

城市道路交通安全设施设计优化探究

文 / 兰春燕 昆山市鹿通交通安全设施有限公司

摘要：城市道路交通安全设施对于通行效率的优化以及行车的安全保障而言均非常关键，其居于整个城市道路系统中的核心地位。在各类城市道路交通安全设施的指引下，大众出行才能处于有序状态下，行人、车辆均可以按照相关的交通警示顺利地参与交通活动，共同维护良好的交通秩序。现阶段，我国经济社会稳定增长的背景下，各地的交通建设里程持续创下新高，城市道路网覆盖范围愈来愈广泛，与此同时，群众出行的频率直线上升。在此背景下，提升城市道路服务的整体效能势在必行，为此，必须高度重视公共交通安全设施设计的优化。所以，本文围绕安全设施的设计理念与方法展开全方位剖析，明确城市道路交通安全设施的主要类型及其当前存在的问题，最后，提出城市道路交通安全设施设计优化的策略，旨在维护城市道路交通有序运行，切实保障交通安全。

关键词：城市道路；交通安全；交通安全设施优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.058

引言

交通安全设施的设计作为一门综合性学科，其融合了交通工程学及材料科学等多领域知识，呈现出显著的跨学科特征。现代安全设施的设计理念不仅需要具备风险预判能力，更应实现信息的高效传递与事故伤害的有效缓解。尽管新型材料与技术的快速发展为设施性能的突破性提升提供了技术支撑，然而，设计理念的更新滞后及与周边环境的兼容性不足等问题，仍然严重制约着设施整体效能的提升。在此背景下，探索如何将前沿技术转化为具有可操作性的优化方案，推动安全设施从基础配置向性能优化、从单一布局向系统整合转变，进而构建更为可靠且高效的防护体系，已成为当前交通工程领域亟待解决的关键问题。

一、城市道路交通安全设施的主要类型

城市道路交通安全设施指的是能够确保交通正常运行并预防意外交通事故的所有物理装置，根据其功能可以划分为三种不同类型。第一种是指引和规范类，该类型的城市道路交通安全设施主要有交通标志和交通标线，采用特定的图形、符号以及路面标记等，把交通法规、路权分配和指引信息展示传递给道路使用者，这是规范交通道路行为的基础。第二种是防护及隔离类，该类型的城市道路交通安全设施主要有防护栏、隔离墩，还有道路中央隔离带等，这些设施一般会设置在道路两侧、道路中央或是障碍物之前，对机动车和非机动车或是行人和车辆进行分离，当发生意外事故的时候可以通过物理手段有效减轻并缓和事故的严重程度。第三种是监控和诱导类，该类型的城市道路交通安全设施主要有交通信号灯、智能电子警察等，结合主动监控、交通法规威慑和视觉引导多种方式，对交通流进行动态化监管，并做好安全引导。三种不同类型的设施相辅相成，共同打造出一个同时满足信息规范、智能化管理和实体防护等全方位、立体化、多层次的完善的交通安全管理体系。

二、城市道路交通安全设施设计存在的主要问题

（一）视线诱导设施系统性缺失

在城市道路交通安全设施规划领域，视线诱导系统的整体性设计缺陷已成为亟待解决的关键性问题之一。作为夜间及恶劣天气条件下保障行车安全的重要设施，反光道钉以及轮廓标等装置的主要功能在于为驾驶员提供连续、准确的道路几何线形指引。但是，现阶段有不少设计方案存在明显的局部化倾向，未能充分考虑不同路段间的视觉引导连贯性。具体而言，长直线路段若轮廓标布设密度不足，将导致驾驶员难以准确辨识道路边界，如此就会大幅增加车辆偏离车道的风险；而在急弯陡坡等复杂路段，当线形诱导标与路面标线未能形成完整的视觉引导体系时，则极易造成驾驶员对道路线形的误判，进而诱发紧急制动或转向过度等危险驾驶行为。更为严重的是，反光材料选择不当及后期维护不足等问题，使得部分设施在夜间无法达到预期的反光效果，形成潜在的安全隐患区域。这种系统性设计缺陷不仅显著削弱了安全设施的实际效用，还可能因视觉信息传递错误而引发二次事故，造成人员伤亡与财产损失，必须引起设计人员的高度重视。

（二）交通标志信息传递效率低下

作为道路交通信息传递的关键媒介，交通标志的设计质量与驾驶员的决策行为及行车安全密切相关。通过实地调查发现，现有交通标志系统存在显著的信息传递效率不足问题，具体表现为三个维度：信息过载、结构层次不清以及视觉辨识度不足。举例而言，在部分道路区域，标志设置密度过高导致视觉干扰，驾驶员在有限视距范围内需同时处理多个标志信息，造成认知负荷增加和关键信息提取困难；同时，部分标志内容表述存在模糊性，常见的“前方施工”标志缺乏具体位置参数和影响范围的说明，“注意行人”标志未向驾驶员提供行人活动时间特征，如此种种，均会在不同程度上削弱驾

驶员的预判能力。从人机交互角度分析,标志的视觉呈现要素若未能满足人机工程学要求,如色彩对比度不高或字体尺寸过小等,就会使得交通参与者的远距离视觉识别效果大打折扣。总体上,若继续任由这些问题存在的话,除会导致交通标志的引导功能难以充分发挥外,还会造成驾驶员因信息理解偏差或遗漏而导致操作错误,进而产生潜在的行车风险。

(三) 防护设施缓冲性能与场景适配性不足

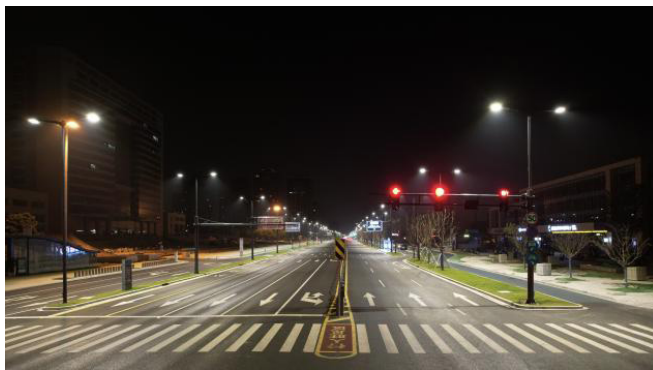
城市道路防护设施的主要安全机制在于通过物理形变吸收碰撞能量,从而减轻事故中作用于驾乘人员的冲击力。但当前工程实践中,这类设施的设计方案普遍存在两个关键性缺陷:缓冲性能的力学优化不足以及与道路场景的适应性欠缺。具体而言,常规护栏设计往往仅着眼于满足规范的最低强度标准,却忽视了基于路段特征的差异化设计原则。举例而言,若设计防撞等级不足的护栏结构在路侧净空区受限的区段,将显著增加车辆突破防护屏障的风险;而对于重型车辆占比高的路段,当护栏高度与结构刚度未针对商用车的碰撞特性进行专门优化时,极易发生车辆骑跨或穿透护栏的严重后果。这些设计不足的存在,除导致防护设施的预期保护效果被大幅削弱外,还会在出现交通事故后产生严重的二次冲击效应。

(四) 排水系统与路面抗滑性能协同设计缺陷

在城市雨天行车安全保障体系中,路面抗滑性能与道路排水系统的协同设计具有关键作用。然而,当前工程实践中普遍存在两者协调不足的问题,主要表现为排水设施布局与抗滑材料选用之间缺乏整体统筹。无论南北,我国许多城市的排水系统通常是安装相同的排水系统,但考虑到不同城市的气候、生活作息等方面,部分城市的排水系统与路面抗滑设计也应有对应的系统规划调整,然而实际施工中,施工团队并没有进行细致的道路规划调整,从而导致部分城市的雨水口与排水管道设计与实际车流峰值变化、路面坡度的排水要求进行有效匹配,使得城市路表面积水长时间积存在路面形成水膜效应,显著降低车辆轮胎与路面间的摩擦力,进而大大提高车辆侧滑甚至失控的概率,增加交通事故的发生概率,对市民的生命财产安全产生不小的影响。

除了地下排水系统的设计存在优化不足的缺陷外,另一个较为重要的设计缺陷则是在路面排水系统中过度扩大雨水篦孔径或减小边沟深度。这一问题的初衷是为了改善路面排水效率,希望通过细微的路面施工调整而提高排水系统的排水能力,但这一举措显然忽视了路基水土流失等次生问题,这些次生问题并不会在短时间内对路面及地下排水系统造成较大伤害,但长期来看,这种方式更有可能使路面的平整度及抗滑性能下降,从而降低路基的稳定性。此外,城市道路交通荷载特征、降

雨频率与强度等实际条件也应纳入排水系统设计的考虑范畴之内,如若缺少相关设计调整,在过度扩大雨水篦孔径或减小边沟深度时,相关设计调整的缺失也将削弱甚至降低城市排水系统抗滑效果。总之,排水系统与路面抗滑性能协同设计缺陷,将对城市道路的全寿命服务性能产生显著负面影响,并对市民的行车安全埋下隐患。



三、城市道路交通安全设施设计优化的策略

(一) 视线诱导设施系统性优化

在视线诱导设施的系统性优化方面,应着重考量三个关键维度,即动态适应性、全路段连续性及维护机制。在规划层面,需构建涵盖包括线形诱导标及反光道钉等设施在内的统一设计体系,并于最大程度上确保各类特殊路段在设施间距及反光性能等参数上保持视觉连续性。具体而言,长直线段应根据设计车速合理增加轮廓标密度,如此方可利用其规律性闪烁效应增强驾驶员对道路线形的空间感知,从而有效缓解驾驶疲劳程度;在急弯路段上,设计的重点须放在构建完整的弯道视觉引导体系上,设计人员应该确保协调线形诱导标与路面标线的布设关系具有合理性,并借助于色彩与角度的三维协同变化,有效预防因视觉信息缺失导致的轨迹误判。在技术层面,应突破传统静态反光模式的局限,发展具备动态适应性的智能诱导系统。该系统可根据夜间或恶劣天气条件下的能见度变化,智能调节发光强度或分级启动诱导设施,并采用太阳能主动发光标志和物联网LED诱导灯等新型技术,在低能见度环境下产生具有强穿透性的主动光信号。在管理层面,需建立覆盖设施全生命周期的科学维护机制,通过定期巡检与自动化检测技术实时监测反光膜性能及供电状态,确保第一时间更换性能衰减的设施。

(二) 交通标志信息传递效能提升

交通标志系统效能优化的关键在于优化视觉识别特性、构建信息层级化架构,及实施动态化管理策略,在本质上属于一项多维度协同推进的技术工程。从信息架构维度而言,设计人员应当摒弃传统的信息无序堆叠方式,与此同时,应该全面践行“核心-辅助-补充”的三级模块化设计框架。基于驾驶行为特征分析,可对标

志信息进行精准分级处理。举例而言,把包括“前方施工”等在内的关键警示信息作为一级内容进行强化展示;把限速要求以及车道占用情况等一系列具体参数作为二级补充信息分层排列;条件允许的情况下,则应该及时设置数字化编码系统,从而达成与电子导航的联动,有效降低驾驶员的认知负荷,确保驾驶员获得层次分明、逻辑清晰的信息。在视觉识别方面,需要综合应用视觉感知理论,以及人机工效学原理,旨在科学设计标志的物理参数。具体内容如下:采用符合国际标准的色彩搭配方案前提下,根据动态视认特性确定最优的图文尺寸比例,以确保全天候条件下的交通标志识别效果;另外,标志的空间布设参数需要精确计算,以避免视线遮挡并确保最佳观察视角。在技术应用层面,可借助智能交通系统实现标志信息的动态化管理,通过路侧通信设备与可变情报板等载体实时推送突发路况信息,使传统静态标志升级为具备环境适应能力的智能引导系统。

(三) 防护设施场景化适配与缓冲性能强化

设计人员需要充分考虑到城市道路所具有的行驶车速较低、道路交通使用者类型多样化的特点,对于道路不同的功能区进行相应的差异化设计,对于机动车道和非机动车道混合通行、道路两侧空间有限的路段,防护设施最重要的目的是进行直接有效的物理隔离,可以选择具有警示功能的隔离护栏,并在护栏的顶端设置能够吸收能量的防撞桶,减少对于意外发生碰撞车辆、非机动车以及行人的二次伤害,对于人流密集的公共区域,例如学校和医院等。防护设施的功能不止局限于隔离,而要同时考虑到安全需求和警示需求,可以考虑使用警示柱配合护栏和抬升式过街设施相互配合的综合性设施布置策略,同时用醒目的色彩提示和反光标志提示,让机动车提前控制速度。同时,必须构建完善的定期检测与预防性维护体系,借助先进技术手段实时监测设施在遭受撞击或自然老化后的结构稳定性与防护效能,安排专业人员第一时间修复相关设施出现的任何变形、锈蚀或损坏问题,确保城市道路交通安全设施持续发挥安全保障作用。通过引入“科学导向-高效缓冲-能量耗散”的多重协同机制,该精细化设计方法在优化场景特征的基础上,不仅显著提升了基础设施的被动防护性能,更实现了对事故损害程度的系统性控制,这一技术路径已成为当代道路安全工程领域的关键突破点。

(四) 排水系统与路面抗滑性能协同优化

结合前文的缺陷分析可知,城市的排水系统与路面抗滑性能协同,是路面稳定性、排水高效性、交通安全性的关键保障。对此,为提升城市道路的行车安全性,本文建议从以下三个层面入手进行优化。第一,抗滑材料的科学选型。抗滑材料的科学使用也十分重要,恰当的路面抗滑材料能够大幅显化排水系统与路面抗滑协同

方案的抗滑效率。针对材料选型,应从排水系统设计阶段入手,基于精确的水力计算模型,精准地算出不同降雨量下路面积水能够被迅速收集与排除的模型尺寸及相应的材料使用要求,并结合地区降雨特点和交通荷载谱进行差异化设计。如多雨区域采用排水沥青混合料或多孔沥青路面等路面结构设计,并在标线区域掺加防滑骨料;重载路段则以集料的耐磨性、粘附性为主要指标。第二,排水设施合理布局。合理的布局能够使排水系统与路面防滑性能的功能发挥产生事半功倍的效果,因此应重视排水设施的布局与系统规划。在初期设计绘图阶段,设计人员应结合道路横坡与纵坡形成的实际汇水路径,确定路面的大致雨水收集能力,合理分布雨水口与排水管道的尺寸、布置间距,有效抑制水膜形成或水漂现象。此外,还应建立排水效率与抗滑性能的长期协同监测机制,在雨季定期排查积水较多的路面,并及时维复制,如高压冲洗、铣刨加铺等预防性养护手段,以保持各个雨水口、排水管道等排水设施的畅通。第三,全气候适应型设计。路面的材料使用、排水口设计等方面,均要考虑城市所处的气候区间,以便结合气候特点设计匹配的道路排水系统,结合地区降雨降水特点、温湿度变化等指标,进行排水系统的地区差异化设计,从而为车辆提供可靠的路面附着保障、夯实城市道路交通安全运营的基础。

结语

本研究的观点是,城市道路交通安全设施设计的优化研究是一项具有重要社会意义的系统工程,其不仅涉及公众生命财产安全的保障,更与整体社会效益密切相关。在实践层面,需要突破传统设计思维的局限,采用系统化思维方法,结合人性化设计理念与先进技术手段,对视线引导、防护功能、信息交互及系统协调等核心要素进行持续优化。这种从基础功能实现向综合性能提升的转变,将有效强化城市道路系统在主动预防与被动防护两个维度的安全保障能力。展望未来,随着智能城市道路技术和车路协同系统的不断发展,交通安全设施设计将实现更高层次的智能化整合与系统集成,从而为建立更加安全、高效、协调的现代交通体系提供有力支撑。

参考文献

- [1] 肖旭萌. 关于城市道路交通安全设施工程施工要点[J]. 汽车周刊, 2025(07): 19-21.
- [2] 杨丽红. 城市道路工程交通安全设施的施工质量分析[J]. 现代职业安全, 2025(05): 38-39.
- [3] 李爱英, 李昱. 城市道路交通安全设施设计优化研究[J]. 运输经理世界, 2025(09): 108-110.
- [4] 刘军. 城市道路交通工程安全设施的作用及建设研究[J]. 运输经理世界, 2025(12): 133-135.