

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

# 西藏甲马铜多金属矿区上侏罗统一白垩系 层序地层与成矿

彭勇民<sup>1)</sup> 姚鹏<sup>1)</sup> 李金高<sup>2)</sup>

1) 成都地质矿产研究所, 610082; 2) 西藏地质矿产厅, 拉萨, 850000

**内容提要** 位于西藏冈底斯带的甲马弧内盆地中堆积了一套岛弧背景的活动大陆边缘沉积物, 主要由滨、浅海相碎屑岩和海绵礁灰岩构成。在上侏罗统至白垩系中, 基于Ⅰ类和Ⅱ类层序界面及其他关键界面性质的确定, 识别出7个三级层序, 其中1个Ⅰ类层序和6个Ⅱ类层序, 建立了矿区晚侏罗世至白垩纪层序地层年代格架。并初步探讨了层序地层与成矿作用的耦合关系, 研究表明高水位体系域中所发育的相对厚的海绵礁灰岩是成矿最佳场所。

**关键词** 层序地层 海绵礁 弧内盆地 甲马矿区 铜—多金属 冈底斯带 西藏

冈底斯带的地质科学问题一直吸引着国内外地质学家。迄今为止, 所进行的研究工作主要集中在该带东段的江孜—日喀则—拉萨至甲马地区, 并积累了较丰富的构造(麦尔西叶等, 1984; 周详等, 1989; 高延林等, 1990; 黄泽光等, 1997; 肖秋苟等, 1997)、地层古生物(巴苏雷等, 1984; 徐钰林等, 1989; 夏代详等, 1997)、沉积与岩相古地理(巴苏雷等, 1984; 余光明等, 1990; 刘宝瑞等, 1993; 肖秋苟等, 1997)、火山岩浆作用(桂训唐等, 1982; 王松产, 1984; 马吕斯基等, 1984; Scharer et al., 1984; Harris et al., 1988; Pearce et al., 1988)、矿床地质(潘凤雏等, 1997; 杜光树等, 1998)以及邻区日喀则弧前盆地的层序地层(Einsele et al., 1993; 李祥辉等, 1997)、甲马铜多金属矿区层序地层(杜光树等, 1998)等方面的资料。尤其对冈底斯岛弧的火山岩浆作用、沉积与构造研究较深入。但是层序地层学方面相对欠缺和不足。

甲马矿区属于冈底斯火山岩浆弧并与喷流成因有关的特大型铜多金属矿床(潘凤雏等, 1997; 杜光树等, 1998)。本文在前人研究的基础上, 选取该典型矿床作为研究对象, 试图重新建立矿区的层序地层年代框架; 初步探讨层序地层特征与成矿耦合的关系。

## 1 地质背景

甲马弧内盆地与位于冈底斯火山岩浆弧东段的甲马岛弧演化密切相关, 是在具陆壳基底的火山岛

弧背景上堆积起来的火山-沉积盆地(肖秋苟等, 1997; 黄泽光等, 1997; 潘凤雏等, 1997)。盆地内主要沉积一套中新生的滨、浅海相活动大陆边缘的沉积物(潘凤雏等, 1997; 余光明等, 1990; 杜光树等, 1998), 并以巨厚的弧火山岩和碎屑岩夹少量碳酸盐岩为特征。火山岛弧分别在叶巴期和林子宗期经历了两次强烈的火山活动(杜光树等, 1998), 但在晚侏罗世至晚白垩世甲马火山岛弧不活动, 浅水环境堆积起来的厚达5000余米沉积物中没有弧火山岩层(图1)。其中查切果组( $J_{1-2}ch$ )是一套陆棚相细碎屑岩夹弧火山岩和少量灰岩的沉积, 叶巴组( $J_{2-3}y$ )为第一阶段主体岛弧发育期的厚达7750m的浅海相钙碱性火山岩组合夹变质砂板岩与片岩, 却桑温泉组( $J_3q$ )由河流-滨岸相的粗碎屑岩组成, 多底沟组( $J_3d$ )为台缘生物礁相碳酸盐沉积, 林布宗组( $J_3-K_1$ )由潮坪相细碎屑岩构成; 楚木龙组( $K_1ch$ )系滨岸相砂岩夹板岩、砾岩等沉积, 塔克拉组( $K_1t$ )为一套滨岸相细粒的碎屑岩夹灰岩沉积, 设兴组( $K_2sh$ )由滨岸相岩屑砂岩、板岩夹少量灰岩组成; 林子宗组( $K_2-E_1$ )为第二阶段主体岛弧发育期的厚度大于1630m的浅水弧火山岩夹碎屑岩堆积, 新近系为陆相粗碎屑岩。现今的侏罗纪—白垩纪地层受构造的控制呈近东西向展布, 并被叠瓦式的逆冲断裂扰动并破坏成条块状, 变形与变质较强烈, 发育劈理化和片理化。同时燕山期与后来的喜马拉雅期中酸性侵入岩, 也频繁地穿插其中, 构成甲马岛弧的一部分。

注: 本文为西藏科委重点项目(编号 990107)和国土资源部定向基金项目(编号 97042)联合资助成果。

收稿日期: 2000-05-25; 改回日期: 2001-06-05; 责任编辑: 王增吉。

作者简介: 彭勇民, 男, 1965年生。1999年获成都理工学院博士学位。现为成都地质矿产研究所副研究员, 主要从事青藏高原沉积学、构造地质学等研究。通讯地址: 610082, 成都地质矿产研究所; 电话: 028-3388686; 传真: 028-3332657; Email: Xuqiang@mail.sc.cninfo.net。

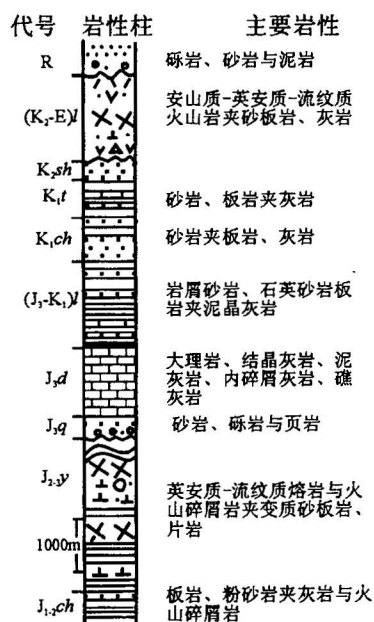


图1 西藏甲马弧内盆地岩性柱状图

Fig. 1 The lithologic column of the Jiama intra-arc basin in Tibet

## 2 层序地层格架

杜光树等(1998)曾对矿区的层序地层作过初步研究,在上侏罗统至白垩系中划分出3个层序。本次通过精细的沉积相、区域构造与地层特征、层序界面识别、体系域特征与准层序叠置方式等综合研究,重新建立了该区层序地层年代格架。在晚侏罗世至白垩世地层中,共识别出7个三级层序,包括1个Ⅰ类层序和6个Ⅱ类层序。并初步探讨了层序地层与成矿作用的耦合关系。

## 3 层序界面类型与特征

### 3.1 Ⅰ类层序界面

该界面位于上侏罗统却桑温泉组底部,它与区域性的角度不整合面一致(杜光树等,1998),是被构造运动加强了的不整合界面。其发生的时间对应着雅鲁藏布江古大洋向北的俯冲所导致的叶巴期强烈的冈底斯岛弧火山岩浆活动与末期的岛弧隆升期,构造应力场以挤压为特征。界面上、下岩性岩相组合发生突变。界面下为滨浅海相的叶巴期岛弧钙碱性系列的火山岩夹变质的砂、板岩沉积,界面上为普遍发育的河流相砾岩、粗砂岩夹泥页岩(图2)。该界面以广泛的河流回春、陆棚暴露并被深切谷充填与相的突变及向盆地迁移为特征,是火山岛弧的强烈隆

升与海平面快速下降造成的,属典型的Ⅰ类层序界面。

### 3.2 Ⅱ类层序界面

在硅质碎屑体系中,Ⅱ类层序界面多半为岩性、岩相结构转换面,既可见于碎屑岩与碳酸盐岩界面之间,例如第三个层序的底界面(图2),也发生于碎屑岩的岩相界面上。该界面上无相的突变、河流回春以及深水重力流沉积。界面上以加积为主或退积为主的向上变细变深序列的碎屑沉积,界面下为向上变粗变浅的进积序列的碎屑沉积。

在碳酸盐体系中,Ⅱ类层序界面也为岩性、岩相结构转换面,如图2中的第2层序底界面。该界面与初始海泛面重合,界面下为向上变浅的进积型海绵礁相组合,界面上为向上水体变深的退积型沉积序列,其中因海平面上升而造礁海绵呈串珠状、柱状生长,骨架之间的障积灰泥增加,代表一种水体向上加深的环境。

### 3.3 其他关键界面

这里主要包括初始海泛面和最大海泛面(mfs)、它们是划分体系域的关键界面。

(1)初始海泛面:在硅质碎屑体系中,初始海泛面上堆积的既可以是砂质沉积物,也可以是泥质沉积物,前者代表了初始的海进发生时,界面下沉积物和界面上的沉积物被强烈冲刷、剥蚀和簸选的高能量的水动力环境。后者多半具有以常见的生物扰动构造和生物数量、种类的增加为特征,暗示着水体变深的低能水动力环境。在碳酸盐体系中,主要见于多底沟组海绵礁组合中。界面下为礁后坪泥灰岩,界面上为礁核相海绵礁骨架灰岩。代表了海底波痕作用增强和水体加深的转变面。

(2)最大海泛面:不论是硅质碎屑体系还是碳酸盐体系,最大海泛面均为极薄层含生物泥灰岩。界面下为退积序列沉积,界面上为进积序列沉积。在铜山剖面上可见到界面上海绵礁灰岩向盆地方向发生下超的现象。

## 4 层序划分与体系域特征

基于Ⅰ类与Ⅱ类层序界面以及其他关键界面性质,建立了矿区晚侏罗世至白垩系层序地层年代格架,共识别出7个三级层序,其中1个Ⅰ类层序和6个Ⅱ类层序,其特征如下。

第1层序(SQ<sub>1</sub>):对应于却桑温泉组至多底沟组下部地层。层序底界面为Ⅰ类层序界面,属Ⅰ类层序。该层序三分结构明显。低水位体系域(LST)由深

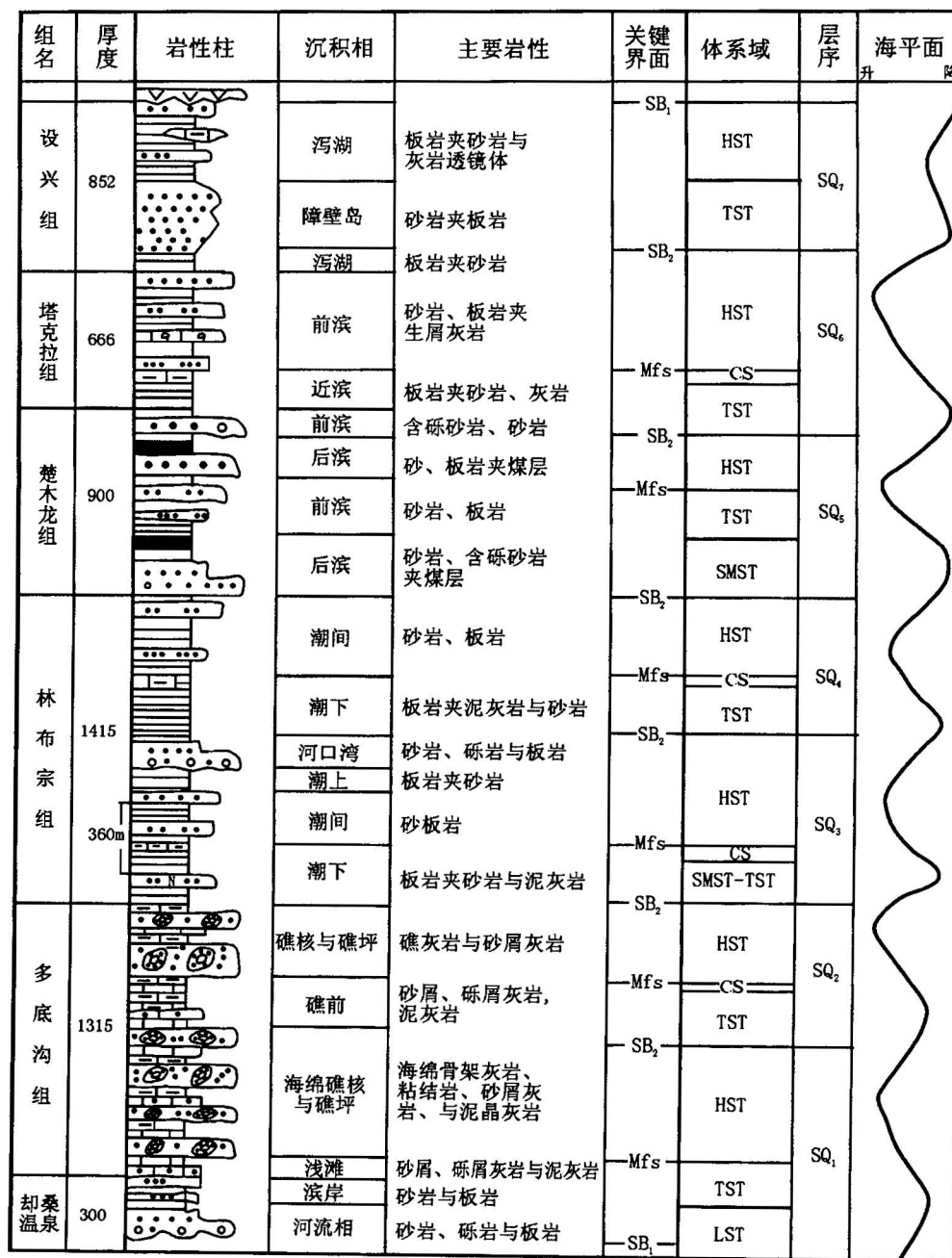


图 2 甲马弧内盆地上侏罗统至白垩系层序地层划分

Fig. 2 Sequence stratigraphy of Upper Jurassic-Cretaceous in Jiama intra-arc basin

切谷充填的广泛发育的河流相砾岩、含砾砂岩和砂岩夹泥页岩构成；海侵体系域(TST)为一套下部滨岸相细粒的砂、板岩与上部碳酸盐沉积，后者主要由浅滩相亮晶砂屑、砾屑和生物灰岩及泥灰岩构成。高水位体系域(HST)为4套海绵礁沉积旋回构成向上变粗变浅的进积序列的沉积；其中单个礁旋回均是向上变薄变浅的生态礁生长序列，旋回下部为海绵

礁核相的骨架灰岩、障积岩与粉砂岩，上部系礁坪相的砂屑、生屑泥晶灰岩和泥晶灰岩。

第2层序(SQ<sub>2</sub>)：对应于多底沟组上部地层。该层序为Ⅱ类层序，层序结构不完整，其以一套突然增厚的礁相沉积的出现为标志。海侵体系域由退积型沉积序列组成，下部为超覆在礁后坪相之上的水体变深的海绵礁灰岩。海绵礁灰岩以骨架障积岩和障积岩为主，串珠状、柱状等低能量生态特征的串管海

绵发育,生物骨架间的障积灰泥增多,这些暗示着海水加深,水动力能量变弱的海底环境。上部为礁前相的砂砾屑泥晶灰岩、生屑灰岩与泥灰岩等。沉积相从海绵礁相向礁前相的变化是海平面上升使礁相向陆迁移并上超在海绵礁核相灰岩之上的结果。高水位体系域主要由2套海绵礁旋回构成。下部礁旋回具正常生态礁向上生长变浅的序列,上部礁旋回则被陆源砂、泥及碎屑沉积物所抑制并中止。

第3层序(SQ<sub>3</sub>): 见于林布宗组下段。层序底界面为Ⅱ类界面,属Ⅱ类层序。该层序以大套的碎屑沉积的出现为特色。陆棚边缘体系域(SMST)与海侵体系域由潮下板岩夹细、粉砂岩组成,凝缩段为极薄层的泥灰岩。高水位体系域堆积一套自潮坪相到河口湾相演变的向上变粗变厚的进积型沉积,主要由砂岩、板岩夹砾岩、含砾砂岩构成。

第4层序(SQ<sub>4</sub>): 见于林布宗组上段。为Ⅱ类层序。该层序以单调的砂板岩夹泥灰岩沉积为主。其中海侵体系域为潮下板岩夹粉、细砂岩构成退积型的向上变细变深的沉积,凝缩段为含小个体双生物的泥灰岩;高水位体系域为由潮间砂板岩组成的向上变粗变厚的进积型序列的沉积。

第5层序(SQ<sub>5</sub>): 见于楚木龙组。层序底界面为Ⅱ类界面,属Ⅱ类层序。该层序以滨岸相砂岩夹煤层的突然出现为标志,具清晰的三分结构特点。自下而上分别为由后滨砾岩、砂岩夹煤层与板岩构成的陆棚边缘体系域,前滨砂板岩沉积的海侵体系域和由后滨厚块层砂砾岩夹板岩与煤层沉积组成的高水位体系域。

第6层序(SQ<sub>6</sub>): 见于楚木龙组近顶部至设兴组下部。该层序为Ⅱ类层序,以海侵滞留含砾砂岩与砂岩的突然出现为标志,由海侵体系域和高水位体系域构成,层序结构不完整。其中,海侵体系域堆积一套前滨至下滨的退积序列的板岩与含砾砂岩沉积。凝缩层为泥灰岩夹层。高水位体系域由碎屑岩夹生屑泥晶灰岩的沉积构成,具有明显的向上变粗变浅的序列,沉积相由前滨相至后滨相的变化。

第7层序(SQ<sub>7</sub>): 见于设兴组中上部,该层序的顶界面为Ⅰ类界面,底界面为Ⅱ类界面,属Ⅱ类层序,层序结构不完整。该层序以障壁岛的发育为特色,自下而上由海侵体系域与高水位体系域构成;前者为障壁岛砂岩夹板岩,后者为一套进积序列的泻湖相板岩夹砂岩与透镜体灰岩的沉积。

## 5 层序地层与成矿耦合

与上侏罗统多底沟组地表露头剖面所划分出的

2个三级层序一样(图2),在地下 ZK13 钻孔剖面中也可标定出2个三级层序(图3),这说明地表与地下层序地层格架的一致性。目前,在地表所观察到的海绵礁控矿特征在地下也能得到证明,正如图3所示的那样。从图3可知,在364.09m 孔深的 ZK13 孔上,发育着矿化类型有别、厚度不等、品位变化的 Cu 多金属矿体共计9层,它们分别出现在不同类型的层序和体系域中。首先,不同层序类型赋存着不同矿化特征的 Cu 多金属矿体,在第1层序中以厚度相对厚、品位较稳定的 Cu、Mo 矿体为特色,第2层序中以厚度相对薄、品位变化大的 Cu 矿体为特征。其深层次原因还有待进一步详细的研究工作。其次不同体系域的控矿机制也不同,不论第1层序(SQ<sub>1</sub>)还是第2层序(SQ<sub>2</sub>),它们的海侵体系域与高水位体系域均赋存着具工业价值的 Cu 多金属矿体。一个明显的差别是海侵体系域所产的矿体厚度比高水位体系域要

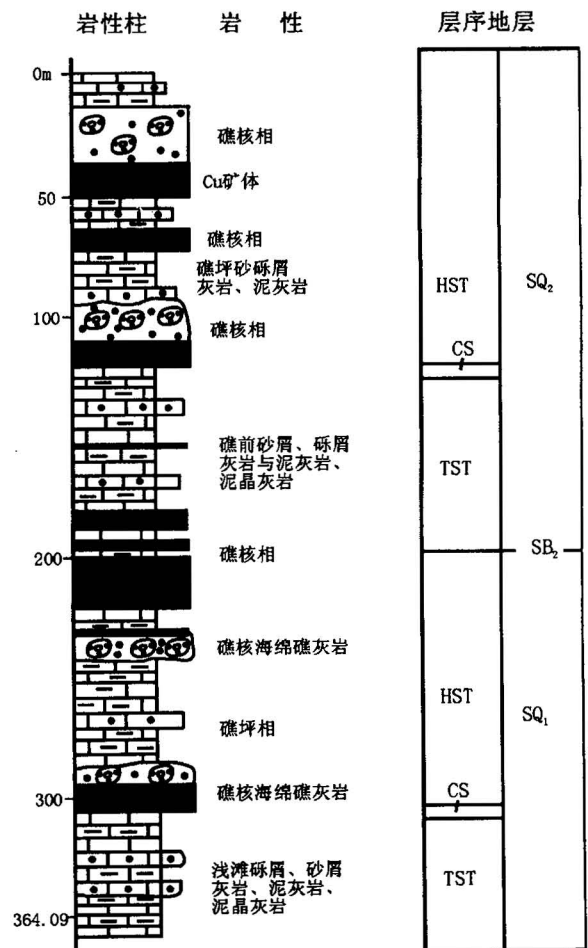


图3 层序地层与成矿耦合关系示意图

Fig. 3 The coupled relationship of sequence stratigraphy and mineralization

小得多,推测与不同成因的海绵礁孔渗结构有关。因为海侵体系域是在快速的海平面上升形成的,生物礁处于水动力相对弱和水相对深的沉积环境,造礁生物以串珠状、连环状的串管海绵为主,可捕集到更多的灰泥,这两者均可降低有效的骨架孔隙与增加岩石的软韧性。然而高水位体系域以海平面缓慢上升和下降为特点,在此期间所形成的海绵礁孔渗性更佳,由于处于水动力相对强和水相对浅的沉积背景,造礁生物以块状、柱状的纤维海绵和串管海绵为主,而骨架孔隙中灰泥少得多,从而增加了有效的骨架孔隙和增强了岩石脆性,脆性的岩石受后期成岩作用和构造作用的影响所产生的裂隙使成矿流体更易渗透。此外,在高水位时期的向上变粗变厚序列中更容易产生厚的礁灰岩或灰岩的趋势也是一个值得重视的因素。

综上所述,层序和体系域与成矿关系密切,赋矿层位受海绵礁灰岩的控制,高水位体系域中所发育的相对厚的海绵礁灰岩是成矿最佳场所。矿区主矿体就是产生于第2个层序的高水位体系域的上部。

### 参 考 文 献

- 巴苏雷 J P, 王乃文. 1984. 西藏拉萨北部地区的侏罗系和白垩系. 见: 李光岑, 麦尔西叶 J L 编. 中法喜马拉雅考察成果(1980). 北京: 地质出版社, 133~142.
- 杜光树, 姚鹏, 栗登造, 等. 1998. 喷流成因砂卡岩与成矿——以西藏甲马铜多金属矿床为例. 四川: 四川科学技术出版社, 1~283.
- Einsele G. 1993. 西藏日喀则白垩纪弧前盆地: 沉积物和盆地演化. 岩相古地理, 13(1): 30~31.
- 高延林. 1990. 青藏滇川地区印支期太平洋型古大陆边缘的特征. 地质学报, 64(3): 185~198.
- 桂训唐, 成忠礼, 王俊文. 1982. 西藏拉萨冈底斯岩带中酸性岩类的同位素研究. 地球化学, 3: 217~225.
- 李祥辉, 王成善. 1997. 特提斯喜马拉雅显生宙的超层序. 特提斯地质, 21: 8~30.
- 刘宝珺, 余光明. 1993. 雅鲁藏布江中新生代深水沉积盆地形成和演化(I)——喜马拉雅造山带沉积特征及演化. 岩相古地理, 13(1): 32~49.
- 马吕斯基 H, 普鲁斯特 F, 肖序常. 1984. 西藏南部外喜马拉雅山钙碱性岩浆作用的年龄: 利用 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 方法获得的初步结果. 见: 李光岑, 麦尔西叶 J L 编. 中法喜马拉雅考察成果(1980). 北京: 地质出版社, 321~326.
- 麦尔西叶 J L, 达包尼叶 P, 普鲁斯特 F, 等. 1984. 印度—欧亚碰撞带的西侧. 见: 李光岑, 麦尔西叶 J L 编. 中法喜马拉雅考察成果(1980). 北京: 地质出版社, 1~16.
- 潘凤雏, 栗登造, 姚鹏, 等. 1997. 西藏甲马喷流砂卡岩型铜多金属矿床特征. 西藏地质, 18(2): 62~75.
- 王松产. 1984. 西藏冈底斯火山弧东段林子宗火山岩系特征. 见: 李光岑, 麦尔西叶 J L 编. 中法喜马拉雅考察成果(1980). 北京: 地质出版社, 305~320.
- 黄泽光, 余琪祥, 袁玉松, 等. 1997. 西藏南部地区中生代盆地原型的划分. 西藏地质, 18(2): 55~67.
- 夏代祥, 刘世坤. 1997. 西藏自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~302.
- 肖秋苟, 黄宗和. 1997. 藏南拉萨、江孜、岗巴一定日三个盆地的油气远景分析. 西藏地质, 18(2): 47~54.
- 徐钰林, 万晓樵, 苟宗海, 等. 1989. 西藏侏罗、白垩、第三纪地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~147.
- 余光明, 王成善. 1990. 西藏特提斯沉积地质. 北京: 地质出版社, 1~257.
- 周详, 曹佑功. 1989. 西藏板块构造—建造图(1:50万)及说明书. 北京: 地质出版社, 1~235.

### References

- Basuoli J P, Wang Naiwen. 1984. Jurassic and Cretaceous form the northern Lhasa, in Tibet. In: Chang Chengfa, et al, ed. Expedite achievements of the China—France in Himalayan (180). Beijing: Geo. Pub. House, 133~142 (in Chinese).
- Du Guangshu, Yao Peng, Shu Dengkui, et al. 1998. Sedimentation-exhalation skarn and ore-formation—Example for the Jiama copper-polymetallic deposit, Xizang. Sichuan: Sichuan Sci. & Tech. Pub. House, 1~283 (in Chinese).
- Einsele G. 1993. The Xigaze forearc basin (Cretaceous, Tibet): Sediments and basin evolution. Sed. Faci. Paleogeol., 13(1): 30~31 (in Chinese with English abstract).
- Gao Yanlin. 1990. Natures of paleo-continental margins of the Indosinian Pacific-type in Tibet, Qinhai, Yunnan and Sichuan provances. Acta Geo. Sinica, 64(3): 185~198 (in Chinese with English abstract).
- Gui Xuntang, Chen Zhongli, Wang Junwen. 1982. Isotope of mid-acid granites in Gandese zone in Lhasa, Tibet. Ear. Chemi., 3: 217~225 (in Chinese with English abstract).
- Harris N B W, Xu Rong-hua, Lewis C, et al. 1988. Isotope geochemistry of the 1985 Tibet geotraverse, Lhasa to Golmud. In the geological evolution of Tibet. London, the Royal Society. 263~286.
- Li Xianghui, Wang Chengshan. 1997. Megasequences of Phanerozoic of Tethys in Himalayan. Tethys Geo, 21: 8~30 (in Chinese with English abstract).
- Liu Baojun, Yu Guangming. 1993. Formation and development of deep-water basins of the Mesozoic and Cenozoic in Yaluzhangbu River (I)——Characteristics and evolution of sedimentation of orogenic zones in Himalayan. Sed. Faci. Paleogeol., 13(1): 32~49 (in Chinese with English abstract).
- Malusky H, Poluster F, Xiao Xuchang. 1984. Ages of calci-alkalic magmasium in frontal Himalayan, south Tibet. In: Chang Chengfa, et al., ed. Expedite achievements of the China—France in Himalayan (180). Beijing: Geo. Pub. House, 321~326 (in Chinese).
- Mexical J L, Tapponnier P, Poluster F, et al. 1984. Western side of collision zone in India—Euroasian. In: Chang Chengfa, et al., ed. Expedite achievements of the China—France in Himalayan (180). Beijing: Geo. Pub. House, 1~16 (in Chinese).
- Pan Fengchu, Su Denkui, Yao Peng, et al. 1997. Natures of the Cu-polymetallic ore deposits of the exhalative skarns in Jiama, Tibet. Xizang Geo., 18(2): 62~75 (in Chinese with English abstract).
- Pearce J A, Mei Houjun. 1988. Volcanic rocks of the 1985 Tibet geotraverse, Lhasa to Golmud. Phil. Trans. R. Soc. Lond. Ann., 327: 168~200.

- Scharer U, Xu Ronghua, Allegre C J. 1984. U-Pb geochronology of Gangdese (Transhimalaya) plutonism in the Lhasa — Xigaze region, Tibet. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 69:311~320.
- Wang Songchan. 1984. Characteristics of volcanic rocks from east section in Gangdese zone, Tibet. In: Chang Chengfa, et al., ed. *Expedite achievements of the China—France in Himalayan (180)*. Beijing: Geo. Pub. House, 305~320 (in Chinese).
- Wang Zeguag, Yu Qixiang, Yuan Yusong, et al. 1997. Division of primary basins of Mesozoic and Cenozoic in south Tibet. *Xizang Geo.*, 18(2):55~67 (in Chinese with English abstract).
- Xia Daixiang, Liu Shikun. 1997. Lithological stratigraphy of the Tibet. Wuhan: Wuhan Pub. of China University of Geo., 1~302 (in Chinese).
- Xiao Qiugou, Huang Zonghuo. 1997. Analysis of potential of oil and gas in Lhasa, Jomzi and Ganba — Dinri basins, Tibet. *Xizang Geo.*, 18(2):47~54 (in Chinese with English abstract).
- Xu Yulin, Wan Xiaoqiao, Gou Zonghai, et al. 1989. Stratigraphy of the Jurassic, Cretaceous and Tertiary in Tibet. Wuhan: Wuhan Pub. of China University of Geo., 1~147 (in Chinese).
- Yu Guangming, Wang Chengshan. 1990. Sedimentary natures of the Tethys in Tibet. Beijing: Geo. Pub. House, 1~257 (in Chinese).
- Zhou Xiang, Cao Yougong. 1989. Maps and instructions of the plate tectonic and formation in Tibet. Beijing: Geo. Pub. House, 1~235 (in Chinese).

## Upper Jurassic—Cretaceous Sequence Stratigraphy and Mineralization in the Jiama Copper—Multi-metallic Mining Area of Tibet

PENG Yongmin<sup>1)</sup>, YAO Peng<sup>1)</sup>, LI Jingao<sup>2)</sup>

1) *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, 610083, Sichuan*

2) *Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lhasa, 850000, Tibet*

### Abstract

A sequence of active continental-margin sediments with the island-arc setting is accumulated in the Jiama intra-arc basin in the Gangdise belt of Tibet. It consists dominantly of littoral to neritic detrital rocks and sponge reef limestones. On the basis of the determination of type 1 and type 2 sequence boundary and other key boundaries, seven 3rd-order sequences, including one type 1 and six type 2 sequences, are recognized in the Upper Jurassic to Cretaceous. On that basis, the Late Jurassic to Cretaceous sequence stratigraphic age framework is established. The coupling relationship of sequence stratigraphy and mineralization is formulated. Study suggests that relatively thick spongy reef limestones developed in a highstand systems tract are optimum mineralization sites.

**Key words:** sequence stratigraphy; sponge reef; intra-arc basin; Jiama mining area; copper—multi-metallic Gangdise belt; Tibet