

道路交通安全设施的设置有效性与优化布局

● 尚 坤



[摘要] 道路交通安全设施是道路交通系统的重要组成部分,对保障行车安全、提高交通效率、规范交通秩序起着不可或缺的作用。本文阐述了道路交通安全设施的类型与作用,结合实际交通流特性、道路几何条件以及驾驶员行为特征等因素,分析现有设施设置中存在的问题。笔者运用交通工程理论等相关实证研究方法,提出提升安全设施设置有效性的评价指标与方法体系,并基于此探讨优化布局的原则、模型与算法。同时,笔者通过实例分析,对道路交通安全设施设置有效性的评价方法与优化布局策略进行验证,为道路交通安全设施的科学规划、合理设置与高效管理提供理论依据与实践指导。

[关键词] 道路交通安全设施;设置有效性;优化布局

随着道路交通流量的持续增长以及交通环境的日益复杂,如何确保道路交通安全设施的设置有效性,并实现其优化布局,已成为交通工程领域亟待解决的关键问题。科学合理的安全设施设置能够有效降低交通事故发生率,减少事故损失,并提升道路的通行能力与服务水平。然而,在实际工程应用中,由于多种因素的影响,部分安全设施未能充分发挥其应有的作用,甚至可能对交通产生不利影响。因此,深入研究道路交通安全设施的设置有效性与优化布局具有重要的现实意义。

道路交通安全设施的类型与功能

(一)交通标志

交通标志以图形、符号、文字等向道路使用者传递特定信息。例如,禁令标志明确禁止行为,限制车辆超速、超载、超车等违规操作;指示标志为驾驶员指引道路方向、车道使用及特殊地点位置;警告标志提前警示前方危险路况,如急转弯、陡坡、窄桥等,使驾驶员提前做好应对准备,保障行车安全。

(二)交通标线

交通标线通过路面的线条、箭头等规范交通行为。车道分界线清晰划分不同车道,防止车辆随意变道引发碰撞;人行横道线为行人提供安全过街通道,引导车辆减速礼让;导向箭头在路口准确指示车辆行驶方向,确保交通流有序转换,与交通标志协同作用,保障道路通行秩序。

(三)护栏

护栏沿道路两侧或中央分隔带设置,主要功能是阻止车

辆越界,防止车辆冲出道路坠入边沟或闯入对向车道引发正面碰撞。在事故发生时,护栏能够吸收和分散碰撞能量,减轻车辆和人员损伤程度。尤其在高等级公路、山区道路等危险路段,护栏发挥着关键的防护作用。

(四)防眩设施

防眩设施用于夜间行车环境。通过设置防眩板、防眩网等遮挡对向车辆灯光,可以避免驾驶员因眩目产生视觉障碍,确保驾驶员清晰感知前方道路状况,准确判断车距和路况,有效减少因眩目引发的夜间交通事故。

(五)视线诱导设施

视线诱导设施包括轮廓标和线形诱导标等,依据光学原理为驾驶员提供道路线形信息。轮廓标在夜间或低能见度时勾勒道路边缘轮廓,帮助驾驶员保持在车道内行驶;线形诱导标在弯道、匝道等特殊路段指示道路弯曲走向和曲率变化,引导驾驶员提前调整行驶方向,保障车辆平稳安全通过。

影响道路交通安全设施设置有效性的因素

(一)交通流特性

交通流的流量、速度、密度等特性对安全设施的设置有效性有着重要影响。在高流量、高密度的交通流条件下,驾驶员的注意力高度集中,对交通标志和标线的认读速度可能会受到影响。因此,需要更大、更醒目的标志以及更清晰的标线来确保信息的有效传递。同时,交通流的速度分布情况也决定了安全设施的设置位置和间距。例如,在高速行驶路段,交通标志应提前设置,以便驾驶员有足够的时

间做出反应；而在车速较低的城市道路，标志的设置间距可以相对较小。

(二)道路几何条件

道路的平曲线半径、纵坡坡度、横断面形式等几何参数直接影响着安全设施的设置。在平曲线半径较小的弯道处，需要设置合适的弯道警告标志、视线诱导设施以及超高的横向坡度来保障车辆行驶的安全与稳定。纵坡较大的路段则可能需要设置爬坡车道标志、下坡减速标志以及防滑路面等设施，以防止车辆因动力不足或刹车失灵而发生事故。此外，道路的横断面宽度、车道数以及中央分隔带的设置情况也会影响交通标志、标线和护栏等设施的布局与配置。

(三)驾驶员行为特征

驾驶员的年龄、性别、驾驶经验、生理与心理状态等个体差异对安全设施的感知和反应能力各不相同。年轻驾驶员可能反应速度较快，但驾驶经验相对不足，容易忽视一些潜在的危险；而老年驾驶员可能反应迟缓，但驾驶经验丰富，对交通规则和标志的熟悉程度较高。此外，驾驶员在疲劳、酒后驾驶、分心驾驶(如使用手机、注意力不集中等)等状态下，对安全设施的认读和反应能力会明显下降。因此，在设置安全设施时，需要充分考虑不同类型驾驶员的行为特征，采用多样化的设计手段，如采用简洁明了的标志图案、醒目的颜色以及动态的警示方式等，以提高安全设施对各类驾驶员的有效性。

(四)环境因素

自然环境因素如光照、天气、地形地貌等对道路交通安全设施的可见性和有效性有着明显影响。在夜间或低光照条件下，交通标志和标线的反光性能至关重要，否则驾驶员难以认读信息；在雨、雪、雾等恶劣天气条件下，安全设施的视线遮挡问题以及路面防滑性能成为关键因素。此外，道路所处的地形地貌环境，如山区、平原、临水临崖等特殊地形，也需要针对性地设置特殊的安全设施。例如，在山区道路需要设置防护栏、避险车道，临水临崖路段要设置加强型护栏等，以应对特定环境下的交通安全风险。

Q 道路交通安全设施设置有效性的评价指标与方法

(一)评价指标

(1)认读准确率：指驾驶员正确认读交通标志、标线信息的比例。通过实地观察或问卷调查等方式，统计驾驶员对不同安全设施信息的正确理解程度，可反映出安全设施信息传递的准确性。

(2)反应时间：从驾驶员看到安全设施信息到做出相应驾驶操作(如减速、变道等)所需的时间。较短的反应时间表明安全设施能够更有效地引导驾驶员及时采取正确的行动，可通过驾驶模拟实验或实际道路测试获取相关数据。

(3)事故预防效果：以设置安全设施前后特定路段交通事故数量、类型、严重程度等指标的变化情况来衡量。若事故发生率明显降低、严重事故比例减少，则说明安全设施的设置具有较好的事故预防效果，这可通过对交通管理部门事故统计数据进行分析进行评价。

(二)评价方法

(1)层次分析法(AHP)：将道路交通安全设施设置有效性的评价指标分解为多个层次，通过构建判断矩阵确定各指标的相对权重，对各指标进行量化评价，然后综合得出安全设施设置有效性的总体评价结果。该方法能够综合考虑多因素的影响，使评价结果更加科学合理。

(2)模糊综合评价法：考虑到评价过程中存在的模糊性和不确定性，运用模糊数学的方法对道路交通安全设施的设置有效性进行评价。首先，确定评价因素集和评价等级集。其次，通过模糊关系矩阵确定各评价因素对各评价等级的隶属度。最后，进行模糊合成运算得到综合评价结果。这种方法能够较好地解决评价指标的模糊性和主观性问题。

Q 道路交通安全设施的优化布局原则与模型

(一)优化布局原则

(1)系统性原则：将道路交通安全设施视为一个整体系统，综合考虑各类设施之间的相互关系与协同作用，使其在功能上相互补充、相互协调，共同保障道路的安全与顺畅。例如，交通标志、标线、视线诱导设施应形成一个完整的信息引导体系，从而为驾驶员提供连贯、准确的道路信息。

(2)适应性原则：根据道路的功能定位、交通流特性、几何条件以及周边环境等因素，合理选择安全设施的类型、规格和设置位置，使其能够与道路实际情况相适应。例如，在城市主干道和乡村公路上，安全设施的设置标准和重点应有所不同，以满足不同交通需求和环境特点。

(3)前瞻性原则：在安全设施布局规划时，充分考虑道路交通未来的发展趋势，如交通流量的增长、新型交通工具的出现、智能交通技术的应用等，预留一定的发展空间，确保安全设施在较长时间内能够保持其有效性和适应性。例如，在规划充电桩等新能源汽车配套设施时，应考虑未来电动汽车保有量的增长趋势，合理确定布局位置和数量。

(二)优化布局模型

(1)基于交通流仿真的优化模型：利用交通流仿真软件(如VISSIM、SUMO等)建立道路交通模型，将不同安全设施的设置方案作为仿真输入参数，通过模拟交通流在不同方案下的运行情况，如车速、流量、延误、事故发生率等指标，评价各方案的优劣，从而确定最优的安全设施布局方

案。这种模型能够直观地反映安全设施对交通流的影响，为优化布局提供量化依据。

(2)多目标优化模型：以提高道路交通安全水平、降低交通拥堵程度、减少建设与维护成本等多个目标为优化对象，建立多目标优化模型。例如，采用遗传算法、粒子群优化算法等智能优化算法求解多目标优化问题，在满足一定约束条件(如安全设施设置规范、预算限制等)下，寻求使多个目标函数同时达到最优的安全设施布局方案。这种模型能够综合考虑多方面的利益和需求，使优化结果更加符合实际工程要求。

Q 实例分析

以某城市快速路为例，该道路全长约 20 公里，设计车速为 80 公里/小时，双向六车道，中央分隔带宽度为 2 米。在现状道路交通安全设施设置中，存在部分交通标志被遮挡、标线磨损严重、护栏设置位置不合理等问题。

第一，相关人员对该道路的交通流特性进行调查分析发现，高峰时段该道路交通流量较大，平均车速约为 60~70 公里/小时，车辆类型以小型汽车为主，大型货车占比较小。在道路几何条件方面，存在几处平曲线半径较小的弯道和纵坡较大的路段。针对这些情况，相关人员运用层次分析法确定了安全设施设置有效性的评价指标权重，其中认读准确率权重为 0.3，反应时间权重为 0.3，事故预防效果权重为 0.4。相关人员通过实地观察、问卷调查和交通管理部门事故统计数据的分析，对现状安全设施的设置有效性进行了评价，结果表明整体有效性较低。

第二，采用基于交通流仿真的优化模型对该道路的安全设施进行优化布局。在仿真模型中，设置了不同的交通标志位置、标线更新方案、护栏调整方案等。模拟结果显示，优化后的安全设施布局方案能够使交通流更加顺畅，平均车速提高约 5~10 公里/小时，事故发生率降低约 30%。同时，通过多目标优化模型对优化方案进行进一步调整，在保障安全性能的前提下，降低了安全设施的建设与维护成本。

经过一段时间的实施与监测，该城市快速路的交通状况得到了明显改善，交通事故数量明显减少，交通拥堵程度有所缓解。这证明了道路交通安全设施设置有效性评价方法

与优化布局策略的可行性与有效性。

Q 结束语

综上所述，道路交通安全设施的设置有效性与优化布局是保障道路交通系统安全与高效运行的关键环节。通过深入分析安全设施的类型与功能、设置有效性的影响因素，建立科学合理的评价指标与方法体系，并基于系统性、适应性和前瞻性原则构建优化布局模型，能够有效提高安全设施的设置质量与布局合理性。然而，不可忽视的是，随着道路交通技术的持续发展，如车路协同技术、无人驾驶技术等新兴技术的不断涌现；交通环境日益复杂多变，如城市规模不断扩大、交通需求持续增长、极端天气事件增多等，道路交通安全设施的设置有效性与优化布局问题仍面临一些挑战。未来，针对道路交通安全设施的设置，相关人员仍需进一步深入研究，不断完善现有的理论与方法体系，优化评价指标与方法体系。这有助于为相关部门构建更加安全、便捷的道路交通系统提供坚实有力的支撑，确保道路交通在不断发展的进程中始终保持良好的安全运行态势。

Q 参考文献

- [1]郭忠印,方守恩.道路交通安全工程[M].北京:人民交通出版社,2016.
- [2]刘小明.交通工程学[M].北京:人民交通出版社,2019.
- [3]徐吉谦,陈学武.交通工程总论[M].北京:人民交通出版社,2017.
- [4]裴玉龙.道路交通安全[M].北京:人民交通出版社,2015.
- [5]张铁军.道路交通安全设施设计[M].北京:化学工业出版社,2017.
- [6]李长城.公路交通安全设施设计细则与综合应用[M].北京:人民交通出版社,2018.
- [7]王建军,王军锋,毕明涛.基于人因工程的道路交通安全设计[J].中国公路学报,2017,30(01):115-126.
- [8]周荣贵,郭忠印,陈雨人.道路交通安全评价[J].同济大学学报(自然科学版),2016,44(09):1349-1355.

作者简介:

尚坤(1990—),男,汉族,山东潍坊人,本科,工程师,山东华远公路勘察设计有限公司,研究方向:道路机场与桥隧工程。