

## 工程测量中的误差来源与控制策略研究

陈思琪

海丰县行孙者勘察工程有限公司 广东汕尾

**【摘要】**工程测量作为工程建设的基础环节，其结果准确性直接影响工程质量与安全。误差是测量过程中不可避免的现象，深入分析误差来源并制定有效控制策略至关重要。本文从仪器、环境、人为操作等方面剖析误差产生的原因，探讨相应的控制方法，旨在为提升工程测量精度提供理论参考，以满足现代工程对测量数据的高精度要求，保障工程建设的顺利进行。

**【关键词】**工程测量；误差来源；控制策略；测量精度；数据质量

**【收稿日期】**2025 年 6 月 14 日

**【出刊日期】**2025 年 7 月 15 日

**【DOI】**10.12208/j.sdr.20250104

### Research on error sources and control strategies in engineering surveying

Siqi Chen

Haifeng County Xingsun Survey Engineering Co., Ltd. Shanwei, Guangdong

**【Abstract】** As a fundamental component of construction projects, engineering surveying directly impacts project quality and safety through its measurement accuracy. Errors are inevitable during the surveying process, making it crucial to thoroughly analyze their origins and develop effective control strategies. This paper analyzes error sources from three perspectives: instruments, environmental factors, and human operations, while proposing corresponding control methods. The research aims to provide theoretical references for enhancing surveying precision, thereby meeting modern engineering requirements for high-precision data and ensuring smooth project implementation.

**【Keywords】** Engineering surveying; Error sources; Control strategies; Measurement accuracy; Data quality

#### 引言

随着我国工程建设领域的快速发展，各类大型复杂工程不断涌现，对工程测量精度的要求日益提高。测量数据的准确性是工程设计、施工及运营维护的重要依据，一旦存在较大误差，可能导致工程结构变形、施工偏差等问题，造成经济损失甚至安全事故。明确工程测量中误差的来源，研究切实可行的控制策略，对于提高工程建设质量、降低风险具有重要意义。开展此项研究，旨在解决测量误差影响工程质量的问题，为工程测量实践提供科学指导。

#### 1 工程测量中误差的主要来源

工程测量误差的产生机理极为复杂，仪器设备作为测量工作的基础载体，其性能缺陷是误差产生的首要因素。现代测量仪器虽已具备较高精度，但仍存在固有误差，如光学仪器的视准轴与横轴不垂

直、电子测距仪的频率漂移等系统性偏差。这些仪器的制造工艺水平决定了其理论精度上限，当实际工程对测量精度要求超出仪器设计指标时，测量结果必然产生不可控偏差。仪器的使用环境和维护状况对其性能影响显著，在矿山等粉尘环境中，仪器光学部件的污染会导致成像模糊，降低瞄准精度；而频繁搬运造成的机械部件松动，会使仪器内部参数发生改变，致使测量结果出现随机性误差。

环境因素对测量精度的影响具有多维度、动态化特征。在大气物理层面，气压变化会导致空气密度改变，进而影响电磁波在空气中的传播速度，造成测距误差；能见度降低时，观测目标成像清晰度下降，使得瞄准和读数精度难以保证。地质条件的影响同样不容忽视，软土地基上的测量基准点易产生沉降，导致高程基准发生变化；而在山区工程中，地形起伏引起的折光差会严重影响水准测量精度<sup>[1]</sup>。

环境因素的变化还具有时间累积效应，持续高温会使测量标志产生热膨胀，经过长时间测量作业后，累积误差可能超出允许范围。

测量人员作为测量活动的实施主体，其专业素养直接决定误差控制水平。在仪器操作环节，调平误差是最常见的人为失误类型，三脚架架设不稳或水准气泡居中偏差，都会导致测量基准面倾斜，使后续测量数据产生系统性偏移。在数据采集过程中，测量人员的生理特征和心理状态也会影响测量结果，长时间工作产生的视觉疲劳会降低读数准确性，而经验不足的测量人员在复杂环境下可能无法正确判断测量条件，导致错误使用测量方法<sup>[2]</sup>。团队协作中的沟通不畅也是误差来源之一，如控制点信息传递错误、测量任务分工不明确等，都可能引发数据采集和处理过程中的失误。

## 2 工程测量误差的控制策略

针对仪器因素造成的误差，需构建全生命周期的仪器管理体系。在仪器选型阶段，应根据工程测量精度要求和作业环境，进行多维度的技术经济分析，优先选择稳定性高、适应性强的测量设备。对于高精度全站仪、水准仪等核心设备，应建立详细的技术档案，记录仪器的检定校准、维修保养、使用状况等信息。在日常使用过程中，严格执行仪器操作规程，避免因不当操作导致仪器性能下降。建立定期巡检制度，对长期使用的仪器进行预防性维护，及时更换磨损部件，确保仪器始终处于最佳工作状态。积极引入新型测量设备，利用激光跟踪仪、三维激光扫描仪等先进仪器，从硬件层面提升测量精度。

环境因素的控制需采用主动预防与动态修正相结合的策略。在测量作业前，应充分收集工程区域的气象、地质等环境资料，制定针对性的作业方案。对于受环境影响较大的测量任务，如桥梁变形监测，可采用“分段测量、分时段作业”的方式，将环境因素的影响降至最低。在恶劣环境条件下，需采取强化防护措施，如在高海拔地区使用防寒型仪器，在强磁场环境中采用磁屏蔽装置<sup>[3]</sup>。建立环境参数实时监测系统，通过温湿度传感器、气压计等设备，实时采集环境数据，并将其纳入测量数据处理流程，利用误差模型对测量结果进行动态修正。还可通过优化测量方法，如采用闭合导线测量、往返观测等手段，削弱环境因素造成的误差。

提升测量人员的专业能力是误差控制的核心环

节。在人才培养方面，应建立分层分类的培训体系，针对新入职人员开展基础理论和实操技能培训，使其掌握测量仪器的基本操作和测量规范；对技术骨干进行前沿技术培训，提升其解决复杂测量问题的能力。引入模拟训练系统，通过虚拟现实技术构建真实测量场景，让测量人员在安全环境下反复练习，提高操作熟练度和应急处理能力<sup>[4]</sup>。在质量管控方面，建立严格的数据审核制度，采用“三级审核”模式，即测量人员自检、项目负责人复检、技术主管终审，确保数据的准确性和完整性。还应加强职业道德教育，强化测量人员的责任意识，从源头上减少人为误差。

## 3 工程测量误差控制的实践应用

在建筑工程领域，误差控制贯穿项目建设全过程。在基础施工阶段，测量精度直接影响建筑物的稳定性和安全性。以深基坑工程为例，采用高精度全站仪进行基坑边坡监测时，需建立专用监测控制网，控制点应远离基坑边缘，避免施工扰动影响其稳定性。在测量过程中，严格执行“三定”原则，即定人、定仪器、定测站，减少测量过程中的人为误差。对于高层建筑施工，轴线投测是关键环节，为克服日照温差对测量精度的影响，可采用夜间测量与白天测量相结合的方式，通过多次测量取平均值的方法，提高轴线投测精度。在建筑物沉降观测中，采用自动化监测系统，实现对建筑物沉降数据的实时采集和分析，及时发现异常沉降，为施工决策提供依据。

道路工程测量的误差控制重点在于线路精度和路基稳定性。在路线设计阶段，采用航空摄影测量与地面控制测量相结合的方法，获取高精度的地形数据，确保路线设计的准确性。在路基施工测量中，严格控制路基填筑高程和宽度，采用“方格网法”进行土方量计算，通过多次测量校核，减少计算误差。在桥梁和隧道工程测量中，采用精密控制测量技术，建立独立的控制网，确保桥梁墩台和隧道轴线的定位精度<sup>[5]</sup>。对于长大隧道，采用洞内导线测量与卫星定位测量相结合的方式，有效控制贯通误差。利用 BIM 技术建立道路工程三维模型，将测量数据与设计模型进行实时比对，及时发现和纠正施工偏差。

水利工程测量具有范围广、精度要求高、环境复杂等特点。在大坝工程测量中，变形监测是保障

大坝安全运行的重要手段。采用 GPS 与静力水准相结合的监测方法,对大坝的水平位移和垂直位移进行实时监测。在监测点布置上,根据大坝结构特点和地质条件,合理确定监测点的数量和位置,确保监测数据能够全面反映大坝的变形情况。在水库地形测量中,采用多波束测深系统与 RTK 技术相结合的方式,快速获取高精度的水下地形数据<sup>[6]</sup>。建立水利工程测量数据库,对测量数据进行统一管理和分析,为工程设计、施工和运行管理提供可靠的数据支持。在水利工程建设过程中,加强与其他专业的协同作业,确保测量数据与设计、施工数据的一致性。

#### 4 工程测量误差控制的优化方向

智能化测量技术的发展为误差控制带来革命性变化。智能传感器的广泛应用,实现了测量数据的实时采集和自动处理。光纤光栅传感器能够同时监测温度、应变等多个物理量,通过内置的补偿算法,自动消除环境因素对测量结果的影响。自动化测量机器人可根据预设程序自动完成测量任务,避免了人为操作带来的误差。在数据传输方面,物联网技术的应用实现了测量数据的实时共享,测量人员可通过移动终端实时查看测量数据,及时发现和处理测量过程中的问题。未来,随着 5G 技术的普及,测量设备的远程控制和协同作业将更加便捷,进一步提高测量效率和精度。

数据处理方法的创新是提升误差控制水平的关键。大数据技术的应用,使得海量测量数据的分析处理成为可能。通过对历史测量数据的挖掘分析,能够发现误差产生的规律,建立更精准的误差预测模型<sup>[7]</sup>。人工智能技术在测量领域的应用也日益深入,利用机器学习算法对测量数据进行分类和回归分析,可实现对测量误差的自动识别和修正。采用神经网络算法对 GNSS 测量数据进行处理,能够有效消除多路径效应等误差的影响。随着云计算技术的发展,测量数据的存储和处理能力得到极大提升,为复杂数据处理算法的应用提供了硬件支持。

建立完善的测量质量控制体系是误差控制的重要保障。应制定统一的测量技术标准和质量检验规范,明确测量工作的技术要求和质量标准,为测量作业提供指导。加强测量过程的质量监督,建立质量追溯制度,对测量仪器、测量人员、测量方法等关键要素进行全程管控。在测量数据管理方面,建立

统一的数据管理平台,实现测量数据的集中存储、共享和管理。通过数据加密、访问控制等技术手段,确保数据的安全性和完整性<sup>[8]</sup>。还应建立质量考核机制,对测量单位和测量人员的工作质量进行定期考核,将考核结果与绩效挂钩,激励测量人员提高工作质量。通过建立完善的质量控制体系,实现对测量误差的系统化、规范化管理。

#### 5 结语

工程测量中的误差来源多样,涉及仪器、环境、人员和方法等多个方面,相应的控制策略需针对性实施,以提升测量精度。通过加强仪器管理、控制环境影响、提高人员能力和优化测量方法,可有效降低误差对工程的影响。未来,随着智能化技术和数据处理方法的不断发展,误差控制将更加精准高效,测量质量控制体系也将逐步完善,为工程建设提供更可靠的测量数据支持,推动工程领域向更高质量发展。

#### 参考文献

- [1] 赵若凡,刘晨.工程测量误差来源及无人机摄影测量中的误差考量[J].新疆钢铁,2025,(01):183-185.
- [2] 吴晓莉,何军虎,汪杰.3D 打印技术的精度提升与误差控制策略研究[J].模具制造,2025,25(01):151-153.
- [3] 王玲.稀有矿产地质实验测试中误差来源及控制策略研究[J].世界有色金属,2024,(21):232-234.
- [4] 王晓龙.63.6K 散货船建造中误差评估与控制关键技术研究[J].船舶物资与市场,2024,32(10):50-52.
- [5] 张兴.长地铁隧道控制网测量及贯通测量误差分析[J].江苏建材,2024,(03):126-128.
- [6] 权土生.矿山选矿化验过程中误差分析与质量控制策略研究[J].世界有色金属,2024,(12):193-195.
- [7] 黎明,宋俊锋,赵淑珍.电子经纬仪的检定和误差来源[J].中国质量监管,2023,(07):68-69.
- [8] 孙振勇,杜泽东,何友福,等.三维水深测量技术在山区河道测量中的适应性分析[J].人民长江,2022,53(S2):72-75.

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**