

李淑玲, 孟小红, 付立新等. 黄骅拗陷前新生代残留盆地结构与基底性质研究. 地球物理学报, 2010, 53(9): 2204~2212, DOI: 10.3969/j.issn.0001-5733.2010.09.021

Li S L, Meng X H, Fu L X, et al. Research on pre-Cenozoic residual basin structure and basement property of Huanghua Depression. *Chinese J. Geophys.* (in Chinese), 2010, 53(9): 2204~2212, DOI: 10.3969/j.issn.0001-5733.2010.09.021

# 黄骅拗陷前新生代残留盆地结构与基底性质研究

李淑玲<sup>1,2</sup>, 孟小红<sup>1,2</sup>, 付立新<sup>3</sup>, 郭良辉<sup>1,2</sup>

1 地下信息探测技术与仪器教育部重点实验室(中国地质大学, 北京), 北京 100083

2 中国地质大学(北京)地球物理与信息技术学院, 北京 100083

3 中国石油大港油田公司, 天津 300280

**摘 要** 利用综合地球物理方法研究前新生代残留盆地结构是当前深层油气勘探亟待解决的问题之一. 本文基于高精度重力、航磁、地震等综合地球物理资料, 通过位场正演剥离和正则化滤波技术对黄骅拗陷前新生代残留盆地结构展开研究, 构建黄骅拗陷宏观的盆地立体格架, 分析前新生代残留地层的展布及残留厚度特征, 探讨盆地基底的三分性问题. 研究表明, 黄骅拗陷宏观上呈现垂向分层、东西分带、南北分区的盆地结构特征; 前新生代残留盆地总体为 NNE-NE 向展布, 但沉积中心与残留地层厚度明显不同于新生代沉积特点, 在歧口新生界巨厚区残留厚度较小; 盆地基底表现出三分性特征, 区内“T”型交叉的两组隐伏深断裂可能为燕辽基底、鲁西基底和太行基底的拼接线; 前新生代盆地结构、残留厚度与基底三分性特征均表现出受深部断裂构造的影响和控制.

**关键词** 黄骅拗陷, 地球物理场, 残留盆地结构, 重磁异常正演剥离, 基底三分性

DOI: 10.3969/j.issn.0001-5733.2010.09.021

中图分类号 P631

收稿日期 2010-01-11, 2010-08-29 收修定稿

## Research on pre-Cenozoic residual basin structure and basement property of Huanghua Depression

LI Shu-Ling<sup>1,2</sup>, MENG Xiao-Hong<sup>1,2</sup>, FU Li-Xin<sup>3</sup>, GUO Liang-Hui<sup>1,2</sup>

1 Key Laboratory of Geo-detection (China University of Geosciences, Beijing), Ministry of Education, Beijing 100083, China

2 School of Geophysics and Information Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

3 Dagang Oil Filed Company, CNPC, Tianjin 300280, China

**Abstract** The pre-Cenozoic residual basin structure study through integrated usage of geophysical methods is currently one of the problems to be solved immediately in deep oil and gas exploration. Based on geophysical data, including high-precision gravity, aeromagnetic and seismic data, this paper describes the pre-Cenozoic residual basin structure of Huanghua Depression, builds three-dimensional basin macro-frame, analyzes pre-Cenozoic residual spread and thickness features, and discusses the trichotomous property of basement in terms of potential field forward stripping and regularization filtering. It is revealed that Huanghua Depression has the basin area of vertical stratification, East and West sub-zone, North-South structural features. Pre-Cenozoic residual basin in general is NNE-NE direction to the distribution, but the sedimentary center and the residual strata thickness differ from those of Cenozoic and the residual

**基金项目** 国家高技术研究发展计划(863 计划)(2006AA06Z111, 2006AA06A201-3, 2006AA09A101-0201-3)、国家专项课题(SinoProbe-01-05)、地质过程与矿产资源国家重点实验室开放课题(GPMR0942)联合资助。

**作者简介** 李淑玲, 女, 1971 年生, 博士, 讲师, 主要从事地球物理重磁方法、地球物理综合处理解释方面的教学与研究工作。  
E-mail: lisl@cugb.edu.cn

thickness is smaller in Qikou Cenozoic area. The basement shows characteristics of trichotomy, that is, "T" type intersection of two hidden deep faults may be the stitching line among Yanliao, Luxi and Taihang basement. Pre-Cenozoic basin structure, residual thickness and trichotomous property of basement are all shown by the impact and control of deep faults.

**Keywords** Huanghua Depression, Geophysical field, Residual basin structure, Potential field forward stripping, Trichotomous property of basement

## 1 引言

近年来,随着深层油气勘探的迅猛发展,我国东部环渤海地区前新生代残留盆地油气资源受到越来越多的关注<sup>[1]</sup>.但前新生代残留盆地由于经历复杂的构造演化,中、古生代构造活动频繁,后期改造强烈,通常以复杂地质体形式(如残丘山、断块、古潜山等)深埋于地下,具有深度大、年代老、构造复杂、遭破坏多等特点,研究程度较低且研究难度很大,地球物理勘探技术成为前新生代残留盆地研究的重要手段<sup>[2~5]</sup>.

黄骅拗陷是我国东部渤海湾地区勘探和开发程度较高的重要含油气盆地,由于具有新生代盆地与前新生代盆地相叠置的复杂盆地结构与演化历程,目前对前新生残留盆地的研究程度还相对较低,尤其是在深部地震资料分辨率较差的情况下,残留盆地的宏观展布、残留厚度及结构特征需要通过重、磁、震等综合地球物理研究来揭示<sup>[6~12]</sup>.但相对零散、较低精度的老旧重磁资料限制了盆地的整体评价与前新生残留盆地的结构研究,因此基于整合后覆盖黄骅拗陷及邻区的高精度重磁数据与高分辨率浅层地震资料相结合,可能较好地揭示黄骅盆地的宏观格架及前新生代残留盆地的结构特征,同时对认识深断裂对盆地基底三分性及沉积作用的控制与影响也具有重要的意义.

本文采用浅部地震资料与高精度重磁资料相结合的研究思路,以地震构造解释为约束,在位场异常正演剥离与多尺度异常分离的基础上,计算盆地内主要地层界面的埋深及残留地层厚度,在此基础上构建盆地的宏观立体格架,结合前新生界残留厚度及展布特征分析,探讨盆地基底的三分性问题.

## 2 区域地质、地球物理场特征

### 2.1 区域地质特征

黄骅拗陷位于燕山褶皱带以南,沧县隆起以东,

埕宁隆起以西,大体呈 NE 向展布,北宽南窄,总面积约 18,629 km<sup>2</sup>.从区域大地构造位置来看(图 1),黄骅拗陷属于华北克拉通上发育的呈斜“N”字型展布的渤海湾盆地的一部分,具有新生代盆地与前新生代残留盆地垂向叠置的叠合盆地特征,跟随“华北地台”经历了典型的多旋回叠合盆地演化过程,可大致划分为三个构造演化阶段:太古代至早元古代地台结晶基底的形成与演化阶段,中、晚元古代至古生代稳定地台盖层发育阶段,中、新生代地台解体、陆相盆地盖层形成阶段<sup>[13~15]</sup>.

地壳测深资料表明黄骅拗陷处于地幔隆起与岩石圈减薄区<sup>[17]</sup>,岩石圈厚度约 60 km,与周围山区相比厚度差可高达 50 km 以上.拗陷沿 NE 向展布的莫霍面隆起带延伸,计算的莫霍面埋深为 30~32 km,与周围隆起区相比地壳厚度较薄,而且地壳的物质组成在纵横向均存在不均匀性,中地壳内天然地震震源的集中与低速、高导层的存在反映出中地壳内存在软弱层或韧性层.

黄骅拗陷的基岩为太古界及下元古界变质岩,其上覆盖了华北地台型的沉积盖层,总厚达 14,000 m,包括上元古界、古生界、中生界、新生界.

黄骅拗陷及周缘地区发育多个不同方向的断裂构造带,其中 E-W 向和 NE—NNE 向两组断裂控制了盆地的宏观结构,表现出“南北分区,东西分带”的构造格局.

### 2.2 岩石、地层物性特征

研究岩石、地层的密度与磁性特征是重磁数据处理与综合解释的基础,黄骅拗陷主要地层的物性特征取决于岩石物性、岩石组合类型及其分布特征.根据前人在黄骅拗陷及邻区的物性研究成果<sup>[10,18]</sup>及大港探区内地震资料显示的厚度信息,汇总出本区主要地层与基底的密度和磁性特征,见表 1.

从表 1 可看出,黄骅拗陷沉积盖层包括未变质的中上元古界、古生界、中生界和新生界地层,随着地层年代由新到老、密度值由小变大,覆盖地表的第四系松散层密度最低为 2.0 g/cm<sup>3</sup>,古生界和中上元古界密度值大,约为 2.72 g/cm<sup>3</sup>.沉积盖层内各

地层,除部分含火成岩成分的中生界地层表现出一定的磁性外,其他绝大部分的沉积地层表现为无磁性或微弱磁性,可视为无磁性层。

区内结晶基底总体表现为高密度、强磁性特征,其中因基底组成岩系不同导致磁性差异较大,其中强磁性基底以片麻岩为主,岩石的平均磁化率大于  $3500 \times 10^{-5} \text{ SI}$ ,中等磁性基底以角闪花岗片麻岩和混合花岗岩为主,平均磁化率为  $450 \times 10^{-5} \text{ SI}$ ,弱磁性基底以花岗片麻岩为主,平均磁化率为  $50 \times 10^{-5} \text{ SI}$ <sup>[18]</sup>。

### 2.3 密度界面划分

为精细地计算盆地内各地层的重力效应,基于黄骅拗陷及邻区主要地层的密度特征(见表1),并结合地震资料对研究区进行密度界面划分,由深及浅划分出8个密度界面(如表2),其中莫霍面、太古界顶面、古生界顶面、中生界顶面为4个盆地深部密度界面;孔店组顶界面、沙河街组顶界面、东营组顶界面、馆陶组组顶界面为新生代盆地内的4个主要密度界面。

表1 黄骅拗陷及邻区地层密度、磁性统计表

Table 1 Density and susceptibility statistics of stratum in Huanghua and adjacent region

地层			厚度(m)	主要岩性	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	磁化率 ( $1 \times 10^{-5} \text{ SI(k)}$ )	物性特征	
界	系	组						
新生界	第四系	平原组	Qp	粘土、砂土、冲积层	2.05	10~20	低密度、弱磁性	
		明化镇组	Nm	疏松泥岩	2.11	0~150		
	第三系	馆陶组	Ng	0~650	砂页岩、砂砾岩	2.19		0~80
		东营组	Ed	0~1600	砂岩、泥岩	2.2~2.3		5~50
		沙河街组	Es	0~5600	泥质岩层、砂岩	2.45		0~100
		孔店组	Ek	0~3400	暗色泥岩、薄层砂岩	2.45		5~120
中生界	白垩系	K	0~2000	砂质泥岩	2.46	5~70	中密度、较强磁性	
				安山岩、玄武岩	2.5~3.3	30~1500		
	侏罗系	J	玄武岩	2.58	30~100			
古生界	三叠系	T		砂页岩	2.56	0~80	高密度、弱磁性	
	二叠系	P		砂岩、泥岩	2.60	20~200		
	石炭	C		砂岩、泥岩、砾岩	2.60	20~200		
	奥陶系	O	0~5400	灰岩	2.70	0~30		
	寒武系	Є		泥岩、灰岩、页岩	2.66	0~40		
	震旦系	Z		灰岩、白云岩	2.72	0~40		
中上元古		Pt		碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩、泥页岩	>2.72	>40	高密度、强磁性	
太古界及下元古界	结晶基底	Ar		花岗片麻岩、角闪岩、混合岩、黑云母片麻岩	>2.75	935~4770	高密度、强磁性	

表2 研究区主要密度界面划分

Table 2 Demarcation of main density interfaces of the area-under-study

盆地	界面	地层位置	平均深度 (km)	岩性差异	密度差 g/cm <sup>3</sup>
新生代沉积盖层	馆陶组组顶界面	Nm/Ng	3	疏松泥岩/砂页岩-砂砾岩	0.08
	东营组顶界面	Ng/Ed	3.5	砂页岩-砂砾岩/砂岩-泥岩	0.01~0.1
	沙河街组顶界面	Ed/Es	4	均为砂岩、泥岩	0.1~0.2
	孔店组顶界面	Es/Ek	4.5	均为砂岩、泥岩	0~0.5
中-古生代沉积盖层	中生界顶界面	Ek-Es/Mz	5.5	砂-泥岩/含火山岩的沉积岩	0.1
	古生界顶界面	中/古生界	6	中生代沉积岩/古生代碳酸盐岩	0.1~0.2
基底及地壳深部	太古界顶界面	盖层/基底	9	沉积地层/变质岩	0~0.2
	莫霍面	壳/幔	31	花岗岩-玄武岩/橄榄岩	0.2~0.5

另外,由太古界变质岩系构成的结晶基底是本区主要的磁性层,磁性层的起伏及其内部的磁性不均匀是产生本区区域性磁异常的主要地质因素,基底面(即太古界顶面)是本区主要的磁性界面,同时也是重要的密度界面,此界面表现出的地球物理重磁响应应为高磁、高重力异常特征。

总之,从研究区地层密度和磁性特征分析,可以理想地将盆地模型简化成“两盆两底”结构,“两盆”是指上为新生代盆地,下为前新生代残留盆地;“两底”是指新生代盆地底界处的重力基底和太古界顶面处的磁性基底。

### 3 地球物理综合研究与解释

#### 3.1 重磁场特征

本次研究采用了最新整合的高精度重磁数据,其中重力数据的主体部分(陆地部分)来源于中国地质调查局 1:20 万布格重力异常数据,黄骅凹陷北区及渤海湾部分地区的重力数据来源于东方地球物理公司大港物探研究院编制的大港探区 1:10 万布格重力异常图。航磁数据来源于国土资源部航空物探遥感中心提供的 1:5 万高精度  $\Delta T$  异常数据。重磁数据拼接统一采用高斯坐标系,大地水准面采用 WGS84,6 分带,中央经线设为  $117^\circ$ ,重磁数据范围: $116^\circ 15' E \sim 118^\circ 30' E$ ;  $37^\circ 11' N \sim 39^\circ 39' N$ ,数据网格间距 500 m。

图 2 是研究区布格重力异常图,图中重力异常总体呈 NE-NNE 向高低相间的带状分布特征,与区内隆拗相间的地质构造格局有很好的对应关系,异常变化范围为  $-120 \sim 20$  mGal,异常的面貌特征显示以黄骅拗陷为中心,由西北至东南分别为冀中低值宽缓异常区、沧县高值异常区、黄骅低值宽缓异常区、埕宁—沙垒田高值异常区,黄骅拗陷北部为燕山隆起高值异常区,南部为临清凹陷低值异常区。黄骅拗陷宽缓的低值异常圈闭与周边异常特征差异非常明显,低重力圈闭大致勾画出整个拗陷北宽南窄 NE 向展布的轮廓。其次,宽缓低值背景上还分布多个局部异常圈闭且高低相间展布,其中局部低值圈闭与凹陷相对应,如板桥凹陷、沧东凹陷、南皮凹陷、歧口凹陷等,局部高值异常圈闭与构造凸起相关,如孔店与北大港构造带处的高值圈闭异常。

研究区航磁异常优势走向为 NE 向,异常变化范围为  $-1100 \sim 1200$  nT。为了消除斜磁化影响,对本区航磁数据进行了化极处理,图 3 为化极磁异常

图,化极后异常特征更为突出,从西北至东南分别为冀中低值异常区、沧县高值正异常区、黄骅低值负异常区、埕宁—沙垒田高值正异常区,盆地北部及燕山的正负异常交替区。黄骅拗陷位于中部,NE 向长轴状的宽缓低值负异常大致勾画出整个拗陷的宏观轮廓,最值得注意的是,黄骅拗陷低值异常区显示出明显的差异分区特征,其中孔店—羊三木一线的 NW 向鞍状宽缓正磁异常带更为明显,以其为界分为南北两个独立的低负异常圈闭区。北部的异常圈闭范围与歧口凹陷位置相当,但化极前后异常形态有明显差异,化极前异常表现为近 NE 走向的三角形态,而化极后表现出 E-W 走向的异常中心与 NE 走向的总体异常的叠加与复合现象,歧口低负异常与北塘高正异常相接的北部边界发生了明显的向北迁移和东南向扭转。南部的异常圈闭范围与沧东凹陷、南皮凹陷位置相当,化极后的异常形态变得更开阔和明显,低负异常中心南北走向特征更为明显。另外,北塘及北部燕山地区的高磁异常特征更为明显,沙垒田隆起处的高磁异常范围增大。

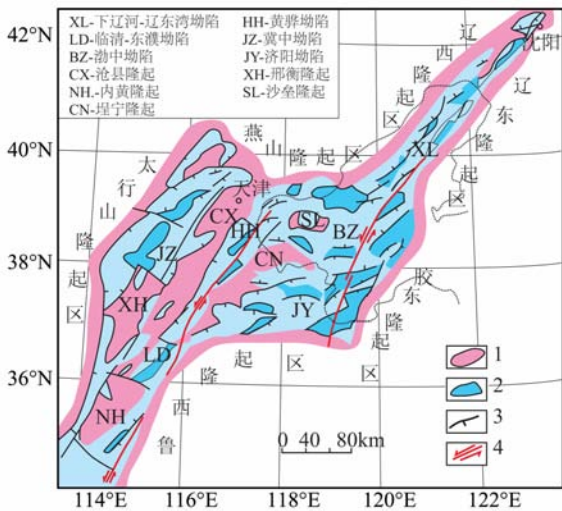
#### 3.2 盆地宏观立体格架

利用中石油大港探区的地震资料提取了浅部主要地层界面(如馆陶组顶、东营组顶、孔店组顶、沙河街组顶、中生界顶底面)的埋深数据,采用正则化滤波方法提取区域磁异常并利用 Park 界面反演法计算了磁性结晶基底的深度,将 7 个主要地层界面垂向叠置,其三维展布及构造起伏特征显示了盆地的宏观立体格架,见图 4。

图 4 显示黄骅拗陷具有“垂向分层、东西分带、南北分区”结构特征。盆地垂向上由新生界地层、前新生界残留地层、结晶基底组成。平面展布范围受控于沧东断裂、羊二庄断裂和滦河断裂,总体呈 NNE-NE 走向,自浅至深主要受近 E-W 和 NE-NNE 两组断裂所控制,显示出“东西分带、南北分区”的结构特点。沈青庄—黄骅一线的横向凸起带和近 E-W 向的海河—新港断裂带将新生代盆地分隔成为南区、中区和北区 3 个区块,北大港—军马站—孔店—灯明寺一线的中央隆起带将拗陷分割成东西两带;前新生代残留盆地尽管在沉积范围、沉积中心、地层厚度等方面不同于新生代盆地,但仍表现出“东西分带,南北分区”的特点。

#### 3.3 残留盆地的展布与厚度特征

正演剥离方法是一种常用的地球物理联合反演方法。在位场数据处理中,通常采用重震资料相联合,由地震资料获取地下不同深度地质界面的埋深



1 隆起(区),缺失下第三系,盆地中的凸起构造(带); 2 盆地中的凹陷构造(带); 3 控制盆地或凹陷沉降的主要正断层; 4 盆地中的主要走滑断层

图1 渤海湾盆地地区构造轮廓略图<sup>[16]</sup>(修改)

Fig. 1 Tectonic sketch map in the Bohai bay basin

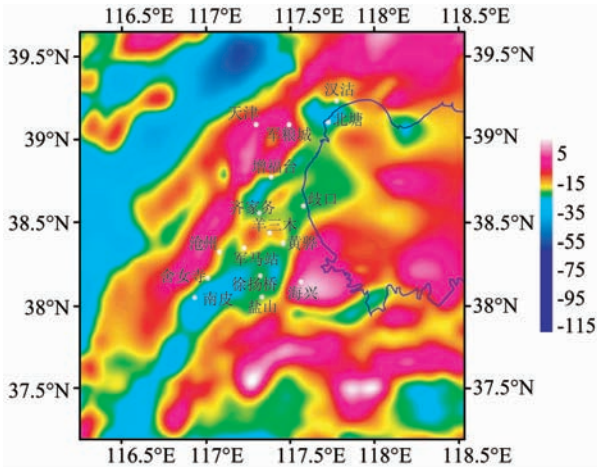


图2 研究区布格重力异常图(单位:mGal)

Fig. 2 Bouguer gravity anomaly map of the area-under-study(unit: mGal)

与起伏构造情况,然后根据研究需要,选取要剥离的界面进行异常正演并从异常总场中加以剥离,从而得到目标层的剩余异常场.本文利用地震资料显示的浅部新生代孔店组—馆陶组四套地层的埋深与厚度信息,正演计算了新生代地层的重力效应并从布格重力异常总场中剥离,同时消除了深部界面(如莫霍面)的重力影响后获得前新生代残留盆地的剩余重力异常,如图5所示.

由于地震资料范围有限,利用地震资料约束提取的剩余重力场范围相对较小,但异常的总体面貌不影响对残留盆地结构的认识.图中重力异常优势

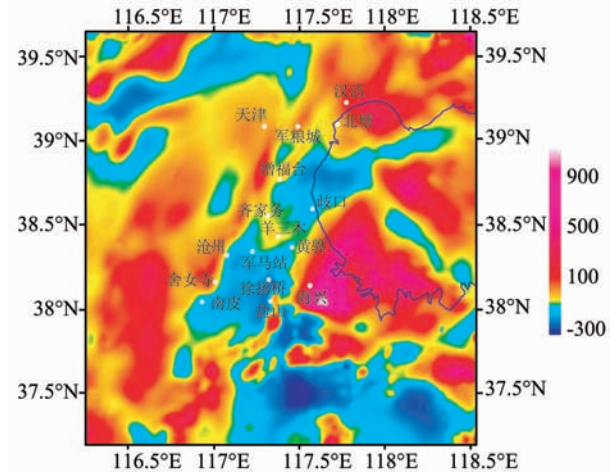
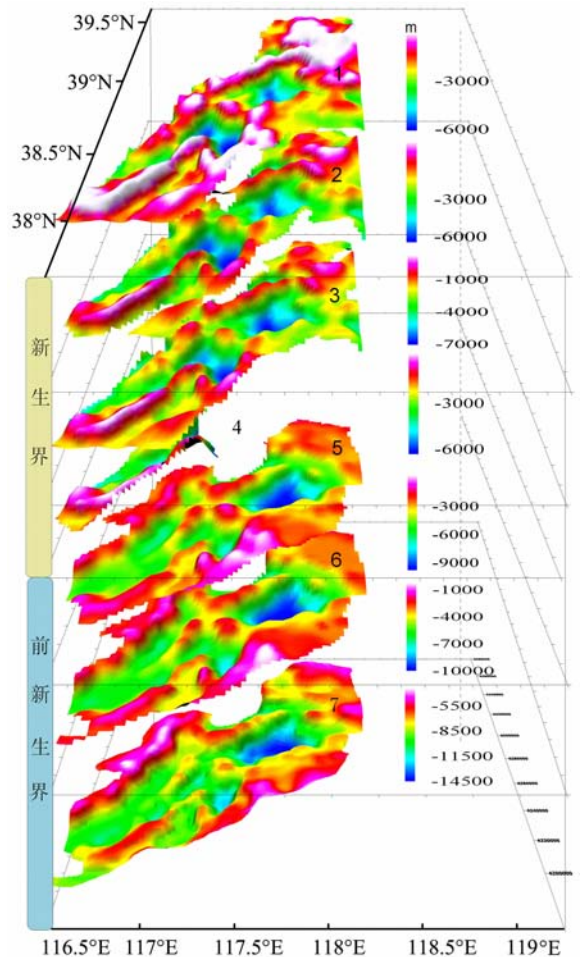


图3 研究区航磁极化异常图(单位:nT)

Fig. 3 Reduction-to-pole of magnetic anomaly map of the area-under-study(unit: nT)



1 馆陶组顶面;2 东营组顶面;3 沙河街组顶面;4 孔店组顶面; 5 中生界顶面;6 古生界顶面;7 结晶基底面

图4 黄骈拗陷立体格架示意图

Fig. 4 Three-dimensional macro-frame of Huanghua Depression

走向仍为 NE 向,东西分带、南北分区的特征明显,反映出中深部地层隆凹相间、断块发育的构造特征,同时也包含残留地层厚度差异等地质因素的影响,如歧口地区局部重力高可能与残留厚度小有关,尽管此处“两底”(指新生界底面与太古界基底面)均呈下凹形态,但存在上底陡(指新生界底面)、下底缓(指太古界基底面)、前新生界沉积厚度小的特征.本文通过建立上陡下缓的起伏地层模型,其正演的重力异常显示局部重力高与地层厚度小相对应.因此认为前新生代残留盆地剩余重力场特征既反映出深部磁性基底面的构造起伏,同时也反映出残留地层的厚度差异.

前新生界残留厚度可通过新生界底面与太古界磁性基底面的埋深差值求得,前者可据地震资料获取,后者可通过区域磁异常反演求得.图 6 为地震资

料控制区的前新生界残留厚度图,图中显示研究区残留地层厚度变化大,具有多个沉积区域,呈现出东西两带、南北三区的特点,其中歧口及以南地区残留厚度小(<2000 m),徐扬桥以南、羊三木以北、北大港凸起以西残留厚度较大(最大厚度达 9000 m),北塘地区厚度居中(约 5000 m 左右).

另外,基于地震资料和全区多尺度的重磁异常分离特征对残留地层的宏观展布与厚度进行了综合分析,发现残留盆地的沉积范围、沉积中心与新生代盆地明显不同,具有较独立的隆凹构造格局,由浅及深表现出由孤立至连通、由北向南、由西向东迁移的变化特点.中生代的沉积区域主要集中在北塘凹陷、板桥—盐山一线及南皮凹陷,古生代-上元古代沉积区域主要集中在西北部的军粮城—沧洲一线、东南部徐扬桥—海兴一线及北部的北塘地区,歧口和孔

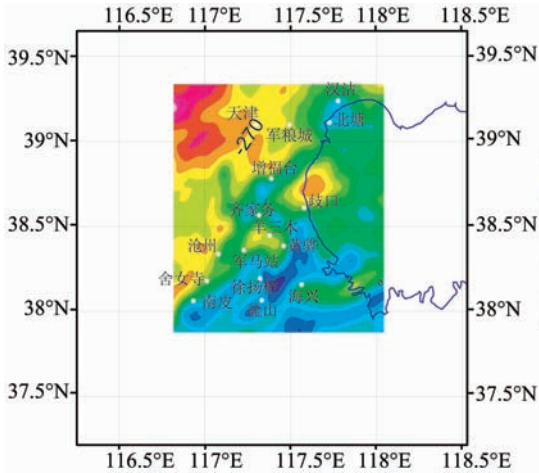


图 5 前新生代残留盆地剩余重力异常图(单位:mGal)

Fig. 5 Residual gravity anomaly map of Pre-Cenozoic residual basin(unit: mGal)

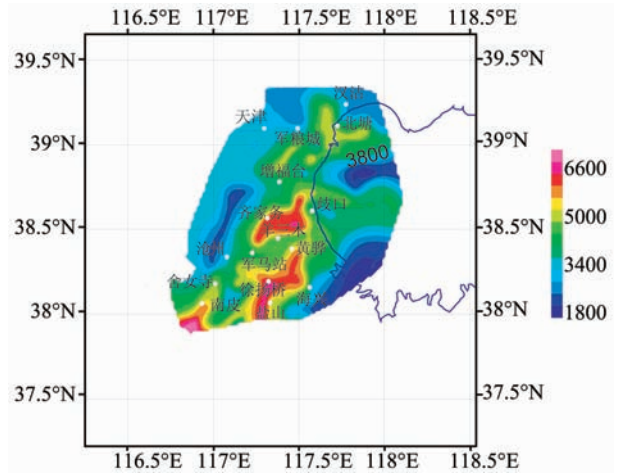


图 6 前新生界残留厚度分布(单位:m)

Fig. 6 Residual thickness distribution of pre-Cenozoic group(unit: m)

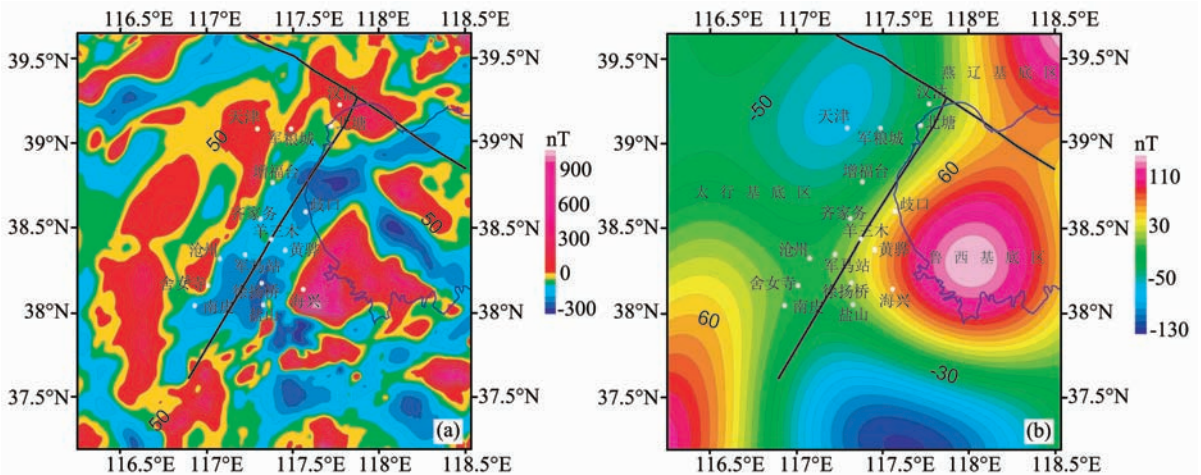


图 7 化极磁异常的正则化滤波(单位:nT)

Fig. 7 Regularization filtering of reduction-to-pole of magnetic anomaly(unit: nT)

表 3 研究区磁性基底分区表

Table 3 Subarea of magnetic basement of the area-under-study

基底分区	位置	磁异常特征	磁性基底埋深
太行基底区	研究区西部,包括黄骅凹陷西部、沧县隆起及西部	磁力异常普遍在 0~120 nT 之间分布,总体沿 NE 和近 SN 向延伸,磁异常宽缓,表现出起伏小、较弱磁性的基底特点	基底面呈近 SN 向隆起,平均埋深分别为 9 km,起伏较平缓
鲁西基底区	研究区东部,包括黄骅凹陷东部和埕宁隆起、沙垒田凸起	凹陷区因沉积层厚表现为低负磁力异常带,在东部隆起区表现为以泰山为核心的块状分割、相间分布的高磁正异常,多为等轴状,方向不明显,异常变化大(-60 至 360 nT),梯级带密集,表现出基底埋深起伏大、强磁性但磁性不均匀的基底特点	基底面呈等轴状隆起,大致以泰山为核心,最浅埋深为 6 km,起伏大
燕辽基底区	研究区东北部燕山地区	在本区范围较小,基底仅局限于东北部地区,异常变化平缓(20~120 nT),异常近 WE 走向,反映出埋深较浅、中磁性的基底特点	基底面呈近 WE 向隆起,平均埋深为 9.5 km

店南部沉积厚度小。

### 3.4 残留盆地基底性质

结晶基底是盆地结构的一部分,对沉积盆地的形成、演化及构造格局有着重要的影响和控制,基底具有不同于盖层的建造-构造组合特征,其时空分布不仅从岩源和构造环境上控制了盖层的发育,而且自身的岩石记录反映了地壳早期演化阶段和演化特征。前人认为渤海地区并不是一个完整的地块,而是由鲁西、燕辽和太行结晶地块拼合而成<sup>[18~21]</sup>,这种三分特征是华北地台统一形成之前的一种构造演化格局,不同的地块有着不同的地层与沉积单元。在此基础上发育起来的结晶基底继承了地块的三分差异性,同时作为第三系拗陷盆地的沉降基底对盖层的沉积与演化具有重要的控制作用。

结晶基底岩系的差异(指岩相结构差异)通常会产区域性的磁性差异,因此基于区域性航磁异常特征可以分析结晶基底的性质。本文采用正则化滤波方法对化极磁异常进行多尺度的异常分离,图 7a 为滤波尺度 300 km 的剩余场,异常面貌显示基底磁性层呈 NE 向隆凹相间的构造格局,异常分区明显,黄骅拗陷夹持于三个具有不同特征的高值磁异常之间。图 7b 为滤波尺度 300 km 的区域场,异常分区更为明显,具有三分性异常特征,黄骅拗陷处于中部 NE 向大规模异常梯级带上。

深大断裂在重磁异常图中一般表现为不同异常区的分界线或巨大的异常梯级带,它们控制了两侧的构造活动,形成不同的构造格局,同时往往伴有岩浆活动,从而破坏了原来地质体的连续性,形成了磁性与密度上的横向差异<sup>[17]</sup>。结合区域重磁异常特征及相关分析,推测黄骅拗陷北部和中部存在一组“T”型隐伏深断裂(如图 7b),该组断裂位于东、西、北三组高值磁异常的拼合带,其中 NE 向断裂大致沿异常梯度带延伸,近 E-W 断裂处于异常转换边界,此组断裂可能为三种不同基底的拼接线。

综合分析认为黄骅拗陷结晶基底由太行基底、鲁西基底与燕辽基底拼合而成(如表 3)，“T”型隐伏断裂及基底差异对浅部盆地的东西成带、南北分区的构造格局及盆地内部不同区域的沉积作用有着重要的控制或影响作用。

## 4 结论与认识

前新生代残留盆地结构研究是当前深层油气勘探的基础,利用重磁震相结合的综合地球物理方法研究盆地结构,通过构建盆地格架、圈划残留盆地范围及厚度、分析盆地基底性质等,有助于盆地的整体评价和前新生代油气有利区的预测。

(1) 综合地球物理分析认为,黄骅拗陷宏观上呈垂向分层、东西分带、南北分区的盆地结构特征。垂向上由新生界沉积地层、前新生界残留地层、太古界及下元古界变质基底组成。黄骅拗陷自浅至深由于主要受近 E-W 和 NE-NNE 两组断裂所控制,重磁场特征及正反演结果均显示出“东西分带、南北分区”的结构特点。

(2) 前新生代残留盆地总体为 NNE-NE 向展布,但沉积中心与残留地层厚度明显不同于新生代的沉积特点,盆地沉积范围由深及浅表现为从连通变孤立、从南向北、从东向西迁移的变化特点,在歧口新生界巨厚区残留地层厚度较小。

(3) 残留盆地基底表现出三分性特征,区内“T”型交叉的两组隐伏深断裂可能为太行基底、鲁西基底和燕辽基底的拼接线,区域性的基底差异与深部断裂构造有着密切联系,“T”型深断裂对基底分区及盆地内部不同区域的沉积作用具有重要的影响。

(4) 前新生代盆地结构、残留地层展布与厚度差异、基底三分性特征均表现出受深部断裂构造的影响和控制,这些信息将有助于认识盆地演化和深部动力学机制。

## 参考文献(References)

- [1] 刘光鼎. 中国油气资源企盼二次创业. 地球物理学进展, 2001, **16**(4): 1~3  
Liu G D. The second exploitation of the oil and gas resources in china. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2001, **16**(4): 1~3
- [2] 吕福亮, 赵宗举, 李大成. 华北地区古生界海相油气潜力分析. 海相油气地质, 2002, **7**(1): 29~30  
Lu F L, Zhao Z J, Li D C. Hydrocarbon potential of paleozoic marine sequence in northern China. *Marine Origin Petroleum Geology* (in Chinese), 2002, **7**(1): 29~30
- [3] 刘光鼎. 我国油气资源勘探开发中存在的主要问题及对策. 地球物理学进展, 2005, **20**(3): 4~11  
Liu G D. Main problems and countermeasures existed in exploring oil and gas resources in China. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2005, **20**(3): 4~11
- [4] 刘光鼎, 陈洁. 中国前新生代残留盆地油气勘探难点分析及对策. 地球物理学进展, 2005, **20**(2): 273~275  
Liu G D, Chen J. Analysis of difficulties in gas-petroleum prospecting in Chinese Pre-cenozoic relic basin and the corresponding solutions. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2005, **20**(2): 273~275
- [5] 刘光鼎. 前新生代海相残留盆地. 地球物理进展, 2001, **16**(2): 1~6  
Liu G D. Pre-cenozoic marine residual basins. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2001, **16**(2): 1~6
- [6] 翟光明, 何文渊. 渤海湾盆地资源潜力和进一步勘探方向探讨. 石油学报, 2002, **23**(1): 1~5  
Zhai G M, He W Y. Potential resources and future exploration orientation in bohai bay basin. *Acta Petrolei Sinica* (in Chinese), 2002, **23**(1): 1~5
- [7] 金之钧. 中国典型叠合盆地及其油气成藏研究新进展(之一)—叠合盆地划分与研究方法. 石油与天然气地质, 2005, **26**(5): 553~562  
Jin Z J. New advancement in research of China's typical superimposed basins and reservoiring (Part I): classification and research methods of superimposed basins. *Oil & Geology* (in Chinese), 2005, **26**(5): 553~562
- [8] 杨池银, 张一伟. 黄骅地区叠合盆地演化与潜山油气聚集. 石油勘探与开发, 2003, **30**(6): 8~12  
Yang C Y, Zhang Y W. Huanghua superimposed basin evolution and oil & gas accumulation in buried hill. *Petroleum Exploration and Development* (in Chinese), 2003, **30**(6): 8~12
- [9] 漆家福. 渤海湾新生代盆地的两种构造系统及其成因解释. 中国地质, 2004, **31**(1): 15~22  
Qi J F. Two tectonic systems in the Cenozoic Bohai Bay basin and their genetic interpretation. *Chinese Geology* (in Chinese), 2004, **31**(1): 15~22
- [10] 郝天珧, 徐亚, 周立宏等. 前新生代残留盆地宏观分布的综合地球物理研究—以大港地区为例. 地球物理学报, 2008, **51**(2): 491~502  
Hao T Y, Xu Y, Zhou L H, et al. Integrated geophysical research on macroscopic distribution of Pre-Cenozoic residual basins—A case in Dagang area. *Chinese J. Geophys.* (in Chinese), 2008, **51**(2): 491~502
- [11] 徐亚, 郝天珧, 戴明刚等. 渤海残留盆地分布综合地球物理研究. 地球物理学报, 2007, **50**(3): 868~881  
Xu Y, Hao T Y, Dai M G, et al. Integrated geophysics research on distribution of residual basins of Bohai Sea. *Chinese J. Geophys.* (in Chinese), 2007, **50**(3): 868~881
- [12] 刘丽峰, 郝天珧, 江为等为. 大港探区综合地质地球物理研究. 地球物理学进展, 2003, **18**(2): 317~322  
Liu L F, Hao T Y, Jiang W W, et al. Comprehensive geophysics research in Dagang prospecting area. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2003, **18**(2): 317~322
- [13] 杜旭东, 陆克政, 付立新. 大港探区中生代盆地构造特征及演化. 石油实验地质, 2000, **22**(2): 125~130.  
Du X D, Lu K Z, Fu L X. Evolution and tectonic characteristics of the Mesozoic basin in dagang prospect area. *Experimental Petroleum Geology* (in Chinese), 2000, **22**(2): 125~130
- [14] 李洪革, 杜旭东, 陆克政等. 渤海湾地区中西部中生代构造特征及演化. 石油大学学报(自然科学版), 1999, **23**(3): 1~5  
Li H G, Du X D, Lu K Z, et al. Evolution and structural characteristics of the Mesozoic era in the central. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Natural Science)* (in Chinese), 1999, **23**(3): 1~5
- [15] 翟明国, 郭敬辉, 赵太平. 新太古-古元古代华北陆块构造演化的研究进展. 前寒武纪研究进展, 2001, **24**(1): 17~27  
Zhai M G, Guo J H, Zhao T P. Study advances of Neoproterozoic-Paleoproterozoic tectonic evolution in the north china craton. *Progress in Precambrian Research* (in Chinese), 2001, **24**(1): 17~27
- [16] 周建生, 杨长春. 渤海湾地区前第三系构造样式分布特征研究. 地球物理学进展, 2007, **22**(5): 1416~1426  
Zhou J S, Yang C C. A study of pre-tertiary structural characteristic and evolution in the Bohai bay region. *Progress of Geophysics* (in Chinese), 2007, **22**(5): 1416~1426
- [17] 魏文博, 叶高峰, 金胜等. 华北地区东部岩石圈导电性结构研究——减薄的华北岩石圈特点. 地学前缘, 2008, **15**(4): 204~216  
Wei W B, Ye G F, J S, et al. Geoelectric structure of lithosphere beneath eastern North China: features of thinned lithosphere from magnetotelluric soundings. *Earth Science Frontiers* (in Chinese), 2008, **15**(4): 204~216
- [18] 周立宏, 李三忠, 赵国春等. 华北克拉通中东部基底构造单元的重磁特征. 地球物理学进展, 2004, **19**(1): 91~99  
Zhou L H, Li S Z, Zhao G C, et al. Gravity and magnetic features of crystalline basement in the central and Eastern North China Craton. *Progress in Geophysics* (in Chinese), 2004, **19**(1): 91~99
- [19] 胡桂明. 华北陆台北缘前寒武纪基底构造与陆台演化. 地质找



矿论丛,1999,**14**(3):1~9

Hu G M, Precambrian basemental structure and continental platform evolution in the north margin area of the china platform. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research* (in Chinese),1999,**14**(3):1~9

- [20] 嘉世旭,张先康,方盛明. 华北裂陷盆地不同块体地壳结构及演化研究. *地学前缘*,2001,**8**(2):259~266

Jia S X, Zhang X K, Fang S M. Research on the crustal structural structure and evolution of different blocks in north

china rift-depression basin. *Earth Science Frontiers* (in Chinese), 2001,**8**(2):259~266

- [21] 李江海,钱祥麟,黄雄南等. 华北陆块基底构造格局及早期大陆克拉通化过程. *岩石学报*,2000,**16**(1):1~10

Li J H, Qian X L, Huang X N, et al. Tectonic framework of North China Block and its cratonization in the early Precambrian. *Acta Petrologica Sinica* (in Chinese),2000,**16**(1):1~10

(本文编辑 汪海英)