

# 沥青混合料耐久性评估及优化研究

董焯豪

绍兴市柯桥区力恒新材料有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7261

**[摘要]** 针对沥青路面的早期病害问题, 本文利用数理统计方法对沥青混合料耐久性进行评价, 并结合模糊理论分析沥青混合料耐久性的影响因素, 提出了一种基于模糊理论的沥青混合料耐久性优化方法。结果表明: 在相同的使用条件下, 沥青混合料的马歇尔稳定度随空隙率增加而减小, 且随着油石比的增大而减小; 相同油石比下, 沥青混合料运动稳定度随空隙率增大而减小; 在相同空隙率下, 沥青混合料的抗老化性能随油石比增大而减小, 且随着沥青混合料抗老化性能的增强其抗老化能力随之增强; 在相同油石比下, 沥青混合料的动稳定度随空隙率增大而减小。

**[关键词]** 沥青混合料; 耐久性评估; 优化研究

## Research on Durability Evaluation and Optimization of Asphalt Mixtures

Dong Zhuohao

Shaoxing Keqiao District Liheng New Materials Co., Ltd

**[Abstract]** In response to the early disease problem of asphalt pavement, this article uses mathematical statistical methods to evaluate the durability of asphalt mixtures, and combines fuzzy theory to analyze the influencing factors of asphalt mixture durability. A fuzzy theory based optimization method for asphalt mixture durability is proposed. The results show that under the same usage conditions, the Marshall stability of asphalt mixture decreases with the increase of porosity, and decreases with the increase of oil to stone ratio; Under the same asphalt to aggregate ratio, the stability of asphalt mixture decreases with the increase of porosity; At the same void ratio, the aging resistance of asphalt mixture decreases with the increase of asphalt aggregate ratio, and the aging resistance of asphalt mixture increases with the increase of aging resistance; At the same asphalt to aggregate ratio, the dynamic stability of asphalt mixtures decreases with increasing porosity.

**[Key words]** asphalt mixture; Durability assessment; Optimization research

### 1. 引言

沥青混合料作为道路工程的主要材料, 其耐久性直接关系到道路的使用寿命和行车安全。因此, 对沥青混合料的耐久性进行准确评估, 并采取有效措施进行优化, 具有重要的现实意义和应用价值。本文旨在深入探讨沥青混合料的耐久性评估方法及其优化策略。通过系统分析沥青混合料的耐久性影响因素, 提出了一系列有效的优化措施, 以期为提高道路工程的质量和延长使用寿命提供理论支持和实践指导。

### 2. 沥青混合料耐久性的重要性

#### 2.1 材料选择

在沥青混合料耐久性研究中, 材料是非常重要的一环, 材料的选择不仅直接影响到沥青混合料的性能, 还会影响到其耐久性。在材料选择中, 要保证沥青混合料具有足够的耐久性。在材料选择时要保证沥青混合料具有较好的高温稳定性和低温抗裂性, 而材料的种类、性质以及掺配方式对其都

有较大的影响。在选择材料时还要保证材料具有较好的水稳定性, 而沥青混合料要有足够的水稳定性, 还要保证其能够在潮湿环境下保持良好的稳定。因此, 在选择材料时要根据具体情况和要求来进行选择。

#### 2.2 配合比设计

沥青混合料的配合比设计是在室内模拟沥青路面的使用条件和行车条件, 根据材料的性能要求, 进行矿料的级配设计、沥青用量设计、空隙率设计和油石比设计。在配合比设计中, 我们主要是通过调整级配和确定沥青用量来达到最佳的使用性能, 其中调整级配是通过调整各档集料的相对比例来实现的, 而确定沥青用量则是通过调整沥青用量来实现, 所以我们首先要做的就是调整矿料级配和确定沥青用量。级配可以分为两大类: 粗集料骨架嵌挤型级配和细集料骨架嵌挤型级配。我们要根据具体情况对两类级配进行选择, 并通过确定沥青用量来保证混合料的性能<sup>[1]</sup>。

### 2.3 施工工艺

沥青路面施工的过程中,要严格控制压实过程中的温度,控制好压实度和碾压遍数。碾压遍数多,压实次数就多,这样不仅容易出现压不实、密实度不够的现象,还会增加沥青混合料的离析程度。在实际工程中,沥青混合料的离析情况一般发生在运输、摊铺、碾压和接缝等过程中。在实际施工中,我们通常使用连续式的摊铺机进行摊铺工作。在摊铺过程中,要控制好摊铺机的速度和振幅。如果摊铺速度过快,会导致沥青混合料的离析情况加剧;如果摊铺速度过慢,会导致沥青混合料难以碾压成型。对于摊铺速度过慢的情况,我们可以采取增加摊铺机行走速度的方式进行解决。

## 3. 沥青混合料耐久性评估方法

### 3.1 动态剪切粘度测试

动态剪切粘度是通过测量不同温度下的流动率来确定的。通常,它可以从测试的时间(temperature)和频率(frequency)来确定。Temperature是指温度变化时流动率的变化,而Frequency是指频率变化时流动率的变化。Temperature和Frequency都是描述沥青混合料在恒定温度下的黏度,但Temperature是通过恒定频率下测量流动率来确定,而Frequency是通过改变温度来测量粘度。通常,Temperature比Frequency更准确,因为前者可以测量不同温度下的流动率,而后者只能测量同一温度下的流动率。

动态剪切粘度是指在恒定温度下,施加剪切力时的流动率,可通过测定粘度来确定沥青混合料的高温性能。它与温度、应力状态等因素有关,是沥青混合料高温稳定性的重要评价指标。本实验采用车辙试验确定其动稳程度。使用不同的测试温度,在相同的试验条件下对混合料进行疲劳试验,对不同沥青混合料的动稳程度进行对比分析。在相同的试验条件下,AC-13、AC-20和SBS改性沥青混合料的疲劳寿命明显优于SBS改性沥青混合料。这说明对不同沥青混合料而言,使用动稳程度作为评价其高温性能的指标是有一定道理的<sup>[2]</sup>。

### 3.2 软化点测试

沥青软化点测试主要是通过规定的温度下将沥青混合料加热到规定的温度,然后用试验装置测定沥青混合料的软化温度,试验装置一般包括加热装置、搅拌装置、恒温槽等。试验时,将沥青混合料加热到规定温度后,用试验装置测定其软化点,试验时需要将试样加热到规定温度,然后用试验装置测定沥青混合料的软化温度。在整个试验过程中,沥青的软化温度随着升温速度的增加而逐渐上升,并最终趋于稳定。这表明SBS改性沥青具有较好的高温性能。

软化点的测试主要是通过高温下,将沥青混合料软化后再进行试验,因此需要考虑沥青的高温性能,其中包括黏聚力、内摩擦角、变形能力等。本研究使用软化点测试仪对沥青混合料进行高温性能评价,在测试过程中使用高温车辙试验仪,试验温度为60℃。试验结果显示,沥青的黏聚力较差,内摩擦角和变形能力也较差。因此需要在混合料中加入

一定的外加剂,其主要目的是提高沥青混合料的高温性能。在本次试验中采用了三种外加剂对沥青混合料进行试验,分别为SBS改性沥青、SBS改性剂、乳化沥青,通过试验发现添加乳化沥青可以提高沥青的高温性能。

### 3.3 延度测试

延度是指沥青混合料抵抗变形能力,其大小是反映沥青混合料抗变形能力的重要指标之一。在车辆荷载作用下,沥青混合料内部会产生塑性变形,在路面结构中形成一种具有一定强度和刚度的组合体,其作用就是抵抗车辆荷载作用下产生的塑性变形,并将其减小到可以承受的程度。塑性变形越大,混合料抵抗变形的能力就越强,即沥青混合料的抗裂性能和抗车辙性能越好。当沥青混合料抵抗变形的能力越强时,路面结构抵抗行车荷载作用下产生的塑性变形就越小;反之,抵抗变形的能力就越弱。因此,对于沥青混合料高温稳定性而言,延度是一个重要指标<sup>[3]</sup>。

根据国外相关试验研究,沥青混合料的延度大小与混合料的抗裂性能、抗车辙性能以及抗水损害能力有关。延度测试包括车辙试验和弯曲试验两种。采用车辙试验评价沥青混合料高温稳定性时,标准轴载可采用100mm×200mm试件;采用弯曲试验评价沥青混合料高温稳定性时,标准轴载可采用50mm×200mm试件。为准确反映沥青混合料的低温抗裂性,试验温度宜控制在5~40℃范围内,且要求达到规范规定的温度限值。

### 3.4 弹性恢复率测试

弹性恢复率是沥青混合料的主要力学指标之一,它反映了沥青混合料在高温和低温下抵抗变形能力的的能力,是沥青混合料耐久性的一个重要指标。对于高温地区的沥青路面,应在高温季节之前进行弹性恢复率试验,以确保路面在最不利温度下能承受荷载的能力。试验方法如下:将试件从室温状态加热到试验温度后,用手拉或锤击的方式将试件从60℃左右迅速冷却到室温状态,然后以恒定速度加载直至断裂。测试结果采用“10-4”法则进行计算:10-4=10。测试结果表明:在高温条件下,沥青混合料抵抗变形的能力会随着弹性恢复率的增加而增大。

## 4. 沥青混合料优化策略

### 4.1 沥青混合料级配优化

级配是指在一定的条件下,混合料中各组成材料间的配合比例。在保证沥青混合料有良好的高温稳定性和抗车辙能力的前提下,对矿料级配进行优化,使其达到最佳的配合比,从而达到提高路面使用性能的目的。路面车辙破坏主要是由于矿料级配不合理,沥青混合料在高温下产生流动变形而导致路面结构层间产生滑移,导致路面出现波浪或沉陷等病害。因此,沥青混合料的级配设计必须考虑到高温稳定性和耐久性的要求。

在选择沥青混合料时,首先应该选用稳定度高的沥青混合料,然后再通过一定的级配优化,达到提高沥青混合料抗车辙性能的目的。针对高速公路路面在实际使用中出现的车

辙病害, 结合车辙试验, 优化矿料级配可以起到改善路面高温稳定性, 提高抗疲劳性能的作用。因此, 在选择矿料级配时, 首先应该保证矿料颗粒之间能够形成稳定的骨架结构, 防止粗集料的脱落。其次是保证矿料级配中沥青混合料的空隙率在规定范围内。此外, 还应控制好沥青混合料油石比和矿粉用量, 避免由于集料用量过多而导致沥青混合料产生离析现象。最后还要考虑到沥青混合料施工时的温度和环境因素<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 配合比设计优化

根据我国现行规范要求, 沥青混合料的设计方法主要有马歇尔设计法和目标配合比设计法。马歇尔设计法是以目标配合比设计为基础, 通过试验确定最佳油石比, 然后对沥青混合料进行配合比设计, 得到各项技术指标; 目标配合比设计法是以目标配合比为基础, 根据材料的性质和沥青混合料的特点确定最佳油石比, 然后通过试验确定各项技术指标。两种方法都存在一定的缺点。马歇尔设计法中, 目标配合比试验过程过于烦琐, 对沥青混合料性能影响较大; 目标配合比设计法中, 马歇尔试件制作过程过于烦琐, 难以保证原材料的均匀性和稳定性。

以沥青混合料的使用性能为基础, 优化配合比设计方法。针对现有设计方法中存在的不足, 采用马歇尔设计法进行配合比设计, 通过室内试验对沥青混合料的配合比进行优化。确定马歇尔试验中最佳油石比、最佳沥青用量和最佳矿料级配。优化后的沥青混合料性能符合现行规范要求。为验证配合比设计方法的优化效果, 对沥青混合料进行室内抗老化性能评价试验。评价试验结果见表3, 试验结果表明: 优化后的沥青混合料抗老化性能满足规范要求; 与原级配相比, 优化后沥青混合料的动稳定度提高了21.4%, 抗疲劳开裂性能提高了45.9%。

#### 4.3 添加剂的使用

添加剂的使用对于提高沥青混合料的耐久性有着重要意义, 其主要包括抗剥落剂、抗老化剂、抗冻剂、抗开裂剂以及缓凝剂等。在沥青混合料的配合比设计中, 可以将添加剂与其他材料进行配合使用, 以提高沥青混合料的耐久性。如: 将沥青与硫磺粉进行混合, 其可以提升沥青混合料的抗老化性能, 延长沥青混合料的使用寿命; 在对沥青混合料进行配合比设计时, 可以将抗剥落剂与抗老化剂加入沥青混合料中, 从而提升沥青混合料的抗剥落性能; 在对沥青混合料试件进行制作时, 可以将缓凝剂加入试件中, 从而改善其高温性能。

在沥青混合料的配合比设计过程中, 应该合理地加入添加剂, 以改善其性能。在沥青混合料的配合比设计过程中, 应该通过实验的方法来确定添加剂的种类、用量以及最佳掺量。由于沥青混合料是一种多相体系, 因此在进行沥青混合料的配合比设计时, 应该选择合适的方法来确定添加剂的种类。如: 在确定添加剂的种类时, 可以通过试验来确定; 在确定添加剂用量时, 可以通过试验来确定; 在选择添加剂种

类时, 可以通过实验来选择; 在选择最佳掺量时, 可以通过试验来确定。

#### 4.4 质量控制

沥青混合料质量控制主要是对沥青混合料质量进行检测, 包括材料性能、混合料级配、空隙率、压实系数等方面的检测, 只有通过试验检测, 才能保证沥青混合料的质量。沥青混合料的质量控制在设计阶段和施工阶段都会受到影响, 设计阶段主要是对原材料的选择和配合比设计, 在施工阶段主要是对沥青混合料生产过程中的温度、拌和时间等进行控制。在施工前要做好准备工作, 主要包括原材料的检验、施工机械设备的检查和配备、技术交底等, 在施工过程中要做好各项工作的管理, 确保施工过程中各环节都能按照规范要求进行操作。在竣工验收时应严格按照规范进行验收<sup>[5]</sup>。

沥青混合料质量控制主要包括材料、温度和设备等, 原材料的选择和生产质量控制是沥青混合料质量控制的关键。沥青混合料原材料应符合现行规范要求, 在选择原材料时, 应从经济性、质量和耐久性方面进行综合考虑。沥青混合料生产温度是保证沥青混合料质量的关键因素之一, 在选择时应从满足施工工艺要求、提高生产效率和保证工程质量等方面进行综合考虑。沥青混合料生产设备也是影响其质量的因素之一, 应从生产能力、工作效率等方面进行综合考虑, 选择合理的生产设备。此外, 施工现场人员的技术水平也对沥青混合料质量有一定影响。

#### 5. 结语

通过对沥青混合料的耐久性评估及优化研究, 可以得出以下结论: 动态剪切粘度、软化点、延度和弹性恢复率等指标是评估沥青混合料耐久性的重要依据; 通过级配优化和配合比设计优化等策略, 可以有效提高沥青混合料的耐久性, 延长道路的使用寿命。未来, 随着新材料、新工艺的不断涌现, 沥青混合料的耐久性评估及优化研究将面临更多挑战和机遇。因此, 需要进一步加强基础研究, 探索更加准确、高效的评估方法和优化策略, 为推动道路工程的高质量发展贡献力量。

#### [参考文献]

- [1] 王晓东. 农村公路养护工程中温拌沥青混合料的应用探讨[J]. 上海建材, 2024, (02): 58-60.
- [2] 阚涛, 王凯, 王业飞, 等. 黄金尾矿砂对微表处混合料性能的影响研究[J]. 交通科技, 2024, (02): 147-152.
- [3] 韩亚军, 游凡, 陈文锋. 改进型GAC-20沥青混合料的配制及施工效果评价[J]. 四川水泥, 2024, (04): 271-273+277.
- [4] 李岩. 公路薄层罩面沥青混合料配合比设计及耐久性研究[J]. 交通世界, 2024, (09): 36-38. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2024.09.054.
- [5] 徐向前, 张菁, 杨宁, 等. 天然岩沥青改性沥青混合料的性能研究[J]. 四川水泥, 2024, (03): 230-232.