

海洋测绘中综合性测量技术的运用

张启明

华北地质勘查局五一九大队, 河北 保定 071051

摘要： 海洋测绘作为一项重要的地理信息获取技术，在海洋科学研究、航海导航、海洋资源开发等领域发挥着关键作用。随着测量技术的不断发展，综合性测量技术在海洋测绘中得到广泛应用，综合性测量技术的运用能够有效提升海洋测绘的精度、效率与可靠性，可以同时获取多种测量数据，提高测绘效率和数据质量，满足不同海洋测绘任务的需求。本文首先阐述了综合性测量技术的概念及组成要素，分析了综合性测量技术的应用优势，并针对综合性测量技术在海洋测绘中的应用，探讨了综合性测量技术在海洋测绘中的关键技术要点，以期对相关领域的科研人员和工程技术人员提供有价值的参考。

关键词： 海洋测绘；综合性测量技术；应用优势；关键技术

Application of Comprehensive Survey Technology in Marine Surveying and Mapping

Zhang Qiming

519 Brigade of North China Geological Exploration Bureau, Baoding, Hebei 071051

Abstract： As an important geographic information acquisition technology, marine surveying and mapping plays a key role in marine scientific research, navigation, marine resources development and other fields. With the continuous development of measurement technology, comprehensive measurement technology has been widely used in marine surveying and mapping. The application of comprehensive measurement technology can effectively improve the accuracy, efficiency and reliability of marine surveying and mapping, and can obtain a variety of measurement data at the same time, improve the efficiency and quality of Surveying and mapping, and meet the needs of different marine surveying and mapping tasks. This paper first describes the concept and elements of comprehensive measurement technology, analyzes the application advantages of comprehensive measurement technology, and for the application of comprehensive measurement technology in marine surveying and mapping, discusses the key technical points of comprehensive measurement technology in marine surveying and mapping, in order to provide valuable reference for scientific researchers and engineering technicians in related fields.

Keywords： marine surveying and mapping; comprehensive measurement technology; application advantages; key technology

海洋作为地球表面积最大的地理单元，其科学测绘和精准掌握对人类社会的发展至关重要。准确的海洋测绘数据可为航海导航、资源勘探、环境监测等提供基础支撑，有助于人类更好地了解和利用海洋资源，维护海洋权益，促进海洋事业的可持续发展。单一的测量技术往往存在局限性，难以全面、准确地获取海洋信息。而综合性测量技术将多种测量技术有机结合，发挥各自优势，能够更高效、精确地完成海洋测绘任务，为海洋事业的发展提供有力支持。

一、综合性测量技术的概念及组成要素

综合性测量技术是指将多种测量手段综合应用于海洋测绘，利用先进的测量仪器、遥感技术、计算机技术等，以获取更加全面、准确的海洋信息。

综合性测量技术主要由以下几个要素组成：

- 高精度测量设备。包括多波束测深仪、声纳仪、惯性导航系统、GNSS等先进测量仪器，能够提供高精度的各类海洋数据。
- 遥感技术。利用卫星遥感、航空遥感等手段获取海洋环境的综合信息，为海洋测绘工作提供补充数据。
- 信息处理与分析系统。采用计算机软硬件技术，对测量数据进行实时处理、分析和可视化展示，提高数据处理效率。

4. 数据融合技术。运用数据挖掘、模式识别等方法，将多源异构数据进行融合，增强数据的准确性和可靠性。

5. 自动化控制系统。利用自动化技术对测量设备进行智能控制和协调，提高测量过程的效率和可靠性。

综合以上要素，综合性测量技术能够高效、精准地获取海洋各类参数，满足日益增长的海洋测绘需求^[1]。

二、综合性测量技术的优势分析

（一）提高测量精度和可靠性

综合性测量技术能够结合多种先进的测量手段，如卫星遥感、水声测量、激光扫描等，克服了单一测量方式的局限性。通过多源数据的融合与交叉验证，可以有效提升测量的准确性和可靠性。以海洋测绘为例，综合运用声波测深、重力测量、惯性导航等手段能够更加精准地测绘海底地形。相比传统测量技术，综合性测量的测量精度可提高1-2个数量级，大幅增强了数据的真实性和可信度。

（二）提高测量效率和作业效率

综合性测量技术通常采用自动化、智能化的方式进行数据采集和处理，大幅缩短了作业时间，提高了工作效率。以海洋测绘为例，无人船和无人机等自动化装备能够快速高效地完成数据采集任务，相比人工测量的效率可提高5-10倍。同时，综合性测量技术能够实现多种传感设备的协同工作，协同作业的方式不仅提高了测量效率，也增强了作业安全性^[2]。

（三）实现多源数据的融合与共享

综合性测量技术能够整合来自不同来源的测量数据，包括卫星遥感数据、地面测量数据、历史文献数据等，形成多维度、全方位的测量体系。通过对这些异构数据进行融合与分析，不仅能获取更加丰富的测量结果，还能发现隐藏的规律和价值。同时，综合性测量技术还具备很强的数据共享能力，测量数据可以在不同部门和单位间高效传输和交换，大大增强了数据的应用价值。

（四）增强测量结果的信息价值

综合性测量技术能够对测量数据进行深度分析和建模，从中提取更多的有价值信息。例如，通过对多维度海洋数据的分析，可以预测海洋环境变化趋势，为海洋资源开发和环境保护提供决策支持。同时，综合性测量技术还能够辅助开展灾害评估、资源勘探等专业领域的分析与决策，大幅提升测量结果的应用价值。

（五）提高海洋测绘的智能化水平

在海洋测绘领域，综合性测量技术正不断推动着测绘工作向智能化方向发展。通过采用自动化采集设备和智能分析算法，海洋测绘工作流程实现了自动化和智能化，大大减轻了人工操作的负担。同时，基于测量数据的智能分析还能够自动发现异常情况，为海洋管理部门提供及时准确的信息支持，提高了海洋测绘的精细化管理水平^[3]。

三、综合性测量技术在海洋测绘中的应用

（一）海底地形测量

海洋地形测量是一项复杂而重要的工作，需要将GPS、多波束测深系统和侧扫声呐系统相结合，采用先进的技术手段才能获得高质量的测量数据。首先，海洋地形测量需要依靠精确的定位系统，如GPS，来确保测量船按照预定的航线行驶。这样可以保证测量数据的空间一致性和准确性。其次，多波束测深系统是海洋地形测量的核心设备，它能够实时测量海底水深，生成高分辨率的海底地形数据。与此同时，侧扫声呐系统也在工作，它能够获取海底表面的图像信息，为地形数据提供细节补充。这些先进的技术手段相互配合，确保了海洋地形测量结果的准确性和完整性。

通过对这些测量数据的综合处理和分析，可以绘制出高精度、详细的海底地形图。这些地形信息对于海洋工程建设、海洋资源开发等领域具有重要的参考价值。例如，在海底管线铺设、海上风电场建设等工程中，精准的海底地形数据可以为工程设计提供重要依据，降低工程风险。同时，海底地形信息也是海洋资源勘探的基础，能够为油气、矿产等资源开发提供地理位置和环境条件等关键信息^[4]。

（二）海洋环境监测

海洋环境的监测离不开综合性测量技术的支持。利用水质分析仪、叶绿素荧光计等水质监测设备，可以实时获取海水中溶氧、pH值、营养盐等指标数据，为海洋环境状况的动态跟踪提供了重要依据。与此同时，遥感技术的应用也可以实时监测海洋表层温度、盐度、浊度等重要参数，为全面掌握海洋环境状态提供了有价值的支撑。将这些来自不同监测手段的数据整合分析，并结合海洋物理、化学、生物等过程，可以更好地分析海洋环境的变化规律，为海洋生态保护提供更加科学可靠的决策依据。

以东海赤潮监测为例，相关研究就广泛应用了卫星遥感、水质分析仪等综合测量手段。通过遥感影像分析可以监测到赤潮的发生及其范围，而水质分析仪则可以检测出赤潮形成的化学指标，两种技术相结合不仅可以及时发现赤潮的发生，还能更准确地分析其发展态势，为相关部门采取应对措施提供重要参考。这种综合性测量方法不仅适用于赤潮监测，在其他海洋环境监测领域，如海洋污染监测、近岸生态环境监测等，都发挥着重要作用。

（三）海洋资源勘探

海洋蕴藏着丰富的能源、矿产等资源，高效准确的资源勘探对国家经济发展具有重大意义。综合性测量技术为海洋资源勘探提供了新的技术支撑，提升了勘探效率和精度。

在海洋油气勘探领域，综合运用地震勘探、电磁测量、重力测量等技术能够更准确地判断地下油气藏的分布和品质。其中，三维地震勘探系统通过发射和接收地震波信号，构建出高分辨率的地质构造模型，为油气藏的精准定位提供依据。此外，电磁测深技术可以探测海底下的电性特性，识别含油层位；重力测量

则可以反映地下密度异常，为油气藏的判断提供补充信息。

在海底矿产勘探方面，综合性测量手段也发挥重要作用。结合多波束声呐、水下摄像等技术，可以精确勘测海底矿产资源的分布和品位。同时，利用自主水下无人系统进行海底取样和现场分析，能够快速获取矿产资源的详细信息，为后续开采提供依据^[5]。

（四）海洋工程建设

在海洋工程建设过程中，需要对工程区域的海洋环境进行全面的测绘。综合性测量技术能够满足这一需求。利用 GPS 进行工程区域的精确定位和测量控制点的建立；多波束测深系统测量海底地形，确定海底的平整度和地质条件，为基础设计提供依据；侧扫声呐系统探测并排查海底障碍物，确保施工安全。在工程建设中，还可以采用综合性测量技术对工程设施进行实时监测，保障工程的稳定性和安全性^[6]。

（五）海洋航道测量

海洋航道测量同样需要依靠综合性测量技术。利用多波束回声测深系统可以精确测绘航道水深，测量结果可直接应用于航道图的编制。配合 DGPS 等定位设备，还可以准确获取航道中障碍物的位置信息。此外，还可以运用声学成像系统、侧扫声呐等手段在航道两侧勘察水下地形，为航道的合理设计和维护提供依据。同时，结合气象遥感数据，还能对航道附近的环境变化进行监测预警，为航行安全提供保障。

四、综合性测量技术在海洋测绘中的关键技术要点

（一）数据处理与融合技术

综合性测量技术在海洋测绘中的应用，需要对获取的多源数据进行处理和融合，以提高数据的可靠性和有效性。首先，需要对各类传感器获取的原始数据进行预处理，包括去噪、校正、坐标转换等，消除测量过程中的系统和随机误差。其次，将不同传感器获取的数据进行融合，利用数据融合技术实现数据的有机结合。常用的数据融合方法包括基于加权的融合、基于模糊理论的融合、基于神经网络的融合等。通过数据融合，可以充分利用各类传感器的优势，提高最终数据的精度和可靠性。最后，还需要

对融合后的数据进行进一步处理，如三维重构、空间分析、数据可视化等，以满足海洋测绘的各种应用需求^[7]。

（二）测量精度评定方法

综合性测量技术在海洋测绘中的应用，需要针对不同传感器的性能特点，采用适当的测量精度评定方法，确保测量数据的质量。首先，需要建立完善的精度评价指标体系，包括绝对精度、相对精度、重复性等指标，全面反映测量结果的精度水平。其次，可以利用实验室标准品或现场控制点等手段，开展精度验证试验，测试各类传感器在不同工作环境下的实际测量精度。此外，还可以采用数值模拟的方法，基于传感器的技术指标和工作环境参数，预测其测量精度。通过系统的精度评定，可以为综合性测量系统的设计优化和测量结果的合理应用提供依据。

（三）系统集成与应用

综合性测量技术在海洋测绘中的应用，需要将多种传感器和数据处理单元集成为一个完整的测量系统，实现全面的数据采集和处理。首先，需要根据测绘任务的具体要求，合理选择各类传感器，如多波束测深仪、水声测量设备、激光扫描仪等，并优化其安装位置，确保各传感器之间的协调配合。其次，需要研究不同传感器数据的接口协议和数据格式，开发数据采集与融合软件，实现数据的高效集成。最后，将集成后的测量系统应用于实际的海洋测绘任务中，如海底地形测量、海洋环境监测、水下目标探测等，验证系统的综合性能。通过系统集成与应用，可以充分发挥综合性测量技术在海洋测绘中的优势，提高测绘效率和数据质量^[8]。

五、结束语

综上所述，综合性测量技术在海洋地形测量、环境监测、资源勘探等众多海洋测绘应用领域发挥着不可或缺的作用。通过将 GPS、多波束测深系统、侧扫声呐系统等多种测量技术有机结合，不仅提高了测绘工作的效率和精度，也为海洋开发利用提供了重要的信息支撑。随着新技术的不断涌现，综合性测量技术必将在海洋测绘中发挥更加重要的作用，为海洋经济社会发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 孟森. 综合性测量技术在海洋测绘中的应用 [J]. 工程技术研究, 2018, (03): 71-72.
- [2] 刘文龙. 侧扫声呐技术在海洋测绘中的应用 [J]. 珠江水运, 2024, (15): 16-18.
- [3] 杨晓彬. 遥感技术及其在海洋测绘领域中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(14): 185-188.
- [4] 刘楚源. 侧扫声呐技术在海洋测绘中的探索与实践 [J]. 中国高新科技, 2024, (14): 42-44.
- [5] 张兴强, 龙英胜, 李有福. 侧扫声呐技术在海上风电场施工中的应用 [J]. 港口科技, 2020, (01): 34-40.
- [6] 曹兰杰, 陈小华. 声呐与多波束测深技术在海底管道检测中的应用 [J]. 现代测绘, 2022, 45(06): 57-60.
- [7] 徐乐, 王艺聪. 侧扫声呐技术及其在海洋测绘中的应用探讨 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2017, (12): 150-151.
- [8] 林海文, 蚁群川, 方杰. 几种探测方法在海洋地形测绘中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(06): 188-190+194.