

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2014.03.019

# 城市信号交叉口黄灯管理问题研究

祝站东, 张阳, 吕英志

(福建工程学院 交通运输系, 福建 福州 350118)

**摘要:** 通过对城市交叉口黄灯期间的驾驶行为进行分析, 在黄灯亮起的时刻, 某些车辆选择减速停车并不一定合理, 因为车辆能否停得住与其行驶速度、减速性能以及车辆与停车线的距离有关。通过理论分析计算车辆以不同的减速度进行制动所需的时间及路段长度, 同时对黄灯困境的产生原因进行了剖析。提出设置停车缓冲区的必要性及其管理方法。研究结论对城市交叉口通行效率的提高以及黄灯的规范设置与管理均具有积极的意义。

**关键词:** 交通工程; 信号交叉口; 黄灯信号; 黄灯困境

**中图分类号:** U491      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-4348(2014)03-0292-04

## The management of yellow signal at signalized intersection

Zhu Zhandong, Zhang Yang, Lü Yingzhi

(Transportation Department, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

**Abstract:** The driving behaviour during yellow signalling at signalized intersection was analysed. It was found that it is not always rational for all the vehicles to slow down and stop at the moment of the yellow signalling. The reason is that stopping the vehicle is related to the driving speed, deceleration and the distance between the vehicle and the stop line. The length and time interval of different deceleration required for the vehicles to brake were calculated theoretically. The cause of the dilemma zone was analysed. The necessity of setting a buffer for stopping the vehicle before the stop line was proposed. It is indicated that the study can contribute to the city intersection traffic efficiency and the standardized management of the yellow signal.

**Keywords:** traffic engineering; signalized intersection; yellow signal; dilemma zone

城市道路平面交叉口是城市道路网络通行能力的瓶颈,也是城市交通事故的多发地带。据交警部门的统计资料,在城市道路上发生的交通事故有 60% 以上处于平面交叉口范围内,其中 90% 的事故是发生在由绿灯向红灯转换期间即黄灯期间。同时由于黄灯设置时间的不合理以及交规处罚的模糊,造成了信号损失时间的增加和车辆平均行驶速度的下降,平面交叉口的通行能力受到严重的折减,车辆在交叉口耽误的时间约占全程

行程时间的 30% 以上<sup>[1]</sup>。因此,研究黄灯的设置方法以及黄灯期间的管理问题对于提高城市信号交叉口的安全水平与通行效率具有较强的现实意义。

### 1 黄灯含义分析

“红灯停、绿灯行”是最基本的通行规则,但是遇到黄灯怎么办?《道路交通安全法》第 26 条规定:红灯表示禁止通行,绿灯表示准许通行,黄

收稿日期: 2013-12-30  
基金项目: 福建工程学院科研启动项目(GY-Z11043)  
第一作者简介: 祝站东(1977-),男(汉),河南灵宝人,讲师,博士,研究方向:交通安全与交通规则。

灯表示警示;第 38 条规定:黄灯亮时,已越过停止线的车辆可以继续通行。自 2013 年 1 月 1 日起,号称“史上最严交规”的修订版《机动车驾驶证申领和使用规定》开始实施,其中闯黄灯将处罚 20 元至 200 元并扣 6 分,因其处罚力度大而受到公众的热议与非议,甚至由于怕闯黄灯,很多驾驶人在经过交叉口的时候以极低的速度行驶,大大降低了交叉口的通行效率。怎样界定闯黄灯、怎样处罚闯黄灯,不同国家有不同做法,但都遵循一个相同原则,秉承黄灯的功能属性,不能把黄灯当成红灯来使用,而新规在某种程度上,已经把黄灯当成了红灯。虽然新规定执行后很快又进行了解释,不论过不过停车线,遇到黄灯只要停住就不罚,但是由于该规定在实际操作中依然有一些模糊之处,给实际操作带来了很多争议。

关于黄灯问题,联合国 1968 年综合各国的相关规定发布了《道路交通标志和交通信号协定》,其中规定:黄灯是一种警告信号,表示信号灯即将变为红灯,当红灯亮时车辆不能进入交叉口<sup>[2]</sup>。1974 年,欧洲 18 个国家参与,且美、加、澳、日等国派观察员参加的“欧洲各国交通部长联席会议”协议商定了《欧洲道路交通标志和信号协议》,其中规定:黄灯表示即将亮红灯,除黄灯刚亮时已经接近停止线而无法安全制动的车辆可以驶出停止线外,其他车辆应该停止<sup>[3]</sup>。显然,这个规定显得更合理一些,更贴近黄灯的本意,即警示意义。而其中存在的问题在于,如何判断该车是否能安全制动? 该规定在实际执法中操作性不强。

我国新交规规定,遇到黄灯所有的车辆均需停车。虽然这一规定对于执法来说显得更易于操作,但是这样的做法显然是把黄灯与红灯混淆了。同时还存在一些安全隐患,黄灯亮起后,车辆能否停得住? 强行刹车是否更危险。也就是说无论是前者还是后者,在实际操作中均存在一些争议。

解决以上问题,需要分析车辆能否停下来的影响因素以及黄灯如何规范管理等问题。本文针对黄灯期间驾驶人的驾驶行为、黄灯设置时间长短以及相应的管理方法进行分析。

2 黄灯期间驾驶人驾驶行为分析

黄灯是信号控制中绿灯向红灯的过渡信号。黄灯启亮,意在提示驾驶人准备停车或尽快通过

交叉口。也就是说,黄灯期间驾驶人可能会采取减速停车或者加速通过交叉口两种操作方式。对于后者,也就是说黄灯启亮后,如果车辆已经通过停车线,驾驶人会选择快速驶离交叉口,在通常的驾驶操作以及执法中没有多少异议;但是对于前者,很多时候操作起来并不那么容易。

黄灯启亮后,如果车辆未能通过停车线,驾驶人必须选择减速停车,首先存在一个问题,能否停得住? 这与车辆速度、刹车距离、刹车时间长短以及车辆的刹车性能有关,其中刹车距离可由其他几个因素计算出来。车辆速度记为  $V_0$ , 刹车性能参考文献[4], 刹车距离记为  $L_a$ ,  $a$  为对应的减速度。刹车时间由两方面构成:反应时间以及制动时间。任何驾驶人在刹车前都会有一个反应时间  $T_r$ , 即驾驶人从感知信号到决定制动到右脚从油门踏板上抬起并转移到制动踏板上的时间,其长短与驾驶人的生理和环境因素密切相关,如驾驶人的经验、年龄、身体状态(是否饮酒、疲劳驾驶)、情绪、车速等。国内外调查显示,  $T_r$  值为  $0.7 \sim 1.0$  s<sup>[5-7]</sup>, 在此时间内,车辆将保持原有速度行驶一段距离  $L_r$ 。当驾驶人踩下制动踏板后,车辆由原行驶速度开始减速至停车,在制动时间内车辆驶过一段制动距离  $L_s$ , 其长短与车辆初始速度、刹车性能及道路条件等有关,刹车过程假定均匀减速计算<sup>[8]</sup>。因此,黄灯期间,驾驶人减速停车所通过的距离为:

$$L_a = L_r + L_s$$

其中:  $L_r = V_0 \times T_r$ ,  $L_s = V_0^2/2a$ 。

得出的  $L_a$  为与车辆速度、减速度对应的最短制动距离。如果车辆看到黄灯亮起时距离停车线超过  $L_a$ ,则可以停得下,否则,车辆必定会越过停车线才能停得下来。取最不利情形,将  $T_r = 1$  s,  $V_0$  分别取 60, 50, 40, 30, 20 km/h, 减速度  $a$  分别取  $5.5 \text{ m/s}^2$  (紧急刹车情况)<sup>[9]</sup>,  $3.5 \text{ m/s}^2$  (通常情况下),求得  $L_a$  值如表 1。制动过程所需时间如下表 2。

表 1 车辆制动所需距离  
Tab.1 Vehicle braking distance required

减速度/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	初速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$				
	60	50	40	30	20
3.5	56	41	29	18	10
5.5	42	31	22	15	8

表 2 车辆制动所需时间  
Tab.2 Vehicle braking time required

减速度/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	初速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$				
	60	50	40	30	20
3.5	5.76	4.97	4.17	3.38	2.59
5.5	4.03	3.53	3.02	2.52	2.01

假定黄灯亮起时车辆距离停车线距离为  $L$ , 则可以将其分为 3 种情形。第 1 种情形,  $L \geq L_{3.5}$ , 则车辆正常情况下可以停下来; 第 2 种情形,  $L_{5.5} < L \leq L_{3.5}$ , 驾驶人采用紧急制动也可以停下来; 第 3 种情形,  $L < L_{5.5}$ , 那么即使驾驶人采取急刹车也无法停下来。但是按照新交规, 任何情况下, 遇到黄灯均需停车, 那么最后这种情况比较危险, 即使采用急刹车也会将车辆停到停车线以内的交叉口。相关研究表明, 黄灯时间内发生的交通事故约占整个信号交叉口交通事故的 90% 以上<sup>[10]</sup>, 可能最主要的原因即为第 3 种情形所造成, 停车停不下来, 加速又不能加速, 进退不得。这种情形国内有学者命名为“黄灯困境”, 国外称作“dilemma zone”, 往往会导致司机无所适从。因此, 黄灯困境的处理是黄灯期间交通管理的关键。

3 黄灯设置及管理方法研究

根据 DCCI (Data Center of China Internet, 简称 DCCI) 互联网数据中心的数据分析显示, 黄灯亮时, 车辆时速哪怕在 20 km, 离线 5 m 时黄灯亮则 100% 越线; 如果提前 8 s 预警, 或可保证车辆即使高速行驶也不越线。<sup>①</sup>

从表 1 和表 2 也可以看出, 如果车辆行驶速度低于 30 或者 20 km/h, 车辆的制动距离只需要 10 多米, 而制动的时间也小于 3 s, 在黄灯期间完全可以停下来, 不会对人行横道上的行人及非机动车造成危险, 也有有效的避免了黄灯困境的出现, 也就是说速度控制是避免黄灯困境的一种有效途径。但是, 速度的下降往往带来交叉口通行效率的降低, 会加剧相关道路的拥堵, 从总体上看并不合适。如果从另一方面分析, 延长黄灯时间至 6 s, 那么低于 60 km/h 的车辆均可以停下来。但是, 6 s 的黄灯周期同样造成了交叉口通行效率的

降低。也就是说, 延长黄灯周期的做法并不可行。回归到设置黄灯的本义, 黄灯主要起警示作用, 是红绿灯信号之间的一个过渡信号。国内目前对于信号灯形式有 2 种, 另一种是传统的无倒计时的信号灯, 一种是有倒计时的信号灯, 通常 2 种信号灯的黄灯时间均为 3 s。因此, 本文仅考虑在 3 s 的黄灯时长下, 针对 2 种不同的信号灯形式分别进行分析。

3.1 无倒计时信号灯

对于无倒计时的信号灯, 因为黄灯的出现是瞬时的, 因此, 黄灯亮起相对比较突然, 驾驶人没有多余的反应时间, 如果没有其他的提示, 驾驶人遇到黄灯困境的概率就相当高。如何在降低交叉口通行效率的前提下延长驾驶人的反应时间是处理好黄灯困境问题的关键。以下从时空方面分别进行分析。

国内黄灯周期通常采用黄灯常亮或者黄灯闪亮, 时长 3 s, 绿灯结束后启亮。也就是说, 遇到黄灯之后驾驶人最多只有 3 s 的操作时间选择停下来, 根据表 2 这个时间显然不够。由于延长黄灯时间不可行, 要想延长预警时间, 可以考虑在绿灯周期末端的 3 s 改为绿闪信号, 表示驶入交叉口范围的车辆需要警惕。但是, 具体是该加速还是该减速, 还需要在该路段的地面上划线进行区分。如图 1 所示, 以左向来车为例, 车辆与停车线的距离为  $L$ , 以减速度  $3.5 \text{ m/s}^2$  和  $5.5 \text{ m/s}^2$  求出的制动距离 (见表 1) 为界划出阴影区域, 定为停车缓冲区。交叉口信号灯具体交通管理方式如下:

- 1) 绿灯亮起, 车辆正常行驶通过交叉口;
- 2) 绿灯开始闪亮, 进入绿色阴影范围 (十字阴影  $L \leq L_{5.5}$ ) 的车辆可以不减速通过交叉口; 进入红色阴影区域 (斜线阴影  $L_{3.5} \leq L \leq L_{5.5}$ ) 的车辆则应采取减速措施, 但如果没有减速, 执法上不进行处罚;
- 3) 黄灯闪亮, 进入绿色阴影范围 (十字阴影  $L \leq L_{5.5}$ ) 的车辆可以不减速通过交叉口, 其他所有车辆均需减速直至停下, 否则按违规处理。

通过延长驾驶人的反应时间, 最大程度地减少黄灯困境的出现。在实际操作过程中, 图 1 中的阴影部分可以采用黄色或者绿色等彩色路面以示区别, 起到警示作用。

① [http://epaper.bjnews.com.cn/html/2013-01/05/content\\_401818.htm?div=-1](http://epaper.bjnews.com.cn/html/2013-01/05/content_401818.htm?div=-1)。

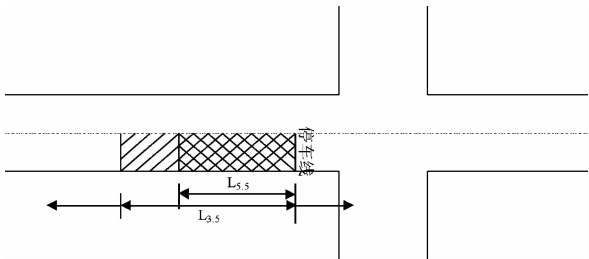


图 1 交叉口进口道划线示意图

Fig. 1 The entry marking of crossroad intersection

3.2 倒计时信号灯

对于有倒计时的信号灯,因为一直显示剩余的红绿灯持续时间,对于驾驶人来说无疑就增加了反应时间。唯一不足的是,在绿灯显示的最后几秒,有些车辆不能准确判断是该继续行驶还是该减速。此时,有些车辆为了赶时间,可能会选择加速行驶,但是一旦在黄灯亮起时不能越过停车

线,就必须强行急刹车,则会对其他方向的车辆及行人造成潜在的危害。为了减少驾驶人的判断失误,可以采用图 1 的方式设置停车缓冲区,从而有效地防范黄灯困境的出现。

4 结论

通过分析城市平面交叉口黄灯期间的驾驶行为发现,驾驶人能否安全停车与车辆速度、车辆距离停车线的距离以及黄灯时长有密切关系,黄灯设置或者管理不合理均会造成交叉口安全性水平和通行效率的下降。同时,本文分析了黄灯困境产生的具体原因,提出了设置停车缓冲区进行防范黄灯困境的方法并给出了具体的管理办法。研究结论对城市信号交叉口安全性水平和通行效率的提高以及黄灯的合理设置与管理具有积极的意义。

参考文献:

[1] 刘向阳,刘晓辉. 城市道路交叉口交通安全水平评价及改善对策研究[J]. 中国安全科学学报,2009,19(7): 129-134.

[2] 段里仁. 城市交通概论[M]. 北京:北京出版社,1984.

[3] 吴兵,李晔. 交通管理与控制:第四版[M]. 北京:人民交通出版社,2009.

[4] 德国道路与交通工程研究学会. 交通信号控制指南:德国现行规范[M]. 李克平,译. 北京:中国建筑工业出版社,2006.

[5] Retzko H, Boltze M. Timing of inter-green periods at signalized intersections; the German method[J]. ITE Journal,1987,7(1):23-26.

[6] Institute of Traffic Engineers. Manual of Traffic Signal Design[M]. Washington DC: ITE,1998.

[7] Japan Society of Traffic Engineers. Manual on Traffic Signal Control[M]. Tokyo:JSTE,2006.

[8] 颜景茂. 汽车制动平均减速度的分析与测试[J]. 汽车技术,1998(11):17-19.

[9] 杨军,张伟光,陈先华. 减速度非线性变化对制动距离影响分析[J]. 东南大学学报:自然科学版,2011,41(4): 848-53.

[10] 钱红波,李克平. 绿灯间隔时间对交叉口交通安全的影响研究[J]. 中国安全科学学报,2008,18(6):166-170.

(责任编辑:肖锡湘)