

东昆仑造山带东段下中三叠统研究进展

田 军¹ 张克信² 龚一鸣²

(1. 同济大学海洋地质教育部重点实验室, 上海 200092; 2. 中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074)

摘要: 东昆仑造山带东段下中三叠统包括下三叠统洪水川群和中三叠统闹仓坚沟组. 根据实体化石和遗迹化石的研究, 结合区域上的岩性对比, 将洪水川群划分为3个岩性单元, 即底部砂砾岩段、中部灰岩夹砂岩段和上部砂板岩段, 属于下三叠统印度阶和奥伦尼克阶. 闹仓坚沟组包括闹一段砂砾岩和闹二段砂板岩, 从中三叠统早安尼锡期延续到中安尼锡期. 砂岩的常量元素分析结果表明, 大部分砂岩为杂砂岩, 属于复理石盆地的浊积岩范畴; 砂岩稀土元素的特征值接近于活动大陆边缘和大陆岛弧元素的参数值.

关键词: 洪水川群; 闹仓坚沟组; 东昆仑造山带.

中图分类号: P534.51 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2000)03-0290-05

作者简介: 田军, 男, 1974年生, 1999年毕业于中国地质大学(武汉), 获地层古生物专业硕士学位, 现就读于同济大学海洋地质与地球物理系, 攻读海洋地质学博士学位.

造山带地层的主要特点是混杂岩. 国外学者如许靖华^[1], 国内学者如冯庆来^[2]、王乃文等^[3]、杜远生等^[4]、龚一鸣^[5]、张克信等^[6]、殷鸿福等^[7]对混杂岩都提出了自己的看法, 尽管分歧很大, 但其中较为一致的意见是混杂岩是一套总体无序、局部有序的地层. 搞清造山带不同时期沉积地层的层序对于造山带地层时序、相序的恢复和造山带形成演化规律具有重要的意义.

1 地理位置及构造背景

东昆仑造山带东段位于青海省玛多县、都兰县境内, 自北向南依次为东昆北单元、东昆中蛇绿混杂岩带、东昆南单元、阿尼玛卿蛇绿混杂岩带和巴颜喀拉单元(图1). 殷鸿福等^[8]提出了东昆仑造山带软碰撞、构造迁移和多旋回的特点, 在整个造山过程中经历了早古生代和晚古生代至三叠纪两个旋回. 在晚二叠世至中三叠世的洋陆转换阶段, 东昆南单元的系列陆块焊接并拼贴到东昆北单元, 构成一个整体. 下中三叠统形成于晚二叠世末开始发育、中三叠世末消亡的东昆南前陆盆地.

表1 东昆仑造山带东段下中三叠统地层序列
Table 1 Lower and Middle Triassic stratigraphic sequence of the Eastern Kunlun orogenic belt

年代地层				李璋荣等 ^[9]		本文	
三 叠 系	中 统	拉丁阶		希里可特组		?	
		安 尼 锡 阶	上	闹 仓 坚 沟 组	闹三段		
			中		闹二段	闹 仓 坚 沟 组	闹二段
			下		闹一段		闹一段
	下 统	奥伦尼阶		洪 水 川 组	上岩段	洪 水 川 群	上部岩段
					下岩段		中部岩段
		印度阶		?			下部岩段
	下伏地层				C—P ₁		C—P

如表1所示, 下中三叠统的地层包括下三叠统洪水川群和中三叠统闹仓坚沟组. 该段地层夹在阿尼玛卿蛇绿混杂岩带和东昆中蛇绿混杂岩带之间, 并楔入东昆中蛇绿混杂岩带. 该套地层形成于造山作用的后期, 变形、变质、变位程度相对要低, 主要遭受造山带隆升过程中的夷平和剥蚀作用, 表现出相对有序、总体仍然无序的特点.

收稿日期: 2000-01-11
基金项目: 原地矿部“中国西部不同类型造山带及非史密斯地层区 1:25 万地质填图方法指南”项目.



图 1 东昆仑造山带南北向构造模式剖面

Fig. 1 Northsouth tectonic model section of the Eastern Kunlun orogenic belt

1. 三叠系巴颜喀拉群; 2. 二叠系—三叠系布青山群; 3. 上二叠统格曲组砂砾岩段推覆体; 4. 上二叠统格曲组灰岩段推覆体; 5. 上二叠统格曲组一下三叠统东昆南前陆盆地沉积; 6. 中下二叠统树维门科组推覆体; 7. 印支期闪长岩; 8. 加里东期花岗岩闪长岩; 9. 前印支期活动基底; 10. 前寒武纪变质基底; 11. 巴颜喀拉浊积盆地基底; 12. 逆冲断层

2 下三叠统洪水川群

与各种沉积混杂和构造混杂的岩片相比, 东昆南单元的下三叠统洪水川群的变质、变形、变位相对要弱很多, 地层有序化程度较高, 可以根据区域对比、实体化石、遗迹化石和沉积构造, 结合造山带演化过程分析来部分恢复地层的层序。

南京古生物地质研究所李璋荣等^[9]于 1972 年、1978—1979 年在布尔汗布达山南坡, 特别在洪水川群创群剖面作过较详细的生物地层工作, 根据化石组合和岩性特征, 将洪水川群归于下三叠统奥伦尼阶, 缺失印度阶, 并划分为下岩组 and 上岩组, 在沉积环境方面, 只笼统地将这一套沉积归于浊积岩的范畴。

洪水川群展布于整个东昆南单元, 向北延伸进东昆中蛇绿混杂岩带。由于受到造山作用的改造, 岩石发生轻微变质, 成岩后剥蚀较严重, 横向上岩性、岩相变化较快, 化石较少且保存不完整, 铸模化石相对较多, 轻微变质砂岩中沉积构造较发育, 发育不同类型的浊积岩。不同时期的岩石空间展布上很有规律。在横向追索的基础上, 通过三条剖面控制洪水川群的岩性组合规律(TTQS, HSB, HSDS)。

2.1 年代地层与岩石地层

造山带史密斯地层短距离内同时异相性较突出, 单一剖面很难全面反映造山过程中前陆盆地的沉积特征, 因此造山带史密斯地层的研究必须建立

在详细的以线面密度为前提的路线调查的基础上, 而现在开展的 1:25 万造山带填图可以弥补以前的不足。

HSB 剖面上灰岩和灰质砂岩中采集到的双壳类化石代表了以 *Eumorphotis* sp. 和 *Subvishnuites* sp. 为主的组合特征, 结合李璋荣等^[9]在同一剖面上所做的工作, HSB 剖面所反映的洪水川群应归于下三叠统奥伦尼阶。TTQS 剖面上轻微变质的杂砂岩中发育大量原地保存的 *Claraia* sp. 的实体化石和铸模化石, 化石常呈群体出现, 受到后期剥蚀改造, 伴生的化石有 *Leptochondria* sp., *Entolium discites microtis*, 应属下三叠统印度阶。

TTQS 剖面底部为一套大砾岩和小砾岩, 砾石成分中含有新元古代万宝沟群的板岩和流纹质晶屑凝灰岩, 占砾石总量的 90%, 与万宝沟群呈角度不整合接触。万宝沟群在东昆仑造山带中多以非史密斯岩片的形式出现, 该岩片经后期造山作用的改造, 形成了下三叠统洪水川群底部的砾岩。砾岩之上为一套轻微变质的杂砂岩。顶不全。

HSB 底部为一套含火山物质的含砾砂岩, 向上过渡为砂质灰岩, 再向上为生物碎屑灰岩、泥晶灰岩、泥质条带状灰岩和结晶灰岩。顶部缺失。

HSDS 剖面底部缺失, 主要为一套鲍玛序列发育的灰岩浊积岩, 其上为杂砂岩夹板岩。

李璋荣等^[9]根据双壳和腕足化石的研究, 将区内下三叠统命名为洪水川组, 划归于下三叠统奥伦尼阶, 缺失印度阶, 并从岩性上分为以砂砾岩为主的

下岩段和以灰岩为主的上岩段。剖面研究和路线调查表明,洪水川群三分性明显,即底部砂砾岩、中部灰岩夹砂岩和上部砂板岩。区内横向岩相变化较大,尤其是下部“砂砾岩”从岩相和古生物动物群显示出“北浅南深”的特点,即北部塔妥—清水泉一带表现为滨浅海相建造,南部的洪水川—闹仓坚沟一带表现为半深海浊积扇相建造。洪水川群在区内代表了整个下三叠统,跨印度阶和奥伦尼克阶。显生宙以来的地层一般一个“群”的时限对应于一个“统”,一个“组”的时限对应于 1~2 个“阶”。因此该套地层命名为“群”比较合适。

2.2 沉积构造、遗迹化石及其反映的古环境和古生态

东昆仑造山带前陆盆地短距离内同时异相性显著,且具有多物源的沉积物供给,这也是多旋回造山特点的反映。

TTQS 剖面的底部砾岩中含有下伏老地层的晶屑凝灰岩和千枚状板岩砾石,为造山带物源区遭受剥蚀后的山麓前缘堆积。其上的叠瓦状小砾岩代表河床相沉积,砾石的定向 *ab* 轴产状指示古水流方向为南南东向,说明古地形北高南低,物源来自北边。其上的杂砂岩中普遍发育大型和中型楔状和板状交错层理、削顶对称波痕和不对称波痕,冲刷面较普遍,为滨海沉积。顶部细粒的砂岩和粉砂岩中发育递变层理、水平层理和丘状交错层理组的沉积韵律组合,应为浅海风暴沉积的产物。地层韵律明显,粗细砂岩常互层,总体趋势为下粗上细,指示该前陆盆地发育过程中的海进过程。

HSB 剖面底部含砾砂岩中也发育一套与 TTQS 剖面相近的大中型交错层理,且火山物质含量较高,野外可识别出含火山物质的砂岩与石英长石砂岩构成的 7 个旋回。由于 HSB 剖面底部缺失,推测该套含砾砂岩应在洪水川群底部砾岩之上。该含火山灰的含砾砂岩与其上的石英砂岩、生物碎屑灰质砂岩应为滨海相沉积,与 TTQS 剖面滨海相的杂砂岩为同时沉积的产物,因物源供给不同而导致沉积物的变化。火山物质的存在反映了东昆仑造山带在早三叠世洋陆转换阶段的尾期仍处于不稳定的活动阶段。HSB 剖面上部的中薄层状含生物屑泥晶灰岩为浅海开阔碳酸盐台地相的产物。路线地质调查的结果显示,该剖面邻近的地区有碳酸盐角砾岩呈环状分布,为同时异相的碳酸盐台地边缘相沉积。

HSDS 剖面下部为一套厚度巨大的碳酸盐岩浊

积岩,鲍玛序列 Tcd 组合发育。包卷层理含砂质灰岩与水平层理板岩互层,单个组合约 20~30 cm,为碳酸盐岩台地斜坡相沉积。该片碳酸盐岩浊积岩位于 TTQS 剖面 and HSB 剖面的中间,推测当时的前陆盆地为南北较浅,中间较深,北边为碎屑沉积,物源主要来自东昆北单元和东昆中蛇绿混杂岩带,南边为碳酸盐沉积,物源主要来自南边,碳酸盐台地斜坡向北倾斜。

洪水川群中的遗迹化石^[10]以滨海 *Skolithos* 遗迹相的遗迹化石为主,共计 10 属,在 TTQS 剖面上比较发育,深水相地层中遗迹化石保存稀少。遗迹形态主要为柱状潜穴的 *Skolithos* sp.,以及分支状潜穴,如 *Chondrites* sp.,U 形管状潜穴,如 *Rhizocorallium* sp.,线状潜穴,如 *Gordia* sp.。遗迹化石密度较高,反映了一种水体动荡,光照充足,浮游和游泳生物繁盛,植物和藻类茂盛,水中有机物质丰富的开放海盆环境。

早三叠世早期海水自南东向北西侵入,东昆南前陆盆地开始向北西扩展,到早三叠世末盆地扩展达到最大规模。

3 中三叠统闹仓坚沟组

闹仓坚沟组主要出露在冬给措纳湖北岸,以厚层状的中细粒砂岩夹板岩为主,底部有一套砾岩和含砾砂岩,夹火山碎屑岩。闹仓坚沟组的分布很局限,向北不超出东昆南单元中的同沉积深大断裂——沙尔图腾断裂,往南不超越东昆南单元。

闹仓坚沟组的有序化程度很高,尽管板岩中板劈理化较强,地层中褶皱发育,但没有卷入各种混杂岩片之中,与下三叠统洪水川群的砂板岩呈整合接触。

3.1 年代地层和岩石地层

青海省玛多县黑海乡闹仓坚沟中三叠统闹仓坚沟组下部为中厚层状砂岩和砾岩(闹一段),厚度约 669.6 m;上部为闹二段砂岩夹板岩,是闹仓坚沟组的主体,厚度约 1 102.4 m,区域上的分布以闹二段为主。

闹一段中菊石和腕足类化石较丰富,包括一个菊石带和两个亚带,即 *Lenotropites - Japonitls* 带,下部为 *Lenotropites qingaiensis* 亚带,上部为 *Japonites meridianus* 亚带,属早安尼锡期^[9]。

闹二段中的菊石也可以建立起一个菊石带和两个亚带,即 *Beyrichites - Hollandites* 带,下部为

Gymnites 亚带,上部是 *Nicomedites* - *Anagymnotoceras* 亚带,属中安尼锡期^[9]。

闹二段中的化石主要保存在遭受强烈劈理化和褶皱作用的板岩中,仅局限于一定的层位,在闹二段的顶部尚未发现可供鉴定的化石,研究区内尚未发现晚于闹仓坚沟组的三叠纪海相沉积地层。

3.2 沉积构造与遗迹化石及其指示的古环境和古生态

闹仓坚沟组为一套巨厚的复理石沉积,闹一段和闹二段中均发育长英质碎屑岩浊积岩,鲍玛序列发育,常见 Tabd, Tacd 和 Tabcd 组合, c 段包卷层理由细砂和粉砂组成。

闹仓坚沟组的遗迹化石有两种组合:一种是以 *Skolithos*, *Planolites*, *Cochlichnus* 为代表的 *Skolithos* 遗迹化石组合,在浊积岩的粗粒部分中发育;另一种是以 *Palaeodictyon*, *Chondrites*, *Cosmorhaphie*, *Gordia* 为代表的 *Palaeodictyon* - *Chondrites* 遗迹化石组合,在浊积岩的细粒部分中发育。

Skolithos 遗迹组合反映一种水动力较强的沉积环境,在河流、滨海和大陆斜坡上均有发育。*Palaeodictyon* - *Chondrites* 遗迹组合反映水动力较弱的沉积环境。浊流属灾变事件,每次浊流都会带来大量的粗粒物质堆积在细粒的沉积物之上,严格受生态环境控制的遗迹化石必然在缓慢—快速—缓慢旋回沉积中形成浊流事件之前和浊流事件之后两种类型的遗迹化石组合^[11]。闹仓坚沟组的两种遗迹化石组合正好反映了这种与浊流事件有关的沉积特征。

闹仓坚沟组中的遗迹化石丰度和分异度较低,遗迹化石的形态单一,生物种类少,以底栖为主,反映了一种水体较安静的封闭、半封闭的还原海盆的沉积环境。

中三叠世,东昆仑南前陆盆地已进入发展的萎缩阶段,至中安尼锡期末期停止。

4 沉积岩的地球化学特征及其反映的大地构造背景

对下中三叠统的 19 块砂岩进行常量元素分析,其中洪水川群 14 块,闹仓坚沟组 5 块,采用使用广泛的 Pettijohn 法^[12],作砂岩的 $\lg[w(\text{SiO}_2)/w(\text{Al}_2\text{O}_3)]/\lg[w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})]$ 关系图,见图 2。结果 14 块落



图2 下中三叠统砂岩的 $\lg[w(\text{SiO}_2)/w(\text{Al}_2\text{O}_3)]$ 与 $\lg[w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})]$ 关系

Fig. 2 Projective plot of $\lg[w(\text{SiO}_2)/w(\text{Al}_2\text{O}_3)] - \lg[w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})]$ of Lower and Middle Triassic sandstones

入杂砂岩的范围,3 块落入长石砂岩的范围,2 块落入岩屑砂岩的范围。岩石的地球化学特征表明它们属于复理石盆地的浊积岩。图 2 中,全部 19 块砂岩的 $\lg[w(\text{SiO}_2)/w(\text{Al}_2\text{O}_3)]$ 值均低于 1,属于低 $w(\text{SiO}_2)/w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 、不成熟的、粘土+铝硅酸盐的砂岩类型;19 块样品中有 11 块样品的 $\lg[w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})]$ 值大于 0,属 $w(\text{Na}_2\text{O}) > w(\text{K}_2\text{O})$ 的贫碱砂岩,8 块样品的 $\lg[w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})]$ 值小于 0,属 $w(\text{Na}_2\text{O}) < w(\text{K}_2\text{O})$ 的富碱砂岩。上述结果反映了该复理石前陆盆地的多物源性。

采用 Leedy 球粒陨石标准化后的稀土元素配分模式对 12 块杂砂岩进行稀土元素分析表明,杂砂岩稀土元素总量较高,为 $122.49 \times 10^{-6} \sim 345.97 \times 10^{-6}$,轻稀土较重稀土富集, $w(\sum \text{LREE})/w(\sum \text{HREE})$ 比值在 6.37 到 14.11 之间,显示出中等至较强的负铕异常。参照 Bhatia^[13] 的模式,东昆仑南前陆地下中三叠统杂砂岩的稀土元素特征值接近于活动大陆边缘和大陆岛弧元素的参数值,更接近于大陆岛弧。

5 结论

东昆仑造山带东段下中三叠统史密斯地层的研究结果表明:东昆仑造山带的洋陆转换阶段于中三叠世中安尼锡期末期结束,在此过程中东昆仑南前陆盆地于晚二叠世早期发育,盆地向北扩张,晚二叠世

末向南萎缩,早三叠世盆地再次向北扩展,并于早三叠世奥伦尼期末期达到高潮,经过中三叠世的还原环境下的盆地发育阶段,并伴随着有规律的浊流沉积,于中安尼锡期末期结束.

参考文献:

[1] 许靖华.大地构造与沉积作用[M].何起详,赵霞飞,宋鸿林译.北京:地质出版社,1985. 116~190.
[2] 冯庆来.造山带区域地层学研究的思想和工作方法[J].地质科技情报,1993, 12(3): 51~56.
[3] 王乃文,郭宪璞,刘羽.非史密斯地层学简介[J].地质论评,1994, 40(5): 394.
[4] 杜远生,颜佳新,韩欣.造山带沉积地质学研究的新进展[J].地质科技情报,1995, 14(1): 29~34.
[5] 龚一鸣.关于非史密斯地层的几点思考[J].地球科学——中国地质大学学报,1996, 21(1): 19~25.
[6] 张克信,陈能松,王永标,等.东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探[J].地球科学——中国地质大学学报,1997, 22(4): 343~345.

[7] 殷鸿福,张克信,王国灿,等.非威尔逊旋回与非史密斯方法——中国造山带研究理论与方法[J].中国区域地质,1998, (增刊): 1~9.
[8] 殷鸿福,张克信.东昆仑造山带的一些特点[J].地球科学——中国地质大学学报,1997, 22(4): 339~342.
[9] 李璋荣,鲁益钜,陈国隆,等.青海布尔汗布达山石炭纪和三叠纪[M].合肥:安徽科学技术出版社,1986. 1~274.
[10] 田军,龚一鸣,梁斌,等.东昆仑造山带二叠—三叠纪遗迹化石及其指相意义[J].沉积学报,1999, 17(3): 361~366.
[11] 晋惠娟,李育慈.古代深海遗迹化石群落在沉积学中的应用[J].科学通报,1999, 44(2): 123~130.
[12] Pettijohn F J, Potter P E, Siever R. Sand and sandstone [M]. New York: Springer-Verlag, 1973. 618.
[13] Bhatia M R. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywackes and mudrocks: provenance and tectonic control [J]. Sedimentary Geology, 1985, 45(1~2): 97~113.

ADVANCES IN LOWER AND MIDDLE TRIASSIC STRATIGRAPHIC RESEARCH IN EAST OF EASTERN KUNLUN OROGENIC BELT

Tian Jun¹ Zhang Kexin² Gong Yiming²

(1. Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The Lower and Middle Triassic strata, east of Eastern Kunlun orogenic belt, contains the Lower Triassic Hongshuichuan Group and the Middle Triassic Naocangjiangou Formation. The studies of body and trace fossils, as well as those of the regional lithology correlation, show that the Lower Triassic Hongshuichuan Group included in the Lower Triassic Indian stage and Olenekian stage, are divided into three lithological units: the sandstone and conglomerate unit at the bottom, the limestone with sandstone unit in the middle, and the sandstone and slate unit at the top. The Naocangjiangou Formation ranging from the early Middle Traissic to Middle Anisian includes two members: the sandstone and conglomerate member at the bottom and the sandstone and slate member at the top. The analysis of constant elements in the sandstone indicates that the majority of sandstones are composed of greywacke, belonging to the turbidite in a flysch basin. The eigenvalues of the rare-earth elements in the sandstone are close to the parameters of the rare-earth elements located in the active continental margin and in the continental arc.

Key words: Hongshuichuan Group; Naocangjiangou Formation; east of Kunlun orogenic belt.