

水泥稳定碎石基层试验检测技术应用

余栋梁

浙江交工金筑交通建设有限公司 浙江 杭州 310051

摘要: 水泥稳定碎石基层作为道路建设关键部分,其试验检测技术应用至关重要。该技术涵盖原材料、混合料配合比设计、施工过程及成品检测等要点,旨在确保基层质量。为进一步提升检测水平,可引入先进检测设备与技术,建立完善的试验检测数据库,加强人员培训与管理,并优化试验检测流程,从而保障水泥稳定碎石基层的施工质量,提升道路整体性能。

关键词: 水泥稳定碎石基层; 试验检测技术; 应用

引言

水泥稳定碎石基层作为道路工程中的重要结构层,其质量直接关系到道路的使用寿命与行车安全。随着交通量的不断增长和道路建设标准的提高,对水泥稳定碎石基层的试验检测技术也提出了更高要求。本文旨在探讨水泥稳定碎石基层试验检测技术的应用要点,分析当前存在的问题,并提出相应的优化策略,以期为提高水泥稳定碎石基层施工质量、保障道路工程整体性能提供有益参考。

1 水泥稳定碎石基层概述

水泥稳定碎石基层作为道路路面结构的重要承重层,在现代交通基础设施建设中应用广泛。它由一定级配的碎石、水泥和水,按照特定配合比,经搅拌、摊铺、碾压等工序形成具有较高强度、稳定性和耐久性的半刚性结构层。水泥稳定碎石基层的材料组成直接影响其性能。碎石作为骨架,提供支撑和嵌挤作用,良好的级配能使碎石相互填充,形成紧密结构,提高基层的承载能力。水泥则是关键的胶凝材料,在与水发生水化反应后,生成水化产物,将碎石颗粒牢固粘结在一起,赋予基层强度和整体性。水的用量需严格控制,适量的水既能保证水泥充分水化,又能使混合料具有良好的和易性,便于施工操作。其工作原理基于水泥的水硬化过程。水泥遇水后,迅速发生一系列复杂的化学反应,形成水化硅酸钙、氢氧化钙等凝胶状物质。这些物质逐渐填充碎石间的空隙,将松散的碎石颗粒胶结为一个整体,随着龄期增长,强度不断提高。在此过程中,水泥稳定碎石基层的强度形成主要包括物理压实作用和化学胶凝作用,两者相互协同,共同确保基层的稳定性能。在施工过程中,水泥稳定碎石基层的质量控制至关重要。从原材料的选择,到混合料的搅拌、运输、摊铺和碾压,每一个环节都直接影响基层的最终质量。先要严

格把控碎石的级配、压碎值等指标,以及水泥的品种、强度等级和安定性。搅拌过程需保证混合料的均匀性,控制好水泥剂量和含水量。运输时要采取措施防止水分蒸发和离析现象。摊铺过程中,要确保基层的平整度和厚度符合设计要求。碾压则需遵循先轻后重、先慢后快的原则,保证足够的压实度,使基层具有良好的密实度和强度。水泥稳定碎石基层凭借其显著的技术优势,在各类道路工程中发挥着重要作用。通过科学的设计、严格的施工质量控制,能够有效提高道路的使用寿命和服务性能,为交通事业的发展提供坚实保障。

2 水泥稳定碎石基层试验检测技术应用要点

2.1 原材料检测技术要点

原材料品质直接关乎水泥稳定碎石基层质量,以下是《公路路面基层施工技术细则》(JTG/TF20-2015)中对其关键指标的严格检测要求。

检测项目	具体要求
水泥	强度等级: 32.5或42.5,且满足《公路路面基层施工技术细则》的普通硅酸盐水泥 初凝时间: 大于3小时 终凝时间: >6小时,且<10小时 安定性和胶砂强度: 符合《通用硅酸盐水泥》技术要求
粗集料	公称粒径: 不大于37.5mm 压碎值: 高速、一级公路极重、特重交通 ≤ 22%; 重、中、轻交通 ≤ 26% 针片状颗粒含量: 高速、一级公路极重、特重交通 ≤ 18%; 重、中、轻交通 ≤ 22% 0.075mm以下粉尘含量: 高速、一级公路极重、特重交通 ≤ 1.2%; 重、中、轻交通 ≤ 2% 软石含量: 高速、一级公路极重、特重交通 ≤ 3%; 重、中、轻交通 ≤ 5%
细集料	塑性指数: ≤ 17 有机质含量: < 2% 硫酸盐含量: ≤ 0.25%

2.2 混合料配合比设计检测技术要点

混合料配合比，具体流程与要点如下。

为契合材料特性与工程性能需求，需通过检测优化

检测步骤	具体操作
集料筛分	在料场选取具有代表性的各种集料分别进行水洗筛分，通过计算法调整成级配曲线，尽量按正“S”形调整，且4.75mm、0.075mm筛孔通过率应尽量接近级配范围的中值。
确定水泥剂量及击实试验	确定各种集料的掺配比例后，选择不少于5个水泥剂量（如3%、3.5%、4%、4.5%、5%）的配合比，通过重型击实试验，确定不同剂量混合料的最大干密度和最佳含水量 ^[1] 。
制备及养护试件	根据重型击实试验结果，根据相应结构层次采用对应的压实标准，制备水泥稳定碎石混合料无侧限抗压强度大试件（粗粒材料），每组不少于13个。标准养护6天、浸水一天。
强度试验	进行无侧限抗压强度试验，计算每组试件的强度代表值，最终确定满足设计要求的最佳水泥剂量。

2.3 施工过程检测技术要点

关键，相关检测方法与参数要求见下表。

施工过程中，对关键参数的动态检测是把控质量的

检测项目	检测方法	具体参数
混合料含水量（快速检测法）	酒精燃烧法、煤气灶炒干法和微波法（需先与标准烘干法做对比试验）	实测
水泥剂量	EDTA滴定法	标准值不小于设计值
级配	水洗筛分	满足设计级配范围要求
无侧限强度	采用静压法或振动成型法制作内径150mm试件	粗粒材料成型数量不少于13个

2.4 成品检测技术要点

基层质量，检测重点与验收依据如下。

工程完工后，借助标准检测手段评定水泥稳定碎石

检测项目	检测方法	具体操作
无侧限抗压强度	无侧限抗压强度试验	每一施工段落抽取一定量的水泥稳定碎石混合料，制成一组13个试件，经脱模，在养护室养护七天（最后一天浸水养护）后进行试验，强度代表值大于等于设计值则合格。
现场钻芯取样	钻芯机取样	中粗粒土芯样直径一般为150mm，芯样厚度应不小于实际摊铺厚度的90%。

3 水泥稳定碎石基层试验检测技术优化策略

3.1 引入先进检测设备与技术

（1）在水泥稳定碎石基层试验检测工作中，先进检测设备的引入至关重要。传统检测手段往往存在效率低、误差大等问题，而新设备的出现带来了显著改变。例如，采用智能化的无核密度仪，相较于传统核子密度仪，它无需放射性物质，不仅操作更安全，而且能快速、精准地测定基层材料的密度。其具备的自动数据采集与分析功能，可极大减少人为误差，使检测数据更具可靠性。在实际检测中，能实时显示检测结果，检测人员能当场判断该区域基层密度是否符合标准要求，极大地提高了检测效率。（2）无损检测技术的应用也为水泥稳定碎石基层检测带来新的突破。如探地雷达技术，通过发射与接收高频电磁波，能清晰探测到基层内部的结构状况，像基层厚度是否均匀、有无空洞或裂缝等缺陷都能直观呈现。它可以在不破坏路面结构的前提下，对大面积基层进行快速扫描检测。通过对雷达图像的专业分析，能精准定位病害位置与范围，为后续的修复工作提供关键依据，避免了盲目开挖造成的资源浪费与工期

延误。（3）激光纹理深度仪也是提升检测精度的重要设备。水泥稳定碎石基层的表面纹理深度对道路的抗滑性能有直接影响，其纹理特征会影响车辆行驶时的摩擦力大小。激光纹理深度仪利用激光测量原理，能够精确测量基层表面的纹理深度。它可以快速获取大量数据点，生成详细的表面纹理深度分布图。检测人员依据这些数据，能准确评估基层表面的抗滑性能是否达标，为道路的安全使用提供有力保障。先进检测设备与技术的综合运用，为水泥稳定碎石基层试验检测的准确性与高效性奠定了坚实基础。

3.2 建立完善的试验检测数据库

完善的试验检测数据库是水泥稳定碎石基层质量管控的重要支撑。在数据收集环节，数据库需广泛且深入地汇聚各类检测数据。对于不同工程部位的水泥稳定碎石，不仅要精准记录配合比、压实度、强度等常规指标数据，还应借助先进技术手段，全面采集如基层内部结构缺陷、材料微观特性等特殊数据。以某大型市政道路工程为例，从水泥、碎石等原材料进场时的严格检验数据，到基层分阶段施工完成后的各项详细检测结果，包

括每一层铺筑的厚度、平整度数据,均被细致录入数据库,并按照工程路段、施工时间、检测项目等维度进行科学整理与分类,极大地提升了后续查询与分析的便捷性。在数据处理方面,运用前沿的数据挖掘技术对数据库中的海量数据进行深度剖析意义重大。通过对大量配合比数据与强度数据的关联分析,能够构建出精准的数学模型。此模型并非简单的数值对应,而是充分考量原材料特性、施工工艺、环境因素等多变量影响后建立的复杂关系模型,从而为配合比设计提供极为科学的依据。当新工程面临相似工况时,借助该模型可快速筛选出合理的配合比范围,大幅缩短设计周期,提升工程效率。数据库的实时更新功能同样不可或缺。它能够实时将新产生的检测数据纳入其中,确保数据始终处于最新状态。随着工程持续推进,不断积累的数据可用于动态评估水泥稳定碎石基层质量变化趋势。例如,在长期监测某段公路基层质量时,通过数据库数据可清晰洞察压实度、强度等指标在不同季节、不同使用年限下的细微波动情况,为制定极具针对性的养护措施提供坚实的数据支撑。

3.3 加强人员培训与管理

(1) 对试验检测人员进行专业技能培训是提升检测质量的基础。组织定期的技术培训课程,邀请行业内资深专家讲解最新的水泥稳定碎石基层试验检测标准与规范。例如,详细解读新标准中对基层压实度、强度检测方法 with 评定标准的变化,让检测人员能准确把握检测要求。开展检测设备操作培训,针对新引入的先进设备,如智能化无核密度仪、探地雷达等,进行实操演示与练习,使检测人员熟练掌握设备的操作流程、参数设置以及常见故障排除方法,确保在实际检测中能正确使用设备获取准确数据。(2) 培养检测人员的质量意识同样关键。通过开展质量意识教育活动,向检测人员强调水泥稳定碎石基层质量对道路整体性能与使用寿命的重要性。让检测人员明白每一个检测数据都关乎道路工程的质量安全,任何一个数据的偏差都可能导致严重后果。使其在工作中始终保持严谨、认真的态度,严格按照检测标准与流程进行操作,杜绝因疏忽大意或违规操作造成的数据错误。(3) 完善人员管理机制也是必要举措。构建科学、全面的人员管理体系,首先要建立合理的绩效考核制度,将检测人员的工作质量、检测效率、数据准确性等关键指标纳入考核范围,以此客观评价工作成效。设立多元化的奖励机制,对于工作表现优秀、检测数据精准可靠的人员给予物质与精神双重奖励,激励检测人员不断提升自身工作水平。还需对检测人员的工作

进行定期监督与检查,发现问题及时纠正,确保整个检测团队的工作质量始终保持在较高水平^[2]。

3.4 优化试验检测流程

优化试验检测流程是提高水泥稳定碎石基层检测效率与质量的关键。在样品采集环节,采用科学合理的抽样方法是基础,如运用分层抽样法,根据水泥稳定碎石基层的施工分层情况,在每层按照随机抽样原则,在不同区域、不同深度多点采集样品。对于大面积基层,通过划分网格,从每个网格内随机抽取样本,以此确保所采集样品具有代表性,能真实反映整个基层的质量状况。在样品运输过程中,规范操作极为重要。使用带有减震功能、恒温恒湿控制的专门样品运输箱,箱内配备定制的样品固定装置,确保样品在运输途中不受损坏、不发生性质改变。到达实验室后,优化样品接收与流转流程。设立专门的样品登记区域,利用信息化系统对样品信息进行详细登记,包括采集地点、时间、样品编号等,并通过智能分配系统及时将样品分配到相应检测小组,大幅减少样品等待时间。在试验操作阶段,对各项检测项目进行合理排序意义重大。优先开展时效性强的试验,如水泥初凝时间测试等。对于压实度、强度等常规检测项目,采用自动化检测设备是提升效率与精度的有效手段。以自动化压力试验机为例,其具备高精度的传感器和智能控制系统,能自动控制加载速率并准确记录破坏荷载,相较于人工操作,数据准确性有显著提升,还能缩短检测时间。在数据处理与报告出具环节,建立标准化的数据处理模板,运用专业软件进行数据计算与分析,避免人工计算错误。简化报告审批流程,在保证报告质量的前提下,减少不必要的审核环节,使检测报告能及时出具,为工程施工决策提供及时依据。

结语

综上所述,水泥稳定碎石基层试验检测技术在保障道路工程质量中发挥着关键作用。通过把握原材料、配合比设计、施工过程及成品检测等要点,可有效控制基层质量。为进一步提升检测水平,需引入先进设备与技术、建立数据库、加强人员培训与管理、优化检测流程。未来,应持续探索创新,不断完善试验检测技术,为道路建设提供更坚实的技术支撑,确保水泥稳定碎石基层质量达标,延长道路使用寿命。

参考文献

- [1]孟海波.水泥稳定碎石基层试验检测技术应用[J].交通世界(中旬刊),2021(11):45-46.
- [2]毛荣波.公路水泥稳定级配碎石层试验检测技术的应用分析[J].广东建材,2024,40(11):45-47.