

浅析道路桥梁的试验检测技术

薛 锐

延安市公路局宝塔公路段 陕西 延安 716000

摘 要：道路桥梁的试验检测技术是保障其结构安全与质量的重要手段。该技术通过科学合理的检测手段，及时发现并解决道路桥梁在使用过程中出现的各种问题，如结构损伤、材料缺陷等。常用的检测方法包括雷达检测技术、声波检测法、超声波探伤法等，它们能够精准评估桥梁的承载能力和耐久性，为养护管理提供科学依据，确保道路桥梁的安全运营。

关键词：道路桥梁；试验检测技术；具体应用

引言：道路桥梁作为交通网络的关键组成部分，其安全与质量直接关系到人民群众的生命财产安全及经济社会的发展。试验检测技术作为保障路桥工程质量的有效手段，通过科学的方法与先进的设备，对材料性能、结构强度、耐久性等进行全面评估，及时发现并处理潜在问题，对于提升道路桥梁的建设与维护水平至关重要。

1 道路桥梁试验检测技术的概述

1.1 概念界定

(1) 道路桥梁试验检测技术的定义。道路桥梁试验检测技术是指对道路桥梁工程的各项技术参数、施工质量、材料性能及结构安全等方面进行全面、细致的检测、试验与评估的一系列技术手段。其核心目的是通过科学的检测和数据分析，确保工程建设的各个环节都符合设计要求和质量标准，从而为道路桥梁的安全使用提供有力保障。(2) 试验检测技术的分类。根据检测对象与目的的不同，试验检测技术大致可分为三类：外观检测、内部缺陷检测及结构性能检测。外观检测主要通过目视检查、测量工具等手段，评估桥梁表面的破损、裂缝、锈蚀等情况；内部缺陷检测则借助雷达、声波等无损检测技术，探查桥梁内部的结构完整性和材料性能；而结构性能检测则通过加载试验、动力特性测试等方法，评估桥梁的整体承载能力和动态响应，确保其在各种工况下的安全运营。

1.2 重要性分析

(1) 保障道路桥梁的安全性与耐久性。道路桥梁作为交通网络的重要组成部分，其安全性与耐久性直接关系到人民群众的生命财产安全和经济社会的发展。试验检测技术通过定期、科学的检测与评估，能够及时发现并消除潜在的安全隐患，确保桥梁在设计使用年限内保持良好的工作状态。(2) 提升工程质量与施工管理水平。在工程项目实施过程中，试验检测技术是质量控制

的重要手段。通过对原材料、施工过程及成品的检测，可以及时发现并纠正施工中的问题，确保工程质量符合设计要求。同时，试验检测结果也为施工管理提供了重要的参考依据，有助于提升整体施工管理水平。(3) 促进新材料、新工艺、新技术的发展与应用。随着科技的不断进步，新材料、新工艺、新技术不断涌现，为道路桥梁建设带来了更多的可能性。然而，这些新技术在实际应用中的效果如何，需要通过试验检测技术进行验证和评估。因此，试验检测技术对于推动技术创新和行业发展具有重要意义。

2 道路桥梁常见的病害及其原因

2.1 病害类型

(1) 裂缝、变形、磨损等外观病害。裂缝是道路桥梁最常见的病害之一，主要出现在桥面铺装层、梁板、墩台等部位。裂缝的形成原因多种多样，包括温度变化、材料收缩、荷载作用等。变形则表现为桥梁整体或局部结构的形状发生改变，如桥面下挠、墩台倾斜等，这通常是由于基础沉降、结构刚度不足或超载使用引起的。磨损则主要是由于车辆轮胎与桥面铺装层的长期摩擦，导致铺装层材料逐渐丧失，影响行车平稳性和舒适性。(2) 钢筋锈蚀、混凝土内部空洞等内部缺陷。钢筋锈蚀是钢筋混凝土桥梁内部病害的主要表现形式之一。当钢筋表面的混凝土保护层出现裂缝或剥落时，钢筋就会暴露在潮湿环境中，与空气中的氧气和水蒸气发生反应，导致锈蚀。锈蚀的钢筋体积膨胀，会进一步加剧周围混凝土的裂缝和剥落，形成恶性循环。混凝土内部空洞则主要是由于混凝土浇筑时振捣不均匀、排气不畅或养护不当等原因造成的，这些空洞会削弱混凝土的整体强度，降低桥梁的承载能力。(3) 结构承载能力不足等整体性能问题。随着使用年限的增长，道路桥梁的结构性能会逐渐下降，主要表现为承载能力降低、刚度减小

等。这主要是由于材料老化、损伤累积、设计标准提高或使用条件变化等原因引起的。当桥梁的承载能力无法满足现有交通量的需求时,就会出现超载现象,进一步加剧结构的损伤和病害发展。

2.2 原因分析

(1) 设计不合理、施工不规范。设计不合理是道路桥梁病害产生的根本原因之一。设计时应充分考虑桥梁的使用条件、交通量、地质条件等多种因素,制定合理的结构形式和设计方案。然而,在实际工程中,由于设计人员的经验不足、设计资料不完善或设计标准偏低等原因,导致设计方案存在缺陷,为桥梁的后续运营埋下隐患。施工不规范也是导致病害产生的重要因素之一。施工过程中应严格按照设计要求和施工规范进行操作,确保施工质量符合标准要求。然而,由于施工人员的素质参差不齐、施工管理不严等原因,导致施工质量问题频发,进而影响桥梁的整体性能和使用寿命。(2) 自然环境影响。自然环境因素是道路桥梁病害产生的重要外部条件。洪水、地震等自然灾害会对桥梁造成直接冲击和破坏;而长期的风吹日晒、雨淋雪压等环境因素则会导致桥梁材料老化、腐蚀加剧等问题。此外,温度变化和湿度变化也会对桥梁的结构性能产生影响,导致桥梁出现裂缝、变形等病害^[1]。(3) 人为因素。人为因素也是导致道路桥梁病害产生不可忽视的原因之一。超载使用是其中最为突出的问题之一。随着交通量的不断增加和车辆载重的不断提高,部分桥梁出现了严重的超载现象,导致桥梁结构受到过大的压力而损伤加剧。此外,交通事故也会对桥梁造成直接破坏;而一些不当的维护和管理措施也可能会加速桥梁的病害发展。

3 道路桥梁试验检测技术的具体应用

3.1 外观检测技术

3.1.1 检测方法介绍

外观检测是桥梁维护与管理中最基础也是最重要的一步,其主要方法包括目测法和测量仪器法。(1) 目测法:凭借检测人员的专业知识和经验,直接观察桥梁结构的外观情况,如裂缝、锈蚀、剥落、变形等。这种方法虽然直观,但易受主观因素影响,难以发现细微或隐藏的缺陷。(2) 测量仪器法:利用高倍望远镜、无人机、裂缝观测仪、激光测距仪等测量仪器进行精确测量。无人机技术尤其适用于高空、难以接近或大型桥梁的检测,能够快速覆盖桥梁整体,发现细微的裂缝和变形。激光测距仪则能精确测量桥梁的跨中挠度,评估桥梁的刚度。

3.1.2 应用实例与分析

(1) 跨中挠度检测:在桥梁跨中位置设置激光测点,使用激光测距仪在不同荷载条件下测量挠度变化。通过对比不同荷载下的挠度数据,可以评估桥梁的刚度是否满足设计要求。(2) 裂缝检测:使用裂缝观测仪对桥梁进行全面扫描,记录裂缝的位置、长度、宽度和深度。对于疑似严重裂缝,还需进行钻芯取样等进一步检测,以确定裂缝对桥梁结构的影响。(3) 主梁连接部位检测:主梁连接部位是桥梁结构的关键节点,其健康状况直接影响桥梁的整体稳定性。检测时,可使用无人机搭载高清相机进行拍摄,结合图像处理技术识别连接部位的焊缝质量、螺栓紧固情况等。同时,也可使用超声波检测仪器对连接部位进行内部探测,确保无内部损伤。

3.2 内部缺陷检测技术

3.2.1 雷达检测技术

(1) 原理:雷达检测技术通过向桥梁结构内部发射高频电磁波并接收回波信号,根据电磁波的传播时间、振幅和波形变化等参数,推断结构内部的损伤和缺陷。(2) 应用实例:在混凝土箱梁内部检测中,雷达检测技术能够准确识别混凝土内部的空洞、疏松、钢筋位置及锈蚀情况等。通过雷达图像分析,可以评估混凝土的质量和结构完整性。(3) 优缺点分析:优点是检测速度快、分辨率高、对结构无损;缺点是受介质电性参数影响大,对混凝土含水率、钢筋密度等变化敏感。此外,对于复杂结构或大型桥梁,雷达检测的成本较高^[2]。

3.2.2 声波检测法

(1) 原理与操作流程:声波检测法利用声波在介质中传播的特性,通过向桥梁结构发射声波并接收回波信号,分析声波的传播速度、波幅和频率等参数来评估结构的完整性和损伤情况。操作流程包括测点布置、声波发射与接收、数据记录与处理等步骤。(2) 适用范围与效果评估:适用于混凝土、岩石等介质,能够有效检测裂缝、分层、空洞等内部缺陷。效果评估依赖于声波参数的变化和对比分析,通常需要结合其他检测方法进行综合评估。声波检测法的优点是设备简单、操作方便;缺点是易受环境噪声干扰,检测精度受限制。

3.2.3 红外热像检测技术

(1) 技术原理与特点:红外热像检测技术基于红外辐射原理,通过测量桥梁表面温度场的分布情况来评估结构内部的热异常和损伤情况。该技术具有非接触性、无损性、检测速度快、直观性强的特点。它能够捕捉到由于结构内部缺陷或外部荷载作用导致的温度差异,并以热像图的形式直观地展现出来。(2) 应用实例与检测效果:1) 桥梁支座检测:在桥梁支座的检测中,红外热

像技术能够迅速发现由于材料老化、摩擦不均或承载不均等原因导致的支座温度异常。这些温度异常往往预示着支座内部存在磨损、裂纹或松动等缺陷,需要及时维修或更换。2)桥面铺装层检测:桥面铺装层因车辆荷载、温度变化等作用,易出现脱层、裂缝等病害。红外热像技术可以通过检测铺装层表面的温度差异,识别出这些病害的位置和严重程度。尤其是在夜间或低温环境下,由于材料热导率的变化,病害区域的温度差异更加明显,有利于提高检测的准确性。3)混凝土结构内部缺陷检测:虽然红外热像技术主要关注表面温度分布,但结合其他技术(如热激励法)时,也能间接评估混凝土结构内部的缺陷。例如,通过对结构进行局部加热,观察加热后表面温度场的恢复过程,可以推测内部是否存在空洞、裂缝等缺陷^[3]。

3.3 结构性能检测技术

静力试验与动力试验:(1)静力试验。在桥梁上施加已知的静态荷载(如沙袋、水箱等),测量结构的变形、应力和位移等参数,以评估桥梁的承载能力和刚度。静力试验通常在桥梁停用或限制交通的条件下进行,以确保测试结果的准确性。(2)动力试验。利用振动激励设备(如激振器、偏心锤等)使桥梁结构产生振动,通过测量其振动频率、阻尼比和振型等动力特性参数,评估结构的整体性能和稳定性。动力试验可以在桥梁正常使用状态下进行,对交通影响较小。(3)数据采集与分析。在试验过程中,利用传感器和数据采集系统实时记录桥梁的变形、应力、振动等数据。随后,利用专业软件进行数据处理和分析,提取关键参数指标,与设计规范或历史数据进行对比,评估桥梁的结构性能是否满足要求。(4)结果应用与改进建议。根据试验结果,可以提出针对性的加固、维修或改造建议。对于存在严重缺陷的桥梁,应及时采取措施消除安全隐患;对于性能良好的桥梁,也应根据试验结果制定合理的养护计划,延长其使用寿命。

3.4 现代无损检测技术的应用

(1)超声波检测技术。超声波检测技术通过向桥梁结构内部发射超声波并接收回波信号,分析信号的传播时间、波形和衰减特性,以评估结构的内部质量和缺陷情况。该技术具有高精度、高灵敏度和非破坏性等优点,广泛应用于桥梁桩基检测、混凝土构件内部空洞和裂缝检测等领域。(2)地质雷达技术。地质雷达技术利用电磁波在地下介质中的传播特性,探测桥梁基础下方的地质条件、地层结构和潜在缺陷。该技术对于评估桥梁基础的稳定性和安全性具有重要意义,尤其适用于地质条件复杂或基础状况不明的桥梁。(3)冲击回波法。冲击回波法通过在桥梁结构表面施加瞬态冲击(如用小锤敲击),产生弹性波(声波或应力波),并监测这些波在结构内部的传播和反射过程。通过分析反射波的信号特征,可以评估结构的厚度、密实度和内部缺陷情况。冲击回波法具有操作简便、设备轻便和适用范围广等优点,适用于混凝土构件、砌体结构和钢结构等多种桥梁类型的检测。

结束语

综上所述,道路桥梁试验检测技术是保障交通基础设施安全与质量的关键所在,通过精确的检测手段与科学的数据分析,有效预防潜在风险,保障通行安全。随着技术的持续革新与应用的深入拓展,我们有理由相信,这一领域将不断取得新突破,为道路桥梁工程的建设、维护与管理提供更加全面、高效的解决方案,推动交通事业迈向更高水平的发展阶段。

参考文献

- [1]贺冠超.浅析道路桥梁工程的原材料试验检测技术[J].信息记录材料,2019,(05):235-236.
- [2]李雅.试验检测技术在道路桥梁检测中的应用[J].住宅与房地产,2019,(12):196-197.
- [3]舒令.新型试验检测技术在道路桥梁检测中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2020,(11):144-145.