

# 测量工程中的误差来源分析与控制策略

刘伟华<sup>1</sup> 王 迪<sup>2</sup>

1. 黄河口水文水资源勘测局 山东 东营 257090

2. 黄河水利委员会山东水文水资源局泅口水文站 山东 济南 250000

**摘要:** 测量工程是各种工程项目中不可或缺的一环,其准确性直接关系到工程质量与安全。然而,在实际操作中,误差的产生是不可避免的。本文旨在深入分析测量工程中的误差来源,并探讨有效的控制策略,以期提高测量精度,为工程测量实践提供理论支持。

**关键词:** 测量工程; 误差来源; 控制策略; 精度提升

## 引言

随着科技的飞速发展,测量技术在各种工程项目中的应用越来越广泛,从建筑工程到道路交通,从航空航天到海洋探测,都离不开精确的测量数据。然而,受多种因素影响,测量过程中难免会产生误差。这些误差不仅会影响工程质量,甚至可能带来安全隐患。

### 1 测量工程中的误差来源分析

#### 1.1 人员观测的影响

在测量工程中,人员观测是一个关键的环节,同时也是误差产生的一个重要来源。观测人员的测量经验和熟练程度直接影响着测量结果的准确性。尤其是在进行精密工程测量时,这种影响更为显著。首先,经验丰富的观测人员能够更准确地掌握仪器的使用方法和操作技巧,从而在测量过程中减少误差的产生。相反,缺乏经验的观测人员可能由于不熟悉仪器操作或者对测量原理理解不够深入,导致在测量过程中出现操作失误或者读数错误,进而引入误差。其次,观测人员的熟练程度也会对测量结果产生影响。在精密工程测量中,仪器操作的微小差异都可能导致测量结果出现较大的偏差。熟练的观测人员能够更快速地调整仪器状态,准确地捕捉测量信号,从而降低误差。而不熟练的观测人员可能需要在测量过程中不断调整仪器,这不仅会影响测量效率,还会增加误差产生的风险。此外,观测者的主观意识和态度也是误差产生的一个重要因素。如果观测者对测量任务不够重视,或者心态不稳定,就可能在测量过程中出现疏忽或者误判,导致测量结果失真。例如,观测者在读数时可能因为疲劳或者分心而出现偏差,或者在记录数据时因为笔误或者记忆错误而引入误差。

#### 1.2 环境因素的影响

在测量工程中,环境因素对测量放样的准确性产生着深远影响。环境因素复杂多变,包括自然环境和人工

环境两大类,它们都能以多种方式影响测量的精度。一方面,自然环境中的大气条件是一个重要的影响因素。大气的密度、温度、湿度和压强等参数的变化,都会引起光线的折射,从而影响测量的准确性。特别是在长距离测量中,大气的折射效应会更为显著,可能导致测量结果的偏移。另一方面,地形和地物也会对测量产生影响。例如,建筑物、山脉或树木等障碍物可能会阻挡视线,使得测量人员无法直接观测到目标点,这就会增加测量的难度和不确定性。在这种情况下,测量人员可能需要采用间接测量方法,这无疑会增加误差的可能性。再者,天体的位置和运动也会对测量产生影响<sup>[1]</sup>。例如,在使用GPS进行测量时,卫星的星数和位置会直接影响到接收器的定位精度。如果卫星信号受到干扰或者遮挡,那么GPS的测量精度就会受到严重影响。此外,地球磁场也是一个不可忽视的影响因素。磁场的变化会影响到测量仪器的性能和精度,尤其是在使用磁力仪器进行测量时,磁场的微小变化都可能导致测量结果的显著偏差。

#### 1.3 施测方法的影响

在测量工程中,选择何种施测方法对最终的测量放样结果有着至关重要的影响。不同的施测方法,其精度、效率和适用性都各不相同,因此,在选择施测方法时需要综合考虑多种因素。一些简化的测量方法,虽然在操作上更为便捷,但同时也可能引入新的误差源。例如,全站仪的自由设站后方交会方法测放中线点,这种方法在快速定位中线点位置时具有一定优势,但由于其依赖于后方交会的计算,如果交会角度或距离测量存在误差,那么最终的中线点位置也会受到影响。再比如,改化后的三角高程测量方法,虽然减少了传统水准测量的繁琐环节,但对仪器的垂直角和斜距测量精度要求较高。如果仪器的垂直角测量存在系统误差,或者斜距测量受到大气折射等因素的影响,那么最终的高程测量结

果也会出现偏差。此外,还有一些其他的简化测量方法,如利用GPS进行快速静态定位等,这些方法在提高测量效率的同时,也可能因为信号遮挡、多路径效应等问题而引入误差。施测方法的选择需要权衡精度、效率和适用性等多方面的因素。简化的测量方法虽然提高了工作效率,但也可能带来新的误差源。

#### 1.4 仪器因素的影响

在精密工程测量中,仪器本身的精度和测量状态对放样的准确性起着决定性的作用。仪器的制造精度、调试状态以及长期使用后的性能变化,都会直接影响到最终的测量结果。以全站仪为例,这是一种集光、机、电为一体的高技术测量仪器,能够完成水平角、垂直角、距离、高差等测量工作。然而,全站仪的测距误差会直接影响到放样点的位置精度。如果测距误差较大,那么放样出的点位就会偏离设计位置,导致工程质量问题。此外,全站仪的*i*角(即仪器垂直轴与水平轴不垂直所产生的夹角)也是一个重要的误差源。当*i*角存在时,会导致垂直角测量出现误差,进而影响高程的测量精度。这种误差在精密工程测量中尤为明显,因为这类工程对高程的精度要求非常高。除了仪器本身的制造精度外,仪器的使用状态也会对测量结果产生影响。长期使用后,仪器会出现磨损和老化的现象。例如,望远镜的透镜可能会因为长期使用而变得模糊,导致观测不清;水平轴和垂直轴的轴承也可能会因为磨损而产生松动,影响测量的稳定性<sup>[2]</sup>。更为关键的是,如果仪器长时间未进行校准,其误差可能会逐渐累积,最终导致测量结果严重偏离真实值。校准是保持仪器精度的关键步骤,它能够及时发现并调整仪器的偏差,确保测量结果的准确性。仪器因素对精密工程测量放样的影响不容忽视。为了确保测量结果的准确性,必须选择高精度、性能稳定的仪器,并定期对其进行校准和维护。只有这样,才能在最大程度上减少仪器因素对测量结果的不利影响。

## 2 测量工程中误差的控制策略

### 2.1 加强人员培训和技术水平提升

在测量工程中,为了有效控制误差,首要任务就是加强测量人员的培训,并不断提升他们的技术水平。这是因为测量工程中的每一个环节,无论是仪器的操作、数据的读取,还是结果的记录与分析,都离不开人员的参与。人员的专业素养和技术水平直接关系到测量结果的准确性和可靠性。为了实现这一目标,应该定期开展专业技能培训。培训内容不仅包括测量理论知识的讲解,还要结合实际操作进行演示和指导。例如,可以组织测量人员学习各种测量仪器的正确使用方法、数据处

理和分析的技巧,以及误差识别和修正的方法等。通过这样的培训,测量人员可以更加熟练地掌握测量技能,减少操作失误,从而降低人为因素引起的误差。除了专业技能的提升,还需要培养良好的工作态度和责任心。测量工作往往需要耐心和细心,任何一个小小的疏忽都可能导致测量结果的失真。因此,要通过教育和引导,使测量人员充分认识到自己工作的重要性和责任,培养他们在测量过程中严谨、细致的工作态度。此外,还可以通过设立激励机制,鼓励测量人员不断学习和进步。例如,可以定期组织技能竞赛,对表现优秀的测量人员进行表彰和奖励,从而激发他们的学习热情和工作积极性。加强人员培训和技术水平提升是控制测量工程中误差的重要策略之一。通过专业技能的培训、工作态度的培养和激励机制的建立,可以全面提升测量人员的素养和能力,为测量工程的准确性和可靠性提供有力保障。

### 2.2 优化测量环境与条件

在测量工程中,优化测量环境与条件是减小误差、提高测量精度的关键环节。环境因素,如温度、湿度、风速等,都会对测量结果产生显著影响。因此,在测量前对环境进行预处理和选择合适的测量条件至关重要。首先,应对测量环境的温湿度进行调节。温湿度是影响测量精度的重要因素,特别是在高精度的测量中,其影响更为显著。例如,在精密机械加工或光学测量中,湿度的微小变化都可能导致测量结果的偏差。因此,在测量前应对环境进行预处理,通过空调、除湿机等设备调节温湿度至适宜范围,以减小其对测量结果的影响。其次,要选择合适的测量时间和地点。例如,在风力较大的环境下进行测量,风振可能会对测量仪器产生影响,从而降低测量精度。因此,应尽量选择无风或风力较小的时候进行测量。同时,测量地点的选择也十分重要。应避免在有明显震动、电磁干扰或其他不利环境因素的地方进行测量。除了预处理环境和选择合适的测量条件外,还可以采用一些技术手段来进一步减小环境因素对测量结果的影响。例如,在光学测量中,可以使用防风罩、遮光罩等设备来减小风、光等因素对测量结果的干扰<sup>[3]</sup>。在电磁测量中,可以使用屏蔽线、滤波器等设备来减小电磁干扰。优化测量环境与条件是减小测量工程中误差的有效手段。通过预处理环境、选择合适的测量时间和地点,以及采用必要的技术手段,可以显著提高测量精度,确保测量结果的准确性和可靠性。这对于需要高精度测量的工程领域来说具有重要意义。

### 2.3 改进施测方法与技术

在测量工程中,施测方法的选择与技术的运用直接

关系到测量结果的准确性和工作效率。为了有效控制误差并提高测量精度，我们需要根据具体工程项目的要求和特点，精心选择合适的施测方法。针对不同的工程项目，我们应详细分析其特点和需求。例如，对于地形复杂的山区测量，可能更适合采用无人机测量技术，这样不仅可以快速获取地面数据，还能有效避免传统测量方法中可能遇到的安全问题。而对于城市建筑测量，则可能更倾向于使用高精度的全站仪或激光雷达扫描技术。在选择施测方法时，我们既要确保测量精度，又要尽量简化测量环节，从而提高工作效率。例如，传统的水准测量虽然精度较高，但操作繁琐、耗时长。相比之下，采用数字水准仪或电子水准仪可以大大提高工作效率，同时保持较高的测量精度。此外，随着科技的进步，新的测量技术层出不穷。我们应积极探索和应用这些新技术，如无人机测量、激光雷达扫描等。无人机测量能够快速、准确地获取大范围的地理信息数据，特别适用于难以到达或危险区域的测量。而激光雷达扫描技术则能够迅速获取物体表面的三维坐标数据，为后续的工程设计提供详实的基础资料。除了引入新技术，我们还应对现有的测量方法进行持续优化和改进。例如，通过优化测量流程、减少不必要的测量环节、提高仪器的使用效率等方式，可以进一步提高测量的工作效率和精度。改进施测方法与技术是控制测量工程中误差的关键途径之一。通过选择合适的施测方法、积极应用新技术，并持续优化现有的测量方法，我们可以有效提高测量精度和工作效率，为工程项目的顺利实施提供有力保障。

#### 2.4 定期维护与校准仪器设备

在测量工程中，仪器设备的精确度和准确性对于确保测量结果的可靠性至关重要。为了达到这一目标，建立完善的仪器设备维护与校准制度成为了不可或缺的环节。首先，我们必须认识到，任何测量仪器在长时间使用过程中都可能出现磨损、老化或偏差，这些问题都会直接影响到测量的准确性。因此，定期对仪器进行检查、维修和校准是确保仪器性能稳定、提高测量精度的

关键。为了实现这一目标，需要制定详细的维护与校准计划。这包括确定每台仪器的检查周期、维修流程以及校准标准。对于高精度仪器，可能需要更频繁的校准，以确保其始终保持在最佳工作状态。在校准过程中，应使用标准的校准设备和已知准确度的标准器，对仪器的各项性能指标进行全面的检测和校准。这不仅可以调整仪器的偏差，还可以评估其整体性能，从而及时发现并解决潜在问题。此外，仪器的保养工作同样重要。例如，对于光学仪器，应定期清洁镜头和光学部件，以避免灰尘和污垢对测量结果的影响。对于电子仪器，应定期检查电池、电源和连接线等部件，确保其正常工作。通过这些措施，我们不仅可以延长仪器的使用寿命，还可以确保仪器在测量过程中始终保持最佳状态，从而提高测量的准确性和可靠性。定期维护与校准仪器设备是确保测量工程中仪器精确度和准确性的关键。通过建立完善的维护与校准制度，并严格执行相关计划，我们可以确保仪器始终保持在最佳工作状态，从而为测量工程提供准确、可靠的数据支持。

#### 结语

测量工程中的误差来源多种多样，包括人员观测、环境因素、施测方法和仪器因素等。为了提高测量精度和工作效率，我们需要从多个方面入手，加强人员培训、优化测量环境与条件、改进施测方法与技术以及定期维护与校准仪器设备等。通过这些综合措施的实施，我们可以有效地控制测量工程中的误差来源，提高测量数据的准确性和可靠性，为工程项目的顺利实施提供有力保障。

#### 参考文献

- [1]李园园.探讨数字化测绘技术在工程测量中的应用[J].决策探索(中),2020,(04):84.
- [2]唐志强.测绘数据处理与地理信息系统(GIS)整合研究[J].建筑工程与设计,2023,2(9).
- [3]王华强,全长亮.海洋测绘数据采集与处理系统的设计与研究[J].工业仪表与自动化装置,2023(05):35-39+119