

普通国省干线公路沥青路面养护设计研究

高彦芝

(四川建筑职业技术学院 交通与市政工程系, 四川 德阳 618000)

摘要: 四川省国省干线公路路面预防性养护及大中修养护中缺乏针对性设计,往往同一项目采用一种养护方案,资金投入大,且效果欠佳,要实现养护行业可持续发展,必须加强养护设计。文中以四川省普通国省干线公路典型路段沥青路面养护为研究对象,提出路面养护设计应采集的数据;通过对四川省道206线资阳段沥青路面的检测评价和调查分析,提出养护类型划分标准,并针对不同养护类型提出适宜的处理方案。

关键词: 公路;普通国省干线公路;沥青路面;养护设计

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2024)02-0060-04

截至2020年底,四川省普通公路总里程突破39.4万km,其中国省干线公路里程约4.7万km,占普通公路总里程的11.9%;公路养护里程约37.9万km,占公路总里程的96.2%^[1]。在四川省公路网中,低等级公路占比大、铺装率总体偏低,早期建设的公路也相继进入大中修阶段,每年面临大量公路路面改造,公路建设、改造、养护任务繁重。

预防性养护及路面大中修养护在四川省路面养护实施中缺乏针对性设计,往往同一项目采用一种养护方案,资金投入大,实施效果不佳,影响了行业形象和技术的进一步推广使用^[2]。要实现养护行业可持续发展,必须提升技术含量,加强设计阶段的方案比选。本文结合四川省道206线资阳段大中修暨科学养护示范工程的设计过程,研究四川省沥青路面养护设计中的检测及调查内容、数据分析评价方法、养护类型划分标准及养护方案选择。

1 工程概况

四川省道206线资阳段除安岳城区、通贤场镇段外长约63km,路面宽度7.0~10.5m,双向两车道,2010年实施了路面大修。由于路段较长,各路段交通量不一,经过6年多的运营,道路出现病害且各路段的病害情况存在差别。道路病害主要表现为:半刚性基层横向反射裂缝;轮迹带纵向裂缝,纵向施工缝开裂,沥青层疲劳破坏;部分路段面层裂缝严重,发展出支缝,并出现唧浆病害,雨水通过纵向裂缝渗入路面结构内部不能有效排出,导致路基浸水软化,承载能力降低^[3];部分路段由于运沙石等

的重车多,路面左右幅病害发展且严重程度差别明显,并进行了不同程度的铣刨热铺维修;局部路基沉降导致路面出现沉陷。为了从根本上解决路面存在的问题,本文综合考虑社会、经济和技术条件,研究适时有效的养护措施,提高路面使用质量,延长道路使用寿命^[4]。

2 路面状况调查与评价

2.1 路面状况调查

路面路状况调查深度应满足养护设计管理的需要,调查内容包括基础数据收集、路面技术状况调查和养护设计专项检测,并以1000m为单位,按照JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》^[5]对路面技术状况进行评定。

主要收集原设计施工资料、管养信息、交通状况等基础数据(见表1)。路面技术状况调查以自动化

表1 养护设计中的基础数据收集

项目	详细内容
原设计施工资料	道路概况、路基资料、路面结构、各结构层原材料性质及质量检测数据、交竣工资料等
属性信息	路网编号、起止点桩号等
管养信息	运营期间路基、路面实施养护的资料;历史路面检测资料如路面破损状况、车辙、平整度、弯沉等
交通状况	历年交通量及变化、交通量沿线状况、轴载组成等
自然条件	气候条件、地形、水文地质等
经济参数	材料单价、人工费用、地方经济指标等
其他	影响设计或施工的因素等

采集为主、人工调查为辅,以无损检测为主、破损检测为辅,主要检测路面破损状况、平整度、车辙等,评价要求见表 2。养护设计专项检测项目主要包括路面结构厚度、内部结构状况及旧路材料性能等,检测要求见表 3。

四川省道 206 线资阳段养护设计前期对各类基

表 2 路面技术状况评价要求

检测项目	需求	范围	频率	检测设备	检测方法
路面破损	必需	分车道	连续	人工或路况综合检测车	T0974
平整度	必需	分车道	连续	激光平整度仪	T0934
车辙	根据需要	分车道	连续	激光车辙仪	T0975
弯沉	根据需要	行车道	宜连续	落锤式弯沉仪或自动弯沉仪	T0953 或 T0952
抗滑性能	根据需要	行车道	连续	横向力系数测试仪	T0967

表 3 养护设计专项检测要求

检测项目	需求	范围	频率	检测设备	检测方法
路面结构厚度	可选	分方向	连续/抽样	雷达/钻芯	T0912 或 T0913
内部结构状况	必需	分方向	抽样	钻芯、探坑或雷达	T0912 或 T0913
旧路材料性能	可选	分方向	抽样	钻芯或探坑	相关试验规定
旧路结构参数	必需	分车道	抽样	动态弯沉反算	T0953
排水状况	必需	全幅	抽样	外观检测辅以设备	目视
路基状况	可选	全幅	抽样	钻芯、探坑或勘探	相关试验

础数据进行收集,采用自动弯沉仪及道路综合检测车对路面弯沉、破损、平整度、车辙等进行检测。检测结果显示:左幅路面损坏状况指数 I_{PCI} 大于 80,评价等级为优;右幅路面损坏状况指数为 70~80,评价等级为良(见图 1)。左右幅的路面技术状况指数 I_{PQI} 的评价等级均为良;左右幅的路面行驶质量指数 I_{RQI} 、路面车辙深度指数 I_{PDI} 、路面结构强度指数 I_{PSSI} 均大于 90,评价等级为优。

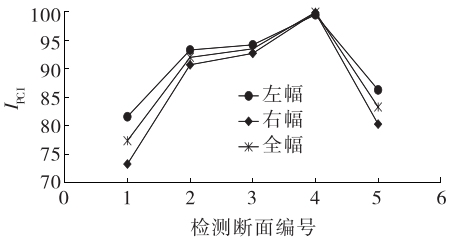
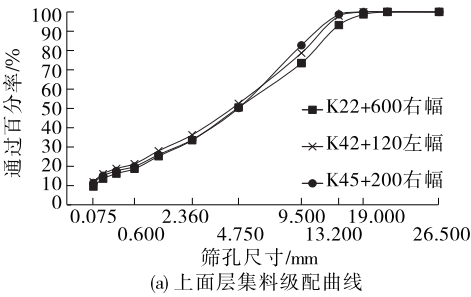


图 1 路面损坏状况检测结果

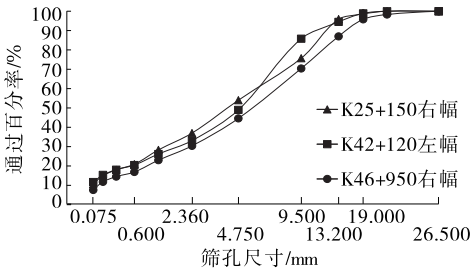
通过现场钻芯、挖坑等方式对路面结构厚度、内部结构状况进行调查,对旧路材料性能进行室内试验,结果显示:下面层平均油石比为 4.85%,上面层平均油石比为 5.04%。回收沥青的性能检测结果见表 4。对路面集料进行筛分,结果见图 2。

表 4 回收沥青的性能指标

回收位置	针入度 (25 ℃)/ (0.1 mm)	延度 (15 ℃)/ cm	软化 点/℃	不同温度(℃)下的 车辙因子/kPa		
				64	70	76
上面层	27.4	10.1	56.9	5.462	2.329	1.082
下面层	28.6	10.9	55.8	5.765	2.535	1.172



(a) 上面层集料级配曲线



(b) 下面层集料级配曲线

图 2 集料级配曲线

2.2 调查数据的分析评价

根据 JTJ 5210—2018《公路技术状况评定标准》对路面技术状况数据进行分析计算只能了解路面损坏程度,并不能弄清楚路面病害产生的原因,也就不能提出有针对性的养护设计方案。因此,必须根据所收集的基础数据及专项检测数据对项目总体情况进行客观、准确评价,为养护设计提供判断依据。根据该项目的调查结果和检测结果,路面状况及病害产生原因如下:

(1) 原路面结构强度(承载能力)总体良好;路面行驶质量(平整度)良好,仅起点至 K44 段右幅由于路面破损较多出现一定衰减;未出现明显的车辙病害,仅长大纵坡路段及急弯路段局部出现车辙病害。

(2) 右幅路面损坏严重,主要为原路面基层水泥用量大引起的收缩开裂反射至面层的裂缝,且由于没有及时封闭裂缝,裂缝进一步发展形成龟裂、沉陷、唧浆等病害。

(3) 安岳县城近几年处于建设期,加上项目附近有一条新建高速公路处于施工高峰期,大量运输建筑材料的车辆从该路通过,导致起点至安岳段右幅路面破损比左幅更严重。

(4) K43 处有一大型弃土场,安岳县城大部分建筑弃渣均弃于此,加速了安岳县城至 K43 路段的破坏。

(5) 沥青层厚度偏薄,代表值仅为 6.1 cm,最薄处仅 4.0 cm,变异性大,且沥青层与基层间黏结差,导致基层对沥青层的约束力不足,沥青层抗剪切性能差。

(6) 沥青面层级配偏细,粉尘质量分数高,粉胶比过大,沥青混合料疲劳性能及水稳定性能差,在车辆荷载特别是右幅大量重载、超载车辆荷载反复作用下,沥青面层产生疲劳破坏及水损坏。

3 养护类型划分标准

对路面技术状况检测数据进行精确的整体排序,在有限养护资金的条件下解决路面养护“轻、重、缓、急”需求,充分利用养护资金对路面进行养护。养护项目的优先排序原则如下:1) 路面养护先关注路面的安全性,与运营安全关联度高的指标有路面抗滑性能指数 I_{SRI} 、路面车辙深度指数 I_{RDI} 。2) 路面结构强度指数 I_{PSSI} 是评价路面承载能力的指标,是影响路面损坏状况的重要因素,应予以关

注。3) 路面损坏状况指数 I_{PCI} 影响行车舒适性,如不及时处理会加剧路面病害的发展,导致路面处治费用大幅度增加,全寿命周期成本显著增加,应及时处理。4) 路面行驶质量指数 I_{RQI} 虽然是反映路面舒适性的最直接指标,但行驶质量一般情况下不影响路面运营安全,而且在其他指标改善的情况下该指标通常会同步提升^[6],不将该指标作为影响路面养护设计方案的要素。

根据以上原则,考虑到该项目路面弯沉、平整度、车辙等指标均为优,以路面损坏状况指数 I_{PCI} 为养护类型主要划分依据,其余指标作为辅助划分依据。根据交通运输部《普通国道“畅安舒美”示范公路创建实施标准(试行)》及 JTJ H10—2009《公路养护技术规范》^[7],将该项目分为预防性养护、中修及大修 3 种养护类型,划分标准见表 5。

表 5 道路养护类型划分标准

养护类型	技术指标范围	路段比例/%
预防性养护	$I_{PCI} \geq 85$ 且 $I_{PQI} \geq 85$	6.3
中修	$70 \leq I_{PCI} < 85$ 、 $70 \leq I_{PQI} < 85$ 、 $I_{RDI} < 70$ 、 $I_{RQI} < 80$ 、 $I_{SRI} < 80$	73.5
大修	$I_{PCI} < 70$ 、 $I_{PQI} < 70$ 、 $I_{PSSI} < 70$	20.2

4 养护方案比选

在充分调查和分段评估路面状况、分析病害原因的基础上,综合考虑路用性能恢复情况、施工难易程度、施工工期要求、环境保护与资源节约、绿色公路建设理念、施工中交通组织、施工技术水平等因素,选择技术上最合理的养护方案^[8-12]。该项目养护方案比选过程如下:

(1) 在中修罩面层材料选择上,对常规新拌沥青混合料 AC-13、厂拌热再生沥青混合料 AC-13、就地热再生方案进行比选。该项目原路面表面层厚度约 3 cm,面层总厚度约 6.7 cm,而就地热再生方案仅适合再生表面厚度为 3~5 cm 的沥青层,如选择就地热再生方案,会产生 1~2 cm 的夹层,不利于层间黏结和病害的彻底处理。因此,不选择就地热再生方案。为充分回收利用原路面材料,结合地方道路施工状况、工期及原路面材料试验分析结果(回收沥青指标较好)等情况,在起点路段选择厂拌热再生沥青混合料进行罩面。同时为确保路面质量,大部分路段采用常规新拌沥青混合料 AC-13。

(2) 针对部分路段左右幅路况差距较大的情况,选择半幅大修、半幅中修罩面、保持左右幅总标高一致的方案,既满足交通量的需求,又彻底修复原路面病害,同时节约工程造价。

(3) 针对原路面反射裂缝较多的情况,采取在加铺罩面前对缝铺贴 0.5 m 宽防裂卷材后再施作一层 SBS 改性沥青同步碎石封层的防裂措施,延缓反射裂缝的出现。

综上,该项目的养护方案见表 6。

表 6 四川省道 206 线资阳段沥青路面养护方案

项目	大修	中修	预防性养护
加铺层	4 cm 改性沥青混		
	4 cm 改性沥青	凝土 AC-13C;4 cm	1 cm 微
	混凝土 AC-13C	厂拌热再生沥青	表处
黏层	混凝土 AC-13C		
	改性乳化沥青	改性乳化沥青	—
	7 cm 改性沥青		
加铺层	混凝土 AC-20C	—	—
黏层	(铣刨恢复)		
	改性乳化沥青	—	—
封层	SBS 改性沥青	SBS 改性沥青同	—
	同步碎石封层	步碎石封层	
防裂卷材	防裂卷材	防裂卷材	—
原路面/原	修补原路面及	修补原路面病害	修补原路
路基层	基层病害		面病害

5 结论

(1) 进行沥青路面养护设计前,必须收集原路面的基础数据、路面技术状况数据及养护专项检测数据,并对数据进行详细分析;在原路面数据收集完善的情况下,根据 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》对原路面技术状况指数、抗滑性能指数、车辙深度指数、结构强度指数等进行分析评价,找准产生病害的关键原因。

(2) 结合当地实际情况,对检测数据进行整体排序,根据不同路面状况分段设计,充分利用养护资

金对路面进行养护。

(3) 充分考虑路用性能的恢复情况、工期需求、施工难易程度等因素,在充分调查和分段评估路面状况、分析病害产生原因的基础上,选择合理的养护方案。

参考文献:

[1] 四川省交通运输厅.2020 年四川省交通运输行业发展统计公报[R].成都:四川省交通运输厅,2021.

[2] 田陈燕,岳建洪,陈金蓉,等.基于技术效应的沥青路面养护后评价研究[J].公路与汽运,2022(5):126-130+141.

[3] 江红,谢胜加,纪鑫和,等.庐铜高速沥青路面养护技术方案研究[J].公路交通科技(应用技术版),2015,11(4):25-27.

[4] 刘金凤.不同纤维沥青混合料的性能研究与微观结构分析[D].长沙:长沙理工大学,2018.

[5] 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.

[6] 侯相琛,曹丽萍.公路养护与管理[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.

[7] 浙江省公路管理局.公路养护技术规范:JTG H10—2009[S].北京:人民交通出版社,2009.

[8] 李涛,韩吉光,张鹏.某国道混凝土路面检测分析及旧路利用方案[J].公路交通科技(应用技术版),2017,13(1):25-28.

[9] 周乐东,王骄.基于路面病害修补还原换算的养护决策分析[J].公路与汽运,2023(2):135-138.

[10] 吴传海,杨艺,王旺,等.基于病害特征的湿热地区公路沥青路面破损状况评价研究[J].交通科学与工程,2023,39(4):9-16.

[11] 关宏信,周直霖,覃婉菊,等.半开级配 SBS 改性沥青混合料 BK-7 组成设计[J].长沙理工大学学报(自然科学版),2023,20(6):91-99.

[12] 李巧茹,王雪娇,王少航,等.基于修复度和性能衰变的预防养护时机[J].北京工业大学学报,2023,49(7):776-784.

收稿日期:2023-01-10