

甘肃文县秧田坝岩组的重新厘定及其地质意义

苏春乾^{1,2}, 李 勇^{1,2}, 刘继庆¹, 王瑶培¹, 崔建军¹, 张忠义¹
SU Chunqian^{1,2}, LI Yong^{1,2}, LIU Jiqing¹, WANG Yaopei¹,
CUI Jianjun¹, ZHANG Zhongyi¹

1. 长安大学地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054;

2. 国土资源部成矿作用及其动力学开放研究实验室, 陕西 西安 710054

1. *College of Earth Sciences and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;*

2. *Open Laboratory of Mineralization and Dynamics of the Ministry of Land and Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China*

摘要:碧口群自建群以来经历了多次解体。但解体的地层单元大都分布在东部略阳附近,它们向西如何延伸、区域上怎么对比还不十分清楚。通过1:5万区域地质调查,认为碧口群的主要组成单元之一秧田坝岩组仍然需要再解体。在原秧田坝岩组分布区域的不同地质体中获得了376 Ma±40 Ma的Rb-Sr全岩同位素年龄值、珊瑚化石和大量微古植物化石资料。结合岩石组合特征、变质作用-变形作用的差异、区域分布和接触关系,进一步将原秧田坝岩组解体,并填绘出了新的秧田坝岩组、晚古生代构造地层块体:草河坝组、赵家嘴碎屑岩和寒武纪构造地层块体。这说明原秧田坝岩组为非史密斯地层组合,其中包含有不同时代的地层单元,并进一步证实了碧口地体的构造成因。

关键词:西秦岭;秧田坝岩组;草河坝组;赵家嘴碎屑岩;构造地层块体

中图分类号:P534.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-2552(2005)05-0429-09

Su C Q, Li Y, Liu J Q, Wang Y P, Cui J J, Zhang Z Y. Redefinition of the Yangtianba Formation-complex, Wenxian, Gansu, and its geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(5):429-437

Abstract: Since the Bikou Group has been set up, it has gone through disintegration many times. However, the disintegrated stratigraphic units are distributed mainly near Lueyang in the east of the West Qinling and it is not yet very clear about how they extend westward and how they correlate with other regional stratigraphic units. 1:50000 regional geological surveys indicate that the Yangtianba Formation-complex—one of the main component units of the Bikou Group—should be disintegrated again. A whole-rock Rb-Sr age of 376±40 Ma, coral fossils and a wealth of microfloras have been obtained from different geological bodies in the area of the original Yangtianba Formation-complex. On that basis, combined with the differences in rock association, metamorphism and deformation, regional distribution and contact relationships, the original Yangtianba Formation-complex is further disintegrated and the new Yangtianba Formation-complex and Late Paleozoic structural stratigraphic blocks (Caoheba Formation, Zhaojiazui clastic rocks and Cambrian stratigraphic block) are mapped. It suggests that the original Yangtianba Formation-complex is a non-Smith stratigraphic unit, including stratigraphic units of different ages. It also proves the structural origin of the Bikou massif.

Key words: West Qinling; Yangtianba Formation-complex; Caoheba Formation; Zhaojiazui clastic rocks; structural stratigraphic block

位于华北板块与扬子板块结合部位的秦岭造山带的西延部分是中国中央造山带的重要组成部分,其中有2条重

要的构造碰撞带——勉略构造带和勉县-青川-龙门山构造带,其间所夹持的即为碧口群或碧口地体。由于所处的特

收稿日期:2004-04-26;修订日期:2005-01-27

地调项目:中国地质调查局区域地质调查项目(190910200105)、国土资源部成矿作用及其动力学开放研究实验室项目资助。

作者简介:苏春乾(1960-),男,副教授,从事区域地质学、沉积学教学和研究。E-mail:chunqian@pub.xaonline.com

殊的大地构造位置,它成为研究中央造山带的关键部位^[1]。20世纪80年代以来,不少地质学家对其进行了大量的科学研究^[2-16]。近年来,研究的焦点集中在碧口群的单元构造属性和大地构造成因方面^[2,4,6,11]。而碧口群的组成却是解决上述问题的关键所在,尽管碧口群经历了不断的解体,但认识分歧和问题依然存在。作者在1:5万区域地质调查的基础上,对其中的主要组成之一秧田坝岩组进行了研究,本文仅就秧田坝岩组的重新厘定进行简要论述,以期给上述问题的研究提供资料。

1 区域地质背景

碧口群是碧口地体^[2]的主要组成部分,分布于西秦岭南缘、扬子板块北西缘和松潘-甘孜地块之间的三角地带,夹持于勉县-略阳-康县-文县断裂与勉县-阳平关-青川断裂之间。勉县-阳平关-青川断裂兼具板块缝合带性质^[3]又具有左行走滑特征^[4]。其南东侧是现今的四川盆地,以扬子地台克拉通盖层沉积地层为主。北侧的勉县-略阳-康县-文县断裂则是著名的勉略构造带,是一条重要的印支期东古特提斯北侧洋盆俯冲碰撞带^[5],其北为三叠纪复理石沉积地层。秧田坝岩组是碧口群的主要地层单元,前人所称的秧田坝岩组主要分布于文县、康县等地区,以海沟浊积沉积体系为主^[3,5,6,8,9,16],是新元古代扬子板块西北缘古碰撞带的主要构造单元之一。南侧为碧口群杨坝岩组火山岩,大都认为是新元古界岛弧火山岩^[3,5,8,10];北侧分别以勉县-文县断裂、文县-铁炉断裂与震旦系关家沟组、临江组、泥盆系石坊群相邻,呈北东向展布的狭窄的带状(图1)。

2 地层划分沿革和重新厘定的方案

从1944年叶连俊等^[17]提出碧口系算起,至今已60年了,但其地层单元的划分和时代归属仍存在较大分歧^[1-19]。自甘肃省西秦岭地质队^①1963年对碧口系进行首次解体以来,许多研究者在不同时期的研究中大都对碧口群或其中的秧田坝组进行了不断的解体^[3,6,7,11-14,16]。先是从碧口群中解体出了咀台组或关家沟组,接着相继又解体出了鱼洞子群、横丹群、豆坝群、雪花太平群、谢家山群、断头崖群等。这些解体工作提高了碧口群及其秧田坝组的研究程度,其中的许多岩石地层名称已经得到了认可^[1,2,4,6,9,11]。但这些解体的单元大都集中在东部的略阳、康县、碧口地区^[6],它们向西怎么延伸、区域上如何对比等都还不十分清楚。在西部文县地区,大部分人

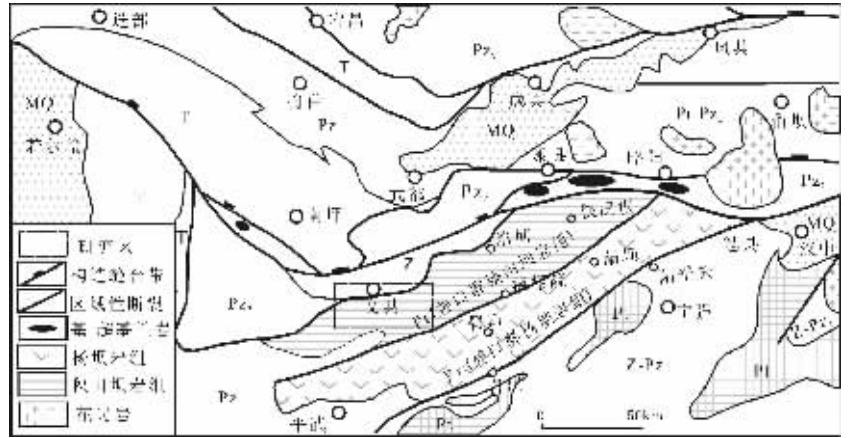


图1 秧田坝岩组区域地质背景图

Fig.1 Geological setting of the Yangtianba Formation-complex

MQ—中新生界;T—三叠系;P_{z2}—上古生界;P_{z1}—下古生界;P_z—古生界;

Z-P_{z1}—震旦系-下古生界;Z₂—上震旦统;Pt-P_{z1}—元古宇-下古生界;Pt—元古宇

仍在继续使用《甘肃省岩石地层》^[20]的划分方案(杨坝岩组(变质火山岩系)和秧田坝岩组(沉积变质岩系))。

原秧田坝组由甘肃省西秦岭地质队^①创名,创名地点在康县秧田坝河流域。分上下2部分,下部为灰、灰绿色砂质千枚岩、砂质板岩、变质砂岩和变质凝灰质砂砾岩;上部为深灰色绢云千枚岩夹变质砂岩、炭质千枚岩和含砾千枚岩。西安地质学院陶洪祥等^②将相当于秧田坝组岩石组合特征的地层命名为横丹群,包括草河坝组和洛塘组,时代归属属白口纪。《甘肃省岩石地层》^[20]一书仍使用秧田坝(岩)组,指阳坝岩组与关家沟组之间的一套浅变质中粗粒碎屑岩、变质泥质岩夹变质凝灰质碎屑岩的地层。区域上呈带状分布于甘肃省文县西南到略阳、康县附近。在研究区分布于泥盆系、震旦系之南的地区(图2中的F₁断层之南)。作者解体前的秧田坝岩组就是指《甘肃省岩石地层》^[20]所定义的秧田坝岩组(或匡耀求等^[11]的草河坝群和谢家山群,天台山-凡昌-铁炉断裂之南全部是原秧田坝岩组(图1))。

据笔者的工作成果,文县地区的秧田坝岩组(或匡耀求等^[11]的草河坝群和谢家山群)仍包括了不同时代的地质体,还需进一步解体。本文就是笔者完成1:5万文县幅、尚德幅区域地质调查研究的最新资料汇总成果之一(表1)。

经1:5万文县幅、尚德幅区域地质调查工作,根据所取得的地层学新资料和岩石组合、变质作用、构造变形、地层构造线等特征上的差异,对原秧田坝岩组的地层进行了重新厘定。重新厘定后的地层单元为:秧田坝岩组(狭义)、关家沟组(前人已经解体出)、草河坝组和寒武纪、晚古生代构造地层块体(表1、图2)。

① 甘肃省西秦岭地质队.甘肃省康县阳坝—武都五马一带初步普查总结报告.1963.

② 陶洪祥,王全庆,裴先治,等.碧口群构造特征及演化历史研究报告.1988.

表1 碧口群划分沿革表

Table 1 Historical review of the division of the Bikou Group

叶连俊等 ^[17] (1944)	西秦岭地质队 ^① (1963)	曹志霖 ^② (1982)	蔡体梁 ^[21] (1983)	陶洪祥 ^③ (1988)	甘肃省岩石地层 ^④ (1997)	匡耀求等 ^[11] (1999)	本文 (2004)																																																								
志留纪—震旦纪	碧口群	中上志留统	震旦亚界	关家沟群	关家沟组	关家沟组	关家沟组	上古生界	赵家嘴碎屑岩																																																						
		咀台组		下古生界				碧口群	关家沟组	关家沟组	关家沟组	寒武系	草河坝组																																																		
		秋田坝组		震旦系									碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	构造块体																																														
		碧口群(前志留系)															震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	关家沟组																																									
		火山岩组																				震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	秋田坝岩组																																				
		阳坝组																									震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	阳坝岩组																															
		洛塘组																														震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系																									
		草河坝组																																					震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系																		
		横丹群																																												震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系											
		青白口系																																																			震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系				
白扬组	震旦系	碧口群	关家沟组		关家沟组	寒武系	寒武系																																																					寒武系			
阳坝组								震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																																	寒武系	寒武系	
姚渡组				震旦系									碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																															寒武系
白水街																	震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																										
蓟县系																						震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																					
碧口群																											震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																
长城系																																震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系																									
碧口岩群																																							震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系																		
秋田坝岩组																																														震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系											
阳坝岩组																																																					震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系	寒武系	寒武系				
蓟县—长城纪	震旦系	碧口群	关家沟组		关家沟组	寒武系	寒武系																																																					寒武系			
谢家山群								震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																																	寒武系	寒武系	
新元古界				震旦系									碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																															寒武系
碧口群																	震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																										
秋田坝岩组																						震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																					
阳坝岩组																											震旦系	碧口群	关家沟组	关家沟组	寒武系																																

注:① 甘肃省西秦岭地质队,甘肃省康县阳坝—武都五马一带初步普查总结报告.1963.
 ② 曹志霖.西秦岭“碧口群”的时代讨论(地质学会成立60周年论文集).甘肃地质学会,1982.
 ③ 陶洪祥,王全庆,裴先治,等.碧口群构造特征及演化历史研究报告.1988.

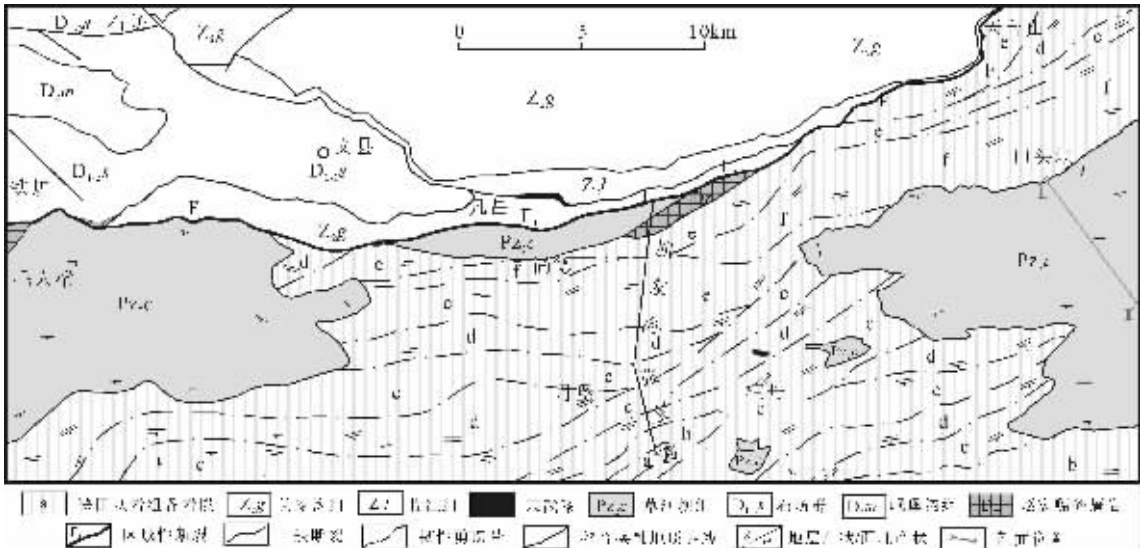


图2 文县地区原秧田坝岩组解体后的地质图

Fig.2 Geological map of the disintegrated original Yangtianba Formation-complex

3 地层学依据

在1:5万区域地质调查过程中,在原秧田坝岩组分布区域(F₁断裂以南的全部区域)取得了大量的地层学新资料(图2)。现分别叙述如下。

3.1 草河坝组的年代学新资料

在草河坝组火山凝灰岩中采集了一组(5个样品)全岩同位素年龄样品(表2)。经中国地质调查局宜昌地质矿产研究所同位素年龄测试室测定,获得的年龄数据为376 Ma±40 Ma(图3)。从野外和室内研究情况看,该年龄应该代表草河坝组的形成年龄。草河坝组火山凝灰岩的Rb-Sr同位素测定值见

表2。其 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr≈0.70974~0.71994,说明其物质来源于花岗岩质的上地壳,与杨坝岩组基性火山岩的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr≈0.701248~0.70413(来源于上地幔)有明显差别。

3.2 赵家嘴碎屑岩单元古生物学新资料

在测制文县屈家沟秧田坝岩组剖面时,在剖面的第4层(本文赵家嘴剖面的第2层)灰褐色含砾粉砂质板岩的薄片(薄片号:3142/10b)中采集到了2个珊瑚化石的切面,其中一个化石的切面正好为横切面。经鉴定认为是四射珊瑚的横切面(图版 I-5),外形轮廓呈椭圆形,短向直径约3 mm,推测应是一种小型珊瑚的早期发育部分,可见隔壁总数达29×2。外壁内缘灰质加厚带较宽,一级隔壁有加厚特征,可伸达内

表2 草河坝组火山凝灰岩的Rb-Sr同位素测定值

Table 2 Rb-Sr measurements of volcanic tuffs of the Caoheba Formation

序号	样品号	岩性	Rb/10 ⁻⁶	Sr/10 ⁻⁶	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr(1 σ)
1	3136/3T	中酸性晶屑凝灰岩	51.11	381.8	0.386	0.70974±0.00002
2	3136/6T	中酸性晶屑凝灰岩	95.34	128.8	2.136	0.71994±0.00003
3	3138/7T	中酸性细凝灰岩	75.06	278.3	0.7779	0.71314±0.00010
4	3139/4T	中酸性细凝灰岩	63.7	192.3	0.9557	0.71354±0.00003
5	3140/4T	酸性晶屑凝灰岩	53.85	100	1.554	0.71588±0.00006

注:由宜昌地质矿产研究所同位素年龄测试室朱家平测试,1998

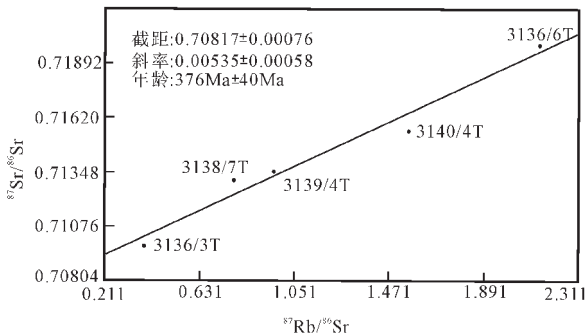


图3 草河坝组全岩Rb-Sr同位素年龄等值线图

Fig.3 Whole-rock Rb-Sr isochron diagram of the Caoheba Formation

壁。二级隔壁在主部有所发育。主隔壁短,具主内沟,两侧隔壁排列呈羽毛状;横板不完整;无鳞板。因此该化石可确定为 *Zaphrentes konincki* (E. et H.) (拟内沟珊瑚康宁种?) 的幼年期珊瑚虫。此种化石的时代仅限于早石炭世早期^[9]。考虑到该化石保存状态为碎屑状,因此其赋存地层的时代应为早石炭世或更晚一些,现暂时归属于晚古生代。

3.3 秧田坝岩组之上的寒武纪地层块体的微古生物新资料

经过区域地质调查发现秧田坝岩组之上零星分布有寒武纪地层(构造)块体。寒武系地层块体以灰岩或以页岩夹灰岩为特征。其中在贾昌南侧一沟内的深灰色页岩-灰岩单元中发现的微古植物有(宜昌地质矿产研究所钟国放鉴定): *Leiopsophsphaera pusilla* (Sin) Sin et Liu (弱小光球藻), *L. minor* Schep (小壳光球藻), *L. cf.pusilla* (Sin) Sin et Liu (弱小光球藻相似种), *L. apertus* Schep (开放光球藻), *L. infra-tum* Andr (古光球藻), *L. densa* (Tim) Sin et Liu (坚密光球藻), *Trachysphaeridium incrassatum* Sin (厚缘粗面球形藻), *T. minor* Lin et Sin (小粗面球形藻), *T. cf. rugosa* Sin (有皱粗面球形藻相似种), *T. planum* Sin (厚壁粗面球形藻), *T. rugosa* Sin (有皱粗面球形藻), *Pophospheraidium incofertum* (Ouyang) Yin et Li (稀瘤面球形藻), *Asperatopsophsphaera uminshancensis* Sin et Liu (雾类山糙面球形藻), *Zonosphaeridium minutum* Sin (小具环球形藻), *Stic-*

tosphaeridium sinbircicum Tim (小波形斑纹球形藻), *Trematosphaeridium holtedahlii* Tim (郝台达穴面球形藻), *T. minutum* Sin et Liu (小型穴面球形藻), *Reticulum simplex* Zheng (简单粗网藻), *R. cf. polyconum* Zhong (多角粗网藻相似种), *R. cf. yichangense* Zheng (宜昌粗网藻相似种), *R. polycornum* Zheng (多角粗网藻), *Pseudofavasphaera totunda* Zheng (圆形拟蜂巢球形藻), *P. retunda* Zheng (圆形拟蜂巢球形藻), *Macroptycha biplicata* Tim (双褶大褶藻), *M. uniplicata* Tim (单褶大褶藻), *Monotresphaeridium asperum* Sin et Liu (粗面单穴藻), *Synsphaeridium conglutidum* Tim (粘结连球藻), *Leiofusa cf. crassa* Sin et Liu (厚壁棱形藻相似种), *Pseudodiocrodiium* sp. (假双拯藻未定种), *Turuchaica* sp. (土鲁汉藻未定种)。

样品所含微古植物化石的特点:①球形藻类中主要以光面、粗面、瘤面、斑纹、连球、具环、拟蜂巢、穴面、单穴和较多的粗网球藻为特色,占组合总数含量约87%。②刺球藻类中有三角藻、微刺藻、角藻、多面藻、方形藻等,占总含量的9%。③船形藻类中有棱形藻、大褶藻,约占总含量的3%。④不规则形态中见有个别的植物碎片,约占总含量的1%。⑤粗网球藻、土鲁汉藻、假双拯藻、微刺藻、角藻、三角藻等特征明显具有寒武纪时代特色。⑥未发现震旦纪常见的片藻,也未发现高等植物的孢子花粉。

从上述微古植物组合特征可以看出,所含属种绝大部分为球形藻,某种程度上具有震旦纪的一些继承分子,是组合中不可缺少的组成部分;另外,特征⑤所指出的一些微古植物,其特征比较明显,所见属种曾多见于湖北三峡(水井沱组、石牌组)早寒武世地层中,在四川、云南及广东、海南相当地层中也出现类似的微古植物组合。

4 重新厘定后各地层单元的定义和特征

4.1 秧田坝岩组

解体后的秧田坝岩组指分布于天台山-凡昌断裂、凡昌-毛人梁断裂以南地区的新元古界浅变质地层(原岩为沉积地层),时代为青白口纪。

4.1.1 剖面岩石组合特征

解体后的秧田坝岩组以文县屈家沟剖面、张家沟剖面为

代表。

(1)屈家沟剖面起点坐标X=3644150、Y=18483100,终点坐标X=3638300、Y=18483400。

f岩段(Qny^f):

- 14.灰黑色糜棱岩化含炭绢云千枚岩、深灰色粉砂质绢云千枚岩夹糜棱岩化变砂岩透镜体 34.8 m
- 15.灰色—深灰色绢云长英质糜棱岩。局部变成糜棱岩化粉砂质千枚岩 38.1 m
- 16.灰黑—黑色炭质绢云长英质糜棱岩。局部夹变粉砂岩透镜体。岩石中断续保留S₀、S₁,但均被强面理化带所隔断,显示断片特征。在19 m处含微古植物化石*Leiominuscula pellucentis*, *L. cf. orientalis*, *L. incrassate*, *L. sp.*, *Margominuscula antique*, *M. aff. tennela*, *M. rugosa*, *M. sp.*, *Leiopsophosphaera pelucidus*, *L. minor*, *L. apertus*, *L. sp.*, *Trachysphaeridium hyalinum*, *T. simplex*, *T. aff. stipticum*, *T. sp.*, *Lephsphaeridium sp.*, *Asperatopsophosphaera sp.*, *Termtosphaeridium minutum*, *Polyporata obsolete*, *Lignum sp.* 440.5 m
- 17.深灰色炭硅质绢云千枚岩。保留有S₀ 5.9 m
- 18.灰黑色含炭钙质绢云千枚岩夹糜棱岩化粉砂质千枚岩。保留有S₀ 27.2 m

==== 韧性断层 ====

e岩段(Qny^e):

- 19.深灰色强面理化长石砂岩质糜棱岩夹粉砂质绢云千枚岩 220.6 m
- 20.浅灰色千枚状砂质初糜棱岩夹深灰色、灰黑色粉砂质千枚岩 79.4 m
- 21.灰色绿泥绢云石英千枚岩,夹少量含炭石英绢云千枚岩,含大量石英脉体。岩层变形极强 297.9 m
- 22.深灰色绢云绿泥石英千枚岩夹千枚状粉砂岩 274.1 m
- 23.深灰色绿泥绢云石英千枚岩夹砂质初糜棱岩(绢云石英千枚岩)、千枚状粉砂岩薄层。向上砂质减少,岩石韵律清楚 805.9 m
- 24.深灰色粉砂质千枚岩夹互绢云千枚岩、千枚状粉砂岩。具明显的“互层韵律(5~50 cm)”特点 277.6 m
- 25.深灰色绢云千枚岩夹少量粉砂质千枚岩、变粉砂岩 54 m
- 26.深灰色粉砂质千枚岩夹绢云千枚岩、薄层—薄板状变粉砂岩。岩层中发育褶劈理构造 96.1 m
- 27.深灰色绢云千枚岩夹条纹状绢云石英千枚岩、少量薄层—薄板状变砂岩。具有纹层状韵律构造 220.0 m

≡≡≡≡ 韧性断层 ≡≡≡≡

d岩段(Qny^d):

- 28.灰色千枚状粉砂岩夹互深灰色粉砂质千枚岩。2种岩性呈条纹状互层 75.4 m
- 29.深灰色—灰黑色粉砂质千枚岩夹绢云千枚岩及千枚状变砂岩 65.7 m
- 30.灰色糜棱岩化“含砾”粉砂质千枚岩夹变质砂质初糜棱岩、

糜棱岩化复成分细砾岩

41.2 m

31.绿灰色糜棱岩化含砾砂质绿泥绢云千枚岩。显示有左行走滑运动存在 40.4 m

32.灰色糜棱岩化含砾粉砂质绢云千枚岩。砾石含量约15%~20% 99.3 m

==== 韧性断层 ====

(2)张家沟剖面起点坐标X=3638800、Y=18481700,终点坐标X=3634250、Y=18482000。

c岩段(Qny^c):(2112.3 m)

- 22.糜棱岩化变质长石石英砂岩、千枚状糜棱岩化钙质粉砂岩夹黑色炭质千枚岩(原岩为细砂岩—粉砂岩—炭质页岩组成的韵律层),岩石变形较强 119.6 m
- 21.黑色炭质千枚岩夹绢云千枚岩 19.6 m
- 20.糜棱岩化变质长石石英砂岩、千枚状糜棱岩化钙质粉砂岩夹黑色炭质千枚岩(原岩为细砂岩—粉砂岩—炭质页岩组成的韵律层) 216.7 m
- 19.深灰色—灰黑色砂质绢云千枚岩夹黑色炭质糜棱岩化钙质粉砂质千枚岩及变细砂岩薄层。在60 m处黑色炭质糜棱岩化钙质粉砂质千枚岩中采样2645/8 M,含微古植物化石*Leiominuscula minuta*, *L. orientalis*, *L. pellucentis*, *L. incrassate*, *Margominuscula antique*, *M. aff. tenolla*, *M. sp.*, *Leiopsophosphaera cf. apertus*, *L. effuses*, *L. minor*, *Trachysphaeridium minor*, *T. hyalinum*, *T. stipticum*, *Dictyosphaera cf. sinica*, *Asperatopsophosphaera sp.*, *Polyporata obsolete*, *Microconcentrica cf. induplicata*, *Trematosphaeridium holtedahlii*, *Archaeofawosina sp.*, *Lignum sp.* 193.0 m
- 18.灰—深灰色糜棱岩化变砂岩夹炭质千枚岩,偶含粒径3~5 cm的花岗质砾石。膝折发育 136.3 m
- 17.灰—深灰色糜棱岩化砂质绢云千枚岩、绢云千枚岩夹炭质千枚岩 70.0 m
- 16.由浅灰色变质长石石英粗砂岩、变质长石石英细砂岩、变质粉砂岩、砂质绢云千枚岩、黑色炭质千枚岩组成韵律层。原岩可能具有向上变细的特征 87.8 m
- 15.深灰色—灰黑色糜棱岩化绿泥绢云钠长石英片岩夹糜棱岩化炭质千枚岩 261.0 m
- 14.深灰色—灰黑色千枚状糜棱岩化变细砂岩 69.3 m
- 13.灰色千枚状含炭绢云长英质糜棱岩夹黑色炭质千枚岩。原岩为长石砂岩—炭质页岩的韵律层 112.3 m
- 12.黑色炭质糜棱岩化绢云千枚岩夹黑色—深灰色含炭糜棱岩化砂质千枚岩。在1 m处所采黑色—深灰色含炭糜棱岩样品2644/6 M中含微古植物化石*Leiominuscula minuta*, *L. incrassate*, *L. cf. orientalis*, *L. sp.*, *Margominuscula rugosa*, *M. cf. antiqua*, *M. sp.*, *Leiopsophosphaera minor*, *L. apertus*, *L. cf. effusus*, *L. sp.*, *Trachysphaeridium stipticum*, *T. minor*, *T. simplex*, *T. cf. hyalinum*, *T. sp.*, *Trematosphaeridium minutum*, *Microconcentrica sp.*,

- Dictyosphaera sinica*, *D. cf. sinica*, *Asperatopsophosphaera* sp., *Lignum* sp. 1707 m
11. 黑色绢云千枚岩夹灰色千枚状糜棱岩化变质绢云细—粉砂岩 111.0 m
10. 黑色绢云石英千枚岩夹含炭绢云千糜岩(原岩为泥质岩夹透镜状、脉状细、粉砂岩) 163.1 m
9. 黑色绢云千枚岩夹糜棱岩化变质石英砂岩 103.2 m
8. 深灰色—灰黑色千枚状绿泥绢云糜棱岩夹少量千枚状绿泥绢云石英糜棱岩 278.6 m

==== 韧性断层 ====

b岩段(Qny^b): (917.7 m)

7. 灰—深灰色绢云石英千枚岩夹千枚状糜棱岩化变砂岩和浅灰绿—灰色糜棱化绢云钠长石英片岩, 偶夹变余砾状绿泥绢云钠长石英片岩。韧性变形和面理变形较强 390.0 m
6. 浅灰绿色—浅灰色绢云绿泥钠长片岩夹灰色绢云千枚岩、千枚状细砂岩薄层及少量钠长绿泥片岩。该段由绿泥钠长片岩—绢云绿泥钠长石英片岩—灰色绢云千枚岩夹千枚状细砂岩薄层组成韵律层(1~5 m)组合 527.7 m

==== 韧性断层 ====

a岩段(Qny^a): (>540 m)

5. 灰色千枚状绢云长英质糜棱岩夹深灰色千枚状糜棱岩化细砂岩薄层及绿泥钠长片岩 1090.4 m
4. 灰绿色变余砾状绿泥钠长石英片岩 81.7 m
3. 深灰色糜棱岩化绿泥绢云钠长石英片岩夹灰色糜棱岩化变细砂岩薄层 33.2 m
2. 深灰绿色—暗绿色糜棱岩化变余砾状绿泥石英钠长片岩。面理化极强 200.9 m
1. 灰绿色—绿色绿泥钠长石英质糜棱岩。面理极发育 >114.8 m

(褶皱核部, 未见底)

秧田坝岩组东、西部岩性组合变化较大, 康县附近的该岩组以一套浊积岩系为特征。岩石组合为黑色—深灰色板岩、砂质板岩、含砾板岩夹灰绿色、灰色杂砂岩、含砾砂岩和砾岩。文县地区则以绿片岩相的浅变质强变形的深灰色—黑色糜棱岩化炭质绢云千枚岩、灰色绿泥绢云石英千枚岩、含砾绢云石英千枚岩、绢云绿泥钠长片岩、绿泥钠长片岩为主要组合。与区内各地层单元之间均为断层接触关系。岩组内部各岩段之间亦为构造接触关系。属无序的非史密斯地层组合。

4.1.2 变质作用和构造变形作用

秧田坝岩组从东到西变质作用很不均匀。西部文县一带其地层发生了明显的区域变质作用, 级别达到绿片岩相, 岩石面貌表现出变质岩的特征, 变质矿物组合主要为绿泥石+绢云母+钠长石+石英、绿泥石+绿帘石+钠长石+石英、绢云母+钠长石+石英; 而东部的康县附近, 其变质作用则很浅,

以沉积岩面貌为主, 原始沉积特征基本保存。

东部康县地区以S₀为变形面形成褶皱构造和断层。西部文县地区的该岩组中S₀已基本消失, 只在局部地段保存(图版 I-1), 褶皱变形的变形面至少为S₁, 区域面理为S₂(图版 I-2)。糜棱岩化作用极强, 80%的地层遭受了不同程度的糜棱岩化作用(图版 I-3)。各岩段之间均以构造面理强制一致。

4.2 草河坝组(Pz_{2c})

在文县地区的1:5万区域地质调查中, 填绘出了一套以灰绿色凝灰质砂岩和绿色凝灰质板岩为主的地层单元。根据区域对比, 它与陶洪祥等^①从原碧口群秧田坝组中解体出来的一个地层单元——草河坝组在区域分布、岩性组合特征等方面相似, 因而引用其地层单元名称。在文县地区, 该组与两侧的秧田坝岩组呈断层接触关系。下伏秧田坝岩组的5个岩石—构造单元的地层走向线与草河坝组的边界相交, 显示后者呈漂浮状覆于秧田坝岩组之上(图2), 应从原秧田坝岩组中解体出来。从区域上看, 草河坝组与秧田坝岩组呈区域性构造接触关系, 分别盖在碧口群各岩组之上^①。

4.2.1 剖面岩石组合特征

文县地区的草河坝组在毛人梁和口头坝两地发育最好。其中白龙江沿岸一带交通较为便利, 现以口头坝南侧的白龙江沿岸实测剖面(起点坐标X=3645400、Y=18496400, 终点坐标X=3642100、Y=18500050)为代表(图4), 由上至下描述如下。

上段(Pz_{2c}²): (褶皱核部, 无顶)

1. 浅灰色含砾凝灰质砂岩夹浅灰色凝灰质板岩 24.8 m
2. 灰绿—绿灰色中酸性凝灰质粉砂岩, 具纹层构造 166.0 m
3. 灰绿色—绿灰色含砾中酸性凝灰岩 78.4 m
4. 浅灰色含砾凝灰质砂岩夹凝灰质板岩。砾石成分有泥岩, 也有火山角砾 88.5 m
5. 灰绿—绿灰色凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩夹含砾凝灰质砂岩及凝灰质板岩 112.5 m
6. 由凝灰质粉砂岩、凝灰质砂岩、含砾凝灰质砂岩、粗砂岩组成一个向上变细的粒序层 6.2 m
7. 浅灰色含砾凝灰质粗砂岩、砂岩 49.9 m
8. 灰绿色—绿灰色凝灰质细砂岩间夹绿灰色凝灰质粉砂岩、凝灰质板岩及含砾凝灰质砂岩 104.9 m
9. 灰绿色含少量砾石凝灰质砂岩。砾石成分为岩屑和凝灰质板岩 10.7 m
10. 灰色酸性凝灰质砂岩 31.1 m
11. 绿灰—灰绿色中酸性凝灰质板岩、凝灰质粉砂岩 88.6 m
12. 灰绿—绿灰色凝灰质板岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质砂岩和含砾凝灰质砂岩组成的由粗变细的多个韵律层 80.6 m
13. 灰绿—绿灰色凝灰质砂岩夹凝灰质板岩 14.6 m
14. 灰绿色凝灰质砂岩夹含砾凝灰质砂岩及凝灰质砾岩。具有由粗变细的粒序层组成的韵律层 39.9 m

① 陶洪祥, 王全庆, 裴先治, 等. 碧口群构造特征及演化历史研究报告. 1988.

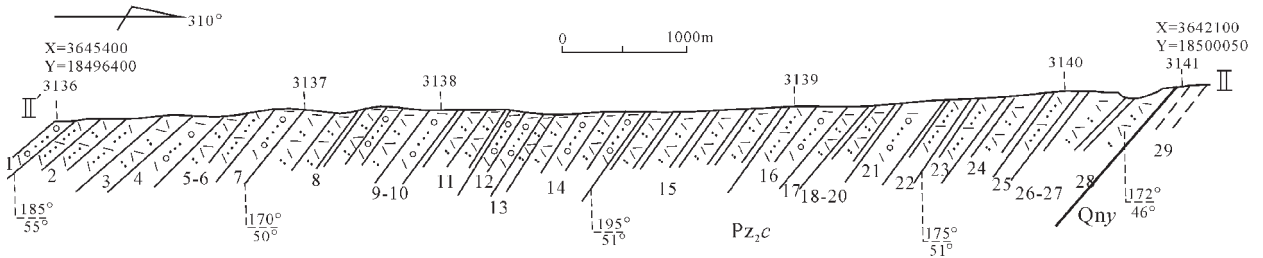


图4 口头坝南侧白龙江沿岸草河坝组实测地层剖面(Ⅱ剖面)

Fig.4 Stratigraphic section of the Caoheba Formation along the Bailong River south of Koutouba

—— 整合 ——

下段(Pz₂^{c1}):

- 15.灰绿色中酸性凝灰质板岩夹凝灰质细砂岩。可见由粗变细的正粒序层。岩层中夹1层灰绿色熔结凝灰岩 238.1 m
- 16.灰绿色—绿灰色凝灰质粗砂岩、凝灰质砂岩、含砾凝灰质砂岩组成的下粗上细的粒序层反复叠覆构成韵律性剖面结构 45.3 m
- 17.灰褐色酸性凝灰质粗砂岩、砂岩 44.7 m
- 18.灰绿色凝灰质板岩、凝灰质砂岩组成韵律层 64.9 m
- 19.灰绿色凝灰质砂岩 18.4 m
- 20.灰绿色中酸性凝灰质板岩夹浅灰色透镜状的中酸性玻屑凝灰岩 22.8 m
- 21.灰绿色含砾凝灰质砂岩、含砾凝灰质砂岩、凝灰质砾岩组成向上变细的粒序层状韵律构造 81.0 m
- 22.灰绿色凝灰质板岩与酸性熔岩间夹,组成韵律层 45.0 m
- 23.灰绿色凝灰质砂岩夹凝灰质板岩,韵律层发育 73.5 m
- 24.灰绿色凝灰质板岩夹灰褐色凝灰质砂岩。组成厚度小于1 m的韵律层 93.5 m
- 25.灰—灰褐色凝灰质砂岩夹少量凝灰质粗砂岩 60.9 m
- 26.灰绿色凝灰质板岩。由颜色深浅显示出韵律层(3~5 cm) 15.9 m
- 27.灰绿色凝灰质砂岩夹凝灰质板岩,显示正粒序性韵律层 40.6 m
- 28.灰绿色凝灰质板岩夹糜棱岩化凝灰质砂岩。劈理发育。穿插有蚀变基性岩脉和糜棱岩化细粒花岗岩脉 125.5 m

==== 韧性断层 ====

下伏地层:碧口群秧田坝岩组(Qny)

- 29.灰—灰白色千糜岩化千枚岩

岩石组合为灰绿、绿灰色含砾凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩与凝灰质板岩互层,夹有凝灰质砾岩和中—酸性火山熔岩,为一套以火山碎屑沉积岩为主的建造。在东部武都草河坝一带,正常沉积的岩屑砂岩、千枚岩、砂砾岩增多,火山碎屑岩相对减少。剖面上大量发育粒序层理和韵律层理。以沉积物重力流斜坡扇组合为特征,缺少或很少见到盆地相沉积物,因此属大陆边缘斜坡沉积环境的产物。与秧田坝岩组之间为断层接触,并有糜棱岩化基性和酸性岩脉顺断裂产出。

4.2.2 变质作用和构造变形作用

从东部的武都草河坝到西部的文县毛人梁,整个草河坝组基本没有发生过明显的变质作用。只是其中的火山灰脱玻化为粘土和绿泥石雏晶,原始的沉积特征仍然保留。

在文县地区,该组是以S₀为变形面的表层次同斜倒转向斜构造,构造置换不甚强烈。岩石中的原生沉积构造没有遭受到明显的改造(图版 I-4),但在较细粒岩石中发育了一组轴面面理。发育于秧田坝岩组中的大量韧性—脆性断层都没有穿入该组中,而是终止于边界处(相交终止)。

4.3 赵家嘴碎屑岩单元

赵家嘴碎屑岩单元是本文从前人所划的碧口群秧田坝岩组中解体出来的一个地层单元。实测剖面位于文县屈家沟上游赵家嘴附近(图5,剖面起点坐标X=3644850、Y=18482900,终点坐标X=3644150、Y=18483100)。剖面层序由上至下描述如下。

草河坝组(Pz₂^c):

- 3.绿灰色强面理化晶屑绢云千枚岩 75.7 m
- ===== 断层 =====

赵家咀碎屑岩(Dz):

- 4.灰褐色粗—中粒长石砂岩、灰色砂质板岩、灰黑色含炭板岩。向上砂岩增多,局部夹凝灰质砾岩。发育粗细结构韵律层(厘米级纹层S₀)。含有珊瑚化石 293.9 m
- 5.灰褐色强面理化偶含砾砂岩、细砂岩、粉砂岩。发育厚度小

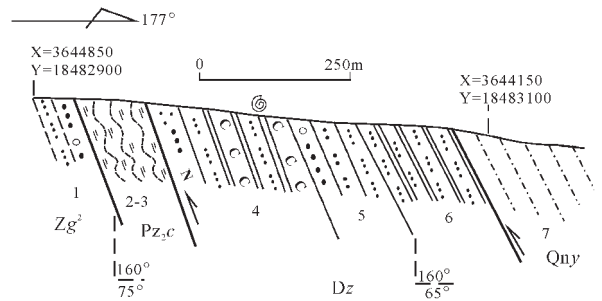


图5 文县屈家沟赵家嘴碎屑岩实测剖面(Ⅰ剖面屈家沟4~6层)

Fig.5 Stratigraphic section of the Zhaojiazui clastic rocks in Qujiagou, Wenxian County

于7 cm的粒序层组成的韵律层构造 120.9 m
6.灰色粉砂质板岩夹灰褐色变质细—粉砂岩薄层
(条带)。显示有(5~7 cm)韵律层 198.3 m

—— 断层 ——

下伏地层:秧田坝岩组e岩段(Qny^e)

7.灰色片状绢云长英质糜棱岩 22.8 m

岩石组合明显分3个部分:上部以灰色砂质板岩、灰黑色含炭板岩为主夹有灰褐色粗—中粒长石砂岩。向上砂岩增多,局部夹凝灰质砾岩。突出特征是具有厘米级的粗细韵律。中部以含砾砂岩、细砂岩和粉砂岩粒序层为特征。下部以灰色粉砂质板岩为主夹细—粉砂岩条带。北与草河坝组、关家沟组,南与秧田坝岩组之间均为断层接触关系。

4.4 秧田坝岩组之上的寒武纪地层

在秧田坝岩组之上发现的寒武纪地层块体主要分布在文县关家沟口、贾昌南侧沟内和凡昌北侧一山梁上。岩性以黑板状灰岩为主,也有深灰色页岩夹薄板状灰岩者。含重晶石。块体规模一般100~300 m(宽)不等。这些块体与围岩地层均为断层接触,漂浮在秧田坝岩组之上。

5 分析与讨论

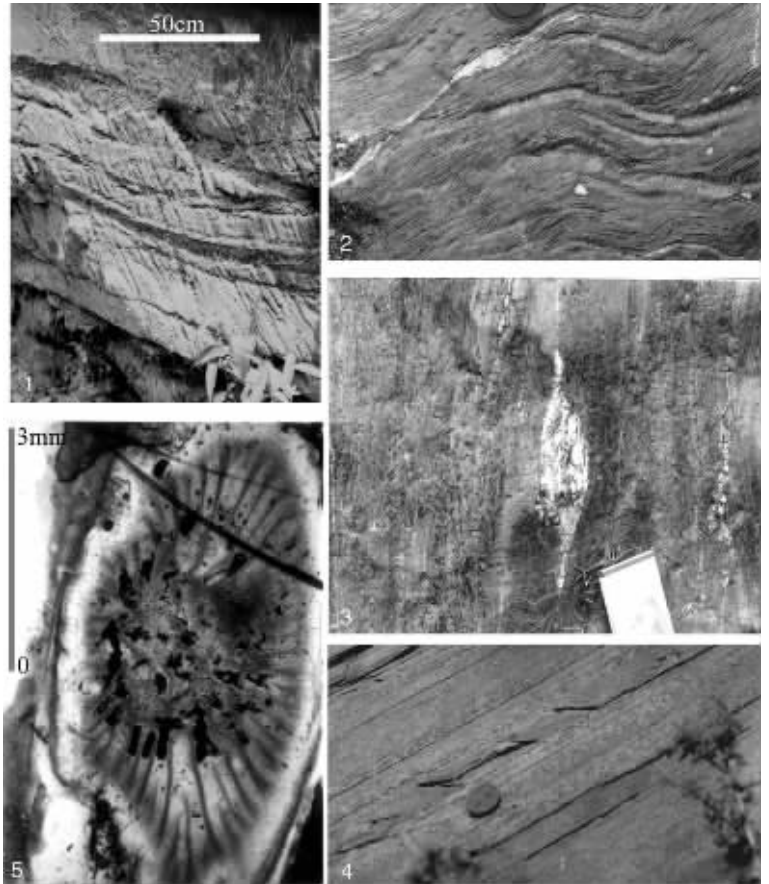
经过详细的地质填图,在碧口群原秧田坝岩组中重新厘定出秧田坝岩组(狭义)、寒武系构造地层块体和上古生界地层、构造地层块体,加深了该区地质研究的程度,为重新认识本区的构造演化奠定了可靠的地层学基础。

(1)重新厘定后的秧田坝岩组是一套经受了强烈构造变形的浅变质岩系,是大套有序、小套无序的非史密斯岩石地层单元。其原岩属性是活动大陆边缘的海沟浊积岩系^[3,9],与阳坝岩组一起构成了新元古代扬子板块西北缘的弧—盆体系^[9]。就其形成时代和构造属性看,它代表了新元古代时期Rodinia超大陆汇聚的构造纪录,是扬子板块与秦岭微板块第一次拼贴的证据。

(2)新解体出的寒武系构造地层块体与碧口地区的下寒武统干沟组相当,代表了扬子板块西北缘在Rodinia超大陆的雪球事件(关家沟组是它的地质记录)之后稳定发展阶段的产物,与整个扬子板块上产出的含磷碳酸盐岩建造一致,属稳定大陆边缘的浅海陆棚碳酸盐岩—碎屑岩沉积。由于后期构造的强烈改造作用,在本研究区中呈大小不同的构造岩块分布,构成非正式岩石地层单元(过去人们对秧田坝岩组时代的认识分歧也多源于此)。

(3)重新识别出的晚古生代构造地层块体和草河坝组火山—沉积岩系,代表了扬子板块在经历了长期稳定后勉略小洋盆裂解初期的地质记录,属大陆边缘的裂陷盆地沉积体

图版 I Plate I



(所有资料保存在长安大学地球科学与国土资源学院)

- 1.解体后的秧田坝岩组中局部地段保存的 S_0 变质砂岩层的层面为 S_0 (近水平方向,稍有弯曲),垂直方向的面理为 S_1
- 2.秧田坝岩组中变质(糜棱岩化拉长的)细—粉砂岩条带的方向代表 S_1 ,大角度与此斜交的面理为 S_2 , S_2 与区域面理一致
- 3.秧田坝岩组绢云石英千枚岩和石英片岩中强烈的韧性剪切作用形成的糜棱岩。图中间为长英质石英香肠进一步剪切后形成的不对称型旋转碎斑系
- 4.草河坝组中含浆屑细砾的凝灰岩层和凝灰岩层组成的韵律层,岩石以 S_0 为特征,没有明显的改造
- 5.珊瑚化石*Zaphrentites konincki*(E. et H.)(拟内沟珊瑚康宁种?)横切面图,样品号3142/10b,早石炭世

系,从而为勉略洋的开始形成、秦岭微板块从扬子板块裂解出去和扬子板块与秦岭微板块在印支期的第2次拼合提供了地层学和岩石学证据。同时,它们现今产在 F_1 断裂南侧的秧田坝岩组之上,而现在人们普遍认为该地区印支期的拼合带位于 F_1 断裂或其北侧^[1,3,5,8,9,11,15,16,20~26],相应时代的沉积地层应在 F_1 断裂之北。这就有2种可能性,其一是将拼合带南移,其二可能是后期逆冲于秧田坝岩组之上。鉴于草河坝组与秧田坝岩组之间的接触关系、区域上蛇绿岩带的分布^[23~26]等特征,似乎后一种可能性更大。这可能暗示了勉略构造带中的印支期康县—文县—玛曲弧形逆冲推覆构造^[20]的性质和

运动学特征。

(4)强烈的构造作用常常使造山带成为一个复杂的构造混杂岩带,要查清它的形成、发展及演化,必须采用构造解析学、非史密斯地层学、古生物年代学等综合手段进行研究才能解决。本次区调填图对碧口群秧田坝岩组的重新厘定,就是采用上述综合方法进行研究的一次有效尝试。

6 结 论

碧口群自建群以来虽然经历了多次解体,但大多都以史密斯地层学理论看待其地层单元^[1,3,7,8,10,12-14,16-19],近年来已经有许多学者讨论了它的构造属性^[2,4,6,11]。据笔者的工作成果,碧口群的主要组成之一秧田坝岩组也是由许多不同时代、不同大地构造属性的地质单元经复杂的构造过程而拼合在一起的,相信随着时间的推移,还会有地质体从中解体出来。因此,它更应该是由多个非史密斯地质体组成的构造单元。这种认识对碧口群或碧口地体,乃至整个西秦岭地区的地质构造演化历史和成矿规律性研究都有重要意义。

(1)秧田坝岩组的地层解体:原划秧田坝岩组包含了不同时代、不同构造属性的地层单元,即区域性分布的秧田坝岩组(新划出的)、草河坝组、赵家嘴碎屑岩和分布于秧田坝岩组之上的大量寒武纪构造地层块体。

(2)各单元的时代归属:据前人和本次所获得的微古生物资料,解体后的秧田坝岩组应归属新元古界。据作者在草河坝组中获得的全岩Rb-Sr同位素年龄(376 Ma±40 Ma)资料,其时代应为晚古生代。赵家嘴碎屑岩单元中珊瑚化石显示其时代为石炭纪。大量的灰岩小构造块体中的微古化石显示其时代应属于寒武纪。

(3)地层学新资料的取得、对原秧田坝岩组的解体对该地区的地层研究具有重要意义,说明现在人们所认为的碧口群仍然包含有不同时代的地层块体。同时对碧口群或碧口地体的成因研究也有重要意义,这些块体可能是由构造作用拼合在一起的。

在成文过程中,姜常义、杨志华教授给予指导,审稿人对论文的指点使笔者受益匪浅,在此一并表示衷心的感谢!

参 考 文 献:

- [1]冯益民,曹宣铎,张二朋,等.西秦岭造山带的演化、构造格局和性质[J].西北地质,2003,36(1):1-10.
- [2]丁振举,姚书振,周宗桂,等.碧口地体元古代构造属性[J].大地构造与成矿学,1998,22(3):219-226.
- [3]陶洪祥,何恢亚,王全庆,等.扬子板块北缘构造演化史[M].西安:西北大学出版社,1993.1-141.
- [4]王二七,孟庆任,陈智梁,等.龙门山断裂带印支期左行走滑运动及

- 其大地构造成因[J].地质前缘,2001,8(2):375-384.
- [5]裴先治,张国伟,赖绍聪,等.西秦岭南缘勉略构造带主要地质特征[J].地质通报,2002,21(8-9):486-494.
- [6]杜远生,盛吉虎,冯庆来,等.南秦岭勉略古缝合带非史密斯地层和古海洋新知[J].现代地质,1998,12(1):26-31.
- [7]秦克令,何世平,宋述光.碧口群地体同位素地质年代学及其意义[J].西北地质科学,1992,13(2):97-110.
- [8]闫全人,Hanson A D,王宗起,等.扬子板块北缘碧口群火山岩的地球化学特征及其构造环境[J].岩石矿物学杂志,2004,23(1):1-11.
- [9]闫全人,王宗起,Hanson A D,等.南秦岭横丹浊积岩系——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.
- [10]徐学义,夏祖春,夏林圻.碧口群火山旋回及其地质构造意义[J].地质通报,2002,21(8-9):478-485.
- [11]匡耀求,张本仁,欧阳建平.扬子克拉通北缘碧口群的解体与地层划分[J].地球科学,1999,24(3):251-255.
- [12]卢一伦,黄建坤,杜定汉,等.碧口群的层序及时代[J].中国区域地质,1997,16(3):305-314.
- [13]俞伯达.关于甘肃长城纪地层划分的新认识[J].甘肃地质学报,1997,6(1):1-15.
- [14]王振东,霍向光,王逢新,等.秦岭岩群和碧口岩群层序时代的重新厘定[J].中国区域地质,1995,(3):220-227.
- [15]刘国惠,张寿广,游振东,等.秦岭造山带主要变质岩群及变质演化[M].北京:地质出版社,1993.1-190.
- [16]裴先治.南秦岭碧口群岩石组合特征及构造意义[J].西安地质学院学报,1989,11(2):46-56.
- [17]叶连俊,关士聪.甘肃中南地质志[M].前中央地质调查所地质专报,1944,甲种第19号.
- [18]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.
- [19]陕西省地矿局.陕西省区域地质志[M].北京:地质出版社,1989.
- [20]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,1997.228-234.
- [21]蔡体梁.关于西秦岭碧口系的讨论[J].西北地质,1982,(4).
- [22]曾学鲁,侏伟元,何心一,等.西秦岭石炭纪、二叠纪生物地层及沉积环境[M].北京:地质出版社,1996.1-330.
- [23]张国伟,程顺有,郭安林,等.秦岭—大别中央造山系南缘勉略古缝合带的再认识——兼论中国大陆主体的拼合[J].地质通报,2004,23(9-10):846-853.
- [24]张国伟,董云鹏,赖绍聪,等.秦岭—大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J].中国科学(D辑),2003,33(12):1121-1135.
- [25]赖绍聪,张国伟,董云鹏,等.秦岭—大别勉略构造带蛇绿岩与相关火山岩性质及其时空分布[J].中国科学(D辑),2003,33(12):1174-1183.
- [26]赖绍聪,张国伟,杨永成,等.南秦岭康县—略阳结合带变质火山岩岩石地球化学特征[J].岩石学报,1997,13(4):563-573.