

应用重磁资料对沂沭断裂带及其 周围构造特征的初步分析

杨锡瑁 赵金秋

(山东省地质矿产局物探队)

一、前言

沂沭断裂带是郯庐断裂在我省的一部分。郯庐断裂自从1957年航磁首次发现以来,引起了地质界的重视,有人认为郯庐断裂是我国东部一条北北东向切割上地幔的深大断裂,其长度远远超出了郯城至庐江的范围。而沂沭断裂带又是郯庐断裂露出最好的一段,是揭示郯庐断裂奥秘的一个窗口。前人曾做过大量地质调查工作,是研究程度较高区段。早在1948年我国著名地质学家李四光教授指出:“横过山东从南边的沂水到北边的潍县有强烈的破碎带,这个破碎带显示了新华夏系挤压的特点,形成时代为白垩纪”,近几年前来参观考察的国内外专家络绎不绝,在有关郯庐断裂的学术讨论会上,来自国内外的专家、学者提出了许多不同见解,促进了对郯庐断裂的研究工作。

沂沭断裂带的地球物理调查始于1957年,此后,为了深入研究地质构造及找矿的需要,于1959年做了1:10万航空磁测,1963年至1964年横穿断裂带做了9条1:20万重、磁力剖面,以后感到剖面间距过大,1981年在原来9条剖面的基础上又加密补做了10条重力剖面,这样就基本上控制了沂沭断裂带。上述区域性重磁资料是目前我们研究沂沭断裂带的基础资料。此后,我们又将航磁资料电算处理,绘制了一系列向上延拓不同高度以及不同方向的水平导数图件。此外,我们还搜集了国家地震局所做的连云港至泗水深地震测深剖面。通过对上述地球物理资料的整理,结合地质构造特征的分析研究,使我们对沂沭断裂带及其同围断裂构造有了进一步的认识。但由于我们业务水平有限,对地球物理场分析认识还不够深透,因此,难免有不妥之处,敬请批评指正。

二、地质概况及岩石物性特征

(一)地质概况

本文研究范围为东经 $117^{\circ}30'$ — $120^{\circ}00'$,北纬 $34^{\circ}20'$ — $37^{\circ}00'$,基本上位于山东省的中、东部。本区所处的构造单元为鲁东隆起区的胶南隆起、胶北隆起、胶莱陷坳、沂沭断裂带以及鲁西隆起区的一部分^{1*}。

1. 鲁东隆起区: 位于山东东部, 西以沂沭断裂带为界。鲁东隆起区自元古宙以后长期整体上升, 遭受剥蚀, 主要地层有胶南隆起的元古界胶南群、五莲群。岩性为黑云斜长片麻岩, 黑云钾长片麻岩及黑云变粒岩等, 是一套古老的变质岩系。胶北隆起的胶东群和粉子山群也为一套古老的变质岩系。到中生代开始了差异性活动, 胶南隆起和胶北隆起继续抬升, 胶莱拗陷则开始下降接受沉积, 主要地层有侏罗系和白垩系。侏罗系以黄绿色硬砂岩、砂砾岩为主。白垩系下部为火山岩及火山碎屑岩沉积, 上部为一套红色陆相碎屑岩沉积夹火山岩。

随着升降运动的发展, 断裂活动甚为强烈, 除上述火山岩的形成外并有大量的中酸性侵入岩。这在胶南及胶北地区相当广泛, 形成的岩石类型十分复杂, 从基性、中性、酸性到碱性岩类均有。总之, 鲁东隆起区自元古宙至第三纪以整体上升为主, 仅局部有沉积。

2. 沂沭断裂带: 是鲁东隆起区和鲁西隆起区的构造结合带, 呈北北东向延伸, 纵贯山东中部, 长达330公里, 北宽南窄, 最宽达40公里, 最窄为20公里。它对地层、构造、岩浆活动、内生矿产和地震活动有明显控制作用, 尤以中生代更明显, 是我省最主要的深断裂。其主干断裂有四条, 自东向西有昌邑一大店断裂、安丘—莒县断裂、沂水—汤头断裂和郯郡—葛沟断裂。断裂带内的地层与鲁西隆起区基本相同, 但由于中生代以来强烈活动, 形成许多地堑盆地, 沉积了中生代的青山组火山岩及王氏组红色砂岩等。

3. 鲁西隆起区: 位于山东西部, 东以沂沭断裂带为界。鲁西隆起区于太古宙末期, 泰山运动地槽回返阶段褶皱成山。主要为一套泰山群古老变质岩系。此后震荡运动频繁, 广泛发育海相与滨海相沉积, 即形成震旦、寒武、奥陶纪地层, 以碳酸盐岩为主。此外有石炭—二迭系地层, 是我省主要煤系地层。至中、新生代以来, 形成了若干方向不同、规模不等的断裂和许多断陷盆地, 其中主要发育青山组地层。伴随断裂活动有岩浆侵入及强烈的火山喷溢活动, 但岩浆侵入的强烈程度以及形成的岩体规模, 远不及鲁东隆起区和沂沭断裂带。

(二) 岩石物性特征

为了分析解释本区重、磁场与地层构造的关系, 我们汇集并整理了以往重、磁力测量以及近期区域重力测量^{2**}、^{3***}时所测定岩石物性参数, 并将密度参数按时代、岩性归纳统计, 取其加权平均值和算术平均值。磁参数只统计了极大值、极小值和常见值。现将整理结果列于表1—4, 并简要分析如下:

- 1* 山东省地质局地质力学编图组, 1978, 《山东省构造体系图说明书》。
- 2** 山东省地质局803队第二分队, 1963, 《山东省东南部地区613矿区域重磁剖面测量工作结果报告》。
- 3*** 山东省地质局803队第二分队, 1964, 《山东省沂沭河流域区域重磁力剖面测量工作成果报告》。

表1 变质岩、沉积岩密度表

地层单位		岩石名称	块数	密度值(克/厘米 ³)			总平均值	备注
界	系(群)			极小值	极大值	平均值		
新生界	第四系	第四纪土方	78	1.16	1.95	1.38	1.38	
	第三系	砂岩、砾岩、玄武岩	545	2.03	3.60	2.52	2.52	
中生界	白垩系	安山岩、玄武岩、火山碎屑岩、砾岩、砂岩	2909	2.06	2.90	2.55	2.54	
	侏罗系	砂岩、页岩、安山岩	671	1.82	2.82	2.48		
古生界	二迭系	页岩, 砂岩	212	1.89	2.65	2.38	2.51	上古生界
	石炭系	页岩、灰岩、砂岩	1147	1.65	3.04	2.64		
	奥陶系	灰岩	923	2.67	2.99	2.77	2.74	下古生界
	寒武系	灰岩、页岩、砂岩	2617	1.80	3.03	2.73		
元古界	五莲群	片岩、大理岩	310	2.53	3.09	2.81	2.74	
	粉子山群	片麻岩、变粒岩	2479	2.51	3.02	2.70		
	胶南群	片麻岩、变粒岩, 角闪岩等						
太古界	泰山群	片麻岩、变粒岩、片岩等	2254	2.30	3.14	2.75		

表2 火成岩密度表

时代	岩石名称	块数	密度值(克/厘米 ³)			总平均值	备注
			极小值	极大值	平均值		
中生代	花岗岩	300	2.52	2.65	2.60	2.60	
	花岗岩	176	2.56	2.67	2.61		
	闪长岩	228	2.59	2.84	2.71		
	闪长玢岩	189	2.23	2.66	2.50		
	正长斑岩	170	2.25	2.73	2.56		
	石英二长岩	100	2.52	2.66	2.59		
太古宙	混合花岗岩	480	2.62	2.92	2.75	2.76	
	黑云母花岗岩	50	2.80	2.87	2.84		
	黑云母斜长花岗岩	224	2.62	2.71	2.69		

表3 变质岩、沉积岩磁性表

时代	岩石名称	块数	磁化率 $K10^{-6}CGSM$			剩余磁化强度 $Jr10^{-6}CGSM$			
			极小值	极大值	常见值	极小值	极大值	常见值	
新生代	第三系	气孔状玄武岩	34	0	1520		0	7961	
中生代	白垩系王氏组	红色砂岩	33	0	1512	0	0	1512	250
		砂岩	14	0	1436		82	3811	1600
		紫红色砂岩	39	183	1545	1000	65	812	380
新生代	白垩系青山组	粗砂岩、块集岩、砂砾岩	86	0	2283	270—700	80	7728	210—480
		安山岩	29		1563	420	44	2622	210
		多斑状辉石安山岩	31	600	8567	3000	1402	22672	12800
		玄武岩	57	0	9664	680	580	35030	1200
		暗灰色安山岩	33	453	4220	1800		9024	540
古生代	灰岩、页岩、砂岩	156					微	微	
太古宙和元古宙	元古宙	黑云母斜长片麻岩	119		2160	20—200		1022	20—300
		黑云母钾长片麻岩	12					微	微

1. 岩石密度

由表1所列数据可见,太古界、元古界和下古生界地层的密度值基本相同(平均为 2.74克/厘米^3),它们比中生界地层的密度值大 0.2克/厘米^3 ,二者之间为区内主要的密度分界面,是解释中生代断陷盆地的重要地球物理依据。下古生界地层主要为寒武—奥陶系灰岩,在鲁西隆起区和沂沭断裂带内常与太古界泰山群呈不整合接触,但在进行解释时将二者视为同一密度层。上古生界石炭系——二迭系地层平均密度值为 2.51克/厘米^3 ,与太古界、元古界和下古生界地层有明显的密度差。石炭——二迭系一般出露不好,在鲁西隆起区比较发育,多保存在中生代断陷盆地中。新生代第三系平均密度为 2.52克/厘米^3 ,并多分布在凹陷区内。因此,在解释中生代断陷盆地时,可将新生代第三系、中生界和上古生界地层视为同一密度层。第四系无论是厚度和密度都很小,不影响重力异常的解释。

本区火成岩按密度值大致可分为两类:一类为太古宙—元古宙的花岗岩,密度值为 $2.69—2.84\text{克/厘米}^3$,平均为 2.76克/厘米^3 ,多分布在鲁西地区,常与太古界泰山群

表4 火成岩磁性表

时代	岩石名称	块数	磁化率 $K10^{-6}CGSM$			剩余磁化强度 $J_r10^{-6}CGSM$		
			极小值	极大值	常见值	极小值	极大值	常见值
中生代	石英正长斑岩	2	702	1870		497	1002	
	细晶闪长岩	4	770	5291		62114	112711	
	橄榄辉石岩	132	778	5285	3200	983	15997	3000
	闪长岩	65	0	6240	500~ 2000			
	花岗闪长岩	19	300	9170	500~ 3000			
	花岗岩	38	0	2820	100~ 1500			
	二长岩	28	0	82	0~ 20			
	正长斑岩	4	450	2190	300~ 1000			
	角闪岩	81	0	26960	2000~ 10000			
和元古宙	斑状混合花岗岩	32	884	1852	1300	0	706	微
	黑云母混合花岗岩	103		1273	微		1038	微

和下古生界地层接触,而且它们的密度值也十分接近,所以可将二者归并为同一个密度层。另一类为中生代火成岩,其岩性为花岗岩、闪长岩、石英二长岩及正长斑岩等,密度值为 $2.50-2.71$ 克/厘米³,平均为 2.60 克/厘米³,多分布在鲁东的胶南隆起和胶北隆起,侵入于太古界一元古界地层,二者之间有 0.15 克/厘米³的密度差。

2. 岩石磁性

由表3和4可见,本区太古界一元古界变质岩为弱磁性,磁化率 K 常见值从微弱— $200 \times 10^{-6} C. G. S. M.$,能引起幅度不大的平稳正磁场或平稳正负交变磁场。古生界的灰岩、页岩和砂岩一般为无磁性,因而反映在磁场平面图上为接近零值的平静磁场。中生界侏罗系、白垩系岩石磁性强弱不一,其中蒙阴组的砂砾岩磁性微弱,青山组火山岩及火山碎屑岩磁性较强,能引起较强的杂乱磁场,王氏组砂岩、砂砾岩磁性变化较大。第三系玄武岩磁性较强,能引起数千伽码的磁异常,反映为沿一定走向分布的正负异常带。

火成岩磁性分两类:太古宙不同的混合花岗岩,其磁性有所差异,斑状混合花岗岩磁化率 K 常见值为 $1300 \times 10^{-6} C. G. S. M.$,黑云母混合花岗岩 K 常见值较微弱,所以引起的磁场也有所差异;中生代火成岩一般具有较强的磁性,能引起数百伽码至数千伽码的磁场。

三、重磁场特征及解释

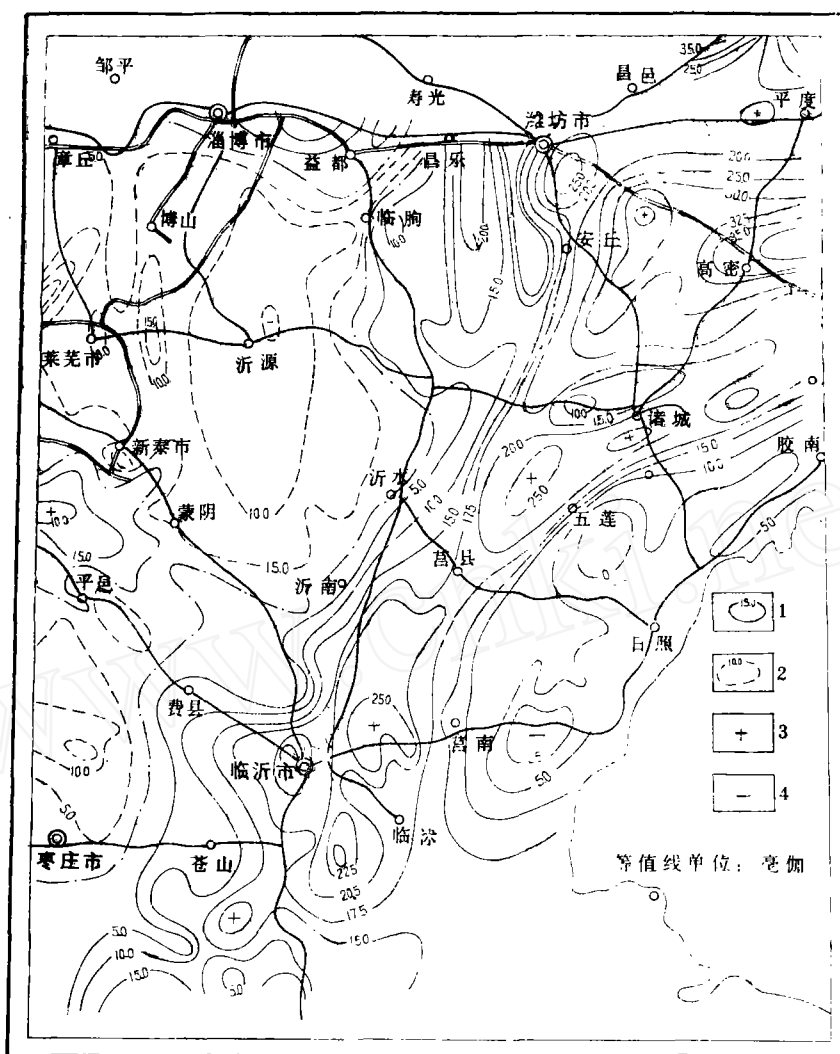
以沂沭断裂带为界,将山东古老的地块分为东西两个绝然不同的构造单元——鲁东隆起区和鲁西隆起区。在两个隆起区内,构造、地层、岩浆活动及矿产分布等都有明显的差异。而作为连接东西两个构造单元的沂沭断裂带,自中生代以来强烈活动,形成了独特的构造结合带。就研究范围内的重、磁场特征看,大致分为东部、中部和西部,基本上反映了三个构造单元的概貌。东部重力场大致分为胶南隆起重力低和胶莱拗陷、安丘——莒县凹陷及临沂——郯城凹陷重力高;东部磁场也可分为胶南隆起升高磁场和胶莱拗陷低值磁场。中部重力梯级带大致对应于沂沭断裂带,但南段向南西方向偏离;中部北宽南窄的杂乱磁场大致对应着沂沭断裂带。西部隆起区为重力低和平稳正负磁场区。

(一) 东部重、磁场特征及解释

1. 重力场特征

(1) 胶南隆起重力低如图1所示,重力布伽异常为一北东向重力低,最高值为17.5毫伽,负值中心最低值为零毫伽,异常东南宽北东窄,大体对应于胶南隆起。由17.5—12.5毫伽连续半圆弧梯级带,构成了胶南隆起重力低的北、西、南三面边界。北梯级带东起山相家,往南西经桃园、五莲与昌邑大店断裂汇合。该梯级带等值线密集,清楚地反映出胶南隆起重力低与胶莱拗陷重力高的边界,与郝官庄——山相家大断裂的位置十分吻合。西梯级带接北梯级带经陵阳、大店到双店,陵阳至大店一段与已知昌邑大店断裂基本吻合。南梯级带位于城头赣榆一线,走向近东西,为秦岭纬向构造东延部分的反映。整个胶南隆起重力低的范围对应了胶南隆起。胶南隆起为鲁东隆起区内的三级构造单元,出露元古宙胶南群及五莲群变质岩,其密度值约为2.74克/厘米³。同时胶南隆起中生代燕山期岩浆活动十分强烈,形成的岩体规模大、岩石类型复杂,主要有花岗岩、花岗闪长岩,其次有闪长岩、石英二长岩等,其密度值约为2.60克/厘米³,据有的省研究成果,在巨大的花岗岩类岩体上也反映为重力低,这与胶南隆起重力低是一致的。

(2) 胶莱拗陷、安丘——莒县凹陷及临沂——郯城凹陷重力高:整个重力高为北东向,被17.5毫伽等值线所封闭,构成了研究区内重力高值带。重力高值带对应了胶莱拗陷、安丘——莒县凹陷,临沂——郯城凹陷。由图1可见,胶莱拗陷重力高的南面有山相家——桃园——五莲梯级带,西面有潍坊——安丘——莒县梯级带,形成了北东散开、南西收敛的喇叭状。前者为郝官庄——山相家大断裂的反映,后者为安丘——莒县和昌邑——大店大断裂的反映,表明胶莱拗陷的南、西两面是受着上述大断裂的控制。胶莱拗陷的重力值要比安丘——莒县凹陷、临沂——郯城凹陷的重力值高,其最高值(位于高密——河崖一带)为37.5毫伽,并有三处局部重力高。安丘——莒县凹陷和临沂——郯城凹陷最高值为27.5毫伽,也有几处重力高。胶莱拗陷是晚侏罗世以来继承基底“胶莱复向斜”发展起来的(见后面说明),拗陷内沉积有莱阳组、青山组以及王氏组地层,据位于胶县东北蓝村附近的胶参2孔和南村附近的胶参3孔的钻孔资料,分别在1650米和1641米深度见粉子山群地层;而据前晚第三纪基岩地质图,第四系下均为白垩系王氏组地层。可见胶莱拗陷内除20余米第四系外,基本上是一套巨厚的中生界地层,岩石主要为砂岩和火山岩类,其密度约为2.54克/厘米³,比基底变质岩的密度值要低0.2克/厘米³,并且也低于中生代岩浆岩的密度值,很显然这是不会引起区域性重力高



1:220万

图1 山东省沂沭断裂带及其周围布伽重力异常平面图

1—正布伽重力异常; 2—负布伽重力异常; 3—重力高; 4—重力低

的,故重力高可能是基底上隆所致。安丘—莒县和临沂—郯城凹陷中的地层大体上与胶莱拗陷相同,主要为白垩系青山组和王氏组,是一套中基性火山岩夹多层砂砾岩,密度值约为 $2.54\text{克}/\text{厘米}^3$ 。对比地质图可见,莒县以南重力高带对应了沂沭断裂带东边的两条断裂,即安丘—莒县断裂和昌邑—大店断裂。

2. 磁场特征(图2)

(1) 胶南隆起升高磁场: 总观本区为升高磁场区, 磁场值一般为 $100\text{--}300\gamma$, 局部高值有 $300\text{--}700\gamma$, 甚至有的高达千余 γ 。从总体看磁场显得杂乱, 但由上延 $10\text{公里}135^\circ$ 水平导数图(图3)来看, 磁场明显反映出北东走向, 整个磁场轮廓及磁场变化

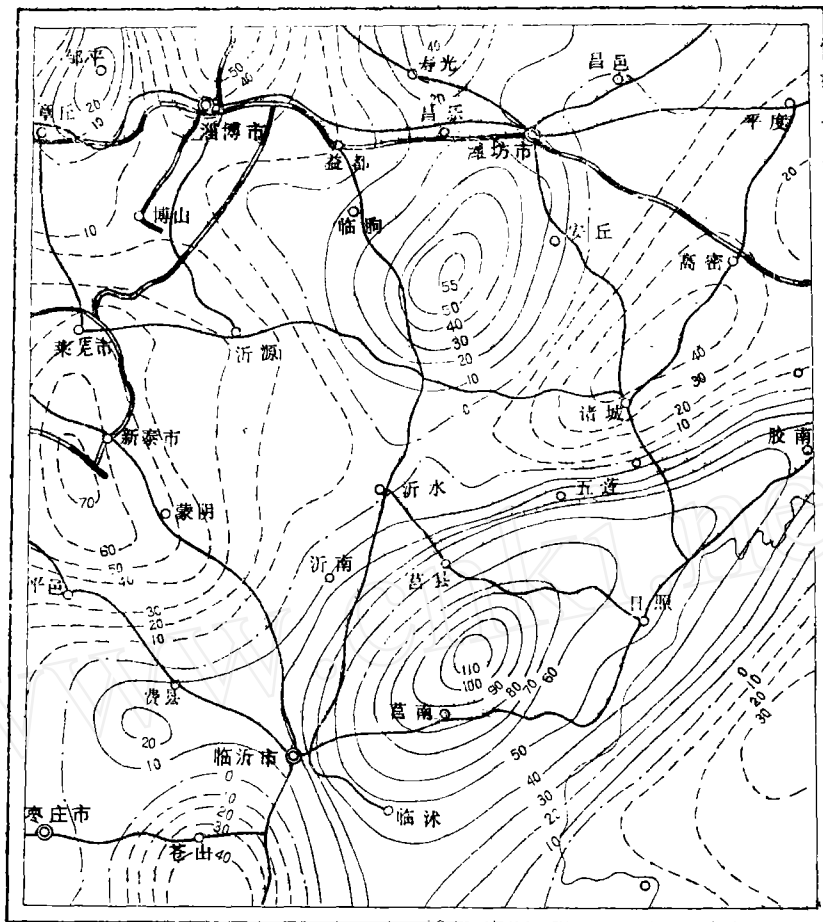


图5 山东省沂沭断裂带及其周围 ΔT 化极上延(20KM)磁场图

溢结果之反映,以异常向东收敛的趋势看,火山口应在城阳——即墨一带。由上延5公里磁场图可见,这些条状杂乱磁异常消失了,表明火山熔岩流规模小,埋深也不大。基底“复向斜”的轴向在 ΔT 磁场图上没有明显的反映,但在上延10公里 135° 水平导数图上,清楚地反映了“复向斜轴向”为北东 40° 左右,这与胶南隆起上的异常轴向完全一致,表明拗陷的“基底”轴向同胶南隆起和胶北隆起的复背斜轴向是一致的,从而证实了胶莱拗陷是继承基底“胶莱复向斜”成生发展起来的论断。另外,从胶莱拗陷平静低值磁场以及上延5公里、10公里变为负磁场看,胶莱拗陷内不会有类似胶南隆起上那样规模巨大的岩浆岩侵入体,而负磁场的变化正是反映了拗陷底部变质岩厚度的变化。

(二)中部重、磁场特征及解释

1. 重力场特征

中部重、磁场特征,大致反映了沂沭断裂带的概貌。由布伽重力异常平面图看,是一条贯穿本区中部的北北东向重力梯级带,根据其变化特征大致可分为北、中、南三段。

(1)北段:马站—黄墩以北至谭家坊—昌乐—潍县一线,梯级带发散而渐变为异常带。异常带走向近于南北,宽约60公里,最高异常值为22.5毫伽,最低值为5毫伽。异常带东西两侧呈梯级带,东侧潍县—招贤一段梯级带陡,每公里变化2毫伽;西侧梯级带变化较缓,每公里变化约0.6毫伽。异常带内有两个局部异常,东部为安丘—潍坊重力低,异常最高值12.5毫伽,最低值5毫伽,异常北端未封闭;西部为鄆鄆—南鄆重力高,异常最高值22.5毫伽,最低值15毫伽,异常北端也未封闭。

(2)中段:马站—黄墩以南至沂南—河阳一线,这一段梯级带特征为北部宽而缓,南部陡而窄。北部采丹山至孟瞳梯级带宽约25公里,异常变化0—17.5毫伽,平均每公里变化约0.7毫伽。南部沂南至河阳梯级带宽约20公里,异常值0—17.5毫伽,平均每公里变化0.9毫伽。

(3)南段:自沂南—河阳以南至江苏省沭塘一线,此段梯级带表现为急剧的弯曲,每一弯曲的方向大致呈北西、南东向。这种弯曲现象可能与鲁西隆起的北西向基底紧闭褶皱有关,同时也明显反映出鲁西北西向断裂的特征。

综上所述,这条贯穿南北的中部重力梯级带与现今地表观察的沂沭断裂带的位置不尽相符,沂水—招贤一线以北它们大体吻合;沂水—招贤以南梯级带逐渐向南西偏离至葛沟—汤头一线,梯级带只与鄆鄆—葛沟、沂水—汤头二条断裂相吻合。葛沟—汤头一线往南,梯级带以弯曲的形态完全偏离了沂沭断裂带的位置。中部重力梯级带反映出区内东、西不同的重力场特征,也表明中部存在一条极其复杂的断裂带。但重力梯级带与沂沭断裂带位置不完全吻合的原因尚不清楚,仍须进一步研究。

2. 磁场特征

中部杂乱磁场区位于昌乐—高桥—汤头一带。磁场北宽南窄,与地质图上沂沭断裂带的范围大体相符,但略有差别。其磁场界线东以昌邑—安丘—大店一线与胶莱拗陷低值磁场区和胶南隆起升高磁场区为界,西以益都—沂水—葛沟一线与西部平稳正负磁场区为界。区内蒲汪以北的三角地带为杂乱磁场,异常值变化较大,多呈串珠状,异常值一般几百—几千 γ ,并伴有负异常。这些串珠状杂乱磁异常分布在益都—鄆鄆、临朐—辛寨、潍坊—坊子、雹泉—孟瞳和高桥—四十里堡等地。对照地质图可知,这些杂乱磁异常对应了白垩系青山组火山岩及第三系火山岩,其磁性较强而不均匀,因此串珠状杂乱磁异常为火山岩引起是确凿无疑的。从上延5公里磁场图可以看出,由火山岩引起的局部异常基本消失了,表明火山岩深部规模不大。随着火山岩引起的局部异常的消失,而出现了—个巨大的等轴状异常,异常中心最高值达200 γ ,异常边缘等值线密集,与周围泰山群变质岩引起的负磁场构成了明显的分界线。显然,这个巨大的等轴状正异常是与变质岩下面深部磁性体有关。由上延10公里、20公里磁场图可见,异常最大值分别为113 γ 和56 γ ,其异常范围基本未变,表明磁性体在深部是有相当规模的。将该异常与胶南隆起磁异常对比,异常类型极为相似,只是规模稍小。因此,推断该等轴状异常很可能为燕山期侵入岩岩基引起。同时由布伽重力异常图看,中部梯级带北段的异常带与周围地层的重力场有明显的差异,异常带范围与磁异常反映的岩基边界大致吻合,重力高中心在鄆鄆—南鄆,与磁异常中心也是吻合的。蒲汪以南汤头—洪瑞、临沂—李庄一带为正负高值杂乱磁异常,因区内有零星出露的白垩系火

山岩, 故杂乱磁场为火山岩引起。当磁场上延 5 公里, 杂乱磁场消失了, 而出现规则的正异常。当上延 10 公里, 该异常明显变为胶南隆起磁场的一部分。

由上述分析看出: 中部杂乱磁场为浅部火山岩引起, 这一杂乱磁场与地质图上沂沭断裂带的位置基本吻合。而重力异常梯级带就总轮廓看也与沂沭断裂带的位置大体相符; 但不完全吻合, 特别是在南段沂南——河阳以南至江苏省沭塘一线, 重力梯级带向南西偏离较大。从磁场上延 20 公里和 40 公里看, 胶南隆起磁场一直扩展到沂南——临沂一线, 并与重力梯级带十分吻合。由此认为, ΔT 磁场图反映了沂沭断裂带的浅部, 而重力梯级带和磁场上延 20 公里、40 公里则反映了沂沭断裂带的深部, 推断沂沭断裂带的南段深部可能向南西方向偏离, 南、北两大岩基直接受其控制。

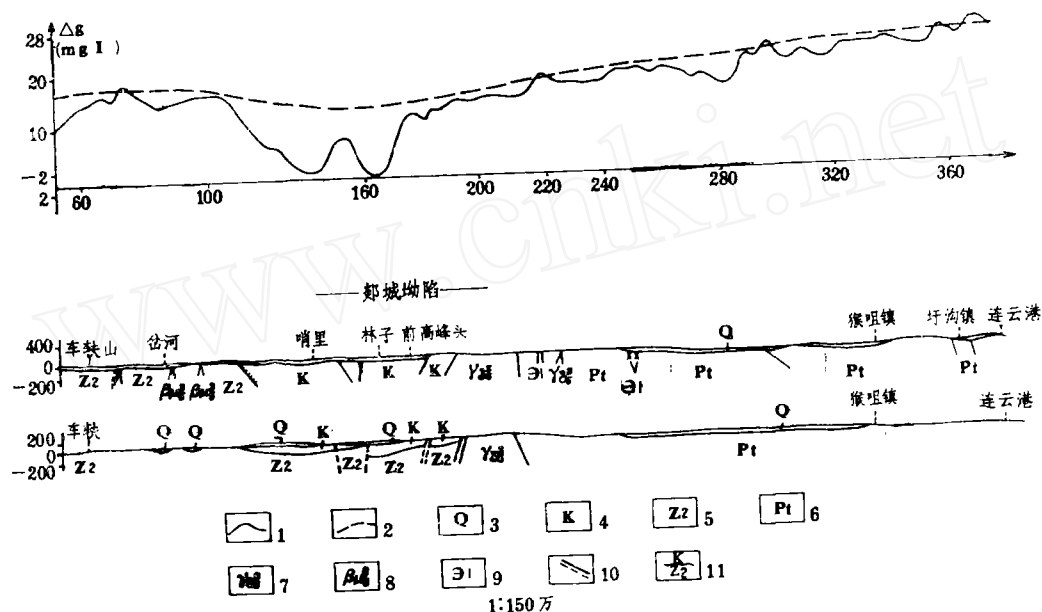


图 6 沭塘—连云港布伽重力异常、地质综合剖面图

- 1—布伽重力异常; 2—区域重力异常; 3—第四系; 4—白垩系; 5—震旦系; 6—元古界; 7—燕山期花岗闪长岩; 8—燕山期安山玢岩; 9—榴辉岩; 10—断层; 11—不整合界线

3. 沂沭断裂带所反映的局部重、磁异常

沂沭断裂带形成的时代尚有争议, 但沂沭断裂带在中生代白垩纪时期有过强烈活动, 形成了“两堑夹一垒”的构造格局, 使得地堑盆地内沉积了较厚的中生代地层, 这一点是大家公认的。通过对地堑盆地沉积地层厚度的研究来了解沂沭断裂带每条断裂活动情况, 是研究沂沭断裂带的一个重要方面。前面已叙述, 沂沭断裂带是处于区域重力高和区域重力梯级带上, 但地堑盆地内较厚的中生代地层与周围的老地层有 0.2克/厘米^3 密

度差,因此在重力高值的背景上形成了局部重力低。本节通过重力剖面局部重力低,利用甘布尔采夫量板对地堑盆地作定量计算,来划分断裂位置和确定盆地沉积厚度。

(1) 昌邑—大店断裂:为沂沭断裂带最东边的一条断裂,目前被认为是鲁东隆起区与鲁西隆起区两个构造单元的分界线,是沂沭断裂带中起主导作用的断裂。据区域重磁场看,反映明显。该断裂南段延伸至江苏境内的前高峰头附近,北段经大店、管帅、昌邑东而伸入渤海。在汴塘—连云港重力剖面上(图6)明显地反映出两个局部重力低,西边重力低中心对应在哨里,东边重力低中心对应在林子,其重力低最低值分别为-13毫伽和-14毫伽(相对区域场而言)。西边重力低宽缓,东边重力低显得陡窄。经计算西边重力低所反映的盆地最大深度为1.8公里;东边的盆地最大深度为2.4公里。据钻孔资

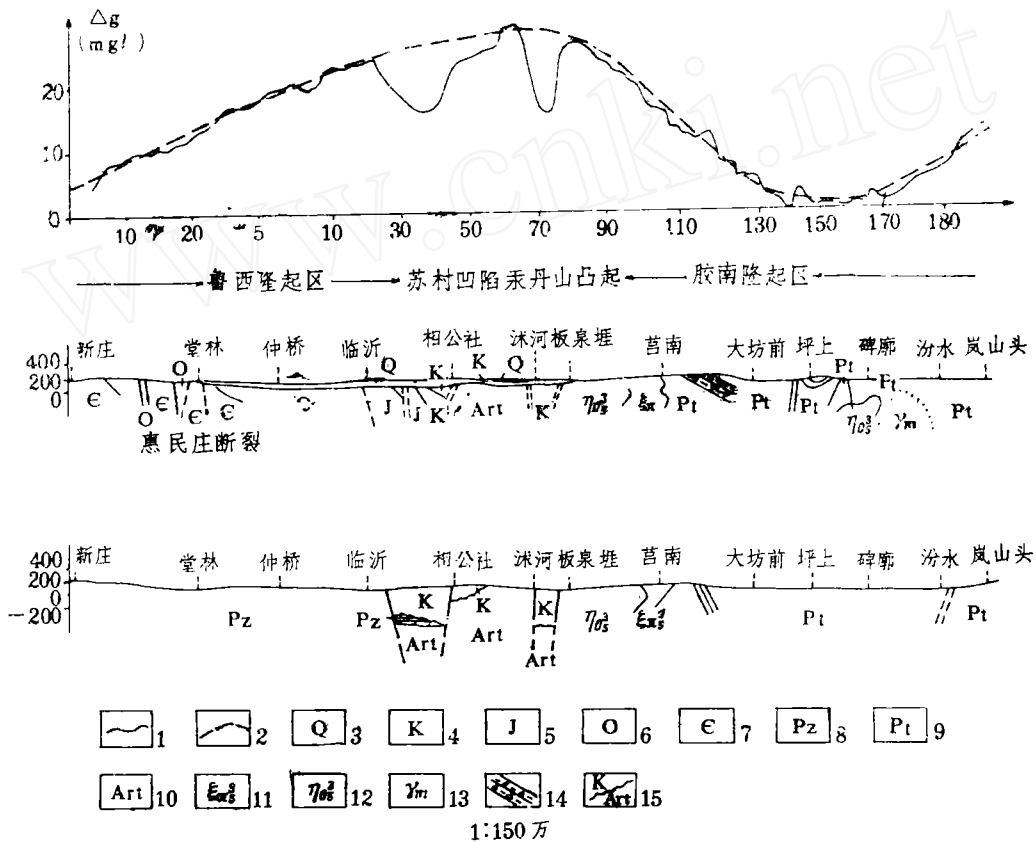


图7 山东省新庄—临沂—岚山头布伽重力异常、地质综合剖面图

1—布伽重力异常;2—区域重力异常;3—第四系;4—白垩系;5—侏罗系;6—奥陶系;7—寒武系;8—古生界;9—元古界;10—泰山群;11—燕山期;正长斑岩;12—燕山期;石英二长岩;13—混合花岗岩;14—断层破碎带;15—不整合界线

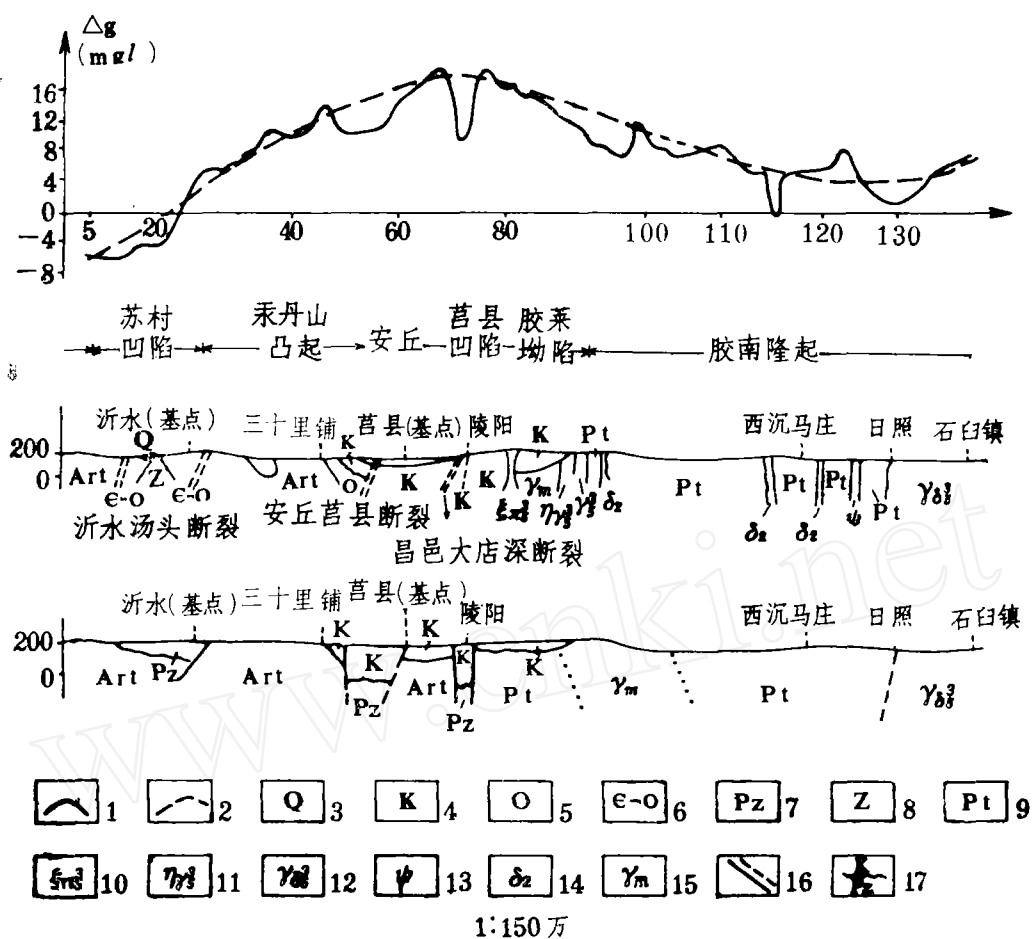


图8 山东省沂水—日照布伽重力异常、地质综合剖面图

1—布伽重力异常;2—区域重力异常;3—第四系;4—白垩系;5—奥陶系;6—寒武—奥陶系;7—古生界;8—震旦系;9—元古界;10—燕山期:正长斑岩;11—燕山期:角闪二长花岗岩;12—燕山期花岗岩;13—元古宙:角闪二辉岩;14—元古宙:闪长岩;15—混合花岗岩;16—断层;17—不整合界线

料,两个局部重力低对应了第四系下面(约50米)白垩系青山组及王氏组地层。因此认为,东边的盆地为昌邑——大店及安丘——莒县两断裂所控制,西边的盆地为沂水——汤头断裂控制。新庄——临沂——岚山头重力剖面(图7)在板泉崖处和沂水——日照重力剖面在陵阳处(图8)分别有明显的重力低异常反映,该两处重力低异常都较陡窄,其最低值分别为-15毫伽和-11毫伽,经计算所反映盆地深度分别为3.0公里和2.8公里。张店——胶县重力剖面在前苏处(图9)有明显的局部重力低异常反映,其最低值为-18毫伽,经计算盆地深度为6公里。以上重力低反映的中生代盆地为昌邑——大店断裂所

控制。

(2) 安丘—莒县断裂: 该断裂位于区域重力高带的西侧, 北起潍坊, 经安丘、孟疃、莒县、岌山南延至江苏境内林子附近。在重力平面图上可见, 从潍坊至招贤一段呈明显的重力梯级带。在张店—胶县重力剖面上, 位于潍坊和谭家坊处, 有两个相邻的局部重力低异常, 此两个重力低异常较宽缓, 重力低最低值为-25毫伽。东部局部重力低反映了昌邑—大店和安丘—莒县断裂所控制的地堑盆地。西边的局部异常则反映了白芬子—浮莱山断裂与阿陀西侧北东向断裂所控制的昌潍凹陷, 经计算重力低反映的盆地深度约为3.6公里。在临朐—灵山卫重力剖面上(图10)位于安丘附近, 反映一个上部宽阔、下部陡窄的局部重力低异常, 其最低值为-30毫伽, 经计算盆地最深为7.6公里。该盆地东为安丘—莒县断裂控制, 西为白芬子—浮莱山断裂控制。

(3) 沂水—汤头断裂: 该断裂据区域重力场特征大致可分成两段, 马站—昌乐区段反映为重力梯级带, 马站以南等值线向南西疏缓分布, 汤头至铁富以西等值线表现为急剧的弯曲, 形成复杂的重力异常区。该断裂在各条重力剖面上大部分有明显的局部重力低异常反映, 其中新庄—临沂—岚山头重力剖面在相公庄附近重力低异常反映最为明显, 最低值为-11毫伽, 经计算重力低反映盆地最深为2.5公里。在临朐—灵山卫

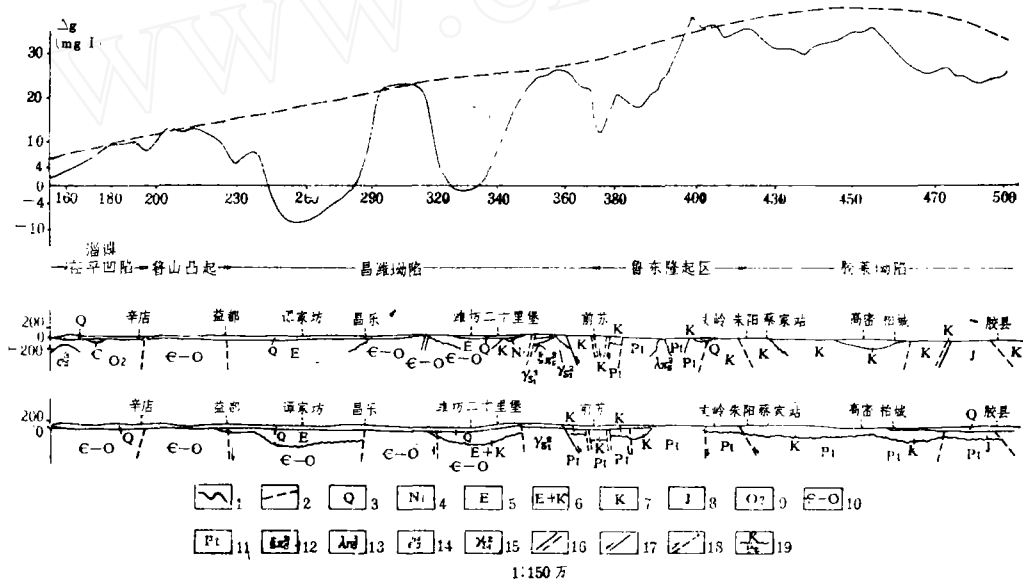


图9 山东省张店—胶县布伽重力异常、地质综合剖面图

1—布伽重力异常; 2—区域重力异常; 3—第四系; 4—上第三系; 5—下第三系; 6—第三系十白垩系; 7—白垩系; 8—侏罗系; 9—奥陶系; 10—寒武—奥陶系; 11—元古界; 12—燕山期: 正长斑岩; 13—燕山期霏细岩; 14—燕山期闪长岩; 15—片麻状花岗岩; 16—断层; 17—正断层; 18—逆断层; 19—不整合界线

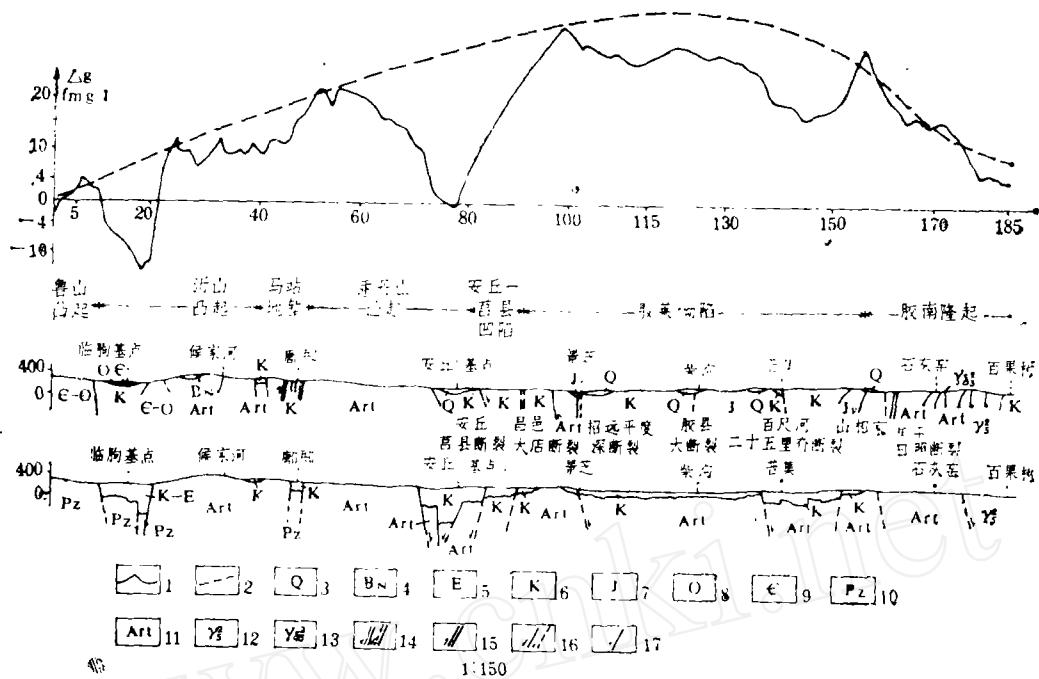


图10 山东省临朐—灵山卫布伽重力异常、地质综合剖面图

1—布伽重力异常;2—区域重力异常;3—第四系;4—上第三系;5—下第三系
6—白垩系;7—侏罗系;8—奥陶系;9—寒武系;10—古生界;11—泰山群(未分);
12—燕山期花岗岩;13—燕山期花岗闪长岩;14—实测及推测深断裂;
15—实测深断裂逆断性质;16—实测及推测正断层;17—实测逆断层

和张店——胶县两条重力剖面上, 均有明显的重力低异常反映。

(4) 郯郯——葛沟断裂: 该断裂为沂沭断裂带最西边的一条断裂。从区域重磁场看, 大致从临朐经辛寨、马站、沂水延至沂南后向西拐弯, 表现为一条北北东向疏缓重力梯级带。但是在各条重力剖面上没有明显的局部重力低异常反映, 这可能与郯郯——葛沟断裂在中生代活动不太强烈、没有形成沉积较厚的中生代盆地有关。

4. 对沂沭断裂带的几点认识

(1) 重、磁场所反映的沂沭断裂带: 重力场反映为一北北东向的宽缓梯级带, 其北段、中段和南段均有差别。磁场反映为一条南窄北宽的杂乱磁场带, 由磁场上延10公里90°水平导数图看, 清晰地反映出沂沭断裂带为北北东向构造带(图11)。

(2) 由重力局部低异常计算中生代盆地: 由南向北、自西至东沉积厚度各有差别。由表5看出, 计算的盆地沉积厚度多在0.7—3.0公里范围内, 最大厚度为7.6公里, 而且有的重力剖面上对地堑盆地没有明显的重力低反映。这表明地堑盆地并非均有较厚的中生代沉积, 也说明了沂沭断裂带在中生代活动的不均匀性。由此认为沂沭断裂带在中生代强烈活动时, 形成若干小的断层, 它们的发育程度、切割深度有一定差别, 从而造成了中生代盆地沉积厚度的差异。

表 5 地堑盆地中各处沉积厚度变化

计 算 重 力 剖 面	盆 地	马 站、 苏 村	安 丘—莒 县
	度(公里)	地 堑 盆 地	地 堑 盆 地
沂 塘 — 连 云 港		1.8	2.4
微 山 — 赣 榆		1.0	
新 庄 — 临 沂 — 岚 山 头		2.5	3.0
沂 南 — 金 家 沟		0.9	1.4
沂 水 — 日 照		2.0	2.8
马 牧 池 — 莒 县		0.7	
临 朐 — 灵 山 卫			7.6
张 店 — 胶 县			6.0

一相对重力低。负重力场基本上对应了新泰——垛庄断裂以北的泰山——沂山隆起,即包括泰山凸起、鲁山凸起、沂山凸起,呈东西向展布。重力场的这种特征与胶莱坳陷的重力高恰巧相反。该处主要分布有泰山群变质岩系,此外有寒武、奥陶系灰岩,其密度值约为2.8克/厘米³。从区域场看,负重力低与地壳深部构造有着直接关系。

(2)南部负重力场:是指垛庄——常马庄以南,地方——东石门以西的负重力场。重力异常近似椭圆状,长轴方向北西,异常最高值-2.5毫伽,最低值为-15毫伽,为一负重力低。整个重力低范围大体对应了尼山凸起。

2. 磁场特征

西部平稳正负磁场区位于昌乐——高桥——汤头杂乱磁场区以西,以益都——沂水——葛沟一线为界。与东部、中部磁场区特征相比较,又为另一磁场面貌。就总体看,该区为平稳正负磁场区,磁场值最大变化范围-300γ—300γ,一般为-100γ—100γ。平稳的正负磁场为泰山群变质岩的反映,但由于泰山群地层普遍遭受区域变质,经受了强烈的混合岩化和花岗岩化作用,使得泰山群变质岩内部磁性有较大差别,因而磁场也显示出某些局部的差异。由上延5公里磁场图可以看出,局部小异常都消失了,表明岩浆岩侵入体深部规模不大。由磁场上延10公里45°、0°水平导数图,清楚地反映出鲁西隆起北西向的复式褶皱轴向。

四、莫霍面特征

本区莫霍面深度图(图12)是根据1/50万布伽重力异常平面图数据,利用捷明尼茨卡

从研究区的莫霍面深度变化来看,处于相对浅的地区,就是上地幔相对隆起区,大致以东西33.0公里等值线所圈闭的范围,西界北起潍县,经安丘、孟疃、蒲汪到汤庄一线,东界北起山相家南、皇华南、莒南,到城头一线。整个幔隆区对应了北东向的拗陷地带。幔隆区东北部对应了胶莱拗陷,莫霍面深度最小为30.5公里,一般在31.0—33.0公里;中部大致对应了安丘—莒县地堑盆地,莫霍面深度一般在32.5—33.0公里;西南部对应了临沂—郯城凹陷,莫霍面深度最小为31.0公里,一般为32.5—33.0公里。沂沭断裂带的东部两条断裂,昌邑—大店和安丘—莒县断裂基本上位于地幔隆起带上,只是北段位于胶莱拗陷幔隆区的西部边缘上。根据有关文献资料研究报导,从松辽盆地到华北拗陷盆地,都位于北北东向延伸的地幔隆起带上,莫霍面深度变化在33.0—29.0公里之间,这一特征与本区莫霍面的深度变化和幔隆区处在拗陷地带极为相似。中生代盆地所对应的重力高可能与上地幔隆起有关。

2. 中部幔坡带

东部上地幔隆起区通过近于南北向的中部地幔斜坡带向西逐渐变为上地幔拗陷区。这条贯穿南北向的上地幔斜坡带,明显地划分开东西两侧上地幔的起伏变化。斜坡带的中部张庄—葛沟一线到沂水—四十里堡一线,莫霍面深度变化较陡,东西水平方向每公里深度变化约为0.5公里,经计算大约以 26° 的坡度向西倾斜。斜坡带的北部莫霍面等深线呈“S”形弯曲,莫霍面深度变化稍缓,每公里深度变化约0.4公里。斜坡带南部惠民庄—费县一线莫霍面等深线向北西方向凸出,再向南逐渐发散,莫霍面深度变化更缓,每公里深度变化为0.2公里。沂水—汤头和郯郯—葛沟断裂自汤头、葛沟以北大致还处于该斜坡带上,而在汤头、葛沟以南则处于东部地幔隆起带上。

3. 西部幔拗区

西部上地幔拗陷区对应了鲁西隆起区的东部,其莫霍面深度在34.5公里以上,蒙山背斜以北莫霍面深度一般在35.5—36.0公里,最深达36.5公里,是全区莫霍面最深处。蒙山背斜以南莫霍面深度一般在35.0—35.5公里,最深为36.0公里。总的看,西部上地幔拗陷区对应在高山地区,北部大致对应于沂山、鲁山和泰山;中部对应于蒙山;南部对应于尼山、四海山等。这与东部上地幔隆起区对应了拗陷区正好相反,而这种现象是符合地壳均衡学说的。

五、结 语

(一) 沂沭断裂带所反映的重、磁场特征,表现为北东—南西向的重力梯级带和杂乱磁场带,这一反映与地质图上的沂沭断裂带位置大体吻合,但重力梯级带的南段有向南西偏离现象。由莫霍面深度图来看,沂沭断裂带大致处于东部地幔隆起区与西部地幔拗陷区之间的斜坡带上。

(二) 胶南隆起与胶莱拗陷的边界断裂,即郝官庄—山相家断裂有着非常明显的重力梯级带和航磁线性正异常带,而且重力梯级带与航磁异常带位置比较吻合。由上延5、10和20公里的磁场图看,异常带十分明显,充分说明该断裂规模大,切割深。

(三) 胶南隆起广泛分布有元古界的胶南群和五莲群变质岩,被规模巨大的中生代岩浆岩体所穿插。岩体物性特征为密度小、磁性强,重、磁场特征为重力低、磁力高。当

磁场化极上延20公里时,反映为一巨大的整体异常,异常范围与胶南隆起范围相当,推测胶南隆起下面为一巨大岩基。同时,由昌乐—高桥杂乱磁场区化极上延后,出现了与胶南隆起相类似的磁场特征,我们认为该杂乱磁场区也为深部岩浆岩岩基引起。并推断上述南、北两个岩基可能均受沂沭断裂带所控制。

(四)沂沭断裂带两侧鲁东、鲁西隆起区的构造、地层、岩浆活动以及矿产分布等,都存在着明显的差异性,有人认为这种差异性是由于郯庐断裂左行平移运动的结果,现在的鲁东隆起区与鲁西隆起区是异地相接。从重、磁场特征看,鲁东、鲁西隆起区也存在着明显的不同,特别是鲁东隆起区的胶南隆起与鲁西隆起区有着极大的差别。对于上述现象的解释,促使了断裂平移假说的发展,并且正受到越来越多的地质和物探工作者的重视。

参 考 文 献

[1]山东省地质矿产局,1983,山东省前晚第三纪基岩地质图说明书,地质出版社。

PRELIMINARY STUDY ON THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS
OF THE YISHU FAULT ZONE AND ITS SURROUNDING AREAS
BY USING GRAVITATIONAL AND MAGNETIC SURVEYING DATA

Yang Ximao and Zhao Jinhua

(Geophysical Prospecting Brigade, Shandong
Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Yishu Fault Zone (a segment of the Tancheng--Lujiang Fault Zone in Shandong Province) and the structures in its surrounding areas have been clearly shown on the gravitational and magnetic maps, the Yishu Fault Zone is expressed as a NE-trending gravity gradient zone and a random magnetic zone, whereas the boundary between the Jiaonan Uplift and the Jiaolai Depression on the east side of the Yishu Fault Zone is indicated by a distinct gravity gradient and an aeromagnetic linear normal anomaly, both of which coincide with each other and correspond to the Shanxiang-jia-Haoguanzhuang Fault. It is inferred that this is a large-scale deep fault closely related to the Yishu Fault Zone based on the features of the gravity- and magnetic field data obtained.

It is also suggested that a batholith is probably situated beneath the Jiaonan Uplift as inferred from the gravity low, the magnetic high and a distinct magnetic field on it. The random magnetic field around Changle-Gaoqiao area shows a similar feature to that for the Jiaonan Uplift after the treatment of the magnetic field data and, thus, is considered to be caused by a deep-seated batholith, too. The two batholiths are controlled by the Yishu Fault Zone.