

利用重磁异常场研究东海深部构造^①

韩 波^② 张训华 田振兴

(国土资源部海洋油气与地质环境重点实验室 青岛 266071)

(青岛海洋地质研究所 青岛 266071)

摘要 基于布格重力异常数据和磁力异常数据分析,研究了东海地区的深部构造。研究表明,东海地区的布格重力异常主体有正异常背景,局部有些负值重力低圈闭,异常幅值在 -160 ~ 460mGa 之间变化,走向以 NE, NNE 向为主体走向;东海地区磁力异常主体呈异常正负交替的特征,主体走向为 NE 向,磁异常值在 -200 ~ +500nT 之间变化。对重磁异常数据进行了向上延拓数据处理工作,去掉了浅部的异常,深部构造明显。根据重磁异常综合分析,东海深部构造自西向东依次为浙闽隆起带、东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带、冲绳海槽盆地、琉球隆褶带和菲律宾海盆地。

关键词 东海, 布格重力异常, 重磁异常场, 深部构造

0 引言

地壳深部构造研究具有重要地质学意义,是目前地质学研究的前沿课题。本文利用中国东部海区及邻域地质地球物理系列图的布格重力异常和磁力异常数据,较系统地分析了东海地区的重力、磁力异常场的特征,通过重磁异常向上延拓处理方法,综合分析了该地区的异常差异与深部构造的关系,取得了一些新的认识,这对该地区的地质研究有一定参考价值。

1 背景概括

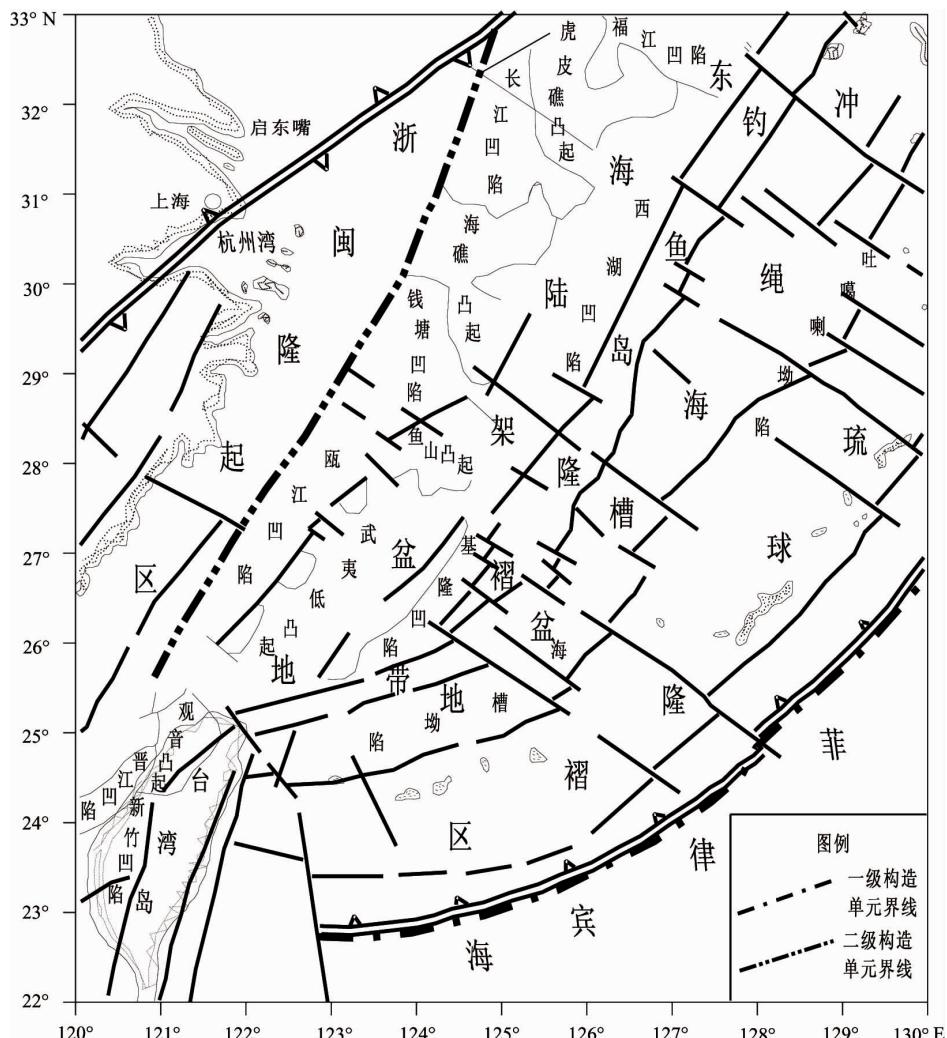
东海地跨东亚大陆构造域、东亚大陆边缘构造域和菲律宾海 3 个构造域,大地构造特征与中国海区的大地构造特征紧密相关,也与全球构造密切相

关,从西向东分别是浙闽隆褶带、东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带、冲绳海槽盆地、琉球隆褶带和菲律宾海(图 1)^[1-3]。重力异常场和磁力异常场是地球物理场的重要组成部分,它们能提供地壳深部结构的地球物理信息,尤其是通过重磁异常的向上延拓处理,去掉浅部的影响因素,更加有利于研究深部构造^[4,5]。

重力异常数据和磁力异常数据是本研究的基础数据。异常是指测量点用仪器测得值减去该点正常值之差。重力异常会受测量点高度、中间层密度及地形等因素的影响,因而需针对这三种影响因素进行布格校正(法国大地测量专家 Bouguer 提出的校正方法),布格校正之后仍存在的重力异常称为布格重力异常,差值为正称正异常,差值为负称负异常。本研究所用的布格重力异常数据和磁力异常数据,均来源于中国东部海区及邻域地质地球物理系列图。

^① 973 计划(2013CB429701),国家自然科学基金(41206050)和国土资源部海洋油气资源和环境地质重点实验室基金(MRE201417)资助项目。

^② 女,1976 年生,博士,高工;研究方向:海洋地球物理研究;联系人,E-mail: hanbo3952@163.com
(收稿日期:2014-12-15)

图 1 东海地区构造图(据江为为^[3]等,有修改)

2 重力异常特征

重力基点网为“85”重力基点网，正常重力公式采用 1985 年正常重力公式，网格间距为 5km × 5km。东海地区的布格重力异常(图 2)变化较大，异常值在 $-160 \sim +460\text{mGal}$ ($1\text{Gal} = 10^{-2}\text{m/s}^2$) 之间变化，整体背景为正异常值背景，局部存在一些重力低的负异常圈闭，走向以北东(NE)向为主体走向。重力异常分为以下 3 个异常区带：

(1) 浙闽隆起区及台湾岛异常区。整体异常以重力低异常为主体异常，自西向东，布格重力异常值由负值逐渐变成正值，并且重力异常值慢慢增大。重力异常走向呈 NE 向，与海岸线平行，最低为 -70mGal 。在浙闽隆起中部存在 NE 向的相对高值

重力异常，将浙闽隆起的低重力异常划分为南北两块，可能是陆区南北两侧的深部构造的反映。台湾岛地区，负重力异常为主体异常，异常值最低为 -160mGal 。

(2) 东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带异常区。重力异常值自西向东逐渐增大，由低值区变成高值区，重力异常值在 $-20 \sim 40\text{ mGal}$ 之间变化。瓯江凹陷以西地区为重力低异常，因为新生界厚度比较大；钓鱼岛隆褶带的布格重力异常表现为相对重力高，异常值在 $20 \sim 100\text{ mGal}$ 之间变化，呈现 NE 向构造特征，东北部的异常圈闭值在 $20 \sim 60\text{ mGal}$ 之间变化，中部异常值高，在 100mGal 左右，异常走向为北北东(NNE)向。

(3) 冲绳海槽及其沟-弧-盆异常区。冲绳海槽到菲律宾海盆地的布格重力异常变化非常剧烈，呈

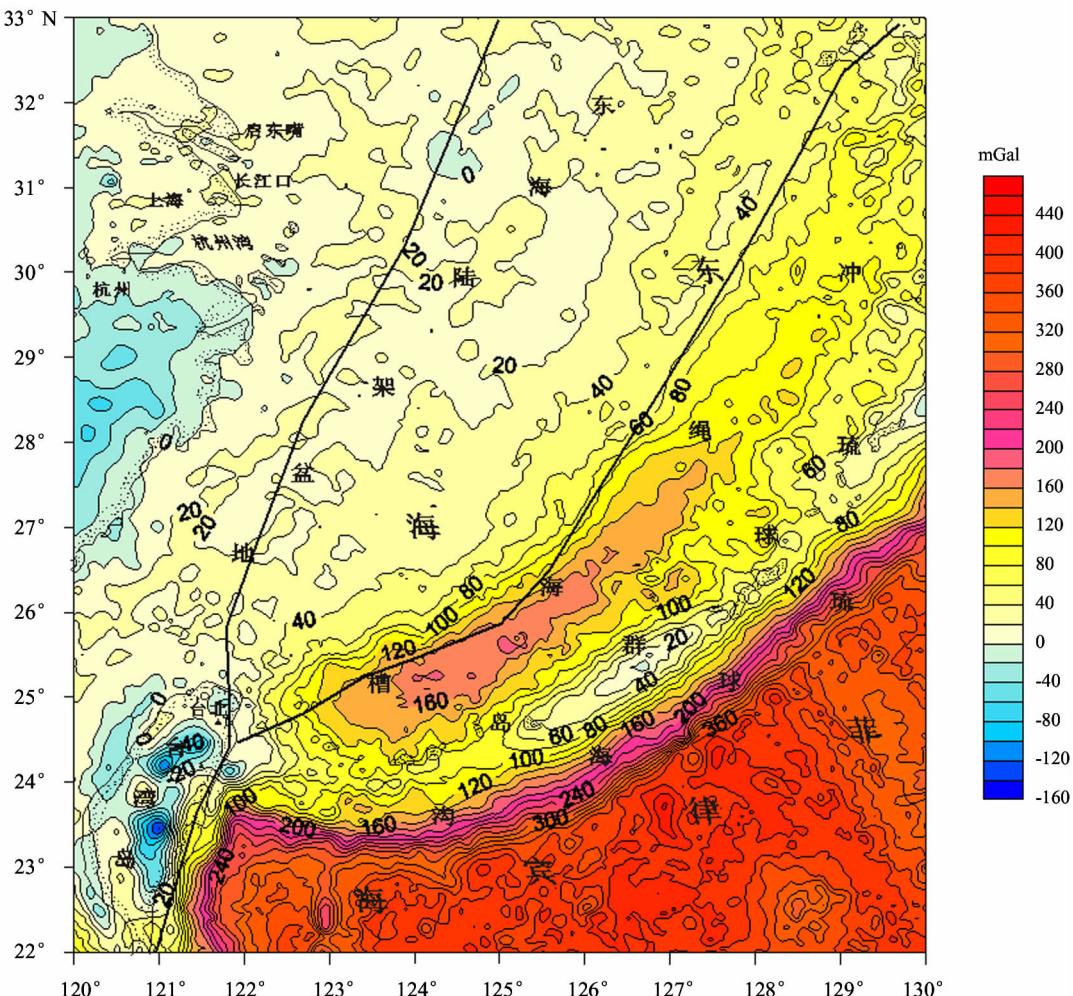


图2 东海地区布格重力异常图(单位 mGal)

现“重力高-重力低-重力高”剧烈变化的特征。冲绳海槽地区的布格重力异常走向为NE向。海槽北部的重力异常值在80~120mGal之间变化,布格重力异常自北向南逐渐增大,存在串珠状的重力高异常圈闭。冲绳海槽的南部是重力高异常地区,极值可达到180mGal。沟-弧-盆地区的重力异常变化很大,呈现“重力高-重力低-重力高”的剧烈变化的异常特征,冲绳海槽为重力高异常带,琉球岛弧前缘的为低重力异常带,琉球海沟和弧前盆地为高重力异常带,在这个异常区存在2个变化明显的重力梯级带,一个是琉球岛弧重力异常梯级带,一个是琉球海沟重力异常梯级带。重力异常值从-20mGal逐渐变到400mGal及以上,是东海地区重力异常变化幅度最大的地区。菲律宾海盆是以正重力异常为背景的重力高正异常区,背景值高达300mGal,有多个高

值异常圈闭分布,部分中心值达到400mGal以上,异常和圈闭走向以北西(NW)向为主,也存在NE走向的重力异常走向。

3 磁力异常特征

磁力异常数据的基本参数,坐标系统为WGS84系统,地磁参考场采用国际地磁参考场(IGRF),数据网格间距为5km×5km。东海地区的磁力异常(图3)磁异常变化幅值很大,磁力异常的主体走向为NE,北东东(NEE)向,形态各异,磁力异常值在-200~+500nT之间变化,也分为以下几个区:

(1)浙闽隆起区及台湾岛异常区。浙闽隆起及附近地区以高磁异常为主,磁异常的形态非常复杂,走向多以北北东(NNE)、NE向为主,磁异常幅值在

-200nT ~ +500nT 之间变化,是东海地区正负磁异常极值之差最大的地区。台湾岛及其邻近海域磁异常值为 -50nT ~ +300nT, 磁异常走向以 NE 向为主

体走向,近东西向走向的磁异常出现在台湾岛南部地区,磁异常圈闭主体为正磁异常,正异常最大为 300nT,只有在西侧地区存在负磁异常圈闭。

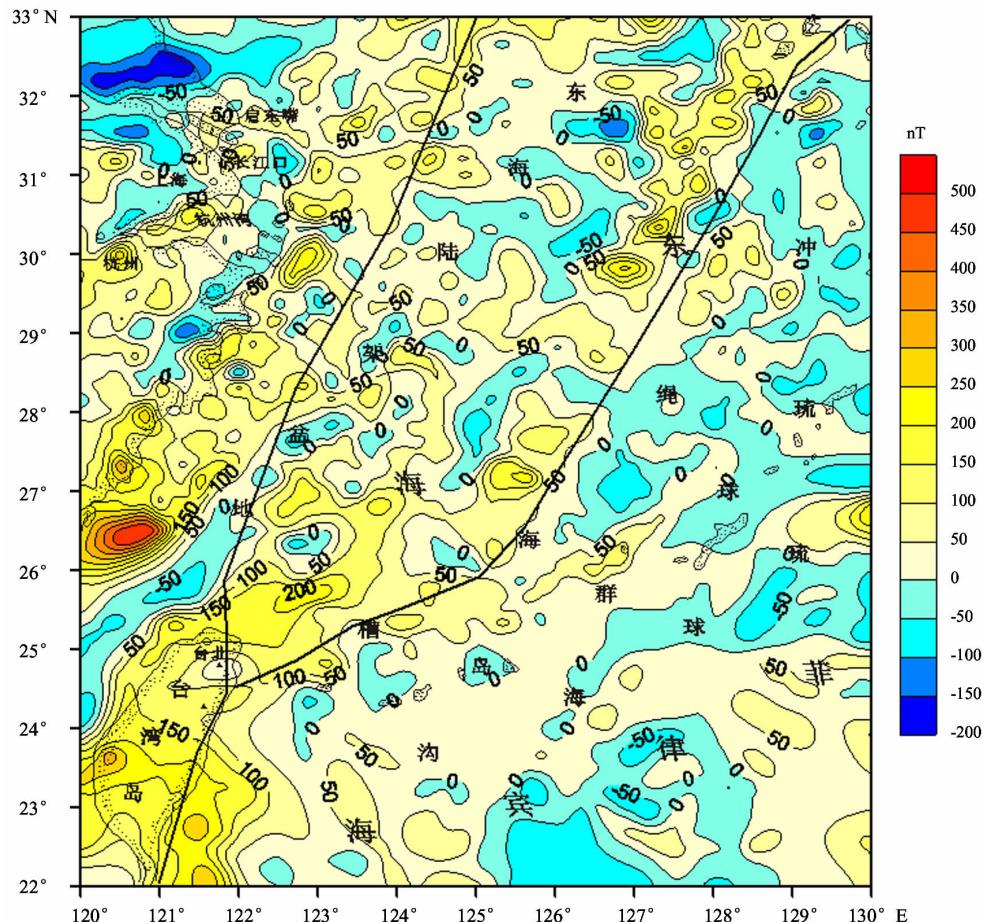


图 3 东海地区磁力(ΔT)异常图(单位:nT)

(2) 东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带异常区。东海陆架盆地磁异常是正负相间的磁异常分布,在 -150nT ~ +200 nT 之间变化,磁异常的走向以 NE 向为主体走向,陆架盆地的北部地区,靠近济州岛南部附近出现负磁异常圈,陆架盆地南部靠近台湾岛附近为正磁异常。钓鱼岛隆褶带的磁异常表现为相对磁力高,异常值在 0 ~ 250nT 之间变化,呈现 NE 向构造特征,东北部的异常圈闭值在 50 ~ 200 nT 之间变化,中部异常值高,等值线走向与冲绳海槽平行。

(3) 冲绳海槽及其沟-弧-盆异常区。在冲绳海槽盆地区,异常幅值在 -100nT ~ +100nT 之间变化,整体表现为低磁异常,异常走向以 NE 向为主体,局部发育小的高磁异常,从冲绳海槽到菲律宾海

地区,磁异常变化很大,高磁异常,低磁异常都有发育;在沟-弧-盆地区,自西向东,磁异常值呈“磁力低-磁力高-磁力低-磁力高-磁力低”分布。研究区内的菲律宾海盆区磁异常为正负相间分布,磁异常幅值在 -50nT ~ +50nT 之间变化,菲律宾海盆的中部以负磁异常圈闭为主,异常走向 NE 向,也夹杂着 NW 向正磁异常圈闭,菲律宾海盆的西部以正磁异常为主,异常走向 NW 向,中间存在负磁异常圈闭,菲律宾海盆的东部正磁异常为主体,异常走向近南北向,仅在东北角出现 NE 向的负磁异常圈闭。

4 重磁异常综合讨论

本次研究还做了重磁数据处理工作,选取了上

延 10km 的结果,和原始重磁异常进行分析比对,进而研究深部构造。

东海地区的布格重力异常上延 10km(图 4)变化比原始布格重力异常平稳,重力异常值在 -100 ~ 360mGal 之间变化,整体背景为正异常值背景,在陆区和台湾岛地区有一些负的重力低圈闭,且重力异

常走向更明显,异常的主体走向为 NE 向,深部构造更加明显,变化最明显的地区是菲律宾海地区,异常形态变化明显,很多杂乱无章的异常去掉了,从上延 10km 图中可以清楚看到东海陆架盆地,冲绳海槽,琉球海沟,菲律宾海盆等地质构造单元。

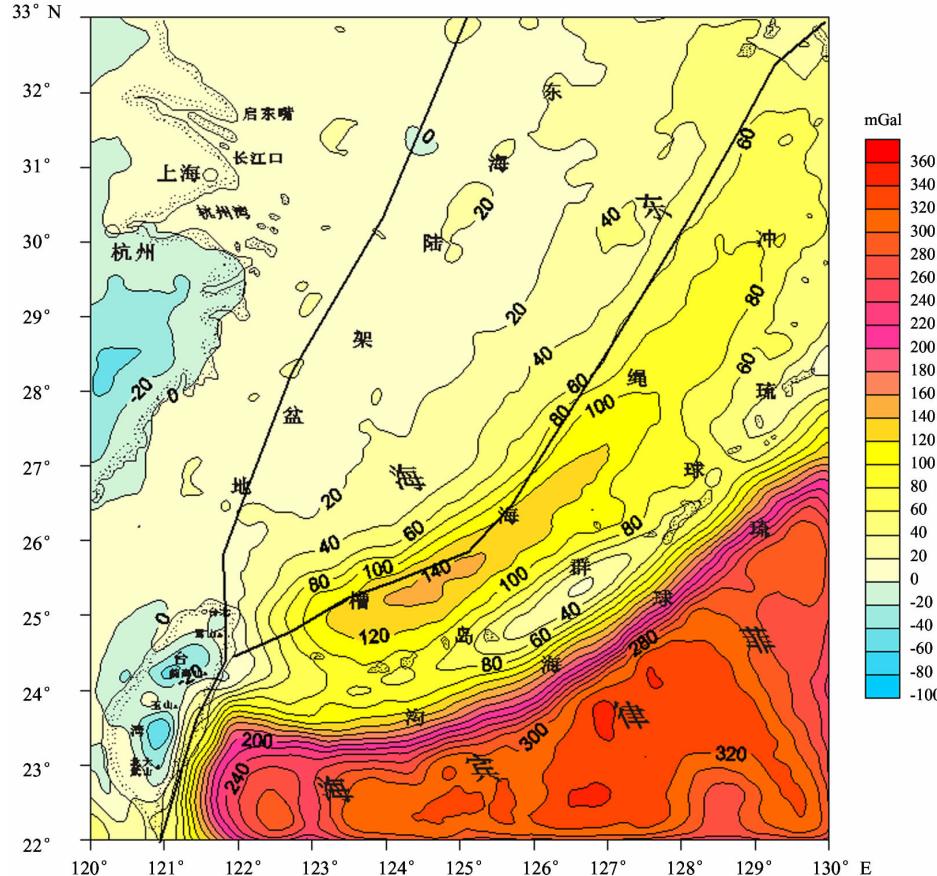
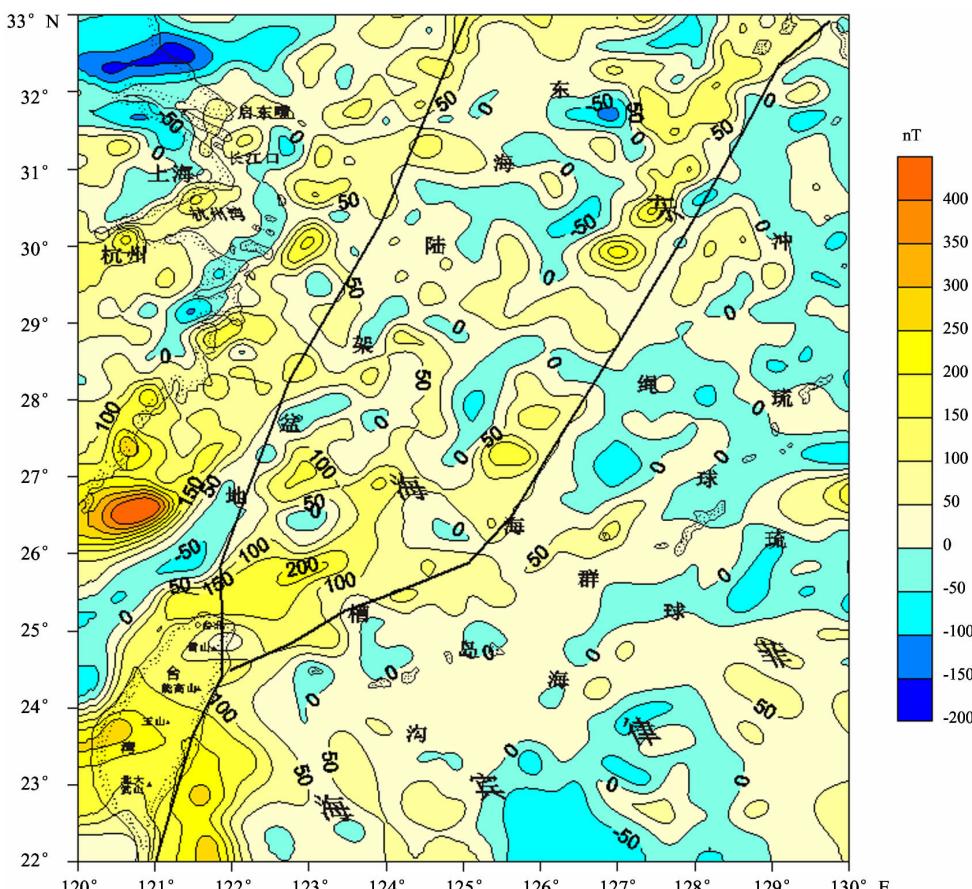


图 4 东海地区布格重力异常上延 10km 图(单位 mGal)

东海地区的磁力异常上延 10km(图 5)变化比原始磁力异常平稳,磁力异常值在 -200 ~ +400nT 之间变化,磁异常形态各异,磁异常的主体走向为 NE 向,磁异常高低变化比较复杂。和重力场处理结果一样,上延处理去掉了浅部的异常,突出了深部的地质构造单元,可以更清晰地看出 NE 向构造走向,东海陆架盆地、冲绳海槽、琉球海沟这些 NE、NNE 向地质构造单元更清晰。

重磁异常综合分析显示,在大致北纬 29° 的南侧的磁异常东西分带,在浙闽隆起的中北部存在一个北东走向的高磁异常带,布格重力异常图上也有一个北东走向的相对重力高异常,同一地区同时存

重力高、磁力高带,反映了这个地区可能广泛发育火成岩^[6,7],浙闽隆起的北部低磁异常带状分布不明显,有北西西(NWW)向的磁异常,这种南北异常特征不同的特点,在布格重力异常图上也存在明显的反映,很可能预示着浙闽隆起的南北两侧的基底不同,可能是“南北分块”的特征体现^[8-10]。东海陆架盆地,布格重力异常图上存在断续分布的 NNE 向重力低异常带,磁异常图也存在一个明显的 NNE 向的低磁异常带,此处的低磁、低密度的特征,从而预示了该处的沉积层受火成岩破坏很小,以沉积盆地为主体^[10]。

图 5 东海地区磁力(ΔT)异常上延 10km 图(单位:nT)

钓鱼岛隆褶带上的磁异常为高磁异常,尤其在中南部高磁异常更为发育,可能代表这里的火成岩较为发育^[11-13]。磁异常在冲绳海槽到菲律宾海地区形态变化大,既存在着高磁异常又存在着低磁异常,以低磁异常为主体,磁异常走向呈 NE 向,冲绳海槽的重力异常以重力高异常为主,走向 NE 向,冲绳海槽盆地可能广泛发育沉积地层,而且火成岩不甚发育。

5 结 论

研究区重力异常特征明显,布格重力异常以正值为背景,异常走向为 NE 向,基本上是“三隆三盆”的构造,依次为浙闽隆起带、东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带、冲绳海槽盆地、琉球隆褶带、菲律宾海盆地。

重磁研究在综合地球物理解释系统中发挥着十分重要的作用,东海地区的综合结果表明,低值的重力异常和低值的磁力异常地区,对应沉积地层的可

能性较大;高值的重力异常和高值的磁力异常地区,对应基底隆起或者磁性较高的火成岩可能性较大。

浙闽陆区南部和北部的重磁异常,南北部变化很大,正负异常分布明显,可能预示着浙闽地区的南北部基底构造不同,有可能是“南北分块”的一种表现形式。东海陆架盆地,在布格重力异常图上总体表现为相对重力低值区,磁力异常图上也表现为磁力低值区,从而预示了该处的沉积层受火成岩破坏很小,以沉积盆地为主体。

磁异常在冲绳海槽到菲律宾海地区形态变化大,既存在着高磁异常又存在着低磁异常,重力异常以高重力异常为主,预示了冲绳海槽盆地可能广泛发育沉积地层,且火成岩不甚发育。

参 考 文 献

- [1] 郝天珧,徐亚,胥颐等. 对黄海_东海研究区深部结构的一些新认识. 地球物理学报, 2006,49(2):458-468
- [2] 李家彪. 东海区域地质. 北京:海洋出版社, 2008

- [3] 江为为,郝天珧,刘少华等. 中国东部大陆与东海海域地质构造的相关性分析. 地球物理学进展, 2004, 19(1):75-90
- [4] 刘光鼎主编. 中国海区及邻域地质地球物理场特征. 北京:科学出版社, 1992
- [5] 刘光鼎主编. 中国海区及邻域地质地球物理图集. 北京:科学出版社, 1993
- [6] 高德章,唐建,薄玉玲. 东海地球物理综合探测剖面及其解释. 中国海上油气(地质), 2003, 17(1):38-43
- [7] 高德章,赵金海,薄玉玲等. 东海及邻近地区岩石圈三维结构研究. 地质科学, 2006, 41(1):10-26
- [8] 胥颐,刘建华,郝天珧等. 中国东部海域及邻区岩石层地幔 P 波速度结构与构造分析. 地球物理学报, 2006, 49(4):1053-1061
- [9] 韩波,张训华,杨金玉等. 东海及邻域重力异常数据的分区解析延拓处理. 高技术通讯, 2007, 17(12):1272-1277
- [10] 张训华,韩波,孟祥君等. 东海地区重磁场特征及其地质意义. 矿床地质, 2013, 32(4):843-853
- [11] 杨金玉,徐世浙,余海龙等. 视密度反演在东海及邻区重力异常解释中的应用. 地球物理学报, 2008, 51(6):1909-1916
- [12] 杨长清,杨传胜,李刚等. 东海陆架盆地南部中生代构造演化与原型盆地性质. 海洋地质与第四纪地质, 2012, 32(3):106-111
- [13] 龚建明,李刚,杨传胜等. 东海陆架盆地南部中生界分布特征与油气勘探前景. 吉林大学学报(地球科学版), 2013, 43(1):20-27

Study of the deep structure features in the East China Sea using the gravity and magnetic anomaly field

Han Bo, Zhang Xunhua, Tian Zhenxing

(Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology,

Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071)

(Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071)

Abstract

The deep crustal structure in the region of the East China Sea was studied based on the analyses of the data of Bouguer gravity anomaly and magnetic anomaly. The analyses indicate that the Bouguer gravity anomaly in the region varies from -160mGal to +460mGal with the main trends of NE and NNE, and some lower gravity anomaly values appear in the positive anomaly background field, while the magnetic anomaly in the region varies from -200nT to +500nT, showing the main trend of NE and the positive-negative alternation feature of the main anomaly part. After the upward continuation treatment of the gravity anomaly and magnetic anomaly and the removal of the shallow anomaly, the deep structures in the East China Sea from west to east were obtained. They are Zhe-Min uplift zone, East China Sea shelf basin, Diaoyu Islands folded zone, Okinawa trough basin, Ryukyu uplifted fold belt, and Philippines basin.

Key words: the East China Sea, Bouguer gravity anomaly, gravity and magnetic anomaly field, deep crustal structure