

Analysis of the Impact of Hierarchical Optimization on Anti-Skid Performance of Asphalt Pavement

Jianguang Wang

Anhui Fuyang Construction Project Quality Supervision Station, Fuyang, Anhui, 236036, China

Abstract

Asphalt pavement has been widely applied in municipal and highway engineering fields due to its advantages such as good smoothness, comfortable driving experience and relatively convenient construction. The upper layer, as the structural layer that directly contacts the wheels, its anti-skid performance is directly related to driving safety. Gradation, as the most crucial component parameter of asphalt mixture, determines the framework structure, void ratio size and surface texture characteristics of the mixture, and thus has a fundamental impact on the anti-skid performance of the pavement. This paper, in light of the actual engineering application scenarios, analyzes the core influencing factors of the gradation on asphalt pavement, explores the mechanism of gradation optimization on the anti-skid performance of the pavement, and proposes gradation optimization ideas and control points that are in line with engineering practice, providing a reference for improving the anti-skid performance of the surface layer of asphalt pavement and extending the service life of the pavement.

Keywords

Asphalt pavement; Upper layer; Gradation optimization; Anti-slip performance; Skeleton structure

沥青路面上面层级配优化对抗滑性能影响分析

王家光

安徽阜阳市建设工程质量监督站, 中国·安徽 阜阳 236036

摘 要

沥青所构成的路面依靠具备平整度良好、行车感觉舒适、施工比较便捷等方面的优势,在市政和公路工程领域之中获得了广泛的应用。而上面层作为直接和车轮进行接触的结构层,它的抗滑性能直接和行车安全存在关联。级配作为沥青混合料的最为核心的组成参数,它决定了混合料的骨架结构情况、空隙率大小以及表面纹理特征,进而对路面抗滑性能产生根本性质的影响。本文结合实际的工程应用场景情况,对沥青路面上面层级配的核心影响因素加以分析,对级配优化对路面抗滑性能的作用机制展开探讨,提出符合工程实践的级配优化思路以及控制要点,为提升沥青路面上面层抗滑性能、延长路面使用的寿命提供参考。

关键词

沥青路面; 上面层; 级配优化; 抗滑性能; 骨架结构

1 引言

伴随市政和公路交通量的持续不断增长以及车辆行驶速度的提升,路面抗滑性能的重要程度变得越发突出明显,特别是高速公路、山区公路、城市快速路、城市主干道等这些路段,抗滑性能不足已经成为制约行车安全的关键问题。沥青路面上面层直接承受车轮的碾压、磨损以及外界环境的侵蚀,它表面纹理的粗糙度、结构稳定性直接决定抗滑的效果^[1]。在实际的工程当中,许多沥青路面投入使用之后在短时间内就出现抗滑性能衰减过快的问题,除了材料质量、

施工工艺等这些因素之外,级配设计不合理是核心的诱因之一。当前部分工程级配设计仅仅满足规范的最低要求,缺乏针对性地优化,导致混合料骨架密实性不够充足、表面纹理容易磨损,难以适应长期行车的需求。基于这种情况,本文把焦点聚焦在沥青路面上面层级配优化和抗滑性能的内在关联方面,结合工程实践当中的常见问题,深入地剖析级配优化的关键点以及对于抗滑性能的提升作用,为工程设计和施工提供具有实操性的指导。

2 沥青路面上面层级配与抗滑性能的核心关联

2.1 级配对混合料结构形态的决定作用

沥青混合料的级配指的是不同粒径集料的搭配比例情况,它直接决定了混合料的骨架密实结构形态,而这种结构形态是影响路面抗滑性能的基础条件。从工程实践的角度来

【作者简介】王家光(1972—),男,中国安徽阜阳人,本科,国家一级注册建造师,高级工程师,从事市政工程质量监督与管理研究。

看,级配合理的混合料能够形成稳固的骨架结构,粗集料相互之间嵌挤咬合,细集料填充空隙并且和沥青混合料进行黏结,既保证结构的稳定性,又能够预留合理的空隙率,为路面表面纹理形成提供支撑^[2]。要是级配偏细,粗集料含量不够充足,混合料容易形成悬浮密实结构,表面纹理细腻但是耐磨性比较差,长期行车碾压之后容易出现泛油、光滑的现象,抗滑性能快速衰减;要是级配偏粗,细集料填充不够充足,空隙率过大,虽然表面纹理粗糙、初始抗滑性能良好,但是结构稳定性比较差,容易出现集料脱落、路面松散等问题,反而缩短抗滑性能的有效使用寿命。在实际的工程当中,上面层混合料的级配设计需要兼顾骨架稳定性和表面纹理需求,避免出现极端级配。打个比方,在山区那种公路的急弯、陡坡这些路段,车辆进行制动的频率会比较高,对路面所具备的抗滑性能所提出的要求会更高一些,需要适当地去增加粗集料的占比情况,让骨架嵌挤的作用得以强化,把表面宏观纹理的粗糙程度给提升上去;然而在城市的主干道这个地方,行车的速度是相对比较平缓的,能够在保证抗滑性能这一前提条件之下,合适地优化细集料的比例,同时照顾到平整度与抗滑性这种平衡的状况^[3]。

2.2 抗滑性能的核心影响因素及级配的作用机制

沥青路面所具有的抗滑性能主要取决于表面纹理的特征情况,其包含宏观纹理和微观纹理。宏观这种纹理是由粗集料形成的,主要是去抵抗车辆以高速进行行驶的时候所产生的水膜浮力,避免出现水漂这样的现象;微观纹理是由细集料和沥青膜一块形成的,对车辆以低速行驶的时候路面所具备的附着能力产生影响。级配对这两种纹理的形成都是有直接影响的,是调节抗滑性能的关键手段。从作用机制这个方面来看,合理的级配能够借助调整粗集料的大小尺寸、包含数量以及分布状况,去优化宏观纹理的深度还有间距,让路面的排水能力得到提升,让水膜的厚度得以减少,进而使车轮和路面之间产生的摩擦力得到增强。同时,细集料的级配比例直接对微观纹理的精细程度产生影响,要使细集料级配是连续的并且是合理的,能够在粗集料骨架的表面形成均匀的沥青膜,避免出现局部泛油或者露骨这种情况,维持长时间的微观抗滑能力。相反的话,级配是间断的或者是不合理的,会导致宏观纹理出现缺失情况、微观纹理不均匀,让路面的抗滑性能极大地下降^[4]。

3 沥青路面上面层级配优化的关键点

3.1 粗集料级配的优化控制

粗集料是形成沥青混合料骨架的关键核心成分,其级配的比例直接决定宏观纹理的特征情况,是级配优化的重要重点。在上面层级配开展设计工作的时候,粗集料的粒径进行选择时需要和路面的类型以及行车的需求相结合,一般来说,上面层粗集料的最大粒径不适合超过层厚的 $1/3$,避免集料暴露在外面过高从而导致脱落,同时要保证有足够的嵌

挤力量^[5]。例如,对于四厘米厚的上面层,粗集料的最大粒径能够控制在 13.2mm ,既能够满足骨架形成的需求,又可以和层厚设计相适配。

3.2 细集料与填料的级配适配

细集料和填料当作沥青混合料的填充组成部分,它们级配的合理程度直接对混合料的黏结性能以及微观纹理产生影响,对于抗滑性能的持久耐用性是十分关键重要的。细集料主要对粗集料所形成的空隙进行填充,同时和沥青混合料一起形成黏结层面,要是细集料的级配偏向于细,就容易造成沥青膜过厚的情况,出现泛油的现象,让表面的粗糙程度降低;要是级配偏向于粗,填充的效果就不太好,空隙率变得过大,容易引发水损害以及集料脱落的问题。在优化的过程当中,细集料的级配需要和粗集料的级配相互适配,保证连续而且均匀,重点对 2.36mm 、 0.6mm 筛孔的通过率进行控制,让细集料能够充分地、对粗集料空隙进行填充,形成密实并且稳定的结构。

3.3 级配优化与沥青结合料的适配性

级配的优化并不是单独地去调整集料的比例,还需要和沥青混合料的性能相互适配,才能够最大程度地提升抗滑的性能。沥青混合料的针入度、软化点等指标直接对混合料的黏结力以及高温的稳定性能产生影响,和级配一起决定路面的使用性能。举例来说,对于粗集料所占比例比较高的级配,需要选择针入度处于适中水平、黏结力量比较强的沥青混合料,增强集料和集料之间的黏结效果,防止集料出现脱落的情况;对于细集料含量比较高的级配,可以选择软化点比较高的沥青,避免在高温的环境之下出现泛油的现象。在实际的工程当中,级配的优化需要结合沥青混合料的性能来进行调整操作,要是沥青的黏结力比较强,可以适当地提高粗集料的比例,强化抗滑的性能;要是沥青的高温稳定性能不足,就需要优化细集料的级配,提升混合料的密实程度,抑制高温变形的情况。同时,需要控制沥青的使用数量,沥青使用数量过多就会导致表面出现泛油的情况,降低抗滑的性能;使用数量过少就会导致黏结力量不足,路面容易变得松散,需要通过级配优化和沥青使用数量调整的共同作用,实现抗滑性能和结构稳定性能的平衡状态。

4 级配优化对抗滑性能的提升效果及工程应用方向

4.1 级配优化对于抗滑性能的提升效果

采用一种将级配进行合理优化的方式,可使上面层是沥青的路面所拥有的抗滑性能得到显著的提升这一情况变为现实,并且还能够把路面的耐久性进行延长。从在工程方面的实践情况来看,将级配优化处理结束之后,能够让混合料完成更稳固的骨架密实结构的形成工作,会使宏观纹理深度有增加的情况出现,促使排水能力得到增强,从而有效地减少产生水漂风险的可能性,与此同时让微观纹理表现得更

加均匀一些,让车轮和路面之间的附着力得到提升。在处于相同的使用条件这样的情形之下,将级配优化之后的路面,其抗滑性能的衰减速度会明显地减慢,可让路面的使用寿命延长2~3年,特别是在雨雪天气出现次数较多的地区,抗滑性能得到提升所产生的效果会更为明显,可以有效地降低交通事故的发生概率。除此之外,对级配进行优化还可以间接地使路面的其他性能得到提升,比如通过对集料的比例进行优化操作,能够减少路面出现裂缝、泛油、松散等病害问题的情况发生,让养护成本有所降低。就拿某山区公路来说,通过对上面层的级配进行优化,让13.2mm、9.5mm筛孔粗集料的通过率得到提高,同时对细集料的级配做出调整,使得路面的宏观纹理深度提升超过30%,让在雨雪天气状况下的行车安全性得到大幅的改善,在投入使用3年之后依旧保持着比较好的抗滑性能,远远比没有进行优化的路段要好。

4.2 工程应用中的注意事项

级配优化所能够产生的效果,需要依靠规范类型的施工工艺才可以得到充分地发挥,在工程应用的过程当中需要注意下面这些要点内容。首先,要严格地对集料的质量进行控制,集料的粒径、级配需要和设计方面的要求相符合,防止进场的集料出现级配偏差这样的情况,同时要把集料的筛分检验相关工作做好,针对级配不符合要求的集料,需要开展掺配调整的工作之后才可以使用。其次,对拌合工艺进行优化处理,对拌和温度以及时间加以控制,保证集料和沥青混合料能够充分地混合并且达到均匀的程度,防止出现离析这种现象,离析会造成局部级配出现失衡的状况,导致抗滑性能不均匀。

在进行摊铺以及碾压的环节当中,需要结合级配所具有的特点对施工参数做出调整,对于粗集料所占比例比较高的混合料,摊铺速度不适合太快,避免出现集料堆积的现象;在进行碾压的时候需要控制好碾压力度以及碾压遍数,既需要保证混合料的密实度,又要避免因为过度碾压从而使集料出现破碎的情况,对骨架结构造成破坏。

4.3 后期养护中的级配相关管控

对于级配经过优化之后的路面,后期的养护工作也需

要有针对性地去开展,目的是维持路面的抗滑性能。在日常的养护工作当中,需要按照一定的周期去清理路面上面的杂物以及积水,要避免杂物把表面的纹理给覆盖住,从而影响到抗滑的效果;对于路面所出现的轻微泛油、裂缝这类病害,需要及时地进行处理,防止病害进一步扩大从而导致级配结构遭到破坏。当路面的抗滑性能降低到临界数值的时候,需要采用微表处、稀浆封层这类养护工艺来进行修复,在修复的过程当中需要继续沿用原来级配优化的思路,选择和原路面级配相适配的混合料,以此确保修复之后路面的抗滑性能和原路面保持一致。

5 结语

沥青路面上面层的级配属于影响抗滑性能的核心要素,它通过对混合料的骨架结构、表面纹理特征起到决定作用,直接对路面的抗滑效果产生作用,同时和沥青结合料的性能、施工工艺一起对抗滑性能的耐久性产生影响。级配的优化需要把重点放在粗集料级配的控制、细集料和填料的适配和沥青结合料性能的协同这些关键要点上,结合工程的实际场景有针对性地进行调整,形成稳固并且纹理合理的混合料结构,进而提升路面的抗滑性能,延长路面的使用时长。在工程的应用过程中,级配的优化不能只是满足规范的要求,需要结合路段的类型、行车的需求、环境条件等因素进行深入的设计,同时通过严格的质量管控以及规范的施工工艺,充分发挥级配优化所带来的作用。在后期的养护工作当中,需要有针对性地开展管控工作,维持路面的抗滑性能。

参考文献

- [1] 卢倡兴,王颁发.钢渣在高速公路沥青路面上面层养护中的应用研究[J].西部交通科技,2024,(08):29-30+46.
- [2] 武星伟.沥青路面上面层施工工艺及质量控制[J].交通世界,2023,(11):92-94.
- [3] 潘飞利,黄刚.闪长岩在高速公路沥青路面上面层的应用研究[J].西部交通科技,2022,(10):43-44+90.
- [4] 王敏.高速公路沥青路面上面层GAC-16施工质量监控技术[J].黑龙江交通科技,2022,45(06):31-35.
- [5] 曹蔚枝.无核密度仪检测技术在公路沥青路面上面层压实度检测中的应用[J].交通世界,2021,(34):76-77+97.