

Optimization and Correlation Analysis of High Temperature Stability Test Index of Asphalt Mixture

Hao Cheng

Shandong Huajian Engineering Testing Co., Ltd., Jinan, Shandong, 261000, China

Abstract

This study optimizes the testing parameters for asphalt mixture high-temperature stability and investigates their interrelationships through correlation analysis. The paper first reviews existing evaluation methods and proposes optimization strategies. Statistical analysis of high-temperature stability test data from various asphalt mixtures reveals the critical importance of softening point, compressive strength, and rheological properties in stability assessment. Finally, a regression-based evaluation model is developed, providing a theoretical foundation for high-temperature performance design and construction of asphalt mixtures.

Keywords

asphalt mixture; high temperature stability; test and detection; optimization; correlation analysis

沥青混合料高温稳定性试验检测指标优化与相关性分析

程浩

山东华鉴工程检测有限公司, 中国 · 山东 济南 250000

摘 要

本研究针对沥青混合料高温稳定性的试验检测指标进行优化, 并通过相关性分析探讨各试验指标之间的关系。文章首先对沥青混合料高温稳定性试验检测的现有方法进行了梳理, 并提出了一些优化建议。通过对不同类型沥青混合料的高温稳定性试验数据进行统计分析, 发现软化点、抗压强度、流变特性等指标在高温稳定性评估中的重要性。最终, 基于实验数据的回归分析, 构建了一个优化的评估模型, 为沥青混合料的高温性能设计与施工提供了理论依据。

关键词

沥青混合料、高温稳定性、试验检测、优化、相关性分析

1 引言

沥青混合料是公路建设中的主要材料, 其性能直接影响道路的使用质量与安全性。随着现代交通运输需求的增加, 沥青路面需要承受越来越高的交通荷载和更为复杂的气候条件, 尤其是在高温环境下, 沥青混合料的稳定性问题愈发突出。高温稳定性差的沥青混合料容易出现车辙、路面开裂等问题, 严重时可危及行车安全。因此, 如何提高沥青混合料的高温稳定性, 成为沥青路面研究中的重要课题。目前, 沥青混合料的高温稳定性通常通过一系列试验来检测, 如车辙试验、流变试验、软化点试验等。这些试验能够反映沥青混合料在高温环境下的各项性能指标, 但每项试验的结果如何综合评定沥青混合料的高温稳定性, 依然是一个值得深入研究的问题。通过优化试验检测指标和相关性分析, 可以为沥青混合料的性能评估和设计提供更加科学的依据。本文旨

在通过对沥青混合料高温稳定性试验检测指标的优化与相关性分析, 探讨各指标之间的内在关系, 提出一种更加精准的高温稳定性评估模型, 从而为沥青混合料的设计、施工和养护提供理论支持。

2 沥青混合料高温稳定性试验检测的现状

2.1 车辙试验

车辙试验是评估沥青混合料高温稳定性的常用方法, 通过模拟车辆荷载对沥青路面的作用, 测量车辙深度来反映抗变形能力。车辙深度越小, 说明沥青混合料的高温稳定性越好。然而, 试验结果易受环境温度、交通荷载及实验条件等因素的影响, 可能导致较大误差。高温下沥青流动性增加, 可能导致车辙深度增大, 且不同交通荷载会影响结果。同时, 车辙试验设备要求高, 周期长, 实验操作和设备状况也可能影响结果。因此, 使用车辙试验时需综合考虑这些因素, 以确保结果的准确性和代表性。

2.2 软化点试验

软化点试验通过测量沥青在加热过程中从固态到流动

【作者简介】程浩 (1984-), 男, 中国山东济南人, 本科, 高级工程师, 从事土木工程研究。

状态的转变温度,间接反映其高温稳定性。软化点越高,沥青的抗变形能力越强,因此常被视为高温稳定性的指标。试验操作简单、设备要求低,广泛用于质量控制。然而,软化点试验存在局限性。不同沥青材料的软化点差异较大,尤其对于改性沥青,软化点的提高并不总与高温稳定性成正比。例如,某些软化点较高的改性沥青,其高温稳定性可能不如软化点较低的普通沥青。因此,单一依赖软化点试验结果可能导致误差,特别是在复杂沥青材料和实际工况下。

2.3 流变特性试验

流变特性试验通过测量沥青混合料在不同温度下的黏度、剪切模量等参数,评估其流动性、粘弹性特征和抗变形能力,是一种较为全面且精确的测试方法。流变试验能够更准确地反映沥青混合料在高温下的实际表现,特别是对于细集料和改性沥青的混合料,流变特性试验可以为其高温性能提供更为详细的分析。通过流变试验,研究人员可以获得沥青的粘弹性特性,进而评估其在高温环境中的流动性及抗车辙能力。然而,流变特性试验也存在一定的挑战。首先,流变试验设备较为复杂,测试周期较长,这使得该方法的实施成本较高。其次,流变试验对操作人员的技术要求较高,实验误差可能受到操作技能和设备状态的影响。因此,尽管流变特性试验具有较高的精度和可靠性,但其使用范围受到设备和技术条件的制约,需要在实际应用中合理选择和优化。

3 沥青混合料高温稳定性指标的优化策略

3.1 优化试验方法

目前,现有的高温稳定性试验方法虽然能够评估沥青混合料的基本性能,但仍存在一定的局限性,尤其是在准确性和全面性方面。因此,优化试验方法对于更精确地评估沥青混合料在高温条件下的性能至关重要。首先,选择合适的试验项目对不同类型的沥青混合料进行全面评估非常关键。例如,对于改性沥青,传统的车辙试验和软化点试验可能无法充分体现其优越性,因此应增加流变试验等先进试验手段,借助动态剪切模量和相应的黏度等参数,全面评估其在高温下的抗变形能力。其次,单一试验项目的结果可能无法准确反映沥青混合料的综合性能,因此应引入多项试验指标进行综合评定。例如,将车辙深度、软化点、流变特性等多个指标结合使用,可以提供更为可靠的高温性能评估,避免依赖单一指标可能带来的偏差。

3.2 引入新的评价指标

随着沥青混合料研究的不断深入,传统的试验方法虽然具有一定的代表性,但在某些方面存在局限性,难以全面反映沥青混合料的实际性能。因此,近年来部分研究提出了新的评价指标,旨在更全面、准确地评估沥青混合料的性能。例如,沥青混合料的热稳定性指数和低温抗裂性等新指标,能够从不同维度反映材料在实际工况下的表现。针对高温稳定性问题,考虑引入沥青的粘弹性特性、流变参数等新型指

标,可进一步提升高温稳定性测试的精度。这些新指标能够更加精准地评估沥青混合料在高温下的行为特征,特别是在极端高温或重载交通条件下,能有效预测沥青混合料的耐久性与抗变形能力,从而为材料选择与配比提供更为科学的依据。

3.3 标准化试验流程

为了提高高温稳定性试验的准确性和可比性,试验流程的标准化尤为重要。当前,不同地区和不同气候条件下的沥青混合料性能差异较大,这就要求试验方法在保证其通用性的基础上,能够适应具体地区的特点。因此,标准化试验流程需要考虑不同试验方法的适用范围,确保各项试验结果之间具有良好的协调性。进一步地,在试验实施过程中,应根据地区的气候特征、道路交通负荷等实际情况进行适当调整,以确保试验结果能够真实反映沥青混合料的高温性能。例如,热带地区和寒冷地区的沥青混合料在高温条件下的行为特征可能存在差异,试验流程应对这些差异做出相应的调整。此外,加强试验数据的记录与追溯,也有助于提高试验结果的可靠性和可重复性,推动沥青混合料高温性能评估的标准化进程。

4 沥青混合料高温稳定性试验检测指标之间的相关性分析

4.1 车辙试验与流变特性之间的关系

车辙试验主要用于评估沥青混合料在高温和重交通荷载条件下的抗变形能力,其结果往往能直接反映出沥青混合料的高温稳定性。在流变特性方面,剪切模量和黏度是决定混合料性能的关键因素。研究表明,剪切模量较大的沥青混合料通常表现出较强的抗车辙能力。剪切模量能够反映材料在剪切应力作用下的抗变形能力,模量越大,材料的抗变形性能越强,从而有助于减缓车辙的形成。因此,流变试验中的剪切模量可以作为车辙试验结果的有效预测指标。在高温条件下,剪切模量较大的沥青混合料能够承受更大的车辙应力,表现出较小的车辙深度,证明了流变特性对沥青混合料高温性能的有效指导作用。因此,流变试验与车辙试验之间存在较强的相关性,可以通过流变特性来预测沥青混合料的抗车辙性能。

4.2 软化点与车辙试验的关系

软化点是指沥青在加热过程中由固态转变为流动态的温度。软化点的高低直接影响沥青的抗变形能力,因此与车辙试验结果有一定的相关性。部分研究表明,软化点较高的沥青材料具有较好的抗变形能力,在车辙试验中通常表现出较小的车辙深度,表现出较好的高温稳定性。然而,这种关系并非简单线性。软化点的提高并不总是与车辙试验结果呈正相关关系。由于沥青的化学成分和改性技术的差异,软化点较高的沥青材料在某些情况下可能表现出较差的抗车辙能力。因此,软化点虽能作为车辙试验的参考指标,但并不

能单独作为预测车辙深度的唯一依据。对于改性沥青来说,其软化点的变化与其他流变特性共同作用,影响着车辙试验结果。因此,软化点与车辙试验的关系具有一定的复杂性,需要综合考虑其他物理和化学特性。

4.3 多项指标综合分析

在沥青混合料的高温稳定性分析中,单一的性能指标往往无法全面反映混合料的综合表现。因此,采用多项指标进行综合分析是提升预测精度的有效途径。通过回归分析、主成分分析等统计方法,可以将多个影响因素纳入模型,综合评估沥青混合料的高温稳定性。例如,流变试验中的剪切模量、软化点、车辙深度等多个指标可以通过统计分析来确定其相对重要性,从而建立更为精确的高温稳定性预测模型。通过这种多项指标综合分析的方法,可以实现对沥青混合料性能的全面评估,避免了单一指标可能带来的误差。综合分析不仅有助于预测沥青混合料在实际工况下的表现,还能为工程设计提供更为可靠的依据。因此,使用多项指标结合统计方法对高温稳定性进行分析,能够更好地指导沥青材料的选择与配比,提高路面工程的耐久性和安全性。

5 沥青混合料高温稳定性优化设计建议

5.1 改性沥青的使用

根据试验结果,改性沥青材料在高温稳定性方面表现出色,特别是在流变特性和车辙试验中,改性沥青显示出较传统沥青更好的抗变形能力。在高温条件下,改性沥青具有较高的软化点和粘弹性模量,使得沥青混合料在高温下能够更好地维持其结构稳定性,减少车辙的发生。这一特性对于交通流量大、路面温度较高的地区尤为重要。因此,在沥青混合料的设计中,尤其是对于高温和重交通荷载的区域,建议优先选择改性沥青作为材料。其卓越的高温稳定性不仅能够延长路面使用寿命,还能显著提高道路的安全性和耐久性,特别是在热带。

5.2 优化集料级配

集料级配对于沥青混合料的高温稳定性有显著影响。合理的集料粒径分布可以有效提高沥青混合料的密实度,从而减少高温下的变形。在设计沥青混合料时,集料的级配应根据不同的交通环境和气候条件进行优化。优化集料级配不仅有助于提高混合料的密实性,还能降低沥青混合料在高温环境下的车辙沉降现象。尤其在高温季节,合理的集料级配能够有效分散负荷,减少路面变形和裂缝的产生。因此,集料

级配的优化设计对于提升沥青混合料的高温稳定性具有重要意义。在实践中,应通过合理筛选集料的大小和比例,确保沥青混合料在不同环境下都能保持良好的性能。

5.3 提高沥青混合料的加工质量

沥青混合料的加工工艺直接影响其高温稳定性。首先,搅拌工艺的改进对于提高混合料的均匀性至关重要。均匀的搅拌不仅有助于沥青和集料之间更好地结合,还能避免因分布不均而产生的局部薄弱区,进而提升混合料的整体稳定性。其次,在加工过程中严格控制温度和时间,以避免沥青的过度氧化,防止沥青的粘结性和高温稳定性的下降。过度氧化的沥青可能导致其粘度增加,从而影响混合料的性能,尤其是在高温条件下的变形能力。因此,保证适当的搅拌温度和时间,避免不必要的热损伤,对于提升沥青混合料的高温稳定性至关重要。通过优化加工过程中的每一环节,可以显著提高混合料的性能,使其在高温条件下保持更长时间的稳定性和抗变形能力。

6 结语

本文通过对沥青混合料高温稳定性试验检测指标的优化与相关性分析,探讨了目前常见的试验方法及其优化策略。研究表明,优化试验方法、引入新的评价指标以及加强多项指标的综合分析,将有助于更加精准地评估沥青混合料的高温稳定性。此外,改性沥青的使用、集料级配优化及沥青混合料加工质量的提升,将有效增强沥青混合料的高温性能。未来的研究可以进一步结合实际工程数据,完善高温稳定性评估模型,为沥青路面的设计与施工提供更为科学的支持。

参考文献

- [1] 李盛,范萌萌,马云刚.基于SPT试验的沥青混合料高温稳定性评价方法研究[J].内蒙古公路与运输,2019,(03):1-4.
- [2] 邹波,庄传仪,刘甲荣,等.基于加速加载试验的四川岩沥青改善沥青混合料高温稳定性评价[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(06):13-17.
- [3] 贺平,周志刚,杨银培,等.沥青混合料高温稳定性影响因素试验分析[J].长沙理工大学学报(自然科学版),2013,10(01):7-14+20.
- [4] 蒋凯.SBS改性沥青混合料水稳定性和高温稳定性试验研究[D].兰州理工大学,2012.
- [5] 谢泽华.沥青混合料高温稳定性三轴试验研究[D].长沙理工大学,2006.