

电子执法对信号交叉口交通违法与交通事故的影响

蒋贤才, 赵紫琴, 裴玉龙

(哈尔滨工业大学 交通研究所, 150090 哈尔滨, jxc023@126.com)

摘要: 为改进我国现有电子执法成效评估的对比分析方法存在的缺陷, 在考虑均值回归与交通管理水平提升等影响因素后, 借助概率论中的误差分析法, 提出电子执法对交通事故影响的综合分析法. 研究表明, 我国道路电子执法对交通事故的影响要大于国外发达国家, 电子执法在降低我国道路交通事故方面效果更显著, 但我国电子执法在运行过程中会明显增加刮撞行人的交通事故并加剧交通事故的严重程度, 导致死伤人数的比例大幅上升, 与国外发达国家电子执法实施后仅增加了追尾事故的数量有较明显区别. 综合分析法克服了对比分析法高估或低估电子执法对交通违法和交通事故影响的缺陷, 评价结果客观, 有利于推进电子执法设施应用的范围和深度.

关键词: 电子执法; 成效评价; 交通事故; 交通违法

中图分类号: U491.31

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2011)10-0084-04

Analysis of impact of automated enforcement on traffic violation and traffic accident at signalized intersection

JIANG Xian-cai, ZHAO Zi-qin, PEI Yu-long

(Institute of Transportation Research, Harbin Institute of Technology, 150090 Harbin, China, jxc023@126.com)

Abstract: In order to improve the defects of contrast analysis method on automated enforcement effectiveness evaluation in china, in consideration of the influence factors of regression to the mean and traffic management level, a new comprehensive analysis method is given by means of error analysis method in probability theory. It shows that crash effects in our country is greater than that in developed one as a result of automated enforcement, that is, the effects of reducing traffic accidents flowing automated enforcement in China is greater. However, in China, automated enforcement will increase pedestrian hit and the severity of the crash, as well as lead to significant increase the proportion of casualties, which is more obviously different from that in developed country(it only increases the number of rear-end crashes following automated enforcement). The comprehensive analysis method overcomes the defects that contrast analysis method overestimate or underestimate the impacts of automated enforcement in the traffic violations and accidents, it is helpful to promote the application scope and depth of automated enforcement.

Key words: automated enforcement; effectiveness evaluation; traffic accident; traffic violation

在信号交叉口中, 闯红灯被认为是导致交通

事故发生的最主要因素之一. 1992年至1998年, 美国有近6 000人死于闯红灯交通事故中, 此外有140万人在此类交通事故中受伤^[1]. 应对闯红灯及其引发的交通事故最有效方法就是加强信号交叉口的交通执法, 这需要大量的警力资源予以支持. 近年来, 电子执法作为传统交通执法的辅助手段, 已大量应用于现代道路交通管理中. 电子执法为不间断的交通执法提供了资源支持, 并且可

收稿日期: 2010-06-16.

基金项目: 教育部博士学科点专项科研基金(200802131012); 哈尔滨工业大学优秀青年教师培养计划项目(HITQJNS. 2009.051); 中央高校基本科研业务费专项资金(HIT.NSRIF.2012061); 哈尔滨市科技创新人才研究专项资金(2010RFQXG006).

作者简介: 蒋贤才(1974—), 男, 讲师, 博士;
裴玉龙(1961—), 男, 教授, 博士生导师.

提供一份证据确凿的交通违法资料,更重要的是它能够对驾驶员的交通违法行为形成威慑作用.

国外有关电子执法对信号交叉口交通违法行为和交通事故数量影响的研究表明:电子执法能够有效地降低交通违法率,而它将有望减少信号交叉口直角碰撞的比率(信号交叉口典型事故类型),但同时也可能导致追尾事故的增加^[2].因此,安装电子执法设施后,对直角碰撞和追尾事故比率的监测十分重要.

现阶段我国已将各类电子设施大量装备到道路交通中替代部分交通管理功能,并显现出了积极效果.然而,现有报道在夸大电子执法设施的积极效果同时,若不对其负面影响和电子执法真正取得的实际成效进行客观认识,则不利于电子执法应用的深度和广度.

1 电子执法对道路交通违法行为的威慑效果

尽管电子执法在国外已有几十年的历史,但是它对交通违法和交通事故影响方面的研究仍相对较少.最新的研究成果表明,电子执法可以普遍降低约40%~50%的交通违法率^[3].该项研究支持了电子执法设施建设的必要性,但是在一些没有安装电子执法设施的交叉口发现其交通违法率同样在降低,究竟是何原因引起的,该项研究没有回答.同时,这些研究均没有解决普遍威慑这一问题,也就是说,一些交叉口的电子执法是否会在该区域其他信号交叉口中引起威慑效果.普遍威慑是一个目标,在许多没有安装电子执法设施的区域,设置一些警告有电子执法设施存在的标志,会加强这种效果.

表 1 哈尔滨市电子执法对交通违法率的影响

序号	观测类别	观测样本数/车次	交通违法率	变化率/%
1	10 个信号交叉口电子执法前	21 778	0.067	—
2	10 个信号交叉口电子执法后(同一观测地点)	20 921	0.029	-56.72
3	同一区域 10 个无电子执法信号交叉口(电子执法后)	19 822	0.041	-38.81

从表 1 可以看出,即使消除交通量增大、驾驶人素质提高和驾驶行为改变对交通违法率减少的影响,电子执法仍有助于降低我国城市道路信号交叉口处的交通违法率,减少交通事故发生的可能性;同时对周边无电子执法信号交叉口的驾驶行为也能起到一定的威慑效果.交警部门应充分利用这种威慑效果通过设置一些警告标志来提高道路交通安全水平.

为了解析普遍威慑问题,文献[4-8]对同一区域中有电子执法设施和无电子执法设施信号交叉口处的交通违法率改变情况进行了对比分析,并对电子执法的普遍威慑效果进行了度量.对比分析发现,有电子执法设施区域内交通违法率的降低归功于电子执法设施的存在,无论是安装有电子执法设施的交叉口还是没安装电子执法设施的交叉口.但这些研究结果也存在差异,Arup 指出在考察区域中有、无电子执法设施交叉口的交通违法率减少几乎一样^[4];Retting 等指出有电子执法设施交叉口的交通违法率相对较小^[5].同时,对比没有电子执法设施的相同地区,表明这些减少并不是由均值回归(研究表明,在极值分配中,某一时段事故数特别高的一个区域,在随后的时间中,即使不采取任何的措施,它也会逐渐向均值靠拢,这种现象已经被许多统计学家和研究者所承认,这就是众所周知的“均值回归”^[6])或其他的统计原因引起的;在这些地点中,交通违法率改变不明显^[5,7],甚至在研究期间有所上升^[8].

Chen 等调查了 2 个实施电子执法的城市中那些未安装电子执法设施地点的电子执法威慑效果^[9].分析显示,在宣传电子执法后的 3 个月,闯红灯交通违法率降低了 69%;6 个月后降低了 38%.该结果证明了电子执法能够有效地减少闯红灯违法行为的观点,减少 22%~78%.而未实施电子执法设施宣传和未设置交通标志提示的情况下,Thompson 等发现交叉口的交通违法率几乎没有改变,这说明驾驶员对电子执法设施不了解^[10].本文对哈尔滨市市区信号交叉口电子执法实施前后交通违法率的跟踪调查结果见表 1.

2 电子执法对减少信号交叉口交通事故成效的评价方法

关于电子执法对交通事故影响的分析,目前的对比分析方法主要有 2 种:1)对比电子执法设施安装前后同一段时间同一地点交通事故特征(纵向分析);2)对比同一区域有电子执法设施和无电子执法设施地点的交通事故特征(横向分析).就电子执法对交通事故的影响而言,这 2 种分析方法都存在一定的缺陷,在不同程度上会高

估了(未考虑均值回归与交通管理水平提升的影响,以及交通量大幅度上升、驾驶人素质提高和公民行为改变所产生的影响)或低估了(与附近无电子执法设施的信号交叉口进行对比)电子执法对交通事故的影响。

2.1 纵向分析及其缺陷

纵向分析是指对电子执法设施安装前后同一地点交通事故特征的比较分析.现以哈尔滨市城市道路 40 个信号交叉口电子执法设施安装前(2002 年—2004 年)、安装后(2006 年—2008 年)连续 3 年的交通事故特征对比分析(见表 2、3),讨论这种分析方法的优缺点.

表 2 40 个信号交叉口电子执法前后事故特征对比

电子执法实施前后	事故数	死亡人数	受伤人数
实施前	175	5	52
实施后	63	8	118

从表 2 可以看出,电子执法实施后,交通事故的数量明显减少了,证明电子执法有助于交通安全的观点,然而事故的严重程度却明显增加了,说明电子执法在运行过程中出现了一些新问题,需加强电子执法环境下交通安全预防措施的研究.国外的做法值得借鉴,就是在设置电子执法设施时,不仅借助媒体和寄送信件的方式长期进行交通安全宣传教育,而且在电子执法的交叉口或路段前方设置警告、提示标志,避免驾驶员突然面对电子执法时不知所措而引起操作失误导致交通事故的发生.

表 3 40 个信号交叉口电子执法前后事故形态对比

事故形态	事故数		比率/%		
	实施前	实施后	实施前	实施后	变化量
正面相撞	40	21	22.86	33.33	10.47
侧面相撞	98	24	56.00	38.10	-17.9
尾随相撞	15	2	8.57	3.17	-5.4
对向刮擦	3	0	1.71	0	-1.71
同向刮擦	14	1	8.00	1.59	-6.41
刮撞行人	0	11	0	17.46	17.46
碾压	0	1	0	1.59	1.59
翻车	2	0	1.14	0	-1.14
撞静止车辆	0	1	0	1.59	1.59
其他	3	2	1.71	3.17	1.46
全部	175	63	100	100	0

从表 3 可看出,电子执法实施后,刮撞行人的交通事故明显增加了,这与驾驶员抢红灯加速通过交叉口而没有注意到行人过街或注意到行人过街而来不及制动有关.

这种分析方法具有数据采集方便、分析过程简单的优点,但其分析结果仅能反映电子执法前后交通事故特征在数字上的一个变化,因没有考

虑均值回归的影响,会高估了电子执法在降低交通事故方面的作用.此外,在此期间,国家、省市政府都在大力抓安全生产,交通安全管理水平提升、驾驶员自身安全意识的提高等都会引起交通事故的减少,这可以从近年来我国道路交通事故发生的下降趋势得以佐证.因此,上述交通事故的对比结果是一个综合作用的结果,不能完全归功于电子执法带来的效果.

2.2 横向分析及其缺陷

横向分析是指在同一区域内选取具有相似特征的安装和没安装电子执法设施的地点进行同一段时间内的交通事故比较分析.同样以哈尔滨市城市道路交通事故数据为例(见表 4),探讨其优缺点.

表 4 有无电子执法交叉口交通事故特征比较(2006 年—2008 年)

对比地点	事故数	死亡人数	受伤人数
20 个信号交叉口(有电子执法)	37	4	56
20 个相似信号交叉口(无电子执法)	61	2	35

表 4 中数据仍支持电子执法可以确保交叉口交通运行安全的观点,但依然存在事故严重程度明显增加的问题.采用同一区域、同一时期相似地点的交通事故数据进行比较,可以部分回避纵向比较中存在的均值回归问题,与此同时,新的问题又出现了,即没有解决电子执法威慑效果对信号交叉口交通事故减少的影响,仍然存在分析方法的错误.同一区域内附近的信号交叉口不能作为同等的比较交叉口,因为对信号交叉口的违法行为研究表明,电子执法会对没有安装电子执法设施的地点产生一个威慑影响,也能达到减少交通违法的效果.利用对比同一区域内有无电子执法设施地点交通事故的方法很可能会低估电子执法对交通事故的影响.

这种分析方法还与被选择的地点有关系.一些地点被选作电子执法是因为它们有较高的交通事故数,按照均值回归理论,在此期间不采取电子执法其交通事故数也可能会降低.此时选择具有相似特征的交叉口只能部分避免均值回归,随着时间的推移,电子执法交叉口的交通事故率可能会比对比地点有更大的变化,这与选择有高交通事故数的交叉口作为电子执法交叉口有关^[3].

3 基于误差分析的电子执法成效评价方法

既然上述 2 种分析方法均存在缺陷,因此有必要设计一种新的分析方法来客观量化电子执法

对交通事故的影响. 为了避免均值回归和电子执法威慑效果的影响,特设计如下分析方法(即综合分析法)及流程:1) 为了避免均值回归的影响,在地点的选择上应建立在历史交通数据、交叉口通行能力、交叉口形态匹配及同一交通事故水平基础上,且研究地点、对比地点的选取应是随机的. 2) 为了避免威慑效果的影响,应选取同一地域内有电子执法区域和无电子执法区域内相似地点的交通事故数据进行比较,这种选择还可有效回避交通安全管理水平提升和驾驶员自身素质提高带来的交通事故减少影响. 3) 为避免选取地点的局限性而误估了电子执法对交通事故的影响,还需对分析结果开展误差分析,选取 95% 置信区间来评估电子执法对交通事故的影响.

为此,选取哈尔滨市与大庆市城市道路交叉口的事故数据进行对比分析. 哈尔滨市 2005 年开始大规模建设电子执法设施,大庆市在 2007 年,选取两地 2002 年至 2004 年交通事故处于同一水平、历史交通量接近、交叉口通行能力相当且交叉口形态基本匹配的信号交叉口作为研究和对比对象,2006 年交通事故数据的对比分析结果见表 5.

表 5 有无电子执法区域交叉口交通事故特征比较(2006 年)

对比项	事故数	死亡人数	受伤人数
哈尔滨市 12 个交叉口 (有电子执法)	6	1	13
大庆市 12 个交叉口 (无电子执法)	11	0	8

从表 5 可以看出,电子执法对降低交通事故的影响大约在 38% ~ 53% 之间,中位数为 45.5%,事故比例为 0.545,95% 置信区间为 0.467 ~ 0.623,下降均值 0.455. 该评价结果与纵向分析评价结果要低、较横向分析评价结果要高,较客观地反映了电子执法在这 2 个地区对交通事故下降所取得的成效.

发达国家电子执法对交通事故的影响在 25% ~ 30% 之间,相对说明我国电子执法在降低道路交通事故方面效果更显著,值得推广. 同时,从对比结果可以看出,电子执法在运行过程中会加剧交通事故的严重程度,这不符合电子执法设施建设的初衷. 尽管国外发达国家在安装电子执法设施后追尾事故明显增加了,但总的死伤人数却是下降的^[3];而我国明显增加了刮撞行人的交通事故,且导致死伤人数的比例大幅上升,这与我我国城市道路信号交叉口行人多、行人及机动车驾驶员违法通行、电子执法宣传和安全保障措施缺失等因素有关.

4 结 论

1) 电子执法对降低信号交叉口处交通违法效果明显,且能对周边无电子执法信号交叉口处的违法驾驶行为起到一定的威慑效果.

2) 尽管纵向分析方法或横向分析方法会对电子执法带来的实际成效产生偏差,但都能从另一个侧面证实电子执法能够有效地减少交通事故数量.

3) 提出的基于误差分析的综合分析法,选取 95% 置信区间来评估电子执法对交通事故的影响,克服了现有分析方法存在的不足,评价结果更为客观、可信.

参考文献:

[1] Insurance Institute for Highway Safety. Red light running factors into more than 800 deaths annually; more than half of those who die are hit by red light violators [EB/OL]. 2000 - 07 - 13[2010 - 05 - 09]. http://www.iihs.org/news/2000/iihs_news_071300.pdf.

[2] HAKKERT A, MAHALEL D. The effect of signalization of intersections on road safety with special reference to the introduction of a blinking green phase[J]. Traffic Eng Control, 1978, 19:212 - 215.

[3] RICHARD A, SUSAN A, SHALOM H. Effects of red light cameras on violations and crashes: a review of the international literature[J]. Traffic Injury Prevention, 2003,4:17 - 23.

[4] ARUP. Red light camera evaluation study: implementation in Brisbane[R]. Melbourne, Australia: Arup Transportation Planning for Queensland Transport, 1992.

[5] RETTING R, WILLIAMS A, FARMER C, et al. Evaluation of red light camera enforcement in Fairfax, Virginia[J]. ITE J, 1999, 69:30 - 34.

[6] CAMPBELL D, STANLEY J. Experimental and quasi-experimental designs for research[S]. Boston: Houghton Mifflin Co, 1963.

[7] RETTING R, WILLIAMS A, FARMER C, et al. Evaluation of red light camera enforcement in Oxnard. California[J]. Accid Anal Prev, 1999, 31:169 - 174.

[8] CHIN H. Effect of automatic red-light cameras on red-running[J]. Traffic Eng Control, 1989, 30:175 - 179.

[9] CHEN G, WILSON J, MECKLE W, et al. General deterrence effects of red light camera and warning signs in traffic signal compliance in British Columbia[J]. J Traffic Med, 2001, 29:46 - 53.

[10] THOMPSON S, STEEL J, GALLEAR D. Putting red-light violations in the picture[J]. Traffic Eng Control, 1989, 30:122 - 125.

(编辑 魏希柱)