

精密海洋测量与数据处理技术分析

张海龙

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2313

[摘要] 本文聚焦精密海洋测量与数据处理技术,阐述了海洋测量技术的基础理论、设备应用及发展趋势,剖析了数据处理流程、质量控制方法与挑战。通过实际案例分析,展现了技术在海洋资源开发、环境保护及海上交通等领域的重要作用,旨在为相关领域的研究与实践提供参考。

[关键词] 精密海洋测量; 数据处理技术; 海洋资源开发; 海洋环境保护

中图分类号: D922.68 **文献标识码:** A

Analysis of Precision Marine Survey and Data Processing Technology

Hailong Zhang

China Electric Power Engineering Consulting Group Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on precision marine survey and data processing technology, elaborating on the fundamental theories, equipment applications, and development trends of marine survey techniques. It analyzes data processing workflows, quality control methods, and challenges. Through case studies, the paper demonstrates the crucial role of these technologies in marine resource development, environmental protection, and maritime transportation. The research aims to provide valuable references for related field studies and practical applications.

[Key words] precision ocean measurement; data processing technology; Marine resources development; Marine environmental protection

引言

海洋,这颗蓝色地球上最为广袤且神秘的领域,覆盖着地球三分之二的表面,其内部宛如一个巨大的宝库,不仅蕴藏着种类繁多的生物资源、储量惊人的矿产资源,更隐藏着无数等待人类揭开的科学奥秘。当下,科技发展日新月异,人类探索与利用海洋的步伐不断加快、程度日益加深。在这波澜壮阔的进程中,精密海洋测量与数据处理技术宛如精准的“导航仪”和“分析器”,为海洋科学研究筑牢根基,在海洋资源开发、环境保护以及海上交通安全等诸多关键领域,提供着不可或缺、强大有力的支持,深入剖析其意义非凡。

1 精密海洋测量技术概述

1.1 海洋测量的基础理论

海洋测量作为获取海洋基础地理信息的关键技术活动,涵盖海洋及其邻近陆地与江河湖泊的测量调查。它与陆地测绘虽理论方法紧密关联,但差异明显。海洋测量以海洋物理知识为基石,是多学科融合的结晶。海洋地形复杂多变,测量时,海水运动、潮汐涨落、海流走向等因素时刻干扰结果,远非陆地测量可比,且需综合海洋地球物理场、气象等多领域知识及多样技术手段。

1.2 海洋测量的主要设备及应用

(1) 单波束测深仪:单波束测深仪作为常规水深测量的基础设备,工作原理是换能器垂直向下发射短脉冲声波,声波触底反射后被换能器接收,依声波往返时间与传播速度算出水深。高频单波束因能量集中,适合浅滩、湖泊等浅水区快速精准测深,为内陆河流航道疏浚维护提供依据;低频单波束穿透力强,适用于深水或浮泥层厚区域。不同频率各展所长,让水深测量更高效准确。

(2) 多波束测深系统:多波束测深系统采用宽条带回声测量法,向海底发射上百个波束探测,获取海底地貌点云数据,实现测深从点到面的跨越,能让我们全面了解海底地形。它分浅水、中水、深水三类。在海洋地质勘探中,可绘制高精度海底地形图,助科学家发现地质构造与矿产分布。如用Kongsberg系列深水多波束EM302测南海海底山脊,获三维点云模拟图,为研究提供关键数据。

(3) 侧扫声纳:侧扫声纳系统通过发射和接收声波获取海底地物图像信息。它以特定角度向海底发射声波,遇海底地物反射,反射波被接收器接收成像。如今,它已成为海事应急扫测的重要手段,广泛应用于海洋测绘、地质勘探等多个领域。在海底管道

泄漏事故应急扫测中,它能迅速发现泄漏点位置及周围环境,为事故处理及时提供信息,如同海底的“侦察兵”,守护着海洋的安全与稳定。

(4)浅地层剖面系统:当了解海底以下浅部地层、灾害地质因素及埋设物分布时,浅地层剖面系统就发挥作用了。它工作频率低,对海底地层有穿透能力,可获取地层结构信息。在海洋工程建设中,能探测海底地层稳定性,为工程基础设计提供依据。例如跨海大桥建设前,用该系统探测桥址处海底地层,可发现断层、滑坡等潜在地质灾害,以便提前防范。

(5)无人遥控潜水器(ROV):无人遥控潜水器(ROV),即水下机器人,像LBV150潜水器等。它可在水下执行观测、采样、维修等多种作业,操作灵活,能在水下长时间工作,可深入危险或人类难至的海域进行测量探测。在深海资源开发中,ROV能近距离观察和采样海底矿产资源,为资源评估与开发提供详细信息,推动深海资源合理开发利用,助力海洋经济高质量发展。

1.3海洋测量技术的发展趋势

未来,海洋测量技术正朝着全方位、多层次服务加速转型。服务对象持续拓展,不再局限于传统领域,将覆盖更广泛的海洋开发与保护场景。与此同时,统一海洋测量与陆地地形测量基准面成为必然,确立以海洋大地水准面为基准迫在眉睫,这有助于提升测量的统一性与精准度。信息化时代,多种海洋测量数字产品、数据库和地理信息系统深度融合,为多学科、多用途提供一站式服务。在信息获取与呈现上,集成综合式成为主流。通过整合卫星遥感、航空遥感、海洋浮标、调查船等多元测量手段的数据,充分发挥各系统优势,实现海洋信息的全面、精准获取与直观展示,推动海洋测量技术迈向新高度。

2 海洋数据处理技术分析

2.1海洋数据处理的基本流程

(1)数据预处理和标准化:数据预处理是海洋测量数据处理的首要环节,重点在于审核资料是否齐全。若涉及纸质资料,需将其数字化,如把传统纸质海洋测量数据扫描成电子文档,为后续处理分析筑牢基础。数据标准化涵盖代码、计量单位、记录格式和文件名称等方面。统一标准能极大提升数据兼容性与可共享性,便于不同部门和人员交流使用。像规定海洋水深数据计量单位为米,代码采用国际通用编码,记录格式为特定文本,确保数据规范统一。

(2)数据质量控制:海洋水文数据质量控制包括质控对象、方法和质量标识等关键方面。质控对象有温盐、海流等要素。质控方法分自动和人工审核,自动质量控制含基础信息检验和要素特性检验。质量标识有正确、错误等9种。以海洋水温数据为例,自动质量控制先检查数据是否在合理范围,超出则标记为可疑,再经人工审核确认,保障数据质量准确可靠,为海洋研究提供坚实支撑。

(3)数据质量评估:数据质量评估旨在对处理后的数据进行全面评价,确定其质量水平和可靠性。评估指标有准确性、完整性、一致性等。通过评估,能清晰了解数据质量状况,为数据使

用提供参考。在海洋环境监测中,对获取的海洋水质数据评估,若质量不达标,需重新测量或修正数据。这有助于保证数据质量,使基于数据的决策和研究更具科学性和准确性,推动海洋事业发展。

(4)数据清单制作和元数据信息提取:数据清单制作涵盖数据关键信息,如来源、测量时间地点方法等。元数据信息提取是从数据中获取描述其特征和属性的信息,有利于数据管理和检索。制作海洋测量数据清单时,记录采集设备、人员、处理过程等信息。元数据信息可包含坐标系统、投影方式、数据精度等。清晰的数据清单和元数据,能方便用户快速了解数据情况,提高数据利用效率,促进海洋数据的有效应用。

2.2海洋数据处理中的关键技术

(1)数据清洗:数据清洗旨在识别和纠正数据中的噪声,将噪声对数据分析结果的影响降至最低。海洋数据清洗是一个复杂的过程,不仅要检测出海洋数据中存在的差错、消除海洋数据中的不一致性,更重要的是对海洋数据进行整合和分解,将脏数据转变为干净数据,供数据分析及数据挖掘使用。数据清洗可以分为五个步骤:需求分析、预处理、确定清洗规则、清洗与修正和效果评估。例如,在需求分析阶段,明确数据清洗的目标是去除海洋水温数据中的异常值和缺失值;在预处理阶段,通过数据分析技术识别出数据中的逻辑错误和不一致;在确定清洗规则阶段,定义异常值和缺失值的处理规则;在清洗与修正阶段,根据规则对数据进行清洗;在效果评估阶段,评估清洗后的数据质量是否达到要求。

(2)数据融合:海洋数据来源极为繁杂,卫星遥感可大范围监测海洋表层,调查船能精准获取特定区域数据,浮标则用于长期定点观测。鉴于数据格式与类型千差万别,数据融合十分必要。它能整合多源数据信息,有效提升完整性与准确性。比如融合卫星与浮标温度数据,能得出更精准全面的海洋温度分布。

(3)数据分析与挖掘:海洋大数据是一座待挖掘的信息富矿,蕴含着海量有价值内容。借助数据分析与挖掘技术,可从中提取关键知识。常用方法有统计分析、机器学习等。以海洋生态环境数据为例,利用机器学习算法挖掘,能发现生态系统变化规律与影响因素,为生态保护提供决策依据。

2.3海洋数据处理面临的挑战及应对策略

2.3.1挑战

-数据量巨大:海洋观测技术持续革新,海洋数据量逼近EB级且日增达TB级,存储管理处理面临严峻挑战。

-数据异构性:海洋数据结构愈发复杂,需兼顾多种类型数据,不同来源格式标准差异,整合共享难度攀升。

-数据处理效率:海洋数据的处理需要满足实时性和准确性的要求,但目前的数据处理技术在大规模数据处理时往往效率较低,难以满足实际需求。

2.3.2应对策略

-采用分布式存储和计算技术:分布式存储技术可以将数据分散存储在多个节点上,提高数据的存储扩展性和可用性。分布

式计算技术可以将数据处理任务分配到多个计算节点上并行处理,提高数据处理效率。例如,采用Hadoop分布式文件系统(HDFS)和MapReduce计算框架对海洋大数据进行存储和处理。

-建立统一的数据标准和规范:制定统一的海洋数据标准,包括数据格式、编码、计量单位等,规范数据的采集、存储和处理流程,提高数据的兼容性和可共享性。

-研发高效的数据处理算法和软件:不断研发和创新数据处理算法和软件,提高数据处理的自动化和智能化水平。例如,开发基于人工智能和机器学习的数据处理算法,实现对海洋数据的快速分析和挖掘。

3 精密海洋测量与数据处理技术的实际应用案例分析

3.1 案例一: 港航道测绘

在港航道测绘中,运用现代海洋测绘技术已成为科技发展的趋势。常用的3S技术,即GPS(卫星导航定位系统)、GIS(地理信息系统)、RS(遥感探测技术)发挥了重要作用。GPS的精准定位为航道疏浚工程的实施提供了一个方向性的指导,能够准确确定测量位置和航道边界。GIS主要用于现代海洋测绘数据库的信息收集、存储、查询、分析等,可以生成海洋地图,实现信息的高速转移和共享。RS可以实现远距离的探测,特别是深海的探测,能够快速获取港航道周边的海洋环境信息。

在某港口航道疏浚工程现场,多波束测深系统宛如精密“扫描仪”,细致入微地开展海底地形测量,成功获取高精度、全方位的海底地形数据。双向实时动态差分技术(LRK技术)同步发力,一端精准连接疏浚船实时追踪轨迹,另一端牢牢对接地面基准点实现双向反馈,实现航道底质实时检测。遥报系统及时解决潮差难题,实时传输水位信息。多技术融合,确保测绘精准、施工高效。

3.2 案例二: 海洋资源勘探

在海洋资源勘探的宏大进程中,精密海洋测量与数据处理技术无疑占据着关键且不可替代的地位。以海底矿产资源勘探为例,多波束测深系统凭借其高精度特性,能绘制出极为详尽的海底地形图,让勘探人员精准定位潜在矿产分布区;侧扫声纳系统可细致探测海底地物形态,识别矿产露头与异常区域;浅地层剖面系统能深入获取海底以下地层信息,明确资源埋藏深度与

地质条件。经过数据处理分析,还能评估资源储量与品质,为开发决策提供坚实科学依据。

3.3 案例三: 海洋环境保护

在海洋环境保护的艰巨任务中,精密海洋测量与数据处理技术发挥着举足轻重的支撑作用。借助卫星遥感技术,可实时监测海洋表面温度、盐度、流速等关键数据,精准预测与评估海洋生态系统变化。结合地理信息系统(GIS)技术,能精准定位海洋污染,绘制污染分布图,为污染治理指明方向。通过布设浮标、调查船等设备获取水质、生态数据,经分析挖掘,可清晰了解海洋环境质量与变化趋势,及时采取有效保护措施。

4 结论与展望

在海洋领域,精密海洋测量与数据处理技术堪称“基石”,于资源勘探、环境监测、航海安全等诸多方面意义重大。如今,科技浪潮推动其不断革新,测量设备精度跃升、效率大增,手段也丰富多元,从传统方式迈向高科技集成。数据处理环节同样进步显著,流程规范有序,质量把控严谨,挖掘分析愈发深入。

但挑战也不容小觑,深海探测困难重重,数据处理面临海量信息与异构难题。全球气候变暖又让海洋环境复杂多变,增添不确定性。

展望未来,加大研发力度是关键。新型设备与传感器需持续创新,数据处理也要迈向智能化、自动化。同时,秉持环保理念,平衡开发与保护。完善法规标准,为行业保驾护航。如此,精密技术定能日臻完善,助力人类海洋事业蓬勃发展。

[参考文献]

[1]李建涛,王鹏,陈戈.海洋大数据处理关键技术研究进展[J].海洋学报,2020,42(10):1-12.

[2]张晓东,李明.海洋数据融合方法与应用研究[J].海洋技术学报,2019,38(3):85-92.

[3]王丽娜,赵强.海洋数据处理中的数据清洗技术探讨[J].海洋信息,2021,36(2):33-39.

作者简介:

张海龙(1978--),男,汉族,陕西咸阳淳化人,西北电力设计院有限公司勘测工程公司技术开发部高级工程师,陕西西安,从事于电力工程勘测设计及GIS方向研究。