

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.030

多源海洋测绘数据无缝管理及其应用研究

王庭松¹, 刘丽²

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663; 2. 广东工贸职业技术学院, 广州 510510)

摘要: 针对当前多种海洋测绘数据成果存在多源异构、表达复杂等普遍问题, 基于三维地理信息技术, 提出并实现了一套数据无缝管理及三维可视化方法, 为最大限度的利用各类成果资料, 充分挖掘单一数据的融合信息, 真实、直观、高效的反映海洋环境的客观地理状况提供了解决方案。并结合浅海电力工程实践, 分析了其典型应用。

关键词: 海洋测绘; 多源数据; 无缝管理; 三维地理信息

中图分类号: TM756.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)02-0152-04

Research on Seamless Management of Multi-source Marine Survey Data and Its Electric Implementation

WANG Tingsong¹, LIU Li²

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;

2. Guangdong Polytechnic of Industry and Commerce, Guangzhou 510510, China)

Abstract: Aiming at representative problems like data heterogeneity and express complexity in current various kinds of hydrographic surveying results, a set of seamless data management and three-Dimensional visualization methods are brought forward. According to its workflow, integrated information is dug out based on various single data types, therefore, a realistic, direct and efficient solution for revealing the objective geographic conditions of marine environment is provided. Typical implements are also studied combined with electric engineering practice.

Key words: marine survey; multi-source data; seamless management; three-dimensional visualization

海洋蕴藏着丰富的能源。相对于陆地环境的直观、可达, 海底空间具有不可直接接触、难以直观表达等困难。同时, 由于海洋环境十分复杂, 动态交换频繁^[1], 单一、传统的测绘手段难以准确、真实的反映其客观地理状况。随着资源开发与合理利用的深入推进, 多种测绘手段在海洋电力、石油开发及保护中得到了广泛应用。各种测绘手段尽管能深刻反映各自特定的海洋地理情况, 如多波束能准确探测海底地形信息, 剖面仪能有效获取海底其一定深度的地物状况等, 但由于各类手段的操作应用固化及成果多源异构等问题, 往往缺乏统一、无

缝、高效的成果数据管理, 从而未能充分挖掘多源成果数据的叠加信息。

当前, 随着各种海洋测绘手段的不断进步及其在海洋电力工程中的深入应用, 由此所产生的大量成果数据具有普遍的多源异构性, 使得各类海洋测绘成果数据在数据标准和数据格式上具有很大的差异, 给海洋电力工程测绘设计和信息的共享造成了诸多不便^[2]。同时, 大量多源异构数据向存储、管理、维护、快速访问、智能分析、可视化和专题制图提出了挑战, 使得传统二维 GIS 难以直观、真实、全面的管理和再现海洋测绘现状。随着测绘技术、计算机等相关技术的不断进步, 具有处理客观地理多维结构和动态变化能力的三维 GIS 受到了极大关注^[3], 其强大的数据无缝管理及可视化能力能为当前多源海洋测绘数据的管理和应用提供关键技术支持。通过无缝集成及组织管理, 可有效实现各

收稿日期: 2015-11-20

作者简介: 王庭松(1985), 男, 四川成都人, 工程师, 硕士, 主要从事电力勘测设计、电网信息化研究等方面的工作 (e-mail) wts_paul@163.com。

类海洋测绘成果的数据挖掘和综合利用;结合三维可视化技术,可直观、高效的表达海底环境及各类要素信息,从而达到对多源成果数据的综合应用和分析目的,有效辅助浅海电力工程设计及各类决策。

2 数据组织与管理

2.1 数据成果介绍

结合浅海电力工程的实践需要,利用多波束、侧扫声纳、地层剖面仪等多种海洋测绘手段,得到海底地形、海底影像、线划图、地质专题图、管线探测成果图等多个种类的数据成果资料。其中海底深度图反映了海底地形的高低起伏情况,而声呐影像图则反映了海底面自然和人为改造的状况及构筑物的分布和产状等信息^[4]。这些成果在数据内容、组织结构上存在较大差异。

同时,由于各种成果只能部分揭示海底环境的客观特征,因而单一的应用往往不具有整体说服力。在传统使用中,将各类型成果生成专题图,给后续浅海电力设计人员带来庞大的无关信息,不便于组织、联系及综合应用。

2.2 无缝组织

上述各类型数据成果具有区域性、多维结构和动态变化等三维地理空间的普遍特性。因此,利用三维 GIS 强大的空间采集、存储、管理、分析、处理和海量可视化能力,可以基于真实地理空间参考,将各种成果数据按照其客观描述对象的真实关系进行无缝组织和重现,最大限度的集成各类成果信息,为后续各种应用提供科学、丰富、直观的判断和决策支持。

针对海洋多源测绘成果的异构性等特点,系统设计了各类型成果数据的集成解析接口,并按照基于地理空间参考的思想,面向真三维地理空间,无缝组织和管理各类成果数据。

系统基本逻辑结构如图 1 所示。

1) 数据无缝集成

根据各类型成果的数据格式及其异构性,设计了无缝集成模块,根据各类型数据字段及其内部组织关系,形成了插件式的无缝集成模块,实现对各种成果各自原始分辨率的无缝集成,从而充分发挥各种测绘手段数据密度大、微地貌特征突出的优势^[5]。同时,根据用户定制需求,完善成果数据的

附件文档上传与管理,支持自动配置新的成果解析接口,满足测绘方法不断更新进步的需要。

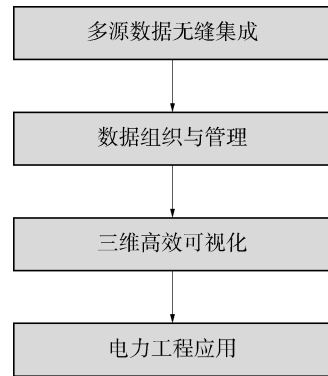


图 1 系统逻辑流程

Fig. 1 Logical Processing Flow of the System

系统通过各成果数据的模板建立与数据预处理操作,形成了快捷的批量式集成导入,流程如图 2 所示:

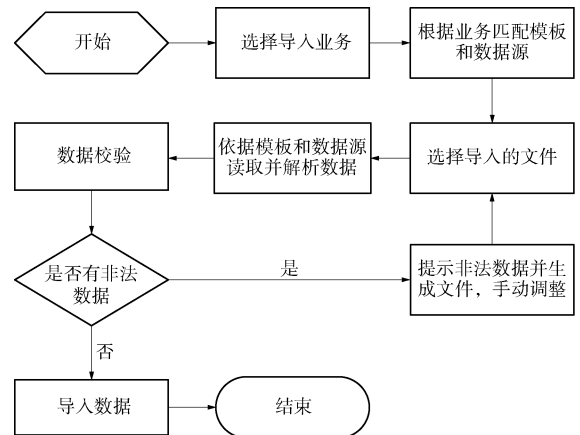


图 2 海洋测绘成果数据导入流程

Fig. 2 INPUT Flow of the Marine Survey Result

2) 数据组织设计

系统采用 Oracle 数据库,利用空间数据引擎进行成果组织发布。基于地理空间参考的思想,设计了各类型成果数据的存储结构及其逻辑拓扑关系,对各种相关资料文件进行了统一组织设计,并在此基础上提供面向业务应用的各种调度接口,并对各种数据操作提供权限设置与管理。系统数据库物理模型如图 3 所示。

图 3 中,系统数据模块主要存储系统字典、项目信息、项目坐标转换参数、附件等数据信息,系统其他业务模块通过外键方式引用系统的基础数据信息。

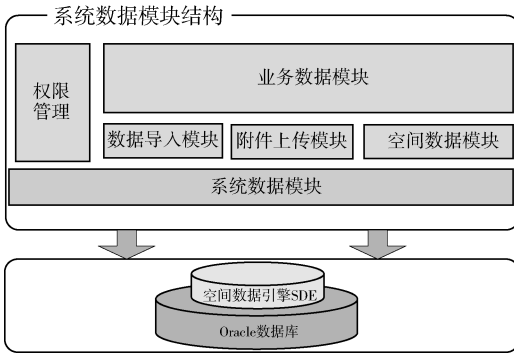


图3 系统数据库逻辑结构

Fig. 3 Logical Structure of the System Database

数据导入模块负责海洋测绘各类型成果的无缝集成，附件上传模块则根据成果资料与其附件的关联关系存储附件信息；空间数据模块则主要存储基于空间地理参考的成果数据信息；业务数据模块则结合工程应用需求，管理并维护业务功能数据及其与其他模块的接口信息。

3) 数据管理

基于上述数据库组织结构，按照地理空间范围及不同工程管理内容，以项目工程为单位，建立各个工程的独有数据目录结构，共享通用的各类基础空间数据，实现了对各类成果数据的管理和维护。立足实际工程需要，维护了各种常用的空间参考转换模型，建立各常用参考椭球及坐标系之间的转换关系，从而支持不同平面坐标系统与统一的球面坐标系统的双向转换。

3 三维可视化及工程应用

3.1 高效三维可视化

多源海洋测绘成果数据具有数据量大、异构性强等特点，需要在计算机环境中逼真再现，需要进行特殊处理。总体而言，本文对影响海底可视化效果的两大数据内容，即纹理数据和几何数据，均采用了特殊的可视化处理方法。

针对纹理数据绘制，采用了多级纹理交换技术，其基本思路是首先将场景中的纹理按照一定大小拼接成块，再对各个块生成多级分辨率的纹理，在内存中建立纹理缓冲池，使用 LRU 算法，按照视距进行不同等级纹理块的调度，确保使用频率高的纹理调度次数尽可能少。从而降低系统负担，提高绘制效率，增强可视化效果。

而针对几何数据，系统采用了多细节层次 (LOD) 技术^[6]，基本思路是首先将几何数据，如对海底 DEM 分块；再针对每块几何数据，根据不同的阈值，抽取其中的关键点构造三角网以生成不同细节等级 (LOD) 的几何模型；而边界上，各个细节等级的几何模型使用相同的边界信息；在渲染的时候，根据几何块与视点的距离确定调用哪一个细节等级的几何模型，从而减少模型加载数据量，提高绘制速度。

3.2 浅海电力工程应用

1) 海底地物调绘

基于统一的地理空间参考，在三维可视化界面中综合展示海底地形、影像及海洋磁力情况、土层分布等信息，可综合叠加进行数据挖掘，从而利用多源信息相互补充，对浅海电力工程所关心的各类海底关键地物，如沉船、电缆等进行半自动调绘，提取地物的位置、尺寸及相关属性信息，满足精细化测绘设计的需要。

如图4所示，左上为海洋磁力探测到的磁力数据，左下为声纳影像数据。通过综合分析侧扫声纳海底影像图、海洋磁力变化图以及海底地形，在右侧三维空间中，可对海底地物进行调绘判读。

2) 海上风机及海底电缆布设

基于真实地理参考的三维高效可视化展示，可综合利用多源测绘数据成果及其调绘信息，设计相应的避让条件，进行海上风电风机布置及海底电缆路由设计的半自动化分析。具体而言，综合利用海底地形数据及地质成果，及局部的气象信息，可确定风机布置的位置点；并利用管线探测成果、海底线划图、海底影像图等资料，进行碰撞检查及自动避让等分析，从而获得最佳的风机建造位置。

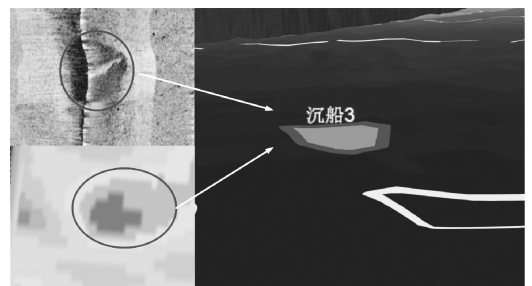


图4 海底地物调绘效果图

Fig. 4 View of the Seabed Feature Identification

海底电缆造价昂贵，其最短路由设计是海上风

电送出的关键内容之一。利用本系统三维空间中的各种管线位置关系、海底地物分布情况及特殊区域占用情况(如航道区、抛锚点)等信息,可半自动实现海底电缆优化敷设分析,从而高效、经济的为海底电缆设计提供技术支撑和决策支持。

如图5所示,可在三维场景中,通过规避海底重要地物(如沉船),以及海底不良地质情况(如地震断裂带),结合海底地形条件情况,实现半自动的海上风机布置及分析。

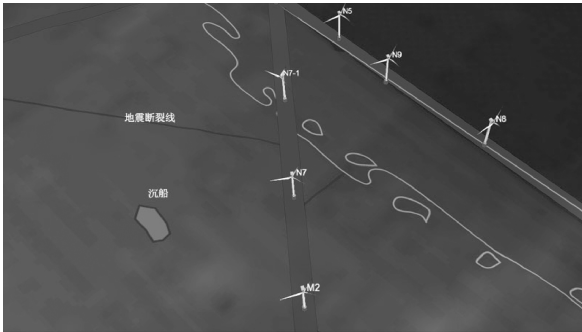


图5 海上风机半自动布置效果

Fig. 5 View of the Semiautomatic Seaborne Fan Layout

4 结论

多源海洋测绘数据的三维管理及可视化应用有效解决了传统单一海洋测绘手段的信息片面、直观性差等问题。基于地理空间参考的概念,将多源测绘成果数据进行有效组织管理,通过综合分析,提高了成果数据的使用价值。把原本抽象、复杂的海底应用通过三维可视化的手段进行展示、操作,提高了海洋测绘成果的利用率和交互性。但由于海底

环境的复杂性,相关应用的自动化程度有待提高。

参考文献:

- [1] 高锡章, 冯杭建, 李伟. 基于GIS的海洋观测数据三维可视化仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2011, 23(6): 1186-1190.
GAO Xizhang, FENG Hangjian, LI Wei. Study of 3D Visualization of Marine Measured Data Based on GIS [J]. Journal of System Simulation, 2011, 23(6): 1186-1190.
- [2] 杨峰, 杜云燕, 崔马军, 等. 海洋多源环境数据共享系统研究[J]. 测绘通报, 2011, 12(10): 35-37.
YANG Feng, DU Yunyan, CUI Majun, et al. Study of Multi-source Marine Environmental Data Sharing System [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2011, 12(10): 35-37.
- [3] 朱庆. 3维地理信息系统技术综述[J]. 地理信息世界, 2004, 2(3): 8-12.
ZHU Qing. A Survey of Three Dimensional GIS Technologies [J]. Geomatics World, 2004, 2(3): 8-12.
- [4] 滕惠忠, 邓雪清, 郭思海. 侧扫声纳数据库管理设计[J]. 海洋测绘, 2003, 23(1): 27-30.
TENG Huizhong, DENG Xueqing, GUO Sihai. Approach to the Database Arrangement of Side Scan Sonar System [J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2003, 23(1): 27-30.
- [5] 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.
LI Sihai. The Application of 3D Visualization Technique in Submarine Environmental Survey [J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2003, 23(4): 29-32.
- [6] 张盼兴. 基于LOD技术的数字城市模型的研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(11): 138-139.
ZHANG Panxing. Research of Digital City Model Based on LOD [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2013, 36(11): 138-139.

(责任编辑 郑文棠)

订 阅

《南方能源建设》的办刊宗旨立足于为能源行业尤其是电力行业工程建设提供技术支持和信息服务,推广新理论、新技术的工程应用,提高我国能源建设质量和技术水平。主要面向全国能源行业尤其是电力行业设计、建设、制造等企业、以及相关的研究机构 and 高等院校的广大工程技术人员、管理人员、专家学者等。本刊设有能源资讯、专家论坛、规划咨询、勘测设计、施工建设、装备制造、工程管理、投资运营、运行维护、案例分析、简讯等栏目,将优先报道低碳环保、节能减排等技术研究和工程应用以及风能、太阳能、生物质能、海洋能等可再生能源的技术研究及工程建设。

出版周期: 季刊(季末25号)

订阅年价: 60元

国内刊号: CN 44-1715/TK

国际刊号: ISSN 2095-8676

联系电话: 020-32116043

传 真: 020-32118078

期刊网站: <http://nynf.cbpt.cnki.net>

微 信 号: ceec-gedi