

市政道路水泥稳定碎石基层施工技术研究

郜登科

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

【摘要】：水泥稳定碎石基层凭借良好的板体性、水稳性与抗裂性能，已成为我国市政道路工程中应用最为广泛的半刚性基层形式之一。鉴于水泥稳定碎石材料具有快凝特性，且施工过程对时效性、均匀性要求严苛，加之南方高温、多雨及台风等气候特征对混合料性能与施工工艺的显著影响，基层施工中易出现离析、收缩裂缝、压实度不足等质量通病，严重制约路面结构的服役寿命与使用性能。为破解南方湿热与雨季条件下市政道路水泥稳定碎石基层施工的技术痛点，本文以某项目底基层首件工程为实践载体，结合工程实际施工条件与技术要求，系统剖析施工全流程的关键技术要点与质量管控措施，以期同类市政道路工程提供可借鉴的技术参考与实践指导。

【关键词】：市政道路；水泥稳定碎石；基层施工；南方气候；组合碾压；质量控制

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.053

引言

市政道路水泥稳定碎石基层出质量问题，大多是材料管控不严、配合比不合理、碾压工艺不到位、养护管理缺位导致的，这些问题会直接造成路面早期开裂、强度不足，还会大幅增加后期运维成本。本文结合南方高温、多雨及台风等气候条件，系统研究水泥稳定碎石基层的施工技术，明确各环节的技术管控要点与质量标准。这既能有效提升市政道路施工质量，也能降低道路全寿命周期成本，对推动市政基础设施高质量建设具有重要的理论与实践价值。

1 工程概况与技术难点

(1)工程概况：某项目是南方市政道路的典型工程，其中 A3 标段 3-6 工区主要负责路面底基层施工。底基层首件试验段设在主线 K18+500-K19+100 和 K42+200-K42+800 段，总长 1200 米，设计宽 12 米、压实厚 16 厘米，作为首件工程，这段试验段主要是验证混合料配合比、松铺系数、碾压工艺等关键参数，为后续全线施工提供标准技术参考。

(2)技术难点：结合项目所在南方地区高温多雨、台风天气频发的气候和施工要求，底基层施工主要有三个核心难点：一是施工时间要求严格，水泥稳定碎石从拌合到碾压完成，必须控制在水泥初凝前，工序延误会导致混合料强度下降；二是高温多雨气候影响显著，高温天气下混合料水分蒸发过快，易导致表面干缩裂缝；雨季施工时突降暴雨会冲刷混合料表面胶浆，影响层间粘结；台风天气则可能造成施工中断，形成冷接缝等质量问题；三是压实工艺要求高，设计厚度需一次性压实成型，对碾压设备、工艺参数和操作规范的要求都很高。

2 施工准备与材料控制

(1)配合比优化设计：水泥稳定碎石基层的配合比设计，是控制基层质量的关键前提，直接决定混合料的强度和抗裂性。考虑到南方高温多雨对混合料的影响，施工前项目团队做了多轮配比试验，通过抗压、劈裂强度测试，优化水泥掺量、集料级配和含水量标准，兼顾混合料的强度和抗裂性。实践发现，水泥剂量与混合料性能呈负相关关系，剂量过低则无法满足强度设计要求，剂量过高则易引发收缩裂缝；同时，针对南方雨季施工特点，适当提高了混合料的初始含水量，预留水分蒸发余量。据此，团队通过试验确定了合理掺量，同时严格把控碎石压碎值、针片状颗粒含量等指标，确保混合料 7d 无侧限抗压强度符合设计规范^[1]。

(2)试验段先行：项目一直坚持“首件认可、样板引路”的质量管控原则。为确保施工方案可行，正式大规模施工前，项目公司、总监办联合 A3 标段各工区，针对施工方案、材料配比、机械配置和人员分工，做了专项技术交底。借助首件试验段施工，团队验证了混合料配合比、松铺系数、碾压工艺等关键参数，全面检测了成型路面的平整度、厚度、横坡等指标，最终形成了可复制的施工标准和质量控制手册。



图 1 首件试验段施工图

3 关键施工技术分析

3.1 运输时效与降温控制

水泥稳定碎石混合料凝固速度快，因此运输的快慢，以及南方高温天气下运输过程的降温防护，是施工管控的核心，这两点直接影响基层强度与成型质量。若运输时间过长，或未采取有效遮阳降温措施，易出现混合料流动性变差、水泥水化反应过快、水分蒸发严重等问题，最终导致基层起砂、开裂、强度不足，留下质量隐患。项目团队结合南方夏季高温、日照强烈的气候特点，制定了一套“拌合一运输一到场”的全流程管控办法，重点在运输环节下功夫，全力提升管控效果^[2]。

项目团队主要选用密闭式的重型罐车来运混合料，车厢顶部加装双层遮阳网，车厢外侧喷涂反光隔热涂层，减少阳光直射造成的温升；同时配备自动喷淋降温系统，在高温时段对车厢外壁进行雾状喷淋辅助降温，形成“遮阳+反射+喷淋”的综合降温模式，有效延缓混合料水分蒸发和水化反应速度。与此同时，项目团队借助 GIS 地理信息系统，优化了运输路线，尽量避开堵车的路段和长距离爬坡的地方，严格控制混合料从拌合站出来，到现场碾压的总时间，确保完全符合相关规范要求。而且每辆车都装了高精度的计时和温度记录设备，混合料进场的时候，技术人员会核对运输时间和温度数据，对超时或温度过高的混合料，坚决予以废弃处理。

除此之外，混合料进场之后，卸料之前，技术人员还需对其进行多点温度检测，确保温度符合摊铺施工的要求。若混合料温度过高，技术人员将采取遮阳棚静置降温、均匀翻料散热等应急措施，待温度降至适宜范围后，方可开始摊铺作业。这样从源头就避免了因为混合料温度过高而出现的质量问题，为基层强度成型打下了坚实的基础。

3.2 半幅摊铺连续作业

水泥稳定碎石混合料的摊铺工序是混合料成型的核心环节，其作业质量直接影响基层的均匀性、平整度和整体强度，更是控制后续面层施工质量的关键前提。为此，项目团队采用半幅连续摊铺的方式，选用高精度的摊铺机，确保摊铺宽度和设计的基层宽度完全一致，能有效避免二次拼接带来的纵向接缝、错台等质量问题，让基层的整体性更好。

摊铺作业开始之前，技术人员先要对摊铺机的熨平板充分预热好，确保预热到位，防止混合料粘在板上，避免摊铺表面起皱、拉毛，影响平整度。摊铺的

时候，技术人员要严格控制摊铺机的推进速度，保持匀速行驶，绝对不能急加速、急减速，也不能中途停下来，避免因为速度忽快忽慢，导致混合料里的粗细集料分开，出现摊铺层的集料分布不均的情况^[3]。

在运输和摊铺的衔接上，项目团队严格按照“宁等车不等料”的原则，合理安排运料车进场的节奏，确保摊铺机前面始终有适量的运料车等着卸料；卸料的时候，施工人员要慢慢匀速、分层卸料，避免卸料时的冲击力导致摊铺机偏移，造成摊铺厚度不一样。与此同时，项目组安排专业技术人员在现场全程监护，分别负责清理摊铺机边缘漏出来的料、调整摊铺边缘的顺直度，以及实时检测摊铺厚度，确保摊铺质量符合设计和规范要求，全面保证摊铺作业的效果。

3.3 组合碾压工艺创新

该项目要求基层一次性压实成型，为此项目团队创新采用了“双钢轮静压+振动压路机强振+胶轮压路机揉搓”的组合碾压方法。项目团队通过分阶段调整碾压的参数，把碾压流程进行梳理，既保证了压实质量，也确保了成型效果，避免出现厚层基层压不实、表面轮印明显、密实度不一样的问题。

具体来说，碾压时施工人员严格照着“先轻后重、先慢后快、从低到高、先压两边再压中间”的规矩，分初压、复压、终压三个步骤一步步推进。初压的时候，施工人员用双钢轮压路机静压，主要就是把混合料弄平整、稳住，将摊铺时出现的小起伏弄平，为后面的压实奠定好的基础；复压这一步最关键，施工人员用振动压路机强振，依靠高频振动，让混合料的颗粒紧紧挤压在一起、增加密实度，确保基层的密实度能达到设计和规范的要求；到了终压，施工人员用胶轮压路机揉搓收面，依靠胶轮的揉搓作用，将表面的轮印去掉，修补细小缝隙，让基层更平整、更密实，保证基层表面没有明显的轮印，也无松散的颗粒^[4]。

此外，碾压施工时，现场管理人员先划分碾压的段落，明确施工区域，并对各阶段进行标识，记录碾压的相关数据与碾压台账，避免出现漏压或者过压的情况。结合现场抽样检测分析，采用组合碾压法基层压实度、弯沉值等相关指标，能够更好的达到了设计和规范要求，基层整体的承载能力得到明显提高。

3.4 全过程实时检测

项目团队为了实时把控施工质量、及时调整问题，避免质量隐患堆积，建立了关键施工环节的全过程实时检测体系。简单说就是，依靠专业的检测团队、精准的检测设备，再加上闭环的反馈机制，对摊铺、碾

压每个阶段的核心指标,做到实时检测、及时反馈、快速调整,确保基层施工质量从头到尾都可控。

具体来说,在压实度检测这块,项目团队的检测人员主要用灌砂法,每一层碾压完会在指定区域取样检测,若是检测结果没达到设计标准,检测人员会立刻分析原因、调整碾压的相关参数,现场工作人员会进行补压,直到检测指标合格,才会进入下一道工序。高程和摊铺厚度的检测,检测人员会用专业的水准仪实时监测,通过合理布置了检测点位,以及额外加了校核点位,确保了数据准确。检测人员在读取到检测数据后,会马上反馈给摊铺机的操作手,操作手再精准调整摊铺机熨平板的高度,保证摊铺厚度和高程的偏差,都控制在允许的范围之内。至于平整度检测,检测人员会用连续式平整度仪全程跟踪检测,实时记录平整度的数据,确保基层的平整度符合规范要求。除此之外,检测人员还会同步检测混合料的关键指标,分别在拌合站出口和施工现场取样,重点检查混合料的含水量、水泥剂量这些核心指标,确保所有指标都在合理范围内。

在质量把控过程中,若指标出现偏差,检测人员会马上反馈给拌合站,拌合人员及时调整混合料的配合比,保证混合料质量稳定。同时,检测人员还建立了完善的检测数据台账,将检测结果分类统计、系统分析,总结施工中的质量规律,有针对性地优化施工参数,形成“检测—反馈—调整—提升”的闭环管理。这样一来,就能全面保障水泥稳定碎石基层的施工质量,也能为后续的面层施工打下坚实的基础。

3.5 专项质量控制措施

考虑到南方地区高温持续时间长、雨季降雨集中及台风侵袭频繁的特点,为了让施工质量更适应这边的气候,避免因为天气原因出现质量问题,项目团队在通用的质量管控标准之外,专门制定了适配这边气候的专项施工方案,把管控措施细化、把过程抓严,确保施工质量稳定达标。

参考文献:

- [1] 潘傲宇,郎翌成.市政道路水泥稳定碎石基层施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(04):202-204.
- [2] 王国辉.市政道路水泥稳定碎石基层优化设计与施工质量控制研究[J].时代汽车,2026,(03):175-177.
- [3] 俞建莉.市政道路水泥稳定碎石基层施工技术分析[J].散装水泥,2026,(01):134-136.
- [4] 郭阳.市政道路基层水稳层裂缝控制技术应用研究[J].建设机械技术与管理,2025,38(06):164-166.

(1) 合理安排施工时间,避开高温时段和暴雨时段:施工单位首先摸清南方气温日变化规律和雨季降水特征,合理规划施工时间,高温季节优先选择早晨、傍晚及夜间等低温时段施工,减少高温对混合料性能的影响;雨季施工时密切关注气象预报,避开降雨时段,提前做好防雨准备,确保各工序施工质量符合要求。

(2) 强化运输降温措施,保障混合料性能:施工单位升级混合料运输降温措施,在原有遮阳覆盖基础上,增加喷淋降温装置、反光隔热层等辅助防护措施,形成全方位降温保护,最大限度减少运输过程中混合料温升和水分蒸发,确保混合料运抵现场时的温度符合设计和规范要求,为后续摊铺、碾压质量奠定基础。

(3) 优化材料选择与养护工艺,增强抗高温抗雨能力:结合南方夏季高温特点,施工单位优化材料选择,优先选用缓凝型水泥等核心材料,延缓水泥水化反应速度,保证混合料在高温环境下有足够的作业时间。同时,针对高温天气加强洒水养护,碾压成型后立即覆盖土工布并持续洒水保湿,保持基层表面湿润,防止水分过快蒸发导致干缩裂缝。雨季施工时,配备充足的防雨篷布,突降暴雨前及时覆盖已摊铺路段,雨后排除表面积水并经检测合格后方可继续施工。

4 结语

本研究依托工程实践,从配合比优化、运输降温、半幅连续摊铺、组合碾压创新及全过程实时检测等方面构建了系统化施工技术体系。实践证明,通过“双钢轮静压+振动强振+胶轮揉搓”的组合碾压工艺,结合针对南方高温多雨及台风气候的遮阳降温、雨季防雨、加强洒水养护等专项措施,可有效提升基层压实质量与抗裂性能,显著降低离析、裂缝等质量通病发生率。本研究形成的技术方案与管控经验,可为同类市政道路工程提供有价值的实践参考,对提升南方地区道路基础设施耐久性具有积极意义。