

# 公路桥梁承载力检测与评估方法研究

马颖智

内蒙古自治区通辽市科左中旗地方道路养护中心 内蒙古 通辽 029300

**摘要:** 公路桥梁作为交通网络的重要组成部分,其承载力的检测与评估对于确保交通安全、延长桥梁使用寿命具有重要意义。本文旨在探讨公路桥梁承载力的检测与评估方法,通过对现有方法的总结与分析,提出一套系统、科学的检测与评估体系,为桥梁管理和维护提供理论依据和技术支持。

**关键词:** 公路桥梁;承载力;检测;评估;方法

## 引言

随着交通运输业的发展,公路桥梁的承载能力成为关注的重点。准确评估桥梁的承载力,对于预防桥梁事故、保障行车安全至关重要。本文将从检测与评估两个方面,对现有方法进行全面梳理和深入研究,以期为桥梁管理提供科学指导。

## 1 公路桥梁承载力检测方法

### 1.1 外观检查法

外观检查法,作为公路桥梁承载力检测的基础手段,其核心在于通过观察桥梁的外观状况来初步判断其结构状态。这一方法不仅直观易行,而且能够及时发现桥梁存在的明显问题,为后续的检测工作提供重要线索。外观检查法通常被细分为经常性检查、定期性检查以及特殊检查三个层次。经常性检查旨在通过日常巡查,及时发现并处理桥梁的轻微病害,确保桥梁的日常运营安全。定期性检查则更为全面和系统,它按照固定的周期对桥梁进行详细的外观检查,旨在发现桥梁的潜在问题,并评估其发展趋势。而特殊检查则是在桥梁遭受特殊事件(如自然灾害、交通事故等)后进行,以评估桥梁的受损程度和承载力状况。在进行外观检查时,检查人员会依据交通部颁布的《公路桥涵养护规范》(JTGH11-2015)对桥梁进行细致的检查,并记录相关数据。随后,根据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTGH21—2011)对桥梁进行评判标度。这一评定标准将实桥的现有状态划分为五个等级:整体完好(1类),表示桥梁结构完整,无明显病害;轻微病害(2类),表示桥梁存在轻微损伤,但不影响整体承载力;部分损坏(3类),表示桥梁部分结构受损,需进行维修加固;主体结构损伤(4类),表示桥梁主体结构受损严重,承载力明显下降;承载力丧失(5类),表示桥梁已无法承载交通荷载,需进行重建或拆除。通过外观检查法,可以对桥梁的承载力进行初步评估,为后续的检测和维修工作

提供有力支持。

### 1.2 无损检测技术

无损检测技术,作为一种在不破坏桥梁结构完整性的前提下,对其内部状况进行精准探测的方法,已逐渐成为公路桥梁承载力检测领域的重要工具。这一技术凭借其高效、准确且对桥梁无损害的特点,备受行业青睐。在众多无损检测技术中,超声波检测、雷达检测以及红外热像检测是应用最为广泛的几种方法。超声波检测通过向桥梁结构发射超声波,并接收其反射回来的信号,从而分析桥梁内部材料的密实性、裂缝分布以及缺陷情况。这种方法能够深入桥梁结构内部,揭示出隐藏的问题,为承载力评估提供有力依据。雷达检测则利用电磁波对桥梁进行扫描,通过接收反射回来的信号来绘制桥梁内部的结构图像。这种技术能够直观地展示出桥梁内部的层状结构、空洞以及异物等,帮助检测人员准确判断桥梁的承载力状况。红外热像检测则是通过捕捉桥梁表面的温度分布,来分析其内部材料的性能变化。当桥梁内部存在缺陷或异常时,往往会导致表面温度分布的不均匀,红外热像检测能够敏锐地捕捉到这些变化,为承载力检测提供重要线索<sup>[1]</sup>。无损检测技术的优点在于其能够在不破坏桥梁结构的前提下,对桥梁的内部状况进行全面、准确的检测。这不仅避免了传统检测方法可能带来的损害和风险,还大大提高了检测效率和准确性。因此,无损检测技术已成为公路桥梁承载力检测中不可或缺的重要手段,为桥梁的安全运营和长期稳定性提供了有力保障。

### 1.3 荷载试验法

荷载试验法,作为评估公路桥梁承载力的重要手段,通过在实际桥梁上施加特定的荷载,并观察其反应,来全面评估桥梁的承载性能。这一方法不仅直接、有效,而且能够真实反映桥梁在实际使用中的受力状态。荷载试验法通常包含静载试验和动载试验两个主要

环节。静载试验,顾名思义,是在桥梁上施加静态荷载,通过精密的测量设备,如位移计、应变计等,实时监测桥梁在荷载作用下的位移、应变等关键参数。这些参数的变化能够直观反映桥梁结构的承载能力和变形特性,为评估其实际使用状况提供科学依据。而动载试验,则是静载试验的重要补充。它通过在桥梁上施加动态荷载,如车辆行驶、人群走动等,激发桥梁的振动,并通过专业的振动测量设备,如加速度计、速度计等,捕捉桥梁的振动特性。这些振动数据能够揭示桥梁的动力性能和稳定性,对于评估桥梁在动态荷载作用下的安全性能至关重要。荷载试验法的优点在于其能够直接模拟桥梁在实际使用中的受力状态,从而更准确地评估其承载力<sup>[2]</sup>。同时,通过静载试验和动载试验的结合,可以全面、系统地了解桥梁的静力和动力性能,为桥梁的维护、加固和改造提供有力的数据支持。因此,荷载试验法在公路桥梁承载力评估中扮演着举足轻重的角色,是确保桥梁安全运营和延长使用寿命的关键手段。

## 2 公路桥梁承载力评估方法

### 2.1 规范检算法

规范检算法,作为公路桥梁承载力评估领域中的一项目核心技术,其理论基础坚实,且紧密依托于现行的桥梁工程规范与标准。该方法深入考虑了桥梁构件的多样材质性能、精确的结构尺寸、复杂的边界支承条件,以及因长期使用或外界因素导致的外观缺损程度。同时,它还全面纳入了交通荷载的实时大小与分布,确保评估的全面性和准确性。在规范检算法的实际应用中,首先会依据桥梁的实际情况,建立精确的力学计算模型。这一模型会充分考虑桥梁的几何形状、材料特性、支承方式等关键因素,为后续的承载力分析奠定坚实基础。随后,通过一系列严谨的理论计算公式,该方法会对桥梁在特定荷载作用下的应力、应变等关键力学指标进行量化分析,从而准确评估其承载能力。为了进一步提升评估的准确性,规范检算法创新性地引入了多个修正系数。桥梁检算系数用于考虑桥梁在使用过程中可能发生的性能退化;承载力恶化系数则反映了长期荷载作用、环境因素等对桥梁承载力的潜在影响;截面折减系数则考虑了桥梁构件因损伤、腐蚀等因素导致的截面减小;而活载修正系数则用于调整实际交通荷载与规范规定荷载之间的差异。这些系数的引入,使得规范检算法能够更真实地反映桥梁的实际承载状况。然而,尽管规范检算法具有诸多优势,但在实际操作过程中,部分修正系数的取值确实存在一定的主观性。这主要源于桥梁结构的复杂性、使用环境的多样性以及评估人员经验的差

异。因此,在实际应用中,评估人员需要结合桥梁的具体状况、历史维护记录以及现场检测结果,合理确定这些系数的取值,以确保评估结果的准确性和可靠性。同时,随着桥梁工程技术的不断进步和评估实践的日益丰富,规范检算法也将不断优化和完善,为公路桥梁的承载力评估提供更加科学、准确的工具。

### 2.2 可靠度分析法

可靠度分析法,作为桥梁工程领域中评估结构安全性的高级工具,其精髓在于将统计学概率理论与实际工程应用紧密结合。这一方法不仅深刻理解了桥梁结构在长期使用过程中所面临的种种不确定性,还巧妙地利用实测数据和统计分析手段,对结构的失效概率或可靠度指标进行了精确而全面的量化分析。在可靠度分析法的框架下,桥梁结构被视作一个由众多随机变量构成的复杂系统。这些随机变量涵盖了材料性能的波动、施工精度的差异、荷载的随机性以及环境因素的侵蚀等多个方面。为了准确捕捉这些不确定性的影响,可靠度分析法首先通过大量的实测数据和统计分析,建立了桥梁结构的概率可靠指标模型。这一模型能够全面反映桥梁结构在实际使用中的稳定性和安全性,为后续的评估工作奠定了坚实的基础。在实际应用中,可靠度分析法通过精细处理现场测试结果,深入挖掘了桥梁结构中客观存在的变异性。这些变异性可能源于材料的老化、构件的磨损、荷载的变化以及环境的侵蚀等多种因素。通过将这些变异性纳入概率可靠指标模型,可靠度分析法能够更真实地反映桥梁结构的实际状态,并为其安全性能的评估提供有力的数据支持。与传统的评估方法相比,可靠度分析法的优势在于其能够全面考虑桥梁结构中的不确定因素,并将这些因素以随机变量的形式纳入评估体系<sup>[3]</sup>。这不仅提高了评估的准确性和客观性,还使得评估结果更具说服力和可信度。此外,可靠度分析法还能够根据桥梁结构的实际情况,灵活调整评估参数和模型,以适应不同桥梁类型和评估需求。

## 3 公路桥梁承载力检测与评估体系构建

### 3.1 检测与评估流程设计:精细化管理的基石

检测与评估流程是公路桥梁承载力检测与评估体系的核心框架,它决定了整个评估工作的逻辑顺序和关键环节。首先,检测前准备是评估工作的基石。在这一阶段,需要全面收集桥梁的基本信息,包括设计资料、施工记录、历史维修记录等。同时,根据桥梁的类型、结构特点和使用环境,选择合适的检测方法和设备,并制定详细的检测方案。此外,还需对检测人员进行专业培训,确保他们熟悉检测流程、掌握检测技能。接下来是

现场检测阶段。在这一阶段，检测人员将按照既定的检测方案，对桥梁进行细致入微的检测。检测内容可能包括桥梁的外观检查、结构尺寸测量、材料性能测试以及荷载试验等。通过这些检测，可以获取桥梁的实际状态数据，为后续的数据处理与分析提供有力支持。数据处理与分析是评估工作的核心环节。在这一阶段，需要对现场检测获取的数据进行整理、清洗和校验，确保数据的准确性和完整性。然后，利用专业的分析软件或算法，对数据进行深入剖析，提取出反映桥梁承载力状况的关键指标。这些指标可能包括桥梁的位移、应变、振动频率等，它们能够直观地反映桥梁的承载能力和稳定性。最后，根据数据处理与分析的结果，编制评估报告。评估报告应详细阐述桥梁的承载力状况、存在的问题以及建议的维修加固措施。

### 3.2 检测与评估标准制定：确保评估结果准确性的关键

制定统一的检测与评估标准是确保评估结果准确性的关键所在。标准应涵盖检测方法的选择、评估指标的确定、评估等级的划分等多个方面，以确保评估工作的规范性和一致性。在检测方法的选择上，应充分考虑桥梁的类型、结构特点和使用环境等因素，选择最适合的检测方法。例如，对于钢筋混凝土桥梁，可以采用超声波检测、雷达检测等方法来评估其内部结构的完整性；对于钢桥，则可以采用磁粉检测、涡流检测等方法来检测其表面和内部的裂纹或腐蚀情况。评估指标的确定是评估工作的核心。应结合桥梁的实际使用情况，选择能够反映其承载力状况的关键指标。这些指标应具有明确的物理意义、易于测量和比较，并且能够与桥梁的承载能力直接相关。例如，可以选择桥梁的位移、应变、振动频率等指标作为评估其承载能力的关键指标。评估等级的划分则是评估工作的最终归宿。应根据评估指标的结果，将桥梁的承载力状况划分为不同的等级，如优秀、良好、一般、较差等。这样，不仅可以直观地反映桥梁的承载力状况，还可以为后续的维修加固决策提供依据。

### 3.3 信息化管理平台建设：提升管理效率的有力支撑

随着信息技术的飞速发展，信息化管理平台已成为提升公路桥梁承载力检测与评估效率的重要工具。通过建立信息化管理平台，可以实现检测与评估数据的实时采集、存储、分析和共享，从而大大提高管理效率。首先，信息化管理平台可以实现数据的实时采集。在现场检测过程中，检测人员可以通过移动设备或传感器将检测数据实时上传至平台。这样，不仅可以确保数据的及时性和准确性，还可以避免数据的丢失或篡改。其次，信息化管理平台可以实现数据的存储和管理。平台应提供强大的数据存储功能，能够容纳海量的检测与评估数据。同时，平台还应提供便捷的数据管理功能，如数据查询、数据导出、数据备份等，以满足不同用户的需求。此外，信息化管理平台还可以实现数据的分析和可视化。通过专业的分析软件或算法，平台可以对存储的数据进行深入剖析，提取出有价值的信息。同时，平台还可以将这些信息以图表、报告等形式进行可视化展示，使用户能够更直观地了解桥梁的承载力状况。最后，信息化管理平台可以实现数据的共享和协同工作。通过平台，不同部门、不同人员之间可以方便地共享数据和信息，实现协同工作。这样，不仅可以提高工作效率，还可以避免信息的重复采集和浪费。

### 结语

本文系统梳理了公路桥梁承载力的检测与评估方法，并提出了构建检测与评估体系的建议。未来研究应进一步探索新型检测技术和评估方法，提高评估的准确性和效率。同时，加强桥梁承载力的长期监测和预警机制建设，为桥梁的安全运营提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 别宗霖. 高速公路桥梁承载力不足的检测方法及加固措施[J]. 工程建设与设计, 2022, (07): 98-100.
- [2] 罗富愿. 不同影响因素对桥梁桩基承载力的影响分析[J]. 交通世界, 2023, (24): 163-166.
- [3] 郑宗鹤, 樊聪韬. 既有桥梁结构承载力检测及评估研究[J]. 科学技术创新, 2022, (14): 62-65.