

工程变形监测中的误差来源与修正方法

牛俊杰

宁夏建筑设计研究院有限公司 宁夏 银川 750002

摘要：工程变形监测是确保工程结构安全的重要手段，其精度和可靠性直接影响到工程的安全评估和维护决策。然而，在变形监测过程中，由于各种因素的影响，误差难以避免。本文旨在系统分析工程变形监测中的误差来源，并提出相应的修正方法，以提高监测数据的准确性和可靠性。

关键词：工程变形监测；误差来源；修正方法；仪器误差；人为误差；系统误差

引言

工程变形监测是通过专业仪器和技术手段对工程结构在荷载和环境因素作用下的变形情况进行持续观测和分析的过程。变形监测数据对于评估工程结构的稳定性和安全性具有重要意义。然而，由于仪器精度、人为操作、环境因素等多种原因，监测数据中往往存在误差。因此，研究工程变形监测中的误差来源及其修正方法，对于提高监测精度和保障工程安全具有重要价值。

1 工程变形监测中的误差来源

1.1 仪器误差

在工程变形监测中，误差的来源多种多样，其中仪器误差作为最为常见且关键的一环，对监测结果的准确性有着不可忽视的影响。首先，仪器精度限制是仪器误差的一个重要组成部分。测量仪器在设计时，其精度和分辨率就存在一定的局限性。这种局限性导致在实际测量过程中，即使操作完全正确，测量结果也会与真实值存在一定的偏差。这种偏差是仪器本身固有的，无法通过技术手段完全消除，但可以通过选择更高精度的仪器来减小。其次，仪器老化与磨损也是导致误差的一个重要因素。随着使用时间的增长，仪器内部的零部件会因为磨损、疲劳等原因而发生变化，进而影响其测量性能。此外，如果仪器在存放过程中没有得到妥善的保养和维护，也可能因为受潮、腐蚀等原因导致性能下降。这种由于长期使用或存放不当导致的仪器性能下降，会直接影响到测量结果的准确性^[1]。再者，仪器校准不当也是造成误差的一个重要原因。校准是确保仪器测量准确性的重要手段，但如果校准方法不正确或者校准周期过长，都会导致仪器误差的产生。例如，如果校准标准器本身存在误差，或者校准过程中没有严格按照操作规程进行，那么校准后的仪器仍然会存在一定的误差。此外，如果仪器在使用过程中发生了较大的温度变化或者受到了强烈的震动等外部因素的影响，也可能导致校准

失效，从而产生误差。

1.2 人为误差

在工程变形监测中，人为误差是另一个不容忽视的重要误差来源，它主要源于操作人员的技能水平、工作态度以及心理状态等多个方面。首先，操作不当是人为误差的常见形式之一。这包括读数错误、记录错误以及操作程序错误等。例如，在读取测量数据时，如果操作人员未能准确对齐刻度或未能准确读取小数点后的位数，就可能导致测量结果的偏差。同样，在记录数据时，如果记录错误或遗漏了关键信息，也会对后续的监测分析产生不利影响。这些操作上的不当，往往源于操作人员对测量仪器的不熟悉或对操作流程的不了解。其次，主观臆断也是导致人为误差的一个重要原因。一些经验不足的操作人员，在面对复杂的监测任务时，可能会过于依赖自己的感觉或经验进行判断，而忽视了科学的方法和标准。这种主观臆断的做法，往往会导致测量结果的偏差，甚至可能引发严重的安全事故。因此，加强操作人员的培训和技能提升，是提高监测准确性的重要途径。再者，疏忽大意也是造成人为误差的一个不可忽视的因素。长时间的工作、疲劳或思想不集中，都可能导致操作人员在工作中出现失误。例如，在监测过程中未能及时更换磨损的部件、未能定期检查测量仪器的性能等，都可能因为疏忽大意而引发误差。为了降低这种误差，需要合理安排工作时间、提高操作人员的责任心和注意力，以及加强对监测过程的监督和管理。

1.3 系统误差

首先，环境因素的影响是系统误差的主要来源之一。在工程变形监测过程中，测量仪器和传感器往往暴露在多变的环境中，如温度、湿度、风力等自然条件的波动都可能对测量结果产生显著影响。例如，温度变化可能导致仪器内部的物理参数发生变化，进而影响其测量精度。湿度变化则可能引发仪器内部元件的腐蚀或受

潮,导致测量性能下降。风力等气象条件的变化也可能对测量设备产生物理干扰,引入额外的误差。为了降低这些环境因素的影响,需要采取一系列措施,如将测量设备安装在稳定的环境中,使用温度、湿度等环境参数补偿技术等。其次,测量方法的不当也是导致系统误差的重要原因。在工程变形监测中,选择合适的测量方法和数据处理方法至关重要。如果测量方法本身存在缺陷,或者数据处理过程中存在偏差,都可能导致测量结果的误差^[2]。例如,如果采用的测量方法未能充分考虑被测对象的物理特性和变形模式,就可能导致测量结果的偏差。同样,如果数据处理过程中未能准确识别并剔除异常数据,或者未能正确应用数学模型进行数据处理,也可能引入额外的误差。为了降低这种误差,需要深入研究被测对象的物理特性和变形模式,选择合适的测量方法和数据处理方法,并加强数据质量控制和异常数据识别。

2 工程变形监测中的误差修正方法

2.1 提高测量设备精度

首先,选用高精度仪器是确保监测精度的关键。在工程变形监测中,我们应优先考虑使用那些具有高精度和高稳定性的测量仪器。例如,全站仪作为一种常用的测量工具,其测量精度和稳定性都相对较高,能够满足大多数工程变形监测的需求。此外,随着技术的不断发展,激光扫描仪等新型测量仪器也逐渐被广泛应用于工程变形监测中。这些新型仪器不仅具有更高的测量精度,还能够实现三维立体测量,为工程变形监测提供了更为全面和准确的数据支持。然而,仅有高精度仪器并不足以确保监测结果的准确性。定期对测量仪器进行校准和维护同样至关重要。校准是确保仪器精度的关键步骤,它能够通过调整仪器的内部参数来消除因长期使用或环境因素导致的误差。因此,我们应定期对测量仪器进行校准,确保其精度和稳定性始终保持在较高水平。同时,仪器的维护也是不可忽视的一环。在使用过程中,仪器可能会受到各种因素的影响,如灰尘、湿气等,这些因素都可能对仪器的性能产生影响。因此,我们需要定期对仪器进行清洁和维护,确保其处于良好的工作状态。此外,为了提高测量设备的精度,我们还可以采取一些其他措施。例如,在测量过程中,我们可以采用多次测量取平均值的方法来减小随机误差的影响。同时,我们还可以利用先进的数据处理技术,如滤波、拟合等,对测量数据进行进一步的处理和分析,以提高监测结果的准确性和可靠性。

2.2 加强人员培训与管理

首先,提高操作技能是减少人为误差的核心。通过系统的培训和实践,操作人员可以深入理解测量仪器的原理、操作方法及注意事项,从而在实际操作中更加得心应手。培训可以涵盖理论知识的学习、仪器操作的演练以及模拟测量环境的实践,使操作人员在面对复杂多变的监测任务时,能够迅速准确地完成测量工作。此外,定期的复训和技能考核也是保持操作人员技能水平的有效手段,能够及时发现并纠正操作中的不足,确保测量工作的持续高精度。其次,建立管理制度是确保测量工作规范化和标准化的重要保障。完善的测量管理制度应明确测量流程、操作规范和注意事项,为操作人员提供清晰的工作指南。这包括测量前的仪器检查与校准、测量过程中的数据记录与处理、以及测量后的数据审核与分析等环节。通过制定详细的操作手册和流程图,操作人员可以更加清晰地了解每一步操作的要求和步骤,从而有效避免操作失误和人为误差^[3]。同时,管理制度还应包括质量监控和反馈机制,以便及时发现并纠正测量过程中的问题,确保测量结果的准确性和可靠性。在实施加强人员培训与管理的过程中,还需注重团队合作和沟通。通过定期的团队建设活动和经验分享会,操作人员可以相互学习、共同进步,形成积极向上的工作氛围。同时,良好的沟通机制也能够确保测量工作中的信息流通顺畅,及时解决遇到的问题,提升整体工作效率和监测精度。

2.3 环境因素监测与修正

在工程变形监测中,环境因素对测量结果的影响不容忽视。为了有效减少这种影响,提高监测精度,需要对环境因素进行实时监测与修正,并采用相应的环境补偿技术。首先,实时监测与记录环境因素是确保测量准确性的基础。在工程现场,温度、湿度、风力等环境因素的变化都可能对测量仪器和测量结果产生影响。因此,需要使用专业的环境监测设备,如温湿度传感器、风速计等,对现场的环境因素进行实时监测和记录。这些监测数据不仅可以用于后续的数据分析和处理,还可以作为修正测量结果的依据。其次,采用环境补偿技术是进一步提高测量精度的有效手段。环境补偿技术是一种通过测量和计算环境因素对测量结果的影响,从而对测量结果进行修正的方法。例如,温度补偿技术就是根据环境温度的变化,对测量仪器进行相应的调整,以消除温度对测量结果的影响。这种技术可以显著提高测量结果的稳定性和准确性,特别是在环境温度变化较大的情况下。

2.4 优化测量方法与技术手段

在工程变形监测领域,优化测量方法与技术手段是提升监测效率和精度的核心策略。这一策略的实施,旨在根据工程实际情况和测量要求,选择最适合的测量方法,并引入先进技术手段,以确保监测结果的准确性和可靠性。首先,选择合适的测量方法是确保监测精度的关键。在工程变形监测中,不同的测量方法适用于不同的场景和要求。因此,需要根据工程的具体情况,如监测对象的特性、监测范围的大小、监测精度的要求等,来选择合适的测量方法。例如,对于大型工程的变形监测,我们可以采用全站仪、激光扫描仪等高精度测量仪器,结合三维测量技术,以获取更全面、准确的变形数据。而对于一些特定区域的微小变形监测,我们可能需要采用更为精细的测量方法,如光纤传感测量技术等。其次,引入先进技术手段是提高监测效率的重要手段。随着科技的不断发展,许多先进技术手段被广泛应用于工程变形监测中。例如,GPS定位技术不仅可以实现全天候、实时、高精度的定位测量,还可以提供丰富的时空信息,为工程变形监测提供了强有力的支持^[4]。遥感测量技术则能够在较大范围内快速获取地表变形信息,为工程变形监测提供了更为广阔的视野。这些先进技术手段的引入,不仅提高了监测效率,还使得监测结果更加准确、可靠。

2.5 数据处理与分析

在工程变形监测的数据处理与分析阶段,一系列严谨而细致的操作对于确保监测结果的准确性和可靠性至关重要。这一过程涵盖了数据清洗与变换、统计分析以及模型建立与验证等多个环节。首先,数据清洗与变换是数据处理的基础步骤。原始数据中往往包含异常值、噪声等不利因素,这些都会对后续的分析造成干扰。因此,我们需要对数据进行彻底的清洗,去除这些不利因素,确保数据的纯净性。同时,为了减小偏态和尺度效应对分析结果的影响,我们还需要对数据进行适当的变换,如对数变换、Box-Cox变换等,以改善数据的分布

特性,为后续分析创造有利条件。其次,统计分析是理解数据分布和变化趋势的重要手段。在这一步骤中,我们利用统计分析方法,如计算平均值、方差、相关性等指标,来揭示数据的内在规律和特征。这些统计指标不仅可以帮助我们直观地了解数据的分布情况,还可以为我们提供关于数据变化趋势的线索,为后续的数据建模和分析提供有力支持。最后,模型建立与验证是数据处理与分析的核心环节。在这一步骤中,根据工程变形监测的实际需求,建立数学或物理模型来描述变形行为。这些模型可以是基于统计学的回归模型、时间序列模型等,也可以是基于物理原理的有限元模型、弹性力学模型等。在模型建立后,还需要通过高精度测量方法对模型进行验证,以确保模型的准确性和可靠性。这一验证过程不仅可以帮助我们评估模型的预测能力,还可以为我们提供关于模型改进和优化的方向性指导。

结语

工程变形监测中的误差来源多种多样,包括仪器误差、人为误差和系统误差等。为了提高监测数据的准确性和可靠性,需要从提高测量设备精度、加强人员培训与管理、环境因素监测与修正、优化测量方法与技术手段以及数据处理与分析等多个方面入手。未来,随着测量技术的不断发展和完善,工程变形监测的精度和可靠性将进一步提高,为工程安全提供更加有力的保障。

参考文献

- [1]唐玲.深基坑工程变形监测技术及应用研究[J].工程技术研究,2024,9(13):57-59.
- [2]周海峰,李海文.高层建筑基坑工程变形监测探讨[J].绿色环保建材,2021,(07):151-152.
- [3]田海浪.城市轨道交通工程变形监测测量精度分析[J].门窗,2018,(01):203.
- [4]刘鹏鹏.基于基坑工程的变形监测点位测量精度研究[J].科技与创新,2023,(07):106-108.