

引用格式: 屈念念,李家斌. 云南昭通盆地重磁特征及其地质意义[J]. 中国地质调查,2016,3(4): 37-42.

云南昭通盆地重磁特征及其地质意义

屈念念^{1,2},李家斌²

(1. 中国地质大学(北京),北京 100083; 2. 贵州省地质调查院,贵阳 550018)

摘要:以区域重磁资料为依据,结合地质资料以及前人的研究成果,分析昭通盆地的重磁特征,对反映昭通盆地的重力低异常进行处理和解释。利用以重力数据为主的基底密度界面反演和剖面反演,详细揭露昭通盆地的基底形态、地层发育特征以及断层构造的展布,并在此基础上分析断层及褶皱构造在盆地的巨厚褐煤层形成过程中的控制作用,更进一步确定了其为构造拗陷型盆地。

关键词:重磁特征; 昭通盆地; 基底深度; 反演

中图分类号: P318; P312 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-8706(2016)04-0037-06

0 引言

昭通盆地是位于云南北东部的一个大型山间盆地,盆地内赋存第三系褐煤层。昭通褐煤盆地成因类型是煤田地质工作者十分关注的问题,潘润群^[1]认为昭通盆地是“典型的岩溶侵蚀盆地”,这一结论是建立在洛泽河与“昭通岩溶盆地的落水洞”相贯通的假设条件上的;沈玉蔚^[2]从分析古构造的角度出发,认为该聚煤盆地是典型的构造拗陷型盆地;郑荣椿^[3]通过分析岩溶水文地质结构特征,否定了上述假设条件,并结合昭通盆地的构造格架基本特征进行分析,认为昭通盆地的形成是受断层构造控制的。本文利用研究区的重磁资料,对研究区重力场、磁场特征进行分析,并在此基础上利用重力数据,结合前人的研究资料,对昭通盆地进行基底深度反演以及2.5D反演,揭示昭通盆地基底的断层构造特征,并结合地质资料分析断层及褶皱构造在盆地形成过程中的控制作用。

1 研究区地质概况

昭通盆地及其周围地层走向主要为NE向,SN向次之,古生代、中生代及新生代地层均有出露(图1)。早古生代地层出露面积相对较小,走向主

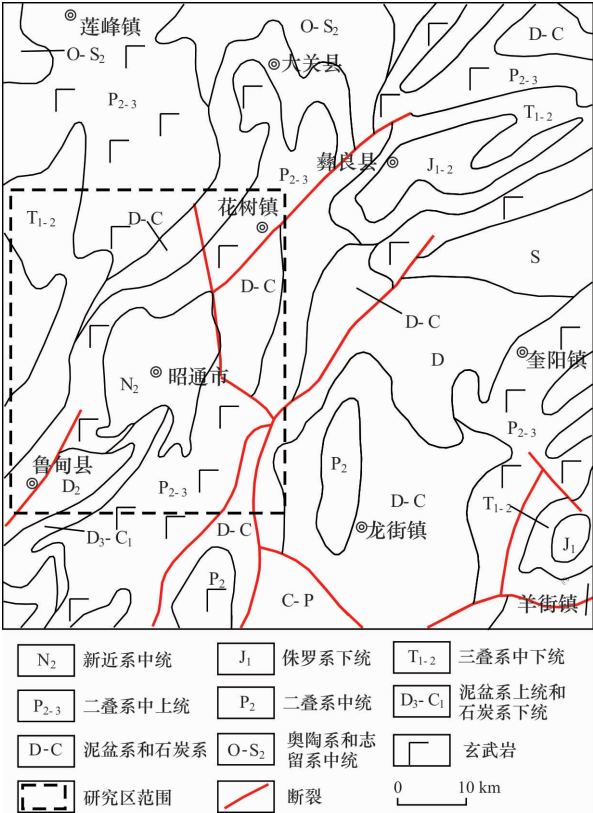


图1 昭通地区地质简图

Fig.1 Geological map in Zhaotong area

要为EW向和NE向;晚古生代地层、中生代地层出露面积相对较大,走向为NE向;新生代地层主

要出露于昭通盆地一带。区内断层走向主要为 NE 向,NW 向次之。昭通盆地呈不规则椭圆形,长轴呈 NE—SW 向展布。盆地内出露地层为第四系全新统、新近系和上二叠统峨眉山玄武岩组,盆地周边出露地层为中侏罗统、下侏罗统、下三叠统、上二叠统宣威组 and 峨眉山玄武岩组、下二叠统、石炭系、泥盆系。

昭通盆地内上新世沉积物最厚达千米,盆地内赋存第三纪上新世巨厚褐煤层。昭通盆地基底构造属新华夏系,有一系列 NNE 向的褶皱和断裂相间展布,另有一定数量的 NW 向断裂存在。

2 研究区重磁场特征

研究区重力数据为 1:25 万重力数据,网度为自由网,布格重力异常总精度为 0.313 mGal。图 2 为昭通地区布格重力异常平面^[4-5]。如图所示,本区布格重力异常均为负值,场值从西向东不断增高,异常幅值相对变化较大。布格重力异常最低值位于昭通盆地一带,为圈闭负异常,异常走向为 NE 向。布格重力异常等值线呈 NW 向展布,变化较陡。区域重力异常走向为 NW 向,反映了研究区构造的基本走向以 NW 向为主。

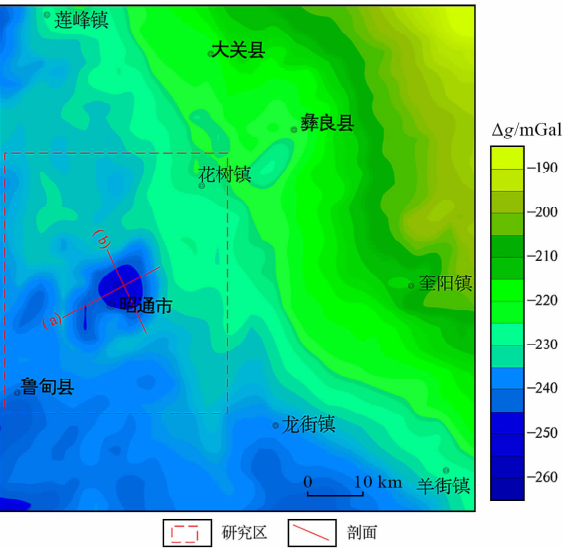


图 2 昭通地区布格重力异常平面

Fig. 2 Bouguer gravity anomaly in Zhaotong area

图 3 为昭通地区航磁 ΔT 化极异常平面,如图所示,研究区航磁 ΔT 化极异常^[4-5] 总体趋势呈北西高,南东低。以昭通—彝良一线为界,北部为高

正磁异常区,异常轴走向主要为 SN 向,NE 向次之,同时,此地另分布有小范围的圈闭低负磁异常,异常轴走向为 NE 向;南部为弱正磁异常区,在昭通南东部分布一圈闭强负磁异常,异常轴走向为 NE 向。该区的高正磁异常与出露的强磁性地层(二叠系峨眉山玄武岩和三叠系飞仙关组)吻合较好,弱正磁异常区反映了强磁性地层逐渐减薄,弱磁性地层逐渐增厚;该区的负磁异常与出露的无磁性地层(泥盆系和石炭系)吻合较好。

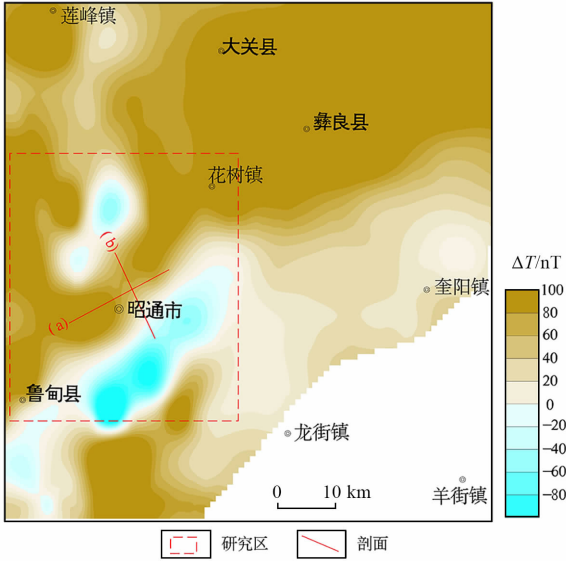


图 3 昭通地区航磁 ΔT 化极异常平面
Fig. 3 Aeromagnetic anomaly reduced to the ΔT - pole in Zhaotong area

3 昭通盆地物性及重磁异常特征

昭通盆地大面积被新近系和第四系地层覆盖,盆地内部三叠系、二叠系、石炭系和泥盆系地层发育,为 NE 向的向斜构造,在盆地东部有 NW 向和 NE 向断裂发育。由表 1 的密度统计可知,地层的密度随着地质年代的增加而呈逐渐增大的趋势。昭通盆地的新近系和第四系地层为低密度地层,其中所含的褐煤层以及盆地东北部的洪积扇砂砾层密度亦较低,三叠系至泥盆系地层则密度偏高,与上覆的新近系和第四系地层形成有明显密度差的物性界面。由表 1 的磁性统计可知,除三叠系飞仙关组(T_1f)和二叠系峨眉山玄武岩组(P_2b)为中等磁性和强磁性地层外,其余地层均为无磁性或弱磁性地层,因此研究区的航磁 ΔT 化极异常反映了三

叠系飞仙关组 (T_1f) 和二叠系峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$) 的分布。

表 1 研究区地层密度及磁性统计
Tab.1 Density and magnetic of
stratum in Zhaotong area

地层/岩矿石	密度/ ($10^3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	磁化率/ ($4\pi\times10^{-6}\text{ SI}$)
全新统-新近系 (Qh-N)	1.68 ~ 1.76	4.0 ~ 10.0
中上三叠统 (T_{2-3})	2.67 ~ 2.71	4.9 ~ 10.0
三叠系飞仙关组 (T_1f)	2.77	186.9
二叠统宣威组 (P_2x)	2.66	1.2
二叠统峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$)	2.88	488.9
石炭系 (C_{1+2})	2.70 ~ 2.75	0.8 ~ 4.5
泥盆系 (D)	2.63 ~ 2.70	2.0 ~ 16.5
洪积扇砂砾层	2.35 ~ 2.55	1.0 ~ 7.0
褐煤层	1.40	

目前,重力异常分离的方法较多,本文采用滑动平均滤波方法获得不同滤波窗口半径的区域重力异常和局部重力异常。对比不同窗口半径的局部重力异常,并结合该区地质特征分析,认为窗口半径为 20 km 获得的局部重力异常能够清楚地反映本区地质构造格局。

昭通盆地在布格重力异常中呈 NE 向圈闭重力低,异常东部为近 SN 向圈闭重力高,西部为 NE 向圈闭重力低;剩余重力异常形态与布格重力异常形态基本相近,为二度半体,有 2 个异常中心,幅值较大。在航磁异常 ΔT 化极平面图中,昭通盆地位于较强的正磁异常上,异常走向为 NE 向,盆地西北侧和南东侧为 NE 向的长轴状负磁异常。

综合分析物性、地质、重力及航磁资料,昭通盆地在重磁异常中呈局部重力低、正磁异常,该区第四系全新统、新近系以及洪积扇砂砾层和煤层均为低密度、弱磁性地层,泥盆系和石炭系为高密度、弱磁性地层,下三叠统飞仙关组和上二叠统峨眉山玄武岩组为高密度、强磁性地层。第四系全新统、新近系厚度不大,上二叠统峨眉山玄武岩组地层厚度较大,因此,推断上二叠统峨眉山玄武岩组地层在盆地南东部厚度减薄或消失,而泥盆系和石炭系弱磁性地层增厚,出现 NE 向的长轴状负磁异常;洪积扇砂砾层较厚但是分布在盆地的北东端,煤层具有一定规模地分布在新生代地层中,因此推断该局部

重力低异常由低密度地层第四系全新统、新近系和褐煤层增厚引起。

4 昭通盆地反演结果及分析

昭通沉积盆地基底由三叠系、二叠系、石炭系和泥盆系地层组成,盖层由低密度的新生界地层及褐煤层组成,由于昭通盆地基底和盖层之间存在一定的密度差,可利用该密度差对盆地基底深度进行反演。表 1 显示盆地基底地层与上覆地层密度差为 1.05 ~ 1.3 g/cm³,盆地基底的深度在 200 ~ 600 m 之间^[2]。依据以上参数,采用 Parker 算法对该密度界面进行反演,得到昭通盆地基底深度(图 4)。由图 4 可知,基底从西南向东北呈“W”状起伏,盆地西南角凹陷部位的基底深度约为 400 m,向 NE 方向 5 km 基底凸起部位的深度约为 300 m,盆地北东角凹陷部位基底深度约为 600 m。基底走向为 NE 向,控制了昭通盆地重力异常基本形态。

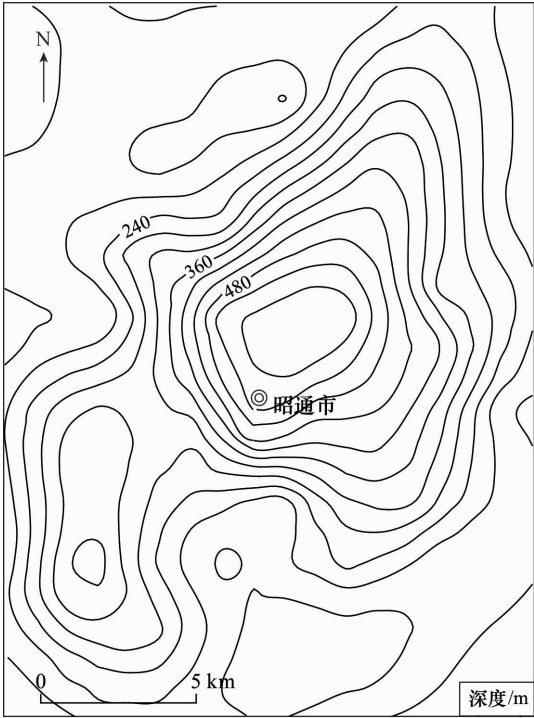


图 4 昭通盆地反演基底深度等值线平面
Fig. 4 Contour diagram of inversion
basement depth in Zhaotong basin

结合物性、地质、重力和航磁异常资料,沿 NE 向和 NW 向截取异常剖面进行 2.5D 反演^[6],反演密度参数采用表 1 中所示的研究区地层密度,对于

所给地层密度为某一范围的,则在该范围内选取不同的密度进行反演计算,得到不同异常响应,由异常响应来确定最终反演所采用的反演密度参数。在反演过程中结合基底深度,根据剖面结果来互相约束,确保 2 条相交剖面反演结果吻合。表 2 给出了反演采用的密度参数。

表 2 反演密度参数
Tab.2 Parameter of inversion density

地层/岩矿石	密度/(10 ³ kg·m ⁻³)
上新统(N ₂)	1.76
三叠系飞仙关组(T ₁ f)	2.77
二叠统宣威组(P ₂ x)	2.66
二叠统峨眉山玄武岩组(P ₂ β)	2.88
上石炭统(C ₂)	2.70
下石炭统(C ₁)	2.75
泥盆系(D)	2.65
洪积扇砂砾层	2.36
褐煤层	1.40

经 2.5D 反演模拟(图 5、6)可知,2.5D 反演结果反映的盆地基底形态和深度与图 3 基底深度反演结果一致,存在 2 个凹陷部位和 1 个凸起部位。昭通沉积盆地新生界第四系全新统黏土厚度约为 25 m,新近系黏土岩(含褐煤层)厚度为 250 ~ 540 m,东北角洪积扇砂砾层厚度约为 850 m。盆地基底地台下三叠统厚度为 100 ~ 480 m,上二叠统峨

眉山玄武岩组厚度为 400 ~ 640 m。新近系中的煤层在凹陷部位变厚,凸起部位变薄,西南角凹陷部位煤层一般厚度为 20 ~ 50 m,北东角凹陷部位煤层一般厚度为 120 ~ 235 m。

结合以往地质资料分析^[2-3],盆地内部存在断裂构造,使得北西部新地层下降,东南部地层抬升,新地层遭受剥蚀,出露老地层,但断裂的倾向不明。将以往地质资料所示的断裂位置与根据航磁 ΔT 化极异常零值线推断的断裂位置进行对比,后者要比前者所示断裂位置向东南偏移,因此在反演过程中,将剖面(a)(图 5)15 km 处及剖面(b)(图 6)9 km 的断层推断为逆断层,即推断盆地东南部存在 2 条逆断层 F₁、F₂。从航磁资料分析,鲁甸县—昭通市—花树镇一线为航磁正负异常分界,表明东南部中等磁性地层三叠系飞仙关组(T₁f)和强磁性地层二叠系峨眉山玄武岩组(P₂β)发生抬升剥蚀,航磁正负异常分界为断裂构造的反映,与重力反演结果推断一致。

结合研究区地质分析,在昭通盆地东南部有一条近 SN 向断裂通过,该断裂延伸长度远远超过盆地的范围,使得其东侧老地层抬升,西侧地层下降并接受第四系砂砾层堆积。如 2.5D 反演结果(图 5)中剖面 15 ~ 19 km 处所示,盆地东北角的洪积扇砂砾层厚度超过 800 m。

此外,从图 5、图 6 中 2.5D 反演结果可知,盆地

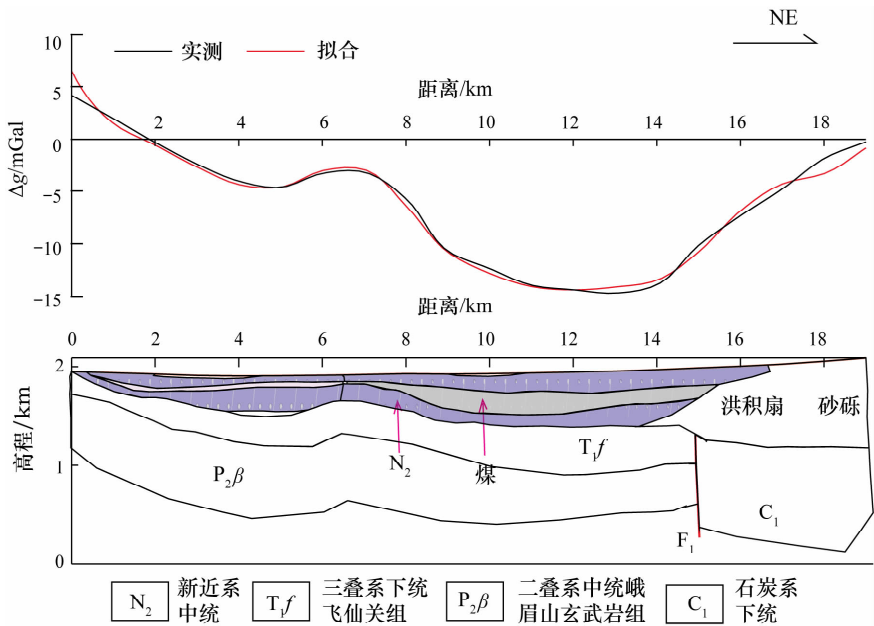


图 5 剖面(a)的重力低值异常带反演结果

Fig.5 Inversion result of low gravity anomaly zone(profile(a))

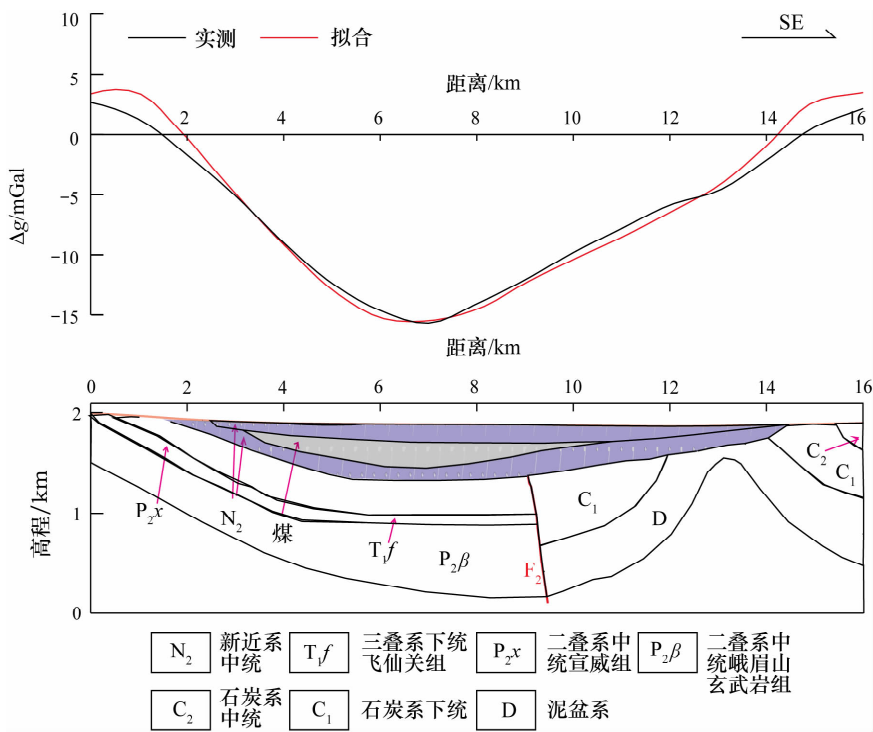


图 6 剖面 (b) 的重力低值异常带反演结果

Fig. 6 Inversion result of low gravity anomaly zone (profile (b))

基底存在逆断层 F_1 、 F_2 。 F_1 、 F_2 活动使得昭通盆地基底发生不同程度的沉降,同时使得盆地基底最深处在不是盆地中心,而是在盆地的东北部,即在大断裂内侧。从反演结果可知,新近系地层厚度以及煤层厚度与昭通盆地基底形态一致,即在向斜核部凹陷部位,上覆地层及煤层厚度变大,在核部隆起部位煤层消失;在向斜翼部,上覆地层及煤层逐渐减薄至消失。这说明在整个昭通盆地基底向斜形成的过程中,同时伴有上覆地层及煤层的沉积过程。经综合分析,认为断裂活动于三叠纪以后停止,使得昭通盆地基底最深部位即煤层最厚处位于盆地东北部;褶皱构造活动决定了昭通盆地基底的“W”状起伏,同时控制了煤层厚度在核部隆起部位消失,在核部凹陷部位增厚。断裂活动以及褶皱构造活动为富煤带的形成创造了条件,对区内地层展布、煤等矿产分布起到了明显的控制作用,更进一步证明了昭通盆地的构造坳陷型盆地特征。

5 结论

本文在区域重磁数据处理和解释的基础上,详细地揭示了昭通盆地的基底形态、内部地层发育特

征以及断层构造特征,结合地质资料,证明了断层活动以及褶皱构造在盆地形成过程中的重要控制作用,更进一步证明了昭通盆地成因类型为构造坳陷型,说明了以重力为主的重磁资料在揭示盆地内部构造及基底形态中的重要作用。由于所采用的重力数据比例尺为 1:20 万,比例尺较小,建议在以后研究盆地内部构造及基底形态的工作中,特别是对面积较大、构造复杂的盆地,应开展大比例尺的重力面积性测量,这样能够获得更详细的盆地内部构造信息,为矿产勘查提供更详细、细致的资料。

参考文献:

[1] 潘润群. 昭通聚煤盆地的特征及成因类型[J]. 煤田地质与勘探, 1979(5): 17-24.

[2] 沈玉蔚. 昭通褐煤盆地成因类型的探讨[J]. 云南地质, 1982, 1(2): 157-165.

[3] 郑荣椿. 云南昭通第三纪褐煤盆地成因的探讨——对“岩溶侵蚀盆地”成因的异议[J]. 中国岩溶, 1985(1/2): 155-164.

[4] 李家斌, 屈念念, 姚炼, 等. 昭通市、毕节县幅 1:25 万区域重力调查成果报告[R]. 贵州省地质调查院, 2014.

[5] 孙文珂, 乔计花, 许德树, 等. 重力勘查资料解释手册[R]. 中国地质调查局发展研究中心, 2013.

[6] 李家斌, 朱大友, 屈念念, 等. 高精度重力方法在“大塘坡式”锰矿找矿中的应用[J]. 中国地质调查, 2016, 3(2): 15-20.

Gravity and magnetic features and its geologic significance in Zhaotong Basin of Yunnan

QU Niannian^{1,2}, LI Jiabin²

(1. *China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China*; 2. *Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550018, China*)

Abstract: Based on the previous geology and other research results, according to regional gravity and magnetic data, this paper analyzed the gravity and magnetic features and also processed and explained the low gravity anomaly in Zhaotong Basin. The basement structure form, strata development characteristics and fault structure distribution were revealed in detail through basement density interface inversion and profile inversion based on gravity data. And the effect of the fault and fold structure in the processing of huge thick lignite layer was analyzed in Zhaotong Basin. So it is concluded that Zhaotong Basin is a tectonic depression basin.

Key words: gravity and magnetic features; Zhaotong Basin; basement depth; inversion

(责任编辑: 刘永权)