

西藏最新非碳酸盐海相沉积及其 对新特提斯关闭的意义

李祥辉 王成善 胡修棉

成都理工学院沉积地质研究所, 610059

内容提要 西藏南部珠穆朗玛峰北部的定日遮普惹山地区存在一套与过去识别的最新海相沉积不同的新地层——朋曲组。它与下伏遮普惹组呈整合接触,与上覆第四系呈不整合。识别的钙质超微化石带 NP15、NP16 和 NP20 将本区的最高海相层位提高到了始新世普里亚本末期(31 Ma),较之过去的认识推迟了 16~9 Ma。朋曲组为一套非碳酸盐沉积,总厚约 180 m,分为下部黄绿色页岩含砂岩和上部紫红色砂页岩两部分,系入海三角洲相。该套最新非碳酸盐海相沉积对东段新特提斯的关闭时间和方式具有重要参考价值,并概括为:①始新世鲁帝特期初期(巴基斯坦北部和印度西北部)→②普里亚本末期(西藏南部的仲巴—定日—岗巴)→③渐新世末期(塔里木海湾+印度—缅甸山岭地区—安达曼岛弧)→④中新世早期的末期(巴基斯坦 Katawaz 残留盆地)。

关键词 始新世 最新海相沉积 新特提斯关闭 遮普惹山 定日 西藏

中国大陆已经发现的海相第三系目前仅见于西藏南部(文世宣,1974;章炳高等,1983;郝诒纯等,1985;徐钰林等,1990;Willems et al., 1996)、新疆塔里木盆地周缘(唐天福等,1989;郭宪璞,1994)、西藏中、西部虽有零星出露(章炳高等,1979;李才等,1988;潘桂棠等,1990),但无良好露头。塔里木盆地周缘海相沉积可延续到渐新世末期(唐天福等,1989;郭宪璞,1994),西藏岗巴、定日地区的海相第三系遮普惹组或岗巴地区的宗浦北组页岩(Zongpubei Fm.) (Willems et al., 1996)稍晚于鲁帝特(Lutetian)期(郝诒纯等,1985;徐钰林等,1990)。万晓樵(1987)推测认为,岗巴地区遮普惹组上段页岩为已知西藏地区的最高海相层。这些地区特别是西藏岗巴、定日地区的海相第三系,常被视为特提斯在其东端的残留海沉积(余光明等,1990;吉磊,1995);并且,最高海相层位结束所代表的时间已用作新特提斯关闭的主要证据(Searle et al., 1987; Dewey et al., 1988; Liu et al., 1994),乃至将其对应的时间用来代表这一地区印度-巴基斯坦次大陆和亚洲大陆碰撞的启动时间(Rowley, 1996, 1998)。这里重点讨论其对新特提斯关闭的意义。

根据多年来青藏高原野外工作和现有资料,我们预测沿雅鲁藏布江南岸可能分布有新特提斯关闭

的有关非碳酸盐海相沉积。因此,在 1998~1999 年填图过程中,深入遮普惹山核部工作,并发现了该套非碳酸盐海相沉积。它整合于遮普惹组之上,由灰色、紫红色页岩和岩屑砂岩组成,既不同于宗浦组和遮普惹组灰岩,也不同于岗巴地区遮普惹组上段页岩或宗浦北组(Willems et al., 1993a, 1996)砂页岩,它极有可能是迄今为止这一地区乃至整个西藏真正最后时期的海相沉积记录。

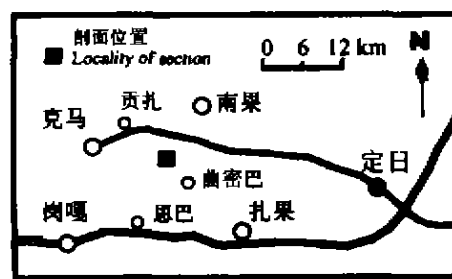


图1 西藏定日遮普惹山曲密巴剖面位置
Fig. 1 Locality of the Qumiba cross-section at the center of the Mt. Zhepure, western Tingri, Tibet

1 剖面描述

剖面位于曲密巴北西方向约 6.5 km、恩巴北东方向约 12 km 处(图 1),大致位于郝诒纯等

注:本文为国家自然科学基金(编号 49525203)研究成果。

收稿日期:2000-09-11;改回日期:2001-06-08;责任编辑:王增占、周健。

作者简介:李祥辉,男,1964年生,1995年于成都理工学院获博士学位,现为成都理工学院副教授,主要从事地层学及盆地分析科研、教学工作。通讯地址:610059,成都市二仙桥东三路1号;电话:028-4079527; E-mail: lxh588@octopus.cdl.edu.cn 或 leeschhui@yahoo.com。

(1985)或 Willems 等(1993b, 1996)工作的贡扎剖面东约 4 km。虽然, Li 等(2000)、李祥辉等(2000)新近对该剖面进行了报道并将这套地层命名为朋曲组, 但是其剖面描述中存在一些问题, 特别是钙质超微化石带和部分地层接触关系存在较大遗漏和偏差。我们通过对该剖面重新观测(图 2), 在新资料补充前提下, 现将修正后的剖面描述如下。

第四系 未固结砂砾堆积

~~~~~ 不整合 ~~~~~

#### 下第三系 朋曲组

##### 扎果段

20. 黄绿色钙质页岩, 产钙质超微化石<sup>1</sup> *Reticulofenestra umbilica*, *R. bisecta*, *Tribrachiatus orthostylus*, *Nannotetia fulgens*, *Cribrrocentrum reticulatum*, *Chiasmolithus modestus*, *Sphenolithus pseudoradians*, *S. radians*, *Coccolithus pelagicus*, *Micula decussata*, *Heliosphaera* sp. 等 1.5~3.0 m

---- 假整合 ----

19. 紫红色钙质页岩与紫红色薄层、中层钙质岩屑中细砂岩互层, 构成多个韵律, 砂岩中可见平行层理, 局部含砾。页岩中处理出钙质超微化石 *Sphenolithus pseudoradians*, *S. radians*, *Tribrachiatus orthostylus*, *Micrantholithus pinguis*, *Discoaster multiradiatus*, *D. barbadiensis*, *D. circularis*, *Coccolithus pelagicus*, *Micula decussata* 等, 见有孔虫<sup>2</sup> *Globigerina* sp., *Cibicides* sp. 58.0 m

18. 暗红、薄板状及微层状(0.5~5.0 cm)钙质岩屑细粒砂岩夹钙质页岩砂岩, 砂岩碎屑颗粒间(薄片)含有孔虫 *Globigerina* sp., 层产状 5"~29" 5.5 m

---- 假整合 ----

##### 恩巴段

17. 暗红、棕红色钙质页岩, 该层充填第 16 层上部冲坑, 产钙质超微化石 *Reticulofenestra bisecta*, *Sphenolithus radians*, *Lophodolichus naxiens*, *Neococcolithus proteus*, *Erusoma formosa*, *Neochiastozygus distenus*, *C. chiastus*, *Zygodiscus plectopons*, *Coccolithus pelagicus*, *Micula decussata* 等及有孔虫 *Cibicides* sp. 4.0 m

16. 黄绿色页岩或夹灰色薄层-中层岩屑细粒砂岩, 或与之互层, 可构成多个薄层-中层砂岩夹页岩→页岩夹砂岩向上变细旋回。页岩中产丰富钙质超微化石 *Reticulofenestra bisecta*, *R. umbilica*, *Heliosphaera compacta*, *H. bramletti*, *Chiasmolithus consuetus*, *Ch. solitus*, *Ch. expensus*, *Sphenolithus radians*, *Batholithus sparsus*, *Brarrudosphaera bigelowni*, *Markalius inversus*, *Cyclonargolithus floridanus* 等及有孔虫 *Loxkartha* sp. 20.0 m

15. 褐红色豆粒状沉积夹钙质页岩 0.3~0.6 m

14. 黄绿色页岩夹薄层灰色、浅灰色岩屑细粒砂岩

2.5 m

13. 浅灰色、蓝灰色下部中层(<30 cm), 上部厚层(60~80 cm)岩屑细粒砂岩, 平行层理发育。顶部为 10~30 cm 的薄层粉砂岩, 见砂纹层理 2.2 m

12. 灰色、黄绿色(钙质)页岩夹薄层灰色岩屑细粒砂岩, 中部砂岩增多。页岩与砂岩构成数百个韵律。砂岩底部见底模构造, 砂岩中可见砂纹层理, 层面上发育遗迹化石和舌形波痕。页岩中产大量钙质超微化石。上部样品(S12W5)中产钙质超微化石 *Reticulofenestra bisecta*, *Discoaster bifax*, *D. barbadiensis*, *Chiasmolithus* sp., *Cribrrocentrum reticulatum*, *Coccolithus pelagicus*, *Neochiastozygus chiastus*; 底部样品(S12W1, S12W2, S12W4)中以 *Nannoterina fugens*, *Chiasmolithus gigas*, *Sphenolithus radians*, *S. anarrhopus*, *Cribrrocentrum reticulatum* 为主, 次见 *Discoaster barbadiensis*, *Tribrachiatus orthostylus*, *Reticulofenestra bisecta*, *Batholithus sparsus*, *Brarrudosphaera bigelowni*, *Zygodiscus adams*, *Markalius inversus*, *Cyclonargolithus floridanus*, *Chiastozygus barbatus*, 底部样品中分析出有孔虫化石 *Lenticulina warmani*, *L. barbati*, *L. sp.*, *Prurghobulimina ovata*, *Globigerina patagonica*, *Globovalva* sp., *Quinqueloculina bicarinata* 及较多的腹足和介形虫化石。该层与第 13 层一起构成 2 个向上变粗的旋回 81.3 m

----- 整合 -----

#### 遮普惹组

11. 灰色块状有孔虫微晶灰岩, 常见化石 *Assilina dandotica*, *A. cf. subspinosa*, *Nummulites laevigatus*, *N. pengaromensi*, *Discoacyclina sowerbyi*, *Favacilolites* sp. 等 >15.0 m

## 2 化石和地层时代讨论

第 12 层样品 S12W1—S12W4 中处理出的钙质超微化石如 *Nannoterina fugens*, *Chiasmolithus gigas* 等分子属 NP15 超微化石带的典型分子, 具有时代意义, 其中也有一些较老时代的属种。在 12W5 和 16W1 样品中超微化石包括 *Discoaster bifax*, *D. barbadiensis*, *Chiasmolithus consuetus*, *Ch. solitus*, *expensus* 等是 NP16 带中最重要的属种之一。在 S17W1 和 S20W1 样品中分析出的超微化石常见分子 *Sphenolithus pseudoradians*, *S. radians*, *Cribrrocentrum reticulatum* 等是 Martini(1971)建立的钙质

① 钙质超微化石由中国地质大学徐钰林教授鉴定。

② 有孔虫化石由中国地质大学万晓樵教授和赵文金博士鉴定

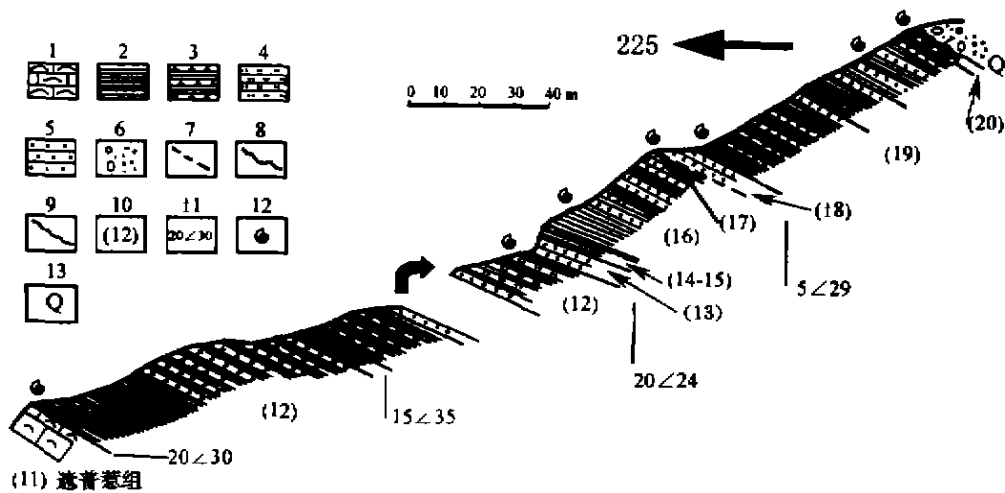


图2 西藏定日遮普惹山最新海相沉积曲密巴实测剖面

Fig. 2 The Qumiba cross-section measured at Mt. Zhepure of western Tingri, Tibet

1—有孔虫生物灰岩; 2—页岩; 3—钙质页岩; 4—粉砂岩; 5—砂岩; 6—砾石; 7—假整合; 8—不整合;  
9—暴露面; 10—分层编号; 11—岩层产状; 12—化石产出位置; 13—第四系

1 Foraminiferous bio-limestone; 2—shale; 3—calcareous shale; 4—siltstone; 5—sandstone; 6—gravel; 7—disconformity; 8—unconformity;  
9—exposed surface; 10—lithological unit number; 11—occurrence; 12—Locations of fossils 13—Quaternary

超微化石带 NP20 的标准分子。

上述钙质超微化石中除 *Sphenolithus pseudoradians* 外均无带化石。NP15--NP16 的钙质超微化石带的确立主要依据其中的重要组成分子。必须说明的是,第 17~20 层的 NP20 带中见 NP15~16 带中化石属种,它们属二次搬运沉积的结果。对于 *Sphenolithus pseudoradians*, Martini (1971) 将之作为 NP20 带的标准分子建带, Toker (1989) 也确立它为土耳其 NP20 带的标准化石分子。他们均认为其首次的出现为 NP20 的开始。尽管 Berggren 等 (1995) 认为 *Sphenolithus pseudoradians* 的最后消失(末现面)代表时间时面为 C10r (29.1 Ma), 这更加说明,该种的时间特性趋于变晚。由此,我们认为,本套地层的最高层位应当为 NP20, 即大致包括了始新世普里亚本期(C13r)。考虑第 19 层砂岩—页岩红色沉积与第 20 层之间的间断面, 明曲组的顶部所代表的海相最晚时间(第 20 层)可能会进入渐新世。

明曲组中的有孔虫化石 *Præglobobulmina ovata*, *Globigerina patagonica* 属于始新世早期的遗留分子, 另一方面 *Quinqueloculina bicarinata* 是始新世晚期的常见类型。此外, *Lenticulina warmani*, *L. barbati* 的时代可以延续到渐新世。由于上述有孔虫均非标准带化石, 所以, 无法准确与钙质超微化石带和年代地层进行对比, 但至少可以侧面证实这套地

层属于始新世中—晚期的沉积产物。

综合上述钙质超微化石和有孔虫化石组合的地质年代特征, 恩巴段第 12 层下部页岩 60 m 属于鲁帝特中期(NP15), 第 12 层上部砂—页岩和第 13~16 层 50 m 属于鲁帝特晚期—巴通早期(NP16)。而扎果段第 18~19 层则为普里亚本期(NP20)。期间缺失 NP17~19 的化石带。按照当前通用的 Berggren 等 (1995) 地质年代表及说明意见, NP20 带的地质年龄顶界大致为 34.2 Ma。因此, 西藏南部最高海相层位顶界的地质年龄应为 34 Ma 左右。

### 3 地层接触关系

(1) 底界整合(第 12 层与遮普惹组): 虽然第 12 层页岩与遮普惹组第 11 层灰岩岩性迥然不同, 具有岩性突变的特点(图 3), 但灰岩顶部并未见与暴露有关的沉积, 如风化壳或残积层, 也未发现侵蚀冲刷痕迹或断层证据, 而且第 12 层底部有孔虫化石与遮普惹组灰岩中的有孔虫化石组成分子存在过渡特点, 未缺化石带。说明其接触关系应为整合接触。

(2) 扎果段与恩巴段(紫红色段与灰色段): 野外露头显示, 第 17 层紫红色页岩与其下第 16 层的黄绿色页岩、砂岩之间为一不整合面, 其间缺失钙质超微化石带 NP17~19, 结合其岩相相似性的特点, 其接触关系应为假整合接触。



图 3 西藏定日遮普惹山曲密巴剖面遮普惹组灰岩与朋曲组砂页岩的接触关系野外照片

Fig. 3 Photograph showing the contact relationship between the Zhepure Formation and Pengqu Formation at the Qumiba cross-section, Tugri, southern Tibet

(3)第 20 层与下伏地层(紫红色段与顶部黄绿色页岩层);露头上第 20 层黄绿色页岩与第 19 层紫红色砂页岩间明显存在不整合面,界面起伏局部范围高差可达 2 m 以上,上覆页岩的页理与界面斜交。根据两者的化石带面貌,认为其接触关系为假整合。

(4)顶界不整合(第 20 层与第四系):该界线不整合关系明显。上覆第四系为未固结角砾、砂泥堆积,下伏地层顶部为黄绿色页岩,中、下部为紫红色砂岩和页岩,属始新世。二者之间不仅由十分清楚的侵蚀面分隔,而且缺少了新第三系的沉积。

## 4 沉积环境

深入研究表明,这套沉积缺少残留海浊流相标志,只具有内海三角洲相的特点,并可区分前三角洲亚相和三角洲前缘亚相。

### 4.1 前三角洲亚相(下部恩巴段)

由第 12~16 层组成,主体为灰色、黄绿色页岩夹薄层细砂岩,向上砂岩增加,但上部总体砂岩与页岩之比不超过 1/2~1/4,总厚约 105 m。砂岩基本为含有孔虫生物碎屑的岩屑砂岩,其碎屑颗粒不仅有大量石英、岩屑,而且还有较多的长石碎屑。岩屑成

分复杂,如碳酸盐岩、硅质岩、变质石英岩、砂岩、泥质岩和中-基性火山岩的碎屑,火山岩岩屑最多可达 9%。细砂岩无论是单层厚度还是总厚度均较薄,单层者 3~5cm 居多。碎屑多为次棱角状,分选中等。部分砂岩层面上可见浅水虫迹和蛇状波痕,底面见底冲刷构造。第 13 层粉砂岩中发育砂纹层理,细砂岩中可见平行层理、冲洗层理和双向斜层理。砂岩与页岩常呈(粉)砂-页岩韵律偶对产出。页岩中某些层位产丰富的钙质超微化石,砂岩中见少量有孔虫。

### 4.2 三角洲前缘亚相(上部扎果段)

由第 17~19 层的紫红色页岩、岩屑砂岩和第 20 层为黄绿色页岩组成。砂岩的碎屑结构和成分与恩巴段前三角洲亚相相似,但单层岩层厚度较厚,一般 10~30 cm,碎屑颗粒较粗或为不等粒砂岩,细粒-粗粒砂岩均有。砂岩与页岩互层形成若干沉积旋回,砂岩与页岩之比大致为 1/4~1/5。砂岩层普遍向南西方向进积,局部页岩层产钙质超微化石和少量有孔虫。尽管第 20 层为厚度小于 4 m 的黄绿色页岩,考虑其中产出海相超微和有孔虫化石,该层归属三角洲前缘亚相前积层的陆棚端较为合理。

严格地说,这套非碳酸盐最高海相沉积并不是典型的三角洲环境产物,尤其缺少三角洲前缘分支

河道、砂坝及三角洲平原相标志。但就几方面来讲将其定为陆棚相、河口湾或深海浊流相也无证据,选择三角洲相更为合适。①:砂—页岩韵律常见于深海浊流沉积、外陆棚(中—深缓坡)、前三角洲及潮坪环境。从以上描述来看,曲密巴剖面下部恩巴段中发育的砂—页岩韵律无鲍玛序列和风暴组构,也无潮坪环境沉积。砂岩中砂纹层理、蛇状波痕、浅水遗迹化石等沉积构造显示具有浪基面之下前三角洲(内陆棚环境位置)特点。尽管朋曲组总体上表现向上为变粗旋回,但各次级旋回和韵律主要为向上变细,与海底扇单个向上变粗旋回不同。②:砂岩的磨圆度和分选性较差也表明这套沉积不具有陆棚、潮坪、浊流环境特征。③:化石组成显示,其时古生物群落门类分异度较低,仅见钙质超微和有孔虫微体化石,未见大化石。其中,有孔虫只有6属8个种。虽然钙质超微化石可识别出27属66种(徐钰林,2000),属种的分异度和丰富度均较高,但毕竟钙质超微化石属营浮游生活,并不代表整个生态环境。从另一个角度说,这种高分异度和丰富度钙质超微化石的发育表明该三角洲体系与残留的新特提斯东部海洋有广阔的联系,并且这种残留型三角洲的背景可能是一个开阔的海湾。

总体而言,这套地层的沉积组合和沉积背景可以同Graham等(1975)、Dickinson(1980)及Ingersoll(1988)的残留海模式进行比较,属于(与大陆碰撞有关的)大洋关闭残留海三角洲阶段的沉积产物。

## 5 新特提斯关闭的意义

众所周知,新特提斯关闭是新生代以来地球表面大洋和陆地演化史中的重要地质事件之一。由于非洲板块的北移与欧亚板块的欧洲部分碰撞,新特提斯于白垩纪末—第三纪初(约66 Ma)已经在西段(阿拉伯、意大利、巴尔干、希腊、土耳其)关闭。但是,东段新特提斯的最初关闭发生在巴基斯坦北部和印度西北部的Hazara (Bossart et al., 1989)、Zanskar (Searle et al., 1987; Gaetani et al., 1991)等地区,时间是始新世中期的鲁帝特期初期(约50 Ma)。尔后发生在中段喜马拉雅地区(西藏的仲巴、定日),时间被推定为鲁帝特期(万晓樵,1987;李才等,1988;Willems et al., 1996),Liu等(1994)推测这一地区新特提斯沉积史结束发生在渐新世和中新世,但并无证据。东部特提斯无论是喜马拉雅西段Hazara、Zanskar地区还是中段定日、岗巴地区,至今为止尚未有特提斯关闭的准确年代,多数研究者未能定年到阶

一级,即使到阶一级也仅限于鲁帝特阶。

本文公布的这套海相非碳酸盐地层及其准确定年对新特提斯在西藏南部(喜马拉雅中段)的最后关闭时间和方式提供了依据。如上所述,本套最新海相地层顶部的钙质超微化石带为NP20。考虑其顶部还可能被剥蚀掉部分沉积,因此,我们认为计算其结束时间可以按该化石带的顶部时间面进行,即新特提斯在珠穆朗玛峰以北定日地区的关闭时代为始新世普里亚本末期。按照Breggren等(1995)的地质年代和年龄方案,其关闭的最后时限应约为34 Ma。

由此,我们将东段新特提斯的关闭时间和方式概括为(图4):①鲁帝特期初期(约50 Ma),最初关闭发生在巴基斯坦北部和印度西北部的Hazara、Zanskar等地区;②之后,关闭向中段喜马拉雅迁移,至普里亚本末期(约34 Ma),关闭延至西藏南部的仲巴、定日,乃至岗巴地区;③渐新世末期(约24 Ma),新特提斯的海水完全退出塔里木海湾地区,与此同时,关闭在喜马拉雅东段的印度—缅甸山岭地区(Indo-Burmese Range)和安达曼岛弧(Andaman Island Arc)地区完成(Acharyya, 1991)。在此之前到始新世晚期塔里木海湾与巴基斯坦Katawaz残留海盆可能存在一狭窄的海峡使二者相通;④中新世早期的末期(约16 Ma),巴基斯坦Katawaz残留盆地彻底关闭(Qayyum et al., 1997a, 1997b)。这种东段新特提斯的关闭时间和方式同时也暗示,印度次大陆与亚洲板块的碰撞时间较之关闭时间要早,碰撞方式也是西早东晚,具有穿时性。

## 6 结论和讨论

野外地质调查表明,西藏南部珠穆朗玛峰以北的定日遮普惹山地区存在一套与本区过去识别的最高海相沉积完全不同的新地层——朋曲组(李祥辉等,2000)。通过深入研究,我们得出如下认识:

(1)朋曲组与下伏遮普惹组呈整合接触,顶部与第四系为不整合关系,内部存在2个(平行不整合)间断面。

(2)此套新发现的非碳酸盐最新海相沉积总厚约180 m,分为下部黄绿色页岩含砂岩和上部紫红色砂页岩两部分,系入海三角洲相,可区分为前三角洲和三角洲前缘亚相。

(3)朋曲组中识别的钙质超微化石带NP15、NP16和NP20将西藏地区的最高海相层位提高到了晚始新世普里亚本末期(约34 Ma),较之过去普遍推测认为的50~45 Ma推迟了16~9 Ma。

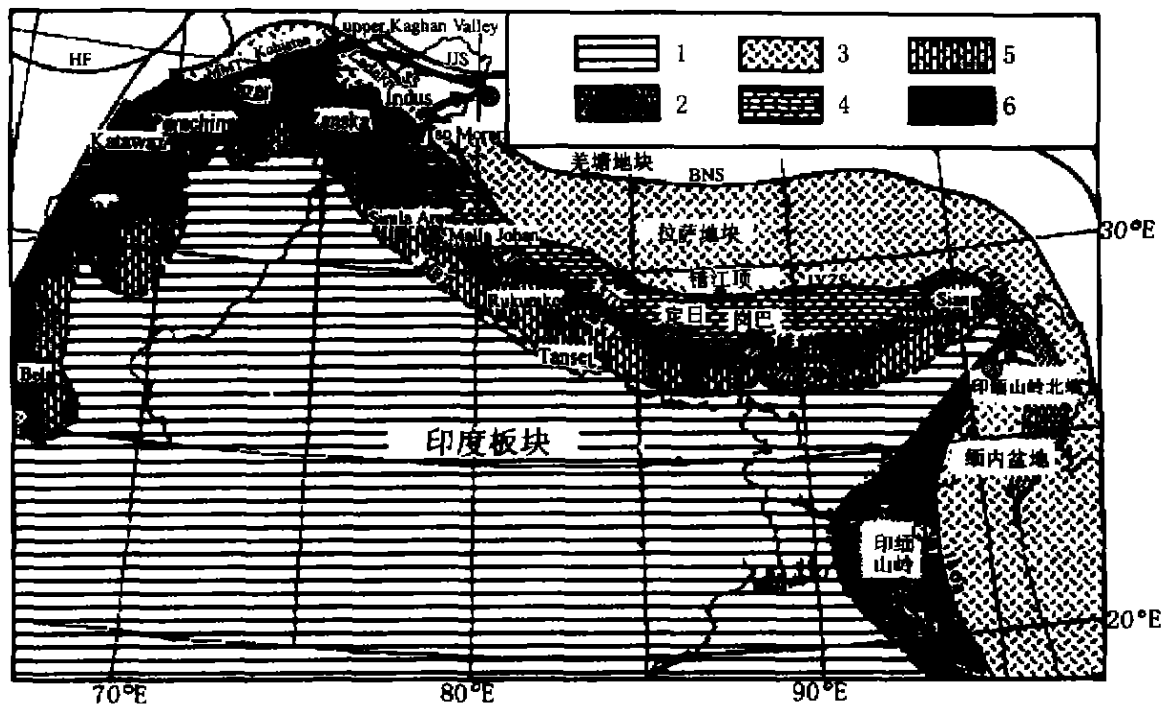


图 4 东段新特提斯关闭时间次序概略图(底图据 Rowley, 1996)

Fig. 4 Sketch of sequential closure in the eastern Neo-Tethys Sea (based on Rowley, 1996)

1—印度板块; 2—高喜马拉雅结晶岩带; 3—克斯坦-拉达克-冈底斯陆弧混杂体; 4—特提斯大陆边缘沉积; 5—亚喜马拉雅; 6—马兰-印缅增生复合体(MBT—主边界断裂; MC—主中央断裂; STD—藏南拆离面; BMS—Bela—Muslumbagh 缝合带; IYZS—印度-雅鲁藏布缝合带; IBOB—印缅蛇绿岩带; BNS—班公错-怒江缝合带; JJS—金沙江缝合带; MMT—主地断裂; SS—Shyok 缝合带; ●—最高海相层位主要露点; →—新特提斯海水退出方向

1—Indian Plate; 2—main crystalline sequence; 3—Kohistan-Ladakh-Gandise-Arc complex; 4—Tethyan continental margin sediments; 5—lesser Himalayan metasediments; 6—Makran-Burman accretionary complex; MBT—main boundary thrust; MC—main central thrust; STD—south Tibetan detachment; BMS—Bela—Muslumbagh suture; IYZS—Indus—Yarlung Zangbo suture; IBOB—Indo—Burman ophiolite belt; BNS—Bangsang Cu—Nujiang suture; JJS—Jinsha River suture; MMT—main mantle thrust; SS—Shyok suture; ●—Eocene localities associated with India—Asia collision; →—direction of sea water withdrawing

(4) 东段新特提斯的关闭演化史为: ① 鲁帝特期初期(46 Ma) 巴基斯坦北部和印度西北部 → ② 普里亚本晚期(约 34 Ma) 西藏南部的仲巴-一定日(一岗巴) → ③ 渐新世末期(约 24 Ma) 塔里木海湾 + 印度-缅甸山岭地区-安达曼岛弧 → ④ 中新世早期的末期(约 16 Ma) 巴基斯坦 Katawaz 残留盆地。这种关闭时间及方式与印度次大陆同亚洲板块的西早东晚穿时性碰撞观点吻合。

但是, 关于这套最新海相非碳酸盐沉积仍存在一些值得深入探讨的问题。

同属三角洲沉积并都与广海相连, 前三角洲亚相的颜色为灰色调, 三角洲前缘亚相却呈红色调。事实上, 上部扎果段和下部恩巴段中的砂岩成分甚至填隙物基本相同, 产出化石的情况也相似。是什么原因造成这种颜色的差异呢? 是气候还是成岩作用, 抑或洋流造成尚需要进一步研究。

按照 Graham 等(1975) 残留海关闭的沉积建造层序与同造山缝合关系模式, 残留三角洲体系之下是残留海盆的浊积复理石相, 之上为磨拉石相及变形的复理石地层。本区所出露的地层明显缺乏上下沉积体系。磨拉石建造尚能解释, 即可能被剥蚀掉, 或者被推覆到更远的北部(甚至雅鲁藏布江以北)。残留海盆浊流沉积的缺失却很难解释, 因为朋曲组与下伏遮普惹组呈整合接触。如可能的话, 也只能在东部或东南部存在相变。可见, 在该区及邻区的地质填图工作中应当注意寻找第三纪残留型浊积岩。

值得注意的是, 岗巴地区在遮普惹组之上出露有类似的沉积, 只不过含有碳酸盐成分。这套类似沉积也分为下部灰色段和上部红色段两部分, 但所属时代有较大的差异。万晓樵(1987) 认为含这套沉积的遮普惹组上段属于鲁帝特期, 并推测可以到普里亚本期; 而 Willems 等(1993a) 则将之命名为宗浦北

组(Zhepubei Fm.),主要依据下部宗浦组(Zongpu Fm.)的时代推论其属始新世早期。根据岗巴与定日的古地理分区、沉积盆地背景和伏沉积地层特征,我们认为,岗巴地区的最新海相沉积的时代应当与定日的相同,换言之,岗巴、定日两地的最新非碳酸盐海相沉积都可能是新特提斯关闭时的同期沉积,岩相可能相同,也可能存在局部差异。这有待于将来进一步工作时注意。

参加野外工作的还有罗红民、刘志飞、熊寿林和加拿大Laval大学的Hebert Rejean教授,在此表示感谢!

### 参 考 文 献

- 郭宪璞. 1994. 论塔里木盆地西部海相古新统划分. *地质论评*, 40(4): 322~329.
- 郝治纯, 万晓樵. 1985. 西藏定日的海相白垩, 第三系. *青藏高原地质文集*(17). 北京: 地质出版社, 227~231.
- 吉磊. 1995. 西藏岗巴地区始新统遮普惹组的沉积微相和沉积环境. *沉积学报*, 13(增刊): 88~95.
- 李才, 徐仲勋. 1988. 西藏岗底斯西段海相始新世地层的发现及其地质意义. *中国区域地质*, 1: 71~73.
- 李祥辉, 王成善, 胡修棉, 等. 2000. 朋曲组——西藏南部最高海相层位一个新的地层单元. *地层学杂志*, 24(3):
- 潘桂荣, 王培生, 徐耀荣, 等. 1990. 青藏高原新生代构造演. *地质专报*(9). 北京: 地质出版社, 190.
- 唐天福, 杨恒仁, 蓝秀, 等. 1989. 新疆塔里木盆地西部白垩纪至早第三纪海相地层及含油性. 北京: 科学出版社, 1~0.
- 万晓樵. 1987. 西藏第三纪有孔虫生物地层学及古地理. *武汉地质学院(北京研究生院)院刊*, 1: 47~47.
- 文世宣. 1974. 珠穆朗玛峰地区的地层: 白垩系, 第三系. *珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966~1968)*, 地质. 北京: 科学出版社, 148~212.
- 徐钰林. 2000. 西藏南部早第三纪钙质超微化石及东特提斯在西藏境内的封闭时限. *现代地质*, 14(3): 255~262.
- 徐钰林, 万晓樵, 苟宗海, 等. 1990. 西藏侏罗纪、白垩纪、第三纪地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 147.
- 余光明, 王成善. 1990. 西藏特提斯沉积地质. *地质专报*(三), 121. 北京: 地质出版社, 185.
- 章炳高, 耿良玉. 1983. 西藏南部早第三纪地层的再认识. *地层学杂志*, 7(4): 310~312.
- 章炳高, 穆西南. 1979. 西藏雅鲁藏布江以北海相第三系的发现. *地层学杂志*, 3(1): 65~66.
- Dewey J F, Robert F R S, Shackleton R M, et al. 1988. The tectonic evolution of the Tibetan Plateau. *Phil. Trans. R. Soc. London*, A327: 373~413.
- Dickinson W R. 1980. Plate tectonics and key petrologic associations. *Geological Association of Canada Special Paper*, 20: 341~360.
- Gaetani M, Garzanti E. 1991. Multicyclic history of the northern India continental margin (northwestern Himalaya). *AAPG Bull.*, 75(9): 1427~1446.
- Graham S A, Dickinson W R, Ingersoll R V. 1975. Himalaya—Bengal modal for flysch dispersal in Appalachian—Quachita system. *GSA Bull.*, 86: 273~286.
- Guo Xianpu. 1994. The stratigraphic division of the marine Paleocene in the western Tarim basin. *Geological Review*, 40(4): 322~329 (in Chinese with English abstract).
- Ingersoll R V. 1988. Tectonics of sedimentary basins. *GSA Bull.*, 100: 1704~1719.
- Li X-H, Wang C-S, Hu X-M, et al. 2000. Discovery of the latest marine non-carbonate sediment western Tigris, southern Tibet. *Earth Science Frontiers*, 71(Suppl): 54~55.
- Liu G, Einsele G. 1994. Sedimentary history of the Tethyan basin in the Tibetan Himalayas. *Geol. Rundsch*, 83: 32~61.
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farnacci A. ed. *Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma, 1970*. Edizioni Tecnoscienza, Rome, 739~746, 749~785.
- Qayyum M, Lawrence R D, Niemi A R. 1997a. Discovery of the palaeo-Indus delta-fan complex. *Journal of the Geological Society, London*, 154: 753~756.
- Qayyum M, Lawrence R D, Niemi A R. 1997b. Molasse-Delta-Flysch Continuum of the Himalayan orogeny and closure of the Paleogene Katarawaz Remnant Ocean, Pakistan. *International Geology Review*, 39: 861~875.
- Rowley D B. 1996. Age of initiation of collision between India and Asia: A review of stratigraphic data. *Earth and Planetary Science Letters*, 145: 1~13.
- Rowley D B. 1998. Minimum age of initiation of collision between India and Asia north of the Everest based on the subsidence history of the Zhepure Mountain section. *The Journal of Geology*, 106: 229~235.
- Searle M P, Windley B F, Coward M P, et al. 1987. The closing of Tethys and tectonics of the Himalaya. *GSA. Bull.*, 98: 678~701.
- Toker V. 1989. Standard Palaeocene—Eocene calcareous nannoplankton zonation of Turkey. In: Crux J A, Haq S E V. eds. *Nannofossils and Their Applications*. Ellis Horwood Limited. The British Micropalaeontological Society, John Wiley & Sons Limited, 311~326.
- Willems H, Zhang B. 1993a. Cretaceous and Lower Tertiary sediments of the Tibetan Tethys Himalaya in the area of Gamba (South Tibet, PR China). *Ber FB Goewiss Univ Bremen*. 38: 3~27.
- Willems H, Zhang B. 1993b. Cretaceous and Lower Tertiary sediments of the Tibetan Tethys Himalaya in the area of Tingri (South Tibet, PR China). *Ber FB Goewiss Univ Bremen*. 38: 28~47.
- Willems H, Zhou Z, Zhang B, Grafe K-U. 1996. Stratigraphy of the Upper Cretaceous and Lower Tertiary strata in the Tethyan Himalayas of Tibet (Tingri area, China). *Geol. Rundsch*, 85: 723~754.

### References

- Acharyya S K. 1991. Late Mesozoic—Early Tertiary basin evolution along the Indo—Burmese Range and Andaman Island arc. In: Tandon S K, Panr C C, Casshyap S M. eds. *Sedimentary Basins of India: Tectonic Context*. Gyanodaya Prakashan, Nainital, India, 104~130.
- Bossart P, Otriger R. 1989. Rocks of the Murree Formation in northern Pakistan; Indicators of a descending foreland basin of Late Paleocene to Middle Eocene. *Eclog. Geol. Helv.*, 82(1): 133~203.
- Breggren W A, Kent J V, Swisher III C, et al. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Breggren W A, Kent D V. eds. *Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Spec. Publ., 54: 129~218.

## Latest Non-carbonate Marine Sediment in Tibet: Significance to Closure of the Neo-Tethys Sea

LI Xianghui, WANG Chengshan, HU Xiumian

*Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059*

### Abstract

A latest non-carbonate marine sediment is discovered recently at the Qumiba cross-section, which is located at the northwestern flank of the Zhepure Shan Syncline, western Tingri, southern Tibet (over 100 km north to Mt. Qomolangma). It is different from the underlying blocky limestones, and is named as the Pengqu Formation, which is subdivided into two members; the Enba Member at the lower part, and the Zhaguo Member at the upper part. It is conformable with the underlying Zhepure Formation (or Zongpu Formation in Gamba), and unconformable with the overlying Quaternary gravels. The nannofossils NP15 ~ 16 and NP20 and foraminiferal fossils show that the stratum can be dated as the early Lutetian to Priabonian (ca. 34 Ma), which means that the marine sedimentary history in southern Tibet ended at ca. 34 Ma. The non-carbonate sediment, totalling 180 m in thickness, is composed of grey and purple shale, fine lithoclastic sandstone and siltstone that vary in fossil, lithology and sedimentary facies from the analogues in Gamba. Its sedimentary lithology, structures, and cyclic features indicate that it could have been deposited in a delta in a remnant sea. The palaeo-communities and ecology of the nannofossils and foraminiferal fossils demonstrate that the remnant eastern Tethys Sea had been broadly open to east in southern Tibet during the time. The above description and explanation provide us with a new light in the interpretation of the last closure time and way of the Neo-Tethys Ocean. The sequence of the closure may be interpreted as follows: ① Hazara—Zanskar of northern Pakistan and northwestern India at the earliest Lutetian; ② Zhongba—Tingri (and Gamba) at the terminal Priabonian; ③ Tarim Gulf-Indo-Burmese Range—Andaman Island Arc at the terminal Oligocene; and ④ the Katawaz remnant basin at the terminal early Miocene.

**Key words:** Eocene; latest marine sediment; closure of the eastern Neo-Tethys; Mt. Zhepure; Tingri, Tibet

## 马来西亚石灰岩工程地质

Tan Boon-Kong

马来西亚 Kebangsaan 大学科学技术学院地质系, 万宜, 马来西亚

石灰岩在马来西亚广泛分布。石灰岩分布区具有独特的地形和喀斯特形态, 如拔地而起巍然耸立的陡峭悬崖和千姿百态的塔状地下灰岩岩基, 令人兴趣盎然。本文讨论了灰岩山丘和基岩的喀斯特形

态及与其有关的工程地质问题。岩崩、落水洞、溶洞等是其中一些与灰岩区有关的常见的工程地质问题。个别案例附图加以说明。最后讨论了灰岩的岩石力学特性。

## 捷克共和国摩拉维亚喀斯特工程地质问题

Samaliková Milena

Duke 工程和服务公司, 布尔诺 65856, 捷克

摩拉维亚喀斯特区是中欧著名的喀斯特地区之一, 它位于捷克共和国东部摩拉维亚。根据地质调查, 其时代是泥盆纪, 主要由不同类型的灰岩组成。喀斯特化过程仍在进行。此地区有许多岩洞, 洞中有丰富的石笋、钟乳石, 还有深达 138.5 m 的旅游胜地 Macocha 陷坑。Punkva 地下河流过此喀斯特的主要部分, 形成美丽的地下湖泊。

在地表可见喀斯特落水洞、深峡谷等典型的喀斯特现象。由于喀斯特化、流水侵蚀和冰冻风化, 产生了许多不稳定的陡坡和峭壁。从岩土工程角度解决稳定性问题不是一件容易的事, 这需要专门的工程地质知识和经验。