

公路工程试验检测关键技术研究

孟凡凤 郑亚男

内蒙古路桥工程技术检测有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7467

[摘要] 公路工程试验检测对保障公路工程质量至关重要。阐述公路工程试验检测的意义，包括对工程材料、施工过程、工程验收等方面的质量把控作用。分析试验检测中的关键技术，如材料性能检测技术、现场检测技术、数据处理与分析技术等，探讨这些技术的应用现状、存在问题及发展趋势，强调提升试验检测技术水平对公路工程建设发展的重要性。

[关键词] 公路工程；试验检测；关键技术；质量控制

Research on Key Technologies for Highway Engineering Testing and Inspection

Meng Fanfeng Zheng Yanan

Inner Mongolia Road and Bridge Engineering Technology Testing Co., Ltd.

[Abstract] Highway engineering testing and inspection are crucial for ensuring the quality of highway engineering. Elaborate on the significance of highway engineering testing and inspection, including its role in quality control of engineering materials, construction processes, engineering acceptance, and other aspects. Analyze the key technologies in experimental testing, such as material performance testing technology, on-site testing technology, data processing and analysis technology, etc., explore the application status, existing problems and development trends of these technologies, and emphasize the importance of improving the level of experimental testing technology for the development of highway engineering construction.

[Key words] highway engineering; Experimental testing; Key technologies; Quality Control

引言：

公路工程建设规模不断扩大，质量要求日益提高。试验检测是确保公路工程质量的重要手段，贯穿于工程的各个阶段。从工程材料的选用到施工过程的监控，再到工程竣工后的验收，都离不开试验检测。通过准确有效的试验检测，可以及时发现工程中的问题，为工程质量提供可靠保障，同时也有助于提高工程的经济效益和社会效益。

1. 公路工程试验检测概述

1.1 试验检测的目的与意义

公路工程试验检测具有多方面至关重要的目的与意义。首先，从质量控制角度来看，通过精确的试验检测能够确保公路建设所使用的原材料符合工程设计的要求。例如，对于砂石料的检测，可以确定其颗粒级配、含泥量等指标是否在规范范围内，这直接关系到公路结构的稳定性。在水泥检测中，其强度、安定性等性能的测定，能避免因水泥质量问题导致的工程隐患。其次，试验检测有助于优化工程设计。不同地区的地质条件、气候环境等因素差异很大，通过试验检测获取当地的实际数据，如土壤承载能力、当地的气象数据对路面材料耐久性的影响等，可以为工程设计提供科学依据，使设计方案更加合理、经济、安全。再者，试验检测在成本控制方面也发挥着不可忽视的作用。准确地检测材料性能可以避免过度使用高质量、高

成本的材料，同时也能防止因材料质量问题造成的返工等额外成本支出。而且，在公路工程的运营阶段，试验检测能够及时发现公路的病害和潜在危险，为养护和维修提供准确的信息，从而延长公路的使用寿命，提高公路的使用效益。公路工程试验检测是保障公路工程质量、优化设计、控制成本以及确保公路长期安全运营的关键环节。

1.2 试验检测在公路工程各阶段的作用

在公路工程的规划阶段，试验检测起着基础性的作用。通过对规划路线沿线的地质勘查与检测，能够准确掌握土壤类型、地下水位等地质信息，为路线规划的合理性提供依据。例如，如果某区域地下水位较高，在路线规划时就需要考虑如何避免地下水对路基的侵蚀影响。在设计阶段，试验检测为设计参数的确定提供了关键支撑。对不同材料的性能检测结果，如沥青的针入度、软化点等，直接影响着路面结构层厚度、材料配合比等设计要素。施工阶段是公路工程的核心环节，试验检测更是无处不在。对于原材料的进场检测，如钢材的拉伸性能、屈服强度检测，能够防止不合格材料进入施工现场。在施工过程中，对混凝土的坍落度、抗压强度等指标的实时检测，可以及时调整施工工艺，保证工程质量。在公路工程的竣工验收阶段，试验检测是判定工程是否合格的重要依据。通过对路面平整度、弯沉值等指标的检测，确定公路是否达到设计要求的标

准。在运营阶段，试验检测能够监测公路的使用状态，如对路面磨损情况、桥梁结构的健康状况进行检测，为公路的养护和维修计划提供准确的数据支持，确保公路的安全运营。

2. 公路工程试验检测关键技术

2.1 材料性能检测技术

材料性能检测技术是公路工程试验检测的重要组成部分。对于集料的检测，不仅仅是简单地测定其粒径大小，还要深入分析其形状、表面纹理等特性。例如，集料的形状会影响混凝土的工作性，针片状集料过多会降低混凝土的流动性和密实性。在检测集料的坚固性时，采用硫酸钠溶液浸泡法等科学方法，能够准确判断集料在恶劣环境下抵抗破坏的能力。对于沥青材料，其性能检测更为复杂。除了常规的针入度、软化点和延度检测外，还需要进行老化试验，模拟沥青在长期使用过程中的性能变化。通过旋转薄膜烘箱试验，可以研究沥青在热和空气作用下的老化特性，这对于预测沥青路面的使用寿命具有重要意义。在水泥检测方面，除了检测其强度、安定性等基本指标外，还要关注其水化热特性。对于一些大体积混凝土结构的公路工程，水泥水化热过高可能导致混凝土内部温度过高，从而产生裂缝，因此准确检测水泥的水化热对于保证工程质量至关重要。此外，对于新型的公路工程材料，如土工合成材料，需要检测其拉伸强度、撕破强度、顶破强度等多种性能，以确保其在公路工程中的应用效果。同时，在材料性能检测技术中，钢材的检测也不容忽视。要检测其屈服强度、抗拉强度、伸长率等指标，确保其能满足公路工程中桥梁等结构的受力要求。而且，对于各种材料的检测，应遵循严格的标准规范，提高检测精度，为公路工程质量奠定坚实基础。

2.2 现场检测技术

现场检测技术在公路工程中具有不可替代的作用。在路基检测方面，压实度检测是关键环节。常用的灌砂法通过测量填满试坑的砂的质量来计算路基的压实度，这种方法操作相对简单且结果较为准确。而核子密度仪检测法虽然速度快，但需要注意其检测结果的准确性受多种因素影响，如材料的含水量等。在路面检测中，平整度检测是衡量路面质量的重要指标。采用激光平整度仪可以快速、精确地测量路面的平整度，它通过发射激光束并接收反射信号来计算路面的起伏情况。弯沉值检测也是路面现场检测的重要内容，贝克曼梁法是传统的弯沉检测方法，操作简便，但效率较低。落锤式弯沉仪则能够实现动态弯沉检测，并且可以模拟车辆荷载对路面的作用，其检测结果更能反映路面的实际承载能力。对于桥梁结构的现场检测，无损检测技术应用广泛。超声法通过测量超声波在混凝土结构中的传播速度和衰减情况来判断混凝土内部的缺陷，如空洞、裂缝等。此外，探地雷达技术可以对桥梁下部结构和路基的隐蔽工程进行检测，能够快速发现其中存在的隐患。在公路工程的现场检测技术应用中，各种技术相互补充。例如在检测路基稳定性时，除了压实度检测，还可结合地质雷达探测地下结构情况。对于路面检测，多种平整度和弯沉检测方法的综合运用能更全面评估路面性能，在桥梁检测方面也需不断探索新的无损检测技术组合。

2.3 数据处理与分析技术

数据处理与分析技术是公路工程试验检测的关键环节。在获取大量的试验检测数据后，首先需要进行数据的整理工作。这包括剔除异常数据，异常数据可能是由于试验操作失误、仪器故障等原因产生的。例如，在混凝土抗压强度试验中，如果某个数据远低于其他数据且不符合材料的基本性能规律，就需要对其进行仔细审查并可能将其剔除。然后，对有效数据进行统计分析，计算平均值、标准差等统计参数。这些统计参数能够反映数据的集中趋势和离散程度。在公路工程中，对于材料性能数据的统计分析有助于确定材料质量的稳定性。例如，对于多批次的沥青材料检测数据进行统计分析，如果标准差过大，说明沥青材料的质量波动较大，需要进一步查找原因。此外，还需要进行数据的拟合分析，如对路面弯沉值随时间的变化数据进行拟合，可以预测路面的使用性能发展趋势。通过建立合适的数学模型，如线性回归模型、指数模型等，将试验检测数据与工程实际情况相结合，从而为公路工程的质量评估、养护决策等提供科学依据。

3. 公路工程试验检测关键技术的应用现状与问题

3.1 应用现状

目前，公路工程试验检测关键技术 in 公路建设中得到了较为广泛的应用。在材料性能检测方面，大部分施工企业都配备了基本的检测设备，能够按照相关标准对原材料进行常规检测。例如，对于水泥、砂石料等常用材料的检测已经形成了较为规范的流程。在现场检测技术方面，随着科技的不断进步，一些先进的检测设备也逐渐普及。如激光平整度仪在路面平整度检测中的应用，大大提高了检测效率和精度。在数据处理与分析技术方面，计算机技术的发展为数据处理提供了强大的工具。许多检测机构都采用专业的软件对试验检测数据进行管理 and 分析，能够快速生成检测报告并进行数据的存储和查询。同时，行业内也在不断加强对试验检测技术的重视程度，相关的标准和规范也在逐步完善。例如，对于公路工程试验检测机构的资质认定、检测人员的资格管理等方面都有了明确的规定，这有助于提高试验检测工作的整体质量。然而，不同地区和企业之间在试验检测技术的应用水平上还存在一定的差异，一些经济欠发达地区可能由于资金、技术人员等方面的限制，在试验检测技术的应用上相对滞后。

3.2 存在的问题

在公路工程试验检测关键技术的应用过程中，存在着诸多问题。首先，检测设备方面存在不足。部分检测设备老化、精度不够，不能满足现代公路工程高标准的检测要求。例如，一些老旧的压实度检测设备可能由于长期使用，其测量结果的误差较大，影响对路基压实质量的准确判断。其次，检测人员的专业素质参差不齐。一些检测人员缺乏系统的专业培训，对检测标准和操作规程的理解不够深入，导致在试验检测过程中出现操作不规范的现象。比如在混凝土抗压强度试验中，不正确的试件制作方法可能会影响试验结果的准确性。再者，数据处理与分析环节存在漏洞。部分检测机构对数据的真实性和准确性把关不严，存在数据造假的现象，这严重影响了公路工程质

量的评估。此外,在试验检测技术的创新方面存在滞后性。与国外先进水平相比,我国公路工程试验检测技术在某些领域的创新能力不足,例如在新型材料的检测技术开发方面相对落后,不能及时适应公路工程新材料不断涌现的发展趋势。

4. 公路工程试验检测关键技术的发展趋势

4.1 技术创新方向

公路工程试验检测关键技术的创新方向呈现多维度的发展态势。在材料性能检测方面,将朝着更加微观和精准的方向发展。例如,随着纳米技术的发展,有望通过纳米尺度的检测手段来深入研究材料的微观结构与性能之间的关系,从而更准确地预测材料在公路工程中的长期性能。对于现场检测技术,智能化将是重要的创新方向。利用物联网技术将现场检测设备连接起来,实现数据的实时传输和远程监控。例如,在路基压实度检测中,通过在检测设备上安装传感器,将压实度数据实时传输到管理平台,管理人员可以及时了解施工质量情况进行决策。同时,无损检测技术将不断发展和完善,如开发更先进的超声检测技术,能够更精确地检测出混凝土结构内部更小的缺陷。在数据处理与分析技术方面,大数据和人工智能技术的融合将是未来的发展趋势。通过收集大量的公路工程试验检测数据,利用人工智能算法进行数据挖掘和分析,能够更准确地预测公路工程的质量发展趋势,为公路工程的养护和维修提供更科学的决策依据。

4.2 提升技术水平的措施

为了提升公路工程试验检测关键技术水平,需要从多个方面采取措施。在设备更新方面,加大资金投入,引进先进的检测设备。政府和企业应共同努力,对于一些关键的检测设备,如高精度的材料性能检测设备、先进的现场检测设备等,提供

资金支持或政策优惠,促使检测机构及时更新设备。在人才培养方面,建立完善的人才培养体系。高校和职业院校应加强与公路工程试验检测相关专业的建设,设置合理的课程体系,注重理论与实践相结合。同时,检测机构应定期组织检测人员参加专业培训,提高他们的业务水平。在制度建设方面,进一步完善试验检测的标准和规范。根据公路工程的发展需求和试验检测技术的进步,及时修订和更新相关的标准和规范,确保试验检测工作有章可循。此外,加强行业监管力度,对试验检测机构的资质、检测人员的资格以及检测工作的质量进行严格监督,严厉打击数据造假等违规行为,营造健康的行业发展环境。

结语:

公路工程试验检测关键技术的研究与发展对公路工程的质量有着深远影响。随着公路建设的持续发展,不断提升试验检测关键技术水平是必然要求。通过克服现有技术应用中的问题,顺应发展趋势,能够进一步提高公路工程的质量、安全性和耐久性,推动公路工程建设向更高水平发展。

【参考文献】

- [1]黄莹,何涛.公路工程沥青路面现场试验检测技术研究[J].工程技术研究,2023,8(14):52-54.
- [2]陈基.高速公路工程试验检测与质量控制技术研究[J].交通科技与管理,2023,4(13):48-50.
- [3]朱宁宁.公路施工试验检测工作内容及现场检测关键技术分析[J].工程技术研究,2022,7(14):62-64.
- [4]孙彤彤.关于公路工程试验检测关键技术的分析[J].价值工程,2020,39(10):120-121.
- [5]李玲.“互联网+公路工程质量试验检测”关键技术研究[J].甘肃科技,2020,36(04):23-24.

上接第42页

5.7 混凝土构件表面修饰

为达到处理后的混凝土构件表面美观与相邻构件颜色一致,采用混凝土表面修复剂(聚合物水泥砂浆或界面剂)进行构件表面修饰。

6、施工中注意事项

6.1 裂缝处理的第一步工作是寻找所有的可见裂缝,并用记号笔进行编号标注,统计裂缝数量和裂缝宽度。裂缝处理需在裂缝不在扩展之后进行,再此之前需进行裂缝稳定性监测,通常在裂缝最宽处粘贴2mm厚原型灰饼观测裂缝的稳定性。如果在荷载作用下或经历一段时间以后灰饼开裂,则可以通过测量裂缝的宽度来判断直接作用(荷载)的效应,或者间接作用(收缩、温差)的影响。如果经历较长的时期而仍未开裂,则证明裂缝发展已稳定。

6.2 使用钻孔工具在钻孔中不应触碰或损坏已隐蔽钢筋。

6.3 施工中的每道工序报监理严格检查确认,对处理的部位重新组织验收。

6.4 处理后的混凝土构件表面美观与相邻构件颜色一致,消除色差。

7、施工总结及建议

小于0.3mm的一般裂纹采用混凝土表面修复剂(聚合物水泥砂浆或界面剂)进行修饰处理;大于0.3mm的裂缝采用环氧树脂高压注浆法处理,该技术较传统的开槽埋设注浆法具有补强效果好、施工成本低、施工周期短、环保污染小、技术成熟可靠等优点,具有良好的应用价值。

【参考文献】

- [1]《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- [2]《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011。
- [3]《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015。
- [4]《石油化工钢制储罐地基与基础施工及验收规范》SH/T3528-2014
- [5]《石油化工设备混凝土基础工程施工质量验收规范》SH/T3510-2017
- [6]《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2013
- [7]《建筑工程质量管理条例》
- [8]《项目施工组织设计》。
- [9]《项目罐基础施工技术看方案》。
- [10]《环氧树脂灌浆料使用说明书》。
- [11]《高压注浆机使用说明书》。
- [12]其他有关技术文件。