

文章编号 1007-3701(2006)03-0048-07

青海省曲麻莱地区巴颜喀拉山群 浊积岩系识别的古遗迹学标志

赵小明¹, 焦明路², 牛志军¹

(1. 宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 430074 2. 青海有色矿勘院, 西宁 810007)

摘要 青海南部曲麻莱-治多地区位于青藏高原东北部, 广泛出露上三叠统巴颜喀拉山群砂板岩, 地层厚度巨大, 实体化石稀少, 遗迹化石丰富。在 1/25 万区域地质调查过程中, 我们收集了大量的基础资料, 本文重点研究遗迹化石的保存状态、形态类型、生态习性及其在地层序列中的分布特征, 结果表明: 研究区内巴颜喀拉山群为半深海-深海环境下形成的浊积岩系, 这与沉积学、岩石学的研究结果相一致。

关键词 浊积岩系 遗迹化石 巴颜喀拉山群 青海

中图分类号 P534.51

文献标识码 A

青海南部曲麻莱-治多地区位于青藏高原东北部, 平均海拔在 4 200 m 以上, 高寒缺氧, 地质构造复杂, 研究程度极低, 地质资料缺乏。在 1/25 万曲麻莱县区域地质调查过程中, 我们在厚度巨大、实体化石稀少、遗迹化石丰富的巴颜喀拉山群上部-顶部地层中, 收集了大量的有关岩石学、沉积学和古遗迹学的基础资料, 本文通过古遗迹学的研究, 并结合岩石学、沉积学, 探讨了研究区内巴颜喀拉山群的形成环境。

1 地质背景

研究区行政区划属青海省玉树藏族自治州曲麻莱县、治多县, 大地构造位置属东特提斯构造域羌塘-三江构造区之巴颜喀拉边缘前陆盆地^[1], 地层区划属于华南地层大区玛多-马尔康地层分区巴颜喀拉小区^[2]。

巴颜喀拉山群最初源于北京地质学院(1961)在玉树地区创建的巴颜喀拉群, 1:100 万温泉幅区域地质调查中将巴颜喀拉群修订为巴颜喀拉山群^①, 1997 年青海省地质矿产局在进行岩石地层清理时, 定义为“分布于可可西里-巴颜喀拉地区的一套厚度巨大的, 几乎全由砂板岩组成的地层, 难见顶、底, 偶见不整合于布青山群之上、年宝组之下, 化石稀少, 属种单调, 主要由双壳类、腕足类和头足类等组成”, 同时依据砂岩与板岩的组合特点和相对位置, 建立了下部砂岩板岩组, 中部砂岩组, 上部板岩组, 顶部砂岩夹板岩组等四个非正式组^[2], 本文采用该划分方案。

2 岩石学及沉积学识别标志

区域上巴颜喀拉山群西起新疆叶城麻扎, 东至巴颜喀拉山以东, 北以南昆仑结合带为界, 南以可可西里-金沙江结合带(甘孜-理塘结合带)为界, EW 宽约 2 300 km, SN 宽约 50~700 km, 总体上呈倒三角形。主体岩性为浅变质的细砂岩、粉砂岩和板岩, 地质时代跨及早、中、晚三叠世, 经过本次调查, 曲麻莱地区仅出露晚三叠世巴颜喀拉山群上部

收稿日期 2006-04-16

基金项目 中国地质调查局基础地质调查项目“1/25 万曲麻莱县幅区域地质调查”(200313000006)。

作者简介 赵小明(1970-), 男, 汉族, 硕士, 高级工程师, 从事区域地质调查与研究工作。

①青海省区测队, 1:100 万温泉幅(I-46)、玉树幅(I-47)区域地质调查报告, 1990。

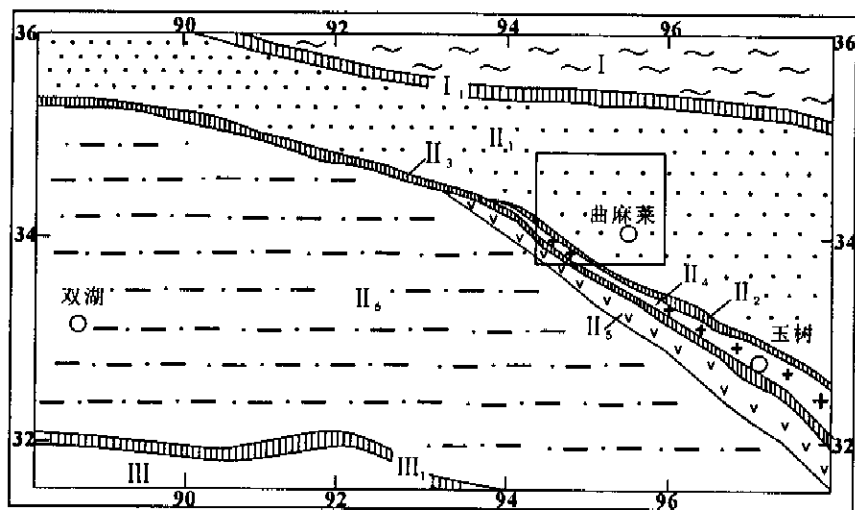


图1 研究区大地构造位置

Fig.1 Tectonic location of studied area

I. 华北陆块: I1. 南昆仑结合带; II. 羌塘-三江构造区: II1. 巴颜喀拉边缘前陆盆地, II2. 甘孜-理塘结合带, II3. 可可西里-金沙江结合带, II4. 德格-中甸陆块, II5. 治多-江达-维西弧火山岩带, II6. 昌都-兰坪双向弧后盆地; III. 晚古生代-早中生代冈底斯-喜马拉雅构造区: III1. 班公湖-怒江结合带

板岩组及顶部砂岩夹板岩组。

2.1 顶部砂岩夹板岩组

以砂岩的大量出现为标志,岩性组合为灰-深灰色厚层-块状细粒岩屑石英变砂岩、中细粒岩屑石英变砂岩、变质钙质细粒岩屑砂岩夹灰-深灰色页片状粉砂质板岩、板岩。变砂岩中块状层理、平行层理发育,底层面具重荷模、冲刷面及板岩砾屑等沉积构造,板岩中见水平层理,砂、板岩中普遍见黄铁矿晶体,变砂岩与板岩垂向上构成不完整的鲍玛序列,主要有 Tabe, Tae, Tbe 三种不同的层序结构(图2)。

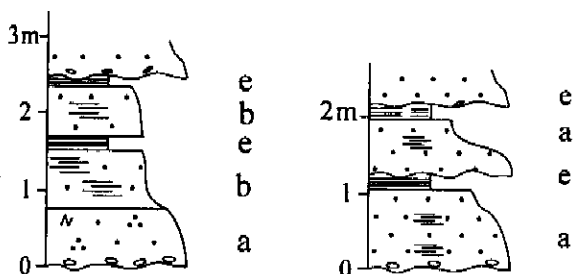


图2 顶部砂岩夹板岩组中的鲍玛序列

Fig.2 Bouma sequence of top sandstone interbedded slate

a. 具粒序层理含砾变砂岩 b. 平行层理变细砂岩 c. 板岩

沉积构造及岩相组合特征均表明该组为浊积扇内扇沉积。

2.2 上部板岩组

以板岩的大量出现和消失为底、顶界的划分标志,据岩性组合特征可划分为三个段:

上段:以灰色、深灰色变质砂岩与板岩互层为特征,岩性组合为灰色薄-中层状夹厚层状中细粒岩屑石英变砂岩、变质细粒长石石英砂岩、变质细粒长石岩屑砂岩与灰色薄层状粉砂质板岩、板岩互层,局部层位以变砂岩为主,砂岩中块状层理、平行层理发育,底层面见槽模构造,板岩中水平层理、沙纹层理发育,砂、板岩中可见遗迹化石及晶形较好的星点状黄铁矿。变砂岩与板岩在垂向上构成不完整的鲍玛序列,与完整的鲍玛序列相比,主要有 Tabe, Tae, Tcde, Tce 等层序结构(图3)。

从上述岩石结构构造、沉积构造及岩性组合特征来看,该段以海底扇的中扇沉积为主,间夹少量内、外扇沉积。

中段:以板岩的大量出现为特征,岩性组合为灰色薄层状粉砂质板岩、板岩为主,夹透镜状-薄层状细粒岩屑石英变砂岩、细粒长石石英变砂岩、变质粉砂岩,局部层位二者互层。本段的主要特征是常见深灰色厚层状含砾板岩,砾石大小混杂,成

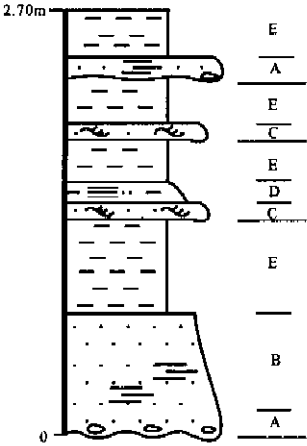


图3 上部板岩组上段鲍玛序列

Fig. 3 Bouma sequence of upper section in upper slate formation

A. 含砾变砂岩 B. 平行层理变砂岩 C. 砂纹层理变粉砂岩 D. 水平层理粉砂质板岩 E. 板岩

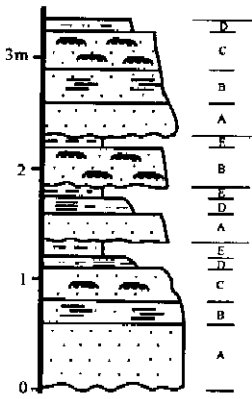


图4 上部板岩组下段鲍玛序列

Fig. 4 Bouma sequence of lower section in upper slate formation

A. 块状变砂岩 B. 平行层理变砂岩 C. 包卷层理变粉砂岩 D. 水平层理粉砂质板岩 E. 板岩

分单一,均为砂质,磨圆中等,长轴平行于层面,板岩中水平层理、沙纹层理发育,变细砂岩、变质粉砂岩中沙纹层理发育,变砂岩、板岩中均可见晶形良好的黄铁矿晶体或星点状黄铁矿,该段中鲍玛序列不发育,局部层位见 Tbe, Tce 等层序结构。

该段主体以海底扇的外扇沉积为主,间夹有少量中扇沉积,其中的含砾板岩则为浊积扇中扇区分流水道沉积。

下段:以灰色、深灰色变质砂岩与板岩互层为特征,岩性组合为灰色中厚层状细粒岩屑长石石英变砂岩、细粒岩屑石英变砂岩、细粒长石石英变砂岩、块状中细粒岩屑石英变砂岩、薄中层状粉砂岩与深灰色薄层状板岩、粉砂质板岩互层。砂岩底面发育槽模、沟模及冲蚀痕等沉积构造,多见扁平椭圆状的板岩砾石,发育块状层理、正粒序层理、包卷层理、平行层理、沙纹层理,粉砂岩中具包卷层理、沙纹层理,板岩中水平层理、透镜状层理发育,砂、板岩组成完整或不完整的鲍玛序列(图4)。

上述特征反映出该段应为深海浊积扇的中扇沉积。

3 遗迹学特征与沉积环境

研究区内遗迹化石材料暴露清晰,保存较好,

本次工作中共采获遗迹化石 28 属、45 种,主要遗迹属有: *Arthropycus*, *Asteriaxites*, *Archaeichnus*, *Chondrites*, *Circulichnis*, *Cosmorhaphe*, *Didymaulichnus*, *Helminthoida*, *Helminthopsis*, *Megagraption*, *Neonereites*, *Nereites*, *Palaeophycus*, *Palaeodictyon*, *Phycosiphon*, *Planolites*, *Skolithos*, *Squamodictyon*, *Thalassinoides*, *Xiangquanheichnus*, *Zoophycos* 等(具体属种描述另文发表)。作为沉积环境的灵敏指示者,遗迹化石的保存状态、形态类型、生态习性及其在地层中的分布特征等均可用以探讨其宿主岩系的沉积环境。

3.1 保存状态与沉积环境

巴颜喀拉山群的遗迹化石的保存方式按 Martinsson 的分类方案^[3],包括内迹和外迹两类(表1)前者产于灰色粉砂岩、粉砂质板岩、板岩内,且多呈水平状态展布,如 *Cosmorhaphe*, *Helminthoida*, *Helminthopsis*, *Megagraption*, *Phycosiphon*, *Skolithos*, *Zoophycos* 等;后者产于灰-深灰色变细砂岩、变粉砂岩与板岩交界的上伏岩层底面,并呈凸迹保存,如 *Arthropycus*, *Chondrites*, *Chondrites*, *Circulichnis*, *Neonereite*, *Paleodictyon*, *Palaeophycus*, *Planolites*, *Xiangquanheichnus* 等。产于板岩层面的遗迹保存完好,未见侵蚀破坏现象,而保存于变砂岩底面的遗迹化石常被冲刷、侵蚀而破坏,常见槽模、沟模与遗迹化石共同出现。具有上述保存方式和埋藏学特征的遗迹化石正是浊流发育环境下形成的产物^[4]。

表 1 曲麻莱地区巴颜喀拉山群遗迹化石及其分类

Table 1 Trace fossils and its classification of the Bayanhar group in Qumarleb area

遗 迹 属	保存状态		形 态 类 型								生 态 习 性					
	内 迹	外 迹	垂 直	直 或 略 弯	圆 形	星 射 形	蛇 曲 形	分 枝 形	网 状 形	蹼 状	居 住 迹	停 栖 迹	爬 行 迹	觅 食 迹	牧 食 迹	耕 作 迹
<i>Arthropycus</i>		+		√											#	
<i>Asteriaxites</i>		+				√						#				
<i>Asterichnus</i>	+					√								#		
<i>Archaeichnus</i>		+		√									#			
<i>Chondrites</i>		+						√						#		
<i>Circulichnis</i>		+			√										#	
<i>Cosmorhapse</i>	+						√									#
<i>Didymaulichnus</i>		+		√									#			
<i>Gordia</i>		+		√										#		
<i>Helminthoida</i>	+						√								#	
<i>Helminthopsis</i>	+						√								#	
<i>Helminthorhapse</i>	+						√								#	
<i>Lorenzina</i>	+				√									#		
<i>Lophoctenium</i>	+							√						#		
<i>Megagraption</i>		+							√							#
<i>Neonereites</i>		+					√								#	
<i>Nereites</i>		+					√								#	
<i>Palaeophycus</i>		+		√							#					
<i>Palaeodictyon</i>		+							√							#
<i>Phycodes</i>		+						√						#		
<i>Phycosiphon</i>	+									√					#	
<i>Planolites</i>		+		√										#		
<i>Scalartuba</i>	+						√							#		
<i>Skolithos</i>	+		√								#					
<i>Squamodictyon</i>		+							√							#
<i>Thalassinoides</i>	+									√	#			#		
<i>Xiangquanheichnus</i>		+		√									#			
<i>Zoophycos</i>	+									√				#		

3.2 形态类型与沉积环境

遗迹化石的形态特征与古生态环境有密切关系,区内已发现的 28 个遗迹属按形态分类可划分为简单垂直形,如 *Skolithos* 等;直或略弯曲形,如 *Arthropycus*, *Archaeichnium*, *Didymaulichnus*, *Palaeophycus*, *Planolites* 等;圆或椭圆形,如 *Circulichnus*, *Lorenzina* 等;分枝形,如 *Chondrites*, *Phycodes*, *Lophoctenium* 等;星射形,如 *Asterichnus*, *Asteriacites* 等;弯曲 - 蛇曲形,如 *Neonereites*, *Helminthoida*, *Helminthopsis* 等;蹼状形,如 *Megagraption*, *Paleodictyon*

等;具蹼状构造,如 *Phycosiphon*, *Zoophycos* 等 8 类。从遗迹化石的各种形态在研究区内出现的丰度来看,略弯曲形、弯曲 - 蛇曲形与网格形最高,分枝形和具蹼状构造次之,简单垂直形最少(见表 1)。

据已有研究成果^[5-10],遗迹化石复杂的几何图案和纹饰,尤其是规则复杂的形态特征,可以作为半深海 - 深海环境遗迹化石的标志。赋存于研究区内巴颜喀拉山群中的遗迹化石,其形态特征以弯曲形、规则蛇曲形和网状形等具规则图案外形的遗迹分子占绝对优势,因此,研究区内已发现遗迹化

石群落的宿主岩系——巴颜喀拉山群,应形成于油流发育的半深海—深海环境。

3.3 生态习性类型与沉积环境

按目前的生态习性划分方案^[11~12],研究区巴颜喀拉山群中已发现的遗迹化石生态习性除了逃逸迹外,其余六种类型均有发现:居住迹,如 *Skolithos*, *Palaeophycus* 等;爬行迹,如 *Didymaulichnus*, *Xiangquanheichnus* 等;停栖迹,如 *Asteriacites* 等;觅食迹,如 *Chondrites*, *Phycodes*, *Planolites* 等;牧食迹,如 *Helminthoida*, *Helminthopsis*, *Palaeophycus* 等;耕作迹,如 *Cosmorhaphes*, *Palaeodictyon* 等。

Ekdale^[13] 等人对遗迹化石的生态类型与水深间的关系进行过总结(表 2),从表中可以看出,半

深海浊流环境是以觅食迹、牧食迹和耕作迹占优势,特别是耕作迹仅出现在半深海和深海环境。

从研究区内遗迹化石的各种生态类型出现的丰度来看,以牧食迹、觅食迹、耕作迹等为主,伴有少量爬行迹、停息迹和居住迹等(见表 1),表明大部分造迹生物生活于低能、平静、食物贫乏的环境。但由于突发性浊流事件的插入,使得水动力条件、底质性质、沉积速率、食物供应及含氧量等环境因素在短期内发生突变,严格受生态环境控制的遗迹化石必然表现出不同的类型。这种深水型和浅水型遗迹分子共生于同一事件沉积序列中,正是鉴别古代深海浊积岩系的古遗迹学标志^[7~8,14~15]。

表 2 遗迹化石生态类型与沉积环境的关系(据 Ekdale,1984,修改)
Table 2 The relation of trace fossils ecotype and the environment(after Ekdale,1984)

滨海 潮间	亚滨海 (0-300m)	半深海 (300-2000m)	深海 (2000-6000m)	深渊 (6000-10000m)
.....居住迹(Domichnia).....				
..逃逸迹(Fugichnia)				
....爬行迹(Repichnia).....				
..停息迹(Cubichnia) ..				
.....觅食迹(Fodinichnia)				
...啃啮植物牧食迹(Pascichnia)				
..耕作迹(Agrichnia)				

3.4 遗迹化石组合与沉积环境

根据遗迹化石共生关系及其在地层剖面中的分布,研究区内的遗迹化石可分为两类组合:一类多沿层面分布、具规则弯曲和复杂的形态,以深水型分子为主,如 *Cosmorhaphes*, *Helminthoida*, *Helminthopsis*, *Paleodictyon* 等,由持续而稳定的且多来自于深海的底栖生物营造^[16],反映了低能、低沉积速率和贫氧的生态环境;另一类多分布于砂岩底面,具形态简单、丰度高、分异度低等特点,以穿相型分子为主,如 *Arthropycus*, *Skolithos*, *Thalassinoides* 等,由来源于浅水,后来演化和侵入到深海的动物,或者原来就生活于深海,但被快速沉积物埋住后仍能继续生活并又重新适应新环境的那些生物营造^[17],反映了高能、恶劣的生态环境。

这种两类性质不同的遗迹化石组合共生于同一剖面且在垂向序列上交替出现,是鉴别古代浊积岩系的又一古遗迹学标志^[7,9,18~19]。

4 讨论与结论

沉积层序、沉积构造及岩性特征表明,曲麻莱地区三叠纪巴颜喀拉山群为典型的浊流相沉积,其中顶部砂岩夹板岩组以浊积扇内扇沉积为主,上部板岩组上段和下段以浊积扇中扇为主,上部板岩组中段以外扇沉积为主。

通过对赋存于研究区内巴颜喀拉山群中 28 属遗迹化石的保存方式、形态、生态习性 & 遗迹化石组合等方面的研究,从古遗迹学角度为分析判别巴

颜喀拉山群的沉积环境提供了可靠的标志和证据,结果表明:区内的遗迹化石群落与浊流密切相关,其宿主岩系巴颜喀拉山群上部板岩组和顶部砂岩夹板岩组形成于浊流发育的半深海—深海环境。

段其发、何龙清、白云山、王建雄、卜建军、甘金木、涂兵、汤朝阳、曾波夫、段万军等同志参加了野外调查工作,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 潘桂棠,李兴振,王立全,等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002,21(11):701—707.
- [2] 青海省地质矿产局. 青海省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997,240—252.
- [3] Martinsson A. Taphonomy of trace fossils. In: Crimes T P, Harper J C (eds). Trace fossils. Liverpool: Seel House Press, 1970, 323—330.
- [4] 费安伟. 鄂尔多斯盆地拉什仲组遗迹化石组合与古环境[J]. 高校地质学报, 2001,7(3):278—287.
- [5] Crimes T P. The significance of trace fossils in sedimentology stratigraphy and palaeoecology with examples from Lower Palaeozoic strata. In: TP Crimes, JC Harper (eds). Trace fossils I. Seel House Press 1970, 101—126.
- [6] Crimes T P. Trace fossils of an Eocene deep-sea sand fan, Northern Spain. In: Crimes T P, Harper JC (eds). Trace fossils II. Seel House Press, Liverpool: 1977, 71—90.
- [7] 晋慧娟,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—129.
- [8] 晋慧娟,李育慈,方国庆. 中国古代深海沉积和遗迹化石

群落[M]. 北京:科学出版社,2003,1—231.

- [9] 晋慧娟,李育慈. 西秦岭北带泥盆系遗迹群落在浊积岩系中的分布特征[J]. 沉积学报, 1997,15(1):13—18.
- [10] 杨式溥. 我国浊流沉积复理石相的遗迹化石及其古生态和古环境[A]. 见:中国古生物学会编辑,中国古生物学会第十三、十四届学术年会论文集[C]. 合肥:安徽科学技术出版社,1984,143—165.
- [11] Seilacher A. Über die Methoden der Palichnologie, I, Studien zur Palichnologie. Neues Jahrb Geol Palaont, Abh, 1953,96:421—452.
- [12] Seilacher A. Fossil behavior. Sci American, 1967,217:72—86.
- [13] Ekdal A A, Bromley R G. Comparative ichnology of Shelf—sea and deep-sea chalk. Jour Paleontol. 1984,58:322—332.
- [14] Vossler S M, Pemberton S G. Skolithos in the Upper Cretaceous Cardium Formation: An ichnofossil example of opportunistic ecology. Lethaia, 1988,21:351—362.
- [15] 晋慧娟. 古代深海沉积体系遗迹化石研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1999,18(1):42—45.
- [16] Frey, R. W. and Seilacher, A. Uniformity in marine invertebrate ichnology. Lethaia, 1980,13:183—207.
- [17] Ekdal A A. Graphoglyptid burrows in modern deep-sea sediments. Science, 1980, 207:304—306.
- [18] 晋慧娟,李育慈. 西秦岭北带泥盆纪 Nereites 遗迹相及其环境分析[J]. 沉积学报, 1998,16(1):15—22.
- [19] 周志澄. 生物成因的构造在环境解释中的应用[J]. 古生物学报, 1995,34(2):228—249.

The Trace Fossil Identifying Symbol of Turbidite Sequence of Bayanhar Group, Southern Qinghai Province

ZHAO Xiao-ming¹, JIAO Ming-lu², NIU Zhi-jun¹

(1. *Yichang institute of Geology and Mineral Resources, Yichang, 443003* 2. *Mineral Exploration Institute of Qinghai Non-ferrous Metal Geoexploration Bureau, Xiling, 810007, Qinghai, China*)

Abstract : Qumarleb-Zhidui area, a part of Southern Qinghai province, locates at the northeast of Qinghai-Tibet Plateau. The sandstone and slate of Bayanhar group are outcropped broadly in this area with great thickness, few body fossils and abundant trace fossils. In the 1/250000 regional geological investigation, we get a great deal of basic information. The result of the studies of preserved, morphology, ethnology of trace fossils and arranging on strata sequence indicate that the Upper Triassic Bayanhar group was formed in bathyal-abyssal turbidity environment. It accord with the research results of petrology and sedimentology.

Key words : Qinghai ; turbidite ; trace fossils ; Bayanhar group

(上接第 23 页)

Characteristics and the Tectonic Significance of Asetuoque Monzonite Granite-Porphyry in the Area between Suojia and Zhiduo, the East of Qiangtang

BAI Yun-shan, DUAN Qi-fa, NIU Zhi-jun, WANG Jian-xiong, TU Bing, LI Li

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Hubei, China*)

Abstract : The type of Asetuoque monzonite granite-porphyry is simple, and the value of single zircon U – Pb dating method is 126 ± 3.8 Ma. It is formed in early Cretaceous and it belonged to light rare earth element enrich type, lower Al (< 15%), Ti, Na. It enriches large ion lithophile element K, Ba, Rb, high field strength element Th. The Nb, Ta, P have a little depletion, Ti, Y have much depletion. $\epsilon_{\text{Sr}}(t)$ is 107.6 ~ 80, $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ is 1.9 ~ 3.1. The character of monzonite granite-porphyry is the mix product of crust and mantle. The tectonic setting is granite in volcanic arc.

Key words : the east of Qiangtang ; Suojia ; monzonite granite-porphyry ; tectonic significance