

# 交通标志标线施工质量控制与耐久性提升策略

宋秋禾

(宁夏交通建设股份有限公司, 宁夏 银川 750000)

**摘要** 交通标志标线是保障道路交通安全与通行效率的核心设施, 其施工质量与耐久性直接影响道路使用者的行为判断和事故风险。在实际施工过程中, 影响交通标志标线质量的关键因素多且复杂, 施工单位除了要对质量控制要点进行严格把控以外, 还需根据实际施工环境、施工条件、施工要求采取相应的耐久性增强措施, 以健全交通标志表现的全生命周期管理体系, 为提升交通标志标线的长期性能提供实践性的参考经验与范例。

**关键词** 交通标志标线; 施工质量控制; 耐久性

中图分类号:U12

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.33.029

## 0 引言

交通标志标线是保障行车安全、规范交通秩序、提升通行效率的核心基础设施。其施工质量与耐久性不仅直接关系到道路使用者的生命财产安全, 更影响着城市交通管理的精细化水平与公共资源的可持续利用。然而, 交通标志标线的生命周期与行车数量呈高度相关趋势, 很容易出现褪色、剥落、反光失效等问题, 导致驾驶员对标志标线的信息识别困难, 交通事故风险攀升, 因此, 施工单位亟需通过系统性质量控制与耐久性提升策略破解这一难题。基于以往经验显示, 施工单位可通过对交通标志标线的关键施工环节、工艺进行严格把控, 提高其耐久性及环境适应性, 延缓其在极端气候或重载交通作用下的老化速度及反光性能衰减, 满足其长期使用需求, 从而提升其全生命周期。

## 1 交通标志标线施工质量控制的核心要素

### 1.1 施工环境控制

施工环境对交通标志标线施工质量控制具有显著影响, 其影响通常涵盖多方面因素, 如温度、湿度、光照、风速、降水、地质条件等, 这些因素虽不一定是常态化的, 但可通过影响材料性能、施工工艺及人员操作, 进而影响交通标志标线的耐久性, 具体情况如下: (1) 温度控制。高温环境可导致材料性能变化, 如涂料加速固化等现象, 亦可使标志板反光膜发生软化、变形。因此面对高温环境时, 施工单位需缩短单次施工长度, 选择环境温度大于 10 ℃的清晨或傍晚, 以减少热膨胀导致的材料变形及标志板安装偏差。低温环境可导致材料脆化、收缩, 因此施工单位在面对低温环境时, 应对涂料进行预热或改用低温型涂料, 标志板安装后增加二次紧固工序, 确保螺栓扭矩稳定; (2) 湿度控

制。当路面含水率超过 5% 时, 标线底涂层与路面间易形成水膜, 可导致粘结强度下降 30% ~ 50%, 从而引发标线剥落现象。因此, 交通标线施工时应选择环境湿度小于 85% 的时段, 或者在施工前用烘干设备降低路面含水率, 金属部件采用镀锌或喷涂防腐涂层处理, 雨天或路面潮湿时禁止施工, 防止标线起泡或剥离<sup>[1]</sup>。施工单位还应详细关注天气预报, 确保施工后 2 ~ 6 小时内无降水, 以保证标线有充分的固化时间; (3) 风速控制。强风环境可影响施工精度, 风速大于 5 m/s 时, 标线喷涂易出现涂料飘散, 导致标线边缘不整齐、厚度不均。因此喷涂作业时风速需小于 3 级, 或者搭建防风屏障, 避免涂料飞散或厚度不均; (4) 光照控制。强光照环境可加速某些材料老化, 如紫外线照射可导致标线涂料中的树脂分子链断裂、反光微珠表面氧化、反光膜色褪等问题, 可选用抗紫外线型涂料并于夜间进行施工, 夜间施工需配备充足照明, 确保标线边缘整齐度误差在 5 mm 以内。

### 1.2 施工材料控制

交通标志标线施工质量的材料控制是确保道路交通安全与耐久性的核心环节。施工单位应优先选择性价比高、原料易得的材料, 且符合环保要求, 具体可如下: (1) 反光材料的质量控制。施工单位应优先选择折射率大于 1.9 的玻璃微珠, 确保逆反射系数满足驾驶员夜间可视性要求。若是施工地处于华南、华东等多雨地区, 所选之玻璃微珠应具备一定的疏水性, 减少水膜覆盖导致的反光衰减; (2) 标线涂料的质量控制。用于标线施工的涂料进场后, 施工单位应对其按批次抽样, 每 50 吨涂料抽检 1 次, 重点检测涂料的性能是否符合设计参数标准。如热熔型涂料的软化点

应在90~110℃之间,流动度应小于35s,水性涂料需添加防冻剂与成膜助剂,适应5℃以下的低温施工环境,等等;(3)标志底板的质量控制。当标志底板采取铝合金底板时,其表面应经氧化处理或涂装,其防腐层厚度应大于2mm,以充分保障其暴露在自然环境下的使用寿命;(4)反光贴膜的质量控制。反光贴膜进场后,施工单位应对每1000m<sup>2</sup>反光膜抽检1卷,抽检样品需通过耐盐雾、耐紫外线、拉力试验测试,其粘结强度应满足设计要求<sup>[2]</sup>。

### 1.3 施工工艺控制

当前我国在交通标志标线施工工艺、工序方面已实现较高的标准化,但施工单位在实际施工时,仍需注意每个施工环节的精细化控制,并对细节进行动态调整,例如提升反光性能对于夜间及雨天行车安全至关重要,如强化基层处理可显著提升标线的附着力等,确保这些施工工艺能够有效提升标线的施工质量。具体如下:(1)基层处理。施工单位首先对路面上较为明显的裂缝与坑槽进行修补,避免标线开裂或脱落,而后清除路施工面上的可见油污、灰尘、松散颗粒,并采用高压水冲洗、抛丸或喷砂等工艺增强路面与标线的附着力,施工时路面含水率需保持在5%以下;(2)设备调试。在开展施工前对施工设备进行设计参数的校正与检测,重点包括标线机、反光材料撒布机和标志板安装设备等,确保其处于正常工作状态;(3)涂料施工。如采取热熔标线施工法,喷涂前应在基层上一遍专用底油,涂料温度控制在180~220℃以内,均匀喷涂。如采取水性标线施工法,喷涂前应涂刷界面剂,底涂层喷涂完后应保持30~120min的干燥时间,确保其成膜完整性以避免涂层间剥离,未干透前不得进行二次喷涂;(4)反光玻璃微珠嵌入。每次喷涂前均应检查并校准撒布机的撒布量及工作压力,标准撒布量控制在涂料质量的20%~30%,标准工作压力在0.3~0.5MPa左右,确保反光微珠嵌入深度为其直径的1/2~2/3,保证标志标线的反光效率<sup>[3]</sup>。

### 1.4 特殊场景控制

交通标志标线特殊施工场景包括弯道、坡道与隧道等,不同的施工场景对标线及附属设备有着不同的质量要求,性能要求也更高,施工单位应针对这些特殊场景应用专用材料、增设专用设计等措施进行施工控制,以满足不同场景下的安全需求。具体如下:(1)弯道标线。以实际施工为例,通常情况下在山区、沟谷的弯道处应增加10%~20%的标线宽度,并将外侧标线向内偏移5~10cm,以充分提高标线的车辆导向

性,使驾驶员更容易接收路况信息并调整行车速度;(2)坡道标线。当标线于坡道处施工时,应采用振荡标线并设置防滑层,以利于驾驶员加速或减速,同时调整标志板安装高度降低至1.8~2.0m,确保驾驶员平视可见;(3)隧道标线。隧道内进行标线施工时,施工材料应优先选择低烟无卤涂料,施工时应开启通风系统,确保有害气体浓度小于0.5%。在隧道内进行标志板施工时,应采用逆反射系数大于700的IV类反光膜,间距加密至30~50m。同时,施工过程中隧道内的照明显度应大于1501x,在视觉效果上既确保施工安全,又为驾驶员的可视度提供保障。

## 2 有效提升交通标志标线耐久性的施工技术

### 2.1 材料改性技术

传统交通标志标线材料易受外部环境变化影响,如紫外线、温度变化、雨水侵蚀等,导致材料老化、褪色、剥落等问题,不仅影响美观,更降低了标线的可视性和反光性能。通过材料改性,可以增强材料的抗老化、抗紫外线、抗腐蚀等性能,从而延长交通标志标线的使用寿命<sup>[4]</sup>。通过添加剂可使交通标志标线涂料的物理性质发生一定的改变,结合相应施工工艺可提升施工质量与成品耐久度,具体如下:(1)热熔涂料改性。通过添加增强剂可有效提升涂料抗流挂性与低温韧性,如在以树脂为基体的热熔涂料中添加适量的纳米二氧化硅作为填料,可起到提升热熔涂料硬度与耐磨性的作用,同时加入一定量的氧化聚乙烯蜡,可降低涂膜脆性,适应温度交变环境。实际制备时掺量控制需结合实验室试验,一般为2%~3%填料、1%~2%的蜡质作为添加剂,与树脂基体混合后静置12小时以上,确保纳米颗粒充分浸润,送入工作温度160~180℃设备中熔融、挤出即可;(2)水性涂料改性。通过在交联型树脂添加固化剂可增强流体粘稠度,缩短固化时间,如聚氨酯—丙烯酸酯复合乳液,材料质量比例可设为30%,并添加2%的氮丙啶交联剂,耐候性可提升至1000h以上。施工时加入2%的光稳定剂,以延缓紫外线老化导致的黄变与粉化,施工后24h内即可固化,或于60℃条件下烘烤2h以加速固化。

### 2.2 优化结构设计

优化标志标线的结构设计可提高其防滑性能,避免其因材料性能而形成较为平滑的表面,提高车胎与标线间的摩擦系数,尤其在雨天或急弯路段减少车辆打滑概率。针对此种现象,施工单位可以通过改变表面形态的方法提高其摩擦力,亦可通过改变边缘形状提高其防滑性能,具体如下:(1)标线断面形状优化

设计。标线形状可根据实际需求进行不同形状的设计,如凸起型、锯齿型等。标线断面形状设计为凸起型时可增强标线的雨天摩擦力,同时通过振动反馈提醒驾驶员<sup>[5]</sup>。实际施工时应控制凸起高度3~5 mm、间距50 mm,使用专用凸起标线成型机将热熔涂料压印于粘结层上,保持24 h后完全固化。标线锯齿状边缘可减少车轮碾压导致的边缘剥落,采用激光切割或水刀切割工艺制作锯齿宽度2 mm、深度1 mm的模板,施工时将模板压印于热熔标线涂料表面,形成规则锯齿纹路,保持24 h后完全固化;(2)优化反光层布局。分段式反光膜可降低热胀冷缩应力,防止膜层开裂。施工时将反光膜裁剪为长度0.8~1.0 m的短段,每段之间预留2 mm间隙,使用高弹性胶粘剂分段贴附后立即覆盖防尘膜,按压30 s确保密实。在曲线道路中此法还可结合斜向微珠排列提升侧向可视性,通过静电喷枪调整微珠喷射角度,配合旋转式标线机实现玻璃微珠的倾斜分布,适应较多弯道的多山地区交通行车需求。

### 2.3 施工工艺创新

施工工艺创新可以简化施工环节,有利于适应不同环境下的施工作业,面对高温、低温、冻融、强紫外线等严重影响施工周期的气候条件时,一些施工工艺上的创新可使施工人员在短时间内快速完成施工,除了规避特殊气候条件、缩短施工工期外,也能一定程度上增加维护和更换效率,从而降低施工成本,大致有如下两种技术手段:(1)采用预成型标线带。工厂预制标线带可直接粘结施工,施工前可对其采用橡胶辊轮滚压,确保无气泡、翘边,通过热熔法将预热标线带背面加热,具体热熔温度需根据环境湿度在180~200 °C之间进行动态调整,同时对路面贴附区域进行基层处理并加热,将预制标线带热熔焊接使之贴合路面,可使整体施工效率提升50%,耐久性提高30%,适用于交叉口、收费站等高频磨损区域;(2)激光刻划技术。针对表层不稳固、粉尘较多的混凝土路面可利用高精度激光设备在路面刻划标线槽,首先喷涂金属粉末增强刻槽对比度,刻划深度0.5~1.0 mm,刻槽后再填充反光涂料,可应用高压无气喷涂机填充双组分环氧涂料,厚度控制在1.5~2.0 mm,喷涂后用刮板整平以增强其与基层的附着力,施工后4小时内禁止雨水冲刷,此法也可用于旧标线的修复作业<sup>[6]</sup>。

### 2.4 后期维护策略

交通标志标线在道路交通的正常运行过程中面临着高磨损风险,随着时间的推移难免会出现各种问题,因此频繁进行维护和更换也是后期维护的日常工作之

一,因此更为便捷的修复技术(通常为1 h内)不仅能够降低维护成本,也可减少对道路交通的影响,提高标志标线的经济效益,主要应急处理技术包括:(1)快速修复技术。对于局部破损的交通标线,可采用冷喷涂修复工艺喷涂快干型丙烯酸涂料,喷涂厚度在1.0~1.5 mm之间,在修复时应首先清除破损区域的松散涂料,然后可分两次交叉施工。底层喷涂后静待10 min时间喷涂表层,可在10 min内完成修复,减少交通中断时间;(2)反光膜局部更换。当标志杆反光膜脱落时,可在脱落区域用热风枪对破损膜周边进行加热,加热温度控制在120~150 °C之间,待周边完全损坏后缓慢沿边缘揭除,揭除后对金属基层进行清洁,选择与损坏膜同一批次出场的备用膜进行裁剪,使用专用压敏胶粘剂重新贴附,滚压密实后覆盖保护膜24 h可达设计强度。

### 3 结束语

交通标志标线作为道路交通管理的“视觉中枢”,其施工质量与耐久性直接关系到道路使用者的生命安全、交通运行效率以及基础设施的投资效益。通过长期的交通标志标线工程实践总结,提升施工质量控制与耐久性需根据相应的施工条件,除了严格执行国标施工流程以外,还应有针对性地选择材料改性技术,以克服施工环境复杂性、材料性能局限性及工艺标准化不足等制约性因素的影响,可控制标志标线的安全隐患风险,显著延长标志标线使用寿命,降低全生命周期成本。当前我国交通标志标线施工的新材料与新技术有所突破,未来仍期待行业技术的发展能够为我国交通基础设施高质量发展贡献新的力量。

### 参考文献:

- [1] 路懿.交通工程标志标线的施工技术分析[J].运输经理世界,2025(17):133-135.
- [2] 陆斐.公路交安设施标志、标线、护栏施工建设[J].汽车画刊,2024(11):68-70.
- [3] 司鑫.公路网交通标志标线施工技术[J].大众标准化,2023(24):60-62.
- [4] 衣艳荣.道路交通标志标线质量要求和检测方法[J].运输经理世界,2023(12):144-146.
- [5] 庄子翌.高速公路标志标线设计探析[J].时代汽车,2022(09):186-188.
- [6] 交通运输部公路科学研究院道路交通安全研究中心.公路交通标志标线的守正创新[J].中国公路,2022(07):45-47.