

数字海洋地质工程建设进展

魏合龙¹, 孙记红¹, 苏国辉¹, 陈宏文², 郭洪周³, 王林飞⁴

(1 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266701; 2 广州海洋地质调查局, 广州 510760;

3 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037; 4 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要:随着海洋强国战略的不断推进,国家对海洋的重视程度越来越高,数字海洋地质工程全力支撑了海洋地质的信息化建设和服务工作。经过近几年的工作研究,数字海洋地质工程在海洋地质专业节点建设、海洋地质数据资源的积累、海洋地质数据资源的共享和社会化服务方面取得了长足的进步,并积极响应国家对科技创新和科学普及的号召,强化海洋地质信息化的科学技术理论创新,推进信息技术支撑海洋地质科学普及工作,努力践行公益性地质工作的定位,全力服务国土资源中心工作。

关键词:数字海洋地质;信息化;进展

中图分类号:TP311

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2018.03001

自 2014 年始,中国地质调查局调整了地质调查业务布局,部署了“计划—工程—二级项目”的地质调查业务体系,其中,在海洋地质调查与研究领域设置了“海洋地质调查和天然气水合物资源勘查试采”计划,数字海洋地质工程即为该计划的下属工程之一。其主要目标任务是:以海洋地质信息共享和应用需求为驱动,建立标准统一的海洋地质信息资源体系和共享开放的国家海洋地质信息服务体系,建设国家海洋地质信息中心,建立海洋地质信息共享机制,形成海洋地质大数据和社会型、服务型海洋地质信息服务格局,提高海洋地质信息服务能力,实现海洋地质信息在外交、军事、海岸带环境保护和灾害防御、海洋矿产资源开发、重大涉海工程和海洋经济发展等方面的服务。

1 工程进展

数字海洋地质工程经过近几年的工作,在海洋地质专业节点建设、共享服务标准体系建设、网络体系建设、数据资源体系建设以及共享服务体系建设等方面取得了阶段性进展和成果。

1.1 海洋地质专业节点建设

以统一的数据库结构、数据资源分类标准及服务接口标准为基础,以统一的数据资源共享平台和统一信息发布服务窗口为抓手,建立了具备“制度—标准—数据—服务”完整框架的海洋地质专业数据中心,实现了青岛海洋地质研究所(简称:青岛所)、广州海洋地质调查局(简称:广海局)和国土资源航空物探遥感中心等单位的互联互通、数据资源汇聚共享和统一产品发布,形成了海洋地质数据资源汇聚和共享格局,全力支撑中国地质调查局“地质云”建设,是“地质云”提供海洋地质专业数据和服务的有力保障。

建立了“地质云”青岛所、广海局 2 个海洋地质专业节点,向“地质云”提供了 1:100 万区域海

收稿日期:2018-02-16

基金项目:中国地质调查局二级项目(DD20160157, DD20160156)

作者简介:魏合龙(1964—),男,硕士,研究员,主要从事海洋地质及信息化建设方面的研究工作. E-mail:weiheelong@hotmail.com

洋地质数据库、海岸带地质环境调查成果数据库、中国海区及邻域地质地球物理系列图和地震数据目录服务;产品服务方面提供成果图件 94 个产品,涵盖海洋基础地质调查、海岸带环境地质调查、天然气水合物、地质地球物理系列图等领域,提供了海洋地质三维可视化、海岸带监测实时监控 2 个应用系统,全力服务于国土资源中心工作^[1,2]。

1.2 海洋地质数据共享服务标准体系建设

为促进海洋地质数据资源共享,充分发挥数据资源在解决资源环境和基础地质问题过程中的保障和支撑作用,制定了《海洋地质数据资源分类与接口规范》,该规范包括 3 部分:①《海洋地质信息资源分类》:主要明确资源的分类原则、分类方式、分类编码、具体分类、类型扩展和标签等;②《海洋地质信息资源服务接口》:主要明确 API 设计原则、设计内容(数据模型、资源模型、交互模型)、设计要求等;③《海洋地质信息资源目录服务规范》:本部分是在遵循以上两部分规范基础上建立的服务实例——目录服务,规定了海洋地质信息资源目录服务的模型和接口定义^[3]。

《海洋地质信息资源分类与接口规范》填补了海洋地质数据共享技术规范方面空白,为实现海洋地质数据汇聚和服务初步融合提供了技术依据,有利促进了海洋地质共享技术理论的创新。

1.3 海洋地质网络体系建设

率先建立的涉密网广海局节点和青岛所节点,是中国地质调查局涉密网建设的排头兵,为全局涉密数据的规范使用、存储和共享做出了探索,积极推动了“地质云”涉密网建设。

目前海洋地质涉密网络建设进展顺利,海洋地质涉密网络广海局节点建设完成,青岛所节点已进入测评准备阶段,按照国家机密级标准建设的广海局涉密网,为天然气水合物调查等涉密项目服务,为技术人员提供一个网络工作平台,也为项目工作开展过程中使用的各种软件系统(数据库系统、处理系统、解释系统、项目管理系统、海上生产信息管理系统、样品库管理信息系统、地质资料管理系统等)提供一个网络运行和服务环境;2017 年完成涉密网络青岛所节点建设、测试和试运行,编制完成《青岛海洋地质研究所涉密信息系

统分级保护测评申请书》,并提交了测评申请,部署了涉密信息交换系统、涉密数据库信息服务系统 2 项应用。

1.4 海洋地质数据资源体系建设

采用物理上分散、逻辑上统一的分布式数据库建设思路,建设海洋地质专业数据库系统,分别于青岛海洋地质研究所、广州海洋地质调查局、国土资源航空物探遥感中心建设数据分中心。其中,青岛海洋地质研究所、广州海洋地质调查局为中国地质调查局海洋地质调查与研究的核心单位,分别建设数据类型完整、覆盖地区各有所侧重的海洋地质综合数据分中心,国土资源航空物探遥感中心则建设覆盖海岸带及大陆架区域的航空物探与遥感专业数据分中心。

海洋地质数据资源内容包括:海洋区域地质调查专题数据库、海岸带综合地质调查专题数据库、海洋油气资源调查专题数据库、海洋天然气水合物资源专题数据库以及海洋固体矿产资源数据库。

(1) 海洋区域地质调查专题数据库

海洋区域地质调查专题数据库包含 16 个国际标准图幅的 1:100 万海洋区域地质调查数据、部分图幅的 1:25 万海洋区域地质调查数据和重点海域的 1:5 万海洋区域地质调查数据。海洋区域地质调查主要利用多波束、侧扫声呐、浅地层剖面、单道地震、多道地震、地质取样、重磁测量等国际先进的高精度海洋综合探测技术和统一的技术标准,开展我国管辖海域海洋区域地质填图工作,获取了海量第一手的海洋地质、地球物理与地球化学实测数据及资料,查明海底地形、地貌、第四纪地质、区域构造、矿产资源、磁力场、重力场等综合地质要素,并编制一系列具有国际先进水平的地质与地球物理成果图件^[4]。

(2) 海岸带综合地质调查专题数据库

海岸带综合地质调查专题数据库主要存储海岸带野外综合调查(地质取样、地球物理测量、沉积动力测量及岸滩地质调查等)、样品实验分析(岩性描述、粒度分析、矿物鉴定、古生物鉴定、地球化学分析、放射性测年等)和室内综合分析(实测资料处理、遥感数据反演及收集资料整理分析)过程中产生的原始数据记录,以及通过基础性、专题性、资源与环境安全保障性或政府宏观决策性等

不同类别图件表示的底质类型、海底浅层地质结构、环境地球化学、海岸带地质灾害、海岸带地形地貌、沉积动力、环境地质演变等专题研究成果^[5]。

(3) 海洋油气资源专题数据库

海洋油气资源专题数据库主要内容包括我国管辖海域海洋油气资源调查取得的原始资料(地质取样、地球物理调查、地球化学调查等)、样品分析资料(有机地球化学分析为主)和成果资料。

(4) 海洋天然气水合物资源专题数据库

海洋天然气水合物资源专题数据库内容包括海底地质勘查、海洋地球物理勘查(二维、三维高分辨率多道地震勘查、浅层剖面勘查、单道地震勘查、海底视像勘查、热流勘查、多波束测深等)、海洋地球化学勘查、地质取样(重力活塞柱状取样、重力柱状取样、保压柱状取样、拖网取样、电视抓斗取样、多管取样等)、海水温盐深及海流勘查,钻探及测井取得的数据资料、相关样品的试验测试数据、成果图及报告等内容。

(5) 海洋固体矿产资源数据库

海洋固体矿产资源数据库主要包括我国重点海域近海海砂及相关资源潜力调查产生的野外综合调查(海底地质取样及地球物理测量)、样品实

验分析(岩性描述、粒度分析、矿物鉴定、古生物鉴定、地球化学分析、放射性测年等)和室内综合分析(实测资料处理分析、遥感数据反演分析及收集资料整理分析)过程中产生的原始数据记录、专题研究成果图件和综合研究成果报告。

1.5 海洋地质信息服务体系建设

(1) 面向社会公众服务的海洋地质信息网(<http://www.mg.cgs.gov.cn>)在2016中国国际矿业大会上正式上线,首次实现海洋地质调查成果在线服务,提供全面、权威、专业的海洋地质信息资源,提升了海洋地质调查信息的社会化服务能力^[6](图1)。

海洋地质信息网作为中国地质调查局提供海洋地质信息社会化服务的专业服务网站,是宣传和展示海洋地质调查与研究工作的窗口,集中展示了海洋地质调查技术和数据,提供了全面、权威、专业的海洋地质信息资源。网站隶属中国地质调查局,由中国地质调查局青岛海洋地质研究所、广州海洋地质调查局、中国国土资源航空物探遥感中心、中国地质调查局发展研究中心、中国地质图书馆共同建设。



图1 海洋地质信息网

Fig. 1 Marine geological information

2016年首次以在线方式公开发布了一批数据资料,包括海洋区域地质、海岸带环境地质、海洋矿产资源、海洋航空物探遥感等专业领域数据目录224条,元数据460条;海岸带环境地质调查

和海洋区域地质调查在线成果图件133幅,成果报告64份;海洋地质技术装备信息164项;海洋地质调查技术标准68项;海洋地质调查领域期刊目录230条、最新文献1714篇。2017年联合青

岛海洋地质研究所、广州海洋地质调查局、中国国土资源航空物探遥感中心等单位,持续不断地充实海洋地质信息网内容,积极开展海洋地质调查成果的社会化服务与转化应用,并分别于 4 月的“世界地球日”和 9 月的“中国国际矿业大会”期间集中整合海洋地质调查数据提供在线服务。2017 年网站新增用户访问量达 134 466 人次,新增发布资料包括在线成果图件 50 幅,调查数据集 74 个^[6]。

2017 年由本工程牵头实施的海洋地质信息

网英文版(<http://www.mg.cgs.gov.cn:9000/>)正式上线运行。海洋地质信息网英文版是中国地质调查局继海洋地质信息网中文版网站上线服务之后,面向国际社会公众提供海洋地质信息社会化服务的专业网站,可以极大地提高中国地质调查局在海洋地质调查领域的国际影响。英文版网站首批在线公开的数据资料,包括数据目录 100 余条,元数据 150 余条,在线成果图件 43 幅,成果报告 10 余份,海洋地质调查领域期刊目录 200 余条、文献资料 1 700 余篇^[2](图 2)。

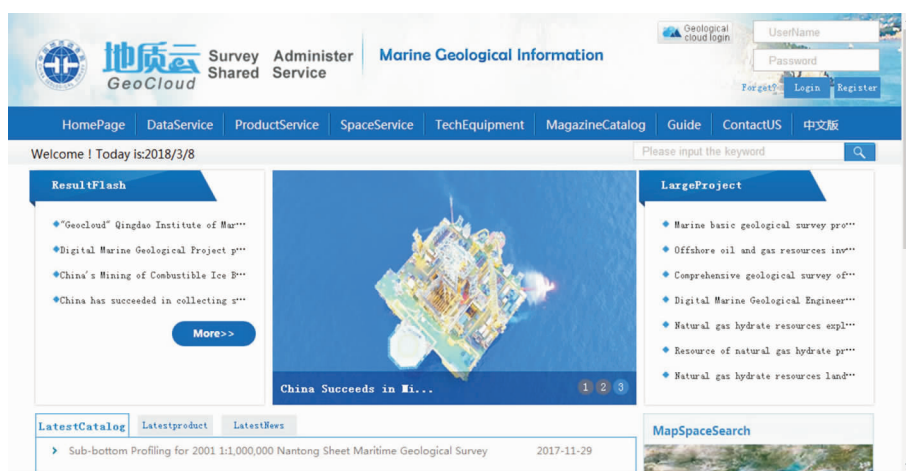


图 2 海洋地质信息网英文版

Fig. 2 Marine geological information (English version)

(2)面向中国地质调查局业务网用户,搭建了全局统一的海洋地质数据资源共享平台(图 3),实现了海洋地质数据汇聚和服务的初步融合。

海洋地质数据资源共享平台是“地质云”专业服务窗口之一,以数字海洋地质工程为依托,由中国地质调查局青岛海洋地质研究所、广州海洋地质调查局、中国国土资源航空物探遥感中心等单位共同建设,面向中国地质调查局系统用户提供权威性海洋地质数据资源及其融合服务。该平台首批在线发布数据资源约 50 余条,资源类型包括目录、元数据、原始数据、图件、报告等,涉及海洋基础地质调查、海岸带环境地质调查、海洋航空物探调查等领域。平台在遵循国际标准 ODATA 数据开放协议基础上,构建了 REST 风格的网络服务,提供了适用于任何规模和部署方式的海洋地质数据资源的发现服务、获取服务和管理服

务^[2,3]。

(3)建立了多源多尺度数据三维建模和展示技术,开发了海洋地质三维信息服务系统,立体化展示海岸带、油气、水合物成果,推动了海洋地质数据展示服务从传统平面方式向直观三维展示的转变。

通过综合集成遥感影像、DEM、海洋测深数据、地层分布解释数据、专题图件等数据资料,建成了覆盖我国主要海岸带三维场景、区域三维海底模型,实现了在三维球体模型对海洋地质专题数据成果立体展示应用(图 4)。该系统在多源数据展示方面,将海底沉积物类型、海洋沉积环境等专业数据与海地地形 DEM 数据叠加展示和分析,起到了仿真效果,在地层结构展示方面,提供分层展示、自由剖切、地质结构栅状图等工具,可为专业人员提供直观的分析工具^[1]。



图 3 海洋地质数据资源共享平台

Fig. 3 Marine geological data resource sharing platform

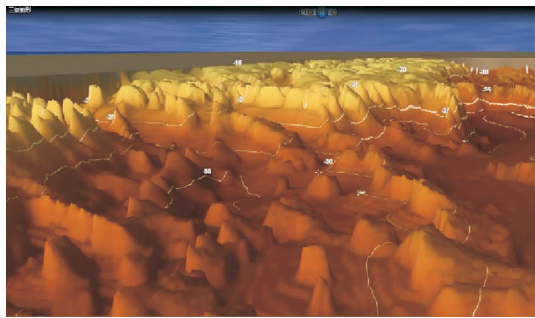


图 4 海岸带三维海底模型

Fig. 4 3D model of coastal zone

在地层结构及盆地资源三维展示方面,采用地震解释剖面图、构造区划图、等深度构造图、断裂分布图以及钻井等地质地球物理资料进行多源多尺度地质建模技术,大大降低了盆地三维地质体展示与分析的硬软件要求,并可以随着地质调查工作的深入对模型灵活更新,方便使用(图 5)。

开展海底浅表层数据可视化研究工作,编制海底浅表层数据立体图,针对多波束测深、侧扫声呐影像、浅地层剖面探测数据 3 种数据进行深度融合,形成立体的海底浅表层数据综合展示,为海

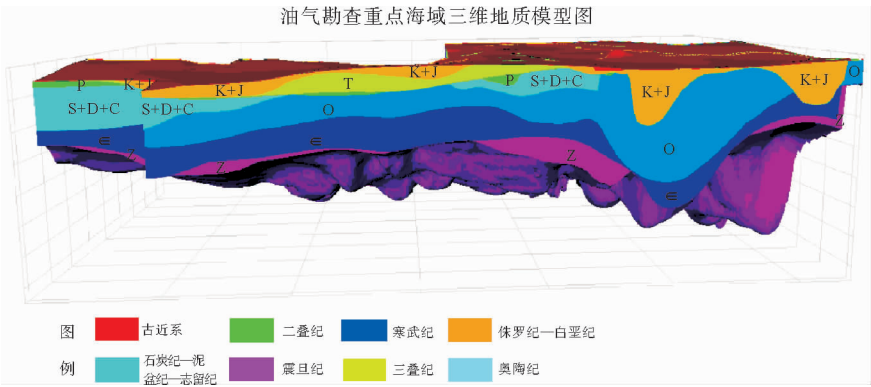


图 5 油气勘查重点海域三维地质模型

Fig. 5 3D geological model of oil-gas exploration areas

底地形地貌特征、天然气水合物资源及地层结构的识别、展示、解释提供一种综合可视化的技术手段,为天然气水合物的立体探测提供一种非常直观的可视化数据,为下一步井位的定位提供强有

力的技术支撑(图 6)。

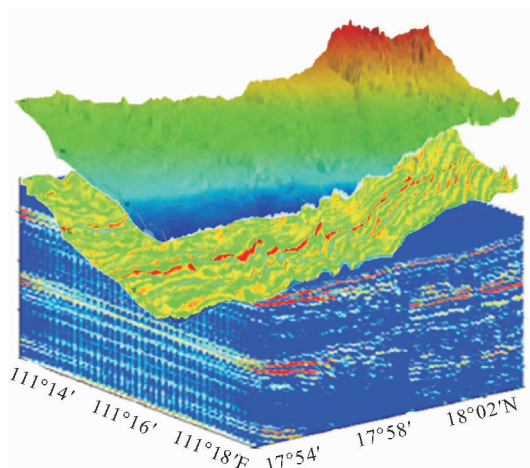


图 6 综合立体 3D 图

Fig. 6 Comprehensive 3D map

2 科技创新和科普进展

在数字海洋地质工程的实施过程中,注重科学理论创新和技术方法进步以及科学普及工作,逐渐形成了以信息技术支撑海洋地质调查工作,并促进海洋地质信息化技术理论创新与进步。

2.1 科技创新

立足海洋地质数据库建设与应用发展需求,

开展了海洋地质大数据管理与智能分析关键技术研究,完成了海洋地质大数据虚拟化平台搭建,设计了基于 HADOOP 分布式系统的海洋地质大数据平台,在此基础上利用数据挖掘技术建立了适用于海域油气资源评价的“自学”模式识别评价模型,为海域油气类信息产品的开发提供了新方法。

采用虚拟化技术实现了存储和计算资源的动态化管理,通过对当前先进主流技术发展研究,提出基于 HADOOP 分布式系统的海洋地质大数据平台架构设计,采用 HBASE 的 NOSQL 数据库、HIVE 数据仓库以及 SPARK 计算引擎实现对海量数据和空间数据有效存储、管理,在扩展已有的关系型数据库基础上,实现海洋地质调查原始资料、基础数据、研究成果资料及其它来源各类数据的大数据管理,利于后续开展大数据分析与研究。

2.2 科普工作进展

利用虚拟现实技术推动地学和海洋知识科普,研制的海洋地质虚拟现实科普系统展示深海油气地质体、深海热液和冷泉(图 7),创新了中国地质调查局科普表现方式,将信息技术与深海地学知识有效结合,进一步践行中国地质调查局地质科技创新和科普规划,是利用虚拟现实技术进行地学和海洋知识科普的创新之举,是对地质调查科普产品进行系列化、体系化设计的重要尝试。

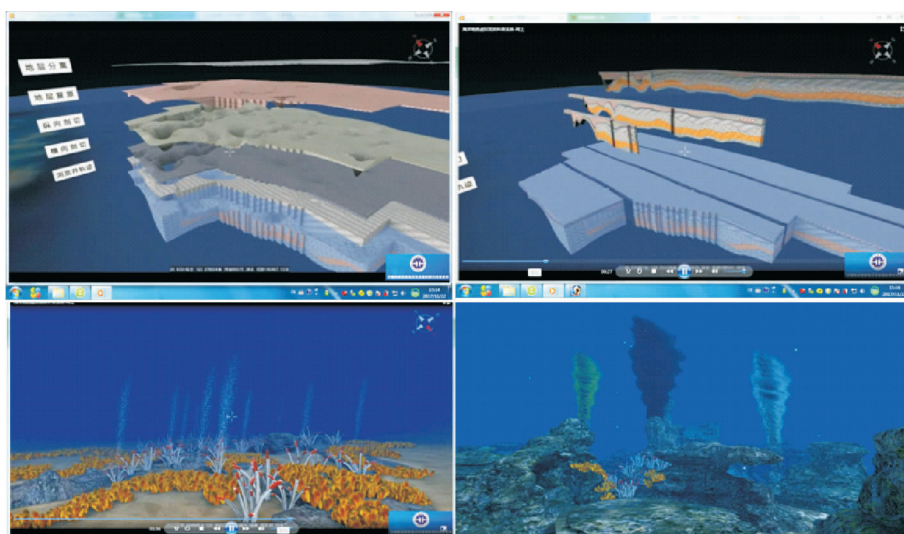


图 7 海洋地质虚拟现实科普系统

Fig. 7 VR science popularization system of marine geology

3 结论

经过近几年的工作开展,数字海洋地质工程基本上建立了海洋地质专业节点,制定了一套有效的海洋地质共享服务标准体系,搭建了海洋地质网络体系,形成了TB级的海洋地质数据资源体系,持续提供海洋地质数据资源的共享和社会化服务,并在海洋地质信息化的科学技术理论创新和进步方面进行了探索,为海洋地质调查和公益性服务提供了信息支撑和技术保障。

参考文献:

- [1] 青岛海洋地质研究所. 海洋地质数据库建设2017年度进展报告[R]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2017.
- [2] 青岛海洋地质研究所. 国家海洋地质信息服务体系建设2017年度进展报告[R]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2017.
- [3] 青岛海洋地质研究所. 海洋地质信息资源分类与接口规范[S]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2017.
- [4] 青岛海洋地质研究所. 海洋区域地质调查数据库数据模型[S]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2010.
- [5] 青岛海洋地质研究所. 海岸带环境地质调查数据库数据模型[S]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2010.
- [6] 青岛海洋地质研究所. 国家海洋地质信息服务体系建设2016年度进展报告[R]. 青岛:青岛海洋地质研究所,2016.

CONSTRUCTION PROGRESS OF DIGITAL MARINE GEOLOGICAL PROJECT

WEI Helong¹, SUN Jihong¹, SU Guohui¹,
CHEN Hongwen², GUO Hongzhou³, WANG Linfei⁴

(1 Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266701, China;

2 Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China;

3 Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China;

4 China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land & Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: With the continuous advance in the national strategy to build an ocean power, the state has given more emphasis on the oceans. The Digital Marine Geology Project fully supports the works of marine geology in information construction and service. During the recent years, the Digital Marine Geology Project has made significant progress in the construction of marine geological information network nodes, the accumulation of marine geological data resources, the sharing of marine geological data resources and social services, etc. It has actively responded and cooperated to the national scientific and technological innovation and popular science works, strengthened science and technology theory innovation of Marine geological information, and promoted information technology to support the popularity of marine geology science. All along, the Digital Marine Geology Project is striving for the direction of public welfare and fully serving the key work for national land and resources.

Key words: digital marine geology; informationization; progress