

文章编号: 1000-0550(2010) 03-0579-06

# 西秦岭大草滩群的形成时代和构造意义探讨<sup>1</sup>

陈义兵<sup>1,2</sup> 张国伟<sup>1</sup> 裴先治<sup>3</sup> 鲁如魁<sup>1</sup> 梁文天<sup>1</sup> 郭秀峰<sup>1</sup>

(1. 大陆动力学国家重点实验室 西北大学地质学系 西安 710069

2 中国科学院广州地球化学研究所 广州 510640; 3 长安大学地球科学与国土资源学院 西安 710054)

**摘要** 大草滩群 a 岩组中最年轻的一组锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄加权平均值为  $404.9 \pm 4.8 \text{ Ma}$  (MSWD = 0.11), b 岩组中最年轻的锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄值为  $385 \pm 5 \text{ Ma}$ , c 岩组样品中最年轻的锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄值为  $375 \pm 6 \text{ Ma}$ 。这一结果将大草滩群的最大沉积时代有效地限定在 405~375 Ma 之间。结合生物化石组合资料,大草滩群的时代归属于晚泥盆世。根据岩石组合、沉积相、构造变形、形成时代和物源分析等资料综合研究表明,晚泥盆世大草滩群河湖相粗粒碎屑岩形成时的大地构造背景是位于安第斯型活动大陆边缘的弧前拉伸—裂陷盆地,作为北秦岭微陆(+岩浆弧)与华北大陆西南缘碰撞的沉积响应,是碰撞造山作用以后南部洋壳持续俯冲阶段同火山—岩浆活动的弧前沉积体系。

**关键词** 大草滩群 沉积时代 构造背景 安第斯型活动大陆边缘 沉积响应 西秦岭

**第一作者简介** 陈义兵 男 1971 年出生 博士 构造地质与地球化学 E-mail: chenyingbing@nwu.edu.cn

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

西秦岭大草滩群由黄振辉所创的“大草滩统”演变而来,主要为一套以紫红色、灰绿色为特征的杂色陆相碎屑岩地层,仅在西秦岭北带有出露,而在东秦岭相应的部位并不存在,故具有其独特的地质意义<sup>[1,2]</sup>。但是,对大草滩群碎屑物质来源、形成环境和构造属性长期以来就存在很大的争论,主要有山间磨拉石建造<sup>[3,4]</sup>、前陆盆地<sup>[5]</sup>、伸展盆地<sup>[6,7]</sup>和弧前盆地<sup>[8-10]</sup>等多种不同的观点。甚至对大草滩群的时代也存在有晚泥盆世、晚泥盆世—早石炭世和二叠纪等不同的认识分歧<sup>[7,11]</sup>。大草滩群时代和构造属性的争论涉及到对北秦岭造山作用性质以及加里东期构造演化历史的认识,具有重要的地质意义。

本研究介绍我们有关大草滩群的最新研究成果,以期引起同行们的关注,并与持不同观点者商榷。

## 1 地层划分沿革与区域分布

黄振辉<sup>[7]</sup>年在漳县西南约 28 km 之大草滩一带进行地质考察工作时创名“大草滩统”,原始地层含义是下部以石英砂岩或石英岩为主,向上过渡为紫红色砂页岩层;上部则以黑色、灰绿色砂质页岩夹薄层条带状灰岩为主,产植物化石,上部灰岩中富产腕足类、珊瑚及双壳类。其上与中石炭统东扎口组角度不

整合接触,下与木寨岭统断层接触。陕西区调队<sup>[7]</sup>在 1:20 万陇西幅中将其肢解为上、下两套地层,下部称为大草滩群,时代仍属晚泥盆世,上部为上泥盆统—下石炭统,未予命名。西北地质科学研究所<sup>[7]</sup>在肢解出的上部地层中采得大量早石炭世早期的腕足类、珊瑚化石,并另命名早石炭世“王家店组”,将大草滩群仅限于原“大草滩统”的中下部的晚泥盆世陆相沉积地层。甘肃省区域地质志<sup>[11]</sup>和甘肃省岩石地层<sup>[2]</sup>仍按黄振辉的原义沿用,改称“大草滩组”,将其时代确定为晚泥盆世—早石炭世。长安大学地质调查研究院在 1:25 万天水幅区调修测时,在武山杨河—礼县固城地区原划为上泥盆统大草滩群南部解体出来一部分早石炭世地层,并暂称为“巴都组”,其余部分仍称为大草滩群,时代为晚泥盆世<sup>[12]</sup>。本文使用这一划分方案(表 1)。

重新厘定后的大草滩群的定义是不整合于李子园群或舒家坝群之上,下伏于早石炭世地层(巴都组或王家店组)或晚泥盆—早石炭世地层(大庄组)之下的一套以紫红色为特征的陆相碎屑岩组合的地层,命名层型标准剖面位于漳县西南的大草滩村,补充层型剖面为天水磨峪沟剖面,据斜方薄皮木等植物化石将其时代定为晚泥盆世<sup>[12]</sup>。

<sup>1</sup> 国家自然科学基金重点项目(批准号:40234041)、中国博士后科学基金(批准号:20070411138)和大陆动力学国家重点实验室自主课题(编号:06LCD17)及开放课题基金(编号:BJ081331)资助。

收稿日期:2009-01-08 收修改稿日期:2009-05-04

表 1 大草滩群地层划分沿革表

Table 1 The stratigraphic division and evolution of Dacotan Group in west Qinling

黄振辉 (1962)	陕西区测队 1:20万 (1970)	西北地研所 (1971)	甘肃省区域地质志 (1989)	甘肃省岩石地层 (1997)	裴先治等 (2004a)
大草滩统	下石炭统 未命名	下石炭统 王家店组	大草滩组	大草滩组	下石炭统 巴都组
	上泥盆统 大草滩群	上泥盆统 大草滩群	下石炭统一上泥盆统	下石炭统一上泥盆统	上泥盆统 大草滩群 c段 b段 a段

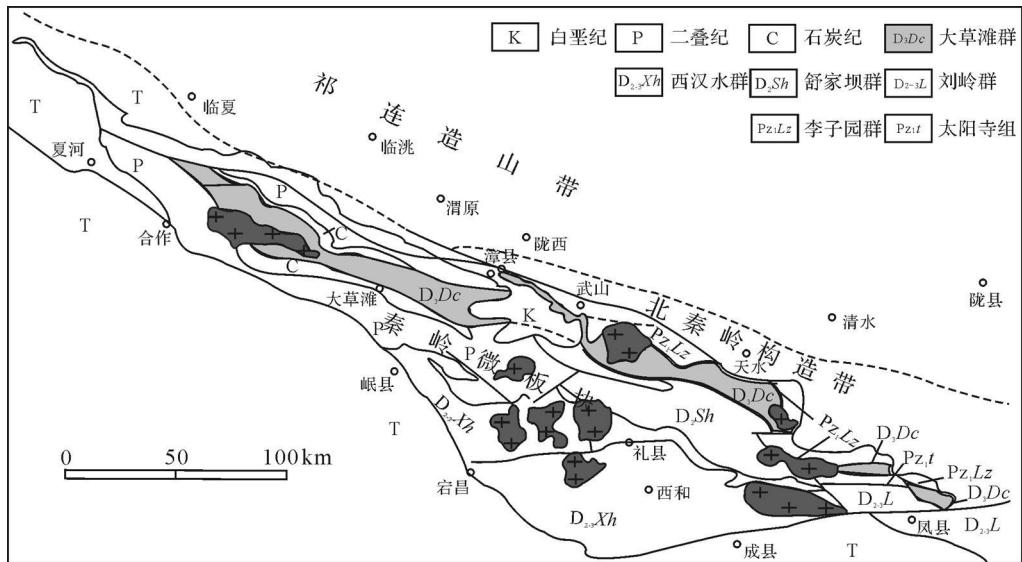


图 1 研究区地质简图

Fig 1 Schematic geological map in the study area

大草滩群广泛分布于西起甘肃省岷县、漳县、天水,东至陕西凤县唐藏以北地区,呈北西向带状分布(图 1)。其北侧以高桥—天水—武山—漳县断裂与北秦岭构造带的早古生代李子园群等相分隔;南侧以娘娘坝—固城—大坪断裂与中泥盆世舒家坝群海相地层等接触。大草滩群在天水地区出露于元古代秦岭群和早古生代李子园群火山岩系以南,与下伏早古生代地层被认为呈不整合接触关系,之间缺失志留系和下泥盆统;大草滩群在漳县一带不整合在寒武系—奥陶系之上<sup>[1]</sup>。

## 2 大草滩群的岩石组合特征和沉积相

根据岩性特征、沉积环境,大草滩群从下到上可以划分为三个岩组, a岩组(绿色砂岩组)主要以灰绿色为主的碎屑岩夹泥质岩; b岩组(红绿砂岩组)以红、绿色相间为主的一套碎屑岩; c岩组(砾泥岩组)以红色为主的一套砾岩夹泥质岩<sup>[12]</sup>。

(1) a岩组(绿色砂岩组): 灰绿色、浅绿色薄层泥岩、中厚层状含砾长石石英砂岩、含砾细砂岩、中薄层状粉砂岩、粉砂质泥岩为主,夹紫红色粉砂质泥岩

和泥岩。在砂岩为主的层段中,发育递变层理—平行层理—小波痕层理。砾石分选和磨圆度差,呈棱角状或次棱角状,包括砂岩、干枚岩及硅质岩砾石。砂岩碎屑组分以石英为主,其次为少量长石、云母及岩屑,分选中等,圆度较差,呈次圆到次棱角状。填隙物为泥质杂基,呈块状层理。沉积相特征反映未经充分筛选的较快速沉积,沉积环境为深湖—半深湖环境。

(2) b岩组(红绿砂岩组): 紫红色、紫灰色中薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩和泥岩,与灰绿色中厚层状含细砾长石石英粗砂岩、砂岩、细砂岩互层。沉积相特征反映的沉积环境为冲积扇扇端和泛滥平原沉积环境。

(3) c岩组(砾泥岩组): 浅灰、灰白色厚层—块状砾岩、砂砾岩,浅灰色—浅绿色中薄层状长石石英砂岩、粉砂岩及紫红色中薄层状粉砂质泥岩、泥岩组成反复叠置的正韵律层。砂砾岩中发育大型槽状、板状交错层理、递变层理和平行层理等。交错层理的每个层系内可以看到粒度下粗上细的递变,反映水动力条件的逐渐减弱。沉积相特征反映沉积环境为代表通向湖心的分支辫状河—网状河道相。

大草滩群 a 岩组整体分布于该套地层的南部边缘, b 岩组居中, c 岩组出露于北部。综合分析大草滩群各岩组岩性组合、沉积构造等特征, 盆地的古地理由北向南依次为辫状河—网状河沉积体系、泛滥平原和冲积扇扇端、半深湖—深湖沉积。

### 3 大草滩群的形成时代

近些年来, 随着 SHRMP 和 LA-ICP-MS 分析测试技术的不断进步, 碎屑锆石 U-Pb 年代学研究逐渐成为了确定沉积地层时代的有效手段, 最年轻的碎屑锆石 U-Pb 年龄能为沉积地层提供沉积时代下限, 并因其独特的优势而被广泛使用<sup>[13-15]</sup>。我们应用 LA-ICP-MS 法对大草滩群进行了系统的碎屑锆石 U-Pb 年代学研究 (详细数据另文发表), 其中最年轻的碎屑锆石 U-Pb 年龄对地层的沉积时代起到了很好的限定作用 (图 2)。

大草滩群 a 岩组样品中最年轻的一组 3 个锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄在 403~406 Ma 之间 (谐和度为 100%~101%), 加权平均值为  $404.9 \pm 4.8$  Ma (MSWD=0.11), 这一结果可以限定其沉积时代是晚于 405 Ma 的。大草滩群 b 岩组样品中最年轻的 1 个

锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄值为  $385 \pm 5$  Ma (谐和度为 99%), 这一结果可以限定其沉积时代是晚于 385 Ma 的。大草滩群 c 岩组样品中最年轻的 1 个锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄值为  $375 \pm 6$  Ma (谐和度为 111%), 这一结果可以限定其沉积时代是晚于 375 Ma 的。

因此, 碎屑锆石 U-Pb 年代学研究结果将大草滩群的最大沉积时代有效地限定在 405~375 Ma 之间。这与根据古生物化石资料得出的结论是一致的<sup>[12]</sup>, 将大草滩群地层时代定为晚泥盆世是合理的。

### 4 大草滩群的构造变形特征

大草滩群的构造变形以一系列总体走向呈 NWW-NW 展布的背、向斜褶皱及叠瓦状逆冲推覆断层为特征。

#### (1) 褶皱构造

总体变形是以原生层理  $S_0$  为变形面, 形成两翼不对称的开阔宽缓的等厚褶皱, 背斜构造一般南翼陡北翼缓, 而向斜构造一般南翼缓北翼陡。褶皱轴面总体以向 N 或 NNE 倾为主, 倾角  $75^\circ \sim 90^\circ$  之间, 褶皱轴向主要向 E 倾, 倾伏方向  $120^\circ \sim 160^\circ$ , 倾伏角度  $10^\circ \sim 25^\circ$ , 其产状与交面线理和皱纹线理产状基本一致。

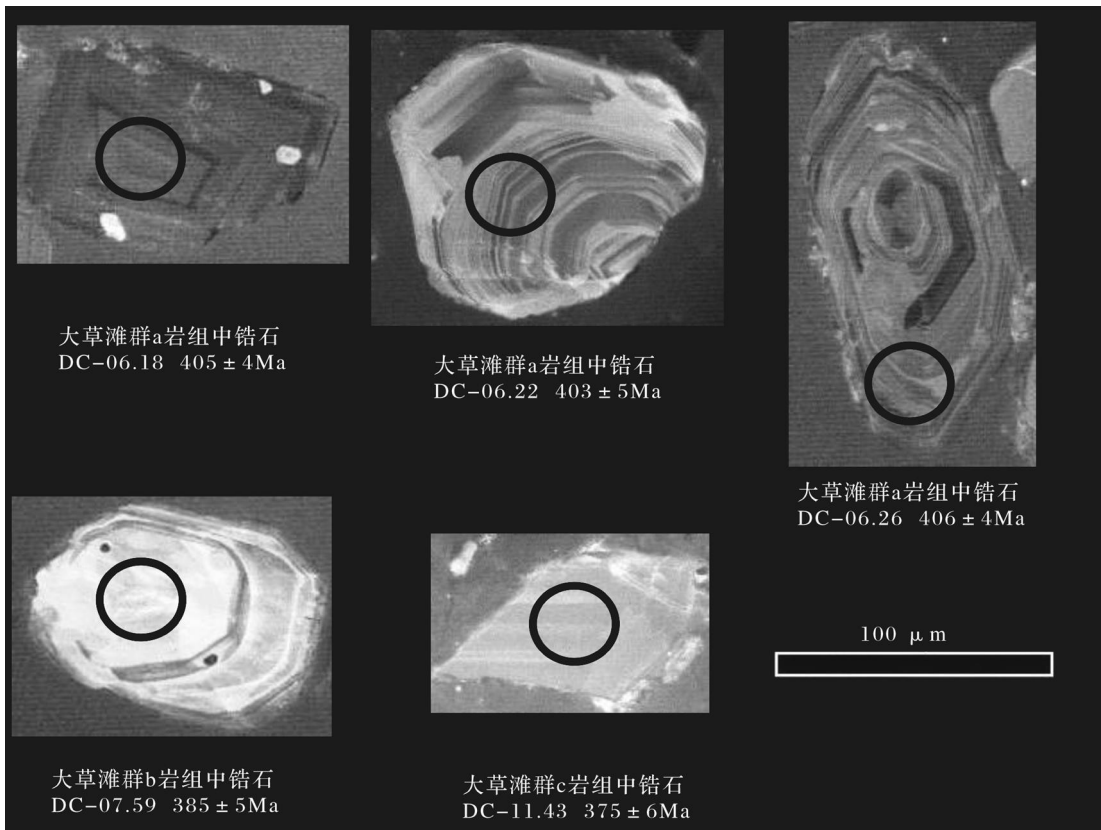


图 2 大草滩群三个岩组中最年轻的锆石 CL 图像和  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄

### (2) 早期逆冲推覆构造

早期逆冲推覆构造发育于印支晚期全面碰撞造山期,以自北而南的逆冲推覆为主要特征,大草滩群自北向南逆冲于泥盆纪舒家坝群以及早古生代太阳寺岩组之上,而其北侧则被李子园群等组成逆冲岩片向南逆冲,断层走向近 NNW—NW,倾向 NE,倾角  $40^{\circ} \sim 65^{\circ}$  之间。

### (3) 晚期逆冲推覆构造

晚期逆冲推覆构造形成于燕山期—早喜山期,大草滩群内部发育有自南西向北东的逆冲断层,在局部地带自南—南西向北—北东逆冲推覆于北侧不同时代地层之上。该时期形成的逆冲推覆构造被新近系陆相盆地沉积地层不整合覆盖。

## 5 构造意义讨论

长期以来,大草滩群被认为是典型的造山后磨拉石建造,一直被视为北秦岭加里东期造山运动最直接、最重要的证据之一<sup>[3,4]</sup>。但是大草滩群主要为陆相粗碎屑沉积岩组成,其中含有大量的火山碎屑物质成分,地球化学组成特征表明其与活动大陆边缘岩浆弧的发展密切相关,并且在大草滩群 a 岩组中含有丰富的凝灰质砂岩夹层,因此属于形成于弧前构造环境的沉积体系<sup>[9,10,16]</sup>。闫臻等<sup>[9,10]</sup>进一步推论大草滩群为西秦岭造山带晚古生代(海西期)增生造山作用的产物,其大地构造环境处于西秦岭李子园群火山岩系的前端,为一个位于火山岩浆弧之上的逆冲席顶盆地。

杜远生<sup>[5]</sup>将大草滩群与南部的舒家坝群和西汉水群一起放在处于挤压构造环境形成的前陆盆地体系之中进行研究,舒家坝群被认为是属于前渊深水浊流沉积(海相磨拉石),西汉水群被认为是发育于前缘隆起带的浅水碳酸盐岩和陆棚沉积,大草滩群则被认为代表红色陆相磨拉石沉积,是南、北秦岭加里东期碰撞造山作用的结果。然而,这三套泥盆系地层单位不仅分布地区不同,而且在岩相组合上也有明显的差异。大草滩群沉积环境由北向南依次为冲积扇扇根+扇中、扇端+泛滥平原、辫状河流、蛇曲河流、湖泊三角洲,与挤压构造背景下的前陆盆地沉积层序演化趋势不一致,原始沉积区处于拉张—裂陷构造环境<sup>[7]</sup>。区域构造分析表明,大草滩群变形主体发育于西秦岭印支期全面碰撞造山阶段,与相邻中泥盆统舒家坝群之间为断层接触关系,舒家坝群发育多期变形的叠加复合构造,除发育印支碰撞期褶皱及断裂构

造外,早期还存在大规模倒转—平卧褶皱和韧性剪切变形。大草滩群不仅变形很弱,而且基本没有经历变质作用,与其南侧舒家坝群形成明显的对比<sup>[12]</sup>。

因此,对大草滩群的构造属性和地质意义必须重新思考。近几年来,在研究区内进行了构造地质、地球化学和同位素年代学综合研究<sup>[17-23]</sup>,厘定出了完整的古生代沟—弧—盆体系,为重新解读大草滩群的地质意义提供了良好的基础。研究区内古生代构造演化模型大致是:“天水—武山洋盆”形成于早—中寒武世,洋壳的初始俯冲消减发生在晚寒武—早奥陶世,在晚奥陶—早志留世存在两次洋壳俯冲消减事件;在晚奥陶世时,“清水—红土堡弧后盆地”开始拉张形成;早—中泥盆世因弧后盆地的闭合而发生碰撞造山作用,以北秦岭微陆块为基底的复合岩浆弧与华北大陆西南缘碰撞拼合。

根据碎屑锆石 U—Pb 年代学的研究结果(详细数据另文发表),大草滩群碎屑沉积物质来源很复杂,具有明显的多元性,主要来自北秦岭—祁连微陆块元古宙基底,其次是来自古生代洋壳持续俯冲形成的大陆边缘岩浆弧和加里东期碰撞造山带再旋回物质,还有少量来源于华北克拉通西部地块的物质成分。

现有的地质资料表明,早—中泥盆世因“清水—红土堡弧后盆地”的闭合而发生碰撞造山作用,以北秦岭—祁连微陆块为基底的复合岩浆弧与华北大陆西南缘碰撞拼合。在研究区广泛存在的早古生代晚期碰撞型花岗岩岩浆岩、构造—热变质作用,以及多处发现的泥盆系与下古生界地层之间的角度不整合界面,都是这一期碰撞造山地质事件的不同表现形式。碰撞造山作用发生时,南侧的残余洋壳仍然持续向北俯冲,但是俯冲角度变小,岩浆弧前锋向内陆迁移,华北大陆西南缘演化成了安第斯型活动大陆边缘。此时,具有磨拉石特点的晚泥盆世大草滩群河湖相粗粒碎屑岩作为微陆(+岩浆弧)—大陆碰撞造山作用的沉积响应,沉积于活动大陆边缘的弧前拉张—裂陷盆地中。

地层剖面从下到上,大草滩群三个岩组最年轻组分锆石年龄逐渐变小的规律性变化正是从沉积响应的角度反映出了大陆边缘岩浆弧前缘同岩浆活动的隆升、剥蚀和沉积等地质构造演化的过程。大草滩群沉积区在构造位置上是处于微陆(+岩浆弧)—大陆碰撞造山带的南缘与安第斯型大陆边缘岩浆弧的弧前拉张—裂陷盆地这一构造叠加地区。也就是说在

位于加里东晚期碰撞造山带南缘形成山前磨拉石沉积的同时, 更南侧的洋壳俯冲作用仍持续进行, 形成活动陆缘型深成岩浆杂岩和火山—沉积岩系, 并且提供了沉积物源。因此, 晚泥盆世大草滩群陆相粗碎屑沉积组合是微陆 (+ 岩浆弧) —大陆碰撞以后, 洋壳持续俯冲造山作用阶段同火山—岩浆活动的弧前沉积体系。

致谢 对董云鹏教授对野外工作上的支持深表谢意。

### 参考文献 (References)

- 1 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: 1-692 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province. Regional Geology of Gansu Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 1-692]
- 2 甘肃省地质矿产局. 甘肃省岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-294 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province. Stratigraphy (Lithostratic) of Gansu Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 1-294]
- 3 霍福臣, 李永军. 西秦岭造山带的建造与地质演化 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1995: 1-165 [Huo Fuchen, Li Yongjun. The Formation and Geological Evolution of the West Qinling Orogenic Belt [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 1995: 1-165]
- 4 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 1-855 [Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng, et al. Qinling Orogenic Belt and Continental Dynamics [M]. Beijing: Science Press, 2001: 1-855]
- 5 杜远生. 秦岭造山带泥盆纪沉积地质学研究 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-130 [Du Yuanshen. Devonian Sedimentary Geology of Qinling Orogenic Belt [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 1-130]
- 6 冯益民, 曹宣铎, 张二朋, 等. 西秦岭造山带构造造山过程及动力学 [M]. 西安: 西安地图出版社, 2002: 1-263 [Feng Yimin, Cao Xuandu, Zhang Erpeng, et al. Structure, Orogenic Process and Dynamics of the West Qinling [M]. Xi'an: Xi'an Cartographic Publishing House, 2002: 1-263]
- 7 苏春乾, 崔建军, 赵欣, 等. 西秦岭大草滩组的再厘定及地质属性讨论 [J]. 煤田地质与勘探, 2006, 34(3): 1-6 [Su Chunqian, Cui Jianjun, Zhao Xin, et al. Re-definition and its attribute of the Dacotan Formation in western Qinling [J]. Coal Geology & Exploration, 2006, 34(3): 1-6]
- 8 王宗起, 王涛, 闫臻, 等. 秦岭晚古生代弧前增生的背驮型盆地体系 [J]. 地质通报, 2002, 21(8-9): 456-464 [Wang Zongqi, Wang Tao, Yan Zhen, et al. Late Paleozoic forearc accretionary piggyback type basin system in the South Qinling, Central China [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8-9): 456-464]
- 9 闫臻, 王宗起, 王涛, 等. 西秦岭大草滩群的沉积环境及构造意义 [J]. 地质通报, 2002, 21(8-9): 505-515 [Yan Zhen, Wang Zongqi, Wang Tao, et al. Sedimentary environment and tectonic significance of the Dacotan Group of the Western Qinling Mountains [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8-9): 505-515]
- 10 闫臻, 王宗起, 王涛, 等. 秦岭造山带泥盆系形成构造环境: 来自碎屑岩组成和地球化学方面的约束 [J]. 岩石学报, 2007, 23(5): 1023-1042 [Yan Zhen, Wang Zongqi, Wang Tao, et al. Tectonic setting of Devonian sediments in the Qinling orogen: Constraints from detrital modes and geochemistry of clastic rocks [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(5): 1023-1042]
- 11 张传林, 朱立华, 杨志华. 西秦岭北带大草滩群的解体及其地质意义—兼论北秦岭加里东运动的性质 [J]. 地层学杂志, 2000, 24(3): 220-223 [Zhang Chuanlin, Zhu Lihua, Yang Zhihua. The disintegration of the Dacotan Group in the north of Western Qinling and its geological significance [J]. Journal of Stratigraphy, 2000, 24(3): 220-223]
- 12 长安大学地质调查研究院. 1: 25 万天水幅区域地质调查 (修测) 报告 [R]. 2004 [Geological Survey of Chang'an University. Report of Tianshui regional geological survey [R]. 2004]
- 13 董国安, 杨怀仁, 刘敦一, 等. 龙首山岩群碎屑锆石 SHRMP U-Pb 年代学及其地质意义 [J]. 科学通报, 2007, 52(6): 688-697 [Dong Guoan, Yang Huairan, Liu Dunyi, et al. SHRMP U-Pb geochronology of the detrital zircons from the Longshoushan Group and its tectonic significance [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(10): 1414-1425]
- 14 李怀坤, 陆松年, 相振群, 等. 北祁连西段北大河岩群碎屑锆石 SHRMP U-Pb 年代学研究 [J]. 地质论评, 2007, 53(1): 132-140 [Li Huaikun, Lu Songnian, Xiang Zhenqun, et al. SHRMP U-Pb geochronological research on detrital zircons from the Beidahe Complex Group in the western segment of the North Qilian Mountains, Northwest China [J]. Geological Review, 2007, 53(1): 132-140]
- 15 徐旺春, 张宏飞, 柳小明. 锆石 U-Pb 定年限制祁连山高级变质岩系的形成时代及其构造意义 [J]. 科学通报, 2007, 52(5): 531-538 [Xu Wangchun, Zhang Hongfei, Liu Xiaoming. U-Pb zircon dating constraints on formation time of Qilian high-grade metamorphic rock and its tectonic implications [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(4): 531-538]
- 16 徐静刚, 董云鹏, 马海勇, 等. 天水上泥盆统变砂岩地球化学特征及构造环境 [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2006, 36(3): 432-436 [Xu Jinggang, Dong Yunpeng, Ma Haiyong, et al. Geochemistry and tectonic setting of the Upper Devonian meta-sandstones from the Tianshui area [J]. Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2006, 36(3): 432-436]
- 17 裴先治, 丁仁平, 胡波, 等. 西秦岭天水地区关子镇蛇绿岩的厘定及其地质意义 [J]. 地质通报, 2004, 23(12): 1202-1208 [Pei Xianzhi, Ding Renping, Hu Bo, et al. Definition of the Guanzhen ophiolite in Tianshui area, western Qinling, and its geological significance [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(12): 1202-1208]
- 18 裴先治, 李勇, 陆松年, 等. 西秦岭天水地区关子镇中基性岩浆杂岩体锆石 U-Pb 年龄及其地质意义 [J]. 地质通报, 2005, 24(1): 23-29 [Pei Xianzhi, Li Yong, Lu Songnian, et al. Zircon U-Pb ages of the Guanzhen intermediate-basic igneous complex in Tianshui area, West Qinling, and their geological significance [J]. Regional Geol-

- ogy of China, 2005, 24(1): 23-29]
- 19 裴先治, 李佐臣, 丁仁平, 等. 西秦岭天水地区岛弧型基性岩浆杂岩的地球化学特征及形成时代 [J]. 中国地质, 2005, 32(4): 529-540 [Pei Xianzhi, Li Zuocheng, Ding Renping. Geochemical characteristics and zircon U-Pb ages of island-arc basic igneous complexes in the Tianshui area, West Qinling [J]. Geology in China, 2005, 32(4): 529-540]
- 20 裴先治, 丁仁平, 张国伟, 等. 西秦岭天水地区百花基性岩浆杂岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及地球化学特征 [J]. 中国科学: D 辑, 2007, 37(增刊): 224-234 [Pei Xianzhi, Ding Renping, Zhang Guowei, et al. Geochemical characteristics and zircon U-Pb ages of Baihua basic igneous complexes in the Tianshui area, West Qinling [J]. Science in China Series D, 2007, 37(Suppl): 224-234]
- 21 董云鹏, 张国伟, 杨钊, 等. 西秦岭崆山 E-MORB 型蛇绿岩及相关火山岩地球化学 [J]. 中国科学: D 辑, 2007, 37(增刊): 199-208 [Dong Yunpeng, Zhang Guowei, Yang Zhao, et al. Geochemistry of the E-MORB ophiolites and related volcanic rocks from Wushan area, west Qinling [J]. Science in China Series D Earth Sciences, 2007, 37(Suppl): 199-208]
- 22 董云鹏. 西秦岭关子镇蛇绿岩地球化学及其大地构造意义 [J]. 地质学报, 2008, 82(9): 1186-1194 [Dong Yunpeng. Geochemistry of the ophiolite from Guanzizhen area, west Qinling, and its tectonic implications [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(9): 1186-1194]
- 23 徐学义, 何世平, 王洪亮, 等. 早古生代北秦岭—北祁连结合部构造格局的地层及构造岩事件约束 [J]. 西北地质, 2008, 41(1): 1-21 [Xu Xueyi, He Shiping, Wang Hongliang, et al. Tectonic framework of North Qilian Mountain conjunction area in Early Paleozoic: a study of the evidence from strata and tectonic-magmatic events [J]. Northwestem Geology, 2008, 41(1): 1-21]

## Discussion on the Formation Age and Tectonic Implications of Dacotan Group in West Qinling

CHEN Yibing<sup>1,2</sup> ZHANG Guowei<sup>1</sup> PEI Xianzhi<sup>3</sup>  
LU Ru-ku<sup>1</sup> LIANG Wentian<sup>1</sup> GUO Xiu-feng<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

2. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640;

3. Faculty of Earth Sciences and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054)

**Abstract** The youngest discrete population of three zircons from the a Formation yielded a weighted-mean  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of  $404.9 \pm 4.8$  Ma (MSWD = 0.11), the youngest discrete one zircon from the b Formation yielded a  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of 385.5 Ma and the youngest discrete one zircon from the c Formation yielded a  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of 375.6 Ma, which can be constrained the maximum depositional age of the Dacotan Group as 405~375 Ma. This result and the biota fossils data from Dacotan Group provide reliable evidence that its depositional age is Late Devonian. According to its lithologic assemblage, sedimentary facies, depositional age, deformation features and sediment provenance, the authors discuss the tectonic implications of Dacotan Group. In the middle Devonian, an early microcontinent (+ magmatic arc) - continent collisional orogen was overprinted by Andean-type magmatic arc along the southern convergent margin of North China continent. The large volumes of molasse sediments have been shed into extensional basin in the forearc area at this time, presumably resulted from the combined effects of the collision and the southern oceanic crust subduction northwards. Siliciclastic rocks of the Upper Devonian Dacotan Group record rapid tectonism denudation and sedimentary response during this period.

**Key words** Dacotan Group, depositional age, tectonic implications, Andean-type active continental margin, sedimentary response, west Qinling