

· 专题研究 ·

北京地堑的综合研究

郑 怡 刘延忠

(北京市地矿局)

提要: 通过多种物探和钻探手段揭示了, 隐伏于北京平原早第三纪以来形成的北京地堑构造, 属典型大陆地堑性质。

北京平原地区属中国东部盆地系的一个组成部分。近年来, 围绕首都城市建设, 找矿、热水勘探, 地震研究等, 又做了许多综合物探和钻探工作, 使我们加深了对隐伏于北京平原下的北京地堑的认识。

一、北京地堑的结构特征

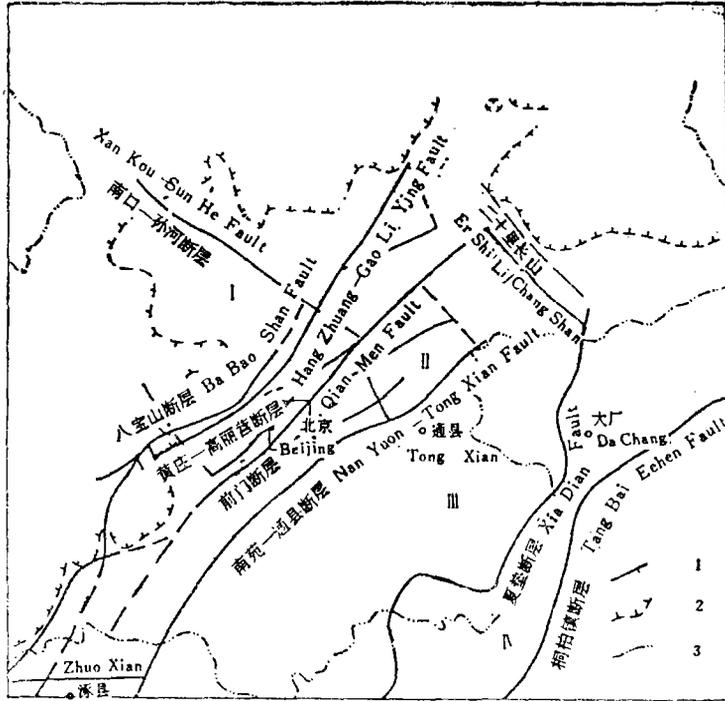
50年代至60年代中期, 物探和钻探工作初步揭示了北京平原第四纪沉积物下的构造轮廓, 具有走向北东的所谓两隆一凹的特点, 西为京西隆起, 东为大兴隆起, 其间为北京凹陷, 两侧分别为一对大致平行的南苑—通县断层和黄庄—高丽营断层(图1)。

近年来, 为平原找水、石油和地热的勘探开发, 以及地震地质研究等目的, 又做了大量工作, 证明北京地区浅层构造属于典型的地堑构造, 在结构上表现有以下特点:

在结构上控制北京凹陷与两侧隆起间的边界断层, 南苑—通县断层和黄庄—高丽营断层, 为两组在早期挤压断层基础上发育的阶梯式正断层, 基底断距达2000m左右, 北京凹陷实质系新生代以来的地堑结构, 轴向北东, 延伸约100km, 南、北为涿县和顺义北东东及北西向断层所截, 地堑宽约15~25km, 在卫星影像上有很清楚的显示, 表明北京地堑的活动尚在继续, 被地震和形变测量资料所证实(图2)。

北京地堑在晚燕山运动之后, 历经晚白垩世至古新世的剥蚀作用, 始新世后迅速发育起来的, 这与我国华北主要地堑构造形成于早第三纪, 可延续至晚第三纪时期大体一致。地堑内沉积中心一般偏向断层附近, 如老第三纪沉积中心偏靠西部边界断层, 新第三纪最大厚度仍靠近西侧断层, 说明有断边沉积的特点, 且断距随深度增加而增大, 具有生长断层的性质。沉积物粒度从始新统砾岩层开始, 往上过渡为砂页岩, 直到中—上新世早期的粉砂岩和泥岩, 有从粗变细的趋势, 更往上则又出现砾岩层, 反映早期快速裂开, 而后经过一段缓慢发展阶段, 约在上新世时期又经过一次新的加速活动。

特别引人注目的是在第三纪地层中, 含有多期火山喷发物, 主要为早期的拉斑玄武岩, 同位素地质年龄为28.5~57.13Ma^[4], 相当于始—渐新世时期; 晚期中、上新世为碱性橄辉玄武岩, 大致属于华北晚第三纪沿太行山重力梯度带岩浆岩带, 与地幔活动有关^[5], 均应属裂谷型岩浆活动, 并有大陆向大洋过渡的色彩, 据温度压力推算, 应来自浅层部分



北京地区主要断层
 1 MAIN FAULTS IN BEIJING
 山区平原交界线
 2 BOUNDARY BETWEEN MOUNTAIN RANGE AND PLAIN
 北京市界线
 3 BOUNDARY OF BEIJING CITY
 京西北地垒 I West Beijing Horst
 北京地堑 II Beijing Graben
 大兴地垒 III Daxing Horst
 大厂地堑 IV Dachang Graben

图 1 北京地堑平面图

Fig. 1. Plan of the Beijing graben.

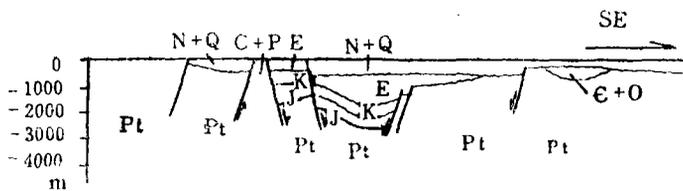


图 2 北京地堑剖面图

Fig. 2. Cross Section the Beijing graben.

熔融的上地幔，这些事实说明，伴随北京地堑的发生与发展有来自上地幔的深部物质参与和显著的热活动，具有裂谷岩浆活动特征，在华北地区也是有代表意义的。

二、北京地堑的地壳与上地幔结构

北京地堑具有典型大陆裂谷的一般地壳与上地幔特征。

重力场方面：北京及其邻近地区的布伽和均衡重力异常清楚的表现有北东向带状延伸的重力高与重力低相间排列，重力高大体为隆起和地垒对应，北京地堑相对处于重力低⁽⁶⁾

(图3)。

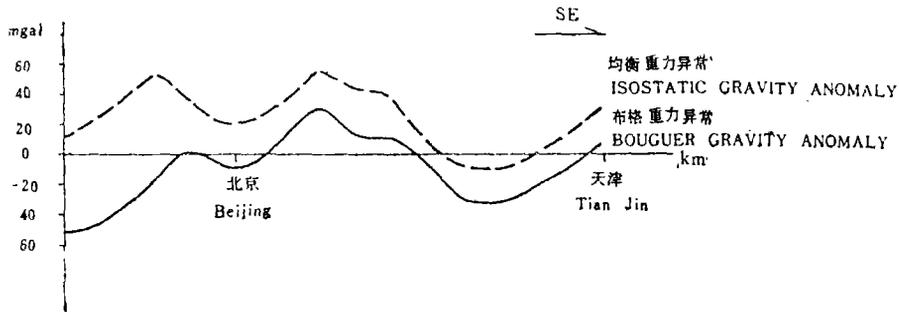


图3 北京地堑重力异常剖面图

Fig. 3. Gravity anomaly profile in the Beijing graben.

地震方面：根据工业爆破和天然地震资料求得北京附近为一莫霍面隆起，轴向北东，轴部略偏于北京地堑西北侧，地壳厚度34~35 km，向北部及西部山区，地壳厚度快速加大，分别为37~38 km和39~40 km^[8]。本区Pn波速度为7.85~7.9 km/t^①，低于稳定地区的8.0~8.2 km/t的Pn波速，具有典型的活动构造区的Pn波速性质，与莫霍面隆起相对应，表明地幔顶部物质的密度可能较正常地幔低，或存在部分熔融，这与上地幔低阻层和居里面均较浅，热流值偏高是一致的（图4）。

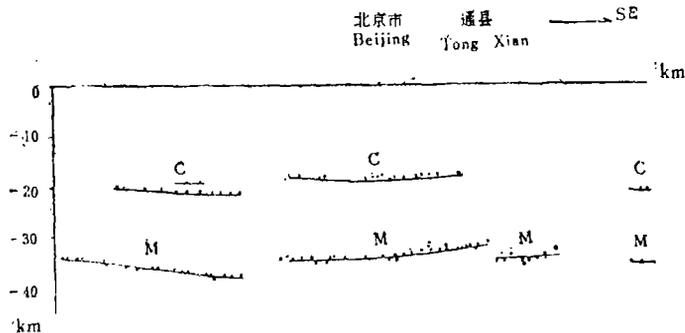


图4 北京地堑地震剖

Fig. 4. Seismic profile of the Beijing graben.

大地电磁测深方面：北京地堑及其附近在深20 km左右存在着1~2 km厚的壳内低阻层，在40~60 km深处，存在上地幔低阻层^[9]，暗示北京地区的岩石圈厚度有明显减薄，具典型的大陆裂谷区或活动构造区的地壳及上地幔结构特征。

居里等温面方面：北京地堑的居里等温面梯度线呈北东走向，地堑下的居里等温面明显较东、西两侧浅^[10]（图5），地堑深部较热。

大地热流方面：北京地区少量实测大地热流值初步表明在1.8~1.95 HFU^[11]，明显高于全球平均热流值1.5 HFU，高热流异常与Pn波速减小，上地幔存在低阻层和居里面偏浅是完全一致的。

① 据张家茹、宋仲和等。

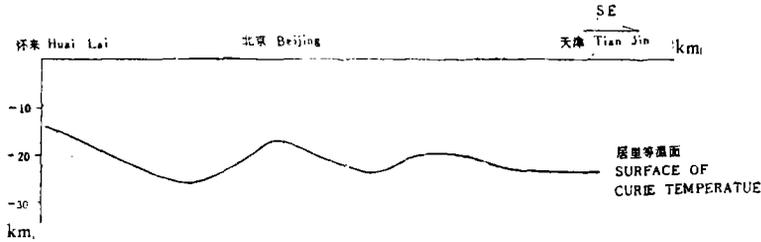


图 5 北京地堑居里等温面埋深剖面图

Fig. 5. Section showing the burial depth of the Curie isothermal surface of the Beijing graben.

综上所述,北京地堑重力场低,上地幔隆起,地壳减薄,低阻层和居里等温面较浅、热流值较高、岩石圈减薄,地堑演化伴有年青橄榄玄武岩和拉斑玄武岩,所有这些特征,都具有世界典型大陆裂谷的地壳和上地幔特征,同时表明,北京地堑是地壳与上地幔相互作用下热活动和引张应力环境下的产物。

三、北京地堑的现代活动性

据地震、形变测量和地热显示等资料表明,北京地堑至今仍在活动。

地震活动性:北京处于华北地震活动区,无论在历史上或近代都有地震活动记录。西边界断层附近曾发生过1930年北京西郊6.1/6级地震,近代小震活动的震源深度大致以其为界,断层东西两侧迥然不同,西侧一般深度在10km以内,东侧北京地堑内一般在10~15 km,几乎没有浅于10km的地震。东边界断层附近,发生过1665年的通县6.1/2级地震,近代小震活动一般较深,多在20km以下。表明东、西边界断层均是控制地震活动的主要边界,地震活动性总的面貌是,两肩较活动,特别是西部小震更活跃,而北京地堑内的地震活动相对较弱^①。根据弱震资料求平均应力场,与华北地区基本一致,p轴为北东东,T轴为北北西向^②。

地形变:北京地区1966~1978年垂直形变的基本面貌,等值线是北东—北北东向,大体与北京地堑的方向一致,尽管受北西向构造活动干扰,但地堑两肩相对隆起,中央下降的趋势还是明显的^③。地堑东、西边界断层,均显示正断层下滑,按三角测量资料推算,北京地区地壳处于张性应变为主^④。虽然实际情况比较复杂,但上述基本资料意味着北京地堑的继承性现代引张活动还是十分明显的。

地热活动显示:北京地区地下热水可能属地表水深循环补给,但是北京地堑及邻近地区的地热梯度一般在3~6℃/100m,个别地区发现高达12~16℃/100m,地堑中热水温度可达37~50℃,东北部小汤山温泉水温在40~50℃,意味着北京附近深部有热活动。

① 许绍,1980,北京地区地震活动的构造特征。

② 许忠淮,1980,京津唐张地区小地震的平均释放应力场。

③ 孙铁珊,1980,北京地区的垂直形变。

④ 张存德等,1980,北京平原和延怀地区的现代构造运动与现代应力场。

四、研究北京地堑的意义

对北京地堑的研究主要有以下三方面意义。

(一) 隐伏于北京平原下的北京地堑构造是老第三纪时期整个华北、甚至整个中国东部发生大陆裂谷作用时形成的产物,北京地堑虽规模不算大,但具有典型大陆裂谷的一系列特征,因此研究北京地堑对于进一步认识大陆裂谷成因,以及整个华北盆地裂谷作用的地球动力学过程,将是一个典例。

(二) 晚新生代以来的活动地堑构造,也是华北地区的重要发震构造^[12],通过对北京地堑现代活动构造的研究,对进一步指导地震研究和预报都将是有意义的。

(三) 北京地区的热水资源以及地下水深循环的通道与地堑构造的结构演化及最新活动有密切联系,除地下水深循环外,是否存在浅层热源,也是吸引人的课题。

总之,北京地堑具有典型大陆地堑构造的基本特征,工作程度相对较高,为深入研究大陆裂谷的某些基本问题,提供了有利条件。

参 考 文 献

- [1] 高名修, 1983, 中国东部盆地系与美国西部盆地山脉构造对比及其成因机制探讨。朱夏主编, 中国中生代盆地构造和演化, 科学出版社。
- [2] 马杏垣等, 1983, 中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造, 地质学报, Vol. 57, No. 1.
- [3] 彭一民等, 1981, 北京平原区同生断裂的某些特征及其研究意义, Vol. 3, No. 2.
- [4] 郑学正等, 1978, 我国新生代玄武岩岩石化学的一些探讨, 地质科学, No. 3.
- [5] 刘若新等, 1981, 华北地区新生代碱性玄武岩中超镁铁质捕虏体的初步研究, 地震地质, Vol. 3, No. 3, 4.
- [6] 殷秀华等, 1982, 华北北部均衡重力异常的初步研究, 地震地质, Vol. 4, No. 4.
- [7] R. Meissner, 1973, The Moho as a transition Zone, Geophysical Surveys, Vol. 1, No. 2.
- [8] 滕吉文等, 1979, 北京、天津、唐山和张家口地区的地壳结构, 地球物理学报, Vol. 22, No. 3.
- [9] 顾群等, 1980, 华北、西北一些地区地壳和上地幔内高导层, 地震地质, Vol. 2, No. 2.
- [10] 郝书俭等, 1982, 京津唐地区居里等温面及其与地震的关系, 地球物理学报, Vol. 25, No. 3.
- [11] 中国科学院地质研究所地热组, 1978, 华北大地热流, 地热研究论文集, 科学出版社。
- [12] 高名修, 1979, 华北块断构造的现代引张应力场, 地震地质, Vol. 1, No. 2.

THE BEIJING GRABEN—A SYNTHETIC STUDY

Zheng Yi and Liu Yanzhong

Abstract

Through a synthetic study of the geological and geophysical data from the strata below the Quaternary sediments in the Beijing plain, the authors found a typical hidden graben striking NE, which is bounded by step normal faults. On its eastern and western sides lie the Daxing uplift and the Western Beijing uplift. Along the boundary faults there occur polyphase Cenozoic tholeiite of continental rift type derived from the upper mantle. The geophysical field has revealed that the Bouguer anomaly and the isostatic gravity anomaly strike parallel to the strike of the graben and that two gravity highs and one gravity low are arranged alternatively, with the latter sandwiched in between the formers. As revealed by the deep seismic sounding the Moho below the crust is a bit higher in level, the crust is generally 34—35km thick and thickens towards both sides, and the boundary faults are discontinuous, the velocity Pn wave is slightly lower, and the terrestrial heat flow is high, averaging 1.8—1.95 HFU. The telluric electro-magnetic sounding has reflected that there exists an intracrust low-resistivity layer at a depth of about 20 km and an upper mantle low-resistivity at 40—60km. The Curie isothermal surface in the axial region of the graben is obviously shallower than at both sides of it. All the data show that the Beijing graben exhibits the geology, geophysical field and features of the crust and upper mantle of a typical continental rift, so is the product of the extensional environment, and the inherited extension is still active now.