

# 山东胶莱拗陷及其周围地区深部构造 和表层构造的演化规律

王征东 赵培海

(山东省地质矿产局物探队)

本文试图以板块构造学说为基础,就山东各大地构造单元的重磁场特征,利用几何、物理方法来探讨其深部构造形成规律及其与表层构造现象的内在联系。所提出的问题仅供参考,并希望能得到更广泛的争议和讨论。在此,我们将陆续发表山东各大地构造单元的区域重磁场特征及深部构造机制解释意见。不当之处,请批评指正。

## 一、前言

根据山东大地构造单元的划分,沂沭断裂带(郯庐断裂山东境内段)以东称为鲁东隆起区,以往多数人认为本区从元古代至古生代一直是隆起并遭受剥蚀的古老地块。其结晶基底的形成晚于沂沭断裂带以西的鲁西隆起区,而转化过程、形变特征和混合岩化、花岗岩化程度等均与鲁西隆起区有明显差异<sup>〔1〕</sup>。总之,两者的地质构造特征是有明显区别的。在中、新生代时期,太平洋西岸由于太平洋板块向亚洲板块俯冲挤压,致使鲁东隆起区的基底壳层发生了大规模的破裂,特别受沂沭断裂带强烈活动影响,形成现今的胶北凸起,胶南凸起和夹于两者之间的胶莱拗陷,在拗陷内沉积了大于7000米厚的杂色碎屑岩和中基性火山岩系。

胶莱拗陷在鲁东基岩裸露区是一个较大的中新生代盆地,对其形成机制地质界有几种说法,主要意见认为它受断裂构造控制,称断陷盆地;或者继承基底复式向斜构造逐渐发展而成<sup>〔2〕</sup>。我们认为上述意见都没能触及拗陷演化、形成的本质和深部构造与表层构造间的内在联系。对于一个正确的地质结论,不能停留在表面事物的观察,应能解释主要矛盾及它们之间的相互联系。笔者在研究深部构造的同时,对拗陷区表层横向逆断层的产生、沉积岩层的倾斜规律、中生代花岗岩的形成机制,尤其是对拗陷区的“反常”重磁场特征进行了系统研究和解释。

## 二、胶莱拗陷重磁场特征及其地质解释

### (一) 区域重磁场特征

由山东现有航磁资料可以看出(图1),胶莱拗陷及其周围分布有大片区域负磁场,磁场强度一般在 $-50 \sim -100 \gamma$ 之间波动,在此背景上,零星分布有北东向和东西向正负伴生的线状磁异常带,它们与拗陷区沿断裂分布的青山组中基性火山岩系基本吻合。胶莱拗陷的负磁场区南部与胶南凸起的杂乱磁场之间有较弱的串珠状正负磁场带,沿北东方向展布,其界线大致在郝官庄—山相家断裂附近。拗陷区北部与胶北凸起的平稳负磁场区连在一起,其间没有明显的分界线。

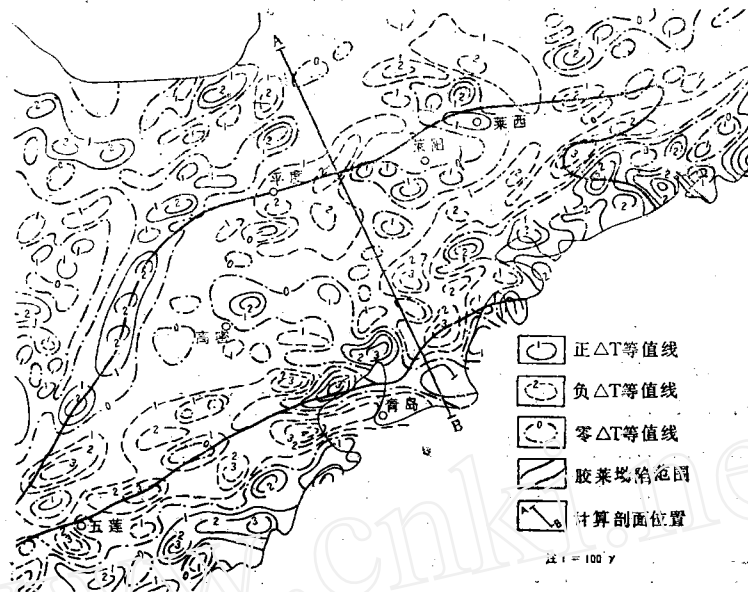


图1 山东胶莱拗陷及其周围地区 $\Delta T$ 磁场平面图  
1:200万

胶莱拗陷的重力场特征与磁场相反，在一片平稳升高重力场中，以20~50mg1等值线勾出的区域重力高与胶莱拗陷边界范围相当(图2)。重力等值线较平整，波动幅度不大，在平稳升高区域重力场中集中分布有局部重力异常多处，其形态多呈椭圆形、长轴状，走向北

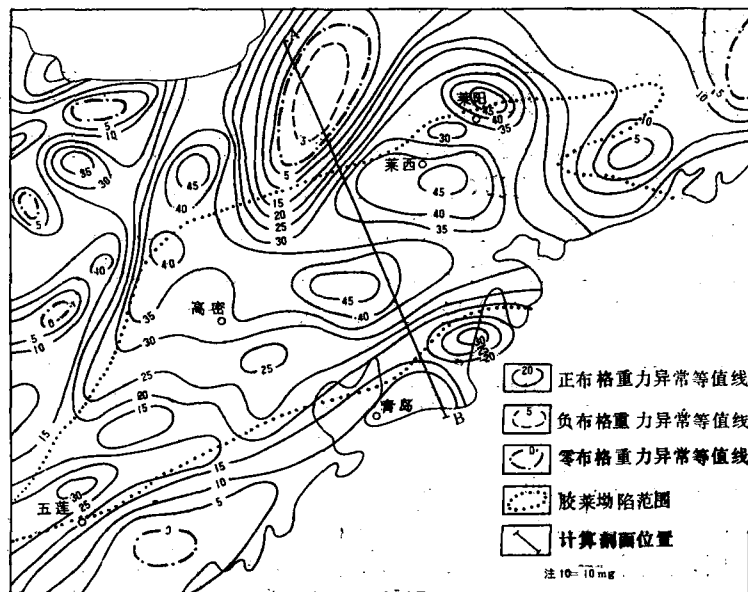


图2 山东胶莱拗陷及其周围地区布格重力异常平面图  
1:200万

东或近东西向,重力值在 $25\text{mg1}$ 以上,最高可达 $50\text{mg1}$ 。除这些局部重力异常外,在胶莱坳陷区升高区域重力场中尚不能形成单一的区域重力场中心。

胶莱坳陷升高区域重力场的另一特征是坳陷北缘与胶北凸起的接壤处重力场梯度变化较陡,约 $1\text{--}3\text{mg1/公里}$ ,梯度带走向不稳定,有南北向和东西向两组。南侧与胶南凸起的接壤处重力场梯度变化较缓,约 $1\text{mg1/公里}$ ,梯度带走向近北东向。而胶南、胶北两凸起的区域重力场都反映明显的区域重力低,最低可达 $-5\text{mg1}$ 。

## (二)地质解释

分析本区重磁场特征,对探索深部构造有重要意义。胶莱坳陷的区域重力高与胶莱坳陷的表层构造极其吻合,这一现象说明,对表层构造作用起重要影响的是本区的浅部构造面—康氏面(K),而与较深部的构造面—莫氏面(M)的关系不大。

根据对现代地球表层结构的认识<sup>[3]</sup>,地壳系指地幔以上的固体壳层,它通常包括较厚的玄武岩及花岗岩层(大洋壳缺失后者),也包括结晶基底和沉积盖层在内。地幔则由含橄榄岩成分的塑性或流塑性体组成。在地幔和地壳之间,有一层较薄的并具地幔和地壳性质的软流层。根据板块构造观点,现代地壳就在此软流层上作水平运动。

如果认为胶莱坳陷区重力高是由深部莫氏面(M)隆起引起的,那么由于在莫氏面之上花岗岩层之下有一层较厚玄武岩层的影响,区域重力高不可能恰与表层构造吻合得很好,胶莱坳陷与邻区构造分界线上重力梯度带应变缓或不明显,并且坳陷区应有单一的区域重力高。但上述现象在布格重力图上(图2)显示不清楚。此外,对地幔隆起的原因也很难解释。

整个胶莱坳陷除局部重力异常外,区域重力高几乎都很完整地连在一起,重力值的变化范围并不大,一般在 $20\text{--}30\text{mg1}$ 之间变动,曲线平整。由此反映区域重力高的较高密度体在坳陷区尚有一定的深度。

由本区地表物性参数可知,在胶莱坳陷及其周围分布较广、出露面积较大的主要有元古界胶东群(平均密度约 $2.71\text{克/厘米}^3$ )和粉子山群(平均密度为 $2.81\text{克/厘米}^3$ )变质岩,中生代花岗岩(平均密度约 $2.60\text{--}2.65\text{克/厘米}^3$ );中生界侏罗系砂页岩(平均密度约 $2.59\text{克/厘米}^3$ )、白垩系中酸性火山岩(平均密度约 $2.57\text{克/厘米}^3$ )和少量的玄武岩(平均密度约 $2.90\text{克/厘米}^3$ ),以及较薄的第三系及第四系冲积层(平均密度约 $2.20\text{--}2.40\text{克/厘米}^3$ )。上述参数表明,平均密度较大的岩层主要是元古界胶东群和粉子山群变质岩,它们广泛分布于胶北、胶南凸起上;另外密度大的少量中生代玄武岩分布于坳陷区及其周围,且与康氏面(K)下部的玄武岩层有直接亲缘关系。综合上述,推测胶莱坳陷区域重力高只能是康氏面(K)之下玄武岩层的高密度体引起,而不可能是莫氏面(M)之下更高密度体(含橄榄岩层)的反映。

但是玄武岩层的分布可能有如下几种情况:

1. 康氏面下部的玄武岩层沿着坳陷范围上涌,超覆于坳陷基底之上,其上又覆盖较薄的中、新生代沉积岩层,如图3—*a*所示。这种模式虽然能解释坳陷区出现的区域重力高,但由于高密度、高磁性的玄武岩层接近于地表时也将引起相应的区域磁力高。而实际上胶莱坳陷区除线性磁异常外,反映了平缓的磁力低。因此这种模式与实际情况不符。计算表明要引起

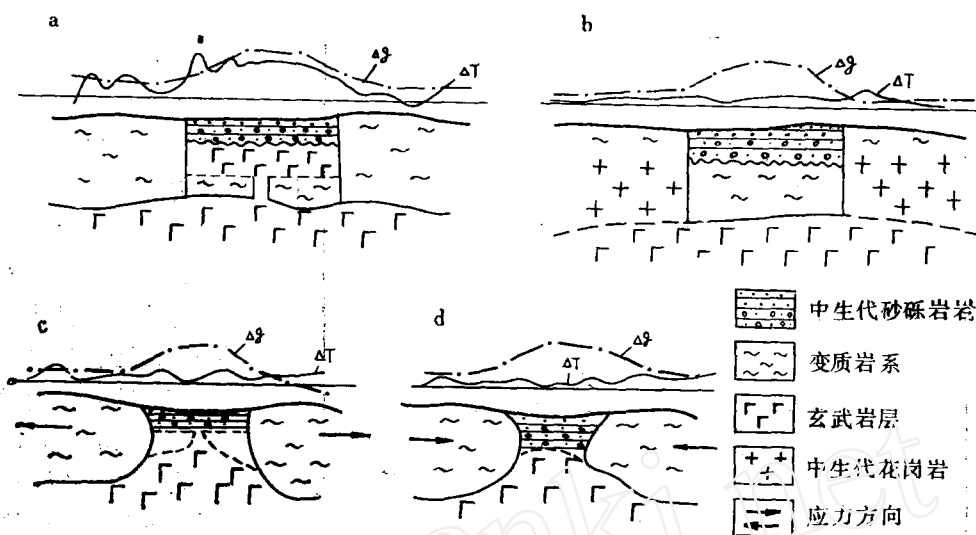


图3 山东胶莱拗陷玄武岩分布示意图

这样强度的区域重力高，近地表玄武岩层厚度约需2—3公里，最大要3—4公里。玄武岩层能否有这样大的超覆作用难以理解，况且玄武岩一旦喷出地表，其密度值降低，能否引起这样的区域重力高更值得考虑。

2. 胶莱拗陷基底是由密度较高的胶东群和粉子山群组成，拗陷两侧是由密度较低的中生代花岗岩组成，如图3—b所示，由于胶东群和粉子山群与中生代花岗岩平均密度仅有 $0.1\sim 0.2$ 克/厘米<sup>3</sup>的密度差，经计算，如果要引起胶莱拗陷那样的区域重力高，组成拗陷的结晶基底应有6—13公里厚，而拗陷区中、新生界最大厚度为2公里左右，这样的基底引起的区域重力场在拗陷边缘虽然有明显梯度界线，但仍不能解释拗陷深部基底变厚，大片玄武岩喷发的原因。因此这种模式仍使人难以接受。

3. 笔者认为胶莱拗陷的形成可能是由于原始陆壳张裂而变薄，使下伏玄武岩层上涌，同时伴随着地表岩层不断风化剥蚀的结果，如图3—c所示；或者两块不同的陆壳相互挤压所致，如图3—d所示。这两种模式实质上承认地壳在均衡与非均衡条件下的相互转化，也承认地壳在大规模水平运动时分裂或挤压，迫使康氏面之下玄武岩层上涌的结果。这样的构造机制是符合地球由热变冷的演变规律的。

这两种模式可称为大洋壳型的构造模式（玄武岩层之上缺失花岗岩层），同样能解释拗陷区的区域重力高和区域磁力低的物理场特征。众所周知，重力场一般能反映较深的构造层，具有一定规模的高密度玄武岩层即使只上涌到地表下7~8公里时，在重力场上仍然能明显地反映出来；与此相反，磁场一般反映较浅的构造层，故在距地表7~8公里具同样规模和较强磁性的玄武岩层就不能明显地反映出来。只是由于斜磁化，磁场迭加的结果，在北侧显示出区域性的磁力低，胶莱拗陷和胶北凸起的大片负磁场区很可能是这种原因引起的。

### （三）各种模式比较

为了进一步说明上述情况，我们选择胶莱拗陷中部（图1、2）的一条地质物探综合剖面（A—B）进行分析对比（图4）。如果按上述两种大洋壳型模式，选取下伏地质体为二度体

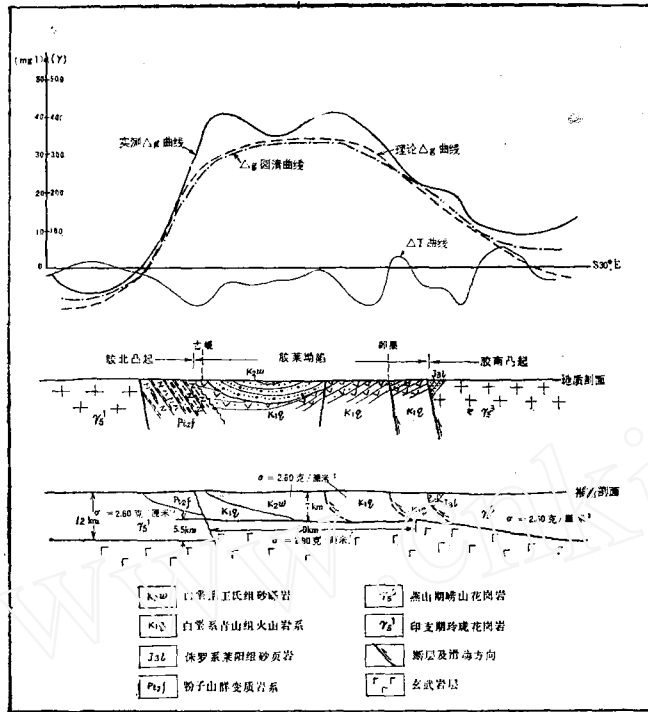


图4 山东胶莱拗陷中部地质物探综合剖面图

1:200万

存；而中生代地层之下直接接触的为玄武岩层，因此，胶莱拗陷应属张裂或挤压型拗陷。拗陷中区域重力高是由上涌的、具有一定深度的玄武岩引起。所以整个拗陷区具有大洋型地壳特征。

重力异常具多解性，当一定深度地质体中心质量不变时，只有改变地质体密度或体积才有可能使 $\Delta g$ 理论曲线与实测曲线相吻合。但在何种条件下地质体与围岩的密度差才是地质上所能接受？为了讨论方便，对图4中 $\Delta g$ 曲线剔除区域重力场中的局部异常，且使两侧对称，选取不同地质模式及密度差来计算理论曲线。经与实测曲线进行比较（图5）可以看出，各种理论曲线与实测曲线吻合得很好，图5中曲线1和2可视为胶东群和粉子山群变质岩与花岗岩的密度差（ $\Delta\sigma_1 = 0.1$ 克/厘米<sup>3</sup>， $\Delta\sigma_2 = 0.2$ 克/厘米<sup>3</sup>）所引起的 $\Delta g$ 曲线，则拗陷区变质岩系顶面的埋深为4—5公里，底面的埋深为13~15公里，变质岩的厚度可达7~10公里；曲线3是上地幔含橄榄岩层与花岗岩层的密度差<sup>〔4〕</sup>（ $\Delta\sigma_3 = 0.65$ 克/厘米<sup>3</sup>）引起的 $\Delta g$ 曲线，即由莫氏面隆起造成的，则顶面埋深为7公里，底面埋深为9公里。分析上述几种理论模式引起的 $\Delta g$ 曲线看出，胶莱拗陷形成只有4—5公里的深度，因而也就不可能有7~10公里厚的结晶基底存在，这与地质推测有矛盾。结合胶东区域构造分析，莫氏面隆起也不会达到地表下7公里深度。所以这些模式都不能为地质界所接受。而且用另外的方法推测，胶东地区莫氏面的埋深在30~40公里<sup>〔3〕</sup>〔4〕。我们选取固定地质体顶面为30公里，密度差为 $\Delta\sigma = 0.65$ 克/厘米<sup>3</sup>（相当于花岗岩与橄榄岩层的密度差）来计算 $\Delta g$ 理论曲线，则无论怎样

计算，其中各种物性参数如图4中所示，重力 $\Delta g$ 的理论曲线与圆滑后的实测曲线吻合得相当好，并且对表层构造与深部构造有机的联系亦能作出合理推测。可以看出，胶南、胶北两处花岗岩体厚度约12公里，最大不超过15公里；胶莱拗陷内玄武质岩层的厚度为5.5公里，上覆沉积盖层（含结晶基底）不超过7公里；其中近东西向的断层组可能是向南倾斜的逆掩断层，这些断层都具有由地表的陡倾斜向下逐渐变成缓倾斜的特征，并有明显的超覆作用。由此推测整个拗陷区的结晶基底可能变薄，或者破碎，或者仍有少量残

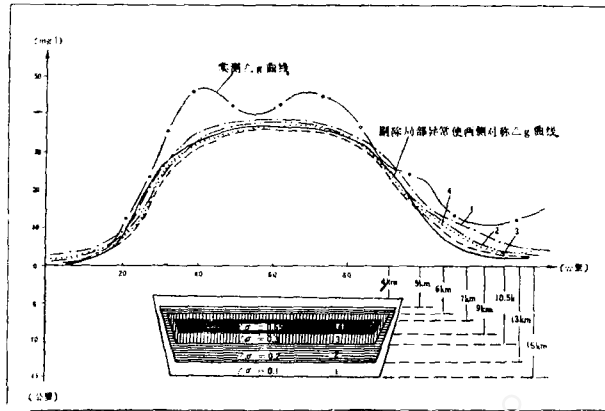


图5 山东胶莱拗陷几种地质模式及密度差的重力理论  $\Delta g$  曲线与实测  $\Delta g$  曲线对比图

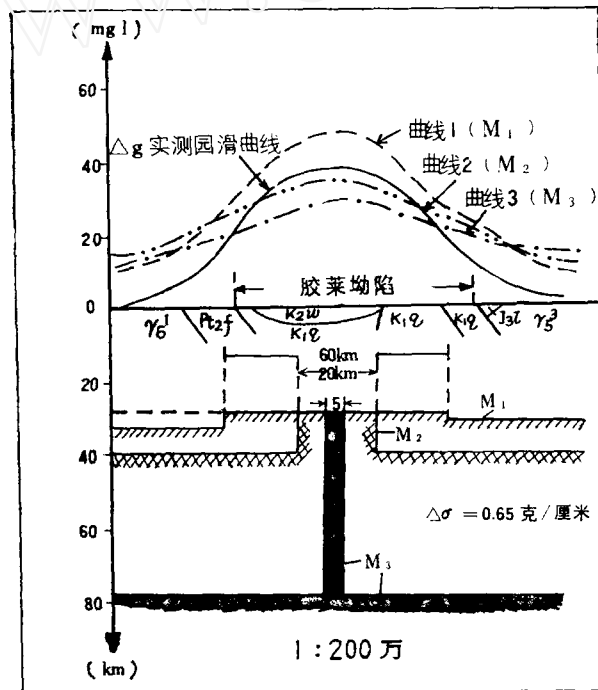


图6 山东胶莱拗陷莫氏面隆起时的几种重力理论曲线对比图

变动地质体周围的界面和形状，其理论曲线都不能与实测曲线吻合（图6），这说明把本区的区域重力高解释为现代莫氏面隆起所引起依据不足。

### 三、对莱坳陷深部构造演化规律探讨

在地壳均衡与非均衡的相互转化过程中,坳陷和隆起是对立而统一的,并又相互转化的。假定存在张裂型或挤压型的坳陷及其相应的上涌玄武岩层。虽然能解释区域重磁场的某些特征,但玄武岩层上涌的机制并不清楚;同时对于深部构造与表层构造的内在联系、坳陷区横向逆断层的产生、大量火山岩的出现、坳陷周围倾斜岩层的演变,以及其它地质现象等都应该得到相应的解释。为此,我们提出以下几种坳陷形成模式进行分析。

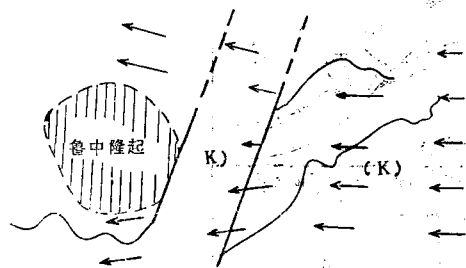
#### (一) 太平洋板块向西侧挤压形成磨蚀坳陷

从重磁资料及地质资料推测,胶莱坳陷中有明显东西向断层存在,可认为这些东西向断层的产生既与坳陷形成有关,也与鲁西隆起区巨厚的基底变质岩有关。它们的形成和发展互为因果关系。

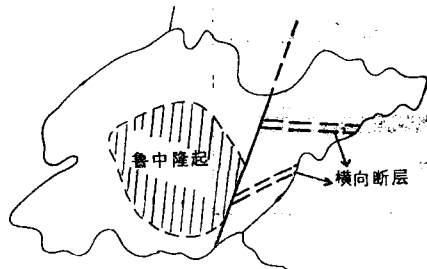
可以设想,鲁东隆起区原始构造不存在胶莱坳陷,当太平洋板块向亚洲大陆俯冲挤压时,鲁东隆起区以及深部构造层将会一起向西移动,而这时的深部构造层可能是一种塑性体,且具有康氏面之下玄武岩性质。当它们向西运动接近鲁西隆起区时,由于早已硬化的鲁

中凸起(鲁西隆起区核心部位)的“中流砥柱”作用,使鲁东隆起区的深部构造层产生分流现象(图7-a),与此同时,对浮在玄武岩层塑性体之上的鲁东古陆壳产生向南和向北的侧向分压作用,因此就产生一系列横向(东西向)断层(图7-b)。同时鲁东隆起区下部的深构造层(玄武岩层塑性体)相对本区南北两端有东向移动,就产生深部构造层与鲁东隆起区底部的层间磨擦,并载走由东西向断层产生的破裂碎块(图8-a、b),致使本区壳层变薄而下陷,深部高密度物质(玄武岩层)上涌,其上地表则接受中、新生代物质堆积,即形成了现今胶莱坳陷。在坳陷底部有可能保留较完整、但变薄了的基底变质岩层。

从上述不难看出,这种模式只有玄武岩层上涌速度大于坳陷沉积速度时才能产生区域重力高(玄武岩密度大于沉积岩密度)。由于胶南、胶北两凸起间产生水平张力,所以这种模式只能产生张



a. 鲁中隆起区的阻挡,使深部构造层产生分流



b. 由于深部构造层的分流作用,使鲁东隆起产生横向断层

K—表示康氏面

图7 太平洋板块向西侧挤压的平面示意图

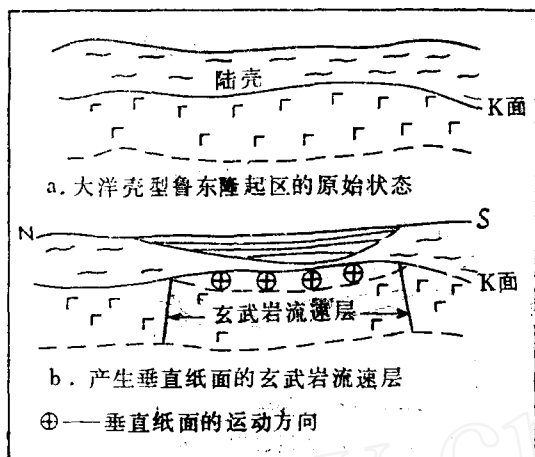


图8 太平洋板块向西侧挤压的剖面示意图

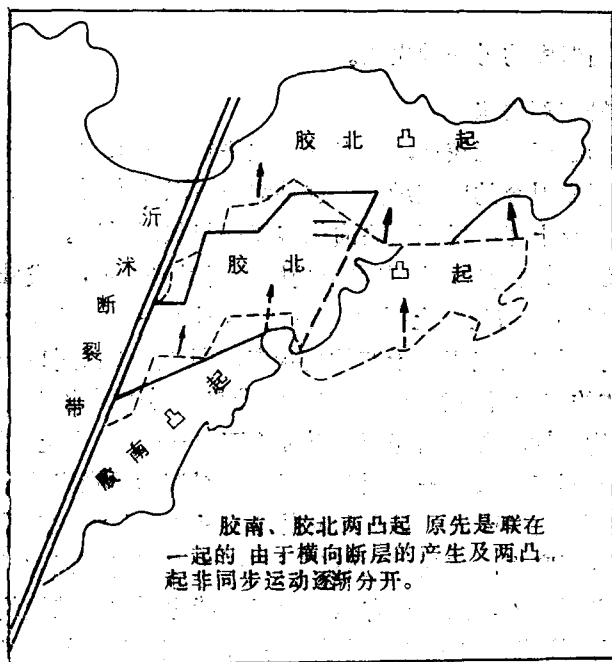


图9 胶南、胶北两凸起逐渐分开示意图

裂型断层，不能产生逆冲断层，因此也不会有大量火山喷发及火成岩的侵入。

### (二) 南北向非同步水平运动张裂型坳陷

设想鲁东隆起区胶南、胶北两凸起原先连在一起(图9)。在中、新生代时期，因受太平洋板块北西向挤压作用，整个鲁东隆起沿沂沭断裂带作南北向非同步水平移动或拖拽，产生一系列东西向断层，从而造成基底破裂。玄武岩岩浆沿断层溢出，充填了整个坳陷，使其浅部有一层较厚的高密度体。这可能是引起坳陷区区域重力高的原因，这些东西向断层两侧的断块在不断地作非同步运动，形成逐渐扩大的断裂谷，并慢慢张开，在下部玄武岩岩浆上涌的同时，上部中、新生代地层不断沉积下陷，形成现今的胶莱坳陷。这样形成的坳陷底部仅能保留少量结晶基底残留块体，象“帽子”一样被顶到坳陷的浅部而残留于上涌玄武岩层之上，并遭受一定程度同化。这种坳陷演化模式见图10-a、b、c和d。

这样的坳陷形成模式与上述模式相同。在坳陷发展初期，只有玄武岩层上涌的速度大于地表风化堆积速度时，才能产生区域性重力高，但是很难说明产生这种机制的原因。相反，这种张裂型的坳陷往往形成的是区域重力低。同时这种模式虽能产生横向逆断层，但如没有板块间的相对水平运动，就很难产生横向逆断层，更谈不上伴随的火山喷发。

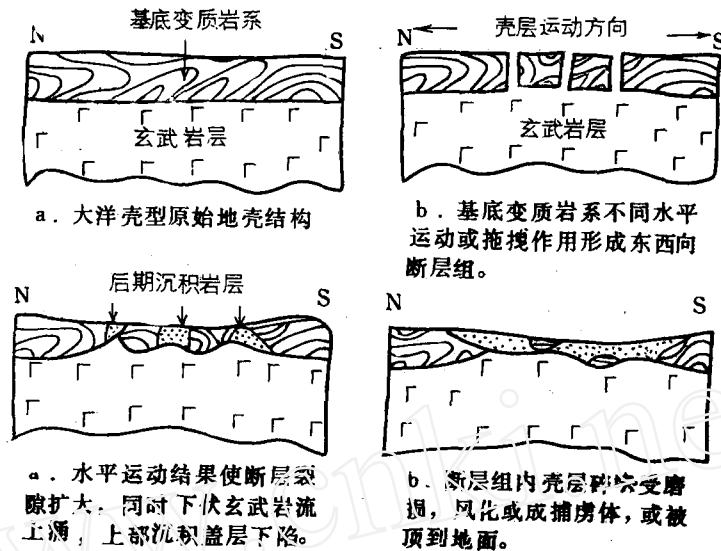


图10 张裂型坳陷演化顺序示意图

结合上述，下面深入一步讨论胶莱坳陷形成的另一种模式。

### (三) 南北向非同步水平运动张裂—挤压型坳陷

如果假定坳陷形成初期胶南、胶北两凸起还相距较远，或者同一陆块初期张裂分离，以后又相对作水平运动逐渐靠近，同样均能形成现今的胶莱坳陷。这种情况可以认为两块陆壳边缘相互接近完成的。我们将这种演化规律及上述张裂型坳陷演化规律一起加以讨论。

1. 地壳的均衡与非均衡是相互转化又相互制约的，地壳由于受挤压而褶皱隆起，形成陆壳，此时陆壳处于均衡状态，即陆壳下压力( $P_1$ )与隆起上压力( $P_2$ )相等，即 $P_1 = P_2$ (图11-a)；随后陆壳受地表风化剥蚀和夷平作用，于是陆壳将处于非均衡状态，即 $P_2 > P_1$ (图11-b)。这时地幔流(指中生代时期粘塑性体的玄武岩层)会使陆壳继续升起，再达到均衡状态。由于地幔流对陆壳产生向上压力的不均衡性，会使陆壳产生裂隙(图11-c)。当上述作用不断进行时，这种裂隙不断发展，规模不断扩大。一旦裂隙发展成断裂深达地幔流的部分时，地幔流将沿断裂上涌，迫使陆壳沿断裂反向移动，逐步形成裂谷(图11-d)。在陆壳下部地幔流上涌时靠近断裂的陆壳底部受到磨损，使陆壳在裂谷两侧产生内倾斜，以弥补陆壳下部地幔流上涌和陆壳磨损掉的部分空间位置，因为只有这种状态才能达到陆壳继续均衡(图11-e)。因此，所谓内倾斜的机制，按笔者的模式来解释，是指陆壳下部地幔流沿裂谷缓慢上涌的同时，陆壳也在缓慢倾斜；陆壳上部风化沉积了连续岩层，其倾斜度将由老至新逐渐减小。只要连续岩层不受后期构造运动破坏，就能观察到这一岩层倾斜度变化现象，从而证实这一推测的存在。当地幔流上涌的压力与上覆沉积岩的压力相对两侧陆壳来说都处于平衡时，张裂型坳陷演化结束。

上述拗陷演化过程所形成的区域重力场，实际上决定于地表风化速度及玄武岩层上涌速度。

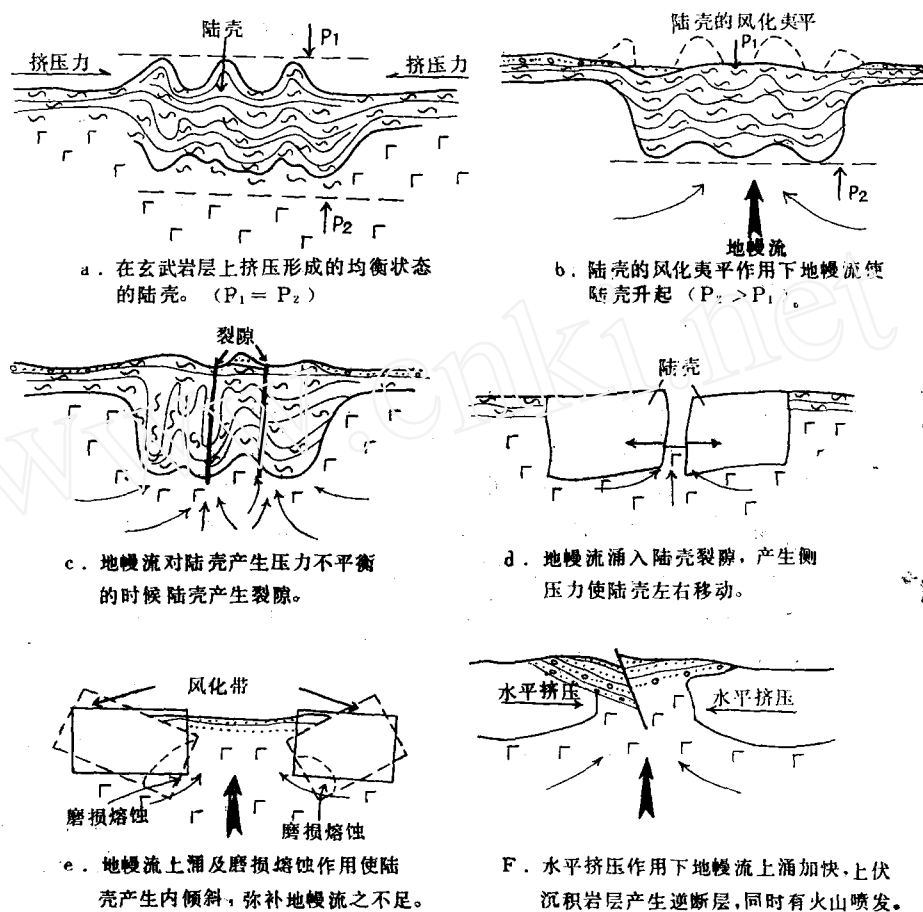


图11 张裂—挤压型拗陷演化顺序示意图

世界上很多裂谷都沿结晶基底的轴部及两侧发生，如东非裂谷，贝加尔湖裂谷，我国的汾渭裂谷等，都可以用上述演化过程来解释。现在国内外学者对被动大陆边缘下陷机制提出许多解释意见，笔者认为只有承认地壳均衡与非均衡的对立统一和循序演化的辩证观点才能作出较合理的解释，而地壳的均衡与否是由地表风化、层间磨擦和地幔冷却速度来决定的，这些只有通过仔细分析研究区域物理场才能识别。可以看出，这种张裂型拗陷在地表风化速度大于玄武岩层上涌速度时（沉积岩密度小于玄武岩密度），只能形成区域重力低。

2. 上述拗陷演化过程中，陆壳所受的侧压力一般要大于拗陷中的垂直压力。所以一般不会有大量的火山岩喷发，也不会产生区域性重力高。如果在拗陷演化过程中，两侧陆壳水平运动方向有所改变，即产生相对的水平运动，则陆壳下部地幔流速度加快，使拗陷中部具有

一定厚度的沉积盖层破裂，产生横向逆断层，并迫使上涌地幔流迅速穿过沉积盖层喷出地表，形成大规模火山喷发岩；或使沉积岩层迅速隆起而不再接受沉积（图11—f）。在这些沉积盖层上将产生区域重力高和局部重力异常，就是说在挤压型拗陷中横向断层的产生使上涌地幔流表面造成凹凸不平的康氏面，可以认为横向逆断层是拗陷回返成陆壳的重要特征。张裂型和挤压型拗陷是有机联系的，并且反复进行，是大陆增生的主要构造机制。

以上只是结合胶莱拗陷的表层构造特征来讨论中生代时期拗陷形成及其演化模式，由此推测出如图4一条深部构造剖面。中生代以前或中生代以后情况是比较复杂的，不过可以推断，由于水平挤压作用，在中生代或古生代以前，地壳较薄，固结较差，拗陷中仅出现少量逆断层，但大量是基底横向褶皱。古生代后期或中生代以来由于地壳逐步加厚，水平压力使拗陷中基底及沉积盖层产生逆断层或逆掩断层，即类似于美国东部阿帕拉契亚山脉的那种推覆构造。这就是地球由热变冷，地壳固结逐渐加厚的复杂情况。

### 3. 鲁东地区中生代前的板块模式

以上是按陆壳形成、张裂和挤压的顺序来描述拗陷演化规律的，当然单从地壳不同部位同时产生挤压作用也能形成拗陷的演化过程。胶莱拗陷在中生代时已基本形成，如果拗陷是先张裂后挤压形成的，则拗陷基底不完整，同时南北两端陆壳将有不同的地质发展史，因为重新结合的陆壳很可能不是张裂前的同一陆壳，即便有这种现象也是稀少的。如果是后一种情况，则拗陷基底变薄，两侧陆壳由于挤压会变厚，并有相同的地质发展史和相似的岩浆侵入体。本文分析胶莱拗陷及其周围构造特征和重磁场特征时，认为前一种可能性最大，即拗陷基底破碎而不完整，南北两端陆壳由不同基底组成，这可从本区磁场特征显示出来(见图1)：南端陆壳磁场杂乱，反映了中生代末期火成岩发育特征；北端陆壳磁场低缓，反映了中生代早期火成岩发育。由此推测，前者陆壳是随中生代拗陷形成而形成；后者是在中生代早期或以前就具雏形，后期加强发展。两陆壳的基底深部有大规模的花岗岩基存在。拗陷中张裂或挤压的中心可能在郝官庄—山相家断裂北侧，此断裂南北两侧中生代地层应有内倾斜显示。图12是鲁东地区胶北、胶南两陆壳在中生代初期或以前复原板块构造模式，根据拗陷区局部重力场走向所反映的近东西向逆掩断层推知，两陆壳在中生代前亦是近东西向分布的，但相距较远。由

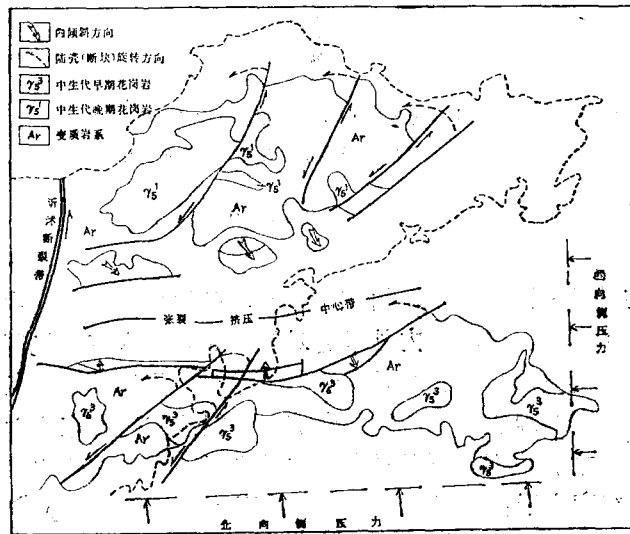


图12 鲁东地区中生代初期的板块构造模式示意图

前者陆壳是随中生代拗陷形成而形成；后者是在中生代早期或以前就具雏形，后期加强发展。两陆壳的基底深部有大规模的花岗岩基存在。拗陷中张裂或挤压的中心可能在郝官庄—山相家断裂北侧，此断裂南北两侧中生代地层应有内倾斜显示。图12是鲁东地区胶北、胶南两陆壳在中生代初期或以前复原板块构造模式，根据拗陷区局部重力场走向所反映的近东西向逆掩断层推知，两陆壳在中生代前亦是近东西向分布的，但相距较远。由

于南北向的水平挤压，沂沭断裂带的拖拽作用，直至中生代末期才达到现在的形态。

#### 四、结 论

(一) 拗陷和隆起是相互转化而又相互制约的，是地壳均衡与非均衡对立统一的反映。用板块构造学说及地壳均衡理论解释本区地壳演化规律，能较满意地解释地壳深部构造及其表层构造的内在联系。

(二) 胶莱拗陷及其周围陆壳属大洋型，与拗陷对应的普遍升高重力场不是莫氏面(M)隆起的反映，只能是中生代康氏面(K)隆起的反映。

(三) 胶莱拗陷两侧陆壳并不是由统一完整的基底所组成，拗陷形成是由两侧陆壳挤压造成。横向逆断层的产生是挤压型拗陷形成末期的主要见证。内倾斜的产生是张裂型拗陷形成初期的主要特征。

(四) 由重力计算结果表明，胶莱拗陷中生代地层最大厚度不会超过7000米，地质界认为胶莱拗陷中生代地层厚度应大于7000米值得进一步商榷。

(五) 胶莱拗陷中生代时期是强烈活动地带，断裂发育，岩浆活动频繁，是多金属和非金属成矿的有利地带。应综合地质构造、物化探等资料，深入分析研究，以摸边探底的方法进行矿产预测，在重点地区、有利部位进行解剖施工，争取突破一点，揭开胶莱拗陷是否是金饭碗的真面貌。

#### 参 考 文 献

- [1] 王锡亮等，1980，山东省前晚第三纪基岩地质图说明书。地质出版社。
- [2] Wyllie, J., *The Way the Earth Works; An Introduction to the New Global Geology and Its Revolutionary Development*. 张荣寿译，1980，地球是怎样活动的一新全球地质学导论及其变革性的发展。地质出版社。
- [3] Sharma, P.V., 1978, *Geophysical Methods in Geology*. 王恕铭等译，1983，地质学研究中的地球物理方法。地质出版社。
- [4] 高明修，1974，《大陆裂谷》。国外地质，第9期，科学技术文献出版社。

EVOLUTION OF DEEP STRUCTURES AND SUPERSTRUCTURES  
IN THE JIAO-LAI DEPRESSION AND  
ITS SURROUNDING AREA IN SHANDONG

Wang Zhengdong and Zhao Peihai

(*The Geophysical Exploration Brigade, Shandong Bureau of  
Geology and Mineral Resources*)

**Abstract**

In this paper the regional gravitational and magnetic fields in the Jiao-Lai Depression and its surrounding area are discussed and explained in terms of the plate-tectonics by analyzing the gravitational and magnetic data available.

A preliminary view on the mechanism of the formation of the Jiao-Lai Depression and the evolution of the deep structures and superstructures in the region is thus proposed, and a model of upwelling of the Conrad discontinuity-basalt layer has been developed for discussion.