

GNSS测绘技术在工程测绘中的应用

李琦

武汉铁路桥梁职业学院 湖北 武汉 430000

摘要: 随着科学技术的不断发展, GNSS(全球导航卫星系统)测绘技术也得到了迅猛发展。GNSS技术尤其在工程测绘中得到了广泛的应用, 成为了工程测绘中不可或缺的技术之一, 它不仅可以提升测量的精度, 而且让测绘工作变得更加高效。因此, 在工程测绘中, 要有效应用GNSS测绘技术, 并对其进行不断优化和完善, 进而确保工程测绘的有效性和精准性。基于此, 本文首先分析了GNSS测绘技术的概念、工作原理及基本特征; 并从理论层面上探讨了GNSS测绘技术的应用价值; 最后, 研究了GNSS测绘技术在各个领域的广泛应用。

关键词: GNSS测绘技术; 工程测绘; 应用

前言: 在新的时期, 我国在经济、政治、文化等领域方面都取得了巨大的发展成就, 在测绘地理信息技术方面同样取得了多项重要成果, 从传统测绘技术体系到数字化测绘技术体系, 每一次升级都带来了巨大飞跃。在这个过程中, 我国组建了北斗卫星星座, 成为世界上少数掌握高精度卫星立体测绘成套技术的国家之一。不断创新发展的GNSS测绘技术使得测绘工作更加自动化、智能化, 它不仅具有精度高、速度快、费用省、操作方便等优点, 同时实现了实时定位测量, 提升了测绘结果的准确性和工程测绘的经济效益, 因此, 越受测绘地理信息行业的喜爱。在GNSS系统日益完善和互联网的大规模普及和推广下, 为我国在国防、经济、民生、交通、水利等领域的基础设施建设, 打下了坚实的基础。

1 GNSS 测绘技术的工作原理

GNSS测绘技术的工作原理是利用卫星定位原理, 通过接收来自至少四颗卫星的信号, 并利用信号的传播时间、频率等信息, 计算出接收器与卫星之间的距离, 再根据卫星的精确位置信息, 确定接收器所在的位置。在测量过程中, 参考站的一系列资料是已知的, 参考站与每一个流动站都会同步观察同一组卫星, 参考站会将所接收到的资料以及已知资料以无线电方式传输给每一个流动站, 当接收到参考站的资料后, 可快速地完成基线解算、平差、坐标系转换, 最终将所测点的坐标显示出来。利用此方法, GNSS-RTK动态测量能实时、精确地获取各测点的位置信息。利用WGS-84的4个或更多个定点及测区的坐标, 进行该测区的各种参数转换, 转换的参数与实测结果的精度有很大的关系, 在进行参数转换时必须慎重。其次, 在参考站运行时应遵循的原则有: ①周围应视野开阔, 截止高度角应超过15度, 周围无信号反射物, 要避开交通要道、过往行人的干扰; ②

参考站应尽量设置于相对制高点上, 以方便播发差分改正信号; ③参考站要远离微波塔、通信塔等大型电磁发射源200米外, 要远离高压输电线路、通讯线路50米外; ④参考站不允许移动或关机重新启动, 若重新启动后必须重新校正; ⑤在RTK作业期间, 参考站不允许进行自测试、改变卫星截止高度角、仪器高度、测站名、天线位置、关闭文件或删除文件等; ⑥RTK设备在设计时考虑了防水、防晒等因素, 但作业时应尽量避免烈日暴晒或雨水淋湿。

2 GNSS 测绘技术的基本特征

2.1 应用范围较为广泛

全球导航卫星系统是一种广泛的遥感测量方法, 它能为人类的生活提供重要的空间信息, 如航路规划、国土调查、公路、铁路规划等^[1]。它具有测量精度高、不需要通视、不会受到天气、地面物体干扰等优点, 具有很好的推广价值。

2.2 可以精确定位

GNSS应用于工程测绘, 利用卫星对地表物体进行精密定位, 其静止观测精度可达毫米量级。相对于传统的遥感方法, GNSS具有明显的优越性。GNSS不仅具有厘米量级的动态观测精度, 而且具有优于常规观测手段的优势, 因此, 它将更多地用于工程勘察, 特别是在工程监测方面, 可实现全天候、实时、准确地监测整个工程的变形, 从而提升工程质量。

2.3 自动化水平较高

GNSS是一种综合了卫星技术、计算机技术和移动通信技术的综合技术, 具有较高的自动化程序。控制站、监控站与注入站通过通讯方式实现了信息的交换。利用接收机在工程勘测场地进行观测, 通过GNSS接收机与空间多颗卫星的通信, 获取所需要的各种信息资料, 且

不会受到气象和外界干扰，确保了观测的准确性^[2]。GNSS是计算机技术、卫星技术和信息技术相结合的一种新技术，能自动采集数据，处理数据，自动运算生成影像，能很好地适应各种工程测绘的需要。

3 GNSS 测绘技术在工程测绘中的应用价值

3.1 提高测绘精度：GNSS技术能够利用全球导航定位系统，精准地测出测绘标的位置，同时对相关位置的内部和外部因素，如时间、磁场等，进行汇报。使得工程测绘的精度大幅度提高，有利于更好地进行工程设计和施工。

3.2 提升工作效率：通过使用GNSS测绘技术，可以建立三维立体图像，通过仿真技术，将测绘过程中的每个细节都展现出来^[3]。不仅可以帮助我们获得更准确的测绘结果，还可以降低安全风险，提升工作效率。

3.3 降低经济成本：GNSS测绘技术可以快速而准确地发现测绘方案中的问题，并及时进行改进和完善。这使得经济成本降低，同时保证了测绘的质量和安全性。

3.4 有效监测工程变形：在工程建设中，工程变形是较为常见的问题。使用GNSS测绘技术可以获得高精度的测绘数据，对工程变形状况充分了解。配合使用数据传输技术，就可以对测量数据快速收集，实时处理，将准确的数据提供给有关人员，以对工程变形准确判断。

综上所述，GNSS测绘技术在工程测绘中具有显著的应用价值，尤其是在提高测绘精度、提升工作效率、降低经济成本和有效监测工程变形等方面表现出色。

4 GNSS 测绘技术在工程测绘中的应用

基于上述特征和优势，GNSS测绘技术在现实中得到了广泛的应用，我们常用的“卫星导航和定位”就是对该技术的一种简化应用。相对于常规测量模式，GNSS在平面控制网测量、航空摄影空中三角测量、工程建设、地形图根控制测量和GNSS-RTK测量等方面都有很好的应用前景。在实际应用过程中，可针对实际需求，选取最适合的GNSS运行模式，进行高精度定位，通过与周围高级别控制点的联测，构建高精度的GNSS控制网。对于地形测量和施工放样，可直接使用GNSS-RTK进行测量^[4]。传统的CORS方式可以实现网络RTK的应用，通过登录CORS站点账号或者在测区建立基准站，采用单点差分解算定位方法获得2~3个以上已知点的空间坐标，采用四参数、七参数不同的模型形式，进行参数转换，将转换参数应用在当前工程中，来完成数据采集或坐标放样工作。当前，全国大多数省份都已建成了基于CORS网的持续运营基准站，为测量工作带来了更加方便有效的服务。对于高精度测量的工程，采用静态控制测量，对

GNSS控制网同已有控制点进行联测，用内业数据处理软件对外业数据解算处理，得到成果报告。

4.1 在放线定位中应用GNSS测绘技术

在工程施工初期，要按照工程设计的需求，进行现场测量放样等工作，测量员工作量大、效率低会影响工程进度。如利用GNSS进行测量，不仅可以有效地改善放样和位置的准确性，而且可以提高工作效率。GNSS-RTK坐标放样是一种简便快速的方法，测量员在手簿设计图纸上标定放样位置，通过GNSS接收机计算出放样点坐标，采用三维坐标放样，可以有效的提高工作效率。

4.2 在测绘模拟中应用GNSS测绘技术

卫星导航系统中的仿真技术就是利用信号模拟软件对工程地图进行仿真，它是一种试验和发展的工具。通过对实际工程测绘的模拟，开展GNSS接收机的研制，在室内利用模拟的方式发送多个卫星信号，并对其进行调试和改进，从而提高其功能。首先，利用仿真器接收到的模拟卫星信号，对其进行解析，将其存入GNSS接收机，形成用于工程测绘的信号数据。二是利用仿真工程测绘得到的数据，构建出一种基于实际的工程测绘系统，为研制和开发用于工程测绘的GNSS接收器奠定基础^[5]。三是利用仿真器建立了一个工程环境的建模，这个建模过程中包含项目的地点、地理、气候环境等方面，可利用仿真器对这个环境进行仿真，建立一个工程环境模型，不需要到工地去进行实地测量，从而避免野外测量带来的安全隐患。将GNSS模拟系统应用于工程制图时，需要在电脑中建立一个模拟的工程测绘环境，对各个阶段进行模拟，并对其进行详细的测量，将存在的安全隐患，预先标记到3D模型中，供以后的实践使用，从而减少了建筑中的安全事故。

4.3 在变形监测中应用GNSS测绘技术

在建设项目中，基坑开挖会引起周边土体失去支撑，易诱发位移、塌方和滑坡等灾害，传统的实地测量方法往往具有较大的误差。当眼睛看到基坑有变形位移时，就意味着它的变形程度很大，很难修复。一般情况下，项目规模较大，投资较大，若发生基础变形问题，不仅会使项目成本上升，而且还会拖延项目的进程，降低项目的施工效率，所以，必须确保变形监控的准确性和实时性，从而实现对施工过程的有效控制^[6]。利用GNSS测量系统，可以实现对基础位置变形的实时监控，获取准确的基础空间位置信息，一旦位置发生显著改变，则表明基础已经产生了位移。通过对基础进行连续三维空间位置的连续观测，可以了解基础的动态情况，从而能够对基础进行有效的防治，从而将由于基础的变

形造成的经济损失降到最低。

4.4 在航空摄影测量和遥感中应用GNSS测绘技术

在卫星导航系统精确定位尚未广泛应用的背景下,航摄 POS资料仅包含航偏角、侧滚角和俯仰角等角度要素,没有包含精细的3D立体信息,航摄测区判断和补飞操作高度依赖于操作人员的经验。在GNSS精密定位的基础上,通过事先设定测区的边界和高度,使航摄载体能够根据事先设定的步骤,在测区内完成精确的航摄操作^[7]。在随后的正射图像生成中,利用高精度GNSS获取卫星图像实时的时空信息,利用机载三方联合,仅用少数的地面图像控制就能实现对中间区域的空三加密,减轻了野外工作的负担,缩短了成图的工期,减小了制造费用和操作困难。借助卫星导航型无人机,实现了大面积(0.2m)以上高分辨率图像的全覆盖采集和正射影像图制作工作,有精度高,时效性好,生产周期短、更新速度快等优点,能够满足很多行业的要求,可以大大地节省生产成本提高生产效率。

4.5 在水深测量中应用GNSS测绘技术

在GNSS测绘技术尚未完善之前,常规的测深方法大多是利用地面全站仪进行,其工作繁琐、工作面积较少,野外测绘工作量大,测绘耗时较长,而且在较大面积的水体中,很难确保深度和方位的精度。利用GNSS测绘技术,尤其是RTK,不需验潮作业,降低作业工人的劳动强度,实现高自动化,在保证测绘精度的同时,还能有效地改善作业效率^[8]。通过在海岸布设多个无线传输台,利用卫星信号的无线传输特性,获得船舶与陆地平台之间的距离,从而可以在数百公里范围内进行海洋深度的精确定位。

4.6 在工程测绘中应用GNSS测绘技术

工程测绘精度是工程项目质量的重要保障,而工程测绘的资料又是项目设计和施工的依据,它对项目的质量起到了至关重要的作用。GNSS测绘技术具有全天候、实时、高精度测量的优势,利用其高精度的工程测绘成

果,可达到毫米乃至亚毫米级精度,从而为工程设计、工程施工方案优化等方面的深入研究,创造高质量的工程,使工程施工获得最大收益。

结束语

总之,GNSS测绘技术具有不可替代的优点,它给我国的测量事业提供了较多的机会和新的发展契机。未来,随着该技术的不断发展和功能完善,必将给我国的测绘工作带来更大的发展和变化,这种变化不仅表现在产品上,也表现在经济效益上。所以,在不断发展和改进GNSS测量方法的同时,使之更好地应用于各行各业,特别是在测绘项目中,能够更好地推进测绘地理信息技术的智慧发展,更好、更快地为经济建设和国防建设提供高质量的服务。

参考文献

- [1]房大为,敦世国.基于CORS的GNSS测量技术及其在大型工程中的应用核心思考[J].科技创新导报,2022(27):224-227
- [2]祝海峰,韩瑶,张杰.浅谈GNSS测量技术在工程测绘中的应用及特点[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(6):0173-0173176
- [3]张盟.GNSS测绘技术的特点及其在工程测绘中的运用[J].科技资讯,2021(36):31-33
- [4]张志军.探究GNSS测绘技术的特点及其在工程测绘中运用[J].城镇建设,2021(16):377.
- [5]丁莹莹,赵云昌,袁国霞.消费级无人机与GNSS接收机在地形图测绘中的应用及精度分析[J].山东国土资源,2022(3):59-62
- [6]石威力.浅谈GNSS测量技术在房建工程中的应用[J].四川建材,2021(11):74-75
- [7]郑一涛.GNSS测绘技术在工程测绘中的应用[J].中国建筑金属结构,2023(2):99-101
- [8]谢黎明.GNSS测量技术在都市建成区测绘工作中的应用及分析[J].科学与信息化,2021(31):93-96