

信号控制交叉口助动车违章特征与影响因素分析

Violation Characteristics of Moped Riders and Influential Factors at Signalized Intersections

王雪松¹, 许逸伦², 李伟楠¹

(1.同济大学交通运输工程学院,上海201804;2.北卡罗莱纳州立大学土木、建筑、环境工程系,美国北卡罗来纳州27695)

Wang Xuesong¹, Xu Yilun², Li Weinan¹

(1.School of Transportation Engineering of Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. Department of Civil, Construction, and Environment Engineering, North Carolina State University, NC 27695, USA)

摘要: 为了对助动车的违章行为提出改进措施,利用视频数据观测了上海市12个信号控制交叉口的骑行类车辆行为。基于行为分析方法对人-车-交通环境特征进行编码,并利用Logit模型分析了助动车违章行为的影响因素。结果显示,在信号周期较短、非机动车流量较小、横向车流较稀疏或处于违章待行状态时,助动车更易闯红灯;在直行或非机动车道较窄时,更易违章待行;在转弯、非机动车道较窄或横向车流稀疏的情况下,更易错用车道;在非机动车道较宽时,更易逆行;燃油/燃气车辆、男性骑车者更倾向于载人载物违章。最后指出,应建立助动车骑车者的安全意识、完善法律法规、提升交通设施服务质量与交通管理水平,以有效引导助动车向有利于城市交通有序、安全方向发展。

Abstract: In order to propose effective countermeasures for moped violations, this paper investigates the moped riders' behaviors through videotaping at 12 signalized intersections in Shanghai. The paper encodes the characteristics of riders, mopeds and traffic environment based on the behavioral analysis method and analyzes the factors affecting moped violation behaviors using the Logit model. The re-

1 研究背景

骑行类车辆可分为自行车、三轮车、助动车和摩托车,见图1。其中,助动车可分为电动自行车和轻骑车^[1],前者体积较小,像自行车,全部为电力驱动;后者体积较大,像摩托车,可电力或燃气/燃油驱动。助动车价格低廉、使用方便、有较高的车速^[2],能满足部分没有能力购买小汽车但又希望得到较高出行速度的出行者的需求^[3],同时由于很多大城市禁行^[4]、限行摩托车(如北京2000年起四环内禁摩;

sults show that 1) shorter cycle lengths, smaller non-motorized traffic volume and less conflicting traffic may increase the probability of moped red light running; 2) moped riders tend to wait improperly when the through lanes or the non-motorized lanes are narrow; 3) when the turning lanes or the non-motorized lanes are narrow or the conflicting traffic is light, the probability of mopeds using wrong lanes may increase; 4) broader non-motorized lanes may increase the probability of moped retrograde motion; and 5) fuel or gas vehicles and male riders increase the probability of moped overloading. Finally, the paper points out that safety consciousness for moped riders, traffic laws and rules, and traffic facilities should be improved to guide an ordered and safe urban

transportation system.

关键词: 信号控制交叉口;助动车;违章特征;行为分析方法;影响因素

Keywords: signalized intersection; moped; violation characteristics; behavioral analysis method; influential factors

中图分类号: U491

文献标识码: A

收稿日期: 2013-04-26

基金项目:国家自然科学基金“信号灯控制交叉口事故致因分析与安全评价方法研究”(51008230)、中央高校基本科研业务费专项资金资助“基于多元数据的城市道路运行状况分析及影响因素研究”

作者简介:王雪松(1977—),男,山西忻州人,博士,副教授,博士生导师,主要研究方向:交通安全、交通统计分析、交通规划、驾驶模拟器的应用研究。

E-mail:wangxs@tongji.edu.cn

广州2007年起城区内禁摩；上海限制摩托车牌照，城区主要道路禁行摩托车），助动车有逐渐取代摩托车和自行车的趋势。上海城区主要道路上助动车占非机动车的比例已达40%~60%^[5]。

助动车交通安全问题严重，其违章行为是造成交通事故的重要因素^[6]。2010年，上海市两轮摩托车事故导致158人死亡，助动车事故导致212人死亡，约占全市交通事故死亡人数的50%。《电动自行车通用技术条件》(GB17761—1999)规定^[7]，电动自行车最高时速应在20 km·h⁻¹以下、重量在40 kg以下，但在发展过程中衍生出了质量和速度都远超过规定的电动轻骑车和燃油/燃气轻骑车，而此类车辆仍然纳入非机动车的管理范畴。同时，助动车车型多样、运行情况复杂多变(违章频繁)，传统的交通流理论无法准确、全面地描述助动车的交通特征。

已有研究一直致力于探究导致助动车事故发生的影响因素。文献[9]基于印度芒格洛尔市(Mangalore)的助动车事故，发现导致事故发生的显著影响因素是助动车车型和骑车者性别。文献[10]利用法国的助动车和摩托车事故数据，发现除骑车者性别和车型外，年龄、是否佩戴头盔、是否酒后骑车、骑车技术高低、载人情况也是导致事故发生与否的影响因素。文献[11]研究发现，交通环境和骑车者心理是助动车事故的显著影响因素；为了减少事故发生，必须了解骑车者的身

份背景、出行目的、价值判断等因素。文献[12]认为，助动车质量、混合交通特性、助动车超速与否和法律法规的相关规定对助动车交通安全存在影响，指出助动车事故频发是多方面因素造成的。

骑车者违章行为特征及影响因素同样受到研究者的关注。文献[13]通过对荷兰青年助动车骑车者的交通行为问卷调查分析发现，心理状态与违章行为相互关联。文献[14]利用对印度海得拉巴市(Hyderabad)摩托车出行者的面谈数据，归纳出摩托车违章的影响因素，包括性别、年龄、教育、驾驶技术、是否佩戴头盔、车辆状况等，同时指出交警执法情况对违章与否也有较大影响。

中国城市中助动车的使用非常普遍，但是深入阐述助动车违章特征与影响因素的研究文献较少。本文将利用视频数据和行为编码分析方法，研究信号控制交叉口内助动车的违章特征及其影响因素。心理学中，行为指有机体对所处情境的反应总和，行为分析则是利用自然观测或控制实验方法，寻找某一行为的决定因素，从而找到促进或抑制该方法^[8]。行为分析方法关注研究对象的行为特征，并可揭示特定交通环境下骑车者或行人某些行为的影响因素，进而提出有效的行为改善方法。视频拍摄和编码统计是行为分析的基础，若选取合理的拍摄位置和角度，可记录非机动车交通流和骑车者的较完整信息^[5]。利用行



图1 骑行类车辆分类

Fig.1 Vehicle categories investigated in this study

为分析方法，借助视频拍摄(自然观测)进行详细编码，从而记录、分析助动车车型特征、骑车者特征、违章行为和交通环境，总结助动车典型违章行为的特征与影响因素。最后，探求非机动车交通设施、助动车交通法规和管理、骑车者教育等对机非混行交叉口安全的影响，在此基础上提出有针对性的安全改善措施。

2 数据采集

为了全面了解助动车在交叉口的违章特征与影响因素，选取上海市12个信号控制交叉口进行视频拍摄，并对骑行类车辆进行行为编码。这些交叉口均分布在中心城区边缘，有足够的助动车出行量，且助动车违章问题突出。

2.1 视频拍摄

选取早晚高峰前后进行高清视频拍摄(分辨率为1440×1080)，观测交叉口一个进口道驶入非机动车待行区的所有骑行类车辆的行驶情况，拍摄角度为观测点斜后方平视，见图2。12个被调查交叉口的基本属性及观测时间统计见表1，共拍摄了12个交叉口的1455名骑行类车辆的骑车者，拍摄时长7506s。从拍摄视频提取助动车车型特征、骑车者个人特征、骑行行为特征、交叉口特征；为了深入了解助动车的运行环境，同时记录所有骑行类车辆的基本特征和交通行为。

2.2 行为编码

行为编码包括违章行为特征、个体特征、车辆特征和交通环境因素四个部分。

个体特征涉及骑车者年龄(青年、中年和老年)和性别(男、女)，其中，长相年轻、动作灵活的骑车者为青年，长相成熟、动作不十分灵活的骑车者为中年，长相苍老、动作不灵活的骑车者为老年。车辆特征包括车辆类型(自行车、三轮车、助动车和摩托车四大类)和车辆动力特征(人力、电力、燃油/燃气)。电动自行车和轻骑是助动车两种主流的车型设计方式，代表了两种设计思路：前者替代自行车的功能，后者提供较高的动力性能；“燃油”和“燃气”的助动车动力性能

相近，将其归为一类。

交通环境因素涉及骑车者所在交叉口的几何特征与交通特性、交警/协管执勤情况(是否执勤、执勤时间)。骑车者、车辆、交通环境三者相互作用^[1]，交通环境是助动车违章的重要影响因素。

违章行为特征应涵盖车辆运行情况、违章类型、违章位置和违章冲突情况。车辆运行情况指违章助动车的停驶状态和行驶方向；违章类型编码以行为准则为基准，依照骑车者的时空特征(通过停车线的时间与所处的位置)及个体骑行特性(如载人、载物等)进行分类；违章位置需指出违章助动车的空间状态(如所处车道、车道偏左或偏右、超出待行区情况等)，以帮助了解助动车在空间层面的违章情况。违章冲突情况包括冲突对象、冲突责任、冲突侵害方与冲突程度。另外，还需关注佩戴头盔和打转向灯情况。

3 违章特征分析

信号控制交叉口助动车典型违章行为包括闯红灯、违章待行、错用车道、逆行和违章载人载物五类。在观测的1455名骑车者中，有842名助动车骑车者，占总数的57.9%。在所有骑车者中，有744人存在违章行为，违章率为51.1%；助动车违章骑车者为462人，违章率高达62.1%。相比其他骑行类车辆，助动车违章情况尤为显著。

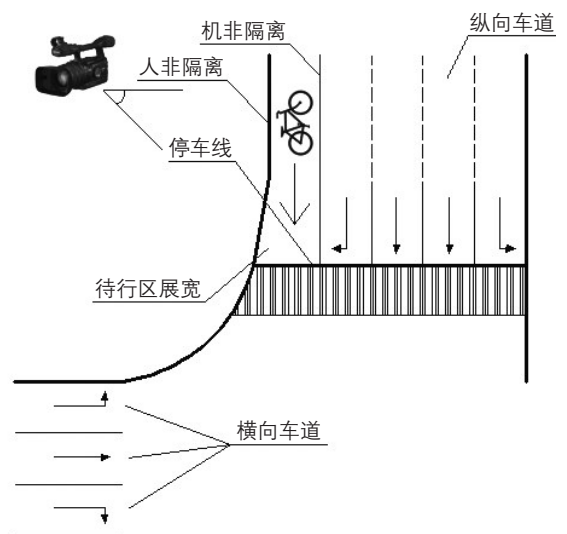


图2 信号控制交叉口助动车违章观测示意图

Fig.2 Moped violation observation at signalized intersections

进一步分析发现,助动车在违章载人载物方面更显著,其另外四类违章与全体骑行类车辆无显著差异,见表2。因此,助动车是上海市骑行类违章车辆的主体,对其违章特征与影响因素的研究尤为重要。

骑行类车辆有时会存在一种以上的违章行为,相比其他骑行类车辆,助动车存在两种或三种违章行为的比例更高。如图3所示,违章行为多于一种的助动车骑车者占全部违章助动车骑车者的35%;具有两种或三种违章行为的骑车者中,70%以上为助动车骑车者。因此,助动车骑车者的违章行为比其他骑行类车辆骑车者的违章行为更多,且违章行为之间可能存在相互关联。

针对闯红灯违章的调查发现,助动车比其他骑行类车辆更易于在红灯尾闯红灯,而不易于在红灯头闯红灯。如图4所示,闯红灯助动车占闯红灯骑行类车辆的58.1%,而在红灯尾闯红灯的

骑行类车辆有62.8%为助动车,在红灯头闯红灯的车辆仅48.1%为助动车。这说明红灯亮起对助动车闯红灯有更好的抑制作用,绿灯亮起同样对其有更大的诱发作用。其原因可能是助动车相对于其他骑行类车辆(主要是自行车)有更优的刹车和启动性能,更容易停车与起步。

针对错用车道违章的调查发现,助动车错用车道的特征与其他骑行类车辆存在很大差异(见图5),这主要是由于助动车在动力性能方面的优势以及相关监管的缺失(现实中,助动车的质量和速度远远超过了相关规范^[7]的限制条件,而相应的管理措施并未出台),导致其更多地驾驶机动车道行驶,造成很大的安全隐患。

综上,助动车的违章行为特征与其他骑行类车辆存在一定差异。其原因主要是助动车具有更优的动力性能、骑车者对法律法规的认识不足以及法律法规本身的缺陷尤其是监管的缺失。

表1 交叉口基本属性及观测时间统计

Tab.1 Intersection characteristics and observation time statistics

序号	交叉口形式	停车线	机非隔离	人非隔离	待行区展宽	横向车道数	观测时间	时长/s
1	T字	有	线	缘石	右转展宽	4	2011/3/4 7:40	720
2	T字	有	低墩	栏	无	6	2011/3/4 9:40	775
3	T字	有	栏	栏	右转展宽	4	2011/3/4 10:20	600
4	十字	有	低墩	栏	待转分离	6	2011/3/4 8:15	480
5	十字	有	线	缘石	无	2	2011/3/4 9:00	560
6	十字	无	栏	共板	无	4	2011/3/8 11:15	640
7	十字	有	无	缘石	无	2	2011/3/8 11:50	660
8	十字	有	线	缘石	无	2	2011/3/9 15:20	640
9	十字	有	低墩	栏	右转展宽	5	2011/3/9 16:00	630
10	十字	有	线	栏	无	1	2011/3/9 16:45	546
11	十字	有	线	栏	无	4	2011/3/9 17:55	498
12	十字	有	低墩	栏	无	3	2011/3/10 10:20	757

表2 助动车违章与其他骑行类车辆违章差异

Tab.2 Difference in violations between moped and other riding vehicles

差异对比	闯红灯	逆行	错用车道	违章待行	违章载人载物	所有违章
助动车违章数	140	51	180	102	151	462
违章助动车/违章车辆	0.581	0.543	0.606	0.570	0.848	0.621
助动车违章率	0.166	0.061	0.214	0.121	0.179	0.549
骑行类车辆违章率	0.166	0.065	0.204	0.123	0.122	0.511
助动车与全体骑行类车辆违章率差异显著性(卡方)	0.006	0.538	1.146	0.066	60.472	11.160
助动车与全体骑行类车辆违章率差异显著性(P值)	0.499	0.265	0.157	0.429	0.000	0.001

4 违章行为影响因素

人、车背景特征和交通环境因素是助动车各类违章行为的可能影响因素，利用构建的二项Logit模型可综合筛选出对违章行为影响显著的因素。利用模型考查了助动车骑车者特征(性别、年龄)、车辆特征(车辆类型、动力性能)、车辆运行特征(助动车行驶方向)以及违章助动车所处进口道和交叉口的道路与交通环境特征对信号控制交叉口助动车五类典型违章行为的影响。道路与交通环境特征包括进口道绿信比、信号周期、进口道骑行类车辆流量、进口道非机动车道有效宽度、交叉口非机动车穿越距离、横向机非车辆和行人流量、横向车流饱和时间比(信号周期内某方向绿灯时间横向车流不为零的时段和绿灯时间的比值)和交警或协管执勤等。

4.1 闯红灯违章行为影响因素

闯红灯是五类违章中引发交通冲突概率最高的一类违章行为。在上海市12个信号控制交叉口中，16.6%的骑行类车辆存在闯红灯违章行为，其中46.0%与其他车辆存在冲突，而红灯期间到达的骑行类车辆违章率甚至高于50%。根据视频观测，助动车闯红灯违章与错用车道和违章待行存在一定关联，因此除人、车及交通环境因素外，将这两类违章也作为闯红灯违章的可能影响因素。在842名助动车骑车者中，闯红灯者140人，占16.6%。

研究发现，个体特征及车辆特征并不是助动车闯红灯违章的显著影响因素，而信号周期、横向车流饱和时间比则是显著影响因素(见表3)。具体为：信号周期越短，横向饱和时间比越接近0，助动车越易违章。信号周期短时，红绿灯频繁转换，等待红灯时间相对较短，助动车车流易形成连续流，使得后车跟随前车违章；信号周期长时，由于等待红灯时间较长，助动车易跟随其他车辆待行。除上述因素外，行驶方向因素不是助动车闯红灯的显著影响因素，同向非机动车流量却是接近显著的影响因素，表现为流量越小，闯红灯违章的概率越大；违章待行后闯红灯行为显著，这也说明很多闯红灯骑车者在闯红灯前会违

章待行；交通协管对于助动车闯红灯并未表现出如对其他骑行类车辆的抑制作用。综上，助动车闯红灯是群体行为，有很强的从众特性，违章概率随违章机会的增加而增加。

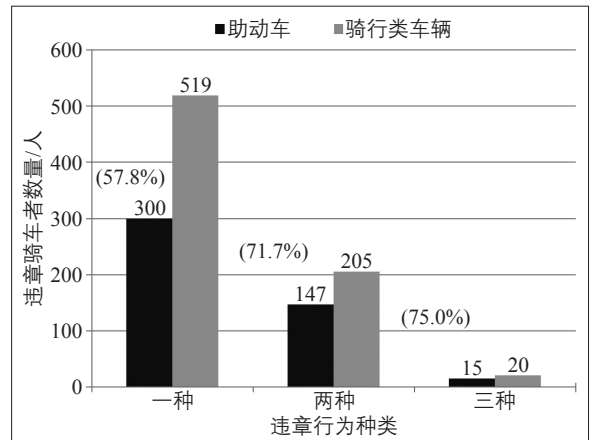


图3 违章行为种类统计

Fig.3 Summary of violation types

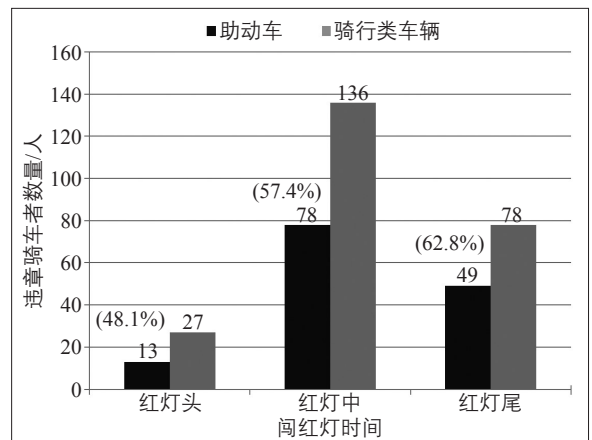


图4 闯红灯时间分类

Fig.4 Classification of red light running

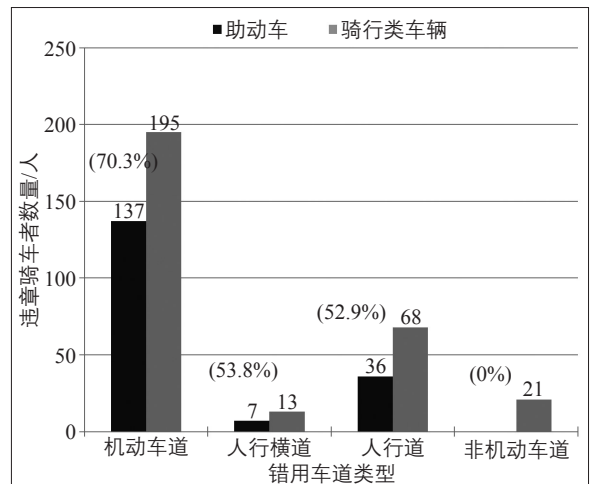


图5 错用车道情况

Fig.5 Scenarios of improper lane use

4.2 待行违章行为影响因素

在462名违章助动车骑车者中,待行违章者102人,占12.1%。构建助动车待行违章的二项Logit模型,助动车行驶方向和进口道非机动车道宽度是显著影响因素(见表4)。

助动车直行方向有相对更高的待行违章率,因此认为助动车直行时更易违章待行,其他骑行类车辆(主要是自行车)转弯时更易违章待行。自行车通过交叉口的速度相对助动车处于弱势,转弯时由于行驶路径较长,有更高的待行违章倾向,以求优先通过交叉口;助动车有速度优势,在直行时违章待行能更好地发挥其优势。此外,

表3 助动车闯红灯违章影响因素

Tab.3 Factors affecting moped red light running

模型中的变量	Coef.	S.E.	P-value
信号周期	-0.007	0.003	0.010
进口道骑行类车辆流量	-0.001	0.001	0.007
横向车流饱和和时间比	-2.662	0.544	0.000
闯红灯前违章待行	1.382	0.255	0.000
常量	1.473	0.550	0.007

表4 助动车待行违章影响因素

Tab.4 Factors affecting moped improper waiting violation

模型中的变量	Coef.	S.E.	P-value
助动车直行	0.620	0.235	0.008
进口道非机动车道宽度	-0.703	0.133	0.000
待行违章前错用车道	-1.381	0.361	0.000
常量	-0.526	0.328	0.109

表5 助动车错用车道违章影响因素

Tab.5 Factors affecting moped improper lane use violation

模型中的变量	Coef.	S.E.	P-value
助动车直行	-0.834	0.201	0.000
进口道非机动车道宽度	-0.839	0.130	0.000
横向机动车流量	-0.009	0.001	0.000
横向非机动车流量	-0.001	0.000	0.000
常量	1.310	0.414	0.002

表6 助动车逆行违章影响因素

Tab.6 Factors affecting moped retrograde motion violation

模型中的变量	Coef.	S.E.	P-value
进口道非机动车道宽度	0.382	0.165	0.021
常量	-3.726	0.470	0.000

进口道非机动车道宽度越窄,助动车骑车者越易违章待行,但骑行类车辆整体并无这样的关联。待行违章前错用车道违章与待行违章是相互抑制的,即在待行违章前若正确使用了车道会更有违章待行的倾向,其原因是绿灯时间到达的助动车更易错用车道,而在红灯时间到达的助动车由于其他车道被机动车占据,助动车多数在正确的车道待行。

4.3 错用车道违章行为影响因素

相对其他骑行类车辆,助动车错用车道的违章行为更为普遍。在462名违章助动车骑车者中,错用车道违章者180人,占21.4%。对助动车群体错用车道行为的建模分析认为,该违章行为与车型、车辆动力性能以及骑车者性别、年龄均无关,而与交通环境因素有较大关联(见表5)。因此,可认为助动车错用车道违章是受交通环境影响的群体行为,与个体特征及车辆特征无关。

从构建的Logit模型可以看出,转弯助动车骑车者错用车道倾向更高,这与骑行类车辆总体一致;在交叉口道路条件方面,进口道非机动车道宽度越窄,助动车骑车者越易错用车道;在横向交通特征方面,机动车/非机动车流量越小,助动车错用车道违章越严重。综上,助动车骑车者在交通干扰较小、道路设施受限的情况下更易非法寻找额外的骑行空间。

4.4 逆行违章行为影响因素

在上海市逆行违章并不是经常发生的违章类型,在462名违章助动车骑车者中,逆行违章者51人,占6.1%。这种违章行为主要与进口道非机动车道宽度有关(见表6):非机动车道越宽,助动车骑车者越易逆行违章,与错用车道的违章心理一样。助动车逆行违章与个体特征及车辆特征无显著关联。

4.5 载人载物违章行为影响因素

在462名违章助动车骑车者中,载人载物违章者151人,占17.9%。构建助动车载人载物违章的二项Logit模型发现,男性骑车者、以燃油/燃气为动力的助动车更易违章载人载物(见表7)。电

动自行车和轻骑车无显著的违章率差异。助动车相对于自行车和三轮车，其优良的动力性能使得载人载物不再耗费过多体力，因此各年龄段助动车骑车者违章率差异不显著。

5 讨论

通过对上海市12个信号控制交叉口骑行类车辆的视频观测，本文依照违章行为在时间、空间的差异，将骑行类车辆在信号控制交叉口的违章行为划分为闯红灯、违章待行、错用车道、逆行和载人载物违章五类。不同交叉口的助动车违章情况存在较大差异，但大多数交叉口骑行类车辆总违章率为50%左右，部分交叉口达到87.6%和71.3%。助动车违章群体是骑行类车辆违章群体的重要组成部分。

助动车与其他骑行类车辆有相似的违章行为，但是违章情况(尤其是载人载物违章)更为严重；车辆特征(车辆类型、动力性能)、骑车者特征(性别、年龄)和交通环境(横向交通、信号设置等)都是骑行类车辆违章的重要影响因素；而交通环境因素是助动车违章最为显著的因素，例如较短的信号周期和较稀疏的横向车流会增加助动车闯红灯的概率；较狭小的非机动车待行空间会使助动车骑车者更愿意在不安全而非法的位置冒险待行；较窄的非机动车道和较少的冲突交通会使更多的助动车骑车者占用机动车道(大部分轻骑助动车骑车者并未依照法律法规将轻骑助动车当作机动车使用)。这一方面说明交通环境对助动车违章存在诱发作用；更为重要的是，助动车违章已成为一种普遍的群体行为，即不论骑车者的性别和年龄、车辆的种类，只要交通环境允许，骑车者便会违反交通法规以获得更高的通行效率、更舒适的通行空间。

表7 助动车违章载人载物影响因素

Tab.7 Factors affecting moped overloading violation

模型中的变量	Coef.	S.E.	P-value
以燃油/燃气为动力的助动车	0.475	0.191	0.013
男性助动车骑车者	0.596	0.283	0.035
常量	-2.188	0.257	0.000

助动车骑车者侥幸安全通过并不受处罚的意识是长期以来在交通环境下养成的，骑车者安全意识的建立是降低助动车违章率的重要手段。助动车骑车者在上路前必须学习助动车驾驶方法和规则，同时需要一个强化过程，通过各类刺激强化其对行驶规则的认识，例如通过媒体进行宣传教育(正强化)，对违章进行处罚(负强化)，使其对运行规则有更深的记忆和认同^[15]。教育的目的是最大限度强化助动车骑车者对规则的认知，但事实上并不是所有的助动车骑车者都受过安全教育，实际运行中也少有宣传的正强化或处罚的负强化。社会舆论和交通执法效力不足，是当前助动车违章猖獗的重要原因。

助动车定位模糊也是造成当前对其难于管理的主要原因，法律法规的完善对助动车违章行为的抑制至关重要。助动车盛行是当前国内交通不得不面对的现实，至少在近年，交通设施应当为助动车提供独立、安全、舒适的骑行和待行区域。提升交通设施服务质量与交通管理水平，使助动车发挥灵活、方便、经济的特点，同时拥有较高的安全性能，有效引导助动车向有利于城市交通有序、安全的方向发展。

参考文献：

References:

- [1] Jonathan Weinert, Joan Ogden, Dan Sperling, et al. The Future of Electric Two-wheelers and Electric Vehicles in China[J]. Energy Policy, 2008(36): 2544-2555.
- [2] 董斌杰. 电动助动车综合交通特征研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
Dong Binjie. The Study of Characteristics of Electric Bicycle[D]. Shanghai: Tongji University, 2008.
- [3] Christopher Cherya, Robert Cerverob. Use Characteristics and Mode Choice Behavior of Electric Bike Users in China[J]. Transport Policy, 2007(14): 247-257.
- [4] 李阳. 摩托车道路交通事故及其伤害特点研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2009.
Li Yang. Research on Traffic Accident and Injury

- Characteristics of Motorcycle[J]. Chongqing: Third Military Medical University, 2009.
- [5] Chen Xiaohong, Han Hui, Ye Jianhong, et al. Normalized Volume Measurement for Non-Motorized Traffic Flow Mixed with Mopeds[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2011, 2239: 9-15.
- [6] Hsin-Li Chang, Tsu-Hung Yeh. Motorcyclist Accident Involvement by Age, Gender, and Risky Behaviors in Taipei, Taiwan[J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2007, 10(2): 109-122.
- [7] GB 17761—1999 电动自行车通用技术条件[S].
- [8] 陈述. 行为心理学[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 2010.
- [9] Animesh Jain MBBS, Ritesh G Meneze, Diplamate NB, et al. Two Wheeler Accidents on Indian Roads: A Study from Mangalore, India[J]. Journal of Forensic and Legal Medicine, 2009, 16(3): 130-133.
- [10] Aurélie Moskal, Jean-Louis Martin, Bernard Laumon. Risk Factors for Injury Accidents among Moped and Motorcycle Riders[J]. Accident Analysis & Prevention, 2012, 49: 5-11.
- [11] Ove Njå, Sverre M Nesvåg. Traffic Behavior among Adolescents Using Mopeds and Light Motorcycles[J]. Journal of Safety Research, 2007, 38(4): 481-492.
- [12] 王云, 马国忠, 唐国利. 电动自行车对城市交通安全影响分析[J]. 交通标准化, 2005(2): 27-29. Wang Yun, Ma Guozhong, Tang Guoli. Analysis on Influence of Electric Bike to Urban Traffic Safety[J]. Communication Standardization, 2005 (2): 27-29.
- [13] Linda Steg, Annemarie van Brussel. Accidents, Aberrant Behaviors, and Speeding of Young Moped Riders[J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2009, 12(6): 503-511.
- [14] Rakhi Dandona, Anil Kumar G, Lalit Dandona. Risky Behavior of Drivers of Motorized Two Wheeled Vehicles in India[J]. Journal of Safety Research, 2006, 37(2): 149-158.
- [15] Benjamin B Lahey. 心理学导论(第9版)[M]. 吴庆麟, 等, 译. 上海: 上海人民出版社, 2010. Benjamin B Lahey. Psychology: An Introduction (9th ed.) [M]. Wu Qinglin, et al, translated. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2010.

(上接第14页)

参考文献:

References:

- [1] 索尔特 R J. 道路交通分析与设计[M]. 张佐周, 杨佩昆, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982. Salter R J. Highway Traffic Analysis and Design [M]. Zhang Zuozhou, Yang Peikun, translated. Beijing: China architecture & building press, 1982.
- [2] Transportation Research Board. Highway Capacity Manual 2000[M]. Washington DC: Transportation Research Board, 2000.
- [3] Akcelik R, ARRB. Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis[M]. Melbourne: Australian Road Research Board, 1998.
- [4] Committee on Canadian Capacity Guide for Signalized Intersection. Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections, 3rd Edition[M]. Canada: Institute of Transportation Engineers, 2008.
- [5] 杨佩昆. 信号交叉口车辆通过冲突点的通行能力[J]. 同济大学学报, 1981(3): 68-76. Yang Peikun. An Analytical Method Based on Conflicts for Vehicular Capacity at Signalized Intersections[J]. Journal of Tongji University, 1981 (3): 68-76.
- [6] CJJ 37—90. 城市道路设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991.
- [7] 同济大学, 武汉城市建设学院. 城市道路与交通[M]. 北京: 中国工业出版社, 1961.
- [8] GB 50220—1995. 城市道路交通规划设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1995.
- [9] 杨佩昆, 张树升. 交通管理与控制(第一版)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [10] GB 50647—2011. 城市道路交叉口规划规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2011.