

# Research on the Application of Modified Asphalt in Highway Construction and the Improvement of Pavement Durability

Jian Zhang

Lanxi Transportation Construction Investment Group Co., Ltd., Jinhua 321100, Zhejiang, China

**Abstract:** This study focuses on the application of modified asphalt in highway construction and the improvement of pavement durability. Analyzing its material properties, construction techniques, and actual effects, it is shown that modified asphalt can significantly enhance the fatigue resistance, rutting resistance, and crack resistance of road surfaces, and perform well in complex climates and heavy traffic. Practical cases demonstrate its successful application in different road sections, providing technical support and practical basis for highway construction. Finally, looking forward to the development trend of highway pavement material technology, the prospects of intelligent materials and environmental protection technology are mentioned.

**Keywords:** Modified asphalt; Highway construction; Pavement durability; Rutting resistance; Material technology

## 公路施工中改性沥青的应用与路面耐久性提升研究

张健

兰溪市交通建设投资集团有限公司, 中国·浙江金华 321100

**摘要:** 本研究聚焦改性沥青在公路施工中的应用及对路面耐久性的提升。分析其材料特性、施工工艺与实际效果, 表明改性沥青可显著增强路面抗疲劳性、抗车辙能力与抗裂性能, 在复杂气候和重载交通下表现出色。实际案例展示其在不同路段的成功应用, 为公路建设提供技术支持与实践依据。最后展望公路路面材料技术发展趋势, 提及智能材料与环保技术前景。

**关键词:** 改性沥青; 公路施工; 路面耐久性; 抗车辙性; 材料技术

### 1 引言

交通量增长与气候变化致公路路面耐久性问题凸显, 影响道路寿命与行车安全。传统沥青老化快、耐久性不足, 难以满足现代建设需求。改性沥青以优越性能成为提升路面耐久性重要选择<sup>[1]</sup>。本文系统分析其在公路施工中的应用效果及对路面耐久性的提升作用, 为未来公路建设提供科学依据与实践参考。

### 2 改性沥青在公路施工中的应用现状

近年来, 改性沥青在公路施工中的应用呈现逐渐增多的态势, 其优异的材料特性已然得到广泛认可。相较于传统沥青, 改性沥青经由添加聚合物、橡胶粉、纤维等改性材料, 进而具备了更为卓越的抗高温变形能力、低温抗裂性以及更为长久的使用寿命。此等性能的显著提升, 使得改性沥青在直面复杂气候条件、重载交通以及频繁维修等情形时, 展现出了极为突出的技术优势。在公路施工领域, 改性沥青主要被应用于高速公路、城市主干道以及重要交通枢纽的路面铺设。此类路段通常承受着高频率的重载交通, 普通沥

青材料在历经长期使用后, 极易出现车辙、龟裂等早期损坏现象, 而改性沥青凭借提高材料的粘弹性和抗疲劳性能, 能够切实有效地延缓路面病害的发生, 减少路面结构的疲劳破坏, 进而得以延长路面的服务周期<sup>[2]</sup>。改性沥青所具有的耐高温特性, 使其在夏季高温环境之下不易发生软化和流变, 成功避免了路面变形, 由此提升了整体路面的平整度以及行驶舒适度。

在中国的公路建设领域, 改性沥青主要存有两种应用模式: 其一为全路面结构的改性沥青铺设, 其二则是局部修补和加铺层采用改性沥青材料。在全路面结构中应用改性沥青, 能够显著提升新建道路的整体质量, 尤其是在应对重载交通之际, 展现出极大的稳定性与耐久性。而在局部修补或加铺层的施工过程中, 改性沥青能够增强材料与原有路面的结合力, 改善局部区域的抗老化性能, 防止裂缝的扩展以及二次病害的产生, 进而延长原有路面的使用寿命<sup>[3]</sup>。尽管改性沥青的应用效果颇为显著, 然而其成本相对较高, 同时对施工工艺以及设备的要求亦更为严格, 在推广应

用的过程当中，必须综合考量经济效益与技术优势，科学地评估其在具体工程中的适用性。

针对不同地区的气候条件以及交通负荷，需精心选择合适的改性剂与配合比，以此确保改性沥青的性能能够于实际应用之中得到充分发挥，伴随技术的持续进步，改性沥青的种类以及应用技术亦在不断创新与完善。未来，随着材料科学的发展以及施工技术的进步，改性沥青必将在公路建设中发挥更为重要的作用，为提高我国公路路面的耐久性以及服务水平提供有力支撑。

### 3 影响路面耐久性的主要问题与挑战

在公路施工当中，路面耐久性受到诸多因素的影响，而其中材料性能、施工工艺、气候条件以及交通负荷乃是最为关键的几个方面<sup>[4]</sup>。每一个因素皆有可能单独抑或共同发挥作用，进而导致路面呈现出不同程度的损坏，最终影响道路的整体使用寿命。材料性能堪称决定路面耐久性的基础所在，传统沥青材料在长期使用过程中极易老化，尤其在高温或者低温环境之下，材料的物理性质会发生显著变化。处于高温之际，沥青会软化，进而引发车辙和流变问题；处于低温之时，材料则会变脆，易于出现裂缝，此类性能缺陷使得路面在直面极端气候条件之时更容易遭受损坏。沥青与集料之间的粘结力有所不足，亦会致使路面剥落，产生坑洞，进一步降低道路的使用寿命。

施工工艺对路面的长期性能亦有着直接影响，倘若施工过程中的温度控制失当，在铺设进程中未能确保足够的压实度，抑或施工时的环境湿度过高，皆会对路面的质量产生不利影响。温度过高或者过低皆会影响沥青与集料的粘结效果，压实度不足则会致使路面结构的孔隙率过高，一旦进水极易形成水损害现象。在施工过程中，倘若沥青混合料的配比不合理，也会导致路面的力学性能下降，进而缩短使用寿命。气候条件，尤其是温度和降水量，对路面耐久性影响显著，在温度变化剧烈的地区，路面材料会因热胀冷缩频繁发生物理变化，从而导致疲劳裂缝的产生，而在降水量较大的地区，倘若路面的排水设计不完善，水分渗入沥青层内部，极易引发水损害，致使沥青剥落、松散等问题。水的渗透不但削弱了沥青与集料之间的粘结力，还会影响路基的承载能力，使得路面结构整体失稳。

交通负荷，尤其是重载交通的作用之下，路面所承受的应力增加，疲劳损伤加剧，车辆频繁，特别是重载车辆，极易造成路面的压密变形以及剪切破坏，过度的交通负荷会致使路面在较短时间内出现车辙、裂缝等问题。重载交通不但对路面造成直接损害，还

会加速路面材料的老化以及性能衰退<sup>[5]</sup>。影响路面耐久性的主要问题源自材料、施工、气候和交通等多方面的综合作用，如何有效应对这些问题，提升路面的整体性能以及使用寿命，已然成为当前公路建设中亟待解决的重要课题，唯有系统的分析以及技术手段的优化，方能真正实现路面耐久性的提升，确保道路的长期安全运行。

### 4 提升公路路面耐久性的技术策略探讨

提升公路路面耐久性乃是公路工程中的重要目标之一，采用一系列技术策略能够显著增强路面的使用寿命，减少维护成本，并提高整体交通安全性，材料选择堪称提升路面耐久性的关键因素之一。改性沥青的应用已然被证明可以有效提高路面的抗疲劳性能以及抗老化能力，在沥青中添加聚合物、橡胶粉或者纤维等改性材料，能够改善其高温稳定性与低温抗裂性，从而在复杂气候条件下保持良好的物理性能。合理选择集料亦是至关重要。高质量的集料应当具有良好的耐磨性、抗压性以及与沥青的高粘附性，以此确保路面的整体稳定性与耐久性。

施工工艺的优化同样是提升路面耐久性的重要策略，在施工过程当中，温度控制、压实度管理以及材料的均匀性直接影响着路面的最终质量，优化施工工艺能够采用先进的摊铺和压实设备，确保沥青混合料在最佳温度范围内进行施工，并达到设计要求的压实度。在施工过程之中需要严格控制施工环境的湿度，防止水分进入沥青层，避免引发水损害问题，精确的温度监控与科学的压实工艺相结合，能够显著提升路面的结构稳定性以及抗疲劳能力。排水系统设计乃是提高路面耐久性的重要技术措施。路面的排水性能直接影响其抗水损害能力，设计合理的横坡、纵坡以及排水沟槽，可以有效减少雨水在路面上的滞留时间，避免水分渗入路面结构内部，应用透水性材料亦是提升路面排水能力的有效手段之一，这不仅有助于减少水损害，还能提高行驶安全性，尤其是在降雨较多的地区。

重载交通的管理对路面耐久性具有重要影响，为了减少重载交通对路面造成的疲劳损害，可以采用优化交通组织、设置限重措施等方法，在设计路面结构之时，应依据实际交通流量以及车辆荷载，采用符合要求的厚度设计与结构组合，以增强路面对重载车辆的承载能力。合理分流重载交通，减少高频次重载车辆集中通行对某一特定路段所形成的压力，也有助于延长路面的使用寿命，质量检测与维护措施乃是确保路面长期性能的重要保障。定期进行质量检测，能够及时发现并修复路面早期病害，避免小问题发展成为

大规模损坏,采用预防性养护措施,如裂缝灌缝、表面处理等,可以延缓路面老化过程,减少养护成本,提高公路的服务水平。

## 5 改性沥青应用效果的实际案例分析

改性沥青在我国公路工程中的应用逐渐增多,对多个实际工程案例进行分析,能够更为清晰地展示出其在提升路面耐久性和整体性能方面所具有的显著效果。在一条高交通负荷的高速公路项目当中,该项目采用了 SBS 改性沥青进行路面铺设,此项目所处之地为多雨且温度变化较大的地区,故而对路面的耐久性要求极为严格。在施工完成之后,经过多年重载交通的检验,该路段的路面表现出极为优异的抗车辙能力以及抗裂性能。即使在高温季节,该路段也并未出现明显的车辙现象,而在冬季低温环境之下,路面裂缝的数量和规模也远低于采用普通沥青铺设的相邻路段,这充分表明,改性沥青的高温稳定性和低温抗裂性在实际应用之中得到了充分验证,为该地区的公路施工提供了可靠的技术支持。

在另一条城市主干道改扩建工程之中,施工方选择了高模量改性沥青作为路面材料,这条道路乃是城市交通的主要枢纽,车流量大且行车速度较快,因此对路面的平整度和耐磨性要求极高。在施工完成后的使用过程当中,路面始终保持着良好的平整度,行车舒适度显著提升,经过多次的检测和评估,该路段在车辆频繁通行的情况下,路面磨损极小,表面未出现明显的损坏迹象,且整体路面结构的稳定性得到了有效保障。改性沥青的高模量特性在该项目中展现出了其在提高路面耐磨性和抗变形能力方面的优势,为城市道路的长效使用提供了坚实的基础。

在山区公路施工中,改性沥青同样展现出了其优越性。由于山区地形复杂,气候多变,尤其是雨水冲刷和冻融循环对路面造成的损害极为严重,某山区道路采用了橡胶改性沥青,其目的在于提高路面的抗疲劳性能和耐久性能。实际使用结果表明,经过多个雨季和冻融循环的考验,该路段路面依然保持着良好的结构完整性,未出现大面积的龟裂和剥落现象,橡胶改性沥青增强材料的柔韧性和粘附性,有效抵御了严苛环境条件的影响,为山区公路的安全通行提供了可靠保障。这些实际工程案例的成功经验,充分展示了改性沥青在不同类型公路施工中的广泛适用性和显著效果,选择合适的改性沥青类型并进行合理应用,能够有效提升公路路面的耐久性、稳定性以及整体性能,降低长期维护成本,延长道路的使用寿命。改性沥青已逐渐成为公路施工中提高路面质量的重要材料,其在未来公路工程中的应用前景十分广阔。

## 6 公路路面材料技术的发展

公路路面材料技术的发展历程,充分反映了交通基础设施建设不断进步的过程,伴随交通量的增加以及车辆荷载的增大,传统沥青材料的局限性逐渐显现,进而促使新型路面材料的研发与应用成为行业关注的重点。在这一背景之下,改性沥青、环保沥青、高性能水泥混凝土等新材料的出现与推广,标志着公路路面材料技术迈入了一个新的发展阶段,改性沥青材料的广泛应用,乃是公路路面材料技术进步的重要体现之一,在沥青中添加聚合物、橡胶粉、纤维等改性剂,使其具备了优异的抗老化、抗车辙、抗疲劳等性能。

这类材料特别适用于高温地区和重载交通路段,有效延长了路面的使用寿命,降低了维护频率,随着环保意识的提升,低温改性沥青、再生沥青等环保型沥青材料逐渐得到应用。这些材料不仅能够减少生产过程中的能源消耗和污染物排放,还可以循环利用废旧沥青,减少对环境的负面影响,符合可持续发展的要求。高性能水泥混凝土材料也是公路路面材料技术发展的重要方向,相比传统沥青路面,水泥混凝土路面具有更长的使用寿命和更高的承载能力,特别适合于重载交通和高频次使用的道路。近年来,掺合料技术、超高性能混凝土(UHPC)等新型水泥材料的研发,使得水泥混凝土路面的抗裂性、抗渗性、耐久性等关键性能得到显著提升。这些新材料的应用,不仅提高了路面结构的整体性能,还显著延长了道路的服务周期,降低了长期养护成本。

## 7 结语

改性沥青于公路施工中彰显出突出技术优势,乃提升路面耐久性之有效举措。经实际案例剖析及对未来技术发展展望,证实其在增强路面抗疲劳性、抗车辙性与延长使用寿命方面极具潜力。伴随材料科学与施工技术持续进步,改性沥青必将在未来公路工程里发挥关键作用,推动公路基础设施可持续发展与技术革新,为构筑更耐久、安全交通网络夯实基础。

## 参考文献

- [1] 陈凯. 改性沥青在公路工程中的应用研究[J]. 公路工程, 2022, 45(3): 120-125.
- [2] 李志强. 道路工程中改性沥青材料的性能与应用探讨[J]. 交通科技, 2021, 39(7): 78-83.
- [3] 张琳. 改性沥青技术在提高公路路面耐久性中的作用研究[J]. 中国公路学报, 2023, 30(5): 58-63.
- [4] 宋洁. 公路施工中改性沥青应用的优势与挑战分析[J]. 道路与桥梁, 2020, 38(4): 102-108.
- [5] 刘明伟. 改性沥青路面的长效维护与养护技术研究[J]. 公路与交通, 2022, 41(2): 90-95.