

公路工程施工技术中沥青混合料性能优化研究

刘婷婷

信阳金路交通工程有限公司 河南 信阳 464000

摘要:公路工程施工中,沥青混合料性能的优化对于提升路面质量、延长使用寿命具有重要意义。通过科学合理的原材料选择、配合比设计、施工工艺控制等手段,可以有效提升沥青混合料的耐久性、抗车辙性、水稳定性等关键性能。智能化与信息化技术的应用也为沥青混合料性能优化提供了新的途径。针对不同地区的气候条件,采取适应性增强措施也是确保沥青混合料性能稳定的关键。

关键词:公路工程;施工技术;沥青混合料;性能优化研究

引言

公路工程建设中,沥青混合料作为路面核心材料,其性能对公路寿命与行车安全至关重要。随着交通流量和车辆荷载的持续增加,沥青混合料的性能面临更高要求。性能优化研究成为提升公路工程质量、降低养护成本的关键。通过深入研究沥青混合料的性能优化,不仅能满足现代交通需求,还能推动公路建设向更环保、更经济的方向发展,实现公路建设的可持续发展目标。

1 公路工程施工技术中沥青混合料性能优化的重要性

在公路工程施工技术中,沥青混合料的性能优化占据着举足轻重的地位,这关系到公路的工程质量,更与行车安全、经济效益以及环境保护等方面密切相关^[1]。沥青混合料的性能优化,首先意味着公路耐久性和稳定性的提升。优质的沥青混合料能够有效抵抗车辆荷载、自然环境等因素的侵蚀,减少路面病害的发生,如裂缝、坑洼等,从而延长公路的使用寿命。这不仅降低了公路的维护成本,也减少了因路面损坏导致的交通中断,保障了公路的畅通无阻。其次,性能优化的沥青混合料对于行车安全至关重要。良好的路面抗滑性和抗水损害能力,能够显著提升车辆在雨天或湿滑路面的行驶稳定性,减少交通事故的发生。优化后的沥青混合料还能降低行车噪音,提升驾驶的舒适度和安全性。沥青混合料的性能优化也是推动公路工程施工技术创新的重要动力。随着新材料、新工艺的不断涌现,传统的沥青混合料施工技术也在不断更新迭代。性能优化的过程,实际上也是技术革新的过程,它促使施工人员在实践中不断探索和创新,提升施工效率和质量水平。从经济效益的角度来看,性能优化的沥青混合料能够减少原材料的浪费和能源的消耗,降低施工成本。优质的路面材料还能减少后期的养护和维修费用,为公路工程带来长期的经济效益。

2 沥青混合料性能要求及影响因素

2.1 性能要求

沥青混合料作为公路路面的主要材料,其性能直接关系到公路的使用品质和使用寿命。因此,沥青混合料需满足一系列严格的性能要求。(1)高温稳定性是沥青混合料的关键性能之一。在高温环境下,沥青混合料必须能够抵抗变形,避免车辙、拥包等病害的发生。这要求沥青混合料具有足够的强度和刚度,以应对高温下的热膨胀和车轮荷载。良好的高温稳定性可以确保路面在高温季节保持平整,提高行车安全性和舒适性。(2)低温抗裂性对于沥青混合料同样至关重要。在低温条件下,沥青混合料必须具备良好的柔韧性和抗裂性能,以防止因温度收缩产生的裂缝。这要求沥青混合料在低温下仍能保持一定的弹性,以抵抗变形和开裂。特别是在寒冷地区,低温抗裂性更是确保路面使用寿命的关键因素。(3)水稳定性也是沥青混合料不可忽视的性能要求。沥青混合料必须能够抵抗水的侵蚀,防止沥青与集料之间的剥离。这要求沥青混合料具有优异的防水性能和黏附性能,以确保路面在雨天或潮湿环境下仍能保持其强度和稳定性。(4)耐久性作为沥青混合料的综合性能指标,要求其在长期的交通荷载和自然环境作用下保持性能稳定。这包括抗老化性能、抗疲劳性能等多个方面。只有具备优异的耐久性,沥青混合料才能在复杂多变的使用环境中保持其良好的使用性能,延长路面的使用寿命。

2.2 影响因素

沥青混合料的性能受到多种因素的共同影响,这些因素包括原材料特性、配合比设计以及施工工艺等。原材料的特性是基础且关键的影响因素。沥青的种类、标号及其性能指标,如粘结性、温度稳定性等,都会直接影响沥青混合料的整体性能,高性能沥青由于其优异的

粘结性和温度稳定性,能够显著提高混合料的强度和耐久性^[2]。集料的颗粒形状、级配、表面纹理和硬度等也对混合料的性能有重要影响。形状规则、表面粗糙的集料有助于增强沥青与集料之间的粘附力,从而提高混合料的抗剥落性和耐久性。配合比设计是沥青混合料性能的另一重要决定因素。沥青用量、集料级配等配合比参数的合理选择,能够使混合料在各种性能指标之间达到最佳平衡。过多的沥青用量可能导致混合料在高温下易变形,而过少的沥青则可能降低混合料的粘结力和耐久性。通过精确的配合比设计,可以确保沥青混合料在不同工程条件下都能满足使用要求。施工工艺对沥青混合料的性能同样具有重要影响。搅拌、运输、摊铺和碾压等环节的工艺参数控制直接关系到混合料的均匀性和压实度。搅拌时间不足可能导致沥青与集料混合不均匀,影响混合料的性能;而碾压温度和碾压遍数的选择则直接影响路面的压实度和强度。在施工过程中,必须严格控制各个环节的工艺参数,以确保沥青混合料的性能达到设计要求。

3 沥青混合料性能优化方法

3.1 原材料选择与优化

在沥青混合料的性能优化中,原材料的选择与处理起着至关重要的作用。通过科学合理的选材与预处理,可以显著提升沥青混合料的综合性能。(1) 沥青的选择需根据工程所在地的气候条件、交通量以及路面结构层的功能要求进行。在高温地区或重载交通路段,应选用粘度较高、软化点较高的沥青,以增强沥青混合料的高温稳定性,减少车辙等病害的发生。而在寒冷地区,则应选择低温性能好、延度大的沥青,以提高沥青混合料的低温抗裂性,防止因温度收缩产生的裂缝。改性沥青如SBS改性沥青、SBR改性沥青等,通过添加改性剂可显著改善沥青的性能,使其更适应复杂多变的工程环境,提升沥青混合料的整体性能。(2) 集料的选择同样关键。优质的集料应质地坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质,且颗粒形状和级配需符合设计要求。粗集料应具有良好的颗粒形状,接近立方体,避免针片状颗粒过多,以提高沥青混合料的内摩阻力和抗变形能力。细集料则应选用机制砂或优质天然砂,确保其与沥青有良好的粘附性,增强混合料的整体强度。(3) 对集料进行预处理也是提升沥青混合料性能的有效手段。如对酸性集料进行抗剥落处理,可采用添加抗剥落剂或对集料进行石灰处理等方法,以增强沥青与集料之间的粘附力,提高沥青混合料的水稳定性。这一处理过程对于防止因水侵蚀导致的沥青与集料剥离具有重要意义,有助于延长

路面的使用寿命。

3.2 配合比设计优化

在沥青混合料的性能优化过程中,配合比设计的改进与创新是提升混合料综合性能的关键环节。第一,传统的配合比设计方法,如马歇尔设计方法,虽在实践中积累了丰富的经验,但仍需不断改进和完善。在采用这类方法时,应严格遵循规范要求,确保试验操作的准确性和数据的可靠性。对试验结果进行深入分析,不应仅局限于马歇尔稳定度、流值等常规指标,而应结合实际工程需求,全面考虑高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性等关键性能指标。在确定最佳沥青用量时,可引入高温稳定性试验和水稳定性试验等辅助手段,对不同沥青用量下的混合料性能进行全面评估,以寻求更符合工程实际的最佳平衡点。第二,基于性能的配合比设计方法正逐渐成为行业发展的新趋势。该方法以沥青混合料的路用性能为核心设计目标,通过室内试验和模拟分析,构建性能与原材料组成、配合比之间的复杂关系模型^[3]。以Superpave设计方法为例,它采用旋转压实仪模拟现场压实条件,结合沥青混合料在不同温度和荷载条件下的性能要求,精确确定集料级配和沥青用量。这种方法能够更全面地考虑混合料在实际使用中的性能表现,提高配合比设计的合理性和科学性,为工程实践提供更加可靠的依据。

3.3 施工工艺控制优化

在沥青混合料的施工过程中,对搅拌、运输、摊铺及碾压等工艺环节进行精细控制,是提升混合料性能的关键。(1) 搅拌工艺的优化,要求严格控制搅拌时间和搅拌温度。搅拌时间需适中,以确保沥青与集料充分裹覆,同时避免沥青老化。搅拌温度则需根据沥青种类和标号进行合理设定,以维持混合料的适宜工作性。此外,定期对搅拌机进行维护和校准,也是确保搅拌质量的重要措施。(2) 在运输与摊铺环节,对沥青混合料运输车进行保温处理,以减少热量散失,维持混合料温度。运输车辆在卸料前,需对混合料进行充分搅拌,确保卸料均匀。摊铺过程中,需控制摊铺机的行驶速度和摊铺厚度,以保证摊铺的平整度。确保摊铺机的熨平板预热充分,温度均匀,以获得良好的摊铺效果。(3) 碾压工艺的优化,关键在于合理安排碾压设备和碾压遍数,并遵循“先轻后重、先慢后快、先静后振”的原则。初压阶段,采用轻型压路机或关闭振动装置的振动压路机,使混合料初步稳定;复压阶段,采用重型压路机或振动压路机,以提高路面的压实度;终压阶段,则采用轻型压路机或关闭振动装置的振动压路机,消除轮

迹,使路面表面平整。碾压温度对压实效果有重要影响,需根据沥青混合料的类型和气温条件,严格控制碾压温度,以确保压实质量。通过对搅拌、运输、摊铺及碾压等施工工艺环节的精细控制,可以显著提升沥青混合料的性能,为道路建设提供坚实的质量保障。

3.4 智能化与信息化技术的应用

智能化与信息化技术在公路工程领域的应用,为沥青混合料的性能优化开辟了全新的道路。这些先进技术的融入,极大地提升了施工效率,更实现了对混合料性能的精准监测与优化,为公路工程质量管控和长远发展奠定了坚实基础。(1)智能监控系统,通过传感器、摄像头等高科技设备,系统能够实时监测沥青混合料的搅拌、运输、摊铺及碾压等关键环节,确保每一步操作都符合规范。无论是搅拌过程中的温度控制,还是运输途中的温度追踪,亦或是摊铺和碾压的质量把关,智能监控系统都能提供精确的数据支持,助力施工人员及时调整施工方案,确保工程质量。(2)大数据分析技术则在海量数据中挖掘出混合料性能与施工参数之间的微妙联系。通过对历史数据的深入分析,我们可以找出影响路面耐久性的关键因素,为施工前的优化提供科学依据。实时数据的监控与预测,更是为施工过程中的决策提供了有力支持,使得施工方案更加科学、合理。(3)物联网技术的广泛应用,则让公路工程设备实现了互联互通。搅拌站、运输车辆、摊铺机和压路机等关键设备通过物联网技术紧密相连,数据实时传输共享,施工效率大幅提升。设备之间的协同作业更加紧密,整个施工流程更加顺畅高效。(4)人工智能与机器学习技术的崛起,更是为公路工程领域带来了革命性的变化。通过训练机器学习模型,我们可以实现对混合料性能的精准预测与优化。这不仅提高了施工方案的针对性,更使得施工效果更加理想,性能表现更加出色。

3.5 环境适应性增强措施

在沥青混合料的性能优化中,增强其环境适应性同样至关重要。不同地区的气候条件、地质特征以及交通

状况差异显著,因此沥青混合料必须具备良好的环境适应性,才能确保在各种复杂环境下的稳定性和耐久性。针对极端气候条件,如高温、低温或强降雨地区,应选用适应性更强的沥青类型和集料。在高温地区,可采用高粘度、高软化点的改性沥青,以增强混合料的高温稳定性;在寒冷地区,则可选择低温性能好、延度大的沥青,以提高混合料的低温抗裂性。对于地质条件复杂的地区,如软土地基、高填方路段或滑坡地带,需对沥青混合料进行特殊处理,以增强其地基适应性和抗变形能力^[4]。可通过添加抗剥落剂、纤维增强材料等,提高混合料的粘结力和整体强度。针对交通量大、重载车辆多的路段,应优化混合料的级配设计和沥青用量,以提高其抗车辙、抗疲劳等性能。加强路面的排水设计,减少水侵蚀对路面的影响,也是提升混合料环境适应性的重要手段。在实施这些增强措施时,还需充分考虑成本效益和环境影响。通过科学合理的选材、设计和施工,可以在保证工程质量的实现经济效益和环境效益的双赢。

结语

沥青混合料性能优化是公路施工的核心任务,通过多项措施可大幅提升其性能,延长公路寿命,增强行车安全。未来,技术进步将为沥青混合料性能优化带来更多可能,我们应持续探索更高效、更环保的优化方法。这不仅能进一步推动公路建设的发展,还能有效节约资源,促进公路建设的可持续发展。期待在全体公路建设者的共同努力下,为公路建设事业作出更大贡献。

参考文献

- [1]夏天.温拌沥青施工技术在高速公路路面工程中的应用[J].运输经理世界,2024(35):46-48.
- [2]程盛,黄毅.钢渣沥青混合料路用性能及施工工艺研究[J].公路工程,2023,48(3):104-108,131.
- [3]张侃,应震华.沥青混合料优化设计在工程中的应用研究[J].百科论坛电子杂志,2020(6):1648-1649.
- [4]王智博.高速公路施工中沥青摊铺施工技术要点分析[J].建材与装饰,2024,20(27):139-141.