

基于 ArcGIS 的海洋地质编图与数据管理一体化系统

严 杰,王刚龙,李绍荣

(广州海洋地质调查局,国土资源部海底矿产资源重点实验室,广州 510760)

摘 要:海洋地质图是海洋地质领域以野外地质勘查为基础,通过一系列技术处理所取得的成果图件,服务于整个社会的经济建设和科学发展。随着地理信息技术与数据库技术的快速发展,编图技术日趋成熟。但目前的现状是编图工作仍延续传统的思维,利用地理信息系统软件编制的数字成果图只是一幅纸质成果图的电子形式对等物,后续还得耗费大量时间用于数据的整理入库,造成编图工作与数据管理的脱节,工作效率低下。面对这种现状,笔者以成图建库一体化为思想,设计了海洋地质编图与数据管理一体化系统,用以规范成果图件的制作流程,架起海洋地质成果图编制与数据库建设之间的桥梁,推动海洋地质调查成果图数据的规范性、标准性和统一性。

关键词:海洋地质;数据库;地质成果图;地理信息

中图分类号:TP311.131

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2018.03003

海洋地质调查成果图是以海洋领域各种地质调查基础数据为编制依据,按一定的比例尺和图示,反映区内地壳表层地质特征的一系列图件。随着信息可视化技术与网络技术的快速发展,数字地质图及其地理信息服务已成为地图的新型应用需求,数据库技术开始走进编图领域^[1-4],目前已广泛采用地理信息系统软件作为地质调查成果图件的编图工具。在海洋地质领域,已经完成 1:100 万南海区域地质调查 10 个图幅的成果图件、1:200 万南海地质地球物理图系、粤港澳大湾区地质调查图集均采用了基于 GIS 先进的地质编图方法,但是,这种编图工作仍在延续传统的编图思维,地理信息系统只是充当电子画笔的作用,利用地理信息系统软件编制的数字成果图只

是一幅纸质成果图的电子形式对等物,不含地质调查基础数据(无属性数据)、所有地理要素堆积在一个图层里(无标准图层分层结构)、渲染符号不统一(不是由属性数据根据标准自动赋予的样式符号)。后续的海洋地质调查数据库建设工作仍需要投入大量人力进行地质调查基础数据整理入库、成果图资料的转换入库、元数据的采集整理入库^[5]。

为了将海洋地质调查成果图编图工作与海洋地质调查数据库建设工作紧密结合起来,本文设计了海洋地质编图与数据管理一体化系统,架起了地质编图与数据库建设之间的桥梁,使得编图过程的同时也是地质调查基础数据整理入库和数据管理的过程,编图工作成果既是一套数字成果图,也是一套含地质调查基础数据的地理数据库文件。

1 设计思想与目标

本系统设计实现的重点在于成图建库一体化,是指将编图工作与数据库工作紧密结合,主要

收稿日期:2018-01-08

基金项目:国家专项(GZH201200512,GZH201100312);中国地质调查局项目(DD20160140)

作者简介:严 杰(1985—),男,海洋地质工程师,主要从事 3S 技术在海洋地质方面研究及数据库建设等工作. E-mail:najor-la@163.com

体现在:各种数据库标准集成在编图数据管理一体化系统中,编图人员在进行编图工作中,不知不觉执行了数据库标准,自然而然地将地质调查基础数据录入系统。在编图操作中自动生成符合数据库相关标准要求的图层组织结构、属性数据表结构和自动根据地理要素属性赋予统一的样式符号。在利用各种自动或半自动成图工具中,完成了数据的入库管理工作。可见一体化进程中,编图过程就是数据库的建设过程,两者同时完成。该进程从一开始就对数据处理的各环节进行了规范化,从而保证了成果图件产品的质量,由此提升了数据的重利用性,在支持数据高效生产的同时保障数据的可靠性和完整性^[6]。

系统项目的建设目标主要有3方面:通过海洋地质调查数据库的建设,形成海洋地质调查核心数据库,实现海洋地质调查数据的集中、统一、规范化存储、管理与共享;通过海洋地质编图与数据管理一体化应用系统开发,提升海洋地质编图效率,提高海洋地质编图质量,促进地质编绘成果与数据的一体化管理;通过海洋地质编图与数据管理一体化应用系统开发,促进成果图编制规范的全面推行,为成果图编制规范的实施落实提供有力的技术支撑。

2 数据源及编图流程

海洋地质调查数据库内容包括海洋地质数据,基础地理数据及元数据3大类(图1)。基础地质调查数据是海洋地质数据的主要组成部分,

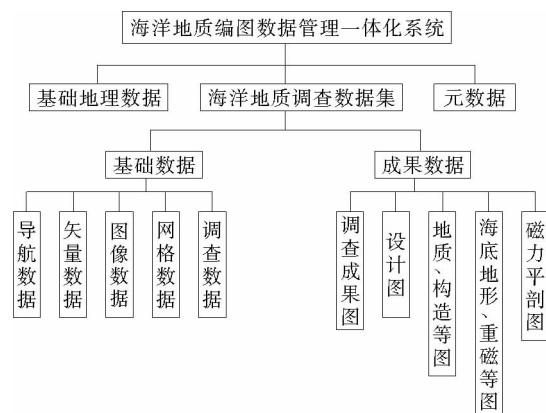


图1 海洋地质调查数据库数据分类

Fig.1 Classification of marine geological survey datas

是编图与数据管理一体化系统主要的数据来源。内容包括有:项目基本信息、调查测线、调查站位、多波束调查区、调查信息元数据等。这些数据都是以空间数据与属性数据的形式采集入库管理^[7]。

编图与数据管理一体化过程就是将地图视作数据的一种表达方式,图层是数据显示范畴的概念,多个图层的叠置形成最终的成果图。具体过程是以 Arcmap 为工作基础平台,采用几何计算、图形编辑、属性编辑和数据转换技术,编图前期由设计部门对地图内容及表现形式提出规范化要求并统一定制地图模板,后期的编图工作则着重于数据的规范化采集与处理,最后规范化数据导入地图模板即见数据的图面表现(图2)。

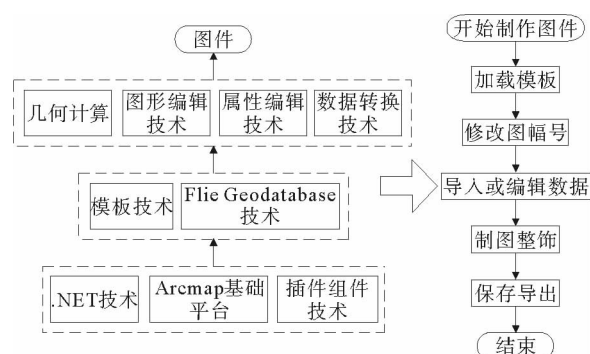


图2 编图与数据管理一体化系统编图流程

Fig.2 Map-making process of the integrated map-making and data management system

3 系统设计

3.1 数据模型与数据库设计

海洋地质编图与数据管理一体化系统是基于 ArcGIS 平台设计的,采用 Geodatabase 数据模型建立数据库。Geodatabase 是一种采用标准关系数据库技术来表现地理信息的数据模型,是一种开放的结构,它将矢量数据、栅格数据、影像数据及相关的属性数据进行统一管理,要素之间可以建立丰富的相邻关系。模型建立方法首先是应用 ArcCatalog 创建一个 Personal Geodatabase,然后再创建一个要素数据集和要素类。一个要素数

数据集可以包含多个要素类,其共享同一个空间参考,数据集内的数据可以建立拓扑关系,方便以后数据的修改和补充^[8,9]。本系统设计了 3 大类数据模型,包括:基础地理数据模型、基础调查数据模型和成果数据数据模型(表 1)。

表 1 数据模型类别

Table 1 The data model category

类 别	说 明
基础地理数据模型	包括水系、海洋要素、居民要素、交通要素、境界、行政区域、陆地地貌、等高线等数据模型
基础调查数据模型	包括项目信息、设计站位、设计测线、设计调查工区、设计多波束调查区、调查工区、调查测线、调查站位、多波束调查区等数据模型 地形地貌数据模型:包括水深线、地貌界线、三级地貌、四级地貌等数据模型 海底地质数据模型:包括钻孔、地质采样点、地质界线、地质沉积类型等数据模型
成果数据数据模型	地质构造数据模型:包括局部构造面、断层、构造点、构造界线、构造单元等数据模型 环境地质数据模型:包括灾害地质点、地质线、地质面、沉积物污染区等数据模型 矿产资源数据模型:包括含油气构造面、油气资源远景区、油气井、油气田面等数据模型 地球物理数据模型:包括布格重力异常等值线、空间重力异常分区、磁异常等值线等数据模型

数据库是整个系统的核心部件,海洋地质调查数据库由数据层的空间数据库管理、服务层的运维管理、共享服务等构成^[10]。数据库基于 ArcGIS 平台管理,充分发挥 ArcGIS 在数据管理、服务准备、用户管理、服务管理、服务接口等方面的优势。按照系统的总体设计,该数据库可细分为 5 个子库:

(1) 系统配置库 用于管理整个应用系统关于系统级的表数据,包括图层配置、数据表配置、要素类的范围信息、格网索引信息、存储关键字等信息。

(2) 基础地理空间数据库 该数据库主要用于存储基础空间数据。

(3) 海洋地质空间数据库 用于管理海洋地质调查领域中以地理空间数据为核心的各类数据要素,用于支撑应用系统的可视化和空间分析。

(4) 成果图数据库 用于专门存储海洋地质编图的成果图。

(5) 元数据库 包括了海洋地质调查数据特

征的描述信息数据,是说明数据生产、内容、质量、状况、使用等特征的数据。

3.2 符号库设计与地图模板

地图符号是描述要素信息的集合,也是表达地理要素的图形语言,地图符号除了与可视化相关外,与地图展示效率也密切相关^[11,12]。本系统是在 ArcGIS 平台下,应用 Style 文件管理各种符号库的。ArcGIS 系统本身提供了一套符号库,但地理信息系统专业领域不同,所需的地图符号类别也不同,我国对于海洋地质成果图件中的图例符号有专门的要求,显然其自带符号库不符合海洋地质领域的专业要求,为了方便对数据库使用的图例、图式符号进行管理、查询、重新组合,需要一个方便使用的管理工具(图 3)。该工具采用 ArcGIS Engine 进行开发,Symbology Control 控件显示符号库中的符号、TreeView 视图控件显示符号库文件、利用 ArcGIS Engine 提供的组件实现符号属性编辑、符号增加、符号删除、重新组合符号并生成符号库文件输出等功能。

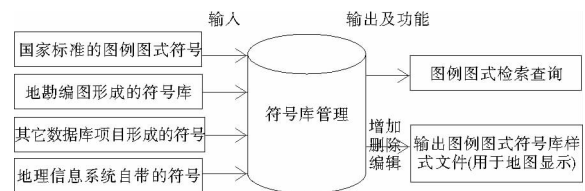


图 3 符号库管理流程

Fig. 3 The flow chart of symbol library management

地图模板是统一定制的地图预定义样式与布局,用于数据库数据的地图快速创建和质量控制,是地理信息数据的快速表达途径^[1]。地图模板为成果图的高效批量生产创造了条件,也实现了数据与显示方式的分离,便于地图样式的集中管理。地图样式的改变不会对实际数据造成影响。为了规范化成果图件生产及统一制图样式,本系统设计了系列地图模板(表 2)。事先有了相应地图模板作准备,编图人员只需按标准程序进行数据的规范化采集和处理,并将其导入模板,即可完成图件的编制,从而大大提高成果图件的编图效率。

本系统进行快速制图的整体路线为基于标准化数据模型中的基础地理数据模型、基础调查数

表2 海洋地质成果图件地图模板
Table 2 Templates of marine geology maps

编号	分类	图件名称
1		地形图
2		地貌图
3		构造图
4		地质图
5		矿产图
6		环境地质因素图
7		实测材料图
8		三维地形图
9	海洋区域 地质调查	空间重力异常图
10		布格重力异常图
11		磁异常(ΔT)等值线图
12		磁异常(ΔT)剖面平面图
13		莫霍面深度图
14		磁性体埋藏深度图
15		新生界等厚度图
16		古近系等厚度图
17		新近系等厚度图
18		第四系等厚度图
19		地质—地球物理综合解释剖面图
20		沉积物类型图
21		设计图
22		测线位置图
23	油气地质 调查	反射界面等深度图
24		反射层等厚度图
25		构造区划图
26		油气远景图
27		地质站位图
28		地球物理测线站位图
29	天然气	海底地形图
30	水合物	反射界面等深度图
31	资源调查	地球化学综合异常图
32		BSR埋藏深度图
33		天然气水合物资源远景评价图
34		调查站位、测线图
35	大洋多金属 结核、结壳、 硫化物调查	海山地形图
36		海山坡度图
37		海山地质图
38		海山构造图

据模型和地形地貌、地质构造、海底地质、环境地质、矿产资源、地球物理等成果数据模型,结合海洋区域地质调查、油气资源调查、天然气水合物调

查和大洋多金属结核、结壳、硫化物调查 4 大类共计 38 个图件的地图模板,实现所见即所得的快速制图和规范化制图。

3.3 编图系统

为了实现地质编图与数据建库的一体化,在以上工作的基础上,设计开发了海洋地质编图数据管理一体化系统。本系统基于 ArcGIS 10.1 平台,运用 .NET 技术,插件组件技术开发,采用 C/S 模式架构,系统客户端运行环境在 Windows XP 操作系统及以上版本,采用空间数据引擎 (ArcSDE) 与关系型数据库 (Oracle) 进行海洋地质数据的存储与管理。目前该系统已经应用在广州海洋地质调查局的实际工作中,负责实现海洋地质成果图的编制及数据的入库管理,系统运行稳定,在实际生产工作中为成果图编制规范的实施落实提供有力的技术支撑。系统登录界面见图 4。



图4 海洋地质编图数据管理一体化系统软件

Fig. 4 Marine geology map-making and data management system

3.4 系统功能

海洋地质编图与数据管理一体化系统功能一共分为 5 个部分,包括地图基本功能、基础数据管理、海洋地质编图、成果数据管理、系统功能管理。其中,海洋地质编图与数据管理是海洋地质编图与数据管理一体化系统开发的核心,具有以下几点特色功能。

(1) 自动生成每一种成果图的图框、图层结构与属性数据结构

系统提供各种海洋地质调查成果图的结构模板。当新建一幅图时,系统会自动生成符合数据库标准要求的图框、图层结构、属性数据表结构、元数据结构等,完成空间数据的图层划分(图 5)。

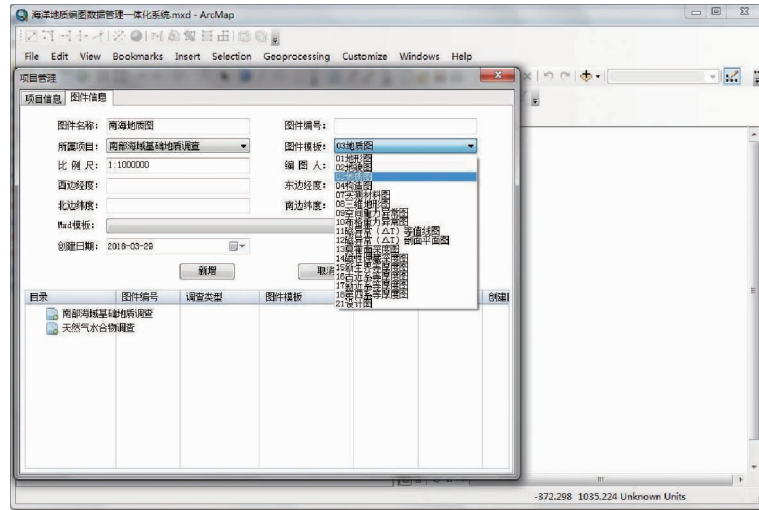


图 5 自动生成图层结构

Fig. 5 Automatically generated layer structure

(2)调查站位班报数据和调查测线导航数据的导入

调查站位班报数据主要包括地质取样站位、海底观测和测量站位的空间信息和属性数据,调查测线导航数据主要包括多波束水深、地震、重力、磁力等地球物理调查手段获取的空间信息,反映在图上就是船舶行驶过的航迹线,通过测线导入功能实现两种数据的成图和入库(图 6)。

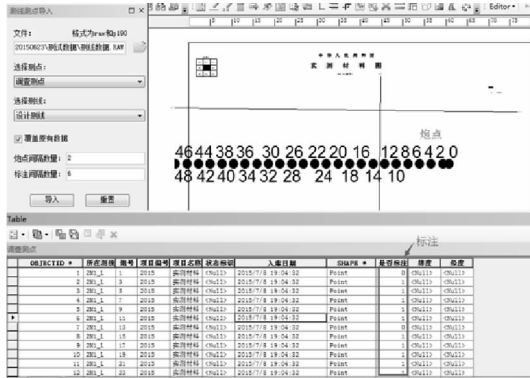


图 6 自动导入站位与测线

Fig. 6 Automatically imported stations and lines

(3)资料解释结果数据的导入

通过地震资料解释获得的解释数据是关于地层、构造的成果资料,重力磁力异常图(图 7)是基于重力磁力测量获得的图件资料,它们可作为海洋区域地质调查编图、海底矿产资源评价研究等基础资料,资料解释结果数据导入功能将各种地

质体的矢量图形数据导入进库。

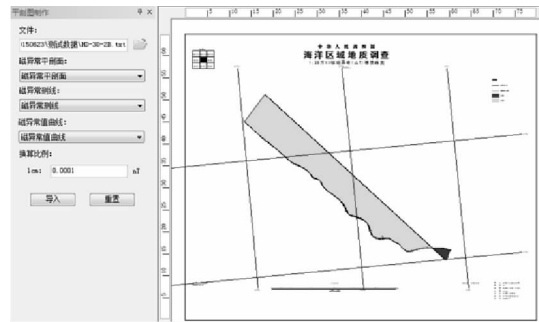


图 7 磁力数据导入生成剖面图

Fig. 7 The spatial profile generated by importing the magnetic datas

(4)根据属性数据统一符号化

根据各图层的地理要素的属性数据内容,自动按标准赋予统一的样式符号。在统一成果图格式、数据结构的基础上,实现根据属性内容自动符号化,这既减轻编图工作量,也使图例图式符号表达能够统一。针对没有符号的对象类型,系统可提供编辑功能新建符号且能存储在符号库里面。

(5)按标准导出元数据

依照成果图幅为单位进行管理,同一类型的成果图件所划分的图层在不同图幅中都是一致的。为保证多幅图拼接后每个图形信息及相应属性信息的独立性,系统提供将图幅信息作为元数据导出的功能,对照地质成果图的元数据标准,

按 excel 和 .xml 格式导出成果图的元数据内容。

4 结束语

海洋地质编图与数据管理一体化系统以成图建库一体化为理念,以规范化标准为指导,以地理信息系统为手段,以数据库为支撑,实现了地理信息数据库数据与编图数据的生产一体化,在支持数据高效生产的同时保障数据的可靠性和完整性。它的建立不仅大大提高了地质图信息利用的灵活度和效率,而且为多元地学信息的综合分析奠定了基础。该系统已经应用在广州海洋地质调查局的实际工作中,目前已取得了初步成效,为海洋地质调查数据入库、管理及信息提取提供了重要帮助。望在今后的运行过程中,基于已建的系统进行升级改造,更进一步地实现编图与数据管理一体化的工作。

参考文献:

- [1] 戴勤奋,田 森,蓝先洪,等. 海洋区域地质调查成果图的规范化生产流程[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31(2): 153-159.
- [2] 戴勤奋,蓝先洪,魏合龙,等. 海洋区域地质图数据库建设标准编制技术方案[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28(9): 61-65.
- [3] 石绥祥,雷 波. 中国数字海洋——理论与实践[M]. 北京: 海洋出版社, 2011.
- [4] Perencsik A, Idolyantes E, Booth B, et al. Designing Geodatabase with Visio[R]. California, USA: ESRI, 2005.
- [5] Fensel D, Bussler C. The Web Service Modeling Framework WSMF[J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2002, 2: 113-137.
- [6] 苏国辉,魏合龙,戴勤奋,等. 海洋地质数据库建设现状及经验[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28(12): 10-16.
- [7] 严 杰,梁 建,李绍荣,等. 基于 WebGIS 的海洋地质调查生产信息管理系统设计[J]. 海洋地质前沿, 2013, 29(6): 67-70.
- [8] 韩坤英,庞健峰,丁孝忠,等. 基于 ArcGIS 的月球虹湾地区数字地质图编制研究[J]. 地学前缘, 2012, 19(6): 104-109.
- [9] 丁孝忠,王 梁,韩坤英,等. 基于 ArcGIS 的月球数字填图:以月球北极为例[J]. 地学前缘, 2014, 21(6): 19-30.
- [10] 李绍荣,陈宏文,邵长高,等. 海洋地质调查数据库系统的数据组织[J]. 海洋地质前沿, 2015, 31(1): 65-70.
- [11] 强建华. 基于 ArcGIS 的矿产资源类型符号库的设计与实现[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(2): 127-128.
- [12] 吴新强,周 娅,王如意,等. MapGIS 地学数据和符号库的 ArcGIS 转换方案[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(4): 183-188.

MARINE GEOLOGY MAP-MAKING AND DATA MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ARCGIS

YAN Jie, WANG Ganglong, LI Shaorong

(Guangzhou Marine Geological Survey, Key Laboratory of Marine Mineral Resources, MLR Guangzhou 510760, China)

Abstract: The marine geological map is a kind of product made on field data. It is extremely useful to serve the economic construction and scientific development of the society. Although the map-making technology has become very matured in recent years with the rapid development of geographic information technology and database technology, the current status of map-making process remains unsatisfied. For some of the mapping programs, using GIS software to make map is only the practice to replace the paper map with an electronic version. People still have to spend a lot of time for sorting of data warehouse in order to fill up the gap between map-making and data management. In order to overcome the inefficiency and inconveniency, this paper suggests an integrated performance for both map-making and database-building up, and a system for the integrated performance is designed. The system will standardize the marine geological survey map-making process, fill up the gap between the marine geological mapping and database construction, and then, promote a reasonable and practical specifications for mapping data standardization.

Key words: marine geology; database; geological map; GIS