

#### 1.4 施工干燥时间短

由于高速公路单位时间内经过的车辆多，若在道路交通标线施工中所消耗的时间长，势必会影响高速公路的正常运营，甚至造成大范围的交通拥堵，因此应该确保标线材料具有更短的干燥时间。从目前来看，虽然各种道路交通标线材料在种类上存在明显差异，大部分材料的干燥时间为 3-30min 之间，应该根据施工要求合理选择。

#### 1.5 具有良好的防滑性能

道路交通标线作为高速公路体系的重要组成部分，出于对行车安全的考虑，应该确保材料具有一定的防滑效果，按照我国《道路交通标线质量要求和检测方法》中的相关规定可知，我国道路交通标线中的抗划标线应大于等于 45BPN。

#### 1.6 反光效果理想

道路交通标线在白天不仅应该具有醒目、鲜明的特征，在夜间也应该具有良好的反光效果，这样才能进一步保证高速公路的行车安全，所以反光型道路交通标线也被认为是形成安全的保障，可以提高夜间行车效率，按照我国《道路交通标线质量要求和检测方法》的相关内容可知，白色反光标线的初始逆反射系数应该大于等于  $150\text{mcd} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，黄色的反光标线初始逆反射系数应大于等于  $100\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，虽然与西方发达国家相比还存在一定的不足，但是相关技术标准还在进一步的完善之中<sup>[2]</sup>。

### 2 道路交通标线涂料的性能检测

#### 2.1 耐久性的性能检测

为了更好的判断道路交通标线涂料的性能，本文基于耐久性性能要求，对道路交通标线涂料进行性能检验。

##### 2.1.1 实验准备

实验时间：2019 年 10 月 10 日

实验地点：某公司交通工程实验室

实验条件：相对温度 50%，温度 23℃，风力 3 级

实验材料：选择三种实验材料，包括热熔涂料（浙江兄弟白色涂料）、溶剂型涂料（浙江兄弟牌白色涂料）、双组份涂料（山西长达牌涂料）。涂料性能如表 1 所示。

表 1 涂料性能

类型	型号	玻璃珠使用	状态
溶剂型	反光型	不含玻璃珠，施工时面撒玻璃珠	液体
热熔型	反光型	涂料内含有 20%玻璃珠，施工时再面撒玻璃珠	分离装
双组份	反光型	涂料内不含（或含有 18-25%玻璃珠），施工时再面撒	液体

##### 2.1.2 耐磨实验

按照《漆膜耐磨性测定法》中的相关标准进行耐磨实验。选择一个直径为 100mm，厚度为 3.0mm 且中间设有 9.0mm 孔径的玻璃板为底板，将涂料均匀涂抹在干净干燥的底板上，在涂抹第一道漆干燥 120min 后，涂抹第二道涂膜，之后在实验条件下干燥 24h，进行耐磨性能实验。实验期间选择漆膜耐磨仪，设置载重 1000g，橡胶砂轮转数达到 200 后，测量三种涂料的磨损量情况。

最后实验结果证明，三种涂料中，溶剂型涂料的磨损量为 38.2mg、热熔涂料磨损量为 56.3mg，双组份涂料磨损量为 18.5mg。

##### 2.1.3 耐水性实验

取 300<sup>mm</sup> 漆膜涂布器将三种涂料均匀的涂抹在水泥石棉板上，制成规格为 100×50mm 的涂膜，静止放置 24h；试板采用不封边的水泥饰面板，按照《漆膜耐水性测定方法》进行实验，通过在玻璃水槽中添加蒸馏水、去离子水等，在实验条件下将试板浸泡在 23℃ 的水中 24h，观察有无异常情况。

本次实验发现，三种涂料再经过水浸泡后，均无明显异常，因此可以认为均满足国家的质量要求。

##### 2.1.4 耐碱性实验

前期的准备方法与耐水性实验相同，制成 100×50mm 的涂膜之后放置 24h，按照《涂层耐碱性的测定》相关要求进行本次实验，在 23℃ 环境下将试板约 2/3 的面积浸泡在氢氧化钙饱和溶液中 24h 后，再观察样本是否出现异常情况。本次研究中所采用的氢氧化钙饱和溶液为自制溶液，取 100ml 蒸馏水加入 0.12g 的氢氧化钙后充分搅拌，其 pH 值为 12-13。

根据本次实验结果发现，三种材料在经过氢氧化钙饱和溶液浸泡 24h 后无异常情况，证明其性能指标满意。

## 2.2 标识效果检验

为了更好的满足高速公路的运行要求，道路交通标线材料在经过施工并形成交通标线之后，应该在使用寿命周期内保持醒目、鲜明的标识效果，这样能够行车安全，对驾驶员起到警示的作用。而根据前文研究结果可知，道路交通标线不仅要在白天具有醒目、鲜明的清晰度，在夜间也应该具有良好的反光效果，这是夜间行车安全的保障，图 1 显示了路面标线的夜间视觉效果。



图 1 高速公路路面标线的夜间视认性效果

在夜间视认性指标的考核中，需要重点考虑以下两点内容：(1) 标线施工结束后，相同时间下标线的完好度；(2) 标线施工后，相同时间下标线的逆反射系数。而根据上指标，本次研究中以当地高速公路实际情况对其进行随机抽样检测，抽样检测的结果如表 2、表 3 所示。

表 2 标线完好度抽样检测结果

类型	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月	18 个月
溶剂型	91.3%	73.6%	53.6%	-	-
热熔型	95.6%	88.2	77.1%	51.8%	21.8%
双组份	98.6%	94.2%	90.6%	81.6%	67.4%

表 3 逆反射系数抽样数据

类型	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月	18 个月
溶剂型	130	110	60	30	-
热熔型	150	130	80	60	40
双组份	270	240	220	160	120

从表 2、3 的相关数据中可以发现，在三种类型的标线涂料中，双组份性抽样结果最理想，证明该材料的使用效果最好。

## 3 结束语

道路交通标线涂料的性能已经成为相关人员重点关注的内容，本文从多个角度分析了道路交通标线的性能要求及其检测方法，从研究结果可知，道路交通标线的性能检测指标很多，而检测结发现双组份性涂料的性能更满意，无论是在耐磨性还是标线完整度等方面均具有优势，值得推广。

### [参考文献]

- [1] 张旭东, 赵晓亮, 刘振正, 等. 针对我国北方地区热熔型道路交通标线的相关问题探讨研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15(06): 193-196.
- [2] 罗春燕, 刘恒权. 热熔抗裂型道路交通标线新材料研制与应用[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2017, 13(06): 170-173.

作者简介: 饶伟 (1987.5-), 男, 毕业院校: 山东大学, 所学专业: 土木工程, 职称级别: 工程师。

## 隧道喷射混凝土回弹量的降低方法及应用实践

刘 振

中铁十二局集团第七工程有限公司, 湖南 长沙 410000

[摘要]隧道喷射混凝土法是常用的隧道围岩支护方式之一,但是在施工过程中需要注意控制好喷射混凝土的回弹量问题,否则会影响施工质量和增加施工成本。文章结合笔者工作经验,探讨了隧道喷射混凝土在初喷阶段和粘性喷射时的回弹产生机理,并提出了合理选择材料、控制输料管距离、调整工作风压、控制混凝土配合比、喷射工艺等降低回弹量的措施,

[关键词]隧道喷射混凝土;回弹量;产生原理;控制措施

DOI: 10.33142/sca.v3i1.1531

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

### Reduction Method and Application Practice of Springback Amount of Shotcrete in Tunnel

LIU Zhen

The 7th Engineering Co., Ltd. of China Railway 12th Bureau Group, Changsha, Hunan, 410000, China

**Abstract:** Shotcrete method is one of the common support methods of tunnel surrounding rock, but in the process of construction, it is necessary to control the springback of shotcrete, otherwise it will affect the construction quality and increase the construction cost. Based on the author's working experience, this paper discusses the springback mechanism of tunnel shotcrete in the initial spraying stage and viscous spraying, and puts forward some measures to reduce the springback, such as reasonable selection of materials, control of the distance of the conveying pipe, adjustment of the working wind pressure, control of the mix proportion of concrete and spraying technology.

**Keywords:** tunnel shotcrete; springback amount; production principle; control measures

#### 引言

在最近的几年时间里,我国社会经济得到了显著的进步,使得各个地区的经济往来越发的密切,大规模高速铁路和高速公路开工建设,使得大量的隧道工程应时而生。将喷射式混凝土运用到隧道工程建造工作中,具有良好的优越性,所以被人们大范围的加以使用,但是因为这项施工技术整体水平并没有达到较为完善的状态,在实际运用的时候还是存在回弹量较高的情况。鉴于此,这篇文章主要围绕控制隧道喷射混凝土回弹量的方法展开全面深入的研究分析,希望能够对隧道工程施工工作稳定健康发展有所助益。

#### 1 隧道喷射混凝土回弹产生原理分析

##### 1.1 初喷阶段回弹

初喷其实质就是针对周围岩体结构的表层起初最基层的混凝土喷射层。在实施混凝土喷射施工工作的时候,物料通常都是以分散的状态进行铺筑的,在粗骨料的表层都会设置一层水泥浆液,而柘城水泥浆往往不具备良好的抵抗外界作用力的能力,在与岩体结构出现接触之后,会出现反方向的回弹情况,最后会自行散落到地面。在开展喷射施工工作的时候,部分细骨料不能吸附在岩体结构的表层,这个时候会因为遭到气流的影响最终会散落在围嘴机构的周边,造成这个问题的根源是要是与岩体结构表层粘连的一些细集料因为遭到快速流动的气流的影响而出现结构破损剥落所导致的,从而也会形成大量的浮尘,不但会损害到生态环境,并且对于支护结构的稳定性也会造成严重的不良影响<sup>[1]</sup>。在将砂浆铺筑到岩体结构表层之后,岩体结构表层与粗骨料之间会形成一个碰撞,从而会对速度有所限制,并且往往会出现反方向回弹的情况,此时围岩表面吸收了骨料动能,可表示为:

$$\frac{1}{2}mv_0 - \frac{1}{2}mv_1^2 = W \quad (1)$$

式(1)中:W为骨料发生碰撞时损失的能量;m为粗骨料质量; $v_0$ 为骨料初速度; $v_1$ 为骨料经碰撞以后的速度。

##### 1.2 粘性喷射回弹

在施工工作持续进行中,喷层的厚度会逐渐的提高,从而岩体结构表层砂浆的厚度也会随之增加,这个时候的岩