

# 水泥剂量偏差对水泥稳定碎石基层早期强度的影响分析

程正梁

湖北葛科工程试验检测有限公司 湖北 宜昌 443002

**【摘要】**：水泥剂量偏差是影响水泥稳定碎石基层早期强度的关键因素，剂量不足或过量均会破坏基层材料的胶结体系与结构稳定性。本文聚焦剂量偏差与早期强度的作用关系，分析偏差引发的强度劣化机理及工程隐患，提出基于施工全流程的剂量管控要点。明确精准控制水泥剂量偏差，是保障基层早期强度达标、提升工程整体质量的核心路径。

**【关键词】**：水泥剂量偏差；水泥稳定碎石基层；早期强度；质量管控；施工控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.067

水泥稳定碎石基层是公路路面结构的核心承重层，其早期强度直接决定施工进度与路面长期服役性能。作为强度形成的核心参数，水泥剂量的精准性极易受材料、设备、操作等因素干扰而出现偏差，进而引发基层松散、开裂等病害。当前工程实践中，因剂量偏差导致的早期强度不足问题屡见不鲜，严重制约施工质量提升。基于此，深入剖析剂量偏差对基层早期强度的影响规律，探索科学管控措施，对推动路面工程高质量建设具有重要实践价值。

## 1 水泥剂量偏差引发的水泥稳定碎石基层早期强度问题及成因

水泥稳定碎石基层早期强度依托水泥与骨料的水化反应生成，水泥剂量精准度直接决定水化产物产量及胶结效能。剂量不足时，胶凝材料难以完全包覆骨料，基层内部无法形成连续稳定的胶结体系，早期强度明显衰减，施工阶段易出现表面松散、碾压不实等问题，后续更可能因承载能力不足诱发网裂、沉陷病害，破坏路面结构整体性。剂量过量虽会使初期水化产物有所增加，但会加剧水化热释放，造成温度应力集中，未充分水化的水泥颗粒还会形成内部孔隙，削弱早期强度稳定性，甚至引发干缩裂缝，同样损害工程质量。

水泥剂量偏差的形成并非单一因素导致，而是施工全流程中多种环节协同作用的结果。在原材料储存阶段，水泥与骨料的堆放管理不规范，可能出现不同批次材料混杂、含水率波动等情况，间接影响实际搅拌时的水泥剂量配比。搅拌环节是剂量偏差产生的核心环节，计量设备的精度不足、传感器老化、搅拌时间不足等问题，均会导致水泥与骨料无法实现精准配比与均匀混合，部分区域出现水泥富集而部分区域剂量不足的现象<sup>[1]</sup>。运输与摊铺过程中，材料的离析现象也可能加剧局部剂量偏差，尤其是长距离运输或摊铺速度不均时，骨料与水泥浆体易发生分离，导致摊铺后基层局部水泥剂量偏离设计值，进而影响早期强度的均匀性。

实际工程中，水泥剂量偏差引发的早期强度问题还与施工

环境条件密切相关。在高温、干燥环境下，水泥水化反应速度加快，若此时存在剂量不足的情况，早期强度增长不足的问题会更加凸显，基层表面易出现起砂、剥落等现象；而在低温、潮湿环境下，水化反应受阻，过量的水泥则会因水化不充分进一步加剧强度缺陷。此外，施工人员的操作规范性也会影响剂量偏差的程度，如搅拌过程中未及时校准计量设备、摊铺时未对离析材料进行处理等，均会导致剂量偏差问题放大，最终影响基层早期强度的达标率。

## 2 水泥剂量偏差对水泥稳定碎石基层早期强度的影响规律探究

水泥剂量不足时，其对早期强度的影响呈现出显著的线性相关特征，随着剂量偏离设计值幅度的增大，早期强度呈递减趋势。在基层施工初期，水泥水化反应处于启动阶段，胶凝材料的生成量直接决定强度增长速度，剂量不足会导致水化产物生成滞后，基层无法在规定养护期内达到设计早期强度标准。这种强度不足不仅体现在数值上的不达标，更体现在强度增长的不稳定性上，同一批次基层可能出现不同区域强度差异较大的情况，增加质量管控难度<sup>[2]</sup>。剂量不足会降低基层的水稳定性，在早期养护过程中，若遇雨水浸泡，基层表面易出现软化、松散，进一步劣化早期强度。

与剂量不足相比，水泥剂量过量对早期强度的影响规律更为复杂。在剂量轻微超出设计值时，早期强度可能会出现短暂的提升，但这种提升不具备稳定性。随着剂量过量幅度的增大，早期强度会逐渐下降，且下降速率明显快于剂量不足的情况。这是因为过量的水泥会导致水化反应过于剧烈，产生大量水化热，使基层内部温度升高，形成内外温差，引发温度裂缝，破坏基层结构的完整性。未充分水化的水泥颗粒会在基层内部形成薄弱环节，降低强度的均匀性与耐久性。此外，过量水泥还会增加基层的干缩性，在早期养护阶段，水分蒸发过快易导致干缩裂缝，进一步削弱早期强度。

不同类型的水泥稳定碎石基层，其早期强度受剂量偏差的

影响程度也存在差异。对于粗骨料含量较高的基层,水泥剂量偏差的影响更为显著,因为粗骨料之间的空隙需要足够的水泥浆体填充,剂量不足会导致空隙无法有效填充,强度形成受阻;而细骨料含量较高的基层,水泥浆体相对充足,剂量轻微偏差对早期强度的影响相对较小,但过量剂量仍会引发裂缝问题。此外,养护条件的不同也会改变剂量偏差的影响规律,充分养护可在一定程度上弥补剂量不足带来的强度缺陷,而养护不及时则会加剧剂量偏差引发的强度问题。

### 3 基于早期强度保障的水泥剂量偏差控制措施

原材料管控是控制水泥剂量偏差的基础环节,需从源头保障材料质量与配比精度。在水泥采购与储存过程中,应选择质量稳定、性能达标的水泥产品,严格按照批次分开堆放,做好防潮、防雨措施,避免水泥受潮结块影响活性。骨料应进行分级筛分,确保级配符合设计要求,同时控制骨料的含水率,在搅拌前对骨料含水率进行实时监测,根据监测结果调整搅拌用水量与水泥剂量配比,避免含水率波动导致实际水泥剂量偏离设计值。此外,应建立原材料进场检验制度,对每批次水泥、骨料进行质量检测,不合格材料严禁进场使用。

搅拌环节的精准控制是降低水泥剂量偏差的核心手段,需从设备、工艺两方面入手提升控制精度。应选用精度符合要求的计量设备,定期对计量传感器、称重系统进行校准与维护,确保水泥、骨料、水等原材料的计量误差控制在允许范围内<sup>[3]</sup>。在搅拌工艺上,应合理控制搅拌时间与搅拌速度,确保水泥与骨料充分混合均匀,避免出现局部水泥富集或剂量不足的情

况。可采用连续式搅拌设备,并配备实时监测系统,对搅拌过程中的水泥剂量进行动态监测,一旦发现偏差及时调整。应加强搅拌人员的专业培训,提升操作规范性,避免人为操作失误导致的剂量偏差。

施工过程与养护阶段的管控是保障水泥剂量偏差控制效果的关键补充,可有效避免后续环节对剂量偏差的放大作用。在运输与摊铺过程中,应选择合适的运输车辆,避免材料离析,摊铺时控制摊铺速度均匀,对出现离析的材料及时进行二次搅拌处理。碾压环节应根据基层厚度与材料特性选择合适的碾压设备与碾压工艺,确保基层压实度达标,避免因压实不足导致强度缺陷。养护阶段应严格按照养护规范执行,及时覆盖保湿材料,控制养护温度与湿度,确保水泥充分水化,尤其是在高温、低温等特殊环境下,应采取针对性的养护措施,如覆盖遮阳网、采取保温措施等,提升早期强度形成效果。应加强施工过程中的质量检测,对基层早期强度进行抽样检测,及时发现剂量偏差引发的强度问题并采取补救措施。

### 4 结语

本文围绕水泥剂量偏差对水泥稳定碎石基层早期强度的影响展开分析,明确了剂量不足与过量均会通过破坏胶结体系、引发应力集中等劣化早期强度,揭示了偏差成因与影响规律。在此基础上提出的原材料管控、搅拌精准控制及施工养护协同等措施,可为工程实践提供支撑。精准控制水泥剂量偏差是保障基层早期强度与路面结构稳定性的关键,对提升工程质量、延长服役寿命具有重要实践意义。

### 参考文献:

- [1] 于晓涌.水泥稳定灰渣碎石道路基层材料设计及应用[J].交通节能与环保,2025,21(06):101-106.
- [2] 王兴超.水泥稳定碎石基层中预设缩缝技术研究与应用[J].施工技术(中英文),2025,54(23):122-125+131.
- [3] 闫晨.水泥剂量对水泥稳定碎石基层温缩性能的影响[J].青海交通科技,2023,35(01):85-88.