

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.07.011

共享单车在山地城市道路的适应性研究

杨进¹, 龚华凤^{1,2}, 赵聪霄^{1,2}, 肖洁^{1,2}, 刘芳³

[1. 林同棧国际工程咨询(中国)有限公司, 重庆市 401121; 2. 重庆市山地城市可持续交通工程技术研究中心, 重庆市 401121;
3. 上海钧正网络科技有限公司, 上海市 201199]

摘要: 共享单车作为“最后一公里”较好的出行选择, 因其具有良好的驱动性和便捷性, 在道路坡度较大的山地城市拥有较高的潜在出行需求。然而, 作为一种新兴出行模式, 共享单车是否适应山地城市, 山地城市道路如何适应并促进共享单车的发展推广, 目前尚无相关的研究。为填补该领域研究空白, 提升共享单车用户群体的出行安全, 促进共享单车在山地城市的推广, 优化共享单车在山地城市的规划布设, 通过问卷调查、实地试验以及运营大数据分析等方法, 分析了共享单车用户的骑行体验、骑行偏好、道路爬坡能力、出行分布等信息, 认为共享单车用户的人行道骑行体验普遍劣于车行道骑行体验, 在道路规划设计时, 应结合实地道路路权使用情况, 尽可能在车行道设置安全的非机动车道; 共享单车可以在坡度不超过 12% 的山地城市道路完成爬坡, 但坡度超过 11% 时, 电单车的骑行速度受到较大影响, 建议设置非机动车道的道路最大纵坡控制在 11% 以内; 电单车用户群体主要根据出行目的选择路线, 且更愿意在宽阔的主、次干路骑行, 建议在坡度小于 11% 的主、次干路设置电单车通勤路线; 共享单车需根据山地城市道路特点, 增加及提升车辆本身的设备, 如增加反光镜、夜间尾灯亮度等。

关键词: 共享单车; 山地城市; 绿色出行; 爬坡能力

中图分类号: U491.2+25

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)07-0046-06

0 引言

山地城市地形崎岖、道路蜿蜒, 普通单车无法发展, 而基于“解决最后一公里出行”的社会需求, 共享单车在“互联网+”时代背景下应运而生^[1]。自投放以来, 因驱动性强、便捷性高和服务范围广的特点, 共享单车迅速成为山地城市共享交通和非机动化出行的最重要载体, 填补了山地城市居民的绿色骑行空白, 同时在改善轨道接驳、助力城市交通减排以及缓解道路交通拥堵等方面发挥了积极作用, 逐渐成为当代上班族日常通勤的“刚需产品”, 也是后疫情时代下存在于开放空间中的绿色出行方式^[2-3]。

引入快速发展的新型出行模式的同时, 也会出现一些不可避免的社会问题, 如行驶安全、车辆停放以及车辆本身不足带来的骑行体验问题^[4]。2017 年, 由于早期电单车生产标准不明确且电单车平台管理不规范而引起相关社会问题, 国家交通运输部颁布的《关于鼓励和规范互联网租赁自行车发展的指导意见》中表明了非常严厉和谨慎的管理态度。许多地

方政府也因此对共享单车的发展提出了较为保守的运营管理政策, 甚至出台了暂停或禁止等政策措施应对共享单车的发展^[5-6]。电单车发展受阻之后, 人们开始思考宏观层面的转变。聂帅钧从政策方面的发展变化中明确, 应该从监管依据、监管主体、监管原则、监管措施等四个方面构建完善的监管体系, 健康发展共享单车市场^[7]。2019 年, 国家工业和信息化部等部门联合出台《绿色产业指导目录(2019 年版)》, 首次在发展绿色产业目录中囊括了互联网租赁电动自行车^[8]。在政策的助推下, 武汉市交通发展战略研究院大数据团队与美团联合发布的全国首份共享单车行业大数据报告《2020 年共享单车出行观察报告》中表示, 昆明、长沙和银川日均出行超过 2 次的共享单车用户超过了 41%, 电单车确实迎来了蓬勃的发展机遇^[9]。

然而, 从 2017 年投入电单车至今, 针对共享单车研究主要聚焦在政策分析等宏观管理层面^[10], 缺乏对电单车用户习惯和偏好以及目的等方面的根本研究, 特别是针对共享单车与山地城市道路的适应性研究。为填补这一空白领域, 林同棧国际工程咨询(中国)有限公司与哈啰展开了一系列合作, 就共享单车在山地城市中的使用情况、在山地城市道路骑行的关键影响因素以及共享单车的骑行特征开展研

收稿日期: 2022-08-25

作者简介: 杨进(1969—), 男, 本科, 教授级高级工程师, 从事市政工程专业工作。

究,旨在全方位提升电单车在山地城市的适应性。

1 问卷调查分析

为深入了解共享电单车在山地城市的发展趋势以及共享电单车的使用情况,明确电单车市场当前面临的问题,通过线上调查问卷的形式对重庆哈啰电单车主要投放区域(渝北区和南岸区)的使用情况展开了调研,共收回有效问卷426份。调查问卷共提出12项问题,分别从骑行用户的电单车使用信息(如年龄、使用目的、使用频率、使用区域等)和用户骑行感受(骑行难点、骑行偏好、所遇问题等)两大方面,以车辆运营优化和骑行品质提升为主要目的提出针对性问题。

1.1 骑行用户电单车使用信息

如图1中所示,本次受访对象中18岁以下、18~30岁、30~50岁以及50岁以上用户占比分别为4%、59%、32%以及5%,可见青、中年人群是电单车的主要使用群体。

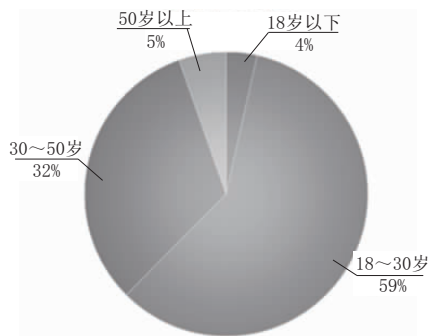


图1 骑行用户年龄分布

在用户的电单车使用频率方面(见图2),每周1~2d和3d及以上(包含每天)固定使用电单车的用户占比分别为13%和54%,偶尔使用(不规律使用电单车)的用户群体占比32%,可见固定频繁地使用共享电单车的用户群体占据主导地位。

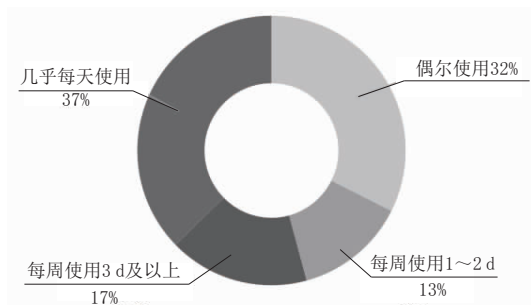


图2 骑行用户使用频率

出行目的要分为四类:通勤、接驳、休闲和购物,以接驳、通勤和休闲为单一出行目的的用户群体

占比分别为26%、23%和6%,综合使用(出行目的含两种及以上)的用户群体占比40%。

交叉分析使用频率与出行目的的调查结果,发现两者有明显关联。在几乎每天骑车的用户群体中,出行目的的重要程度依次为通勤、接驳、休闲和购物,其中以通勤为出行目的(含综合使用)的用户最多,占比为74%,其次为接驳,占比51%。

每周3~6d骑行的用户中,出行目的的重要程度依次为通勤、接驳、休闲和购物,通勤和接驳占比为58%和53%。因此,对于电单车出行量最大的用户群体来说,通勤和接驳是最重要的出行目的。更多的用户群体偏向于选择共享电单车解决“最后一公里”的出行需求,用户在工作商务区和学校周边对电单车的需求更大。

在偶尔使用的用户群体中,出行目的的重要程度完全不同,依次为接驳、休闲、购物和通勤。由此可见,共享电单车作为换乘接驳工具的出行只会作为用户偶尔出行的选择,并非趋势所在。

1.2 共享电单车用户骑行感受

在对骑行中所遇困难的调查分析中发现,主要困难列表中占据前三位分别是没有后视镜、下雨天打滑和动力性不足,投诉用户占比均在50%左右,是三个值得重视的问题。而其他自行填写的困难中,主要反映的问题有停放点设置设计不合理(如无车、车少、还车难等)、没有骑行道以及车辆故障率高(包括刹车失灵)。

对于现状的优化建议较好地反应了骑行用户对于当前困难认识的高度统一性,占前三位的提升建议是:增加停放点或停放车辆数量、增加检修力度和建立专用骑行车道,而针对第一点的用户意见占比高达83%。

影响人行道骑行的因素重要程度依次为行人太多、人行道中断、三面坡设计不合理、人行道宽度过窄以及路面铺装不平整。前三点都是影响骑行连续性的关键因素,另外两个因素重要程度与前三位接近。由于山地城市进行人行道设计时并未考虑骑行空间,因此在人行道骑行时不仅显得骑行空间不足,也会因为压缩步行空间使行人密度增加,感觉到拥挤和不适。就目前人行道现状设计而言,大部分情况下步行和骑行是不能够被同时满足的,这也是当前需要着重解决的问题。近年来“海绵城市”的普及,人行道使用透水砖铺装有一定的硬性要求。而透水砖铺装的自然特性及质量问题极易导致骑行过程中出

现噪声、颠簸甚至卡住轮胎而造成安全事故,严重影响骑行舒适性。

在车行道骑行时最受关注的影响因素为车辆太多、车速太快以及汽车靠边启停时与电单车发生碰撞,属于安全因素。在保障骑行安全的情况下,相较于人行道骑行,车行道骑行更具连续性和舒适性,是电单车用户的更优选择。

在危险路段的调查结果中发现,主干道具有车速较快、车辆较多的特点,而且往往在危险路段中无法在人行道上骑行,是骑行用户最关注的路段,其次为道路交叉口以及隧道或下穿道。调查结果基本符合预期,道路交叉口由于交通组成复杂、要素繁多、优先级不明确、规则不清楚等问题,属于需要关注的重点路段;而隧道和下穿道由于光线问题,易导致视野受限,加上隧道和下穿道容易发生交通拥堵,属于事故多发地段,容易降低骑行者的判断力和安全感。

2 电单车爬坡性能试验结果分析

为进一步了解山地城市道路连续陡纵坡(道路长度>50 m,坡度大于8%)情况下电单车爬坡适应性,本研究基于调查问卷中对电单车爬坡困难的反馈,分别在重庆市渝北区和南岸区选取不同坡度试验路段,采用不同载重,每一载重下开展10次电单车爬坡性能实验。

由于电动自行车属于新型交通工具,目前尚无针对性测试规范。本研究基于《摩托车和轻便摩托车耐久性试验方法》(GB/T 4570-2008),在电单车合理骑行区域内,选择了5条8%~12%的道路上坡路段开展测试。测试路段符合平直、硬实、干燥、可视度高的基本要求,道路环境符合安全骑行要求。电单车以静止状态从起点启动,调整转把全速上坡,如能以有效速度(>0 km/h)行驶至坡顶,视为爬坡成功。测试车辆和测试路段关键参数见表1和表2。

表1 测试电单车参数

车辆重量/kg	车辆尺寸(长×高×宽)/mm	车胎尺寸/cm	电机功率/W	最高车速/(km·h ⁻¹)	最大续航/km
50	1 575 × 1 025 × 597	16 × 2.125	350	25	50

表2 测试道路参数

道路名称	区域	路段纵坡/%	路段坡长/m	车行道骑行宽度/m	车行道铺装类型	车行道铺装BPN值	人行道骑行宽度/m	铺装类型	人行道铺装BPN值
礼慈路	渝北区	8.0	103.5	4	沥青混凝土	40	1	彩色沥青	75
玥湖路	渝北区	9.0	104.5	1	沥青混凝土	45	1.5	透水砖	60
白桦路	渝北区	12.5	64	2	沥青混凝土	48	-	透水砖	60
广福大道	南岸区	9.0	105	2	沥青混凝土	40	1.3	彩色沥青	75
水逸路	南岸区	11.5	65	2	沥青混凝土	45	2	花岗岩	65

注:“-”表示无数据,人行道上不具备开展测试条件。

根据以上路测实验结果,得出不同坡度和不同载重下,共享电单车在人行道和车行道的平均速度值,见图3和图4。其中白桦路由于人行道不满足骑行条件,并未针对人行道开展试验测试,故人行道数据比车行道少一组。

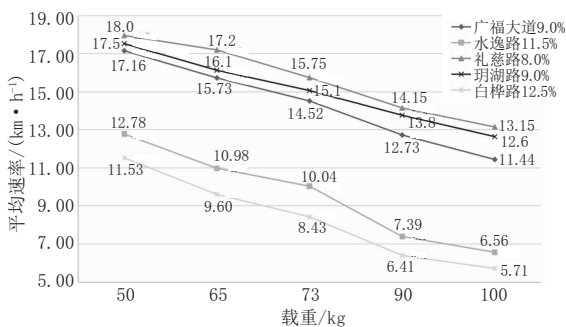


图3 不同坡度和载重下爬坡平均速度汇总(车行道)

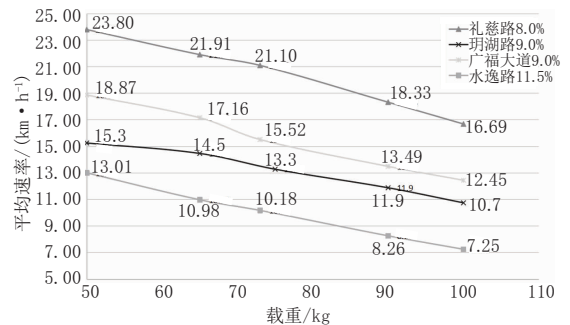


图4 不同坡度和载重下坡平均速度汇总(人行道)

经对以上结果的进行分析,可以得出:

(1)电单车骑行的平均速度随骑行时载重的增加而降低,且平均速度的变化率在载重大于70 kg时有明显增大的趋势。

(2)电单车骑行速度随坡度的增加而降低,且坡

度越大,骑行平均速度降低越多。礼慈路(8%)与广福大道和玥湖路(9%)之间存在 1%的坡度差,但速度变化趋势相同且速度值差距不大。而水逸路(11%)和白桦路(12%)存在 1%的坡度差时,两路段之间的平均速度差距明显增大。

(3)车行道的骑行速度与路面质量有明显相关性。由于电单车爬坡性能受轮胎和地面的摩擦力影响,而不同路面的铺装材料、施工工法以及使用程度会造成路面摩擦系数(BPN 值)的差异。在同一坡度下(9%),广福大道的平均速度低于玥湖路。广福大道建成时间较早、车流量大,对路面沥青的磨损大于建成晚、车流量小的玥湖路,道路更加粗糙,因此一定程度上降低了平均速度。

(4)人行道的骑行速度与铺装材料和铺装质量有明显相关性。在同样为 9%的坡度下,广福大道的人行道骑行速度明显比玥湖路要高。广福大道设有沥青混凝土专用骑行道,而玥湖路的人行道铺设透水砖。因此初步可以判定,同一坡度下骑行速度从高到低的人行道路面材料排序为沥青混凝土、花岗岩和透水砖。

(5)人行道与车行道铺装材料基本一致时,如沥青混凝土铺装的专用骑行道,人行道平均速度要高于车行道。广福大道(9%)和礼慈路(8%)有坡度差别,但人行道均设有沥青混凝土骑行车道,其材料与车行道一致。在这两条道路上,人行道的骑行速度均大于车行道的骑行速度,主要原因是在人行道路面骑行条件良好的情况下,骑行者不易受到车辆惊吓

表 3 日期分类

日期属性	日期
工作日	9月22日、9月23日、9月24日、9月26日
休息日	9月25日
节假日	9月20日、9月21日、10月1日、10月2日、10月3日

或者车速威胁,感觉更安全,骑行更放心。

3 电单车出行轨迹分析

为进一步研究电单车在山地城市骑行特征,本次研究共获取了重庆市渝北区 9 月 21 日至 9 月 26 日和 10 月 1 日至 10 月 3 日期间全天 24 h 电单车骑行数据,数据总量超 650 万条,有效数据 624 万条,无效数据 24 万条,约 11 万条出行轨迹。

3.1 骑行流量与时间分布

通过将骑行数据进行统计分析,得到电单车每小时单位的出行流量,并根据日期属性将流量区分为:工作日、休息日和节假日(见表 3)。

从图 5 至图 7 的趋势和流量上分析,工作日、休息日和节假日的差异较为明显。流量上,工作日最大,单日出行量均超过 12 000 次;休息日和节假日类似,单日出行量在 10 000 次左右。趋势上,工作日存在明显的早高峰(早上 8 至 9 点)和晚高峰(晚上 6 至 7 点),用户出行在晚间更加活跃;休息日的早晚高峰没有工作日明显,且出行量较工作日有所减少,但 8 时至 13 时以及 17 时至 23 时的活跃度维持在较高水平;节假日则没有明显的早晚高峰,骑行数量较工作日低但全日出行量更为平均,8 时至 22 时范围内一直处于活跃度较高的状态。

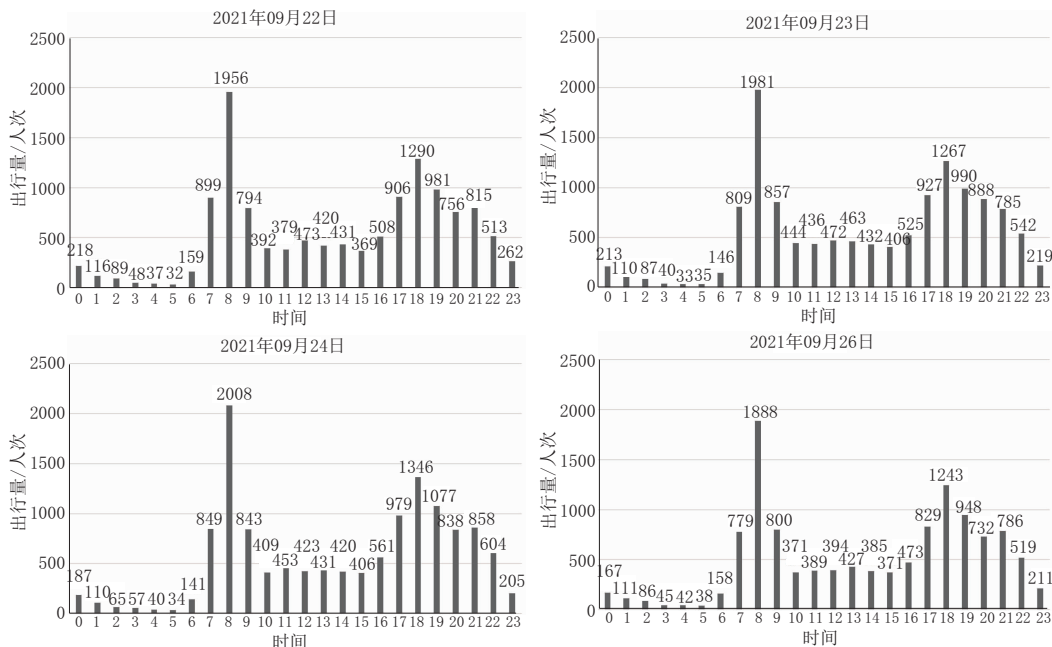


图 5 重庆市渝北区电单车时段流量图(工作日)

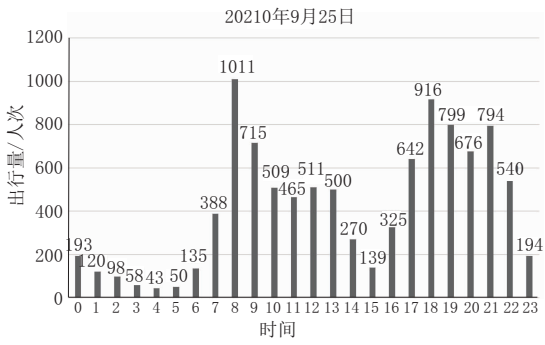


图6 重庆市渝北区电单车时段流量图(休息日)

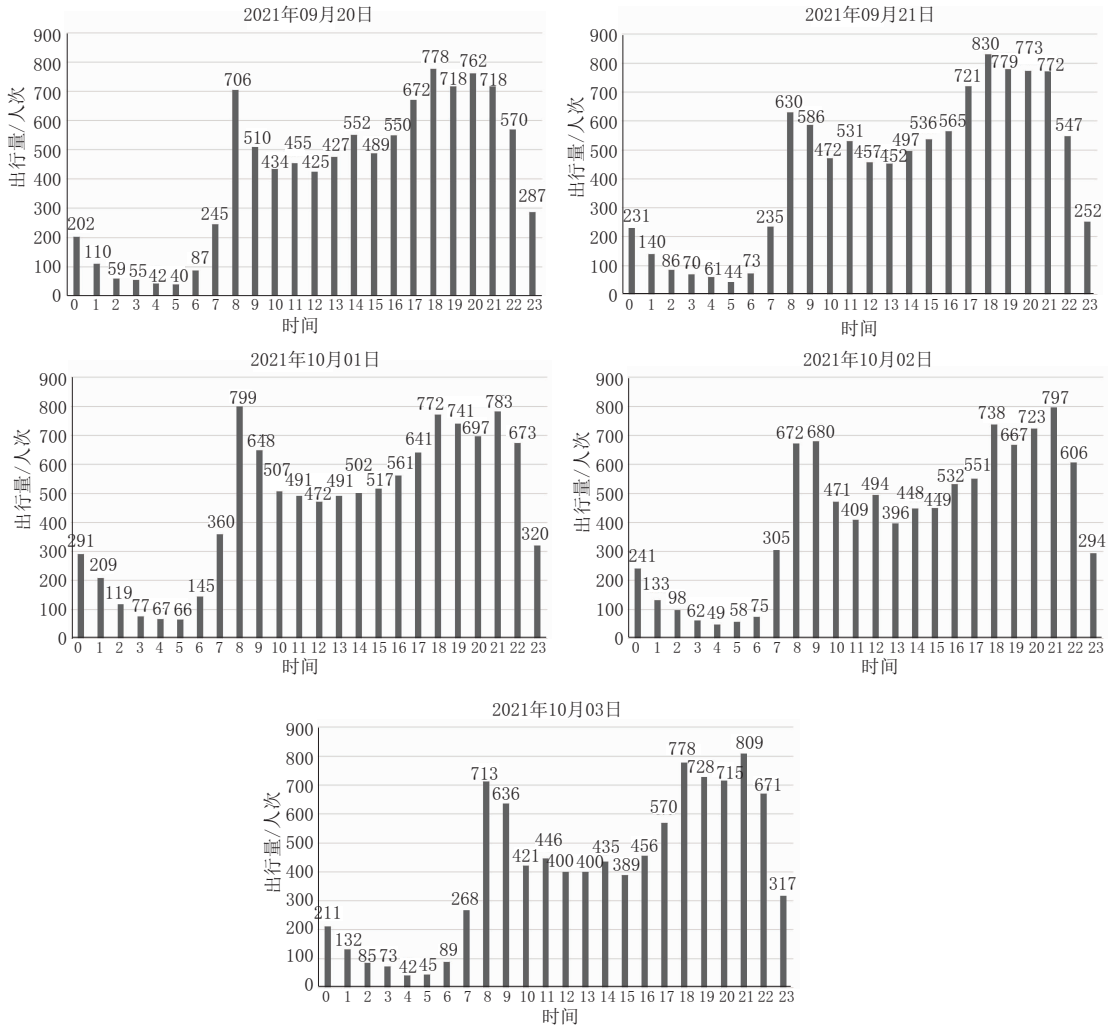


图7 重庆市渝北区电单车时段流量图(节假日)

出行密度和出行特征。工作日早高峰(早上8至9点)、晚高峰(晚上6至7点)及节假日全天出行特征如图8所示,路段颜色代表不同流量等级。

骑行数据显示,电单车骑行选择路段有较高的重叠性,且区域特征较为明显。流量主要集中在主干道及其周边次干道,因为渝北区主干道作为居住区、办公区和主要商圈的连接通道,出行需求较为集中。

出行距离方面,电单车平均出行距离在2.2km左右。相较于传统单车,电单车有效增加了平均出行距离。在所有的出行中,其中60%为短距离出行(路

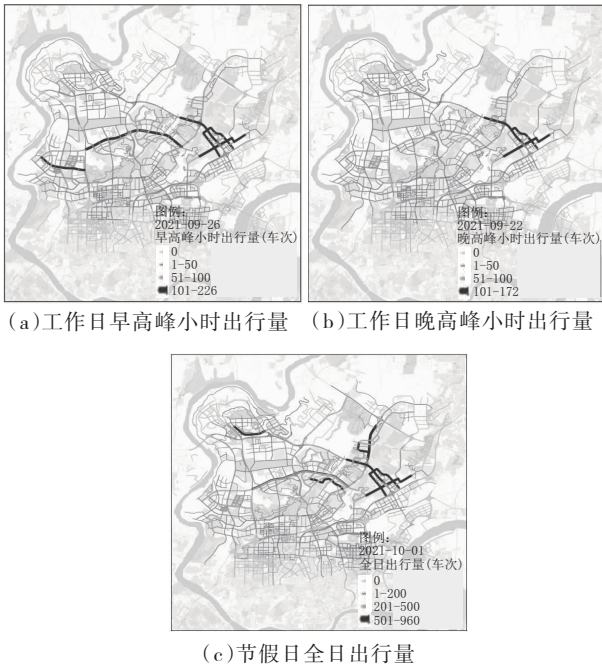
以上分析可得出渝北区范围内工作日流量变化趋势一致,故对早、晚高峰的出行情况开展分析的意义更大;休息日与节假日早、晚高峰不够明显,且变化趋势也与工作日不同,故针对全天(24 h)的出行情况进行分析的意义更大。

3.2 出行特征

将渝北区共享电单车出行数据(包括行程时间、路径、瞬时速度)在ArcGIS软件中投射到城市路网图,得到不同时间内不同路段的出行流量,得出路段

程小于2 km),35%为中距离出行(路程介于2~6 km之间),5%为长距离出行(路程大于6 km),出行距离的变化每日较为一致,与日期属性无关。

出行速度方面可参见图9,各日平均速度整体呈现工作日平均速度略快,休息日和节假日速度略慢的趋势。一天24 h平均速度则呈现了与流量相关的速度变化(图10)。以休息日为例,清晨、夜晚时段以及平峰时段等机动车流量较小情况下电单车行驶速度更高,高峰时段由于拥堵导致行驶速度下降。值得注意的是,清晨、夜晚等照明较差的时段内,快速骑



(a)工作日早高峰小时出行量 (b)工作日晚高峰小时出行量

(c)节假日全日出行量

图 8 工作日早、晚高峰及节假日全日出行特征

行不利于保障出行者的安全问题,如何通过道路规范、交通设施以及车辆设置对驾驶行为进行控制,可以结合相关骑行安全数据进行进一步明确。

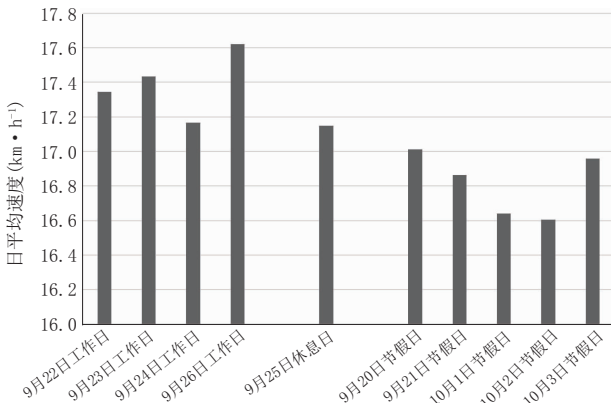


图 9 各日平均骑行速度

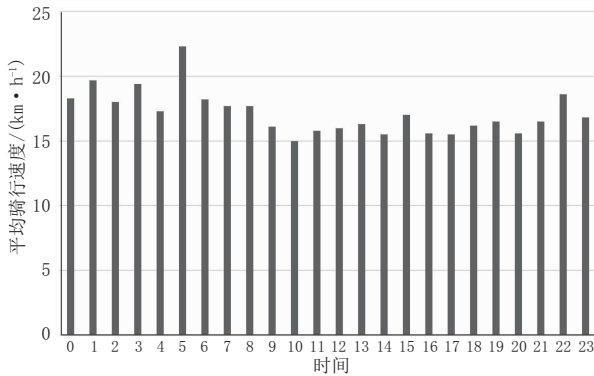


图 10 24 h 骑行平均速度(休息日)

4 结论与建议

本研究基于重庆市渝北区路网信息与共享单车出行大数据,通过问卷调查、爬坡试验以及大数据分析等手段,明确了共享单车在山地城市的使用

现状和主要问题,提出了道路坡度对共享单车的关键影响因素,同时对电单车在不同日期属性下的骑行路线与出行特征进行了量化研究。

研究发现,山地城市中的出行群体逐渐向电单车这种出行模式产生偏移,越来越多的人选择共享单车来满足中短途出行需求。《2021 中国主要城市共享单车 / 电单车骑行报告》中指出,共享单车日均骑行距离为 2.0 km,共享单车日均骑行距离约为共享单车的 1.5 倍^[11],大幅增加了出行范围,提升了平均速度。对于重庆这种组团型山地城市来说,能够较好满足点到点固定的通勤、上学等需求。但另一方面,大量中、长距离骑行集中在连接居民区、办公区以及休闲设施的主干道及其周边道路,机动车对骑行群体形成严重安全隐患。建议通过在车行道右侧设置物理隔离骑行车道,并通过加强标志、标牌、交管设施,以及井盖、照明等合理化的市政设施的布置,为骑行群体提供良好骑行空间。

对于以上主干道连通的次干路、支路,在坡度不大于 11%,有路边划线停车的情况下,可利用路边停车线与车道线之间的空间设置标线隔离,保障宽度为 1.5m 的骑行空间;或根据车道数情况和骑行流量,通过压缩行车空间来扩大骑行宽度,最大限度保障电单车骑行群体的出行安全。

参考文献:

- [1] 殷佳明,董洁霜.面向共享单车发展的中小城市慢行系统改善策略研究[J].经济研究导刊,2022(3):71-73.
- [2] 中国城市规划设计研究院西部分院,美团,重庆交通大学.2021 重庆共享单车骑行分析报告[R].重庆:中国城市规划设计研究院西部分院,2021.
- [3] 周若兰,郑琰.共享单车发展现状的问题及对策分析[J].物流科技,2021(2):78-80.
- [4] 罗紫宇,李毅军.重庆市共享单车现状分析及管理对策探究[J].交通节能与环保,2021,17(5):67-70.
- [5] 交通运输部等 10 部门关于鼓励和规范互联网租赁自行车发展的指导意见[EB/OL].[2022-06-30] http://www.gov.cn/xinwen/2017-08/03/content_5215640.htm.
- [6] 佚名.一二线城市发展遇阻,共享单车下沉市场寻出路[J].电脑知识与技术,2019(12):114.
- [7] 聂帅钧.共享单车的政府监管研究[J].重庆大学学报(社会科学版),2019,25(01):162-177.
- [8] 国家发展改革委关于印发《绿色产业指导目录(2019 年版)》的通知(发改环资[2019]293 号)[EB/OL]. [2019-07-22]. http://www.xifeng.gov.cn/zwgk/zdlygk/xeyxdn/201907/t20190722_62996789.html.
- [9] 武汉市交通发展战略研究院,美团.2020 年共享单车出行观察报告[R].武汉:武汉市交通发展战略研究院,2020.
- [10] 王维麟.上海市共享单车的管理问题与对策研究[D].西南大学,2021.
- [11] 住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室,中国城市规划设计研究院,美团.2021 年中国主要城市共享单车 / 电单车骑行报告[R].北京:住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室,2021.