

市政道路施工中水泥稳定级配碎石的应用及技术要点分析

文 / 温 浩 济南城建集团有限公司

摘要：为增强市政道路工程的品质，保障道路的稳固性与行车安全，本文选取某市政道路项目作为案例，对水泥稳定碎石基层的施工技术进行详尽探讨。本文细致地描述从初步测量定位到基层保养的每一个施工步骤的关键技术，涵盖精确测量定位、拌和混合料、运输混合料、铺设混合料、压实混合料、处理接缝以及基层保养等多个方面。同时，针对该道路某段的水泥稳定碎石基层实施质量检测，通过评估压实密度、表面平整度、材料强度以及裂缝数量等指标，综合判断水泥稳定碎石基层施工技术实际应用成效。结果表明：所有检测指标均达标，有力地证明该施工技术的有效性和可信度，并在实际施工中展现出优良的应用成效。

关键词：市政道路；水泥稳定级配碎石；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.085

引言

在城市化快速发展的背景下，市政道路的构建显得尤为关键。随着道路上车辆数量的激增以及承载重量的不断提升，确保路面结构的稳定性与安全性显得尤为重要。在众多路面基层结构中，水泥稳定碎石基层的应用较为广泛，其构造质量直接关系到市政道路的综合性能和耐久性。尽管如此，施工期间水泥稳定碎石基层可能会受到材料属性和环境因素的干扰，出现干缩、温缩甚至裂缝等问题，这些都可能对市政道路的后期运营造成不利影响。鉴于此，本文选取某市政道路为案例，对其施工各环节进行了系统分析，并对其效果进行了评估。

一、工程概况

以某市政道路工程为例，该项目的设计行车速度定为每小时 80 公里。该道路的机动车道基层构造由底层向上依次是：35 厘米厚的水泥稳固碎石层、20 厘米厚的 ES-3 型水泥稳固碎石层、1 厘米的下封层、8 厘米的 AC-25 级粗颗粒沥青混凝土层、6 厘米的 AC-20 级改性沥青混凝土层以及 4 厘米的 SMA-16 级改性沥青马蹄石混合料层，整个路面结构的累积厚度达到 74 厘米。本文主要探讨在路面结构施工中水泥稳固碎石基层施工技术的重要性及其实际应用。

二、施工前准备

（一）材料选择与检验

在开展市政道路施工活动建设之前，精心挑选和细致审核施工材料是保障工程品质的关键步骤。依据项目设计文件的规定，必须挑选恰当的水泥、石料及各类添加剂等建材，并严格审查其质量，主要包括对原材料的物理性能、化学构成及其稳固性等方面的检测和分析工作。原料品质是保障整体工程品质的基础，它直接关系到主体架构的坚固性与耐久性。在筛选材料时，必须全面考虑混凝土的种类与强度级别，以及骨料的粒径分布、外加剂的种类和其掺量等因素。水泥的质量检测主要包括凝结时长、抗压强度及水化热发生量；骨料的检验主要包括粒度分布分析、耐磨硬度及碱集料反应等；而外

加剂的检验要侧重于拌合效果、增强效果以及对环境可能产生的影响等。

（二）工程设备准备

在进行市政道路的水泥稳定碎石基层建设时，挑选恰当的施工机械并做好前期准备工作是确保工程品质的关键环节。在项目启动阶段，必须全面评估工程量大小、施工时长等核心要素，进而挑选出适宜的施工设备。例如：振动压路机，作为一种能高效完成材料的拌合与压实任务的设备是工程中不可或缺的工具。在挑选振动压路机时，需关注其类型与参数的适配性，确保其满足工程的具体需求。此外，施工现场的搅拌车同样至关重要。搅拌车负责将水泥、石料及各类添加剂充分混合，制成均匀的碎石混合料。选择搅拌运输车辆时，应确保其装载容量与混合效率满足施工规范。另外，对工程设备的定期维护与保养是至关重要的，从而确保工程设备正常运转提高施工效率，保证施工质量。

三、基层施工要求

（一）基层平整度检查

在市政道路建设中，水泥稳定碎石基层的平滑度是衡量施工质量的核心要素，它直接关系到行车的稳定性和舒适性。遵循行业标准和规范，必须利用先进的平整度测量工具对基层进行精确检测与评价。目前普遍采用的检测手段有激光测量和水准测量等。这些设备能够准确捕捉基层表面的高低变化，并将所得数据与预定标准进行对照。依据行业规范，可以界定基层平滑度的合格区间，进而对检测数据进行准确评判。若检测结果显示基层平滑度未达标，便需立刻实施修正措施，以保障基层平滑度达到规定标准。调整施工机械的操作技巧是常用的修正手段之一。

（二）基层密实度要求

市政道路建设中，水泥稳定碎石基层的紧密程度对于道路的整体性能具有决定性作用，该基层的紧密性对路面的承载能力和结构稳定性具有显著影响。为确保路基达到规定的压实度标准，需运用多种测试与控制手段。

其中，动板压实测试设备为常用检测手段之一。该设备通过动板的压实测试，可测定振动频率、振幅及回弹指数等与路面密实度相关的参数，进而对路基密实度进行有效评估。此外，提升路面密实度不仅依赖测试手段，还需关注原料配合比和施工期的压实作业。在原料配合比上，应依据设计要求及场地条件，选择合适的水泥比例、石子大小及添加剂种类。在施工阶段，必须细心调控压实施工的频次和速率等关键参数，以保障在施工各阶段路面均能得到充分的压实处理，进而提升市政道路的整体密实性。

(三) 基层湿度控制

在市政道路建设中，水泥稳定碎石基层的含水率同样是一个必须精准管理的核心要素。基层湿度直接关系到该基层的坚固性与稳固性。为保障施工的品质，必须借助科学手段对基层含水率进行测定与调控。常用的技术手段之一是利用电子式湿度监测仪等精密设备来获取基层的含水率数据。这类设备能精确地检测基层内层的湿度状况，并以数据形式呈现。通过对多个监测点的含水率进行检测，我们可以掌握整个基层的湿度分布，进而为含水率的调整提供科学依据。依据所获得的数据，我们可以实施相应的湿度调整措施，如基层水分不足时，补充水分以提升湿度；水分过多时，则使用如草酸钙等物质来吸收多余的水分，以维持基层含水率在适宜的水平。

四、市政道路水泥稳定碎石基层施工技术要点

以市区道路升级改造项目中 K00+000 至 K40+000 区间的施工为例，图 1 展示水泥稳固碎石基层的铺设步骤，以下将逐一阐述各个施工步骤的关键要素。

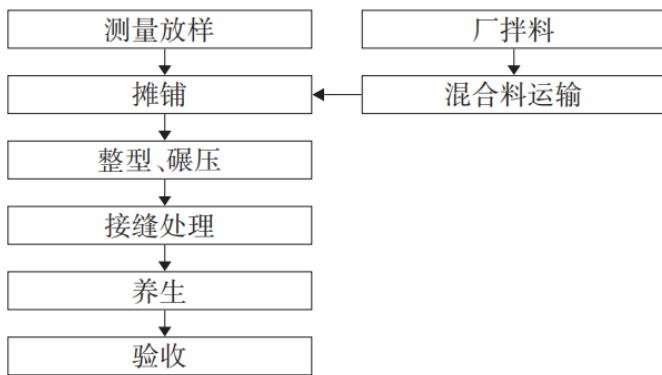


图 1 水泥稳定碎石基层施工流程图

(一) 测量放线

对道路工程的基础底层展开彻底的清扫作业，对高低不平的区域进行修缮，以保障底层表面的平滑与稳固。依照中心线和界桩的指示，参照设计图纸的具体规范布设摊铺的导向线，并遵循此导向线利用摊铺机在既定区域内实施摊铺操作。在此过程中，使用直径为 $\Phi 5$ 的钢丝绳作为拉线，每段拉线的长度控制在 200 米以内，直线区段设立钢钎固定标杆，间隔距离设置为 10 米；而在曲线区段同样布置钢钎固定标杆，标杆间隔缩短为 5

米。通过在紧线器上施加超过 100 公斤的拉力，确保钢丝绳的紧绷状态。完成线位和高程的测量定位工作，并经过检查确认无误后方可启动摊铺施工。

(二) 混合料拌合

采用两台西筑 WBL500 型号的拌合机，对水泥稳定碎石混合料进行均匀拌合作业。在拌合作业启动前，必须对水泥和碎石等所有原料进行严格的质量审查，确保无质量问题后方可进入现场使用。拌合作业中，严格依照预设的配合比精确称量原料，并确保材料用量的误差在允许的范围内。调整料斗的高低位置及电机的转速是控制材料用量的主要手段。在添加细集料之前，需测定其含水量，并根据实际测量值来计算拌合所需的水量。此外，还需结合施工现场的进度和周围环境温度对水分蒸发速率的影响适时调整含水量。鉴于运输和摊铺过程中水分会逐渐散失，拌合时的实际含水率应比最佳含水率高出 0.5 至 1.5 个百分点，以补偿施工过程中的水分损失。拌合操作人员需加强质量监控，一旦观察到混合料出现分离、颜色不一致等情况应立即中止拌合作业，查找问题根源并对拌和流程进行相应的优化。

(三) 混合料运输

在该工程中，由拌和站生产的水泥稳固碎石混合物，借助 20 辆各载重 15 吨的翻斗车迅速送达施工地点，保证供料的持续性。装载作业应分三个阶段，依次对料斗前部、中部和后部进行装载，确保物料均匀分布。混合物在运送途中，车辆必须匀速前进，避免急刹车造成物料分离。同时，运送路线应保持平坦，减少车辆颠簸。这些措施有助于避免水泥稳固碎石混合物发生分层。遇到大风或高温天气，翻斗车装载后需用彩条布遮盖，以防混合物水分过度蒸发。另外，拌和、运送和现场铺设的工作人员需紧密协作，实时调整拌和与运输的量，在保障持续供应的基础上避免多余的供应导致材料损耗。

(四) 混合料摊铺

在施工混合料的铺设阶段，首要步骤是对下层承重层实施均匀的洒水作业，确保其维持一定的湿润度。本工程选用两台型号为 RP-952 的水泥稳定土铺设机，采取梯队式配合操作以完成铺设任务，铺设速度应设定在每分钟 1.2 至 1.8 米内。在铺设作业期间，铺设机需要保持匀速直线运动，前后机之间的距离保持在五到八米之间。机器两侧装有自动调平系统，该系统负责调节铺设层的厚度及平整度。同时，在作业过程中，利用三米长的铝合金直尺来测量钢丝绳与铺设材料间的空隙，从而准确调整铺设机的操作状态，保证铺设工作按照既定的厚度和高程标准有序开展。另外，在铺设机作业的尾部，需安排专业人员负责监督膜层材料是否有粗细集料分离的现象，若发现分离，应立即将该部分材料移除，并迅速用新拌合的混合料填补，以确保基层施工的质量达标。

(五) 混合料碾压

该市政道路基层施工采用骨架 - 密实混合料，增加

了压实作业的复杂性。压实效果受多种因素影响,包括现场环境、压实区长度和压实速率等。为确保精确控制压实参数,需制定严格且可行的压实工艺。在进行水泥稳定碎石基层的建设时,必须全面评估搅拌效率、物料运送速率、铺设作业的时效性以及工作场地的气候状况(包括气温和风速等条件)。鉴于此,决定运用一台26吨级别的轮胎式振动压路机以及三台18吨级别的单钢轮振动压路机来完成混合料的压实工作。压实区域的长度设定为35米,在摊铺作业一经完成后便迅速展开压实工作。各道工序之间的间隔不超过2小时,以避免沥青混合料性质发生显著变化。水泥稳定碎石基层的压实作业遵循初压、振动压实和静态压实的步骤顺序执行,具体的操作要领包括以下方面:

1. 初压阶段。

在实施稳压作业时,压路机保持无振动状态,以1.5至2.0公里每小时的速度进行单次碾压。该操作有助于确保水泥稳定碎石基层的表面稳定性。

2. 振动压实

振动压实作业遵循“先轻振一遍→再重振三遍→最后轻振一遍”的顺序对混合料进行逐层压实,作业速度保持在2.0至2.5公里每小时。此外,设定轨迹重叠部分为轮宽的三分之一至二分之一,确保充分压实重叠区域,以消除压实痕迹,保障基层路面的平滑性与密实度。

3. 静态压实收尾

于静压整平作业阶段,压路机需以1.5至1.7公里每小时的速度对水泥稳定层实施一轮至两轮压实作业,以此增强基层表面的光滑度,为接下来的施工作业打下坚实的基础。在压实作业的各个阶段,压路机必须依照预定的线路匀速前进,换挡动作需柔和且连贯,严禁急速制动。在稳定压实阶段,应在已压实的路面上完成压路机的换挡。在压实过程中,应实时监测水泥稳定碎石的密实度及平整度,通过这两项指标来评估压实施工的成效。若发现局部压实不到位,应立即安排额外的压实作业,确保基层的施工质量满足设计规范。

(六) 接缝处理

针对相邻施工区域的接合部,必须及时进行有效的搭接作业,以保障接缝处结构的完整性与稳固性。具体施工时,预留5至8米的基层尾部不进行即时碾压,而是将此段作业拖延至后续施工阶段。操作上,向预留区域追加水泥,与未压实的混合料进行充分拌合,随后与下一施工段一起实施碾压。基层接缝作业的核心在于施工缝的管理,具体操作为:在每日施工收尾阶段,确保上下两层缝口对齐,并保持其直线状态。针对已固化的路基边缘,鉴于其脆弱性,需在次日施工前增设保护性方木,碾压作业前移除方木;随后,利用水泥稳定碎石混合料填充缝隙。

(七) 基层养护

基层的后期保养是确保其强度逐步上升的关键环节,

同时也能够有效遏制裂缝的出现。保养工作在道路施工链条中占据不可或缺的地位。在该项道路施工任务中,每一段基层碾压完成后,必须对其表面平整性与密实度进行严格检验。确保检验结果达标后,立即用塑料薄膜进行覆盖以保湿。次日,移除薄膜,适量洒水以维持基层湿润,随后重新覆盖薄膜以继续保养。养护期间,需适时调整供水量,以防因水分流失导致路面出现干燥收缩或裂缝。当基层混合料强度达到一定程度,应喷洒高渗透性的乳化沥青透层油,确保其渗透深度达到5-10毫米,此后还需继续进行覆膜保养。另外,水泥稳定碎石基层的保养期应至少持续7天,以确保其整体质量达到施工标准。

五、施工技术应用效果评价

工程收尾阶段,对指定的市区道路K27+250至K32+78区段实施质量检验与效能评估,旨在对施工技术的实际成效作出客观评价。

在该项道路工程实验区段,水泥稳固碎石层的压实度保持在98.7%至99.6%的范围内,这一指标满足行业标准的规定。同时,四个检验区段的底层平整度同样达到规定的标准。取得的样本芯表现出完整的结构,显示出骨架致密的构造特性,并且强度平均值符合质量要求。另外,四个检验区段未见裂纹,这进一步证实底层结构的高质量。综合以上,该道路项目的水泥稳固碎石层施工质量符合标准要求,有效证明施工技术的实用性和信赖度,并且其优良的应用成效为道路的长期稳定性和耐用性奠定坚实基础。

结语

总而言之,在我国现行的城市建设中,以水泥稳定碎石为基础的路面工程扮演着关键角色。本文以某市市政道路工程为案例,对测量点定位、混合料拌和、运输等关键环节进行了深入探讨;路面铺设、压实、接缝处理以及基础养护构成了水泥稳定碎石路面施工的主要工序。基于此,对工程的基础建设进行了细致评估,评估结果显示,所有质量指标均满足规范要求;这进一步验证了该工艺的可行性和稳定性。该项目的成功实施,为同类市政道路建设提供了宝贵的参考价值。

参考文献

- [1] 李杰. 道路水泥稳定级配碎石基层施工技术的应用[J]. 四川水泥, 2024, (03): 186-187+232.
- [2] 叶文龙. 市政道路水泥稳定碎石基层施工技术的应用[J]. 江西建材, 2022, (07): 291-292+295.
- [3] 刘斌. 水泥稳定碎石大厚度整体碾压技术在路基施工中的应用[J]. 福建交通科技, 2020, (05): 71-73.
- [4] 韦芳妮. 市政道路工程施工组织设计与质量控制研究[J]. 山西建筑, 2020, 46(15): 127-129.

作者简介:温浩,1998.1,男,汉,助理工程师,学士,研究方向:市政道路路基方面。