

南黄海某典型剖面重磁震联合反演及综合解释

林珍, 姚永坚

(广州海洋地质调查局 矿产所, 广东 广州 510760)

摘要:以航磁资料为主、结合其他地学信息,在南黄海海域选取具有典型性与代表性剖面,进行重磁震联合反演、综合地质地球物理解释,分析南黄海海域磁性基底性质、岩相结构和断裂构造特征,为进一步开展油气勘查、实现油气突破提供科学依据。

关键词:南黄海盆地;地球物理场特征;重磁震联合反演

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2009)04-0361-07

南黄海海域总面积约 $32 \times 10^4 \text{ km}^2$, 东经 124° 线以西海域的面积约 17 万 km^2 , 水深小于 80 m 。南黄海盆地是扬子地台在郯-庐断裂带以东的延伸部分, 它跨越中韩陆架区, 是由古、中、新生界所组成的大型叠合盆地区, 经历了多次构造运动的改造和破坏, 地层遭受强烈剥蚀, 盆地地貌保存不完整, 前人研究成果及勘探实践表明, 南黄海盆地具有油气远景, 但久攻未克, 是迄今我国近海唯一尚未获得重要油气突破的海区。

我国和韩国对于南黄海的油气勘探均始于 20 世纪 60 年代初, 已对该区域由北至南划分了千里岩隆起区、北部拗陷、中部隆起、南部拗陷和勿南沙隆起等构造单元。在油气勘探前期, 主要目的层为中新世陆相沉积, 多侧重于古近系, 并进行了多次油气资源评价和资源量计算。至 20 世纪 80 年代, 由于该区古近系勘探的失利, 人们在调查和研究新生界的同时, 开始重视和研究中生界及古生界的油气地质问题, 并于 1983 年 12 月, 在南黄海海域南部盆地 24/11 合同区块进行了中生界和古生界钻探, 钻井中虽然未见显示, 但拓宽了勘探思路和领域。

南黄海海域现有钻井 26 口, 其中中国 20 口, 韩国 6 口, 主要分布在北部拗陷和南部拗陷。钻遇中、古生界钻井 7 口, 5 口集中分布在南部拗陷中西部, 勿南沙隆起区 1 口, 北部拗陷东南部 1 口, 中部隆起尚未钻探。因此, 钻井资料分布不均限制了对南黄海区域地层展布、构造特征、基底性质的认识。

为了探讨区域地质构造特征, 陆海之间构造关系及其演化, 分析南黄海海域磁性基底性质及岩相

结构、火成岩和断裂分布特征; 为进一步开展油气勘查、实现油气突破提供科学依据。本研究课题选取纵贯南黄海南北向三条剖面 and 一条北东东向剖面进行重磁震联合反演。三条南北向剖面均穿越主要一级构造单元(图 1): 北部拗陷、中部隆起和南部拗陷最重要的油气勘探区, 一条北东东向剖面主要穿越中部隆起, 目的是了解该地区基底结构特征。选取的 4 条目标剖面 AA'、BB'、CC'、DD' 线, 共约 $2\ 182 \text{ km}$, 其中, BB' 线拥有的地震约束资料最多, 并且北延到陆上(图 1), 更具典型性、代表性及可靠性。笔者针对该线重磁震反演结果并结合其余三条测线综合解释结果展开论述。

1 资料来源与分析

磁力资料采用中国国土资源航空物探遥感中心提供的航磁数据进行反演; 重力资料优先考虑海上重力资料, 在没有海上重力资料的情况下, 则采用卫星重力资料, 两者之间进行了系统调平处理; 地震剖面使用 2000~2005 年广州局海上采集的实测资料, 选取的 4 条目标剖面中, BB' 线拥有的海上地震、重力资料最多(实测剖面长 468 km), 设计的 BB' 线全长 600 km , 实测剖面长 468 km 。

磁力资料相对目标剖面而言数据完整, 精度较高, 可用于定量解释。

海上重力资料与地震资料同步采集, 调平后布格重力异常均方误差为 $0.08 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 其精度可满足定量计算要求。

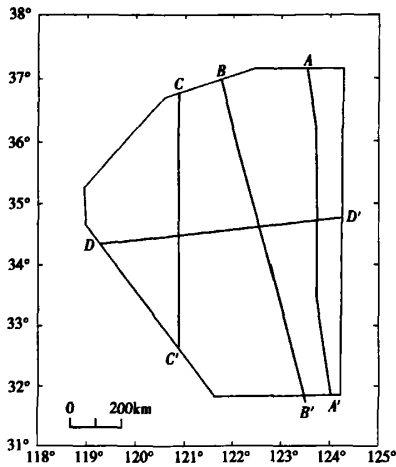


图1 南黄海4条典型剖面位置

卫星重力资料为网格化数据,数据间隔为2.5 km,数据比较光滑,在剖面下定量计算解释信息量不足,为此,在没有海上重力资料的地段,其定量计算

结果仅供定性解释。

地震资料3 s以上地震信息丰富,品质较好,有效揭示出南黄海中、新生界和大部分上古生界地质构造特征,追踪解释反射层位较可靠。但3 s以下不同构造部位地震资料品质差异较大,尚不能较好地揭露中深层的地质信息,震旦系和下古生界下部地层只能局部追踪对比,对其地质构造特征分析仍处于推断。

2 反演方法

研究中采用人机交互正反演拟合技术。由于地球物理资料本身存在的多解性,建立初始地球物理模型之前,首先将航磁异常、布格重力异常进行场源分离,明确引起异常的大致地质因素,然后建立初始模型,建模时浅部地层模型由地震资料标定的层位进行约束。在人机交互正反演计算过程中,对比计算值与实测值,不断修正模型(有地震资料约束的界

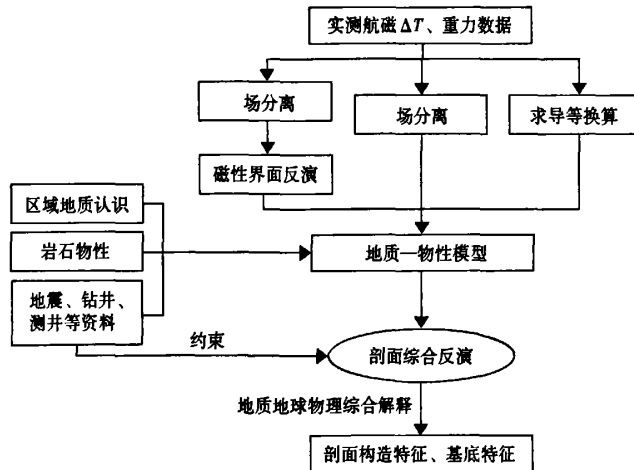


图2 研究技术流程

面一般不作变动),直至拟合精度满足预定要求以及重磁震三方面资料的计算解释结果相互吻合为止。最后综合各类地质、地球物理解释成果进行地质地球物理综合解释。研究思路及方法见图2。

3 物性参数

3.1 岩石密度

南黄海重力计算中选用的岩石密度参数参照少量岛屿的岩石密度和海区钻井岩性资料,同时借鉴邻区(江苏、山东)的密度资料。在拟合过程中,每个模型体赋予一个平均密度,根据观测值与计算值的差异,适当细分每个模型体以及调整每个块体的密度值,最终反演结果,上地壳沉积层密度见表1, BB'线中地壳层密度为 $(2.66 \sim 2.71) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$;

万方数据

表1 密度参数对照

10^3 kg/m^3

BB'线密度参数		苏北—南黄海地区岩石密度资料 ^注	
时代	平均密度	时代	平均密度
N—Q	2.07	Q—N	2.03 ~ 2.11
E	2.15 ~ 2.45	E	2.20 ~ 2.48
K	2.27 ~ 2.45	K	1.99 ~ 2.60
		T ₃	2.56
T ₁₊₂	2.38 ~ 2.65	T ₁₊₂	2.69
P ₂	2.48 ~ 2.68	P	2.64
S—C	2.40 ~ 2.65	C	2.70
E—O	2.50 ~ 2.66	E—O	2.64 ~ 2.68
Z	2.60 ~ 2.71	Z	2.71
Pt ₂ —O	2.60 ~ 2.69	Pt	2.67 ~ 2.71
Pt ₂₋₃	2.60		
Ar ₃ —Pt	2.67 ~ 2.72	Ar	2.80 ~ 3.2

注:据“南黄海区地球物理调查及含油气远景评价报告(1979)”和“南黄海近系地质构造特征(2006)”归纳。

下地壳层平均密度为 $(2.9 \sim 2.91) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; 上地幔平均密度为 $3.30 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

3.2 岩石磁性

岩石的磁性参数资料是磁测资料解释的基础, 本课题对磁力资料的解释主要参考研究区周边陆地(江苏、山东)、沿海岛屿以及朝鲜半岛南部地区的岩石磁性资料。

引起江苏、山东、海岛、朝鲜半岛南部地区磁异常的主要磁性岩石是: 新生代和中生代的中基性、超基性火成岩(安山岩、玄武岩等)及燕山期花岗岩与岩浆岩; 变质岩中混合岩化程度较深的岩石; 富含铁质成分的岩石。沉积岩一般为无磁—微弱磁性, 磁化率常见值一般在 $125.6 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 以下, 但朝鲜半岛庆尚系中的凝灰质砂岩, 磁化率平均可达 $1600 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。变质岩的磁性呈弱—中等磁性; 岩浆岩具有强弱不等的磁性。

江苏地区不同时代的玄武岩磁化率变化范围是 $(96.7 \sim 8226.8) \times 10^{-5} \text{ SI}$, 并且具有不可忽视的较强剩余磁化强度, 常见在 $(1815 \sim 8626) \times 10^{-3} \text{ A/m}$, 其中 N β 玄武岩能引起锯齿状的异常, 而且气孔状的玄武岩引起的异常比致密玄武岩所引起的异常强得多。中生代火山岩系具有强弱不同的磁性。燕山期的石英二长岩为弱磁—中等磁性, 花岗岩为弱磁性, 闪长岩为弱—强磁性。

胶东地区的中生代燕山期岩浆岩绝大多数具有明显的磁性, 并因岩性不同, 而磁性差异很大。艾山期的正长斑岩、似斑状花岗闪长岩及闪长斑岩普遍具有较强的磁性。崂山期中的一、二、五期花岗岩具有强到很强的磁性, 而三、四期磁性很微弱。

沿海岛屿上的基性、超基性侵入岩都有较强的磁性, 磁化率一般在 $(1256 \sim 3140) \times 10^{-5} \text{ SI}$, 但均呈岩脉侵入, 范围不大, 往往形成陡峭的局部异常, 强度可达数百纳特, 酸性侵入岩一般磁性较弱, 磁化率一般在 $(0 \sim 376.8) \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。中生代火山岩系磁性不均匀, 其中安山岩磁性最强, 达 $3140 \times 10^{-5} \text{ SI}$, 含角砾熔岩凝灰岩次之, 达 $2386 \times 10^{-5} \text{ SI}$, 一般在 $(502 \sim 1256) \times 10^{-5} \text{ SI}$ 之间。此外, 在南黄海北端磁铁矿带是本海区岛屿上磁性最强的岩石之一, 磁化率大于 $12560 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。

朝鲜半岛南部地区第四系玄武岩具有较强磁性, 磁化率平均达 $3859.7 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。中生代花岗岩、斑岩为微弱磁—弱磁性, 但局部地区花岗岩磁化率可达 $3793 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。中生代火山岩具较强磁性, 磁化率平均达 $1797 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。

4 BB'剖面地球物理场特征

4.1 磁力异常特征

BB'剖面总体呈 NNW 向展布, 方向 165° , 磁异常面貌呈正负交替变化, 异常值为 $-194 \sim 312 \text{ nT}$ 。剖面最北端对应千里岩变化隆起区, 其平面磁异常为北东向磁力高带, 本剖面只反映了该磁力高带的南侧, 异常曲线呈锯齿状。剖面 $-20 \sim 330 \text{ km}$, 主体对应南黄湖北部拗陷、中部隆起、南部拗陷构造单元, 异常值一般在 $-100 \sim 100 \text{ nT}$ 之间, 平面磁异常呈平缓变化异常。剖面 330 km 以南对应勿南沙隆起, 磁异常表现为跳跃式正负变化异常, 异常梯度大, 强度高, 极大值为 312 nT , 极小值为 -194 nT 。

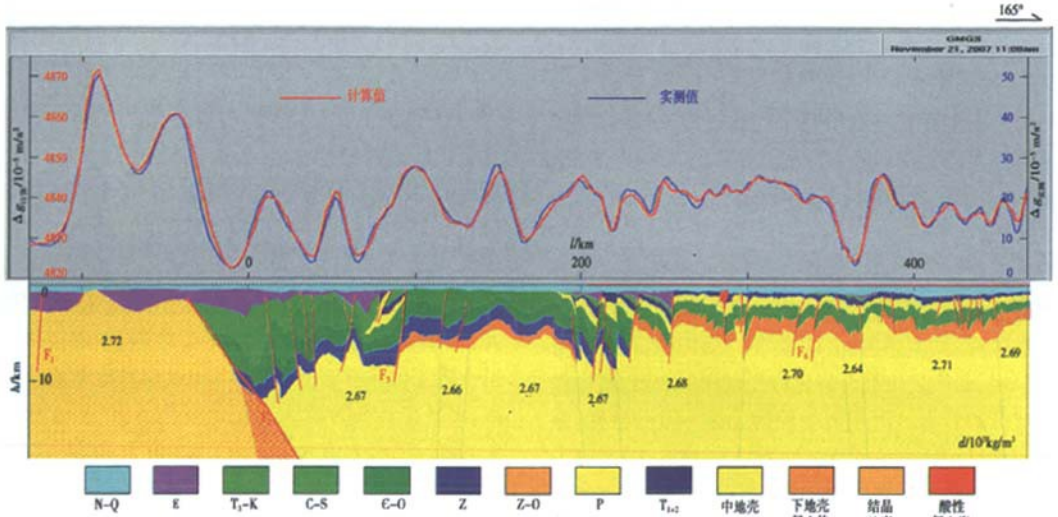
4.2 重力异常特征

BB'剖面布格重力异常值均为正值(图3), 异常值为 $(2.55 \sim 50.1) \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 一般幅值为 $20 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。异常曲线呈波浪状, 为局部重力高、重力低交替分布。剖面 -20 km 处以北为千里岩变化隆起区, 其平面重力异常特征呈高幅度变化异常, 在高值背景上局部高低异常镶嵌分布。剖面最大重力异常值达 $50.1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, -20 km 处为高值重力梯度带, 为千里岩隆起的南界。剖面 $-20 \sim 330 \text{ km}$, 主体对应南黄湖北部拗陷、中部隆起、南部拗陷构造单元, 其平面重力异常呈低幅度变化异常, 异常值在 $20 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 上下振荡, 呈波浪状。剖面 330 km 处以南, 对应勿南沙隆起, 其平面重力异常呈低幅度重力高异常, 异常值一般在 $20 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 上下波动, 局部异常幅度小, 走向不稳定, 呈团块状。

4.3 重磁异常特征对应分析

BB'剖面宏观上看, 重力异常与前中生界起伏变化、基底的隆拗以及岩石密度变化密切相关(图3), 局部重力高与前中生界基底凸起对应, 局部重力低与前中生界基底凹陷相对应; 磁力异常则是深部不同磁性体与浅部火山岩的共同反映。

从图4中, BB'剖面 -20 km 以北, 对应千里岩隆起地段, 磁异常呈锯齿状, 重力异常呈高幅度正异常, 据物性资料分析, 江苏地区 N β 玄武岩能引起锯齿状的异常。据拟合计算结果, 该处深部磁性体磁化强度为 $(1700 \sim 2100) \times 10^{-3} \text{ A/m}$, 密度为 $2.72 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 浅部磁性体强度为 $(300 \sim 800) \times 10^{-3} \text{ A/m}$, 推断该磁异常特征与中弱磁性基岩隆起以及后期喷发的玄武岩有关。剖面 $-20 \sim 90 \text{ km}$ 处, 主体对应北部拗陷构造单元, 磁异常呈宽缓变化磁力低, 据拟合计算结果, 深部磁性体磁化强度为 $(3700 \sim 4000) \times 10^{-3} \text{ A/m}$, 磁倾角在 $50^\circ \sim 60^\circ$ 之间, 密度



沉积层密度值参见表1

图3 BB'剖面重力异常解释

为 $(2.66 \sim 2.67) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,推断重力异常的高低主要与前中生界起伏有关,磁性基岩为强磁性基性岩。剖面90~330 km处,对应中部隆起、南部拗陷构造单元,磁异常呈波状宽缓变化异常,重力异常呈波浪状,据拟合结果,磁性基岩磁化强度为 $(1\ 300 \sim 2\ 800) \times 10^{-3} \text{ A/m}$,磁倾角在 $47^\circ \sim 72^\circ$ 之间,密度为 $(2.67 \sim 2.70) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,推断磁性基岩为中强磁性的中基性岩。330 km以南,对应苏北—勿南沙隆起,磁异常变化加剧,高频成分增多,存在孤立尖峰状磁异常,重力异常呈波浪状,据拟合计算结果,磁性基岩磁化强度为 $(500 \sim 1\ 800) \times 10^{-3} \text{ A/m}$,推断磁性基岩为中弱磁性的酸性—中性岩。此外,据拟合结果,推断中部隆起的南部至勿南沙隆起这一地段的浅部与深部存在酸性或基性侵入岩。

5 BB'剖面综合地质—地球物理解释

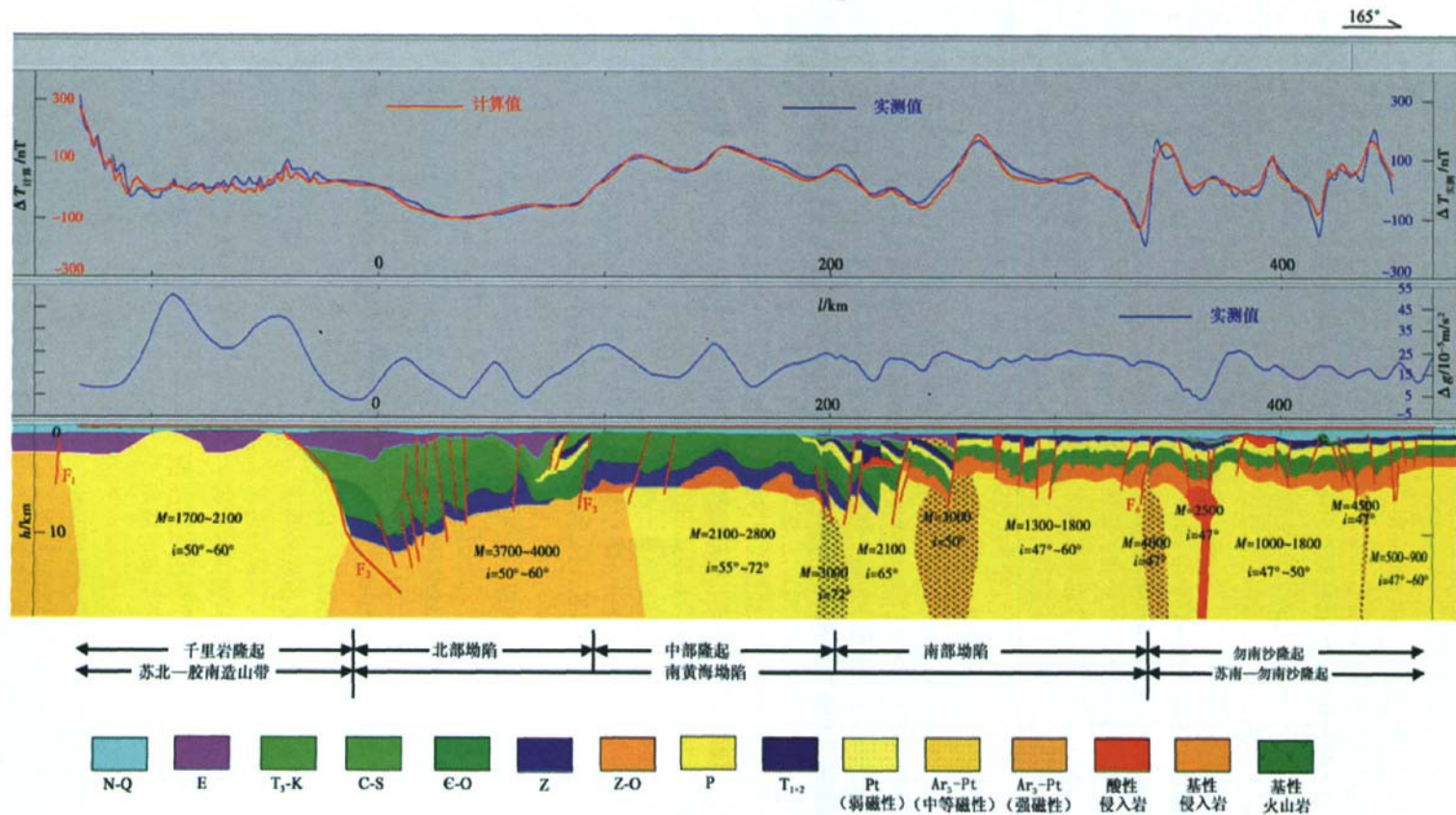
5.1 磁性基底及岩相结构

BB'剖面位于南黄海中部,是了解海域各构造单元地质构造特征与基底结构的核心部位,从北往南跨越了苏北—胶南造山带、南黄海拗陷区和苏南—勿南沙隆起区三大构造单元,以及千里岩隆起、北部拗陷、中部隆起、南部拗陷和苏南—勿南沙隆起5个二级构造单元(图4)。

BB'剖面重力异常呈高低相间,重力低是巨厚中新世拗陷或巨厚中生代海相地层沉积的反映,重力高是基底凸起的反映。磁力异常除南北两侧磁场变化较大外,大部分异常呈相对平缓 and 稳定的正负异常,从重磁震联合反演结果看,该剖面磁化

强度变化虽较大,为 $(500 \sim 4\ 000) \times 10^{-3} \text{ A/m}$,但磁性基岩主要以中等磁化强度为主,反映其磁性基底及岩相结构特征较稳定。但是,这些古老基底并不是铁板一块,由于具有刚性,在构造变动情况下易破碎成块体。据平面磁场特征,苏北泰州以北、响水以东地区至南黄海应具有双层结构的基底存在,即新太古代—古元古代深—中深变质岩系和中上元古代浅变质岩系组成的基底。浅变质岩系覆盖在其上,局部被后期燕山、喜山期火成岩体所改造。变质岩基底是下扬子板块最早形成的稳定陆核。

BB'剖面北部千里岩隆起磁异常场具锯齿状特征,次级异常十分发育,磁性基岩磁化强度 $(1\ 700 \sim 2\ 100) \times 10^{-3} \text{ A/m}$,为中等偏弱磁性,对应重力高。据山东航磁资料与陆地地质对比以及海区航磁资料与岛屿地质对比,该区磁场是新太古界代—古元古界胶东群和中—古元古界粉子山群所组成的深—浅变质岩基底反映,为弱—中等磁性(平均磁化率为 $(11 \sim 847) \times 10^{-5} \text{ SI}$);波状起伏的次级磁异常则是中生代以来燕山、喜山期岩浆岩活动及基岩磁性不均匀所致。海岛调查揭示,千里岛、朝连岛、苏山岛等岛屿基底为胶东群和粉子山群变质岩所组成,如千里岛地层岩性主要有黑云母质混合岩、黑云母质条纹状混合岩、混合岩化浅粒岩、长石石英岩、黑云母片岩,并有黑云母花岗岩成岩株状侵入,属胶东群^[1],岩石磁化率变化较大,主要为弱磁性。据磁性体埋藏深度分析,隆起之上被残存几百米至1 000余米厚的新近系和第四系覆盖,局部发育古近系和白垩系。南黄海东北部韩国ⅡC-1A井钻遇该基底



坐标零点为地震剖面的起始点, 零点以北地段没有地震剖面控制; M 为磁化强度, 单位: 10^{-3} A/m ; i 为磁倾角

图4 BB'剖面磁力异常解释

变质岩系。根据重、磁场特征和众多岛屿的地质资料推断,苏北—胶南隆起区基底是胶东地块呈 NEE 向海区延伸部位^[2]。

BB'剖面中北部为强磁化强度($\geq 3\ 000 \times 10^{-3}$ A/m),对应构造单元北部拗陷和中部隆起北部。北部拗陷和中部隆起北部以平缓变化块状磁异常为特征,呈现强磁化强度(图4),具有陆地苏北建湖、滨海地区磁异常特征。推测磁性基底为新太古代—古元古代结晶基底,且结晶程度较深。

BB'剖面中南部为中等磁性强度,为 $(1\ 300 \sim 2\ 800) \times 10^{-3}$ A/m,对应中部隆起南部和南部拗陷。重磁异常图显示,该区位于南黄海平缓、块状的磁场区和低幅度异常区。钻井揭示,苏北盆地基底为太古宙—元古宙变质岩系,主要为埕成群变质岩,原岩恢复属于海洋火山岛弧—浅海碎屑岩相沉积建造^[3],向海域延伸,该区可能为太古宙—元古宙变质岩系的结晶基底。

BB'剖面南部主要为弱磁性强度($\leq 1\ 800 \times 10^{-3}$ A/m),对应苏南—勿南沙隆起。苏南—勿南沙隆起由南部负磁异常带和变化磁异常区组成,磁化强度中强—弱 $(500 \sim 1\ 800) \times 10^{-3}$ A/m,从磁场特征看,由于岩浆活动强烈,除了岩浆的侵入外,还有岩浆的喷发活动,致使基底面貌不清。而陆地钻井证实苏南隆起由元古宙和中生代花岗岩组成的结晶基底;南京、杭州等地区中元古代变质岩系属于浊积岩变质岩系;连云港—泗阳一线以南分布着中元古界海州群,其上部为云台组结晶片岩系,原岩属海相中酸性火山岩建造,可与张八岭群中元古代浅变质岩系对比,总体表现为弱磁性。上海附近钻孔资料揭示出两套变质岩系,下部为金山群,由斜长角闪石、角闪斜长片麻岩、云母片岩及石英岩组成,原岩为泥质岩夹基性火山岩,属古—中元古代;上部为惠南群,为绢云母板岩,时代属中元古代晚期—新元古代早期^[4]。新元古宇震旦系下统莲沱组为一套浅变质的陆棚相砂页岩系。由此可见,苏南地区基底主要由中—新元古代浅变质岩系组成,其原岩由沉积岩和岩浆岩组成。往海域延伸可能与勿南沙隆起相连,推测勿南沙隆起是由中元古代和新元古代浅变质岩系和中、新生代侵入岩和喷发岩组成的结晶基底。

BB'剖面基底由北往南呈现浅—深—浅的变化趋势,北部拗陷基底深度最大,千里岩隆起埋深最浅,一般小于2 km。

5.2 断裂构造

南黄海中部 BB'剖面区域断裂发育,形成复杂

的断裂系统。BB'剖面中,深断裂有连云港—千里岩深断裂(F_2 断裂)、嘉山—响水深断裂(F_3 断裂)和勿南沙深断裂(F_4 断裂)3条。

上述3条深断裂均呈 NE—NEE 走向,为磁异常和重力异常梯度带,嘉山—响水深断裂见有磁异常错动。 F_2 深断裂是千里岩隆起与北部拗陷的分界; F_3 深断裂是南黄海拗陷区北部拗陷与中部隆起的分界, F_2 和 F_3 是平行于造山带的一组边界断裂,对造山带的形成和发展起重要控制作用。如千里岩断裂是位于南黄海北部,控制南黄海北部拗陷形成与发展的主断层,断裂整体呈 NE 走向,倾向 SE,区内延伸长度 280 km,布格重力异常图上为一条走向 NE、NEE 重力梯度密集带,断裂带南北两侧在构造变形和基底物质组成方面均存在显著差异。断裂以北为中深层次变形,基底变质岩由胶南表壳岩组合和朋河石岩组组成;以南为中浅层次变形,基底变质岩由云台岩群、镜屏岩群(张八岭群)等组成^[5]。推断该断裂发育时期可分为两个阶段:初始形成于印支运动早期,是一条由北向南的逆冲断裂系。该断裂带以北,中、古生代地层减薄抬升,而其南侧则明显加厚,推测该断层应属于苏鲁造山带与扬子地台的过渡带中一条逆冲断裂系,经过后期的改造,现今可视作扬子地台的北部边界;晚期($J_2 - J_3$),随着区域应力场的改变,断层负反转成同生正断层,断层落差大,最大水平断距达 15 km,垂直断距 10.3 km,控制着中生代晚期和古近纪沉积。平面上中部断距大,往两端断距变小。该断裂是一条长期活动的继承性断层,直到中新世以后才结束活动。 F_4 深断裂(勿南沙深断裂)是一条切割磁性基底的深断裂,为磁异常和重力异常梯度带,断裂两侧磁异常走向有所不同,以北异常呈 NW—NNW 向,以南为 NE 向,是南黄海拗陷区与苏南—勿南沙隆起区的磁性基底分界线,其两侧磁性基底的岩性结构和沉积盖层的地质构造特征不同。

沉积盖层上一般逆断裂系统主要分布在海相上、下构造层内,主要为 NEE、NE 走向。北部拗陷以倾向南部逆断层为主,在北部发育一条大型的由南向北的逆掩断裂,该断裂切穿基底(图5,SH-14线处于图4中0~23 km处),其上次一级的逆掩断层均收敛在该断裂带上,推测发育在奥陶—震旦纪时期的一条滑脱带。南部拗陷和勿南沙隆起断裂十分发育,倾向南北均有,南部拗陷的断层走向为近 EW 向和 NW 向,部分为 NE 向,其中拗陷南北两侧的控拗断层走向近 EW 向。勿南沙以 NE 向断层为主,近 EW 向和 NW 向断层也发育。中部隆起较稳

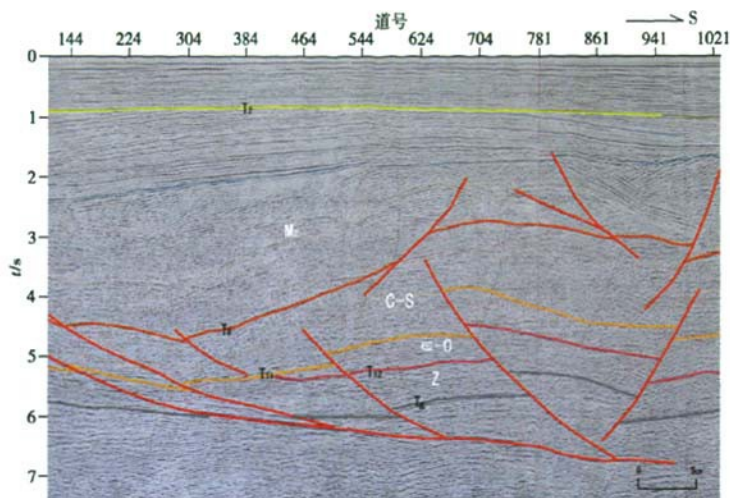


图5 SH-14 测线下古生界逆掩推覆构造

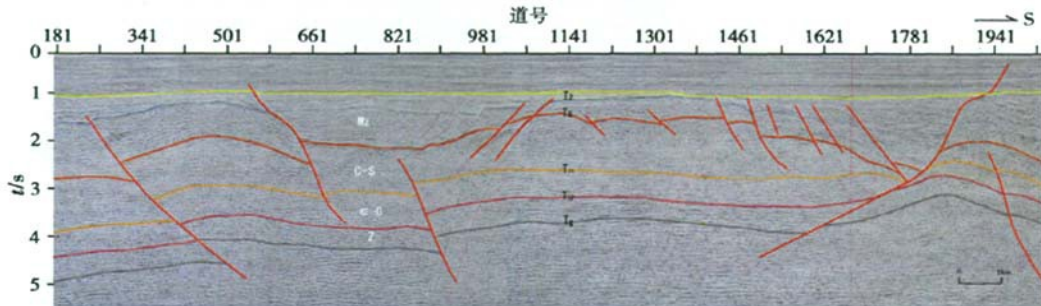


图6 SH-1 测线陆相中、新生代断裂的剖面特征

定,断裂构造相对简单。

据地震剖面反映,白垩系和古近系形成一套以张性断裂为特征的正断层系统控制了晚中生代以来的隆坳格局和沉积发育,包含早期继承和后期新生的断层(图6,SH-1线为图4中23~83 km处)。新生断层多为张性正断层,一般规模较小,发育于凹陷内,控制局部构造,主要形成于白垩纪和古近纪早期继承性断层规模一般较大,是盆地、坳陷或凹陷的边界,形成初期具有逆断层性质,随着应力场性质转变转换成张性正断层或下逆上正的断层,如千里岩隆起与北部坳陷、北部坳陷与中部隆起、胶州凹陷与蒙山凸起等。

6 结论

笔者在分析重磁场平面异常特征的基础上,开展南黄海西部海域典型剖面重磁震联合反演,探讨了南黄海盆地基底性质、岩相结构及主要断裂构造特征。认为南黄海盆地具有双层变质基底,其南、北

基底性质存在差异。北部由新太古宙—古元古代中深—深变质岩系和元古代浅变质岩系组成,中部具有刚性的古老结晶基底,是下扬子板块最早形成的稳定陆核,决定南黄海水相中、古生界保存具有相对的稳定性。南部主要对应元古代变质较浅的结晶基底。

参考文献:

- [1] 蔡乾忠. 中国东部与朝鲜大地构造单元划分[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 15(1): 7.
- [2] 杨志坚. 胶东地块构造演化及其东延去向问题[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1989, 9(2): 1.
- [3] 王金渝, 周荔青, 郭念发, 等. 苏浙皖石油天然气地质[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [4] 许保桐. 上海前震旦纪地层时代的厘定[J]. 上海地质, 1987(3): 1.
- [5] 王来明. 苏鲁超高压变质带的结构与演化[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [6] 王衍堂, 王立飞, 曾祥辉, 等. 南黄海分地和北海盆地地震速度分析[J]. 物探与化探, 2008, 32(3): 241.

下转 373 页

- Damped 2-axis Platform and Strapdown Airborne Gravimetry[C]//International Symposium on Kinematic System in Geodesy, Geomatics and Navigation, KIS2001. Canada Banff: The Banff Center, 2001: 542.
- [13] Boedecker G. Airborne Gravimetry: Activities and Achievements 2002 - 2004 [C]//Geotechnologies Status Seminar "Observation of the System Earth from Space", Potsdam, 2004.
- [14] Jekeli C. Airborne Gravimetry Using INS/GPS and Gravity Gradiometers[C]//ION 60th Annual Meeting, 2004: 476.
- [15] 夏哲仁, 石磐, 孙中苗, 等. 航空重力测量系统 CHAGS[J]. 测绘学报, 2004, 33 (3): 216.
- [16] 郭志宏, 熊盛青, 周坚鑫, 等. 航空重力重复线测试数据质量评价方法研究[J]. 地球物理学报, 2008, 51 (5): 1538.
- [17] 熊盛青. 我国航空重力技术现状与发展趋势[J]. 地球物理学进展, 2009, 24 (1):
- [18] 熊盛青. "十五"以来我国航空物探进展与展望[J]. 物探与化探, 2007, 31 (6): 479.
- [19] 吴美平, 张开东. 基于捷联惯导系统/差分全球定位系统的航空重力测量技术[J]. 科技导报, 2007, 2 (17): 74.
- [20] 张昌达. 几种新型的航空重力测量系统和航空重力梯度测量系统[J]. 物探与化探, 2005, 29 (6): 471.
- [21] Olesen A V, Forsberg R. Great barrier Reef Airborne gravity Survey (BRAGS99): A Gravity Survey Piggybacked on an Airborne Bathymetry Mission [C]//Gravity, Geoid and Geodynamics 2000. Springer Verlag, 2001: 247.
- [22] Olesen A V, Forsberg R. Airborne Gravity Survey of Lincoln Sea and Wandel Sea[J]. North Greenland Phys Chem Earth, 2000, 25 (2): 25.
- [23] Olesen A V, Tziavos I N. New Airborne Gravity Data Around Crete: First Results From the CAATER Campaign [C]//Gravity and Geoid 2002. Banff Alberta, Canada, 2002.
- [24] Argyle M, Ferguson S. AIRGrav results: a comparison of airborne gravity data with GSC test site data[J]. The Leading Edge, 2000, 19: 1134.
- [25] Sander S, Argyle M. The AIRGrav airborne gravity system [C]//ASEG-PESA Airborne Gravity 2004 Workshop, 2004: 49.

THE ADVANCES IN THE STUDY OF THE AIRBORNE GRAVIMETRY SYSTEM

WANG Jing-bo^{1,3}, XIONG Sheng-qing², ZHOU Xi-hua², GUO Zhi-hong²

(1. School of Geophysics and Information Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China; 3. College of Sciences, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: This paper gives a brief review of the history of the airborne gravimetry. Based on the principle of the airborne gravimetry, the paper deals emphatically with the history, the present research situation and the developments of the airborne scalar gravity survey system. Further development trends are also indicated.

Key words: airborne gravimeter; airborne gravimetry; DGPS; INS

作者简介: 王静波(1963-), 男, 中国地质大学(北京)在读博士研究生, 北方工业大学理学院讲师。

上接 367 页

GARVITY-MAGNETIC-SEISMIC INVERSION AND INTEGRATED INTERPRETATION OF A TYPICAL SECTION IN SOUTH YELLOW SEA

LIN Zhen, YAO Yong-jian

(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China)

Abstract: Based on aeromagnetic data combined with other geological information, the authors chose a typical and representative section in south Yellow Sea to perform gravity-magnetic-seismic inversion and integrated geological-geophysical interpretation and analyze magnetic basement property, lithofacies structure and fault structure characteristics. The results obtained provide a basis for further oil and gas exploration.

Key words: south Yellow Sea basin; features of geophysical field; joint inversion of gravimetric and magnetic and seismic data

作者简介: 林珍(1968年), 女, 物探高级工程师。1991年毕业于中国地质大学(武汉), 勘查地球物理专业, 主要从事海洋重、磁资料的解释与研究工作。