

公路工程路面水泥稳定碎石基层施工技术

王胜强¹ 李 宁²

1. 安康市交通建设投资集团有限公司 陕西安康 725000

2. 陕西省安康公路管理局应急抢险中心 陕西安康 725000

【摘 要】在当今快速发展的基础设施建设中，公路工程的品质直接关系到交通安全和运行效率，水泥稳定碎石基层，作为公路路面结构的重要组成部分，其施工技术对道路的性能与寿命起到决定性作用。本文聚焦于公路工程路面水泥稳定碎石基层的关键施工技术，从材料准备、混合料比例与拌和工艺，到材料的储存运输进行全面论述。进一步，文章对裂缝与断板的成因、水分调控与排水设计、反射裂缝防治等常见问题提出分析与解决策略，并详细阐述施工工艺流程及养护措施，以期提升公路工程施工质量提供参考。

【关键词】水泥稳定碎石基层；公路养护；施工技术

引言：

随着经济的快速发展，公路工程建设如雨后春笋般涌现，其中路面基层的施工质量是确保公路工程长期稳定使用的基石，水泥稳定碎石基层的应用由于其出色的承载能力与耐久性成为广泛采用的一种施工方法。然而，在实际施工过程中，诸多因素如材料选择、施工工艺、环境条件和质量控制等均会影响最终的工程质量。鉴于此，本文旨在探讨如何通过合理的材料准备、科学的混合料比例设计、精确的拌和工艺以及有效的施工流程控制来优化水泥稳定碎石基层的施工，并针对可能出现的问题提出切实可行的预防与解决措施，从而确保公路工程的高效、优质建设。

一、公路工程路面水泥稳定碎石基层施工的材料选择与准备

（一）水泥稳定碎石基层的材料要求

水泥稳定碎石基层的质量直接影响公路工程的整体性能和使用寿命。在材料选择时，需严格把控水泥的化学成分和物理性能，通常选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，其强度等级不应低于32.5级^[1]。水泥的凝结时间、安定性和抗压强度等指标均需符合相关技术规范。碎石作为骨料，其颗粒强度和磨耗性是关键指标。碎石应选用坚硬、耐久、无风化的岩石制成，其抗压强度不低于100MPa，洛杉矶磨耗损失率不大于30%。粒径分布应合理，以确保良好的嵌锁作用和稳定性。细集料通常选用中砂或粗砂，其细度模数宜在2.3-3.0之间。填料多采用石屑或矿粉，其粒径应小于0.075mm，这些材料的质量标准需严格控制，以保证混合料

的整体性能。

（二）混合料比例和拌和工艺

水泥的水化反应速度与其品种密切相关。速凝水泥虽然初期强度发展快，但不利于施工操作，因此一般选用普通硅酸盐水泥。水泥用量的确定需综合考虑强度要求和经济性，通常占混合料总质量的3%—5%，拌和时间对混合料均匀度有显著影响，拌和不足会导致材料分布不均，而过度拌和则可能破坏集料级配。一般来说，强制式搅拌机的拌和时间控制在45—60秒为宜。在拌和过程中，应注意观察混合料的颜色和稠度，确保各组分充分混合。分离现象是混合料拌和和运输过程中常见的问题。为预防分离，可采取以下措施：控制含水量在最佳含水量附近；调整拌和设备的卸料高度；采用分层卸料法；使用防离析运输车辆等，这些措施能有效减少粗细颗粒的分离，保证混合料的均匀性。

（三）材料的储存与运输方法

材料的正确储存和运输对保证施工质量至关重要。水泥应存放在干燥、通风的库房中，并采取防潮措施，露天堆放时，需用防水布覆盖，并设置排水设施，碎石和砂应分级堆放，避免相互混杂。运输过程中，应选用密闭式车辆，防止材料受潮或污染，从搅拌站到施工现场的运输路线应合理规划，尽量缩短运输时间，避免混合料离析或初凝^[2]。运输车辆应保持清洁，定期检查维护，确保运输过程中不会影响材料质量，施工单位应建立完善材料质量跟踪与记录系统，每批材料进场时，都应进行抽样检测，这不仅有助于及时发现和解决质量问题，还为后续工程维护

和质量追溯提供了重要依据。

二、常见问题分析与解决策略

（一）裂缝与断板的成因分析

水泥稳定碎石基层在使用过程中可能出现裂缝和断板问题，其成因复杂多样。温度应力是主要原因之一，尤其在昼夜温差大的地区，基层内部因温度变化产生的膨胀收缩应力易导致裂缝。荷载应力是另一个重要因素，车辆反复碾压产生的疲劳应力累积，可能导致基层材料强度下降，最终形成裂缝或断板，基层底部支撑不均匀、路基沉降不均等因素也会加剧这一问题。施工质量问题同样可能引发裂缝和断板，例如，混合料配比不当、压实度不足、养护不当等都可能降低基层的整体强度和耐久性。特别是在接缝处理不当的情况下，更容易出现裂缝。为防止裂缝和断板问题，可采取以下措施：优化材料配比，提高基层的抗裂性能；合理设计和处理施工缝和收缩缝；加强养护，特别是在早期阶段；采用纤维或网格增强技术；改善基层与路基的结合性能等。

（二）结构层水分调控与排水设计

水泥稳定碎石基层的水分调控直接影响其强度发展和耐久性。过多的水分会降低基层的承载能力，而水分不足则可能导致水泥水化不充分，影响强度，因此，合理的水分调控策略至关重要^[3]。在施工阶段，应根据最佳含水量确定拌合用水量，并考虑运输和摊铺过程中的水分损失，摊铺后的洒水养护需根据气候条件适时调整，避免表面过干或积水。在寒冷地区，还需注意防止冻融损害，可通过添加引气剂或采用防冻层设计来改善基层的抗冻性能。排水设计是水分调控的重要组成部分。合理的排水系统可以有效降低基层含水量，提高结构稳定性，横向排水坡度的设计应确保表面水能迅速排出，通常不小于1.5%。纵向排水则需结合路线纵坡进行设计，避免出现积水点。

（三）反射裂缝的防治技术

反射裂缝是水泥稳定碎石基层常见的病害之一，主要由下层裂缝向上传播引起。这种裂缝不仅影响路面平整度，还可能导致水分入侵，加速路面结构劣化，因此，采取有效的防治措施十分必要。应力吸收层是一种常用的反射裂缝防治技术，在基层和面层之间铺设一层应力吸收材料，如改性沥青、橡胶沥青等，可以有效缓解应力集中，阻止裂缝向上发展，这种方法适用于各种类型的裂缝，但施工工艺要求较高。裂缝延迟技术是另一种有效方法。通过在基层表面设置一层特殊材料，如土工格栅、玻璃纤维网

等，可以延缓裂缝的扩展速度。这些材料能够分散应力，提高基层的整体抗裂性能。基层预裂技术也是防治反射裂缝的有效手段。在基层施工完成后，按照设计间距预先切缝，引导裂缝沿预定路径发展，从而控制裂缝的随机性，这种方法可以有效减少大面积不规则裂缝的出现。

三、施工工艺流程

（一）基层施工前的准备工作

公路工程水泥稳定碎石基层施工前的准备工作对整个项目的成功至关重要。路基验收是这一阶段的核心环节，它直接影响基层的质量和稳定性。验收过程中，需重点关注路基的平整度、压实度、宽度和标高等关键指标。路基顶面平整度的控制尤为严格，偏差不应超过20mm，这有助于确保基层铺设的均匀性。压实度是路基承载能力的重要保证，通常要求不低于95%，以提供稳固的基础支撑。在验收过程中，如发现路基存在软弱区域或湿陷问题，必须采取相应的处理措施。常见的方法包括换填和加固处理。换填通常涉及挖除不合格材料，并用高质量的填料替代；而加固处理可能包括深层搅拌、注浆等技术，具体选择取决于现场地质条件和工程要求。这些措施的目的是确保路基具有足够的强度和稳定性，为后续基层施工奠定坚实基础。施工机械的调试和维护同样是准备工作中不可忽视的环节^[4]。摊铺机、压路机和洒水车等主要设备的性能直接关系到施工质量和效率。摊铺机的熨平板调节尤为关键，必须严格按照设计坡度进行调整，以确保摊铺厚度的均匀性。压路机的碾压参数，如激振力和频率，需根据基层材料的特性进行优化设置，这要求施工人员具备丰富的经验和专业知识。所有设备在投入使用前都应进行全面检查，确保其性能稳定可靠，避免因设备故障导致施工中断或质量问题。环境保护措施在现代公路施工中日益受到重视。临时排水系统的设置是防止雨水冲刷施工面的有效手段，它不仅保护了施工质量，也减少了对周边环境的影响。针对材料装卸、运输等易产生扬尘的作业，采取洒水降尘、密闭运输等措施是必要的，这些措施不仅符合环保要求，也有利于维护施工现场的良好环境，提高工作效率。

（二）铺设与压实技术要点

水泥稳定碎石基层的铺设与压实是整个施工过程中最为关键的环节，直接决定了基层的质量和性能。铺设速度的控制需要综合考虑环境温度等多个因素。在高温环境下，水泥水化反应加快，要求施工人员提高铺设速度，以避免混合料过早凝结，相反，在低温条件下，需适当放慢铺设

速度,确保充分压实。根据实践经验,一般情况下将摊铺速度控制在2—3m/min是比较理想的。这个速度既能保证施工质量,又能维持合理的施工进度。摊铺厚度的控制同样至关重要,通常,单层摊铺厚度不宜超过20cm,这是基于压实设备的有效作用深度和材料特性而确定的。过厚的摊铺不仅难以达到均匀压实,还可能导致基层内部出现松散区域,影响整体强度,因此,对于较厚的基层,应采用分层摊铺、分层压实的方法,每层厚度控制在可有效压实的范围内^[5]。压实过程是确保基层强度和稳定性的关键步骤,压实工艺通常分为初压、复压和终压三个阶段,每个阶段都有其特定的目的和要求,初压阶段采用静压或低频振动压实,主要目的是防止表面松散,为后续压实奠定基础。复压阶段是整个压实过程的核心,采用高频振动压实,目的是最大限度地提高压实度,减少内部空隙。终压阶段再次采用静压,主要是为了改善表面平整度,消除锈迹,压实遍数的确定需要通过现场试验来优化。一般情况下,8—12遍的压实遍数能够满足大多数工程的要求。然而,具体遍数还需根据材料特性、压实设备性能等因素进行调整,每层压实后的厚度控制在设计值的±10%范围内,这个标准既保证了足够的压实度,又为施工误差留有一定余地。不同压实机械的选择和配合使用是实现最佳压实效果的关键,振动压路机因其振幅和频率可调,适用于大部分压实工作,特别是在深层压实方面表现出色,胶轮压路机则在表面封闭和改善平整度方面具有独特优势,常用于压实过程的最后阶段。

(三) 接缝处理与养护措施

接缝处理和养护措施是水泥稳定碎石基层施工中不可忽视的环节,直接关系到基层的整体性能和使用寿命。接缝处理的时效性要求较高,必须在混合料初凝前完成,通常在摊铺后2—4小时内进行,这个时间窗口的把握十分关键,过早处理可能导致接缝变形,过晚则会影响接缝质量。对于纵向施工缝,应在前一天施工的基层边缘进行切割,确保切口整齐,并彻底清除松散物,这种处理方法可以提供一个清晰、稳定的接合面,有利于新旧料的紧密结合。横向施工缝则需要特别注意其与路面中心线的垂直度,通常采用木板或钢板作为支撑,以确保接缝的平直和垂直。新旧料接合处的处理尤为重要。在接缝处理前,需要对旧料表面进行充分润湿,这样可以改善新旧料之间的

黏结性,同时,适当增加接缝处的水泥用量,可以补偿接缝处可能出现的强度不足,确保接缝处的整体强度与基层其他部分相当。养护工作是确保基层质量的关键环节,养护材料的选择直接影响养护效果,常用的材料包括塑料薄膜、麻袋等,这些材料的主要作用是保持基层表面湿度,防止水分快速蒸发。在覆盖时,需确保材料与基层表面紧密贴合,避免出现褶皱或空隙,以防止局部干燥或水分分布不均。养护时间通常不少于7天,这个期限是基于水泥水化反应的特性而定的。在这段时间内,需要定期检查养护情况,及时补充洒水,特别是在前3天,养护工作尤为重要,因为这是水泥强度发展最快的阶段。不同气候条件下的养护策略也需要特别关注^[6]。在干燥炎热地区,可能需要增加洒水频次,必要时采用喷雾养护,以防止基层表面过度干燥,而在潮湿多雨的地区,则需要注意防止积水,可以通过搭设临时雨棚等方式来控制水分。

结束语:

通过对公路工程路面水泥稳定碎石基层施工技术的全面分析可以得出,严格的材料选择、合理的混合料设计、正确的拌和与压实工艺以及细致的接缝处理和养护是保障施工质量的基础。同时,对于施工过程中出现的诸如裂缝与断板等问题的及时分析与处理,对于提高公路工程的耐用性与可靠性至关重要。本文提出的技术要点与解决策略,旨在为公路建设者提供实用的指导,以期建造出更加稳固、安全的道路,服务于社会经济的持续发展和人民生活的便捷。

参考文献:

- [1] 林聪骏. 道路施工中水泥稳定碎石基层施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2023(6): 7-9.
- [2] 钟婷. 水泥稳定级配碎石基层路用性能及施工技术研究[J]. 交通世界, 2023, (26): 117-120.
- [3] 张瑞龙. 探究公路路面工程中的水泥稳定碎石基层施工技术[J]. 中华建设, 2022(32): 149-151.
- [4] 陈建功. 公路工程水泥稳定碎石层施工技术浅析[J]. 四川水泥, 2023, (09): 246-248.
- [5] 王艳萍. 公路工程施工中水泥稳定碎石基层施工技术研究[J]. 交通世界, 2023, (20): 114-116.
- [6] 张立军. 关于公路工程路面水泥稳定碎石基层的施工技术[J]. 设备管理与维修, 2023(18): 159-161.