

公路工程路面施工技术优化与质量管理研究

罗兆奇

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]路面施工质量的好坏直接影响到公路的使用寿命和行车安全。目前路面施工在材料控制、关键工序执行和质量检测等各方面还存在着系统性的不足。从材料精准控制、摊铺碾压工艺改善、全过程质量监测以及管理体系健全这四个方面出发,给出路面施工技术改良和质量管理的总体策略,给提高路面工程质量稳定性和耐久性给予参照。

[关键词]公路工程;路面施工技术;施工工艺;质量管理

DOI: 10.33142/aem.v8i8.20496

中图分类号: U416.043

文献标识码: A

Research on Optimization of Pavement Construction Technology and Quality Management in Highway Engineering

LUO Zhaoqi

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The quality of road construction directly affects the service life and driving safety of highways. At present, there are still systematic deficiencies in material control, key process execution, and quality inspection in road construction. Starting from four aspects: precise control of materials, improvement of paving and rolling processes, quality monitoring throughout the entire process, and a sound management system, this article provides an overall strategy for improving pavement construction technology and quality management, providing reference for improving the stability and durability of pavement engineering quality.

Keywords: highway engineering; road construction technology; construction technology; quality management

引言

公路路面直接承受车辆荷载和自然环境的作用,施工质量的好坏直接影响行车舒适性、安全性以及全寿命周期成本。由于交通量的增加以及重载车辆所占的比例越来越大,路面早期病害频发的现象也越来越严重。施工水平低、过程控制不严、关键工序执行不到位,都是造成路面早期破坏的主要原因。从技术优化和质量管理的两方面入手,对路面施工水平进行系统的提高,具有很强的现实意义。

1 公路工程路面施工技术优化与质量管理的重要性

路面施工质量对公路的使用寿命起着决定性的作用。高质量施工可以保证路面结构密实、均匀,抵抗行车荷载反复作用和温度、水分等环境因素的侵蚀,提高道路使用寿命。施工质量缺陷一般会在通车后的短时间内就表现出裂缝、车辙、松散等病害,不但加重了维修的负担,而且还会给安全带来隐患。从经济性来说,路面早期病害维修成本远远大于施工阶段质量投入,质量前置控制有明显的成本效益。有关研究显示,施工阶段质量投入每增加一个

单位,就可以使后期养护费用降低三到五倍,在重载交通条件下更加明显。

从管理的角度来讲,路面施工牵涉到材料、机械、工艺、人员等诸多要素的配合。伴随着交通量的不断增大以及公路建设标准的提高,传统的基层施工工艺也面临着材料性能不稳定、施工工艺不精细、管理体系不完善等许多问题。技术优化和质量管理的不是相互独立的两个环节,技术优化给质量达标提供工艺保证,质量管理保证优化措施在施工全过程得到落实。两者共同作用,才能保证路面施工质量的稳定可控。目前部分项目仍然存在着重进度轻质量、重结果轻过程的现象,造成技术措施在执行过程中大打折扣,质量管理的系统性、穿透力有待提高。

2 公路工程路面施工技术要点与质量管理要求

2.1 路面施工材料选择与施工准备技术要求

材料质量是路面质量的前提。路面施工时,对原材料质量要严格把关,集料、沥青、矿粉各项指标均应满足规范要求。沥青混合料目标配合比和生产配合比要经过多次试验才能确定,以达到设计要求。材料管理要创建四证一

报告审查制度,对沥青这类重要材料可以采用二维码追溯的方式,扫码便可得知其全部生命周期信息。材料进场后应按批次进行抽检,不合格材料坚决退回,严禁以次充好。集料堆放场地应硬化处理并设排水设施,不同规格集料之间应有足够高的隔墙,防止串料混料。施工准备阶段还要编制出切实可行的施工作业指导书^[1]。在指导书上明确规定各种材料的各项质量标准和技术指标、施工配合比试验及确定、混合料拌合、运输、摊铺、碾压工艺及养生等要求,明确各个工序的职责和施工责任人。同时对关键工序所用的工艺、采取的措施等作出事先的指导,做到施工有计划、工艺知道、职责明了、质量达标。机械设备开工前必须进行调试和标定,保证计量系统、温控系统正常工作。试验段施工是检验施工方案是否可行的重要环节,通过试验段确定松铺系数、碾压组合、摊铺速度等主要参数,为大面积施工提供依据。

2.2 路面基层、面层施工工艺与质量控制要点

沥青面层压实度不合格属于常见质量问题,主要原因是沥青混合料级配差、碾压温度不足、压路机质量小或者压实遍数不够、压路机未走到边缘等。沥青路面平整度不好是由于基层平整度差、摊铺机功率不够、熨平板调节不正确、碾压工艺不合理、施工连续性不好等原因造成的。摊铺时两台摊铺机的摊铺搭接宽度应为 5~10cm,前后距离不应大于 10m;摊铺机开工前应提前预热熨平板,控制摊铺速度,保证摊铺连续性。摊铺时不得有明显的离析现象,防止温度离析、收斗纵向离析带的形成。压路机数量和规格型号应与批准的方案一致,桥梁、隧道路面施工时应配置小型压路机压边部。热拌沥青混合料路面表面温度大于 50℃时不能开放交通。基层施工中,水泥稳定碎石基层的压实度和养生条件也十分重要,养生期内要保持表面湿润,不得有车辆通行。基层平整度、标高控制影响面层摊铺厚度、平整度,必须逐段验收合格后才能进行面层施工。

表 1 路面施工关键工艺质量控制指标

控制项目	关键指标要求	管控要点
摊铺温度	符合规范要求,避免低温摊铺	熨平板提前预热,连续供料
碾压遍数	按试验段确定,不得随意减少	压路机型号与数量须与方案一致
搭接宽度	双机摊铺 5~10cm	前后距离不宜超过 10m
开放交通温度	表面温度不高于 50℃	设专人测温,达标后方可放行

3 公路工程路面施工技术与管理存在的问题

3.1 路面施工材料质量控制与配合比管理不规范

材料控制环节存在着很多的漏洞。部分施工单位沥青

混凝土目标配合比和生产配合比试验报告单没有及时归档,缺少甲级试验检测机构出具的试验报告。技术交底编制质量不高,内容空洞无物,交底文件缺少重要的施工工序要点,针对性、实用性差,不能有效地指导现场施工。碎石集料之间分区隔墙高度不足,造成相连规格料出现串料。沥青拌合楼没有设置配合比、出料温度等标识牌。部分项目对于进场材料的抽检频率不够,出现先用后检或者未检就用的情况,造成材料质量无法追溯^[2]。配合比管理上,生产配合比和目标配合比有差异时没有及时进行调整,造成混合料级配变化较大。

3.2 路面摊铺、碾压等关键施工工艺执行不到位

工艺执行层面的主要问题就是操作规范性、过程连续性。基层和原路面连接处有局部骨料剥落、表层松散现象。下基层病害处理及表面清理不彻底,工作面有杂物、污染、油斑、散落料。摊铺机料斗下部缺少挡板,混合料直接滚落。运料车随意撞击摊铺机或者卸料时未挂空挡。碾压设备停放在沥青路面上时,没有采取防污染措施。土路肩施工出现开裂情况,主要是由于没有用小型机械压实到位所造成的。摊铺速度忽快忽慢造成厚度不均,碾压温度窗口控制不严造成压实不足,这些操作层面的偏差常常在施工过程中被忽略,但是在通车之后就会集中暴露出来。部分项目在气温低或者风力大时仍按照常规参数进行施工,没有采取相应的调整措施,压实效果明显降低。

3.3 路面施工过程质量监测与检测管理不完善

检测环节不规范会造成质量数据不可靠。施工单位内业中间交工证明资料分项工程评定表中存在支撑数据不全、检测参数计算错误或者标准选用错误等问题。监理单位路面抽检资料数据与施工单位自检资料数据一致,监理独立抽检的独立性没有体现出来。试验检测数据报告的真实性的管理有欠缺之处,有些项目的检测工作没有及时开展。沥青混合料抽提试验没有绘制级配检验曲线,检测数据的完整性不够。检测设备没有按照时间进行标定,检测人员的操作也不规范等都会影响到检测结果的可信度。部分项目对于检测数据的分析利用不够,不能从数据中及时发现质量波动的趋势并采取预防措施。

3.4 路面施工质量管理体系与责任落实机制不健全

管理体系运行效率不高属于深层次问题。施工单位三级技术交底流于形式,没有真正地交到一线工人手中,不能达到交底的基本目的。质保体系建立不健全。人员履约方面存在主要人员几乎全部变更、部分关键岗位人员不在岗等为主要问题。监理单位对施工单位质量内业资料的审查把关不严格,监理指令下达之后,施工单位的整改工作没

有做到位。项目建设单位要全面厘清项目管理责任,建立问题台账,确定整改时限和责任人。由于缺乏责任追究机制,导致质量上的问题一直存在,整改效果不能持久。部分项目质量管理只停留在制度文件上,没有形成现场可以执行、可以考核的措施。

4 公路工程路面施工技术优化与质量管理提升策略

4.1 强化路面施工材料管理与配合比精准控制

材料管控应从准入与过程两个层面同时强化。建立四证一报告审查制度,即生产许可证、质量证明书、合格证、型式检验报告和进场复试报告。对沥青等重要材料实行二维码溯源,保证全生命周期的数据可以查询。严格控制原材料的质量,集料、沥青、矿粉的各项指标符合规范要求,优化配合比设计,目标配合比和生产配合比经过多次试验验证满足要求^[3]。配合比管理要实行动态调整,根据原材料的变化情况及时调整掺配比例。根据实际情况对生产配合比、矿料级配进行调整,使粗集料接近级配范围上限,细集料接近级配范围下限。对沥青等重要材料进行飞行抽检,保证材料质量的连续稳定。拌合站应建立逐盘采集系统,对每盘混合料的配合比、拌合温度等进行实时记录,实现生产过程全过程可追溯。当原材料批次发生变化的时候,应立即开展配合比验证试验,保证混合料性能符合要求之后才能继续生产。

4.2 优化路面摊铺、碾压及接缝施工技术

摊铺工艺优化要重视连续性、均匀性。建立准确的温控系统,改进摊铺压实工艺和接缝处理技术。新老路面接缝聚酯玻纤无纺布摊铺碾压一体机把摊铺和碾压工序结合起来,可以准确地将无纺布铺在接缝处,经过碾压后与沥青混凝土紧密贴合,形成高强度抗裂层。沥青冷接缝粘层油洒布装置比传统的手工滚筒涂刷方式更加连续、均匀,不会出现遗漏现象,可以有效地提高接缝处的沥青粘接效果。纵向接缝应采用热接缝方式,两台摊铺机梯队作业时保持一定的间距,防止接缝处出现温度梯度过大造成的压实不足;横向接缝宜采用平接缝,切割整齐后涂刷粘层油再摊铺新料,保证接缝平顺密实。

碾压工艺优化要重视参数标准化和设备匹配。采用体积设计法优化材料配比,经过优化后的工艺可以使路面压实度达到 96.4%,平整度提高 24%,渗水系数降低 30%。建立智能压实系统,对碾压遍数、速度、温度进行实时监控。压路机应装有自动喷涂隔离剂装置,保证碾压作业的规范化。摊铺机应装设分离析装置,减少混合料在转运、摊铺过程中级配的变动。在低温或者大风天气下施工时,

要适当提高出厂温度、缩短运距,保证碾压温度处在有效的窗口期内。初压、复压、终压三个阶段的碾压速度和遍数必须按照试验段确定的参数来执行,不得随意改变碾压组合方式。

4.3 完善路面施工全过程质量监测与检测机制

检测体系的完善需要技术手段与管理制度的双重支撑。创新性地把三维激光扫描技术和无核密度仪无损检测体系引入到研究当中。用三维探地雷达对地下空洞进行普查。建立以大数据为基础的沥青和沥青混合料质量均匀性、稳定性评价指标。在检测数据管理上,对施工全过程的产品质量实行全过程的数字化管理,实现沥青及沥青混合料全过程数据在线、工艺在线、预警在线、监管在线。关键数据实时上传,沥青试验检测数据、施工过程数据可以随时上传。用区块链技术保存关键工序数据,摊铺温度、压实度等都存证在区块链上,可以防篡改、可追溯。另外还要建立检测数据异常预警系统,当重要指标超出控制范围时就会发出警报,并且启动整改程序。检测机构应当定期对检测设备进行标定,对检测人员进行培训、考核,保证检测数据的准确、一致。

4.4 健全路面施工质量管理体系与责任保障机制

健全管理体系要从责任划分和考核机制两方面着手。落实建设单位工程质量第一责任人制度,成立工程项目现场质量管理部门,完善管理制度,建立质量安全第三方巡查制度。落实施工单位施工质量安全主体责任,健全施工质量安全保证体系,落实质量岗位责任制,严格执行工程报验程序。在过程控制上实行班组、工段、标段三级自检制。设置关键工序的质量看板。委托甲级检测机构做平行检验,频次不低于规范要求的百分之二十。对 SMA 沥青混合料及主要材料开展飞行检验。严格执行三检制,即自检、互检、专检,验收资料 24 小时内上传到工程云平台。试验检测单位应建立试验检测数据报告责任人制度,对试验检测数据报告的真实性和准确性负责。另外还要建立质量责任终身追究制度,把施工质量同个人执业信用联系起来,形成有效的约束激励机制。定期开展质量回头看工作,对已完工路段进行跟踪评价,把评价结果反馈给以后项目质量管理改进方面。

5 结语

路面施工质量的提高是一项系统工程,要使技术优化和质量管理体系处于同等重要的地位。材料管控精准化、摊铺碾压工艺规范化、检测体系数字化、管理责任具体化这四个方面一起构成了质量提升的基本途径。伴随着智能化施工技术以及信息化监管手段的不断深入,路面施工也由原

来的依靠经验来驱动,转变为依靠数据来驱动。只有把技术措施落实到每一道工序,把管理责任落实到每一个岗位,才能使路面工程质量得到稳定可控的提高。

[参考文献]

- [1]蔡振华.灌入式复合路面施工工艺及质量控制[J].交通世界,2024(9):33-35.
[2]李正锋.高速公路沥青路面超薄磨耗层施工质量控制管

理——以广州绕城高速公路路面预防性养护工程为例[J].科技和产业,2025,25(21):52-60.

- [3]景亮.道路工程高等级沥青路面施工工艺优化研究[J].工程技术研究,2025,10(19):97-99.

作者简介:罗兆奇(1991—),毕业于长沙理工大学交通土建工程专业,现就职于新疆北新路桥集团股份有限公司,中级工程师。