

文章编号: 1004-4116(2002)02-0017-0007 y

扬子板块西北边缘 碧口增生体的形成与演化

霍勤知¹, 曾俊杰¹, 董玉书²

(1. 甘肃省地勘局第三地勘院, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃省成县地质矿产局, 甘肃 成县 742500)

摘要: 依据 1:5 万区域地质调查和科研成果, 认为碧口增生体内部具“三层式”结构特点, 在对碧口增生体内部物质组成、变形、变质特征及形成时代等方面研究的基础上, 将碧口增生体的形成和演化划分为 5 个阶段: 沟、弧、盆体系形成发展阶段、板块碰撞造山阶段、陆内伸展和陆盆形成阶段、陆内逆冲推覆造山阶段、断块活动和差异性抬升阶段。

关键词: 碧口增生体; 扬子板块西北缘; 形成演化

中图分类号: P542.4 **文献标识码:** A

0 引言

碧口地区的地质研究工作, 最早始于 1944 年。叶连俊、关士聪创立的“碧口系”, 系指分布于甘肃武都临江镇以南、四川白水街之北的一套变质火山—沉积岩地层。随后, 兰州地质研究室黄振辉、曾广进等人进行了时代研究, 将其划归为寒武纪—志留纪。进入 60 年代, 先后有西秦岭地质队、中科院兰州地质所、甘肃省综合地质大队和陕西省区调队等单位, 将文县以南大面积的变质火山—沉积岩系解体为“碧口群”, 时代定为前震旦纪。80 年代以来, 随着碧口幅 1:20 万区调和地矿部“七五”重点攻关项目“秦巴地区重大基础地质问题和主要矿产成矿规律研究”的下设四级课题——陕、甘、川交界处摩天岭地区“碧口群”层序、时代对比研究课题的开展, 将“碧口群”划分为 3 个组, 即阳坝组、管子沟组和白杨组。从此, 对“碧口群”划分研究逐步得以统一, 在地层划分方面取得了很大进展。尽管如此, 前人对“碧口群”内部构造变形、形成及演化方面涉及较少, 且众说纷纭, 一直未形成统一的观点。甘肃省地勘局兰州地勘院(1998)通过碧口、姚渡幅 1:5 万区调, 将“碧口群”内下部一套强变形、弱变质的总体有序、内部无序的火山—沉积岩系采用构造—岩石地层单位划分方案, 解体为碧口岩群, 时代划归为蓟县纪。而其上部浅变质碎屑岩则为青白口纪沉积地层。因此, 笔者在总结 1:5 万区调资料的基础上, 结合邻区前人研究成果, 充分运用现代板块构造学理论, 进行了扬子板块西北边缘碧口增生体的形成与演化研究。

1 地质概况

碧口增生体为扬子板块西北边缘增生的陆缘弧盆系,属扬子板块西北缘的次级构造单元。北以文县—康县断裂(俯冲带)为界,和南秦岭造山带相连,南以青川—勉县大断裂为缝合带,与扬子板块相“焊接”,西侧与松潘—甘孜褶皱带相邻。宏观上构成西宽东窄的楔形地质体(图 1)。整体为一套经历多期、多级构造叠加的强变形、弱变质火山—沉积岩系。笔者在开展 1:5 万区域地质调查的基础上,充分运用前人科研成果,发现其内部具有“三层式”结构特点。基底由发生深变质作用的鱼洞子群组成,下部盖层为蓊县纪碧口岩群、青白口纪白杨组和秧田坝组浅变质火山—沉积岩系,上部盖层为一套晚古生代以来的未变质沉积地层。

1.1 基底组成

鱼洞子群(ArY):主要分布于阁老岭—鱼洞子、乐素河、宁强二里坝—赵家院等地,为一套变质绿岩地体,均以小陆核状产出。岩性以斜长角闪岩、角闪混合岩、浅粒岩、磁铁石英岩等,原岩为海相火山—沉积岩系,以酸性火山岩为主,变质程度可达高绿片岩相—低角闪岩相。部分遭受混合岩化改造,其上被碧口岩群不整合覆盖。秦克令等人(1990 年)将其命名为鱼洞子群,并对鱼洞子群进行锆石—铀铅法测年,其同位素年龄为 $2\ 657 \pm 9\text{Ma}$,时代划归为太古代。

1.2 盖层特征

1.2.1 下部火山—沉积盖层

由中元古代蓊县纪碧口岩群(JxB)变质火山岩、火山碎屑岩夹少量正常沉积碎屑岩及新元古代青白口纪白杨组(Qnb)和秧田坝组(Qny)变质碎屑岩组成。其中蓊县纪碧口岩群为一套整体有序、内部无序的准史密斯地层,岩石发生低绿片岩相低温区域动力变质。构造变形相当强烈,内部发育顺层韧性剪切带、顺层掩卧褶皱,构造面理置换强烈,各岩组之间以构造面理接触,并有后期构造的多期叠加改造。而青白口纪白杨组(Qnb)和秧田坝组(Qny)变形较弱,以发育中浅层次褶皱—断裂组合为特征,多以断块的形式夹楔于蓊县纪地层内部。

蓊县纪碧口岩群(JxB)可分为 3 个岩组,自下而上为白果树岩组(Jxb)、阳坝岩组(Jxy)和管子沟岩组(Jxg)。白果树岩组为变质中酸性火山碎屑岩与正常沉积碎屑岩组合,岩性为变(流纹)英安凝灰岩、绢云石英片岩、千枚岩等;阳坝岩组为变质中基性火山岩,岩性有变玄武岩、变安山玄武岩、绿泥绿帘阳起片岩、含集块火山角砾岩夹少量千枚岩;管子沟岩组为变质中—酸性火山岩及绢云石英千枚岩,长英质糜棱岩发育。前人在碧口岩群中采集了大量的 Rb—Sr 同位素样,其年龄值 933~970Ma。笔者在 1:5 万区调过程中,从阳坝岩组中获得 3 组 Sm—Nd 同位素年龄值^①,分别为 1 014~1 314Ma、 $687 \pm 20\text{Ma}$ 、 $778 \pm 39\text{Ma}$,其最老年龄值基本表明碧口岩群形成的时代为蓊县纪,而后两组年龄值,均反映了晋宁晚期构造热事件年龄。

青白口纪地层下部为白杨组(Qnb),上部为秧田坝组(Qny)。白杨组以变岩屑杂砂岩、粉砂岩及千枚岩为主,夹变砾岩、结晶灰岩和少量基性火山岩,发育不完整的鲍马序列;秧田坝组下部为碎屑浊积岩,上部为成熟度较高的石英砂岩。青白口纪地层中产大量的微古植物化石^①,代表种属有:粗面球形藻组合 *Asperatopsophaera umishanensis* Sin et Liu, *A. cf. bavlensis* Schep, *Travhy spaeridium simplex* Sin, *T. Hyalinum* Sin et Liu, 光面球形藻组合 *Leiomimus*

^① 甘肃省地勘局兰州地勘院. 碧口、姚渡幅 1:5 万区调, 1998.

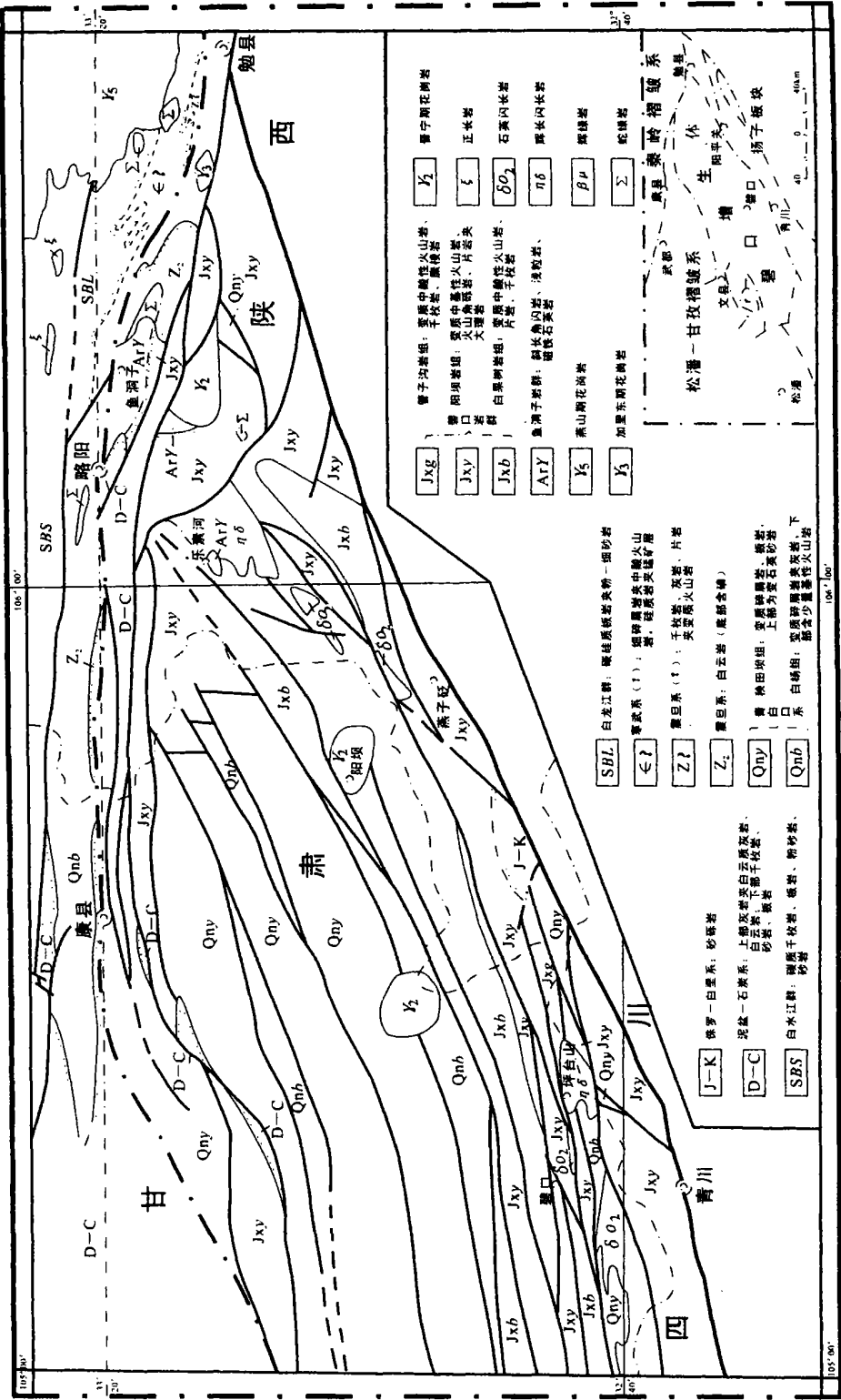


图 1 碧口增生体分布略图(据蔡克令等, 1991 年)

Fig.1 Distributing sketch map of Bikou accreted bodies (from Qinkeling, 1991)

cula minata Naum, *L. peucentis* Sin et Liu, *L. cf. orintalis* Sin et Liu, 其特征可与我国南方鄂西神龙架的微古植物组合对比, 形成时代相当于青白口纪。

1.2.2 上部沉积盖层

为一套晚古生代以来的未变质沉积地层。泥盆—石炭纪地层主要分布于文县—康县断裂以北, 为白云质灰岩、白云岩、泥质板岩、粉砂岩、千枚岩组成的滨—浅海、潮坪沉积。白垩纪以来为陆相红色碎屑岩沉积。

2 形成演化

碧口增生体位于扬子板块西北边缘, 夹于文县—康县断裂(俯冲带)和白水—燕子砭断裂之间。是在中元古代古秦岭洋壳向扬子板块俯冲碰撞过程中, 在扬子板块西北陆缘基底上形成的弧盆系地质体, 是不整合覆盖于新太古代鱼洞子群古老基底之上的一套浅变质强变形的火山—沉积岩系。经历了由晋宁期、加里东期、海西—印支期及燕山期以来的多期次、多旋回构造运动, 伴随着沉积作用、岩浆作用、变质作用及成矿作用的进行, 记录了地质发展演化的全过程。以此为依据, 将碧口增生体的形成演化划分为以下 5 个阶段。

2.1 扬子板块北缘沟、弧、盆体系形成发展阶段(J_x—Q_n早期)

从地质记录反映, 碧口增生体的形成和演化自中—新元古代开始。依据长安大学陶洪祥教授等人的研究成果, 认为扬子板块北缘在中—新元古代是一个完整的沟、弧、盆体系。在蓟县纪四堡期古秦岭洋出现扩张和俯冲作用, 俯冲于扬子板块之下, 构成包括碧口岛弧在内的陆缘沟、弧系, 随着碧口岛弧的不断发展, 在弧后拉张环境中形成夹于岛弧和大陆之间的弧后盆地沉积的火山—沉积岩系, 其火山岩既具有岛弧拉斑玄武岩的性质, 又具有大洋拉斑玄武岩性质。其中分布于碧口以北蓟县系白果树岩组的主要是中酸性火山碎屑岩与正常沉积碎屑岩, 夹少量基性火山熔岩, 火山碎屑物含量较高, 中酸性火山碎屑岩中 SiO₂ 含量介于 67.46%~74.06% 之间, 基性火山熔岩中为 43.16%~50.86%, 代表碧口岛弧发育初期(雏形), 物源来自不成熟岛弧和弧后大陆(图 2—A)。阳坝岩组主要位于碧口—姚渡一带, 以发育大量的基性熔岩为特点, 岩石中化学成分含量分别为: SiO₂ 44.45%~66.87%, TiO₂ 0.65%~2.36%, Al₂O₃ 11.79%~20.56%, MgO 0.97%~7.96%, CaO 11.79%~12.88%, K₂O 0.06%~4.26%, Na₂O 12.08%~4.99%。岩石化学成分具有低 TiO₂ 和高 Al₂O₃ 特征, 稀土配分曲线均表现为平坦型和微右倾型, 轻稀土弱富集, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr=0.7034~0.7089。火山岩明显具岛弧钙碱性拉斑玄武岩性质。说明碧口岛弧发展进入繁盛时期, 同时弧后盆地拉张作用加剧, 准洋壳物质沿拉张裂隙喷溢, 形成大洋拉斑玄武岩(图 2—B)。随着碧口岛弧的进一步发展, 形成位于管子沟附近的管子沟岩组中酸性火山岩夹陆缘碎屑岩, 说明弧后拉张作用明显减弱, 此时, 碧口岛弧已发展为成熟岛弧(图 2—C)。

同时, 随着弧后拉张作用的进行, 幔源物质上升形成基性岩墙, 而在靠近岛弧附近, 火山活动加剧, 通过岩浆的上铺下垫作用, 形成碰撞前(I 型)科迪勒拉花岗岩)火山弧花岗岩—坪台山序列。

至青白口纪早期, 碧口岛弧发生分离, 月照岛弧雏形开始形成, 在碧口岛弧的弧前区白杨一带, 堆积了白杨组陆缘碎屑岩及少量基性火山岩, 构成浊积岩火山复理石建造, 物源来自初

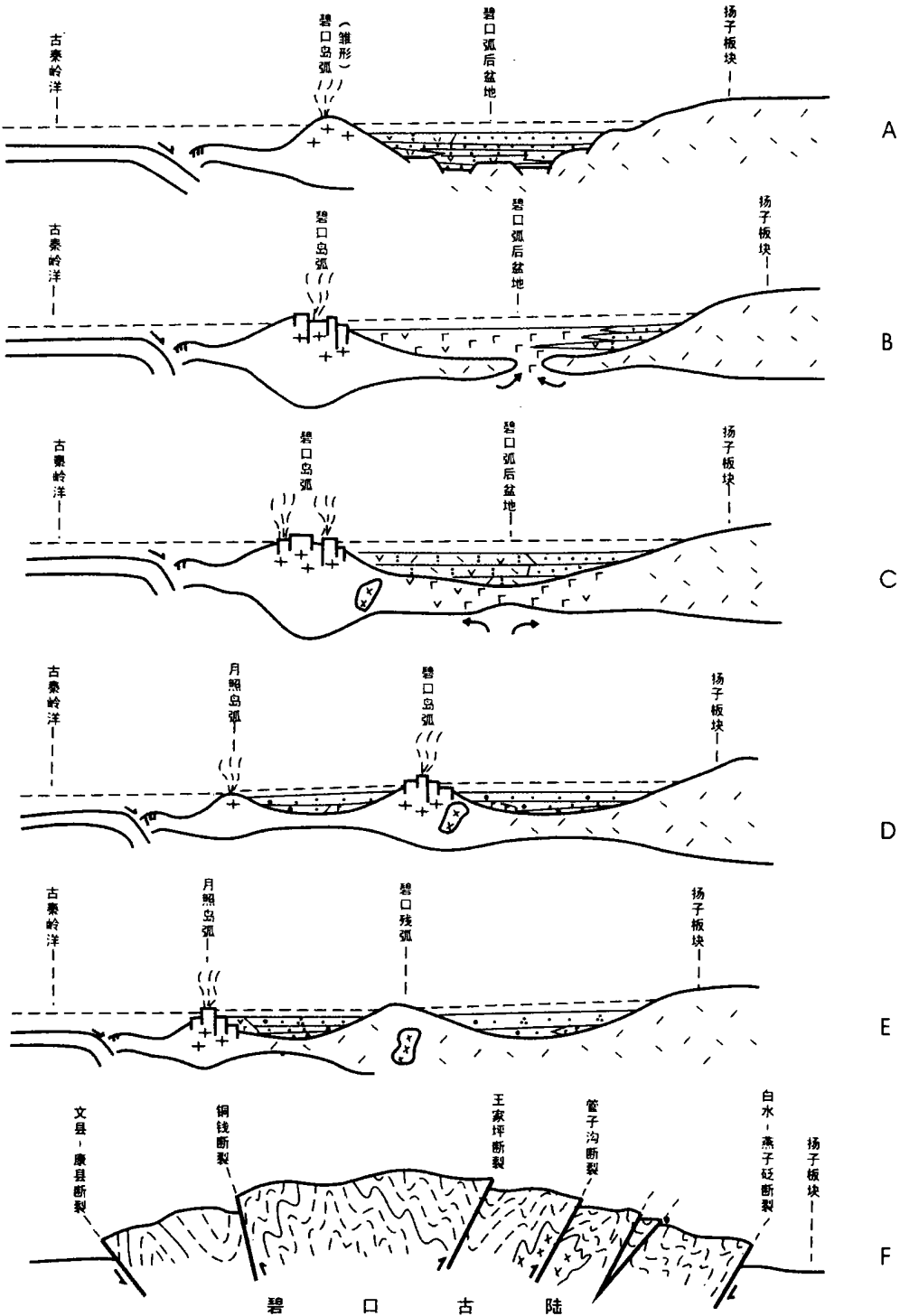


图 2 扬子板块西北缘中—新元古代构造演化模式

Fig. 2 Model of tectonics evolution of Yangzi plate's northwest adge in

Mesoproterozoic Era- Neoproterozoic Era

始月照岛弧和萎缩的碧口岛弧及弧后大陆(图 2—D)。此时,碧口地区则演化为弧后前陆盆地,沉积物以粗碎屑岩为主,沉积特征与弧前区基本相似。青白口纪中期,月照岛弧趋于成熟,大量的火山喷发,形成琵琶寺岛弧火山岩。此时碧口岛弧发展为“残弧”,在两侧盆地内沉积了碎屑浊积岩复理石建造,形成秧田坝组沉积碎屑岩及少量碳酸盐岩组合。青白口纪后期碧口地区在稳定的大陆环境中形成高成熟度的石英砂岩(图 2—E)。此后,扬子板块相对于古秦岭洋向北增生叠积,弧后扩张作用停止,进入碰撞造山阶段。

2.2 板块碰撞造山阶段(Q_n 晚期—Z)

青白口纪晚期至震旦纪,随着俯冲带的向北推移,挤压碰撞造山作用开始,沿文县—康县俯冲带以南至白水—燕子砭以北地区由于挤压碰撞而发生大规模褶皱回返,隆升为“碧口古陆”,形成一系列同斜紧闭褶皱及逆冲断层系统,“碧口古陆”发生北西—南东向仰冲推覆,发育以文县—康县断裂、白水—燕子砭断裂为代表的挤压缝合断裂(图 2—F),并在大型韧性剪切带附近构成高压低温变质带—蓝闪绿片岩相带,自青川至燕子砭呈断续分布。

2.3 陆内伸展和陆盆形成演化阶段(C—D)

继晋宁晚期板块碰撞造山作用之后,华北板块南缘山弧带与扬子板块北缘碰撞敛合,中国大陆形成,碧口地区进入陆内演化阶段。自寒武纪伸展作用开始,碧口增生体内部发育大型走滑断裂,南北两侧在伸展作用下发生裂陷,形成龙门山及南秦岭裂陷,寒武系—奥陶系为欠补偿性盆地沉积的以硅泥建造为主的深水—半深水盆地沉积,志留系为巨厚的复理石建造,并有碱性火山岩喷发和金伯利岩侵入。在碧口—姚渡断裂和白水断裂之间,由于左行走滑运移,形成剪切空腔,锣鼓山中酸性侵入岩就位。同时发生低绿片岩相区域低温动力变质,伴随着变质热液的活动,在局部构造有利部位变质热液携带矿物质活化迁移富集成矿,促成碧口—阳坝成矿带变质热液型金、铜矿的形成。

2.4 陆内逆冲推覆造山阶段(C—J)

海西—印支期,裂陷作用向北、向西迁移,在文县三河口地区接受边缘海盆地沉积,沉积了泥盆—石炭纪滨—浅海相陆缘碎屑岩、碳酸盐岩建造。而“碧口古陆”内部发生南北向挤压造山,地层遭受剥蚀,缺失沉积,发育近南北向逆冲推覆断裂组合,伴随着逆冲推覆造山作用的进行,在阳坝、鹰嘴山和摩天岭等地有大量的印支期花岗岩侵入。

2.5 断块活动及差异性抬升阶段(K—Q)

燕山期已进入了陆相演化阶段,由于受到滇藏板块由西向东推挤,以及扬子板块和华北板块的相对运动,在联合主应力作用下,受其影响,该地区发生断块活动,彼此相对位移,形成走滑断裂及断陷盆地,在盆地内堆积了白垩纪陆相磨拉石建造。喜山期以来的差异性抬升,地层遭受剥蚀,河流下切及侧蚀作用形成河谷阶地,最终构成现今复杂的地质地貌景观。

参考文献:

- [1] 单文琅,宋鸿林,傅昭仁,等.构造变形分析的理论、方法和实践[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [2] 赵祥生.秦巴地区碧口群时代层序、火山作用及含矿性研究[J].中科院西安地质矿产研究所所刊,第 29 号,1990.
- [3] 霍福臣,李永军.西秦岭造山带的建造与地质演化[M].西安:西北大学出版社,1995.
- [4] 秦克令,邹湘华,何世平.陕、甘、川交界处摩天岭地区碧口群层序及时代划分[J].中科院西安地质矿产研究所所刊,第 30 号,1990.

GEOLOGICAL FORMATION AND EVOLUTION OF BIKOU ACCRETED BODIES AT ADGE OF NORTHWEST YANGZI PLATE

HUO Qir zhi¹, ZENG Jun-jie¹, DONG Yu shu²

(1. No. 3 Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730050, China;

2. Bureau of Geology and Mineral Resources of Chengxian Gansu Province, Chengxian 742500, China)

Abstract: According to the results of 1: 50000– scale regional geological survey and geological research, we regard Bikou accreted bodies was made of three layer type material. Researching material composition, metamorphism and deformation in Bikou accreted bodies. On that basis, dividing Bikou accreted bodies into five formation and evolution stage: Trendr island arc basin's system formation and evolution stage—Plate collision and orogeny stage—Stretching and forming basins stage in land—Obduction napper orogeny stage in land—Fault block moving and diverse rise stage.

Key words: Bikou accreted bodies; Yangzi plate's northwest adge; Formation and evolution

(上接第 28 页)

BASIC FEATURES OF BURIED DEEP FAULT STRUCTURE FROM TONGWEI TO WUDU

DU AN Yong min

(Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The buried deep fault from Tongwei to Wudu is a concealed deep structural belt, strike approximate to N-S, dip W, dip angle $60^{\circ} - 80^{\circ}$, and that is a high-angle compression deep fracture. It took place Variscan epoch ago, active moving during Indosinian to Yanshanian epoch and so far it is still in active stage. The depth of Mohole and feature of gravity– magnetic field have difference sharply on two sides of the fault belt. In the belt, magmatic action being strong and it is an important mineralization belt and a present-day active belt too.

Key words: Tongwei– Wudu buried deep fault; Feature; Magmatic action; Mineralization belt; Active belt