

文章编号: 2095-2163(2020)06-0234-05

中图分类号: U491

文献标志码: A

基于 PLC 技术的信号交叉口道闸栅栏设置方法

韩蕊¹, 张丽², 李陆君³, 亓洋洋⁴, 张智⁵
(上海工程技术大学 航空运输学院, 上海 201600)

摘要:城市道路信号交叉口行人及非机动车闯红灯现象普遍,往往造成交通事故且伤亡严重。针对该问题,目前尚缺乏有效的解决方案,基于 PLC 技术对信号交叉口处道闸栅栏设置方法进行研究。结合交叉口的交通状况和几何特征,确定栅栏形式设计、设置地点以及开启时间。利用 PLC 编程软件 TIA V13 SP1 编写各项程序段,实现道闸栅栏与信号灯的协同控制。对交叉口设置道闸栅栏的效果和市民接受程度进行了调查分析。研究表明,道闸栅栏设置具有设置方便、容易普及、效果好、认可度高等优势,可以为信号交叉口的管理提供新思路和新方法。

关键词: 交叉口; 闯红灯; 道闸栅栏; PLC; 协同配时

Research on Setting Method of Gate Fence at Signalized Intersection based on PLC Technology

HAN Rui¹, ZHANG Li², LI Lujun³, QI Yangyang⁴, ZHANG Zhi⁵

(School of Air Transport, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201600, China)

【Abstract】 It is common for pedestrians and non-motor vehicles to run red lights at urban road signal intersections, which often leads to traffic accidents and serious casualties. Aiming at this problem, there is still no effective solution at present. Based on PLC technology, this paper studied the setting method of the gate fence at the signal intersection. Based on the traffic conditions and geometric characteristics of the intersection, the form design, location and opening time of the fence were determined. PLC programming software TIA V13 SP1 was used to write each program segment to realize the cooperative control of gate barrier and signal lamp. This paper investigated and analyzed the effect and public acceptance degree of installing gate fence at intersections. The research showed that the establishment of gate fence had the advantages of convenient setting, easy popularization, good effect and high recognition, which can provide new ideas and new methods for the management of signalized intersections.

【Key words】 intersection; run a red light; gate fence; PLC; timing

0 引言

信号交叉口闯红灯现象普遍。由于不同方向的机动车流、非机动车流及行人在交叉口交汇,交叉口的交通组织显得尤为复杂。目前中国很多交通参与者安全意识薄弱,“中国式”过马路具有凑数成团的集体效应,大众常对红绿灯视而不见。行人及非机动车横穿马路、闯红灯等不安全行为较为普遍,且不易管理与控制。

闯红灯造成的交通事故伤亡严重。统计表明,涉及行人或非机动车的事故占总事故数的比例较高。2018年,杭州市涉及电动车的道路事故1200余起,造成250人死亡,占道路交通事故死亡总人数近三成^[1]。据上海交警发布的统计数据显示,2018年,电动自行车闯红灯、乱穿马路和逆行导致的交通死亡人数同比增长10.2%,而交通事故死亡人数同比增长23.8%。中国每年有53%的致人死亡交通事故

故是由行人和非机动车过马路闯红灯引起的。

相关研究。有很多关于阻止行人和车辆闯红灯的研究。1858年,伦敦的主要街道上安装了红色和蓝色的机械扳手灯,用来引导马车。这是世界上第一个红绿灯。今天,各种新的理论和技术层出不穷。就行人而言,梁宇基于视频监控、人脸识别和大数据分析,提出了行人闯红灯自动报警显示系统^[2]。张帆等以计划行为理论为框架,采用问卷调查的方法研究外卖配送员闯红灯的行为。研究发现,只有交通环境对其闯红灯行为意向有显著影响^[3]。陈晓红等设计了单一入口放行模式下十字路口行人嵌套相位,以减少车辆和行人的延误^[4]。在车辆方面,裴莹莹利用三帧差分法和阈值分割法提出了一种有效的红灯检测算法^[5]。韩宝睿等研究了前车遮挡后车视线造成闯红灯的具体原理,并构建了两种不误闯红灯的条件跟驰模型^[6]。刘岩等引入临界距

作者简介: 韩蕊(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向:交通运输规划与管理;张丽(1980-),女,博士,副教授,主要研究方向:交通运输规划与管理;李陆君(1993-),男,硕士研究生,主要研究方向:及时定位与地图构建技术;亓洋洋(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向:航空运输系统建模与优化;张智(1995-),女,硕士研究生,主要研究方向:载运工具运用工程。

收稿日期: 2020-03-16

离的概念,将机动车闯红灯的行为类型分为了 3 类,并用 Z 检验法探究了 3 类闯红灯行为的特征^[7]。

切入点。目前,关于行人闯红灯的研究大多集中在行人闯红灯的原因和行为特征上。行人安全可以通过设置行人专用相位和闯红灯预警系统来提高,但这些都不能完全消除闯红灯行为。同时,许多技术被用来捕捉机动车闯红灯的行为,而对非机动车闯红灯的研究并不多。因此,本文基于 PLC 技术,研究在信号交叉口设置栅栏以防止行人和非机动车闯红灯的方法。在分流岛上设置栅栏,当红灯亮时,这些栅栏就会关闭,强制阻止行人及非机动车闯红灯行为,避免与机动车相撞,从而减少交通事故的发生和人员的伤亡。

1 交叉口栅栏设置方法

1.1 整体思路

结合城市道路典型交叉口的交通状况和几何特征,确定栅栏形式设计、设置地点以及开启时间。在确定配时方案的基础上,利用 PLC 编程软件 TIA V13 SP1 编写各项程序段,实现栅栏与信号灯的协同控制。

1.2 栅栏设置地点与样式

本文所提出的栅栏适用于拥有导流岛的十字交叉口。栅栏安装在导流岛上以便于在红灯时,对行人及非机动车进行阻拦。如图 1 所示。栅栏在十字交叉口的整体布局情况如图 2 所示。绿灯时栅栏开启,允许行人及非机动车通过,如图 3 所示。

1.3 配时方案

交通信号灯有自己的配时系统,要实现栅栏与信号灯的联动,必须要清楚信号灯的绿灯时长、红灯

时长。本文拟定的模型中,十字交叉口共有 4 个相位,分别为南北方向直行、南北方向左转、东西方向直行、东西方向左转。正常配时时,南北方向直行绿灯时长设为 20 s,南北方向左转绿灯时长设为 15 s,东西方向直行绿灯时长设为 20 s,东西方向左转绿灯时长设为 15 s。此外,在绿灯变为红灯的间隙,设置黄灯亮 3 s 以起到提醒作用。整体的配时方案如图 4 所示。



图 1 设置在分流岛上的栅栏

Fig. 1 A fence on a diversion island

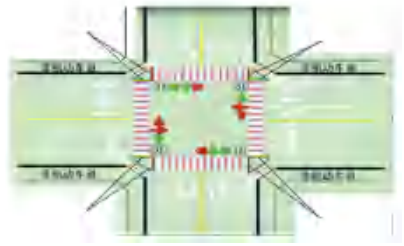


图 2 栅栏整体布局

Fig. 2 Overall layout of fence



图 3 栅栏抬起

Fig. 3 The raised fence

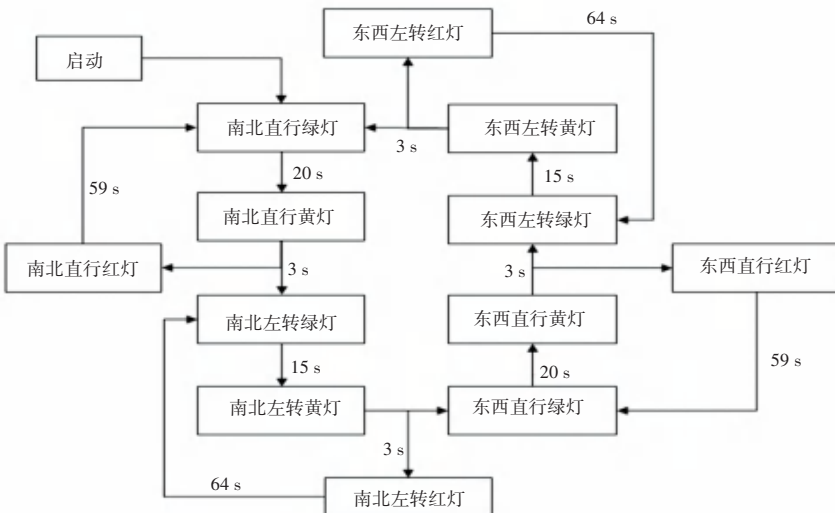


图 4 配时方案

Fig. 4 Timing plan

1.4 栅栏与信号灯的联动

利用 PLC 技术强大的控制能力、扩展能力和通信能力,实现交叉口栅栏与交通信号灯的协调运行系统。可编程逻辑控制器(PLC)是工业控制的核心部分,可以严格执行逻辑操作、顺序控制、定时、计数和算术运算等面向用户的指令,通过数字或模拟输入输出控制各类机械或生产过程。PLC 作为控制系统的核心设备,不仅具有用户自定义的逻辑设计和程序执行功能,而且在通信、抗干扰和稳定性方面也

有突出的表现^[8]。

在本文中,PLC 系统承接了原交叉口的全部控制任务,实现了交通灯与栅栏的协同工作。本文将 PLC 的 IP 地址设置为 192.168.1.113, HMI 的 IP 地址设置为 192.168.1.114。两者通过双绞线连接,进行数据传输。利用 s7-1200 编程软件 TIA V13 SP1 编写相应的控制程序,实现系统功能。编程软件组态如图 5 所示。主要操作界面如图 6 所示。

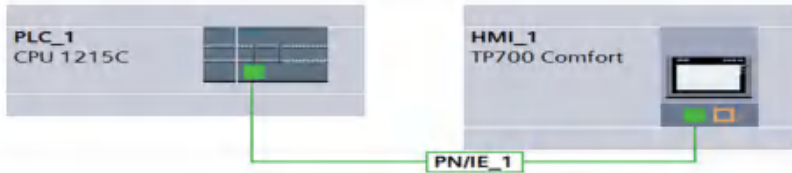


图 5 编程软件组态

Fig. 5 Programming software configuration

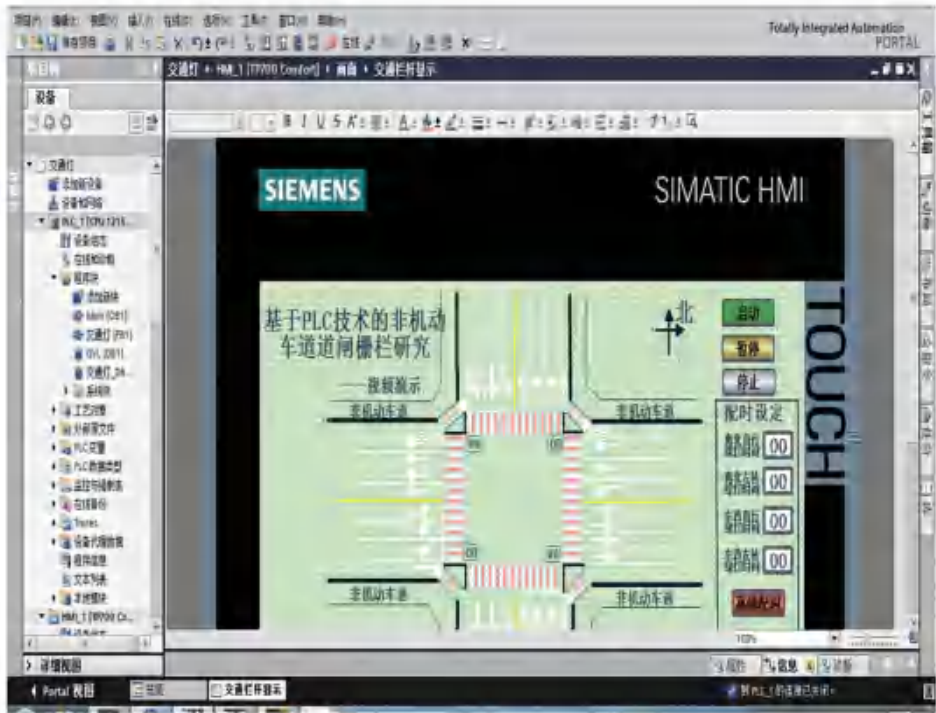


图 6 主要操作界面

Fig. 6 Main operating interface

本文的编程不仅考虑了正常配时,还考虑了交通高峰以及绿色通道情况。有时,当某一方向的交通流量较大时,需要增加该方向的绿灯时间,以保证车辆及行人通行顺畅。该模型假设南北方向交通流较大。当启动高峰配时模式时,南北方向的直行绿灯时长由原来的 20 s 变为 30 s,南北方向左转的绿灯时长由原来的 15 s 变为 10 s,东西方向直行绿灯时长由原来的 20 s 变为 15 s。

绿色通道的目的是让一些特殊的车辆和人员更快速、更安全地通过十字路口。例如,紧急救护车、消防车、临时高考车辆等。在该模型中,假设南北方向直行行驶的车辆及行人可以享受绿色通道。当启动绿色通道模式时,南北方向直行的绿灯一直亮着,此时只有南北方向直行的车辆及行人可以通行。

另外,该模型还设有倒计时牌,用以提醒市民等待时间。由于篇幅限制,本文只展示部分程序代码,

如下所示:

```

IF " GVL". ALLTime = 0 OR " FirstScan" OR "
GVL". Stop OR " GVL". HOTTime OR " GVL".
COLDTime THEN

```

```

" GVL". ALLTime ; = 12 + " GVL"." N -
SLineTime" + " GVL"." N-SLiftTime" + " GVL"." E-
WLineTime" + " GVL"." E-WLiftTime";

```

```

#" N-SLine" ; = 12+" GVL"." N-SLiftTime" +
"GVL"." E-WLineTime" + " GVL"." E-WLiftTime";

```

```

#" N-SLift" ; = 9+" GVL"." E-WLineTime" + "
GVL"." E-WLiftTime";

```

```

#" E-WLine" ; = 6+ " GVL"." E-WLiftTime";

```

END_IF;

2 栅栏设置效果评价

2.1 栅栏可有效减少交通冲突

在没有栅栏的情况下,行人和非机动车很容易无视交通灯的存在,在交叉口随意穿行,车辆与行人冲突点较多,安全隐患大。而设置栅栏后,可以强制阻拦行人及非机动车,防止其闯红灯,从而保障安全。以本模型为例,设置栅栏前后冲突点的变化如图 7 和图 8 所示。图 7 展示的是南北方向直行绿灯开启时的情形,图 8 展示的是南北方向左转绿灯开启时的情形。同理,可以得出东西方向时的情形,这里不予赘述。

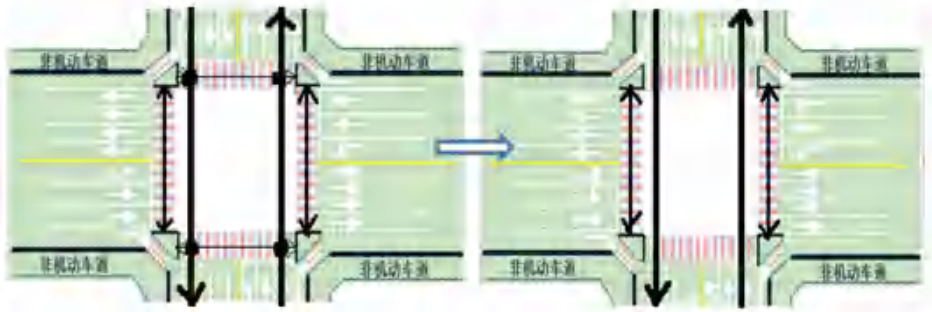


图 7 栅栏开启前 & 栅栏开启后(南北方向直行绿灯)

Fig. 7 Before & after (Green light in straight direction)

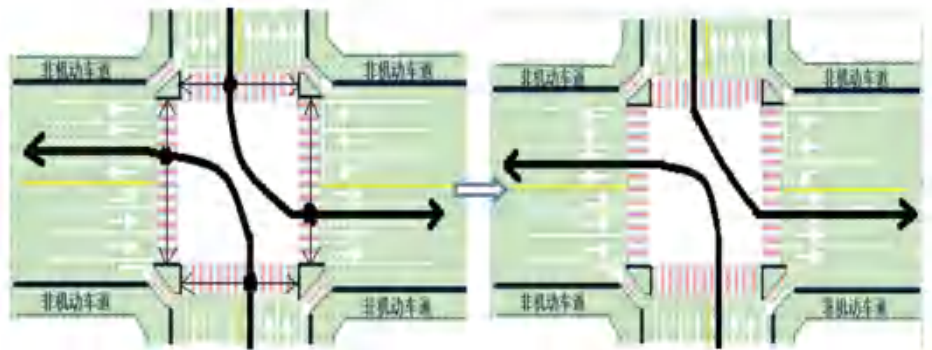


图 8 栅栏开启前 & 栅栏开启后(南北方向左转绿灯)

Fig. 8 Before & after (Turn left at a green light)

由图 7、8 可知,安装栅栏后,在整个交通信号灯周期内,冲突点一共减少了 16 个,说明此栅栏有助于减少交通事故。

2.2 群众接受程度调查

为了解群众对道闸栅栏的看法及认可度,在网上发布问卷链接进行问卷调查。本次调查共收到 167 份有效问卷。统计发现,62.87% 的被调查者拥有驾照,说明大部分人知悉交通规则,但是 155 人表示自己在充当行人及非机动车驾驶者过马路时有过闯红灯行为,说明大部分人安全意识薄弱。31.14% 的被调查者是私家车车主,其中超 86% 的车主表示

非常支持栅栏的设置。总的来看,63% 的被调查者表示能接受栅栏的存在,9% 的人采取观望态度,28% 的人表示不能接受栅栏的存在,设置该栅栏的认可度整体较高,可以考虑将其作为交叉口管理的一种手段。

3 结束语

非机动车和行人是交通中的弱势群体。随着私家车的增多,为了避免行人和非机动车闯红灯造成的交通事故,开发一种新的装置。提出在分流岛上设置栅栏,利用 PLC 技术实现了栅栏与交通灯的协

(下转第 242 页)