

Research on Correlative Application of Unmanned Ship in Underwater Topographic Survey

Wenyou Yan

Survey Branch of Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey Design Institute Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

With the increasing development and utilization of marine resources, underwater topographic survey has become an important subject in the field of marine science and engineering. As a new underwater measurement tool, unmanned ship has been widely concerned because of its advantages of flexibility, high efficiency and low cost. This paper is entitled *Research on Correlative Application of Unmanned Ship in Underwater Topographic Survey*, aiming to discuss the application status, technical challenges and future development direction of unmanned ship in the field of underwater topographic survey.

Keywords

unmanned ship; underwater topographic survey; apply

无人船在水下地形测量中的相关运用研究

闫文友

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司勘测分公司, 中国·新疆 昌吉 831100

摘要

随着海洋资源的开发和利用日益增多,水下地形测量成为海洋科学与工程领域中的一个重要课题。无人船作为一种新兴的水下测量工具,因其灵活性、高效性和低成本等优势,逐渐受到了广泛关注。论文以《无人船在水下地形测量中的相关运用研究》为题,旨在探讨无人船在水下地形测量领域的应用现状、技术挑战以及未来发展方向。

关键词

无人船;水下地形测量;运用

1 引言

随着科技的不断进步,无人船作为一种新兴的水下测量工具,以其灵活性、高效性和低成本等优势,逐渐引起了广泛关注。无人船具备自主性强的路径规划能力,能够适应不同的测量任务,并且能够在复杂的水下环境中进行精确的地形测量。与此同时,先进的导航定位技术、多传感器融合以及人工智能等技术的应用,进一步增强了无人船在水下地形测量中的精确性和可靠性。论文将系统探讨无人船在水下地形测量领域的应用现状、技术挑战以及未来发展方向。通过对现有研究成果的梳理和分析,旨在为水下地形测量技术的创新与进步提供有益的启示,同时为海洋科学研究和工程实践提供有效的技术支持,推动无人船在水下地形测量领域的持续发展和应用推广。

2 水下地形测量的重要性与挑战

2.1 水下地形测量的应用领域

随着人类社会的不断发展和资源利用的不断扩大,海洋作为重要的自然资源库和人类生存环境,日益成为各国关注的焦点。然而,海洋深处蕴藏着众多未知的秘密和资源,其中水下地形信息对于实现海洋资源的合理开发和科学利用具有至关重要的作用。水下地形测量广泛应用于海洋科学、海洋工程、海洋环境保护、海底地质研究、海底遗址考古等领域。

在海洋资源勘探与开发方面,水下地形测量能够提供海底地貌、地形变化、地质构造等重要信息,为油气资源的发现和开采提供科学依据。同时,水下地形测量还能够揭示海洋底部的矿产资源分布和丰度,为深海矿产开发提供必要的技术支持。

此外,在海洋环境保护和海洋生态系统研究方面,水下地形测量也具有重要意义。通过测量海洋底部的地形和地貌特征,可以更好地了解海洋生态系统的分布、生态环境的变化以及海洋底部潜在的生态风险,从而采取有效的保护和

【作者简介】闫文友(1990-),男,中国新疆昌吉人,工程师,从事摄影测量研究。

管理措施,维护海洋生态平衡。

2.2 传统水下地形测量方法的局限性

然而,传统的水下地形测量方法在实际应用中存在一系列局限性,限制了测量的效率和精确性。传统的水下地形测量方法主要包括船载多波束声呐、潜水员测量和遥感测量等。这些方法虽然在一定程度上能够获取水下地形信息,但也面临着一些共同的问题^[1]。

第一,传统方法通常需要耗费大量的人力、物力和时间。船载多波束声呐需要船只的支持,潜水员测量需要高昂的人力成本,而遥感测量则受到天气、海况等因素的限制,难以实现连续和高效的测量。

第二,传统方法在复杂的水下环境中存在测量难度大、精度低等问题。海洋环境的复杂性使得传统测量方法难以准确获取地形信息,特别是在深海和弯曲的地质构造区域,测量结果可能存在较大的误差。

2.3 技术挑战与需求分析

针对传统方法的局限性,无人船作为一种新兴的水下测量工具,具有自主性强、适应性强、成本较低等优势,为水下地形测量带来了新的可能性。然而,无人船在水下地形测量中也面临着一系列技术挑战和需求。

第一,导航定位精度是无人船水下地形测量的关键问题之一。在复杂的水下环境中,无人船需要准确的导航定位能力,以确保测量数据的精确性和可靠性。因此,需要研发先进的导航定位技术,如惯性导航系统、多传感器融合等,以提高无人船的定位精度。

第二,无人船的自主路径规划和避障能力也是一个重要的技术挑战。无人船需要能够根据测量任务自主规划最优航线,并能够在复杂的水下环境中避开障碍物,保证测量的连续性和高效性。因此,需要开发智能的路径规划算法和避障策略,以提升无人船的自主性和适应性。

3 无人船在水下地形测量中的优势与特点

3.1 无人船的定义与分类

无人船,又称自主水面航行器,是指不需要人工操控,能够自主完成航行任务的水面船只(如图1所示)。它是近年来航海技术领域的一大创新,将航行、测量、数据采集等功能融合于一体,成为水下地形测量的重要工具。根据不同的功能和设计,无人船可以分为多种类型,如测绘型、探测型、深海探测型等。这些不同类型的无人船在水下地形测量中都有着独特的应用优势和特点。



图1 无人船

3.2 无人船在水下地形测量中的应用潜力

无人船在水下地形测量领域具有广阔的应用潜力。一方面,无人船可以实现高效的地形测量。相比传统的人工测量方法,无人船能够以更快的速度完成测量任务,实现对海底地形的全面、连续性测量,从而获得更准确的地形信息。另一方面,无人船具备适应性强的路径规划能力,可以根据不同的测量任务和地形特点,灵活调整航线,实现多样化的测量需求。此外,无人船还能够在深海、复杂地形等人类难以到达的区域进行测量,拓展了地形测量的范围和深度。

3.3 无人船的技术优势和特点

无人船在水下地形测量中具有多项技术优势和特点,这些特点为其在海洋科学和工程领域的应用提供了有力支持。

首先,无人船具备自主性强的特点,可以通过预设的任务参数和路径规划,在无需人工干预的情况下完成地形测量任务。这种自主性不仅提高了测量的效率,还减少了人力成本和风险。

其次,无人船在航行中具有灵活性和机动性。它可以根据任务需要自由调整航线,实现多点测量,从而获取更全面的地形信息。此外,无人船的小型化和轻便性使其能够适应不同的水下环境,包括狭小的区域和复杂的地形。

最后,无人船还具备多传感器融合的能力,可以搭载多种传感器,如激光雷达、声呐传感器等,实现多模态数据的获取和综合分析。这种传感器融合能力可以提高地形测量的精确性和可靠性,为海洋科学研究和工程应用提供更为丰富的数据支持。

4 无人船在水下地形测量中的关键技术

4.1 导航与定位技术

在无人船水下地形测量中,精确的导航与定位技术是实现高质量测量数据的关键。为了确保无人船能够准确地执行测量任务并获取精确的地形信息,以下两种导航与定位技术显得尤为重要。

4.1.1 惯性导航系统

惯性导航系统以惯性传感器(如加速度计和陀螺仪)为基础,通过测量物体的加速度和角速度来确定物体的位置和姿态。这种技术不依赖于外部信号,因此在水下环境中具有一定的优势。然而,由于惯性传感器存在漂移等问题,需要结合其他定位技术进行校正和融合,以提高导航精度。

4.1.2 GPS 与 GNSS

全球定位系统(GPS)和全球导航卫星系统(GNSS)是一种基于卫星信号的定位技术,能够实现全球范围内的精确定位。然而,在水下环境中,卫星信号受到衰减和散射影响,导致定位精度下降。为了克服这一问题,可以采用水上浮标和声呐信号等辅助定位手段,实现水下无人船的精确导航定位。

4.2 传感器技术与数据采集

无人船水下地形测量的关键在于准确获取地形信息，而传感器技术在这一过程中发挥着至关重要的作用。以下两种传感器技术在水下地形测量中得到广泛应用。

4.2.1 激光雷达

激光雷达是一种能够通过测量激光脉冲的时间延迟来获取距离信息的技术。在水下地形测量中，激光雷达可以实现高精度的地形测量，能够快速获取海底地形数据，并生成高分辨率的地形模型。然而，水下环境中的水体吸收和散射会影响激光传播，降低激光雷达的测量深度和精度，需要针对这些问题进行技术改进和优化^[2]。

4.2.2 声呐传感器

声呐传感器是水下地形测量的重要工具，通过发射声波并测量其反射回来的时间来获取距离信息。声呐传感器具有较好的穿透性能，在水下环境中能够获得较大的测量深度。同时，声呐传感器也能够获取海底的地形和物体分布信息，为地形测量提供全面数据支持。

4.3 自主路径规划与避障

在水下地形测量任务中，无人船需要具备自主路径规划和避障能力，以确保安全地完成测量任务并避开障碍物。自主路径规划是指无人船能够根据任务需求和环境信息，自动规划最优航线，实现高效的测量覆盖。避障技术则能够通过传感器数据实时检测障碍物，调整航线以避开障碍物，保证测量的连续性和准确性。

4.4 数据处理与传输技术

获取到的海底地形数据需要经过有效的处理和传输，以生成准确的地形模型并为后续分析提供数据基础。以下两种数据处理与传输技术在无人船水下地形测量中具有关键作用。

4.4.1 数据融合与地图构建

无人船常常搭载多种传感器，从而获取多模态的地形数据。数据融合技术能够将不同传感器获得的数据进行融合，实现多源数据的一致性和完整性。通过地图构建技术，可以将海底地形数据转化为三维地图，提供可视化的地形信息，便于后续分析和应用。

4.4.2 数据实时传输与存储

无人船需要实时将测量数据传输至地面站点，以便实时监控测量过程和获取实时数据。因此，高效的数据传输技术是保证测量任务顺利进行的关键。同时，测量数据的存储和管理也同样重要，要确保数据的安全性和完整性，以便后续的数据分析和研究。

5 无人船在水下地形测量中的应用案例

5.1 海洋资源勘探与开发

海洋资源的勘探与开发一直是人类的关注焦点，而水下地形测量作为勘探工作的关键环节，对于有效发现和利用

海洋资源具有重要意义。无人船在海洋资源勘探中的应用正逐渐显现出其巨大潜力。在油气资源领域，无人船可以搭载多种传感器，如激光雷达和声呐传感器，对海底地形进行详细测量，以获取油气藏分布、构造特征等信息。通过地形数据的分析，可以辅助确定钻探位置和方向，提高油气资源勘探的成功率。

5.2 海底地质研究与地形重建

海底地质研究对于理解地球演化和地质构造具有重要意义。无人船在海底地质研究中能够实现高分辨率的地形测量，帮助科学家们还原海底地质历史，揭示构造演化的过程^[3]。通过激光雷达等传感器获取的数据，无人船能够生成海底地形模型，还原地质构造的细节。这些地形模型不仅为地质研究提供了有力支持，还能帮助科学家们分析断裂、隆起、拗陷等地质现象，深入了解地球的地质历史。

5.3 海洋环境监测与保护

保护海洋环境是维护地球生态平衡的重要任务之一。无人船在海洋环境监测与保护中的应用，为及时获取海洋环境信息、监测污染物扩散、评估生态风险等提供了新的手段。无人船可以搭载各种传感器，实时监测海洋水质、水温、盐度等环境参数。通过水下地形测量获取的数据，还能够检测海底废物排放、污染物扩散等情况，为环境监测和海洋保护提供及时准确的数据支持。

5.4 海底遗址考古与文化保护

海底遗址考古对于研究人类历史和文化具有重要价值。无人船在海底遗址考古中的应用，为考古学家们实现对海底遗址的精确测绘和文物保护提供了新的机会。通过激光雷达等传感器，无人船可以获取海底遗址的高分辨率地形数据，重建古代遗址的三维模型。这些模型不仅有助于考古学家们还原古代文明的面貌，还能够指导文物保护工作，确保海底文化遗产的完整性和传承。

6 结语

综上所述，无人船在水下地形测量中的相关运用研究为海洋科学和工程领域带来了新的机遇和突破口。未来，我们可以进一步深化对无人船技术的研究，不断创新和完善关键技术，以实现更广泛、更深入的水下地形测量应用，为人类的海洋探索和利用提供更强大的支持。通过共同努力，我们有理由相信，在无人船的引领下，水下地形测量领域将迎来更加辉煌的未来！

参考文献

- [1] 胡黎霞,陈麒.无人船在水下地形测量中的应用与探讨[J].资源信息与工程,2017,32(3):2.
- [2] 付明亮.无人船在水下地形测量中的应用与探讨[J].城市地理,2017(10X):2.
- [3] 杨宗泽.无人船在水利建设工程水下地形测量中的运用[J].科学与信息化,2022(10):3.