

测绘现场数据采集误差规避实操技巧研究

黄士红 张明杰

山东省煤田地质局物探测量队，山东省济南市，250104；

摘要：测绘现场数据采集的准确性直接影响到测绘成果的质量。本文聚焦于测绘现场数据采集误差规避实操技巧，深入剖析误差产生的原因，涵盖测量仪器、人为操作、环境因素等方面。同时，详细探讨了一系列规避误差的实操技巧，如仪器的正确使用与维护、测量方法的优化、人员培训与管理等。旨在为测绘工作者提供有效的误差规避策略，提高测绘现场数据采集的精度和可靠性。

关键词：测绘现场；数据采集；误差规避；实操技巧

DOI：10.64216/3080-1508.25.09.050

引言

测绘现场数据采集是获取地理空间信息的关键环节，其数据质量直接关系到后续工程建设、资源管理等工作的准确性和可靠性。然而，在实际数据采集过程中，由于测量仪器的精度限制、人为操作的不规范以及复杂多变的环境因素等，不可避免地会产生各种误差。这些误差若不加以有效规避，将严重影响测绘成果的质量。因此，深入研究测绘现场数据采集误差规避的实操技巧具有重要的现实意义。

1 测绘现场数据采集误差概述

1.1 误差的定义与分类

在测绘工程中，误差定义为测量结果与真实值之间的差异。根据其性质和来源，误差通常可分为系统误差、偶然误差和粗差三类。系统误差源于测量仪器本身的缺陷、观测方法的局限或固定环境因素的影响，具有明显的规律性和重复性，可在相同条件下重复出现；偶然误差则由不可控的随机因素引起，如瞬时气象变化或人为微小操作波动，其数值和方向虽不确定，但在大量观测中通常服从正态分布；粗差则往往因操作疏忽、记录错误及设备故障导致，表现为明显偏离真值的异常结果，可通过严格作业管理予以剔除。

1.2 误差对测绘成果的影响

误差对测绘成果的质量具有重要影响，直接关系到数据的精度与可靠性。系统误差会导致测量结果出现持续性偏差，若不进行识别与校正，将显著影响最终成果的准确性；偶然误差使观测值在一定范围内波动，增加了数据的不确定度，可通过多次观测和平差处理予以减弱；粗差则表现为严重偏离实际的错误值，若不排除将极大破坏成果的真实性和可用性。因此，系统分析误差来源、采取相应控制策略，是实现高质量测绘成果的关键前提。

在实际工作中，需通过仪器检校、方法优化、人员培训以及数据处理等多种途径，最大限度减小误差，保障测绘数据的科学性和工程应用价值^[1]。

2 测绘现场数据采集误差产生的原因

2.1 测量仪器因素

测量仪器的精度、稳定性和可靠性是影响数据采集质量的关键因素。仪器本身的制造缺陷、校准不完善或长期使用导致的老化与磨损，均可能引入不同程度的误差。例如，零点误差、刻度不准或非线性响应等问题容易造成系统性偏差；而灵敏度不足、分辨率限制或信号噪声过大则会增大偶然误差。此外，在运输、装卸或野外使用过程中，仪器若受到振动、撞击或极端环境冲击，其内部结构及光学、电子元件的稳定性也可能发生改变，进一步影响测量结果的准确性与一致性。因此，定期进行仪器检定、维护和校准，是控制仪器相关误差的重要措施^[2]。

2.2 人为操作因素

测量人员的专业水平、操作规范性和责任心直接影响数据采集的可靠性。操作不规范——如对中不准、整平不精、目标照准偏差等——均会带来误差；读数时忽视仪器最小分划、未能进行正确估读或记录误写、漏记等人为疏忽，也会导致数据失真。此外，长时间连续作业引发的视觉疲劳、注意力下降，以及缺乏实时检核的习惯，更容易引起粗差。因此，加强技术培训、严格执行操作规程、实施双人复核制度，并合理规划外业时间，是减少人为误差的有效途径^[3]。

2.3 环境因素

测绘现场的环境条件多变且不可控，对数据采集误差具有显著影响。地形因素如起伏、遮挡、反射等易造成通视困难及信号衰减，尤其在地形复杂区域，GNSS

信号接收或多路径效应会加剧误差；气象因素如温度、湿度、气压的变化会引起仪器参数漂移或信号传播异常，例如高温导致的气象折射误差或高湿引发的设备故障；物理干扰如电场、磁场、振动等也会干扰电子仪器的正常工作，导致数据跳变或系统偏差。因此，在测绘作业中需全面评估环境条件，选择适宜的观测时机与方法，并采取屏蔽、差分等技术手段以抑制环境干扰。

3 测绘现场数据采集误差规避的基本原则

3.1 预防为主原则

在测绘现场数据采集过程中，应始终贯彻“预防为主”的理念，通过科学规划和严格管理，最大限度避免误差的产生。具体措施包括：在测量前对仪器设备进行全面检查与校准，确保其处于良好的工作状态并满足测量精度要求；加强对测量人员的持续培训和考核，提高其理论水平、操作熟练度及责任意识，从源头上杜绝人为操作失误；合理制定测量方案，选择适宜的观测时段与环境条件，如避开高温、强风、大气湍流剧烈等不利气象，或通过高精度 GNSS 技术增强信号稳定性，从而在根本上减少误差的引入。预防为主不仅有助于提升数据质量，也能显著降低事后纠错与返工的成本。

3.2 控制与消除相结合原则

对于在测量过程中已出现或无法完全避免的误差，需采取“控制与消除相结合”的策略，系统性地抑制和削减其影响。控制方面，可通过优化观测程序、增加冗余观测、使用高精度设备以及实时监控数据质量等方式，限制误差的传播与积累；消除方面，则应结合数学处理与技术手段，如利用多次独立观测取均值以减弱偶然误差，采用参数平差或滤波算法剔除系统误差，并借助统计检验和残差分析有效识别与剔除粗差。这一原则强调过程控制与后期处理的有机结合，以实现误差的多层次、全过程管理。

3.3 全面性原则

误差规避必须覆盖测绘数据采集的完整流程，体现全面性和系统性。在测量前，需充分进行技术设计、设备检校、环境调查与人员组织，从源头上规避可预见的误差来源；在测量过程中，应严格执行操作规程，实施实时检核与记录备份，确保每一步操作的可追溯性与可控性；在测量结束后，则需借助专业软件及数学模型对数据进行全面处理与分析，如进行平差计算、质量评估与不确定性分析，确保最终成果的真实可靠。全面性原则要求从管理、技术、人员三个维度共同发力，构建覆盖事前、事中、事后全阶段的误差防控体系，从而全面提升测绘数据采集的精度、可靠性与作业效率。

4 测绘现场数据采集误差规避的实操技巧

4.1 测量仪器的正确使用与维护

4.1.1 仪器的选择与配置

在测绘项目开始前，应依据具体任务的精度要求、现场环境及测量内容，科学选择适用的测量仪器。重点考虑仪器的标称精度、稳定性、环境适应性以及数据输出兼容性，确保其能够满足测绘任务的实际需求。例如，在高精度控制测量中应选用全站仪或高等级 GNSS 接收机，而在一般地形测绘中可依据经济性与效率平衡选择适当设备。同时，应根据项目规模和作业面，合理配置仪器数量及附件，避免因设备不足或性能不匹配导致观测中断或误差累积。

4.1.2 仪器的校准与检查

测量仪器须在作业前、作业中及定期阶段进行系统校准与检查。初始校准应依据国家计量规程或仪器说明书执行，并定期送至具备资质的机构进行检定，确保仪器参数符合标准。现场作业前需进行常规检查，包括光学对中器、水准管、测距精度、电池电量以及存储功能等，及时发现如零位误差、圆气泡偏移等问题。每次测量前后也应应对关键功能进行快速检验，杜绝仪器“带病工作”，从源头控制系统误差^[4]。

4.1.3 仪器的维护与保养

良好的维护保养是保障仪器精度和延长使用寿命的重要措施。日常应包括对光学镜头的清洁、机械部件的润滑与紧固、电子设备接口的防尘防潮等。外业过程中应避免仪器暴晒、淋雨或剧烈震动，运输时须使用专用箱体并采取缓冲措施。长期存放应置于干燥、恒温环境中，并定期通电检测。建立每台仪器的使用与维护档案，建立责任到人的管理制度，从而实现仪器状态的全周期监控与误差风险的有效防控。

4.2 测量方法的优化

4.2.1 合理选择测量方法

在测绘项目中，测量方法的选择直接影响数据质量和作业效率。应根据具体任务的目标、精度要求以及现场地形、通视条件、设备资源等实际情况，综合分析后选用最适宜的测量方法。例如，在地形起伏大、高差明显的区域，三角高程测量可有效替代传统水准测量，显著提升高程测量的效率和可行性；在建筑密集区或 GNSS 信号遮挡严重区域，则可使用全站仪进行导线测量或自由设站加密控制点。合理选型不仅有助于规避因方法不当引起的误差，还能够统筹工期与成本，实现技术经济性的最优化。

4.2.2 采用多余观测

多余观测是提升测量结果可靠性和精度的有效技术手段。通过有意识地增加观测次数、变换观测条件或引入独立观测值,可增强数据的内在检核能力。例如,水准测量中进行往返观测,角度测量中采用多测回,GNSS静态测量适当延长观测时间或增加卫星截止高度角设置等,均属于典型的多余观测做法。

4.2.3 数据处理与平差

科学的数据处理与平差是误差控制的关键环节。外业数据收集完成后,首先需进行数据质量检查与粗差探测,借助散点图、残差比较或统计检验等方法识别异常数据并予以剔除。随后,应根据测量类型及网形结构选择适当的平差模型,如参数平差、条件平差或滤波估计等,对观测值进行优化处理。平差不仅可估计未知量的最或然值,还能评定精度和不确定性,有效消除或减弱系统误差,并抑制偶然误差的传播,最终获得可靠且符合规范要求的测绘成果。

4.3 人员培训与管理

加强对测量人员的专业培训,提高其操作技能和专业素质。培训内容应包括测量仪器的使用方法、测量方法的选择和应用、数据处理与平差等方面的知识。通过培训,使测量人员能够熟练掌握测量技术和方法,提高测量工作的质量和效率。

对测量人员进行质量意识教育,使其充分认识到误差对测绘成果质量的影响,增强其责任感和使命感。通过质量意识教育,使测量人员在工作中严格遵守操作规程,认真对待每一个测量环节,确保测量数据的准确性和可靠性。

建立健全人员管理制度,加强对测量人员的管理和监督。要明确测量人员的职责和权限,制定合理的考核制度,对测量人员的工作质量和效率进行考核。同时,要加强对测量过程的监督,及时发现和解决测量过程中出现的问题^[5]。

5 误差规避效果的评估与改进

5.1 评估指标的确定

为了评估误差规避的效果,需要确定合理的评估指标。评估指标应包括测量精度、可靠性、效率等方面的指标。例如,测量精度可以用中误差、相对误差等指标来表示;可靠性可以用置信区间、可靠性系数等指标来表示;效率可以用测量时间、测量成本等指标来表示。

5.2 评估方法的选择

根据评估指标的特点和要求,选择合适的评估方法。常用的评估方法包括统计分析法、对比分析法、模拟分析法等。统计分析法是通过测量数据进行统计分

析,计算评估指标的值得;对比分析法是将实际测量结果与预期结果进行对比,评估误差规避的效果;模拟分析法是通过建立数学模型,模拟测量过程,评估误差规避的效果。

5.3 改进措施的制定与实施

根据评估结果,及时发现误差规避过程中存在的问题,并制定相应的改进措施。改进措施应具有针对性和可操作性,能够有效地提高误差规避的效果。在实施改进措施的过程中,要加强对改进过程的监督和管理,确保改进措施的有效实施。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本文通过对测绘现场数据采集误差的深入研究,分析了误差产生的原因,提出了误差规避的基本原则和实操技巧。研究表明,通过合理选择测量仪器、优化测量方法、加强人员培训与管理等措施,可以有效地规避测绘现场数据采集误差,提高测绘成果的精度和可靠性。

6.2 研究展望

随着测绘技术的不断发展和应用需求的不断提高,测绘现场数据采集误差规避技术也将不断发展和完善。未来的研究可以从以下几个方面展开:一是进一步研究新型测量仪器和测量方法的误差特性和规避技巧;二是加强对复杂环境下测绘数据采集误差的研究,提高误差规避的适应性和有效性;三是利用现代信息技术,实现测绘现场数据采集误差的实时监测和智能处理。

参考文献

- [1]沙从木,潘洁晨.基于三维激光扫描技术的隧道收敛变形整体监测方法[J].城市轨道交通研究,2014,17(10):51-54.
- [2]张彩龙.软土地基桥梁桩基施工沉降监测与处理技术研究[J].科技资讯,2025,23(14):130-132.
- [3]郑雪鹏.高填方路段路基施工监理质量控制研究[J].科技与创新,2025,(03):134-137.
- [4]张倩,葛岗.建筑工程钢筋混凝土预制桩基施工关键技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(16):34-36.
- [5]张东白,齐鹏,张宁,等.矿山巷道贯通测量精度影响因素及优化[J].当代农机,2025,(08):95-96.

作者简介:黄士红,出生年月:1982年9月15日,性别:男,民族:汉族,籍贯:山东省泰安市宁阳县,学历:大学本科,职称:高级工程师,研究方向:测绘。