

[文章编号] 1671-9727(2005)05-0466-08

羌塘盆地侏罗纪双壳类化石组合及古环境

陈 兰^{1,2} 伊海生³ 胡瑞忠¹ 钟 宏¹ 时志强³

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 成都理工大学沉积地质研究院, 成都 610059)

[摘要] 海相侏罗系是羌塘盆地发育最全、分布最广泛的沉积层系。作者根据详细的野外地质工作, 收集了典型剖面的岩相、沉积构造和大量的化石, 并借鉴、总结前人的研究成果, 对该区双壳类生物地层进行较系统的、全面的分析研究, 划分了五个双壳类化石组合: *Camptonectes auritus-Pteroperna costatula*, *Eomiodon angulatus-Isognomon (Mytiloperna) bathonica*, *Camptonectes laminatus-Anisocardia beaumonti*, *Anisocardia tenera-Modiola biparta* 以及 *Gervillia aviculoides-Radulopecten fibrosus*; 认为该区雁石坪群的时代从巴柔期至牛津-基末里期, 从而建立起生物地层格架及年代地层格架。根据沉积标志以及典型的化石组合, 探讨了研究区古地理环境, 并识别出滨海、潮坪、泻湖、碳酸盐台地以及碳酸盐缓坡等古沉积环境, 揭示了各时期自然地理状况, 对探索东特提斯地区的构造演化和双壳类的生态演变都有重要的意义。

[关键词] 侏罗纪; 雁石坪群; 双壳类; 古环境; 羌塘盆地

[分类号] Q911.6 [文献标识码] A

青藏高原是全球特提斯构造域的一个重要组成部分, 这一地区是中国境内中-新生代海相地层分布最广的地区。唐古拉山地区侏罗纪地层发育良好, 层序清楚, 构造简单, 化石丰富, 是中国侏罗系研究的重要地区。历年来许多研究者在该地区从不同研究角度做过大量地质工作, 积累了丰富的资料。同时, 在藏北羌塘盆地的石油勘探中, 侏罗纪地层是一个极为重要的勘探目标^[1]。尤其是大规模的石油地质调查及新一轮 1: 250 000 区域地质调查, 极大地提高了该区的研究程度, 对侏罗系岩石地层以及年代地层做出了前所未有的贡献。本区具有丰富的海相双壳类和腕足类化石, 并有含淡水双壳类的陆相夹层。故研究这些地层对于探索“世界屋脊”的古地理变迁、海陆交互相地层以及海相和陆相地层的对比是很有意义的^[2]、阴家润^[3]等根据生物组合和沉积环境分析

认为: 唐古拉山地区的双壳类和东特提斯 (East Tethys) 地区, 如西藏东部洛隆, 云南保山、思茅兰坪, 缅甸北山 (Northern Shan States), 泰国呵叻 (Khorat) 地区的海相和非海相双壳类有非常相近的面貌和古生态环境。因此, 唐古拉山地区双壳类生物地层的进一步研究, 对于促进海相地层、海陆交互相地层、陆相地层之间的对比, 进一步提高中国侏罗纪海相地层和西欧侏罗系典型地区的对比程度, 从而展示洲际大陆间侏罗系对比的可能性都很有意义^[4]; 同时, 该区侏罗系的进一步划分与对比, 对于探索东特提斯地区的构造演化和双壳类的生态演变都有不可低估的价值。

1 地质背景

藏北羌塘盆地侏罗系雁石坪群的典型剖面位于青藏公路雁石坪镇一个大型向斜的北翼, 地层

[收稿日期] 2005-01-14

[基金项目] 国家重点基础研究发展计划项目 (G1998040801-5); 中国地质调查局资助项目 (200013000147)

[作者简介] 陈兰 (1975-), 女, 博士研究生, 主要研究方向: 沉积学及有机地球化学。 (E-mail: cllc-10@163.com)

厚度约 4 000 m, 地层南倾, 倾角 $50^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。剖面底部为一东西向断层斜切, 顶部为一向斜, 地层出露不全(图 1)。与下伏三叠系呈断层接触, 上部由索瓦组组成向斜, 基本控制了中侏罗统各组 and 上侏罗统索瓦组的厚度。据青海省 1:200 000 区域地质调查资料, 依据大量化石, 结合岩石组合、岩性特征、沉积旋回的研究, 将唐古拉山地区雁石坪群划分为 6 个组, 从下向上依次为雀莫错组(J_2q)、玛托组(J_2m)、温泉组(J_2w)、夏里组(J_2x)、索瓦组(J_3s)和扎窝茸组(J_3z)。在 2001~2002 年我们重测了雁石坪西山的标准剖面, 剖面代号 Sp, 分成 45 层, 未见顶, 沉积厚度达 3 120 m。补测了雁石坪东山剖面(编号 Dp)和向斜南翼剖面(编号 Pp)。该区中侏罗统主要分布紫色、灰紫色、灰色及杂色砂岩、粉砂岩、灰岩, 上侏罗统为深灰色厚层状泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、亮晶砂屑灰岩和灰绿色、深灰色钙质泥质粉砂岩, 具有雁石坪群典型的“三砂夹两灰”的沉积特征, 交错层理、水平层理、浪成波痕、重荷模等沉积构造发育(图 2)。

2 生物地层

雁石坪地区化石比较丰富, 盛产双壳类、腕足类及少量的海胆、腹足、植物茎干。本次工作对双壳类、腕足类做了重新研究, 同时借鉴前人的研究成果, 详细研究了雁石坪群双壳类化石的垂向分布以及组合特征(图 3)。

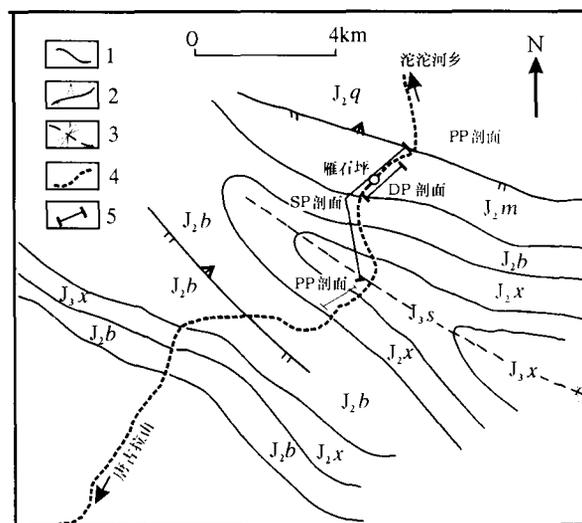


图 1 剖面位置图

Fig. 1 Location of the measured sections

1. 地层界限; 2. 断层; 3. 向斜轴线; 4. 青藏公路; 5. 剖面

2.1 *Camptonectes auritus*-*Pteroperna costatula* 组合

双壳类 *Camptonectes auritus*-*Pteroperna costatula* 组合出现在雀莫错组和玛托组下部, 见于第 1~12 层。雀莫错组巴柔期的典型分子, 见有 *Camptonectes auritus* (Schlotheim), *Pteroperna costatula* (Deslongchamps), *Aniscardia gibbosa* (Münster), *Astarte elegans* (Sowerby), *Kobayashites* sp., *Cuneopssis sichuanensis* Gu, Ma et Lan, *Eolamprotula crereneri*, *Protocardia hepingxingensis* J. Chen, *Protocardia yanshipingsis* J. Chen 和常见分子 *Astarte minima* (Phillips), *Astarte muhbergi* Greppin 等^[5]。其中 *Kobayashites* sp. 是产于日本 Shizukawa 组的巴柔期分子, 该属目前仅见于巴柔期, 并指示潟湖相环境。*Camptonectes auritus* (Schlotheim) 在欧洲巴柔期地层中极为繁盛, 而在巴通期则为罕见^[4]。该组合与欧洲阿登山区中巴柔期^[6], 法国巴黎盆地^[7], 法国和瑞士接壤处的 Basle 地区晚巴柔期^[8], 缅甸以及中国云南西部、西藏东部的一些巴柔期分子相同或相近, 可以进行对比。

和冈瓦纳大陆北缘海同期双壳类动物群相比, 如东非肯尼亚、坦桑尼亚^[9]、马达加斯加^[10] 有下列共同种: *Modiolus anatinus* (Smith), *Homomya gibbosa* (Sowerby), *Mactomya varicose* (Sowerby) 等, 事实上这些种也见于欧洲的巴柔期。在冈瓦纳大陆北缘海东部的珠穆朗玛峰、聂拉木一带^{[11]、[12]}, 印度库奇^[13] 都有相当丰富的巴柔期双壳类动物群。但是和本区相比, 除了个别全球性的种, 如 *Camptonectes auritus* (Schlotheim) 一致以外, 其它相同的种比例甚少。这可能不仅和两地当时的沉积环境有关, 而且和特提斯海由西向东呈喇叭形展开, 两地之间隔以大洋, 依赖沿岸洋流运载的浮游幼虫更易于沿纬向扩散的缘故^[4]。

2.2 *Eomiodon angulatus*-*Isognomon (Mytiloperna) bathonica* 组合

玛托组不但产双壳类化石, 而且开始出现了腕足类化石。双壳类主要产于紫色、灰绿色层状细粒岩屑长石砂岩、灰绿色巨厚层状泥质长石石英粉砂岩夹灰色含泥生物碎屑钙质长石石英细砂

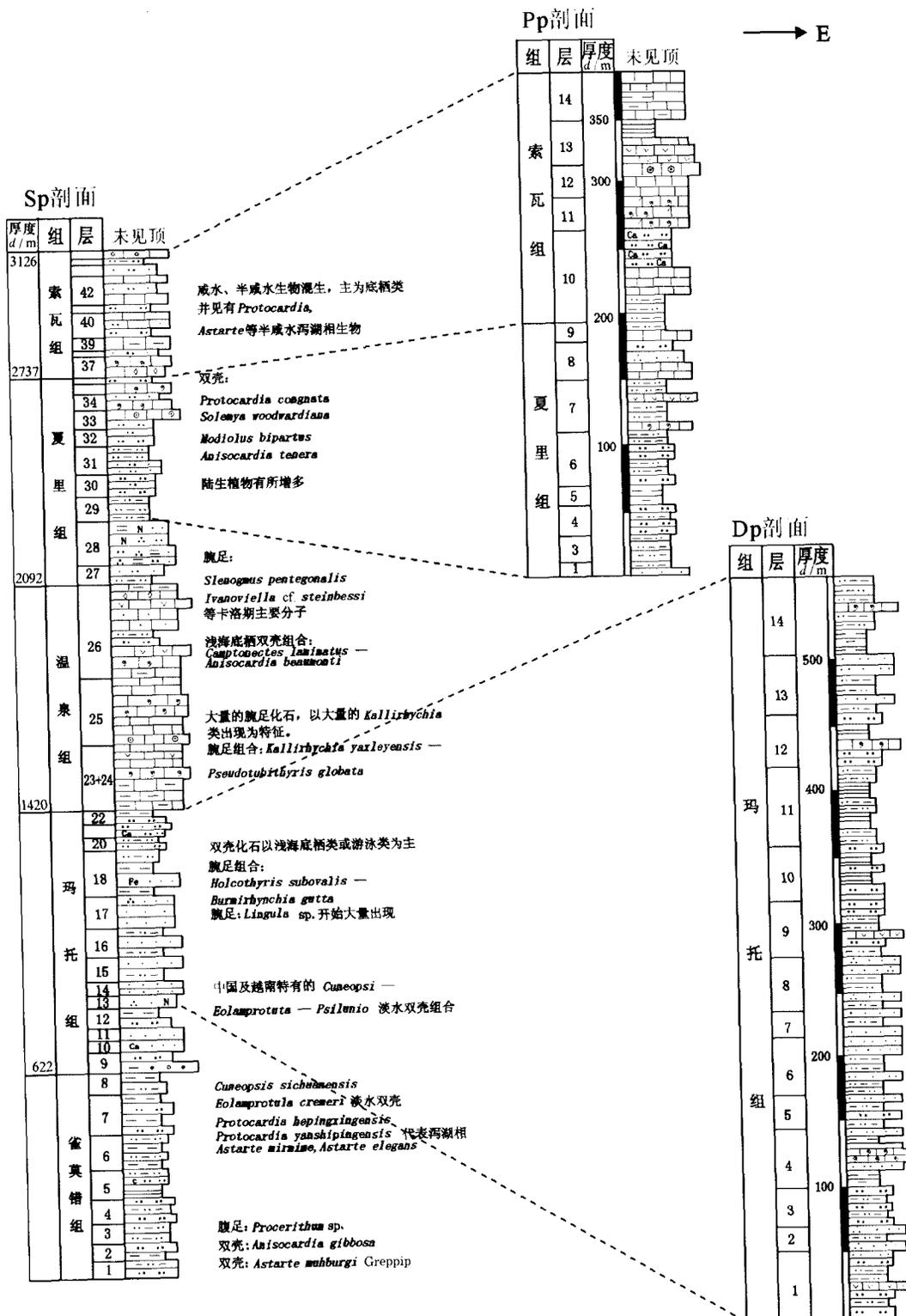


图 2 藏北雁石坪地区侏罗系柱状剖面对比图

Fig. 2 Correlation of Jurassic strata of the Yanshiping area in northern Tibet

岩—粉砂岩中, 为 *Eomiodon angulatus*-*Isognomon* (*Mytiloperna*) *bathonica* 组合, 出现在玛托组上部。在第 17 和 18 层中, 以 *Isognomon* (*Myti-*

loperna) *bathonica* (Morris et Lycett), *Tancreda pronocella*, *Eomiodon*, *Astarte*, *Eomiodon* 等大量出现为特征。典型分子有 *Isognomon* (*Myti-*

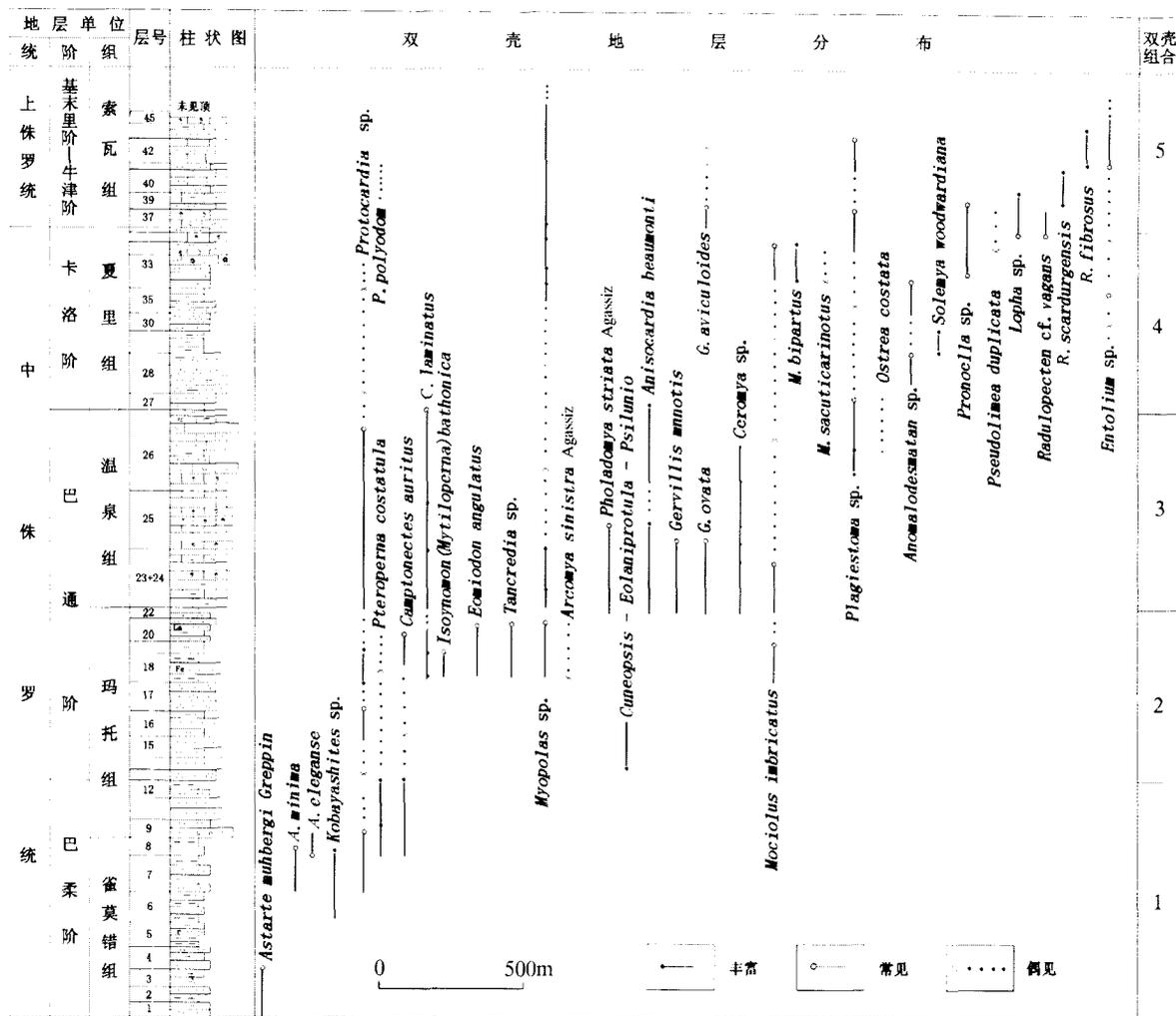


图 3 藏北雁石坪地区双壳化石的组合特征以及垂向分布图

Fig. 3 The vertical distribution and assemblage characteristics of bivalves from Yanshiping in northern Tibet
 1. *Camptonectes auritus*-*Pteroperma costatula* 组合; 2. *Eomiodon angulatus*-*Isognomon (Mytiloperma) bathonica* 组合;
 3. *Camptonectes laminatus*-*Anisocardia beaumonti* 组合; 4. *Anisocardia tenera*-*Modiola bipartita* 组合;
 5. *Gervillella aviculoides*-*Radulopecten fibrosus* 组合

loperna) muchisoni (Forbes), *Isognomon (Mytiloperma) bathonica* (Morris et Lycett), *Eomiodon angulatus* (Morris et Lycett), *Astrata oolitharum* • *Cossmann*, *Mytilus (Faclmytilus) sublaeriss*, *Protocardia trickland* 等, 这些属种都是英国鲕粒灰岩中常见的分子, 无疑指示巴通期^{[14]、[15]}。该组合跟滇西和平乡组、藏东柳湾组和缅甸南瑶组中的双壳动物群有很多相似之处。在第 11 层, 出现了大量的为中国及越南特有的 *Cuneopsis*-*Dolaprotula*-*Psilunio* 淡水双壳类组合。

腕足以 *Burmihynchia gutta* Buckman-*Holcothyris subovalis* Buckman 动物群为特征,

有小咀贝类和穿孔贝类大量属种, 反映非正常海环境的沉积^[16]。

2.3 *Camptonectes laminatus*-*Anisocardia beaumonti* 组合

与玛托组相比, 温泉组则有更丰富的巴通期双壳类, 以 *Camptonectes laminatus*-*Anisocardia beaumonti* 组合为特征, 主要产于灰色、灰黑色巨厚层状泥晶灰岩以及生物碎屑灰岩中, 分布在第 23~26 层, 见有大量的 *Camptonectes*, *Gervillella*, *Myopholas*, *Anisocardia*, *Pinna*, *Plagios-toma*, *Rollierilla*, *Brachidontes*, *Gryphea* 等种属。温泉组上部还有更多的潜穴类型, 如 *Pholadomya (Bucardiomya) bucardium* (Moesh),

Ph. (B.) protei (Brongniart), *Ph. (Pholadomya) ovalis* (Sowerby), 表生底栖的 *Radulopecten vagans* 也很丰富。

本区巴通期双壳类表现出和欧洲具有很强的亲近性,而和东亚区相同的分子极少。冈瓦纳北缘巴通期普遍表现出海退^{[17],[18]},双壳类远不及同区巴柔期动物群繁盛,和本区巴通期相比也大为逊色。

除了双壳类,腕足动物群也异常丰富,并建立另一个巴通期腕足类组合:*Kallirhynchia yaxleyensis* (Davidson)-*Pseudotubithyris globate* (Sowerby),与上述双壳类组合共生,以大量的 *Kallirhynchia* 出现为特征。这些属种都是欧洲中、晚巴通期很有代表性的标准化石和重要分子,表明本组是继玛托组之后,海水进一步加深的正常浅海沉积。

2.4 *Anisocardia tenera-Modiola biparta* 组合

夏里组所含海相动物化石比下伏玛托组、温泉组大为减少,陆生植物有所增多,产有 *Protocardia congnata* (Sowerby), *Anisocardia tenera* (Sowerby), *Modiolus bipartus*, *Modiolus acuticarinatus*, *Astarte multiformis*, *Pronoella* sp., *Sowerbya triangularis* 等属种,为 *Anisocardia tenera-Modiola biparta* 组合。Cox (1965)^[9] 认为巴通期和卡洛期的界限不可能依据腹足类和双壳类来划分。温泉组顶部也有一些见于英格兰中部、南部的 Lower Oxford Clay 的分子,如 *Rollierella minima*^[19]。英国约克郡海岸卡洛期的双壳^{[20],[21]}和索瓦组相同的分子是 *Grammatodon (Grammatodon) clathratus* (Leckenby), *Protocardia congnata* (Sowerby); *Anisocardia tenera* (Sowerby); 和法国西北 Montreuil-Bally 地区卡洛期^{[22],[23]}的相同种有 *Myopholas douvillei* Lisajous, *Isognomon mytiloides* Lamarck。夏里组本身化石很少,这和卡洛中晚期全球一致的海退有关^[24]。

2.5 *Gervillella aviculoides-Radulopecten fibrosus* 组合

索瓦组由深灰—灰绿色泥钙质粉砂岩,灰色隐晶、微晶灰岩,生物碎屑灰岩互层组成,未见顶。其下部产有 *Lopha gregarea* (Sowerby), *Isognomon mytiloides*, *Modiolus bipartitus* Sowerby, *Corbicellopsis laevis* (Sowerby), *Myopho-*

las douvillei, *Pteroperma* cf. *polydon* (Dunker), 其中有一些是卡洛至牛津期的分子,但从演替趋势来看,常见于牛津期的分子增多。索瓦组中上段,即隐晶—微晶灰岩段的特点是表生底栖的 *Radulopecten fibrosus* (Sowerby) 特别丰富,其中包括 *Chlamy (Radulopecten) midas* (d'Orbigny)。Arkell (1931)^[25] 认为该种在英国牛津期层位非常稳定,另一些如 *Mytilus angulatus* (Young et Bird), *Gervillella aviculoides* (Sowerby) 等也都是 Corallian 期的常见属种。因此,该组双壳类组合为 *Gervillella aviculoides-Radulopecten fibrosus*。从以上生物组合面貌上看,索瓦组为牛津期沉积无疑。索瓦组顶部有堆积成层的 *Entolium corneolum* (Young et Bird) 以及较多的 *Myopholas multicostata* Agassiz, *M. percostata* Douville。Johnson (1984)^[26] 指出, *Entolium corneolum* (Young et Bird) 在欧洲以外地区多繁盛于基末里期。因而推测,该组上部可能有部分基末里期地层。

3 古沉积环境

雀莫错组底部为一层紫红色巨厚层状砾岩,几乎不含化石,中部主要为紫、灰绿色粉砂岩,上部为灰绿色粉砂岩、泥岩等,含有丰富的双壳类和腹足类。该组地层一般呈厚层—巨厚层状,层面多不平整,浪成波痕、重荷模构造发育,交错层理、斜层理常见。从生物组合看,在第 7 和 8 层见有 *Cuneopssis sichuanensis* Gu, Ma et Lan, *Eolamprotula crereri* 等淡水双壳类,在第 4~7 层出现了 *Protocardia hepingxingensis* J. Chen, *Protocardia yanshipingsis* J. Chen, *Astarte minima* (Phillips) 等代表潟湖相沉积的典型生物组合。既有相对狭盐性的属如 *Anisocardia* 和 *Kobayashites* 等,又有一些广盐性的属如 *Astrate* 和 *Modiolus*。属种之间的壳体厚度、壳形、个体大小分化均较大。阴家润 (1989) 认为,该区巴柔期的双壳类组合属于活动型内生食悬浮和食沉积类型的营养结构,其盐度应在高盐度域。因此,该组为一海侵初期的滨—浅海沉积,间夹潟湖相沉积。

玛托组底部以一层细砾岩为界,向上过渡为岩屑砂岩、泥钙质粉砂岩夹生物灰岩。巴柔晚期,本区双壳类动物组合表现出明显的自海相到半咸水相至淡水相的生态递变。该组地层中除含有丰

富的双壳类生物化石外,始有大量的腕足类出现,其生态多样,以浅海底栖类或游泳类为主,并在第 11 层出现了大量的中国及越南特有的 *Cuneopsis-Dolaprotula-Psilunio* 淡水双壳类组合。Fürsich(1981)认为 *Isognomon* 自中生代起就频频出现在低盐环境中,特别是个体密度大的更是如此。本组合的 *Isognomon* (*Mytiloperna*) *bathonica* (Morris et Lycett)壳层薄,形成单一种介壳层。另一优势种 *Eomiodon angulatus* (Morris et Lycett)则多次形成介壳层。*Eomiodon* 被公认为在侏罗纪、白垩纪期间繁盛于低盐环境,是一典型的半咸水属,以内生足丝为主。砂岩中重荷模、浪成波痕沉积构造发育。考虑到本组双壳类组合半咸水特征很明显,又缺乏表生足丝类型,认为玛托组为海侵序列沉积,并有数次小的海退现象,主要为海淹沉积环境。

温泉组为一套浅海碳酸盐岩台地建造,由泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、亮晶砂屑灰岩以及少量的粉砂岩组成,是继玛托组之后海水进一步加深的正常浅海沉积,盛产双壳类和腕足类。优势种 *Camptonectes laminatus* Sowerby, *Anisocardia beaumonti* d'Archiac 的个体密度最大,显示了较高的盐度域。表生类型所占的比例为最高,尤其是 *Camptonectes laminatus* Sowerby, *Radulopecten vagans* 和 *Plagiostoma subcardiformis* 数量很大。此外,在其它地层中少见的 *Pholadomya*, *Myopholas* 和 *Ceratomya* 在该组出现。*Pholadomya* 和 *Myopholas* 在现代生存于较深水,盐度接近于正常海水盐度,其壳饰粗强,壳体厚大,是相对高盐度域双壳类的特征。双壳类保存未见单一种组成的壳层堆积,而是壳形不一,大小有异。表明这一底栖组合代表着水体较深,和海外交流比较畅通,河流对海水的淡化作用不是很明显,因而盐度接近正常值。

夏里组是中侏罗统层位最高的一个地层单元,主要为灰色、灰绿色及紫色长石砂岩、粉砂岩组成,夹数层泥岩及鲕粒灰岩,局部夹细砾岩及石膏层,为一海退沉积序列,常见交错层理、波痕。所含海相动物化石比下伏玛托组、温泉组大为减少,陆生植物有所增多,产双壳类、腕足类化石,主要包括 *Protocardia congnata* (Sowerby), *Anisocardia tenera* (Sowerby), *Modiolus bipartitus*, *Modiolus acuticarinatus*, *Astarte multi for-*

mis, *Pronoella* sp., *Sowerbya trianglaris* 等属种,其中缺乏相对狭盐的属种,基本上仍然是一个广适性动物群,为生存于半咸水环境的广盐性双壳类。个体密度最大的 *Modiolus* 壳形也相对增大,并且多呈双瓣相连状态保存,未见深穴居长水管类型。这几乎都是潮坪沉积环境中常见的属种,对于潮坪剧烈变化的盐度、水动力、气候和温度都有较强的适应能力²⁷。

索瓦组是羌塘盆地继温泉期后的又一次海侵期,主要由深灰色厚层状泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、亮晶鲕粒灰岩及灰绿色薄层状页岩、泥质粉砂岩组成。生物碎屑主要为双壳类、腕足类骨屑及少量的海百合茎板。多数较破碎,大小不等,无分选,但排列略显定向性。一般不显层理,但多具底冲刷面。双壳类占绝对优势,腕足类少。双壳类主要包括 *Lopha gregarea* (Sowerby), *Modiolus bipartitus* Sowerby, *Corbicellopsis laevis* (Sowerby), *Myopholas douvillei*, *Pteroperna* cf. *polydon* (Dunker), *Parainoceramus*, *Gervillella aviculoides* (Sowerby), *Radulopecten fibrosus* (Sowerby), *Entolium corneolum* (Young et Bird)等,以表生滤食类型占绝对优势。*Entolium* 和 *Parainoceramus* 是双壳类中较典型的喜较高盐度的属,他们多生存于与广海海水交流较好的外湾和障壁岛的外侧与隘口处,代表碳酸盐岩缓坡沉积环境。

4 结 论

侏罗纪时期唐古拉山地区由于濒临抬升的陆地,陆源碎屑沉积非常发育,厚度巨大,海侵(或海退)作用持续的时间相对较短,因而沉积环境稳定性差。生物门类以低分异度的双壳类和腹足类占优势;狭盐性的头足类、棘皮类和珊瑚化石非常少见;海侵高峰期出现的腕足类动物群,其地方性色彩十分浓厚,也难以和其它已知腕足动物群对比。目前已知,海相双壳类动物群划分为组合:*Camptonectes auritus-Pteroperna costatula*, *Eomiodon angulatus-Isognomon* (*Mytiloperna*) *bathonica*, *Camptonectes laminatus-Anisocardia beaumonti*, *Anisocardia tenera-Modiola biparta* 以及 *Gervillella aviculoides-Radulopecten fibrosus*, 沉积时代为巴柔期至牛津—基末里期 (Bajocian-Oxfordian-Kimmeridgian)。雀莫错组

产 *Cuneopsis sichuanensis* 和 *Eolamprotula crereri* 等淡水双壳类;玛托组出现了大量的为中国及越南特有的 *Cuneopsis-Dolaprotula-Psilunio* 淡水双壳类组合;温泉组为一套富含 *Radulopecten* 和 *Kallirhynchia* 等底栖动物的浅海碳酸盐岩建造;夏里组是一套顶粗底细,含膏盐矿层,发育浪成波痕的海退沉积序列,又说明该区在晚巴柔期发生过短暂的海退之后,在巴通期海侵达到最高峰,卡洛期海退,完成了第一个大的海侵海退一旋回。牛津期至基末里早期海水复又扩展,沉积了索瓦组碳酸盐岩、细碎屑岩互层。

野外工作得到了黄继钧教授、林金辉教授、赵兵教授、李保华副教授、伍新和博士、魏钦廉博士等的大力支持,化石标本由阴家润教授、杨季措教授鉴定,在此深表感谢。

[参 考 文 献]

- [1] 王成善,伊海生,李勇,等. 西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京:地质出版社,2001. 183—233.
- [2] Chen Lan, Yi Haisheng, Hu Ruizhong, et al. Organic geochemistry of the Early Jurassic oil shale from the Shuanghu area in northern Tibet and the Early Toarcian oceanic anoxic event[J]. Acta Geological Sinica (English Edition), 2005, 79(3): 392—397.
- [3] 阴家润. 唐古拉山北坡侏罗纪双壳类化石新材料[J]. 现代地质, 1987, 1(3+4): 327—337.
- [4] 伊海生,王成善,林金辉,等. 藏北安多地区侏罗纪菊石动物群及其古地理意义[J]. 地质通报, 2005, 24(1): 41—47.
- [5] 阴家润. 唐古拉山北坡雁石坪群巴柔期双壳类动物群[J]. 地质论评, 1988, 34(5): 439—447.
- [6] Fischer J C. La faune Bajocienne de Donchery Sur-Meuse(Ardenne)[J]. Ibid, 1977, 63(1): 1—18.
- [7] Thevenin A. Types du Prodrôme de paléontologie stratigraphique universelle d'Orbigny [J]. Ann Paleont Paris, 1906—1923, 1—12; 1—189.
- [8] Greppin E. Description des fossils du Bajocien supérieur des environs de Bale[J]. Abh Schwiz Palaont Ges Gent, 1898—1899, 25,26: 1—126.
- [9] Cox L R. Jurassic Bivalvia and Gastropoda from Tanganyika and Kenya [J]. Bull Br Mus Nat Hist (Geol), 1965, (suppl. 1): 1—209.
- [10] Newton R B. Notes on fossils from Madagascar, with descriptions of two new species of Jurassic pelecypoda from that island[J]. Quart J Geol Soc, 1889, 45: 331—338.
- [11] 文世宣. 珠穆朗玛峰地区的瓣鳃类化石[A]. 珠穆朗玛峰地区科学考察报告,第三分册[C]. 北京:科学出版社, 1976. 32—55.
- [12] 苟宗海,李晓池. 西藏聂拉木地区侏罗纪双壳动物的初步研究[A]. 青藏高原文集(11)[C]. 北京:地质出版社, 1985. 199—230.
- [13] Cox L R. The Jurassic Lamellibranch fauna of Kachh (Cutch) [J]. Palaeont Indica, Calcutta, 1940, 9(3): 1—157.
- [14] 阴家润. 青海南部侏罗纪雁石坪群中半碱水双壳类动物群及其古盐度分析[J]. 古生物学报, 1989, 28(4): 415—438.
- [15] 白生海. 青海西南部海相侏罗纪地层新认识[J]. 地质论评, 1989, 35(6): 529—536.
- [16] 孙东立. 中国侏罗纪腕足动物群[J]. 地层学杂志, 1982, 6(1): 56—58.
- [17] 王乃文. 青藏高原古生物地理与板块构造的探讨[J]. 中国地质科学院地质研究所所刊, 1985, (9): 1—28.
- [18] Hirsch F. Jurassic bivalves and Gastropods from northeast Sinai and southern Israel[J]. Israel Jour Earth Sciences, 1980, 28(2): 75—103.
- [19] Duff K L. Bivalvia from the English lower Oxford clay (Middle) Jurassic [J]. Paleonogr Soc [Monogr], 1978, 132(552—558): 1—137.
- [20] Leckenby L. On the Kelloway rock of the Yorkshire Coast[J]. Trans Geol Soc. 1858, 2(3): 1—23.
- [21] Walker K G. The stratigraphy and bivalve fauna of the Kelloway Beds (Callov.) around south cave and Newbald, East Yorkshire[J]. Proc Geol Soc. 1972, 39(1): 7.
- [22] Cossmann M M. Extension dans les Deux-Sèvres de la faune du Callovien de Montreuil-Bellay[J]. Mem Soc Geol Bretagne, Rennes, 1924, 1: 1—53.
- [23] Corroy G. Le Callovien de la bordure orientale du Bassin de Paris[J]. Mém Carte Geol Fr, 1932, 7: 1—337.
- [24] Hallam A. Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves [J]. Lethaia, 1976, 9: 245—259.
- [25] Arkell W I. A monograph of British Corallian Lamellibranchia [J]. Palaeontogr Soc (Monogr.), 1929—1931, 89: 1—392.
- [26] Johnson A L A. The palaeobiology of the Bivalve Families Pectinidae and Propeamussidae in the Ju-

rassic of Europe[J]. *Zitteliana*, 1984, 11: 1-235.
[27] 陈兰, 伊海生, 时志强. 羌塘盆地雁石坪地区侏罗纪

沉积特征与沉积环境[J]. *沉积与特提斯地质*, 2002, 22(3): 80-84.

Jurassic bivalves from the Qiangtang basin in northern Tibet and the palaeoenvironmental significance

CHEN Lan^{1,2}, YI Hai-sheng³, HU Rui-zhong¹, ZHONG Hong¹, SHI Zhi-qiang³

1. *Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;*

2. *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;*

3. *Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China*

Abstract: There are the most complete and extensive Jurassic marine sedimentary strata in the Qiangtang basin. Numerous petroleum geologists have paid much attention to it for a long time. Although many achievements have been obtained during recent years, research areas and contents are still limited and uncompleted. According to the detailed field investigations into the typical sections in the Yanshiping area, many pieces of information such as lithofacies, sedimentary tectonics, fossils, and so on have been collected. The paper aims to describe biostratigraphy based on abundant bivalves in order to build biostratigraphic and chronostratigraphic frameworks in Middle-Late Jurassic. Five bivalves assemblages are divided. They are *Camptonectes auritus-Pteroperma costatula*, *Eomiodon angulatus-Isognomon (Mytiloperma) bathonica*, *Camptonectes laminatus-Anisocardia beaumonti*, *Anisocardia tenera-Modiola biparta* and *Gervillella aviculoides-Radulopecten fibrosus*. In the study area, the marine bivalve fauna occurred generally from Bajocian to Oxifordian-Kimmeridgian, while the Yanshiping Group deposited in following palaeoenvironments: beach, tidal-flat, lagoon, platform and ramp of carbonate.

Key words: Jurassic; Yanshiping Group; bivalve; palaeoenvironment; Tibet