

文章编号:1000-0550(2001)03-0340-05

东昆仑—阿尼玛卿地区早二叠世的沉积古地理^①

林启祥 王永标 徐桂荣 肖诗宇

(中国地质大学地球科学学院 武汉 430074)

摘 要 东昆仑—阿尼玛卿地区早二叠世古海洋自北而南可分为东昆仑半局限海、托索湖—花石峡礁岛链和阿尼玛卿洋三部分。托索湖—花石峡礁带的主体由块状的礁相灰岩和生物碎屑灰岩所组成;东昆仑南坡半局限海中以短轴型的礁岛或碳酸盐建隆及相对较深的岛间盆地相沉积为特征;阿尼玛卿洋中则主要以深海软泥及放射虫硅质岩沉积为主,同时也点缀一些碳酸盐建隆高地。东昆仑南坡半局限海中的礁岛及碳酸盐建隆在分布上缺乏明显的规律性,但该区生物礁较发育。阿尼玛卿洋中碳酸盐建隆的规模小、分布零星、生物礁相对不发育,但这些碳酸盐建隆在面上多呈断续的串珠状分布,具有较明显的规律性。东昆仑南坡半局限海中的岛间盆地相主体以中薄层灰岩夹黑色板岩沉积为特征,同时也有一些深水软泥沉积,蓝绿色深水软泥的发育是它与阿尼玛卿洋深水相沉积的区别之一。

关键词 古地理 早二叠世 东昆仑

第一作者简介 林启祥 男 讲师 1960年出生 地层古生物

中图分类号 P534.46 **文献标识码** A

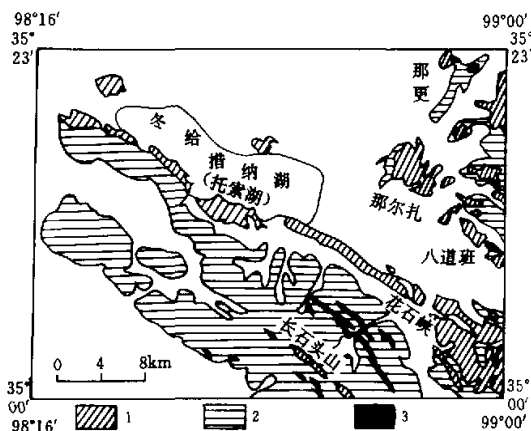
1 引言

研究区位于东昆仑山东段的南坡及阿尼玛卿地区,平均海拔在4000 m以上。自从1996年东昆仑生物礁带发现以来^[1],对该礁带南北两侧的早二叠世地层又进行了深入的野外调查和研究。通过近几年的工作,发现在该礁带南侧的阿尼玛卿和北侧的东昆仑山南坡地区早二叠世时均存在着浅水相的孤立碳酸盐建隆或海山及深水盆地相沉积。其中碳酸盐建隆总体上可分为礁相生物骨架岩建造和一般的生物碎屑灰岩沉积;而盆地相沉积类型多样,包括盆地相中薄层或极薄层灰岩沉积、深水软泥沉积及放射虫硅质岩沉积。但东昆仑南坡与阿尼玛卿两地区无论在浅水相沉积还是在盆地相沉积上都各具特色,同时,两地在生物群上也存在着一些差异。通过综合分析,认为本区早二叠世古海洋可分为东昆仑南坡弧后盆地、托索湖—花石峡生物礁岛链和阿尼玛卿洋三大古地理沉积单元。

2 东昆仑南坡弧后盆地沉积

从目前地层的分布来看,东昆仑山东段的中带及北带早二叠世地层的分布很有限。而根据前人的研究,本区存在大量的海西期岩浆岩及火山岩^[2]。因此,在早二叠世时,可将东昆仑中带及北带看作为一岩浆弧带。在该岩浆弧带的南部,即东昆仑南坡地区,特别是在东昆仑南坡的东端,有大量的早二叠世地层分

布(图1)。通过对本区早二叠世地层的分析,并与南边的阿尼玛卿地区的同期沉积进行对比,认为东昆仑南坡地区早二叠世时相对于南边的阿尼玛卿洋来说应属于一种弧后的礁岛海沉积环境,对东昆仑南坡礁岛海起阻挡作用的主要是位于其南侧的托索湖—花石峡巨型礁带。东昆仑南坡弧后礁岛海中可分为浅水相生物碳酸盐建隆或礁相及相对较深的岛间盆地相两种



1. 碳酸盐建隆或礁相砂岩; 2. 盆地相中薄层灰岩或砂板岩;
3. 紫红色板岩夹硅质岩

图1 东昆仑—阿尼玛卿地区早二叠世不同相区沉积地层分布简图(据1:25万及1:5万野外填图资料整编)

Fig. 1 Distribution of different facies of Early Permian stratigraphy in East Kunlun and Animaqing area

① 国家自然科学基金(批准号:49872014)及高等学校博士学科点专项基金联合资助(批准号:96049112)

收稿日期:2000-06-19 收修改稿日期:2000-11-23

沉积类型。由于其南侧有托索湖—花石峡巨型礁带的局部阻挡,因此本区碳酸盐建隆相或礁相及盆地相沉积与南边的阿尼玛卿洋中的碳酸盐海山和深海盆地相沉积均存在着明显的差别。

2.1 东昆仑南坡弧后盆地中的生物碳酸盐建隆

从宏观上来看,东昆仑南坡、花石峡礁带及阿尼玛卿洋中的生物碳酸盐建隆或礁相沉积的特点都比较一致,岩性基本上都以灰色和灰白色的块状生物碎屑灰岩或礁灰岩为特征。但作为一种弧后的礁岛海环境,东昆仑南坡无论在生物群组成上还是在礁岛的形态特征上都表现出其独特的一面。

从生物群组成上看,东昆仑南坡地区早二叠世生物碳酸盐建隆相及礁相环境中的生物分子有:钙质海绵、水螅、苔藓虫、管孔藻、蓝绿藻、管壳石(*Tubiphytes*)、*Tabulozoa*、卫根珊瑚(*Waagenophyllum* sp.)海百合、海胆、腕足、双壳、腹足、非筳有孔虫及筳类等。从总体上看,生物种类繁多,其中双壳、腹足及筳类的繁盛是本区与阿尼玛卿洋的一大重要区别。与托索湖—花石峡礁岛链相比,东昆仑南坡弧后盆地的碳酸盐建隆中的双壳和腹足类也明显要发育得多。

从礁岛及碳酸盐建隆的形态及空间展布上看,东昆仑南坡地区也具有自己的特色。本区礁岛及浅水碳酸盐建隆的规模一般较小,多在几百米至几千米左右,有的甚至只有几十米。从礁岛和建隆的形态特征上看,东昆仑南坡地区礁岛及碳酸盐建隆多呈短轴形。礁岛和建隆的分布缺乏方向性,礁灰岩在礁岛中的分布也缺乏明显的规律性,有些礁骨架岩分布在礁岛的南侧,有些分布在礁岛的东侧,有些分布在礁岛的西侧,也有的分布在碳酸盐建隆内(图1)。

2.2 东昆仑南坡弧后盆地中的岛间盆地相沉积

东昆仑南坡地区碳酸盐建隆及礁岛之间为相对较深的盆地相沉积,主体岩性以极薄层、薄层或中薄层状灰岩为主。在中层状灰岩中可见筳类化石(如*Neoschwagerina* sp.、*Schwagerina* sp.及*Verbeekina* sp.)、非筳有孔虫(如四排虫等)、少量纤维海绵及海百合茎碎片等,其中纤维海绵及海百合茎碎片很可能从碳酸盐建隆或礁相中搬运而来。同时也发育少量紫红色或蓝绿色的深海软泥沉积,但缺乏放射虫硅质岩沉积。与阿尼玛卿洋中的盆地相相比,东昆仑南坡地区蓝绿色软泥特别发育。在东昆仑南坡的那尔扎一带,蓝绿色深水软泥分布在礁岛之间,而在七道班一带,蓝绿色软泥则与紫红色软泥伴生在一起。由于这种紫红色软泥在阿尼玛卿地区与放射虫硅质岩呈互层产出,因此认为这两种深水软泥与放射虫硅质岩在沉积水深上比较接近。但蓝绿色软泥在颜色上与紫红色软泥形

成显明的对比,蓝绿色软泥在外貌特征及岩石质地与东昆仑南坡地区同期的灰绿色凝灰岩有一定的相似之处,因此估计蓝绿色软泥中混入有较多的火山灰物质。化学分析也发现这种蓝绿色软泥中的稀土总量比紫红色软泥更接近凝灰岩中的稀土总量。

盆地相碎屑岩与水螅—苔藓虫骨架岩夹层共生体系的发育是东昆仑南坡半局限海盆地相沉积中的另一特殊现象。这些水螅及苔藓虫骨架岩夹层分布在碳酸盐建隆与盆地交界附近,骨架岩层被夹在中薄层细砂岩、粉砂岩或钙质泥岩之中。水螅及苔藓虫骨架岩夹层层厚在40~100 cm左右,其中苔藓虫的含量达80%以上。经分析,这些水螅及苔藓虫化石应属于原地生长的产物,因为一方面这些化石不仅保存良好,而且有的互相连接成骨架状;另一方面,这些水螅及苔藓虫化石不可能是剥蚀再搬运的产物,因为如果是剥蚀再搬运的结果,那么其中往往有灰岩角砾及其它混杂在一起的不同类型的生物,而不会只剥蚀水螅和苔藓虫;再次,在周围的台地及礁相中没有如此富集的水螅及苔藓虫化石,因此不可能从周围剥蚀、搬运而来。苔藓虫的这种产出特征表明,与钙质造礁海绵相比,苔藓虫是一种更广栖性的生物,它可在泥砂等碎屑物输入较多的环境中正常发育生长。这种现象在世界许多地方也都存在,在波兰—立陶宛盆地新阿克福层系形成时,在盆地的周围生长了厚40~70 M的礁堤,但在这些礁堤附近的井中,却相变为泥质—碳酸盐质岩系,在其中的碳酸盐夹层中苔藓虫仍然十分丰富^[3],这说明苔藓虫的这种生态特性在世界上具有一定的普遍性。

总之,东昆仑南坡弧后盆地中的盆地相沉积主要具以下几个特点:1)中薄层及极薄层灰岩是盆地相沉积的主体。2)蓝绿色软泥的发育说明本区盆地相沉积可能受火山灰物质的影响较大。3)碎屑岩与水螅及苔藓虫骨架岩夹层的共生说明东昆仑南坡地区当时有较多的陆源物质的带入。4)盆地相碳酸盐沉积物的广泛分布说明东昆仑半局限海中大部分地区的盆地相水深尚在碳酸盐的补偿深度范围之内;而紫红色软泥和蓝绿色软泥的出现也同时说明局部海域水深较大。

3 托索湖—花石峡生物礁岛链

托索湖—花石峡生物礁岛链在研究区范围内西起托索湖,东至花石峡东南一带,长达几十千米。实际上,该礁带在图外向西至少可断续延伸至布青山一带,向东可达玛沁一带,实际延伸长度十分巨大。托索湖—花石峡生物礁岛链西部宽度相对较小,一般在几百米左右,花石峡向东至玛积雪山一带,宽度逐渐加大,可达1~2 km左右。

托索湖—花石峡礁岛链主体由早二叠世茅口期的

礁灰岩及一般台地相的生物碎屑灰岩所组成。但据最近的野外调查和室内研究发现,该礁带在花石峡以东宽度较大的地方,礁带内部尚发育有次一级的小型泻湖或礁内洼地,因此该礁带是个复杂的体系。托索湖—花石峡礁岛链中礁灰岩可分为骨架岩和粘结岩两大类。这两类岩石在西段的花石峡至托索湖一线主要沿礁带的南侧分布,而在花石峡以东宽礁带区,骨架岩和粘结岩既可分布在礁带的南侧,也可分布在礁带的内部。花石峡以西礁带的南侧与骨架岩相伴生或单独产生的礁角砾灰岩较发育,说明当时古海流的方向主要来自南部的阿尼玛卿洋。在花石峡东南一带,可见礁带的南侧与礁前斜坡—盆地相相邻接。斜坡—盆地相

沉积为一套由正常的盆地相及沿斜坡滑落到盆地相中的滑塌堆积物共同组成的混杂型岩系。其中斜坡相主要以角砾岩或巨砾岩堆积为特征,砾岩中砾石成分多样,有来自台地相或礁相的灰色及灰白色的生物碎屑灰岩、盆地相的中薄层粉砂岩、泥岩及泥质灰岩,局部可见火山岩角砾,说明这种砾岩的形成很可能与礁岛链附近的古火山活动有关。正常的盆地相沉积以粉砂岩、泥质、泥质灰岩及中薄层灰岩为特征,沉积物中可见有孔虫、海绵碎片、棘屑及少量腕足化石。

通过对该礁带的地层剖面的测制和剖面中化石的鉴定分析,发现托索湖—花石峡生物礁带的发育时间为茅口期(图 2)。其中最具有时代意义的是蕨类化石

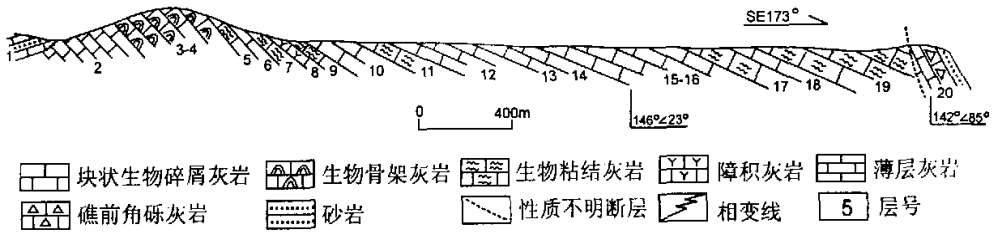


图 2 青海省玛多县花石峡镇东南加木龙早二叠世生物礁地层剖面

Fig. 2 Early Permian reef section to the southeast of Huashixia, Maduo county, Qinghai province

Neoschwagerina sp. 和 *Verbeekina* sp.。

4 阿尼玛卿洋

4.1 洋内碳酸盐海山建造

前人^[4-6]多认为早二叠世时阿尼玛卿地区存在一深水洋盆,而将其称之为“阿尼玛卿洋”^[5-6]。通过近几年的研究和分析,认为早二叠世时阿尼玛卿地区主体上确为深海盆地相沉积,但在这样一种深海盆地当中也存在一些孤立的碳酸盐海山建造。阿尼玛卿地区碳酸盐海山在分布特征和生物组成上有其自己的特色。

从分布上看,本区碳酸盐海山在宏观展布上与托索湖—花石峡礁带相类似,主要体现在两者均呈南东(SEE)向展布。不同的是阿尼玛卿地区碳酸盐海山规模相对较小,而且多呈断续的串珠状分布,而托索湖—花石峡礁带则基本上呈连续的带状,且规模巨大。尽管阿尼玛卿地区碳酸盐海山规模不大,分布零星,但它的分布比东昆仑南坡孤后盆地中的礁岛或生物碳酸盐建隆要有规律。因为从宏观上看,这些碳酸盐海山呈串珠状—线排列的趋势。

阿尼玛卿地区碳酸盐海山中的生物组成与东昆仑南坡孤后盆地和托索湖—花石峡礁带中的有所不同。首先,本区大型造礁生物相对不发育,从图区范围来

看,除了在长石头山一带有些管孔藻、海绵及水螅骨架岩和蓝绿藻粘结灰岩发育外,其它小型碳酸盐建隆中尚未发现典型的海绵礁建造,而主要是些一般的生物碎屑灰岩。另外,除在十一道班一带离花石峡礁带较近的一些小型碳酸盐建造中发现有少量的蕨化石外,长石头山及其以南一带普遍缺乏蜓类、双壳和腹足化石,其它底栖生物如腕足等也不常见,但却发现有丛状复体珊瑚 *Waagenophyllum* sp.。

阿尼玛卿地区碳酸盐海山建造中的另一特点是海山周围及内部往往均发育有较多的礁角砾灰岩。礁角砾灰岩的发育一方面表明碳酸盐海山当时处在水动力较强的海洋环境,而“礁角砾灰岩在海山周围均有分布”这一特点可能与碳酸盐海山处在广海盆地而受多方向海浪的冲击有关。

4.2 洋内深海盆地相沉积

阿尼玛卿洋中的盆地相主要以大量的紫红色深海软泥夹放射虫硅质岩沉积为主,中薄层状的碳酸盐沉积少见。紫红色深海软泥在花石峡至长石头山之间的公路边有广泛的分布,且与放射虫硅质岩呈互层或夹层状相伴产出。经分析,硅质岩中的主要放射虫化石有: *Pseudoalbailletta scalprata* m. *postscalprata* Ishiga, *Ps. scalprata* m. *scalprata* Ishiga, *Ps. elegans* Ishiga and Imoto, *Ps. cf. simplex* Ishiga and Imoto, *Ps.*

sp., *Latentifistula* cf. *patagilaterata* Nazarov et Ormiston 和 *Spumellaria*^[5]。通过对放射虫硅质岩的生态分析,其形成环境应为深水相^[7],由于紫红色深海软泥与放射虫硅质岩呈互层或夹层状相伴产出,因此两者在沉积水深上应该相差无几。

5 结论

综上所述,东昆仑—阿尼玛卿地区早二叠世时从古地理特征上可分成三大沉积区域或单元,自北而南依次为东昆仑南坡弧后盆地、托索湖—花石峡礁岛链、阿尼玛卿洋。其中托索湖—花石峡巨型礁带在古海洋分异或古地理单元的形成中起着关键性的作用。由于托索湖—花石峡巨型礁带的阻隔,才导致了东昆仑南坡地区与阿尼玛卿地区古海洋沉积上的差异。而阿尼玛卿洋中深海盆地的阻隔作用则可能是造成东昆仑南坡与阿尼玛卿两地区碳酸盐建隆中生物组成上的差异的主要原因。

从碳酸盐建隆或礁相沉积上看,东昆仑山南坡弧后盆地与托索湖—花石峡礁岛链比较相似,两地均发育有大量的生物礁,只是礁岛的展布和规模上有所不同而已。在阿尼玛卿洋中,海绵等大型造礁生物形成的生物礁灰岩则相对不发育。东昆仑南坡地区由于托索湖—花石峡巨型礁带的阻隔形成了一种局部受限的海域。但这种受限是相对于南边的阿尼玛卿洋来说的,是有一定限度的,因为早二叠世时东昆仑南坡地区仍发育有大量斑块状分布的生物礁。这说明托索湖—花石峡礁岛中存在有海槽或海道,从而使来自南面的海流能够越过花石峡礁岛而进入东昆仑南坡地区,使东昆仑南坡地区形成适合于礁体生长的较动荡的海水环境。在许多现代生物礁的礁后泻湖中,从空中观察,也可见到由造礁珊瑚组成的礁块不规则地散布在礁后泻湖的浅水区中^[8]。这说明在礁后地带,只要条件适合,仍允许一些造架生物生长并形成小型的骨架岩块体。但由于托索湖—花石峡礁带的阻挡,来自南部阿尼玛卿洋的海流通过海槽或海道进入东昆仑南坡地区后,海流方向将发生改变,由原来的总体上自南而北而变得杂乱。而我们知道生物礁的生长和发育与古海流的方向有着密切的关系,一般都分布在迎风面。托索湖—花石峡礁带中的礁灰岩、礁角砾灰岩及礁前斜坡—盆地相滑塌堆积主要发育于礁岛的南侧,说明礁带的南侧是当时的远洋方向。而东昆仑南坡地区礁灰岩既可分布在礁岛的南侧,也可分布在礁岛的东侧或西侧,缺乏明显的方向性。这说明东昆仑南坡地区古海流的方向是多变的。当然,东昆仑南坡地区多变的古海流方向可能还与本区极其复杂的礁岛海海底地形有

关。

从盆地相沉积来看,东昆仑南坡地区以中薄层灰岩沉积为主,而阿尼玛卿地区以紫红色深海软泥夹放射虫硅质岩沉积为主,这说明东昆仑南坡地区当时的岛间盆地相水深较阿尼玛卿地区的要浅。东昆仑南坡地区盆地相蓝绿色深海软泥和碎屑岩系夹水螅—苔藓虫骨架岩层的存在则说明东昆仑南坡地区离北部的东昆仑中及东昆仑北火山—岩浆弧带较近,受火山灰及陆源碎屑的影响较大。

阿尼玛卿洋中碳酸盐海山中筴和腹足等底栖生物的缺乏可能与阿尼玛卿深海盆地阻隔底栖生物的迁移有关。放射虫硅质岩及紫红色深海软泥的存在说明阿尼玛卿洋的盆地水深已超过了碳酸盐的补偿深度,这对于营底栖生活的筴类及腹足类生物来说是一种难以逾越的鸿沟。因此,在东昆仑南坡及托索湖—花石峡礁带中大量发育的筴类生物在阿尼玛卿洋的孤立碳酸盐建隆中十分少见。这里要说明的一点是,阿尼玛卿洋中碳酸盐建隆中营底栖固着生活的丛状复体珊瑚的存在与上述的论点并不矛盾。因为,尽管复体珊瑚营底栖固着生活,但珊瑚的生长发育过程要经历浮浪幼虫阶段,这种浮浪幼虫在海流的带动下可漂洋过海,一旦遇到孤立的碳酸盐建隆或礁岛便可定居下来。而筴类在生长发育过程中没有浮浪幼虫阶段,它终生营底栖生活。

东昆仑、阿尼玛卿地区早二叠世时的这种古地理格局与当时的大地构造特点及演化应该说有着内在的成因联系。东昆仑岩浆弧是个复杂的复合带,由不同时期的岩浆岩所组成。一些学者^[9]认为该岩浆弧带的岩浆活动与南部板块的移动和俯冲有关。基于这一认识,作者认为本文中托索湖—花石峡礁岛链可以看作是阿尼玛卿洋向北俯冲过程中岩浆弧带南迁的结果。因为在托索湖—花石峡礁岛链的许多地段均伴随着玄武岩等火山岩的出现。

参 考 文 献

- 1 王永标,张克信,龚一鸣等. 东昆仑早二叠世生物礁带的发现及其重要意义[J]. 科学通报, 1998, 43(6): 630~632
- 2 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志. 中华人民共和国地质矿产部地质专报, 一、区域地质, 第24号[R], 北京: 地质出版社, 1991. 246~461
- 3 [苏]B. P. 库兹涅左夫著. 礁地质学及礁的含油气性[M]. 李建温译. 北京: 石油工业出版社, 1983. 26
- 4 张克信, 黄继春, 骆满生等. 东昆仑阿尼玛卿混杂岩带沉积地球化学特征[J]. 地球科学, 1999, 24(2): 111~115
- 5 张克信, 黄继春, 殷鸿福等. 放射虫等生物群在非史密地层中的应用—以东昆仑阿尼玛卿混杂岩带为例[J]. 中国科学, 1999, 29(6):

- 542~550
- 6 姜春发,杨经绥,冯秉贵等. 昆仑开合构造. 中华人民共和国地质矿产部地质专报,五、构造地质与地质力学,第12号[R]. 北京:地质出版社,1992. 190~215
- 7 冯庆来. 放射虫古生态的初步研究[J]. 地质科技情报,1992,11(2):41~46
- 8 [英]罗宾·巴瑟斯特著. 碳酸盐沉积物及其成岩作用[M]. 中国科学院地质研究所《碳酸盐沉积物及其成岩作用》翻译组译. 北京:科学出版社,1977. 86~88
- 9 刘增乾,徐亮,潘桂棠等. 青藏高原大地构造与形成演化. 中华人民共和国地质矿产部地质专报,五、构造地质与地质力学,第10号[R]. 北京:地质出版社,1990. 116~117

Depositional Palaeogeography in East Kunlun and Animaqing during Early Permian

LIN Qi-xiang WANG Yong-biao XU Gui-rong XIAO Shi-yu

(Faculty of Earth Science, China University of Geosciences Wuhan 430074)

Abstract

During Early Permian, the palaeo-ocean in East Kunlun and Animaqing area was composed of three depositional regions. They are the back-arc basin in the southern slope of East Kunlun, reef island belt from Tuosuo Lake to Huashixia and deep ocean in Animaqing. The reef-island belt from Tuosuo Lake to Huashixia is mainly composed of massive reef limestone and bioclastic limestone. The back-arc basin in the southern slope of East Kunlun was widely scattered by short dimension reef islands or carbonate buildups and relatively deep basins among the reef islands. However, the Animaqing ocean was dominated by deep ocean ooze and radiolarian chert. Carbonate palaeo-seamounts can also be found in Animaqing ocean. Although there are many well developed reefs in the southern slope of East Kunlun, the reef islands and carbonate buildups were distributed irregularly in this area. Carbonate palaeo-seamounts in Animaqing ocean are relatively smaller and reef limestone is less developed, but the palaeo-seamounts usually range like a string of beads. Basin sediments between the reef islands in the southern slope of East Kunlun are mainly composed of middle-thin layer of limestone embedded with black slate, and basin ooze with different color can also be found in some places. Basin sediments in Animaqing ocean is characterized by widely distributed deep ocean ooze. However, blue-green ooze can be found more easily in the southern slope of East Kunlun than in Animaqing.

Key words depositional palaeogeography Early Permian East Kunlun