市政道路路面改造工程中的施工技术应用分析

刘兵
庄严建设（广东）有限公司，广东 江门 529000
DOI:10.61369/ETQM.2026080021

摘　　要： 随着城镇化推进，大量早期市政道路进入服役后期，路面病害频发，改造需求迫切。2024年1至11月全国公路投资2.36万亿元。路面改造涉及旧路评估、方案比选、工艺控制等环节，技术选用决定改造效果。系统分析病害类型与评估方法，探讨水泥路面加铺沥青、碎石化、共振碎石、钻孔注浆、沥青摊铺压实等关键技术要点，并考虑施工交通组织与安全管理，为改造工程提供技术参考。

关 键 词： 市政道路；路面改造；施工技术

Analysis of Construction Technology Application in Municipal Road Surface Renovation Projects

Liu Bing
Zhuangyan Construction (Guangdong) Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong 529000

Abstract: With the advancement of urbanization, a large number of early municipal roads have entered the later stage of service, with frequent road surface diseases and urgent need for renovation. From January to November 2024, the national highway investment will be 2.36 trillion yuan. Road surface renovation involves evaluation of old roads, scheme comparison, and process control, and the selection of technology determines the effectiveness of the renovation. Systematically analyze the types of diseases and evaluation methods, explore key technical points such as asphalt pavement, crushed stone, resonance crushed stone, drilling and grouting, asphalt paving and compaction, and consider construction traffic organization and safety management to provide technical references for renovation projects.

Keywords: municipal roads; road surface renovation; construction technique

引言

大量城市道路已运营十余至二十余年，路面性能显著衰减。新建增量有限，改造任务繁重。路面改造需在维持交通通行条件下施工，空间受限，工序复杂。其中水泥路加铺沥青的“白改黑”工程面临反射裂缝难题，处理不当会导致面层开裂、基层破损、唧泥湿软。当前全国市政道路改造进入高峰期，施工技术的适用性与可靠性直接决定工程投资效益与使用寿命，需要引起足够重视。

一、旧路病害类型与状况评估

（一）主要病害类型

市政道路路面病害分沥青路面和水泥路面两大类。沥青路面常见病害有：龟裂与块裂（基层承载力不足或沥青老化致网状裂缝）、车辙（重交通高温下沥青混合料塑性变形）、坑槽（水分渗入致沥青集料剥离脱落）、拥包与推移（水平力致沥青面层塑性流动）。水泥混凝土路面常见病害包括：断板与碎裂——板底脱空或超载导致板体断裂；错台——相邻板块沉降不均匀形成高差；唧泥——基层细料在动水压力下从接缝处被冲出，加速板底脱空；接缝破损——填缝料老化失效后水分下渗侵蚀基层。上述病害并非孤立发生，而是相互关联、相互加剧。例如，接缝破损导致水分下渗引发唧泥，唧泥进一步加剧板底脱空，脱空最终造成断板。因此，改造前必须准确识别病害类型和严重程度，才能对症下药。

（二）旧路状况评估方法

改造旧路之前，需先全面评估道路状况。评估结果引导改造方案的选择。目前常用三种方法。第一种方法测量路面弯沉值，工具可采用落锤式弯沉仪或贝克曼梁。弯沉值反映路面整体刚度。若某路段平均弯沉值超过0.45毫米，就需加固路基。第二种方法使用地质雷达探测。雷达通过高频电磁波查看结构层厚度、层间有无脱空以及基层含水情况。这种方法扫描速度快、覆盖范围大，特别适合找出隐藏的缺陷。第三种方法钻取芯样。工人分层钻取芯样，检测各结构层的厚度、材料强度和模量等指标。这

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

套数据直接判断旧路面板能否继续作为基层使用。根据CJJ 36-2016《城镇道路养护技术规范》对旧路技术状况进行综合评分，评分结果决定改造方案是加铺还是翻修[1]。

二、路面改造主要施工技术

（一）水泥混凝土路面加铺沥青面层技术

当旧水泥混凝土路面强度满足要求且断板、错台病害较少时，可直接在旧路面上加铺沥青面层，即“白改黑”。这是目前应用最广泛的路面改造方式，具有造价较低、施工便捷、对交通影响小等优点。但核心难题在于反射裂缝——旧板接缝和裂缝在车辆荷载与温度应力作用下会向沥青加铺层扩展。防治反射裂缝的主要措施包括：铺设防裂贴或玻璃纤维格栅于旧板接缝上方，形成应力吸收层；在旧面板与沥青层之间设置改性沥青砂应力吸收夹层（SAMI），通过柔性过渡分散应力；加铺前对旧板进行注浆加固，消除板底脱空。施工时还需注意调整检查井高程以匹配加铺后的路面标高，接缝处涂刷界面剂增强新旧材料粘结。

（二）碎石化与共振碎石技术

当旧水泥混凝土路面破损严重、断板率较高时，不宜直接加铺，需先将旧面板破碎后作为基层或底基层使用。碎石化技术采用多点冲击式破碎机将旧面板碎成粒径37.5至75mm的碎块，破碎后碾压形成嵌挤密实的结构层，再在其上铺筑基层和面层。碎石化处理的优点在于充分利用旧板材料，避免废料外运，且破碎后的结构层具有一定的排水功能。施工时需控制破碎锤头提升高度和冲击频率，从低到高逐步调整，防止过度破碎导致颗粒过细而丧失承载能力。每完成一段破碎后，应立即用重型压路机碾压，使碎块充分嵌挤定型。对于靠近沿线检查井、雨水口的路段，应采用人工配合小型破碎工具处理，避免损坏附属设施。

共振碎石技术则利用共振原理，以高频低振幅的冲击力沿面板纵向将混凝土破碎为较小粒径的碎块，碎裂程度更均匀，对周边建筑物和地下管线的振动影响更小，适用于城市建成区内管线密集路段的改造施工。共振碎石设备的振动频率通常为40至50赫兹，设备根据板厚自动调节激振力，破碎深度可通过行进速度灵活控制。施工前需沿路线探测地下管线位置，在管线上方铺设钢板或设置缓震层。破碎后碎块粒径一般在15至30毫米之间，表面平整且无大尺寸裂缝延伸至基层，可直接作为等效级配碎石层使用，其上铺设加铺结构时反射裂缝风险更低。与碎石化相比，共振碎石施工噪声较小，对周边居民生活干扰相对轻微，且设备自重较轻，适合作业面受限的老城街区。两种技术应根据路段的交通荷载等级、周边环境敏感程度以及旧板破损状况综合比选确定[2]。

（三）路基钻孔注浆加固技术

对于旧沥青路面平均弯沉值偏大或出现沉陷、碎裂密集的路段，问题往往不在面层而在路基。路基钻孔注浆是一种路基补强措施，通过钻机成孔后注入水泥浆液，利用浆液的挤密、充填、固结作用提高路基土的强度和整体性。施工要点包括：钻孔位置距路缘石和地下管线至少保持2米安全距离，钻孔间距一般控制在1.5至2.5米，呈梅花形布孔。注浆前须进行现场试验，确定注浆压力、浆液配合比和单位注浆量。浆液采用42.5早强硅酸盐水泥配制，水灰比0.5至0.6，可掺加减水剂改善流动性。

注浆过程实行24小时连续作业，每套机组配置钻孔4人、搅拌2人、压浆2人和机动3人，确保工序衔接紧密。注浆压力控制在0.5至1.5兆帕，以不引起地面隆起为上限。注浆顺序由外向内、由疏到密。单孔注浆完成后用木楔封堵孔口。若相邻孔冒浆，应暂停注浆待初凝后再补注。注浆后养护至少3天，采用弯沉仪复测，每20米一个断面，对比加固前后弯沉值，验证加固效果达到设计要求（弯沉值降低40%以上）后方可进入下道工序。局部软弱区域应加密钻孔二次补注。

（四）沥青混合料摊铺与压实技术

无论是加铺还是翻修后的面层施工，沥青混合料的摊铺和压实质量直接决定路面使用性能。摊铺作业前应对下承层清扫干净并均匀喷洒粘层油，增强层间粘结。摊铺温度控制在160至180摄氏度之间，确保沥青流动性良好；摊铺机匀速行进，速度一般控制在2至6米/分钟，避免速度波动造成厚度不均；采用双机梯队作业时两台摊铺机前后间距控制在10至30米，纵向接缝采用热接缝方式处理。压实作业遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则，分为初压、复压、终压三个阶段：初压采用双钢轮振动压路机静压1至2遍，稳定混合料；复压是密实度提升的关键，采用重型轮胎压路机碾压4至6遍，压实度应达到96%以上；终压采用双钢轮压路机静压1至2遍消除轮迹。碾压过程中应保持压路机喷水湿润轮胎或钢轮，防止粘料。碾压完成后路面平整度误差不应超过3毫米，渗水系数和构造深度需满足相关城镇道路工程施工与质量验收规范的要求[3]。

三、改造施工质量控制要点

（一）原材料质量控制

沥青路面改造工程中，原材料质量决定路面性能的根本。选择沥青结合料时，需根据道路等级与当地气候条件挑选合适的标号。车流量大的路段应率先采用改性沥青，以提升抵抗车辙与开裂的能力。改性沥青是在普通沥青中掺入橡胶、树脂、高分子聚合物或磨细橡胶粉等添加物，从而改善其使用性能。这种材料耐高温和抗低温表现较好，抵抗车辙的能力也比较强。骨料进场须逐批检验粒径、含泥量和压碎值，含泥量超标将严重影响沥青与骨料的粘附性。粗骨料应选用质地坚硬、表面粗糙的玄武岩或石灰岩碎石，细骨料采用机制砂或天然砂，含泥量不超过3%。混合料配合比设计应通过马歇尔试验确定最佳油石比，施工过程中定期进行沥青含量抽提和级配验证，确保配合比不偏离设计值。拌和场试验人员需监督掺合料的称量及投放，做到不漏投、不少投、不超投。

（二）施工过程检测

改造施工过程中，需要建立一套覆盖全流程的质量检验体系。基层完工之后，施工方检测压实度、平整度和弯沉值。任何一项不达标准，就不得开展面层作业。压实度检测使用灌砂法，

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

每满一千平方米至少要选三个测点。弯沉检测按车道进行，每个车道每隔二十米设一个断面。若弯沉值超过设计范围，应当补充碾压处理。

摊铺沥青面层时，现场人员随时监测摊铺和碾压的温度。每铺完一层，就要钻取芯样来检测压实度和厚度。每两千平方米取一个芯样。对于加铺工程中的防裂层，重点查看防裂贴或格栅是否准确盖住旧板的接缝，以及粘结是否牢固。每间隔一百米抽查一次剥离强度。

路基注浆加固后须通过弯沉复测或地质雷达扫描确认注浆效果，发现盲区及时补注。面层施工完成后按规定进行渗水系数测试和构造深度检测，渗水系数不大于300毫升/分钟，构造深度在0.5至1.0毫米之间。平整度采用连续式平整度仪检测，国际平整度指数应符合设计要求，一般不大于3.0米/公里。检测结果形成书面记录，不合格项整改后重新检测，确保路面密实防水且具有足够抗滑性能[4]。

（三）接缝与特殊部位处理

纵向与横向接缝是路面改造的薄弱环节。处理纵向施工缝时，用切割机切齐，清理浮浆杂物，涂刷粘层油后热接碾压，压路机跨缝行走使新旧料充分融合。横向接缝宜采用斜接缝或平接缝，摊铺前在接缝处涂刷界面剂，新旧路面衔接处平整度偏差控制在2毫米以内，可用三米直尺逐点检测并修整。若接缝位置出现离析或空隙，应局部挖除补料重新压实，不可草率覆盖。

检查井、雨水口等构筑物周边是压实作业的死角，大型压路机无法到位的部位应采用小型振动夯板补充压实，必要时配合人工用热烙铁烫平边角。井框安装需与路面高程协调一致，井框与路面高差不超过3毫米，且井盖开启方向应顺行车方向。施工前应将井框周围清理干净，铺筑沥青时井口覆盖铁板保护，防止混合料掉入井内。

路口范围、公交车站等渠化路段沥青面层因车辆频繁启停且荷载集中，易出现车辙。针对这类路段，可采用高粘度改性沥青混合料或掺加抗车辙剂增强抗变形能力。抗车辙剂掺量一般为混合料质量的0.3%至0.5%，拌和温度宜比普通沥青提高10至15摄氏度，确保分散均匀。摊铺后严格控制初始压实温度不低于160摄氏度，终压温度不低于90摄氏度，保证混合料在高温下充分致密。对于港湾式公交站台，还应适当增加下面层厚度或设置应力吸收层，进一步缓解剪切变形。特殊部位处理到位，可显著延长易损区域服役寿命[5]。

四、改造施工中的交通组织与安全管理

市政道路改造工程需边施工边通行。交通组织方案的科学性直接影响进度与安全。应遵循“占一还一”原则：占用一条车道，就提供一条替代路径，尽量保持原有车道数量。对于双车道道路可采用半幅施工半幅通行的方式，中央设置移动式隔离护栏，施工段长度不宜超过200m，避免长距离并道引发交通拥堵。施工段前后应设置醒目的施工标志、限速标志和导向标志，夜间施工必须配备警示灯和反光标识。在交叉口和公交站点等交通节点处，应协调交警部门优化信号配时和公交线路临时调整方案。安全管理方面，施工人员必须穿着反光背心，机械设备操作区设置安全警戒线，摊铺和碾压作业时严禁非作业人员进入施工区域。沥青摊铺温度高、烟气大，作业人员需配备防护手套和防烟口罩，防止烫伤和有害气体吸入，各项规定须严格遵守。

五、结束语

市政道路路面改造需根据旧路状况针对性选用施工技术，关键技术包括加铺沥青面层、碎石化与共振碎石、路基注浆及摊铺压实，同时加强原材料控制、过程检测与接缝处理。无通用方案，需结合交通荷载与环境优化。温拌沥青可降低排放，厂拌热再生利用率超80%，智能压实系统实现数据化管控。这些技术推动改造工程从经验型向精细化、标准化转变，提升工程整体质量。

参考文献

[1] 史兆先 . 市政道路路面改造施工技术应用研究 [J]. 建筑与装饰 ,2020(1):113,117.

[2] 朱军峰 . 浅谈市政道路改造工程的施工要点 [J]. 消费导刊 ,2021(46):17-18.

[3] 张宇龙 . 市政道路路面改造及施工技术关键研究 [J]. 建筑工程技术与设计 ,2020(28):451.

[4] 季君 . 市政道路路面改造及施工技术关键研究 [J]. 建筑工程技术与设计 ,2020(27):1855.

[5] 黄正佳 . 市政道路路面改造以及施工技术要点分析 [J]. 建筑与装饰 ,2021(15):112-113.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.