

GPS 测量技术在海洋测绘中的运用分析

欧阳飞

辽宁省自然资源事务服务中心, 辽宁 沈阳 110034

[摘要]随着现代社会经济以及科学技术的不断发展,海洋测绘技术同样在持续提升。GPS 技术在海洋测绘当中的应用,有效地突破了传统测绘区域所存在的限制,其不但可以实现对陆地以及海平面以上空间的精确测量,而且还能针对海洋上空空间展开高效的测绘工作。当下,GPS 技术已然成为现代海洋测绘极为重要的手段之一。鉴于此,文中就 GPS 技术在海洋测绘中的具体应用展开较为细致的研究。

[关键词]GPS 测量技术;海洋测绘;技术运用

DOI: 10.33142/aem.v7i6.17023

中图分类号: P229

文献标识码: A

Analysis of the Application of GPS Measurement Technology in Marine Surveying and Mapping

OUYANG Fei

Liaoning Natural Resources Affairs Service Center, Shenyang, Liaoning, 110034, China

Abstract: With the continuous development of modern society, economy, and science and technology, marine surveying and mapping technology is also constantly improving. The application of GPS technology in marine surveying effectively breaks through the limitations of traditional surveying areas. It can not only achieve accurate measurement of land and above sea level space, but also carry out efficient surveying work for the space above the ocean. Currently, GPS technology has become one of the most important means of modern marine surveying. In view of this, the article conducts a detailed study on the specific application of GPS technology in marine surveying.

Keywords: GPS measurement technology; marine surveying and mapping; technical application

引言

随着海洋资源开发利用以及海洋环境保护变得日益重要起来,海洋测绘作为获取海洋地理信息的一种基础性的技术手段,它的精度以及效率对于海洋科学研究、海洋工程建设还有航运安全管理等诸多领域的发展均有着直接的影响。传统的海洋测绘方法因为受到技术手段以及环境条件的限制,存在着测量效率比较低、精度不够以及数据更新不及时等一系列的问题。近些年来,全球定位系统(GPS)作为一种已经较为成熟的卫星导航技术,依靠其具备的高精度、能够全天候作业以及可实现全球覆盖等诸多优势,在海洋测绘的各个环节都得到了广泛的应用。GPS 测量技术不但可以提供极为精准的海上定位信息,而且还能和多种测深仪器、潮位监测设备等进行集成,进而达成动态且高效的采集与处理数据的目的,切实有效地提高了海洋测绘的自动化程度以及智能化水平。本文将会对 GPS 测量技术在海洋测绘中的具体应用展开系统分析,所涉及的内容包含海上定位、水深测量、潮位监测以及海图修编等诸多方面,深入探讨它在提升测绘精度以及效率当中所起到的作用,并且结合实际应用过程当中存在的问题,给出与之对应的解决办法与优化方面的建议,希望能够为推动海洋测绘技术实现创新与发展给予一定的理论方面的参考以及技术层面的支持。

1 GPS 技术在海洋测绘中的应用意义

GPS 技术于海洋测绘当中的运用有着颇为重要的意义。其一,GPS 也就是全球定位系统,它具备全天候、高精度以及全球覆盖这样的特性,给海洋测绘带来了十分可靠的三维定位标准,让测绘工作在时效性以及精度方面都得到了大幅度的提升。和传统的天文定位或者无线电导航这些手段相比而言,GPS 定位技术不但精度要更高一些,而且其操作起来也更加简单易行,如此便极大地降低了测绘过程里面所存在的那些人为误差以及时间方面的耗费。其二,在海洋环境这种复杂且多变的情况之下,传统的测量手段会受到海况、天气还有可视条件等诸多因素的限制,所以很难去满足现代海洋测绘对于高效、连续以及动态观测方面的需求,然而 GPS 技术却能够和其他多种海洋测绘设备,像是多波束测深仪、潮位计、惯性导航系统等等实现无缝的集成,进而达成实时动态定位以及数据同步采集的目的,由此也使得像海图修编、航道勘测、海底地形测量这类任务在智能化以及自动化程度上有了较为显著的提高。除此之外,GPS 在潮位监测、海平面变化分析、岛礁定位以及海洋边界划定等诸多方面都有着广泛的应用,这既为海洋资源的科学开发以及环境保护给予了精确的数据方面的支撑,同时也为国家海洋主权管理以及海上安全保障奠定了扎实的技术方面的基础。

2 GPS 测量技术在海洋测绘中的应用分析

2.1 GPS 在海上定位测量中的应用

GPS 于海上定位测量方面的应用,属于现代海洋测绘中的一个极为重要的部分,其最为关键的优势就在于能够给海上作业给予连续且具备高精度特性的空间位置相关信息。在传统的海洋定位环节当中,往往要依靠人工来进行观测,或者借助航标以及无线电信号,如此一来,不但测量时所产生的误差颇大,而且受到天气状况以及能见度方面限制的情况也较为突出。然而 GPS 定位系统却成功突破了这些限制,即使是在没有可视参照物的开阔海域环境里,也能够达成全天候且可靠性很高的动态定位效果,进而大幅度提升了测绘工作的效率以及作业期间的安全性^[1]。在实际的应用过程当中,测绘船又或者是海洋平台一般都会搭载 GPS 接收设备,凭借接收来自多个导航卫星所发出的信号,以此实时获取到测量设备的精确坐标,并且还要结合惯性导航、声呐测深等一系列的技术手段,针对海底的地形情况、水深的变化状况、地貌的构造特点等等展开同步的记录以及分析工作。特别是在需要开展大范围且具有连续性观测的相关任务当中,像是测线布设、水文断面布控、浮标布设以及航道疏浚等工作, GPS 技术都给予了高效并且自动化的定位方面的有力支撑。除此之外,伴随着差分 GPS 也就是 DGPS 还有实时动态定位也就是 RTK 这类高精度技术的应用,海上定位的精度已然能够达到厘米级别甚至是比这更高的水准,这无疑极大地推动了海洋测绘精度以及相关标准实现全面且更为完善的提升。

2.2 GPS 与水深测量系统的结合

GPS 和水深测量系统相结合,在现代海洋测绘领域当中,属于一种能够达成高精度三维地形建模的关键技术手段。传统的水深测量往往依靠人工去读取或者仅仅能做到单点记录,如此一来,很难获取到大范围且具备连续性以及高精度的数据。要是把 GPS 定位系统和多波束测深仪、单波束回声测深仪这类水深测量设备联合起来使用,那么便能够精准地对海底地形展开测绘,并且还能完成数字建模的相关工作。在实际的应用场景里, GPS 系统会实时给出测量船舶的精确地理位置坐标,而水深测量系统则负责去记录垂直方向上所对应的深度数据。借助时间同步系统把这两者所采集到的数据加以匹配并整合到一起,进而形成以 WGS-84 坐标系统或者其他地理参考系作为基础的海底三维地形图。这种能够将空间信息和水深信息予以融合的技术,不但能够在海图绘制、航道维护以及水下障碍物探测等基础测绘方面发挥作用,而且还广泛地应用于港口设计、海底电缆铺设以及海洋地质调查等需要高精度的工程项目当中。除此之外,运用差分 GPS (DGPS) 或者是实时动态定位技术 (RTK) 来开展高精度的坐标修正操作,能够进一步把位置误差给降下去,让测深数据的

定位精度得以提升,以此来保证整体海洋测绘成果具备科学性并且符合工程方面的适用要求。

2.3 GPS 在潮位测量与海平面监测中的应用

GPS 在潮位测量以及海平面监测方面的应用,无疑是现代海洋观测技术领域所取得的一项颇为重要的突破成果。其凭借能够给出高精度且具备高时间分辨率的垂直位置数据这一优势,切实有效地化解了传统潮位观测手段所存在的诸多困境,比如因潮位仪布设点数量有限而造成的空间覆盖范围不够充分等问题。以往传统的潮位观测,往往是依靠沿着海岸线所设立的那些固定的潮位站来开展工作的。这些站点虽说能够在相当长的一段时间里持续不断地提供较为可靠的数据,然而却由于受到地理位置条件的限制以及维护成本方面的约束,在对广阔的海域特别是远海区域展开持续性的监测工作时,往往会力不从心,难以达成预期的效果^[2]。而 GPS 测量技术则有所不同,它会在潮位站的上方安装上 GPS 接收机,并且将其与高精度的大地水准面模型以及精密轨道数据相互结合起来运用,如此一来便能够实时地获取到地面基准点的三维位置相关信息。在把地壳运动这类可能产生干扰的因素都排除掉之后,便能够极为精确地去计算海水面相对于参考椭球体或者大地水准面而言的高度变化情况。除此之外,要是再结合上 GPS 浮标系统的话,那么还能够近海以及远海区域布置下可以自由移动的潮位监测点,进而实现对动态海平面变化状况的广泛且细致的监测。尤其是在全球气候发生改变这样的大背景之下,借助 GPS 来开展长期且不间断的海平面变化观测工作,对于科学地评估海平面上升的走势、深入分析潮汐运行的规律、及时预警像风暴潮这类具有灾害性质的海洋过程等方面都有着不容小觑的作用,能够为海岸带的管理工作、港口的设计建设以及防灾减灾等相关事宜提供颇为可靠的科学数据支撑。

2.4 GPS 在海图修编与航道测量中的应用

GPS 测量技术于海图修编以及航道测量方面的应用,切实有力地推动了现代海洋测绘朝着数字化以及高精度的方向不断发展。在开展海图修编相关工作的进程当中,测绘人员必须要获取数量颇多的实时空间数据,这些数据涉及海底地形的具体状况、水深所发生的种种变化、岸线确切的位置情况以及导航时可能碰到的各类障碍物等方面。传统的测绘方法是依靠人工来进行定位,并且要参照航标,如此一来,其工作效率是比较低的,所能达到的精度也有一定的限度,而且还很容易受到天气、能见度等外部诸多因素的干扰影响。在引入 GPS 测量技术之后,特别是实时动态定位 (RTK) 技术以及差分 GPS (DGPS) 技术,测绘船在实际作业期间便能够达成厘米级别的精确定位,从而可为海图里面的各项空间要素给予准确无误的地理参考依据。与此 GPS 技术还能够同多波束测深系统、侧扫声呐等诸多设备实现数据方面的联动关联,以此来保

证在动态航行的状态下能够同步且有效地采集到海底地貌的相关信息以及船位的具体信息,进而能够生成具有高精度特点的数字海图。就航道测量而言, GPS 的应用同样显得极为重要,其能够精准地测定出航道的边界、中心线、水深分布的具体情况以及障碍物所在的位置,进而为港口实施疏浚作业、航道进行拓宽操作、船舶开展导航管理工作等相关事宜提供极具权威性的依据。

3 GPS 应用中存在的问题及措施

3.1 位置偏差及措施

在海洋测绘中,无论采用 GPS 技术还是 RTK 技术进行定位,都能满足工程定位所需的高精度要求。然而,在高精度海洋测绘作业中,仍需对存在的位移偏差进行校正^[3]。常用的方法是确保定位中心与测绘中心保持一致,即使 GPS 天线和测深仪保持同一垂直线上,保证定位中心与测深中心的统一。如果两者之间的数值偏差超过了定位标准的允许范围,就必须对定位中心和测深中心的数据进行合并处理,通过重新测量获取新的数据,从而确保海洋测绘中位置的准确性。

3.2 数据的延时及对策

在海洋测绘领域,数据的延时问题会妨碍测量精度以及实时性。数据延时体现为定位信号和测量数据之间存在时间差,其原因有卫星信号传输延迟、接收设备数据处理滞后、系统间时间同步不一致以及信号受电离层、对流层干扰等。在动态作业如航道测量、多波束测深中,数据延时致使船位和测深数据无法精准匹配,产生空间位置误差,影响测绘成果的可靠性。要解决此问题,需从技术和管理两方面着手。技术层面,可配置高性能 GPS 接收设备和实时数据处理模块,减少系统响应时间;引入时间同步技术,比如让 GPS 时钟和多源设备(测深仪、惯性导航系统等)统一时间校准,保证数据采集一致性。采用 RTK 或 PPK 技术,借助参考站差分数据或后期精密计算,修正实时定位误差,提升时间与空间的耦合精度。在数据采集过程里,强化时间标记管理,确保每条测量数据都有准确的时间戳,方便在数据融合和处理阶段达成精确匹配。

3.3 坐标转换误差和措施

在 GPS 测量技术于海洋测绘领域实际应用期间,坐标转换误差算得上是影响测量成果精度的关键问题之一。毕竟 GPS 定位所得结果往往是用 WGS-84 坐标系来表述的,然而在海洋测绘当中,所常用的坐标系统有可能是地方投影坐标系(比如 UTM),又或者是特定的海图基准面,如此一来,便不得不开展坐标转换工作。而在这一转换进程里,要是没能妥善处理好椭球参数方面的差异,或者是在转换方法的选择上出现失误,又或者转换参数不够准确,

那极有可能致使平面位置误差乃至高程误差不断累积起来,进而对海图修编、航道定位以及水深配准等一系列测绘任务的精度以及可靠性都产生影响。尤其是在多源数据融合、历史数据更新或者跨测区作业等情况之下,坐标不一致的问题往往会表现得更加突出。为了削减这类误差,需要采取多种有效的举措^[4]。在测绘项目的初始阶段就要明确并统一坐标系,同时针对所采用的基准展开校核以及统一操作,比如说把所有的原始数据都转换到同一个参考坐标系之下再进行相关处理。要采用较为严谨的坐标转换模型,像是七参数转换模型、地理坐标三参数转换亦或是高精度格网模型,并且通过实地控制点观测来获取精确的转换参数,以此提升转换的精度。在数据处理软件当中开启坐标转换校正功能,而且要开展多次交叉验证工作,从而保证最终结果能够稳定且一致。除此之外,对于涉及到高程的作业而言,还必须要处理好 GPS 椭球高与海图大地水准面高之间的转换关系,可以结合 EGM 高程模型或者当地的潮位基准来实施精化处理。

4 结语

GPS 测量技术于海洋测绘当中的运用,切实有力地推动了测绘工作迈向现代化的进程。该技术所具备的高精度以及能够适应全天候的定位能力,一方面使得海洋测绘的效率得以提升,另一方面也让其准确性有了提高,同时还给海洋资源开发事宜、环境监测相关工作以及航道安全方面给予了极为关键的数据支撑。不过在实际的应用过程当中,它依旧面临着诸如信号存在延时、坐标转换会出现误差这类的诸多挑战。然而伴随着技术持续不断地取得进展并得到完善,上述那些问题正在一步步地获得妥善的解决办法。在未来, GPS 技术和其他测绘手段相互融合后的应用将会进一步走向深化,以此来推动海洋测绘朝着更为智能化且更加精细化的方向去发展,进而为海洋科学相关的研究以及海洋经济方面的建设筑牢稳固的基础。

[参考文献]

- [1]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.
 - [2]肖鸿飞,姜楠.GPS 技术在海洋测绘中的有效应用[J].电子技术与软件工程,2018(10):31.
 - [3]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(8):168-169.
 - [4]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(1):57-58.
- 作者简介: 欧阳飞(1973.9—), 毕业院校: 河海大学, 测绘工程专业, 当前入职单位: 辽宁省自然资源事务服务中心, 职称级别: 高级工程师(专业技术六级岗位)。