

# 公路工程水泥稳定碎石基层施工关键技术

陈永刚

新疆交投交安科技有限公司 新疆维吾尔自治区 乌鲁木齐 831400

**【摘要】**：水泥稳定碎石基层是公路路面结构中的重要承重层，其施工质量直接影响路面强度、稳定性和使用寿命。针对施工过程中原材料质量波动、级配控制不稳、拌和不均、含水率偏差、摊铺离析、碾压不足以及养护不到位等问题，应从材料管控、配合比设计、拌和运输、摊铺碾压、接缝处理和养护验收等方面加强全过程控制。通过完善施工工艺、强化试验检测、规范现场操作和建立质量闭环管理机制，可有效提升水泥稳定碎石基层施工质量，为公路工程路面结构耐久运行提供保障。

**【关键词】**：公路工程；水泥稳定碎石基层；施工技术；质量控制

DOI:10.12417/2705-0998.26.10.038

## 引言

随着公路交通荷载水平不断提高，路面基层的承载能力和耐久性能受到更高要求。水泥稳定碎石基层因具有强度高、整体性好、水稳定性强等特点，在公路工程中得到广泛应用。然而，该结构层对材料级配、含水率、拌和均匀性、压实成型和早期养护要求较高，任何环节控制不当，均可能引发裂缝、松散、强度不足和平整度下降等质量问题<sup>[1]</sup>。因此，系统研究水泥稳定碎石基层施工关键技术、常见问题及保障措施，对提高基层施工质量和延长路面使用寿命具有重要意义。

## 1 公路工程水泥稳定碎石基层施工关键技术

### 1.1 原材料选择与配合比设计技术

水泥稳定碎石基层施工质量首先取决于原材料性能和配合比设计的科学性。水泥宜选用强度等级适宜、安定性合格、凝结时间满足施工要求的普通硅酸盐水泥或道路硅酸盐水泥，避免使用受潮结块、质量波动较大的水泥材料。碎石应具有良好的级配、强度和洁净度，其压碎值、针片状颗粒含量、含泥量及软弱颗粒含量应满足规范要求，以保证基层形成稳定的骨架结构<sup>[2]</sup>。细集料应控制粉尘和泥质含量，防止因细料过多导致混合料收缩增大、抗裂性能下降。配合比设计应综合考虑设计强度、交通荷载等级、气候条件、施工工艺和材料来源，通过击实试验、无侧限抗压强度试验和延迟时间试验确定最佳含水率、水泥剂量和最大干密度。

### 1.2 拌和运输与含水率控制技术

水泥稳定碎石基层施工应采用集中厂拌方式，以保证混合料计量准确、拌和均匀和级配稳定。拌和前应对拌和设备的计量系统、供水系统、输送系统和拌和时间进行检查校准，确保水泥、集料和水的掺配比例符合生产配合比要求。施工过程中，应重点控制混合料含水率，其取值宜根据最佳含水率、运输距离、气温、风速和摊铺碾压过程中的水分损失适当调整<sup>[3]</sup>。含水率偏低会影响压实成型和水泥水化，导致基层强度不足；含水率偏高则容易造成翻浆、弹软、离析和表面松散。运输车辆应清洁完好，并采取覆盖措施，减少水分蒸发和混合料污染。

混合料从拌和到碾压成型存在时间限制，应根据水泥初凝时间和施工组织条件合理控制运输半径，避免因延迟时间过长造成混合料强度衰减和压实困难。

### 1.3 摊铺整形与碾压成型技术

摊铺和碾压是水泥稳定碎石基层形成结构强度和表面质量的关键环节。施工前应应对下承层进行检查，确保其高程、横坡、平整度、压实度和表面清洁度符合要求，并适当洒水湿润，避免下承层吸水过快影响基层成型质量。摊铺宜采用摊铺机连续作业，严格控制摊铺厚度、摊铺宽度、横坡和高程，减少人工修补范围，防止离析和局部厚度不足。摊铺过程中应保持供料连续，螺旋布料器埋深适当，避免粗细集料分布不均。碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、由低到高、重叠碾压”的原则，合理配置振动压路机、胶轮压路机和钢轮压路机，按照试验段确定的碾压遍数、速度和组合方式进行施工<sup>[4]</sup>。

### 1.4 接缝处理与养护质量控制技术

水泥稳定碎石基层施工应高度重视接缝处理和成型养护，二者直接关系到基层整体性、抗裂性和耐久性。纵向接缝应尽量减少，宜采用全幅摊铺或多机梯队摊铺方式；确需设置纵缝时，应保证接缝顺直、密实，并避免上下结构层接缝重合。横向施工缝应设置在结构受力相对合理的位置，停工或作业中断时间超过允许范围时，应将端部松散、强度不足部分切除，形成垂直整齐的接缝面，再进行后续摊铺<sup>[5]</sup>。接缝处应加强洒水湿润、补料整平和重点碾压，防止出现错台、松散和裂缝。基层碾压成型并经质量检测合格后，应及时覆盖或洒水养护，保持表面湿润，促进水泥充分水化，防止早期失水收缩。

## 2 公路工程水泥稳定碎石基层施工常见问题

### 2.1 原材料质量波动，级配稳定性不足

水泥稳定碎石基层施工中，原材料质量波动是影响基层强度和整体稳定性的常见问题。部分工程因料源管理不严格，碎石规格分档不清、含泥量偏高、针片状颗粒较多，或不同批次集料压碎值、颗粒组成变化较大，导致混合料骨架结构不稳定。若细集料中粉尘和泥质含量过高，会削弱水泥浆体与集料之间

的黏结作用,并增大混合料干缩风险,后期容易出现松散、裂缝和强度不足等病害。与此同时,部分施工现场对水泥进场验收重视不足,存在水泥受潮结块、凝结时间异常或强度稳定性不足等情况,影响水泥稳定碎石基层的早期强度形成。造成该问题的主要原因在于材料采购、堆放、试验检测和拌和生产之间缺乏有效衔接,施工单位对料源变化缺少动态监测,未能根据集料实际级配及时调整生产配合比。

## 2.2 拌和不均匀,含水率控制偏差较大

拌和质量与含水率控制直接关系到水泥稳定碎石基层的压实效果、水化反应和强度发展。实际施工中,部分项目存在拌和设备计量系统校准不及时、供水不稳定、拌和时间不足、集料含水率检测滞后等问题,导致混合料出现水泥分布不均、粗细集料离析、局部过湿或过干等现象。含水率偏低时,混合料难以充分压实,水泥水化条件不足,基层内部容易形成松散薄弱区;含水率偏高时,碾压过程中容易出现弹软、翻浆、轮迹明显和表面浮浆,影响基层密实度和平整度。该问题的原因主要在于施工现场对最佳含水率、气候条件、运输距离和摊铺碾压水分损失之间的关系认识不足,未能实施动态调整。尤其在高温、大风或长距离运输条件下,若运输车辆覆盖不到位、现场检测频次不足,混合料到场含水率往往与设计控制值存在较大偏差。

## 2.3 摊铺离析与碾压不足,成型质量不稳定

水泥稳定碎石基层摊铺过程中,离析、厚度不均和平整度不足较为常见,主要表现为局部粗集料集中、细料流失、表面麻面、边部松散或横坡高程偏差较大。若摊铺机供料不连续、螺旋布料器埋深不合理、运输车辆卸料冲击过大,均可能破坏混合料均匀性。部分施工现场为追赶进度,忽视下承层清理、湿润和测量控制,导致基层与下承层结合不良,形成局部薄弱部位。碾压环节中,若压路机组合不合理、碾压遍数不足、行驶速度过快、振动参数选择不当,或未能在水泥初凝前完成压实,都会影响基层密实度和结构整体性。边角、接缝、桥头过渡段等部位因大型机械作业受限,更容易出现压实不足。

## 2.4 接缝处理不规范,养护与交通管制不到位

接缝和养护是水泥稳定碎石基层施工后期质量控制的薄弱环节。部分工程横向施工缝处理随意,未及时切除端部松散或强度不足部位,接缝面不垂直、不整齐,后续摊铺时新旧混合料衔接不密实,容易形成错台、松散和反射裂缝。纵向接缝若设置位置不合理或碾压不到位,也会削弱基层整体性。养护方面,常见问题包括成型后覆盖不及时、洒水频次不足、表面失水过快、养护期车辆通行控制不严等。水泥稳定碎石材料对早期湿度条件较为敏感,若养护不到位,水泥水化反应不足,基层表面易出现干缩裂缝、松散和强度增长缓慢等现象。部分项目为抢抓工期,在基层强度尚未达到要求时提前开放施工车

辆通行,导致表面被扰动、轮迹明显甚至局部破坏。

# 3 公路工程水泥稳定碎石基层施工保障措施

## 3.1 强化原材料管控,保证级配与质量稳定

公路工程水泥稳定碎石基层施工应将原材料质量控制作为首要保障措施,建立从料源选择、进场验收、分类堆放、试验检测到生产使用的全过程管控机制。施工单位应优先选择质量稳定、供应能力可靠的集料料源,并对碎石压碎值、针片状颗粒含量、含泥量、颗粒组成及软弱颗粒含量进行严格检测,确保集料强度、洁净度和级配满足基层施工要求。不同规格集料应分仓堆放,场地应硬化处理并设置排水设施,防止混料、污染和含水率异常波动。水泥进场后应核出厂合格证明,并按批次进行安定性、凝结时间和强度复检,严禁使用受潮结块或性能不稳定的水泥。施工过程中,若料源、粒径组成或含水状态发生变化,应及时进行级配复核和生产配合比调整,避免沿用固定参数造成混合料性能偏差。拌和站还应建立材料消耗台账和试验检测记录,实现原材料来源、批次、检测结果和使用部位可追溯。

## 3.2 完善拌和生产控制,提升混合料均匀性

水泥稳定碎石基层施工质量在很大程度上取决于拌和生产过程的稳定性。施工单位应采用性能良好的稳定土拌和设备,并在施工前对计量系统、供水系统、输送装置、拌缸叶片和控制程序进行全面检查与标定,确保水泥、集料和水的掺配比例符合生产配合比要求。正式生产前应通过试拌验证混合料级配、含水率和拌和均匀性,并根据试验结果优化设备参数。施工过程中,应加强集料天然含水率检测,结合气温、风速、运输距离和摊铺碾压过程中的水分损失,动态调整拌和用水量,使混合料到场含水率处于合理范围。对拌和时间、出料速度和装车方式也应严格控制,防止水泥分布不均、粗细集料离析或局部过湿过干。运输车辆应保持车厢清洁,并采取覆盖保湿措施,减少水分蒸发和外界污染。对于高温、大风或长距离运输条件,应适当缩短运输半径、优化车辆调度,保证混合料在规定延迟时间内完成摊铺和碾压。

## 3.3 规范摊铺碾压工艺,保障基层成型质量

摊铺碾压是水泥稳定碎石基层施工保障措施中的核心环节,应以试验段成果为依据,明确松铺系数、摊铺速度、机械组合、碾压顺序、碾压遍数、振动参数和质量检测频次。摊铺前应应对下承层进行全面检查,重点核验其高程、横坡、平整度、压实度和清洁状况,对松散、积水、污染或局部不平整部位应及时处理,并适当洒水湿润。摊铺宜采用摊铺机连续均匀作业,保持供料稳定,控制螺旋布料器埋深,减少粗细集料离析和人工修补。碾压应遵循先轻后重、先边后中、先慢后快、由低向高的原则,根据混合料含水率和现场温度合理组织初压、复压和终压,确保在水泥初凝前完成压实成型。对边部、接缝、桥

头搭接、检查井周边等大型机械难以有效覆盖的部位,应采用小型压实设备进行补压,防止形成质量薄弱区。施工过程中应及时检测压实度、厚度、高程、宽度、横坡和平整度,对发现的离析、松散、弹软或高程偏差问题,应在允许时间内处理。

### 3.4 健全养护与质量验收机制,提升基层耐久性

水泥稳定碎石基层碾压成型后,应及时开展养护和质量验收工作,防止早期失水、车辆扰动和强度发展不足影响基层耐久性。施工单位应根据气温、湿度、风速和水泥剂量制定养护方案,成型并检测合格后及时覆盖土工布、薄膜或洒水保湿,使基层表面长期保持湿润状态,促进水泥充分水化。炎热、干燥或大风天气应适当增加洒水频次,避免表面快速失水产生干缩裂缝。养护期间应严格实施交通封闭和施工车辆管控,确需通行时应在基层强度满足要求后进行,并限制车速、轴载和通行路线,防止基层表面松散、轮迹和结构扰动。质量验收方面,

应建立压实度、厚度、平整度、高程、宽度、横坡、无侧限抗压强度和外观质量的综合检测机制,检测结果应与施工记录、试验数据和整改情况相互印证。对接缝、边部、桥头和局部修补区域应重点复查,发现裂缝、松散、离析或强度不足时应及时分析原因并处理。

## 4 结语

综上所述,公路工程水泥稳定碎石基层施工是一项系统性、连续性较强的技术管理工作,必须坚持全过程质量控制理念。施工单位应以原材料稳定为基础,以配合比优化为前提,以拌和运输、摊铺碾压和养护验收为重点,严格落实试验段验证、动态检测和问题整改机制。只有将技术标准转化为现场可执行的工艺参数和管理措施,才能有效减少施工质量缺陷,提高基层整体强度、抗裂性能和耐久性,为公路工程安全、稳定、长期运营奠定坚实基础。

## 参考文献:

- [1] 张海斌.公路工程中水泥稳定碎石基层施工质量通病及措施[J].广东建材,2026,42(2):157-160.
- [2] 伏银成.公路工程水泥稳定碎石基层施工技术分析[J].运输经理世界,2025,(36):4-6.
- [3] 路遥.公路工程水泥稳定碎石基层施工技术研究[J].交通建设与管理,2025,(6):141-143.
- [4] 张琥.市政公路工程水泥粉煤灰稳定碎石基层施工工艺应用[J].工程建设与设计,2025,(19):224-226.
- [5] 张红峰.公路工程路面水泥稳定碎石基层施工技术[J].工程机械与维修,2025,(6):152-154.