

珠穆朗玛峰地区侏罗纪沉积环境

刘宝珺 余光明 王成善 兰伯龙

(地质矿产部成都地矿所)

(成都地质学院)

珠峰地区(指北喜马拉雅断裂以南的吉隆~岗巴一带。该地区侏罗纪地层分布广泛,发育也较完全,其中以聂拉木县古错剖面出露最好。笔者认为,侏罗纪时珠峰地区属与印度板块毗连的被动大陆边缘(冒地槽)环境。地层层序较完全,沉积类型多样,厚度大,相变快,反映了当时板块扩张作用的影响,并造成了当时该区构造运动比较活跃的沉积作用背景。

侏罗纪地层总厚约4500米,下与三叠系、上与白垩系均呈整合接触关系。下侏罗系为普普戎组,厚约882米。中侏罗系包括聂聂雄拉组(J_2^1)和拉弄拉组(J_2^2),厚度分别为775米和741米以上。拉弄拉组之上为门布组,厚510米,时代为晚中侏罗世到早中侏罗世(即 $J_2^3 \sim J_2^4$)。上侏罗系为休莫组(J_3^1),厚度为1782米。

珠峰地区侏罗纪地层均为海相沉积,包括海岸、浅海陆棚和次深海三个大的环境,以及生物礁和等深流的沉积(图1)。

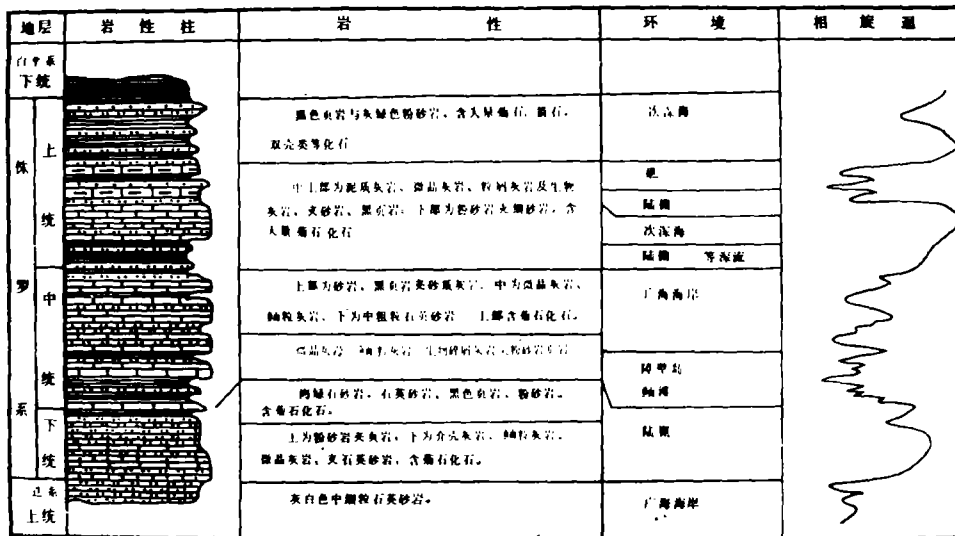


图1 岩相旋回柱状图

Figure Jurassic stratigraphical lithofacies cycle column in the Qomolangma region

侏罗纪的沉积岩主要有陆源碎屑岩、碳酸盐岩、陆源碎屑与碳酸盐的混合型岩类、细

屑岩和其它沉积岩。

陆源碎屑岩主要为石英砂岩(占90~95%)，其粒度为1—2φ，分选好，颗粒呈圆一次圆状，少数被碳酸盐溶蚀后呈锯齿状。胶结物主要为硅质(再生胶结)、钙质(溶蚀基底胶结)，少量粘土杂基。此外有长石砂岩、长石石英砂岩和火山岩屑砂岩(聂聂雄拉组底部)。含长石类砂岩有较多的海绿石矿物。

碳酸盐岩主要为鲕粒灰岩、生物灰岩、白云质灰岩和泥晶灰岩，以颗粒灰岩和泥晶灰岩为常见，也有很少量的结晶灰岩和泥质灰岩。

陆源碎屑与碳酸盐混合型岩类的存在为本区一重要沉积特点，石英砂与碳酸盐颗粒以不同比例和不同组份进行混合，形成一系列过渡性岩石，如亮晶含砂屑中粒石英砂岩、亮晶石英砂鲕粒灰岩等。

细屑岩类指粒度>4φ者，包括粉砂岩和泥质岩。常含丰富的菊石化石，组成特殊的菊石细屑岩相，反映了一种次深海的沉积特征。

此外，尚见海绿石质岩、鲕绿泥石质岩，前者主要为含海绿石砂岩、海绿石含量一般为3—20%，最高可达47%。

珠峰地区遗迹化石十分丰富，是良好的环境标志。遗迹化石与沉积环境间的关系如图2即遗迹化石相(Ichnofacies Seilacher, 1964, 1967)。反映了随海水深度变化的不同的遗迹化石组合特点，如均分潜迹(Chondrites)在内陆棚中少见，却常出现在外陆棚中。

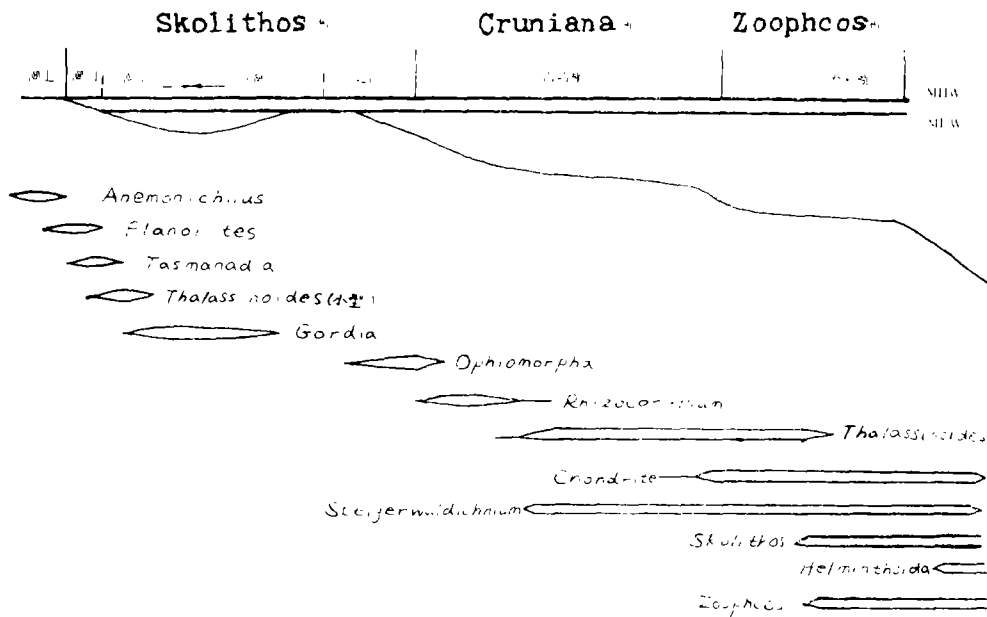


图2 遗迹化石与沉积环境的关系
Figure 2 Trace fossils and Ichnofacies

现仅就主要沉积环境的特征逐一叙述于后。

一、海岸环境

包括无障壁型和有障壁海岸环境，以前者最发育。

1. 无障壁海岸环境

又可分为陆源碎屑为主的和陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的海岸环境。

1) **陆源碎屑沉积的海岸环境** 分布于上三叠统顶部和中侏罗统拉弄拉组底部。主要为细粒石英砂岩，岩石的矿物成熟度和结构成熟度高，含较多的陆源重矿物，杂基极少。据采自有冲洗层理和楔形层理岩石样品的粒度分布曲线看（图3），和已知的海滩沉积基本一致。具有分选好、正偏的海滩沉积特征。结合层理的特点看，前者为冲洗带，后者为能量略低的拍岸浪带。

图版 I, 1 为冲洗层理、具有明显的逆粒序，在显微镜下可明显见到重矿物成层分布的特点。图版 I, 2 为大型楔状层理，层系厚20—40厘米，细层倾角 $\sim 20^\circ$ 。此外还见有大型槽状层理、小型槽状层理、大型板状层理和块状层构造等。大型槽状层理可能反映了近滨沿岸砂坝的沉积特点。

可见，上述沉积环境应为海岸的前滨带和近滨带的中上部。

2) **陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的海岸环境** 主要分布于中下侏罗统。其无障壁性特征明显，具有冲洗层理、楔型层理、槽状层理和板状层理等，生物化石如双壳类、腕足类、有孔虫、珊瑚、腹足类、介形虫和菊石等，都反映了波浪和海流作用的影响，以及海水循环良好的特点。遗迹化石为蛇形迹（*Ophiomorpha*）和大型似海藻迹（*Thalassinoides*）。

微相特征可分为前滨、近滨和过渡带（或滨外），图4是一个退积式滨岸沉积剖面，其特点如下：

A层——亮晶砂屑细粒石英砂岩，含棘屑、介屑、有孔虫（ $S = 1 - 2$ ）¹⁾。石英颗粒呈次圆—圆状，部分具泥晶皮及低角度楔形层理（细层倾角 $2 \sim 5^\circ$ ）。属前滨带沉积。

B层——亮晶含石英砂屑灰岩，生物门类同A层，含量有增加，多具泥晶化现象，有孔虫分异度 $S = 3 - 4$ 。具大型楔状层理、小型槽状层理。为中高能量的近滨带中、上部沉积。

C层——含球粒泥晶灰岩，有少量介形虫、有孔虫、棘屑等生物碎屑和石英粉砂。具断续的微波状水平层理。大型似海藻迹遗迹化石（图版 I, 3）。属低能的近滨下部—过渡带沉积。

另一个滨岸剖面层序为：A层为中粗粒石英砂岩，胶结物为硅质和钙质，含较多的陆源重矿物组份（如电气石、锆石、帘石等，含量可达1%）。具块状构造或大型交错层理，可见逆粒序，为前滨带沉积。B层为亮晶含石英砂屑灰岩和微晶砂屑细粒石英砂岩，含双壳、腹足、腕足、棘皮等生物碎屑，具泥晶套、大型槽状层理（图版 I, 4），见介壳夹层和蛇形迹遗迹化石。为近滨中上部沉积，可能主要为沿岸沙坝沉积。C层为

1) S为有孔虫属种简单分异度，下同。

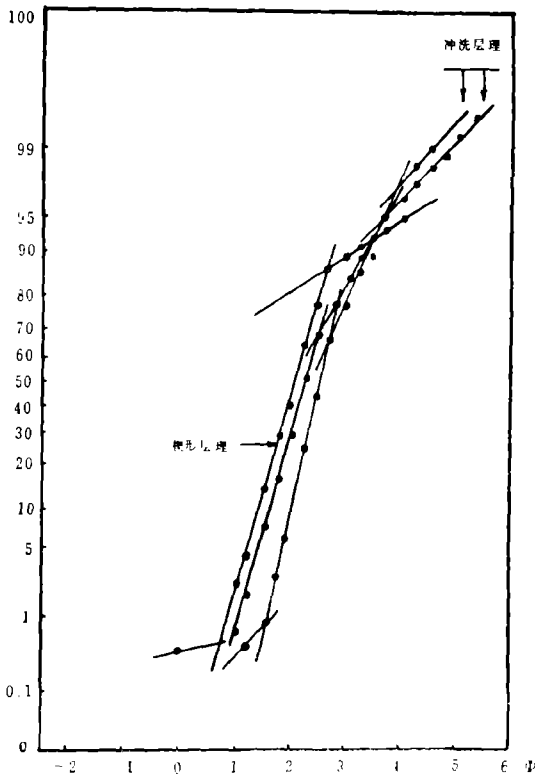


图3 粒度分布图

Figure 3 Diagram of grain-size distribution

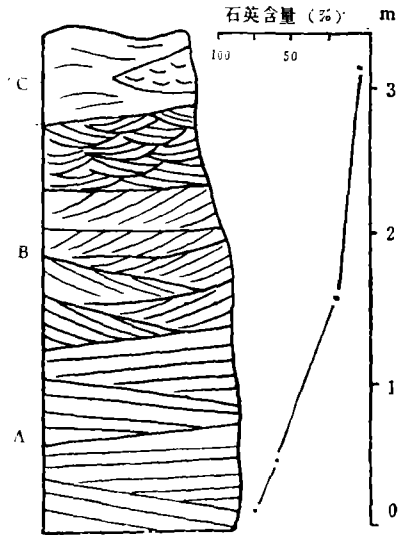


图4 广海海岸剖面结构之一

Figure 4 Sectional sequences of the open sea coast

亮晶石英砂似球粒-鲕粒灰岩和骨屑鲕粒灰岩，生物碎屑有明显的泥晶化现象，夹介壳灰岩透镜体，其中个别单瓣保存完整。水平层理不发育。属中等能量的近滨带中下部沉积。D层为泥晶灰岩，偶见介形虫、钙质海绵骨针，夹砂质灰岩、介壳灰岩透镜体。属滨外带沉积。

这种混合型海岸沉积之特征如表1所示，其沉积模式见图5。对于无障壁型碳酸盐沉积的形成，Ahr (1973)认为是由于海岸带地形坡度陡的原因，海水在到达海岸前能量消耗较少，使近岸地带形成了最高能量带。这一般是在海侵初期形成。

2.障壁型海岸环境

主要分布于中侏罗统聂聂雄拉组下部和上侏罗统门布组下部。是一套以潮汐作用为主的陆源碎屑与碳酸盐混合沉积，沉积标志明显。

1)聂聂雄拉组下部潮汐沉积的微相特征 沼泽沉积：黑色炭质页岩、泥页岩，含植物树干化石、孢粉化石丰富，如 *pinus polle-nites*·*sp*、*classopollis*·*sp*等10余种。

障壁岛海滩沉积：钙质石英砂岩，具冲洗层理和强烈的生物扰动构造。

潮道沉积：岩性主要为不纯砂岩和炭岩，含窄盐度生物化石，具有向上变细的剖面结构(图7)。

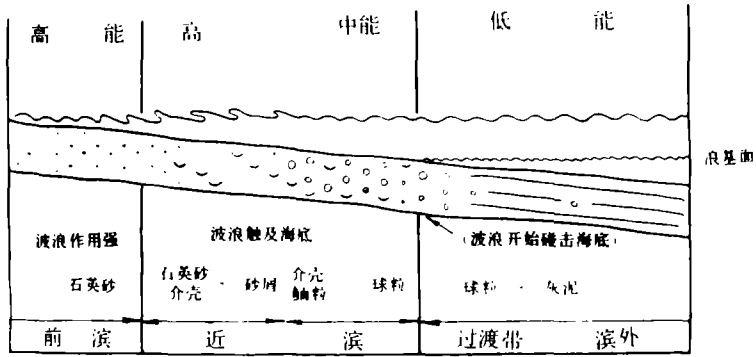


图 5 广海海岸混合型沉积模式

Figure 5 Model of the mixed deposits of the open sea coast

表 1 陆源碎屑和碳酸盐混合沉积的广海海岸微相特征

Table 1 Microfacies characteristics of the open sea in the deposits of terrigenous clasts and mixed type of terrigenous clasts and carbonate rocks

微相	前 滨	近 滨		过渡带~滨外
		中上部	中下部	
岩 性	石英砂岩	含石英砂屑屑灰岩 或砂屑灰岩	含石英砂似球粒~ 鲕粒灰岩, 屑屑 粒灰岩	泥晶灰岩, 球粒泥晶灰 岩
组份与结构	石英砂磨圆好, 陆源重 矿物含量高。一般含砂 屑、生物碎屑, 填隙物 为灰质。	生物碎屑、砂屑、 石英砂为主要组 份, 生物碎屑大都 有泥晶化现象, 填 隙物多为亮晶, 粒 度不太均一。	生物碎屑普遍具泥 晶化现象, 似球粒 ~鲕粒。生物碎屑 为主要组份。	泥晶、粉屑、球粒。
构 造	大型交错层理, 冲洗层 理。	大型楔形层理, 槽状层理砂纹层理, 水平 层理, 介壳透镜体。	水平层理, 介壳透镜体	
生物群	磨蚀的棘皮、双壳类、 属种单调, 有孔虫简单 分异度 = 1—2	磨蚀的双壳类、腹足类、腕足类、棘皮 等, 有的未被磨蚀。有孔虫简单分异度 = 3—6	介形虫, 钙质海绵骨 针, 有孔虫、棘皮。	
遗迹化石		蛇形迹		大型似海藻迹

潮坪沉积：未见完整的层序，可分潮上带泥晶灰岩，潮下砂坪和潮间混合坪沉积。泥晶灰岩中有豹皮状白云岩夹层（图版 I，5）及干裂、鸟眼、不规则纹理等构造。混合坪和砂坪沉积发育有潮汐层理、鱼骨状层理（图版 I，6）、修饰波痕、干涉波痕和复杂的大型交错层理（图版 I，7）等。

冲溢扇沉积：岩性为砂岩和灰岩沉积、夹介壳层。其缓倾斜的单斜层理（细层倾向



图6 潮道沉积序列

Figure 6 Sedimentary sequences of tidal channel

< 3°, 厚0.5~1.0厘米), 由于细层倾角极缓, 不应属正常床沙推移的产物, Reinson 认为是冲溢水流的形成物, 是冲溢扇的主要沉积构造。岩体呈透镜状与潮上白云质泥晶灰岩互层产出。此外, 岩石组分复杂, 杂基含量高, 具正粒序性等也都反映了冲溢水体快速堆积的特点。

泻湖沉积: 黑色泥晶灰岩, 含少量石英砂, 生物化石单调, 如有孔虫 (S = 1 ~ 2), 介形虫、少量变异的小双壳类, 具水平爬痕的遗迹化石。

门布组下部潮汐沉积的剖面结构是一个向上变细的潮坪沉积序列, 包括潮汐砂坝、砂坪、泥砂坪、砂泥坪等 (图7)。

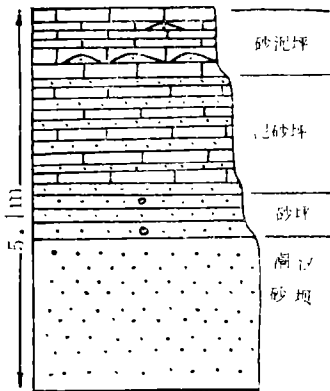


图7 潮坪沉积序列

Figure 7 Sedimentary sequences of tidal flat

2) 关于障壁性质的讨论 聂聂雄拉组和门布组的潮汐沉积是不一样的。前者为一套沼泽、泻湖、冲溢扇、潮道和海滩的沉积组合, 相序也复杂, 应属障壁岛系统; 后者则以完整的泥砂坪序列为特征, 少见潮道沉积, 可能反映了广海与海湾混合区的组合特征, 与英国东部的沃什现代潮坪沉积相似 (Evans, 1965)。

二、浅海环境

在整个侏罗纪都很发育, 可分为陆源沉积为主的和碳酸盐沉积为主的两种。

1. 陆源沉积的浅海陆棚环境

主要分布于下侏罗统中部、上部, 中侏罗统下部和上侏罗统门布组底部。为一套含

海绿石粉砂岩、长石石英砂岩、石英砂岩、夹少量火山岩屑砂岩和微晶灰岩、页岩等,其特点是含有较多的海绿石(2—15%)。生物化石种类丰富,保存也较完整,有双壳类、腹足类、腕足类、珊瑚、海胆、箭石、菊石和有孔虫等。此外,可见水平层理、沙纹层理和缓倾斜的交错层理等。

图8是一个向上变粗的浅海浅滩剖面层序,它可能反映了古海底地形不平的地貌特点。

外陆棚由于海水较深,其沉积特征不同,表2是内外陆棚沉积特征对比情况。

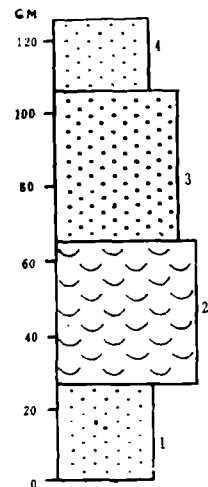
2. 碳酸盐沉积的浅海陆棚环境

1) 内陆棚环境 主要为粉屑泥晶灰岩,泥晶灰岩和颗粒灰岩沉积,含有丰富的生物化石,如腕足、双壳类、有孔虫、珊瑚、海百合、介形虫等,见大型似海藻迹遗迹化石和偶见均分潜迹。滨外滩的发育是其主要特点,图10为一滩前斜坡上发育的浅滩沉积层序,与Wilson的标准微相4(SMF—4)类似。

2) 外陆棚环境 主要为泥晶灰岩,其次为粉屑灰岩、钙质石英微粒砂岩、钙质页岩。据扫描电镜观察,泥晶灰岩主要是由0.006毫米大小的方解石晶粒组成,部分为颗石藻碎片,有的具有生物成因结构(图版I,8)。粉屑灰岩含石英粉砂(10~30%)具显微粒序性,粉屑主要由棘皮、海绵骨针、有孔虫、介形虫等组成,有丰富的均分潜迹遗迹化石(图版I,2)及部分蠕虫迹(*Hemithoidea*)和栖息迹等。层理发育,主要为沙纹层理和水平层理,岩层呈中薄层状,层厚均匀,延伸稳定(图版I,2)。

在外陆棚中尚见细粒浊积岩沉积(图10),该岩层仅厚3厘米,可分4小层:a、灰黑色泥晶灰岩,含有孔虫、海绵骨针化石。b、灰黑色棘屑粉屑灰岩,含较多石英粉粒。具正粒序性和底冲刷面,厚10~12毫米。c、含石英粉砂粉屑灰岩,具水平(平行?)层理。d、含石英粉砂粉屑灰岩,顶层面上具分叉的不对称的微波痕(图版I,3),层厚仅1毫米。以上层序可看出,沉积粒度细,具底冲刷和正粒序性层理,个别生物碎屑垂直层面产出,反映了重力流作用之特点。含陆源石英砂粒,具底栖和浮游生物组合等。这些可与Stow(1980)提出的细粒浊积岩标准层序相比拟。Stow的标准层序厚7厘米,分四小层,相当于Bouma(1962)的D、E层序和Piper的E₁—E₂—E₃层序。细粒浊积岩的存在反映外陆棚的海水变得更深。

3) 碳酸盐沉积陆棚的特点 综上所述,可见该区碳酸盐内陆棚沉积与现代浅海内陆棚相似,都是以发育滨外滩为特征,如美国东南海洋、非洲西部海洋等。而外陆棚不同,与内陆棚相比则是沉积相变快,并由于碳酸盐供给不足形成了泥页岩的薄层夹层。在沉积物中既有垂向的含颗石藻泥晶灰岩,也有横向重力流作用的细粒浊积岩。此外,底栖生物急剧减少,出现了陆坡或海盆常见的蠕虫迹等,均与内陆棚不相同,反映了古海底地形的不平坦的特点和该区可能正处于板块扩张阶段的沉积背景。



1. 海绿石粉砂岩相(属第二旋回)。3. 含海绿石中粒砂岩相,具缓倾斜层理。2. 滞留生物层(牡蛎化石为主)。1. 海绿石粉砂岩相

图8 浅海浅滩剖面层序

Figure 8 Shoal Section of neritic environment

表2 陆源沉积的内外陆棚沉积特征对比

Table 2 Environmental characteristics of the terrigenous sediments of inner-outer shelf

特征	内 陆 棚	外 陆 棚
岩 性	海绿石中粒长石石英砂岩、石英砂岩、粉砂岩、夹泥灰岩、微晶灰岩和页岩	海绿石质细粒长石石英砂岩、粉砂岩、钙质页岩、黑页岩、夹中粒砂岩和灰岩透镜体
结核海绿石	钙质、菱铁质结核 异地成因者多，含量2—15%	同 前 异地和原生均有，含量5—20%，最高达45%
生 物	腕足类、腹足类、珊瑚、海胆、双壳类、箭石、菊石等，双壳类可有10余种属	菊石、腹足类、双壳类（主要为海扇）、珊瑚等
遗迹化石	根珊瑚迹	均分潜迹、显微生物潜穴
沉积构造	水平层理、大型缓倾层理、冲刷构造	水平层理、沙纹层理

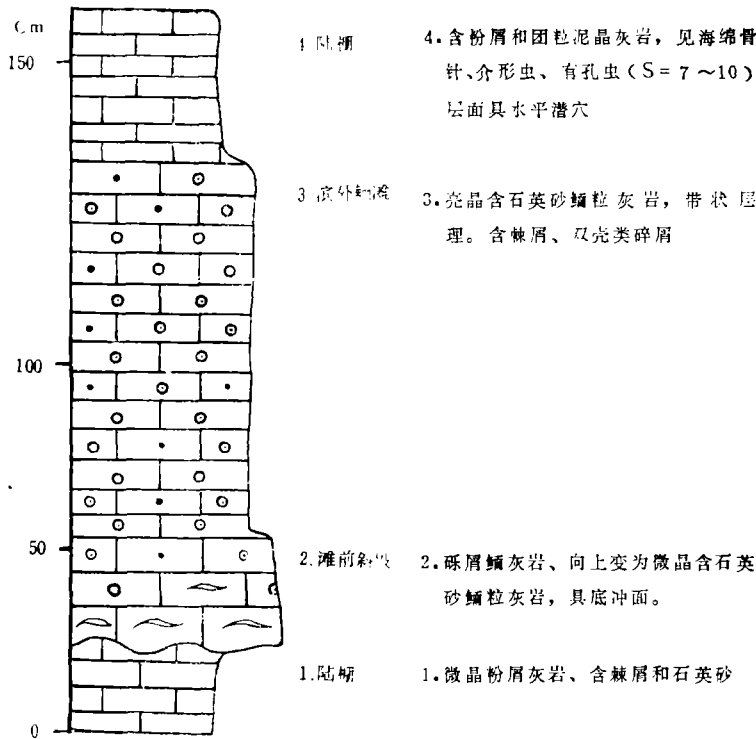


图9 滨外滩剖面层序

Figure 9 Sectional sequences of offshore shoal

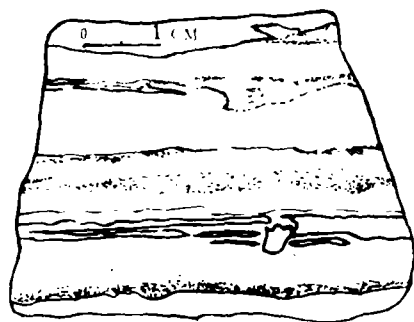


图10 细粒浊积岩层序

Figure 10 Sedimentary sequences of fine-grained turbidites

三、生物礁

生物礁岩层分布于门布组下部，成礁期为晚侏罗世牛津-基米里期。

1. 主要造礁生物及生态

主要造礁生物有六射珊瑚 (*Thecosmilla*, *Actinostrea*, *Antillophyllia*?) 多呈枝状，支架间常充填少量石英砂。块状绵形水螅类 (*Spongiomorpha*)。刺毛虫类 (*Bauneia*·*Sp*)，半球状，其半径约10—20厘米。此外，还有层孔虫类 (*Actinostromaria*, *taenia yong et wang*)，以及呈团块状的粘结有孔虫。

附礁生物有海百合、腕足类、双壳类、腹足类和藻类等，多呈碎屑状。

2. 岩性特征及微相带划分

礁和与礁体有关的岩层共分六个岩性段，自下而上第一段为黑色页岩，灰黑灰绿色泥质粉砂岩，富含菊石、箭石化石。为次深海沉积，组成礁前盆地相，厚约400米。第二段为灰黑色中薄层状含生物泥晶灰岩、含球粒微晶灰岩与颗粒微晶灰岩。见海百合、双壳类、腕足类、有孔虫碎屑以及觅食遗迹 (图 I, 4)、啃食遗迹，为礁前的陆棚边缘相，厚25米。第三段为塌砾灰岩 (图版 I, 5)，砾石呈棱角状，分选极差，成分也比较复杂，主要为礁核的生物碎屑，如珊瑚、海绵等，为礁前塌砾相，厚5米。第四段为生物灰岩，下部为枝状珊瑚灰岩，以保持原始生态的枝状珊瑚为主，其间充填大量泥晶方解石，为形成于海水较深的障积岩类，为礁核沉积，代表了礁的定殖——拓殖期。上部为绵形水螅灰岩，其间有呈半球状的刺毛虫类，形成礁体最强的抗浪生物格架，属骨架灰岩，代表了礁的泛殖期，共厚20米。第五段下部为生物碎屑灰岩 (图版 I, 6)、包壳粘结有孔虫团块灰岩。生物碎屑大都有泥晶化现象，可见铸模及溶孔构造，反映了成岩后的浅水溶蚀过程。形成了礁的顶盖层，属礁后的骨屑滩沉积。上部为亮晶鲕粒石英砂灰岩，砂屑灰岩及中细粒石英砂岩，石英砂粒都具泥晶包皮 (图版 I, 7)，属骨屑滩后盐度不正常的鲕粒-石英砂滩相，岩层共厚10米。第六段为潮坪沉积的石英砂岩、条带状灰质砂岩、条带状泥质灰岩，厚约20米。

3. 岸礁模式

该礁体礁顶及礁盖为陆源砂沉积，礁后无泻湖环境，礁前塌砾沉积也很发育，说明

礁体离陆源较近、沉积坡度较陡，海水能量高等特点，和现代岸礁特点同，属岸礁类型，为该临窄陆棚边缘的无泻湖发育的海退式岸礁。礁体组合是：礁前盆地（次深海环境）—窄陆棚边缘—礁体—岸滩—潮坪。岸礁模式如图11。

晚侏罗世在世界范围是一个成礁期。珠峰地区生物礁的发现，说明当时古地中海东段也处于成礁环境，很可能和阿尔卑斯地区一样，也有一个礁带的存在。

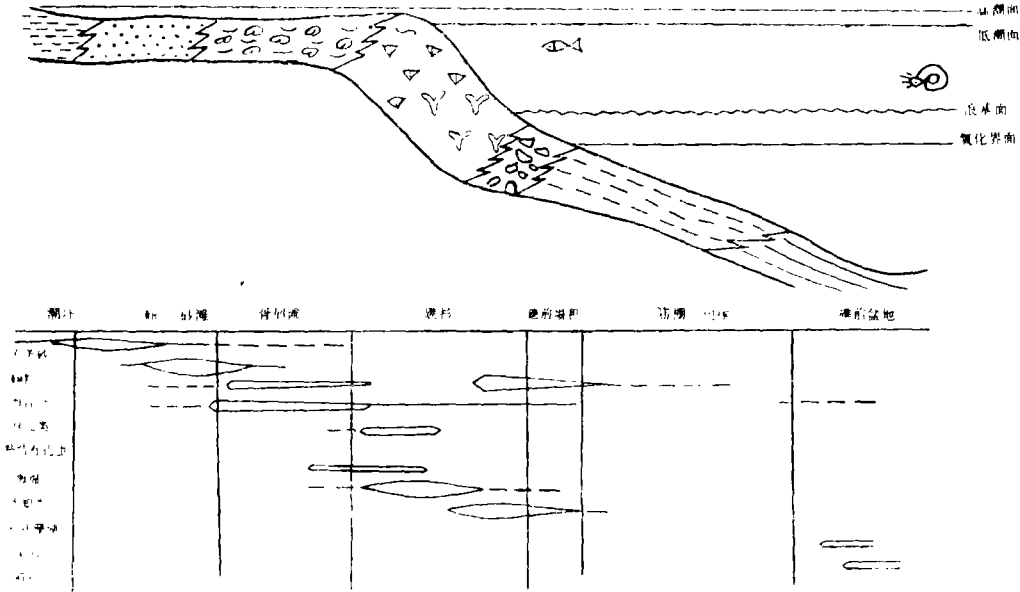


图11 岸礁沉积模式图

Figure 11 Model of fringing reef deposits

四、等深积岩(Contourites)

自1966年B.C.Heezen等人根据对北大西洋西部陆隆等深流的研究，提出等深积岩的概念后，就被认为是沉积学的一项重大成果。近年来，人们除了继续对现代等深流及其沉积物进行研究外，还进一步识别出了古代的等深流沉积（等深积岩），并提出了各种鉴别标志，为今后深入的研究工作奠定了良好的基础。本区等深积岩分布于中侏罗统拉弄拉组中部，总厚45米。

本区等深积岩为薄层状粉屑石英微粒砂岩、粉砂岩和含石英砂泥晶灰岩，陆源碎屑组分占40—70%，碳酸盐组份为粉屑和生物碎屑（底栖的及浮游的有孔虫、少量棘屑）。对微粒-粉砂岩样品的薄片粒度分析结果如图12，其Folk的粒度参数结果如表3。其沉积结构特点是：a、各累积曲线形态相似，曲线近于重合，粒度参数也大体一致。b、以跳动和悬移总体为主，缺乏推移总体。c、跳动总体出现次一级截点(3.5φ±)，反映了陆源砂和盆屑（碳酸盐粉屑）同时共存，是现代等深流沉积的特点之一。d、悬移与跳动总体斜率相差不大，σ₁表明分选好。这是等深积岩的重要鉴别标志（Heezen等1972）。e、SK₁为正值，反映了等深流的反复簸选和改造作用。

层理发育，为单斜的小型板状层理（图版Ⅱ，8），层系厚4—6厘米，细层倾角

$<10^\circ$ ，细层向下收敛并向上成凹状，表明水体单向流动，以及具有较多的悬移载荷（10%）的特点。比外见呈同曲率状之沙纹层理，表明悬移载荷与床沙载荷比率较高的特点。在薄片下可见正粒序性层理。生物扰动构造发育，与沙纹层形成互层，反映底质条件松软，沉积速率较慢和床沙运移的间歇性等特点。

剖面具有向上变细的二元结构，这和现代等深流周期性地携带雾状层的特点相同（图13），如佛罗里达海域内的等深流沉积。此外，岩层接触界线清楚，无冲刷、重荷模和火焰状等底面构造。

从相序上看，本区等深积岩上下均和碳酸盐沉积的外陆棚相邻，属于陆坡环境。现代等深流也大都沿陆坡地区流动。生物化石表明底栖者和浮游者共生，遗迹化石为 *Scolicia* 组合均显示了较深水的特点。岩石粒度细（ $<$ 微粒-粉砂）也能说明其形成于较深水的陆坡区。

表4是本区等深积岩和Heezen—Hollister—Bouma（1972）所提出的等深积岩鉴别标志对比表。珠峰地区侏罗纪等深积岩的发现，表明古洋流系统的存在，可能证明当时该区不是稳定的线海地台，古海域十分宽广，并类似于现代的被动大陆边缘环境。

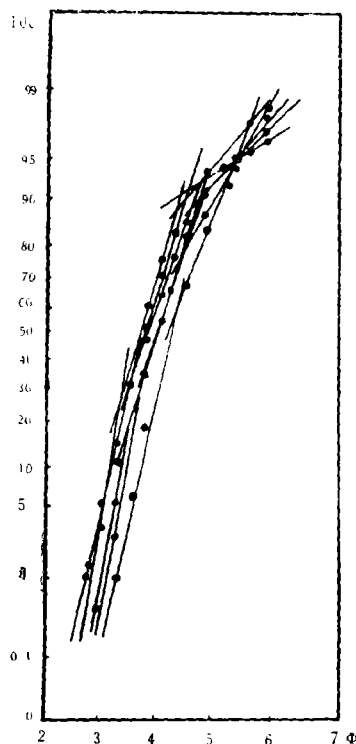


图12 粒度分布图

Figure 12 Diagram of grain-size distribution

表3 粒度参数数据

Table 3 Grain-size characteristics of the contourites of the study area

样 品	M_2	σ_1	SK_1	KG
b_1	4.03	0.6	0.167	1.02
b_2	4.23	0.52	0.118	1.27
b_3	3.65	0.57	0.300	1.29
b_4	3.73	0.55	0.136	1.29
b_5	3.98	0.55	0.190	1.07
b_7	3.83	0.59	0.210	1.15
平 均 值	3.91	0.56	0.187	1.18
		分选良好	正 偏	近 正 态

注：按Folk和Ward（1957）的计算公式与划分标准。

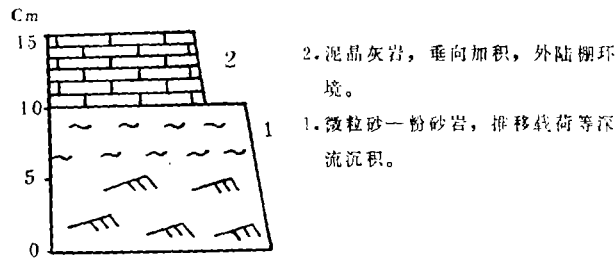


图13 等深积岩剖面结构

Figure 13 Sectional sequences of contourites

表4 等深积岩特征对比表

Table 4 Contrast table of the contourites characteristics

层厚		块状层理	水平或平行层	砂纹层理	垂向序列	粒度	分选性	颗粒组构	微化石	接触面	粒序性	基质	其它
Hollister ~ Bourna	通常约5cm	未 见	普遍可 在底部 出现。	普遍可 在底部 出现。	未 见	极细 砂~ 粉砂	$\sigma_1 = 0.75$	颗粒定 向性发 育。	不常见。 为腐蚀 与破碎 状	清 楚	少 见	0~5% (<2μ)	
	珠峰地区 5~10cm最多	未 见	常见, 无规律	常见, 样。	向上变细 的二元结 构。	同 上	$\sigma_1 = 0.56$	发育 同上	同上	同 上	同 上		生物 扰动 发育

五、次深海环境

主要见于上侏罗统。岩石为粉砂岩、粉砂质页岩。碎屑含量为20—50%，最高达70%，以石英为主，其次有长石、云母、泥质物主要为水云母、铁绿泥石，含有大量的硅泥质结核，结核中常见菊石等化石，可能类似于现代陆坡上的兰色软泥。无层理发育。生物化石以菊石—箭石—双壳类生物组合为特征，菊石最多，占80—90%，形成菊石细屑岩相。化石大都保存完整，但均为内模而无钙质壳。此外尚可见到单体珊瑚、腕足类等化石。

以上特点表明显然属次深海环境。从区域资料看，喜山地区晚侏罗世深海沉积为放射虫硅质岩组合。从相序上看，次深海沉积于外陆棚沉积之上，形成了滨海—浅海—次深海的沉积旋回。

六、结束语

(1) 侏罗纪时本区沉积环境为海岸(下、中侏罗世)—浅海陆棚—陆坡(上侏罗世)组合，组成一大的海浸沉积旋回。

(2) 沉积了4500米厚的砂岩、碳酸盐岩和细屑岩类，无火山岩出现，砂岩成熟度高，反映陆源区上升幅度小，海洋内部强烈拗陷的特点。

(3) 从沉积环境特点看，反映了沉积作用多样化、相变很快的特征。等深积岩证明了古洋流的存在。此外还有浊流的活动。

(4) 相变快，沉积厚度大，海岸为高能沉积等，可能证明了古海底地形不平坦，以断块式的陡峻地形为特征。反映了当时板块扩张作用的直接影响。在侏罗纪时珠峰地区可能属于古地中海的被动大陆边缘环境。

本文初稿承曾允孚、李汉玲和林文球审阅，并提出宝贵意见，特此致谢。

(收稿日期：1983年4月26日)

参 考 文 献

- [1] Wilson, J.L., (1981) 地质历史中的碳酸盐相(中译本), 地质出版社。
- [2] Raup, D.M. and Stanley, S.M., (1978) 古生物学原理(中译本), 地质出版社。
- [3] Frey, R.W. et al., (1975) *The Study of Trace Fossils*, New York, Springer-Verlag
- [4] Hallam, A., (1975) *Jurassic Environments*, London, New York, Melbourne
- [5] Harms, et al., (1975) *SEPM Short Course N. 2*, Texas, Dallas
- [6] Reading, H.G., (1978) *Sedimentary Environments and Facies*, Oxford London
- [7] Stow, D.A.V., (1979) *Sedimentology*, V.26, N.3

JURASSIC SEDIMENTARY ENVIRONMENT IN THE QOMOLANGMA REGION

Liu Baojun

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Yu Guangmin Wang Chenshan Lan Bailong

(Chengdu College of Geology)

Abstract

The Qomolangma region covers the area from Jirong to Gamba in the south of the Himalayan fault. The well developed Jurassic strata in this area are completely exposed, and their total thickness is 4500m. This region belonged to a passive continental margin environment adjacent to Indian Plate during the Jurassic period, with active depositional setting, varied types, great thickness and rapid facies change.

The Jurassic strata in this region are marine deposits, including coasts, neritic shelf, bathyal environments and two lithofacies (organic reef and contourites). Trace fossils, as environmental analytical indicators, are systematically

studied and thus Ichnofossils are proposed.

Sedimentary rocks of the Jurassic period are mainly terrigenous clastic rocks, carbonatites, mixed type of terrigenous clastic rocks and carbonatites, lutites, etc. The sedimentation of this region is characterized by the rocks of the mixed type and the sedimentary environment is chiefly a non-barrier coast. The lutites include siltstones and pelrites with abundant ammoniticone fossils, forming a particular ammoniticone lutite lithofacies and representing a bathyal facies.

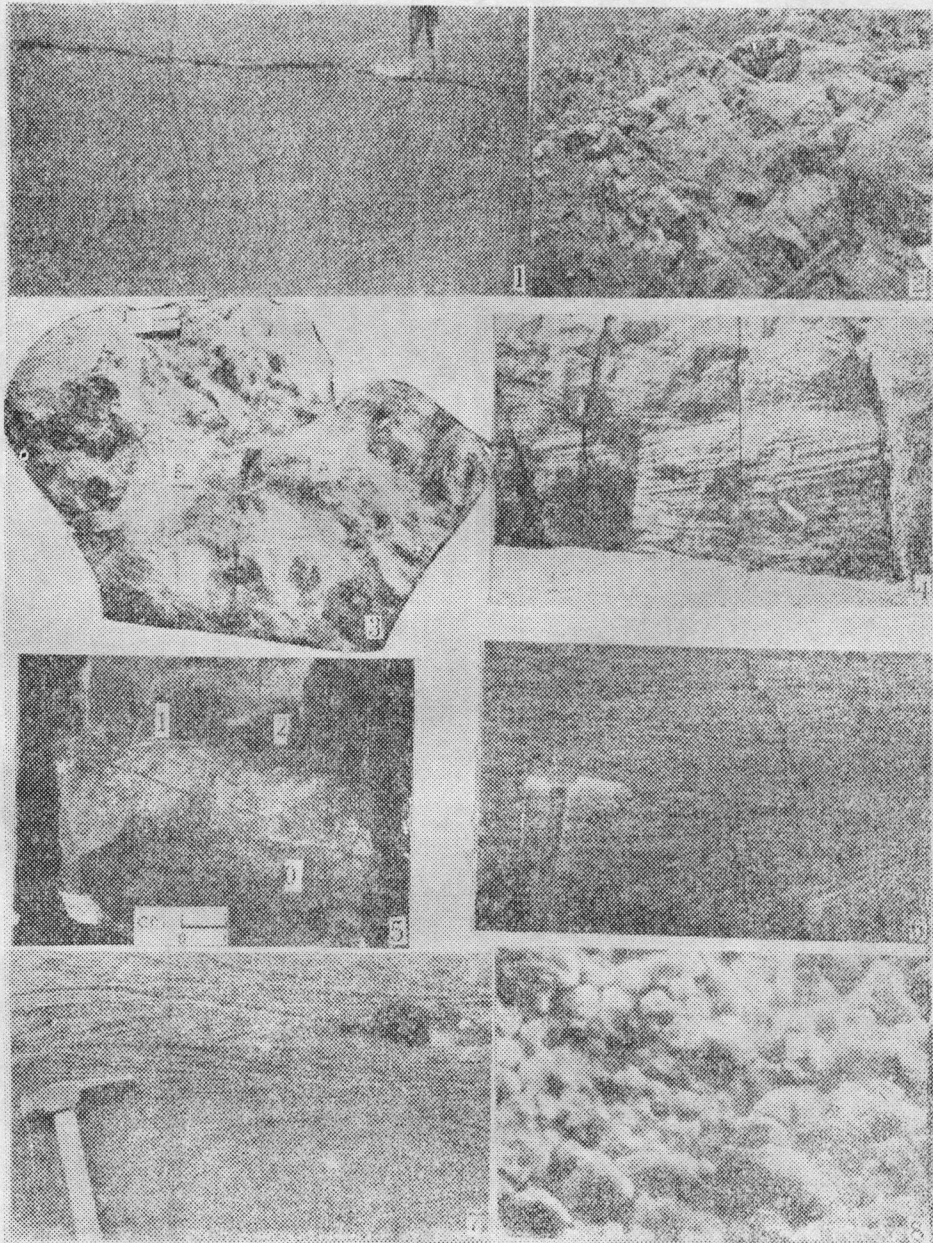
There are two types of coastal environment; non-barrier and barrier. According to the sedimentary characteristics, the non-barrier coast can be subdivided into two types: mainly terrigenous clastic rocks and the mixed deposits of terrigenous clastic rocks and carbonatites. The study on non-barrier environment of the mixed deposits is emphasized and a sedimentary environment model is proposed in this paper. According to the characteristics of the deposition, the barrier coastal environment can also be subdivided into two types: one with barrier island system and the other with the bay. The former is a set of depositional associations of swamp, lagoon, swash fan, tidal channel and beach, and the latter is characterized by a complete sequence of sandy and muddy flats.

The neritic environment includes terrigenous and carbonate deposits. The neritic environment with carbonates deposited is subdivided into inner shelf and outer shelf. The former is mainly offshore beach, similar to the modern continental shelf, whereas the latter is more complicated, containing both coccolith-bearing argillaceous limestones deposited vertically and fine-grained turbidites deposited transversely (action of gravity). Its lithofacies changes rapidly and this may be related to the spreading of the plates.

The organic reef lithofacies can be compared with that in the Alps. The reef-forming period reflects the world-wide character in the late Jurassic. The main reef-forming organisms are Hexacoralla, Hydroid, Chaetetida, etc. Reef model is a fringing reef.

Like the organic reef facies, the contourite lithofacies is also an important depositional type first found in this region. The occurrence of the contourites suggests the existence of the ocean current in this region in the Jurassic period.

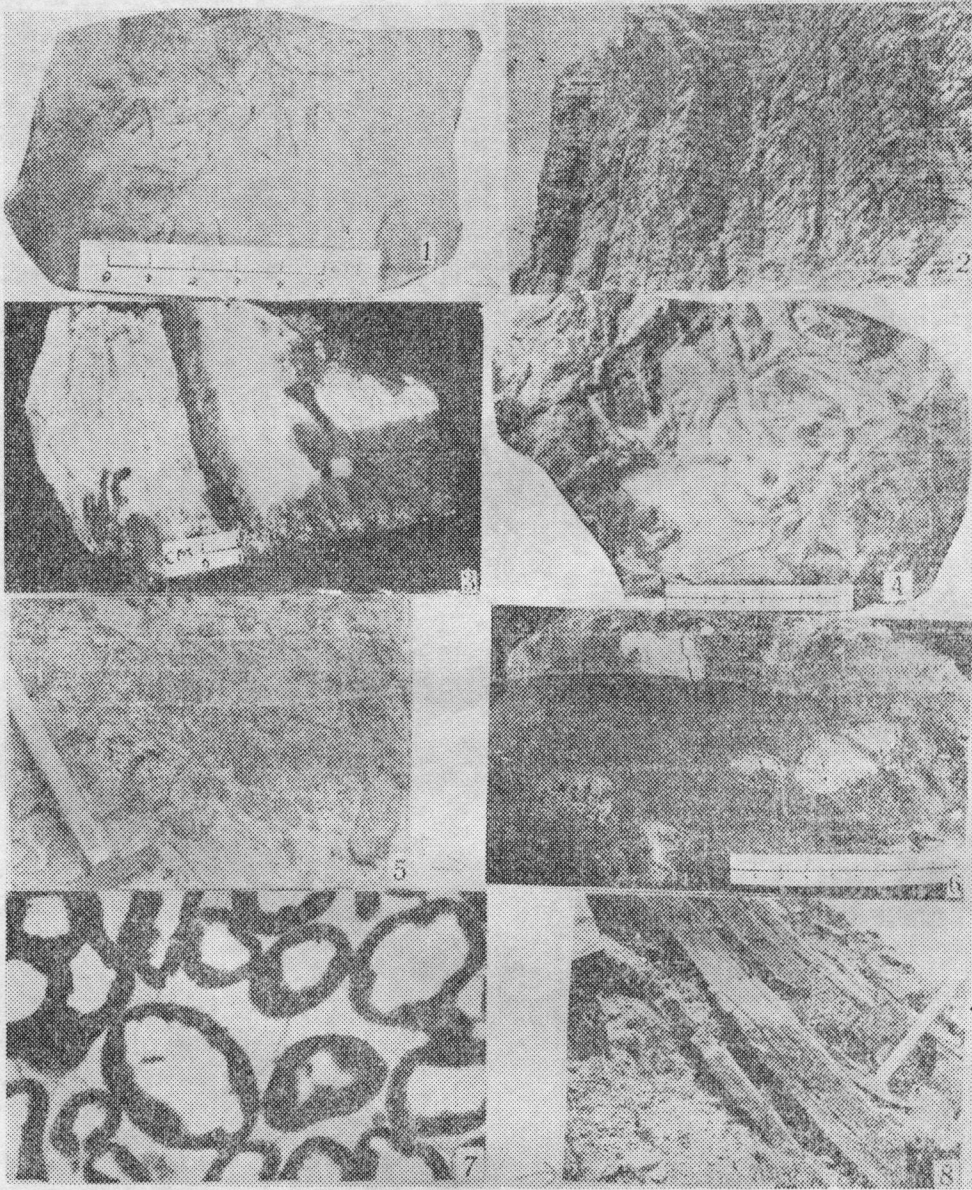
The bathyal environment is mainly the deposits of Ammoniticone lutite lithofacies.



1 冲洗层理，见递变粒序 2 楔形层理 3 大型似海藻迹。爬痕呈Y字型、弧状弯曲(A、B处)
 4 大型槽状层理。 5 豹皮状白云质微晶灰岩，浅色者为白云岩斑块。见于化作用形成之V字形面(0、1、2处) 6 不对称鱼骨状层理，其共轭层系的上部层系小于下部层系 7 交错层理，层系组合复杂，单个层系均呈单向，层系组合为双向 8 含颗石藻泥晶灰岩、扫描×2916

刘宝珺等：珠穆朗玛峰地区侏罗纪沉积环境

图版 II



1 均分潜迹，围岩为泥晶灰岩 2 泥晶灰岩，呈城墙状产状 3 微波痕，于细粒浊积岩中
4 螺旋状爬痕(B)和栖息痕迹 5 塌砾灰岩 6 碎屑状海绵 7 具泥晶皮的石英，亮晶
胶结。单偏光×30 8 小型板状层理，与泥质灰岩呈互层产出