

# 公路路面“白改黑”设计思路及其要点分析

孔保华<sup>1</sup> 姜 彪<sup>2</sup>

1. 广西路佳道桥勘察设计有限公司杭州分公司 浙江杭州 310000

2. 浙江省嵊州市神龙交通设计有限公司 浙江杭州 310000

**摘要:**在现代道路工程建设中,公路路面的改造升级是提高交通效率、确保道路安全和延长道路使用寿命的有效方法之一。其中,“白改黑”技术作为一种通用的路面改造方法,就是把原有的水泥混凝土路面(白色)改造为沥青混凝土路面(黑色),已经被广泛应用于世界各地的道路养护和改善施工中。这种改造不仅能够充分利用原有路面结构,减少资源浪费,同时还能显著提升道路的使用性能和通行舒适度。本篇文章对公路路面白改黑设计思路和要点进行分析研究。

**关键词:**公路路面;白改黑;设计思路

随着交通运输业的迅速发展,我们公路承载能力和行车舒适性的要求日益提高。传统的水泥混凝土路面由于其刚性特点,容易产生裂缝和坑洼,维护成本较高。因此,“白改黑”工程被广泛应用,主要目的是通过铺设沥青层来改善路面状况。这种改造不仅能够利用原有路面结构,减少资源浪费,还能显著提升道路使用寿命和行车体验。

## 一、公路路面“白改黑”工程定义

公路路面“白改黑”工程是指将原有的水泥混凝土路面(白色)经过改造处理,加铺沥青混凝土,使其变成沥青混凝土路面(黑色)的过程。在开始改造之前,需要对旧的水泥混凝土路面进行详细的评估检测,包括路面破损度调查、平整度检测、抗滑性能检测以及原有路面强度检测。根据评估结果,对原有路面先进行必要的修复和加固,以确保铺设的沥青层能够良好地附着在旧路面上。选择合适的沥青混凝土材料,并进行铺设,以达到预期的公路性能。完成铺设后,进行路面的压实和平整,确保新路面的安全性和行车舒适度。

## 二、路面现象原因分析

### (一) 结构性现象原因

结构性现象是指路面因设计、施工质量问题或使用过程中的承载能力下降而引起的路面损坏。设计师在设计的时候,若对交通流量预测不准确,或者对地质条件评估不足,可能导致路面结构厚度设计不合适,无法满足实际承载需求。在施工过程中,如混凝土拌合比例不合理、振捣不够、养护不及时,都会导致路面强度不

足,无法承受预期的负荷强度<sup>[1]</sup>。此外,随着时间的推移,路面材料可能出现老化,加上温度变化导致的膨胀收缩循环,以及水分侵蚀等自然因素,都可能引发路面的结构性损伤。

### (二) 材料性现象原因

材料性现象主要指由于原材料质量不合格或材料性能退化引起的路面损害。例如,沥青混合料中的沥青含量不当、混合料配比不对或改性剂使用不当,可能导致混合料的稳定性和耐久性不足。对于水泥混凝土路面,水泥品质低下、集料强度不够或掺合料用量不当,都会影响混凝土的最后质量。此外,长期的紫外线照射、温度变化和化学腐蚀等因素也会加速材料的老化过程,导致其性能逐渐降低,从而出现裂缝、坑槽等现象发生。

### (三) 荷载与环境因素

路面在使用过程中受到各种荷载和环境因素的影响,这些因素往往是导致路面现象的重要原因。车辆荷载超出开始设计的标准,特别是重载车辆的频繁通行,会加速路面的磨损和破坏。同时,温度变化造成的热胀冷缩效应会引起材料老化加快,形成裂缝。水是路面结构的被破坏的主要因素,雨水渗入路面结构层间或基层后,长期滞留会影响路基承载力,甚至造成冲刷和泵吸作用,导致路面结构层间脱粘、唧泥等现象。此外,冻融循环、盐分侵蚀等也会造成路面结构的损伤。

## 三、材料选择与性能要求

### (一) 沥青混合料的类型与特性

在公路路面“白改黑”项目中,选择合适的沥青混

合料无疑是非常重要的。通常，设计者会考虑使用改性沥青混凝土，这种材料因其优异的耐高温稳定性、抗疲劳性能和抗老化性能而被广泛使用。改性沥青通过添加聚合物等改性剂来改善原有性能，使其更适应重载交通和气候多变的情况。此外，还可以根据具体工程需求选择其他类型的沥青混合料，如高弹性沥青混凝土、多孔性沥青混凝土等，以确保建造出性能最优的道路。

### （二）级配设计与胶结材料优选

设计时需要考虑材料的粒径分布、形状、表面粗糙度等因素，以确保混合料能够达到较高的密实度和内聚力。胶结材料的选择同样也很重要，一般会选择粘度高、韧性好、耐候性强的沥青，以保证混合料在不同温度下都能保持良好的粘结性和柔韧性。通过设计师科学合理的设计和胶结材料的准确选择，可以显著提升路面的承载能力、耐久性和抗裂性能。

### （三）再生材料的利用

利用再生材料不仅可以降低工程成本，还有助于环境保护。再生沥青混凝土（RAP）是从旧路面铣刨下来的材料，经过适当处理后可以作为新路面结构的一部分。使用RAP时，需要考虑它的老化程度、级配一致性和含有的杂质等因素，以确保混合料的质量不改变<sup>[2]</sup>。此外，还可以探索使用其他类型的再生材料，如废塑料、废轮胎橡胶等，通过科学处理和合理配比，使其成为路用性能良好的新型再生环保材料。

### （四）性能指标与测试方法

确保新铺设的沥青路面有足够的使用寿命和耐用性。选用的材料必须符合特定的性能指标，并通过相应的测试方法来确保符合标准规范。对于沥青混合料，关键的性能指标包括稳定性、耐磨性、抗疲劳性、柔韧性等。例如，对于沥青混合料的稳定性评估，我们可以使用马歇尔稳定性试验，该试验通过测定混合料样品在受压状态下的极限荷载承载能力，来评估混合料的稳定性能。试验结果以马歇尔稳定度（MS）表示，单位通常为kN。一个典型的合格值可能在8kN以上。

$$MS = \frac{\text{最大荷载 (N)}}{\text{原始横截面积 (mm}^2\text{)}}$$

其中，最大荷载是指试件在破坏前承受的最大压力，原始横截面积是试件的初始横截面积。这个比值越大，说明混合料的稳定性越好。对于耐磨性能，洛杉矶磨耗损失是一个常用的指标，它通过洛杉矶磨耗试验机来测定。磨耗损失百分比越低，表明混合料的耐磨性越好。

一般要求磨耗损失不超过30%。抗疲劳性能可以通过四点弯曲疲劳试验来评价，该试验模拟路面在实际路用情况下反复荷载的作用，测定材料达到断裂所需的循环次数。这个数值越高，说明材料的抗疲劳性能越好。此外，低温弯曲梁流变试验可以测定材料在低温下的柔韧性，通过计算临界应变能释放率来评价抗裂性能。

## 四、结构与计算

### （一）原有路面状况评估

这个过程包括对现有路面的类型、结构、材料组成、损坏情况还有承载能力的详细考察，其目的是为了确定改造方案的可行性与确定相关参数。具体操作中，首先需要开展路面调查，这包括对评估测试。通过这些操作可以获取路面当前使用状况的相关数据，进而分析路面结构的具体状况和剩余寿命。接着，根据调查结果，评估原有路面的承载能力，这通常涉及到对路面结构层的厚度、弹性模量、抗压强度及层间结合状态的测定。如果发现原路面存在结构性问题或承载能力不足，可能需要进行改善或重新设计路面结构。在确定了原有路面状况后，可以根据需求选择合适的改造方案，如加铺沥青混凝土层、设置应力吸收层、增加防水层等，并对新路面结构进行设计和分析，以确保改造后的路面能够满足预期的使用寿命和使用性能。在整个评估过程中，还需要考虑到地区气候条件、交通流量、重载车辆比例等因素，这些都会对路面结构的使用寿命有一定影响。

### （二）新路面结构组合设计

选择适当的材料对于确保新路面结构的耐久性和性能至关重要。通常，面层会选择高质量的改性沥青混凝土，这可以提供更好的耐磨性和使用寿命，从而提高车辆行驶的舒适性及减少维护成本。基层可能会采用稳定土或贫混凝土，以提供足够的支撑力；底基层则可能使用级配碎石或石灰土等材料来确保整体结构的稳定性。路面的排水设计也同样重要，良好的排水系统能够减少水损害的风险。可能需要设置横向和纵向的排水沟渠，并在路面设计中包括适当的横坡度，确保水分可以迅速排出<sup>[3]</sup>。特殊部位，如井盖周围、路缘石接缝和横向伸缩缝等，也需要特别的注意和计算，以确保这些区域的耐久性和整体路面的一致性。为保证新路面结构达到设计标准，施工过程中必须严格检测监管。这包括对面层摊铺温度、压实度和均匀性的监控，以及对材料质量的检验。通过综合考量上述因素并实施细致的施工监理，最终完成的新路面行车体验将提升和延长使用寿命。

### (三) 厚度计算与验算

该过程首先需要基于原有路面状况评估结果,确定改造方案中新增层的材料类型和预期功能。例如,如果选择了沥青混凝土作为加铺材料,那么接下来要进行的是针对这种材料的厚度设计与计算。厚度计算一个常用的经验方法是根据交通量和道路的服役年限来估算所需的沥青层厚度。例如,可以采用美国沥青协会(Asphalt Institute)提供的计算方法,该方法考虑了等效单轴载次(ESALs)、路面类型、沥青混合料类型等参数。通过这些参数,利用相应的设计图表或公式,可以得到初估的沥青层厚度。具体的厚度计算可以采用以下公式:

$$h = \frac{1000cdotN_s}{C \cdot k \cdot L}$$

其中:

H——所需沥青层厚度(英寸);

$N_s$ ——服务期内的标准轴载次数;

C——沥青混合料的抗疲劳系数,取决于混合料类型和品质;

k——调整系数,考虑了路面类型、交通状况、环境因素等;

L——是疲劳寿命系数,与路面设计寿命相关。

在确定了初步厚度后,需要进行验算以确保设计的路面能够在预期的设计寿命内承受交通荷载但不会过分变形和损耗。验算时,工程师会采用不同的标准或规范对所选材料进行性能检验,这可能包括对沥青混合料的动态模量、疲劳寿命和永久变形特性的测试。具体来说,可以采用如下的公式来进行厚度验算:

允许应力 = 材料强度 / 安全系数

其中,允许应力是指在设计寿命期内,路面材料所能承受的最大应力;材料强度可以通过实验室测试获得;安全系数是根据工程经验和可靠性要求确定的。

通过上述计算和验算,可以确保新的铺装层既能满足承载要求,又能适应温度变化、水分影响以及交通荷载的复合作用,从而保障路面的整体性能和延长其使用寿命。这一过程需要精确的数据支持和严谨的分析论证,

以确保设计的可靠性和经济性。

### (四) 特殊部位处理方案

在公路“白改黑”项目中,特殊部位处理方案是确保整个路面结构性能和使用寿命的关键。这些特殊部位通常包括路缘石接缝、横向缩缝、纵向施工缝等。针对这些区域的设计和计算需要特别细致,以确保新路面在这些易损区域的稳定性和耐久性。对于路缘石接缝处,应设计深槽式接缝或使用弹性填缝材料以适应热胀冷缩,避免产生裂缝和水损害<sup>[4]</sup>。接缝的设计深度和宽度应根据实际经验和计算确定,以确保良好的承载能力和排水效果。横向缩缝是控制沥青路面收缩裂缝的重要部位。设计时需根据当地气候条件和材料特性,合理设置缩缝间距,并采用适当的缩缝形式,如假缝或真缝。必要时,可在这些区域增设加强层以提高其抗裂性能。对于纵向施工缝,需要保证新旧铺装的紧密结合,防止出现错台和裂缝。这可能涉及到精确的高程控制和摊铺工艺的调整,确保接缝平整密实。

### 结语

总体而言,公路路面“白改黑”设计是一个系统工程,良好的“白改黑”设计能够确保道路在长期使用中的结构完整性和服务车辆有良好体验,同时减少维护成本和提高车辆行驶的安全性与舒适度。未来,随着社会发展越来越快,公路路面“白改黑”设计将继续改善发展,以适应更高标准的交通需求。

### 参考文献

- [1] 卢晟.公路路面白改黑常见问题及应对措施分析[J].江西建材,2023,(04):205-206+211.
- [2] 杨超.普通公路路面白改黑施工常见问题分析与处理[J].建筑技术开发,2020,47(02):130-132.
- [3] 王惠.公路路面白改黑施工常见问题及处理措施[J].低碳世界,2017,(20):227-228.
- [4] 夏兴华,熊海军.公路路面“白改黑”工程施工要点和质量分析[J].交通世界,2017,(15):42-43+63.