

别 路, 李 军. 应用航磁资料研究大巴山地区基底构造的初步结果[J]. 华南地震, 2014, 34(2): 96-102. [BIE Lu, LI Jun. A Study about the Basement Structure of Daba Mountain Region Based on the Aeromagnetic Data [J]. South china journal of seismology, 2014, 34(2): 96-102.]

应用航磁资料研究大巴山地区基底构造的初步结果

别 路¹, 李 军²

(1. 广州海洋地质调查局, 广州 510760; 2. 成都理工大学地球物理学院, 成都 610059)

摘要: 对大巴山地区最新 1: 20 万航磁资料进行处理, 分析大巴山地区航磁异常特点, 找出推覆体下磁性结晶基底存在的证据; 通过帕克尔界面反演法定量反演计算出磁性结晶基底的深度及范围, 确定四川盆地的结晶基底应以陕西安康-竹山断裂为界; 重新厘定盆地东北部边界, 计算出大巴山推覆带推覆距离约 100 km, 并推测推覆带下可能存在四川盆地沉积地层。为巴山地区深浅部构造关系的系统解析以及四川盆地油气勘探远景提供一定的参考。

关键词: 大巴山构造带; 航磁异常; 帕克尔界面反演; 磁性结晶基底; 四川盆地东北边界

中图分类号: P315.69 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 02-0096-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.02.014

A Study about the Basement Structure of Daba Mountain Region Based on the Aeromagnetic Data

BIE Lu¹, LI Jun²

(1. Guangzhou Marine geological Survey, Guangzhou 510760, China; 2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The authors processed the latest 1: 200 000 airborne magnetic data of Dabashan area, analyzed the aeromagnetic anomaly characteristics, and found out the evidence of the existence of magnetic crystalline basement; through parker boundary layer quantitative inversion method, the authors calculated the depth and scope of the magnetic crystalline basement, and determined that the crystalline basement of Sichuan basin extended to the Ankang-Zhushan fracture community in the north-east direction, meanwhile the authors redefined the northeastern boundary of basin, calculated the napped distance of Daba Mountain nappe of about 100 km, and presumed that there might existed sedimentary strata below the nappe. The conclusions could provide a reference for the system analysis of the relationship between deep and shallow structure and the long-range perspective of oil and gas exploration in Sichuan Basin

Keywords: Daba tectonic zone; Aeromagnetic anomalies; Parker boundary layer inversion; Magnetic crystalline basement; Northeast border of Sichuan basin

收稿日期: 2013-06-08

作者简介: 别 路 (1982-), 男, 硕士, 助理工程师, 主要从事海洋地质研究.

E-mail: gaburial1982@163.com.

0 引言

大巴山构造带位于扬子地块北缘四川盆地东北部盆山结合部,西邻米仓山、北靠秦岭造山带、南接四川盆地,形态展布上表现为向西南凸出的弧形,由巨型逆冲推覆褶皱带构成(图 1)。很多学者对大巴山地表断层相关褶皱及推覆构造,开展了较为详细的研究^[1]。按照传统观念,从地形地貌特征,以及地表断层来看,四川盆地东北部应该是以大巴山城口-房县断裂为界。宋鸿彪等认为,城口断裂为切断基底的深断裂对盖层构造有控制作用,该断裂带呈北西走向,形成于早古生代,印支运动后,才形成向 SW 突出的弧形断裂^[2];罗志立也认为城口断裂带是东秦岭地槽褶皱带与扬子古板块的分界断裂,也是大巴山褶皱带向盆地内活动的冲断带,并将太古界-下元古界康定群强磁性变质岩结晶基底北东边界定在镇巴万源一带^[3];许志琴、张国伟等将城口断裂作为槽台分界线的深大断裂,为分隔秦岭与扬子地块的边界断裂带,

是南秦岭(包括北大巴山)推覆构造的南界断裂和主推覆滑脱面,深达 20 km^[4]。这些对大巴山的研究都集中在大巴山前陆盆地以及地表断层相关褶皱及推覆构造,对深部构造关系认识也大多是根据地表的构造特征推测而来,对四川盆地基底在大巴山地区的特征研究较少,缺乏地球物理证据。地下深部真正的情况是这样的吗?城口断裂是否切断四川盆地基底?四川盆地东北部的边界究竟在哪?大巴山推覆体规模到底有多大,推覆体下是否存在四川盆地结晶基底,如果存在,基底的深度与范围又是如何?李占奎、丁燕云等根据航磁化极异常特征认为紫阳-岚皋一线才是四川盆地真正的东北部界线,大巴山推覆体推覆约 60 km^[6]。然而,位场是深部浅部信息混叠在一起,单独用航磁化极异常特征对于以上问题的解决不够准确,突出深部磁异常信息,解决好大巴山地区深浅部构造关系的问题,无论对于盆地的形成与演化还是对油气勘探远景的部署以及地震孕震机制都有一定的参考价值。

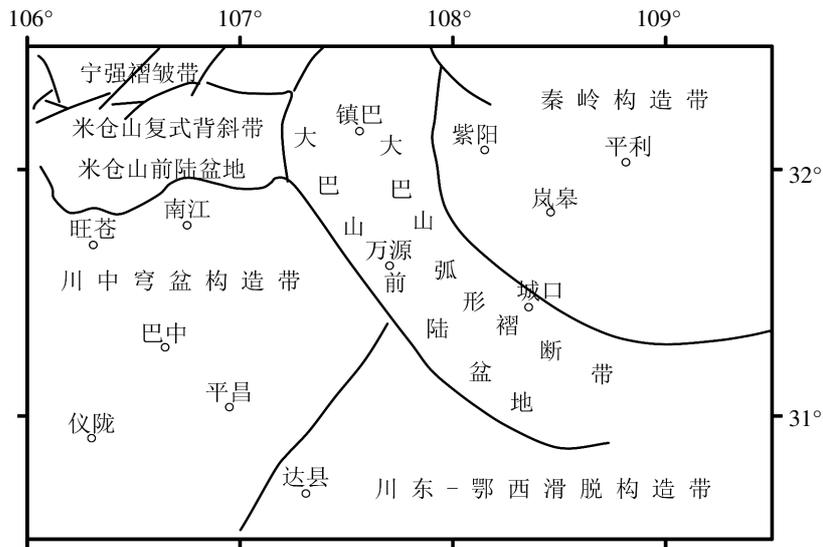


图 1 大巴山及前缘区域构造图

Fig.1 Regional structural map of Daba mountain and it's front edge

本文对大巴山地区最新航磁资料处理,分析大巴山地区航磁异常特点,找出航磁资料所揭示出的四川盆地东北部大巴山地区盆山结合带深部信息,找出磁性结晶基底存在的证据,针对盆地的双基底结构特征,通过帕克尔界面反演法进行定量反演计算,确定结晶基底的深度及范围,分析四川盆地结晶基底的特征,对上述问题提出自己的一些看法,以供讨论。

1 大巴山地区区域磁场特征

大巴山推覆构造是在印支期形成的,在燕山期继续运动发展,定位于喜马拉雅期,力源来自于西南的印度板块和东部的太平洋板块的相互推挤,最终在四川结晶地块的周缘形成了逆冲推覆构造(大巴山推覆构造是其中之一)。

本文资料处理软件是利用中国地质调查局发

展研究中心研制的重磁电数据处理与解释系统(简称RGIS)。ΔT及航磁化极处理异常的总体特征表现为两高夹一低(见图2、图3),在大巴山地区南部为规模宏大的正异常区,呈三角形形状,而大巴山地区北西部宁强-南江有较强正异常,其它地区则以负背景场为主,只有在平利、岚皋、竹溪等有局部的磁异常,仪陇-平昌、宁强-南江、

万源-城口为三块高值区,经向上延拓不同高度(图4、5、6)后三块异常区的形态跟范围都没有发生明显变化,异常强度、异常体走向相差不大,延拓高度越高,三块异常区越有合而为一的趋势,推测为埋藏较深的同一磁性体引起,可能为四川盆地太古界-下元古界强磁性变质岩结晶基底。

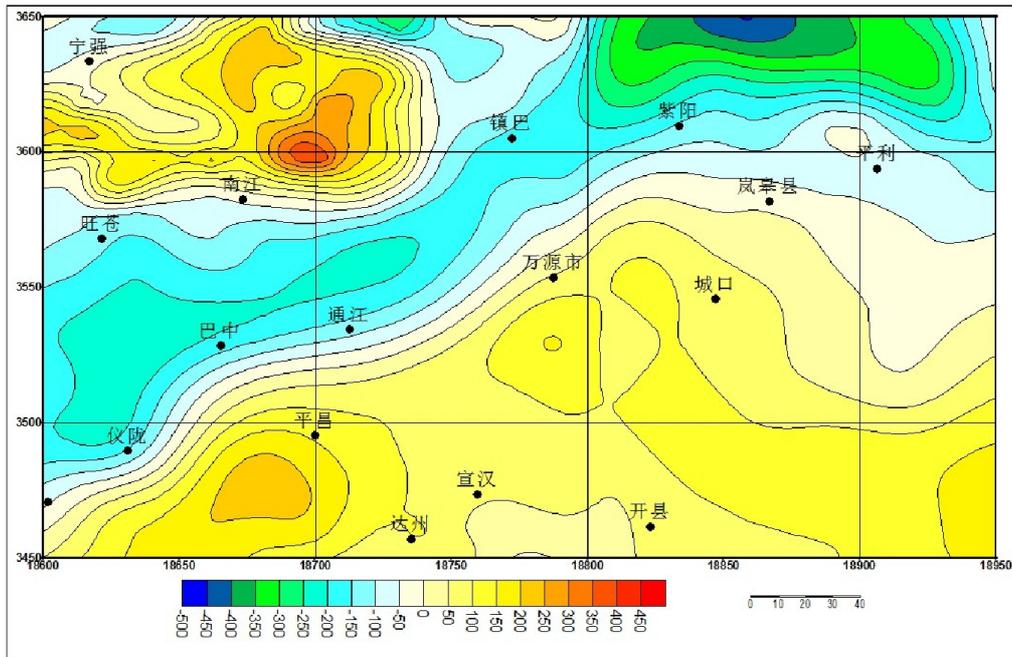


图2 大巴山地区航磁异常图
Fig.2 Aeromagnetic anomalies map of Daba mountain

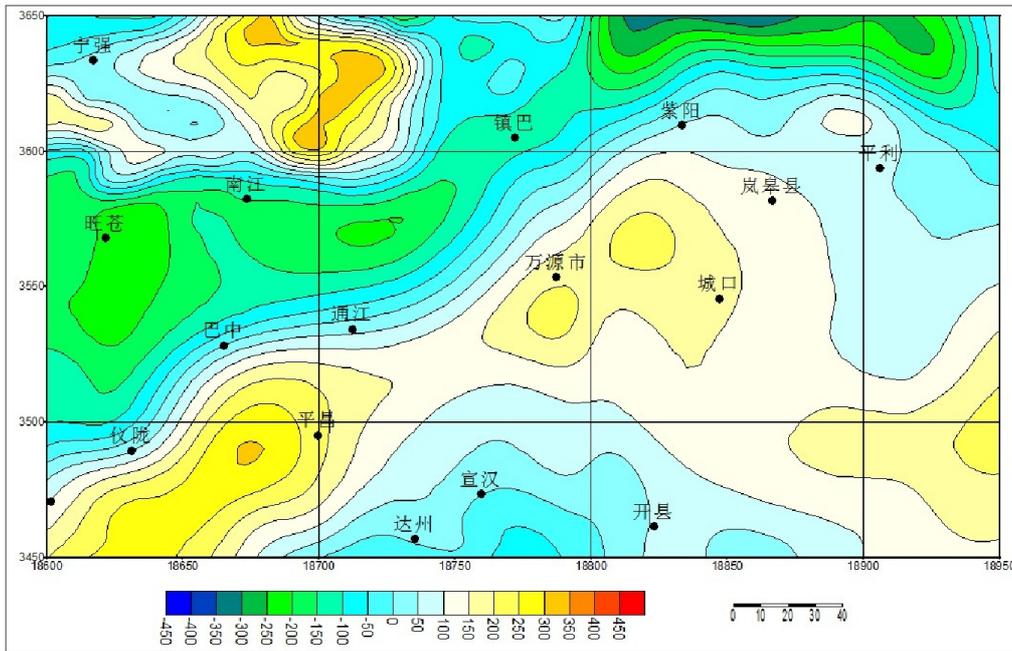


图3 大巴山地区航磁化极异常图
Fig.3 Pole anomalies of aeromagnetic of Daba mountain

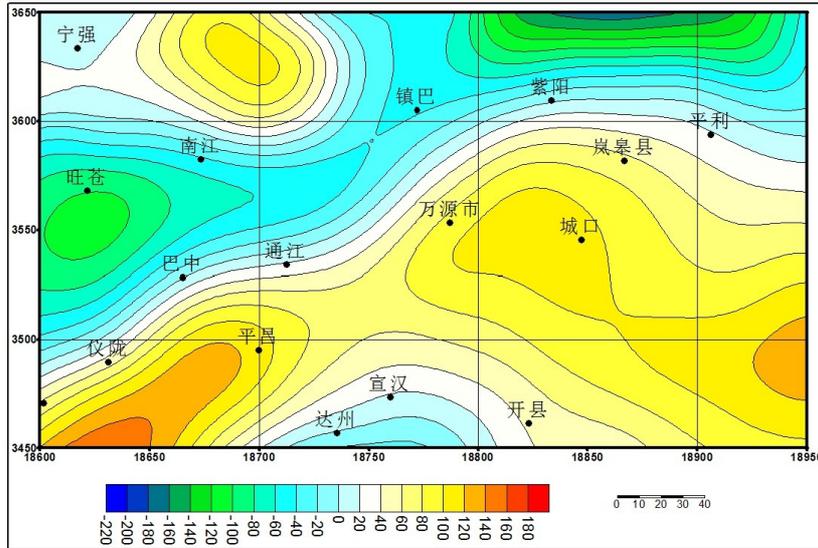


图 4 大巴山地区航磁化极上延 20 km

Fig.4 Pole anomalies map of aeromagnetic of Daba mountain with the extension of 20 km

从航磁化极异常图可看出，万源-城口磁异常区域在城口断裂以南，位于大巴山推覆带，可分为万源、城口两块高值异常小区，经过上延不同高度(图 4、5、6)后，高值区的形态和范围都发生变化，在上延 20 km 等值线图(图 4)，万源高值区域城口高

值区已经合在一块，从上延 30 km 等值线图(图 5)到上延 40 km 等值线图(图 6)可看到上延高度越大，这种形态越稳定。这说明了万源高磁异常相与城口高磁异常在深部为同一地质体所引起，而局部的异常可能由于地表断裂以及逆冲推覆所致。

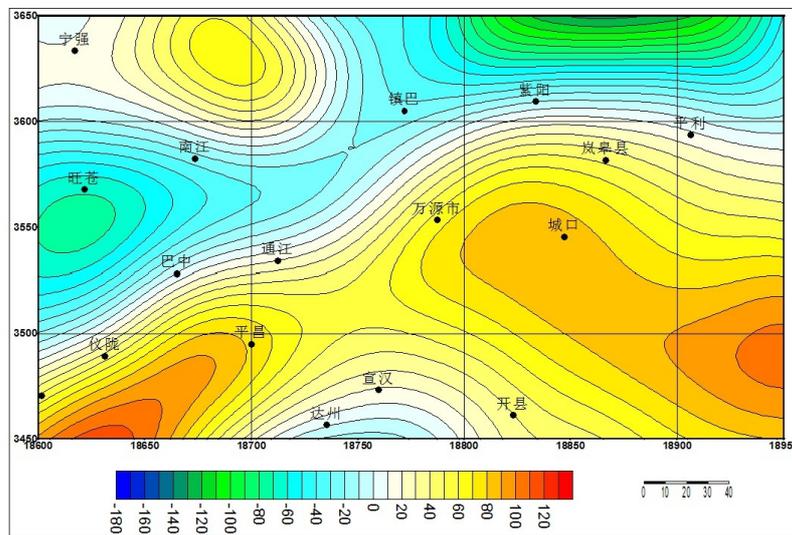


图 5 大巴山地区航磁化极异常上延 30 km

Fig.5 Pole anomalies map of aeromagnetic of Daba mountain with the extension of 30 km

2 四川盆地强磁性基底与东北边界

2.1 磁性基底及边界的认识现状

根据传统地表地形地貌特征来看，四川盆地东北部以城口断裂为界；宋鸿彪认为城口断裂为

切断基底的深断裂，四川盆地基底应以城口断裂为界^[2]；罗志立也认为城口断裂带是东秦岭地槽褶皱带与扬子古板块的分界断裂，并将太古界-下元古界康定群强磁性变质岩结晶基底北东边界定在镇巴-万源一带^[3]；许志琴、张国伟等将城口断裂

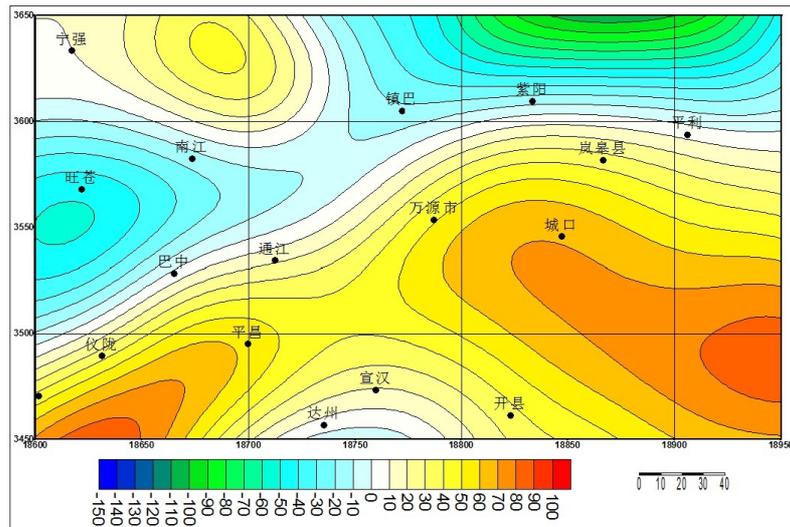


图 6 大巴山地区航化极磁异常上延 40 km

Fig.6 Pole anomalies map of aeromagnetic of Daba mountain with the extension of 40 km

作为槽台分界线的深大断裂，为分隔秦岭与扬子地块的边界断裂带，是南秦岭(包括北大巴山)推覆构造的南界断裂和主推覆滑脱面，深达 20 km^[4]；这些对大巴山的研究都集中在大巴山前陆盆地以及地表断层相关褶皱及推覆构造，对深部构造关系认识也大多是根据地表的构造特征推测而来，对四川盆地基底在大巴山地区的特征研究较少，缺乏的地球物理证据。李占奎、丁燕等根据航磁化极异常特征认为紫阳-岚皋一线才是四川盆地真正的东北部界线，大巴山推覆体推覆约 60 km^[6]，然而，地磁场是深部浅部信息重叠在一起，单独用航磁化极异常特征对于以上问题的解决不够准确。

2.2 磁性基底的磁异常特征

根据大巴山地区航磁化极上延 30 km 异常图(图 5)，可以看出，城口断裂在航磁异常图上没有明显梯度带，也未见串珠状异常的磁场特征。镇巴断裂在航磁异常及其上延的图上，也不构成明显的梯度带。南部的仪陇-通江-万源-巫溪为规模宏大的正异常区，呈三角形，上延至 40 km(图 6)都有显示，表明磁源较深。正异常区北部则是以负背景场为主，但在平利-岚皋-竹溪却出现了局部正磁异常，在上延至 40 km，正异常的范围更大。区域正磁场反映了四川盆地是刚性的结晶基底，但其北部的秦岭褶皱带基底是浅变质岩，通过查阅资料得知川中女基井在震旦系灯影组之下没有板溪群，而是一套变质火山岩，或许我们可以由此推断四川盆地中部是一套区域变质岩或者是中基性岩浆岩为主组成的结晶基底，航磁异

常反映北东向基底构造。根据大巴山地区航磁异常特征(图 2、3、4、5、6)，表明扬子强磁性基底向北俯冲到城口-房县断裂以北，盆地基底延伸到大巴山之下，即南秦岭构造带向南逆冲推覆在扬子地块北缘基底之上。

根据大巴山地区航磁异常图以及上延不同高度的异常图和剩余异常图，我们可以认为在地表出露的南大巴推覆体(震旦、寒武、奥陶系等地层)下，存在从航磁异常所显示的基底。在活动带内已见震旦系和下古生界与三叠系接触。这些老地层在磁场上反映为低缓异常区，所以结合大巴山地区磁异常特征，可以推断镇巴-城口断裂下盘可能存在着古生界原地系统。

3 大巴山地区基底构造认识

大巴山地区基底由结晶基底及褶皱基底所组成。前震旦系结晶基底是一套经受中、深程度变质并普遍混合岩化的康定群地层，时代为太古代-下元古代。褶皱基底是一套浅变质的火地垭群，时代为中元古代。对于深变质的结晶基底，其磁性一般亦较强；浅-中等变质程度的褶皱基底，磁性一般均较弱。所以结晶基底与上覆地层形成的界面，在磁异常上会有所反映。

根据大巴山地区的岩矿石磁性的统计结果，中上元古界(Pt2, Pt3)浅变质岩系磁化率为(几十~几百) $\times 10^{-5}$ SI，下元古界岩系磁化率为(350~28300) $\times 10^{-5}$ SI，平均值为(1 050~16 881) $\times 10^{-5}$ SI，按此磁性参数计算了大巴山地区的磁性基底界面

深度图(如图7),从大巴山地区磁性基底深度图(图7)可以看出巴中-通江-镇巴一线以北是磁性基底凹陷区,平均埋深大于8 km,而该线以南却是一明显的北东向的平昌-万源-紫阳磁性基底隆起区,埋深仅4~6 km,磁性基底深度在四川盆地

区主要反映的是晚太古-下元古界康定群、鱼子洞群深变质岩,即结晶基底的深度;而在秦岭褶皱带,即该带的北部与东部,则大致反映中上元古界昆阳群、板溪群浅变质岩的顶界面,由于它们是弱磁性,所以计算结果偏深。

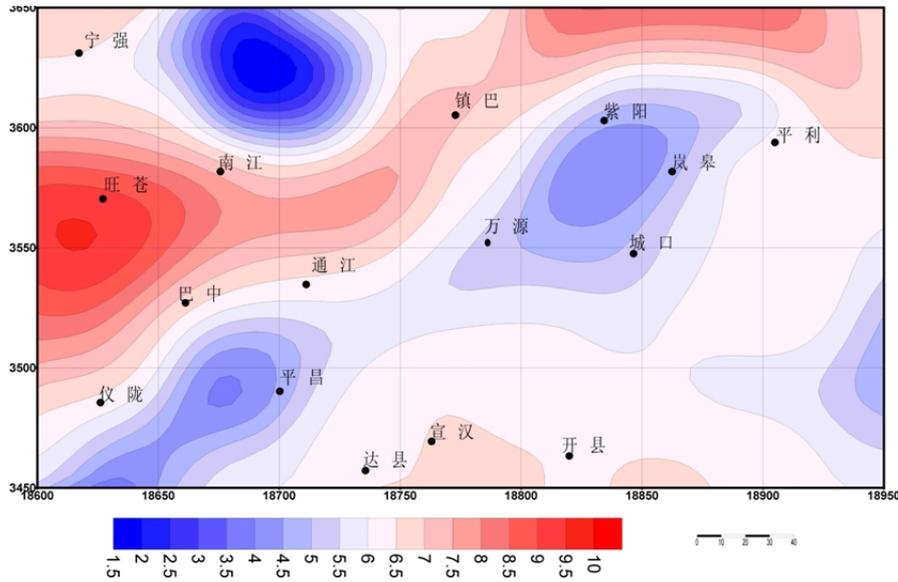


图7 大巴山地区磁性基底反演深度图

Fig.7 Inversion depth map of magnetic basement of Daba mountain

通过四川盆地结晶基底在反演深度图上的清楚反映,四川盆地结晶基底已越过城口-房县断裂进入秦岭造山带的紫阳-平利一线以北大约20 km,亦即四川盆地磁性结晶基底东北边界的界线位于紫阳-平利以北约20 km(图7),我们认为这才是四川盆地真正的东北部界线,并由此计算出大巴山推覆体推覆距离应该在100 km左右,亦即由四川盆地结晶地块引起的宽缓升高磁异常区已越过城口-房县断裂进入秦岭造山带的安康-竹溪一线,证明了前人所称的北大巴山冒地槽向扬子地台推移,盖在四川盆地基底之上这一观点。

根据地质资料显示:上扬子地区整体磁性特征是下元古界岩系康定群和峻岭群,磁化率为 $(350\sim 28\,300)\times 10^{-5}$ SI,平均值为 $(1\,050\sim 16\,881)\times 10^{-5}$ SI;中上元古界岩系包括会理群、四堡群、板溪群、昆阳群、碧口群、梵净山群和西乡群等,当含有磁铁矿时磁化率可达 $1\,000\sim 2\,600$ SI;下古生界岩系磁化率小于 50×10^{-5} SI,志留系碎屑岩为 $(100\sim 200)\times 10^{-5}$ SI;上古生界岩系磁化率低,小于 10×10^{-5} SI;中生界岩系同样,磁化率小于 10×10^{-5} SI,三叠系飞仙关组,碎屑岩磁化率为 $(240\sim 720)\times 10^{-5}$ SI。大巴山地区超基性岩类磁化率为 $5\,100\times$

10^{-5} SI,基性岩类为 $(1\,000\sim 2\,600)\times 10^{-5}$ SI。

根据上述上扬子地区磁性特点、地质特征结合磁性基底反演深度图,绘出如下基底构造特征图(图8)。从图8中可以看到:基底构造以北东、北西向为主,仪陇-通江-万源-紫阳一线以南呈北东向磁场升高区是四川盆地刚性的结晶基底的反映,其东北边界已越过城口断裂到达陕西省安康-竹溪一带,这里才是四川盆地东北部真正的边界,北东向基底断裂延伸到安康-竹溪断裂为止,为分隔秦岭与扬子地块的边界断裂带,更加证实了四川盆地磁性结晶基底延伸到此处,被大巴山推覆体所掩盖。

4 结语

基于航磁异常大巴山深部结构的分析,可以得出以下几点结论:

- (1) 扬子准地台北缘俯冲到城口断裂以北的北大巴山之下,航磁揭示四川盆地基底已越过城口-房县断裂,揭示了四川盆地扬子地块的俯冲位置。
- (2) 传统从地形地貌,盆地东北部以大巴山城口断裂为界,而实际上四川盆地磁性结晶基底

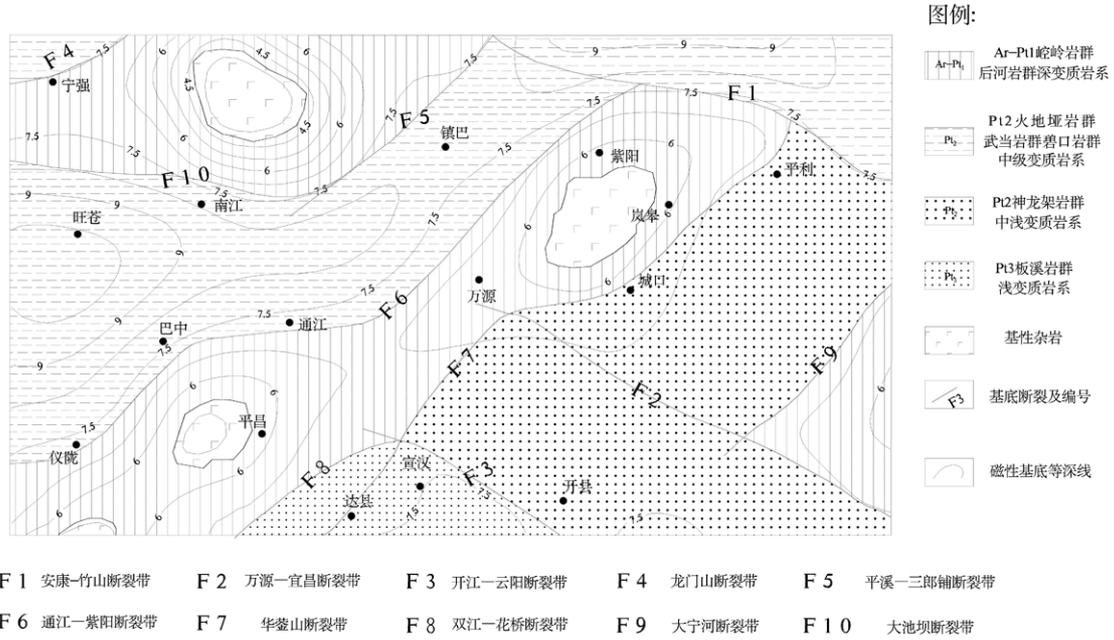


图 8 大巴山地区磁性基底构造特征图

Fig.8 Structural characteristics map of magnetic basement of Daba mountain

延伸一直到城口断裂带北东向约 100 km，到陕西省安康-竹山断裂一带，而四川盆地真正的基底边界应该在此，这也是大巴山推覆构造运动的证据之一。

(3) 城口断裂深度还不足以达到切割磁性结晶基底，是浅部后期构造运动所形成的

参考文献:

[1] 刘树根, 李智武, 刘顺, 等. 大巴山前陆盆地—冲断带的形成与演化[M]. 北京: 地质出版社, 2006.

[2] 宋鸿彪, 罗志立. 四川盆地基底及深部地质结构研究的

进展[J]. 地学前缘, 1995, 2 (3-4): 231-237.

[3] 罗志立. 川中是一个古陆核吗?[J]. 成都地质学院学报, 1986, 13 (3): 65-73.

[4] 张国伟. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[5] 李占奎, 丁燕云. 大巴山推覆构造特征的探讨[J]. 物探与化探, 2007, 31 (6): 495-498.

[6] 刘沈衡, 吴燕岗. 利用欧拉算法反演磁性界面[J]. 石油物探, 2000, 39 (2): 101-106.

[7] 罗志立. 四川盆地基底结构的新认识[J]. 成都理工学院学报, 1998, 25 (2): 191-200.