

城市道路沥青路面养护维修方案研究

王晓冬

(上海市金山区交通建设工程管理中心, 上海市 201599)

摘要: 为应对城市道路养护需求日益增长、结构性能要求提高以及夜间施工窗口受限等问题, 依托上海市某次干道沥青路面养护维修工程, 结合路面病害分布、交通运行特征与施工组织要求, 系统开展适用于不同路段条件的沥青路面养护维修方案研究。针对不同区域进行了差异化的养护维修方案: 上面层材料基于经济和性能的平衡保障, 分区域选择了经济合理的面层材料; 基层补强方案中, 根据车辆类型、交通影响和施工时间等条件因地制宜选择了4种不同道路基层补强方案, 有效平衡工程造价、寿命和交通影响等因素, 可为城市道路精细化、高效能的养护方案设计提供有益参考。

关键词: 城市道路; 沥青路面; 养护维修; 效益分析

中图分类号: U416.217; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0161-04

Study on Maintenance and Repair Scheme for Asphalt Pavements of Urban Roads

WANG Xiaodong

(Shanghai Jinshan Transportation Construction Engineering Management Center, Shanghai 201599, China)

Abstract: To address the increasing demand for urban road maintenance, the rising requirements for structural performance, and the limited construction windows at night, relying on a secondary arterial road asphalt pavement maintenance and repair project in Shanghai, and combined with the pavement disease distribution, traffic operation characteristics and construction organization requirements, a systematic research is conducted on the maintenance and repair schemes of asphalt pavement suitable for the different road sections. For the different areas, the differentiated maintenance and repair schemes are implemented. Based on the balance guarantee of economy and performance, the economical and reasonable surface material is regionally selected for the upper layer material. In the base reinforcing scheme, based on the conditions of vehicle types, traffic impact and construction time, four different reinforcing schemes for road base are selected according to the local conditions, which effectively balance the engineering cost, service life, traffic impact and the other factors, and can provide the valuable reference for the design of refined and high-effect maintenance and repair schemes of urban roads.

Keywords: urban road; asphalt pavement; maintenance and repair; benefit analysis

0 引言

随着我国经济发展和城市化进程推进, 既有道路规模不断扩大, 我国城市道路已大量进入养护期。越来越多城市道路达到使用年限, 出现网裂、碎裂和坑槽等严重病害, 若不及时进行必要的集中养护维修, 路面将进入养护维修密集期, 后续日常养护工作量将显著增大, 线长、面广、点多的日常养护将给交通带来极大的负面影响^[1-3]。

当前, 城市道路养护存在养护施工交通影响大和施工控制要求高的特点, 具有局部公交站及交叉口路段由于大轴载、大车流量、低速行驶和频繁启停等因素导致病害频发等问题, 如何根据既有条件进行针对性养护方案设计是养护维修工程的关键^[4-5]。另一方面, 由于道路交通量大, 为降低养护维修施工作业对道路周边居民日常出行的干扰, 施工作业多采用夜间施工, 因此对于路面结构方案的养护时间和施工噪声控制等提出了较高的要求^[6-8]。

针对上述城市道路养护维修过程中存在的共性问题, 以上海市某次干道的养护维修项目为依托, 基于道路病害状况、交通荷载和施工时间等因素, 探究兼具不同适用性与经济性的沥青路面养护维修方案。

收稿日期: 2025-07-02

基金项目: 上海市科技创新行动计划(23DZ1202100); 上海市交通委员会科研项目(JT2025-KY-017)

作者简介: 王晓冬(1991—), 男, 本科, 助理工程师, 从事道路设施管理工作。

1 项目概况及现场调研

1.1 项目概况

该项目位于上海市金山区,呈南北走向,是区域骨干路网的一条重要干道,服务于金山区内部交通,道路两侧沿线以高密度住宅小区为主,同时分布有医院、学校、行政办公和商业配套设施。道路等级为次干路,横断面为4幅路,标准断面按4快2慢布置,设计车速40 km/h,交通等级为重交通。

1.2 铺装结构调查

养护维修路段服役年限已超20年,期间从未经历过大、中修。经资料和转芯取样调研,现有道路结构如表1所列。

表1 道路结构表

序号	结构层	结构材料	厚度/cm
1	上面层	细粒式沥青混凝土 LH15	4
2	下面层	粗粒式沥青混凝土 LH35	6
3	基层	粉煤灰三渣	40
4	垫层	砾石砂	15

1.3 路面状况检测和调研

结合长度和交叉口分布情况,养护路段按交叉口划分为三段,沥青路面检测的评价结果如表2所列。

表2 沥青路面检测评价结果表

路段	位置	车道	PCI	RQI	结构强度
第1路段	东	1	B	B	临界
		2	B	B	临界
	西	1	C	B	临界
		2	B	B	临界
第2路段	东	1	B	B	临界
		2	B	B	临界
	西	1	B	B	临界
		2	D	B	临界
第3路段	东	1	B	B	临界
		2	B	B	临界
	西	1	B	B	临界
		2	B	B	临界

养护路段沥青路面破损状况较差,评价等级主要为B级($\geq 75, < 90$)且靠近B级的下限,部分路段为C级($\geq 65, < 75$)和D级(< 65)。全线存在较多修补、线裂、网裂、剥落、车辙等病害,RQI(pavement riding quality inedx)整体为B级,平整度和行驶质量较好,沥青路面结构强度较差,各路段结构强度等级均为临界,部分交叉口和出入口路段路面结构强度已接近临界值上限。

2 养护维修方案研究

2.1 养护策略

沥青路面养护对策应根据道路检测结果、交通水平、结构与材料使用性能等因素,综合路面结构强度、PCI(pavement surface condition index)和RQI等指标进行判断。根据《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36—2016)^[10]和《城市道路养护技术规程》(DG/TJ 08-92—2013)^[9],养护对策选择优先考虑道路结构强度,其次考虑PCI和RQI指标,养护决策过程如表3所列。

表3 沥青路面养护决策表

结构强度	PCI	RQI	养护对策
足够	A、B	A、B	预防性养护或保养小修
足够、临界	B、C	B、C	保养小修或中修
临界、不足	C	C	中修或局部大修
不足	D	D	大修或改扩建工程

根据现场调研情况,养护路段沥青路面在长期交通荷载与环境耦合作用下,整体状况不佳,普遍问题为沥青路面松散麻面、裂缝、剥落、坑槽、车辙等病害,局部路段存在严重病害,主要为长裂缝、网裂、沉陷等严重病害,病害统计及分析如表4所列,典型病害照片如图1所示。



图1 典型病害照片

养护路段沥青路面普遍存在表面泛白、麻面,成因在于沥青长期老化和细集料脱落,导致面层结构松散,该类病害在全线均有分布,反映整体老化程度

表 4 养护路段沥青路面主要病害表

病害类型	病害	成因分析	主要分布路段
松散类	泛白、麻面	沥青老化、细集料脱落	全线
	轻度线裂	疲劳荷载作用	全线随机分布
裂缝类	长纵缝	基层局部维修	交叉口
	长横缝	公交车频繁启停	港湾式公交站台变道区域
	网裂	基层松散、低速行驶车辆频繁启停	出入口
变形类	车辙	车辆启停频繁,原沥青铺装未采用改性沥青	交叉口
	沉陷	基层松散	出入口

较高。轻度线裂普遍分布,主要由疲劳荷载反复作用引起;长纵缝多见于交叉口附近,与基层局部维修接缝处理有关;长横缝集中于港湾式公交站变道区域,主要是大荷载公交车辆频繁启停的应力集中导致;网裂、车辙及沉陷等严重病害多发于出入口及公交站台等低速高频启停区,原因在于原有面层和基层结构整体强度与耐久性不足,在反复低速重载作用下,面层发生较大变形或基层发生松散失稳进而加剧上部结构破坏,导致局部路段病害集中。

根据养护路段现场病害分布、路面检测和钻芯取样结果,养护方案分析如下。

(1)根据钻芯结果,部分三渣基层芯样产生断裂和碎散,主要分布于路侧出入口位置,对应路面破损情况严重,存在长纵缝、频繁修补和大面积网裂等严重病害,路面结构强度接近临界值上限,为基层结构强度不足导致的路面结构破坏,有必要对老路基层进行基层翻修,以恢复路段整体的结构性能。

(2)基层良好的路段中,交叉口、公交站台和出入口等区域存在 PCI 为 C 级,裂缝密集、反复修补和车辙等病害的路段,根据钻芯取样结果显示,裂缝病害贯通上下面层,应采用上下面层双层铣刨加罩方案提升路面面层整体性能。

(3)基层良好且 PCI≥80 的路段,病害以麻面和微裂缝为主,病害发展范围仅限于上面层,采用上面层单层铣刨加罩即可有效改善路面性能。

综上,针对不同路面技术状况,养护维修路段采用针对性养护对策,如表 5 所列。

表 5 路段沥青路面养护对策

PCI	RQI	结构强度	基层状况	养护对策
PCI≥80	A、B	良好	良好	单层铣刨加罩
80>PCI≥65	A、B	良好	良好	双层铣刨加罩
65>PCI	—	临界	松散	基层翻修

2.2 面层材料选择

单层铣刨加罩方案厚度采用 4 cm 上面层方案。当前上海市常用的上面层沥青混合料主要包括 AC-13 和 SMA-13 这 2 类。AC-13C 属于悬浮密实结构,密水性好、工程造价较低,但存在耐久性不足、高温抗车辙和抗滑性能较弱等问题。SMA-13 在抗疲劳、抗滑、抗车辙变形、水稳性等方面表现均良好。由于本次养护道路为次干路,交通流量较大,且养护维修施工对周边交通影响较大,应减少养护频次,提升路面使用寿命,该项目推荐采用方案采用 SMA-13 方案。同时,根据不同交通特征区域,具体比选参数和结果如表 6 所列。

表 6 单层铣刨加罩方案比选表

序号	比选方案	耐久性	造价/ (元·m ⁻²)	比选结果
1	SBS 改性 SMA-13	抗疲劳性能、抗水损坏、抗车辙变形等方面表现良好	104	推荐方案
2	SBS 改性 AC-13C	抗疲劳性能、抗车辙变形等方面相对不足	79	比选方案
3	SBS 改性 SMA-13 (3.5% 抗车辙剂)	耐久性好,抗车辙变形能力高	111	公交站台和交叉口区域

2.3 基层翻修方案

基层翻修方案从施工养护时间、经济性和耐久性等方面进行比选。基层翻修材目前常用的材料主要包括水泥稳定碎石、ATB、C30 素混凝土和 C30 钢筋网片混凝土。水泥稳定碎石基层为半刚性基层,刚度和强度较柔性基层高、成本较低,是常用的基层材料,但是存在施工养护周期长、对交通影响大的缺陷;ATB 基层恢复交通速度快,同时可减少反射裂缝,但是存在刚度小、易产生车辙问题;混凝土基层为刚性基层,刚度和强度高,但存在造价高和养护时间长的缺陷。

根据本项目现状病害特征,由于结构强度整体处于临界状态,采用 ATB 柔性基层存在弯沉值大,难以保证路面结构的耐久性,且造价较高。考虑耐久性和成本因素,基层处理优选水泥稳定碎石方案;施工交通影响大的交叉口区域,如结构强度条件良好,可采用 ATB-30 方案;基层修补范围较小,难以进行压实施工的道路采用 C30 混凝土基层,其中公交停靠站由于存在较大的车辆轴载和频繁启停问题,需提高铺装层的抗剪切及抗疲劳能力,基层采用 C30 水泥混凝土(单层钢筋网片)方案,具体比选参数如表 7 所列。

表7 基层翻修方案比选表

序号	比选方案	耐久性	施工时间	造价/ (元·m ⁻²)	比选结果
1	水泥稳定碎石	结构强度高、抗车辙性能和抗疲劳性能好	养护时间较长,需封交施工	320	推荐方案
2	ATB-30	抗反射裂缝性能好,整体刚度较弱	施工速度快,可夜间施工	465	交通和施工条件不允许路段
3	C30混凝土	结构强度和刚度 高,大面积使用易产生反射裂缝,适合小范围施工	养护时间长,需封交施工	354	长度不足50 m路段
4	C30水泥混凝土+单层钢筋网片			390	公交停靠站范围

为提升不同结构段施工衔接的连续性与整体性,本工程采用阶梯式搭接处理方式,按上面层、下面层及基层依次分级错台搭接,有效减少结构突变带来的应力集中。针对部分公交停靠站与相邻机动车道存在基层翻挖新建的情况,为了兼顾施工组织效率与材料衔接协调性,相关区域统一采用水泥稳定基层协同处置,实现同步施工、统一压实与集中质量控制,提升结构衔接质量与整体耐久性。

3 结 论

结合上海市某次干道沥青路面的养护维修实践,根据路面病害状况、交通影响和经济可行性等方面制定了针对性养护措施,主要结论如下。

(1)根据道路沥青路面病害类型、整体结构强度和钻芯取样分析,对不同养护单元分别选用单层铣刨加罩、双层铣刨加罩和基层翻修3种针对性的养护对策。

(2)上面层材料根据道路等级、交通量和道路耐久性,基于经济和性能的平衡保障,分区域选择了经济合理的面层材料。

(3)基层补强方案中,根据车辆类型、交通影响和施工条件等因素因地制宜选择了4种不同道路基层补强方案,有效平衡工程造价、寿命和交通影响等因素。

城市道路养护维修方案研究时应综合考虑耐久性、成本控制和封交压力等多重因素影响,针对某具体工程,在城市道路养护维修方案分析中充分考虑上述因素影响,提出了经济合理的养护方案,可供其他工程参考。

参考文献:

[1] 荣建国,沙晓东,潘宗俊,等.普通国省干线路面性能衰变研究[J].公路交通科技,2025,42(2):52-60.

[2] 王琪.区域性普通国省道干线公路路面使用性能衰变规律研究[D].广州:华南理工大学,2023.

[3] 赵帅,张金喜.考虑不同养护措施的路面性能衰变模型研究[J].公路,2018,63(1):244-248.

[4] 谢磊.市政道路大中修工程设计研究[J].工程建设与设计,2022(23):131-133.

[5] 马怀东.普通国省干线沥青路面工程养护决策分析[J].交通科技与管理,2024,5(9):83-85.

[6] 张俊.城镇道路沥青路面大中修及整治方案研究与探讨[J].城市道桥与防洪,2015(6):24-27.

[7] 刘丽芬,邓小青,王亚宁.城市道路沥青路面养护技术应用研究[J].城市道桥与防洪,2014(3):118-121.

[8] 赵峰.城区道路养护中的交通组织与协调策略探析[C]//2024工程技术应用与施工管理交流会论文集(上).南京:南京市建邺市政工程有限公司,2024:32-34.

[9] DG/TJ08-92—2013城市道路养护技术规程[S].

[10] CJJ 36—2016城镇道路养护技术规范[S].