

LED可变情报板在公路治超非现场执法系统中设置距离研究

王立明*, 崔优凯, 俞洁

浙江数智交院科技股份有限公司, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年8月17日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月19日

摘要

超限运输车辆危害了公路设施, 影响了交通安全, 公路治超非现场执法系统是治理公路超限运输的有效方法。在公路治超非现场执法系统中LED可变情报板是向驾驶人发布车辆超载信息的交通设施, 其设置位置会影响驾驶人视认标志, 若设置不合理将无法及时有效地将超载信息传递给驾驶人。本文在分析了驾驶人动态有效视野、动态称重所需时间、视认角以及视认时间等影响情报板设置位置影响因素的基础上, 结合情报板设置型式, 研究了不同车辆行驶速度和公路宽度条件下动态汽车衡和可变情报板之间的距离要求, 研究结果表明车辆行驶速度和情报板型式对设置距离影响较大, 建议根据道路条件从驾驶人视认角度出发在节约成本的前提下选用合适的可变情报板型式。

关键词

LED可变情报板, 公路治超, 动态汽车衡, 设置距离

Research on Setting Distance of LED Variable Message Sign in Off-Site Law Enforcement System of Highway Overload Management

Liming Wang*, Youkai Cui, Jie Yu

Zhejiang Institute of Communications Co. Ltd., Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 17th, 2022; accepted: Sep. 12th, 2022; published: Sep. 19th, 2022

*通讯作者。

Abstract

The overload transportation vehicles do harm to highway facilities and increase the risk of traffic safety. The off-site law enforcement system is an effective method to control the overload transportation. In the off-site law enforcement system of highway overload transportation management, LED variable message sign is a traffic facility to release vehicle overload information to drivers. Its location will affect the driver's visual recognition sign. If it is not set reasonably, it will not be able to timely and effectively transmit overload information to drivers. Based on the analysis of the factors that affect the location of the LED variable message sign, such as the dynamic effective visual field range of the motor vehicle driver, the time required for the vehicle weigh in motion, the viewing angle of the information board and the time required for the driver to view the LED variable message sign, and combined with the type of the LED variable message sign, this paper studies the weigh-in-motion and the variable weight under the conditions of different vehicle speed and different road lane widths. The research results show that the vehicle speed and the type of information board have a great influence on the setting distance, so it is recommended to select the appropriate variable information board type according to the road conditions.

Keywords

LED Variable Message Sign, Highway Overload Management, Weigh-in-Motion, Distance Requirements

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为加强对超载运输行为的治理,保障公路设施和人民生命财产安全,公路治超非现场执法系统[1][2]在公路中逐渐得以应用。公路治超非现场执法系统外场设备主要包含自动称重检测设备、车辆抓拍识别设备、违法行为告知设施、视频监控设备等[3],系统框架如图1所示。其中,违法行为告知设施一般采用单悬式或门架式LED可变情报板,当检测到车辆涉嫌超载时,可变情报板及时显示车辆的号牌,提醒驾驶人超载并引导至超限超载运输检查站进行处理。

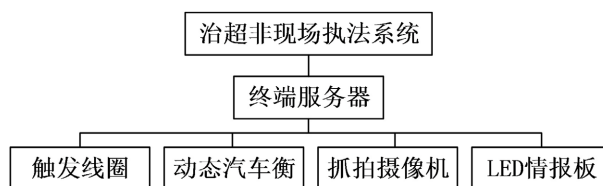


Figure 1. Constitution of off-site law enforcement system of highway overload management

图1. 治超非现场执法系统构成图

LED可变情报板作为一种信息显示设备,有亮度高、穿透能力强、可靠性好,防护等级高等特点[4],其提示内容能够在较远距离或者大雾天气仍能够清晰可见。按照安装位置和杆件结构分类,情报板可分

为门架式、F 杆式和单柱式三种。为便于驾驶员视认，当道路车道数为三车道及以上时一般选用门架式情报板，当道路为二车道及以下时一般选择 F 杆式情报板。

为保证可变情报板的视认性[5] [6]，标志产品的视认角应不小于 30° ，静态视认距离应不小于 250 m，动态视认距离不小于 210 m。该规定是对产品性能的规定，未对情报板设置距离做相应规定。在普通国道治超项目中，由于受到公路线形限制，普遍存在 LED 情报板与动态汽车衡间距较近的情况，给货车驾驶人有效地读取情报板信息带来了困难。以图 2 为例，某国道非现场治超执法点位于隧道洞口位置，经实地踏勘，治超非现场执法点设置在隧道洞口时是最佳位置，但隧道出口距离交叉口较近，按照常规通用设置 150 m 的做法，无法合理设置情报板，故需要分析 LED 情报板与动态汽车衡之间的最小距离。

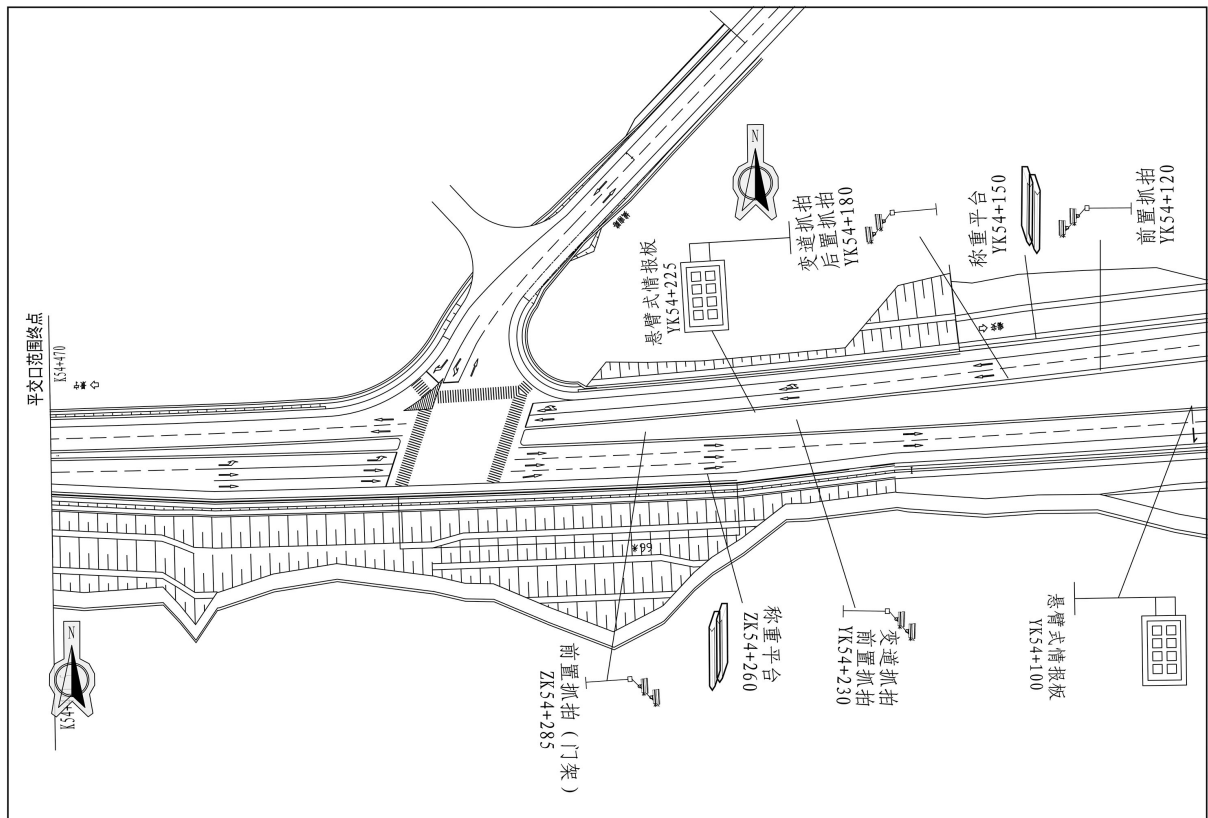


Figure 2. Diagram of the off-site law enforcement point at the tunnel mouth

图 2. 非现场治超执法点位于隧道洞口位置示例

本文在分析动态视认标志信息过程基础上，结合非现场执法系统特点，研究不同行驶速度下的可变情报板设置距离，用以指导非现场执法系统设计。

2. 情报板设置位置影响因素

2.1. 动态有效视野

动态视野指车辆在运行过程中，驾驶人头部固定不动，眼球自由运动所能看到的视野。动态视野与车辆行驶速度有关，当行车速度增大时，视野范围变窄，驾驶人能够清晰辨别图形状的视野范围[7] [8]，称之为动态有效视野。表 1 为不同车速条件下动态有效视野，在该视野范围内驾驶人看到的情报板信息才能被有效的识别[9] [10]。

Table 1. Dynamic effective field of view under different speed conditions**表 1.** 不同车速条件下动态有效视野

车速(km/h)	垂直视野(°)	水平视野(°)
60	14.6	14.9
70	14.0	13.8
80	13.2	12.7
90	12.4	11.7
100	11.6	10.8

2.2. LED 情报板视认角

LED 可变情报板的配色、清晰度、点距、视角、基色灰度、发光亮度以及扫描频率等均会对视认产生一定程度影响, 其中与动态视野相关的视认角相关性最大。视认角是指驾驶人(正常人, 矫正视力 1.0 以上)在环境照度大于 50,000 lx 的晴天、太阳光正面照射标志面的条件下, 偏离标志面法线方向后, 仍能正确认读标志内容的最大偏离角度。按照 GB/T 23828-2009 的规定 LED 可变情报视认角应不小于 30°。另外, 情报板标准规定, 静态视认距离不小于 250 m; 动态视认距离不小于 210 m。

2.3. 动态称重所需时间

动态汽车衡是通过测量汽车在运动状态下车辆各轮胎对路面施加的动态车辆轮胎力和车辆通过的时间来测算一辆运动的车辆总重量和部分重量(如轴重、轴组重等)、轴距和速度等数据的计量设备。货车经过检测线圈后触发称重程序, 各轴称重数据经称重控制器或工控机计算后得到整车称重数据, 若存在超载行为, 则将称重数据和抓拍的车辆前、后和侧面 3 张照片整合成完整证据信息上传到平台的同时涉嫌超载的信息同步显示在情报板上。经调查, 从车辆经过衡器到称重信息显示在情报板上需 1 s~2 s。

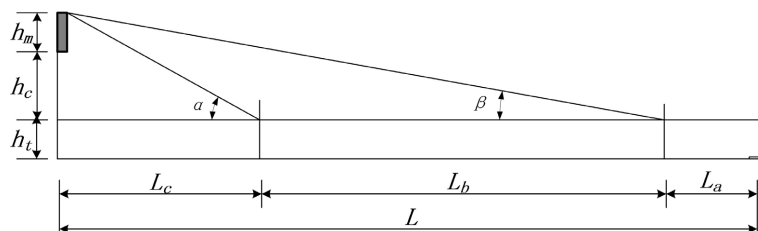
2.4. 视认时间

情报板视认时间是指从发现情报板到视认完显示的内容所需的时间, 包括识别时间和认读时间[11] [12] [13]。一般情报板显示两行四列, 内容为“XXXX 涉嫌超载”, 根据相关文献资料, 视认完该信息需 3 s~5 s。

3. 情报板设置距离计算

3.1. 门架式情报

门架式情报板在双向六车道及以上公路上应用较为普遍, 该情形下情报板安装在公路正上方。图 3 为门架式情报板设置间距示意图。

**Figure 3.** Schematic diagram of setting distance for gantry variable message sign**图 3.** 门架式情报板设置距离示意图

情报板设置距离求解公式如下：

$$L_c = \frac{h_m + h_c}{\arctan \alpha} \tag{1}$$

$$L = L_a + L_b + L_c \tag{2}$$

式中： h_m ——情报板高度，根据显示字符需要一般为 2 m；

h_c ——情报板低缘距离地面高度，按照公路建筑限界的要求一般为 5.5 m；

h_t ——货车驾驶人视点高度，货车一般取值 2 m；

L ——情报板与动态汽车衡之间的距离，m；

L_a ——车辆在动态称重时间范围内行驶过的距离，m；

L_b ——车辆在视认情报板过程中车辆行驶过的距离，m；

L_c ——动态视野边界与情报板之间的距离，m；

α ——动态视野边界值；

β ——动态视野范围内的视认角。

按照以上参数计算，不同车速条件下门架式情报板设置距离，见表 2，在道路条件允许时建议按照一般值进行设置，特殊情况下才可按极限值设置。以图 2 道路条件为例，该情形下能满足设置门架式情报板的要求，但门架式容易遮挡前方交叉口指路标志。

Table 2. Gantry variable message sign setting distance under different speed conditions

表 2. 不同车速条件下门架式情报板设置距离

车速(km/h)	极限值(m)	一般值(m)
60	87.9	112.8
70	100.0	129.0
80	112.6	145.7
90	125.3	162.5
100	138.2	179.6

注：极限值按动态称重时间 1 s，视认时间 3 s 计算；一般值按动态称重时间 1.5 s，视认时间 4 s 计算。

3.2. 路侧悬臂式情报板

路侧悬臂式情报板一般用于双向四车道及以下的公路，该情形下情报板采用悬臂的行驶安装在公路边坡，图 4 为路侧悬臂式情报板设置间距示意图。

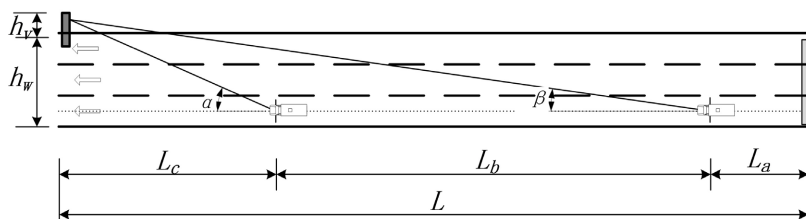


Figure 4. Schematic diagram of setting distance for roadside variable message sign
图 4. 路侧悬臂式情报板设置间距示意图

Table 3. Roadside variable message sign setting distance under different speed conditions**表 3.** 不同车速条件下路侧悬臂式情报板设置距离

车速(km/h)	二车道一般值(m)	二车道极限值(m)	三车道一般值(m)	三车道极限值(m)
60	114.7	89.9	128.8	103.9
70	131.9	102.9	147.1	118.2
80	149.4	116.3	166.0	132.9
90	166.9	129.7	185.0	147.7
100	184.9	143.5	204.5	163.2

注：极限值按动态称重时间 1 s，视认时间 3 s 计算；一般值按动态称重时间 1.5 s，视认时间 4 s 计算。

情报板设置距离求解公式如下：

$$L_c = \frac{h_v + h_w - 1.875}{\arctan \alpha} \quad (1)$$

$$L = L_a + L_b + L_c \quad (2)$$

式中： h_v ——情报板右边缘与车行道边线间距离，本文取值 0.5 m；

h_w ——行车道车道宽度，本文按每车道宽 3.75 m 取值[14] [15]；

L ——情报板与动态汽车衡之间的距离，m；

L_a ——为车辆在动态称重时间范围内行驶过的距离，m；

L_b ——为车辆在视认情报板过程中车辆行驶过的距离，m；

L_c ——为动态视野边界到情报板之间的距离，m；

α ——动态视野边界值；

β ——动态视野范围内的视认角。

经计算，不同车速和车道条件下路侧悬臂式情报板设置距离，见表 3。以图 2 为例，在设计速度 60 km/h，三车道道路条件时，LED 情报板与动态汽车衡间距极限值为 103.9 m，结合现场条件能提供的最大间距为 105 m，故将其间距设置为 105 m。

4. 结论及建议

本文对治超非现场执法系统中 LED 可变情报板与动态汽车衡之间的距离进行了计算，得到如下结论：

1) 车辆行驶速度和情报板型式对设置距离影响较大，建议根据设计速度、车道数等道路条件从驾驶人视认角度出发在节约成本的前提下选用合适的可变情报板型式；

2) 当受到道路线形条件限制，情报板与动态汽车衡之间的距离不满足驾驶人视认要求时，建议限制货车的行驶速度或调整情报板 LED 颗粒角度，以提高驾驶人视认时间；

3) 当多辆超载货车同时到达时，应增大大屏幕尺寸实现同时显示与车道数相匹配的车辆信息。

基金项目

浙江省交通运输厅科技计划项目(项目基金号：2020006)。

参考文献

- [1] 王彦来, 胡威, 何泽勇. 公路超限超载非现场执法系统产生的原因和基本原理[J]. 衡器, 2020, 49(5): 36-40.
- [2] 秦树伟, 马丙辉, 陈洁. 动态称重系统在超载超限非现场执法中的应用研究[J]. 衡器, 2019, 48(11): 11-13.

-
- [3] 辛伟. 公路治超非现场执法系统研究[J]. 交通世界, 2018(8): 140-141+143.
- [4] 龚兆岗, 曹娜, 樊灵晶. 论 LED 可变情报板有关参数的设计[J]. 现代显示, 2008(87): 121-126.
- [5] 交通部公路科学研究院. 高速公路 LED 可变限速标志: GB 23826-2009 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [6] 北京四通智能交通系统集成有限公司. GB T29103-2012. 道路交通信息服务通过可变情报板发布的交通信息[S]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [7] 侯建利, 朱守林, 戚春华. 草原公路线形对驾驶员视觉特性及车速的影响研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2011, 32(2): 208-211.
- [8] 刘军, 张义. 基于行车安全的高速公路雾区可变情报板设置研究[J]. 交通标准化, 2011(1): 40-43.
- [9] 文晓媛. 草原公路驾驶员动态视野搜索范围研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017: 38-53.
- [10] 王玮. 基于驾驶员动态视觉的视距分析[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2010: 11-17.
- [11] 隽志才, 曹鹏, 吴文静. 基于认知心理学的驾驶员交通标志视认性理论分析[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(8): 8-11.
- [12] 徐志, 关宏志, 严海, 陈二慧. 交通标志文字信息驾驶员眼动视认特性[J]. 北京工业大学学报, 2011, 37(12): 1830-1835.
- [13] 徐昶, 荣建, 伍毅平, 彭志彪. 基于驾驶人视认特性的可变情报板文字信息优化[J]. 公路交通科技, 2020, 37(9): 113-119.
- [14] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司. JTG D20-2017 公路路线设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2017.
- [15] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司. JTG B01-2014 公路工程技术标准[S]. 北京: 人民交通出版社, 2015.