

融合 GNSS 与天文测量技术的大地控制网建立方法

张新 洪志佳 李建晔

中国人民解放军 32023 部队

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1744

[摘要] 融合GNSS与天文测量技术的大地控制网建立方法强调大地控制网的重要性,其是地理空间信息获取的基础。该方法结合GNSS技术的高精度定位和天文测量技术的长距离定位优势,通过技术设计、现场测量、控制点选址与标记以及数据处理与质量控制等步骤,构建出全面、准确的大地控制网。这一方法不仅提高了测量精度,还确保了数据的可靠性和一致性,为地理空间信息的获取和应用提供了有力支持。

[关键词] GNSS; 天文测量技术; 大地控制网

中图分类号: P1 文献标识码: A

The method of establishing geodetic control network by integrating GNSS and astronomical survey technology

Xin Zhang Zhijia Hong Jianye Li

PLA Unit 32023, Dalian City, Liaoning Province

[Abstract] The method of establishing geodetic control network by integrating GNSS and astronomical survey technology emphasizes the importance of geodetic control network, which is the basis of geospatial information acquisition. This method combines the high precision positioning of GNSS technology and the long distance positioning advantages of astronomical survey technology, and constructs a comprehensive and accurate geodetic control network through the steps of technical design, field measurement, control point selection and marking, data processing and quality control. This method not only improves the measurement accuracy, but also ensures the reliability and consistency of the data, and provides a strong support for the acquisition and application of geospatial information.

[Key words] GNSS; Astronomical surveying techniques; Geodetic control network

随着测绘技术的不断发展,大地控制网的建立已成为测绘领域的重要任务之一。传统的大地测量方法已无法满足高精度、高效率的需求,而GNSS技术和天文测量技术作为现代测绘技术的重要组成部分,具有各自的优点和局限性。因此,如何融合这两种技术,实现大地控制网的高精度、高效率建立,是当前测绘领域亟待解决的问题。

1 大地控制网的重要性

大地控制网作为地理空间信息领域的基石,其重要性不容忽视。它是现代测绘科学的核心组成部分,同时也是国家基础设施建设得以稳固发展的关键支撑。这一网络经过精心设计和实施,具备了高精度、高效率的空间位置信息获取能力。这些准确的数据对于城市规划、国土资源管理、环境监测以及交通建设等领域具有极其重要的价值。在城市规划方面,大地控制网提供的数据使得规划者能够更合理地布局城市空间,确保城市发展的科学性和可持续性。在国土资源管理方面,这些数据帮助管理

者精确掌握资源分布,为资源的合理开发和利用提供科学依据。在环境监测领域,大地控制网的数据能够及时发现环境问题,为环境保护和治理提供有力支持。而在交通建设方面,这些数据则使得建设者能够规划出更加高效便捷的交通网络,提升交通运输的效率和安全性。另外,大地控制网在国家安全和国防建设中也发挥着重要作用。在信息化、全球化的时代背景下,精确的地理空间信息对于维护国家领土完整和主权至关重要。大地控制网通过提供精确的空间位置信息,为国家监测边境安全、及时发现并应对潜在的安全威胁提供了有力支持。它为国家安全提供了坚实的保障,确保国家的领土和主权不受侵犯。

2 GNSS与天文测量技术概述

2.1 GNSS技术

GNSS,即全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System),是现代测绘科技领域中不可或缺的一种基于卫星定位技术的导航系统。该系统集成了多个国家和地区的卫星定位技

术,如美国的全球定位系统(GPS)、俄罗斯的全球导航卫星系统(GLONASS)、中国的北斗卫星导航系统(BDS)等。这些系统共同构成了全球范围内覆盖广泛、功能强大的卫星网络。GNSS技术的工作原理是通过接收来自卫星的信号,利用三角定位原理,计算出用户在地球上的三维坐标(经度、纬度和高度)以及精确的时间信息。由于其不受天气、时间和地理位置限制的特性,GNSS技术能够为用户提供全天候、连续、高精度的定位服务。在大地测量领域,GNSS技术发挥着至关重要的作用。它广泛应用于控制网的建立。通过接收卫星信号,GNSS可以快速、准确地确定控制点的坐标,为后续的测量工作提供可靠的基础数据。其次,在地形测量中,GNSS技术可以高效地获取地表的高程信息,为地形图的绘制提供重要支持。

2. 2天文测量技术

天文测量技术是一种古老而精确的测量手段,它通过观测太阳或其他恒星在天空中的位置来确定地面点的天文经度、纬度或两点之间的天文方位角。这种测量方式在大地测量中扮演着重要的角色,其测量结果通常被用作大地测量的起算数据或校核数据,以确保测量结果的准确性和可靠性。传统的天文测量工作繁琐而耗时,需要观测者具备深厚的天文学和测量学知识,以及精湛的观测技巧。观测者需要长时间等待恒星到达特定位置,然后通过目视或使用简单的仪器进行观测和记录。由于各种因素的影响,如大气折射、地球自转等,传统天文测量的精度相对较低,且容易受到人为因素的影响。然而,随着现代科技的进步,特别是电子经纬仪等先进设备的出现,天文测量的效率和精度得到了极大的提高。现代电子经纬仪具有自动化程度高、观测速度快、测量精度高等优点,可以自动跟踪和记录恒星的位置信息,并进行实时数据处理和分析。这不仅大大减少了观测者的工作量,提高了测量效率,同时也提高了测量的精度和可靠性。如今,天文测量技术已经广泛应用于大地测量、地理信息系统、航空航天等领域。它不仅可以为大地测量提供准确的起算和校核数据,还可以为其他领域的科学研究和技术应用提供重要的支撑。

3 融合GNSS与天文测量技术的大地控制网建立方法

3.1 技术设计

技术设计是融合GNSS与天文测量技术建立大地控制网的首要环节,直接关系到整个测量项目的成功与否。在此阶段,需要对测区进行全面的考察和深入的分析。一方面,需要细致了解测区的地理特征,如地形地貌、植被覆盖、建筑物分布等,这些特征将直接影响GNSS信号的接收质量和天文观测的可行性。另一方面,需明确测量任务的精度要求。不同的测量项目对精度的要求各不相同,有的需要达到厘米级甚至毫米级的精度,而有的则只需满足米级精度即可。所以,在设计阶段应根据项目的实际需求,确定合理的精度指标。接下来,根据测区的地理特征和精度要求,明确控制网的等级和布局。控制网的等级决定了其所能达到的精度水平,而布局则决定了控制点的分布和连接方式。在设

计过程中,需综合考虑测区的实际情况,如测区的范围、形状、已有控制点的情况等,制定出合理的控制网设计方案。最后,制定详细的测量计划。该计划将包括GNSS和天文测量的策略、设备选型、观测时间等具体内容。在策略方面,需确定是采用静态测量还是动态测量,是采用单频接收还是双频接收等。在设备选型方面,需根据测量精度和预算等因素,选择适合的GNSS接收机和电子经纬仪等设备。在观测时间方面,需根据卫星分布和天气情况等因素,确定最佳的观测时间和观测时长。

表1 融合GNSS与天文测量技术建立大地控制网的技术设计阶段的关键数据对比

对比项	技术设计前	技术设计后
测区地理特征了解	未详细考察地形、植被、建筑等	细致了解地形地貌、植被覆盖、建筑物分布等,评估对GNSS和天文观测的影响
测量任务精度要求	未明确精度指标	明确厘米级、毫米级或米级等精度要求,根据项目需求确定合理精度指标
控制网等级与布局	未确定控制网等级和布局	根据地理特征和精度要求,确定控制网等级和合理的控制点分布及连接方式
测量策略	未制定测量策略	确定静态/动态测量策略,单频/双频接收策略等
设备选型	未选定测量设备	根据精度要求和预算,选择适合的GNSS接收机和电子经纬仪等设备
观测时间	未确定观测时间和时长	根据卫星分布和天气情况,确定最佳的观测时间和观测时长
项目成功与风险	高风险,缺乏明确指导	低风险,通过全面的技术设计提供明确的指导和有力的保障
测量项目顺利性	可能面临较多问题和延误	确保整个项目的顺利进行,减少问题和延误,提高项目成功率

3.2 现场测量

在现场测量阶段,融合GNSS与天文测量技术的关键步骤将全面展开。团队将集结于测量地点,按照预先精心设计的测量计划,有条不紊地开展工作。在GNSS测量环节,高精度的GNSS接收机将被部署,以捕捉全球定位卫星的信号。这些接收机将持续跟踪并记录卫星信号,为获取测点位置的关键数据提供基础。为了确保数据的准确性,接收机的安装需稳固、无遮挡,并定期进行校准和维护。电子经纬仪等先进的天文观测设备将用于进行天文测量,通过精确观测恒星、行星等天文目标,可以获取测点的天文坐标和方位信息。这一步骤需要专业的天文观测技能和丰富的经验,团队成员都经过严格培训,能够胜任此任务。整个测量过程中,将严格遵守测量规范,确保每一步骤均符合标准操作程序。测量数据将进行实时检查,以保障其准确性和可靠性。若

遇异常情况或数据质量问题,将立即采取措施进行纠正或重新测量。GNSS和天文测量的有机结合,能够获取更加全面、准确的测点位置信息,为后续的数据处理和控制网建设提供坚实基础。



图1 GNSS测量现场

3.3 控制点选址与标记

控制点的选址是构建大地控制网过程中不可或缺且至关重要的环节。为了确保控制网的准确性和可靠性,选址工作必须严谨细致。在测区内,我们需要精心挑选那些具有显著代表性的地点作为控制点。这些地点不仅应具备良好的观测条件,如视野开阔、无遮挡物,以确保GNSS信号和天文观测的顺畅进行,而且应尽量避免受到各种潜在干扰因素的影响,如电磁干扰、地面震动等。一旦确定了合适的控制点位置,接下来就需要进行准确的标记。标记工作不仅要求位置精确,而且需要持久耐用,以确保在后续长期的测量工作中,控制点的位置不会发生变化或丢失。常用的标记方法包括设立明显的标志牌、埋设地标或进行地面刻画等,这些方法都能有效地标识出控制点的具体位置,为后续的测量工作提供便利。这些精心选址并准确标记的控制点,将成为整个控制网的基准点。

3.4 数据处理与质量控制

测量工作完成后,数据处理与质量控制阶段随之启动。此阶段的核心目标是深入处理和分析收集到的GNSS和天文数据,以获取精确且可靠的测量信息。在数据处理环节,原始数据首先需要经历解算过程。GNSS数据解算基于接收到的卫星信号,计算出测点的三维坐标;而天文数据解算则根据观测到的天文目标位置,得出测点的天文坐标。为确保解算结果的准确性,此过程需依赖精密的算法和强大的计算能力。随后,坐标转换为必要步骤。由于GNSS和天文测量可能采用不同的坐标系统,因此需要将其转换至统一的坐标体系,以便于比较和分析。这一步骤需考虑不同坐标系统间的转换参数和方法,确保转换的精确性。在数据处理过程中,误差分析是重要的一环。通过对测量数据的误差来源进行分析和评估,可以了解数据的可靠程度及可能存在的偏差。这有助于采取适当措施减少误差,提高测量数据的准确性。质量控制是确保最终成果准确性的关键。测量数据需经过严格的质量检查,包括闭合差检查和异常数据剔除等。闭合差检查通过比较不同观测手段得到的数据,确保它们之间的一致性。一旦发现闭合差过大或存在明显的异常数据,需及时剔除或修正,以确保最终成果的可靠性。通过这一系列的数据处理和质量控制措施,可以确保最终获得的测量数据具有高度的准确性和可靠性,为后续的应用和决策提供有力支持。

4 结语

融合GNSS与天文测量技术的大地控制网建立方法体现了现代测量技术的先进性和实用性。通过融合这两种技术,能够在大地控制网的建立中同时利用GNSS技术的高精度和实时性以及天文测量技术的长距离和稳定性优势。这种方法的实施不仅确保了测量数据的准确性和可靠性,也为地理空间信息的获取和应用提供了强有力的支撑。随着科技的不断发展,我们相信这一方法将在未来的测量领域发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1]詹银虎,张超,李飞战,等.基于图像全站仪的天文大地垂线偏差测量及其精度分析[J].测绘学报,2023,52(2):175-182.
- [2]周玟龙,詹银虎,张鹤,等.基于GDOP贡献值递推的自动天文选星算法[J].测绘科学技术学报,2021,38(3):240-245.
- [3]刘洋洋,任政兆,祝杰,等.超快速精密星历反演大气可降水量的精度分析[J].导航定位学报,2022,10(2):134-140.

作者简介:

张新(1998—),男,汉族,辽宁省昌图县人,本科,研究方向:大地测量。