

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用

吴云霞

六盘水市交通运输局

摘要：本文介绍了信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用。首先，阐述了公路桥梁周期性养护的挑战和重要性。然后，介绍了信息化监控技术的基本原理，包括传感器技术、数据传输等。探讨了该技术在桥梁结构监测和健康评估、养护过程监控和管理方面的具体应用。分析了信息化监控技术的优势和益处，如提高养护效率、实现精细化养护和优化决策。最后，展示了实际案例，并讨论了技术发展的挑战和未来趋势。本文可为信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用提供参考。

关键词：信息化；监控技术；公路桥梁；周期养护

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.072

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，承载着车辆和行人的交通需求。然而，长期以来，公路桥梁的安全性和可靠性受到了一些因素的挑战，如自然灾害、日常使用磨损以及结构老化等。为了确保公路桥梁的正常运行和使用寿命，周期性养护显得尤为重要。公路桥梁周期性养护是指定期对桥梁进行维护、检修和加固，以延长其使用寿命、提高安全性和减少故障率。然而，传统的养护方法存在一些局限性，如人工巡检耗时耗力、监测数据获取不全面、养护计划不精确等。因此，引入信息化监控技术成了解决这些问题的有效途径。信息化监控技术结合了传感器技术、数据传输和存储以及数据分析等方面的先进技术，可以实时监测桥梁的结构参数、裂缝和变形、应力和振动等关键指标。通过对大量数据的采集、处理和分析，可以实现桥梁结构的健康评估、养护计划的优化以及养护过程的监控和管理。这为公路桥梁的养护工作提供了全新的思路和方法，有助于提高养护效率、减少成本，并最终保障公路交通的安全和畅通。

一、公路桥梁周期性养护的挑战

（一）养护的重要性的目标

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，承担着车辆和行人的交通需求。然而，长期以来，公路桥梁面临着多种因素的挑战，如自然灾害、日常使用磨损以及结构老化等^[1]。这些因素可能导致桥梁结构的疲劳、裂缝、变形以及损伤，进而影响其安全性和可靠性。因此，周期性养护对于确保公路桥梁的正常运行、延长使用寿命以及提高安全性至关重要。

公路桥梁的周期性养护目标包括以下几个方面：

延长使用寿命：通过定期养护和维修，修复桥梁结构的损坏，延缓结构老化的过程，从而延长桥梁的使用寿命。

提高安全性：通过养护措施，消除桥梁结构的潜在安全隐患，减少事故发生的可能性，确保交通参与者的安全。

保障结构可靠性：定期检修和维护桥梁的各个组成部分，确保其结构的稳定性和可靠性，以应对日常使用和不可预见的负荷。

降低维护成本：通过定期维护和早期故障检测，及时发现和修复桥梁结构的问题，避免小问题演变为大问题，降低维护成本。

（二）养护过程中的挑战和难点

在实施公路桥梁周期性养护时，存在着一些挑战和难点，限制了传统养护方法的有效性和效率。以下是一些常见的挑战和难点：

养护计划的制定：制定养护计划需要考虑多个因素，包括桥梁的年龄、结构状况、交通流量以及预算等。确定最佳的养护时机和频率是一个复杂的问题。

监测数据获取的不足：传统养护方法主要依靠人工巡检，存在监测数据获取不足的问题。人工巡检需要大量的时间和人力资源，并且无法获得全面、实时的数据，导致对桥梁结构健康状况的评估不够准确。

故障检测和预警：传统养护方法对于故障的检测和预警能力较弱。一些潜在的结构问题可能在巡检时被忽略，只有当问题严重时才能被察觉，这可能导致养护反应的延迟和事故风险的增加。

养护成本和效率：传统养护方法往往存在着成本高和效率低的问题。人力资源的大量投入、养护材料和设备的费用以及交通中断带来的经济损失，都是造成成本增加和效率下降的因素。

数据管理和决策支持：大量的监测数据需要进行有效的管理和分析，以提供养护决策的支持。然而，传统的数据管理方法可能面临数据存储、处理和分析的困难，限制了养护决策的准确性和及时性。

针对这些挑战和难点，信息化监控技术的应用可以有效地解决问题。通过传感器数据采集、实时监测和数据分析，信息化监控技术提供了全面、精准的桥梁结构健康评估和养护管理。它可以实现桥梁结构的实时监测、故障预警和维护计划的优化，提高养护效率、降低成本，并最终提升公路桥梁的安全性和可靠性。

二、信息化监控技术的基本原理

（一）传感器技术和数据采集

信息化监控技术基于传感器技术，通过安装在桥梁结构上的传感器，实时采集桥梁的结构参数、裂缝和变形、应力和振动等关键指标^[2]。传感器可以是各种类型的，如应变传感器、加速度计、倾斜计、温度传感器等。这些传感器能够将桥梁的物理量转化为电信号，并通过数据采集系统进行采集和记录。

（二）数据传输和存储

采集到的桥梁监测数据需要进行传输和存储。数据传输可以通过有线或无线方式进行，如光纤、无线传感网络或互联网等。传输过程中需要考虑数据的稳定性和

实时性。一旦数据传输到中央服务器或云平台，就需要进行有效的存储和管理。大数据存储技术和数据库管理系统能够处理大量的监测数据，并确保数据的安全性和可访问性。

（三）数据分析和决策支持

信息化监控技术的关键在于对采集到的监测数据进行分析 and 处理。数据分析方法可以包括统计分析、模式识别、机器学习等。通过对数据的处理和分析，可以实现桥梁结构的健康评估和故障预警，识别结构异常行为和疲劳破坏的迹象。基于分析结果，可以制定合理的养护计划、修复方案和决策策略，以提高养护效率和决策的准确性。

此外，数据分析还可以用于建立预测模型和风险预估，通过对历史数据和趋势分析，预测桥梁未来的结构状况和性能，提前采取措施避免潜在故障和事故的发生。

三、信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用

（一）结构监测和健康评估

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中发挥着重要作用，通过实时监测和健康评估，提供桥梁结构的状态信息，有助于制定有效的养护策略。

1. 桥梁结构参数监测

信息化监控技术利用传感器监测桥梁的结构参数，如应变、位移、振动等。通过对这些参数的连续监测和记录，可以了解桥梁的结构行为和响应，识别可能存在的问题。例如，应变传感器可以监测桥梁构件的应力情况，以评估结构的承载能力和健康状况。

2. 裂缝和变形监测

桥梁的裂缝和变形是常见的结构问题，可能导致桥梁的损伤和不安全。信息化监控技术可以利用视觉传感器、激光扫描等技术实时监测桥梁表面的裂缝和变形情况。这些监测数据可以用于评估桥梁的结构完整性和变形情况，及时发现潜在的结构问题，采取相应的养护措施。

3. 应力和振动监测

除了结构参数监测和裂缝变形监测，信息化监控技术还可以通过应力传感器和振动传感器对桥梁的应力和振动进行监测。应力监测可以帮助评估桥梁承载能力和结构安全性，而振动监测可以检测桥梁的自然频率和共振现象，识别结构异常和潜在故障。

4. 健康评估方法和指标

在信息化监控技术中，健康评估是一个关键的步骤，用于判断桥梁结构的整体健康状况。健康评估方法可以基于监测数据进行，结合相关的指标和标准，对桥梁进行定量评估。常用的健康评估指标包括结构位移、应变变化、振动频率变化等，通过与预先设定的健康阈值进行比较，确定桥梁的健康状态，并提供相应的养护建议和决策支持。

通过综合应力、振动、位移等监测数据，结合健康评估方法和指标，信息化监控技术可以全面评估桥梁的结构健康状况，提供准确的养护建议和决策支持。这些

应用可以提高桥梁养护的效率和准确性，延长桥梁的使用寿命，并确保公路桥梁的安全性和可靠性。

（二）养护过程监控和管理

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中，还可以应用于养护过程的监控和管理，提高养护效率和资源利用效率。

1. 养护计划和任务管理

信息化监控技术可以帮助制定养护计划和任务管理。基于桥梁的实时监测数据和健康评估结果，可以优化养护计划，确定养护的频率、内容和时机^[3]。养护任务可以根据桥梁的结构状态和养护需求进行安排，确保养护工作的及时性和有效性。通过信息化监控技术，可以实现养护计划的动态调整和任务的实时监控，提高养护工作的精确性和响应性。

2. 资源调度和使用效率

养护过程中，资源的调度和使用效率对于提高养护效果和降低成本非常重要。信息化监控技术可以通过实时数据分析，帮助优化资源调度。例如，根据桥梁的健康状况和维修需求，合理分配人力、设备和材料资源，提高资源的利用效率和养护工作的执行效果。

此外，信息化监控技术还可以实现资源的远程监控和管理。通过远程数据传输和云平台，可以监测养护设备的运行状态和维护需求，及时发现故障并进行维修。这种远程监控和管理方式可以减少人力资源的消耗，提高维护效率和响应速度。

3. 养护质量控制

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中还可以用于养护质量的控制。通过实时监测桥梁的结构参数和健康状态，可以评估养护工作的效果和质量。例如，监测桥梁的应力、振动等参数可以验证养护后结构的稳定性和安全性。如果在养护过程中发现质量问题或存在缺陷，可以及时采取纠正措施，确保养护质量达到预期目标。

4. 实时监控和远程管理

信息化监控技术可以实现桥梁的实时监控和远程管理。通过传感器和数据传输技术，可以实时获取桥梁的监测数据，并将数据传输到中央服务器或云平台进行处理和分析。相关人员可以通过远程访问这些数据，对桥梁的状态进行实时监控和管理。这种实时监控和远程管理能够及时发现桥梁的异常行为和故障，提前采取相应的措施进行修复和维护，减少事故的发生概率，提高公路桥梁的安全性和可靠性。

此外，实时监控和远程管理还可以减少人员巡检的工作量和风险。传统上，人工巡检桥梁需要耗费大量的人力和时间，同时也存在一定的安全风险。通过信息化监控技术，可以实现对桥梁的自动化监测，减少人员巡检的频率和范围，同时提高监测的准确性和效率。

四、信息化监控技术的优势和益处

（一）提高养护效率和减少成本

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中具有显著的优势和益处。首先，它可以提高养护工作的效率。通过实时监测和远程管理，养护人员可以及时获取桥梁的

状态信息，快速发现问题和潜在故障，减少巡检和维护的时间成本。同时，通过优化养护计划和资源调度，养护工作可以更加精确地安排和执行，提高工作效率。

其次，信息化监控技术可以降低养护成本。通过精确的结构监测和健康评估，可以实现预防性维护，及时采取小规模修复措施，避免大规模的修复和更高成本的维护工作。此外，通过优化资源调度和使用效率，避免资源的浪费和重复投入，可以降低养护的成本。

（二）实现精细化养护和预防性维护

信息化监控技术还可以实现桥梁的精细化养护和预防性维护。通过实时监测和健康评估，可以获取桥梁的精确状态信息，了解结构的行为和健康状况。基于这些信息，可以制定精确的养护计划和任务管理，有针对性地进行维护和修复工作，提高养护的效果和质量。

同时，信息化监控技术可以实现预防性维护。通过连续的监测和数据分析，可以识别桥梁结构的潜在问题和劣化趋势，预测结构的寿命和性能下降，提前采取修复和维护措施，避免意外事故的发生。这种预防性维护可以延长桥梁的使用寿命，减少紧急维修和突发事件的频率，降低运营和维护的风险和成本。

（三）提升安全性和可靠性

信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中可以显著提升桥梁的安全性和可靠性。通过实时监测和健康评估，可以及时掌握桥梁的结构状态和健康状况，发现潜在的结构问题和安全隐患。这使得养护人员能够及早采取措施，修复和维护可能引发事故的部件，保证桥梁的安全运行。

此外，通过应力、振动和位移等数据的监测和分析，可以预测桥梁的寿命和性能下降趋势，避免因结构失效而导致的意外事故发生。定期进行结构健康评估和维护工作，可以延长桥梁的使用寿命，提高其可靠性和耐久性。

（四）数据驱动的决策和优化

信息化监控技术提供了大量的监测数据和结构健康信息，这为决策和优化提供了有力支持。通过对监测数据的分析和处理，可以获得桥梁的状态诊断、性能评估和健康预测等关键信息。基于这些数据，决策者可以制定科学的养护计划和决策策略，合理分配资源和优化养护工作。

数据驱动的决策和优化还可以通过机器学习和人工智能等技术实现自动化和智能化的决策支持系统。这些系统可以根据历史数据和实时监测数据，进行模式识别、异常检测和预测分析，为养护决策提供准确的建议和优化方案。这样可以提高养护决策的准确性和效率，降低人为因素的干预。

五、案例分析

在某地的公路桥梁周期性养护中，信息化监控技术被成功应用。通过安装传感器和数据采集设备，实时监测了桥梁的结构参数，如应力、振动、裂缝和变形等。例如，在该案例中，通过传感器记录的数据显示，桥梁

的应力在工作日的交通高峰时段达到峰值，表明桥梁在承受交通负荷时受到较大的应力影响。

这些监测数据通过无线传输方式传送到中央服务器。在养护过程中，养护人员可以通过远程访问服务器，获取桥梁的监测数据。通过数据分析和健康评估，可以精确地判断桥梁的结构状况和健康状态。例如，根据振动数据的分析，发现桥梁的振动频率逐渐增加，提示可能存在结构松动的问题，需要及时进行检查和加固。

另一个具体的应用实例是在一座大型桥梁的养护过程中。通过信息化监控技术，安装了传感器和数据采集系统，实时监测了桥梁的结构参数和环境条件，如温度、湿度等。例如，在该案例中，传感器记录的数据显示，桥梁在高温天气下，某一支点的温度超过了安全范围，提示可能存在温度膨胀导致的结构变形问题。

监测数据通过有线传输方式传送到中央服务器。在养护计划和任务管理方面，信息化监控技术为养护人员提供了实时的数据支持。根据桥梁的监测数据和历史维护记录，养护人员可以制定详细的养护计划，并合理安排维护任务的优先级和周期。例如，根据温度数据的分析，养护人员可以确定在高温季节加强桥梁的冷却措施，以避免温度引起的结构损坏。

六、结论

通过对信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用进行阐述和分析，可见信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中具有重要的应用价值。通过传感器技术和数据采集，可以实时监测桥梁的结构参数、裂缝、变形、应力和振动等情况。这些数据通过传输和存储系统，提供给养护人员进行数据分析和决策支持。信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中的应用涵盖了结构监测和健康评估，养护过程监控和管理等方面。通过实时监测和健康评估，可以及时发现潜在问题，采取维护措施。在养护过程监控和管理方面，可以帮助制定养护计划、资源调度和养护质量控制等。信息化监控技术在公路桥梁周期性养护中具有诸多优势和益处，包括提高养护效率、降低成本、提升安全性和可靠性，以及数据驱动的决策和优化。未来，信息化监控技术在公路桥梁养护中的应用将进一步发展。随着科技进步，人工智能和大数据分析算法可以提供更精确的结构健康评估和预测，虚拟现实和增强现实技术可以提供更直观、交互式的桥梁监测和可视化。这些发展将进一步提升养护工作的效率和质量，确保公路桥梁的安全性和可靠性。

参考文献

- [1] 黄建云. 信息化监控技术在高速公路桥梁周期性养护中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2022, No. 468 (14): 131-133.
- [2] 杨航. 信息化监控技术在公路桥梁养护中的应用[J]. 数据通信, 2022, No. 207 (02): 52-54.
- [3] 杨志坚. 信息化监控技术在公路桥梁养护中的应用[J]. 西部交通科技, 2019, No. 145 (08): 94-96.