

郯庐断裂带中南段重磁特征与深部构造

霍光辉¹, 王海芹², 王仁祥¹, 王红梅¹

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要: 郯庐断裂带是中国东部地球物理场的分界线。它在磁场上呈现出一条 NNE 向线性正磁异常带, 它的重力场特征表现为规模较大的布格重力异常梯度带。在断裂带的两侧, 其区域磁场、区域重力场无论是场值大小, 还是异常规模以及各异常的展布形态等诸方面都具有明显的区别。地球物理特征揭示郯庐断裂带深部构造, 为研究重点矿产分布规律及地震灾害预报具有重要的实际意义。

关键词: 郯庐断裂带; 中南段; 重磁场; 深部构造

中图分类号: P631.2

文献标识码: A

郯城-庐江断裂带是纵贯中国东部大陆的一条巨型构造带, 它对该区的构造格局、沉积作用、岩浆活动以及能源矿产和地质灾害的形成分布有重要的控制作用。郯庐断裂带也是中国东部地区地质、构造、地球物理场的分界线, 它是一条 NNE 向深大断裂带, 因此关于断裂带三维展布、岩石圈结构特征的研究, 一直被认为是认识我国东部大陆边缘构造演化和动力学机制的关键性课题之一, 也是研究有关我国东部地质资源和地质环境问题的重要基础课题之一, 所以长期以来深受国内外学者们的关注。

1 郯庐断裂带中南段重磁场特征

郯庐断裂带中南段在航磁 ΔT 异常图上呈现为一系列 NNE—NE 向线状和串珠状异常带, 并作为一条醒目的不同磁场构造单元的分界线贯穿中国东部广大地区。以郯庐断裂带为界可分为不同的磁构造分区。郯庐断裂以东主要为胶辽、南黄海负磁场异常区, 它的主要特征表现为负的或接近零值的背景场值。局部为宽缓的磁异常, 在胶辽与南黄海负磁场区之间夹持胶东南线状正磁异常带。往南为下扬子 NE 向线状异常带。郯庐断裂带西侧主要为华北正磁异常, 按异常具体形态特征不同, 又可划分为次级磁构造单元, 它们是: 短轴状呈近 EW 向弧线排列的燕山线状正磁异常区, 华北平原东部短轴状

正磁异常区, 豫皖平缓正磁异常区, 南下进入大别山线状磁异常带^[1]。

1.1 航磁异常特征

按照断裂带的局部特征和两侧区域磁场差异性, 郯庐断裂带磁异常特征可划分为以下区段。

沂沭段: 航磁异常为一系列狭窄的 NNE—近 SN 向排列的串珠状磁异常, 它与 NW 向的鲁西磁场区以及 NE 向的鲁东磁场区有显著区别(图 1)。

南段: 嘉山以南至庐江磁异常带突然变窄, 异常宽度仅 10 km, 并成斜列状, 反映左行剪切特征, 该段异常受其西侧 NW 向磁异常扰动, 常常造成非连续分布。庐江以南磁异常已变得零散, 东界明显由 NE 向航磁异常梯级带取代。西侧进入大别山 NWW 向的正磁异常区, NNE—NE 向的磁异常过宿松减弱甚至消失。在广济附近被九江 EW 向的负磁异常阻挡向南继续延伸的迹象, 由此推断郯庐断裂应终止于长江边。

渤海海域及北延段: 从潍坊向北延入莱州湾进入渤海海域, 航磁异常同样呈现一条升高的 NNE 向磁场梯度变化带, 它是渤海断陷与胶辽隆起的构造分界。向北延入下辽河盆地, 异常逐渐变缓, 成 NNE 向的线状负磁异常带伸入沈阳以南。

1.2 重力场特征

郯庐断裂带重力场总体特征是东界为突变的密

* 收稿日期: 2009-02-12; 修订日期: 2009-05-28; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 霍光辉(1960—), 男, 安徽合肥人, 高级工程师, 主要从事地球物理勘探工作。

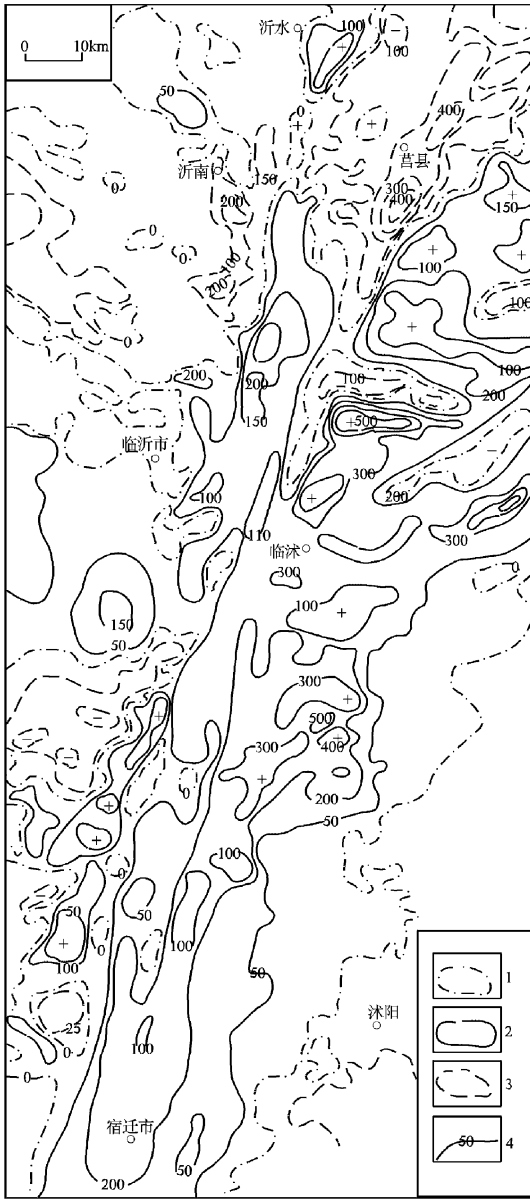


图1 郯庐断裂带中南段航磁 ΔT 异常图

1—零等值线;2—正磁异常等值线;3—负磁异常等值线;
4—等值线数据(nT)

集重力梯级带,西界显示出不同重力场的过渡带。断裂带内展布一些有规律的局部圈闭异常斜列,重力场特征与航磁特征相对应,可划分相同区段。

沂沭段及南段(图2):从潍坊向南至莒县,断裂带位于东侧 NE 向胶莱正异常区向西侧 NW 向的泰沂负异常区过渡的密集重力梯度带上。向南到嘉山,断裂带重力场主要由 NNE 向临沂重力高、郯城重力低、宿迁—新沂重力高以及宿迁南重力低相间斜列组成。嘉山至庐江段重力异常受到 NW 向构造的干扰,西界特征模糊难辨,东界线性特征明显可

见。庐江以南,郯庐断裂重力场则以梯级带的特征直插岳西重力低的东缘,经桐城、越太湖伸向广济方向,最终消失于长江边。该重力梯级带是 NW 向大别山弧形造山带和 NE 向下扬子区宿松—怀宁—枞阳正异常分界线。

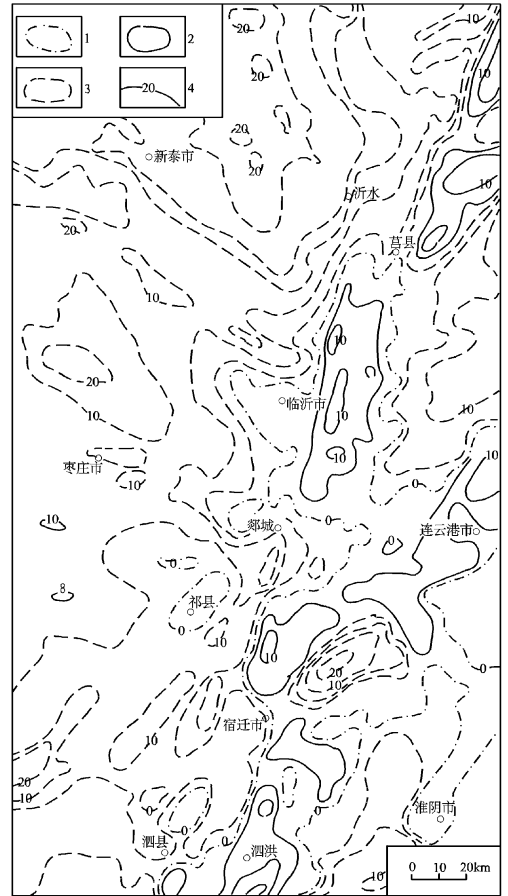


图2 郯庐断裂主段布格重力异常图

1—零等值线;2—正异常等值线;3—负异常等值线;
4—重力异常(10^{-5} m/s^2)

渤海海域及北延段:渤海海域重力场明显表现为 NNE—NE 向线性异常带。以渤中重力高为界划出南北两异常区段,南段东侧莱州湾是沂沭重力梯级带向海域连续延伸拓展。带内由局部正负相间异常圈闭组成复杂无序的重力场,宽度增大至 60 km,沂沭重力梯级带在渤中被 NW 向的重力高阻断之后梯级带的宽度急变窄,并向西位移约 20 km,形成一宽度窄而梯度大的 NE 向的重力梯级带,穿越辽东湾经下辽河平原至沈阳附近。在沈阳南受到 NW 向的构造干扰,重力梯级带逐渐散开成树枝状向北延伸,与依兰—舒兰、长春—哈尔滨和孙吴—双辽断裂相连。

2 郯庐断裂带中南段主干断裂重磁场特征

郯庐断裂带中段共有4条主干断裂组成两堑夹一垒的构造形态^[2](图3),现分述如下:

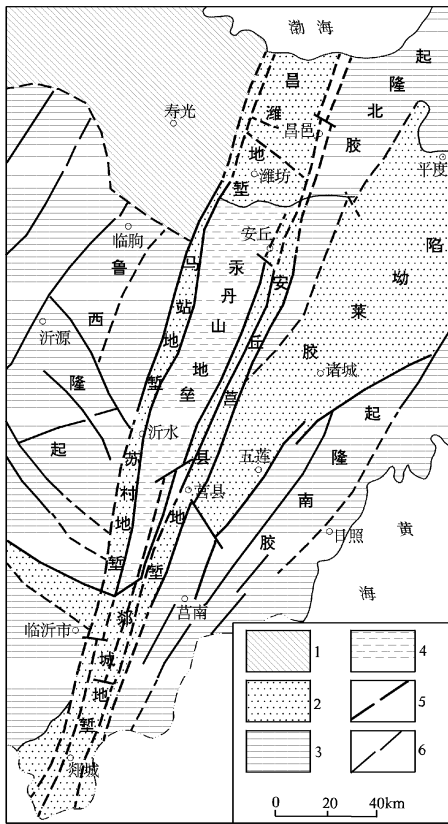


图3 郯庐断裂带中段平面结构图

- 1—中生代拗陷;2—中生代地堑及拗陷;3—隆起、凸起地块;
- 4—被新生代覆盖的隐伏地块;5—主干断裂;6—一般断裂

昌邑-嘉山断裂:重力场上呈现为规模宏大、梯度较大的梯级带。它是断裂带内 NNE 向的异常与东侧 NE 向的重力异常分界线,北段梯度值在 15 ~ 25 E 之间,向南逐渐减小到 10 E 左右。航磁特征表现为东高西低的梯度变化带,它为胶东 NE 向异常与断裂带 NNE 向异常之间的分界。断裂西侧为 5 ~ 8 km 宽的 NNE 向的条带状或串珠状低负磁异常带。断裂东侧异常轴由 NNE 向很快转为 NE 向,整条断裂磁异常与重力梯级带相呼应。该断裂为区域构造边界断裂,其规模已切割到 M 面。

安丘-池河断裂:北段以规模宏大、梯度大的重力梯级带贯穿山东中部。断裂位置对应重力异常零值线,往南与昌邑-嘉山断裂相距 8 km 平行延伸。此段对应于布格重力垂向一阶导数零值线,磁场上

为断裂带内正负异常的次级分界,NNE 向条带状或团块串珠状的正磁异常为断裂的核心。

沂水-石门山断裂:沂水以北重力场反映不甚清晰,中部呈现为布格重力异常梯度带,梯度值为 15 ~ 25 E。航磁反映为郯庐断裂带 NNE 的条带状或串珠状的正磁异常带的主体特征,与西侧的鲁西 NNW 向的磁异常呈过渡带磁场分界。

郟部-五河断裂:郟部以北重力场上表现为弯曲的梯级带,重力异常等值线呈同形扭曲,同时是不同重力异常轴向的分界。在五河附近反映为一较大的重力梯级带。航磁反映为西高东低缓变梯级带。在沂水到汤头之间为负背景场,到郟城磁场强度升高为 500 nT 以上。整个郟部-五河断裂的西侧边缘范围的航磁特征是 NW 向的鲁西异常区和 EW 向的徐淮异常区向郯庐 NNE 向异常带转变的过渡带。

郯庐断裂带南段重磁异常特征仅能反映出东西 2 条断裂的形态与展布,不具备中段堑垒式构造形态,现分述如下:

嘉山-庐江断裂:郯庐断裂在嘉山附近切错 NE 向的嘉山-响水断裂之后,往南到庐江一带,重力场仍然以边界断裂布格重力异常梯级带的特征南插安徽西南部。重力梯级带在忠庙附近被串珠状局部异常干扰,改变其方向以约 N 40°E 的方向从孔城东侧,以宽 25 km 左右规模的线性陡变梯级带延伸至广济附近消失。该段梯级带是西侧大别山 NW 向重力低和东侧 NE-NNE 向宿松-枞阳重力高的分界。嘉山到庐江一段航磁反映为东边串珠状异常向西边条带状异常过渡。庐江以南呈现明显的航磁异常梯度密集带,直至广济附近,消失于长江边。

池河-太湖断裂:重力异常与嘉山-庐江断裂重力特征类似并行南下。庐江以北一段,航磁反映为东高西低条带状梯级带。在庐江附近,航磁异常被西侧东西向负磁异常干扰畸变。庐江到广济航磁异常已变成场值在 300 ~ 500 nT 串珠状局部高磁异常带。

以上重磁资料分析表明,郯庐断裂带堑垒构造特征从北而南逐渐减弱,主干断裂由中段的 4 条向南减少为 2 条,构造格架由堑垒状态变成单断叠覆构造。

3 深部地壳结构特征

航磁资料上延处理主要反映深部的地壳磁性构

造特征,当上延高度为20 km时,郯庐断裂带中段异常格局变得简单,航磁异常幅度明显减小,区域构造格架表现清楚。郯庐断裂带中段正处于NNE向的磁异常梯度带上,断裂带以西正磁异常为主,异常形态轴向以EW向和NW向为主的大片正异常区。断裂带以东除胶东东南、南京以外,为大片的负磁异常区,整个东侧的航磁异常轴向以NE向为主。显然,郯庐断裂是两侧区域磁场特征各异的分界线。郯庐断裂带地区的莫霍面等深线图表明:郯庐断裂带为不明显的上地幔隆起带,莫霍面埋深比周围地区略浅一些。其中在渤海地区最浅为29 km,其他地区埋深在35~36 km之间。北延东、西2条断裂的莫霍面向南伸展在渤海与沂沭段相会形成“Y”字形。

3.1 潍坊地区

从济南-荣成地震测深速度剖面结构上分析,郯庐断裂带在潍坊附近上地壳速度为一低速层,其平均速度比其他地区低0.5 km/s,下方横向不均匀性异常强烈,推断郯庐断裂带在所属范围内构成一个较宽的破碎带以及沉积或浅变质较厚所致。其莫霍面状况复杂并存在着壳幔过渡带,这是由地幔物质上涌造成的。

3.2 嘉山地区

HQ-13线地球物理剖面^[3],测线恰好在五河、嘉山之间通过郯庐断裂带,该段共获得 T_m , T_{cm} , T_c , T_j^2 , T_j^1 等反射地震界面,根据同一地质层位具有相似反射波地震相特征图象对比原则, T_m 为莫霍面、 T_{cm} 为上下地壳分界面、 T_c 为康拉德面、 T_j^2 浅变质基底、 T_j^1 中生界复式褶皱构造层。

郯庐断裂带具有很多断裂识别标志:郯庐断裂西界断裂在 T_j^1 , T_j^2 , T_m 等明显中断;断裂西盘波组突出,东盘波组零乱;郯庐断裂带东界断裂在 T_j^1 , T_j^2 , T_m 等波组明显中断,断面倾向E,切断了M面。断裂显示无反射的纵向空白条带;断裂E倾深切M面,M面垂向断距2 km。全地壳反射地震剖面与大地电磁测深剖面均显示灵璧块体太古宇高阻体向东推覆到胶南地体上,后者又连同其上的浅变质基岩一起,又向东推覆到下扬子区的盱眙-天长块体上。郯庐断裂深部20 km左右有一低阻层存在。HQ-13地学断面研究结果表明(图4),郯庐断裂带的东边界断裂是E倾的超壳断裂,西界断裂由略E倾至深部略显W倾均为岩石圈断裂。断裂带西侧为华

北板块,该板块以郯庐东界断裂 F_2 与胶南地体为界。但其东部的上地壳下部却留下了胶南地体深变质基底的一个楔状体。胶南地体虽以 F_3 与扬子板块为界,在其东部的上地壳下部也留有一个扬子板块深变质基底的楔状体。在近东侧的郯庐断裂部位,因软流圈物质上涌,壳下岩石变热与受熔蚀而减薄,整个岩石圈厚度骤降60 km,地壳中部出现岩浆房。

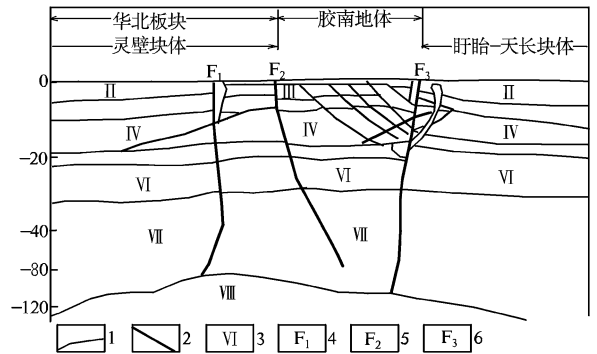


图4 HQ-13线郯庐段地质剖面解释图

1—构造层界面;2—断层;3—构造层代号;4—郯庐西界断裂;
5—郯庐东界断裂;6—响水-盱眙断裂

4 对地质构造的探讨

4.1 断裂展布规模格架

郯庐断裂带重磁场特征揭示了它是中国东部一条巨型断裂,总体上呈NNE走向。它北越黑龙江,南到长江,绵延2400多千米。北段由依兰-伊通断裂、沈阳-哈尔滨断裂、敦化-密山和孙吴-双辽等断裂组成。它们南延收敛于沈阳附近,并沿下辽河直接插入渤海东部,中南段越海从莱州湾登陆进入鲁中沂沭河谷流域。由昌邑-嘉山断裂、安丘-池河断裂、沂水-石门山断裂和郟部-五河断裂4条主干断裂组成郯庐断裂的主段——沂沭断裂带(图3)。中南段北宽南窄组成两堑夹一垒的构造形态。断裂带宽度由40 km减少到20 km。断裂带往南主干断裂规模逐渐变小并由堑垒构造过渡成单断形式,从庐江往西南沿大别山东南麓越宿松终止于湖北的广济。

4.2 运动学特征

NNE向郯庐断裂带把中国东部区域重磁场一分为二。断裂带东侧异常轴向以NE向为主,西侧以NW和NNW向为主。从北到南断裂东侧分布的

敦化-密山断裂、五莲-荣成断裂^[4]、新沂-赣榆-石岛断裂、宿迁-连云港断裂和盱眙-淮阳断裂为郯庐断裂左旋平移导致的地壳变形消减带。区域重磁异常形态的展布呈现出郯庐断裂带两侧地质块体以左旋平移运动方式为主的特征。郯庐断裂带西侧新集重力低、宿县重力低和方城重力低等及异常轴向由EW向或NW向在靠近郯庐断裂时转向NE向显示西盘向南滑移运动方式。东侧NE向五莲-青岛重力梯级带、盱眙-淮阳重力梯级带、胶东南升高航磁异常轴向靠近郯庐断裂收敛合并。断裂带内部郯城重力低、成岗重力高、宿迁重力低等局部重力异常的圈闭组成NNE向的斜列,表示了郯庐断裂左旋扭动导致的拖曳构造形迹特征。鲁南地壳测深结果认为东侧2条断裂沿地壳滑脱带相对深构造向西滑动6 km,揭示扬子地块相对北移。HQ-13地学剖面同样揭示了断裂带地表近直立向地壳深部E倾,在双沟推覆带内形成的一系列平行逆掩断片。它们随着向深部延伸而断面渐次变缓,并最终收敛消失于同一近水平的主构造滑脱面,在剖面上形成“犁式”断裂系。说明了华北、扬子2地块拼合时强烈挤压导致夹于其间的胶南地块产生韧性剪切变形,形成华北、胶南、下扬子三者剖面呈逐次自西向东一个推覆于另一个之上的结构^[3],即扬子地块自SE向华北地块楔入运动。胶南地块北界断裂——五莲-青岛断裂重力梯级带偏离出露的三相家-郝官庄断裂东南侧1~3 km。区域航磁资料化极上延10 km,20 km高度时,该断裂带磁异常梯级带依次向SE方向偏离,揭示五莲-青岛断裂是SE倾向特征^[5]。带状和串珠状的黄海布格重力异常高值带及其异常两侧的规模宏大的梯级带揭示新沂-赣榆-石岛断裂N

倾,宿迁-连云港-黄海断裂S倾特征,这是由于郯庐断裂左旋平移运动切割秦岭造山带,扬子地块相对向北推移导致胶南地块遭受地壳变形、缩短隆升的结果。

海胶地块隔郯庐断裂带与大别地块遥相对应,这是由于郯庐断裂左旋平移运动错切秦岭造山带,扬子地块相对向北推移导致胶南地块变形北移,以及地壳遭受强烈缩短抬升和长期剥蚀形成的。郯庐断裂带东侧的五莲-青岛断裂与西侧桐柏-晓天断裂无论是地球物理场特征还是区域地质构造特征都具有很多的相似之处,它们是胶南地块和大别地块北界断裂。同样,南界N倾的大悟-浠水断裂与胶南地块南界的盱眙-淮阴断裂相对应,从而圈定了郯庐断裂带两侧相似的地块之南北界线的范围。通过宏观与微观等诸多地学方面对比研究,可以得到郯庐断裂两侧可对比地质体的大别与胶南地块,现今分布距离最大为520 km。为进一步确定郯庐断裂平移幅度提供依据,对揭示郯庐断裂的生成、演化及地质发展的控制作用,研究重点矿产分布规律及地震灾害预报具有重要的实际意义和社会效益。

参考文献:

- [1] 马杏垣. 中国及邻近海域岩石圈动力学图集[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [2] 山东地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [3] 陈沪生,周雪清,李道琪,等. 中国东部灵璧-奉贤地学断面图[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [4] 曹国权,王致本,张成基. 山东胶南地体及其边界断裂五莲-荣成断裂的构造意义[J]. 山东地质,1990,6(1):1-15.
- [5] 霍光辉,罗卫. 应用地球物理资料对胶南地体分类特征的探讨[J]. 山东地质,1993,9(2):45-51.

Gravity and Magnetic Characteristics and Deep Structure in Middle and South Part of Tanlu Fault Belt

HUO Guang-hui¹, WANG Hai-qin², WANG Ren-xiang¹, WANG Hong-mei¹

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: TanLu fault belt is the boundary of geophysical field in eastern China. It shows a linear magnetic anomaly zone with the trend of NNE. Its gravitational field is characterized by large scale of Bouguer gravity anomaly belt. In both sides of the fault zone, its regional magnetic field, regional gravity field have obvious differences in scale, abnormal degree and abnormal distribution. Geophysical characteristics of TanLu fault zone reveals its deep structures.

Key words: TanLu fault zone; middle and south part; gravity and magnetic field; deep structures