

四川南部及邻区地壳活动性研究

赵从俊 张健 沈浩 田晓燕

(四川石油管理局地质勘探开发研究院)

摘 要

本文依据表层构造展布特征、重力、磁力场背景及航磁资料反映的基底构造性质,对四川盆地南部及相邻的滇黔部分地区的地壳结构、构造应力场及潜在的震源区进行了深入探讨。研究表明,该区的构造应力场具有多向性和多期性,在古生代,主压应力方向为近南北向,近代转为近东西向。东西向深断裂活动微弱,仅发生一些微小地震,但东西向深断裂与其他方向断裂交汇区往往是发生地震的场所。另外,不同岩性的基底接壤地带也是地震多发区。

一、表层构造展布特征

研究区范围西起乐山、雷波、昭通,东至长寿、遵义,北起仁寿、合川一线,南至赫章、息峰,即东经 103° — 107° ,北纬 27° — 30° 之间的地区,面积约 130000km^2 ,地跨云、贵、川三省。在大地构造位置上该区属于扬子地台西部⁽³⁾,跨越四川盆地、川滇南北断褶带及川黔褶断带三个一级构造单元。

根据褶皱、断裂组合特征、构造体系复合规律、边界条件、受力状况以及构造形变特点等,将研究区划分为11个三级构造单元(图1)。这11个三级构造单元是:

马边、屏山扭褶带(I_2-1)、自流井凹褶带(I_2-2)、威远、龙女寺隆褶带(I_2-3)、长宁褶带(I_3-1)、纳溪、叙永褶带(I_3-2)、永川、宜宾扭褶带(I_3-3)、重庆弧褶带(I_3-4)、昭通、雷波断褶带(II)、盐津、威信褶带(II_1)、镇雄、仁怀扭褶带(II_2)和桐梓、长寿褶断带(II_3)。

研究区内的构造主要以北东东—北东向为主,其次为东西向及南北向,北西向及北东向构造仅在局部地区发育。北部(四川盆地)主要发育一系列褶皱适中的北东、北北东向的构造,显示新华夏系构造在第三沉降带的优势。南部(盐津—古蔺以南)主要发育一系列东西向、北东东向的扭动复合构造。

该区东、西两侧的经向构造体系变形剧烈,显示了长期活动特征,并控制了四川盆地内部低等级、低序次的经向构造的形成。构造体系复合关系及地史发展特点反映出,该区东西向、北东向构造形成最早,北东向、北北东向构造次之,南北向(东、西两侧除外)及北西向构造一般形成较晚。

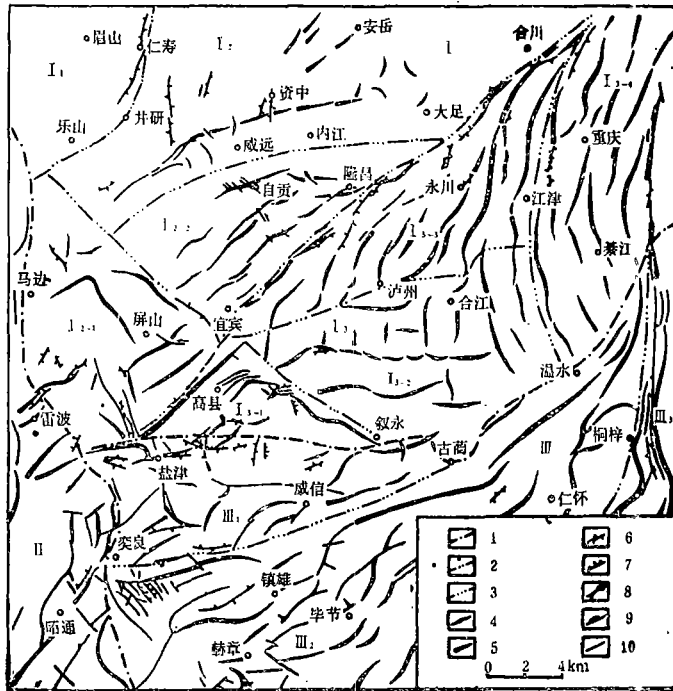


图1 四川南部及滇黔部分地区构造纲要图

1.一级构造边界 2.二级构造边界 3.三级构造边界 4.背斜 5.鼻状构造 6.压性、压扭性断裂 7.张性、张扭性断裂 8.扭扭性断裂 9.以扭性为主的断裂 10.性质不明断裂

Fig. 1 Structure map of the southern Sichuan and its adjacent

二、区域地球物理场特征

1. 磁力场特征

据最新航磁资料分析结果¹⁾, 上扬子地台的磁场具有北强南弱的特点, 研究区正位于上扬子地台正强磁异常向弱负磁异常过渡的地带, 也显示了北强南弱的特点(图2)。大致在马边、资中至永川一线以北为正强磁异常区, 上延5 km后异常值仍可达100伽马, 磁异常等值线密集(图3)。该线以南广大地区为负磁异常区, 异常等值线稀疏, 并且无一定走向, 仅西南部昭通、威信局部地区, 异常等值线相对密集, 磁异常强度可达-100伽马以上。根据岩样标本的磁化率测定的结果(表1)、磁异常正演计算以及 ΔT 延拓资料分析, 研究区北部高磁异常区主要由深变质结晶基岩(混合花岗岩岩体)以及下地壳乃至上地幔的强磁层引起的, 正演计算的最大磁化强度可达 2100×10^{-6} CGSM以上。中部和东南部磁异常反映了相当于板溪~冷家溪群的浅~中变质岩系的分布。西南部地区磁异常则主要反映了峨眉山玄武岩的分布。另外从 ΔT 延拓资料看(图3), 北部高磁异常区0~5 km的磁场强度衰减率为6~20±伽马/km, 5~40 km的衰减率在5伽马/km左右, 上延10 km后最高圈闭正异常也可达80伽马, 表明了这一带的磁异常属深源异常。而其余广大地区异常衰减率很快, 0

¹⁾ 刘元生, 根据航磁资料对上扬子地区区域构造特征及含油气远景评价的研究, 1986.

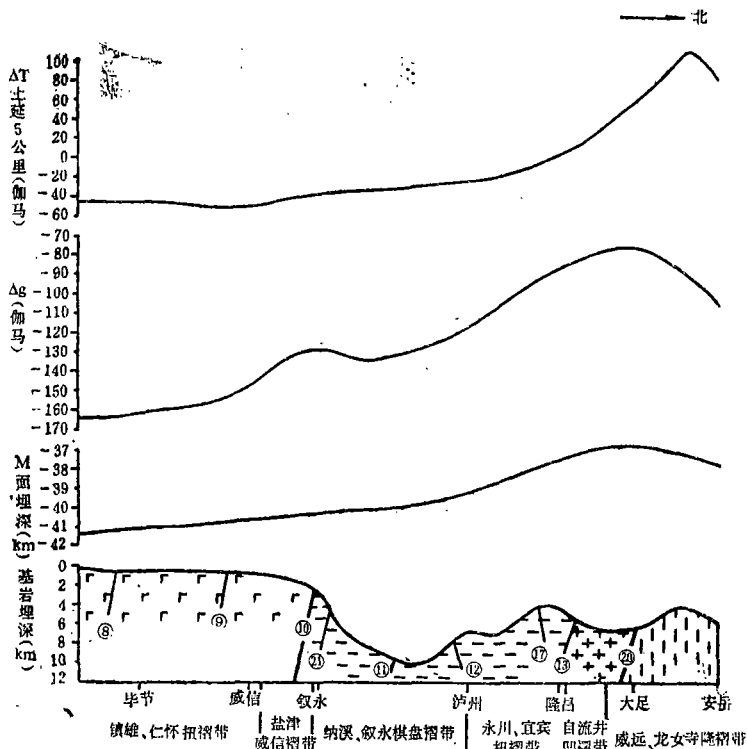


图2 川南及邻区深部地壳结构及地球物理场剖面图

Fig. 2 Profile of deep crustal structure and geophysical field in the southern Sichuan and its adjacent areas

表1

岩体、地层	磁化率(SI)	岩体、地层	磁化率(SI)
峨眉山岩体	274×10^{-5}	上沙溪庙群	21×10^{-5}
天全岩体	522×10^{-5}	纯灰岩、白云岩	$0 \sim 30 \times 10^{-5}$
峨眉山玄武岩	$20 - 8000 \times 10^{-5}$	砂页岩	20×10^{-5}
梵净山群(冷家溪群)	31×10^{-5}	飞仙关页岩	490×10^{-5}
昆阳群	18×10^{-5}		

~5 km的衰减率最大可达114伽马/km, 表明主要是浅层异常。5~10km的衰减率降至3.9伽马/km, 表明这些地区的深部磁性体的磁性亦很微弱, 在ΔT上延10km图上, 大部分圈闭的局部异常已不存在, 与图3相比, 磁异常等值线变得更稀疏。

2. 重力场特征

该区重力场的分布有两个显著特征: (1)全部绝对异常值为负值, 变化范围为-80~-230毫伽。这与整个上扬子地台区域重力场是一致的。(2)以大足重力高为中心, 向四周异常值增大, 在西部形成重力梯度带, 而东南部重力异常变化相对平缓, 形成一些异常圈闭区(图4)。

大足重力高区影响面积达80000km²以上, 它的存在除反映有高磁性、高密度的侵入体外, 还与这一地区的下地壳的增厚有密切的关系。

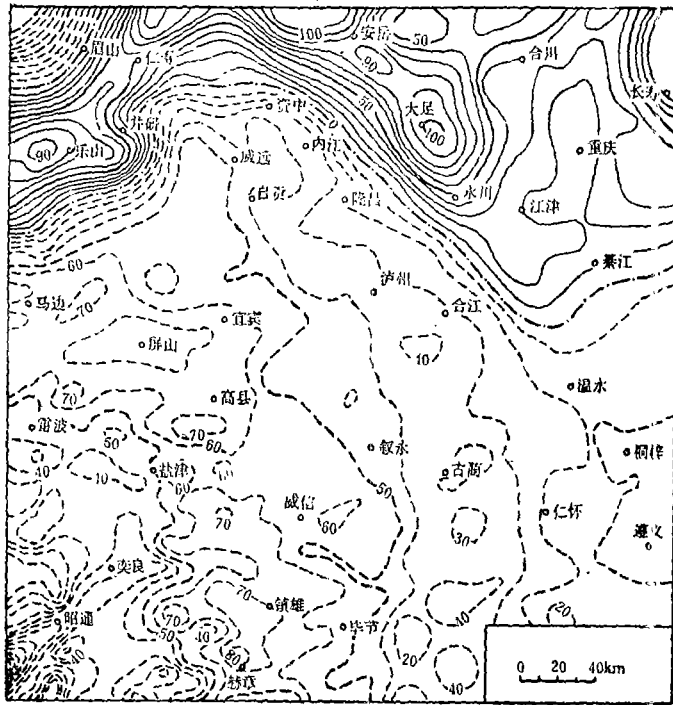


图3 四川南部及邻区航磁 ΔT 上延5km异常等值线图*

Fig. 8 Anomaly isoline map of aeromagnetic ΔT continuing 5km upward in the southern Sichuan and its adjacent areas

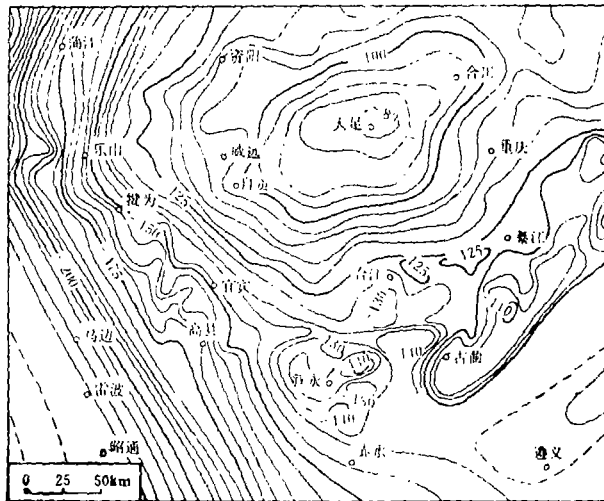


图4 四川南部及邻区布格重力异常图

Fig. 4 Gravity anomaly in the southern Sichuan and its adjacent areas

* 地质部航空物探总队1985年资料(单位:伽马)。

三、基底构造特征

1. 岩性结构及埋藏深度特征

据航磁及钻井资料，研究区的马边、隆昌、温水一线以北地区为刚性基底，是川鄂古陆深变质强磁性基底的组成部分，局部有呈椭圆状的地壳深部强磁性侵入岩体，面积约数百 km^2 （图5）。

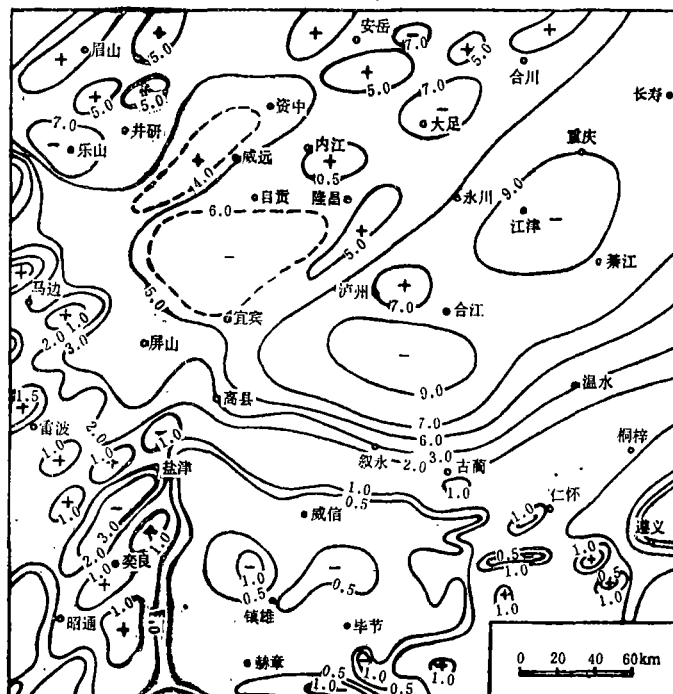


图5 四川南部及邻区基岩埋藏深度图*

Fig. 5 Buried depth of base rock in the southern Sichuan and its adjacent areas

以威远为中心有一平面形态呈梯形的中酸性岩体分布，面积约 3000km^2 。自贡、隆昌以南，雷波—叙永以北地区为介于川鄂古陆刚性基底和江南式塑性基底之间的中深变质结晶基底，呈东西向展布，横亘于研究区中部。古蔺—温水以南，主要为峨眉山玄武岩分布区，面积约 30000km^2 。

研究区基岩埋藏深度（图2、5）具有两个明显特征：（1）大致以乐山—宜宾—叙永—温水一线为界，北部基岩埋藏深度为3—9 km，南部基岩埋藏深度一般为0.5—3 km。（2）基岩隆起和拗陷的走向大都呈北东向，少数为东西向—北东东向，间或有北东与南北向的复合形态。

在乐山—温水一线以北地区，泸州至重庆为该区最大的基底拗陷带。拗陷带呈北东向展

*据1985年地矿部航空物探总队资料绘制。

四、构造应力场与地壳活动性探讨

1. 表层构造展布特点反映了应力场作用的多向性和多期性。北面乐山—龙女寺隆起及南侧黔中隆起，均属古生代近东西向的巨型隆起，反映了古生代应力场的主压应力方向为北北西—南南东或近南北向。在这一应力场作用下形成了泸州—叙永一带一系列低序次的东西向构造，并不同程度的影响和控制了北东向、北北东向复合构造的展布。规模宏伟的经向构造体系反映了东西向挤压应力作用。在东西向挤压应力作用下，在四川盆地南部形成了一系列规模小、展布有序的南北向构造，并形成了横跨于纬向构造上的“纳、叙棋盘褶带”。

2. 从断裂体系展布特点分析，西部主要发育一系列北西、北西西向反扭断裂，并与北东向断裂交织形成一系列棋盘格式构造，显示了受晚期经向构造体系的应力场作用所致。同时西部一些明显的活动性断裂往往反映了基底断裂的存在，地震多发生在不同断裂交汇复合地带（图5—7）。

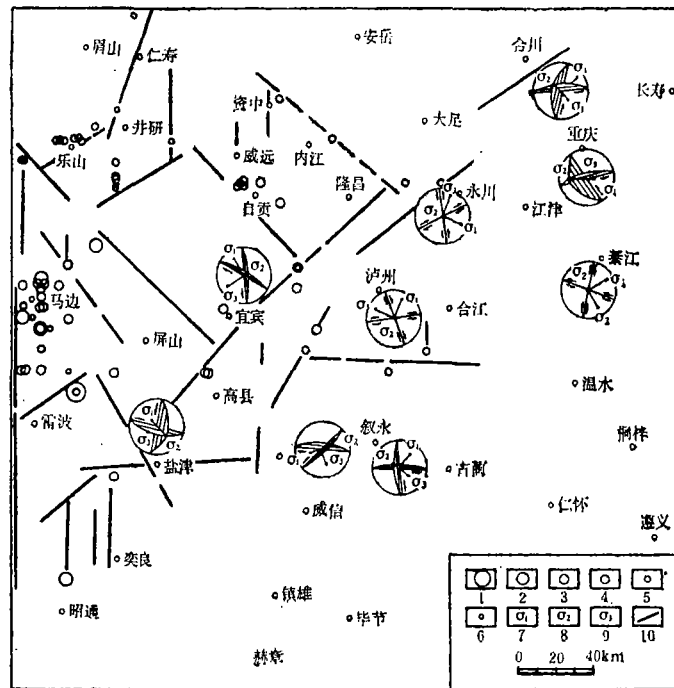


图7 四川南部及邻区震中分布与断裂关系图

- 1. $M > 7$ 2. $6 \leq M < 7$ 3. $5 \leq M < 6$ 4. $4 \leq M < 5$ 5. $2 \leq M < 4$
- 6. 微震 7. 最大压应力轴 8. 中间应力轴 9. 最大张应力轴 10. 断裂

Fig. 7 Epicentral distribution vs. faults in the southern Sichuan and its adjacent areas

3. 基底结构在很大程度上控制了盖层的构造形变，并影响到地壳的活动性与稳定性。基底岩性变化带的分界处往往存在基底断裂或深断裂。乐山附近及威远火成岩体的存在，不仅控制了盖层的形变，而且控制了高强度的磁性体边缘基底断裂的展布。马边至雷波一带的地震群、带呈南北向分布在很大程度上是由于基底不均一（三大岩性区接壤地带）所引起的。自贡一带的地震活动除受北西向断裂控制外，还受到东西向展布的自贡—隆昌基底断裂的影响。

地处四川盆地、川黔褶皱带、川滇南北带接壤地区的盐津—叙永—古蔺一线，虽有基底深断裂存在，但是却与自贡地区不同，没有出现地震活动，仅有一些微观的地壳活动。这主要是由于自贡一带处于刚性与柔性基底交接地区，而盐津—古蔺一线处于柔性基底与中强性岩体交接区。此外，自贡一带岩性结构不均一，断裂网络复杂（多向性），而盐津—古蔺一线的岩性相对均一，断裂格架以东西向、南北向为主。反映了同等级的深断裂（资中断裂与筠连—叙永深断裂）的方向不同，其控震能力亦有差别。东西向深断裂往往活动微弱，仅发生一些微小地震。一般深断裂往往不及地幔上部基底断裂活跃。但是，值得提及的是筠连—叙永深断裂在与其他方向的基底断裂交汇地带，例如：雷波、盐津地区以及东西向深断裂与盐津、镇雄、关岭等南北向基底断裂交汇处，是地震的明显活动地带。

（本文1988年9月19日收到）

参 考 文 献

- 〔1〕四川地震局，四川地震资料汇编，Vol. 1，四川人民出版社，1980
 〔2〕李善邦，中国地震，地震出版社，1981。
 〔3〕黄汲清等，中国大地构造基本轮廓，地质学报，No. 2，1977。
 〔4〕李四光，地质力学概论，科学出版社，1973。
 〔5〕赵从俊、欧振洲，川南区域构造体系特征与油气富集关系，地质力学文集，No. 6，地质出版社，1982。

STUDY ON THE CRUSTAL ACTIVITY IN THE SOUTHERN SICHUAN AND THE PARTIAL AREAS OF YUNNAN AND GUIZHOU PROVINCES

Zhao Congjun, Zhang Jian, Shen Hao, Tian Xiaoyan
 (Research Institute of Geological Exploration Development,
 Petroleum Management Bureau of Sichuan Province)

Abstract

Based on the splaying features of surface structure, the background of gravity field and magnetic field, and the basement structure features from aeromagnetic survey, the crustal structure, tectonic stress field and potential focal region in the southern Sichuan Basin and the adjacent areas of Yunnan and Guizhou provinces are discussed. The results show that the tectonic stress field of these areas is of multidirectivity and multiperiodicity. In Palaeozoic era the direction of principal compression stress was about SN, and now about EW. The deep fault activity in EW is not obvious, only has a few of microearthquakes. But the areas which EW deep faults intersect other directional faults often occur earthquakes. And the areas which the basements of different rock feature border on are also the seismic prone areas.