

渤海第三纪裂谷扩张的地球物理分析*

刘光夏

(国家地震局地球物理勘探中心, 郑州 450003)

赵文俊 李志雄

(海南省地震局, 海口 570003)

张先

(国家地震局地球物理勘探中心, 郑州 450003)

摘要 根据重磁计算的结果, 对渤海第三纪裂谷扩张问题做了分析。在研究中还注意参考了渤海地热流和地壳上地幔电性高导层抬升的研究成果。认为由于深部岩浆的上涌, 在渤海及其相邻的陆地共有渤中、渤海湾、庙西、辽东湾和垦利 5 个较大的地幔柱拱起, 它们在华北新生代拗陷区形成了一个走向明显、形态独特、规模较大而又相对集中的地幔柱群。

主题词: 渤海 第三纪 裂谷作用 重力异常 地幔对流 热柱

1 地质背景

从地形上看, 渤海实际上是北黄海延伸入华北平原的一个海湾。渤海四周都具有太古代和下元古代的结晶基底以及巨厚的中晚元古代盖层。早古生界为海相碳酸岩和碎屑岩建造; 晚古生界是滨海转陆相的含煤建造; 侏罗—白垩系则为陆相火山岩、碎屑岩及类磨拉石建造。

在第三纪, 渤海地区断裂活动剧烈, 其四周形成了众多的隆起和断陷盆地: 北部为太古界迁西群出露的山海关隆起; 黄骅拗陷从西部, 济阳拗陷从南部, 下辽河拗陷从东北部延伸入渤海; 东部是胶辽隆起。早第三纪的沉积在渤中海域达 6200 m, 并夹多层玄武岩。晚第三纪断裂的差异运动有所减弱, 但在渤中、渤海湾, 第三纪和第四纪的沉积厚度仍达 3000—5000 m (图 1)。

2 布格重力异常、深部重力异常、地壳厚度

对于渤海周围的陆地部分, 使用了地质矿产部物化探局编制的北京幅 (K-50)、沈阳市幅 (J-51) 和旅大幅 (K-51) 等 1:100 万布格重力异常图。在海区使用了海军测绘研究所 1993 年的成果。部分海域还使用了渤海石油公司的资料。对上述几部分资料都采用了波茨坦重力系统进行计算和用 1901—1909 年赫尔默特正常重力公式进行校正。所以各部分衔接良好, 资料

* 地震科学联合基金会资助课题

本文 1995 年 7 月 10 日收到。

第一作者简介: 刘光夏, 男, 63 岁, 研究员, 主要从事深部地质和地震地质研究工作。

可靠。

渤海的布格异常均为正值。庙岛群岛以北和以东异常值达 $50 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, 为全区最高值; 山海关、黄县海域以及北镇次之, 为 $40 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$; 渤中、辽东、山东半岛为 $10\text{--}30 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$; 渤海湾、辽东湾降至 $0\text{--}20 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ (图 2)。

图 3 给出了渤海的深部重力异常。通过三维重力正演计算, 把巨厚的沉积层 (表 1) 对布格异常的影响一一消除, 得到了深部重力异常。依沉积物的厚度累计, 深部重力异常大致反应了太古界底界面到莫霍面之间的中、下地壳介质的密度变化。关于正演的方法及误差计算, 请参阅文献 [1 和 [2], 本文不再赘述。与图 2 相比, 深部重力异常的面貌发生了很大的变化。

2.1 关于深部重力异常的高值区

在渤海及其邻近的陆地, 若以深部重力异常值 ($160 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 以上) 来取舍, 则发现渤中、渤海湾、庙西、辽东湾和垦利是 5 个深部重力异常的高值区。它们的范围不等, 但较为集

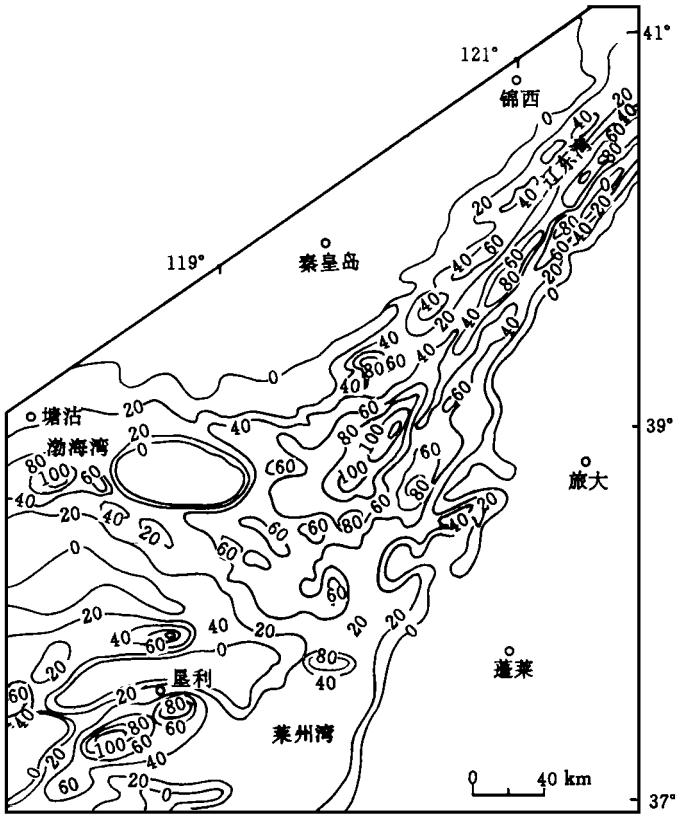


图 1 渤海新生界厚度图 (单位: 10^3 m)¹⁾

Fig. 1 The thickness of Cenozoic group in Bohai Sea.

表 1 主要地质密度层的厚度 (m) (根据渤海石油公司, 1983)

分 区	新生界	中生界	古生界	中、上 元古界	下元古、 太古界	累 计
山海关	0	0	0	0	7 000	7 000
渤 中	12 000	4 000	1 400	3 000	3 000	21 400
渤海湾	8 600	1 500	1 200	1 000	3 000	15 300
辽东湾	7 400	2 000	1 000	2 000	2 000	14 400
莱州湾	4 000	2 000	500	0	3 000	9 500
北镇、垦利	10 000	500	1 200	0	3 000	11 300
胶 辽	0	500	0	0	5 000	5 500

1)根据渤海石油公司设计院 1983年工作成果简化。

4)刘光夏,等.渤海居里等温面研究.地震地质,待刊.

研究的结果对应得很好.

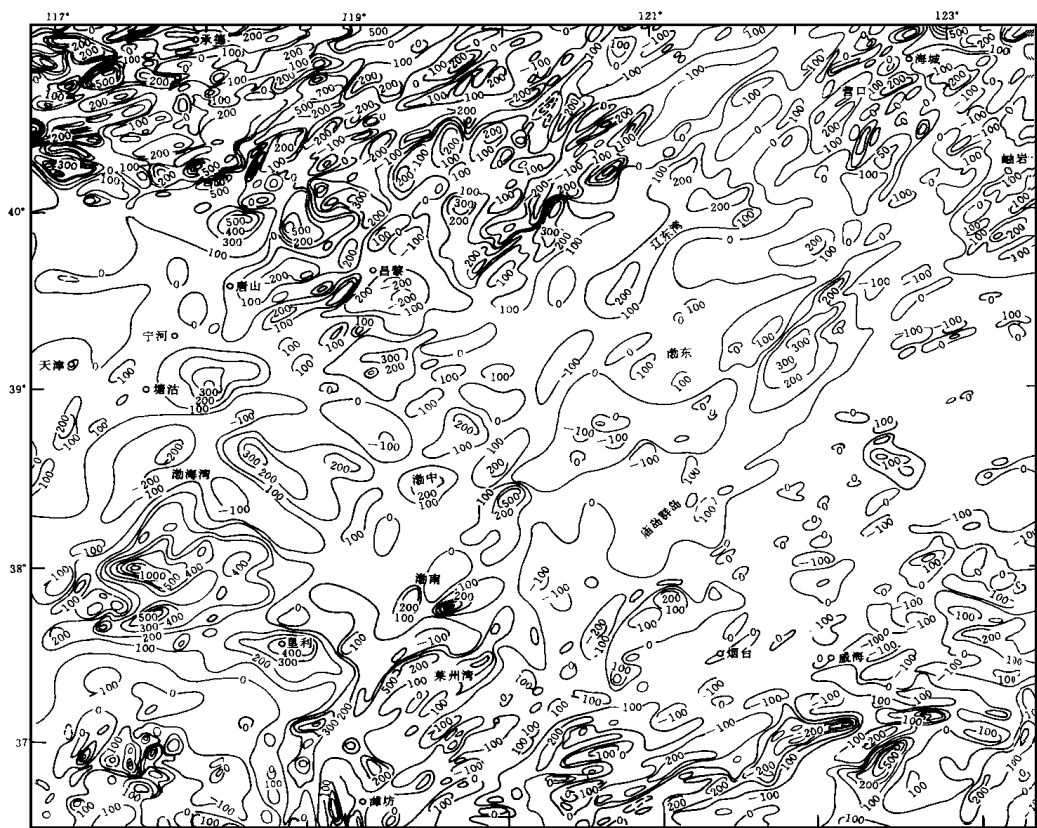


图 4 渤海及周边地区航磁异常图 (根据地矿部航磁大队 1979 年工作成果简化)

Fig. 4 Aeromagnetic anomalies of Bohai Sea and its surrounding regions.

表 2 渤海地幔柱一览表

编 号	名 称	重力异常 (10 ^{- 5} m/s ²)		地壳厚度 (km)	居里面深度 (km)	地热流值 (mw /m ²)	壳 幔电性 高导层深度 (km)	地质构造
I	渤中	30	280	25 ¹⁾	13 ²⁾	98. 8 ^[5]	17/50 ^[8]	渤中拗陷
II	渤海湾	0- 20	180	27 ¹⁾	16 ²⁾	63. 2 77. 8 ^[5]	17/50 ^[8]	黄骅拗陷
III	庙西	10	190	26 ¹⁾	18 ²⁾	74. 5 ^[6]	17/55 ^[8]	渤东拗陷
IV	辽东湾	0- 20 30- 40	160	28- 30 ¹⁾	16 ²⁾	82. 0 (盘山) ^[7] 68. 2(大洼) ^[7]	17/55 ^[8]	下辽河拗陷
V	垦利	0- 10	180	27 ¹⁾	17 ²⁾	76. 6 ^[5]	17/55 ^[8]	济阳拗陷

1) 刘光夏,等.渤海地壳厚度研究.物探与化探,待刊.

2)刘光夏,等.渤海及邻区居里等温面研究.地震地质,待刊.

4.1 地热流值

渤中的地热流值为 98.8 mw/m^2 , 是全区最高值, 其余 4 处深部重力高一居里面上拱区的地热流值也都远远高于变质基底出露区的热流值 30.0 mw/m^2 , 并且远远高于稳定地区的平均热流值 (小于 41.8 mw/m^2).

4.2 壳幔电性高导层

文献 [8] 根据大地电磁测深数据和平均热流值的计算, 给出了渤海地区地壳及上地幔高导层的深度. 从表 2 中可以看出, 渤中等 5 个深部重力高值区的地壳厚度、居里等温面以至壳幔电性高导层的深度都较浅, 而地热流值却较高, 在地质构造上都属于新生代较深的拗陷区. 总之, 重力、航磁、地热和电性特征等多种地球物理结果较为一致地显示, 渤海及邻近的陆地存在着新生代地幔柱群.

5 讨论及结论

(1) 根据以上的论述, 可以认为, 渤海地区的重力、航磁异常是同源的, 皆源于第三纪地壳和上地幔隆起和深部物质上涌.

(2) 几个深部重力高值区也是上地幔隆起区, 都具有较强的方向性, 主要有北北东和北西西向二组. 前者由莱州湾经渤中至辽东湾 (郯庐断裂带的渤海部分), 均匀地把渤海分成二部分: 东部为胶辽古陆隆起, 深部重力异常值小而稳定; 西部为华北拗陷区, 深部重力异常值大而不稳定, 二组上地幔隆起的交汇地带就在渤中海域.

(3) 渤海裂谷扩张的方向以北北东 (莱州湾至渤中) 转北东向 (渤中至辽东湾) 为主. 扩张和地幔上涌的高潮与华北拗陷区一样, 也在始新世和渐新世, 但中新世和上新世仍有活动. 表现在渤中、渤海湾、辽东湾的上第三系仍有 $3000\sim 5000 \text{ m}$ 的厚度, 多处发现携带幔源物质的玄武岩, 贯穿整个第三系甚至下更新统⁵⁾. 看来, 渤海裂谷的扩张活动与华北拗陷区同时开始, 但直至上新世末和更新世初才结束.

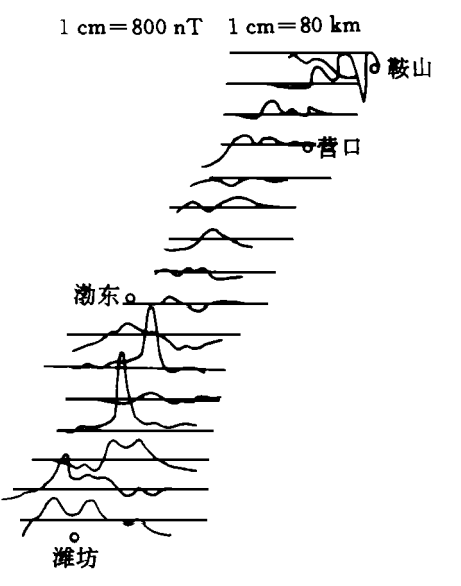


图 5 郯庐断裂带渤海段磁异常平剖面示意图 (根据文献 [3])

Fig. 5 The aeromagnetic anomalies shown by plane and profile of the Bohai Sea segment of Tancheng- Lujiang faulting zone.

5) 渤海石油公司, 渤海西部勘探成果报告, 1991.

参考文献

- 1 赵文俊,郑书真,黄桂芳,朱秀华.京津唐地区的地壳厚度.地震科学研究,1983,(3): 1- 3.
- 2 赵文俊,郑书真,黄桂芳,方盛明.豫鲁皖部分地区的地壳厚度.华北地震科学,1987,5(1): 1- 8.
- 3 李嘉琪.决定渤海重磁力异常特征的主要地质因素.海洋地质与第四纪地质,1984,4(4): 25- 32.
- 4 管志宁,安玉林.三维磁性层反演方法.地球物理学报,1990,33(专辑II), 265- 278.
- 5 吴乾蕃,谢毅真,解政文,张汝惠,刘明.华北平原及其邻区地热初步研究.地震科学研究,1984,(3): 29- 35.
- 6 陈墨香.华北地热.北京:科学出版社,1988.
- 7 张汝惠,武冀新,张晚霞.辽宁南部的大地热流及岩石圈热结构.中国地震,1991,17(3): 11- 24.
- 8 马杏垣.中国岩石圈动力学地图集.北京:地图出版社,1989.

**GEOPHYSICAL ANALYSIS ON THE TERTIARY RIFT
VALLEY EXPANDING OF BOHAI SEA***

Liu Guangxia

(*Research Center of Exploration Geophysics, SSB, Zhengzhou 450003*)

Zhao Wenjun Li Zhixiong

(*Seismological Bureau of Hainan Province, Haikou 570003*)

Zhang Xian

(*Research Center of Exploration Geophysics, SSB, Zhengzhou 450003*)

Abstract

In this paper, an analysis has been carried out on the problem of the Tertiary Rift Valley Expanding of Bohai Sea based upon gravity-aeromagnetic calculation. Some research results from geothermal heat flow values and the electrical high conductivity layer's upwelling in crust and upper mantle have been referenced in the study. It is considered that there were five big mantle upwellings such as Bozhong, Bohai Bay, Miaoxi, Liaodong Bay and Kenli etc. in the Bohai Sea and its surrounding continent, which formed a group of mantle plumes with clear strike, distinctive shape, big scope and relative assembling character in Cenozoic down-warping region of North China due to the deep seated magma's upmotion.

Key words Bohai, Tertiary, Rifting, Gravity anomaly, Mantle convection, Plume

* Project supported by the Joint Earthquake Science Foundation.