

中国海域 1:100 万地质地球物理 MapGIS 制图

温珍河^{1,2}, 张训华^{1,2*}, 杨金玉^{1,2}, 尹延鸿^{1,2}, 邱燕³, 王乃东⁴, 张明⁵

(1. 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071; 2. 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071;
3. 广州海洋地质调查局, 广州 510075; 4. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083;
5. 青岛麦普吉科技有限公司, 青岛 266071)

摘要: 中国海域 1:100 万地质地球物理系列图包括布格重力异常图、空间重力异常图、磁力异常图、表层沉积物分布图和区域构造图 5 种图件。利用数字化编图技术对新旧资料进行同化处理和标准化处理, 在编图的过程中, 采取多种技术手段确保编图质量, 并进行了 GIS 数据库的构建工作。地理底图和各专题图件均在 MapGIS 基础平台上以点、线、面三种图元类型表示, 根据实际材料和图面内容进行分层设计、分层构建、统一成图的技术路线, 为日后资料使用和图件修编奠定了良好基础。以 MapGIS 为平台, 可以很好地完成地质地球物理系列编图任务。

关键词: MapGIS 平台; 数据采集; 分析处理; 系列图编制; 成果解释

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00750

1 引言

1:100 万地质地球物理系列图是我国海域地质调查的重要工作成果之一, 包括布格重力异常图、空间重力异常图、磁力异常图、表层沉积物分布图和区域构造图 5 种图件。编图范围以我国管辖海域为主, 兼顾我国部分陆区和与海域相邻的部分区域。具体范围为: $3^{\circ}00' \sim 41^{\circ}00'N$, $105^{\circ}30' \sim 130^{\circ}00'E$, 如图 1 所示。前期主要编制“中国东部海区及邻域地质地球物理系列图”即黄东海幅; 后期编制“中国南部海区及邻域地质地球物理系列图”即南海幅。

我国海域北起 $41^{\circ}N$ 附近的辽东湾, 南到 $3^{\circ}N$ 左右的曾母暗沙, 东自 $129^{\circ}E$ 附近的冲绳海槽, 西至 $106^{\circ}E$ 附近的北部湾, 面积约 450 万 km^2 , 其中管辖海域 300 万 km^2 。

海岸线北起鸭绿江口, 南至北仑河口, 总长为 18 000km, 加上岛屿岸线, 我国海岸线总长度约 32 000km。中国近海海域由北而南依次是渤海、黄海、东海和南海, 4 大海域在地理位置、地理轮廓、物理海洋学特征、地质地貌、地质构造、生物区系、生

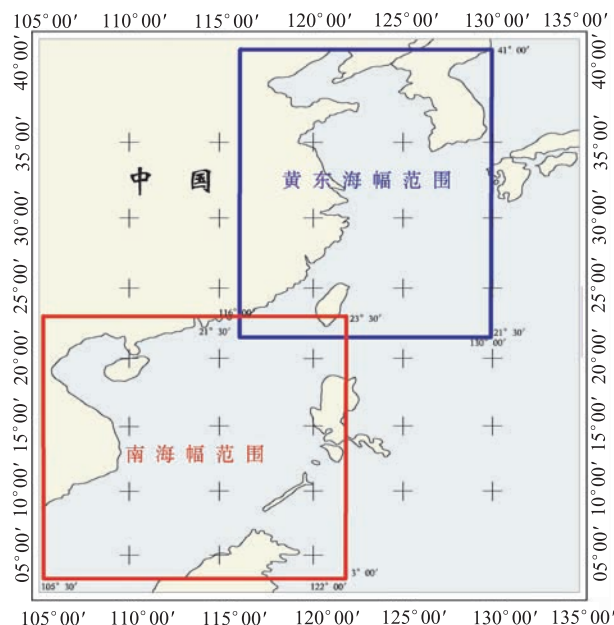


图 1 编图范围示意图

Fig. 1 The mapping areas

态系统等方面都存在差异。

我国海洋基础地质调查始于 1958 年的 1:350 万的海洋综合普查。由于国力和技术等原因, 目前

收稿日期: 2011-07-15; **修回日期:** 2011-12-01.

基金项目: 国土资源地质大调查专项“我国海域 1:100 万地质地球物理系列图”工作项目(1212010511302)。

作者简介: 温珍河(1963-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事海洋区域地质编图、石油地质资源评价、海洋地理信息系统等研究工作。E-mail: wenzhh@sina.com

* **通讯作者:** 张训华(1961-), 男, 博士, 研究员, 主要从事海洋地球物理与构造地质研究。E-mail: xunhuazh@vip.sina.com

调查程度还很低,系统的、全面按国际分幅进行的 1:100 万区域海洋地质调查尚处于起步阶段,更谈不上我国管辖海域的全覆盖。我国海洋区域地质调查与世界发达国家相比还相当落后。鉴此,国土资源部、中国地质调查局把海洋 1:100 万区域地质调查正式列为今后十五年国土资源大调查的基础项目之一。

我国公开出版的海域地学系列图可追溯至 1992 年刘光鼎院士等主编的“中国海区及邻域地质地球物理系列图”(1:500 万)^[1],迄今已近 20 年;当时的编图技术方法除坐标转换编程计算外,大多以人工绘图为主,无论精度、质量、效益难于与今日相比。本次系列图件编制以 MapGIS 为平台,采用数字制图技术,较好地确保绘图精度,提高绘图效益。

2 系列制图数据采集与分析处理

2.1 资料基础

5 种图件的编制使用了统一的地理底图、最新的调查数据。地理底图的编制以我国正式出版的地形地貌图为主,结合我国海洋调查专项中的实测数据予以修正。

重力图采用了近年来我国海洋调查专项中的船载测量重力数据、最新海域卫星测高重力数据,并用多种来源重力数据进行调平、改正^[2-4]。

磁力图在统一国内航磁、海磁数据基础上,补充了国外小比例尺陆地和海区的磁力数据,如国际组织及台湾地区编图结果:包括 CCOP 编制的东亚磁力图和台湾海洋磁力组编制的台湾磁力图。

沉积物分布图主要以我国专属经济区和大陆架地质地球物理补充调查、“八五”期间的“85—904 项目”、国际标准分幅 1:100 万海洋区域地质调查等项目中的实测点位底质沉积物资料和成果资料为主,同时参考了国外或境外的部分图件、文献资料。

区域构造图主要参考了近几年我国开展的海洋调查专项、国际标准分幅 1:100 万海洋区域地质调查、沿海各省地质志^[5-10]等相关的实测资料和成果图件资料,以及陆地区域地质调查中的地质图、地质构造图、地质矿产图、基岩地质图等图件资料,以及部分国外或境外的地质构造资料等。

2.2 数据采集处理

首先,对各类现有数据的收集整理,并作出初步

评价,收集缺乏的数据部分确保项目的顺利进行。重磁以数据为主,沉积物和区域构造以图形资料为主。

然后,将资料分为矢量地图数据文件、纸介质地图资料、空间坐标数据文件、其他补充资料等数据,根据不同的数据类型制定了不同的处理方法。最后,进行数据采集分析^[11]。

(1) 矢量地图数据文件

① 地图资料的判读:通过对收集到的资料进行判读,确定矢量资料的数据格式、比例尺、投影方式、数据精度、图内要素等信息。并根据这些信息决定处理的方法和相应参数。

② 文件格式的统一:通过文件转换,将全部数据均统一到 MapGIS 6.7 数据格式下。

③ 资料信息的验证和精度检查:按照判读出图形的坐标系和投影参数,使用 MapGIS 投影变换模块,构建投影经纬网格文件与原矢量数据进行叠加对比,以确定判读是否正确。

④ 坐标系及投影参数的统一:数据验证后,将数据按照项目设计投影参数进行投影变换,以符合项目要求。

⑤ 投影后数据的检查:为防止投影后数据出现错误,首先需要对投影后的数据和指定标准纬度的理论投影经纬网进行叠加分析,以验证坐标网格精度。之后还需要将投影所得文件进行逆变换,重新投影回原状态,与原始文件作叠加对比,以验证图内要素精度。

⑥ 综合编辑和图面整饰:在完成投影变换后,对结果文件进行图面整饰,去除冗余要素,统一图元参数,数据重建拓扑关系和分层饰色。对原图比例尺较大的数据,进行简化和缩编,以符合 1:100 万图形编制规范和要求。

(2) 纸介质地图资料

纸介质图纸资料的特点是易受潮、不均质变形。采用下面的工作方法进行处理:

① 图纸扫描、镶嵌配准:图纸扫描的精度不低于 300dpi,以 TIF 格式存储。纸介质地图因介质所固有的缺陷,存在图纸部分变形或破损等问题,通过扫描后的图像文件无可避免的会产生误差;一是图纸变形带来的误差;二是扫描仪进纸速度不均或压力不均带来的误差。为了消除这两种误差,除了在扫描时注意尽量使图纸平整和匀速扫描外,还需通过扫描后对图像进行镶嵌配准的方法来平差。首先通过读图来确认图纸的比例尺、坐标系、投影

参数等相关信息,并根据这些信息以投影变换的方式绘制出了该图的经纬网格,之后以此网格为参照依据对图像进行了镶嵌配准,校正图像,最大限度地复原图纸的原有精度。

② 图形矢量化、拓扑重建:将配准后的图像,进行图纸的矢量化。在工作的前期,根据项目设计要求创建图例板,以统一同类图像矢量化过程中的图形参数、图层等参数。

③ 矢量化图形的后处理:同样需经过“坐标系及投影参数的统一”、“投影后数据检查”、“图形缩编和图面整饰”等步骤,进行相应处理。

(3) 空间坐标数据文件

空间坐标数据格式常见于重力数据中,该类数据通常包含经纬度和异常值数据,常见格式为 GRD 数据、DEM 数据或离散数据,针对这种数据采用下列工作方法:

① 网格化数据的平面等值线绘图:在经纬度格式 GRD 数据基础上,利用 MapGIS 软件中的 DTM 分析模块进行等值线绘图,打印草图供审核。参照成果图形,对数据进行调整及成图处理,最终生成成果数据。

② 离散数据的生成和处理:其通常来源于原始测量数据或图形提取数据,经过网格化处理后方可使用。在以往工作过程中,数据不足的情况下,经常采用图形提取的方式来获取离散数据,通过网格化后进行数据补充。这部分数据通常为纸质图件的矢量化赋值所得,通过对需用的等值线矢量化,在矢量化过程中同步进行异常值赋值,经检查后,转换为经纬度格式数据,由矢量数据文件中提取离散数据。

③ 图形修饰:对整个图面进行整饰,修改注记方向、图元参数、构建图例、解决注记与底图要素相压盖问题,最终生成成果图。

(4) 补充资料处理

补充资料主要指在图件编制过程中,即时收集到的其他资料,例如,国境界线、海岸线、等深线、邻国相应地理要素等数据。这些数据根据其不同的数据格式采用相应的处理方法,或视资料情况对处理流程加以改进或重新设定,务求数据精准可靠。

2.3 数据分析处理

(1) 数据同一化

对完成加工处理的数据进行同一化,使其投影参数

和图元参数一致,以便后续拼合或叠加参考使用^[11-13]。

① 投影参数同一化:对所有编图的数据,其坐标系、比例尺、投影参数等须作归一化处理。该项检查可以通过向主投影网叠加的方式进行验证(图 2)。



图 2 投影参数同一化

Fig. 2 Unification of projection parameters

② 图元参数同一化:确认图元参数一致,例如等深线宽度、注记字符大小、符号样式等,这项工作将通过“图元参数表”的对比完成。每份数据在创建时均需建立“图元参数表”,对相应参数列表注明,通过对两份数据的“图元参数表”进行比对,以确认即将拼合的数据图元参数是否一致。

③ 符号库同一化:所有数据的符号库、线型库、颜色库均需统一至项目指定库之下。

(2) 数据拼合及质量控制

本项目编图范围广,包括我国四大管辖海域,涉及不同区域之间的数据拼合。为保证数据拼合后的完整度与精度,制定以下工作流程:

① 重叠区域检查:拼合数据必须具有重叠带,通过对重叠带内图元叠合情况检查,以检验数据精度。

② 拼合线的选择和拼合方法的确定:在重叠区域选择一条适合的直线或折线作为拼合线,两侧数据以拼合线为界进行裁剪、拼接(图 3)。图形接边的位移限差为图上 1.0mm;当相邻图幅对应要素间距离 $\leq 0.3\text{mm}$ 时,可移动其中一侧使两者结合;距离在 0.3~0.6mm 时,两侧各移动一半使两者结合;距离在大于 0.6mm 时,根据以下原则处理:成图方法,低精度向高精度靠;成图时间,旧数据向新数据靠;成图方法与时间完全相同时,各改一半强行接边。然后由相关专家对拼合数据进行评估、制定拼合方案、并全程控制,以保证拼合后数据的完整性和精度。

(3) 综合编辑

上述流程所获得的数据,通过综合编辑形成初

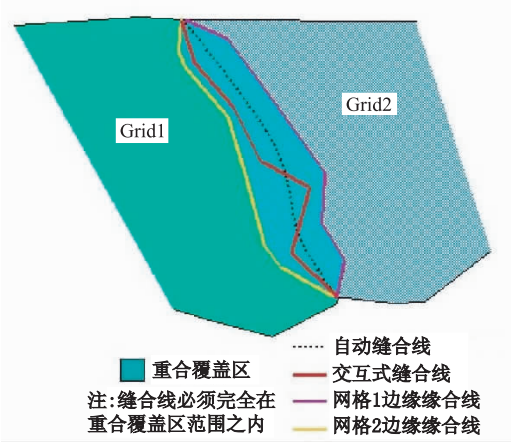


图 3 缝合法数据拼接
Fig. 3 Data fitting along sutures

步成果图。根据统一的图幅样式,对各专题图进行统一;根据各专题图的不同情况和不同特点,对注记、线型、填充等修饰要素进行调整;对专业要素与底图进行匹配;力求图面美观、清晰、协调、重点突出。

(4) 图形分幅

基于出版印刷考虑,成果图将进行分幅输出。

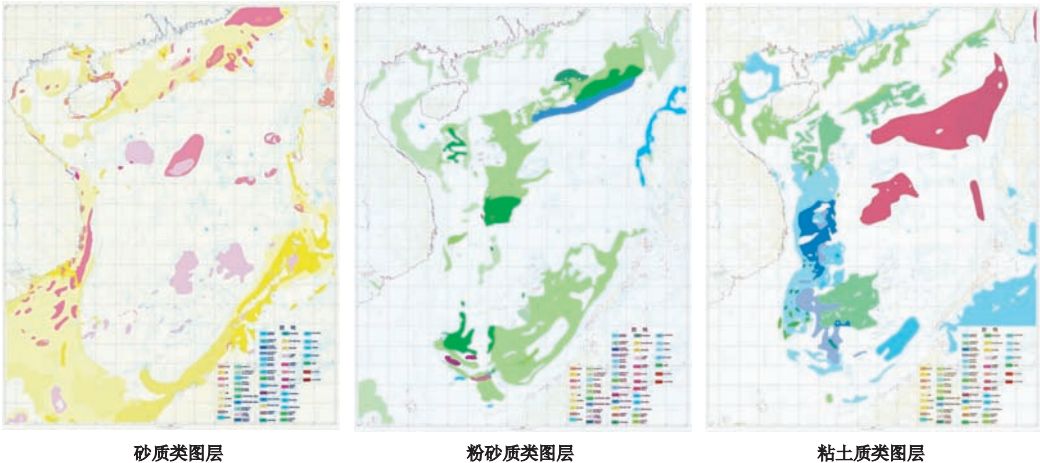


图 4 南海沉积物部分图层划分图

Fig. 4 Layers divided for compilation of sediment distribution map of the South China Sea

(2) 图层编号

以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。建立 MapGIS 系统以图层为单元进行管理。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,防止图层名重复出现,图层名编码结构如下(图 5):

(3) 建立属性结构和属性赋值

对不同专题的数据图层,建立不同的数据属性结构。不同的图元应赋不同的属性来对自身进行

根据分幅方案对专题图进行数据分割,并对分割后的单幅图形进行图面整饰和重新构建图式。

3 数据库建立与系列制图

3.1 数据库建立

在编图的过程中,进行了 GIS 数据库的构建工作^[11-12]。所有专题图件采用统一的地理底图。地理底图和各专题图件均在 MapGIS 基础平台上以点、线、面 3 种图元类型表示,并根据实际材料和图面内容采用分层设计、分层构建、统一成图的技术路线。统一的地理底图和分层处理使得图件编制,流程明确,技术统一,方法先进,所建数据库为日后资料使用和图件修编奠定良好基础。

(1) 图层划分

图面内容包括地理要素、地质要素和图面整饰 3 个部分,根据需要将三者分别划分为若干图层。图层单独存为单个的文件,图层名对应文件名,即按照分层剥离单个文件。如南海沉积物分布图中随粒度变化而分的图层(图 4)。

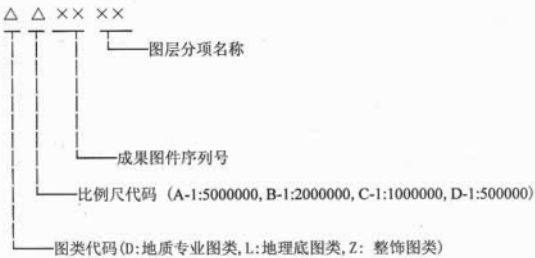


图 5 图层名编码结构
Fig. 5 Code of a layer

描述。根据规范对所有图元进行赋值操作。

3.2 地质地球物理 MapGIS 系列制图与分析

在前述编图技术方法基础上,基于 MapGIS 平台编制成图。中国海域及邻区 1 : 100 万地质地球物理系列图成果图件见图 6。

(1)重力异常图

重力异常是地球物质(地壳、岩石圈或更深部位)横向分布不均性的综合效应。主要影响因素有地形、地势的变化,地壳内各密度界面的起伏,地壳结构的差异,地壳和岩石层厚度变化,以及上地幔密度横向变化等。空间重力异常与地形、地貌密切相关,同时也蕴含着与现代地壳结构、构造及其组成有关的信息。与陆区相比,海区空间重力异常能

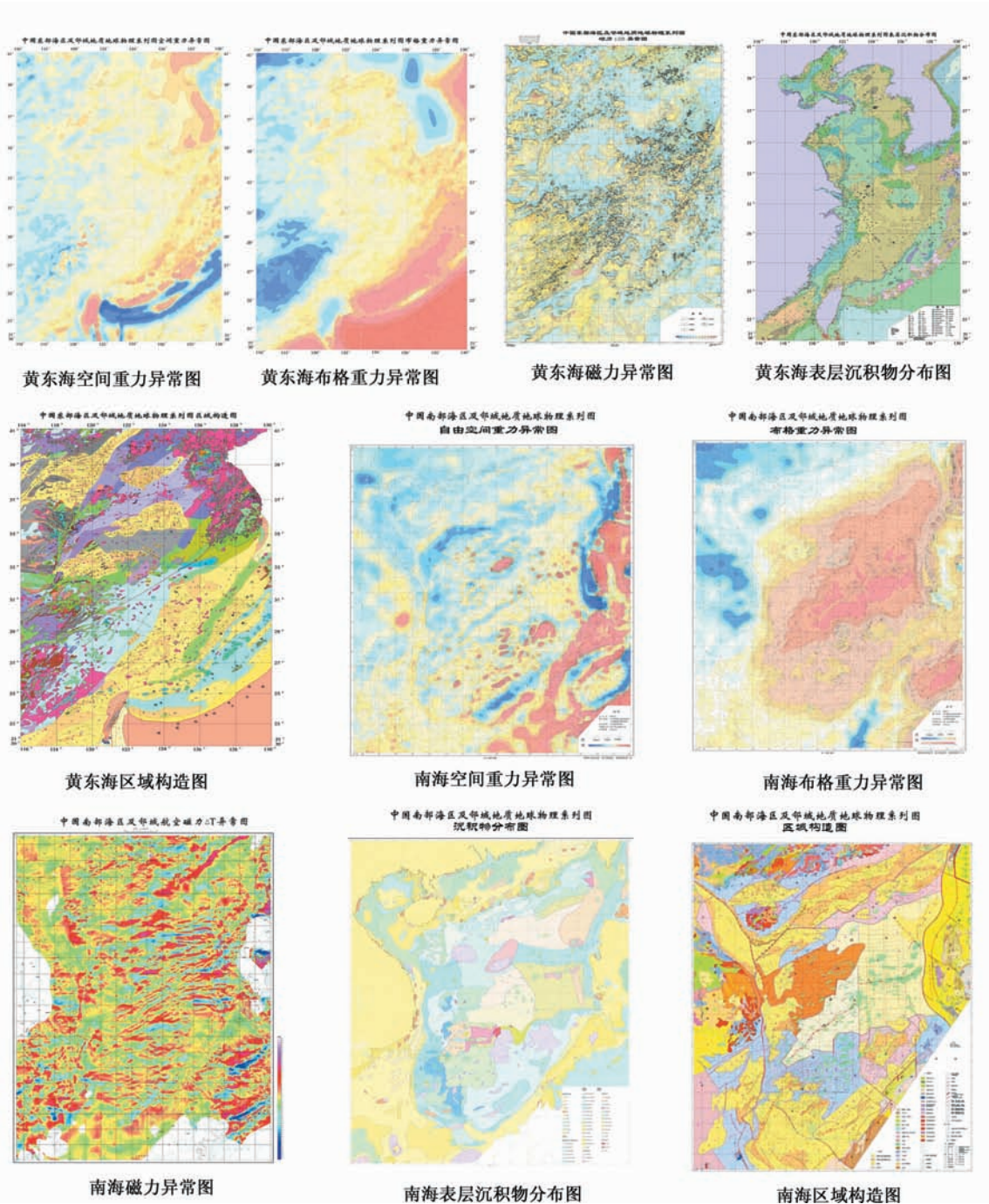


图 6 中国海域及邻区 1 : 100 万成果图

Fig. 6 A picture of the five maps of the 1 : 1 000 000 Geological and Geophysical Map Series of China and Adjacent Regions

够更清晰地反映地壳内部乃至其深部的密度结构。布格重力异常是在空间重力异常基础上做了中间层改正和地形改正(仅限陆区)之后获得,主要反映地壳内部结构和构造的变化。

东部海区由大陆架和琉球沟-弧-盆体系组成,空间和布格重力异常的整体分布特征与这些东西分带的构造域相适应^[14],呈 NE 走向而构成一个个异常区(带)。

南部海区的重力场一般特征是空间重力异常与海底地形呈正相关,布格异常与地形呈负相关。重力异常的区域走向,表现为“南北分带、东西分块”的基本特征。中部以东北—北东东向为主,西侧边缘以北西向、近南北向为主,东侧边缘以近南北向异常为主。不同走向的重力异常表明南海海盆的扩张分为两期,前期是扩张轴为北东向,后期扩张轴为近东西向。

(2) 磁力异常图

地磁异常是以往构造运动及岩浆活动的综合反映,对磁力(ΔT)异常进行分区特征描述,有助于了解磁性异常体的分布,磁性基底的起伏、构造的变化等地质特征,对于区域地质、地壳结构和构造演化的研究具有重要意义。

东部海区磁力异常总貌,西侧磁异常高于东侧,南端略高于北部,磁力异常西南角最高,东北角最底,异常总体走向,以北东向为主,局部异常走向、类型多变。

南部海区磁场面貌复杂。从北到南可划分为 9 个区,即南海北部海域剧烈变化磁异常区、北部湾—莺歌海平静磁异常区、西沙—中沙团块状变化磁异常区、越东正负变化磁异常区、南海中央海盆条带状磁异常区、马尼拉海沟—吕宋海槽变化磁异常区、巽他陆架剧烈变化磁异常区、南沙团块状正磁异常区和南沙南部负磁场区。

(3) 沉积物分布图

我国海域内沉积物类型复杂。按主要物源组份可将沉积物划分为 4 大类:陆源碎屑沉积物、生源碎屑沉积物、火山源碎屑沉积物、多源碎屑沉积物和深海沉积。陆源碎屑沉积物广泛分布在黄、东海陆架和南海北部、南部陆架上。沉积物的形成,主要受沉积动力环境、大陆和岛屿基岩岩性、地形、地貌等多种因素的影响。

东部海区总体具有南粗北细,东西分带的分布特点,形成以东海平行岸线的条带状分布格局为主

的南北不同的斑块镶嵌图案。

南部海区陆源碎屑沉积基本上分布于沿岸海湾、陆架区及部分上陆坡区;陆源碎屑—生物源沉积分布于大部分陆坡区;生物碎屑沉积分布于岛礁附近生物生产力较高海域;深海沉积物则分布于南海深海盆^[15-16]。

(4) 区域构造图

我国海域处于太平洋板块、欧亚板块、印度板块交汇处,编图区内可划分为三大构造域:东亚大陆构造域、东亚大陆边缘构造域、西太平洋构造域。

东亚大陆构造域在本区的部分又分为中朝地块、扬子地块和华南地块、印支等地块。

东亚大陆边缘构造域的部分可划分为冲绳海槽弧后盆地、日本琉球岛弧、西沙—中沙地块、南沙地块、南海海盆地块、菲律宾岛弧、加里曼丹地块等构造单元组成^[17-19]。

西太平洋构造域包括太平洋板块的西部及菲律宾海板块,其地壳皆为洋壳。

编图区内断裂构造非常发育,规模大小不一,性质不同。岩浆活动发育,不同类型岩浆岩的形成与分布受构造运动的制约。不同大地构造背景发育有不同期次、不同类型的岩浆岩^[18-23]。

4 结语

数字化编图技术,极大地提高了编图效益,确保了编图精度和质量。

GIS 建库技术构筑了完美的图-数结构,根据实际材料和图面内容进行分层设计、分层构建、统一成图的技术路线,为日后资料使用和图件修编奠定了良好基础。

基于 MapGIS 平台编制的中国海域 5 种地质地球物理图件,对 40 年来各种数据资料和成果进行了系统的梳理,反映了当前我国海洋领域基础地质调查的现状,成果图件有利于提高对我国海域的基本地学特征的认识。

参考文献:

- [1] 刘光鼎 主编. 中国海区及邻域地质地球物理系列图(1:5 000 000)[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [2] 许厚泽,王海瑛,陆洋,等. 利用卫星测高重力数据推求中国近海及邻域大地水准面起伏和重力异常研究[J].

- 地球物理学报, 1999, 42(4): 445 - 471.
- [3] 张明华, 张家强. 现代卫星测高重力异常分辨能力分析及其在海洋资源调查中的应用[J]. 物探与化探, 2005, 29(4): 296 - 303.
- [4] 黄漠涛, 翟国君, 管铮, 等. 利用卫星测高重力数据反演海洋重力异常研究[J]. 测绘学报, 2001, 30(2): 179 - 184.
- [5] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [6] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [7] 江苏省地质矿产局. 江苏省及上海市区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [8] 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [9] 福建省地质矿产局. 福建省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [10] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [11] 武汉中地数码科技有限公司. MAPGIS 地理信息系统使用手册-数字制图篇. 2008.
- [12] 韩坤英, 丁孝忠, 范本贤, 等. MAPGIS 在建立地质图数据库中的应用[J]. 地球学报, 2005, 26(6): 587 - 590.
- [13] 李勤, 王万银, 崔莉. MapGIS 在地球物理数据成图中的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2008, 30(2): 200 - 203.
- [14] 郝天珧, 刘伊克, 徐万哲. 黄海和邻区重磁场及区域构造特征[J]. 地球物理学进展, 1998, 13(1): 27 - 39.
- [15] 邱燕. 南海中南部表层沉积物黏土矿物分布及控制因素[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2007, 27(5): 2 - 7.
- [16] 邱燕, 彭学超, 朱本铎, 等. 南海 1:100 万永暑礁幅海洋区域地质调查成果[J]. 地质通报, 2006, 25(3): 419 - 425.
- [17] 尹延鸿, 张训华, 温珍河, 等. 中国东部海区及邻域区域构造图的编制方法及地质构造单元划分[J]. 海洋学报, 2008, 30(6): 99 - 105.
- [18] 周蒂, 刘海龄, 陈汉宗. 南沙海区及其周缘中-新生代岩浆活动及构造意义[J]. 大地构造与成岩学, 2005, 29(3): 354 - 363.
- [19] 张翀, 吴世敏, 丘学林. 南海南部海区前陆盆地形成与演化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2007, 27(1): 61 - 70.
- [20] 万天丰. 中国东部中-新生代板内变形构造应力场及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [21] Chia-Yen Ku, Shu-Kun Hsu. Crustal Structure and Deformation at the Northern Manila Trench between Taiwan and Luzon Islands[J]. Tectonophysics, 2009, 466: 229 - 240.
- [22] Jean-Claude Sibuet, Shu-Kun Hsu, Xavier Le Pichon, et al. East Asia Plate Tectonics since 15 Ma: Constraints from the Taiwan Region[J]. Tectonophysics, 2002, 344: 103 - 134.
- [23] Wang T K, Chen M K, Lee C S and Xia K Y. Seismic Imaging of the Transitional Crust across the Northeastern Margin of the South China Sea[J]. Tectonophysics, 2006, 412: 237 - 254.

Digital Compilation of 1:1 000 000 Geological and Geophysical Map Series of China and Adjacent Regions on MapGIS Platform

WEN Zhenhe^{1,2}, ZHANG Xunhua^{1,2}, YANG Jinyu^{1,2}, YIN Yanhong^{1,2},
 QIU Yan³, WANG Naidong⁴, ZHANG Ming⁵

(1. The Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology, Qingdao 266071, China;

2. Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China;

3. Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510075, China;

4. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center, Beijing 100083, China;

5. Qingdao Technical Company of MAPGIS, Qingdao 266071, China)

Abstract: We try to summarize the techniques used for digital map compilation for the marine territory of China in this paper. The new version of 1:1000000 geological and geophysical map series of China Seas and Adjacent Regions include five maps, i. e. the Bouguer gravity anomaly map, spatial gravity anomaly map, magnetic anomaly map, surface sediment distribution map and regional geotectonic map. The mapping area also covers part of the land and adjacent areas in addition to China seas. The geological and geo-

physical maps have not been renewed since the last map series published 20 years ago. And the maps published then were drawn by hands. Either precision or quality is not able to meet the demand of users. This time, we compile maps with MapGIS as a platform. Various equipments, such as computers, advanced digitizers and other facilities, are adopted for the map compilation. At first, we, using digital map compilation technology, standardized and unified all the data, including both the old and new data, and the data collected with different methods and from different channels. Rationale fitting technique and reliable coordinates transform are used to guarantee the quality of the maps. In the process of map compilation, a GIS database has been constructed. All the maps, including the base map and specific maps, were drawn on the MapGIS platform using point, line and polygons as legends and layers were designed and constructed according to the data available and the contents the maps need. The use of the MapGIS platform made us possible to ensure the precision of the maps and enhance the efficiency of map compilation. It is believed that the compilation and publication of the new version of 1 : 1 000 000 Geological and Geophysical Map Series of China Seas and Adjacent Regions will certainly help the readers better understand the basic geological regulations of China.

Key words: MapGIS Platform; data acquisition; analysis processing; compilation of map series; achievement interpretation