

基于重载交通条件的路面预防养护工程对策分析

陶 威

宁夏公路管理中心银川分中心 宁夏 银川 750000

摘要：夏季高温条件下路面变形及冬季水泥稳定类基层收缩影响，部分路段的路面出现了不同程度的裂缝、车辙等病害。虽日常养护不断处治，但病害仍在发展，进而对到公路安全、舒适、便捷的公路服务水平要求产生了不利影响，为保障公路服务水平和使用年限，从公路全寿命周期成本考虑，为延缓路面性能过快衰减，延长路面使用寿命，对该路段采取有针对性的养护措施是必要的。

关键词：预防养护；路基路面现状；修复

引言：G244线K152+000-K160+662段位于宁东能源重化工基地内，交通流重载车辆的占比逐年增加，对沥青路面的技术状况有着严重的破坏作用，尤其在交通信号灯路口处和连续上坡路段，由于重载车辆的频繁刹车、启动，以及长时间低速行驶作用于固定轮迹带上，极易对该轮迹带处产生车辙、甚至造成面层松散、形成坑槽等。

1 工程概况

1.1 交通量调查

根据现场外业调查以及路面检测情况，本次拟对G244线K152+000-K160+662段路的交通进行调查，根据调查结果确定施工方案。

综合来看，项目路段的交通流特点明显，主要交通组成成为小型货车、大型及特大型货车，拟养护路段2018-2021年交通量基本处于一个稳定的状态，小幅度上涨，年均日交通量处于22873-24374辆/日，为提升整体路网的通行能力和服务水平，延长公路使用年限，改善沿线出行条件，本段路面的养护工程建设意义明显^[1]。

1.2 交通荷载参数分析计算

根据交通量数据统计，初始年大型客车和货车双向年平均日交通量为12489辆/日，交通量年增长率为5%，方向系数取0.6，车道系数取0.75。根据整体式货车及半挂车式货车占比情况，确定车辆类型分布为TTC3型。

根据《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）表A.3.1-32~11类车量当量设计轴载换算系数计算得：对应于沥青混合料层永久变形的当量设计轴载累计作用次数为 2.180319×10^7 ，对应于无机结合料层疲劳开裂的当量设计轴载累计作用次数为 1.695457×10^9 ，对应于路基顶面竖向压应变的当量设计轴载累积作用次数为 3.856406×10^7 。设计使用年限4年，设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量（辆） 8.841359×10^6 ，路面设计交通荷载

等级为重交通荷载等级。

1.3 现有路基路面现状

为更好的反应本项目路面技术状况变化情况，同时为本项目养护方案提供数据支撑，项目收集整理了本项目近3年内的路面技术状况评定结果。

根据以上数据统计分析，路面技术状况评定指数PQI逐年下降，路面损坏状况指数、路面行驶质量指数、路面车辙指数2022年存在小幅度上涨，主要原因是日常养护工作针对破损严重路段进行铣刨重铺工作，提升了指数，但整体指标还是逐年下降，预示着路面整体状况存在下滑趋势，影响行车舒适性^[2]。为延缓路面病害进一步发生，延长路面使用年限，需对本项目路面实施养护工程，因此本项目实施养护工程的时机已经成熟。

1.4 病害特点

拟养护路段沥青路面调查长度合计为34.648km，面积共计129.93km²，各种病害发生面积共计2.467km²，整体病害率 $DR = 2.467/129.93 \times 100\% = 1.90\%$ 。其中龟裂面积0.230km²，块状裂缝面积0.825km²，裂缝面积0.761km²，路面沉陷0.130km²，坑槽面积0.002km²，松散面积0.006km²，条状修补面积0.011km²，车辙病害0.502km²，块状修补0.250km²。根据现场病害调查结果，该路段路面病害主要表现为路面龟裂、块裂、裂缝、坑槽、松散、沉陷及路面条状、块状修补等，各类病害所占比例如下图所示。

从病害特点来看，本项目主要以路面龟、块裂、路面裂缝、坑槽、松散、沉陷及路面条、块状修补为主。

1.4.1 龟裂

疲劳损坏是产生龟裂的最主要原因。在行车荷载的反复作用下，沥青面层和其下的半刚性基层等整体性材料逐渐失去承载能力，疲劳破坏就会产生。一开始是沿轮迹带出现单条或多条不规则的小裂缝，而后再裂缝间

出现横向和斜向连接缝,形成裂缝网。由于承载能力不足产生的龟裂在路面结构中都是自下而上产生的,裂缝贯穿整个路面结构。龟裂继续发展往往就会产生坑槽,影响路面行驶舒适性和安全性。由于沥青材料的原因,如低温时沥青混合料脆硬、严重的沥青老化等,也可能在沥青路面表面形成相互交错的小网格、块度很小的裂缝既龟裂。但这种龟裂病害仅限于沥青路面的表面,不会产生路面的形变,对路面承载能力和功能性能并没有多大影响。此类龟裂往往会分布在整个路面宽度内。

1.4.2 块裂

块裂产生的主要原因是材料,块状裂缝的产生同行车荷载作用关系不大,主要是由面层材料低温收缩和沥青老化引起。不象龟裂主要出现在荷载作用下的轮迹处,块裂可能出现在整个路面宽度内,范围较大。本项目最主要病害即为路面块裂。其裂缝深度一般仅限于路表面,对路面承载能力和功能性能都没有太大的影响。

1.4.3 纵向裂缝

根据路况调查及取芯资料显示,本项目纵向裂缝产生的原因主要是在车辆重复荷载作用下路面结构层在车辆轮迹带处形成疲劳损坏,面层沥青混凝土形成剪切破坏。路面在运行过程中,首先在经常承受荷载的路面轮迹带处产生多条平行小裂缝,逐渐发展形成龟裂。

1.4.4 横向裂缝

本项目横向裂缝普遍存在,部分路段密集,病害原因归纳如下:

反射裂缝:半刚性基层的反射裂缝时面层沥青混凝土横向裂缝产生的重要原因。横向反射裂缝是面层在基层收缩裂缝处产生拉应力造成的。

温度裂缝:沥青是一种对温度比较敏感的粘弹性材料,温度下降时,沥青混合料变硬变脆,发生收缩变形,当收缩拉应力超过沥青混合料自身的抗拉强度时,沥青面层表面开裂并逐步向下发展。

1.4.5 坑槽

坑槽通常是其他病害如龟裂、松散等未及时处理而逐渐发展形成的。当车轮驶过龟裂、松散等病害区域时有时会带走其中碎裂的小块面层材料,坑槽就会出现,本项目坑槽较多,坑洞深度主要为贯穿面层,破坏局部基层表层,主要是龟裂发展成坑槽,后随水分进入,在行车荷载的作用下,逐渐破坏路面基层所致。

1.4.6 松散

松散是由于沥青和集料之间失去粘结而产生的。通过现场调查判断,本项目面层松散主要为沥青老化变硬、沥青和集料粘结性下降导致沥青路面形成局部松散。

1.4.7 沉陷病害

路面沉陷就是由于路基产生变形而导致路面下沉的现象,多为路基不均匀沉降导致。

1.4.8 车辙病害

本项目车辙病害普遍存在与纵坡较大及弯道路段,主要为失稳型车辙,车辙深度最大可达40mm,其形成原因主要是本项目重载交通比例较大,在高温条件下,重载车辆的连续疲劳荷载作用超过沥青混合料的强度极限,沥青路面在车轮的反复碾压下产生横向流动变形,随着变形的不断累积,最终导致在车辆轮迹带处形成车辙病害,车辙病害两侧可见混合料失稳横向蠕变位移形成的凸缘。

通过本项目路面病害成因描述,结合《公路沥青路面养护设计规范》(JTGS421-2018)表5.4.5路面病害原因诊断表。本项目典型病害主要为路面龟裂、块裂、车辙、纵向裂缝、横向裂缝、坑槽及松散等;拟养护路段路基结构相对完整、沥青面层整体较好、结构厚度及孔隙率变化不大、面层及基层之间结构层明显,路面整体指标较好^[3]。

1.5 养护对策

综合考虑项目原路面结构层材料及现有筑路材料供应情况,结合本项目交通量统计资料,现状货车比例较高,因此本项目预防养护目标为:(1)改善路容路貌,恢复道路使用性能,延长道路服务年限;(2)封闭路面裂缝病害;(3)修复行车道坑槽病害;(4)有较好的水稳定性,防止路面结构的水损害;(5)加铺热稳定性好的混合料,避免养护后本段道路车辙的发展。

根据道路交通量及其车型组成、使用要求、服务功能、沿线材料及自然条件、施工经验,遵循因地制宜、合理选材、方便施工、利于养护、节约投资的原则,结合对环境的影响等因素,本项目路面养护处治方案的选择条件有以下几点:①路段交通荷载等级为重交通等级,货运车辆交通量占比达90%,其中大型、特大型货车交通量占比25%以上;②本次路面调查与检测结果表明,现阶段沥青路面破损状况评价结果主要为“优”;③本项目整体病害率为1.90%,全线路面病害主要为块裂、纵、横向裂缝、车辙病害;④根据芯样取样分析,旧路路面完好及裂缝处芯样大部分完整,个别芯样面层或基层有开裂。车辙严重处芯样根据钻芯同一断面对比分析,下面层厚度出现流动蠕变现象,车辙病害已经蔓延至下面层;⑤根据芯样取样分析及旧路弯沉检测数据,旧路强度较高,基层完整性较高,病害主要为面层病害类型。

本次养护工程设计根据旧路路面技术状况评价分析结果,综合养护类型划分方法和病害严重程度,将本项目划分为预防防护和功能性修复分段进行。

1.6 预防养护

本项目PCI指标为优,破损率低,剩余价值较高,预防养护方案考虑直接加铺罩面,有效利用旧路路面,需要先对旧路路面病害进行处理后罩面,对旧路轻微车辙进行拉毛整平,重度车辙进行铣刨重铺,然后对路面龟裂病害进行处理,待病害处理完成后将路面清扫干净,撒铺改性乳化沥青粘层油,最后整体进行3.5cmAC-13C细粒式SBS改性沥青混凝土罩面(掺配0.3%玄武岩纤维)。

掺入到沥青混合料中的玄武岩纤维素可起到加筋、分散、吸附、稳定等作用。与木质素纤维和有机纤维素等其他纤维添加剂相比,玄武岩纤维表现出以下独特的优势:(1)力学性能优异。玄武岩纤维表现出很高的抗拉强度和弹性模量,其抗拉强度可达2500~3000MPa,通过向沥青混合料中掺入玄武岩纤维可以有效提高混合料的韧性作用。(2)表面浸润性好。因为玄武岩纤维素的“吸油”效果显著,从而其被均匀分散在在沥青中,玄武岩纤维能与沥青表现出很好的粘结性,增大沥青用量,从而减少沥青流失,并且充分表现出对沥青混合料的加筋作用。(3)工作温度范围大。玄武岩纤维引起高温和低温稳定性很好,工作温度可达-269℃~650℃。因此与沥青在高温状态下拌合时,玄武岩纤维的性能并不会发生较大的变化,能够有效的改善沥青的高低温性能且适用于各种路面环境。(4)化学稳定性好。玄武岩纤维具有很好的耐化学腐蚀性,适用于各种的酸碱环境中,从而其与沥青拌合时不与沥青产生化学反应。(5)抗老化性能好。玄武岩纤维因其不易老化的特性从而对沥青氧化老化具有一定的抑制作用,正因如此,沥青混合料中的所掺加的玄武岩纤维可进行循环再利用。

(6)水稳定性好,吸湿性低。玄武岩纤维的吸湿性低于0.1%,不易吸水、有助抑制沥青氧化老化,减少沥青路

面的水破坏。(7)电热绝缘性能好。玄武岩纤维的绝缘性能表现很出色,从而可防止沥青的电化学腐蚀^[4]。

1.7 功能性修复

功能性修复路段重点需要解决的为车辙病害问题,修复养护表面层方案为全断面铣刨重铺4cmHMAC-13型高模量沥青混凝土上面层。使用的胶结料是天然改性沥青,配制出的混合料具有高动态压缩模量和低的空隙率,高温稳定性好,基于本项目主要典型病害为车辙病害,高模量沥青混凝土的动稳定度远高于普通改性沥青混合料,可以提高路面的整体抗车辙能力。利用高模量沥青具有良好的高温性能和较高的模量,可以有效抵御路面结构的剪切变形与竖向变形,增强路面材料抵抗各种塑性变形,提高路面高温抗车辙能力,达到抑制或减小沥青路面产生车辙的目的。从而保证沥青路面的行车质量,更有效地延长路面的使用寿命,改善沥青混凝土抗疲劳性能,减少和降低沥青路面的养护与维修费用。

结束语

本文通过对养护路段的交通量、技术状况指标、环境等因素的综合考虑,结合重载交通沥青路面机构受力特性的分析,探讨了重载交通环境公路预防性养护和功能性修复方案的选择。同时,还介绍了玄武岩纤维在沥青混合料中的作用和优点,以及高模量沥青混凝土的特性。这些措施旨在提高路面的行车质量,延长使用寿命,减少养护与维修费用。

参考文献

- [1]蔡华明.SBS改性沥青混合料的路用性能研究[J].交通世界:建养,2011(5):278-279.
- [2]王思源;柳思婷.SMA路面在某高速公路优化设计中的应用[J].绿色环保建材,2020(17):69-71
- [3]徐浩.南京普通国省道沥青路面小修工作探析[J].中国新技术新产品,2023(24):102-110
- [4]赖敏;武毅.公路病害分析及路面改造设计措施[J].山东交通科技,2015-(35):54-65