

公路桥梁隧道的试验检测研究

常海荣

新疆兵团水科院(有限公司) 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 本文旨在深入探讨公路桥梁隧道工程中的试验检测技术,分析其重要性、常见方法、影响因素及改进措施。通过系统梳理试验检测的基本理论、操作流程和技术要点,为提升公路桥梁隧道工程质量、保障结构安全提供理论依据和技术支持。文章结构清晰,内容详实,具有较强的专业性和实用性。

关键词: 公路桥梁隧道; 试验检测; 优化策略

引言

随着交通基础设施建设的快速发展,公路桥梁隧道工程的安全性和耐久性日益受到关注。试验检测作为工程质量控制的重要手段,对于确保工程质量、预防安全事故具有不可替代的作用。本文将从试验检测的目的和意义出发,详细论述公路桥梁隧道工程中常见的试验检测方法、影响因素及改进措施,以期为相关工程实践提供参考。

1 公路桥梁隧道试验检测的目的和意义

1.1 目的

试验检测是公路桥梁隧道工程施工技术管理的重要组成部分,旨在通过科学的方法评定材料性能、构件质量及工程整体质量,为施工控制、质量控制及竣工验收提供可靠依据。

1.2 意义

一是提高工程质量:通过定量检测,确保材料性能达标,构件质量可靠,从而提升整体工程质量。二是加快工程进度:及时发现并解决问题,减少返工,缩短工期。三是降低工程造价:优化材料使用,减少浪费,降低工程成本。四是推动技术进步:促进新材料、新技术、新工艺的应用与推广。

2 常见的试验检测方法

2.1 公路桥梁检测方法

2.1.1 静载试验法

静载试验法是一种科学且精确的桥梁检测方法,其核心在于通过在桥梁上施加预设的静载负荷,模拟桥梁在实际使用状态下所承受的荷载情况,进而对桥梁的承载能力和安全性能进行评价。具体方法如下:(1)试验准备:确定试验目的和测试内容,包括需要测量的参数(如变形、位移、裂缝等)。选择合适的试验设备和仪器,确保其精度和可靠性满足试验要求。对桥梁进行全面检查,记录其现有状态,包括任何可见的裂缝、损伤

或变形。制定详细的试验计划,包括加载方案、测量点布置、数据采集和处理方法等。(2)施加静载负荷:根据桥梁的设计荷载和使用情况,计算并确定试验所需的静载负荷大小。使用专业的加载设备,如千斤顶、液压缸等,在桥梁上施加静载负荷。确保负荷施加均匀、稳定,并避免对桥梁造成冲击或振动。(3)参数测量与记录:在施加静载负荷的同时,使用高精度的测量设备(如位移传感器、应变计等)对桥梁的变形、位移和裂缝等参数进行测量。确保测量设备的布置合理,能够准确反映桥梁在静载作用下的实际响应^[1]。记录测量数据,包括每个测量点的读数、时间戳和任何异常情况。(4)数据分析与评估:对采集到的测量数据进行处理和分析,计算桥梁在静载作用下的变形量、位移量以及裂缝扩展情况等。将分析结果与桥梁的设计标准或历史数据进行对比,评估桥梁的承载能力和安全性能。根据评估结果,提出必要的维修、加固或改造建议。

2.1.2 动载试验法

动载试验法是一种通过施加动态荷载来评估桥梁动力性能和稳定性的有效方法。动载试验法基于结构动力学原理,通过施加动态荷载激发桥梁的振动,并利用测量设备记录桥梁的振动响应。这些响应包括位移、加速度、频率等模态参数,它们反映了桥梁在动态荷载作用下的行为特性。试验步骤包括:(1)试验准备:确定试验目的和测试内容,选择合适的测量设备和仪器。对桥梁进行初步检查,了解桥梁的基本情况和可能存在的问题。布置测点,安装传感器和测量设备,确保能够准确测量桥梁的振动响应。(2)施加动态荷载:使用车辆、激振器或其他设备在桥梁上施加动态荷载。荷载的大小、频率和方向应根据试验目的和桥梁特点进行设定。确保动态荷载的施加过程平稳、可控,避免对桥梁造成过大冲击。(3)数据采集:在动态荷载施加过程中,使用测量设备实时采集桥梁的振动响应数据。这些数据包

括位移、加速度、频率等模态参数。确保数据采集的同步性和准确性，以便后续的数据处理和分析。（4）数据分析与评估：对采集到的振动响应数据进行处理和分析，提取桥梁的模态参数。将分析结果与桥梁的设计标准或历史数据进行对比，评估桥梁的动力性能和稳定性。根据评估结果，提出必要的维修、加固或改造建议。

2.1.3 无损检测技术

无损检测技术是一种在不破坏被检测对象结构的前提下，利用声、光、电、磁等物理特性来检测材料或构件内部缺陷的方法。由于其操作简便、效率高且对结构无损伤，因此在桥梁检测领域得到了广泛应用，特别是在桥梁桩基、索力等关键部位的检测中发挥着重要作用。主要技术类型有：（1）超声波检测：利用超声波在材料中的传播特性，当超声波遇到材料内部缺陷时，会发生反射、折射或衰减，通过接收并分析这些信号的变化，可以判断缺陷的存在、位置及大小。超声波检测广泛应用于桥梁桩基的完整性检测。通过在桩内预埋声测管，利用超声脉冲发射与接收探头，沿桩的纵轴方向逐点测量声波参数，从而评估桩身混凝土的缺陷类型、大小和位置^[2]。此外，超声波检测还可用于检测缆索等细长构件的腐蚀、裂缝等缺陷。（2）红外线检测通过测量构件的红外辐射，获取其表面温度或温度分布，从而判断构件的运行状态或是否存在内部缺陷。红外线检测在桥梁检测中主要用于评估桥梁结构的热特性，如检测桥梁表面的温度异常区域，这些区域可能指示着潜在的缺陷或损伤。此外，红外线检测还可用于监测桥梁在运营过程中的温度变化，为桥梁的健康监测提供数据支持。

2.2 隧道检测方法

2.2.1 锚杆无损检测

锚杆无损检测是一种基于一维弹性波理论的检测方法，它能够方便快捷地检测锚杆的锚固质量，且不影响施工进度。锚杆无损检测主要通过激发超声波并接收其反射信号来实现。当超声波在锚杆中传播时，遇到锚固缺陷（如空洞、脱粘等）或杆底时，会产生反射波，这些反射波被安装在锚杆顶部的传感器所接收。通过对反射波信号的分析，可以评估锚杆的密实度、长度以及锚固缺陷的位置和性质。声波反射法是最常用的锚杆无损检测方法。通过振源（如超磁振源或手锤）在锚杆顶部激发一个冲击弹性波，弹性波沿着锚杆轴线传播，遇到锚固缺陷或杆底时发生反射，反射信号被传感器接收并进行分析处理。其他方法还包括高频电磁感应法、磁粉检测法、X射线检测法和热红外检测法等，这些方法各有特点，可根据具体需求选择使用。

2.2.2 地质雷达检测

地质雷达检测是一种利用高频电磁波在介质中传播特性进行探测的方法，广泛应用于隧道衬砌厚度、空洞及不密实区等的检测。地质雷达通过发射天线向地下发射高频电磁波，电磁波在地下介质中传播时遇到电性差异界面（如衬砌与围岩界面、空洞边界等）会发生反射，反射信号被接收天线接收并传输到控制部件进行处理。处理后的数据可以实时显示断面图像，通过图像分析可以判断地下介质的结构和异常体情况^[3]。应用范围包括检测隧道衬砌厚度和背后回填密实度。探测衬砌与围岩之间的脱空情况。识别隧道内的空洞、不密实区等缺陷。检测前需对仪器进行校准，确保测量精度。测线布置应合理，以确保覆盖整个检测区域。数据处理时需考虑地质条件、电磁波衰减等因素对结果的影响。

3 公路桥梁隧道的试验检测应用优化策略

3.1 加强设备投入与更新

为了提升公路桥梁隧道试验检测的精度和效率，必须注重先进检测设备的引进与投入。这包括采购具备高精度传感器和先进数据处理系统的检测设备，它们能够提供更准确、更可靠的检测结果，从而有效减少因设备限制而导致的检测误差。同时，要密切关注国际检测技术的前沿动态，及时引进最新的无损检测、结构健康监测等高端设备，以满足复杂工程结构的检测需求，确保检测技术的先进性。除了引进先进设备，定期对设备进行校准和维护也是确保检测质量的关键。应建立一套严格的设备管理制度，明确设备校准的周期和标准，确保所有检测设备都能按照既定计划进行定期校准，以消除因设备误差导致的检测偏差。同时，维护工作也至关重要，包括定期更换易损件、清洁传感器、检查数据传输线路等，以确保设备在恶劣工况下仍能保持高性能状态，延长设备的使用寿命，进一步提高公路桥梁隧道试验检测的效率与精度。加强设备投入与更新是优化公路桥梁隧道试验检测应用的重要措施。通过引进先进设备、定期校准和维护，可以有效提升检测的精度和效率，为工程安全提供更有力的保障。这些措施的实施需要管理层的支持和技术人员的专业执行，共同推动公路桥梁隧道试验检测技术的不断进步。

3.2 提升人员技能水平

为了提升公路桥梁隧道试验检测的质量与效率，必须加强检测人员的专业技能培训。这包括定期组织内部培训课程，涵盖最新的检测技术、设备操作方法、数据处理与分析技巧等，确保每位检测人员都能熟练掌握并应用。同时，强调操作规范性，制定详细的作业指导

书,明确每一步操作流程和标准,减少因操作不当导致的误差。责任心的培养同样重要。可以通过案例分析、经验分享等方式,让检测人员深刻理解其工作对于公路桥梁隧道安全的重要性,从而增强他们的责任感和使命感。鼓励技术人员积极学习新技术、新方法也是提升整体检测水平的关键。可以设立专项基金,支持技术人员参加国内外相关的学术研讨会、技术交流会,或者进修高级课程,以拓宽他们的视野,及时掌握行业前沿动态。同时,内部可以建立技术创新小组,鼓励团队成员共同研发或改进检测方法,提高工作效率和准确性。通过这些措施,不仅可以提升检测人员的专业技能和责任心,还能激发他们的创新意识,为公路桥梁隧道的试验检测工作注入新的活力,确保每一项检测任务都能高质量完成,为工程的安全运营提供坚实的技术支撑。

3.3 完善检测流程与标准

为确保公路桥梁隧道试验检测工作的规范性和一致性,必须制定科学合理的检测流程和操作标准。这包括明确检测前的准备工作,如检测设备的校准、检测环境的设定等,以确保检测条件的一致性和稳定性。同时,详细规定检测步骤和方法,包括数据采集、处理、分析等环节,确保每一步操作都有明确的标准可依。在检测过程中,质量控制和监督管理是确保检测结果准确性和可靠性的关键。应建立严格的质量控制体系,对检测数据进行实时监控和校验,及时发现并纠正可能存在的误差。同时,加强监督管理,确保检测人员严格按照流程和标准进行操作,避免出现违规或失误行为^[4]。为实现这一目标,可以引入信息化管理系统,对检测流程进行数字化管理。通过系统记录每一步操作、数据和结果,实现检测过程的可追溯性和可复查性。这样不仅可以提高工作效率,还能进一步提升检测结果的准确性和可靠性。完善检测流程与标准是提升公路桥梁隧道试验检测质量的重要举措。通过制定科学合理的流程和标准,并加强质量控制和监督管理,可以确保检测工作的规范性和一致性,为公路桥梁隧道的安全运营提供有力的技术保障。

3.4 推动技术创新与应用

为推动公路桥梁隧道试验检测技术的不断进步,应积极鼓励科研机构和企业投身于新技术、新工艺的研发与应用。这包括投资研发资金,支持科研机构和企业开展针对公路桥梁隧道检测领域的前沿技术研究,如智能化检测技术、远程监控技术等,旨在提高检测的准确性、效率和安全性。同时,加强国内外技术交流与合作也是提升我国公路桥梁隧道工程试验检测水平的重要途径。可以通过组织或参与国际技术研讨会、交流会,邀请国内外专家进行学术讲座,以及派遣技术人员进行海外研修等方式,积极引进和吸收国际上的先进技术和经验。这不仅有助于我国检测技术的快速进步,还能促进国际间技术标准的融合与统一。在实施技术创新与应用的过程中,还应注重技术的实用性和可行性。鼓励科研机构与企业合作,将研发的新技术、新工艺转化为实际应用,通过现场试验和示范项目验证其效果,确保技术在实际工程中的有效应用。推动技术创新与应用是提升公路桥梁隧道试验检测水平的关键策略。通过鼓励研发、加强技术交流与合作,并注重技术的实用性和可行性,可以不断推动我国公路桥梁隧道工程试验检测技术的进步,为工程质量和安全提供更加坚实的保障。

结语

试验检测是保障公路桥梁隧道工程质量的重要手段。通过加强设备投入与更新、提升人员技能水平、完善检测流程与标准以及推动技术创新与应用等措施,可以有效提升试验检测工作的质量和效率。未来,随着科学技术的不断发展和进步,试验检测技术将更加先进、高效、智能,为公路桥梁隧道工程的安全运行保驾护航。

参考文献

- [1]沈亮,方菲.公路桥梁隧道的试验检测研究[J].散装水泥,2022,(05):194-196.
- [2]李阳光.如何做好公路桥梁隧道的试验检测[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):225-226.
- [3]胡斌.公路桥梁隧道工程的试验检测方法[J].工程机械与维修,2021,(05):88-89.
- [4]钟国标.公路桥梁隧道的试验检测研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(08):252-253.