

龙门山碧口断块的形成及其空间归位研究

汤 军^{1,2} 赵鹏大¹ 陈建平¹ 历 青¹ 靳秀菊³ 冯 春¹

(1.中国地质大学高新技术中心,北京 100083 2.江汉石油学院,湖北 荆州 434102;

3.中原油田公司,河南 濮阳 457000)

摘要 按照地质异常的分析指导思想,本文提出地质异常体空间归位概念,对龙门山北端的碧口断块进行了空间归位分析。文中对碧口断块的运动轨迹进行了复原分析,认为本区地质空间异常体是受青藏高原、华南陆块和华北陆块三重构造运动作用的结果。由于它们各自的构造运动方向不同,造成其在不同时间、不同空间位置所起的作用也不相同。笔者将碧口断块运动的主要过程划分为4个阶段:①挤压断裂作用;②西向滑脱作用;③右旋扭转作用;④东向重力挤压作用,这样就解释了本区的地质构造成因。因此在研究该区或者其他复杂地区的地质问题时,要考虑多个作用主体以及在不同时间的影响作用,从时间、空间的动态演变过程来加以认识分析地质体的成因。由于不同构造主体在不同时间的作用,同时也造成了异常地质体在空间分布上的多样性,因此,本文提出的异常地质体空间归位概念,对认识成矿多样性以及成矿谱系研究具有重大的现实意义。

关键词 地质异常;空间归位;构造运动;龙门山断裂带;碧口断块

中图分类号:P542 文献标识码:A 文章编号:1000-3657(2002)03-0286-05

位于青藏高原东缘的龙门山断裂带是我国地质研究历史较长的一个构造带,早期研究认为该构造带发生的冲断作用与地壳的NW-SE向收缩有关,而近年研究发现龙门山在三叠纪发生缩短的同时还经历了左旋走滑运动。笔者在这些新的研究成果基础上,对龙门山北端的碧口断块的形成与空间运动轨迹进行了空间归位分析,同时认为龙门山至秦岭这一特殊空间范围,是构造运动的受体位置,它受青藏高原、华南陆块和华北陆块构造运动的三重作用影响;由于在不同时间、不同空间三者所起的作用不同,所以在分析该区的地质问题时,要综合考虑三方构造作用,这样易于解释本区形成的地质现象。不同构造主体在不同时间起作用,在空间分布上形成了异常地质体的多样性,进而用以扩展到其他地区的成矿多样性与成矿谱系问题研究,因此,本文对认识成矿多样性以及成矿谱系具有重要的现实意义。

1 区域地质背景

华南地块自晚古生代以来向北漂移,最终于三叠纪和华北地块拼合,地块的边缘地壳由此发生大规模南北向缩短,造成秦岭-桐柏-大别山抬升^[1-5]。一般认为四川盆地是龙门山的前陆凹陷^[6-8],充填了一套中生代陆相碎屑沉积。龙门山断裂带位于华南地块的西缘,其东西侧分别为四川盆地和松潘-甘孜褶皱带^[9]。龙门山断裂带由3条平行断裂组成:西侧的汶川-茂汶断裂;中部映秀-北川断裂;东部的龙门山东缘断层。后两个断裂表现为推覆构造,向西北缓倾,其上堆砌了一系列推覆断片,构成典型的薄皮构造,组成推覆断片的异地体岩层自震旦系到中三叠统,普遍叠覆在四川前陆盆地边缘的中生界原地体岩层之上,最新的原地体岩层为古近系。龙门山向东的推覆距离还未定,一般认为缩短量在60%左右^[6]。龙门山前陆冲断带

收稿日期:2001-08-15;改稿日期:2002-04-03

基金项目:国家自然科学基金项目(40072030)资助。

作者简介:汤军,男,1964年生,在读博士生,讲师,从事数学地质、石油与矿产普查及勘探的教学与科研工作。

的动力模式为两个连续阶段:第一阶段是推挤,第二阶段是重力滑移^[10]。碧口断块就是位于龙门山断裂带北侧、康县断裂南边与秦岭交汇处的一块透镜状地质体(图1),其构造归属一直是个有争议的问题^[11,12]。

随着秦岭造山带向西延伸,其宽度也随之变大,且分裂成3个近东西向的弧形挤压构造带:北部为西汉水推覆带,中部为留凤关褶皱带,南部为白龙江断褶带。其中留凤关褶皱带是三叠纪复理石沉积组成,是松潘—甘孜三叠纪复理石的组成部分^[13],它向东逐渐变窄,最终消失在西秦岭的徽成盆地一带。松潘—甘孜褶皱带三叠纪复理石以及下伏的古生代岩层普遍遭受了绿片岩相变质作用,其内部侵入有大量的印支—燕山期的花岗岩侵入体。分布在龙门山东段的志留系茂县群千枚岩遭受的变形较强。

2 碧口断块组成与构造特征

龙门山(平均海拔4 000多米,其主峰九顶山海拔4 984m)北端在汉中盆地一带和大巴山西翼相交,后者是秦岭的南缘,平均海拔2 000m,由众多断片沿一系列走向NW—SE、倾向NE的逆掩断层堆砌而成,断片由震旦纪和早古生代海相岩层组成,大都向NE陡倾,在地貌上呈现非常壮观的单斜山。该造山带形成于印支期,在侏罗纪还有活动。

位于龙门山断裂带北侧、即东西秦岭结合部的西侧(秦岭蜂腰)的碧口断块,是一个透镜状的地质体,呈NE—SW向延伸(图2d)。其东部和西秦岭相交,西部与松潘—甘孜三叠纪复理石相交,这两部分之间是SN向挤压断裂。该断块是由一套中元古代中酸性火山岩(碧口群)和上覆的震旦纪以及古生代沉积岩组成。其地层沉积建造特征十分类似于华南地块北缘的一些地质体,例如位于川陕交界地区的火地垭群、西乡群和三花石群,也是这些地质体构成了华南地块的变质岩基底^[11,14]。此外,碧口断块内侵入

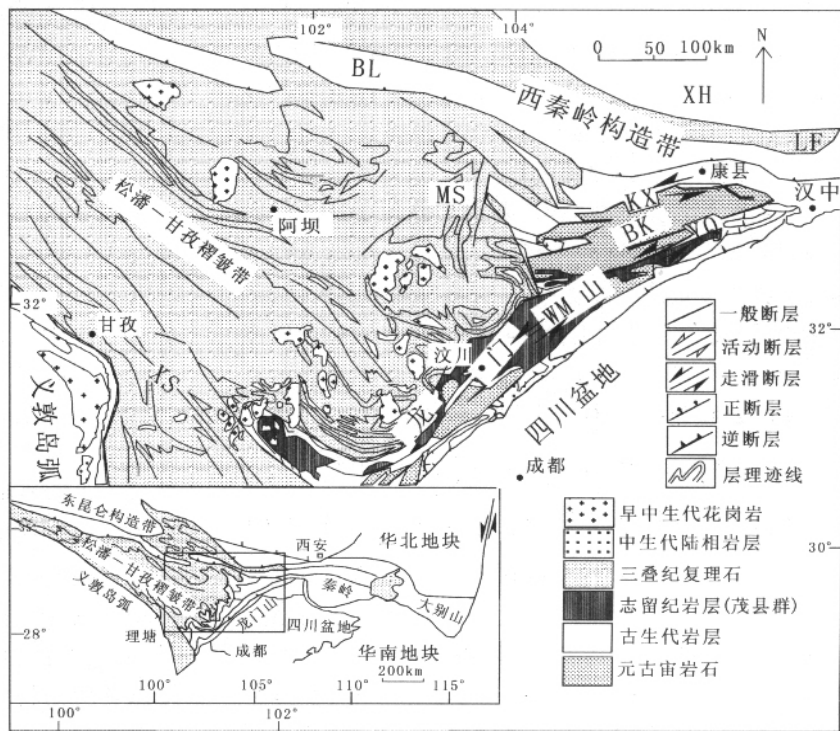


图1 华南地块西缘构造略图(据王二七等修改,2001)

Fig. 1 Tectonic sketch map of the western margin of the South China block
BK—碧口断块;BL—白龙江断褶带;KX—康县断裂;LF—留凤关断褶带;MS—岷山断裂带;
WM—汶川—茂汶断裂;XH—西汉水推覆带;XS—鲜水河断裂;YQ—阳平关—青川断裂

有三叠纪花岗岩。

碧口断裂带中的中元古代变质火山岩以及上覆的炭灰岩遭受了强烈的变形,形成了几个大小不一呈雁行排列的左旋剪切断裂和褶皱^[1]。

碧口断块的南界为阳平关—青川断裂,北界是康县断裂,这两个断裂的剪切特征表明,碧口断块相对于龙门山断裂带发生过向南西方向的水平运动^[1]。

碧口断块的西界为SN向的岷山断裂带,是由一系列逆冲断层和褶皱组成,南北长120 km,东西宽15 km,其核部是一个由二叠纪岩层组成的背斜,背斜两翼岩层是由三叠纪复理石组成。夹在碧口断块和岷山断裂之间的三叠纪及其下伏的晚古生代岩层也遭受强烈挤压变形形成褶皱,这些褶皱由西向东延伸,在接近碧口断块时,其褶皱轴向也由EW向转为SN向。

碧口断块的东南为汉南背斜,其核部由华南地块的元古宙花岗岩基底(汉南杂岩)组成,EW向褶皱被SN向褶皱所叠加,说明至少经历了两次相互垂直的规模强烈的挤压构造作用。

将以上几个地区的特征进行对比,具体见表1。

从对比可以看出,在同一区域环境、同一时间(三叠纪)经历了一系列构造运动的几个地质体中,与碧口断块从岩性组成特征和构造性质上具有相似性的,就是大巴山西翼地质体,我们可以将碧口断块从空间上归位到大巴山西翼的地质体,二者原来是同一岩石性质组成的地质体。也就是碧口断块是从大巴山西翼尾部遭受挤压断裂、滑脱,又经过旋扭构造作用而形成独立的地质异常体,其主体是大巴山的西翼。由于遭受滑脱、旋扭作用,其西向的位移量(从大巴山西翼至碧口断块西侧)至少有350km。有学者认为它是从秦岭蜂腰处挤出的^[1],讲的不具体。

3 地质异常体空间归位概念以及碧口断块空间归位的构造运动轨迹分析

地质异常体空间归位的概念是:在一定空间尺度下的某地质体,由于受一次或多次区域上构造运动作用,遭受了挤压、断裂、滑脱或旋扭等地质作用,造成同一地质体分裂成若干个尺度不一的地质体,其在空间上相距一定距离,在岩性组成及构造上相同或具有一定相似形态,其中一些分散开的孤立小块体,即称为地质异常体,而其中大的地质体为其主体。将地质异常体按构造运动过程轨迹复原,然后找出其与主体关系位置并与之合并,这一过程即是地质异常体空间归位。

现按笔者提出的地质异常体空间归位概念,分析碧口断块的主体位置并将其归位。由于碧口断块的岩石组成与周围明显不同,且其周围边缘皆为断裂,断裂性质也与周围不同,显然是一个孤立的地质构造异常体。在这样复杂的构造环境下,要找出其归属主体的位置,犹如去理顺一个搅乱了的麻线团。但是,从另一方面考虑,在一个区域性、多期次构造运动中,其所形成的一个构造体系的各个部分,或者互相穿插,互相连接,或者彼此分离,甚至相隔很远,它

们的构成形式不一定相同,排列方位和展布的形状也不一定一致,但是,如果从区域地质构造各个方面,包括有关地区地层的形成、火成岩的活动和它所经历的运动的时期等方面去考虑,获得了确定的证据证明那些构造形迹确有成因联系的话,就可以断定它们是属于同一构造体系^[5]。这样就可以应用动态变化的观点,从成因序次关系上,把期次截然不同的构造分开,把岩性相同或相似,构造形迹相似,但是有一定距离(或距离很大)的构造合并在一起,作为同一项成因构造来进行分析。

从三叠纪开始华南、华北两大陆块发生SN向汇聚作用,夹在其中的秦岭造山带SN向缩短变形,同时由于青藏高原对该处的东向作用力,处于这个地区的碧口断块因此受到SN挤压作用,从大巴山西翼断裂、滑脱,受SW方向力的作用,产生旋扭运动,以后又受东向力作用,结果形成了与周围岩体性质不同、又与大巴山西翼主体难以衔接、孤立的异常地质体。其所受的构造运动作用分4个阶段(图2):

- 1)挤压断裂作用阶段。华南、华北两大陆块南北向初期挤压过程中,大巴山西翼和碧口断块一体,还是早古生代海相岩石沉积体,由于SN向挤压,大巴山褶皱形成隆起;以后由于南北陆块进一步相向挤压,大巴山强烈褶皱,并于所受剪切张力最强处发生断裂,形成了初期的碧口断块。
- 2)西向滑脱作用阶段。南北陆块进一步相向挤压,碧口断块的断裂部位向西滑脱运动。
- 3)右旋扭转作用阶段。由于碧口断块断裂部位的受力作用较其上部(尾部)的受力作用大,形成西向差异运动,即断裂部位运动较断块尾部要快,造成断块的右旋扭转作用。此时碧口断块的方向较以前发生了反转,并且继续进行相对于龙门山断裂带SW向的水平运动。
- 4)东向重力挤压作用阶段。之后由于青藏高原

表 1 碧口断块与其周围地质体岩性组成和构造运动时间对比
Table 1 Comparison of the times of tectonic movements and rock compositions between the Bikou block and its surrounding geologic bodies

位 置	岩 性 组 成	构 造 组 成	构造开始活动时间
碧口断块	中元古代火山岩;震旦纪、古生代海相岩石	强烈变形、雁行排列断裂、褶皱	三叠纪
龙门山断裂带	异地岩体(震旦纪、中三叠世)	西北缓倾推覆构造、薄皮构造	三叠纪
岷山断裂带	二叠纪岩石;三叠纪复理石	逆冲断层、褶皱	三叠纪
汉南背斜带	汉南杂岩;古、中生代岩石	穹隆、叠加褶皱	三叠纪
大巴山西翼	震旦纪、早古生代海相岩石	逆掩断层、地壳缩短、北东陡倾单斜山	三叠纪—侏罗纪

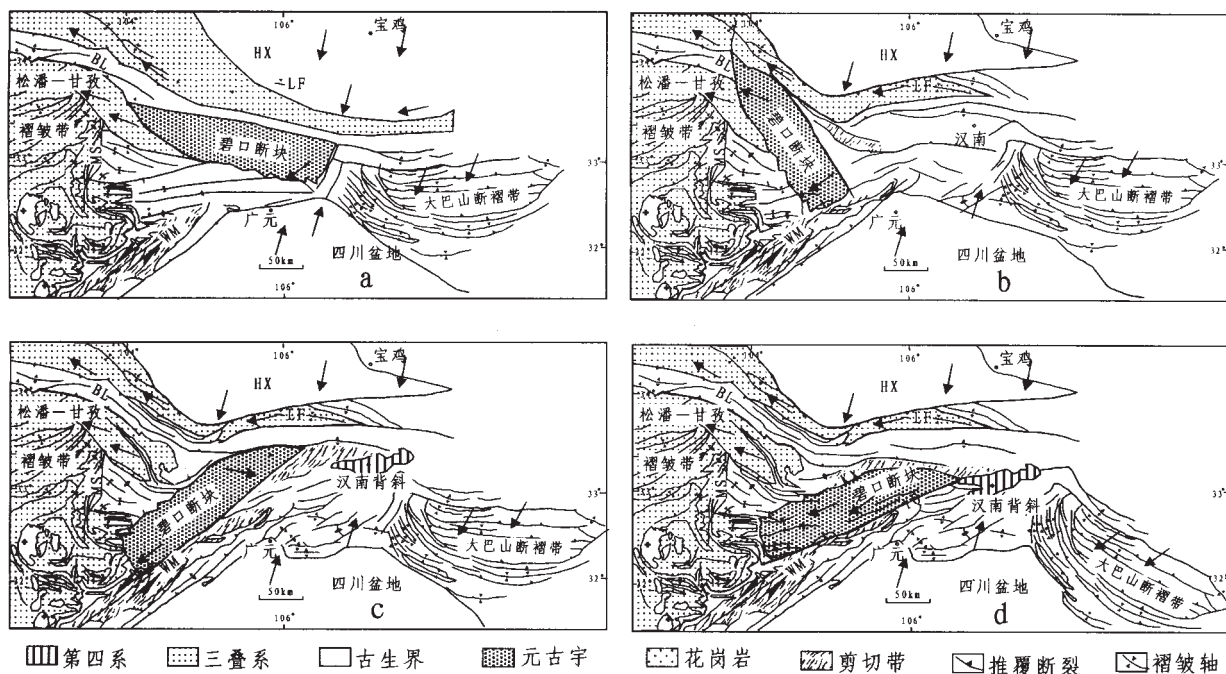


图2 碧口断块各阶段所受构造运动作用示意图 (据王二七等修改, 2001)

Fig. 2 Diagrammatic map of tectonic movements that took place in four stages of the Bikou block

a—受挤压断裂作用阶段 b—西向滑脱作用阶段 c—右旋扭转作用阶段 d—东向重力挤压作用阶段

(图中大写英文字母代号说明同图1)

隆升,造成东西两边的海拔落差加大,由西向东的重力挤压作用起了主导作用。于是碧口断块相对于龙门山断裂带发生NE向的水平运动。由于碧口断块NE向挤压楔进,同时SN两方向继续挤压,于是在碧口断块北部形成了秦岭蜂腰状的局面。

从以上分析可以看出,碧口断块在其形成的整个过程中,一直是处于被动地位,是构造运动作用的受体,因此,其上产生的构造形态(如断裂或褶皱)皆是被动形成的,不能作为本区构造运动的主体运动。要分析本区的构造运动特征,就要找到控制本区构造运动的主体,以及由其产生的构造运动,才是本区的主导构造运动。如果放大观察尺度,本区主体就是华北陆块南缘、华南陆块西缘和青藏高原东部,由它们产生的构造运动即为本区的主导构造运动,由于它们在不同时期、不同空间位置各自所起的作用力大小和方向不同,决定了碧口断块的运动轨迹的多变及其最终的形成。

按照这一观点,龙门山等可被当作该区局部的地质异常体,为该区域构造运动的受体,于是就可以很容易地解释本地区发生的地壳缩短和左旋走滑运动,以及一些地区产生的推覆体和飞来峰。另外,还可用以分

析不同构造主体在不同时间、不同空间所形成异常地质体的多样性,即成矿多样性与成矿谱系问题研究。

4 认识与结论

从碧口断块的空间归位可以看出,碧口断块归属大巴山西翼,在其形成独立的地质异常体过程中,经历了4个阶段的构造运动:1)挤压断裂作用;2)西向滑脱作用;3)右旋扭转作用;4)东向重力挤压作用。而在龙门山至秦岭这一空间范围,由于其空间位置的特殊性,它受华南陆块、华北陆块和后期青藏高原的三重作用影响。因此,在分析问题时,要联合考虑三方的作用关系,按时间、空间分清起主导作用的构造运动和被动构造运动,这样才会抓住问题的本质。

由于区域构造运动时间长,处于不同时期、不同空间位置的地质体,其所受到的作用力都是变化不同的,于是造成了区域构造现象的复杂性。如果我们在分析问题中应用地质体异常空间归位的概念,以动态、发展过程为指导思想,按成因序次进行分析,那么,许多异常地质体的归属是可以判定的。

应用空间归位方法,能很好地分析许多区域构造中广泛存在的各类诸如推覆体、飞来峰和滑脱地

质体，能解决传统地质上单纯应用某类单一受力模式分析问题时的局限性，使我们在认识、解决问题中又进了一步，尤其是在分析、认识成矿多样性以及成矿谱系^[6-18]方面具有重大的现实意义。

参考文献：

[1] 许志琴,侯立玮,王宗秀,等. 中国松潘甘孜造山过程 [M] 北京:地质出版社,1992.73~84.
[2] 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造 [J] 中国科学 (B辑),1995,25:994~1003.
[3] 杨森楠,姜本鸿,王祖春. 华北与扬子陆块碰撞构造古地理的特征和发展 [A] 见:王鸿祯主编. 中国及邻区构造古地理和生物古地理 [C] 武汉:中国地质大学出版社,1990.165~186.
[4] Mattauer M, Matte Ph J, Malavieille P, et al. Tectonics of the Qinling belt: building-up and evolution of eastern Asia [J] Nature, 1985, 317:496~500.
[5] 许志琴,卢一伦,汤耀庆,等. 东秦岭造山带的变形特征及构造演化 [J] 地质学报,1986,(3):237~247.
[6] 罗立志,龙学明. 龙门山造山带的崛起和川西陆前盆地的沉降 [A] 见:罗立志主编. 龙门山造山带的崛起和四川盆地的形成与演化 [C] 成都:成都科技大学出版社,1994.204~219.

[7] 李勇,曾允孚,尹海生. 龙门山前陆盆地沉积及构造演化 [M] 成都:成都科技大学出版社,1995.65~74.
[8] 李元林. 四川盆地西缘冲积扇形成的构造背景分析 [A] 见:罗立志主编. 龙门山造山带的崛起和四川盆地的形成与演化 [M] 成都:成都科技大学出版社,1994.338~345.
[9] 王二七,孟庆任,陈智梁,等. 龙门山断裂带印支期左旋走滑运动及其大地构造成因 [J] 地质前缘,2001,8(2):375~384.
[10] 陈智梁,陈世瑜. 扬子地块西缘地质构造演化 [M] 重庆:重庆出版社,1987.145~157.
[11] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志 [M] 北京:地质出版社,1991.628~635.
[12] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志 [M] 北京:地质出版社,1989.563~566.
[13] 姜春发,朱志直. 留凤关复理石 [J] 地质学报,1982,(6):203~218.
[14] 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志 [M] 北京:地质出版社,1989.525~533.
[15] 李四光. 地质力学概论 [M] 北京:科学出版社,1973.10~19.
[16] 赵鹏大,陈永清. 地质异常矿体定位的基本途径 [J] 地球科学——中国地质大学学报,1998,23(2):111~114.
[17] 赵鹏大,陈永清,刘吉平,等. 地质异常成矿预测理论与实践 [M] 武汉:中国地质大学出版社,1999.138.
[18] 赵鹏大,汤军,陈建平,等. 油气地质异常与非传统油气资源勘探研究 [J] 地质与勘探,2002,38(2):1~5.

Formation of the Bikou fault block in the Longmen Mountains and restoration of its original spatial position

TANG Jun^{1,2}, ZHAO Peng-da¹, CHEN Jian-ping¹,
LI Qing¹, JIN Xiu-ju³, FENG Chun¹

(1. High-tech Centre, China University of Geosciences, Beijing 100083, China
2. Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou 434102, Hubei, China
3. Zhongyuan Oilfield Corporation, Puyang 457000, Henan, China)

Abstract: In light of the guiding through for the analysis of geologic anomalies, this paper puts forward the concept of restoration of original spatial positions of anomalous geologic bodies and studies the restoration of the original spatial positions of the Bikou fault block at the northern end of the Longmen Mountains. The trajectory of the motion of the Bikou fault block is restored. It is believed that the spatial geologic anomalous body in the area is the result of three-fold tectonic movements of the Qinghai-Tibet, South China block, and North China block. The different directions of their tectonic movements resulted in their different effects exerted in different times and spatial positions. The authors divide the main process of motion of the Bikou fault block into four stages: (1) compressional faulting, (2) west-directed decollement, (3) dextral shear, and (4) east-directed gravitational compression. This interprets the tectonic origin of the area. Therefore, in the study of the geological problems in the area or other complex area, it is necessary to consider the main parts of several effects and their influences in different times and understand and analyze the origin of a geologic body in the context of dynamic evolution in time and space. Effects of different tectonic main parts in different times also give rise to the diversity of anomalous geologic bodies in spatial distribution. Therefore, this paper advances the concept of restoration of original spatial positions of anomalous geologic bodies, which has great realistic significance for the understanding of the diversity of mineralization and study of hierarchy of mineralization.

Key words: geologic anomaly; restoration of original spatial position; tectonic movement; Longmen Mountain fault belt; Bikou fault block