

市政道路水泥稳定碎石基层施工技术应用研究

闫 军

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

【摘要】：为了全面提升市政道路工程建设质量，延长工程后期使用寿命，本文着重对水泥稳定碎石基层施工技术进行了探讨。文章结合市政道路施工特点，系统探讨其材料组成、作用机理及施工技术要点。通过分析施工准备、混合料拌和运输、摊铺碾压、养生保护等关键环节的技术要求，明确质量控制标准与检测方法，深入剖析常见质量缺陷及成因，并提出针对性防治措施与改进建议。研究成果可为市政道路水泥稳定碎石基层施工提供技术参考，助力实现基层施工质量提升，保障市政道路通行安全与耐久性，推动市政道路建设行业的高质量发展。

【关键词】：市政道路；水泥稳定碎石基层；施工技术；应用

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.068

引言

市政道路工程质量的好坏与城市运行效率及居民出行体验密切相关，而基层是承担着传递行车荷载、分散应力的关键作用，基层施工质量直接决定了道路的整体稳定性与使用寿命。水泥稳定碎石基层因具备强度高、承载力强、整体性好及耐久性优异等特点，被广泛应用于市政道路工程建设中。然而，实际施工中受材料选择、施工工艺、环境因素等影响。基于此，本文针对市政道路水泥稳定碎石基层施工技术应用展开深入研究，系统梳理施工关键环节要点，构建完善的质量控制体系，对提升市政道路工程质量、降低后期维护成本具有重要现实意义。

1 市政道路水泥稳定碎石基层概述

1.1 材料组成与性能要求

水泥稳定碎石基层一般由水泥、碎石、砂及水所组成。水泥作为最为重要的胶结材料，市政道路通常要求选用强度等级不低于32.5级的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，需具备良好的水化活性与稳定性。碎石应选用质地坚硬、表面洁净、级配良好的石灰岩或花岗岩，粒径一般控制在4.75-31.5mm范围内，且压碎值不大于30%，针片状颗粒含量不超过20%，以保证基层的强度与承载力。砂或石屑则要求级配良好，含泥量不大于5%，可填充碎石间隙，提升混合料的密实度。水应采用清洁无杂质的饮用水，避免使用含油污、酸碱等有害物质的水，确保水泥水化反应正常进行^[1]。混合料整体需满足压实度不小于96%、7d无侧限抗压强度不低于3.0MPa的性能要求。

1.2 作用机理

水泥稳定碎石基层施工过程中，在水泥水化反应、骨料嵌挤及混合料密实的共同作用下强化了基层的稳

定性与强度。水泥与水接触后发生水化反应，生成水化硅酸钙、水化铝酸钙等胶凝物质，这些胶凝物质逐渐凝结硬化，将松散的骨料胶结在一起，形成整体结构，为基层提供初始强度。在混合料压实过程中，骨料颗粒相互挤压、嵌锁，形成紧密的骨架结构，有效抵抗外力作用，提升基层的抗变形能力^[2]。同时，压实作用减少了混合料内部的孔隙率，降低了水分渗透速度，减少了后期因水分蒸发或渗透导致的收缩开裂，进一步增强了基层的密实度与稳定性。随着龄期增长，水泥水化反应持续进行，胶凝物质不断增多，骨料嵌挤更加紧密，基层强度逐渐提升并趋于稳定，从而实现行车荷载的有效传递与分散。

2 市政道路水泥稳定碎石基层施工技术应用要点

2.1 施工准备阶段

施工准备阶段即开始施工前从技术、材料、机具、场地等多方面全面部署，为后续施工作业的有序推进奠定基础，具体包括：

首先，施工单位应组织技术人员深入熟悉设计图纸、施工规范及相关技术文件，开展现场勘查，结合工程实际编制详细的施工组织设计，明确施工流程、技术参数及质量控制要点。同时，施工人员开展技术交底与岗前培训，确保其掌握施工工艺与操作规范。其次，严格把控原材料质量，由专业人员抽样检测水泥、碎石、砂等原材料，检测合格后方可进场存储。水泥需分类存放，做好防潮、防晒措施；碎石、砂应按粒径分级堆放，避免混杂^[3]。再者，配备混合料拌和机、摊铺机、压路机、运输车辆、洒水车等施工机械设备，进场前全面检修与调试设备，确保其性能良好、运行稳定，满足施工需求。场地准备方面，清理、平整、压实处理好下承层，清除表面杂物、浮土，对

坑槽、低洼处进行填补压实，确保下承层表面平整、密实，压实度符合设计要求。此外，设置施工测量控制网，精确放出基层施工边线、中线及高程控制点，为后续施工提供精准导向。

2.2 混合料拌和与运输

混合料的含水量、均匀性及和易性均会对水泥稳定碎石基层施工质量产生较大的影响，必须引起重视。通常情况下，混合料拌和应采用集中厂拌方式，选用连续式或间歇式拌和机，严格按照设计配合比进行配料，配料精度需满足相关规范要求，水泥剂量误差不超过±0.5%，骨料、砂剂量误差不超过±2%。拌和过程中还需控制好拌和时间与含水量，拌和时间一般为30-60s，确保混合料拌和均匀，无灰团、离析现象；含水量应比最佳含水量高出1%-2%，以弥补运输与摊铺过程中的水分损失。

拌和完成后还需抽样检测其级配、水泥剂量及含水量，检测合格后方可运输。运输车辆最好选用密闭式自卸车辆，运输前需清理车厢，防止混合料粘连。运输过程中，车厢应覆盖好，避免混合料受雨水冲刷、阳光暴晒导致含水量变化或离析。运输车辆应按指定路线匀速行驶，减少急刹车、急加速，防止混合料离析。同时，合理安排运输车辆数量，确保拌和机产量与运输能力、摊铺速度相匹配，避免出现摊铺机待料或混合料积压变质的情况。

2.3 摊铺与碾压施工

摊铺与碾压施工期间最为关键的便是根据现场实际情况科学设置各项工艺参数。如，摊铺速度控制在1-3m/min，摊铺过程中需保持摊铺机匀速连续作业，尽量减少停机次数。摊铺机螺旋布料器应匀速转动，布料高度应保持在叶片2/3处，确保混合料布料均匀，避免出现离析现象。同时，压实系数一般设计为1.2-1.3，摊铺过程中还应安排专人在现场监测摊铺厚度与平整度，发现问题及时调整。

此外，碾压作业应在混合料初凝前完成，碾压过程遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中、重叠压实”的原则。碾压设备选用光轮压路机与振动压路机组合，首先采用轻型压路机进行初压，速度控制在1.5-2km/h，碾压2-3遍，使混合料初步密实；然后采用重型振动压路机进行复压，速度控制在2-4km/h，碾压4-6遍，直至混合料密实度达到设计要求；最后采用轻型压路机进行终压，速度控制在2-3km/h，碾压1-2遍，消除碾压痕迹，确保基层表面平整^[4]。还需注意的是，碾压过程中需控制好碾压含水量，避免

含水量过高或过低影响压实效果。同时做好碾压记录，明确碾压设备、碾压遍数、碾压速度等参数。不同碾压阶段的技术参数要求如下表1所示：

表1 不同碾压阶段的技术参数汇总表

碾压阶段	碾压设备	碾压速度(km/h)	碾压遍数(遍)
初压	轻型光轮压路机(6-8t)	1.5-2	2-3
复压	重型振动压路机(12-15t)	2-4	4-6
终压	轻型光轮压路机(6-8t)	2-3	1-2

2.4 养生与成品保护

养护是水泥稳定碎石基层施工的最后一个环节，一般在碾压完成后24h内开始，养生时间不少于7d，养生期间需确保基层表面持续湿润。目前比较常见的养生方式为洒水养生与覆盖养生，洒水养生需选用洒水车匀速洒水，避免水流冲刷基层表面，洒水频率根据天气情况调整，高温干燥天气应增加洒水次数；覆盖养生可采用土工布、麻袋、草帘等覆盖材料，覆盖应全面、紧密，避免出现漏盖、松动现象，覆盖材料应保持湿润^[5]。除此之外，养生期间严禁任何车辆通行，包括施工车辆，如需通行，需采取特殊保护措施，如铺设钢板等，防止基层被碾压损坏。同时，设置明显的警示标志，严禁行人、车辆进入养生区域。成品保护还需关注周边施工影响，避免在基层附近进行大型机械作业或堆放重物，防止基层受振动、挤压导致开裂或变形。养生期满后，需对基层进行质量检测，检测合格后方可进入下道工序施工。若养生期间出现基层表面干燥、开裂等问题，应及时采取补洒水分、覆盖保湿等措施进行处理，确保基层强度正常增长。

3 市政道路水泥稳定碎石基层施工质量控制

3.1 质量控制标准与检测方法

市政道路水泥稳定碎石基层施工质量控制标准可以从压实度、7d无侧限抗压强度、平整度、宽度、横坡等多个方面着手。其中，压实度不小于96%，7d无侧限抗压强度不低于3.0MPa，平整度允许偏差不大于10mm，厚度允许偏差为-10mm~+15mm，纵断高程允许偏差不大于10mm，宽度不小于设计宽度，横坡允许偏差为±0.3%。检测方法需根据不同指标选用对应的专业检测手段，如压实度可采用环刀法、灌砂法或核子密度仪法进行检测，每200m每车道检测1点；7d无侧限抗压强度需在施工现场随机取样制作试件，

标准养护 7d 后进行抗压试验，每工作班或每 2000m³ 检测 6 个试件；平整度采用 3m 直尺或平整度仪检测，每 200m 检测 2 处，每处连续检测 10 尺；厚度采用钻芯法检测，每 200m 每车道检测 1 点；纵断高程、宽度、横坡采用水准仪、全站仪等仪器进行检测，按规范要求的频率开展检测工作。

3.2 常见质量缺陷及成因分析

裂缝、沉降、强度不足、平整度差是市政道路水泥稳定碎石基层施工中比较常见的质量问题，其成因涉及材料、施工、环境等多个方面。

最常见的裂缝分为干缩裂缝与温缩裂缝，干缩裂缝成因主要是混合料含水量过高，养生不及时或养生不到位，导致基层表面水分快速蒸发，产生收缩应力，当应力超过基层抗拉强度时出现裂缝；温缩裂缝则是由于温度变化较大，基层材料热胀冷缩不均匀，产生温度应力，引发裂缝。沉降缺陷主要成因是下承层压实度不足，存在软弱夹层，或混合料摊铺厚度不均匀、压实不密实，在行车荷载作用下，基层发生不均匀沉降。强度不足则多是因为水泥剂量不足、混合料级配不合理、含水量控制不当、压实度未达到设计要求，以及养生不规范导致水泥水化反应不充分等。平整度差的成因主要有摊铺机操作不当，摊铺速度不均匀；下承层表面不平整，未进行有效处理；混合料离析，局部骨料过多或过少；碾压顺序与碾压遍数不合理，导致基层表面出现波浪、坑洼等现象。

3.3 防治措施与改进建议

裂缝缺陷的防治需严格控制混合料含水量，确保含水量接近最佳含水量；及时开展养生工作，保证养生时间与养生质量，避免基层表面干燥；合理选择水泥品种，控制水泥剂量，必要时添加粉煤灰等掺合料，

改善混合料的抗裂性能。沉降缺陷的防治应重点把控下承层施工质量，确保下承层压实度符合设计要求，清除软弱夹层，彻底填补压实低洼处；严格控制混合料摊铺厚度，保证摊铺均匀；加强碾压作业管理，确保压实度达到设计标准。强度不足则需严格把控原材料质量与配合比设计，确保水泥剂量与级配符合要求；精准控制混合料含水量，保证压实效果；规范养生流程，确保水泥充分水化。平整度差应规范摊铺机操作，保持匀速摊铺；提前对下承层进行平整处理，确保下承层表面平整；加强混合料拌和与运输管理，防止混合料离析；同时优化碾压工艺，合理确定碾压顺序、速度与遍数^[6]。此外，还可推广使用智能化施工设备，如智能拌和机、智能摊铺机等，提升施工精度与效率；加强施工全过程动态监测，采用信息化手段实时监控施工参数与质量指标；建立完善的质量追溯体系，对施工各环节进行全程记录，便于质量问题的排查与整改。

4 结语

总而言之，只有严格把控水泥稳定碎石基层各环节施工技术要点，才能保障市政道路工程建设质量达到规范要求，延长工程使用寿命。本文系统探讨了水泥稳定碎石基层的材料组成、作用机理，详细阐述了施工各环节的技术要点，构建了完善的质量控制体系，分析了常见质量缺陷及成因，并提出了针对性防治措施与改进建议。实践表明，严格把控施工各环节质量，落实科学的质量控制措施，可有效提升水泥稳定碎石基层的施工质量，减少质量缺陷的发生。未来，随着施工技术的不断创新，应进一步推广智能化、绿色化施工技术，持续优化施工工艺，为市政道路建设质量的提升提供更强有力的技术支撑，推动城市交通基础设施建设的高质量发展。

参考文献：

- [1] 王金强.公路水泥稳定碎石底基层施工关键技术[J].建筑机械化,2025,46(12):150-153.
- [2] 范晓阳.市政道路水泥稳定级配碎石基层摊铺技术与质量控制[J].四川水泥,2025,(12):204-206.
- [3] 朱启发.水泥稳定碎石基层的常见病害及预防措施探析[J].汽车周刊,2025,(11):255-257.
- [4] 苏立花.公路水泥稳定碎石层试验检测技术研究[J].现代工程科技,2025,4(19):117-120.
- [5] 赵成军.水泥稳定碎石基层裂缝影响机理分析及预防措施[J].交通世界,2025,(28):112-114.
- [6] 陆晓杰.道路工程水泥稳定碎石基层高质量施工技术[J].企业科技与发展,2025,(07):95-98.