

基于 GIS 的多波束和浅地层剖面数据集成技术研究

王德刚, 叶银灿, 丁维凤

(国家海洋局第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012)

摘 要: 依据同一测区地球物理资料的空间地理坐标参照关系, 利用 ArcView 对栅格、矢量等多种空间数据格式的支持及内置语言 Avenue 强大的二次开发功能, 实现了多波束和浅地层剖面数据的集成。主要流程包括多波束测深数据的预处理和浅地层剖面的生成、元数据的获取; ArcView GIS 中编程实现浅地层剖面测线的分段矢量化; 运用两个 Avenue 程序实现多波束和浅地层剖面的关联展示等。在此基础上, 对多源地球物理数据的集成前景作了进一步的展望。

关键词: ArcView GIS; 多波束数据; 浅地层剖面; Avenue 语言; 数据集成

中图分类号: P229

文献标识码: A

文章编号: 1001-6932(2009)01-0081-0005

地球物理技术作为海洋地质调查的基本手段, 被广泛应用于海洋工程环境勘查与监测、海洋考古调查及军事海洋学研究等领域^[1, 2]。海洋地球物理勘探具有高效率、高精度的优点, 但同时, 海洋地球物理资料亦具有多数据来源、数据结构复杂、数据标准与格式不统一等特点, 其管理与综合利用较困难, 故如何将不同来源、格式、比例尺、投影方式或坐标系统下的数据集成到同一空间地理参照系统下, 从而实现信息的共享, 有效地建立多源地球物理数据的联系, 对于海洋地球物理资料管理、解译与综合利用具有重要意义。

GIS 技术的出现和发展, 为多源地球物理数据集成提供了契机。GIS 软件支持多类型数据和多种数据库, 具有空间数据的查询和显示、属性表管理、统计分析和制图等多种功能, 并可进行个性化二次开发, 以满足不同领域的需要。目前, GIS 在渔业、海岸带管理等海洋领域的应用较广泛^[3-10], 而在海洋地球物理数据集成与管理等方面成果较少^[11-14]。本文以 ArcView GIS 的基本功能框架为基础, 利用其内置的可视化语言 Avenue 对 ArcView 的扩展功能, 编制了程序, 实现了两种重要的地球物理数据——多波束和浅剖数据的集成功能, 并对多源地球物理数据的集成前景作了进一步的展望。

1 数据的预处理

多波束系统与浅地层剖面仪原始数据存储通常采用 XTF^[15] 与 SEG-Y^[16] 格式, 这是两种结构较复杂的数据, ArcView 本身并不支持, 必须经过专业软件处理后得到 ArcView 可识别的数据格式才可载入其中, 完成两者的集成与管理。

1.1 多波束数据的预处理

本研究加入到 ArcView 中的多波束数据为 GeoTif 格式的海底地形栅格图, 该数据为 2006 年在东海某测区所采集, 野外采集设备为美国 Reson 公司的 SeaBat 8101 浅水多波束系统, 后处理软件为 Caris-Hips。

Caris-Hips (The Hydrographic Information Processing System) 是 CARIS 产品家族中针对声纳测量数据后处理的一个软件包, 特别是对海量的多波束数据处理, 有着很高的效率和质量控制能力^[15]。HIPS 软件的两大特点是海洋测量数据清理系统 (HDCS) 和数据的可视化模型。HDSC 数据处理模块能对测深、定位、潮位、姿态等数据进行误差处理并将各类测量要素信息进行融合, 采用科学的数学模型对水深数据

进行归算、误差识别与分析,采用半自动数据归算、过滤和分类工具提高人机结合的工作效率,最大限度地消除水深数据中的误差,以得到理想的精度;数据的可视化模型是 HIPS 的又一大特点,从原始数据进入 HIPS 软件到形成最终的成果,数据处理的每一步都是在可视化的状态下进行,操作简单直观,流程清晰。内业处理过程如图 1。

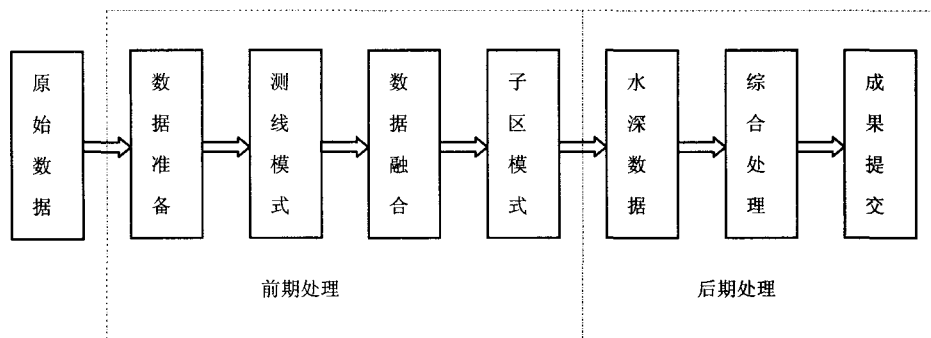


图 1 多波束数据处理流程图

Fig.1 Flowchart of multibeam data processing

数据准备主要包括编辑船形文件 (VCF 文件)、建立新的 HIPS 项目、原始数据转化等;测线模式 (Line Mode) 主要是对运动传感器、GPS、声速剖面数据进行编辑,并实现声速改正及编辑条带水深数据;数据融合 (Merge) 是指加入潮汐数据后,在垂直方向和水平方向对测量的水深数据进行坐标转换;子区模式主要是对水深跳点数据进行编辑处理;后期处理时,对前期处理得到的水深数据进行网格化等综合处理,输出成果。最终得到水深地形栅格图,加入到 ArcView GIS 中作为集成项目的多波束影像主题。

1.2 浅地层剖面数据的预处理

加入到 ArcView 中的浅地层数据为 Tif 格式的栅格图件,其数据与多波束数据处于同一测区,共四条测线分别为: Line1, Line2, Line3, Line4, 野外采集设备为美国 Benthos 公司数字采集系统 ChirpII Profiling System, 室内数据的解编、处理与成像等工作采用 Vista 数据处理软件。

对浅地层剖面原始数据的预处理^[17]主要包括三项内容:

首先,对 SEG-Y 数据进行解编 (抽取有效工作通道)、振幅均衡 (补偿深层信号的吸收与扩散等影响)、一维带通滤波 (消弱噪音干扰) 与直达波切除等工作,以期得到质量较高的浅地层剖面图像。

其次,对浅地层剖面数据的道头信息进行分析,抽取部分有用的 SEG-Y 文件的道头信息,主要指每道 (Ping) 激发与接收的地理坐标及一些重要的元信息。坐标信息用于载入 ArcView,生成浅地层剖面测线,即多波束区域位置和浅地层剖面空间地理坐标参照的联系媒介;元信息如激发频率、激发时间与采样间隔、道号等信息,用于 ArcView 对浅地层剖面图像的属性解释。

最后,由抽取的每道的激发接收坐标与总道数信息,将每条测线划分为小段 (3 000 ~ 3 500 道/段)。划分测线的目的是根据测线段生成相应的浅地层剖面图,如此可避免图形文件过大,影响浅地层剖面图像在 ArcView 中的显示速度;再根据划分的测线段,将浅地层剖面数据进行时深转换操作,得到每段测线对应的浅地层剖面栅格文件,用于解译以及 ArcView 中的图像显示。

2 集成技术实现

ArcView GIS 通过项目 (Project) 组织应用,以主题作为基本的信息单元并形成对项目信息的完整表达,主题的数据来源较广,可以是影像数据、表格数据及 CAD 文件等。此外, ArcView 提供了配套的 Avenue 用户开发语言,具有良好的二次开发环境和面向对象及事件驱动的编程特点。利用 Avenue 用户可以重新组织 ArcView 的界面和添加新的功能,开发出各种具有特定功能的扩展模块。ArcView 的这些

特性正是实现多波束和浅地层剖面数据集成的基础。

在 ArcView GIS 中新建一个项目，项目需加入如图 2 所示主题用于实现多波束和浅地层剖面的集成。

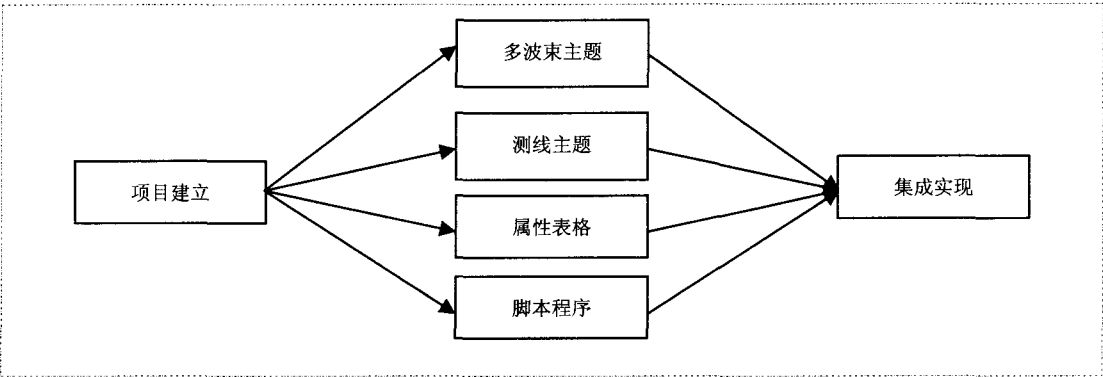


图 2 基于 GIS 的多波束和浅剖集成示意图
Fig.2 Diagram of integration for multi-beam and sub-bottom data based on GIS

多波束主题为海底地形栅格图，由多波束数据处理系统预处理得到；测线主题为浅地层剖面分段矢量测线，为多波束和浅地层剖面图像的联系媒介，在 ArcView 中生成；属性表格用于存储浅地层剖面元信息，为两者关联时元数据显示的来源，由浅地层剖面数据处理系统预处理得到；脚本程序分别实现浅地层剖面测线的分段矢量化及多波束与浅地层剖面图像的关联显示，下面作详细阐述。

2.1 浅地层剖面测线的分段矢量化

浅地层剖面载入到 ArcView 中，包括图像的检索与展示，这些功能可通过浅地层剖面栅格图与测线段的关联来实现。由浅地层剖面道头数据中抽取的是每道的激发与接收点 (x,y) 坐标，但 ArcView 本身不具备由坐标点生成矢量线的功能，且集成要求生成与相应的浅地层剖面图像对应的分段测线。为此通过 ArcView 内置的 Avenue 语言编制了程序“Points to PolyLine Script”，实现了由点坐标信息生成线矢量，作为多波束地形数据和浅地层剖面栅格图的联系媒介。

首先给予每一段测线的激发点坐标相同的 ID，将 SEG-Y 文件中抽取激发接收点坐标文件加载为属性表格，由 ArcView 的“Add Event Theme”功能得到点主题，后运行“Points to PolyLine Script”，便可得到图 3 所示的分段测线（每段测线对应一幅浅地层剖面图像），加载到 ArcView 项目中。

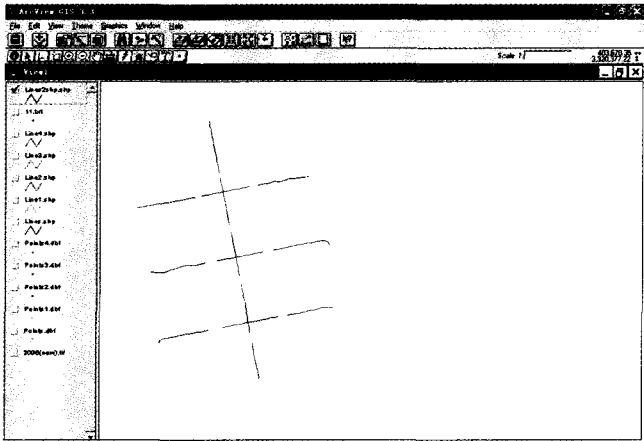


图 3 ArcView 中浅地层剖面道激发点坐标生成的分段矢量线
Fig.3 Segmentation vector lines generated by sub-bottom trace shot points coordinate in ArcView

2.2 多波束和浅地层剖面数据的关联实现

ArcView 内置的 Hotlink 功能可实现测线和浅剖图像的链接，当鼠标选中一段测线后，就会显示相对应的浅地层剖面图像。但 Hotlink 的功能过于简单，并不能得到浅地层剖面图像的重要元数据。其次，Hotlink 工具也不能识别鼠标选中的测线段，导致很难确定浅地层剖面图像所在的精确位置。为实现对选择测线段的高亮度显示，并且能够得到像测线编号、位置、采集日期、测线方向、浅地层剖面道数等重要的元信息，达到多波束和浅地层剖面集成目的，利用 Avenue 语言编制了两个程序，分别实现高亮度显示选中的测线和载入与测线段对应的浅地层剖面图像及相关的元信息功能。

第一个脚本程序为“Highlight Line Segment Selected”，在条件“if(recordsfound = 0 & > 1)”满足时，

即当没有选中或选中多条测线时提示重新选择测线;“if(recordsfound = 1)”条件满足时,即鼠标选中一段测线时,就高亮度显示被选中的测线段(图4中),并且通过“DelayedRun”函数执行第二个脚本程序“Display SBP of Line Segment Selected”。

当参数变量由“Highlight Line Segment Selected”传到“Display SBP of Line Segment Selected”脚本程序,程序二就会执行“Findfield”函数由浅地层剖面属性数据表格中提取重要的元数据,并通过“Msgbox”函数以对话框形式显示(图4中);以“Msgbox.YesNo”函数控制是否检索相关浅地层剖面图片,当选择“Yes”则查找对应的浅地层剖面文件,选择“No”就执行“ClearSelect”函数,取消测线的高亮度显示;而图片的展示是脚本通过执行 ArcView 以外的 Photoshop.exe 程序实现(图5),这得益于 ArcView 的内置函数“System.execut”,此命令可调用 PC 机上的任意软件,这项功能是 GIS 集成实现的一个最重要的条件。

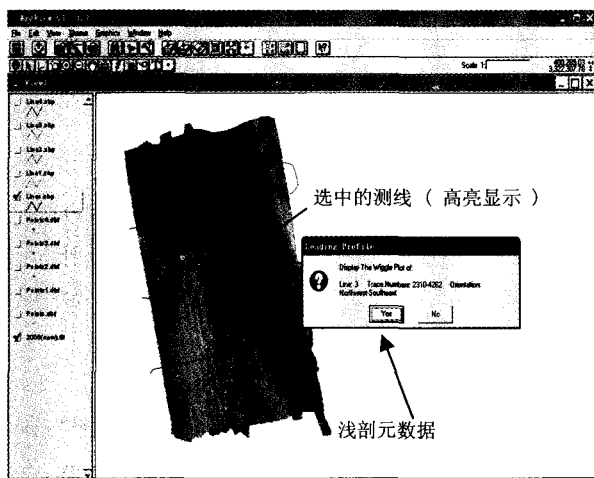


图4 ArcView 中的集成界面:选中测线的高亮度显示及得到的浅地层剖面重要元数据

Fig.4 Integration interface in ArcView: highlight of the selected line and the metadata of the sub-bottom

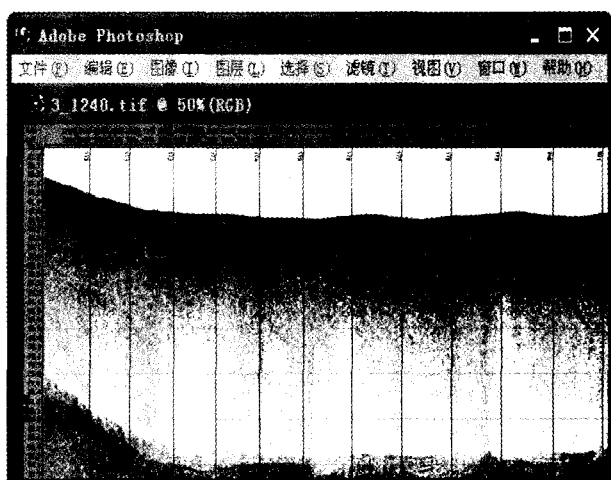


图5 执行外部程序 Photoshop 得到的与选中测线段对应的浅地层剖面

Fig.5 Display of the sub-bottom profile matching the selected line by executing the external software, Photoshop

由此,实现了同一区域的多波束和浅地层剖面的集成,对于两者数据的信息共享、对比解译与资料管理提供了一种新的视角。

3 结论和展望

a) 在对多波束和浅地层剖面数据处理的基础上,依据空间地理坐标参照原则,利用 ArcView 强大的数据管理能力及其内置的可视化语言 Avenue 的扩展功能,实现了空间数据和属性数据的关联及不同格式数据的集成,提高了资料使用的准确度和科学性。

b) 地球物理多源数据的集成不仅仅是用于多波束和浅地层剖面,亦可加入像侧扫声纳影像、钻孔数据、重力数据等,可在集成模型及方法上作更多的尝试。文中所使用的是基于矢量、栅格的数据集成模型,对于其他模型与技术的选择应作更多研究,比如利用 Visual C++ 或 OpenGL 对集成工具作进一步的开发等。

c) 多源海底数据集成应考虑多用户共享问题,避免数据采集与存储的冗余和低效率。利用 WebGIS 技术可使得整合后的海底数据满足高端复杂的专业建模、联机分析以及决策支持等需要。WebGIS 通过浏览器进行信息发布,使得专业人员与普通用户都可以方便的获取所需信息,真正的实现了多源数据信息的共享。因此,WebGIS 技术的应用,对多源数据集成具有重要意义亦是其前景之一。

d) 基于三维技术的集成是海底探测多源数据处理的发展方向^[18]。通过三维技术可在低分辨率的海底

地形之上, 叠加高分辨率的纹理数据或在海底表面下加入浅地层剖面地层数据, 如此用户就可直接的交互操作与分析这些复杂的多维数据。三维可视化地球物理数据集成与展示, 利于理解用单一数据难以发现的区域内地质关系, 是一种综合解译多源地球物理数据的有效方法, 特别适用于构造较复杂的区域。但应该看到, 不同结构、分辨率的地球物理数据进行相互的组合、配准和综合显示, 尚有诸如集成模型的实时更新、空间拓扑关系描述及元数据管理等问题需要解决, 有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 叶银灿, 陈俊仁, 潘国富, 等. 海底浅层气的成因、赋存特征及其对工程的危害 [J]. 东海海洋, 2003, 21(1): 27-36.
- [2] 陈卫民, 曹立华. 危害近岸工程的海洋地质灾害现象及其探测方法 [J]. 自然灾害学报, 1997, 6(2): 48-54.
- [3] 滕骏华. 网络地理信息系统及其在海岸带管理中的应用 [J]. 台湾海峡, 2000, 19(3): 316-320.
- [4] 贾建军, 王义刚. 地理信息科学在海岸工程学科中的应用 [J]. 水利水电科技进展, 1999, 19(4): 13-16.
- [5] 苏奋虎, 周成虎, 邵全琴, 等. 海洋渔业地理信息系统的发展、应用与前景 [J]. 水产学报, 2002, 26(2): 169-174.
- [6] 叶银灿. 海底光缆工程发展 20 年 [J]. 海洋学研究, 2006, 24(3): 1-10.
- [7] Basu. Development of a marine information system for various data analysis and data integration in the Hawaiian exclusive economic zone [J]. IEEE Oceans, 1995, 1: 146-153.
- [8] 林珏, 阎国年. 地理信息系统支持下东中国海潮波模拟研究 [J]. 地理学报, 1997, 52: 161-169.
- [9] 王红梅, 郝天兆, 张明华, 等. 面向海洋油气资源综合预测的海洋地理信息系统研究 [J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(10): 868-872.
- [10] 陈戈, 方朝阳. 遥感和 GIS 技术在全球海面风速分析中的应用 [J]. 遥感学报, 2002, 6(2): 123-129.
- [11] 马建林, 来向华, 郭德方. 基于多波束和 ArcGIS 的海底地形数据库建立 [J]. 海洋学研究, 2005, 23(3): 8-13.
- [12] 周治武, 刘永, 陈飞翔. 海底地形地貌地理信息系统的设计与实现 [J]. 计算机与现代化, 2003, 24(3): 19-20.
- [13] Li R, Saxena. Development of an Integrated Marine Geographic Information System [J]. Marine Geodesy, 1993, 16(4): 293-307.
- [14] Caswell. GIS: The Big Picture in Underwater Search Operations [J]. Sea Technology, 1992, 33(2): 40-47.
- [15] 候世喜, 黄谟涛, 吕良, 等. 多波束数据处理软件的应用与启示 [J]. 海洋测绘, 2003, 23(6): 14-17.
- [16] 罗少卿. ARAMARIES 仪器数据记录格式分析及应用 [J]. 物探装备, 2004, 14(3): 168-171.
- [17] 黄德济. 地震勘探资料数字处理 [M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [18] 李四海. 三维可视化技术在海底环境探测中的应用 [J]. 海洋测绘, 2003, 23(4): 29-32.

作者简介: 王德刚, (1981—), 男, 山东德州市人, 硕士, 主要从事海洋工程地球物理技术研究, 已发表相关论文 3 篇。电子邮箱: degang_w@163.com

Integration of Multibeam and Sub-bottom Profile Data Based on GIS

WANG Degang, YE Yincan, DING Weifeng

(The Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, Zhejiang, China)

Abstract: According to the spatial reference relationship of the geophysical data gathered from the same survey area, the author uses the supporting function for multi-style data of ArcView and the powerful developing function of Avenue, the Inner language, to realize the integration of multibeam and sub-bottom data. The main procedures include, the preprocessing of multibeam and sub-bottom data, segmentation vectorization of the sub-bottom survey lines within the ArcView through programming, linking the multibeam with the sub-bottom profiles using two Avenue scripts and so on. On this basis, the author also gives further expectation of the Multisource Geophysic Data integration.

Keywords: ArcView GIS; multi-beam data; sub-bottom profile; avenue language; data integration