

试验检测技术在道路桥梁检测中的应用

邱鹏飞

贺州市交通运输局 广西 贺州 542899

摘要: 试验检测技术在道路桥梁检测中发挥着关键作用,包括静态荷载试验评估桥梁结构受力性能,动态荷载试验模拟实际荷载验证桥梁动态响应,非破坏性检测技术如超声波、红外线成像等无损检测桥梁内部缺陷,以及光纤传感技术实现高精度实时监测与数据分析。这些技术共同构成了道路桥梁检测的全面体系,确保了桥梁结构的安全性与耐久性。

关键词: 试验检测技术;道路桥梁检测;应用

引言:随着道路桥梁建设的快速发展,其安全性与耐久性成为关注焦点。试验检测技术作为评估桥梁结构性能的重要手段,通过模拟实际荷载、非破坏性检测及高精度传感监测等方法,为桥梁的安全运营提供了科学依据。本文旨在探讨试验检测技术在道路桥梁检测中的具体应用,以此推动桥梁检测技术的进步与发展。

1 试验检测技术概述

试验检测技术,作为现代工程领域不可或缺的一环,是保障工程结构安全、质量可靠的重要手段。它集成了物理学、材料科学、电子信息技术等多学科的理论与技术,通过模拟或实际施加特定条件下的测试,对工程结构或材料的性能进行全面、深入的分析与评估。第一,在道路桥梁工程中,试验检测技术尤为关键。由于道路桥梁结构复杂,承载能力强,且长期暴露于自然环境中,受到车辆荷载、风荷载、温度变化等多种因素的影响,其安全性与耐久性面临着严峻挑战。因此,通过科学的试验检测手段,及时发现并处理潜在的结构缺陷、材料老化、损伤积累等问题,对于保障道路桥梁的正常运行、延长使用寿命具有重要意义。第二,试验检测技术涵盖了多种方法与技术手段,包括但不限于静力试验、动力试验、非破坏性检测(如超声波检测、雷达检测、红外热像检测等)以及新型传感技术(如光纤传感技术)等。这些方法各有特点,能够从不同角度、不同层面揭示工程结构的性能特征,为工程质量的评估与改进提供科学依据。第三,随着科技的进步与工程实践的深入,试验检测技术也在不断发展与完善。新型检测设备与技术的不断涌现,使得检测过程更加智能化、自动化,检测结果更加准确可靠^[1]。随着对工程结构性能要求的不断提高,试验检测技术也面临着更多的挑战与机遇,需要不断创新与发展,以适应现代工程建设的需求。

2 道路桥梁检测的主要内容

2.1 桥面系检测

桥面系检测主要包括对桥面铺装层、伸缩缝、人行道、栏杆与护栏、防排水系统以及桥上交通设施等多个方面的细致检查。桥面铺装层是车辆直接作用的部分,需检查其纵、横坡是否顺适,有无严重的龟裂、纵横裂缝、坑槽、拥包、拱起、剥落、错台、磨光、泛油、变形、脱皮、露骨、接缝料损坏等现象。这些现象往往预示着铺装层材料的老化、损坏或施工质量问题。桥面铺装层的完好程度直接影响行车舒适性和安全性。伸缩缝是桥面系中用于适应桥梁温度变化、车辆荷载等因素引起的桥梁伸缩变形的关键部件。需检查其是否有异常变形、破损、脱落、漏水、失效等情况,以及锚固区是否存在缺陷,是否存在明显的跳车现象。伸缩缝的完好与否直接关系到桥梁的耐久性和行车安全,损坏的伸缩缝会导致水分渗入桥梁结构内部,加速桥梁的劣化过程。人行道需检查有无缺失、破损等现象;栏杆与护栏则需检查其是否完整、牢固,有无缺失、破损、松动等情况。这些设施不仅关乎行人和车辆的安全,也是桥梁整体美观性的重要组成部分。人行道与栏杆、护栏的完好程度是评估桥梁安全性的重要指标之一,任何损坏或缺失都可能对行人和车辆构成潜在威胁。防排水系统包括泄水管、引水槽等部件,需检查其是否顺畅、有无明显缺陷,以及桥头排水沟功能是否完好。这些系统对于防止水分渗入桥梁结构内部、保护桥梁结构安全具有重要作用。防排水系统的完好程度直接关系到桥梁的耐久性和安全性,损坏的防排水系统会导致水分渗入桥梁结构内部,加速桥梁的劣化过程。桥上交通设施包括交通信号、标志、标线、照明设施等,需检查其是否损坏、失效。这些设施对于保障桥梁交通的顺畅和安全具有重要意义。桥上交通设施的完好程度直接影响到桥梁的交通

功能和行车安全,任何损坏或失效都可能导致交通事故的发生。

2.2 上部结构检测

道路桥梁上部结构检测主要聚焦于桥梁的承重结构和主要受力部件,包括但不限于主梁、横梁、纵梁、桥面铺装层、支座等。(1)结构完整性检查:首先,对上部结构的整体完整性进行细致检查,观察是否有裂缝、破损、剥落、露筋等现象。特别关注跨中、支点、变截面处以及悬臂端、牛腿或中间铰部位等关键位置的混凝土开裂和钢筋锈蚀情况。这些位置的损伤往往对桥梁的整体性能产生重大影响。(2)预应力状态评估:对于预应力混凝土桥梁,检测预应力钢束锚固区段的混凝土状态,检查是否有开裂现象,并沿预应力筋的混凝土表面寻找纵向裂缝。同时,利用专业设备测定预应力钢束的索力,确保其处于设计要求的范围内,防止因预应力损失过大而导致的结构性能下降。(3)桥面铺装层检测:桥面铺装层作为车辆直接作用的部位,其质量直接影响行车舒适性和安全性。检测内容包括铺装层的纵、横坡是否顺适,有无严重的龟裂、纵横裂缝、坑槽、拥包、拱起、剥落等现象。(4)支座检查:支座作为连接桥梁上部结构与下部结构的关键部件,其性能直接影响桥梁的整体稳定性和耐久性。检测内容包括支座是否缺失、组件是否完整、清洁,有无断裂、错位、脱空等现象。对于橡胶支座,还需关注其老化、开裂情况以及各夹层钢板之间的橡胶层外凸是否均匀。(5)结构变位和线形监测:利用精密测量仪器对桥梁上部结构的变位和线形进行监测,包括桥面线形、主梁挠度、支座沉降等。通过对比历史监测数据,可以及时发现结构变位异常和线形变化趋势,为桥梁的维护和管理提供科学依据。

2.3 下部结构及附属设施检测

道路桥梁的下部结构主要包括桥墩、桥台、基础与承台、桩等关键组成部分,这些结构直接支撑起桥梁的上部荷载,并传递至地基。(1)桥墩与桥台检测:主要检查桥墩和桥台是否存在裂缝、风化、剥落、开裂、错位、下沉及水平位移或转动等现象。这些病害不仅影响桥梁的美观性,更直接关系到桥梁的结构安全。通过详细的外观检查、裂缝检测、位移测量等手段,可以准确评估桥墩与桥台的健康状况。(2)基础与承台检测:基础是桥梁与地基之间的连接部分,其稳定性直接关系到桥梁的整体安全。检测时,需重点检查基础的承载力、稳定性以及是否存在沉降、冲刷等问题。承台作为桥梁墩台身与桩基的连接部分,其完整性和稳定性同样重要。通过地质雷达、声波检测等无损检测技术,可以有

效评估基础和承台的质量状况。(3)桩基检测:桩基是桥梁下部结构的重要组成部分,其质量直接关系到桥梁的整体安全。检测时,需对桩身完整性、承载力、桩顶位移等进行全面检查。常用的检测方法包括低应变反射波法、高应变动力试桩法等,这些方法能够准确评估桩基的质量状况,为桥梁的安全运行提供有力保障。(4)附属设施检测:除了上述主要结构外,桥梁的附属设施如排水设施、防护设施等也需进行细致检测。排水设施需检查其是否顺畅、有无堵塞或破损现象;防护设施如护栏、栏杆等则需检查其是否松动、撞坏、锈蚀或变形。这些附属设施虽然不直接承受桥梁荷载,但同样对桥梁的安全运行起着重要作用。

3 试验检测技术在道路桥梁检测中的具体应用

3.1 静态荷载试验

在静态荷载试验中,首先需根据桥梁的设计荷载和实际情况,确定合理的加载方案。加载方案应充分考虑桥梁的受力特点、结构形式及检测目的,确保加载过程安全、有效。加载时,通常采用重力加载方式,通过特定的加载设备(如试验车辆、沙袋等)在桥梁指定部位施加静力荷载。加载过程中,需对桥梁的关键部位进行精细测量,包括挠度、应变、位移等参数的实时监测。挠度测量是评估桥梁在荷载作用下变形情况的重要指标,通过布置在桥梁下方的挠度计或全站仪等设备,可以精确记录桥梁在加载过程中的挠度变化。同时,应变测量也是不可或缺的环节,通过在桥梁关键截面布置应变片或应变计,可以实时获取桥梁在荷载作用下的应力分布和变化情况。除此之外,静态荷载试验还需对桥梁的裂缝情况进行细致观察。在加载过程中,应密切关注桥梁表面及内部可能出现的裂缝,记录裂缝的位置、形态、长度及宽度等参数,以便后续分析处理。裂缝的出现往往预示着桥梁结构存在损伤或缺陷,需及时采取措施进行修复或加固^[2]。静态荷载试验的数据处理与分析是评估桥梁结构性能的关键步骤。通过对试验数据的整理、分析和比较,可以全面了解桥梁在静力荷载作用下的受力性能、变形规律及结构稳定性。

3.2 动态荷载试验

在动态荷载试验中,首先需根据桥梁的具体情况和检测目标,设计合理的试验方案。这包括确定加载方式(如激振法、共振法、自振法等)、加载位置、加载频率及幅值等参数。加载方式的选择应充分考虑桥梁的结构特点和检测需求,以确保试验结果的准确性和可靠性。试验过程中,需采用高精度的传感器和测量设备对桥梁的振动响应进行实时监测。这些传感器通常包括加

速度传感器、位移传感器、应变传感器等，它们能够精确捕捉桥梁在动态荷载作用下的微小变化。同时，为了确保数据的准确性和完整性，还需对传感器进行合理的布置和校准。在数据采集阶段，需对传感器输出的信号进行实时记录和处理。这包括信号的滤波、放大、转换和存储等步骤。通过对采集到的数据进行深入分析，可以提取出桥梁的振动频率、阻尼比、模态振型等关键参数，进而评估桥梁的动态性能与稳定性。

3.3 非破坏性检测技术

非破坏性检测技术（NDT）能够在不中断交通、不影响桥梁正常使用的情况下进行检测，有效避免了传统破坏性检测可能带来的二次损害和维修成本。超声波技术利用超声波在介质中的传播特性，通过发射和接收超声波信号，对桥梁内部的结构缺陷、裂缝等进行检测。其穿透力强、方向性好，适用于检测桥梁结构中的混凝土、钢筋等材料的内部缺陷。例如，在桥梁桩基检测中，超声波检测技术能够准确判断桩身的完整性，发现桩身中的裂缝、离析等缺陷。红外线成像无损检测技术利用红外线摄像机采集桥梁结构表面的辐射信号，通过成像技术将辐射信号转化为内部结构图像，从而直观地显示桥梁内部的温度分布和热量流动情况。由于不同材料的热导率不同，在红外图像中会形成明显的温差对比，进而揭示出桥梁内部的缺陷和损伤。红外线成像无损检测技术具有非接触、快速、直观等优点，特别适用于大面积桥梁结构的快速筛查。另外，探地雷达技术通过向地下发射高频电磁波，并接收其反射信号，对桥梁下部结构（如地基、基础等）进行探测。该技术能够准确测量地下结构的深度、厚度、形状以及内部缺陷等参数，为桥梁的安全评估提供重要依据。探地雷达无损检测技术具有探测深度大、分辨率高、适应性强等优点，广泛应用于桥梁基础、挡土墙等隐蔽工程的检测中。最后，冲击反射无损检测技术通过撞击桥梁结构表面产生应力波，并接收和分析应力波的反射信号，来评估桥梁的完整性和性能。冲击反射无损检测技术特别适用于检测桥梁结构中的裂缝、分层等缺陷，以及评估结构的整

体刚度和强度。该技术操作简单、快速且结果准确，是桥梁结构质量检测的重要补充手段。

3.4 光纤传感技术

光纤传感技术在道路桥梁检测中的具体应用，体现了现代科技在交通基础设施监测领域的深度融合。该技术利用光纤作为敏感元件，通过测量光在光纤中传播时受外界物理量（如应力、温度、振动等）调制后的光信号变化，来实时监测桥梁结构的健康状况。光纤传感技术之所以在道路桥梁检测中备受青睐，主要得益于其高精度、长寿命、抗电磁干扰及耐腐蚀等显著优势。在桥梁检测中，光纤传感器可以布置在桥梁的关键部位，如钢索、混凝土梁内部等，实现对桥梁索力、预应力、应变及温度等参数的连续监测^[1]。这种实时监测能力，有助于及时发现桥梁结构的微小变化，预防重大安全事故的发生。除此之外，光纤传感技术还具备远程监测和数据传输的能力，使得监测人员可以远程监控桥梁的运行状态，大大提高了监测效率和便捷性。同时，结合现代数据处理和智能分析技术，光纤传感技术还能对监测数据进行深度挖掘和分析，为桥梁的维护和管理提供更加科学的决策支持。

结语

总之，试验检测技术在道路桥梁检测中展现出强大的应用潜力和价值，为桥梁的安全性与耐久性评估提供了科学、精准的手段。随着技术的不断创新与发展，试验检测技术将更加智能化、自动化，为道路桥梁的监测与维护提供更加全面、高效的解决方案。未来，我们应继续深化研究与应用，推动试验检测技术在道路桥梁领域的广泛应用与发展。

参考文献

- [1]关秀萍.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].青海交通科技,2020,32(03):116-118.
- [2]胡佳慧.公路钢筋混凝土桥梁试验检测技术现状及应用研究[J].运输经理世界,2020(03):100-102.
- [3]王国春.沥青混合料试验检测技术在公路工程中的应用[J].青海交通科技,2020,32(03):61-62+88.