

省道快速修补养护施工方法

侯兆磊

淅川县公路事业发展中心 河南 南阳 473000

摘要：省道快速修补养护以快速通行、质量耐久、安全绿色为核心目标。本文系统梳理裂缝、坑槽、沉陷等典型病害成因，选用快速固化沥青、MPC快硬水泥及小型移动式施工设备，实施精准勘察、界面处理、分层摊铺压实及防渗收光等核心工艺。针对低温阴雨、夜间短时抢修提出优化措施，并配套全过程质量检测、安全防护与动态监测机制，形成高效长效的省道养护技术体系，助力提升道路服役性能。

关键词：省道；快速修补养护；施工方法

引言：省道承担繁重客货运输任务，传统修补方式占道时间长、复发率高，难以满足现行通行需求。本文立足病害演化机理与材料适配性，系统研究涵盖预处理、典型病害修复、标准化作业流程及特殊工况应对的施工方法，力求在2~6h内开放交通，同时保证修补结构强度与行车舒适性，为省道快速养护提供系统化、可操作的技术支撑和工程参考。

1 省道路面常见病害及快速修补养护基础理论

1.1 省道路面典型病害类型及成因

（1）表层病害：裂缝主要由温度收缩、基层反射及重复荷载作用引发；坑槽源于裂缝进水后，行车动水压力造成集料脱落；车辙是高温条件下重载车辆反复碾压导致沥青混合料发生不可逆塑性变形；松散剥落则因沥青老化或水损害削弱集料间粘结力，在轮胎摩擦作用下表层逐渐流失^[1]。（2）结构性病害：路面沉陷反映路基压实不足或地基软弱，在交通荷载下产生过大竖向变形；基层破损多因排水不畅使基层材料强度衰减，加之超载作用产生疲劳开裂；板块断裂发生于水泥路面，由温度翘曲应力与车辆荷载叠加超过混凝土极限抗折强度所致，常伴随错台。（3）病害产生的荷载、环境及施工诱因分析：超载与渠化交通是加剧病害的主要荷载因素；降水入渗与冻融循环显著降低材料强度和层间粘结；配合比不当、压实度不足及接缝养护缺失等施工缺陷则降低结构初始承载力，使病害提前出现。

1.2 快速修补养护施工基本原则

（1）快速通行、最小交通干扰原则：以缩短封闭占道时间为核心目标，采取分段作业、错峰施工方式，确保修补后当日或次日上午开放交通，最大限度减少对省道通行的影响。（2）质量达标、长效耐用施工原则：修补材料与基层须粘结牢固、碾压密实，修补后结构强度不低于原设计标准；同时应做好接缝与防水处治，防止

水损害复发，保证修补路段耐久性。（3）安全可控、绿色低碳养护原则：作业区须按规范设置安全防护设施并配备专职安全员；优先采用温拌、冷补等低碳技术，废旧材料应回收再生利用，实现安全与环保协调统一。

1.3 快速修补核心材料与设备选型

（1）快速固化沥青、MPC快硬水泥等修补材料特性：快速固化沥青初期强度增长快、抗水损性能优良，2~4h内可开放交通；MPC快硬水泥凝结时间可调、早期强度高、收缩小，适用于水泥路面薄层修复及基层补强。（2）小型移动式拌和、碾压、切割施工设备适配选型：拌和设备宜选用带保温功能的小型强制式拌和机，确保出料均匀；压实设备选用小型双钢轮振动压路机与平板夯组合；切割设备选用深度可调的液压切割机，便于规则破除作业；设备宜集成于移动平台上以便快速转场。（3）材料与设备的快速施工适配性要求：材料初凝时间须满足摊铺碾压操作窗口要求，设备应具备即开即用、快速出料、方便维护的特点，以适应省道养护点分散、作业时间有限的实际情况。

2 省道快速修补养护核心施工工艺与方法

2.1 施工前期预处理工艺

（1）现场病害精准勘察、范围划定与参数检测：采用三维激光扫描仪或落锤式弯沉仪，结合人工详查与钻芯取样，精准确定病害类型、几何尺寸、影响深度及基层破损程度；同时利用裂缝测宽仪、回弹仪等设备检测周边路表技术状况，据此划定合理修补边界，现场标注明确轮廓线，并详细记录环境温度、湿度等参数，为后续材料选择与工序安排提供可靠依据。（2）施工区域交通封闭与安全布设：严格按《公路养护安全作业规程》（JTGH30）逐级设置警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区及下游过渡区，合理布置限速标志、导向标识及路锥；设置防撞缓冲车和智能预警装置，配备专职安全员

全程值守,加强夜间施工照明保障,确保作业区域封闭可靠、交通引导有序,保障施工与通行双安全^[2]。(3)病害基面清理、切割打磨与界面处理:采用高压风枪或吸尘设备彻底清除坑槽内浮灰、碎渣及积水,沿划定边界用液压切割机垂直切缝并凿除松散部分,确保槽壁竖直、槽底坚实且无松动残留;对水泥混凝土基面进行打磨粗化处理并均匀涂刷界面粘结剂,对沥青基面则喷洒快裂型乳化沥青透层,以增强新旧界面有效结合。

2.2 典型病害快速修补施工方法

(1)路面坑槽快速回填碾压施工工艺:将快速固化沥青混合料严格按虚铺系数分层填入坑槽,每层虚铺厚度严格控制在4~6cm之间,虚铺系数根据材料类型选取1.15~1.25;摊铺后用小型双钢轮压路机与平板夯交替进行碾压作业,遵循由边至中、由低到高的碾压顺序,各层压实度不低于96%,碾压完毕后及时清理边界溢料,确保修补表面与周边路面平顺衔接,行车舒适性良好。(2)路面裂缝注浆、贴缝快速修补技术:对宽度 $\geq 5\text{mm}$ 的裂缝,采用高压注浆机将快干型改性环氧树脂或高粘乳化沥青浆液压入裂缝内部,注浆压力控制在0.3~0.5MPa,确保浆料饱满填充至缝底;对宽度 $< 5\text{mm}$ 的细微裂缝,则先采用开槽机扩缝至适宜宽度,嵌入高性能密封胶条或直接铺贴自粘式防裂贴,随后用小型加热辊沿裂缝方向反复压实,形成完整连续、防水可靠的密封防水层^[3]。(3)路面沉陷、基层破损快速补强施工方法:先采用铣刨机或破碎锤破除沉陷区域面层与松动的基层结构,彻底清除破碎块体与浮渣后,采用MPC快硬水泥混凝土或聚合物改性地聚合物注浆材料进行基层补强灌注,快速恢复基层结构承载力;待补强层初凝强度达到5MPa后,按设计要求加铺高性能沥青混凝土面层,并通过精密水准仪全过程控制标高,确保修复段与原路面纵坡平顺、横坡一致。

2.3 快速修补标准化施工流程

(1)材料现场快速拌合与运输管控:采用车载式强制拌合机按批复施工配合比现场制备修补材料,沥青混合料出料温度严格控制在160~180℃区间,水泥类材料按设计水灰比精准计量拌合,确保工作性满足摊铺要求;运输过程中采用专用保温覆盖材料包裹车厢,确保料温在运输途中的损失不超过10℃,材料运抵作业面后应立即组织摊铺作业,减少等待停留时间。(2)分层摊铺、压实找平核心工序把控:每层摊铺厚度保持均匀一致,采用平衡梁或导梁系统精确控制松铺标高,杜绝起伏不平现象;压实作业严格遵循“初压静稳、复压振动、终压收光”三阶段工艺,初压温度不低于145℃,终压完毕

温度不低于90℃,各阶段碾压遍数、行进速度严格按试验段确定的参数执行,过程中同步采用3m直尺逐段检查平整度,确保偏差不超过3mm。(3)表层收光、防渗处理精细化施工要点:终压完成后采用轮胎压路机进行多次揉搓收光作业,彻底消除轮迹印迹,使表面纹理均匀细密;随后在表面均匀喷洒一层高粘乳化沥青雾封层,或满铺防水抗裂布形成封闭层,对修补边缘接缝处采用专用密封胶进行二次封闭处理,有效阻断地表水下渗通道,全面提升修补区域耐久性与外观质量^[4]。

2.4 特殊工况快速修补施工优化

(1)低温、阴雨环境快速施工适配方法:低温环境下施工前须采用热风枪或红外加热设备对基层进行预热处理,并将拌合出料温度较常规提高10~15℃,混合料中掺加适量抗冷再生剂以增强低温条件下的粘结性能;阴雨天气须搭设移动式防雨棚确保作业面全程处于干燥状态,优先选用冷补型或具备水下固化特性的修补材料,避免水膜侵入层间界面影响粘结效果。(2)交通流量较大路段短时抢修施工工艺:采用“半幅施工、半幅交替通行”的交通组织方案,将全部抢修作业严格安排在夜间22:00至次日凌晨6:00之间进行,充分利用交通低谷期;现场配足快硬早强型修补材料(要求2h抗压强度达到20MPa以上)及多台小型施工设备,各工序紧密衔接、高效协同作业,确保清晨6:30前全面完成场地清理、撤除全部布控设施,恢复正常双向通行能力。

3 省道快速修补施工质量管控与养护保障措施

3.1 施工全过程质量控制要点

(1)原材料进场质量检测与配比管控:每批沥青、水泥及集料进场前须核验质量合格证书,并按规范频率抽检针入度、延度、凝结时间、级配及含泥量等关键指标,不合格材料一律退场;施工配合比须经试验段验证,实际拌合时严格按配合比投料,骨料含水率波动时及时调整加水量,确保拌合物性能稳定。(2)施工工序实时质量监督与参数把控:实行“三检制”,由班组自检、质检员专检及监理抽检逐层把关,关键工序如摊铺温度、碾压遍数、平整度等项目须实时记录;在摊铺前检测基面处理质量、界面剂涂布均匀性,碾压过程中跟踪密实度,确保每道工序验收合格后方可进入下一道工序,杜绝隐蔽缺陷遗留。(3)修补完成后强度、平整度指标检测:修补成型后按规定龄期检测抗压强度(快速材料应检测2h、24h强度)及芯样密实度;采用3m直尺逐段检测平整度,要求 $\leq 3\text{mm}$,用构造深度仪测定抗滑性能,确保摆值不低于45BPN;同时检测修补面标高与原路面高差,控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内,各项指标全部合格方准开

放交通。

3.2 施工安全与交通组织保障措施

(1) 施工现场安全防护与风险防控: 作业区按规范设置防撞缓冲车、水马及警示锥筒, 划定安全作业红线; 配备专职安全员负责现场安全巡查与违规纠察; 建立每日作业前安全技术交底制度, 特种作业人员持证上岗, 同时配备应急医药箱和灭火器材, 确保突发险情时快速响应。(2) 短时施工交通疏导、分流管控方案: 施工前通过沿线可变情报板、导航软件及地方媒体提前发布占道信息; 短时作业时采用“滚动式封闭、逐段推进”方式, 每个作业段长度不超过200m, 并在作业区上游设置信息提示牌和临时便道引导标志; 当交通流量过饱和时, 启动远端分流预案, 引导车辆绕行相邻线路, 保障通行与施工两不误^[5]。(3) 施工机械作业安全管理规范: 所有机械设备进场前须完成安全性能检查, 严禁带病作业; 设备操作手须具备相应操作资质, 现场实行定人定机定岗管理; 机械移动、转向及倒车时应安排专职指挥员, 严禁人员进入机械回转半径范围, 确保人机协同安全可靠。

3.3 后期养护与病害预防措施

(1) 修补区域短期养护管控与通行时限把控: 快速修补材料成型后须严格按材料特性设定开放时间最短龄期, 现场留置同条件养护试件, 经强度检测确认满足设计要求后, 方可移除围挡开放交通; 开放后24h内安排专人巡查, 发现异常即刻预警。(2) 日常巡检与病害复发动态监测机制: 建立修补区域专项巡查档案, 采取人工目检与智能巡检车、无人机巡检相结合方式, 每半月全覆盖检查一次, 重点观察修补区边缘裂缝、沉陷及剥离现象, 对巡检发现的轻微病害苗头及时记录并纳入维修计划。(3) 常态化预防性快速养护实施方案: 制定年度预防养护计划, 对裂缝密集段提前实施贴缝或微表处, 对轻微车辙段适时进行薄层罩面; 将预防性养护与日常小修保养相结合, 形成“早发现、早处置、低成本”的

良性循环, 减少大修频次。

3.4 施工常见问题及整改优化对策

(1) 修补路面起砂、开裂、脱落问题整改: 针对起砂问题, 应严格控制面层水灰比和碾压温度, 并及时进行雾封层封闭; 开裂问题需检查基层是否稳固, 必要时补打锚固钢筋或注浆加固, 接缝处加强贴缝处理; 脱落问题须彻底清理脱落的修补料, 重新进行基面粗化处理并更换粘结剂, 重铺后保证充分养生。(2) 施工效率低、交通干扰大的优化对策: 采用流水化作业, 按工序分组定岗, 减少交叉等待时间; 配置备用设备防故障停机, 材料提前预制或采用厂拌热再生技术缩短现场拌合时间; 将重难点路段安排在夜间或平峰期集中突击, 并利用模拟演练提升班组协作熟练度, 有效压缩单点占道时长。

结束语

快速修补技术通过高性能材料、紧凑化设备与标准化流程的有机结合, 可显著缩短占道时间并提升修补质量。工程实践表明, 严格把控基面处理、碾压温度及接缝防水封闭是关键质量环节。未来应推进智能检测与预防性养护深度融合, 持续优化低温重载条件下的工艺参数, 推动省道养护向更高效、更低碳、更智慧的方向持续发展。

参考文献

- [1]李奕磊.国省道公路养护工程施工中的快速修复技术及应用[J].交通科技与管理,2025,6(20):82-84.
- [2]马超.微波加热技术在沥青路面养护维修中的应用研究[J].建设机械技术与管理,2024,37(4):45-48.
- [3]文刚.沥青路面裂缝及坑槽养护维修技术简要分析[J].散装水泥,2024,12(4):89-91.
- [4]刘宪明,夏晗,胡冬平,等.公路路面损坏与内部隐伏病害的关联性研究[J].中外公路,2024,44(5):75-82.
- [5]曾益军.沥青路面裂缝与坑槽快速修补技术探究[J].运输经理世界,2025,23(16):102-104.