

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.11.012

城市道路沥青路面改造设计研究

——以西宁市新宁路改造项目为例

田旺龙

[上海市政工程设计研究总院(集团)第十市政设计院有限公司,甘肃 兰州 730000]

摘 要: 针对城市道路沥青路面长期暴露在外界环境中,在汽车荷载、环境温度及其耦合作用下,路面基层、面层沥青混合料易出现疲劳等破坏,使沥青路面病害增多,病害出现时间提前,通过分析城市道路沥青路面的常见病害类型及其破坏机理,提出了相应的处治措施,并以西宁市新宁路改造项目为例进行实践检验,结果表明改造方案效果良好,可有效减少沥青路面病害或延缓病害的出现时间。

关键词: 城市道路;沥青路面;改造设计;病害处治;反射裂缝

中图分类号: U418.8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)11-0048-04

0 引 言

随着我国城镇化水平的提高,未来城市的建设不再追求规模扩张,而是进入“精细化、品质化”的管理时代;城市道路的发展趋势也由最初新建转向对现有道路的改造提升。目前,我国许多城市老城区的沥青路面普遍存在早期设计标准低,建设年代久远,地下管网老旧、管道渗漏,路面平整度差,病害多等突出问题。路面累计当量轴次已超过原设计值,使用年限远超设计年限。现状沥青路面已无法满足城市日益增长的交通需求和市民的使用要求。对现有城市道路沥青路面进行改造提升,不仅能解决城市交通需求问题,满足市民的使用要求,也有助于推进落实国家的城市更新行动计划。

本文分析了城市道路沥青路面病害类型、破坏机理及处治措施,并通过工程实例验证了改造方案的可行性。

1 沥青路面病害类型及破坏机理

所谓沥青路面病害是指路面建成通车后,在交通荷载和环境温度及其耦合作用下,路面出现的破损、变形及其他各类缺陷的总称。沥青路面常见的病害类型通常可分为裂缝类、泛油类、变形类、松散类。

1.1 裂缝类病害及破坏机理

城市道路沥青路面裂缝形式包括线裂、网裂、龟

裂等^[1]。根据其成因可分为温度型、荷载型和沉降型裂缝。

温度型裂缝包含温缩裂缝和温度疲劳裂缝。温缩裂缝是指因周围环境温度骤降,沥青路面面层收缩产生的温度应力超过沥青混合料极限抗拉强度而引起的面层开裂(见图 1)。温缩裂缝常与行车方向垂直且间距均匀。温度疲劳裂缝是指沥青路面长期暴露在外界环境中,在巨大的温差作用下使沥青混合料产生疲劳破坏而出现的路面开裂。

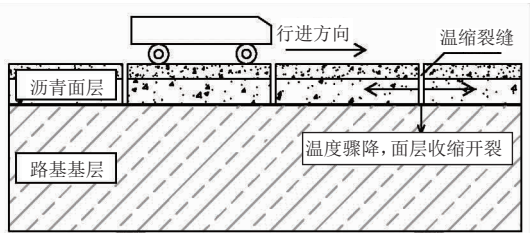


图 1 温缩裂缝形成机理

荷载型裂缝是指沥青路面在其上部各类交通工具的长期荷载作用下,路面基层混合料抗拉强度小于上部荷载的抗压强度,出现疲劳破坏而使基层层底断裂,断裂位置裂缝逐步向上延伸至面层的裂缝(见图 2)。

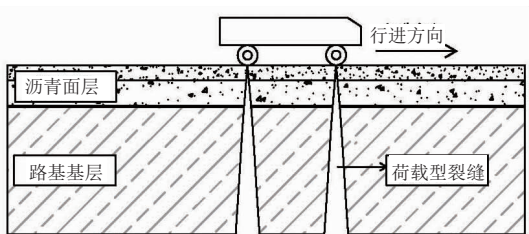


图 2 荷载型裂缝形成机理

收稿日期: 2022-12-18

作者简介: 田旺龙(1988—),男,硕士,工程师,从事城市道路交通设计工作。

沉降型裂缝是指城市道路在施工过程中因路基压实度不足,半填半挖路基的填方路段沉降,地下管网上部、桥涵台背端部无法使用大型机械压实等引起地基产生不均匀沉降而出现的路面裂缝,主要包含纵、横向两类裂缝(见图 3)。



图 3 沉降型横向裂缝形成机理

1.2 泛油类病害及破坏机理

泛油是指沥青路面在环境温度(尤其是夏季高温)和行车荷载及其耦合作用下,面层沥青混合料中沥青膨胀、变稀,从下面层向上面层迁移,使上面层沥青含量增多,下面层沥青含量变少的现象(见图 4)。沥青迁移引起面层不同位置空隙率发生变化。其中,上面层因沥青迁移富集,使其空隙率变小;下面层因沥青流失贫集,空隙率增大,下面层空隙中出现负压,在上部汽车荷载作用下路表水极易进入下面层空隙中引起路面出现水损坏。

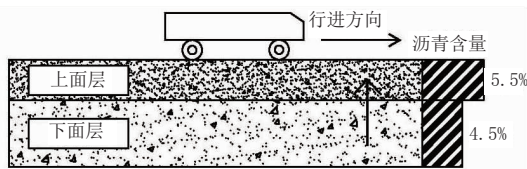


图 4 泛油类病害破坏机理

1.3 变形类病害及破坏机理

沥青路面变形类病害有车辙、波浪、拥包、沉陷、翻浆^[1]等。变形类病害主要是沥青混合料热稳定性差引起的,对路面使用性能及交通安全影响巨大。

车辙是指沥青路面在环境温度(尤其是夏季高温)和超、重载车辆荷载及它们的长期耦合作用下,路面凹于正常路面而出现的不可逆的竖向变形(见图 5)。引起车辙的因素众多,如高温,超、重载车辆长期荷载作用,沥青混合料油石比过大,路表水侵蚀,磨损等。从筑路材料分析,车辙是在高温季节,沥青路面在其上部超、重载交通车辆的挤压下,沥青混合

料抗拉强度低于车辆剪切应力而出现的集料与沥青位置的重新分布。



图 5 车辙类病害图

1.4 松散类病害及破坏机理

沥青路面松散是指沥青混合料中集料与沥青之间的黏结力降低,集料之间相互黏结作用减弱或丧失,集料颗粒脱落的现象(见图 6)。松散类病害有剥落、坑槽、啃边^[1]等,路面松散会缩短其使用年限,易引起行车颠簸及交通事故。



图 6 松散类病害图

导致路面松散的因素众多,集料颗粒脱落是根本。另外,集料含泥量超标,高温引起的沥青老化,施工工艺不严,路面压实度不足,路表水损坏,超、重载车辆破坏等也是主要影响因素。

2 沥青路面改造设计要点分析

城市道路沥青路面改造设计影响因素多,既要考虑项目实施后对现有交通的干扰,对沿线景观环境的破坏,对附近居民正常生活的影响等,也需考虑工程开挖后错综复杂的地下管网对项目实施进度的延误及施工期间的交通组织等问题。应根据每条道路的病害类型制定安全可靠、技术先进、经济合理的改造方案。坚持以人为本的改造原则,有效利用旧路材料,提出“一路一方案”,切忌盲目搬抄它路改造方案。根据病害特征及破损程度,沥青路面改造设计中常用的病害处治措施有功能性罩面和结构性补强^[2]两类。

功能性罩面是指在路面结构强度满足使用要求

的沥青路面上加铺沥青面层,以改善旧路面使用性能。对减少路面裂缝,提高路面平整度和舒适性,增强路面抗滑性能,阻止路表水下渗等具有重要意义。功能性罩面厚度一般小于 60 mm,是一种对现状沥青路面浅层病害的处治措施。

结构性补强是指对病害严重,结构强度不满足使用要求而影响正常使用的旧沥青路面挖除面层和基层,换填强度更高的半刚性基层或仅铣刨面层对旧路基层进行压浆处理的工程措施。结构性补强是一种对现有路面深层病害的处治措施,应根据路面病害类型及病害的出现层位、旧路面结构强度等计算确定补强厚度,一般采用的补强厚度不小于 60 mm,由 2 层或 2 层以上路面结构组合而成的结构层,包含直接加铺补强和铣刨加铺补强两类。城市道路加铺补强层时需处理好与沿线现有建、构筑物标高的衔接问题,同时道路两侧不得有积水现象。常见的城市道路沥青路面的病害类型及处治措施见表 1^[1-3]。

表 1 沥青路面病害类型及处治措施表

病害类型		处治措施
裂缝	缝宽<10 mm	灌缝
	缝宽≥10 mm	按坑槽处治
泛油	轻微	撒碎石或粗砂碾压密实
	重度(沥青未迁移)	铣刨富油沥青层再微表处
	沥青含量高引起的沥青迁移	铣刨泛油层重铺面层,铣刨重铺
拥包	峰谷高差≤15 mm	机械铣刨平整
	峰谷高差>15 mm;面积>2 m ²	铣刨重铺
	基础变形	更换基层重铺面层
车辙	RD≤15 mm	填充沥青混合料
	15 mm<RD≤30 mm	就地热再生或铣刨重铺
	RD>30 mm	修补基层重铺面层
沉陷	基层局部强度不足或松散	处理基层重铺面层
	路面略下沉	洒粘层沥青填混合料
	路面大范围下沉	纵横向分层分台阶搭接
	路基不均匀沉降	沥青面层处治
	桥涵台背压实不足	重新压实或注浆加固
波浪	面层引起	铣刨重铺
	面层与基层之间	清除夹层重铺面层
	基层引起	处治基层重铺面层
松散	施工不良	撒沥青碎石压实/铣刨重铺
	轻微麻面	高温时撒布嵌缝料
	大面积麻面	铣刨重铺
	沥青老化	封层养护/铣刨重铺
	黏附性不良	铣刨重铺并掺外加剂
路框差	啃边	面层挖除涂刷沥青再恢复
	唧浆	注浆加固/翻建
坑槽	井座底板强度不足	安装改良型卸载大盖板
	井座周边路面下陷	修补周边路面
	深度到基层	先处治基层再加铺面层
	深度>50 mm	分层摊铺压实
	紧急情况	沥青冷补处治

3 工程案例

3.1 项目概况

为响应国家城市更新行动计划,2021 年西宁市对全市旧路面进行改造提升。改造道路新宁路现状为沥青路面,道路南起昆仑西路,北至胜利路,全长 1.5 km,红线 60 m,主干路,设计时速 50 km/h,双向 6 车道。

新宁路地理位置示意图见图 7。



图 7 新宁路地理位置示意图

该道路修建于 1975 年,于 2001 年进行改建,截至 2021 年路面已超过设计使用年限。现状路面平整度差、病害多(见图 8)。



图 8 现状道路病害图

3.2 沥青路面使用状况调查及评价

现状路面结构:5 cm 中粒式沥青混凝土(AC-16)+7 cm 粗粒式沥青混凝土(AC-25)+20 cm 5%水泥稳定砂砾+6 cm 砂砾垫层,总厚 100 cm。

现状新宁路年平均日交通量为 15 000 pcu/d,交通量等级为重交通,除五四大街交叉口和胜利路交叉口早晚高峰期间交通拥堵严重外,其余路口及路段交通服务水平良好。改造设计前对现有路面损坏调查主要分为:裂缝类(线裂、网裂、龟裂)、变形类(拥包、车辙、沉陷、翻浆)、松散类(剥落、坑槽、啃边)、其他类(路框差、唧浆、泛油)^[4]。根据现状沥青路面各类病害面积和密度,加权计算得到路面状况指数 PCI 值。新宁路路面调查评价指标包括:路面行驶

质量指数(RQI)、路面状况指数(PCI)、路面回弹弯沉值、抗滑系数(BPN、TD 或 SFC)和路面综合评价指数(PQI)^[1]。

新宁路路面调查评价表见表 2。

表 2 新宁路路面调查评价表					
路面行驶质量指数 (RQI)	路面状况指数 (PCI)	路面回弹弯沉值 / (0.01 mm)	抗滑系数 (BPN,TD 或 SFC)	路面结构强度	路面综合评价指数 (PQI)
D 级	D 级	60~90	D 级	不足	D 级

3.3 沥青路面改造方案设计

根据路面调查评价结果,新宁路现状年平均日交通量为 15 000 pcu/d,属重交通等级,路面回弹弯沉代表值为 60~90/(0.01 mm),其他各类评价指标的评价等级为 D 级。根据上述调查数据并结合相关规范,可知新宁路路面结构强度等级为不足。表明道路承载力不足,应进行大修或改扩建。新宁路改造设计采用挖除新建的改造方案。具体改造内容如下:

(1)道路平面线位、纵断面、横断面型式均与现状保持一致。

(2)对五四大街交叉口和胜利路交叉口进口道进

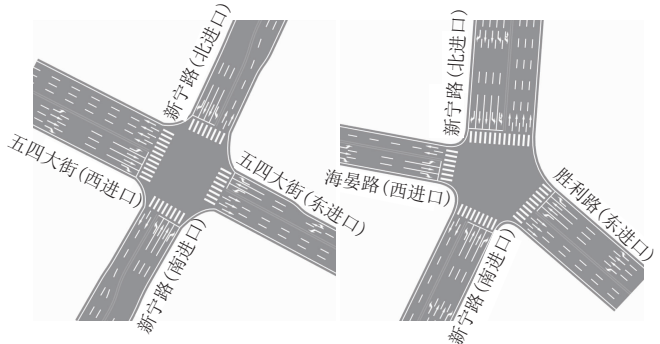


图 9 新宁路与五四大街、胜利路交叉口渠化设计图

行渠化展宽设计,以提高交叉口通行能力(见图 9)。

(3)旧路面采用挖除新建并进行路基处理的改造方案,以确保路基的抗变形能力和整体稳定性。其中昆仑西路-五四大街段路基土为Ⅲ级(严重)自重湿陷性黄土,路槽以下换填 200 cm 8%石灰土;五四大街-胜利路段路基土为Ⅱ级(中等)自重湿陷性黄土,路槽以下换填 150 cm 8%石灰土,分层压实回填。

(4)现状公交停靠站路面病害较多,对沿线 3 处港湾式和 4 处占路式公交站点处路面结构进行原位加固处理。

(5)改造路面结构垫层与基层应具有较高的强度、水稳定性、较小的温缩和干缩变形、较强的抗冲刷能力及应力扩散能力。沥青面层应具有足够的结构强度、抗车辙、抗裂、抗疲劳、平整、抗滑、耐磨等特

性^[5]。新宁路路面设计参数见表 3。

表 3 新宁路路面设计参数表

序号	类型	设计参数
1	土基回弹模量 /MPa	≥35
2	路面设计轴载	BZZ-100 标准轴载
3	设计基准期 /a	15
4	路面设计弯沉值 /(0.01 mm)	23.03
5	1 条车道上的累计当量轴次	1.3 × 10 ⁸
6	交通等级	重
7	路基干湿类型	干燥
8	气候分区	Ⅲ 3
9	20 ℃抗压模量	细粒式沥青玛蹄脂碎石 1 400
		中粒式沥青混凝土 1 200
	平均值 /MPa	水泥稳定砂砾 1 100~1 500
		水泥土 1 000

新宁路改造路面结构图见图 10。其中,公交车站处路面结构需结合《西宁市港湾式公交停靠站建设指导意见》进行加固处理,将上基层调整为 22 cm C25 水泥混凝土(配连续钢筋网片 φ10),其余结构层与标准路段车行道路面结构层保持一致。

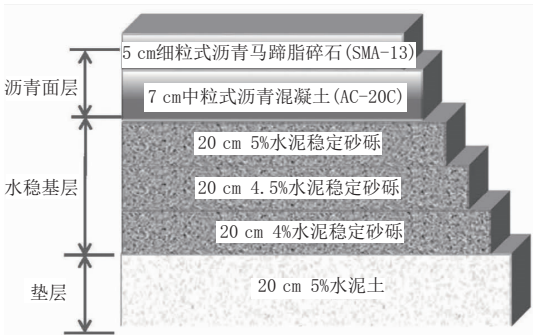


图 10 新宁路改造路面结构图

(6)对现有绿化带、路缘石、无障碍及交安设施进行更新改造。

4 结 语

(1)研究了城市道路沥青路面的常见病害类型及破坏机理,分析了沥青路面改造设计要点,并结合工程实例阐述了城市沥青路面改造设计内容及流程。最后提出了安全可靠、技术先进、经济合理的改造方案。

(2)新宁路改扩建后通车 1 年多,目前路面运行状况良好,无病害。

(3)该方案对提高沥青路面使用性能及使用寿命具有重要意义,可对以后类似改造项目提供借鉴。

参考文献:

[1] CJJ 36—2016,城镇道路养护技术规范[S].
[2] JTG 5142—2019,公路沥青路面养护技术规范[S].
[3] JTG 5210—2018,公路技术状况评定标准[S].
[4] 谢双喜.城镇老城区道路提升改造编制沥青路面破损状况调查方案的探讨[J].广东建材,2019(3):75-76.
[5] CJJ 169—2012,城镇道路路面设计规范[S].