

高速公路沥青路面养护施工技术研究

张士伟

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要]高速公路沥青路面服役时间长久会遭受裂缝、车辙、坑槽等多种病害的侵蚀,合理的养护施工技术对提高路面使用寿命和行车安全有着重要的意义。结合沥青路面典型病害特点及其产生原因,提出了相应的防治养护施工技术和质量管理与优化措施,形成了系统的养护施工技术方案。裂缝、车辙、坑槽以及水损害等为主要病害,产生原因有材料、施工质量以及环境等多重因素,裂缝处治、坑槽修补、微表处、稀浆封层、沥青罩面以及热再生等等不同的技术都有适用条件和各自的优点。沥青路面因材料选用不当,现场施工监管不到位,超限运输管控不力等因素出现的开裂、水损坏、沉陷、车辙等病害严重影响了新建公路的正常使用。水损是导致沥青路面早衰的主要因素之一,弄清产生原因采取相应的防治措施可以提高公路工程的质量和服务寿命。养护工程中材料质量把关,施工方法把关,安全把控以及智能科技的应用都是质量把控的一部分。合理运用养护手段,精细化施工,可以大大提高高速公路沥青路面的实际使用能力和寿命。

[关键词]高速公路; 沥青路面; 养护施工

DOI: 10.33142/sca.v9i5.19744

中图分类号: U418.6

文献标识码: A

Research on Maintenance and Construction Technology of Asphalt Pavement on Highways

ZHANG Shiwei

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Asphalt pavement on highways can suffer from various diseases such as cracks, ruts, and potholes over a long period of service. Reasonable maintenance and construction techniques are of great significance for improving the service life of the pavement and driving safety. Based on the typical characteristics and causes of asphalt pavement diseases, corresponding prevention and maintenance construction techniques and quality management and optimization measures have been proposed, forming a systematic maintenance construction technology plan. Cracks, ruts, potholes, and water damage are the main asphalt pavement diseases, which are caused by multiple factors such as materials, construction quality, and environment. Different technologies such as crack treatment, pothole repair, micro surfacing, slurry sealing, asphalt overlay, and thermal regeneration have applicable conditions and their own advantages. The cracking, water damage, subsidence, rutting and other diseases caused by improper material selection, inadequate on-site construction supervision, and ineffective control of over limit transportation on asphalt pavement have seriously affected the normal use of newly built highways. Water damage is one of the main factors leading to premature aging of asphalt pavement. Understanding the causes and taking corresponding preventive measures can improve the quality and service life of highway engineering. Material quality control, construction method control, safety control, and the application of intelligent technology are all part of quality control in maintenance engineering. Reasonable use of maintenance methods and refined construction can greatly improve the actual usability and service life of asphalt pavement on highways.

Keywords: highway; asphalt pavement; maintenance and construction

引言

高速公路是现代社会道路系统不可或缺的一部分,具有较高的车辆通行量及重要的经济效益。由于其行车平稳舒适、噪声小以及施工时间短等特点,因此被广泛应用于高速公路工程当中,但是由于车辆荷载及自然环境等各方

面的影响,沥青路面也会产生各种各样的问题,严重影响行车安全及舒适度。沥青路面被广泛应用在高速公路上,所以在沥青路面出现问题时应根据具体情况采取相应的养护方法,如:灌缝、微表处、稀浆封层、热再生、雾封层等手段。怎样合理选用养护工艺、把控好施工质量就成

了目前养护工作中的关键所在。针对高速公路沥青路面的裂缝、车辙、水损坏等早期病害及其防治技术加以系统研究，从质量和安全两个角度入手，确定养护工程施工环节的重点问题，有助于增强养护施工效果，实现较好的经济效益和社会效益。文章以高速公路沥青路面养护工程施工技术为切入点，在此基础上，首先对主要病害类型特点以及成因进行了介绍。其次介绍了不同类型的养护施工技术。最后提出了质量监控以及改进方案，希望能够给高速公路沥青路面养护工作带来一定的技术支持作用。

1 高速公路沥青路面病害特征与成因分析

1.1 裂缝病害特征与成因

裂缝为沥青混凝土路面中最为普遍的一种病害现象，主要有横向裂缝、纵向裂缝及网状裂缝等几种裂缝类型。横向裂缝一般呈直角与行车方向垂直，常发生于冬季低温期，主要是由于沥青面层受气温变化而产生的温度收缩所致；纵向裂缝沿路面行车道轮压轨迹走向而延伸，常见于车道轮压实区域，是由其结构层强度不够或者路基差异沉降引起的；网状裂缝形状如无序排列的网眼般散落，说明路面整体已经遭受了较大的损害。裂缝的形成原因可以从以下几个方面考虑。材料因素，如沥青用量较少或是沥青针入度较大都会使得沥青混合物的柔顺性下降，从而在温差的作用下容易出现破裂现象。其次为施工方面造成的原因，压实不到位使得混合料孔隙率偏大从而加快了沥青的老化过程及减小了抗裂性能。再次是环境和荷载方面的影响，低温使得沥青质变硬脆并且重车反复碾压使得裂缝迅速发展。

1.2 车辙病害特征与成因

车辙是由于车辆荷载反复作用在道路轮迹带上形成的纵向带状下陷，是高速公路沥青路面常见的变形类病害，可将其分为三种类型即结构型车辙、失稳型车辙以及磨耗型车辙。结构型车辙是由于基层或者路基发生永久性的变形造成的；失稳型车辙是因为沥青混合料无法抵抗高温剪切从而导致荷载下出现横向滑移；磨耗型车辙则是因为路面表面因受轮胎磨损逐渐损耗引起的。车辙的发生受到许多方面的影响。高温下沥青材料粘度下降使其混合料抗压性能大大减弱，重载车辆对道路的车辙化行车方式使得轮迹带上累积变形逐年加重。另外，混合料级配不合理，沥青过多，碾压不够也会使车辙恶化。公路病害特别是前期的破坏有很大一部分原因是机动车大量超载造成的，超重车辆对于公路的损害极大。

1.3 坑槽与松散病害特征与成因

坑槽是指沥青路面出现局部凹陷形成的空洞结构，大

部分都是从松散发展而来的。松散是指路面表面集料颗粒流失、路面变粗糙，严重情况下形成坑槽，影响行车的安全性和舒适度。坑槽的发生原因主要是水损害及粘结失效。水分进入沥青与集料之间的界面，在动水作用下使二者之间的粘结力下降造成集料脱落。在沥青混合料中矿粉不足以及沥青膜过于轻薄都会减少抗剥落的能力。另外施工过程中混合料离析致使局部沥青偏低也是产生坑槽的一个重要原因。

1.4 水损害形成机理

水害是引起我国沥青路面早期病害的主要因素，研究其产生原因及防治对策有利于提高公路工程质量。水害的发生过程分为三个步骤进行：水从路面孔隙或者缝隙中渗入沥青层内部，在车轮荷载引起的动水压力的作用下，水逐步侵蚀到沥青与矿料接触面，沥青膜与集料颗粒之间的粘结力丧失、沥青剥落、混合料强度急剧降低。水损害程度与混合料孔隙率紧密相连，空隙率高水分易渗入不易渗出，在动水压力的作用下迅速恶化；空隙率低导致路面泛油、抗滑能力减弱。所以保持合理孔隙率就可以有效预防水损害。

1.5 环境与交通荷载的综合影响

环境条件及交通流量对公路路基病害存在较强的交互作用：夏季气温高沥青材料变软，在车辆荷载的碾压下容易产生车辙；冬季气温低材料变硬，温度变化引起的应力会导致裂缝的发展。雨天给水分渗入到路面结构层创造了机会，加快了水损的发生发展。交通流量大尤其是超重车辆对于公路路基的危害最大。超载车辆使路基材料所受力超出设计值，使得路基材料在行车过程中易疲劳开裂以及永久变形。交通渠化导致轮迹带上累积变形较大从而车辙病害更加明显。同时车流量的不断增加给公路路基维修保养带来更大的压力。

2 高速公路沥青路面养护施工关键技术

2.1 裂缝处治技术

裂缝修补技术主要有灌缝及填充两种方法。当出现较宽或者贯穿性裂缝时可以使用专门的灌缝材料，通过专用的灌缝装置把加热的密封胶灌注到裂缝之内使其与裂缝面充分黏合；而填充则针对的是较细小的裂缝，在裂缝表面填充密封胶形成封闭层。预防性保养技术的应用可对道路的裂缝进行及时处理，防止路面病害进一步恶化。对于裂缝修补主要集中在清理干净裂缝表面并保持其干燥，同时掌握好加热密封胶的温度。

2.2 坑槽修补技术

坑槽处置有冷修与热修两种方法。冷修法使用常温条

件下修复材料来进行，简单易用，适合紧急维修；但是冷补材料初凝强度低并且不够稳定持久，其效果没有热修好。热修法是利用加热装置将坑槽部位加热融化，掺入新材料压平压实，新老材料结合紧密不易脱落，修补效果更好。热修主要取决于加热温度的把握，防止沥青材料过烫变质老化。

2.3 微表处与稀浆封层技术

微表处、稀浆封层都是乳化沥青混合料薄层罩面工艺，适用于道路表面轻度裂缝、轻度松散、抗滑能力差等病害的预防性维护，表1为微表处、稀浆封层两种工法比较。

表1 微表处与稀浆封层技术对比

对比项目	微表处	稀浆封层
适用病害类型	车辙、抗滑不足、轻微裂缝	轻微裂缝、老化、松散
最大粒径	9.5mm	4.75mm或9.5mm
改性剂使用	必须使用聚合物改性乳化沥青	可使用普通乳化沥青
摊铺厚度	6~15mm	3~10mm
开放交通时间	1~3h	2~6h
车辙填补能力	可填补15mm以下车辙	不具备车辙填补能力
单层造价	较高	较低

根据表1可以知道微表处置用于车辙修补等对质量和效果有较高需求的地方，而稀浆封层更适合一般性的预防性养护工作，施工过程中应当注意材料的粘度以及破乳时间，在保证摊铺均匀的同时也要及时干燥固化。

2.4 沥青罩面技术

沥青罩面是在现有的路面上铺设一层沥青混合料来恢复路面的功能。按照加铺厚度可以分为薄层罩面、中等厚度罩面及普通罩面三种类型；其中薄层罩面的厚度在2~4cm之间，适用于对路面轻度破损进行修复；而普通罩面厚度则达到4~8cm，主要用于解决由于基层强度不够造成的路面损坏问题；薄层罩面作为裂缝预防性的维护手段之一，对于提高道路使用条件具有积极的作用。沥青罩面施工中最重要的是新旧沥青层之间的紧密结合，一般情况下会采用撒布粘层油的方式来进行加强。

2.5 热再生养护技术

就地热再生工艺是通过路面局部加热、破碎、加温料与新集料混拌、稳定化、摊铺、压实等方式使旧路面上沥青混合料得到原位翻修和再利用。适用于处理路面表层老化或轻度破损的问题，在一个工作面上可以同时进行路面旧料再生和摊铺作业，工作效率快、施工干扰少。该技术可以把原有路面材料100%重复使用，大大节约了材料运输费用和资源利用率，满足绿色公路标准。施工时加热车、

破碎机、稳定复拌机以及摊铺机组相互协作共同作业，实现了流水线式的操作方式。加热温度分区控制是关键技术部分，顶部加热温度为160~180℃之间，纵向分段加热，达到松耙的效果的同时防止沥青发生老化作用，再生剂投入量取决于旧沥青老化程度来确定，通常控制在旧集料质量的3%~5%，热再生质量控制主要是加热温度的把控，温度过高会造成沥青老化，而温度太低达不到松耙的效果，另外再生剂和混合料的良好搅拌也是热再生质量的重要因素之一。

3 养护施工质量控制与优化管理

3.1 养护材料质量控制

维护保养材料是保证工程质量的前提，主要是沥青、集料、乳化沥青及添加剂四大类。其中沥青材料要测定的有针入度、软化点、延度三项重要参数，必须符合规范的要求。集料要控制压碎值、磨耗值、含泥量等。乳化沥青要测量蒸发残留物含量、筛上剩余量、储存稳定性等。为了节约工程费用的同时又保证工程质量。则应该在配合比设计的基础上按工程要求在允许调整范围内对混合料配合比做出微调。材料进场后应分批检验，不合格材料不允许使用到保养中去。

3.2 施工工艺与压实度控制

施工技术控制体现在混合料搅拌、运输、铺设、压实全过程中，在拌和阶段要保证各冷料仓物料流量稳定性以及出料温度一致性；运输过程要匹配好运载车辆数量，合理缩短运距避免混合料出现离析以及温度损失过大的情况；摊铺阶段需做好速度及平整度控制；准确地设定基准线、严格管控好摊铺层厚度及摊铺速度并按规定的程序进行碾压，同时使用连续式道路平整度仪跟踪测量，可以大大提高路面的密实度和平整程度；压实度控制是质量管理的关键，初始压实时应有相应温度范围，复压、终压也有各自的温度限制，碾压遍次数不低于规定标准，现场用钻孔取芯法检验压实度。

表2 沥青混合料施工温度控制参数

施工工序	普通沥青	改性沥青	SBS 改性沥青
拌和温度(℃)	150~170	160~175	165~180
摊铺温度(℃)	135~150	150~165	155~170
初压温度(℃)	≥130	≥145	≥150
终压温度(℃)	≥70	≥90	≥100

沥青路面摊铺碾压工序一般靠监理旁站、施工单位自检等方式来检查，有安全隐患。无人驾驶施工技术通过对大数据处理与不同的环境自动调整施工参数，此技术

应用于辽宁锦阜高速修复工程证明能够提高压实质量控制程度。

3.3 施工安全管理与交通组织

高速公路养护施工面对着较大的车流量及高速行驶带来的安全隐患问题,因此合理的安全措施和交通安全组织十分重要。养护作业区域要按照规定设置警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区以及终止区六大功能分区^[1]。从质量和安全两个方面着手,有助于提升养护施工的效果,取得更大的综合效益,在施工时要派专人的安全员巡视现场及时处理隐患问题,同时根据路段的不同情况合理地制定交通组织方案,尽可能减少对道路行车的影响。

3.4 智能化养护技术应用

数字化成为世界新一轮科技变革的最大变量及增量,要达到对道路精养的目标,得到精确化、可以量化的检测成果是基础条件。公路智能化维护技术包含道路状况探测、维修保养建议以及作业过程智能化控制三大方面^[2]。路况探测运用激光、雷达、高清摄像头等方式迅速采集路面平整度、行车道辙深、损坏情况等相关信息。维修建议系统通过大数据平台进行数据分析,结合道路老化趋势曲线给出维修建议^[3]。施工过程智慧管理方面,已经通过实际的道路工程实验验证了无人驾驶压路机群设备适用于现行高速路段的维修罩面施工,无人驾驶碾压的方式可以避免人工驾驶的差别,对碾压路线及遍数进行精准调控,大大提高施工的一致性。

4 结语

高速公路上沥青路面养护维修是一项综合性工程,包

括了对病害进行诊断、选用的技术方案以及施工过程中的管理和质量控制等一系列内容。通过对于裂缝、车辙、坑槽、水损坏等常见病害的症状以及原因的总结归纳,确定不同的病害应该采用什么样的养护措施,在实际的道路维修中应用灌缝、微表处、稀浆封层、热再生等预防性养护技术能够快速解决路面出现的一些轻微的问题,避免病害进一步发展。养护维修施工质量的保证需要从材料的选择、施工的技术要求以及安全防范等多个方面共同努力才能够实现,只有全面研究养护维修施工技术难点,采取合理的施工质量管理方式才能保证交通运输事业的发展。微表处及稀浆封层等薄层罩面工艺可用于预防性养护,热再生工艺可实现旧料再利用,智能养护技术的快速监测、无人化作业将会使养护工作更趋向精准、合理化发展,今后的养护工作应该考虑整个工程生命周期的养护成本问题,在保障养护收益的同时降低养护投入,提高高速公路沥青路面的服务水平和能力。

[参考文献]

- [1]周健楠,高立波,李旭,等.沥青路面无人化施工技术在辽宁现役高速公路维修中的应用研究[J].北方交通,2024(08):29-33.
 - [2]魏伟.高速公路沥青路面养护施工技术与质量控制分析[J].运输经理世界,2023(27):19-21.
 - [3]吴传海,题晶,马健萍.基于全息三维检测技术的沥青路面养护信息数字化[J].广东公路交通,2023,49(1):1-7.
- 作者简介:张士伟(1995—),男,毕业于扬州大学土木工程专业,现就职于江苏现代路桥有限责任公司,技术员,助理工程师。