

站域共享单车使用公平性研究

——以深圳地铁为例

郭源园¹, 张润彬¹, 唐缝梁², 张龙浩²

(1. 广州大学建筑与城市规划学院, 广州 510006; 2. 天津大学建筑学院, 天津 300072)

摘要: 随着共享单车在城市客运交通“最后一公里”中的作用日益突出, 针对其服务能力的公平性问题受到广泛关注。基于2021年8月深圳市共享单车出行数据和地铁站点客流数据, 评估深圳地铁站域(15 min 单车骑行圈范围)共享单车服务的公平性特征, 并分析其空间格局和时间差异。通过构建人均单车使用基尼系数以及供需匹配基尼系数两个指标, 量化共享单车使用的公平性, 基尼系数越高, 代表在空间和人群中的不公平程度越高。研究结果表明, 深圳市共享单车使用整体上存在不公平现象, 不同时空条件下差异显著。中心城区站域内共享单车使用分布相对均衡, 郊区新城站域存在使用高度集中的现象; 部分地铁线路(如连接中心城区与外围新城的线路)站域单车使用公平性明显低于以中心区为主的线路; 工作日早晚高峰期间共享单车使用更贴近通勤需求分布, 而周末期间出现供需错配现象。基于研究结果, 提出优化共享单车站点布局和调度的针对性建议, 以提升地铁接驳单车服务的公平性。

关键词: 城市轨道交通; 地铁站域; 共享单车; 公平性; 基尼系数; 深圳; 时空差异; 最后一公里

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)03-0030-09

Research on the Equity of Bike-Sharing Use in Metro Catchments: A Case Study of Shenzhen Metro

GUO Yuanyuan¹, ZHANG Runbin¹, TANG Fengliang², ZHANG Longhao²

(1. School of Architecture and Urban Planning, Guangzhou University, Guangzhou 510006;

2. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: With the increasingly prominent role of bike-sharing in the “last mile” of urban transportation, the issue of service equity has attracted extensive attention. Based on shared bike usage data and metro station passenger flow data in Shenzhen in August 2021, this research evaluates the equity characteristics of bike-sharing services in Shenzhen metro catchments within 15 min cycling catchments and analyzes their spatial patterns and temporal differences. By constructing two types of indicators, namely the Gini coefficient of per capita bicycle use, and the Gini coefficient of supply-demand matching, this study quantifies the imbalance in bike-sharing use in space and crowd. A higher Gini coefficient indicates a greater degree of inequity across spatial and demographic dimensions. The results show that there is a certain inequity in the use of shared bicycles in Shenzhen, with significant differences across spatial and temporal contexts. The distribution of bike-sharing use within metro catchments in central urban areas is relatively balanced, and the use of bicycles in the suburban new city is highly concentrated. Some metro lines (such as those connecting the central urban area and the outer new towns) have significantly lower levels of bike-sharing

收稿日期: 2025-08-24 修回日期: 2025-12-29

第一作者: 郭源园, 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事城市交通规划与政策、交通与土地利用研究, yuanyanguo@gzhu.edu.cn

通信作者: 唐缝梁, 男, 博士研究生, 主要从事城市交通韧性与公平、城市韧性与洪涝灾害研究, tang_fengliang@tju.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金青年基金(52308073); 广东省自然科学基金(2025A1515010217)

引用格式: 郭源园, 张润彬, 唐缝梁, 等. 站域共享单车使用公平性研究: 以深圳地铁为例[J]. 都市轨道交通, 2026, 39(3): 30–38.

Guo Yuanyuan, Zhang Runbin, Tang Fengliang, et al. Research on the equity of bike-sharing use in metro catchments: a case study of Shenzhen metro[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(3): 30–38.

use equity than those in the central area. Bike-sharing usage is closer to the distribution of commuting demand during the morning and evening rush hours on weekdays, while there is a mismatch between supply and demand during weekends. Finally, based on the results, this paper proposes targeted recommendations for optimizing the layout and scheduling of bike-sharing services in metro catchments to improve the equity of bike-sharing feeder services for metro stations.

Keywords: urban rail transit; metro catchment; bike-sharing; equity; Gini coefficient; Shenzhen; spatiotemporal differences; last mile

城市轨道交通与共享单车的接驳整合被视为解决城市出行“最后一公里”问题的重要方案。然而在系统快速发展的同时,共享单车服务的空间与时间公平性问题日益受到关注^[1-2]。交通公平性通常指不同人群或区域获得交通服务机会的均等程度。共享单车作为空间弹性高、使用灵活的出行方式,理应为城市各类群体提供可及、实惠的交通选择,并作为补偿机制缓解公共服务设施分布的不均衡,在提升各类人群服务满意度的同时,促进交通运输的公平和可持续发展^[3-5]。但在现实生活中,受人口社会经济差异、建成环境特征、城市微观感知品质、空间布局及运营调度策略等因素的影响,不同区域的共享单车使用存在明显公平性差异^[6-7]。例如,在一些低收入或偏远社区,共享单车的投放量和使用频率明显偏低,居民享受的服务水平较差^[2]。近年来,研究者开始利用洛伦兹曲线和基尼系数等衡量不公平程度的指标,从可达性与社会可持续视角来量化共享单车使用和设施分布的公平程度^[8];然而,对于国内超大城市,上述问题的量化研究仍较为缺乏。深圳作为全国共享单车发展和城市轨道交通建设的典型城市,具有研究意义。一方面,深圳常住人口超过 1 756 万,城市“组团式”结构特征明显,不同片区的人口密度、土地利用和轨道站点布局存在显著差异;另一方面,深圳自 2017 年以来大规模投放无桩共享单车,其使用量长期位居全国前列,对地铁接驳起到重要作用。在此背景下,本文聚焦深圳地铁站点的 15 min 单车骑行圈的站域范围,从空间和时间两个维度分析共享单车使用公平性的特征及其影响因素。采用两种改进的公平性指标体系衡量共享单车在地铁接驳场景下的使用均衡程度,并比较不同时段(工作日/周末、早晚高峰)的差异,揭示共享单车服务公平性的动态变化规律,为共享单车运营优化和交通规划政策提供科学依据。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

深圳位于中国广东省南部,是粤港澳大湾区的核心城市之一,以高速城镇化和人口增长闻名。截至 2021 年 8 月,深圳市开通运营地铁线路 10 条(其中 4

号线由港铁运营,未纳入本研究数据),线路总长超过 400 km,地铁日均客运量约 550 万人次,在全国名列前茅。深圳地铁网络呈“十”字加环线的布局,覆盖全市主要的发展轴和组团,新老城区均由轨道交通连接(见图 1)。地铁站点周边汇聚大量人流和活动,是共享单车需求最旺盛的区域之一。深圳自 2016 年底起由多家运营企业投放无桩共享单车,尤其在距地铁站 0.5 km~3 km 范围的中短距离出行中,市民经常将共享单车作为接驳地铁的首选工具,缓解机动车接驳压力。根据《2021 年中国主要城市共享单车/电单车骑行报告》,2021 年 5 月底全市日均共享单车骑行量达 139.9 万次,且超过 35% 的骑行发生在地铁站域附近,体现出明显的轨道接驳特征。然而,不同站点所在区域的功能属性和人口特征存在差异:中心城区站点周边商业和办公密集,常住人口密度中等偏低;城郊住宅区站点以居住功能为主,人口高度聚集;郊外景点或交通枢纽站点(如景区、机场)周边常住人口稀少但流动人口众多。这些差异可能导致不同站域共享单车使用公平性出现显著不同。

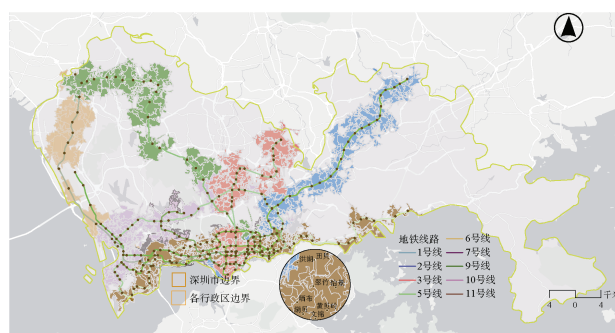


图 1 深圳市 10 条地铁线路与站点站域

Figure 1 10 metro lines and station catchments in Shenzhen

1.2 数据来源

本研究涉及多源数据,包括地铁站点、线路空间数据及其站域范围、共享单车出行数据,以及人口与客流数据,具体处理过程如下。

1.2.1 地铁站点及站域范围

地铁站点及线路数据来源于高德地图,经提取后整理为包含车站名称、所属线路、经纬度坐标等字段的数据表,用于后续分析。地铁站域范围采用 15 min

骑行可达圈模拟,已有研究借助 Mapbox 公司的等时圈服务接口^[9](Mapbox isochrone API),通过该接口,输入起点、骑行速度和时间,自动生成基于真实路网的骑行可达范围多边形,按照共享单车平均骑行速度 15 km/h^[7],从每个地铁站出发生成 15 min 等时圈多边形作为站域空间范围(一般半径约 3~4 km,视道路网络情况而定)。综合考虑深圳实际骑行需求和研究可操作性^[10]选择 15 min 阈值,该距离内自行车接驳对公共交通具有重要补充作用。等时圈生成过程中考虑道路坡度和限速等因素,使站域范围形状更符合实际交通可达性。

1.2.2 共享单车骑行数据

2021 年 8 月全市共享单车订单数据约 4 300 万条^[11],涵盖 22 个工作日、4 个周六、5 个周日。将数据按工作日/周末及早晚高峰分类,计算各站域在不同时间条件下的日均使用量,以消除样本天数差异对结果的影响。每次骑行的起点和终点各计为一次“使用”事件,映射到本研究构建的 250 m×250 m 空间网格中。统计各网格内的骑行次数(起点+终点),构成站域内部共享单车使用量的空间分布矩阵。

1.2.3 人口数据

人口分布采用 2020 年中国 1 km 栅格人口数据^[12]。将每个 1 km 人口网格的人口数均匀分配给其 16 个 250 m 子网格;若 1 km 网格仅部分落入站域,则按重叠面积比例分摊人口,以近似估计站域内的人口分布。由此得到每个站域 250 m 网格的人口数和共享单车使用次数,并进一步计算站域总人口(站域内网格人口之和)及人均骑行次数(网格骑行次数除以网格人口)。需要说明的是,部分站点(如机场站、郊区景点站)站域范围内常住人口极少,主要服务于流动人口群体,在供需匹配分析中将表现为人口基数低、使用量相对集中的特征。该处理可能受可塑性面积单元问题与人口空间错配的影响,未来研究将结合精细的人口分布数据进行多尺度敏感性验证。

1.2.4 地铁客流量数据

地铁线路客流数据来自深圳地铁集团官网公布的 2021 年 8 月各线路月度客流量。本文获取各线路 2021 年 8 月的客流总量^[13],用于衡量线路繁忙程度并间接反映不同线路站点周边的需求强度。由于 4 号线数据缺失(港铁运营未公开客流数据),本研究不包含 4 号线。最终,笔者重点分析 1、2、3、5、6、7、9、10、11 号线共 9 条线路。不同线路的服务范围和沿线

土地开发程度存在较大差异,例如 1 号线贯通罗湖-福田-南山等中心城区,客流量大且站点多位于商业密集区;5 号线横穿城市中部大规模居住区,站域人口密度高;11 号线为机场快线,站间距大且沿线多为外围新城。线路特征的差异有助于理解不同线路站域共享单车使用公平性情况。

2 研究方法

对于每个地铁站域,将其范围内划分的若干网格单元 $i(i=1, 2, \dots, n)$ 作为基本分析单元,每个网格拥有一定的共享单车骑行次数 U_i 以及人口数 P_i 。

2.1 人均使用单车公平性指数

人均使用单车的公平性指数 G_p ,反映站域内单位人口获得的共享单车使用量(服务水平)的均衡程度。考虑各网格人口分布不均,仅比较骑行绝对量可能掩盖人口基数差异。例如,一个人口多的网格即使骑行次数高,但人均使用频率可能较低;人口少的网格骑行次数不高,人均使用频率却可能很高。为此,计算每个网格的人均骑行次数 $D_i = \frac{U_i}{P_i}$ (若 $P_i=0$,则定义

$D_i=0$),并将其视为该网格居民使用共享单车服务的频率度量。

得到所有 D_i 后,采用人口加权的 Gini 系数计算方法,将每位居民视为一个体,其“资源量”等于其所在网格的人均骑行值 D_i 。然后按照 D_i 排序并以人口 P_i 作为权重计算洛伦兹曲线,其表达式为:

$$G_p = 1 - \sum_{k=1}^n (W_k - W_{k-1})(Z_k + Z_{k-1}) \quad (1)$$

式中, W_k 为累计人口占比; Z_k 为按照 D_i 排序的累计“人均骑行资源”占比,即累计 $\sum P_i D_i$ 占总体 $\sum P_i D_i$ 的比例。

当 G_p 趋近 0 时,说明站域内每位居民获得的单车使用机会接近均等(即各网格的人均骑行次数相差无几);当 G_p 越大时,则表示不同网格居民的人均使用频率差异越悬殊,可能存在某些区域的居民频繁使用单车而另一些区域几乎不用的情形。

2.2 需求匹配公平性指数

最后是需求匹配公平性指数 G_d ,用于衡量共享单车的实际使用分布相对于地铁客流需求分布的偏离程度。首先,对每个站点获取其日均地铁客流量 $F_s = \frac{\text{线路月流量}}{\text{线路站点数}}$ (反映该站点的总体客流需求)。假定

理想情况下, 站点范围内共享单车的使用应与人口分布及地铁需求成正比, 即站点附近人口越集中的网格理应贡献越多单车使用。据此, 本文按照网格人口占比将站点总客流分配为各网格的理想单车使用量

$$E_i = F_s \times \frac{P_i}{P_{\text{tot}}} \quad (2)$$

式中, $P_{\text{tot}} = \sum_i P_i$ 为站域总人口。

将实际单车使用量与理想值进行比较, 计算每网格的偏差程度

$$D_i = \left| 1 - \frac{U_i}{E_i} \right| \quad (3)$$

D_i 值表示网格 i 的共享单车骑车数量 U_i 与按人口分配预期值 E_i 之间的相对偏差率。若 $U_i = E_i$, 则 $D_i = 0$, 表示该网格单车使用恰好符合预期; 若 U_i 远高于或远低于 E_i , 则 D_i 接近或超过 1, 表示实际使用明显过度或不足。最后, 对站点范围内所有 D_i 计算 Gini 系数, 记为 G_d , 作为供需匹配公平性指数。 G_d 越大, 说明该站实际单车使用分布与基于人口均衡分配的理想情况偏差越大, 存在显著的供需错配; G_d 越小, 则表明实际使用较好地符合了基于人口的需求预期分布。

3 结果与讨论

3.1 空间格局: 站域共享单车使用公平性分布

2021 年 8 月深圳市各地铁站 15 min 站域的人均使用单车公平性指数与需求匹配公平性指数在空间上呈现出明显的差异格局(见图 2)。福田、罗湖等中心区的大多数站域, 其人均使用基尼系数相对较低, 表明这些区域站域内部单车使用分布公平性较高, 居民获得单车服务的机会较为平均。这可能是由于中心区

路网密集、就业居住混合程度高, 站域内各个位置都有一定的单车使用需求, 避免过度集中。

反之, 在宝安西部、龙岗东部等外围新区的一些地铁站周边, 人均使用基尼系数明显偏高(图 2 中颜色偏暖的站点)。这意味着站域内共享单车使用高度集中在少数几个网格单元, 可能只有靠近车站出口或沿主要道路的区域有大量单车骑行, 而远离车站或位于次要道路附近的社区几乎无人使用共享单车。这种公平性问题可能源于郊区站点周边土地利用分散, 部分小区距离车站较远或缺乏安全完善的自行车道连接, 导致只有少数临近车站的区域产生骑车出行。

此外, 供需匹配基尼系数在空间上也存在显著差异。图 2 以颜色深浅表示各站域单车供需匹配程度。可以看到, 部分中心城区站点(如罗湖火车站、大剧院站)的供需匹配不均衡程度偏高, 意味着这些站点的实际单车使用量相对于预期需求显著偏高或偏低。一方面, 一些商务区站点白天客流巨大但周边常住人口稀少, 其实际共享单车使用量可能低于按客流平均分配得到的预期值, 表现为供需不匹配; 另一方面, 一些住宅区站点客流中等但周边居民骑行意愿强, 实际单车使用量远高于按客流分配的预期, 也会导致供需差异。但整体来看, 大多数一般站点的供需匹配指标处于中等水平(图 2 显示为中间色调), 说明全市范围内共享单车使用与地铁客流需求的匹配程度尚可, 并未出现极端失衡的现象。

3.2 线路差异: 不同地铁线路站域公平性比较

不同地铁线路所连接的区域功能和客流特征各异, 其站域共享单车使用公平性也存在明显差异。图 3 给出各线路整体两种基尼系数的对比, 可见线路之间的差别较为突出。

如图 3 所示, 3 号线和 10 号线的基尼系数普遍较高, 两类指标均达到 0.65~0.75 的较高水平。其中 3 号线(龙岗线)线路较长, 连接市中心和东部龙岗、坪地等外围地区, 其人均使用基尼系数为 0.69, 供需匹配基尼系数约 0.70, 均为各线路之最。这表明 3 号线沿线各站域内部的共享单车使用分布公平性较低, 各站的单车供需匹配失衡程度也很突出, 单车使用高度依赖少数几个站点。例如, 该线路在罗湖、福田中心区的站点单车使用量远高于线内平均水平, 而远端的坪地、双龙等站使用率极低, 拉大全线范围内的公平性差异。作为连接福田中心与龙岗坂田的新建线路, 由于末端新城发展尚不成熟, 不少站点骑行使用率偏

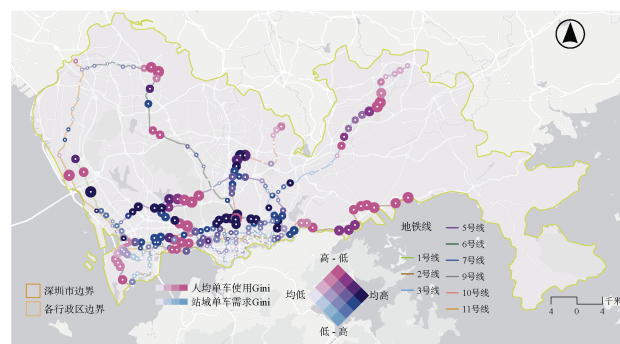


图 2 2021 年 8 月深圳地铁站域共享单车使用公平性两类基尼系数的空间分布

Figure 2 Spatial distribution of two Gini coefficients for bike-sharing use equity in Shenzhen metro station catchments in August 2021

低, 导致全线各项基尼系数也较高。

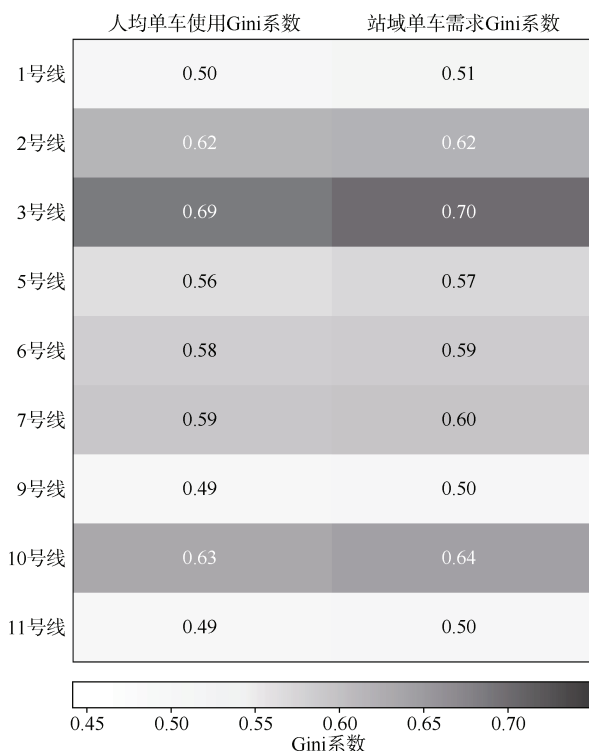


图3 深圳市各条地铁线路站域共享单车使用两种基尼系数热力图

Figure 3 Heatmap of two Gini coefficients for bike-sharing use in metro catchments along different metro lines in Shenzhen

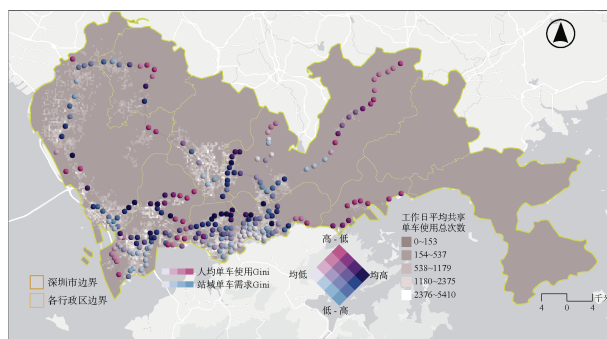
相比之下, 1号线和9号线的共享单车使用公平性明显更好。1号线(罗宝线)贯穿深圳东西, 并连接机场、前海等, 沿线站域类型多样但整体发展较成熟, 其人均使用基尼系数均在0.50左右, 是所有线路中最低的。这意味着1号线沿线各站域内部的单车使用分布公平性相对较高, 各站的供需匹配差异也较小。原因可能在于1号线沿线包括罗湖、福田、南山老城区以及部分较早开发地区, 共享单车作为地铁接驳已较普及, 各站无论客流大小, 基本都配套一定规模的单车供给和使用人群, 避免极端不均现象。9号线(梅林线)主要服务于中心城区内部, 站间距短、站域小且相互重叠度高, 许多市民可以选择跨站骑行, 各站域的单车使用相对平均, 因此各项基尼系数均为最低水平(供需匹配基尼仅约0.50)。

其他线路的各项基尼系数则介于上述两组线路之间(约0.56~0.62)。综合来看, 线路基尼系数的高低与线路服务区域的成熟度和均质性密切相关。穿越老城区、发展较均衡区域的线路, 其站域单车使用公平性更高。线路较长且延伸至新兴边远区域的线路, 不均

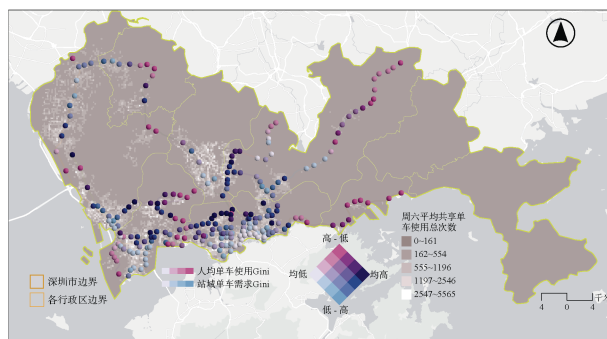
衡的单车使用分布和服务不公平问题更加突出。

3.3 站点差异: 不同日期类型地铁站域公平性特征

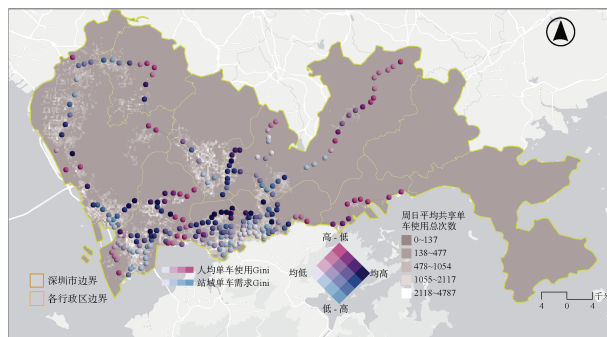
从图4~6可以直观比较工作日与周末在站域单车使用公平性上的差异。总体而言, 工作日站域的人均使用基尼系数略低于周末, 且供需匹配情况相对更平衡。工作日通勤需求强, 大部分站点早晚都有稳定的骑行流量, 站域内各网格都有一定使用, 因而人均使用分布较为平均(基尼系数整体偏低)。同时, 由于共享单车投放和调度主要服务工作日通勤, 高客流站点通常配备充足单车, 实际使用更贴近按客流预期分配的需求, 供需匹配基尼系数也较周末低。



(a) 工作日



(b) 周六



(c) 周日

图4 2021年8月日均地铁站点15 min骑行圈的人均单车使用和站域单车供需匹配Gini

Figure 4 Gini coefficients of per capita bicycle use and supply-demand matching in 15-min cycling catchments around metro stations on Sundays in August 2021

周六、周日的情况则有所不同。周末总体骑行需求下降,但空间分布更为极化:一些休闲娱乐目的站点(如深圳湾公园、世界之窗等)在周末吸引大量骑行,周边单车使用激增,使得这些站域内可能出现比工作日公平性更高的使用(因为游客来源分散各处)或公平性更低的情况(如果游客集中从某一方进入)。而更多的通勤导向站点在周末使用量大减,甚至只有零星骑行发生,往往集中在少数仍然活跃的区域,导致人均使用基尼系数升高。据统计,有约一半的站域在周六、周日的人均基尼系数略高于工作日,这些多为工作日通勤单车使用公平性较高但周末几乎无人骑行的写字楼站点。

在供需匹配方面,周末的不公平性体现更突出。一些平日客流大的站点(如科技园、车公庙)在周末客流骤减,但共享单车仍按平日规模供应,结果使用远低于供应预期,供需严重不匹配;相反,部分景点站平日客流小但周末爆棚,如果运营方未及时增加单车投放,可能出现供不应求的现象。周六、周日供需匹配基尼系数整体略有上升,尤其周六全市供需匹配基尼达到 0.55 以上,高于工作日的 0.54。这说明周末各站点间单车供需平衡差异更大。一些站点周末供需差异 D 值翻倍增长(如深圳北站周末 D 比工作日高出 50% 以上),拉高整体不均衡程度。因此,在时间差异上,工作日共享单车使用公平性相对较优,而周末由于出行模式改变,公平性下降,需要运营方针对节假日特点优化供给。

3.4 时间差异:早晚高峰不同日类型的比较(以 1 号线为例)

为了进一步探讨共享单车使用公平性的时间差异,本节聚焦典型线路(1 号线),比较其沿线各站在早高峰和晚高峰时段于工作日、周六、周日的单车使用情况和公平性指标变化。

图 5 展示 1 号线各站早晚高峰共享单车使用总次数在不同日类型下的变化趋势。由图 5(a)可见,工作日早高峰多数站点的单车使用量显著高于周末,呈现典型的通勤潮汐特征。例如,鲤鱼门站、世界之窗站一带工作日早高峰骑行次数达到数千次,而周六日同期仅几百次。少数临近景区或商业中心的站点在周末上午反而高于工作日,如世界之窗站周日早高峰略高于工作日(由于游客比平日更多)。由图 5(b)可见,工作日晚高峰各站单车使用普遍高于周末晚间,但增幅没有早高峰大,且部分购物娱乐区站点周六晚高峰接近或超过工作日(如华强北站周六晚的骑行量与工作日相当)。总体而言,1 号线工作日双高峰总骑行次数远高于周末,但周末的空间分布峰值更多出现在休闲目的地站,而工作日峰值对应的是住宅和就业大站。这一现象与全市整体趋势一致:工作日骑行需求集中于通勤相关站点,而周末相对零散,休闲站点比重上升。

图 6 进一步给出 1 号线各站在人均单车使用基尼系数和站域需求基尼系数在早高峰和晚高峰的数值对比。由图 6 可以看出,不同站点在不同时段、不同日子的公平性指标波动明显。以早高峰人均使用基尼系数

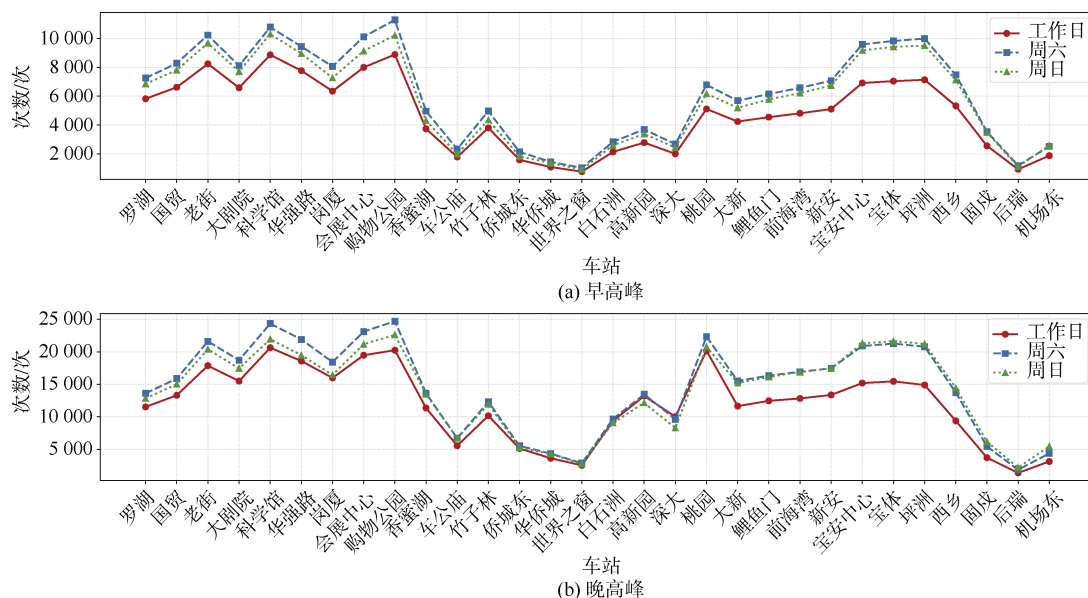


图 5 地铁 1 号线各站早高峰和晚高峰共享单车使用次数对比

Figure 5 Comparison of the bike-sharing usage at morning rush hour and evening rush hour on Metro Line 1

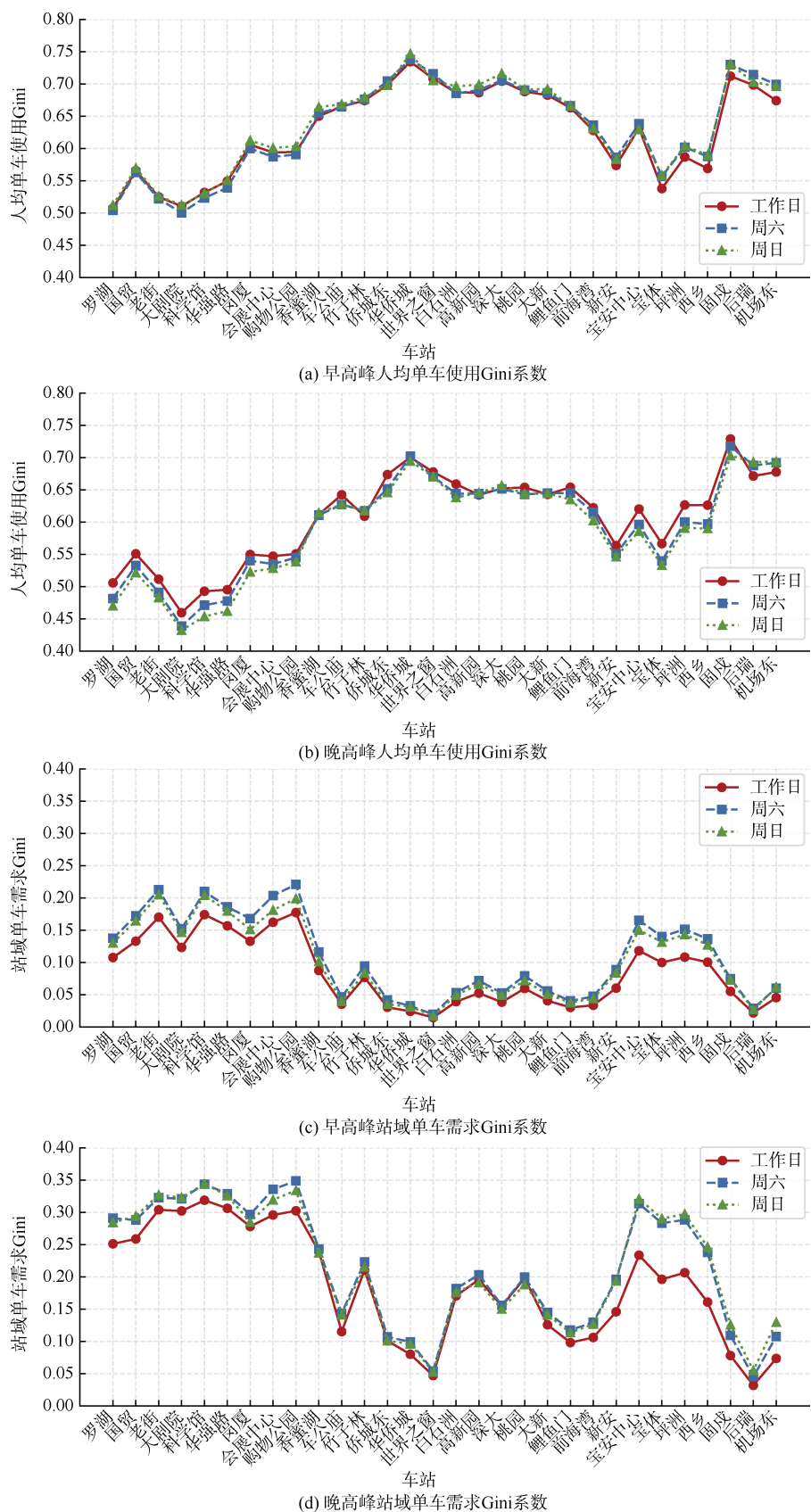


图 6 地铁 1 号线各站早高峰和晚高峰的人均单车使用基尼系数和站域单车需求基尼系数的对比

Figure 6 Comparison of the two Gini coefficients at morning rush hour and evening rush hour on Metro Line 1

为例,工作日多数站的值为 0.55~0.65,而周末一些站点高达 0.7 以上,这表示周末早高峰这些站域内骑行由极少部分人口完成。典型如机场东站,工作日早高峰周边多个社区都有少量骑行,使基尼系数约 0.60,而周日早晨几乎无人骑行,仅有零星使用,且可能只发生在某个网格,故基尼系数飙升至 0.75。不仅如此,晚高峰时段也呈现类似规律:工作日晚高峰人均使用基尼系数整体低于周末,多数站域在工作日晚间都有一定量均匀分布的骑行(如住区居民骑行回家等),而周日晚上许多市民已减少出行,只有少数地点还有共享单车使用(如商业中心的夜间消费场所),导致部分站域周日晚高峰人均基尼系数接近 0.7,明显高于工作日。

站域需求匹配基尼系数则体现供需角度的时间差异。可以注意到,工作日早高峰时,1 号线各站的供需匹配程度分布相对周末更均匀:在图 6(c)起伏较小,稳定在 0.1~0.25 之间,说明各站实际骑行量与按照客流分配的需求量差异不大。而周六和周日早晨,部分站点供需差异显著增大,例如大新站周末早高峰 D 值达到 0.3 以上(工作日仅 0.15 左右),表示实际使用只有预期的一半不到。晚高峰时段亦类似,周末供需差异整体高于工作日。这与前述分析一致:工作日高峰单车投放和使用基本围绕通勤需求展开,供需匹配度较高且各站差异小;而周末高峰部分站点单车利用明显偏离客流预期,使站点间供需平衡差异拉大。

通过 1 号线实例可知,共享单车使用公平性具有显著的时间规律:工作日早晚高峰公平性最好,周六次之,周日稍差。对于不同站点,需要针对工作日通勤和周末休闲两种截然不同的使用模式,采用差异化的运营策略,以提高各时段的服务公平性。

4 结论与建议

4.1 结论

利用深圳 2021 年 8 月共享单车骑行大数据和地铁客流资料,从空间和时间两个维度深入分析地铁站域共享单车使用的公平性。通过构建人均单车使用基尼系数和供需匹配基尼系数两项指标,得出如下结论:

1) 深圳共享单车使用分布存在较明显的公平性问题,整体基尼系数水平处于中等偏高(约 0.6),表明共享单车服务尚未实现高度均等化。

2) 在空间格局上,中心城区站域内部共享单车使用公平性较高,而部分郊区新城站域的使用高度集中于少数区域,空间公平性较差;在线路层面上,穿越

老城区的传统干线(如 1 号线、9 号线)共享单车使用公平性明显好于延伸至外围新城的跨区域线路(如 3 号线、10 号线),后者沿线站点间差异巨大;在站点层面上,客流极大的枢纽站和客流极小的边远站都容易出现供需不匹配的公平性问题;在时间方面,工作日整体上比周末具有更高的共享单车使用公平性,尤其通勤高峰时段各站点供需适配较好,而周末和节假日期间某些站点出现单车利用过高或过低的现象,整体公平性下降。

4.2 建议

针对上述发现,本文提出以下建议以改善地铁接驳共享单车服务的公平性。

1) 首先是加强郊区站点单车供给与基础设施建设。对于共享单车使用分布高度不均的外围郊区站域,需完善自行车道和引导标识,提升站域空间品质与场所感^[14],扩大服务覆盖面。运营企业应增加这些区域的单车投放密度,特别是在距离地铁站较远但有人口聚居的社区设置电子围栏或推荐停车点,鼓励居民使用共享单车接驳,从而降低站域内使用的不公平程度。

2) 然后是优化重点站点供需匹配。交通主管部门应联合运营商,根据地铁客流数据和历史骑行记录,动态调整各站点的单车供给。对于客流较大的枢纽站,需确保高峰期有足够车辆供应,可在周边建立共享单车“枢纽站”以便车辆调度周转。对于平日客流小但周末需求激增的景区站点,采取周末弹性投放策略,例如提前预判大型活动和假日客流,在高峰时段临时增投单车或设置临时停放区,以满足短时激增的需求。

3) 再者是差异化调度运营策略。共享单车企业应实施工作日与周末差异化的运营调度。工作日重点保障商务区和居住区通勤线路的车辆周转,提高这些区域早晚高峰的服务水平^[15];周末则加强对公园景点、商业中心等地的车辆供给,并适当减少在办公区的闲置车辆。通过“潮汐式”调度,将单车从低需求区域转移到高需求区域,改善供需不匹配,提高整体公平性。

4) 最后是监测评估与精细管理。建议建立共享单车使用公平性的常态监测机制。例如定期计算各站域的基尼系数,识别不同时期公平性变化。一旦发现某些站点连续出现高不公平值,应深入调查原因(可能是单车投放不足或过剩、道路环境限制等),并及时采取措施调整。此外,当新建地铁线路开通时,提前规划配套共享单车点位,根据沿线人口密度和用地功能合理布设,避免重蹈某些线路初期开通时站站爆满或空置的情况。

总之,实现公共交通接驳共享单车服务的公平可及,需要政府部门的统筹规划和企业的精细运营。深圳的经验表明,尽管中心城区共享单车发展较为均衡,但仍有部分区域和时段存在明显的不公平使用现象。未来应持续关注交通弱势区域(如远郊片区)的慢行接驳需求,提高共享单车在全市范围内的公平可达性,充分发挥共享单车对地铁等公共交通的补充作用,推动城市交通的可持续和公平发展^[16]。

参考文献

- [1] Fishman E. Bikeshare: a review of recent literature[J]. *Transport reviews*, 2016, 36(1): 92-113.
- [2] Qian Xiaodong, Jaller M. Bikesharing, equity, and disadvantaged communities: a case study in Chicago[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2020, 140: 354-371.
- [3] Zhou Conghui, Chen Jiangyan. Can cycling compensate the distributional inequity of public service facilities? Evidence from Shenzhen, China[J]. *Socio-economic planning sciences*, 2024, 95: 101999.
- [4] 杨林川, 唐祥龙, 石亚灵, 等. 人口老龄化背景下香港地铁服务满意度分析与改进策略研究[J]. *都市轨道交通*, 2023, 36(3): 96-101.
Yang Linchuan, Tang Xianglong, Shi Yaling, et al. Satisfaction of older adults with the metro in Hong Kong: implications for elderly-friendly metro improvement[J]. *Urban Rapid Rail Transit*, 2023, 36(3): 96-101.
- [5] 张琳, 仝照民, 刘耀林, 等. 基于 TOD 模式及语义功能的共享单车潮汐流与建成环境非线性关联研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2024, 40(5): 17-27.
Zhang Lin, Tong Zhaomin, Liu Yaolin, et al. Nonlinear correlation between shared bike tidal flow and built environment under the guidance of transit-oriented development and semantic function[J]. *Geography and geo-information science*, 2024, 40(5): 17-27.
- [6] Guo Yuanyuan, HE S Y. Built environment effects on the integration of dockless bike-sharing and the metro[J]. *transportation research part D: transport and environment*, 2020, 83: 102335.
- [7] Tang Fengliang, Wang Lei, Zhang Longhao, et al. The relationship between urban perceptions and bike-sharing equity in 15-minute metro station catchments: a Shenzhen case study[J]. *Buildings*, 2025, 15(21): 3874.
- [8] GINFRIDA N, PILLA F, CARROLL P. The social sustainability of cycling: assessing equity in the accessibility of bike-sharing services[J]. *Journal of transport geography*, 2023, 106: 103490.
- [9] Mapbox. Mapbox isochrone API playground[EB/OL]. (2015-05-25)[2025-05-10]. <https://docs.mapbox.com/playground/isochrone/>.
- [10] 张豫徽, 曹钰, 季彦婕. 基于共享单车接驳的城市轨道交通站点可达性评估方法[J]. *城市轨道交通研究*, 2024, 27(3): 87-91.
Zhang Yuhui, Cao Yu, Ji Yanjie. Research on accessibility evaluation method for urban rail transit station based on shared bicycle connection[J]. *Urban mass transit*, 2024, 27(3): 87-91.
- [11] 深圳市政务服务数据管理局. 深圳市道路交通运行指数 API 详情页[EB/OL]. (2021-12-09)[2025-05-15].
Shenzhen Municipal Administration of Government Service and Data Management. Shenzhen road traffic operation index API details page[EB/OL]. (2021-12-09)[2025-05-15].
- [12] 徐新良. 中国人口空间分布公里网格数据集[DB/OL]. (2022-06-10)[2025-05-15].
XU Xinliang. China's population spatial distribution kilometer grid dataset[DB/OL].
- [13] 深圳地铁. 2021 年 08 月深圳市地铁集团有限公司所辖 10 条运营线路月客运量为 17194 万人次[EB/OL]. 2021-8-31. <https://www.szmc.net/shentieyunying/yunyingfuwu/meiyuekeliu/202109/93590.html>.
- [14] 郭源园, 郭淳锐, 王贞欢, 等. 天津市存量地区轨道交通站域更新潜力研究: “节点-场所-品质”三维魔方状态模型分析[J]. *都市轨道交通*, 2025, 38(1): 37-43.
Guo Yuanyuan, Guo Chunrui, Wang Zhenhuan, et al. Renewal potentials of rail transit station area Tianjin's inventory areas: an analysis using the node-place-quality rubik's cube state model[J]. *Urban rapid rail transit*, 2025, 38(1): 37-43.
- [15] 邝嘉恒, 鄢群勇. 接驳地铁站的共享单车时空均衡性分析与吸引区域优化[J]. *地球信息科学学报*, 2022, 24(7): 1337-1348.
Kuang Jiaheng, Wu Qunyong. Spatial-temporal equilibrium analysis and attraction area optimization of dockless sharing bicycles connected to subway stations[J]. *Journal of geo-Information science*, 2022, 24(7): 1337-1348.
- [16] 郭可佳, 范瑞, 刘剑锋, 等. 我国轨道交通接驳的发展历程与趋势[J]. *综合运输*, 2022, 44(2): 16-20.
Guo Kejia, Fan Rui, Liu Jianfeng, et al. The development process and trend of rail transit connection in China[J]. *China transportation review*, 2022, 44(2): 16-20.

(编辑: 傅依萱)