

浅谈实验检测技术在道路桥梁中的运用

李广鹏

中交路桥华南工程有限公司 广东 佛山 528322

摘要：现代交通发展迅速，道路桥梁作为关键的交通设施，其安全和耐久性备受关注。实验检测技术为确保桥梁结构的安全提供了科学依据和技术支持。本文将详细探讨实验检测技术在道路桥梁中的应用，探讨在不同阶段的实验检测技术的应用，分析实验检测技术在桥梁健康监测、损伤评估、维护决策等方面的重要作用。

关键词：道路桥梁；实验检测技术；质量控制；结构安全

引言

随着我国经济快速发展，贸易频繁，交通流量增大，道路桥梁负荷也随之加重，建设难度和复杂性不断提升。同时安全性问题也逐渐凸显。一方面，检测无规范标准，难以评估工程质量；另一方面，建成状态与预期有差异，影响使用和安全。为此，必须有专业性检测确保道路桥梁的质量和结构安全。实验检测技术通过测量分析道路桥梁结构的各种物理量，获取关于道路桥梁实际状态的信息。合理运用则可以有效提高道路桥梁建设运行的科学性和有效性。

1 道路桥梁质量检测

1.1 道路桥梁工程检测要点

材料的稳定性对工程质量起着决定性作用。尽管我国建筑部门制定了建筑材料质量标准，但部分施工企业仍可能未严格依照标准选购材料，甚至使用不符合施工标准的材料，加之部分工程管理措施不完善，导致材料检测缺乏规范，影响施工安全和工程质量。因此，检测人员必须严格按照国家标准进行材料检测，确保材料质量符合要求，为道路桥梁建设奠定坚实基础。在施工过程中，任何一个环节质量不达标都会影响总体工程成效。检测时，应重点关注开裂问题，确保道路桥梁基本性能和解决明显安全问题的前提下，对开裂问题进行深入检测和分析，以提高检测工作的安全性和质量。同时，重视内部缺陷检测，特别是混凝土内部可能出现的粉化、断层等问题，利用雷达和声波技术有效检测内部缺陷，及时发现并解决问题，保持桥梁的承载能力。

此外，加强钢筋结构锈蚀度检测也至关重要。钢筋结构易暴露于空气中并发生腐蚀，特别是钢筋混凝土结构中的钢筋，受户外恶劣环境影响，混凝土可能脱落导致钢筋锈蚀。运用专业探伤技术对钢筋结构锈蚀度进行检测，及时发现并处理锈蚀问题，维护钢筋构架的稳固性。同时，混凝土强度是维持道路桥梁承载强度的关键

指标^[1]。由于受各种因素干扰，道路桥梁内部结构状态易发生变化，特别是大型建筑工程，需定期精准检测混凝土强度。超声回弹法是常用检测方法，其通过超声设备检测声速，回弹装置检测回弹值，结合两者关系可以精准计算混凝土强度数值。最后，道路桥梁检测还要重视现场压实度检测。常用的压实度检测方法有灌砂法和环刀法，对于沥青路面和路面基层及路基土层，压实度为现场实际密度与室内标准密度之比。公路路面与桥梁压实度检测常采用灌砂法，虽检测速度相对较慢，但准确性较高，受外界因素影响较小，在实际道路桥梁检测中广泛应用。

1.2 道路桥梁检测工作存在的问题

道路桥梁工程的质量是保障交通安全和结构稳定性的核心。然而，抽检样品的不规范操作、行业监管的缺失、检测过程管理不当以及人员资质问题等，已成为影响道路桥梁工程质量的关键因素。（1）抽检样品的代表性不足在道路桥梁工程中，施工单位在进行质量抽检时，若操作不规范，可能导致所抽检的样品无法真实反映整体工程质量。此外，监管力度不足和检测不及时也是导致抽检样品问题的重要因素。这些问题的存在，使得抽检结果无法有效地控制工程质量，评估工程实际情况。更严重的是，抽检与施工之间的差异可能会导致检测失效，进而带来安全隐患，影响工程质量，并造成经济损失。（2）行业监管缺失虽然低价中标在一定程度上降低了工程成本，但其弊端也显而易见。中标单位为了追求利润最大化，往往采取“偷工减料”的方式，这不仅扰乱了市场秩序，还阻碍了行业的良性发展。此外，地方保护主义也是导致行业监管缺失的重要因素之一。由于各地检测机构之间存在较大差异，部分检测机构与当地关系密切，地方保护主义的加重使得市场混乱，监督管理难以落实，进一步加剧了行业监管的缺失。（3）检测过程管理不善。在检测过程中，数据失真

现象时有发生。这主要是由于检测工作缺乏科学性和管理,导致数据无法真实反映工程问题,进而影响整体工程质量。数据失真不仅削弱了检测工作的有效性,还可能导致错误的决策,给工程带来潜在的安全隐患。(4) 人员问题。部分检测人员资质不足、专业不对口、责任意识差,对工程环节的关联性认识不足,甚至存在非技术人员进行专业检测的情况。这些问题的存在,不仅影响了检测结果的准确性,还可能给工程带来严重的安全隐患。

1.3 道路桥梁质量检测改进措施

为确保道路桥梁工程质量,必须从源头上对材料质量实施严格控制。这包括对供应商的精心筛选、材料采购、运输及储存等环节的严密监管。通过周期性的质量抽检,及时识别材料潜在问题,并采取针对性的整改措施。^[2]对于特定材料,采用非标准检测技术以确保其性能满足工程规范,并结合前沿技术不断优化检测流程,以提升检测的精确度和效率。此外,制定详尽的管理制度,覆盖材料采购、验收、入库、出库、使用及废弃等关键环节,确保每个步骤都有明确的操作流程和责任归属。同时,建立完善的资料保管系统,对所有材料的相关资料进行详尽记录和妥善保存,精确追踪材料流向,确保材料的可追溯性。并持续优化材料管理流程以提高整体工程管理水平。

随着工程项目的不断推进和扩展,始终重视设备的投入与更新,采用先进设备以提高工程精度和质量,解决现有设备的局限性,简化施工流程,减轻劳动强度,从而提升工作效率和工程质量。同时道路桥梁工程施工单位应积极把握检测技术进步的机遇,对设备技术进行升级和更新,以适应并推动工程项目的发展,确保工程质量达到更高标准。

2 实验检测技术

2.1 实验检测技术的发展

早期的道路桥梁检测主要依赖于人工检查,工程师通过肉眼观察、简单的工具(如锤子、卡尺等)对桥梁表面的损伤进行检查,这种方法主观性强,且难以发现隐藏在结构内部的缺陷。随着科学技术的发展,20世纪中叶开始出现了一些简单的检测仪器,如应变仪、位移计等,使得桥梁检测开始向定量分析方向发展。20世纪后期,计算机技术、传感器技术和信号处理技术的飞速发展,为桥梁实验检测技术带来了革命性的变化。各种先进的传感器不断涌现,检测精度和可靠性大幅提高,同时数据处理和分析方法也日益完善。进入21世纪,随着物联网、大数据、人工智能等新兴技术的兴起,桥梁实

验检测技术向着智能化、网络化和自动化方向发展,实现了对桥梁结构的实时、远程和精准监测。

2.2 实验检测技术的分类

在道路桥梁领域,实验检测技术主要分为以下几类:(1) 静力试验检测技术,它通过在桥梁上施加如重物或液压千斤顶产生的静荷载,并于关键部位布置应变片、位移传感器等,测量应变、位移、内力等参数,以此评估桥梁在静荷载下的承载能力和刚度,常用于新建桥梁验收,检验设计与施工质量,比如在梁式桥中通过对跨中挠度和支点反力的测量来判断是否符合承载要求;(2) 动力试验检测技术,用于研究桥梁在车辆行驶、风荷载、地震作用等动荷载下的响应,其中模态试验借助力锤敲击或振动激励器对桥梁进行激励,测量振动响应来识别固有频率、振型和阻尼比等模态参数,从而反映桥梁的动态特性,有助于评估其健康状况和发现潜在损伤,振动台试验则是把桥梁模型或构件放置在振动台上模拟动荷载,来研究抗震性能和动力响应规律;(3) 无损检测技术,在不破坏桥梁结构完整性的情况下对内部缺陷进行检测,像超声检测利用超声波在材料中的传播特性,依据其遇到缺陷时产生的反射、折射和散射现象确定缺陷位置、大小和性质,射线检测是通过X射线或 γ 射线穿透结构,根据衰减情况发现缺陷,磁粉检测针对铁磁性材料表面和近表面缺陷,渗透检测则利用液体渗透能力找出表面缺陷;(4) 长期监测技术,长期监测技术是在桥梁关键部位(包括道路与桥梁的衔接部位、易受车辆冲击的部位、大型桥梁的主跨关键节点等)安装应变、温度、加速度等多种传感器,对桥梁在长期使用过程中的状态持续监测。传感器实时采集数据并传输至监控中心,通过对这些数据的分析可及时发现结构异常变化。^[3]例如通过监测关键部位应变变化来察觉因超载车辆行驶或结构损伤导致的应力集中情况,同时也能监测道路路面沉降等因素对桥梁的影响,保障道路桥梁整体结构的稳定性和安全性。

3 实验检测技术在道路桥梁不同阶段的应用

3.1 规划设计阶段

(1) 地质勘察检测.在道路桥梁规划设计的初期,需要对桥址处的地质条件进行详细的勘察检测。这包括对土层的类型、厚度、承载力、地下水位等参数的测定。通过钻探、原位测试(如静力触探、动力触探等)等方法获取地质样本和数据。准确的地质勘察检测结果对于确定桥梁基础的类型、埋深和尺寸具有关键作用。例如,如果地下水位较高且土层承载力较低,可能需要采用桩基础,并设计合适的桩长和桩径以确保基础的稳定

性。(2)材料性能检测。对于钢材,需要检测其屈服强度、抗拉强度、伸长率、冲击韧性等力学性能指标;对于混凝土,要检测其抗压强度、抗折强度、弹性模量、坍落度等参数。保证所选用的材料能够满足桥梁在使用过程中的强度、刚度和耐久性要求。(3)模型试验。模型试验是为了验证设计方案的合理性,模型试验可以是缩尺模型试验,即将实际桥梁按照一定比例缩小制作模型,在实验室模拟实际荷载和环境条件进行试验。通过模型试验可以观察桥梁结构的受力特性、变形情况,研究结构的薄弱环节,为设计优化提供参考。例如,在大跨度桥梁设计中,通过风洞模型试验可以研究桥梁在不同风速和风向作用下的风致振动问题,进而调整桥梁的截面形状、结构形式等设计参数,提高桥梁的抗风性能。

3.2 施工阶段

(1)原材料质量检测。施工过程中对于每一批次的钢材、水泥、砂石等材料,都要按照相关标准进行抽检。防止因原材料质量问题导致的工程质量事故。(2)施工工艺质量检测。例如,在混凝土浇筑过程中,要检测混凝土的振捣质量,通过观察混凝土表面的密实度、是否有蜂窝麻面等情况来判断;对于焊接工艺,要对焊缝进行无损检测,如超声检测或射线检测,确保焊缝质量符合设计要求。此外,对于预应力施工工艺,要检测预应力筋的张拉应力、伸长量等参数,保证预应力施加的准确性。(3)结构施工过程监测。实时监测相关结构的变形、应力等。对于大跨度桥梁的悬臂施工或拱桥的拱肋安装等关键施工过程,安装传感器,实时获取结构的变形数据^[4]。如果变形超过允许值,可以及时调整施工步骤,保证施工安全和结构质量。

3.3 运营阶段

(1)定期检查检测。桥梁投入运营后对道路桥梁的固定检查检测,包括日常巡查、定期检查和特殊检查。日常巡查关注外观,寻找损伤和附属设施状况;定期检查更全面,使用工具和仪器检测结构,如裂缝宽度和混

凝土强度;特殊检查针对异常情况,可能用到复杂技术和设备,进行无损检测或结构性能试验。(2)长期健康监测。长期健康监测可以及时发现桥梁结构的微小变化,如结构刚度的降低、局部应力的集中等。例如,通过监测桥梁的振动频率变化,可以判断是否存在结构损伤导致的模态参数改变;通过监测温度和应变的关系,可以分析温度对桥梁结构的影响规律。(3)荷载试验。道路桥梁运营一定年限后,或者对道路桥梁的承载能力有疑问时,可以进行荷载试验。静载试验可以评估桥梁在静荷载作用下的承载能力和刚度变化情况,动载试验则可以研究桥梁在动荷载作用下的动力特性变化,如固有频率、阻尼比等参数的变化,判断桥梁是否存在潜在的损伤影响其动力性能。荷载试验结果可以为桥梁的维护、加固或限载等决策提供依据。

结语

合理运用检测技术与科学处理分析数据能更好地保障道路桥梁工程的建设质量。未来,实验检测技术将向智能化、自动化、高精度发展,新型技术设备涌现,数据处理依赖大数据与人工智能,实现实时监测与精准评估,推动道路桥梁工程建设管理水平提升。实验检测技术应不断优化检测流程和管理机制,积极关注检测技术的创新应用,持续为道路桥梁工程保驾护航,构建更安全高效的交通运输网络,适应社会经济发展对交通运输基础设施日益增长的需求。

参考文献

- [1]刘齐宇.道路与桥梁工程检测技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(15):116-118.
- [2]常钟.公路桥梁工程中的试验检测技术及应用实践[J].运输经理世界,2022,(32):83-85.
- [3]孙权.关于道路桥梁质量检测的关键技术研究探索[J].新型工业化,2022,12(02):161-162+169.
- [4]许鹏飞.试验检测技术在道路桥梁检测中的应用探析[J].居舍,2021,(18):83-84.