

纤维增韧沥青混合料在公路工程中的应用研究

● 欧阳亮西



[摘要] 为研究纤维增韧沥青混合料在公路工程中的应用效果,本文以某公路新建工程为例,选用了聚酯纤维、玄武岩纤维和玻璃纤维三种纤维作为试验用纤维,并将其按照规定长度及掺量掺入沥青混合料中以达到增韧效果,进而对三种不同类型沥青混合料进行高温稳定性、水稳定性和低温抗裂性进行研究,以此评价其在公路工程中的应用效果。研究结果表明:聚酯纤维能够使沥青路面获得较好的韧性,进而获得较高的低温抗裂性能,且将其应用于公路工程之中效果良好。

[关键词] 纤维增韧;公路工程;沥青混合料;性能检测

随着公路交通的快速发展,沥青路面作为主要的道路铺装材料,其性能的优劣直接关系到道路的使用寿命和行车安全。然而,沥青路面在实际使用过程中常遭遇到裂缝问题,进而对路面造成水损害,这些问题制约了路面性能的发挥。为了提升沥青路面的耐久性和稳定性,纤维增韧沥青混合料技术作为一种有效的改进手段,逐渐受到工程界的重视。尽管纤维增韧沥青混合料技术已在部分工程中得到应用,但其性能优化、施工工艺和长期应用效果等方面仍存在许多挑战。例如,不同类型纤维对沥青混合料性能的具体影响尚未完全明确,施工过程中的质量控制和工艺优化也是亟待解决的问题。此外,如何确保纤维增韧沥青混合料在实际工程中的长期性能和经济效益,也是当前研究的热点。因此,本文旨在系统分析聚酯纤维、玄武岩纤维和玻璃纤维三种纤维增韧沥青混合料的性能,并探讨其在公路工程中的应用效果。通过实验室测试和现场施工工艺的优化,明确纤维种类对沥青混合料性能的影响,以及纤维增韧沥青混合料在实际工程中的施工要点和应用效果。本研究旨在为公路工程中沥青路面材料的选择和施工提供科学依据,对提高路面的耐久性和服务性能,降低维护成本,具有重要的理论意义和工程应用价值。

工程概况

以某公路新建工程为例,其路面采用改性沥青混合料进行摊铺路面。双向四车道,设计速度为80km/h,工程要求该公路修建后,需尽可能减少路面裂缝的产生,进而抵御路面水损害。经设计决议,采用纤维增韧阻裂沥青混合料的方式进行路面铺装,以达到施工要求。

纤维种类与公路工程路用性能测试方法**(一)纤维种类及性能检测**

本文根据相关规范,选用聚酯纤维、玄武岩纤维、玻璃纤维三种纤维对沥青混合料进行增韧,并按照规范要求,对三种纤维进行性能检测,检测结果均质量满足规范要求。如表1所示。

表1 各纤维性能检测结果

纤维名称	纤维长度/(mm)	相对密度	断裂强度/(Mpa)	断裂伸长率/%	熔点/℃
聚酯纤维	6	1.33	450	17	275
玄武岩纤维	6	2.487	3200	3.4	825
玻璃纤维	6	2.41	3100	2.6	710

(二)公路工程现场测试方法

(1)车辙试验。本文根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20—2011)试验规程,结合施工现场具体情况,均采用3%纤维掺量将三种纤维分别加入基质沥青中以制备三种类型沥青混合料。试验板块试件尺寸为300mm×300mm×50mm,试验温度为60℃,且考虑到该路段存在重载交通情况,轮压采用1.4Mpa。试件成型后,将试件在常温条件下放置12h以上,脱模后分别对三组试件进行车辙试验以测定评估其高温抗车辙性能。动稳定度计算公式如下。

$$DS = \frac{(t_2 - t_1) \times N}{d_2 - d_1} \times C_1 \times C_2$$

其中,DS为沥青混合料动稳定度,次/mm

t_1 、 t_2 为实验时间，通常为 45min、60min

C_1 为试验机修正系数

C_2 为式样修正系数

N 为每分钟行走次数，42 次/min

(2) 浸水马歇尔稳定度试验。根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40—2004) 的实验规程，本文选用自动马歇尔试验仪作为试验用仪器，其最大荷载 20KN，加载速率为 50mm/min，将同掺量通长度的三种纤维分别加入沥青混合料中，进行制备增韧沥青混合料，并通过浸水马歇尔稳定度试验得到其浸水残留稳定度 MS_0 ，进而对沥青路面的水稳定性进行评价。浸水残留稳定度计算方法如下。

$$MS_0 = \frac{MS_1}{MS} \times 100$$

其中， MS_0 为试件浸水残留稳定度，%

MS_1 为试件浸水 48h 后的稳定度，KN

MS 为试件马歇尔稳定度，KN

(3) 低温弯曲试验。本文采用同种级配制作马歇尔试件，试验温度 -10°C ，加载速率为 50mm/min，并按照实验规程对同掺量同长度的纤维增韧沥青混合料进行低温弯曲实验，以测定其破坏应变，评估其在公路工程中的低温性能方面应用效果。

增韧后沥青混合料试验结果分析

(一) 高温稳定性分析

各纤维种类制备的沥青混合料的动稳定度。如图 1 所示。

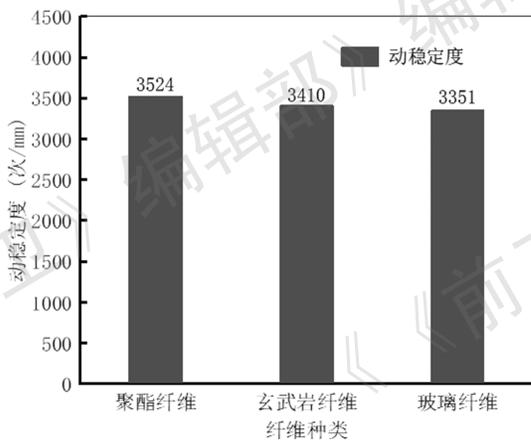


图 1 各纤维种类制备的沥青混合料的动稳定度

根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40—2004) 施工标准，聚酯纤维、玄武岩纤维、玻璃纤维加入沥青混合料后，三种沥青混合料的动稳定度均能满足技术要求，说明纤维增韧沥青混合料应用于公路工程中能够满足高温抗车辙性能的要求。掺入聚酯纤维制备的沥青混合料在三种沥青混合料中动稳定度最大，且相较于掺入玄武岩纤维制备的

青混合料，其动稳定度能够提高 3.3%，相较于玻璃纤维，其动稳定度可提高 5.1%，说明，聚酯纤维的加入能够有效提升沥青路面的高温稳定性，可应用于公路工程中。

(二) 水稳定性分析

各纤维种类制备的沥青混合料的浸水残留稳定度。如图 2 所示。

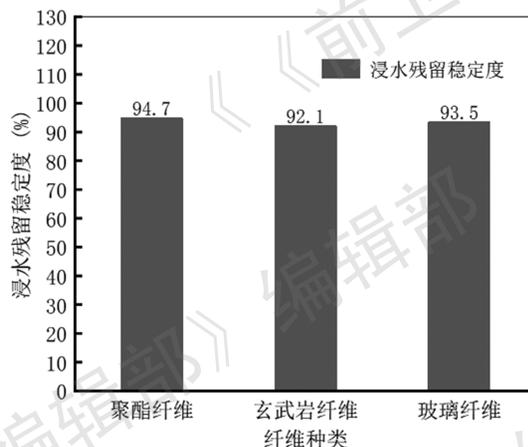


图 2 各纤维种类制备的沥青混合料的浸水残留稳定度

由图 2 可知，掺入聚酯纤维、玄武岩纤维和玻璃纤维所制备的沥青混合料，其浸水马歇尔残留稳定度均能满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40—2004) 所规定的技术标准。三种纤维以一定掺量掺入沥青混合料后，聚酯纤维能够使沥青混合料的浸水残留稳定度达到最大，第二是玄武岩纤维，第三是玻璃纤维，说明三种纤维中采用聚酯纤维去对沥青混合料进行增韧处理，能够使沥青路面获得较好的水稳定性，且适用于公路工程中。

(三) 低温抗裂性分析

各纤维种类制备的沥青混合料的破坏应变。如图 3 所示。

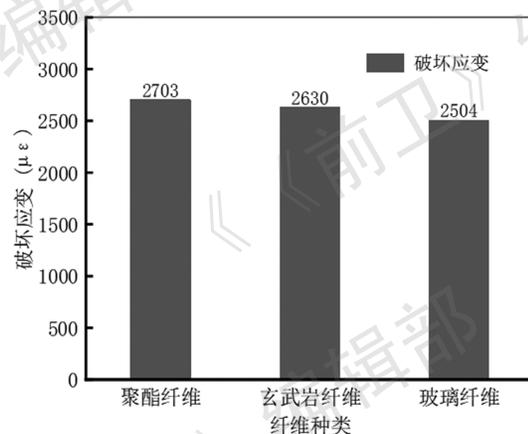


图 3 各纤维种类制备的沥青混合料的破坏应变

根据沥青混合料施工技术规范可知，冬冷区与冬温区的普通沥青混合料破坏应变均不小于 2000，改性沥青混合料破坏应变均不小于 2500。由图 3 数据可以看出，聚酯纤

维、玄武岩纤维、玻璃纤维三种沥青混合料其破坏应变均超过了规范要求,说明三种纤维均能满足公路工程中低温抗裂性要求;相较于玄武岩纤维和玻璃纤维,掺入聚酯纤维的沥青混合料其破坏应变最大,说明其在相较于玄武岩纤维和玻璃纤维中,能够使得沥青路面获得较好的韧性,即获得较好的低温抗裂性,且能够应用于公路工程之中。

综合上述试验分析,选用聚酯纤维对沥青混合料进行增韧不仅能够获得较好的高温稳定性及水稳定性,还能够获得良好的低温抗裂性能,且在公路工程中应用效果良好。

Q 施工工艺及其应用效果评价

(一)施工工艺

(1)拌和与运输。搅拌掺有纤维的沥青混合料时,应使用专用的间歇式拌合设备,并确保拌和时间足够长,以使所有集料颗粒全部裹覆沥青结合料,并保证混合料拌合均匀。拌合时间每盘不宜少于45s。同时,拌和设备的所有称重与计量系统在拌和前应进行检定/校准,并由第三方机构出具检定/校准合格证书。若在拌合过程中,如发现混合料有花白、冒青烟和离析、析漏等现象,应做废料处理并及时纠正,并且每天生产结束后应检查矿料级配和油石比,与设计结果进行校核。在运输纤维增韧沥青混合料时,运料车的运力应稍有富余,以保证施工过程中摊铺机前方有运料车等候卸料。拌合设备向运料车放料时,运料车应前后移动,以减少粗集料的分离现象。此外,应采用经标定的数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度,确保温度控制在适宜范围内。

(2)摊铺与碾压。现场摊铺纤维增韧沥青混合料时,宜采用同步罩面工艺,黏层油喷洒和混合料摊铺同步实施,以保证薄层结构的黏层体系不被污染和破坏,确保薄层与原路面的黏结效果。摊铺速度宜控制在6~15m/min,具体根据现场情况进行调整,做到均匀、不间断摊铺。摊铺温度宜不低于150℃。碾压时,宜采用10~13吨双钢轮压路机进行静压1~2遍和收光整平,即可达到最终压实效果,且碾压应遵循紧跟、慢压原则,不得在低温状态下反复碾压,防止破坏石料嵌挤。

(二)应用效果评价

项目在公路工程中的纤维增韧沥青混合料铺设碾压完成后,对路面压实度、平整度等指标进行检测以评价其在施工中的应用效果,检测结果。如表2所示。

表2 多聚磷酸改性沥青路面性能检测

实验项目	检测结果	技术要求
压实度(%)	96.98	≥95
平整度(m/km)	1.5	≤2
渗水系数(mL/15s)	979.6	≥900
构造深度(mm)	0.60	≥0.55

由表2可得,采用纤维增韧沥青混合料并应用于公路工程之中,其压实度、平整度、渗水系数及构造深度均能满足技术要求,说明其在公路工程中能够在满足路用性能的目标,路面性能也能达到施工要求。

Q 结束语

本文选用聚酯纤维、玄武岩纤维、玻璃纤维三种纤维掺入公路工程中所用的沥青混合料,进而制备三种沥青混合料,并分别对其高温稳定性,低温抗裂性以及水稳定性进行研究,最后评价了纤维增韧沥青混合料在公路工程中的应用效果,研究结果如下所示。

(1)相较于玄武岩纤维和玻璃纤维,聚酯纤维能够使得沥青路面获得较好的韧性,即获得较好的低温抗裂性,且能够应用于公路工程之中效果良好。(2)聚酯纤维、玄武岩纤维和玻璃纤维掺入沥青混合料后,对沥青的增韧起到了积极作用,且三者均能满足高温稳定性、低温抗裂性以及水稳定性的要求,且将其应用于公路工程中效果良好。(3)掺入聚酯纤维制备的沥青混合料在三种沥青混合料中动稳定度最大,且相较于掺入玄武岩纤维制备的沥青混合料,其动稳定度能够提高3.3%,相较于玻璃纤维,其动稳定度可提高5.1%。

Q 参考文献

- [1]陈绍帆.聚酯纤维沥青混合料路用性能的研究[J].运输经理世界,2022(27):152-154.
- [2]封基良.纤维沥青混合料增强机理及其性能研究[D].南京:东南大学,2006.
- [3]林钦国,李斯拓,徐宏武,等.聚酯纤维沥青混合料路用性能研究[J].公路交通技术,2020,36(04):23-28.

作者简介:

欧阳亮酉(1993-),男,汉族,江西抚州人,硕士,工程师,江西赣东路桥建设集团有限公司,研究方向:公路与桥梁。