

卫星定位技术在工程测绘精度提升中的贡献

郎小龙

甘肃远豪工程勘测设计咨询有限公司，甘肃 嘉峪关 735100

摘要：本文介绍了卫星定位技术，特别是GNSS和我国BDS，及其在工程测绘中的应用。与传统方法相比，卫星定位显著提升了数据采集速度和精度，降低了成本，增强了测绘成果的可靠性。文章还探讨了影响精度的关键因素，如信号质量、设备性能、数据处理和人员素质，并针对信号遮挡、系统误差等问题提出了改进建议，为该技术在测绘领域的深化应用提供了指导。

关键词：卫星定位技术；工程测绘；精度提升；北斗导航系统；数据处理

The Contribution Of Satellite Positioning Technology In Improving The Accuracy Of Engineering Surveying And Mapping

Lang Xiaolong

Gansu Yuanhao Engineering Survey and Design Consulting Co., Ltd., Jiayuguan, Gansu 735100

Abstract : This article introduces satellite positioning technology, especially GNSS and BDS in China, and their applications in engineering surveying and mapping. Compared with traditional methods, satellite positioning significantly improves data collection speed and accuracy, reduces costs, and enhances the reliability of surveying and mapping results. The article also explores the key factors that affect accuracy, such as signal quality, equipment performance, data processing, and personnel quality, and proposes improvement suggestions for issues such as signal occlusion and system errors, providing guidance for the deepening application of this technology in the field of surveying and mapping.

Keywords : satellite positioning technology; engineering surveying and mapping; precision improvement; beidou navigation system; data processing

引言

随着现代工程建设的快速发展和对精度要求的不断提高，工程测绘技术面临着前所未有的挑战。传统的测绘方法在精度、效率和环境适应性等方面已逐渐显现出其局限性。在这种背景下，卫星定位技术的出现和发展为工程测绘领域带来了革命性的变革。本文旨在探讨卫星定位技术的基本原理、在工程测绘中的应用及其对测绘精度提升的具体贡献，同时分析影响精度提升的关键因素，并针对存在的问题提出相应的对策和建议，以期为工程测绘技术的进步和发展提供参考和借鉴。

一、卫星定位技术概述

当前，卫星导航定位技术已完全取代了既往的无线电导航、传统大地测量技术等，全面推动了定位导航技术及相关应用平台、领域的“高精尖发展”，已成为人所熟知、应用范围最为广泛的导航定位技术，并在精准度、时延、范围等层面上对各个领域产生了突破性的影响^[1]。尤其在工程测绘领域，其作用更是不可或缺。为了更好地理解卫星定位技术在工程测绘中的价值，需要深入地剖析其原理，并了解全球及我国的主要卫星定位系统。

（一）卫星定位技术原理

卫星定位技术，是一种高科技的定位手段，通过捕捉宇宙中多颗卫星的微弱信号，精准计算出接收器在地球表面的具体位置。该技术基于三角测量原理，通过测量信号从卫星发出至接收

器的时间差，并考虑信号传播中的多路径效应，结合卫星精确轨道信息，运用一系列数学模型和算法，揭示接收器的三维坐标。尽管计算过程复杂，但其原理简洁明了，类似于夜空中利用星星定位，卫星定位技术也是通过已知的卫星位置来确定地球上的未知点。

（二）全球卫星定位系统（GNSS）

全球卫星定位系统，简称GNSS，是由众多卫星星座构成的全球性网络，它为我们的世界提供了一种革命性的定位手段。在这个系统中，美国的GPS、俄罗斯的GLONASS、欧盟的伽利略GALILEO以及中国的北斗BDS，这四大系统最为人熟知。它们各自拥有众多在轨卫星，共同编织起一张覆盖全球的定位网络，为用户提供了高精度、不受天气和时间限制的定位、导航和时间同步服务^[2]。得益于GNSS的广泛应用，获取地理信息变得前所未

有的简单和快捷，极大地便利了我们的日常生活和工作。

(三) 我国北斗卫星导航系统 (BDS)

中国的北斗卫星导航系统，作为国家自主研发的全球卫星导航体系，自其启动之初便承担着保障国家战略安全和推动民用服务的双重责任。BDS 系统不仅拥有与美国的 GPS 相媲美的定位、导航和精确授时功能，还独具特色地加入了短报文通信能力，这一功能在特定的应用场景中显得尤为宝贵和高效。自古以来，人们就利用天上的星星来辨别方向。如今，北斗导航系统如同现代的“指路明灯”，为工程测绘、智能交通、精准农业等多个领域提供精准的定位服务，其独特的价值和应用潜力正逐渐显现。在工程测绘领域，北斗系统的精确性和可靠性已经得到了广泛的认可，它为各类工程项目提供了高效、精准的定位服务，极大地提升了作业效率和成果质量^[3]。

(四) 卫星定位技术在工程测绘中的应用

在工程测绘的广阔天地中，卫星定位技术已经渗透至每一个关键环节。它从地形图的精确绘制、工程控制网的精准建立，延伸至施工放样和变形监测等实际操作，凭借其卓越的精度和效率，显著提升了测绘工作的整体质量和效率。例如，在港珠澳大桥建设中，卫星定位技术被广泛应用于桥梁控制网的建立、施工放样和变形监测等环节，有效确保了桥梁建设的精度和安全。不仅如此，正如美国国家地理空间情报局 (NGA) 所言，卫星定位技术已成为“21世纪最重要的定位技术之一”，其与无人机、三维激光扫描等前沿技术的融合，将为工程测绘领域带来革命性的变革。

二、卫星定位技术在工程测绘精度提升中的具体贡献

技术的进步不仅仅体现在理论上的突破，更在于其能够如何在实践中发挥实效。本章节将深入探讨卫星定位技术在工程测绘精度提升方面的具体贡献，从数据采集速度、精度、作业成本到成果可靠性，一一揭示其带来的变革。

(一) 提高测绘数据采集速度

在工程测绘的激烈战场上，效率便是生命线。卫星定位技术的融入，无疑为测绘工作插上了翅膀，带来了革命性的速度提升。与传统的逐点测量方法相比，卫星定位技术能够即时捕捉到点位信息，省去了冗长的测量流程^[4]。在大型工程项目的初步勘察阶段，这种快速响应的能力显得尤为关键。它允许测绘团队以迅雷不及掩耳之势完成地形数据的采集工作，为后续的设计和施工环节赢得了宝贵的时间窗口。这种高效的作业方式，不仅缩短了项目周期，也为工程成本的节约和项目管理的优化提供了有力支持，从而在竞争激烈的建设市场中抢得先机。

(二) 提高测绘数据精度

在测绘工作中，精度如同生命线一般至关重要。它直接关系到工程设计的精细化、施工过程的精准控制，以及后续的变形监测环节。卫星定位技术，凭借其通过多颗卫星信号交汇的原理，并依托精密的算法，实现了高达厘米甚至毫米级的测量精度。这种卓越的精度水平，对于工程设计的精细化、施工过程的精准控制，以及后续的变形监测环节，都具有不可替代的重要性。高精

度数据采集如同为工程注入了“精准基因”，不仅极大提升了测绘成果的精确度和可靠性，更为工程的安全性和长期耐久性提供了坚实的技术支撑，确保每一项工程都能经得起时间的考验^[5]。在这样的技术保障下，工程建设者能够更加自信地面对各种复杂挑战，确保每一项工程都能经得起时间的考验，满足现代社会的高标准要求。

(三) 降低测绘作业成本

成本控制是工程项目管理中不可或缺的一环，它直接影响到项目的经济效益和可持续发展。卫星定位技术的应用在这一过程中扮演了重要角色，通过减少人力物力的投入，有效地降低了测绘作业的成本。

从长期来看，卫星定位技术在成本效益方面的优势对于推动测绘行业的健康发展具有重要意义。它不仅降低了测绘作业的成本，还提高了作业效率，使得测绘行业能够更加灵活地应对各种复杂和紧急的工程项目。此外，随着卫星定位技术的不断发展和普及，其成本效益的优势将更加明显，进一步推动测绘行业的技术进步和市场竞争力的提升。

(四) 提高测绘成果的可靠性

可靠性是评价测绘成果价值的关键指标。卫星定位技术以其固有的稳定性和可重复性，显著提高了测绘成果的可靠性。在多变和复杂的环境条件下，卫星定位技术能够持续、稳定地提供精确的数据流，显著降低了由于人为操作失误或环境因素变化而引起的误差^[6]。

这种可靠性的提升对于工程决策具有重要意义。在工程项目的各个阶段，从初步设计到施工监控，再到后期维护，卫星定位技术提供的高质量数据为决策者提供了准确的信息基础，增强了决策的准确性。这不仅提升了工程项目的整体质量，也提高了工程的安全性。

三、卫星定位技术在工程测绘精度提升中的关键因素

任何技术的发展都不是孤立无援的，其效能的发挥往往依赖于一系列关键因素。在此章节中，将探讨影响卫星定位技术在工程测绘精度提升中的几个关键要素，从卫星信号质量到人员素质，一一剖析其在实际应用中的作用。

(一) 卫星信号质量

卫星信号的质量是决定定位精度高低的关键因素。这一质量受到多种因素的共同影响，如卫星星座的布局、大气层对信号的折射、电离层对信号的干扰，以及周围环境对信号的遮挡等。在理想的信号条件下，卫星定位系统能够提供极为精确的定位结果^[7]。因此，选择一个开阔且无遮挡的测量环境，避免在电离层活跃的时段进行测量，以及采用信号增强技术，都是提高信号质量的有效方法。

(二) 测绘设备性能

测绘设备的性能直接关系到数据采集的质量。高性能的卫星定位接收器能够更精确地捕捉到卫星信号，从而显著减少测量误差。这些设备在稳定性、灵敏度、抗干扰能力以及支持多系统联

合定位方面的表现，都是评价其性能的重要标准。随着技术的发展，测绘设备的便携性和易用性也日益受到重视。这使得测绘人员能够更灵活地开展现场工作，提高工作效率，并降低操作难度。

（三）测绘数据处理方法

数据处理如同“数据医生”，能够校正系统误差，消除或减少随机误差，从而显著提升数据的可靠性，确保测绘成果的准确无误。这包括对卫星轨道的精确校正、大气延迟的校正、多路径效应的抑制以及数据融合等高级技术。熟练掌握并正确应用这些数据处理方法是提高测绘精度的重要保障。

（四）测绘人员素质

即便是配备了最先进设备和技术，也需要高素质的人员来操作和应用这些工具^[9]。测绘人员的专业知识、操作技能和丰富经验对于确保测绘工作的顺利进行至关重要。他们必须理解卫星定位技术的原理，熟练掌握测绘设备的操作，并能正确处理和分析数据。因此，加强测绘人员的培训和继续教育，提升其专业素质，是提高测绘精度不可或缺的一环。

四、卫星定位技术在工程测绘精度提升中存在的问题与对策

任何技术的应用都不是一帆风顺的，卫星定位技术在工程测绘中的普及同样面临着种种挑战。本章节将揭示这些问题，并提出相应的对策与建议，以期为进一步提高测绘精度提供参考。

（一）存在的问题

1. 信号遮挡与多路径效应

在城市的高楼大厦、崎岖的山地，或是茂密的森林等复杂地形中，卫星信号常常遭遇建筑物、树木等障碍物的阻隔，导致信号的强度减弱甚至完全丢失。此外，多路径效应也是影响定位精度的一个重要因素^[9]。当信号从卫星反射到接收器时，可能会产生额外的路径，从而引入测量误差。

2. 系统误差与偶然误差

系统误差通常源自卫星轨道的偏差、时钟的误差等，这些误差在长期累积后，会显著影响定位结果的准确性。另一方面，偶然误差则是由不可预测的因素引起的，如信号的干扰、设备的故障等。这些误差虽然可能只是偶尔出现，但随着时间的推移，它

们会逐渐累积，对测绘精度产生显著的影响。

3. 数据处理与分析能力不足

随着地理信息数据的迅猛增长，如何高效且精确地处理与分析这些庞大的数据集，已经成为测绘领域面临的一项重要课题。在这一背景下，我们发现部分测绘工作者在数据处理与分析方面的技能尚显不足，这使得他们在利用卫星定位技术时，难以将其在精度上的优势发挥到极致。

（二）对策与建议

1. 改进卫星定位接收设备

针对信号遮挡和多路径效应，研发更先进的卫星定位接收设备是提高抗干扰能力和信号接收灵敏度的有效途径。例如，通过采用多频段接收技术、优化增强型天线设计，以及内置的多路径抑制算法，这些创新手段共同作用，能够显著提升设备的整体性能。

2. 优化测绘数据处理方法

为了减少系统误差和偶然误差，数据处理方法的持续优化至关重要。这包括采用更精确的卫星轨道校正模型、实时大气延迟校正技术，以及开发更高效的数据滤波和融合算法^[10]。通过这些先进技术，可以显著提升数据的准确性和可靠性。

3. 加强测绘人员培训与交流

提升测绘人员的专业素质是解决数据处理与分析能力不足的关键所在。通过定期举办培训班、研讨会和技术交流活动，测绘人员可以及时掌握最新的技术和方法，增强在实际工作中处理复杂问题的能力。同时，鼓励跨学科的学习和实践，有助于培养具备综合能力的测绘人才，为测绘行业的持续发展提供坚实的人才支持。

结束语

随着卫星定位技术在工程测绘领域的广泛应用，了解了测绘精度和效率的显著提升，同时也面临了一系列挑战。展望未来，卫星定位技术将与人工智能、大数据等前沿技术深度融合，为工程测绘领域带来更加智能化、自动化的解决方案，助力我国基础设施建设和社会发展迈向更高水平。让我们携手并进，以科技为帆，以人才为桨，共同驶向工程测绘的星辰大海，为建设更加美好的未来贡献力量。

参考文献

- [1] 李旭锋. 大地测量及卫星导航定位技术的新进展 [J]. 中国高新科技, 2022,(21):153-154.
- [2] 王一帆. 基于北斗/GPS 双模定位的土地面积测绘技术及土地信息系统研究 [D]. 宁夏大学, 2022.DOI:10.27257/d.cnki.gnxhc.2022.000994.
- [3] 杨磊. 北斗卫星导航系统在工程测绘中的运用 [J]. 工程技术研究, 2022,7(01):105-107.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.01.035.
- [4] 仲跻文. 基于三维定位技术的水文地质测绘方法研究 [J]. 计算机测量与控制, 2022,30(04):197-201.DOI:10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2022.04.033.
- [5] 黄磊. 自然资源测绘过程中3S 技术应用的有效策略 [J]. 中国住宅设施, 2021,(11):73-74.
- [6] 吴继忠, 李明峰. 课程思政融入《卫星导航定位技术与应用》教学的实践 [J]. 现代测绘, 2021,44(06):61-64.
- [7] 曹海翊, 刘付强, 赵晨光, 等. 高分辨率立体测绘卫星技术研究 [J]. 遥感学报, 2021,25(07):1400-1410.
- [8] 孙佳宾, 蒋军娟. 现代测绘技术在工程测量中的应用 [J]. 工程技术研究, 2020,5(17):110-111.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2020.17.048.
- [9] 王昌锐. GNSS 技术在矿山测量中的应用 [J]. 华北自然资源, 2020,(03):85-86.
- [10] 王建荣, 杨元喜, 胡燕, 等. 高分十四号立体测绘卫星无控定位精度初步评估 [J]. 测绘学报, 2023,52(01):8-14.