

GPS技术在海洋测绘中的运用

卢忠连

中石化石油工程设计有限公司，山东 东营 257000

摘 要： 本文深入探讨了 GPS 技术在海洋测绘中的应用，详细阐述了 GPS 技术的概念、海洋测绘的概况，分析了 GPS 技术在海洋测绘中的应用意义，包括提升测绘工作水平、节省测量时间以及促进海洋强国建设等方面，并具体介绍了其在海洋定位、水深测绘、海洋大地控制网布设、海洋灾害监测和海岸地形测量等领域的应用，展示了 GPS 技术在海洋测绘中的重要性和广阔前景。

关 键 词： GPS 技术；海洋测绘；海洋定位；水深测绘

Application of GPS Technology in Ocean Surveying and Mapping

Lu Zhonglian

Sinopec Engineering Incorporation, Dongying, Shandong 257000

Abstract： This paper delves into the application of GPS technology in ocean surveying and mapping, detailing the concept of GPS technology and the overview of ocean surveying and mapping. It analyzes the significance of GPS technology's application in ocean surveying and mapping, including improving the level of surveying and mapping work, saving measurement time, and promoting the construction of a maritime power. Specifically, it introduces its applications in ocean positioning, water depth surveying and mapping, deployment of ocean geodetic control networks, ocean disaster monitoring, and coastal topographic surveying, demonstrating the importance and broad prospects of GPS technology in ocean surveying and mapping.

Keywords： GPS technology; ocean surveying and mapping; ocean positioning; water depth surveying and mapping

一、GPS技术与海洋测绘概述

（一）GPS技术概念

GPS（Global Positioning System）即全球定位系统，是一种基于卫星导航系统的空间定位技术。其基本原理是通过地面接收设备接收多颗卫星发射的信号，利用三角测量方法精确测定接收设备所处的三维空间位置，涵盖经度、纬度和高程信息^[1]。GPS系统由空间卫星星座、地面监控系统 and 用户接收设备三大部分组成。空间卫星星座由多颗分布在不同轨道上的卫星构成，确保在地球任何位置至少能同时接收到四颗卫星的信号，从而实现全球范围内的定位覆盖。地面监控系统负责监测和控制卫星的运行状态，保证卫星信号的准确性和稳定性。用户接收设备则是安装在测量载体上，如测量船、海洋浮标等，用于接收卫星信号并进行数据处理，以获取自身的位置信息^[2]。GPS技术具有高精度、全天候、高效率等显著特点，其定位精度可根据不同的测量需求和设备性能达到米级甚至厘米级，能够在各种复杂的自然环境下稳定工作，不受天气、昼夜等因素的限制，广泛应用于交通运输、地理测绘、军事国防等众多领域，为现代社会的发展提供了重要的位置信息服务。

（二）海洋测绘概况

海洋测绘是一门综合性的学科，旨在对海洋及其邻近陆地和江河湖泊的地理信息进行测量和绘图。其主要任务包括海洋地形地貌测绘、海洋重力测量、海洋磁力测量、水深测量、海洋工程

测量等多个方面^[3]。海洋测绘的作业范围广阔，从近海的浅滩、港湾到远海的深海区域，涉及的海洋环境复杂多变，如海水的深度、盐度、温度、海流、海浪等因素都会对测量工作产生影响。在海洋地形地貌测绘中，需要精确测量海底的起伏形态、岛屿和礁石的分布等信息，为海洋资源开发、海洋工程建设提供基础地形数据。海洋重力测量和磁力测量则用于研究地球的重力场和磁场在海洋区域的分布特征，对于地质勘探、海洋地球物理研究等具有重要意义。水深测量通过测量海底到海面的垂直距离，绘制出详细的水深地形图，为航海安全保障、海洋渔业捕捞、海底管线铺设等提供关键数据。

二、GPS技术在海洋测绘中的应用意义

（一）提升测绘工作水平

传统的海洋测绘方法，如天文定位、陆标定位等，受限于观测条件和仪器精度，定位误差较大，难以满足现代海洋测绘高精度的要求。而 GPS 技术凭借其先进的卫星定位原理，能够实时、精确地确定测量船的位置，误差范围极小，为后续的测量工作提供了可靠的起始数据^[4]。在绘制海洋地图时，高精度 GPS 定位使得测量点的坐标更加准确，从而使地图上的海洋地形地貌、岛屿分布等信息更加精准，为海洋工程建设、航海导航等提供了更具参考价值的数据。例如，在港口航道的测绘中，精确的 GPS 定位能够确保航道的宽度、深度等参数的测量精度，避免因数据误

差导致的船舶航行安全隐患,提高港口运营的安全性和效率。同时, GPS技术还可以与其他海洋测绘仪器设备相结合,如多波束测深仪、侧扫声呐等,实现多种测量数据的同步采集和融合处理,进一步提高海洋测绘成果的质量和完整性,推动海洋测绘技术向更高水平发展^[5]。

(二) 节省更多测量时间

传统的测绘方法由于定位过程繁琐、受环境因素影响大,往往需要耗费大量的时间来完成测量任务。而GPS技术的快速定位功能极大地缩短了测量时间。测量船在海上作业时,只需开启GPS接收机,即可在短时间内获取自身的精确位置信息,无需像传统方法那样进行复杂的天文观测或陆标测量计算,减少了测量过程中的等待时间和操作步骤。此外,在大面积的海洋测绘项目中,利用GPS技术可以实现多艘测量船的协同作业,通过合理规划测量航线和任务分配,同时对不同区域进行测量,大大提高了测量效率,缩短了整个项目的工期^[6]。例如,在对一片广阔的海域进行水深测绘时,多艘配备GPS设备的测量船可以按照预定的网格状航线快速展开测量工作,快速获取大面积海域的水深数据,相比传统的单船逐点测量方式,节省了大量的时间和人力物力成本,使海洋测绘工作能够更高效地完成,及时满足海洋开发与管理的需求^[7]。

(三) 促进海洋强国建设

精准的海洋测绘数据是海洋资源开发利用的基础,通过GPS技术获取的高精度海洋地理信息,能够帮助国家更科学地规划海洋资源的开发布局,提高海洋资源的开发效率和效益。在海洋油气资源勘探中,准确的海洋地形和地质构造数据可以指导勘探船的作业位置,降低勘探成本,增加油气资源的发现概率,推动海洋能源产业的发展,增强国家的能源保障能力。在海洋渔业方面,详细的海洋环境和渔场分布信息有助于渔民合理安排捕捞作业,提高渔业产量,促进海洋渔业的可持续发展^[8]。同时,在海洋权益维护方面,精确的海洋测绘成果是划定海洋边界、专属经济区等的重要依据,GPS技术能够确保这些边界的精确测定和标识,为国家海洋权益的维护提供有力的技术支持,防止海洋权益受到侵犯。此外,先进的海洋测绘技术也是发展海洋军事力量的关键因素之一,为舰艇导航、海洋战场环境构建等提供精确的地理信息,提升国家的海洋军事防御和作战能力,从经济、安全等多个方面全面助力海洋强国建设,增强国家在全球海洋事务中的竞争力和影响力。

三、GPS技术在海洋测绘中的具体应用

(一) GPS技术在海洋定位中的应用

在海洋测量作业中,测量船需要准确知道自身在海洋中的位置,以便进行后续的测量工作。GPS接收机安装在测量船上,通过接收卫星发射的信号,利用卫星轨道参数和信号传播时间等信息,解算出测量船的三维坐标,包括经度、纬度和高程^[9]。无论是在近海的港口航道测量、海洋工程建设的前期勘察,还是在远海的海洋科学考察、海洋资源勘探等活动中,GPS定位都能为测

量船提供高精度、实时的位置信息。在近海区域,GPS定位精度可以满足港口设施建设、航道疏浚等工程对测量精度的要求,确保测量船在狭窄的航道和港口水域内准确行驶和定位,避免碰撞事故的发生,保障港口作业的安全和高效。在远海作业中,即使远离陆地参考点,GPS技术依然能够依靠卫星星座的全球覆盖特性,精确确定测量船的位置,为远洋测绘任务提供可靠的位置基准^[10]。而且,随着技术的不断发展,差分GPS(DGPS)技术的应用进一步提高了海洋定位的精度,通过在已知位置设置基准站,对卫星信号进行差分修正,将定位精度提升到亚米级甚至更高水平,满足了海洋测绘中对高精度定位的需求,为海洋测绘的各项工作奠定了坚实的基础。

(二) GPS技术在水深测绘中的应用

GPS技术与回声测深仪等设备相结合,实现了高效、精确的水深测量。回声测深仪通过向海底发射声波并接收反射回来的声波信号,根据声波传播的时间计算出海底到海面的深度。而GPS技术则负责确定测量船的平面位置。在测量过程中,测量船沿着预定的测线航行,GPS接收机实时记录测量船的位置信息,同时回声测深仪不断测量船下方的水深数据。通过将两者的数据进行同步采集和处理,能够精确绘制出海底的地形起伏状况,生成高精度的水深地形图^[11]。GPS与回声测深仪相结合的测量方式,克服了传统水深测量方法中定位不准确、测量效率低的问题。在大面积的海域测量中,能够快速获取海量的水深数据,并且通过GPS的高精度定位,保证了数据的准确性和空间位置的精确性,水深测绘成果广泛应用于海洋航道维护、海底电缆铺设、海洋石油开采平台建设等海洋工程中,为工程设计和施工提供了详细、准确的海底地形数据,保障了海洋工程的安全实施,降低了工程建设风险,提高了海洋资源开发利用的可行性和效率。

(三) GPS技术在海洋大地控制网布设中的应用

GPS技术是构建海洋大地控制网的重要手段。通过在海岛、海岸以及海洋中的礁石等稳定的地物上设立GPS控制点,利用GPS测量技术精确测定这些控制点的三维坐标。在测量过程中,采用静态GPS测量方法,将GPS接收机长时间安置在控制点上,连续接收卫星信号,通过对观测数据的精密处理,获得高精度的控制点坐标。然后以这些控制点为基础,通过高精度的GPS观测和数据处理,构建起覆盖整个测区的海洋大地控制网。这一控制网为海洋测绘的各项工作提供了统一的坐标基准,使得不同时期、不同测量单位获取的海洋测绘数据能够准确融合,提高了海洋测绘成果的兼容性和一致性。在海洋大地测量、海洋重力测量、海洋磁力测量等工作中,都需要依托海洋大地控制网进行坐标转换和数据整合,确保测量数据的准确性和可靠性。同时,海洋大地控制网的建立也为海洋科学研究、海洋资源开发等提供了稳定可靠的基础数据平台,为深入了解海洋地质构造、地球物理场分布等提供了精确的坐标框架,推动了海洋测绘和海洋科学研究的协同发展。

(四) GPS技术在海洋灾害监测中的应用

海洋灾害频发对人类生命财产安全和海洋生态环境造成了严重威胁,GPS技术在海平面变化监测方面,通过在沿海地区设

置 GPS 监测站，长期连续观测监测站的高程变化，结合验潮站的数据，可以精确监测海平面的升降情况。海平面上升是全球气候变化的重要表现之一，对沿海地区的生态环境、城市建设和经济发展都带来了诸多挑战。GPS 监测数据能够为海平面变化研究提供准确的时空信息，帮助科学家预测海平面上升的趋势和影响范围，为沿海地区制定应对海平面上升的策略提供科学依据。在海岸侵蚀监测中，GPS 技术能够实时监测海岸线的位置变化。将 GPS 接收机固定在海岸线上的关键位置，定期测量其坐标信息，通过对比不同时期的测量数据，可以分析海岸侵蚀的速率和范围。海岸侵蚀会导致土地流失、海岸防护设施损坏等问题，利用 GPS 技术的监测结果，可以及时采取有效的防护措施，如建设海堤、种植红树林等，保护沿海地区的生态环境和人类活动安全。在海啸预警系统中，分布在海洋中的 GPS 浮标可以实时监测海水的水位变化，当海底发生地震等引发海啸的地质灾害时，海啸波会引起海水水位的异常变化，GPS 浮标能够迅速捕捉到这种变化，并将数据通过卫星通信传回陆地监测中心，为海啸预警争取宝贵时间，减少海啸灾害对沿海地区造成的损失，保障沿海居民的生命财产安全，维护海洋生态环境的稳定。

（五）GPS 技术在海岸地形测量中的应用

在海岸地形测量中，利用 GPS 接收机结合全站仪等测量设备，能够快速获取海岸线上各种地形地物的三维坐标信息，包括

沙滩、礁石、海堤、港口设施等。通过高精度的 GPS 测量，可以详细绘制出海岸带的地形地貌图，清晰地反映出海岸的起伏变化、地形坡度等信息。在沿海城市的规划建设中，准确的海岸地形数据可以指导城市的布局和基础设施建设，如滨海公路、海滨公园的选址和设计，避免因地形不明导致的建设风险和资源浪费。在港口规划方面，GPS 技术能够精确测量港口的水深、码头的位置和高程等信息，为港口的建设和扩建提供科学依据，确保港口设施的合理布局和安全运行，提高港口的运营效率和吞吐能力。同时，在海岸带资源开发和管理中，详细的海岸地形信息有助于合理规划旅游开发、渔业养殖等活动，提高海岸带资源的综合利用价值，促进沿海地区的经济发展和生态保护协调共进，推动沿海地区的可持续发展。

四、结语

GPS 技术给海洋测绘带来变革机遇，以高精度和高效率提升测绘水平，节省时间成本，为海洋强国建设助力，在多个关键领域尽显优势，推动技术创新进步，随着科技发展，将与遥感、GIS 等技术融合，拓展应用领域，在海洋资源开发、环境保护、权益维护及科研等方面持续发挥核心作用，促进海洋事业迈向辉煌。

参考文献

[1] 张彩霞, 朱夕波. GNSS 技术在海洋测绘中的应用研究 [J]. 水上安全, 2023, (09): 61-63.
[2] 林祥伟. GPS 测量技术在海洋测绘中的运用分析 [J]. 住宅与房地产, 2021, (25): 214-215.
[3] 林祥伟. GPS 测量技术在海洋测绘中的运用分析 [J]. 数字通信世界, 2021, (09): 184-185.
[4] 吴泽献. 海洋测绘通信技术在航道疏浚工程测量中的实践 [J]. 四川水泥, 2020, (09): 191-192.
[5] 洪泽. GPS 技术在海洋测绘中的运用效果研究 [J]. 科技创新与应用, 2020, (08): 168-169.
[6] 李满富. 海洋测绘中 GPS 技术的运用探索 [J]. 科技资讯, 2022, 20 (22): 83-86.
[7] 齐晓迪. 多波束测绘系统在现代海洋测绘中的应用研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44 (08): 200-203.
[8] 辜文军. 在地质测绘中应用现代测绘技术的作用分析 [J]. 有色金属设计, 2020, 47 (03): 112-113+118.
[9] 王光学. GPS 在海洋测绘中的应用研究 [J]. 工程技术研究, 2020, 5 (01): 54-55.
[10] 解洋, 秦思远, 刘煜. 浅析 GPS 在海洋测绘中的应用 [J]. 科学技术创新, 2020, (01): 57-58.
[11] 于晓东, 海洋遥感测绘信息处理技术研究与应用. 山东省, 山东天元信息技术有限公司, 2020-03-29.