

加铺再生在亳阜高速公路沥青路面养护中的应用

袁毅, 李凯, 张义

(安徽亳阜高速公路有限公司, 安徽 亳州 236800)

摘要: 依托 G35 济广(济南—广州)高速公路亳阜(亳州—阜阳)段 2021 年专项养护工程, 针对原沥青混凝土路面出现的老化、裂缝等病害, 采用加铺再生处理方案, 从老路面性能检测、原材料选择、新混合料性能试验、施工工艺等方面介绍该方案在沥青路面养护中的应用技术, 并通过养护后路面性能检测评价其养护效果。

关键词: 公路; 沥青路面; 加铺再生; 路面养护

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)03-0087-04

沥青路面在养护和改扩建施工时会产生大量废旧材料, 将这些旧料再生, 既可减轻环境污染, 又能减少材料消耗, 是实现公路交通运输可持续发展的的重要手段和迫切需要^[1-3]。交通运输部《“十三五”公路养护管理发展纲要》明确提出实行绿色养护生产, 积极推广废旧路面材料循环利用, 要求高速公路、普通国省道废旧路面材料回收率分别达到 100%、98%, 循环利用率分别达到 95%、80%。本文依托 G35 济广(济南—广州)高速公路亳阜(亳州—阜阳)段 2021 年专项养护工程开展养护技术研究, 探索加铺再生技术在沥青路面养护中的应用, 为其推广应用提供工程经验。

1 工程概况

亳阜高速公路是安徽省“十五”重点建设项目, 是安徽省“三纵、四横、七连”骨架公路网中“三纵”中的一段, 也是国家重点公路济广高速公路(G35)中的一段, 全长 101.3 km, 于 2006 年 12 月 15 日建成通车。属于平原微丘区高速公路, 是安徽省第一条全线采用 SMA 技术建设的高速公路。双向四车道, 路基宽度为 28 m, 路面宽度为 23.5 m, 路面结构为 4 cm SMA-13 上面层(SBS 改性沥青)+6 cm AC-20(SBS 改性沥青)中面层+6 cm AC-20 下面层+35 cm 水泥稳定碎石基层+20 cm 综合稳定土底基层。

亳阜高速公路通车以来, 路面技术状况较好, 未进行过大中修养护, 全线于 2015—2018 年进行微表处处理, 效果较好。微表处处理后路面已通车运营 3~6 年, 超过了微表处预期寿命, 目前微表处路段

存在老化、裂缝及轻微车辙等病害。2019 年、2020 年陆续对部分路段实施铣刨重铺处理, 养护后路段技术状况得到较大提升。为进一步提升道路服务水平, 延长道路使用寿命, 于 2021 年开展养护工程专项设计。

2 养护方案设计

2.1 方案比选

针对亳阜高速公路路面平整度较好, 路面存在一定老化、裂缝及轻微车辙病害的状况, 对加铺再生、铣刨重铺、罩面 3 种处理方案进行对比(见表 1), 选择合理的处理方案。

根据表 1, 从绿色环保、施工质量、美观、造价等角度综合考虑, 确定亳阜高速公路专项养护工程采用加铺再生方案。

2.2 方案设计

选择亳阜高速公路上行 K443+778—K447+990 段作为热再生加铺试验段, 再生层厚度 4.5~5.0 cm, 包含原沥青路面上面层 4 cm SMA-13 及 0.5~1 cm 微表处, 加铺层为 2 cm 改性 SMA-13 沥青。再生混合料与新沥青混合料同步摊铺、压实, 最终压实厚度约 6 cm, 形成黏结质量好、整体强度高的加铺再生层。施工工艺如下: 采用大型就地热再生机组对原路面分 2~3 次加热至一定温度后耙松, 然后添加再生剂、热沥青及新混合料进行拌和, 形成新的再生混合料, 采用复拌再生机一级熨平板进行摊铺, 同时新拌沥青混合料由料斗转运到二级熨平板, 将其摊铺在再生混合料之上, 最后由压路机一次碾压成型^[4-5]。

表 1 养护处理方案对比

养护方案	养护工艺	优点	缺点
加铺再生	将旧路面加热、翻松,就地掺加一定数量再生剂、新沥青,拌和形成再生沥青混合料;利用再生复拌机的第一熨平板摊铺再生沥青混合料,第二熨平板将新料摊铺于再生混合料之上,两层一起压实成型	整体美观,绿色环保,旧料利用率 100%,既处理了原沥青路面,又加铺了新沥青混合料,耐久性较好	对原沥青路面有一定质量要求
铣刨重铺	铣刨一定厚度原路面后,回铺新沥青混合料使其标高与原路面标高相同	可单车道施工,行车道和超车道路况差别较大时适用	美观性较差,会产生一定数量的废料,不利于环保
罩面	直接在原沥青混凝土路面上加铺一定厚度的新沥青混合料	整体美观,施工质量易于控制	路侧护栏需同步处理,影响部分上跨桥梁的净空

3 加铺再生设计与施工

3.1 旧路面技术指标

对试验路段上面层沥青混合料钻取芯样,进行抽提、筛分及性能试验,试验结果见表 2、图 1。

表 2 原路面沥青试验结果

测试位置	25 ℃针入度/(0.01 mm)	沥青含量/%
位置 1	31	4.98
位置 2	32	5.06
规范要求	≥20	≥3.8

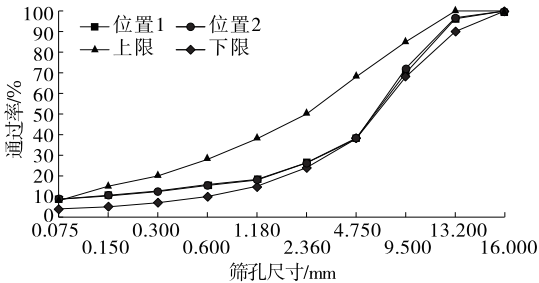


图 1 原路面沥青混合料筛分试验结果

由表 2、图 1 可知:旧路面沥青针入度及含量均满足 JTG/T 5521—2019《公路沥青路面再生技术规范》中就地热再生对旧路面技术状况的要求^[6]。对于旧路面中 SMA—13 及微表处混合料,整体筛分后,其级配满足 JTG/T 5521—2019 对 AC—13 沥青混合料的级配要求,但 1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm、9.5 mm 筛孔通过率接近规范要求的下限。旧路面沥青平均含量为 5.2%,后续新沥青掺量是沥青总量的 18.5%,再生剂掺量是沥青总量的 5%,最终油石比为 5.9%时,马歇尔试验结果满足规

范要求。

3.2 原材料技术指标

粗集料采用玄武岩,细集料采用石灰岩。按 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》对集料、矿粉、改性沥青等原材料进行性能检测^[7],SBS 改性沥青的主要技术指标见表 3。

表 3 SBS 改性沥青的技术指标

试验项目	技术要求	测定值
针入度(25 ℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	40~60	59
针入度指数	-0.2~1.0	0.2
延度(5 ℃,5 cm/min)/cm	≥25	38
软化点(环球法)/℃	≥60	90
运动黏度(135 ℃)/(Pa·s)	≤3.0	2.351
溶解度(三氯乙烯)/%	≥99	99.94
闪点(COC)/℃	≥230	273
离析/℃	≤2.5	1.5
弹性恢复(25 ℃)/%	≥75	80.0
质量损失/%	≤0.6	0.272
RTFOT 后 残留物		
针入度比(25 ℃)/%	≥65	75.3
延度(5 ℃,5 cm/min)/cm	≥15	16

3.3 配合比设计

根据项目情况,初选粗、中、细三组级配,其中 4.75 mm 筛孔通过率处于级配范围的中值、中值±3%附近,级配范围及级配设计组成见表 4、图 2。

结合当地气候环境条件和相关工程经验,对初选的三组级配按油石比 6.7%成型试件进行马歇尔试验,测定粗集料骨架间隙率、矿料间隙率等指标,确定级配 B 为最终设计级配。对级配 B 按 6.4%、

表 4 沥青混合料配合比设计

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率/%									
	16.000	13.200	9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.075
上限	100.0	100.0	75.0	34.0	26.0	24.0	20.0	16.0	15.0	12.0
下限	100.0	90.0	50.0	20.0	15.0	14.0	12.0	10.0	9.0	8.0
级配 A	100.0	96.9	67.5	31.4	25.7	21.8	18.4	15.5	13.7	11.6
级配 B	100.0	96.9	58.2	25.8	21.3	18.5	16.0	14.0	12.6	10.9
级配 C	100.0	96.1	50.9	24.0	20.1	17.1	14.5	12.3	10.9	9.2

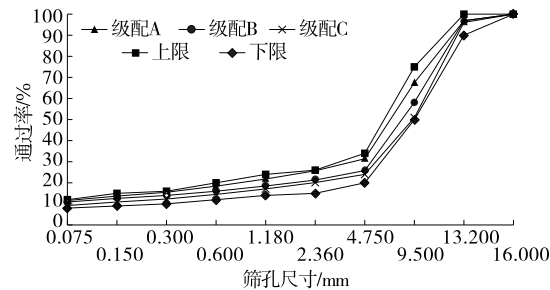


图 2 沥青混合料级配曲线

6.7%、7.0%的油石比制备试件进行马歇尔试验,以空隙率为 4.0%时对应的油石比 6.7%作为最佳油石比。

3.4 混合料性能试验

开展设计级配及最佳油石比(6.7%)条件下混合料性能试验,包括谢伦堡析漏试验、肯塔堡分散试验、冻融劈裂试验、60℃车辙试验,其中析漏试验条件为 185℃下保温 1 h,车辙试验条件为 60℃、0.7 MPa。试验结果见表 5。

表 5 混合料性能试验结果

试验类型	测试指标	测试结果	规范要求
谢伦堡析漏试验	结合料损失/%	0.05	≤0.1
肯塔堡分散试验	混合料损失/%	9.3	≤15
冻融劈裂试验	冻融劈裂残留强度比/%	88	≥80
车辙试验	动稳定度/(次·mm ⁻¹)	>6 000	≥3 000

由表 5 可知:该项目采用的 SMA-13 改性沥青混合料的抗水损害、高温抗车辙等性能均满足规范要求。

3.5 施工工艺流程

沥青路面加铺就地热再生的工艺流程为原路面调查→配合比设计→原路面预处理及导线施划→原

路面加热→原路面耙松→添加再生剂、热沥青→原路面材料收集及拌和→新混合料运输→再生层与加铺层同步摊铺→同步碾压→待路表温度低于 50℃后开放交通。

加铺再生施工前,旧路面上的标线、突起路标、灌缝胶等应清除;破损、松散类病害的深度超过就地热再生施工深度时,应予以挖补;影响热再生工程质量的路面裂缝应预先处理。

4 应用效果评价

对加铺再生试验路段施工前后路面性能指标进行对比,评价加铺再生方案的实施效果。

4.1 芯样状况

如图 3 所示,加铺再生层芯样中,再生层与加铺层融为一体,层间黏结牢固,两者共同受力,抵抗交通荷载作用的能力更强,路面耐久性提高。

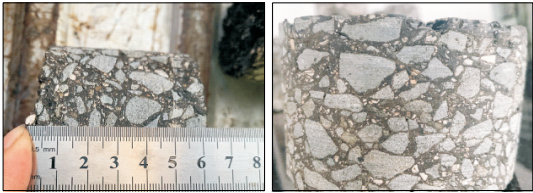


图 3 加铺再生层芯样

4.2 施工现场检测

对加铺再生施工后路面性能进行检测,结果见表 6。

由表 6 可知:路面构造深度、渗水系数和抗滑性能均值分别为 1.04 mm、15.9 mL/min、62.8 BPN,远远超过规范要求;路面厚度均值为 61.6 mm,最大值为 65 mm,最小值为 60 mm,满足设计(厚度 60 mm)要求;路面压实度均值为 99.4%,最大值为 100%,最小值为 98.4%,满足规范中路面压实度不小于实验室标准密度的 98%的要求。

表 6 加铺再生施工后路面性能检测结果

施工日期	检测日期	检测桩号	车道位置	构造深度/ mm	渗水系数/ ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$)	抗滑性能/ BPN	厚度/ mm	压实度/ %
9-09	9-10	K443+860	超车道	1.04	11	63	60	100.0
9-10	9-11	K444+320	超车道	1.04	17	63	61	99.6
9-11	9-12	K444+850	行车道	1.04	19	63	61	99.2
9-12	9-13	K445+120	超车道	1.04	18	61	64	99.7
9-13	9-15	K445+700	超车道	1.04	16	64	60	99.5
9-15	9-16	K446+100	行车道	1.02	15	62	62	99.6
9-16	9-17	K447+000	超车道	1.04	15	63	60	99.3
9-17	9-17	K447+800	超车道	1.04	16	63	65	98.4
平均值				1.04	15.9	62.8	61.6	99.4

4.3 路面性能指标评价

加铺再生处理前后路面性能指标检测结果见表 7。

表 7 加铺再生处理前后路面性能对比

性能指标	检测结果		处理后提高 幅度/%	设计 要求
	处理前	处理后		
路面损坏状况指数	91.9	100.0	8.8	—
路面行驶质量指数	93.6	94.8	1.3	≥ 90
路面车辙深度指数	92.3	96.6	4.7	—
路面抗滑性能指数	—	99.0	—	≥ 91
路面跳车指数	100.0	100.0	0.0	—
路面磨耗指数	83.4	90.3	8.3	—

由表 7 可知:加铺再生处理后,路面性能指标均满足 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》^[8]的要求,表明加铺再生方案的养护效果良好;路面损坏状况指数、行驶质量指数、车辙深度指数、跳车指数、磨耗指数比养护前分别提高 8.8%、1.3%、4.7%、0、8.3%,除跳车指数和行驶质量指数外,其他指标提升幅度较大。因该项目养护前路面平整度状况较好,与平整度相关的两项指标(跳车指数和行驶质量指数)提升幅度有限。

5 结语

针对济广高速公路毫阜段 2021 年专项养护工程,为减少路面铣刨废料,践行绿色发展理念,根据路面总体质量状况及病害情况提出加铺再生养护方案。通过原路面性能检测、新材料性能检测、配合比

设计及混合料性能检测确定最佳油石比。试验结果表明原路面材料适合进行现场再生,新混合料的抗水损害性能、高温抗车辙性能等均满足要求。加铺再生施工完成后,对比养护前后试验路段的性能指标,结果表明养护后路面性能均满足规范要求,养护效果良好。

参考文献:

- [1] 张益,王全磊.高速公路沥青路面就地热再生技术与经济效益分析[J].公路交通技术,2017,33(5):37—40.
- [2] 游新宇.沥青路面就地热再生关键技术[J].交通标准化,2014,42(18):15—17+20.
- [3] 王浩.就地热再生在沥青路面养护中的应用与研究[D].长春:吉林大学,2018.
- [4] 卜胤,祝谭雍,王斯倩.基于钻芯取样的厂拌热再生沥青路面性能试验研究[J].公路与汽运,2020(2):72—77.
- [5] 娄钧,朱连平,陈德华.沥青路面就地热再生技术在高速公路养护中的应用研究[J].上海公路,2012(4):14—16.
- [6] 交通运输部公路科学研究院.公路沥青路面再生技术规范:JTG/T 5521—2019[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [7] 交通运输部公路科学研究院.公路工程沥青及沥青混合料试验规程:JTG E20—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.
- [8] 交通运输部公路科学研究院.公路技术状况评定标准:JTG 5210—2018[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.

收稿日期:2022-03-10