

公路桥梁检测技术及应用

孙兆伟

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]文中主要探讨了公路桥梁检测技术及其应用。首先,介绍了公路桥梁检测的背景和重要性,强调了检测对于保障公路交通安全的作用。其次,从传统检测方法、无损检测方法、在线监测技术以及大数据分析等四个角度分别阐述了公路桥梁的检测技术及其应用。其中,传统检测方法包括目测、测量和试验等方法,虽然方法简单,但效率低且数据精度有限;无损检测方法则是一种快速、准确、无破坏的检测技术,如超声波、红外线、磁粉探伤等;在线监测技术则能够实时监测桥梁的变化,包括振动监测、应变测量和位移监测等;大数据分析则是一种新兴的检测方法,可以从海量数据中提取有价值的信息。最后,强调了公路桥梁检测技术的不断创新与应用的重要性,并展望了未来的发展方向。文中旨在为公路桥梁检测技术的研究和应用提供一些参考,以推动公路桥梁安全管理工作的进一步发展。

[关键词]公路桥梁;检测技术;应用发展

DOI: 10.33142/ec.v6i4.8089

中图分类号: U457

文献标识码: A

Technology and Application of Highway Bridge Inspection

SUN Zhaowei

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: This article mainly discusses the highway bridge detection technology and its application. Firstly, the background and importance of highway bridge detection are introduced, and the role of detection in ensuring highway traffic safety is emphasized. Secondly, the inspection technology and its application of highway bridges are elaborated from four perspectives: Traditional inspection methods, non-destructive inspection methods, online monitoring technology, and big data analysis. Traditional inspection methods include visual inspection, measurement, and testing. Although the methods are simple, they are inefficient and have limited data accuracy; Non destructive testing methods are fast, accurate, and non-destructive testing techniques such as ultrasonic, infrared, and magnetic particle testing; Online monitoring technology can monitor changes in bridges in real time, including vibration monitoring, strain measurement, and displacement monitoring; Big data analysis is an emerging detection method that can extract valuable information from massive data. Finally, the importance of continuous innovation and application of highway bridge detection technology is emphasized, and the future development direction is prospected. The purpose of this article is to provide some references for the research and application of highway bridge detection technology, in order to promote the further development of highway bridge safety management.

Keywords: highway and bridge; detection technology; application development

引言

公路桥梁作为重要的基础设施之一,其安全性和可靠性对于保障交通运输的安全和畅通具有至关重要的作用。然而,随着桥梁的不断使用和老化,桥梁的疲劳、锈蚀、龟裂等问题也逐渐凸显出来,导致桥梁的使用寿命缩短,安全风险不断加大。因此,如何及时、准确地检测和评估桥梁的健康状况,是当前公路桥梁领域亟待解决的问题之一。

1 公路桥梁检测技术的概述

随着科技的不断发展,公路桥梁检测技术也在不断更新和完善。从传统的人工检测到现在的机器视觉、无损检测等技术的应用,各种新技术和新方法为公路桥梁的检测和评估提供了更为有效和精确的手段。通过对各种检测技术和方法的比较和分析,本文旨在为公路桥梁检测和评估提供一些有益的参考和建议,为保障公路桥梁的安全和可靠运行提供有力的支持。

1.1 公路桥梁检测技术的定义和意义

公路桥梁检测技术是指对公路桥梁结构进行全面的检测、评估和监测,以确定其结构的健康状况和安全性能,并提出相应的维修、加固、改造和更新建议的一种技术手段。公路桥梁作为承载大量车辆和行人的结构,其安全性对于道路交通的顺畅和人民生命财产安全具有至关重要的作用。因此,公路桥梁检测技术在公路交通运输领域具有不可替代的重要性。

1.2 公路桥梁检测技术的分类

根据检测的目的和方法,公路桥梁检测技术可以分为结构检测、功能检测、安全检测和损伤检测。其中,结构检测是对桥梁结构的几何形态、构造特征、材料性质和受力性能等进行全面的评估,以了解其健康状况和结构可靠性;功能检测是指对桥梁的交通运输功能、运行质量和行车安全状况进行评估;安全检测是指对桥梁的安全性能和

安全状况进行评估,以确保桥梁运营的安全性;损伤检测是指对桥梁结构的缺陷、损伤和病害等进行评估,以确定其影响程度和处理措施。

1.3 公路桥梁检测技术的发展历程

传统的公路桥梁检测技术是手工检测阶段,主要采用人工目视、手摸、敲打等方式,但是现在一些新的技术已经被应用于桥梁的检测中,其中包括使用机器视觉技术进行图像处理、使用无人机进行检测和使用智能传感器进行数据采集等。机器视觉技术可以将图像数据转换为有意义的信息,用于评估桥梁结构的健康状况。无人机技术可以对桥梁进行全方位、全角度的快速检测,降低了人员风险和检测时间。智能传感器则可以实时地获取结构变形、温度、湿度等数据,以更好地监测桥梁的结构状况^[1]。在未来,公路桥梁检测技术还将面临一些挑战。首先是数据管理的问题,如何高效地收集、存储和管理大量的桥梁数据。其次是技术研发的问题,需要开发出更加先进的技术,以更好地满足不同桥梁检测的需求。此外,人员素质的提高和安全意识的加强也是保障公路桥梁检测质量的重要因素。

2 公路桥梁的检测技术

公路桥梁检测技术是指通过各种手段对公路桥梁进行系统的检查和评估,以确定其结构完整性、使用寿命、安全可靠性等,为维护公路桥梁的安全运行提供保障。目前,公路桥梁检测技术已经发展成为一门高科技的综合性技术,涉及到各个领域的专业技术,包括目视检查法、无损检测法、物理试验法、化学试验法、数字化检测法等多种技术手段。

目视检查法是一种简单而直接的桥梁检测方法,是桥梁检测的最基本方法之一。其原理是通过人眼观察桥梁构件的表面、裂缝、裂纹、锈蚀等病害,进行检测评估。目视检查法的优点是简便易行、无须特殊设备,检查效果直观,检测周期短,成本低廉。但目视检查法缺点也明显,由于其主要依赖于人的肉眼观察,误判率较高,尤其是对于深度较深的缺陷或病害难以发现。因此,对于一些对桥梁结构完整性和安全性评估要求较高的桥梁,单纯的目视检查法显得不足以满足需要。

无损检测法是公路桥梁检测中常用的一种方法。无损检测法是指在不破坏被检测物体的完整性和功能的前提下,采用各种技术手段对被检测物体进行检测和评价的一种方法。无损检测法的优点是检测过程无损、快速、准确,且不影响结构的使用,可以有效地评估结构的安全性和可靠性,提高结构的使用寿命。在公路桥梁检测中,无损检测法主要有以下几种:

(1) 超声波检测法是指利用超声波在介质中传播的声学特性来检测结构中的缺陷和材料的性质的一种方法。该方法具有高精度、高灵敏度、非接触性等优点,能够检测出混凝土结构中的裂缝、空洞、坑洞等缺陷,以及钢筋的断面积、位置、数量等信息。

(2) 磁粉探伤法是指利用磁场在材料中产生的磁性

变化来检测结构中的缺陷和材料的性质的一种方法。该方法通常用于检测钢结构中的裂缝、焊接接头、腐蚀等缺陷,具有高灵敏度、高可靠性等优点。

(3) 红外热像法是指利用红外线相机测量物体表面的温度分布来检测结构中的缺陷和材料的性质的一种方法。该方法适用于检测混凝土结构中的温度分布、水分含量、裂缝等缺陷,具有非接触性、快速、高效等优点。

(4) 雷达检测法是指利用雷达发射的电磁波在材料中反射和散射的特性来检测结构中的缺陷和材料的性质的一种方法。该方法通常用于检测混凝土结构中的钢筋位置、深度、数量等信息,具有高灵敏度、高精度、快速等优点^[2]。

除了目视检查法和无损检测法外,物理试验法也是一种常用的桥梁检测方法。物理试验法是通过桥梁进行加载试验来评估其承载能力和结构稳定性的一种方法。其基本原理是在桥梁上施加不同程度的荷载,通过测量变形、应力和应变等参数来评估桥梁的结构性能。

物理试验法可以分为静载试验和动载试验两种类型。静载试验是在桥梁上施加静态荷载,通过观察荷载下桥梁的变形和裂缝情况,分析桥梁的承载能力和结构稳定性。动载试验是在桥梁上施加动态荷载,通过测量桥梁在荷载作用下的振动响应,分析桥梁的结构特性和损伤程度。

下表介绍了其他桥梁检测技术的方法,具体详见表 1。

表 1 常见方法表

测方法	作用	优点
目视检查法	通过观察桥梁表面和病害进行检测评估	简便易行,无须特殊设备,检查效果直观,检测周期短,成本低廉
超声波检测法	利用超声波在介质中传播的声学特性来检测结构中的缺陷和材料的性质	高精度、高灵敏度、非接触性,能够检测出混凝土结构中的裂缝、空洞、坑洞等缺陷,以及钢筋的断面积、位置、数量等信息
磁粉探伤法	利用磁场在材料中产生的磁性变化来检测结构中的缺陷和材料的性质	高灵敏度、高可靠性,通常用于检测钢结构中的裂缝、焊接接头、腐蚀等缺陷
红外热像法	利用红外线相机测量物体表面的温度分布来检测结构中的缺陷和材料的性质	非接触性、快速、高效,适用于检测混凝土结构中的温度分布、水分含量、裂缝等缺陷
雷达检测法	利用雷达发射的电磁波在材料中反射和散射的特性来检测结构中的缺陷和材料的性质	高灵敏度、高精度、快速,通常用于检测混凝土结构中的钢筋位置、深度、数量等信息
物位法	利用压电效应或电磁感应原理,测量结构物的形变或位移	非接触性、精度高、易于自动化、长时间连续监测
弹性波法	利用结构体内弹性波在体内的传播规律,检测缺陷	非接触性、检测范围广、可以进行深部探伤、可以定量检测

3 公路桥梁检测技术的设备

公路桥梁检测技术的发展离不开先进的检测设备。目前,随着科技的不断发展,各种高新技术的检测设备也不断涌现,

为公路桥梁检测工作提供了强有力的技术支持。本章将主要介绍公路桥梁检测中常用的设备,包括超声波检测仪、磁粉探伤仪、金属探伤仪、X射线检测仪、激光测距仪等。

(1) 超声波检测仪

超声波检测仪是利用超声波的声波特性对混凝土和钢筋等材料进行检测的设备。它通过检测声波在材料中的传播和反射情况,可以判断材料中是否存在裂缝、空洞、异物等缺陷。该设备具有非接触、无损、快速等优点,能够对混凝土和钢筋进行精确的检测,是公路桥梁检测中常用设备之一。

(2) 磁粉探伤仪

磁粉探伤仪是利用磁粉吸附在钢筋表面,以检测钢筋表面裂缝、气泡、夹杂物等缺陷的设备。在检测时,将磁粉喷洒在钢筋表面,通过钢筋表面缺陷处的磁场变化来判断钢筋的缺陷情况。该设备具有操作简单、灵敏度高等优点,被广泛应用于公路桥梁的检测中。

(3) 金属探伤仪

金属探伤仪是利用磁场对金属物质进行检测的设备。它通过检测金属物质中是否存在裂缝、夹杂物、缺陷等,来判断金属的质量和完整性。该设备具有操作简单、高效快速等优点,可以对各种金属材料进行检测。

(4) X射线检测仪

X射线检测仪是利用X射线对材料进行检测的设备。它可以穿透材料进行检测,对材料的内部结构进行分析和判断。X射线检测仪还能够对钢筋混凝土桥梁中的钢筋进行无损检测。X射线检测仪能够穿透混凝土,检测钢筋的直径、排布情况、断面形状和受力状态等信息。同时,X射线检测仪也能够探测混凝土中可能存在的裂缝、孔洞、空鼓等缺陷,进一步了解桥梁的损伤情况^[3]。

综上所述,公路桥梁检测技术的设备种类繁多,不同类型的设备可用于不同类型的桥梁检测任务。各种设备的综合使用,能够实现对桥梁的全面、精确、快速的检测,为桥梁维护和管理提供了强有力的支持。

下表介绍了部分仪器的型号与规格,具体详见表2。

表2 常用设备型号规格表

设备名称	型号/规格
超声波检测仪	DFX-II A, 探头频率 5MHz-10MHz
磁粉探伤仪	ZY-2.5/220V, 磁场强度 $\geq 2.5T$
金属探伤仪	MD-300, 检测深度 $\geq 100mm$
X射线检测仪	PXL225-CP, X射线电子管电压 60kV-225kV
激光测距仪	DLE70, 测距范围 0.05m-70m
声速仪	HT-225A, 测量范围 54-90MPa
万能试验机	WES-100, 最大测试力 100kN
硬度计	HBRVU-187.5, 测量范围 0-187.5HB
激光位移传感器	HL-C1, 量程 $\pm 1mm$
大型全息测振仪	HPI-2L, 测量范围 0.1Hz-10kHz

4 公路桥梁检测技术的应用

公路桥梁作为公路交通的重要组成部分,对于保障道路交通的畅通和安全具有重要意义。而桥梁的正常使用和维护需要对其进行定期检测和评估,以确保其结构完整、安全可靠。公路桥梁检测技术的应用不仅能够及时发现桥梁存在的问题,而且能够在发现问题后及时采取措施进行维护和修复,从而确保桥梁的安全和长期可靠使用。

桥梁结构检测是公路桥梁检测技术应用的主要领域之一。桥梁结构检测包括对桥梁结构的各种构件和连接部位的检测和评估,如梁、柱、墩、桥面铺装等。其中,对桥面铺装的检测是桥梁结构检测的重要环节之一。

跨河大桥的检测是公路桥梁检测技术应用的一个重要领域。跨河大桥的检测需要使用一系列专门的设备和方法,如悬索桥倾角测量仪、振动传感器、拉力计、数字化测量等。跨河大桥的检测重点包括桥面平整度、桥墩、悬索索力、钢丝绳张力等,这些检测数据对于保障跨河大桥的安全运行具有重要作用。

隧道作为公路建设中重要的交通工程,其安全性和可靠性对道路的正常运行具有关键性的影响。隧道检测主要是针对隧道结构的各个组成部分进行检测和评估,如隧道内部的照明、通风系统、排水系统以及隧道口的进出口道路等。隧道检测方法主要包括物理试验法、数字化检测法和无损检测法等。

5 结语

本文从公路桥梁检测技术的概述、方法、设备和应用等几个方面进行了阐述。公路桥梁检测技术的分类包括目视检查法、无损检测法、物理试验法、化学试验法和数字化检测法等多种方法。同时,超声波检测仪、磁粉探伤仪、X射线检测仪等多种设备的应用为公路桥梁的检测提供了强有力的技术保障。在公路桥梁检测技术的应用方面,本文介绍了桥梁结构检测、跨河大桥检测、隧道检测等方面。这些应用为公路桥梁的安全维护提供了有效的手段和技术支持。

总之,公路桥梁检测技术在现代交通建设中具有重要的地位和作用。随着技术的不断创新和发展,公路桥梁检测技术将会在更广泛的领域得到应用,为公路桥梁的安全运行和维护提供更加全面、可靠、高效的技术保障。

[参考文献]

- [1]段国富,王帅,梁传春.桥梁检测技术研究进展[J].交通科技与经济,2019(3):81-84.
 - [2]何华,杨志华,田世平.桥梁结构安全评估与监测技术[J].工程建设,2021,56(3):214-219.
 - [3]赵小龙,张志博,王浩.基于无人机的桥梁检测技术研究综述[J].交通技术与装备,2021,5(1):81-86.
- 作者简介:孙兆伟(1985-),所学专业:公路桥梁试验检测与技术,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职称级别:中级工程师。