

路基弯沉检测数据异常识别与处理方法探讨

黎 轩

湖北交通工程检测中心有限公司 湖北 武汉 430200

【摘要】：路基弯沉检测是评价路基质量和结构安全性的主要手段，但在实际检测过程中，常常会遇到数据异常问题，这些异常数据如果不及时识别和处理，可能会影响最终的检测结果和路基的安全评估。本文探讨了路基弯沉检测数据异常的类型、原因及其影响，并提出了一些有效的异常识别与处理方法，包括基于数据分析和算法的识别方法以及修正技术。通过对比不同处理方法的效果，验证了方法的可行性和实用性，为路基弯沉检测的精度提升和数据准确性保障提供了参考。

【关键词】：路基弯沉；数据异常识别；数据处理方法；检测精度；工程安全

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.077

路基弯沉作为检测路基结构状态和稳定性的重要指标之一，广泛应用于各类道路和铁路工程的安全评估中。由于检测环境的复杂性与数据采集设备的限制，完成检测数据往往会受到噪声、干扰等因素的影响，产生异常值。如果这些异常数据未能及时识别并处理，可能导致对路基质量的不准确评估，甚至影响工程的长期安全运行。因此，如何有效地识别和处理路基弯沉检测数据中的异常，已成为当前道路工程质量控制中的一个重要课题。为此，本文提出了针对不同类型数据异常的识别与处理策略，旨在提升检测数据的准确性和可靠性，确保工程质量的精确评估。

1 路基弯沉监测数据异常的类型与成因

路基弯沉检测数据异常的类型和成因主要来源于多个因素，包括检测设备的误差、环境因素的影响以及数据处理过程中的人为因素。在实际的检测过程中，弯沉数据的异常通常表现为偏离正常范围的数值波动、极端值或数据缺失等。这些异常数据常常是由于传感器设备的故障、测量角度不合适或设备校准不准确等原因引起的。检测设备的精度限制和使用中的维护不足，都可能导致其在高频次的测量过程中出现不一致或失真，进而影响数据的准确性。环境因素对弯沉检测数据的影响也不可忽视。温度、湿度、风力以及地质条件的变化，都可能导致弯沉数据的波动。尤其在湿度较高或温差较大的地区，路基结构会因受热膨胀或受湿收缩而产生变化，这些自然因素与路基本身的变形会共同作用，导致弯沉数据的异常^[1]。在检测过程中，如何有效排除外界环境因素的干扰，成为确保数据准确性的关键。

人为因素也是数据异常的重要成因之一。在数据采集和处理阶段，操作人员的经验不足或操作不当，可能导致数据记录错误或偏差。未按规定的测量点进行检测、数据读取不规范等都会引发异常。数据传输过程中，信号传输的不稳定也可能导致信息丢失或误读，进而影响后续的分析和判断。这些异常数

据如果不及时识别与处理，容易对检测结果产生负面影响，甚至可能导致错误的路基安全评估。正确理解弯沉检测数据异常的来源，有助于为后续的数据处理和分析提供针对性的解决方案，从而保证路基质量的准确评估。

2 数据异常识别技术与方法

数据异常识别技术的核心在于通过合理的算法和方法从大量检测数据中准确识别出异常值，确保数据的有效性和可靠性。完成检测数据的异常识别可以通过多种技术手段实现，其中常见的包括统计分析法、机器学习法和信号处理法等。统计分析法是一种经典的数据异常识别方法，基于数据的统计特性进行异常值判断。常用的技术包括标准差法、箱型图法和分位数法等。这些方法通过计算数据的均值和标准差，或者利用数据的分布情况来判断是否存在偏离正常范围的数据点。当某些数据点超出了设定的阈值时，便可判定为异常数据。标准差法会根据数据集的均值和标准差，设定一个合理的容差范围，若数据超出该范围，便视为异常。这种方法操作简单，适用于数据量不大、数据分布相对稳定的情况。

机器学习方法在数据异常识别中逐渐获得应用，特别是在数据量大且异常类型复杂的情况下。基于监督学习的算法，如支持向量机（SVM）、决策树和随机森林等，能够通过训练已有的正常数据集，构建模型来识别新数据的异常。这些方法通过对历史数据的学习，建立正常模式的特征，并根据这些特征判断新数据是否符合正常模式^[2]。非监督学习方法，如聚类算法和主成分分析（PCA），则通过对数据的内在结构进行建模，自动发现数据的异常情况，不依赖于标注数据。这些方法能够有效识别复杂的数据模式，尤其适用于异常数据不明显或者数据量较大的情形。

信号处理方法则通过对数据进行频域分析、滤波等操作，去除噪声和干扰，从而提取出有意义的信号。这些方法主要用于处理弯沉检测过程中，由于外界干扰或传感器误差引起的噪

声。常见的信号处理方法包括小波变换、傅里叶变换和卡尔曼滤波等。这些技术通过对检测信号的分析，能够有效地过滤掉无关的噪声和误差，从而提高数据的准确性。尤其在长时间或大范围的弯沉监测中，信号处理技术能够起到至关重要的作用。在实际应用中，这些技术往往需要结合使用。通过多种技术手段的互补，能够更加精准地识别出弯沉检测中的数据异常，保证检测结果的可靠性，并为后续的数据处理和决策提供有力支持。

3 异常数据处理与检测精度提升策略

在面对检测过程中出现的异常数据时，采取合适的处理方法至关重要，这不仅关系到数据的准确性，还直接影响到弯沉检测结果的精度。异常数据处理的核心目标是通过各种技术手段修正或替代不可靠的数据，以确保分析结果更加真实、可靠。处理这些异常数据的方法包括数据插补、数据平滑、异常值剔除和重校准等。数据插补技术通常用于填补检测过程中缺失的数据，常用的插补方法有线性插值、拉格朗日插值和基于模型的插值等。在线性插值方法中，通过已知数据点之间的线性关系，推算出丢失点的数值；而基于模型的插补方法则通过构建合适的数学模型，对缺失数据进行估算。通过这种方式，可以在不损失数据连续性的前提下，弥补检测过程中可能产生的数据空白，提高后续数据分析的完整性和准确度。

另一种常见的处理方法是数据平滑，它旨在减少数据中的噪声和不规则波动，使得弯沉曲线更加平滑。常见的数据平滑方法包括移动平均法、指数平滑法以及高斯滤波等^[3]。通过这

些方法，可以有效消除由于传感器精度限制或环境干扰造成的短期波动，获得更加平稳的数据趋势，从而提升检测精度。在异常值剔除方面，采用的是根据数据的统计特性判断哪些数据点明显偏离正常范围，进而去除这些不符合常规的数据。这一方法依赖于异常值识别技术，例如基于标准差的判定，或通过机器学习模型识别出的异常数据进行剔除。剔除这些异常数据后，能够保证剩余数据的代表性和有效性，从而避免异常数据对分析结果产生误导。

重校准技术则是在发现测量误差或设备问题时，及时对检测仪器进行重新校准，从而确保后续检测数据的准确性。重校准通常通过比对标准检测值与实际测量值之间的差异，调整设备参数，消除因设备偏差引起的数据误差。这些异常数据处理技术的有效结合，能够显著提升弯沉检测的精度。通过修正和优化原始数据，检测结果将更加准确，工程质量评估也因此更加可靠。采用这些方法后，检测系统的容错性和鲁棒性得到提高，即使在数据存在异常的情况下，依然能够保持较高的准确性。

4 结语

数据异常识别与处理是提高路基弯沉检测精度的关键环节。通过采用统计分析、机器学习及信号处理等方法，能够有效识别并修正异常数据，从而保障数据的准确性和可靠性。随着技术的不断发展，异常数据处理手段的不断完善将进一步推动路基检测技术的进步，为工程安全评估提供更加精准的依据。

参考文献：

- [1] 谭伟明.基于落锤式弯沉仪的路基表面弯沉试验技术分析[J].北方建筑,2025,10(05):135-138.
- [2] 吕鹏.重载交通路段路基路面设计及验算分析[J].工程技术研究,2025,10(19):187-189.
- [3] 肖瑞.公路项目路基回弹模量的检测方法对比分析[J].交通科技与管理,2025,6(19):84-86.