶段的精细划分。

4.2 公共交通公平的探讨强调供给和需求的结合

在公共交通设施分布的空间合理性方面,国内研究多数是基于公共交通设施供给的数量和区位考虑,即通过考察现有公共交通供给条件下,不同地区在使用交通设施方面的便利程度,来综合评估研究区域内供给不足的地点。然而公共交通分布的空间合理性更应关注它是否满足周边服务群体的交通需求。国内研究较少通过地区的需求和社会结构角度去评价其公共交通供给的公平及合理性。公共交通公平,根本上来说就是公共交通供给怎样才能满足所有人的日常出行需求,需要通过城市社会空间透视不同群体的出行需求、供需的匹配情况,才能有效反应城市空间的规律与社会性质的差异。

4.3 公共交通可达性对居民出行影响的群体差异是趋势

国外研究人员多数从不同的社会背景和具体问题出发,在不同视角及尺度下,深入研究了不同社会经济属性群体的公共交通需求与需求程度。国内则立足实际问题,引入了相关国际经验,在有关城市公共交通公平的研究已取得一些成果,主要集中在介绍交通公平相关理论以及交通机动性对社会排斥的影响等方面。现有研究较少从对比的角度探讨公共交通可达性对不同居民出行行为的影响,通常更集中于某一类群体。公共交通可达性究竟如何影响居民出行行为,对不同收入、不同年龄以及不同性别居民出行行为的影响存在怎样的差异,这方面研究值得进一步深入探讨。

参考文献(References)

- [1] Han C, Liu X, Shen X, et al. Evaluating the spatial deprivation of public transportation resources in areas of rapid urbanization: Accessibility and social equity[J]. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2019, 2019: 1-11.
- [2] Yan X, Bejleri I, Zhai L. A spatiotemporal analysis of transit accessibility to low-wage jobs in Miami-Dade County[J]. *Journal of Transport Geography*, 2022, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103218.
- [3] Yang W, Chen B Y, Cao X, et al. The spatial characteristics and influencing factors of modal accessibility gaps: A case study for Guangzhou, China[J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 60: 21-32.
- [4] 杨莉, 刘霓. 大都市区治理——以交通规划与空间规划为例[J]. *国外社会科学*, 2015(5): 53-61.
- [5] El-Geneidy A, Buliung R, Diab E, et al. Non-stop equity: Assessing daily intersections between transit accessibility and social disparity across the Greater Toronto and Hamilton Area (GTHA)[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2016, 43(3): 540-560.
- [6] Sui T, Dick E, He S Y, et al. The role of transit accessibility in influencing the activity space and non-work activity participation of different income groups[J]. *Journal of Transport and Land Use*, 2022, 15(1): 375-398.
- [7] Hansen W G. How accessibility shapes land use[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.
- [8] Geurs K, Wee B. Accessibility evaluation of land-use

- and transport strategies: Review and research direction[J]. *Journal of Transport Geography*, 2004, 12(2): 127-140.
- [9] 刘常富, 李小马, 韩东. 城市公园可达性研究——方法与关键问题[J]. *生态学报*, 2010, 30(19): 5381-5390.
- [10] 钟业喜, 黄洁, 文玉钊. 高铁对中国城市可达性格局的影响分析[J]. *地理科学*, 2015, 35(4): 387-395.
- [11] Tyler N. Safety accessibility and sustainability: The importance of micro-scale outcomes to an equitable design of transport systems[J]. *IATSS Research*, 2017, 41(2): 57-65.
- [12] Pucci P, Vecchio G, Bocchimuzzi L, et al. Inequalities in job-related accessibility: Testing an evaluative approach and its policy relevance in Buenos Aires[J]. *Applied Geography*, 2019, 107: 1-11.
- [13] 林鹏. 可达性研究方法综述[J]. *西部资源*, 2022(1): 194-200, 202.
- [14] Mei L, Ying J. Measuring accessibility of urban scales: A trip-based interaction potential model[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2021, 48(4): 1-16.
- [15] 石京, 杨朗, 黄谦, 等. 交通公平性的衡量角度与模型描述[J]. *铁道工程学报*, 2009(1): 97-101.
- [16] Jin F, Wang C, Li X, et al. China's regional transport dominance: Density, proximity, and accessibility[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(2): 295-309.
- [17] 刘安乐, 杨承玥, 明庆忠. 六盘水市城乡公路交通网络发展过程及其可达性演化特征[J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2021, 46(4): 89-97.
- [18] Dan W, Adam R, Eyuphan K, et al. Socioeconomic impacts of resilience to seaport and highway transportation network disruption[J]. *Transportation Research Part D*, 2022, 106: 103236.
- [19] 章佳民. 基于改进可达性的城市公共绿色空间公平性研究[D]. 浙江: 浙江大学, 2021.
- [20] Zhang B, Zhou E. The evaluation of spatial distribution equity of public service facilities in coastal cities[J]. *Journal of Coastal Research*, 2020, 103(Suppl 1): 1060-1064.
- [21] 黄晓燕. 特大城市公共交通可达性与小汽车出行决策[M]. 北京: 商务印书馆, 2015.
- [22] 石飞, 朱乐, 席东其. 大数据与公共交通可达性[M]. 北京: 商务印书馆, 2022.
- [23] Wu L, Haotian G, Wenwen Q, et al. Collective and individual spatial equity measure in public transit accessibility based on generalized travel cost[J]. *Research in Transportation Economics*, 2023, 98: 80-85.
- [24] 张天琳, 任利剑, 运迎霞. 基于轨道交通可达性的多中心都市圈空间组织效应研究——以莱茵—鲁尔都市圈为例[J]. *国际城市规划*, 2023(5): 1-19.
- [25] Delbosc A, Currie G. Using Lorenz curves to assess public transport equity[J]. *Journal of Transport Geography*, 2011, 19(6): 1252-1259.
- [26] Li Y, Fan D W. Modeling and evaluating public transit equity and accessibility by integrating general transit feed specification data: Case study of the city of Charlotte[J]. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 2020, 146(10): 1-12.
- [27] Giovanni V, Ignacio T, Bryan C, et al. Fair transport policies for older people: Accessibility and affordability of public transport in Santiago, Chile[J]. *Transportation*, 2022, 166: 21-27.
- [28] Karner A. Assessing public transit service equity using route-level accessibility measures and public data[J]. *Journal of Transport Geography*, 2018, 67(2): 24-32.
- [29] 芦志霞. 城市公共服务设施空间公平性研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2021.
- [30] Chen C. Discussion on the optimization method of public service facility layout from the perspective of spatial equity: A study based on the central city of Shanghai[J]. *Land*, 2023, 12(9): 1-10.
- [31] 陈方, 戢晓峰, 吉选, 等. 城市内交通公平的测度及其空间分异[J]. *经济地理*, 2015, 35(4): 70-75, 113.
- [32] 朱治文. 常规公共交通系统公平性评价研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.
- [33] 张竞文, 张小宁. 基于公平性的灾前多目标公交疏散模型[J]. *物流科技*, 2022, 45(8): 76-82.
- [34] 陈忠暖, 郭敏玲, 许敏琳, 等. 建国以来广州居民市内出行可达空间的演变——基于常规公交视角的研究[J]. *经济地理*, 2010, 30(11): 1797-1803.
- [35] 陈慧灵, 王伯礼, 曹小曙, 等. 广州市地铁对常规公交出行成本影响及其空间公平性研究[J]. *地理科学*, 2019, 39(8): 1265-1275.
- [36] Bills T S, Richard T, Andrea B, et al. Towards transit equity in Detroit: An assessment of microtransit and its impact on employment accessibility[J]. *Transportation Research Part D*, 2022, doi: 10.1016/j.trd.2022.103341.
- [37] Martens K, Golub A, Robinson G. A justice-theoretic approach to the distribution of transportation benefits: Implications for transportation planning practice in the United States[J]. *Transportation Research Part A*, 2012, 46(4): 684-695.
- [38] 王宁. 面向多模式公共交通网络就业可达性的交通公平性分析[D]. 深圳: 深圳大学, 2022.

- [39] Ben-Elia E, Benenson I. A spatially-explicit method for analyzing the equity of transit commuters' accessibility [J]. *Transportation Research Part A*, 2019, 120(2): 31-42.
- [40] 刘炜, 董傲然, 邓雷, 等. 基于网络开放数据的城市公共交通可达性公平测度研究[J]. *武汉理工大学学报(交通科学与工程版)*, 2021, 45(6): 1045-1050.
- [41] Chen Y, Bouferguene A, Li X H, et al. Spatial gaps in urban public transport supply and demand from the perspective of sustainability[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 195(9): 1237-1248.
- [42] Rodrigue J P. *The geography of transport systems*[M]. Oxfordshire: Taylor & Francis, 2016.
- [43] 刘影, 刘倩. 基于可达性的交通公平测度与发展[J]. *住区*, 2020(6): 58-64.
- [44] Pereira H R. Future accessibility impacts of transport policy scenarios: Equity and sensitivity to travel time thresholds for Bus Rapid Transit expansion in Rio de Janeiro[J]. *Journal of Transport Geography*, 2019, 74: 321-332.
- [45] 罗朝晖. 基于基尼系数的停车换乘拥挤收费定价模型[J]. *数学的实践与认识*, 2017, 47(3): 1-8.
- [46] Zhou Q F, Dai D H, Wang Y W, et al. Decade-Long Changes in disparity and distribution of transit opportunity in Shenzhen China: A transportation equity perspective[J]. *Journal of Advanced Transportation*, 2018(5): 1-16.
- [47] 林静. 基于夜间灯光数据的安徽地区经济发展不平衡分析[D]. 蚌埠: 安徽财经大学, 2021.
- [48] Fei S. Research on accessibility and equity of urban transport based on multisource big data[J]. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, doi: 10.1155/2021/1103331.
- [49] Alam M S, Tabassum N J, Tokey A I. Evaluation of accessibility and equity to hospitals by public transport: evidence from six largest cities of Ohio[J]. *BMC Health Services Research*, 2023, 23(1): 598.
- [50] Moniruzzaman M, Páez A. Accessibility to transit, by transit, and mode share: application of a logistic model with spatial filters[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 24(3): 198-205.
- [51] Liu J, Meng B, Xu J, et al. Exploring public transportation supply-demand structure of Beijing from the perspective of spatial interaction network[J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2023, 12(6): 251520146.
- [52] Jin J K, Sic D Y. Analyzing factors affecting transportation vulnerable's improvement needs of transportation infrastructure: A case study of daegu metropolitan city [J]. *Journal of Korea Planning Association*, 2019, 54(5): 56-64.
- [53] Han W, Xiao Z, Hao G, et al. Quantifying spatially varying impacts of public transport on NO₂ concentrations with big geo-data[J]. *Environmental monitoring and assessment*, 2023, 195(6): 702.
- [54] 王孟寒. 石家庄市居民出行方式选择特征及方式分担规律研究[D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2023.
- [55] Polzin S, Pendyala R, Navari S. Development of time-of-day-based transit accessibility analysis tool[J]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2002(1799): 35-41.
- [56] 董鲁祺. 考虑行程时间可靠性的交通可达性时空特征研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2022.
- [57] Farber S, Ritter B, Fu L. Space-time mismatch between transit service and observed travel patterns in the Wasatch Front, Utah: A social equity perspective[J]. *Travel Behaviour and Society*, 2016, 4: 40-48.
- [58] 周素红, 邓丽芳. 城市低收入人群日常活动时空集聚现象及因素——广州案例[J]. *城市规划*, 2017, 41(12): 17-25+81.
- [59] Yang W, Chen H, Wang W. The path and time efficiency of residents' trips of different purposes with different travel modes: An empirical study in Guangzhou, China [J]. *Journal of Transport Geography*, 2020, 88: 102829.
- [60] Wu B M, Hine J P. A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility[J]. *Transport Policy*, 2003, 10(4): 307-320.
- [61] Tiznado-Aitken I, Muñoz J C, Hurtubia R. Public transport accessibility accounting for level of service and competition for urban opportunities: An equity analysis for education in Santiago de Chile[J]. *Journal of Transport Geography*, 2021, 90: 102919.
- [62] 王振坡, 李锦, 宋顺锋. 我国城市居民通勤负担差异研究——以天津市为例[J]. *城市发展研究*, 2016, 23(7): 116-124.
- [63] Kaniz F, Sara M, Tayebbeh S. Development of a public transport accessibility index for older commuters: A time-based approach[J]. *Journal of Advanced Transportation*, 2022, doi: 10.1155/2022/9636217.
- [64] 李康康, 杨东峰. 影响老年人公交出行便捷性的个体与建成环境要素[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2023, 23(2): 161-167.

- [65] Dou X C, Jian M Y, Guo C, et al. Estimation of the ag-
gregation degree of public transport use among elderly
people based on urban built environment[J]. *Journal of
Transport Geography*, 2023, 112: 103545.
- [66] 冯建喜, 杨振山. 南京市城市老年人出行行为的影响
因素[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(12): 1598-1608.
- [67] Alireza M, Abid M, Emmanuel M, et al. Appraising the
nexus between influencers on the public transport
choice by women commuters in South Africa[J]. *Scientific
African*, 2023, 21: 186-195.
- [68] 王琦, 塔娜. 性别差异视角下上海郊区居民工作日活
动空间特征与影响因素[J]. *地理科学进展*, 2023, 42
(10): 2047-2057.
- [69] 邓昭华, 刘焱, 赵渺希, 等. 城市公园游憩行为的性别
差异——以广州人民公园为例[J]. *地域研究与开发*,
2014, 33(5): 109-114.
- [70] 何嘉明, 周素红, 谢雪梅. 女性主义地理学视角下的广
州女性居民日常出行目的及影响因素[J]. *地理研究*,
2017, 36(6): 1053-1064.

A review on measurement and differentiation of equity in urban public transport accessibility

CHEN Huiling¹, YANG Xueke¹, WANG Wulin^{2*}

1. School of Public Administration and Human Geography, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China
2. College of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410081, China

Abstract This article is based on the measurement and differentiation of fairness in urban public transportation accessibility, and provides an in-depth review of domestic and foreign research from three aspects: measurement of accessibility and public transportation accessibility, measurement of fairness in public transportation accessibility, and differentiation of fairness in public transportation accessibility. Research has found that most research results focus on the analysis of public transportation accessibility, and generally pay attention to the evaluation of public transportation distribution fairness and its correlation with travel behavior. The research methods for measuring the fairness of urban public transportation accessibility have become increasingly refined, and theoretically, more emphasis has been placed on the close combination of fair supply and demand of public transportation, as well as the group differences in the impact of public transportation accessibility on resident travel.

Keywords public transportation accessibility; spatial equity; social equity; spatial differentiation ●



(责任编辑 卫夏雯)