

台阶小,对围岩稳定性扰动小,施工安全。见下图(和图6)。



图 6 正洞掌子面光爆效果图

5.2 保证初支和衬砌施工质量

圆滑、平顺的开挖断面,更好地保证初期支护质量。且易于布设土工布和防水板,在二次衬砌时,能有效地阻止防水板被凸凹不平的岩石顶破及产生背后空洞,保证了隧道工程的衬砌质量,光面爆破管控以来,相比较未实施光爆,拱墙平均线性超挖值控制在 10cm 以内^[11]见下图(图7)。



图 7 铺挂防水板

5.3 取得的经济性及社会效益

通过对爆破进行试验段参数调试、全断面工法优化以及一系列的超欠挖控制措施,推广至全隧能够实现减少 30 万方超挖量,意味着减少 30 万方弃渣,从而保护了环境,也意味着减少了 30 万方的喷射混凝土回填量,节省了 11200 万元建设直接成本。试验段奖惩制度中,超欠挖控制较好时,每循环奖励了 300 元,每循环能够带来 4000 元的

效益。

成昆铁路小相岭隧道开展一些列控制超欠挖的措施,节约了大量的建设资金,带来的社会效益也是显著的,在建设过程中,成昆铁路有限责任公司多次组织全线施工单位到小相岭隧道进行超欠挖观摩学习,掀起了全线控制超欠挖的活动,也间接加快了全线施工进度,提升了隧道施工质量。

6 结语

本文以成昆铁路小相岭隧道Ⅲ级、Ⅳ级岩质段围岩为研究对象,采用全断面法光面爆破,并对超欠挖措施进行了探讨,得到以下结论:

(1) 对小相岭隧道Ⅲ级、Ⅳ级岩质段围岩采用全断面光爆是可行的。

(2) 通过对小相岭隧道Ⅲ级、Ⅳ级岩质段围岩进行光面爆破,总结出一套提升隧道开挖质量的爆破质量管控指标标准、班组考核管理制度和光面爆破技术控制标准。

(3) 通过一系列的控制措施,隧道初支和衬砌质量明显得到提高,混凝土超耗都大大的降低,施工进度得到明显提升,经济效益和社会效益显著。

参考文献

- [1] 房玉中,汪祥平,褚怀保,张志和,李治国.水平缓倾岩层高地应力隧道光面爆破施工控制技术[J].公路交通技术,2019(1):97-104.
- [2] 李林,廖凯,吴剑.隧道爆破钻孔精度检测系统研究[C]//爆破工程技术交流论文集.北京:中国铁道出版社,2018:97-105.
- [3] 李桢祥,杨年华.隧道爆破施工技术经验漫谈[C]//爆破工程技术交流论文集.北京:中国铁道出版社,2018:106-113.
- [4] 巩中江,柴敬尧,杨长庚.铁路隧道光面爆破施工技术与管理实例[J].隧道建设(中英文),2017,37(12):1593-1599.
- [5] 李治国.云台山隧道水平岩层光面爆破参数的优化[J].隧道建设,1993(3):53-59.
- [6] 陈志敏,欧尔峰,马丽娜.隧道及地下工程[M].北京:清华大学出版社,2014.
- [7] 刘萍.小断面隧道光面爆破技术探索[J].价值工程,2015,34(9):198.
- [8] 武西成.隧道光面爆破开挖施工技术[J].山东交通科技,2014(1):64.
- [9] 刘向荣.浅谈宝塔山隧道光面爆破施工作业原理[J].山西交通科技,2011(5):38.
- [10] 贾明伦.单线浅埋隧道控制爆破参数的优化[J].铁道建筑技术,2017(3):105.
- [11] 吴广明.高地应力软岩大变形隧道施工技术[J].现代隧道技术,2012(4):94-98.

Field analysis of durability influence factors after rutting treatment on asphalt pavement

Yifeng Jiang

Chengde Highway Maintenance Development Center, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract

The durability of asphalt pavement after rutting treatment is influenced by multiple factors. This study focuses on the effects of treatment material properties, traffic load characteristics, and construction techniques on durability. The high-temperature stability, low-temperature stability, water stability, porosity, and strength of treatment materials significantly impact durability. Traffic load intensity, frequency, distribution, and type play critical roles in pavement fatigue performance, damage accumulation, and failure modes. Construction techniques—including compaction methods, smoothness control, construction temperature, equipment, and quality control—significantly influence durability. By optimizing materials, rationally designing load distribution, and implementing strict construction controls, the durability of asphalt pavements after rutting treatment can be effectively improved.

Keywords

asphalt pavement; rut treatment; durability; material properties; construction technology

沥青路面车辙处治后使用耐久性影响因素现场分析

姜屹峰

承德市公路养护事业发展中心, 中国·河北承德 067000

摘要

沥青路面车辙处治后的耐久性受多种因素影响。研究聚焦于处治材料性能、交通荷载特性及施工工艺对耐久性的作用。处治材料的高温稳定性、低温稳定性、水稳定性、孔隙率及强度均显著影响耐久性。交通荷载的强度、频次、分布及类型对路面疲劳性能、损伤累积及破坏模式产生关键作用。施工工艺中, 压实工艺、平整度控制、施工温度、施工设备及质量控制对耐久性影响显著。通过优化材料、合理设计荷载分布及严格施工控制, 可有效提升车辙处治后沥青路面的耐久性。

关键词

沥青路面; 车辙处治; 耐久性; 材料性能; 施工工艺

1 引言

沥青路面车辙问题严重影响道路使用寿命与行车安全。随着交通量增长及重载车辆增多, 车辙处治后的耐久性成为亟待解决的关键问题。车辙处治后的耐久性受多种因素综合影响, 包括处治材料性能、交通荷载特性及施工工艺等。深入研究这些因素的作用机制, 对于提高车辙处治效果、延长道路使用寿命具有重要意义。通过优化处治材料、合理设计交通荷载分布及严格施工工艺控制, 可有效提升车辙处治后沥青路面的耐久性, 为道路养护管理提供科学依据。

2 处治材料性能对耐久性的影响

2.1 材料高温稳定性与耐久性

高温稳定性是处治材料的关键性能之一, 直接影响车

辙处治后的耐久性。在高温环境下, 沥青材料的黏度降低, 容易导致车辙的形成和加剧。研究表明, 采用低标号沥青铺筑的路面抗车辙性能优于其他种类沥青材料。这是因为低标号沥青具有更高的黏度和更好的高温稳定性, 能够在高温条件下保持路面的结构完整性, 从而延长处治后的使用寿命。为了进一步提升沥青混合料的高温稳定性, 可以通过添加改性剂来改善其性能。例如, 复合高模量剂的掺入能够显著提高沥青的软化点和 60℃黏度, 同时降低其针入度和延度, 从而提升混合料的抗车辙性能。此外, 橡胶改性沥青通过提高沥青的弹性和塑性, 增强了其在高温下的抗车辙能力。纳米材料改性沥青也表现出良好的高温稳定性和抗压性能, 适用于高温环境下的道路建设。

2.2 材料低温稳定性与耐久性

低温稳定性对于沥青路面的耐久性至关重要, 尤其是在寒冷地区。在低温环境下, 沥青材料的脆性显著增加, 容易产生裂缝, 进而影响路面的耐久性。为了改善沥青材料的低温性能, 添加改性剂是一种有效的方法。研究表明, 聚合

【作者简介】姜屹峰(1982-), 男, 满族, 中国河北承德人, 本科, 工程师, 从事公路工程与养护研究。

物改性沥青可以通过改变聚合物本身的结构特性或聚合物与沥青之间的相互作用,提高沥青材料的软化点,降低其脆化温度,从而增强路面的耐久性能。此外,硫化共混改性也能显著提高低温下改性沥青的粘弹性能,改善其低温性能。

2.3 材料水稳定性与耐久性

水稳定性是影响车辙处治后耐久性的另一个重要因素。水的渗透会导致沥青与集料之间的黏附性降低,进而引发剥落和松散等病害。研究表明,沥青用量和集料的表面特性对水稳定性有显著影响。适当的沥青用量和良好的集料表面处理可以有效提高材料的水稳定性,从而延长处治后的使用寿命。为了进一步提升沥青混合料的水稳定性,可以通过添加抗剥落剂等外加剂来改善。合理的配合比设计能够确保沥青与集料之间有良好的黏附性,减少水分的侵入。同时,控制沥青混合料的空隙率也至关重要。较小的空隙率可以减少水分进入路面内部的通道,从而提高水稳定性。

2.4 材料孔隙率与耐久性

孔隙率是影响沥青路面耐久性的重要因素之一。适当的孔隙率能够保证路面的排水性能,减少水的积聚和渗透。然而,过高的孔隙率会导致材料的强度降低,进而影响耐久性。研究表明,孔隙率在4%左右时,沥青混合料的抗车辙性能最佳。当孔隙率过高时,混合料的密实性和强度会显著下降,导致路面更容易出现裂缝和松散等病害。此外,孔隙率的不均匀分布也会加剧路面的水损害,降低其耐久性。为了确保沥青路面的耐久性,施工过程中应严格控制孔隙率。通过优化沥青混合料的配合比设计,可以有效调节孔隙率。例如,合理选择矿料的级配和沥青用量,能够使孔隙率保持在合理范围内。

2.5 材料强度与耐久性

材料的强度是决定车辙处治后耐久性的基础。高强度的沥青混合料能够更好地承受交通荷载,减少车辙的形成。研究表明,通过优化材料的配合比和施工工艺,可以显著提高沥青混合料的强度。此外,沥青混合料的强度还与其组成材料的性质密切相关,沥青的化学组成在大气因素作用下会产生转化,油分减少,沥青质增加,使沥青的塑性逐渐减小,脆性增加,进而影响路面的使用品质。在实际应用中,通过添加改性剂如橡胶颗粒、玻璃纤维、聚酯纤维等,可以进一步提升沥青混合料的强度和耐久性。玻璃纤维和聚酯纤维则通过吸附作用、加筋和桥接作用,改善沥青混合料的高温稳定性和抗疲劳性能。这些改性措施不仅提高了混合料的强度,还增强了其在不同环境条件下的耐久性。

3 交通荷载特性对耐久性的作用

3.1 交通负荷强度与路面疲劳性能的关系

交通负荷强度对沥青路面的疲劳性能具有显著影响。随着交通负荷的增加,路面结构承受的应力水平显著上升,导致材料的弹性模量降低,进而加速疲劳损伤的积累。在高

负荷条件下,沥青混合料内部的微观裂纹更容易扩展,最终形成宏观裂缝,影响路面的整体耐久性。研究表明,负荷强度较大的区域,尤其是重载车辆频繁通行的路段,路面的疲劳寿命显著缩短。

3.2 不同负荷强度下的应力与变形分析

在不同负荷强度作用下,沥青路面的内部应力分布和表面变形表现出显著差异。高负荷强度会导致路面承载层应力急剧上升,材料在疲劳周期中出现不同程度的塑性变形。低强度负荷虽然应力较小,但长期作用也会逐步影响路面的整体稳定性。特别是在车辆重载频繁的区域,沥青材料会经历更多的应力集中,导致变形加剧,长期积累可能会引起路面表层裂缝和沉降等问题。

3.3 负荷频次对路面损伤的累积效应

负荷频次对沥青路面损伤的累积效应是影响路面耐久性的关键因素之一。随着负荷频次的增加,沥青路面材料在反复荷载作用下逐渐积累损伤,微观裂纹不断累积并逐渐扩展成宏观裂缝。这种损伤累积过程是非线性的,即随着负荷频次的增加,损伤增长速率会逐渐加快。

在不同交通负荷强度下,沥青路面的疲劳损伤特性表现出显著差异。研究表明,高负荷频次下,沥青混合料的疲劳损伤累积速率更快,且损伤累积具有明显的非线性特征。这意味着在高负荷频次区域,如城市快速路或高速公路的重载车道,路面的耐久性会受到更大的挑战。

此外,负荷频次对路面损伤的累积效应还与荷载的幅值有关。在恒幅加载条件下,沥青混合料的疲劳损伤累积虽然呈现非线性演化,但整体上仍可近似遵循线性损伤累积准则。

3.4 交通荷载分布与路面结构响应

交通荷载的分布特性对路面结构的响应有显著影响。研究表明,分车道荷载差异会导致路面结构的应力分布不均匀,进而影响路面的耐久性。例如,在多车道公路上,不同车道的荷载分布不同,导致各车道的路面结构响应存在显著差异。这种差异不仅影响路面的使用寿命,还可能导致局部区域的提前破坏。在实际道路工程中,这种不均匀的荷载分布对路面结构的影响尤为明显。研究表明,当荷载集中在某一车道时,该车道的路面结构应力集中现象更为显著,容易引发疲劳裂纹和车辙等病害。为了应对这种不均匀的荷载分布,道路设计和施工中需要采取相应的措施。

3.5 交通荷载类型与路面破坏模式

交通荷载类型对路面破坏模式有重要影响。不同类型的车辆(如重型卡车、客车等)对路面的破坏模式不同。重载车辆频繁通行的路段,车辙和裂缝问题更为突出。此外,交通荷载的类型还会影响路面的应力分布和破坏模式。例如,连续配筋混凝土路面(CRCP)在重载交通条件下,荷载应力主要集中在车轮作用区域附近,且随着车轮荷载的增加而显著增大。这种应力集中现象是重载交通条件下路面结构面