

Discussion on the Error Control Measures of Leveling Measurement

Jilin Chen

Hunan First Institute of Surveying and Mapping, Changsha, Hunan, 410004, China

Abstract

As a crucial part of the modern surveying field, leveling is widely used in civil engineering, geographic surveying and mapping, construction and other fields. However, in the actual measurement process, due to the influence of various factors, it is difficult to avoid errors, affecting the accuracy and reliability of the measurement results. Therefore, this paper aims to explore the error control measures of leveling to improve the accuracy and credibility of measurements.

Keywords

leveling; error; control measures

探讨水准测量的误差控制措施

陈积林

湖南省第一测绘院, 中国·湖南长沙 410004

摘要

水准测量作为现代测量领域中至关重要的一部分, 广泛应用于土木工程、地理测绘、建筑等领域。然而在实际测量过程中, 由于各种因素的影响, 难以避免会出现误差, 影响测量结果的准确性和可靠性。因此, 论文旨在探讨水准测量的误差控制措施, 以提高测量的精确度和可信度。

关键词

水准测量; 误差; 控制措施

1 引言

水准测量作为地理信息获取和工程测量领域中的重要技术手段, 广泛应用于建筑、道路、桥梁等基础设施工程以及地理测绘等领域。其结果不仅直接关系到工程质量和数据准确性, 还在地质灾害预警、海平面变化监测等方面具有重要意义。然而, 多种因素的影响, 水准测量过程中难以避免地出现误差, 这些误差可能会在数据分析和工程决策中产生显著影响。因此, 有效的误差控制措施对于提高测量结果的精确性和可靠性具有重要意义。论文旨在深入探讨水准测量的误差控制措施, 通过系统性的分析和实例验证, 旨在为工程和科学领域的从业人员提供关于如何优化水准测量流程以提高数据质量的指导, 从而更好地满足精确测量的需求。

2 误差控制的理论基础

2.1 精度、精密度与可靠度的概念

精度、精密度与可靠度是评价测量结果质量的核心概

念。精度指测量结果与实际值之间的接近程度, 高精度意味着测量结果更接近真实值。而精密度则关注同一测量值在多次测量中的重复性, 高精密度表示多次测量结果之间的差异较小。可靠度则强调测量结果的稳定性和一致性, 即不受随机误差和系统误差的大幅影响。

2.2 常用误差表示方法

在误差控制过程中, 准确地表示和量化误差是至关重要的。常用的误差表示方法包括绝对误差、相对误差、标准偏差和均方根误差等。绝对误差直接表示测量结果与实际值之间的差距, 是一种直观的误差度量方式。相对误差则将绝对误差与实际值相对比, 通常以百分比形式表示, 更便于不同测量结果的比较。标准偏差是衡量测量数据集合离散程度的指标, 标准偏差越小, 数据集合越稳定。均方根误差综合考虑了测量数据的偏差和离散程度, 能更全面地反映数据的误差特征。这些误差表示方法在水准测量中具有广泛应用, 有助于分析不同误差来源的贡献, 从而有针对性地进行误差控制^[1]。

2.3 数据处理与不确定性考虑

误差控制不仅限于测量阶段, 数据处理也是确保测量

【作者简介】陈积林(1988-), 男, 中国湖南衡阳人, 本科, 助理工程师, 从事测绘相关研究。

结果准确性的关键步骤。数据处理过程中的不确定性要素需要充分考虑。不确定性可能来自多个方面,包括测量仪器精度、环境条件波动、数据采样频率等。在数据处理中,采用适当的统计方法来量化不确定性是必要的,如通过置信区间和概率分布等方式来表示数据的不确定性范围。此外,对于异常数据的处理也是数据处理的重要组成部分。异常数据可能会严重影响测量结果的准确性和可靠性。

3 水准测量误差来源与分类

3.1 仪器误差

制造精度与校准:水准测量仪器(见图1)作为测量的工具,其制造精度直接影响着测量结果的准确性。仪器制造过程中的加工工艺和质量控制将会在一定程度上决定仪器的精度水平。然而,即便在制造过程中做到高精度,也难以避免因为各种原因导致仪器存在一定的系统误差。因此,定期对水准仪进行校准显得至关重要。校准可以通过与已知高程点进行对比,从而确定仪器的系统误差,并进行补偿,以提高测量结果的准确性。



图1 水准测量仪器

仪器老化影响:随着使用时间的增长,水准仪器的各个部件可能会因为磨损、老化等原因发生变化,从而引入新的误差。仪器老化可能导致仪器的读数偏差、光学系统的变化等问题,影响测量结果的稳定性和可靠性。定期维护和检修是减小仪器老化影响的重要手段,通过定期检查和必要的维修,可以保持仪器的工作状态,减少老化引起的误差。

3.2 环境条件误差

大气压力变化:大气压力的变化会影响气压高度计的读数,进而影响测量结果的准确性。气压高度计是水准测量中常用的仪器之一,它通过测量气压变化来间接测定高程变化。然而,由于大气压力的变化导致气压高度计读数的变化,可能引入额外的误差。因此,在测量过程中需要实时监测气压变化,并对测量数据进行修正,以提高测量结果的可靠性。

温度与湿度波动:温度和湿度的波动同样会对水准仪器的性能产生影响。例如,温度的变化可能导致仪器的材料膨胀或收缩,进而影响仪器的精度。湿度的变化可能影响仪器的光学系统,导致光学元件的折射率变化。这些环境条件的波动可能会引入系统性的误差,因此在测量过程中需要对

环境条件进行监测和记录,并在数据处理中进行修正。

3.3 人为操作误差

操作人员经验:水准测量过程中,操作人员的经验水平直接影响着测量结果的准确性。缺乏经验的操作人员可能会在操作过程中出现误差,如读数不准确、仪器调整不当等。因此,培训操作人员,提高其技能和专业知识,是减小人为操作误差的重要措施。

操作流程规范性:操作流程的规范性对于减小人为操作误差同样至关重要。操作流程的不规范可能导致仪器的误用或操作步骤的遗漏,从而影响测量结果的准确性。因此,制定清晰的操作规程,明确每个步骤的操作要求,有助于降低操作人员引入的误差。

4 误差传播与影响机制分析

4.1 误差相互影响与累积

在水准测量中,各个误差源之间可能存在相互影响的关系,一个误差源的变化可能会导致其他误差源的变化。这种误差相互影响的情况会引起误差的累积,进而影响测量结果的准确性。例如,仪器的制造精度和校准直接影响仪器的系统误差,而环境条件的变化可能会引起仪器的随机误差变化。如果仪器系统误差和随机误差在同一次测量中同时存在,它们可能会相互叠加,导致测量结果的偏离。另一个例子是环境条件误差和人为操作误差之间的关系。环境条件的波动可能会导致操作人员在读数过程中出现误差,而操作人员的经验水平和操作规范性也可能影响其对环境条件变化的敏感度。这种情况下,误差源之间的相互影响可能会导致误差的复杂传播,进而影响测量结果的稳定性。

4.2 误差传播路径分析

误差传播路径分析是理解误差如何在测量过程中传播的关键方法。在水准测量中,误差从初始的测量值开始,通过一系列操作和计算步骤传播,最终影响到最终的测量结果。通过对误差传播路径的分析,可以确定哪些步骤对于测量结果影响较大,从而有针对性地进行误差控制。例如,在数据处理过程中,如果存在一些计算步骤或转换公式,其对初始测量值的误差非常敏感,那么即使初始测量误差很小,这些计算步骤也可能会放大误差,导致最终结果的不准确。通过对这些关键步骤的认真分析,可以优化数据处理流程,减少误差的传播。

4.3 不确定性因素对误差传播的影响

在误差传播过程中,不确定性因素是一个重要的影响因素。不确定性是由于各种随机和系统性因素引起的,它们可能会在误差传播过程中叠加和扩大。例如,在环境条件误差中,大气压力的变化和湿度的波动都可能受到随机因素的影响,从而引入额外的不确定性。在误差传播分析中,需要将不确定性因素考虑在内,以确保误差传播路径的可信度。统计方法如误差传播法和蒙特卡洛模拟可以用于估计

误差传播过程中的不确定性范围。通过这些方法，可以更全面地了解误差的传播特点，从而更准确地评估测量结果的可靠性。

5 有效误差控制措施

5.1 仪器选择与校准

仪器选择的关键因素：选择适当的水准测量仪器是误差控制的关键一步。在仪器选择时，需要考虑测量任务的具体需求，如测量范围、精度要求等。合适的仪器可以根据具体任务特点，提供更准确的测量结果。此外，也需要关注仪器的品牌声誉和用户评价，以确保选择质量可靠的仪器。

校准频率与标准化：定期进行仪器校准是保证测量结果准确性的重要手段。校准可以帮助发现仪器的系统误差，并进行适当的调整。校准频率应根据仪器的使用频率和环境条件进行合理安排，以保证仪器始终保持在最佳工作状态。此外，采用标准化的校准方法可以确保不同时间和地点的校准结果具有可比性，提高数据的一致性和可信度。

5.2 环境条件监测与控制

大气压力、温度、湿度监测：环境条件的波动可能会对测量结果产生显著影响。因此，在测量过程中需要实时监测大气压力、温度和湿度等环境因素的变化。利用环境监测设备，可以记录这些参数的变化情况，从而帮助识别环境因素对测量结果的影响程度。

控制环境波动影响：在测量过程中，应该采取措施来减少环境条件变化对测量结果的影响。例如，在测量仪器周围设置屏障，减少风速的影响，或者在仪器附近设立遮阳结构，减少温度变化对仪器的影响。通过控制环境波动，可以降低随机误差的产生。

5.3 人员培训与操作流程规范

操作人员技能提升：操作人员的技能水平直接关系到测量结果的准确性。因此，对操作人员进行专业培训和技能

提升是非常重要的。培训内容可以涵盖仪器的正确使用方方法、测量操作的标准步骤等，以确保操作人员能够熟练掌握测量技能。

测量流程标准化：制定标准的测量流程可以有效减少人为操作误差的发生。标准化的流程可以确保操作人员按照一致的步骤进行测量，从而降低不同操作者之间的差异性。此外，建立标准流程还有助于误差的追溯和分析^[2]。

5.4 数据处理与分析方法优化

异常数据识别与处理：在数据处理阶段，应该注意识别和处理异常数据。异常数据可能会导致结果的偏离，影响测量结果的可靠性。采用统计方法和数据可视化工具，可以帮助快速发现异常数据，并进行合理的处理，以确保数据的质量。

不确定性因素考虑：在数据处理和分析过程中，不确定性因素需要充分考虑。采用适当的统计方法，如误差传播法和蒙特卡洛模拟，可以量化不确定性范围，提供测量结果的可靠度估计。将不确定性因素纳入考虑，有助于更准确地评估测量结果的准确性。

6 结语

综上所述，水准测量的误差控制措施是保障测量质量的关键因素。通过深入理解不同误差来源的特点，合理采取控制策略，可以提高测量结果的准确性和可靠性，为工程建设、科学研究等领域的测量任务提供更可信的数据支持。未来，我们将继续努力，不断探索和创新，为测量技术的发展和应作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 陈彩芹.工程水准测量的误差控制举措探讨[J].建筑与装饰,2019(18):2.
- [2] 汪颂晖.水准测量的误差来源及其控制方法[J].池州学院学报,2017,31(6):3.