

高速公路波形梁护栏提升工程管理与实施方法应用

余海龙

贵州高速公路集团有限公司都匀营运管理中心

DOI:10.32629/etd.v7i6.21020

[摘要] 随着我国交通路网的日益完善和高速公路车流量的增大,更好保障司乘人员的行驶安全已成为一个需关注的重点问题。波形护栏作为高速公路上最常见的路侧防护形式之一,其以“导向-吸能-阻隔”这套协同工作体系作为主要防护逻辑,通过可控的变形和破坏,保证司乘人员的安全。然而,当前部分路段面临波形护栏老化、设计标准不满足现行要求等问题,存在防护能力不足的隐患,需对其进行改造升级。本文以都匀营运中心2025年G60沪昆高速、G75兰海高速互通匝道及S88榕麻高速部分路段护栏提升项目为背景,系统梳理了复杂条件下的交通组织设计、护栏防撞能力保障、道路曲率半径小车辆易碰撞防撞护栏等问题,提出了一套“调查分级—风险分级—分类管理—过程控制—效果评价”相结合的波形梁护栏提升改造方法,经项目工程验证,工期缩短近50%、填方路基段护栏防护等级由C级提升到A级、质量检测7个项目中5个合格率达到100%,其余均高于90%、成本节约41.1万元,为高速公路同类波形护栏建设工程提供了参考模式,具有显著的工程应用价值。

[关键词] 高速公路; 交通安全设施; 波形梁护栏; 工程项目管理

中图分类号: F540.3 文献标识码: A

Application of management and implementation methods for the lifting project of waveform beam guardrails on highways

Hailong Yu

Duyun Operation Management Center of Guizhou Expressway Group Co., Ltd

[Abstract] With the continuous improvement of China's transportation network and the increase in traffic volume on highways, better ensuring the safety of drivers and passengers has become a key issue that needs attention. As one of the most common forms of roadside protection on highways, waveform guardrails use a collaborative working system of "guidance energy absorption barrier" as the main protection logic, ensuring the safety of drivers and passengers through controllable deformation and damage. However, some sections of the road are currently facing problems such as aging waveform guardrails and design standards that do not meet current requirements, which pose a hidden danger of insufficient protective capabilities and require renovation and upgrading. This article is based on the 2025 G60 Shanghai Kunming Expressway, G75 Lanhai Expressway Interchange Ramp, and S88 Rongma Expressway section guardrail upgrading project of Duyun Operation Center. It systematically sorts out the problems of traffic organization design, guardrail collision prevention ability guarantee, and collision prevention guardrails for vehicles with small road curvature radius under complex conditions. It proposes a waveform beam guardrail upgrading and transformation method that combines "investigation and grading - risk grading - classification management - process control - effect evaluation". After project engineering verification, the construction period is shortened by nearly 50%, the guardrail protection level of the fill subgrade section is raised from C level to A level, and the qualification rate of 5 out of 7 projects in quality inspection reaches 100%, while the rest are higher than 90%. The cost is saved by 411000 yuan. This provides a reference model for the construction of similar waveform guardrails on highways and has significant engineering application value.

[Key words] expressway; Traffic safety facilities; Wave beam guardrail; project management

引言

近年来,我国交通路网建设日益完善,国家和地方建设的高速公路总里程已超19万公里,极大的方便了群众的出行需求。同时,随着经济的发展和人均收入的明显增长,私家车保有量也与日俱增,这也给道路运行的安全保障带来较大的挑战。国际研究表明^[1],交通事故中约有28%的死亡事故与车辆冲出路侧有关,因此,高速公路路侧护栏对于车辆的行驶安全以及降低事故后果严重性具有重要作用。波形护栏作为高速公路路基段最常用的护栏形式之一,以弹性延展变形吸收车辆碰撞的能量,减小车辆碰撞时产生的冲击力,同时波形板的凹凸构造以及随路面布设的线性能有效引导车辆在碰撞后回到行车道的方向。因此,提升波形梁护栏的建设和养护质量是十分有必要的。本文以贵州高速公路集团都匀营运中心2025年G60沪昆高速、G75兰海高速互通匝道及S88榕麻高速部分路段护栏提升项目为例,对护栏施工和养护管理进行探讨,以为同类工程提供借鉴参考。

当前已有许多专家和学者对波形梁护栏工程的相关问题进行了研究,冯海玉^[2]以江苏省高速公路波形梁护栏提质升级工程为依托,分析了工程中出现的分带及桥梁基座的排水坡度导致立柱法兰盘与混凝土底座接触面之间形成楔形间隙、路桥过渡段耳墙与翼墙衔接缺陷等问题,并提出了一系列的解决方案;方可^[3]以安徽皖通高速公路2023年交通安全设施精细化提升工程为背景,对防落网、护栏、道路交通标志等关键交安设施工程施工控要点进行了梳理;麦荣章等^[4]基于道路条件、交通事故、交通特征、不良天气、路侧环境等5个方面构建了填挖交界处护栏端部交通安全风险评估指标体系,研究不同风险评估指标与护栏端部交通事故间的影响关系。周享^[5]通过贵州剑黎高速公路工程背景并结合BIM模型,提出基于BIM的交通安全设施评价方法。徐鸿伟等^[6]梳理传统高速公路护栏施工过程、施工技术、施工方法的优劣势,提出一种人工与机械结合,在施工过程中利用精准测量仪器同步对施工进行纠错的改进施工方法。

1 项目概况

贵州高速公路集团都匀营运中心2025年G60沪昆高速、G75兰海高速互通匝道及S88榕麻高速部分路段护栏提升项目位于黔南州境内,具有贵州山区典型的山地丘陵复杂地质特征,项目的实施内容主要包括G60沪昆高速、G75兰海高速公路的13个匝道的护栏提升更换以及S88榕麻高速部分路段的护栏外展施工,共计改造波形护栏29000余米。在质量方面,要求波形护栏、防阻块和螺丝等进行原材料检测,一次性交工验收合格,竣工验收工程满足《公路养护工程质量检验评定标准》(JTG5220-2020);在进度方面,需在保障道路正常运营的情况下60天内完成项目施工;在安全方面,杜绝发生较大的生产安全责任事故,在环保方面,杜绝人为破坏环境,减少水土流失,施工后恢复周边植被。

2 护栏施工管理中的管理方式方法

2.1 基于现场条件的分类管理方法

护栏施工项目中往往存在设计图较为简单,仅针对路线的挖、填方段作出不同设计区分,忽视路段中例如路肩宽度不足处、填方路段边沟有无盖板、路段上是否有涵洞等构造物的差异。本项目提出一种基于现场条件的分类分级方法,即在进行设计勘探前,不仅调查原护栏类型、板厚、立柱间距、立柱埋深和防腐状态,还同步调查路肩宽度、挖填方边坡条件、涵洞位置、既有边沟盖板、匝道曲率半径等,通过把这些因素综合起来,将护栏提升路段划分为若干类型,例如一般路基段、重点路段(包括路肩宽度不足段、涵洞及构造物段、小半径匝道段)和既有防护设施可利用和取消段等。对于一般路基段,可只关注护栏的标准化安装;对于路肩宽度不足段、涵洞及构造物等重点路段应重点研究立柱支撑条件和复合加固方案的实施;对于小半径匝道段,应重点考虑车辆运行轨迹、碰撞概率和护栏线形导向能力;对于既有防护设施已经满足阻拦功能的挖方边沟段,则可经复核后优化取消部分波形护栏的设置。通过这种分类诊断,可以避免“一刀切”式改造,使设计、施工和费用投入更贴合现场实际。

2.2 适用于涵洞等构造物段护栏基础复合加固方法

在高速公路护栏施工中,涵洞、盖板边沟等构造物往往是施工难点。常规波形梁护栏对立柱埋深有一定要求,而涵洞段由于铺装层、盖板和涵台结构限制,难以达到A级波形护栏立柱埋深1.7米的要求。如果简单缩短立柱埋深,可能导致护栏碰撞时整体稳定性不足;如果完全采用化学锚栓固定,又可能因锚固深度、路肩土体的性质等原因难以满足防护要求。为此本项目针对下司互通B匝道等类似路段采用了“条形混凝土基础—植筋连接—高强化学锚栓锚固”的复合式基础加固方案,护栏座采用了12cm厚的C30条形混凝土基础,通过植筋与盖板或涵台连接,并采用M24高强化学锚栓进行锚固,使防护能力达到要求。

2.3 适用于业主主导的施工行为约束与质量过程管控模式

高速公路中波形护栏的施工相关技术和标准当前已较为成熟,但本项目具有施工点位较散、夜间作业比例较高、施工工期较紧等特点,在施工过程中难免会出现螺栓型号混用、螺栓漏装或未拧紧、为调整线型随意切割开孔扩孔、波形板野蛮施工、随意堆放导致防腐层脱落、立柱埋深不足等施工不规范行为;这些问题会直接影响后续在运营使用中波形护栏的防撞能力和耐久性。针对此类问题,本项目以提质降本增效为核心理念,将业主方主动管控作为质量管理的重点,形成“业主主导、施工单位落实、检测单位检验”的全过程质量管理模式,业主方不再只承担协调和关键工序验收的角色,而是前移施工现场,将施工单位的不规范行为约束在施工过程中。具体实施中,业主首先制定一份施工行为负面清单,里面明确对上述所提到的相关不规范施工行为和内容进行列举,在进行现场管理时严禁类似施工行为的发生;其次建立分级旁站制度。对一般施工段,可采用日常巡查和抽查相结合的方式控制;对涵洞段、小半径匝道段、路肩宽度不足段和护栏外展段等重点部位,则应实行重点旁站管理。每完成一道关键工序后,由施工单位自检,业主代表复核,

确认合格后方可进入下一道工序。尤其是立柱埋深、锚栓安装、混凝土基础连接、防腐层修补等隐蔽性较强的内容,应在隐蔽前完成拍照、记录和签认,避免后期无法核查。最后,业主方将质量检查结果与施工单位整改责任直接挂钩。对巡查中发现的问题,形成书面整改通知,明确问题位置、整改要求、整改期限和复查结果。对于一般质量缺陷,要求施工单位限期整改;对于反复出现或可能影响防护能力的问题,应要求暂停相关作业面,倒查施工班组、施工工序和现场管理责任,及时调整施工方法和管理要求,使各项问题整改落到实处。该模式改变了以往主要依赖完工验收发现问题的管理方式,实现了由事后检查向过程控制转变,提高了施工质量稳定性和护栏防护能力。

2.4 小半径匝道护栏线形与防撞能力协同优化方法

小半径匝道是车辆碰撞护栏的高发位置之一,车辆在进入小半径弯道时,受车速、横向离心作用、驾驶员转向操作和视距条件影响,容易出现车辆偏离行车轨迹的情况。如果护栏线形布设不顺、立柱间距不合理或端部过渡处理不到位,车辆碰撞后可能出现较大的碰撞角度,甚至造成护栏损坏和车辆二次事故。因此,本项目可围绕小半径匝道提出护栏线形与防撞能力协同优化方法。第一,优化护栏平面线形,使护栏顺接道路曲线,避免局部突变、折角和连接不顺。护栏线形应与车辆实际运行轨迹保持协调,即使车辆即使发生轻微偏移而产生碰撞,也能通过护栏的导向作用回归行车方向,而不是与护栏发生大角度刚性碰撞。第二,根据小半径弯道碰撞风险适当强化护栏结构,采用更高防护等级的三波板、合理调整立柱间距、提高连接件安装质量,并加强端部处理。第三,在施工和验收中重点检查小半径弯道处的护栏中心高度和安装连接规范性,避免因局部安装误差降低导向效果和车辆冲出护栏之外。

3 工程效果评估

本项目对三条高速公路的13个匝道及部分路段波形护栏进行了升级改造,在如下四个方面取得了一定的成效。

在工期进度方面,该项目提前29天完成项目的施工建设并通过验收,极大缩短了工期。

在质量指标方面,我中心委托贵州黔通工程技术有限公司对该项目进行了检测,波形梁护栏的波形梁板基底金属厚度共检测260点,合格数为260点,合格率为100%;横梁中心高度共检测260点,合格数为260点,合格率为100%;立柱基底金属壁厚共检测260点,合格数为260点,合格率为100%;立柱埋入深度共检测260根,合格数为245根,合格率为94.2%;防腐层厚度共检测1040点,合格数为1036点,合格率为99.6%;防撞垫防腐层厚度共检测20点,合格率为100%,外形尺寸检测30点,合格率为100%;检

测结果合格率均符合《公路养护工程质量检验判定标准第一册土建工程》(JTG 5220—2020)与《公路工程(竣)交竣工验收办法与实施细则》(交公路发(2010)65号)的基本要求。

在安全能力方面,本项目一是将大多数达到使用年限、可能存在防护能力不足隐患的波形梁护栏进行了更换;二是依据现行技术标准和规范将填方路基处的C级二波板都升级为A级三波板,切实提升了路段的安全防护能力,保障了司乘人员的通行安全。

在经济效益方面,本项目建设依据现行技术规范,针对挖方路段已有盖板的边沟以及现场实际已具备防护设施,满足阻拦车辆功能的路段,优化取消了1410米护栏的安装;同时,项目采用自管监理模式,由项目所涉及的片区中心综管站履行监理职责,在明确责任边界和质量要求的基础上,通过内部专业管理力量参与监理,实现管理资源的统筹利用有效节省了投资费用,累计节省费用41.1万元。

4 结论与展望

在总结及参考类似项目经验的基础上,本项目对护栏施工管理中所遇到的问题进行了梳理并提出了一套“病害调查—风险分级—分类处置—过程控制—效果评价”相结合的波形梁护栏提升改造方法,最终较好地完成了项目的施工和建设,验证了此类措施的有效性,为今后类似匝道护栏施工积累了宝贵经验,提供了借鉴和参考。

[参考文献]

[1] Dong Y, Mumtarin M, Wood J S. Impacts of traffic barrier types on crash severity[J]. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 2025, 32(000). DOI: 10.1016/j.trip.2025.101517.

[2] 冯海玉. 高速公路波形梁护栏提质升级养护中常见问题及解决措施[J]. 大众标准化, 2025(22): 134–136.

[3] 方可. 高速公路交安设施维护工程施工控制要点[J]. 四川水泥, 2025(7): 169–171.

[4] 麦荣章, 张毅, 马云, 等. 高速公路填挖交界处护栏端部交通安全风险评估模型研究[J]. 公路, 2026, 71(04): 285–293.

[5] 周享. 高速公路交安设施工程设计优化与评价研究[J]. 2024(23): 109–111.

[6] 徐鸿伟, 马亚东. 高速公路波形板防护栏施工技术研究[J]. 工程质量, 2024, 42(05): 91–94.

作者简介:

余海龙(2000—), 男, 汉族, 贵州铜仁人, 硕士研究生, 助理工程师, 研究方向: 高速公路土建养护工程管理。