

西秦岭南缘白水江群晚古生代 微体化石的发现及其地质意义

王 涛, 王宗起, 闫 臻, 闫全人, 李秋根

(中国地质科学院 地质研究所, 北京 100037)

摘要: 西秦岭南缘白水江群不是单一的地层, 而是由一套浅变质的碎屑岩、灰岩块体、基性和超基性岩块组成, 由于缺乏古生物化石证据, 多年来一直划分为早古生代志留系地层。因此, 通过地层剖面的测制和微体化石采样和分析, 在碎屑岩所夹的砂屑灰岩、硅质岩中, 获得晚二叠纪放射虫化石和遗迹化石。结合在白水江群所夹的灰岩块体中发现的奥陶纪和泥盆纪化石, 以及在火山岩块体中获得元古代的锆石 U-Pb 年龄, 进而推断出白水江群为晚古生代最终形成的混杂岩。

关键词: 南秦岭; 白水江群; 放射虫; 微体化石; 混杂岩

中图分类号: P548 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)02-0120-06

Discovery of Late Paleozoic Microfossils and Significance of Baishuijiang Group in South Belt of West Qinling Mountain

WANG Tao, WANG Zong-qi, YAN Zhen, YAN Quan-ren, LI Qiu-gen

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract The Baishuijiang Group is composed of low-grade metamorphic clastic rocks, limestone blocks and mafic-ultramafic rock blocks in the south belt of western Qinling. Because it is lack of fossils evidence, the Baishuijiang Group was regarded as Silurian stratum. According to the measuring crossing section and sampling in fieldwork, and after analyzing the samples, the fossils including later Permian radiolarians and trace fossils were discovered in intercalary arenaceous limestones and silica. With the discovered Ordovician and Devonian fossils in limestone blocks and with the acquired Proterozoic U-Pb date in the volcanic rock pieces, the Baishuijiang Group is considered to be the late paleozoic mélangé.

Key words: South Qinling; Baishuijiang Group; Radiolarian; microfossil; mélangé

0 引言

西秦岭南缘白水江群分布于陕西、甘肃两省交界处, 东起陕西留坝县, 经甘肃徽县、成县到康县等地区。大地构造位于秦岭造山带西南部, 扬子地台与秦岭造山带结合部位, 前人称之为“白水系”^[1]。1967年在1:20万《成县幅》地质填图时命名为“白水江群”。由于在该地层中没有发现可靠的化石证

据, 前人将其与成县盆地以西的“白龙江群”^[2]相对比, 时代定为志留系, 一直沿用至今。

近几十年来, 有关秦岭造山带的结构、造山过程和动力学研究取得了丰硕成果, 但对一些基础性问题还存在较大分歧。在白水江群中由于地层时代不清楚, 造成其构造属性存在着扬子被动大陆边缘^[3-8]和活动大陆边缘^[9-11]两种不同的认识。白水江群的时代问题备受国内研究者的关注, 笔者等

收稿日期: 2006-09-15

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(200313000057); 国家自然科学基金项目(40602026)

作者简介: 王 涛, (1974-), 男, 陕西渭南人, 博士研究生, 从事构造地质学研究。E-mail: realwt@sohu.com

人在白水江群碎屑岩所夹的砂屑灰岩、硅质岩中发现了放射虫、遗迹化石等,这为重新厘定南秦岭变质地层的时代和性质,提供了重要证据。

1 地质背景

白水江群由陕西省区域地质调查队命名,原指徽县与略阳之间沿宝成铁路一线分布的一套浅变质的复理石碎屑岩沉积、灰岩块体和基性、超基性火山岩块体组成。北以留坝—谭家庄断裂为界,分布泥盆系弧前盆地^[10-13]和三叠系留凤关群^[14];南以泥盆系三河口群及勉略带^[15]为界,主要出露古生代横丹群复理石岩系和元古代碧口群火山岩系^[16-19];向东与留坝—洋县一带的志留系相连;向西隔成县盆地与志留系白龙江群^[2]相连(图1)。

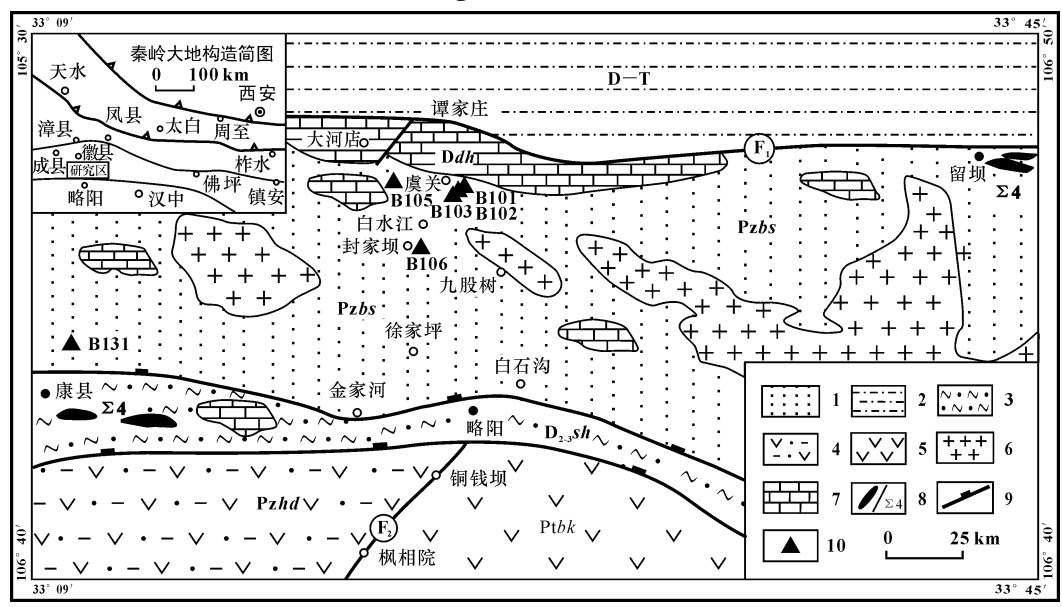
1931年,黄汲清、赵亚曾将徽县大河店以南、略阳大石碑以北的地层归属于泥盆系—石炭系,并与疙瘩寺板岩相对比;大石碑—白水江所出露的灰岩划为下石炭统,认为与略阳灰岩相当;白水江以南至略阳之间地层认为与镇安系相当,命名为白水系,时代为石炭系—二叠系^[20]。1944年,叶连俊、关士聪将大河店以南及白水江一带的地层归属为石炭系或与镇安系相当^[20]。1982年,甘肃省区域地质调查大队在康县大堡乡朱家坝一带深灰色板岩内采到晚奥陶世五峰期笔石化石 *Paraortnogra-*

ptus sp.等^[21],据此将其命名为奥陶系大堡岩组,相当于1:20万《凤县幅》中的下志留统留坝组的一部分。1994年,陕西区域地质调查队在1:5万《许家坪—两河口幅》填图时,在白水江群灰岩块体中发现泥盆纪珊瑚化石 *Cldopora palaeogracilis* Tchi、*Thamnopora* sp.,并将灰岩块体命名为泥盆系大河店组。2002年,闫全人等对白水江群中的火山岩块体和侵入岩脉进行了锆石 U-Pb 同位素测年,获得了白水江群的上下限年龄分别为(800±22)Ma、(215±5)Ma^[22]。笔者根据碎屑岩中所发现的二叠纪放射虫和遗迹化石,推断白水江群最终形成的时代为晚古生代。

白水江群从北向南灰岩减少,而浅变质复理石碎屑岩增加。本次采样剖面位于甘肃康县白树乡王家集、徽县大河店、虞关以及陕西略阳白水江镇等地区,主要在碎屑岩中以及所夹砂屑灰岩、泥质灰岩、硅质岩和硅质灰岩中采集大量的样品,经详细分析鉴定后,在B101、B102、B103、B105、B106、B131样品中发现放射虫以及虫管等化石(图1)。

2 地层剖面描述

白水江群主要由浅变质的碎屑岩基质、灰岩块体以及基性、超基性岩块组成,采集化石样品的部分剖面见图2、3。



1—碎屑岩; 2—浊积岩; 3—混杂岩; 4—火山岩; 5—火山碎屑岩; 6—花岗岩; 7—灰岩; 8—超基性岩; 9—缝合带边界; 10—取样点; F₁—留坝—谭家庄断裂; F₂—铜钱坝—枫相院断裂; D—T—泥盆系—三叠系; Ddh—大河店组; Pzbs—白水江群; D_{2-3sh}—泥盆系三河口群; Pzhd—横丹群; Ptbk—碧口群

图1 西秦岭南带白水江群区域地质简图

Fig. 1 Regionally Geological Simple Map in the South Belt of West Qinling

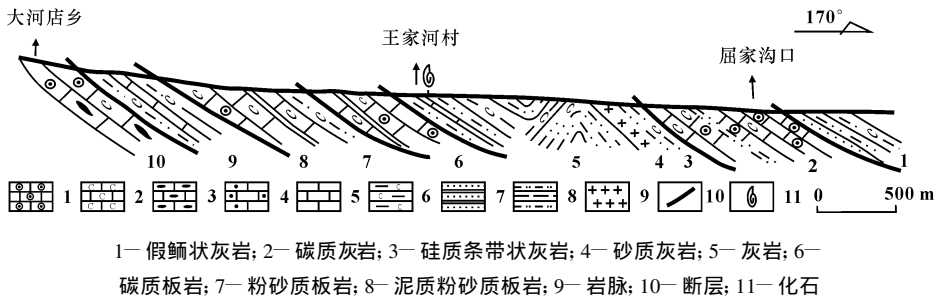


图 2 徽县大河店—屈家沟口剖面
Fig. 2 Crossing Section of Dahedian-Qujiagou in Huixian County

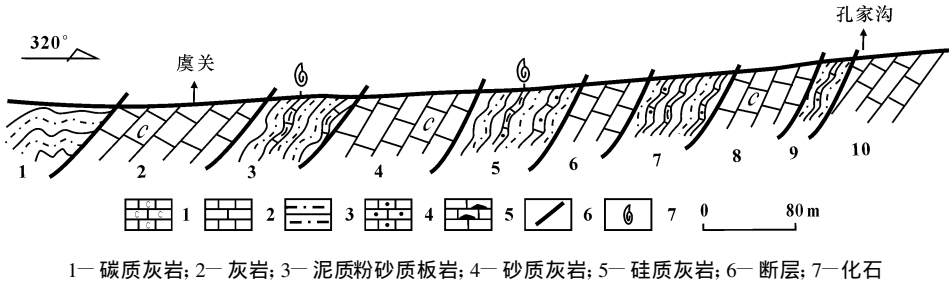


图 3 徽县虞关—孔家沟剖面
Fig. 3 Crossing Section of Yuguan-Kongjiagou in Huixian County

2.1 徽县大河店—屈家沟口剖面

徽县大河店—屈家沟口剖面描述如下(见图 2):
上覆地层: 泥盆系韩城沟组

=====断层=====	
(10) 灰黑色 中-薄层状含碳质细晶灰岩, 砂屑状灰岩	310 m
(9) 灰黑色含碳质粉砂质板岩	352 m
(8) 灰黑色含鲕粒状碳质、硅质灰岩, 夹薄层状粉砂质灰岩	505 m
(7) 深灰色粉砂质板岩和泥质板岩互层	150.5 m
(6) 灰黑色含碳质灰岩、鲕粒状灰岩, 并在灰岩内发育条带状硅质岩	504 m
(5) 灰色-黑色中薄层碳质、粉砂质板岩夹灰黑色含碳硅质灰岩和泥质灰岩, 产化石	1 025 m
(4) 后期顺层侵入的花岗质岩脉	50 m
(3) 灰色-深灰色薄板状含碳质、泥质粉砂质板岩	308 m
(2) 灰黑色中-厚层状含碳、硅质灰岩, 夹鲕粒状灰岩	650 m
(1) 灰色-灰黑色含碳质板岩, 夹灰色含砂质较高的硅质岩	354 m
未见底	

2.2 徽县虞关—孔家沟剖面

徽县虞关—孔家沟剖面描述如下(见图 3):
(10) 上覆地层: 泥盆系灰岩

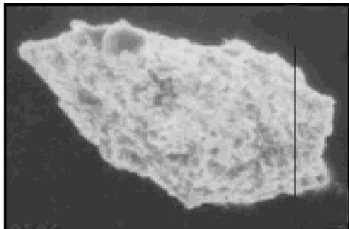
=====断层=====	
(9) 含碳质的泥质粉砂质板岩夹砂质灰岩	42.5 m
(8) 含碳质灰岩	80 m
(7) 泥质粉砂质板岩夹砂质和硅质灰岩	83 m
(6) 灰色中-厚层状灰岩	60 m
(5) 灰色-深灰色泥质粉砂质板岩夹硅质砂质灰岩, 产化石	102 m
(4) 含碳质的结晶灰岩	120 m
(3) 灰色-深灰色绢云母化泥质粉砂质板岩夹硅质砂质板岩, 产化石	80.5 m
(2) 灰色厚层状含碳质结晶灰岩	152 m
(1) 灰色-灰黑色绢云母化泥质粉砂质板岩, 变形较强	
未见底	

从上述剖面可得出, 白水江群在该区段主要由灰色-深灰色泥质粉砂质板岩和灰岩组成, 二者以断层接触。在碎屑岩中普遍夹砂质灰岩和硅质岩, 发育平行层理, 具有一定的粒序结构, 从下到上由粗变细为粉砂质、泥质和硅质岩层, 砂质板岩与泥质板岩呈水平过渡。

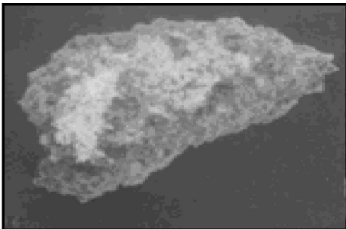
3 化石组合及时代

微体化石样品由中国科学院地质与地球物理研究所处理。硅质岩样品采用氢氟酸分离处理, 而

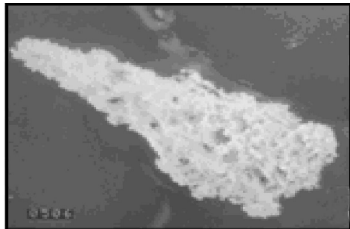
砂质灰岩和泥质灰岩采用冰醋酸处理, 经分析在 B101、B102、B103、B105、B106、B131 样品中获得了较丰富的放射虫化石和遗迹化石的晚古生代化石组合(图 4)。



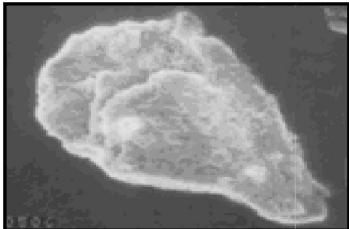
Albaillella aff. *Levis*, ×390, 样品号B101



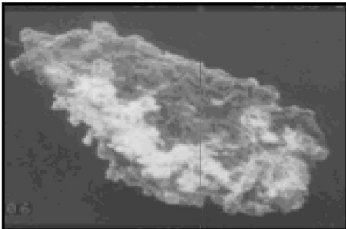
Albaillella aff. *Levis*, ×169, 样品号B103



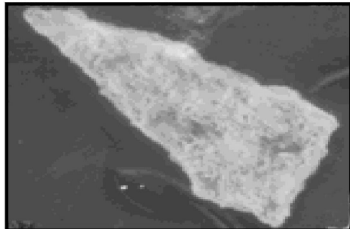
Follicucullus *scholasticus*, ×460, 样品号B106



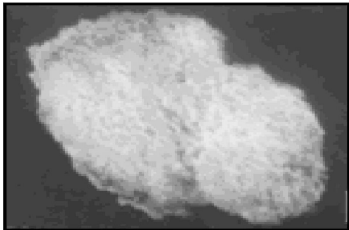
Follicucullus sp., ×388, 样品号B101



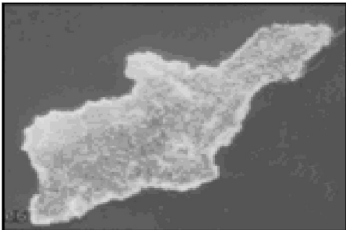
Albaillella *trangulais*?, ×190, 样品号B103



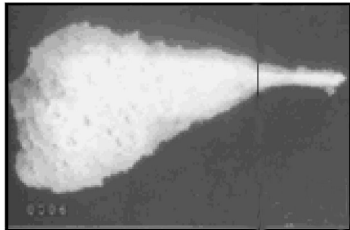
Follicucullus *scholasticus*?, ×378, 样品号B131



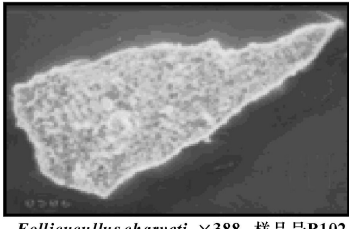
Pseudoalbaillella *globosa*, ×278, 样品号B102



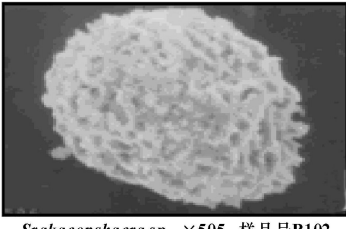
Albaillella *excelsa*, ×132, 样品号B103



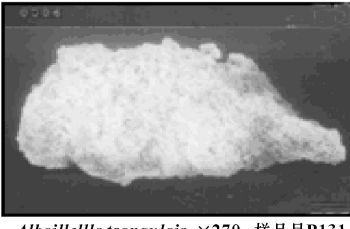
Follicucullus *lagenarius*, ×240, 样品号B106



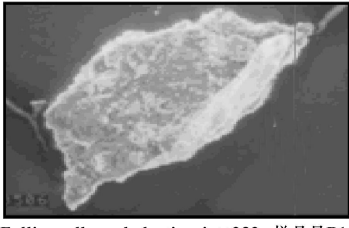
Follicucullus *charveti*, ×388, 样品号B102



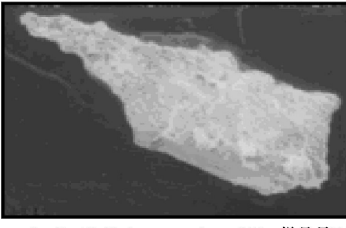
Srakaeopshaera sp., ×505, 样品号B102



Albaillella *trangulais*, ×270, 样品号B131



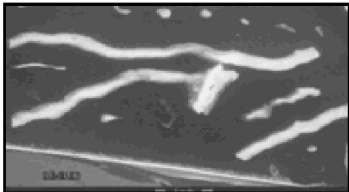
Follicucullus *scholasticusi*, ×232, 样品号B102



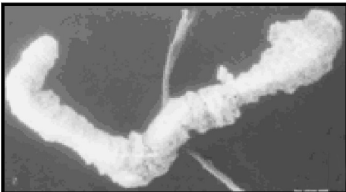
Pseudoalbaillella *lomentaria*, ×250, 样品号B102b



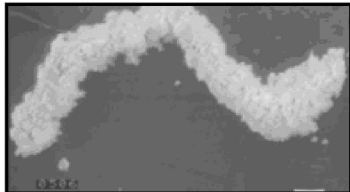
Radiolaria sp., ×155, 样品号B105



Tracefossils 遗迹化石(虫管) ×194, 样品号B106



Tracefossils 遗迹化石(虫管) ×183, 样品号B106b



Tracefossils 遗迹化石(虫管) ×212, 样品号B102b

图 4 微体化石

Fig. 4 Microfossil Pictures

在徽县虞关白水江群中,灰色-深灰色绢云母化泥质板岩所夹的硅质岩和硅质灰岩的晚二叠世放射虫化石组合为: *Albaillella triangularis* ?; *Follicucullus* sp.; *Albaillella* aff. *Levis*; *Follicucullus orthognus*; *Follicucullus charveti*; *Pseudoalbaillella fusiformis*; *Pseudoalbaillella globosa*; *Follicucullus scholasticus*; *Albaillella excesa*, *Pseudoalbaillella lomentaria*; *Srakaeopshaera* sp.; *Pseudoalbaillella* aff. *longicornis*; *Albaillella* sp. (见图 4)。

在略阳白水江镇南白水江群灰色泥质灰岩中发现晚二叠世放射虫化石组合: *Follicucullus scholasticu.*, *Follicucullus lagenarius*, *radiolaria* sp. (见图 4)。

在康县白杨树乡王家集白龙江群灰黑色硅质岩中发现晚二叠世放射虫化石组合: *Albaillella Levis*, *Albaillella triangularis*, *Follicucullus scholasticus*, *Follicucullas* sp. (见图 4)。

在样品 B102、B106 中发现晚古生代的虫管等遗迹化石。

在样品 B102、B131 中发现蚘形虫、有孔虫和苔藓虫等化石。

根据这些化石可以初步确定白水江群碎屑岩形成时代为晚古生代。

4 讨论及结语

微体化石在地质时代上,跨度较大,因而在利用微体化石确定地层时代时,需要微体化石组合上要有一定的数量和质量。由于白水江群地层发生过较强的变形。本次所发现的微体化石保存相对较差,但是不论从化石个体特征形态上,还是从所含化石的数量上,都具有一定的代表性。另外,所含化石的岩层属碎屑岩基质,且分布于不同的层位和地点,所有化石的时代一致,因而可初步确定白水江群时代为晚古生代。在研究区以南,扬子被动陆源沉积的结束和前陆盆地的出现是在中三叠世,可以推断白水江群最终形成于晚古生代。

白水江群形成时代跨度较大,目前,在康县以北白水江群中获得火山岩的锆石测年为 800 Ma,获得侵入岩体的锆石测年为 215 Ma。甘肃省区域地质调查大队在康县大堡灰岩块体中获得奥陶纪化石。陕西省区域地质调查大队在徽县大河店地区的灰岩中获得泥盆系珊瑚化石。结合本次所获

得的微体化石结果可得出,在白水江群中包括不同时代的岩石,主要有元古代的火山岩块体、奥陶系和泥盆系灰岩块体、晚古生代碎屑岩,从而反映出其构造背景不是前人所认为的扬子地台被动陆源,而与日本列岛和苏门达腊增生混杂带相当^[23-28]。

在区域上,白水江群以东陕西洋县、宁陕和石泉一带原志留系地层中发现石炭系一二叠系化石,并对其岩石组合、变质特征、变形样式以及沉积环境和物源等方面进行了分析,初步确定为弧前增生楔^[10-13]。

目前研究表明,扬子板块、华北板块在三叠纪时沿勉略带发生碰撞造山^[4-5,29],作为勉略缝合带以北的白水江群其形成时代、几何格局和构造属性,是秦岭大地构造研究中需要解决的问题。因此,从发现的化石证据再结合区域上相关的年代学数据和化石资料,初步将白水江群定为晚古生代最终形成的混杂岩。

成文中得到中国地质科学院地质研究所姜春发研究员的指导,微体化石样品由李洪生、王乃文分析鉴定,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 赵亚曾,黄汲清.秦岭与四川地质[J].地质专报:甲种本,1931,9:1-123.
- [2] 叶连俊,关士聪.甘肃中南部地质志[J].地质专报:甲种本,1944,19:1-72.
- [3] 任纪舜,张正坤,牛宝贵,等.论秦岭造山带[C]//叶连俊,钱祥麟,张国伟.秦岭造山带学术讨论会论文选集.西安:西北大学出版社,1991.
- [4] 张国伟,梅志超,李桃红.秦岭造山带南部古被动大陆边缘[M]//张国伟.秦岭造山带的形成及其演化.西安:西北大学出版社,1988.
- [5] 张国伟,张本仁,袁学诚.秦岭造山带与大陆动力学[M].北京:科学出版社,2001.
- [6] 许志琴,卢一伦,汤耀庆,等.东秦岭复合山链的形成[M].北京:中国环境科学出版社,1988.
- [7] Mattauer M, Matte P, Malavieille J, et al. Tectonic of the Qinling Belt: Build-up and Evolution of Eastern Asia[J]. Nature, 1985, 317(10): 496-500.
- [8] 王清晨,孙 枢,李继亮,等.秦岭大地构造演化[J].地质科学,1989,15(2):129-142.
- [9] 匡耀求,张本仁,欧阳建平.南秦岭古生代沉积岩的地球化学特征及其反映的区域地壳活动性[J].岩石学报,1995,11(2):203-212.
- [10] 王宗起,陈海泓,郝 杰.南秦岭晚古生代—三叠纪弧前增生楔的初步确认[M]//陈海泓,侯泉林,肖文交.中国碰撞造山

带研究. 北京: 海洋出版社, 1999.

[11] 王 涛, 王宗起, 闫全人, 等. 西秦岭南缘白水江群碎屑岩的源区性质及其构造意义[J]. 地质通报, 2006, 25(6): 730-736.

[12] 王宗起, 王 涛, 闫 臻, 等. 秦岭南缘古生代弧前增生型盆地体系[J]. 地质通报, 2002, 21(8/9): 456-464.

[13] 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.

[14] 姜春发, 朱志直, 孔凡宗. 留凤关复理石[J]. 地质学报, 1979, 53(3): 203-218.

[15] 李春昱, 刘仰文, 朱宝清, 等. 秦岭及祁连山构造发展史[C] // 国家地质总局书刊编辑室. 国际交流地质学术论文集. 北京: 地质出版社, 1978.

[16] 陶洪祥, 何恢亚, 王全庆. 扬子板块北缘构造演化史[M]. 西安: 西北大学出版社, 1993.

[17] 裴先治. 碧口地区复理石岩系特征及其构造环境[J]. 西安地质学院学报, 1992, 14(1): 42-49.

[18] 李 威. 碧口群建造与构造[J]. 西安地质学院学报, 1986, 8(1): 12-21.

[19] 闫全人, 王宗起, Hanson A D, 等. 南秦岭横岭群浊积岩系——晚古生代发育于扬子板块被动陆缘上的弧前盆地充填物[J]. 地质通报, 2002, 21(8/9): 495-500.

[20] 朱正永. 西秦岭南缘的奥陶系[J]. 甘肃地质, 1986(5): 63-76.

[21] 地质部地质研究所第二室, 陕西区域地质测量队. 秦岭大河店—虞关、略阳间几个地质问题初步研究[R]. 北京: 中国地质科学院地质研究所, 1965.

[22] 王宗起, 闫全人, 姜春发, 等. 西秦岭成矿构造环境调查[R]. 北京: 中国地质科学院地质研究所, 2003.

[23] Ichikawa K, Manyama S, Furuoda F. Accreted Ocean Material in Japan[J]. Tectonophysics, 1990, 181: 179-205.

[24] Taira A, Katto J, Tashiro M, et al. The Shimanto Belt in Shikoku, Japan-Evolution of Cretaceous to Miocene Accretionary Prism[J]. Modern Geology, 1988, 12: 5-46.

[25] 柳赖晶. 九州北部二叠系增生体的岩相层序及放射虫化石年代[J]. 海洋地质译丛, 1994, 4: 1-12.

[26] Kimura G, Rozhdestvenskiy S, Okumura K, et al. Mode of Mixture of Oceanic Fragments and Terrigenous Trench Fill in an Accretionary Complex: Example from Southern Sakhalin[J]. Tectonophysics, 1992, 202: 361-374.

[27] Moore G F, Curran J R, Emmel F J. Sedimentation in Sunda Trench and Forearc Region[J]. Geol Soc, 1982, 10: 245-248.

[28] 常政治岐, 吉文泽. 日本列岛的弧前地质构造[M] // Leggett, 李春昱, 译. 海沟与弧前地质. 北京: 地质出版社, 1986.

[29] 张国伟, 孟庆任, 于在平, 等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. 中国科学: D 辑, 1996, 26(3): 193-200.

(上接第 119 页)

参考文献:

[1] Ringwood A E. Composition and Petrology of the Earth's Mantle [M]. New York: McGraw-Hill, 1975.

[2] 鄂莫岚, 赵大升. 中国东部玄武岩及深源包体[M]. 北京: 科学出版社, 1987.

[3] Menzies M A. Continental Mantle [M]. Oxford: Oxford University Press, 1990.

[4] 张 明, 解广鑫, Shimizu N, 等. 中国东部岩石圈地幔的演化——地幔岩捕虏体微量元素的证据[J]. 地球化学, 1996, 25(5): 425-444.

[5] Barnes S J, Boyd R, Korneliussen A, et al. The Use of Mantle Normalization and Metal Ratios in Discriminating between the Effects of Partial Melting, Crystal Fractionation and Sulphide Segregation on Platinum Group Elements: Gold, Nickel, Copper: Examples from Norway[C] // Prichard H M, Bowles J F W, Potts P J. Geo-Platinum 87. London: Elsevier, 1988.

[6] 阎 峻, 陈江峰, 谢 智, 等. 鲁东晚白垩纪玄武岩中的幔源捕虏体——对中国东部岩石圈减薄时间制约的新证据[J]. 科学通报, 2003, 48(14): 1570-1574.

[7] 裴荣富, 翟裕生, 张本仁. 深部构造作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1999.

[8] 毛景文, 华仁民, 李晓波. 浅议大规模成矿作用与大型矿集区[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 291-299.

[9] 史光德, 刘新会, 张永文, 等. 镇川盆地金矿地质特征及找矿方向[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(3): 10-14.

[10] 赫 英, 董振信, 岳可芬, 等. 中国东部地幔岩包体中的金含量及其成矿学意义[J]. 地质论评, 2004, 50(4): 418-425.

[11] Mitchell R H, Keays R R. Abundance and Distribution of Gold, Palladium and Iridium in Some Spinel and Garnet Iherzolites—Implications for the Nature and Origin of Precious Metal-Rich Intergranular Components in the Upper Mantle Geochim [J]. Cosmochim Acta, 1981, 45: 2425-2442.

[12] Brugmann G E, Arndt N T, Hoffmann A W, et al. Noble Metal Abundance in Komatiite Suites from Alexo, Ontario and Gorgona Island, Colombia[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1987, 51: 2159-2169.

[13] Shriver D F, Atkins P W, Langford C H. Inorganic Chemistry[M]. Oxford: Oxford University Press, 1994.

[14] 储雪蕾, 孙 敏, 周美夫. 化学地球动力学的铂族元素地球化学[J]. 岩石学报, 2001, 17(1): 112-122.