

高速公路路面施工中的质量问题诊断与修复技术

毛鹏程

湖北市政建设集团有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：高速公路作为现代交通体系的重要组成部分，其路面质量直接关系到行车安全、舒适度以及使用寿命。然而，在高速公路路面施工过程中，由于多种因素的影响，容易出现各类质量问题。本文深入剖析高速公路路面施工中常见的质量问题，探讨其诊断方法，并详细阐述针对性的修复技术，旨在为提高高速公路路面施工质量、保障道路安全运营提供理论支持与实践指导。

关键词：高速公路；路面施工；质量问题；诊断；修复技术

1 引言

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加速，高速公路建设规模不断扩大。高速公路以其快速、便捷的特点，在促进区域经济发展、加强地区间联系等方面发挥着至关重要的作用。路面作为高速公路直接承受车辆荷载和环境作用的部分，其质量状况对整个高速公路的性能有着决定性影响。一旦路面出现质量问题，不仅会增加道路养护成本，还可能引发交通事故，给人民生命财产安全带来严重威胁。因此，深入研究高速公路路面施工中的质量问题诊断与修复技术，对于提高高速公路建设质量、延长路面使用寿命、保障交通安全具有极其重要的现实意义。

2 高速公路路面施工中常见的质量问题

2.1 裂缝问题

裂缝是高速公路路面施工中最常见的质量问题之一，主要包括横向裂缝、纵向裂缝和网状裂缝。横向裂缝通常垂直于道路中心线，其产生原因较为复杂，一方面，温度变化引起的热胀冷缩会导致路面材料产生应力，当应力超过材料的抗拉强度时，就会产生横向裂缝；另一方面，路基不均匀沉降也会使路面受到附加应力，从而引发横向裂缝。纵向裂缝一般与道路中心线平行，多因路基压实度不足、施工接缝处理不当或车辆荷载的长期作用导致路面结构强度不均匀而产生。网状裂缝则是多种因素共同作用的结果，如路面材料老化、基层强度不足、车辆超载等，这些因素导致路面出现众多细小的相互交错的裂缝，严重影响路面的整体性和使用性能。

2.2 车辙问题

车辙是指车辆在路面上行驶后留下的车轮压痕，主要表现为沿行车轮迹产生的纵向带状凹槽。车辙的产生主要是由于路面材料在车辆荷载的反复作用下，发生永

久变形和塑性流动。高温天气会加剧这一过程，因为高温会使沥青材料的粘度降低，抗变形能力减弱^[1]。此外，交通流量大、重载车辆多以及路面结构设计不合理等因素也会增加车辙产生的风险。车辙不仅影响路面的平整度和行车舒适性，还可能导致积水，降低路面的抗滑性能，增加交通事故发生的概率。

2.3 坑槽问题

坑槽是路面局部破损形成的一种病害，表现为路面出现大小不一的坑洼。坑槽的形成通常是由于路面基层或面层材料强度不足，在车辆荷载和水的共同作用下，材料逐渐松散、脱落，最终形成坑槽。例如，当路面排水不畅时，水分渗入路面结构内部，会软化基层材料，降低其承载能力；同时，车辆荷载的反复冲击会使松散的材料进一步剥落，从而形成坑槽。坑槽的存在严重破坏了路面的平整度，对行车安全构成极大威胁，尤其是在高速行驶时，车辆容易因坑槽而失控。

2.4 松散问题

路面松散是指路面集料与沥青之间的粘结力丧失，导致集料颗粒从路面表面脱落的现象。松散问题主要与沥青用量不足、沥青老化、集料质量差以及施工工艺不当等因素有关。沥青用量不足会使集料之间缺乏足够的粘结剂，无法形成紧密的整体结构；沥青老化后，其粘结性能会大幅下降，容易使集料脱落；集料表面不洁净或含泥量过高，会影响沥青与集料的粘结效果；施工时混合料拌和不均匀、温度控制不当等也会导致路面出现松散现象。松散的路面不仅影响行车舒适性，还会加速路面的进一步损坏。

2.5 泛油问题

泛油是指沥青从路面内部迁移到表面，使路面出现油斑的现象。泛油主要是由于沥青用量过多、混合料级配不合理或施工时温度过高等原因造成的。当沥青用量

超过设计要求时,在高温和车辆荷载的作用下,多余的沥青会从混合料内部挤出,形成泛油。混合料级配不合理,如细集料含量过多,会使沥青难以均匀分布在集料表面,也容易导致泛油。泛油会使路面抗滑性能降低,增加行车安全隐患,同时还会影响路面的美观。

3 高速公路路面施工质量问题的诊断方法

3.1 外观检查法

外观检查法是最基本、最直观的诊断方法,通过肉眼观察路面的外观状况,可以发现明显的质量问题,如裂缝、坑槽、松散、泛油等。在进行外观检查时,应沿着路面仔细查看,记录病害的位置、形状、大小和严重程度等信息。对于一些细微的裂缝,可能需要借助放大镜等工具进行观察。外观检查法虽然简单,但能够快速发现路面的表面病害,为进一步的诊断和修复提供基础信息。

3.2 无损检测技术

探地雷达检测:探地雷达是一种利用高频电磁波探测地下介质分布的无损检测技术。在高速公路路面检测中,探地雷达可以向路面发射电磁波,电磁波在遇到不同介质的分界面时会发生反射,通过接收和分析反射波信号,可以了解路面各结构层的厚度、均匀性以及是否存在空洞、脱空等缺陷^[2]。例如,当路基存在不均匀沉降时,探地雷达能够检测到路基与基层之间的脱空区域,为判断路面裂缝和车辙等病害的产生原因提供依据。

落锤式弯沉仪检测:落锤式弯沉仪(FWD)通过模拟车辆荷载对路面施加瞬时冲击荷载,测量路面在荷载作用下的弯沉值。弯沉值可以反映路面的整体承载能力和结构强度。通过对不同位置进行弯沉检测,并绘制弯沉盆曲线,可以分析路面结构的均匀性,判断是否存在局部软弱区域。例如,当某一路段的弯沉值明显大于其他路段时,可能表明该路段的路基或基层存在问题,需要进行进一步的检测和修复。

激光平整度仪检测:激光平整度仪利用激光传感器测量路面与仪器之间的相对高差,从而计算出路面的平整度指标,如国际平整度指数(IRI)。平整度是评价路面行驶质量的重要指标,激光平整度仪能够快速、准确地获取路面的平整度数据,为诊断车辙、坑槽等影响路面平整度的病害提供量化依据。

3.3 钻芯取样检测法

钻芯取样检测法是一种有损检测方法,通过在路面指定位置钻取芯样,直接观察路面各结构层的材料组成、厚度、压实度以及层间粘结情况等。钻芯取样可以获取路面内部的实际情况,对于准确诊断一些隐蔽性的

质量问题具有重要作用。例如,通过观察芯样可以发现基层是否存在松散、裂缝等问题,以及面层与基层之间的粘结是否良好。然而,钻芯取样会对路面造成一定的破坏,因此需要合理选择取样位置和数量,并在取样后及时对路面进行修复。

3.4 材料性能检测法

材料性能检测法主要是对路面使用的沥青、集料等原材料以及混合料进行性能检测,以判断材料质量是否符合设计要求。对于沥青,可以检测其针入度、软化点、延度等指标,评估沥青的粘度、高温稳定性和低温抗裂性。对于集料,应检测其级配、压碎值、磨耗值等参数,确保集料具有良好的力学性能和耐久性。混合料性能检测包括马歇尔稳定度试验、车辙试验、低温弯曲试验等,通过这些试验可以了解混合料的高温稳定性、水稳定性和低温抗裂性等性能,从而判断路面材料是否存在质量问题。

4 高速公路路面施工质量问题的修复技术

4.1 裂缝修复技术

灌缝修复:对于宽度较小的裂缝(一般小于5mm),可采用灌缝修复技术。首先,使用吹风机等工具将裂缝内的杂物和灰尘清理干净,确保裂缝干燥、清洁。然后,选择合适的灌缝材料,如热沥青、改性沥青或密封胶等,将灌缝材料加热至规定温度后,通过灌缝设备将材料灌入裂缝内,使灌缝材料充分填充裂缝,并与裂缝两侧的路面材料紧密粘结。灌缝修复可以有效防止水分渗入裂缝,延缓裂缝的进一步扩展。

开槽灌缝修复:对于宽度较大的裂缝(一般大于5mm),采用开槽灌缝修复技术效果更好。使用开槽机沿裂缝方向开出一定宽度和深度的槽,槽的形状通常为矩形或梯形。开槽后,同样需要清理槽内的杂物和灰尘,并在槽底和槽壁涂刷界面剂,以增强灌缝材料与路面材料的粘结力^[3]。接着,将加热后的灌缝材料灌入槽内,灌缝高度应略高于路面,待灌缝材料冷却后,用砂纸等工具将表面打磨平整。开槽灌缝修复能够更彻底地处理裂缝,提高修复质量。

贴缝修复:贴缝修复是一种快速、简便的裂缝修复方法。将专用的贴缝带粘贴在裂缝表面,贴缝带具有良好的柔韧性和粘结性,能够紧密贴合裂缝,防止水分和杂物进入裂缝。贴缝修复适用于裂缝较为规则、宽度较小且对修复速度要求较高的情况。

4.2 车辙修复技术

铣刨重铺修复:对于车辙较深、面积较大的路段,通常采用铣刨重铺修复技术。首先,使用铣刨机将车辙

部位的路面材料铣刨掉,铣刨深度应根据车辙的严重程度确定,一般铣刨至基层顶面或稳定的路面结构层。然后,清理铣刨后的路面,检查基层是否存在损坏,如有损坏应及时进行修复。接下来,按照设计要求重新铺筑路面各结构层,严格控制混合料的配合比、摊铺厚度和压实度等施工参数,确保新铺筑的路面具有良好的平整度和强度。铣刨重铺修复能够彻底消除车辙病害,恢复路面的使用性能,但施工成本较高,且对交通影响较大。

微表处修复:微表处是一种由聚合物改性乳化沥青、集料、填料、水和添加剂等组成的薄层修复技术。对于车辙较浅、路面整体状况较好的路段,可以采用微表处进行修复。施工时,将微表处混合料均匀摊铺在车辙部位,通过碾压使其与原路面紧密结合。微表处修复具有施工速度快、对交通影响小、能够提高路面抗滑性能和防水性能等优点,但修复后的路面强度相对较低,适用于车辙病害的早期处理和预防性养护。

4.3 坑槽修复技术

冷补料修复:冷补料是一种在常温下即可使用的路面修复材料,具有施工方便、不受季节和温度限制等优点。对于小面积的坑槽,可采用冷补料进行修复。首先,将坑槽内的杂物和松散材料清理干净,必要时可对坑槽底部和侧壁进行凿毛处理,以增强冷补料与原路面的粘结力。然后,将冷补料填入坑槽内,分层夯实,每层厚度不宜过大,确保坑槽填充密实。冷补料修复适用于应急抢修和小面积坑槽的修复,但冷补料的初期强度相对较低,需要一定的时间才能达到最佳性能。

热拌沥青混合料修复:对于大面积的坑槽或对修复质量要求较高的路段,通常采用热拌沥青混合料进行修复。按照设计要求制备热拌沥青混合料,将坑槽清理干净后,在坑槽底部和侧壁涂刷粘层油,然后将热拌沥青混合料摊铺入坑槽内,用压路机进行充分压实^[4]。热拌沥青混合料修复的路面强度高、耐久性好,能够恢复路面的正常使用性能,但施工过程需要加热设备,对施工条件要求较高,且施工速度相对较慢。

4.4 松散修复技术

局部修补修复:对于路面局部松散区域,可采用局部修补修复方法。首先,将松散区域的路面材料清除干净,直至露出坚实、稳定的基层。然后,对基层进行清理和修补,如有必要可涂刷界面剂。接着,按照原路面结构层的要求,重新铺筑沥青混合料,并进行压实处

理。局部修补修复能够针对性地处理松散病害,减少对路面的大面积破坏。

稀浆封层修复:稀浆封层是由乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按一定比例拌和而成的稀浆混合料,均匀摊铺在路面上形成的薄层。对于路面松散面积较大、但基层状况较好的情况,可采用稀浆封层进行修复。稀浆封层能够填充路面的微小空隙,提高路面的密实度和防水性能,同时增强集料与沥青之间的粘结力,改善路面的松散状况。稀浆封层施工速度快,对交通影响小,是一种常用的路面预防性养护和修复技术。

4.5 泛油修复技术

撒布碎石修复:对于轻度泛油的路段,可采用撒布碎石的方法进行修复。在泛油路面表面均匀撒布一层洁净、干燥的碎石,碎石的粒径应根据泛油程度和路面结构要求选择。然后,使用压路机将碎石碾压嵌入路面,使碎石与沥青充分粘结。撒布碎石修复可以增加路面的粗糙度,提高抗滑性能,同时吸收部分多余的沥青,改善泛油状况。

铣刨重铺修复:对于泛油严重、路面性能受到较大影响的路段,需要采用铣刨重铺修复技术。将泛油部位的路面材料铣刨掉,重新铺筑符合设计要求的沥青混合料。在铺筑新混合料时,应严格控制沥青用量和混合料级配,避免再次出现泛油问题。铣刨重铺修复能够彻底解决泛油病害,恢复路面的正常使用性能。

结语

高速公路路面质量直接关系到行车安全与运营效率。通过分析裂缝、车辙等常见病害,并采用外观检查、无损检测等多种方法,可准确识别病害类型与成因。结合科学修复技术及严格施工管理,能有效提升路面耐久性与安全性。未来应加强技术创新,不断提高施工质量,推动交通事业高质量发展。

参考文献

- [1] 宋瑾.高速公路沥青路面质量问题及其控制策略[J].中国高新科技,2019,(22):58-60.
- [2] 苏洲,林莉.高速公路路面施工常见问题及解决措施研究[J].江西建材,2024,(06):300-302+308.
- [3] 柳林芳.高速公路沥青路面病害问题与养护施工技术研究[J].交通世界,2023,(Z1):167-169+178.
- [4] 毕辉.高速公路路面施工存在的问题及预防措施[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(04):75-76.