第三章　沉积相

对于川西藏东地区三叠纪各沉积时期的岩相、古地理特征，已有的文献虽有涉及，但多是凭岩性、厚度推断，从未进行过专门研究。为了将此项研究引向深入，本课题以近代沉积学理论为基础，运用现实类比原则，从各主要代表性剖面沉积岩和共生火山岩的各种成因标志的野外观察研究和综合分析入手，划分了区内三叠纪各沉积阶段的沉积相类型与环境类型。试图以此作为更进一步研究的起点，并为探讨区域沉积作用和构造演化历史，以及进一步论证地层区划及划分对比的合理性提供依据。

按照目前世界上大多数学者的认识，趋向于把“沉积环境”理解为“在物理学上、化学上和生物学上均有别于相邻地区的一块表面”（R. C. 塞利，1976），“沉积相”则是“沉积环境的古代产物”，亦即“环境的物质表现”。从上述可以看出，“相”与“环境”是既有联系，又有区别的两个不应等同看待的概念。

由于同一沉积物可以生成于不同环境，而同一环境又可形成几种类型的沉积物，因此，目前还很难制订出一个理想的，为众所公认的“相”的分类方案。但是，长期以来，我国不少地质学家习惯于在“相”之前冠以“环境”名称的方式命名。如：海相、浅海相、湖泊相、河流相等等。这些名称显然是指上述不同古环境所形成的一些各具特征的沉积组合，虽然它们具有很强的环境色彩，但命名简单，含义也基本明确，故常出现于各文献论述之中。为了充分反映本区特有的沉积相类型及古地理特征，本文除采用在广泛领域内已流通使用的常见的相的名称和术语外，并划分出“火山喷发-沉积体系”。

如前章所述，三叠纪时期，特别是晚三叠世阶段，于远离海岸的沉积盆地中，沿主要构造断裂带曾发生多次强烈的火山喷发作用。由于岩浆性质、上升方式及喷发量多少的不同，形成了一系列大小不等、产状形态各异的火山喷发堆积体，使沉积盆地的古地貌景观表现为某种异样地形。这种由内营力所引起的古地貌景观的急剧变化，对沉积作用必然产生明显的影响和控制。现有资料表明，大多数火山喷发堆积体形成于海盆地水面以下的不同深度，少数也曾凸出暴露于水面之上，总体呈岛链状展布，其古地貌结构类似于生物礁或堡岛系统。由于火山喷发堆积体凸起高度、所在位置及堆积物性质的差异，因此形成的沉积物在三度空间上复杂多变，但又具规律性分布。对这一特殊环境下所形成的综合沉积系统，本文将其命名为“火山喷发-沉积系统”（岩相组）。按其生成位置和构成特点，又可进一步划分为火山堆积体系前缘盆地、火山堆积体系后缘盆地（或槽盆）以及火山堆积体-体间沉积三种环境。其中每一种环境因沉积物质来源、补给、搬运和沉积方式等的差异，又具有不同的岩相特征，可进一步划分为若干“相”或“微相”。

1．火山堆积体系前缘盆地相带：指火山堆积体群靠外海一侧的槽盆沉积。包括陆棚、三角洲等。火山物质相对贫乏。当盆地边坡变陡，物源供给丰富时，局部可形成浊流沉积。

2．火山堆积体系后缘盆地（或槽盆）相带：指火山堆积体群靠陆一侧的拗陷或断陷槽盆沉积。由于火山堆积体群或岛链的阻隔，大量陆源碎屑物质在此聚集而成巨厚的沉

积，靠近火山堆积体群，也可形成由各种机制所造成的火山碎屑沉积及层状基性熔岩体。

3．火山堆积体和体间沉积相带：按其形成方式、环境及构成特征，可进一步划分为以下五种不同的相型：

（1）火山堆积相：指以火山喷发通道为中心由一次或多次火山喷发、喷溢作用所形成之穹状、锥状或脊状火山堆积体。主要由各类熔岩、火山碎屑岩组成。于深水、浅水及水上环境均可形成。

（2）火山体顶部相：为火山体顶部直接盖层，主要为火山碎屑岩和正常沉积岩。由于火山活动之后，水体中营养物质丰富，且一般为相对浅水环境沉积，故常有大量生物繁殖。其后可因地壳下沉或海平面上升而转变为深水盆地沉积。

（3）火山体周缘相：环绕火山堆积体周缘分布，为火山喷发物与正常海相沉积的过渡类型。火山物质主要表现为熔岩及凝灰质散落物，一般随着距火山喷发堆积体距离加大而渐次减少。

（4）火山体间盆地相：指火山体间盆地中与火山堆积体同期形成的沉积物。沉积物具多源性。沉积作用以降落的火山碎屑为主，次为密度流，也间有象陆源碎屑物质那样的牵引流搬运；一般多为半封闭环境，水动力能量较弱。

（5）火山体间谷道相：为火山体间或沟通火山体群与外部水域的沟道沉积。沉积物一般组分复杂，粒度较粗，搬运方式具牵引流和管状水流作用的特征。

前已述及，由于区内三叠系沉积组合及厚度变化显著，并经强烈变形或变质作用影响，致使沉积相标志保存较少，而对其岩相古地理学方面的研究又才刚刚起步，故本文对该区三叠系地层，特别是火山喷发-沉积体系沉积环境所作的一些概括和分析，显然是十分初步的，在不少方面还有赖于进一步深入研究加以验证和充实。

第一节　川西义敦地区剖面相分析

一、早三叠世茨岗组及党恩组

（一）茨岗组

乡城县然乌卡剖面及得荣县茨岗剖面，基本能代表本区茨岗组主要沉积特征。为说明相的横向变化则以相邻的巴塘县苏洼龙乡嘎拉卡剖面作为补充。

1．然乌卡剖面：茨岗组总厚1047—1234m，相剖面见图22。该剖面主要为碳酸盐岩（共占98.1%），仅底部夹少量凝灰质砂岩及粉砂岩。剖面按岩性、岩相特点可分上、下两部分：上段（12—3层❶）主要为粉—微晶含灰白云岩、白云石化微晶灰岩、白云石化残余砂屑灰岩、生物碎屑凝块砂屑灰岩，间夹豆粒—鲕粒亮晶灰岩，条带状或角砾状灰岩，厚1027m；下段（3—1层），为含生物砂—砾屑泥晶灰岩，亮晶球形绿藻灰岩、亮晶鲕粒灰岩、细晶灰岩夹凝灰质砂岩，厚20—211m。各类岩石特征如下：

含灰白云岩—白云石化灰岩：主要由细晶、粉晶—微晶白云石和方解石组成，局部含少量球粒、鲕粒及砂屑，并偶见石英、长石及黄铁矿。白云石多为自形晶，并可见交代微

---

❶ 剖面分层号与第一章第三节同一剖面相同，下同。

层号	柱状剖面	厚度(m)	岩性	颜色	沉积构造	古生物	水动力条件	沉积环境
12		77	粉—微晶含灰白云岩、生物屑凝块砂屑灰岩、鲕粒亮晶灰岩	浅灰、灰	块状层理	有孔虫及腕足、瓣鳃、海百合碎屑	停滞水体与间歇性搅动交错	半局限台地与台地边缘滩
11		99	白云化砂屑灰岩、微晶灰岩、鲕粒亮晶灰岩、斑块微晶灰岩		纹层状水平层理	有孔虫、腹足		
10		192	白云石化鲕粒亮晶灰岩	灰、深灰	中厚层水平层理	有孔虫		
9		120	条带状或角砾状灰岩	浅灰				
8		176	灰质白云岩、白云石化微晶灰岩	浅灰深灰				半局限台地
7		14	含粉砂质白云岩、微晶灰岩	紫红	薄层水平层理	瓣鳃		
6		134	白云石化鲕粒亮晶灰岩	灰白、灰	厚层状层理			台地边缘滩
5		151	白云石化微—粉晶灰岩、含石英泥铁质微—粉晶灰岩	紫红	中—厚层水平层理、小型沙纹交错层理	有孔虫、海绵骨针		半局限台地
4		56	豹斑状白云石化灰岩、鲕粒亮晶灰岩	灰	中厚层水平层理	瓣鳃		台地边缘滩与半局限台地
3		6~90	凝灰质砂岩或细晶灰岩、钙质板岩、砂岩	灰紫、灰黑	薄层—中厚层水平层理、小型沙纹交错层理	瓣鳃	较活跃并伴有间歇性搅动	开阔台地
2		8~35	含砂砾屑微晶泥灰岩、球形绿藻亮晶灰岩、鲕粒亮晶灰岩	灰绿、灰	薄层—中厚层水平层理	瓣鳃		
1		10~86	含砂砾屑微晶泥质灰岩、假鲕粒灰岩					

图 22　四川乡城县解放乡然乌卡下三叠统茨岗组岩相剖面

Fig. 22　Lithofacies of Lower Triassic Cigong Formation in Ranwuka Xiangcheng County, Sichuan

晶方解石或鲕粒核心。白云石含量高低不一，除微晶白云石呈粒状镶嵌结构外，其余或沿层间裂隙及孔隙分布，或局部集中呈似斑粒状镶嵌结构，或呈菱面体自形晶不均分布在红色铁泥质之中，或呈条带与微—粉晶方解石、铁泥质相间构成纹层，应属准同生阶段及成岩后生阶段产物。总的显示具半局限、浅水低能特征，并可能邻近高盐度蒸发环境。

微晶灰岩：呈细—微晶结构，或微晶、细晶、粉晶结构混杂形成不规则斑块状构造，网脉状构造，沿裂隙或生物扰动孔隙重结晶作用显著，并形成细晶状方解石，或纤维状及花瓣纤维状方解石（可能为去膏化作用形成）；部分微晶灰岩中含氧化铁砾屑，砾屑砾径10—20mm，胶结物为含长石、石英粉屑的泥晶方解石，并见硅化介壳生物碎屑，氧化铁多沿纹层分布。形成环境亦应属浅水低能。

生物碎屑—砂屑灰岩：岩石具生物碎屑结构、砂屑结构，碎屑主要由腕足、瓣鳃、有孔虫、海百合、钙质海绵骨针等生物碎屑以及泥晶方解石砂屑组成。分选性一般较差。

胶结物为重结晶的粒状方解石。岩石中并偶见鲕粒（薄皮鲕、单晶鲕）及由泥晶方解石或藻构成的凝块及砾屑，显示为能量不高的浅水环境。

豆粒—鲕粒亮晶灰岩：豆粒—鲕粒结构，可分两类：一为颗粒含量较高，主要由豆粒、鲕粒组成（约占70—90%），含少量生物碎屑，颗粒支撑，亮晶胶结，并具世代特征，鲕粒大多呈同心状或放射状，由生物碎屑构成核心，部分鲕粒具泥晶化边及藻钻孔，或遭不同程度白云石化，反映为局部高能鲕滩环境；另一类鲕粒含量仅占30—40%，并含生物碎屑及假鲕粒，鲕粒圈层不多，大小不等，为微晶及亮晶方解石胶结，显示为能量中等环境形成（图版Ⅰ，1）。

球粒绿藻亮晶灰岩：具球状生物结构，主要由圆形及椭圆形的绿藻类构成，中心粒状结构，壳壁为泥晶或微晶方解石，颗粒占60%，填隙物主要为亮晶方解石及少量微晶方解石，属中等能量环境形成（图版Ⅰ，2），在剖面上主要分布于第2层中。

凝灰质砂岩：紫灰或杂色，岩石具变余凝灰砂状结构，碎屑占70%，由石英、中基性火山岩屑及斜长石、钾长石及少量玻屑、次生绿泥石、海绿石等组成。填隙物主要为碳酸盐及铁质、凝灰质等，为火山降落物经流水改造于浅水氧化环境沉积。在剖面上分布于第3层中。

除上述岩石成份、结构特征外，岩石的颜色、沉积构造、生物等亦能作为判断沉积环境的标志。

岩石颜色：上段主要呈浅灰色，并间夹紫色，局部富含氧化铁，主要是氧化界面以上的沉积；下段以灰绿色为主，间有灰色、紫灰色，这种颜色变化可能由氧化界面变化或成岩作用中曾一度处于还原环境所引起。

沉积构造：上段以块状一厚层为主，上段下部及下段为薄层水平层理，局部具水平纹层和小型沙纹交错层理。结合前述的各类岩石的结构特征分析，总的反映水动力条件较弱，并伴有局部间歇强扰动。

物质来源：各类岩石中含陆源碎屑较少，仅上段下部沿层含长石石英粉砂，下段夹火山碎屑及少量陆源碎屑沉积物，因此主要为盆地内源沉积物。

生物：剖面中生物群，全为海相生物，种属单调，主要为广盐度正常底栖生物，以足丝或壳质固着和漂浮营生的瓣鳃纲异齿目、古异齿目及弱齿目，以及钙质有孔虫、腹足类生物为主，并有较多生物碎屑。

综上所述，该剖面上段总的显示：海水不深，水循环受一定局限，含盐度有所变化，准同生及成岩后生白云岩化普遍，水动力能量较低，主要应属台地区相对较深，较停滞的半局限环境，其中反复出现有在沉积过程可能起到了一定的障壁作用的高能滩相沉积。下段则显示水循环相对较好，盐度基本正常，富含广盐度瓣鳃，水体能量弱—中等，其间亦夹有能量相对较高的滩相体，并含火山碎屑及陆源碎屑物，显示为开阔台地相沉积。

2．茨岗剖面

主要具以下特点（图23）。

（1）砾屑灰岩、鲕状—豆状灰岩广泛发育，其中夹有较多紫红色、灰绿色的条带状板岩及变质长石石英砂岩（砂页岩共占49.5%）和少量玄武岩、滞留泥质砾岩。

（2）除部分为块状层理外，水平层理普遍发育，局部见小型沙纹交错层理。

（3）所含生物群，全为海相生物，除瓣鳃、腹足外，并含丰富的菊石类、腕足类等

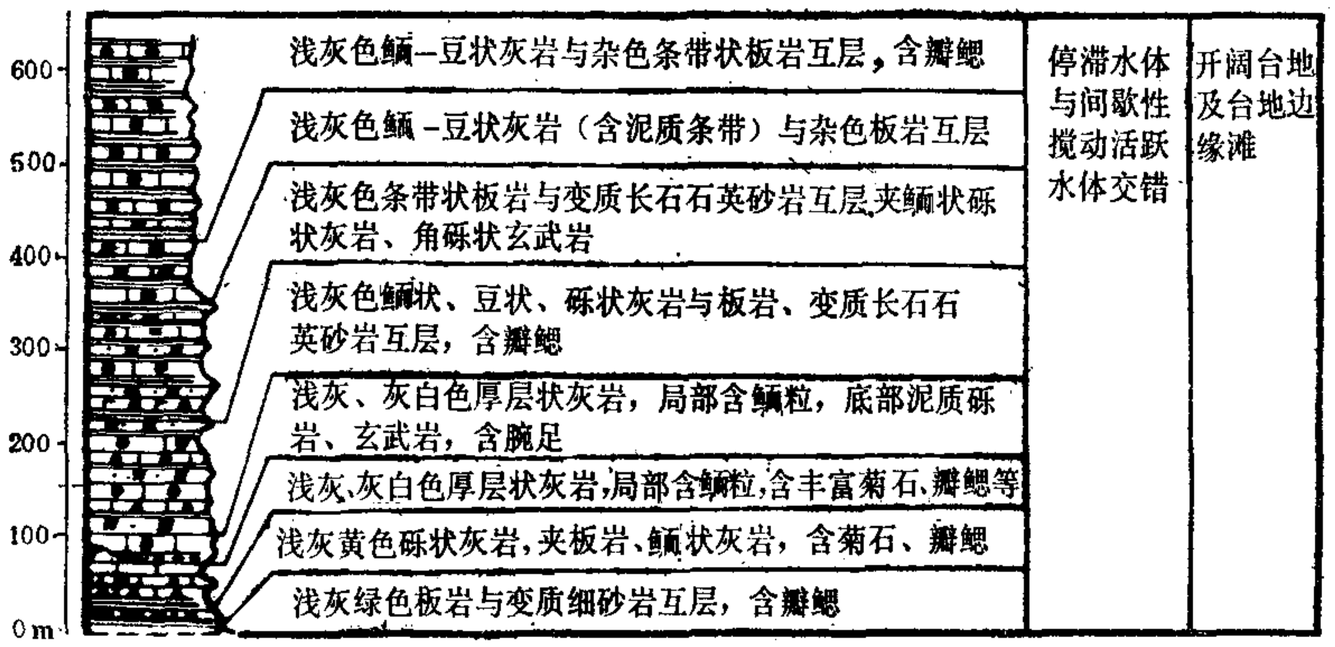


图 23　四川得荣县古学乡茨岗牧场下三叠统茨岗组剖面示意图

Fig. 23　Schematic section of Lower Triassic Cigong Formation in Cigong Pasture, Guxue, Derong County

窄盐度生物。

从剖面分述中可以看出该剖面下部主要为生物碎屑灰岩、砾状灰岩、鲕状灰岩，向上有大量陆源碎屑加入，碳酸盐和陆源碎屑交互沉积，呈互层状产出，为碳酸盐和陆源碎屑混合类型的沉积。总的来看沉积的水体深度不大，主要位于氧化界面以上，平均低潮面与浪基面之间，水动力能量高低交替，以窄盐度生物为主。据以上特点，笔者认为，该剖面之茨岗组应属开阔台地相沉积，间有能量较高的台地边缘滩相沉积。

3．嘎拉卡剖面（图24、图 5）

经野外观察及室内研究，按沉积特点可分为四段：

（1）上部（7—4层）：台盆（沟）相。

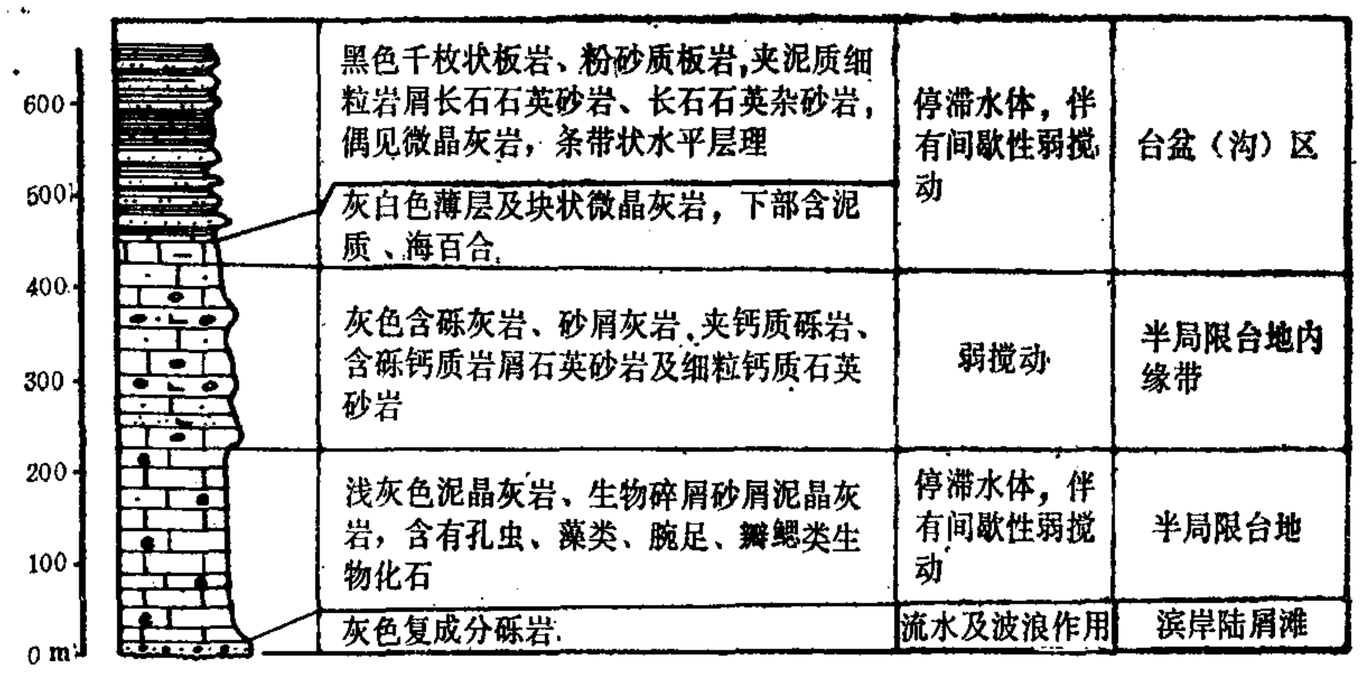


图 24　四川巴塘县苏洼龙嘎拉卡下三叠统剖面示意图

Fig. 24　Schematic profile of the Lower Triassic in Galaka, Suwalong, Batang County, Sichuan

主要为页岩（粉砂岩)-碳酸盐岩组合，厚266m。页岩＞砂岩，砂页岩比为1:10，碳酸盐岩约占15%。均遭轻微变质。

7、5两层主要为千枚状板岩（水云母粘土岩），含粉砂质板岩（含粉砂质水云母粘土岩），夹轻变质泥质细粒岩屑长石石英砂岩、长石石英杂砂岩。岩石颜色一般较深。具条带状水平层理。第7层含瓣鳃类化石。

板岩类矿物成分以水云母和绢云母为主（共约90％），次为陆屑石英和少量炭质，偶见陆屑云母、长石，以及绿泥石、褐铁矿、锐钛矿等，陆屑石英一般棱角磨损显著，粒度较细，多为粉砂级。

砂岩类碎屑成分复杂，以石英为主（40—50％），次为长石（5—15％）、岩屑（板岩、千枚岩、硅质岩等，少量—15％），及少量—微量的云母、绿帘石、电气石、锆石、锐钛矿、金红石，局部含少量白云石。磨圆度较差，分选性差—较好。填隙物（20—＜50％）主要为复杂基和正杂基，在碎屑颗粒间呈不均匀分布，部分呈孔隙—接触式胶结，部分以基底式胶结为主。

6、4两层，主要为浅色微变质灰岩，具重结晶，以细晶—微晶为主（原始结构可能为泥晶方解石），内碎屑极少，偶见生物碎屑。并含少量泥质（绢云母）沿水平纹层集中分布而构成微层状构造。岩石中偶见自生石英及黄铁矿。在4层下部含海百合茎化石。

以上特点表明：该段沉积界面主要位于平均浪基面以下至氧化界面附近。含盐度正常，水体能量很弱，沉积物主要为泥质和灰泥，沉积构造简单，应为台地区内槽状凹地中沉积。

（2）中部（3层）：半局限台地相。

主要为轻变质浅色砾屑、砂屑灰岩，夹变质钙质砾岩—含砾钙质岩屑石英砂岩，以及细粒钙质石英砂岩，厚200m。其中碳酸盐岩约占75％。

砾屑及砂屑灰岩中的砾（粒）屑含量约55—60％，主要为钙质内碎屑，次为陆源碎屑石英、石英岩屑以及少量生物碎屑，分选性差，粒径0.07—4mm。一般内碎屑磨圆度较好，多呈圆形或次圆形；陆源碎屑则多呈次棱角状。填隙物以泥晶方解石为主及少量泥质物，因重结晶作用而呈不等粒（微晶—粉晶—细晶）结构。一般具块状—厚层状层理。

碎屑岩类，碎屑含量一般为60％，主要为石英，次为浅变质岩屑，偶见绿帘石、长石、锐钛矿、电气石、锆石等。分选性差，粒径0.03—6mm，多呈次棱角状。填隙物主要为粉晶方解石，少量泥质、粉砂质，于碎屑间分布不均匀，呈基底式和孔隙式胶结，具厚层—块状层理。其中所夹含钙质细粒石英砂岩，具薄层状水平层理。

上述特征显示，海水较浅，虽然砾屑、砂屑含量较高，可能形成于能量较高环境，但分选不好，且主要来自陆源区，并多为泥晶胶结，显示沉积区波浪作用不强，未经受很好簸选，应属于半局限台地内缘带弱扰动环境沉积物。

（3）下部（2层）：半局限台地相。

主要为浅灰色轻变质厚层状泥晶灰岩，生物碎屑、砂屑泥晶灰岩。厚200m。

岩石主要由泥晶方解石组成（多已重结晶具变余泥晶结构），粒屑含量75—50％不等，主要由钙质内碎屑及生物碎屑（主要为棘皮类生物）或陆屑石英、云母及石英岩屑组成，一般分选性差，并含有孔虫、藻类及腕足类、瓣鳃类生物化石。总的显示海水较浅，水循环受到一定局限，水动力一般较弱，伴有间歇性弱扰动，主要应属半局限台地环境沉积。

（4）底部（1层）：滨岸陆屑滩相。

主要为灰色变质岩屑砂质砾岩，厚4.25m。碎屑物含量约占70％，主要由各类浅变质岩屑、脉石英等组成，粒径在0.25—8mm之间，分选性中等—较差。填隙物主要为重结晶的它形粒状方解石、少量自生石英、泥质物（已蚀变为绢云母类矿物）和褐铁矿等，未见生物碎屑。由于经受后期变质作用，碎屑圆度很难判别，原生沉积构造多已消失，其底

部与下伏二叠系为突变不整合接触。据以上特征，本文将该层判断为滨岸陆屑滩沉积。

（二）党恩组（图25）

四川巴塘县义敦附近的剖面结构基本能代表研究区党恩组沉积特征。该剖面以细粒级陆源碎屑和火山碎屑沉积为主，夹碳酸盐岩（约占38%）。现根据该剖面的沉积特征，从上到下分析如下。

层号	柱状剖面	厚度(m)	岩性	颜色	沉积构造	古生物	水动力条件	沉积环境
6		129	含粉砂质钙质板岩，夹生物屑泥晶灰岩、千枚岩、硅质灰岩、不稳定凝灰岩	灰、灰绿	水平层理	含瓣鳃、海百合碎屑及牙形刺	停滞水体	陆棚外缘次深海盆地
5		120	绢云板岩夹微—粉晶灰岩	灰	块状、薄层水平层理			
4		215	硅质泥晶灰岩，夹粉砂质钙质板岩、绢云千枚岩及少许砂岩 硅质绿泥绢云板岩，绢云方解石英板岩夹硅质条纹—条带灰岩	灰	薄层水平层理			
3		129	大理岩、生物碎屑结晶灰岩、含藻砂屑球粒—砾屑灰岩、含粉砂质条带灰岩与绢云母千枚岩互层	灰、灰绿	纹层状水平层理，下部塑性滑动变形层理		停滞水体，底部低速塑性流动	陆棚边缘盆地
2		2～53		灰	水平层理，大理岩呈透镜状	含牙形刺	间歇性弱搅动	台地边缘缓坡带
1		117	玻屑凝灰岩夹石英绿泥千枚岩、粉砂岩	灰绿	块状层理薄层水平层理		停滞水体	台地边缘火山体 周缘台地及台地边缘火山体上
	P	白云石化含硅质条带状粉晶灰岩、生物碎屑灰岩及玄武岩						

图 25　四川巴塘县义敦党恩村下三叠统党恩组岩相剖面图

Fig. 25　Lithofacies of Lower Triassic Dangen Formation in Dangencun, Yidun, Batang County, Sichuan

1．第6—4层：陆棚外缘次深海盆地相，主要为灰色含粉砂钙质板岩、绢云母板岩—千枚岩，夹灰绿色薄层千枚状变质泥晶灰岩、灰色变质含硅质或粉砂质泥晶灰岩及少许变质砂岩。厚462m。以板岩、千枚岩为主，灰岩类占46.5%，主要具以下特点：

（1）板岩、千枚岩类：多具条纹状构造，主要由钙泥质岩、泥质岩、粉砂质泥岩变质而成，并夹少量由泥硅质岩和硅质岩变成的绢云母石英板岩、硅质板岩等。第6层上部夹不稳定蚀变凝灰岩。

（2）灰岩类：一般具泥晶、微—粉晶结构，部分具生物碎屑结构。生物碎屑一般含量较低，或仅局部偶见，多为单晶方解石构成，可能为棘皮类动物屑。岩石中局部可见自生石英、绢云母、绿泥石不均匀集中而构成条带或纹层，为泥质粉砂质变质而成，自生石英的集合体呈不等粒变晶结构，为沉积硅质物重结晶而成，而不属陆源碎屑物。

（3）由于变质作用影响，原生沉积构造和岩石结构已部分消失。从残余特征看，沉积物较细，以细碎屑和灰泥为主，仅具水平纹层，无大型交错层理。

（4）生物极为贫乏，仅有牙形刺及少量棘皮类生物碎屑，少数生物屑具泥晶化边，并多孤立存在于泥晶灰岩之中。

（5）该段中偶夹不稳定凝灰岩夹层，灰岩中普遍含硅质，可能与火山作用有关。

以上特点显示海水较深，光暗，少氧，水动力能量较弱，主要为停滞还原环境，偶有来自高能带的具泥晶化边之耐磨生物碎屑，应属于陆棚外缘次深海盆地沉积。

2．第3层：陆棚边缘盆地相

主要为灰绿色绿泥绢云板岩、绢云方解石英板岩，夹硅质、含泥质粉砂质条带（纹）结晶灰岩，厚129m。其中灰岩类占32.5%。主要特点如下：

（1）板岩类，主要由泥质岩、钙泥质粉砂岩变质而成，含少量黄铁矿。

（2）硅质灰岩主要由细晶方解石及自生石英组成，等粒变晶结构；含泥质粉砂质灰岩中除方解石外，含较多的绢云母、绿泥石及陆源石英长石粉屑和自生石英，以及少一微量绿帘石、榍石等，并组成条带（纹）。

（3）上述板岩及灰岩，均具平行条带、条纹构造，部分具皱纹构造。灰岩之条带（纹）主要由硅质（已重结晶）及泥质粉砂质构成。于该层底部约厚20m一段，可见塑性变形构造，于变质泥质粉砂质岩中发育有一系列紧密的形态奇特的、曲率变化极大的尖棱状揉褶曲。

（4）尚未发现任何生物及生物碎屑。

上述特点，总的显示与前述6—4层十分近似，唯下部变形构造指示于沉积过程中曾伴有低速滑动，应属陆棚边缘盆地环境沉积。因该相形成于浅海陆棚外侧，滑动作用主要由水底低缓斜坡所引起。

3．第2层：台地边缘缓坡相

主要为灰岩（结晶灰岩）与绢云母（或石英绢云母）千枚岩、板岩不等厚互层，厚53m。总的以灰岩为主。

灰岩多呈不稳定透镜体，分别具含生物的粉一细晶结构、生物碎屑结构、藻球粒及藻砂屑结构。具水平层理及粗细相间或明暗相间的不规则纹层状构造。有部分灰岩块体，形态不甚规整，可能属滑积成因。

生物碎屑主要由外来的单晶结构的棘皮类生物屑，少量三叶虫碎屑（具玻纤消光），或由藻砂屑及藻球粒等组成，局部含层纹砾屑（砾屑中具明暗相间的纹层，暗色层中含有较多的藻团粒），颗粒含量约40—60%。其中部分单晶棘皮生物屑可见藻钻孔，具泥晶化边或泥晶包壳，填隙物主要为泥晶方解石，因重结晶作用而变为粉一细晶它形粒状方解石。除上述外，部分灰岩中夹粉砂质条带。成岩后生变化除重结晶化外，局部可见硅化（自生石英或石英集合体）及硅化后的白云石化，并具缝合线构造。以上特点，总的反映为台地边缘缓坡带中一低能环境沉积。

4．第1层：台地边缘火山体周缘分散相

主要为灰绿色蚀变玻屑沉凝灰岩，夹石英绿泥千枚岩及纹层状变质粉砂岩，厚117m。

沉凝灰岩，主要由玻屑及少量蚀变晶屑组成。玻屑形态多样，多呈凹面尖角状、鸡骨状、海绵骨针状，大多在0.04—0.2mm间，大致沿微层理分布；晶屑主要为斜长石，多已蚀变，具绿帘石化，绿泥石和碳酸盐化；玻屑亦已蚀变，或发生去玻化。所夹之千枚岩及变粉砂岩亦含凝灰质，或由凝灰质岩石变质而成。其厚度沿走向变化较大。

以上特点显示该相主要为同生火山碎屑降落物，经流水改造作用而形成。

该层与下伏上二叠统为连续沉积，其直接下伏地层为白云化硅质条带粉晶灰岩及白云化、硅化含生物碎屑泥晶灰岩。岩石由粉一微晶方解石纹层与硅质条带及纹层，或硅化粉晶方解石纹层组成。方解石常被白云石交代，而两者又同被硅质交代，属成岩后生变化产物。其中之生物碎屑主要为海百合茎，含量约10—15%，分布无规律，反映了中一低能环

境。在剖面附近相当层位的灰岩中，含再沉积的中石炭—早二叠世鲢化石，并且该层碳酸盐岩又直接覆盖于基性火山熔岩之上，故上述火山喷发堆积体可能形成于台地—台地边缘，而上二叠统的碳酸盐岩及上覆的第一层沉凝灰岩，则应为火山堆积体上及周缘沉积。

二、早中三叠世热水塘群中、下段

我们新拟建的“热水塘群”，其岩性、岩相独具特征。其中、下部可分为两个岩性段：

1．下段：主要为基性火山熔岩，部分具枕状构造和杏仁状构造，下部有辉绿岩脉成群侵入，顶部为紫红色安山玄武质角砾凝灰熔岩，无正常沉积夹层。单就岩石类型及结构、构造特点分析，部分基性熔岩特征与细碧岩类似，主要属海底喷发(有关岩石学及岩石地球化学特征，将在第四章中专门讨论)。

2．中段：主要为灰、深灰、灰绿、紫红色硅质岩、泥硅质板岩、硅质泥板岩、硅质板岩，中部夹蚀变玄武岩，中下部夹粉砂质板岩、粘土质—泥硅质石英砂岩、含钙绢云母硅质板岩。主要具以下特征：

（1）岩性特征

硅质岩：具显微隐晶质结构，主要由石英和更细小的玉髓组成，有少量绿帘石，绿泥石等矿物均匀分布。

硅质板岩：主要由镶嵌状的玉髓微晶组成，有少量绢云母鳞片状微晶呈定向分布。部分硅质板岩中含碳酸盐矿物微晶集合体和似火山晶屑的石英、斜长石粉屑。部分板岩中除含钙泥质团块状隐晶质集合体外，并含宽约1—2mm由石英岩、燧石等组成的砂质条纹。局部地段含铁、锰质，可称含铁锰硅质岩，并含圆形斑点（后者可能为放射虫❶）。

石英砂岩：多具不等粒（中粒—粉砂）砂状结构，略显正粒序。碎屑成分主要为分选磨圆均差的单晶或多晶石英—燧石（占碎屑的90—95%），少量长石，粘土岩屑及磨圆较好的电气石等。填隙物为泥质—绢云母及硅质（约占全岩的10%），呈孔隙式—接触式胶结。

（2）岩石呈灰绿、灰紫、灰、深灰色。具3—5mm宽的条带状构造及薄板状水平层理。

（3）生物贫乏，仅硅质岩中含放射虫。

以上所述，显示本段主要是碳酸盐补偿面以下的深海—次深海泥硅质沉积，所夹之石英砂岩应为深水浊积岩。其中混入了大小不等的枕状玄武岩、砂岩及硅质岩、基—超基性岩等构造块体。对其成因除可用构造作用加以解释外，也不排斥部分为海底滑塌形成。故整个热水塘群，近几年多被划属蛇绿混杂堆积。

三、中三叠世列衣组

现以巴塘县义敦党恩—列衣—图姆沟剖面中段作为代表性剖面，作如下分析(图26)。

1．岩性特征：主要为变质含长石石英杂砂岩、变余粉砂质杂砂岩、变余含凝灰泥质粉砂岩与绢云母千枚岩、板岩不等厚互层。中下部（9—10层）夹灰质绿泥石绢云母板岩，

---

❶ 据中国科学院地质研究所张旗介绍，发现有含放射虫硅质岩。

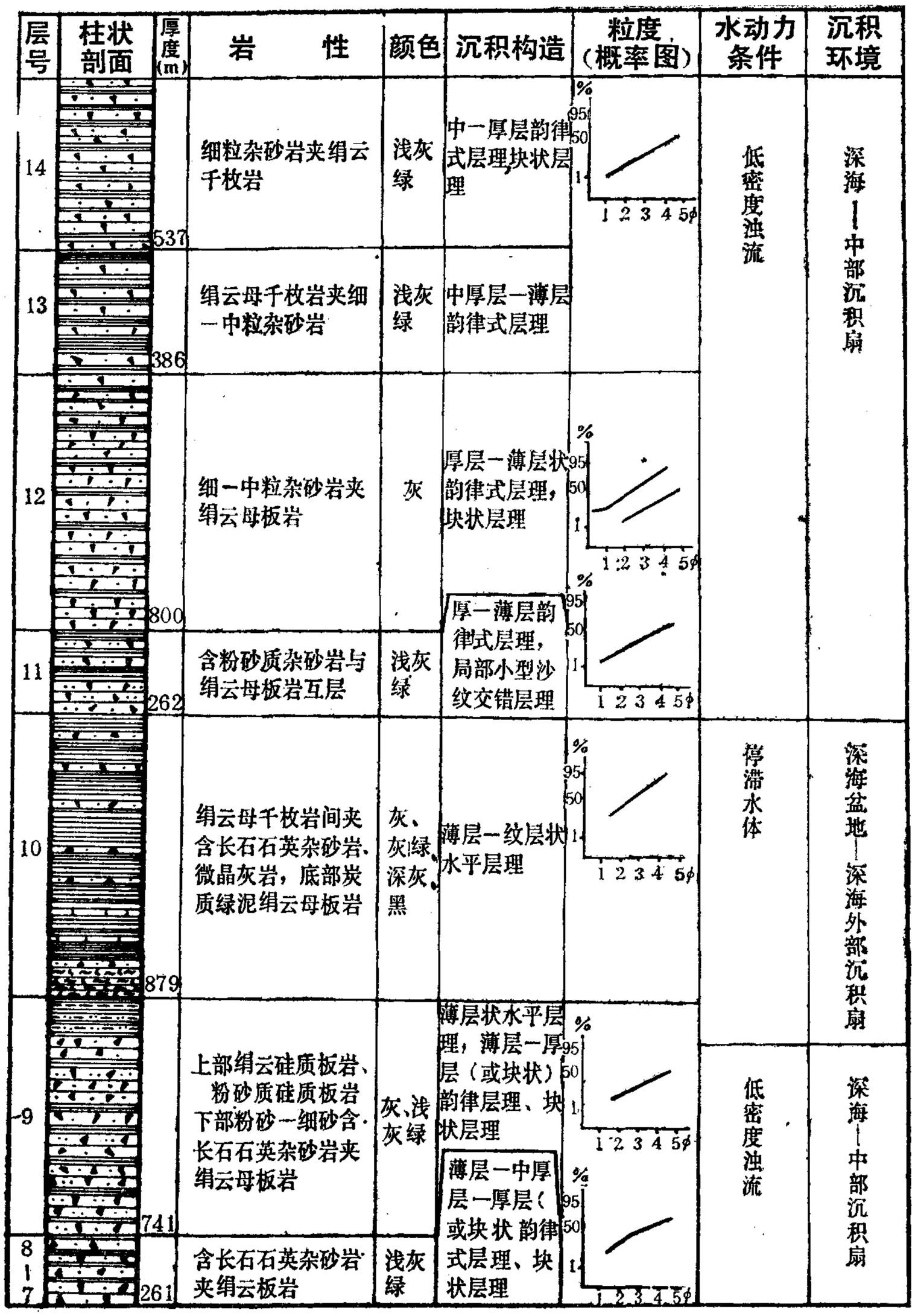


图 26　四川巴塘县义敦列衣乡中三叠统列衣组岩相剖面图
（分层号与第一章剖面中编号一致）

Fig. 26　Lithofacies of Middle Triassic Lieyi Formation in Lieyi, Yidun, Batang County, Sichuan

条带状含砂屑泥钙质硅质板岩及薄层灰岩，砂岩/页岩平均为0.79，其下部及中上部以碎屑岩为主。

变质砂岩类：具粉砂—砂状或中—细粒不等粒砂状结构。碎屑占65—80%，主要为石英，少量长石及板岩、硅质岩屑。中上部之部分杂砂岩中含少量铁质团块（团块中可见残余凝灰结构，局部见微量斜长石，可能为火山喷发物）。填隙物主要为泥质、铁质、钙质及硅质（均已重结晶而成绢云母、高岭石、方解石、绿泥石等），杂基支撑，孔隙式—基

底式胶结。成分及结构成熟度均低。

板岩、千枚岩类：常见鳞片变晶结构、鳞片粒状变晶结构。主要由绢云母及少量粉砂级石英、长石、隐晶—微晶状硅质和绿泥石等组成。其中部分夹硅质条带，并含少量砂屑（为方解石，可能为生物碎屑）及陆源碎屑石英、长石等。部分以绢云母、绿泥石为主，并含较多的炭质（>10%）。

灰岩：主要由粉晶方解石组成，粒状变晶结构，晶体内含少量杂质，局部重结晶显著，具不等粒变晶结构。颗粒彼此呈嵌晶拉长状定向排列，原岩可能为灰泥沉积。

2．沉积构造：碎屑岩主要具块状层理，变质粉砂岩中局部具小型沙纹层理及断续的纹层构造。多由砂、板岩构成厚1m左右的韵律层（图27），砂岩与页岩比约等于10。下部砂岩单层厚度稳定与上部板岩多呈渐变过渡关系，底层面界线部分清楚，部分为渐变过渡，砂岩内部一般无明显的粒序变化，仅少数显正粒序或对称粒序。以板岩为主地段主要具水平层理。

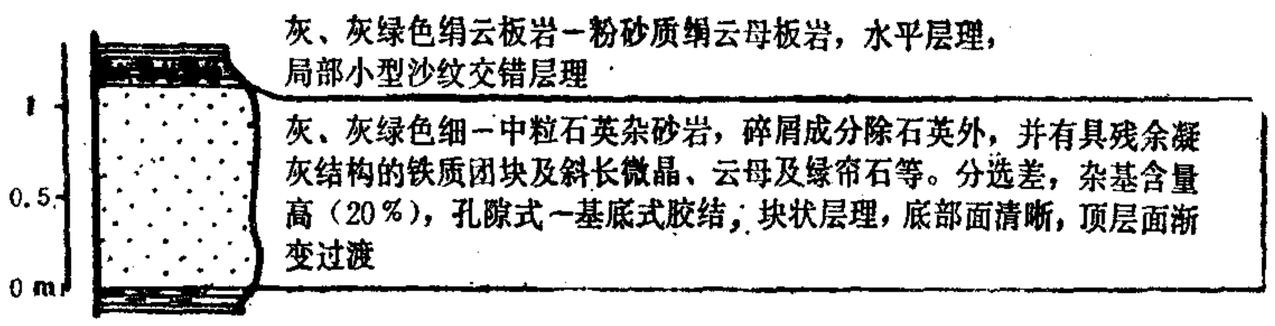


图 27　列衣组韵律层特征

Fig. 27　Schematic map showing a rhythmic unit of Lieyi Formation

3．碎屑岩中重矿物主要为锆石、电气石、金红石、磷灰石，属稳定矿物。

4．碎屑岩的粒度分布特征：本组碎屑岩虽已变质，但一般程度较轻，无明显溶蚀和次生加大现象，碎屑含量多>70%。本次研究中，于该剖面9、10、11、12、14层中共采得十余件粒度分析样品，通过图象分析仪对薄片粒度测定，并经综合整理，主要具以下特征：

（1）频率分布曲线图（图28）表明，除个别具单峰外，一般为多峰曲线，可能为不同成因碎屑互相混合的反映。

（2）累积概率曲线（图29），为低斜率的平缓曲线；在 C-M 图中（图30），中线大致平行$C=M$。

（3）粒度平均值（Mz），为2.9—4.9ϕ，大多>4ϕ；偏度（SK_I）多数小于零（占80%），其余近于对称分布。沉积物总的偏细。

（4）标准偏差（σ）：约50%样品为1—1.2，其余为0.8—1，总的显示分选较差。

5．岩石一般呈灰绿色。至今未发现任何古生物化石，仅在第3层板岩中偶见单晶方解石碎屑，可能为棘皮类生物屑。

综上所述，该剖面总的具以下特点：（1）变质砂岩和板岩韵律性互层稳定，岩层平行呈规则层状，横向上连续性较好。（2）各韵律层下部变质砂岩主要为杂砂岩，成分成熟度及结构成熟度均低，颗粒与杂基比率低，其中部分杂砂岩含火山凝灰质；上部为变质粉砂岩和板岩，其中见小型沙纹交错层或水平纹层。（3）岩石呈灰绿色、灰—深灰色，生物极贫乏。（4）粒度曲线及粒度分布具浊流的特征。

总的显示，该剖面主要属深水槽盆相浊流沉积，其中9层顶部及10层中之具水平层理

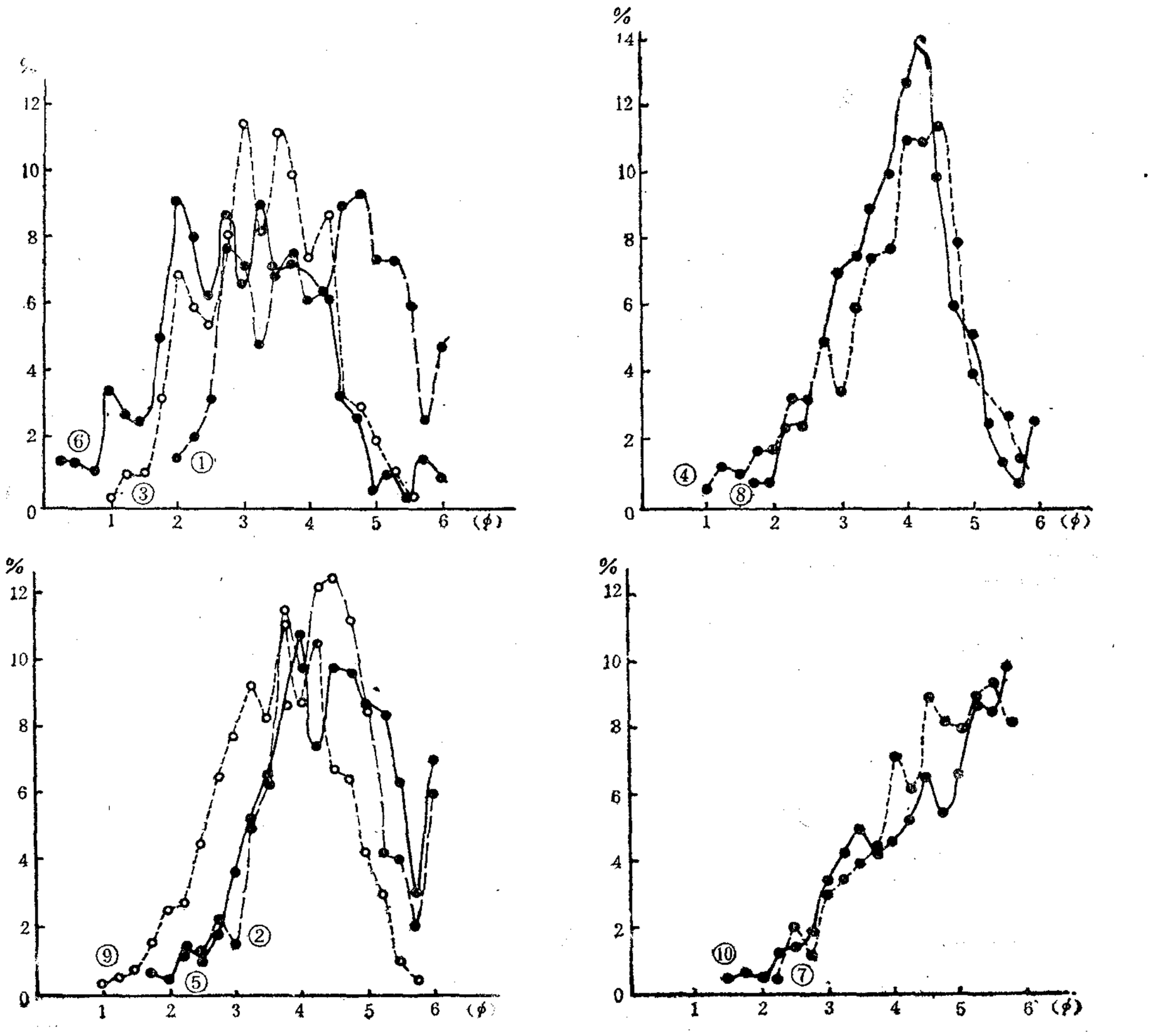


图 28　列衣组石英杂砂岩频率分布图

样品号：①党7b₂；②党7b₃；③党8b₃；④党9b₁₍₂₎；⑤党9b₁₍₂₎；⑥党9b₂₍₂₎；⑦党9b₃₍₁₎；⑧党10b₁；⑨党10b₂₍₁₎；⑩党10b₄

Fig. 28　A frequency distribution diagram for quartz graywackes of Lieyi Formation

sample number: ① Dang7b₂; ② Dang7b₃; ③ Dang8b₃; ④ Dang9b₁₍₂₎; ⑤ Dang9b₂₍₁₎; ⑥ Dang 9b₂₍₂₎; ⑦ Dang9b₃ ₍₁₎; ⑧Dang10b₁; ⑨ Dang10b₂₍₁₎; ⑩Dang10b₄

之泥钙质硅质板岩，炭质绿泥石绢云母板岩，夹薄层灰岩及砂岩段，应为浊流间歇期宁静深水、还原环境沉积。

上述表明列衣组沉积不宜用鲍马层序来描述，与典型浊积岩的主要差异在于：组成韵律层之砂质单元除少数稍显粒序层理外，一般无明显粒序，底面构造极不发育，且平均粒度偏细，韵律层的悬浮沉积中缺乏深海浮游类生物化石及可作为环境指示的虫迹。此外在垂向层序上，层厚及粒度向上加厚、变粗的趋势变化虽不十分显著，但亦呈现层厚从厚—薄—厚，粒度由粗→细→粗，以及砂页岩比由高→低→高的变化。总的来看可能为高密度流尾部中—外扇区特征的反映。沉积物在垂直层序上，向上无明显变厚、变粗，则可能因沉积物的补给突然中断或后期侵蚀所造成。该组顶部具有明显的沉积间断或不整合界面，且与晚三叠世沉积层在变质程度上有较为明显的差异，这些现象亦说明有侵蚀作用存在。

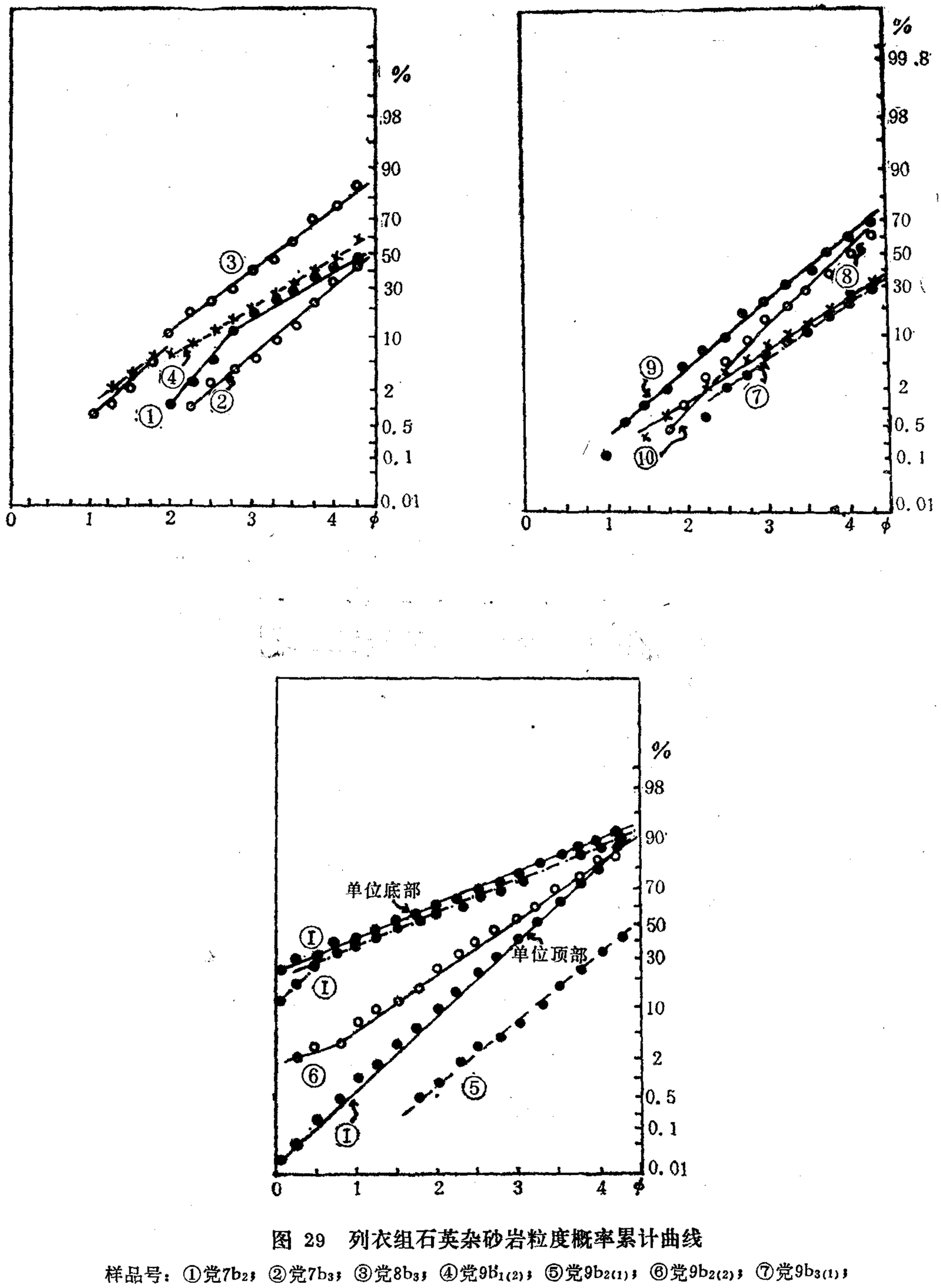


图 29　列衣组石英杂砂岩粒度概率累计曲线

样品号：①党$7b_2$；②党$7b_3$；③党$8b_3$；④党$9b_{1(2)}$；⑤党$9b_{2(1)}$；⑥党$9b_{2(2)}$；⑦党$9b_{3(1)}$；⑧党$10b_1$；⑨党$10b_{2(1)}$；⑩党$10b_4$

Ⅰ（图中带圈）美国加利福尼亚文图拉盆地递变浊积岩（转自成都地质学院陕北队）

Fig. 29　A probability cumulative curve for quartz graywackes of Lieyi Formation

sample number: ① Dang$7b_2$; ② Dang$7b_3$; ③ Dang$8b_3$; ④ Dang$9b_{1(2)}$; ⑤ Dang$9b_{2(1)}$; ⑥ Dang$9b_{2(2)}$; ⑦ Dang$9b_{3(1)}$; ⑧ Dang$10b_1$; ⑨ Dang$10b_{2(1)}$; ⑩ Dang$10b_4$

Ⅰ gradual turbidite from Ventura basin, California

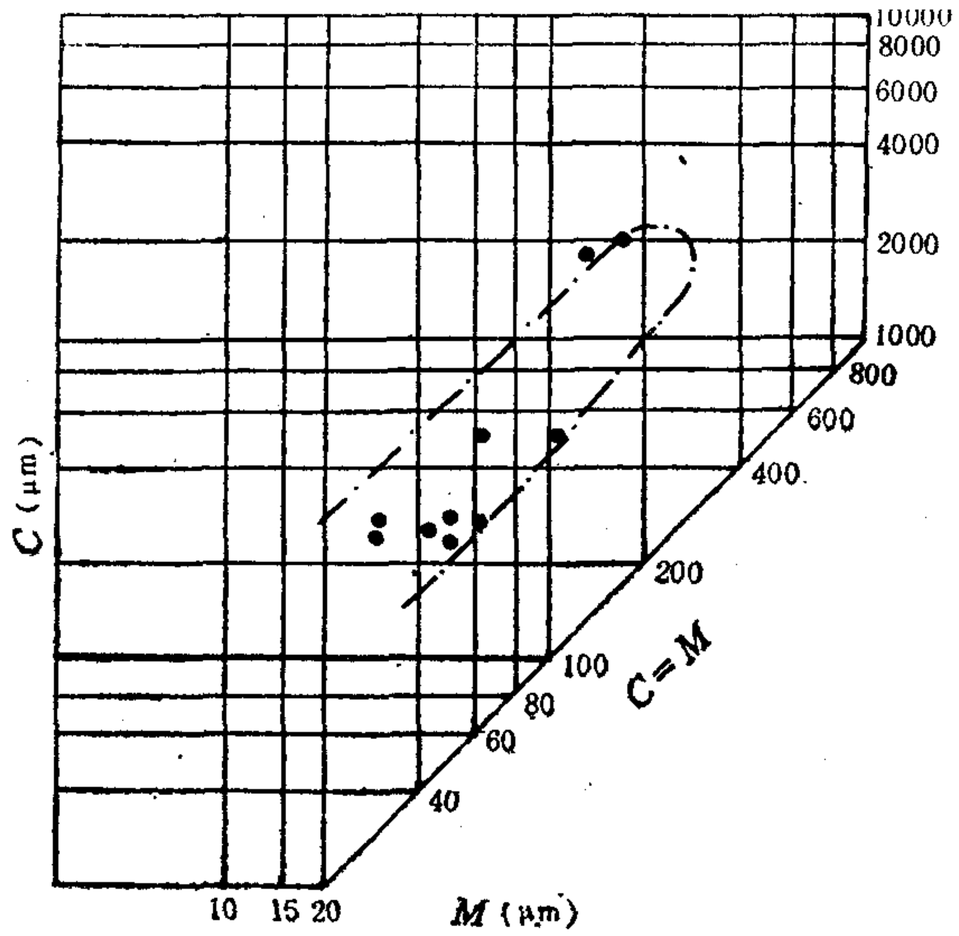


图 30　列衣组浊流沉积*C-M*图

Fig. 30　A *C-M* pattern for turbidites of Lieyi Formation

除上述外，在该剖面下部和上部，尚存在一些横向上连续性较差、厚度较大的块状中—细粒杂砂岩，其内部粒序层理亦不发育，与之互层的板岩、变质泥质层很薄或缺失，它们可能是扇渠末端或叠覆扇辫状水道向前推进部位的砂体。

四、晚三叠世卡尼期沉积

（一）曲嘎寺组及图姆沟组

1．曲嘎寺组

巴塘县义敦党恩-图姆沟剖面及日文剖面基本能代表本区曲嘎寺组的沉积特征。现综合两剖面的岩性组合、结构、沉积构造及生物化石等特点，按图6剖面层号从新到老分析如下：

（1）26层：陆棚相。

由浅灰色、灰色块层状致密微晶—细晶灰岩和深灰色钙质绢云板岩组成。灰岩质纯，结构组成简单，局部见微细水平层理，沿层理具显微压溶缝合线构造，层内生物贫乏，层系巨厚，反映为碳酸盐补偿充裕，沉积速度快，水动力条件弱的深水陆棚环境。

（2）22—25层：开阔海湾相。

由含钙质石英杂砂岩、泥质白云质石英杂砂岩与绢云板岩组成不等厚韵律层。中上部夹微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩透镜体。相序剖面结构如图31。

相序剖面下部变质砂岩与板岩比为5:1。一般层系厚8—20cm，偶见0.5m 块状层，砂岩中见低角度交错层，亦见水平细纹层理及生物扰动构造，与上、下板岩呈渐变过渡。砂岩碎屑磨圆度差，分选中等，岩石中钙泥质杂基含量高。砂体的粒度概率曲线如图32所示，总的显示以跳跃总体为主，斜率较陡，同一砂体上、中、下部具不同特征。砂体上部及下部还分别发育有斜率较高的悬浮总体和一个分选很差的牵引总体，中部由单一的跳跃总体组成。其特点表明，沉积物搬运与沉积过程中主要为低速水流，并伴有较高速度的紊流促使部分沉积物呈悬浮搬运，以絮团沉降形式沉积，因而出现了碎屑沉积部分重力分异

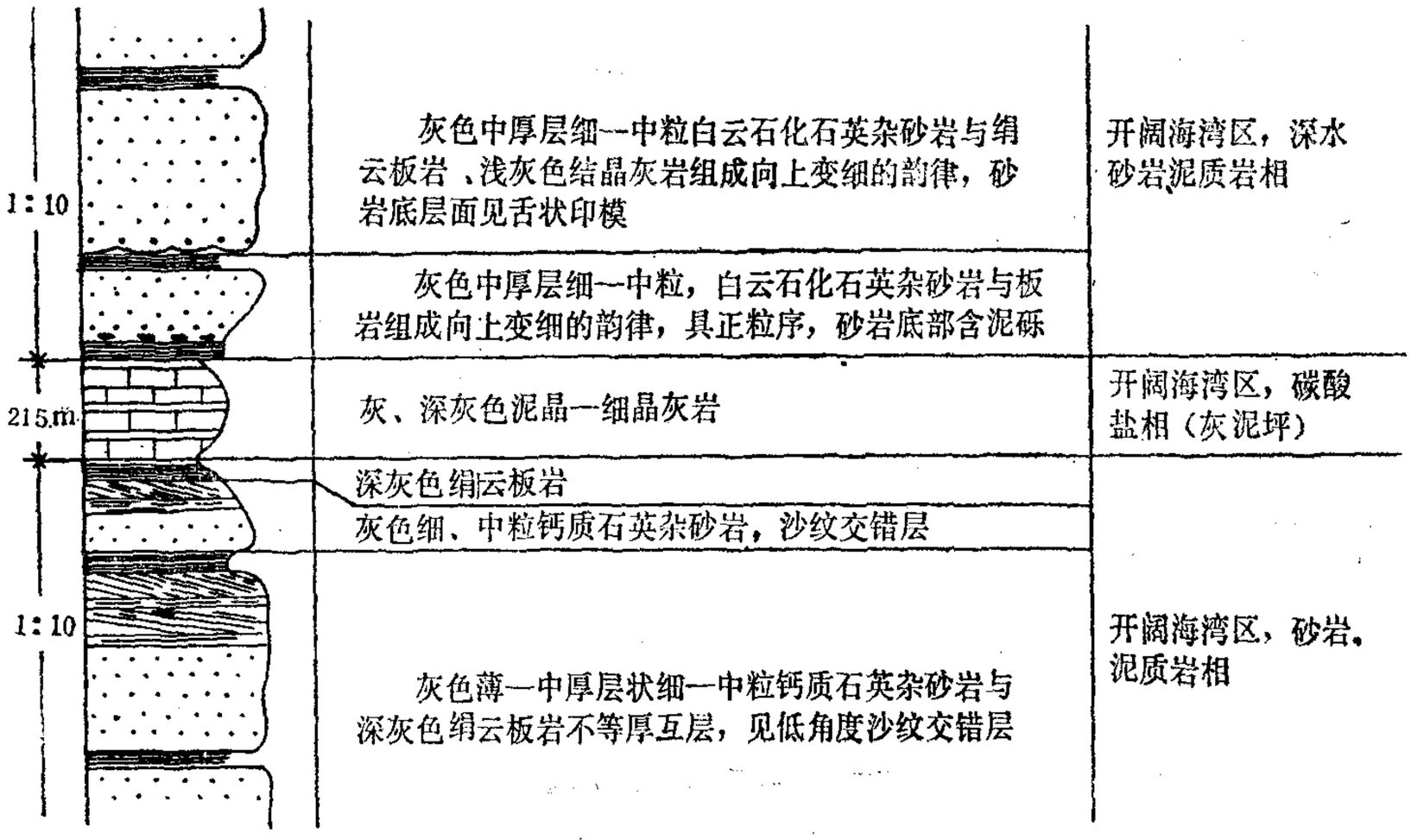


图 31　巴塘县义敦曲嘎寺上三叠统曲嘎寺组中部剖面结构图

Fig. 31　Schematic profile of middle part of Upper Triassic Qugasi Formation in Qugasi, Yidun, Batang County

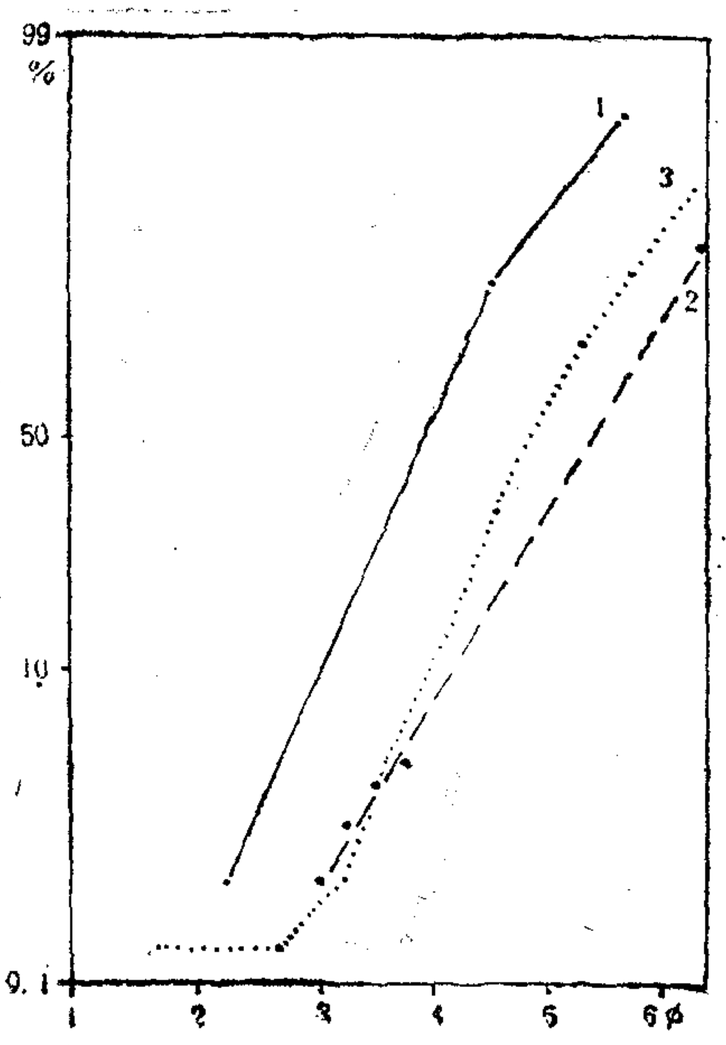


图 32　巴塘县义敦曲嘎寺上三叠统曲嘎寺组下部砂岩粒度概率曲线

1—层系下部；2—层系中部；3—层系上部

Fig. 32　A probability cumulative curve for sandstone from lower part of Upper Triassic Qugasi Formation in Qugasi, Yidun, Batang County

1—lower part of the sets; 2—middle part of the sets; 3—upper part of the sets

不显著，无明显粒序并含较多的钙泥质杂基。总的看来应属陆地边缘开阔海湾区环境沉积。

相序剖面上部砂岩与板岩之比为 6:1。砂岩具正粒序，块状层理，底层面含泥砾及小型舌状槽模，板岩见不明显水平层理。在成岩后生阶段，砂岩产生大量溶蚀孔隙，孔隙被方解石充填沉淀，然后转变为白云石。上述特点说明该砂页(板)岩形成时，进入沉积盆地的陆源碎屑含量高，重力沉积分异增强，成岩泄水作用明显，应属开阔海湾区浪基面以下较深水环境沉积。

剖面中上部所夹的泥晶灰岩，含生物泥晶灰岩，为透镜体。层系厚 8—15cm，沿纹层理有白云石断续分布，代表准同生沉积阶段产物，局部发现生物潜穴构造，应为开阔海湾区形成之灰泥坪。

（3）21层：台地边缘生物丘相。

该生物丘直径约400—500m，最厚近 100m，由丘核向南800余m迅速尖灭，生物丘发育在灰绿色变基性火山岩（已变质为片理化次闪绿泥斜长岩，厚 20m）之上（图33）。生物丘下部为灰色厚层状含生物泥晶灰岩，见潜穴及生物扰动构造；上部为灰色钙质骨针泥晶灰岩，富藻泥晶灰岩，富生物泥晶灰岩组成。灰岩中生物体含量30—50%，包含原地底栖固着生物，如珊瑚、层孔虫、腕

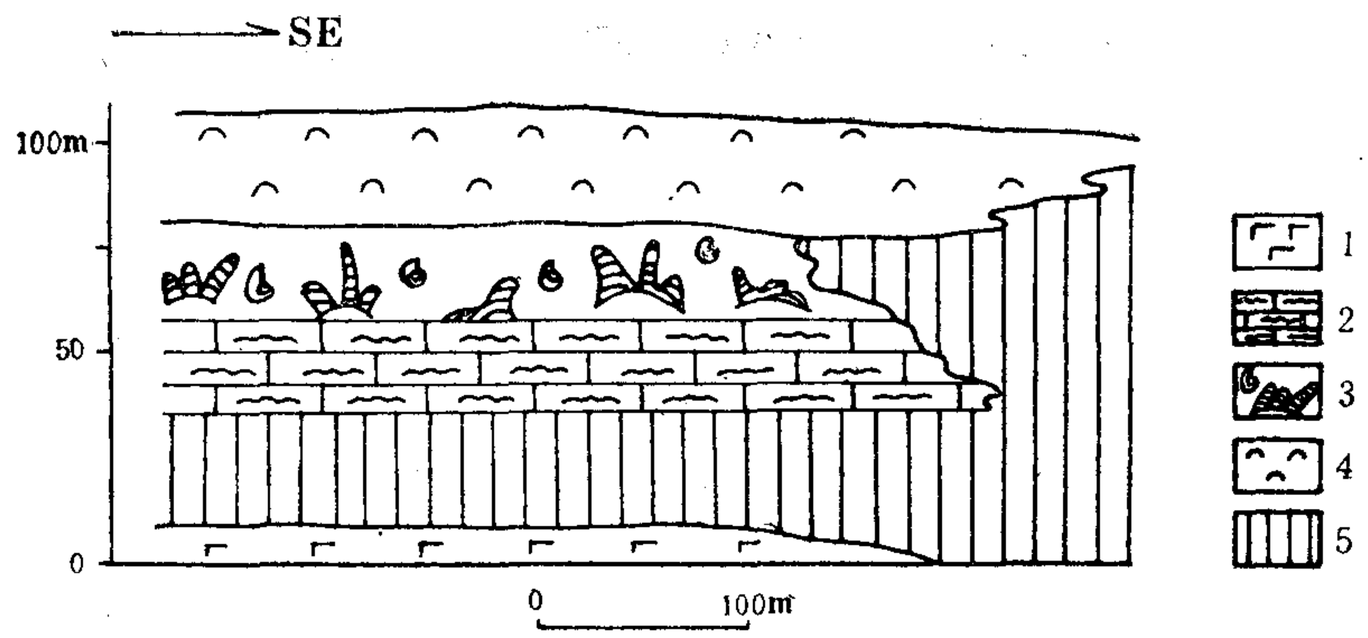


图 33　巴塘县义敦曲嘎寺上三叠统生物丘剖面结构图

1—变基性火山岩；2—富藻纹层泥晶灰岩；3—骨架生物泥晶灰岩；4—介壳泥晶灰岩；5—块状泥晶灰岩

Fig. 33　A scheme showing biohermal structure in Upper Triassic Qugasi Formation, Qugasi, Yidun, Batang County

1—metamorphosed basic volcanics; 2—micrite with abundant algal laminae; 3—reef micrite; 4—shell micrite; 5—massive micrite

足、海绵及藻类等，多聚集成骨架泥晶灰岩、枝状珊瑚泥晶灰岩（图版Ⅰ，3、4），相似于Wilson（1975）标准微相5——生物粘结灰岩，是生物丘核部的重要组成内容；生物丘顶部和翼部，为含较多经搬运或游移的瓣鳃、腹足、棘皮及水螅等生物化石和碎屑的泥晶灰岩，见生物潜穴和爬行痕迹，在定向长形生物下侧，有遮蔽孔隙，被亮晶方解石充填，还见少量成岩压溶微缝合线。

综合以上特点，反映沉积环境水浅洁净，光照好，水动力条件不强，主要形成于浪基面以下，壳类游移生物和底栖固着生物生长繁盛，因此它与典型的高能环境中出现的生物滩、礁有所不同，应属台地边缘坡上主要由粘结岩形成的生物丘。

（4）　17—20层：开阔台地相。

自下而上由藻砂屑微晶灰岩、介壳泥晶灰岩组成。相序下部藻砂屑微晶灰岩厚60m，颗粒以藻砂屑为主，含少量海百合、腕足、瓣鳃及红藻等生物屑，被微晶—细晶方解石和少量陆源粉砂胶结，具有以下特点：①砂屑是灰泥在弱至中等水流扰动作用下形成的，在成岩压实作用下，产生塑性变形，为蝌蚪形；②在浅水、光照强的条件下，繁殖大量的蓝绿藻，并依附砂屑和生物屑共轴生长，形成不等厚的环带状颗粒（图版Ⅰ，5）；③在成岩表生阶段，有淡水的混合及溶解作用，使部分砂屑形成溶蚀孔隙；④颗粒间隙为微晶方解石占据，既表现有重结晶现象，也说明水体扰动能量低。

相序上部的介壳粒泥晶灰岩，厚3m，呈灰色、深灰色，层系厚度自下而上由厚变薄，生物碎屑含量增高，但是经过强烈的淘洗磨蚀，成为薄壳状异地堆积的介壳层，介壳间隙被泥晶方解石充填胶结，说明介壳堆积环境能量低。

该相横向厚度变化大，并递变为砂板岩。

上述特点表明，以上沉积发生在正常盐度及充氧的海水里，并主要沉积在浪基面以下，应属开阔台地近岸环境。

（5）15—16层：滨岸相。

由灰褐色变质细—粗粒含长石石英杂砂岩、含石英砾砂岩、粉砂岩组成向上变细的不明显韵律。砂岩成分成熟度和结构成熟度较低，含铁质高（铁质为形状不规则团块，内含

长石微晶，可能是火山凝灰质变余产物），长石碎屑晶形好、新鲜，成岩后生阶段石英、长石有显著溶蚀孔隙生成，后被细—中粒方解石充填交代。见正粒序层理、沙纹交错层理、水平层理。砂砾岩沿走向呈透镜状尖灭，底部见10余m厚的变基性火山岩。上述特点说明该相的陆源碎屑是强氧化，低—中等的水动力条件的滨岸环境沉积。

从上述可以看出，党恩-图姆沟剖面上之曲嘎寺组，表现为以碳酸盐沉积为主，并有较多的陆源碎屑及少量基性火山物质加入。该组与下伏中三叠统列衣组为不整合接触。曲嘎寺组代表了本区一个新的沉积旋回的开始。在垂向剖面上构成了海进岸退的超覆层序，但局部可表现为向上变浅。总的看来全区的沉降速度大于沉积速度，在曲嘎寺一带形成碳酸盐与陆源碎屑混合沉积，但沿着海岸向南至得荣一乡城间却表现为深水悬壁海岸崩落式沉积，其沉积环境和岩相的变化，显然是受古构造及古地貌特征所控制。

2．图姆沟组

该组的典型沉积，分布在义敦图姆沟、日文和白玉阿色地区。由于上述地区地层出露均不完整，观测研究受到限制，现仅凭借剖面和路线观察资料及室内分析成果综合分述如下：

（1）岩相的组成

在义敦图姆沟、日文地区，由石英质砾岩、砂岩与板岩及灰岩组成不等厚韵律。砂砾岩中碎屑成分以石英、硅质岩为主，含量80—90%，具成分成熟度高的特点。杂基成分：下部富铁镁质(含绿泥石)，为灰绿色，指示为弱还原或还原环境；中部富氧化铁、赤铁矿，呈灰紫色、紫红色，指示为弱氧化或氧化成岩环境；上部硅铝质、钙质含量高，为灰、浅灰色，代表碱性介质氧化环境。在白玉阿色地区，砂砾岩的碎屑成分变复杂，出现许多变质砂岩、砂质板岩成分，杂基成分亦具有下部铁镁质高，上部硅铝质高的特点。上述的物质组成，显示了环境的频繁变更，从而抑制了生物的发育及生长，故本组生物贫乏稀少。

（2）韵律结构

根据岩性组成和结构组合形式，以分为四种韵律结构类型，各种类型特点如下：

二元韵律结构：为图姆沟组底部的韵律结构类型。韵律下部为灰绿色，浅灰绿色石英质砾岩，砾石成分单一，以白色石英为主及少量硅质岩组成，含量大于90%，反映成分成熟度高，但砾石大小悬殊，磨圆度差，又显示结构成熟低。砾石无层理，底界面起伏不平，界面上见铁质石英粗砂岩，风化后呈黄褐色；上部由灰绿色粉砂质板岩和绿泥绢云板岩组成互层，见沙纹交错层、水平层，与下部砾岩呈突变接触。

三元韵律结构：代表图姆沟组中下部的韵律结构类型。垂向剖面结构如图34。

韵律层由三种岩性及结构组成了向上变细的层序，一般厚2—5m，最厚8—10m，各单元成分横向变化急剧，具指状互变特点。韵律层中下部砂砾岩，皆为块状层，正粒序层，其中砾岩含脉石英30—90%，分布不均匀，砾石具多众数，大小差异悬殊，大者7—8cm，一般0.5—1cm，小到细砾级，砾石磨圆度差，分选差；中部砂岩自下而上粒度由粗变细，铁泥质含量增高，出现沙纹交错层；向上过渡为紫红色铁质绢云母千枚岩，含少量的凝灰质和粗粉砂级石英，岩石中的氧化铁、赤铁矿是凝灰质分解产物，具变余水平层理。从砂砾岩组构及占韵律层厚度计算，近源指数为90%。

四元韵律结构：为图姆沟组上部的韵律结构类型。包括石英质砾岩，石英杂砂岩，绢

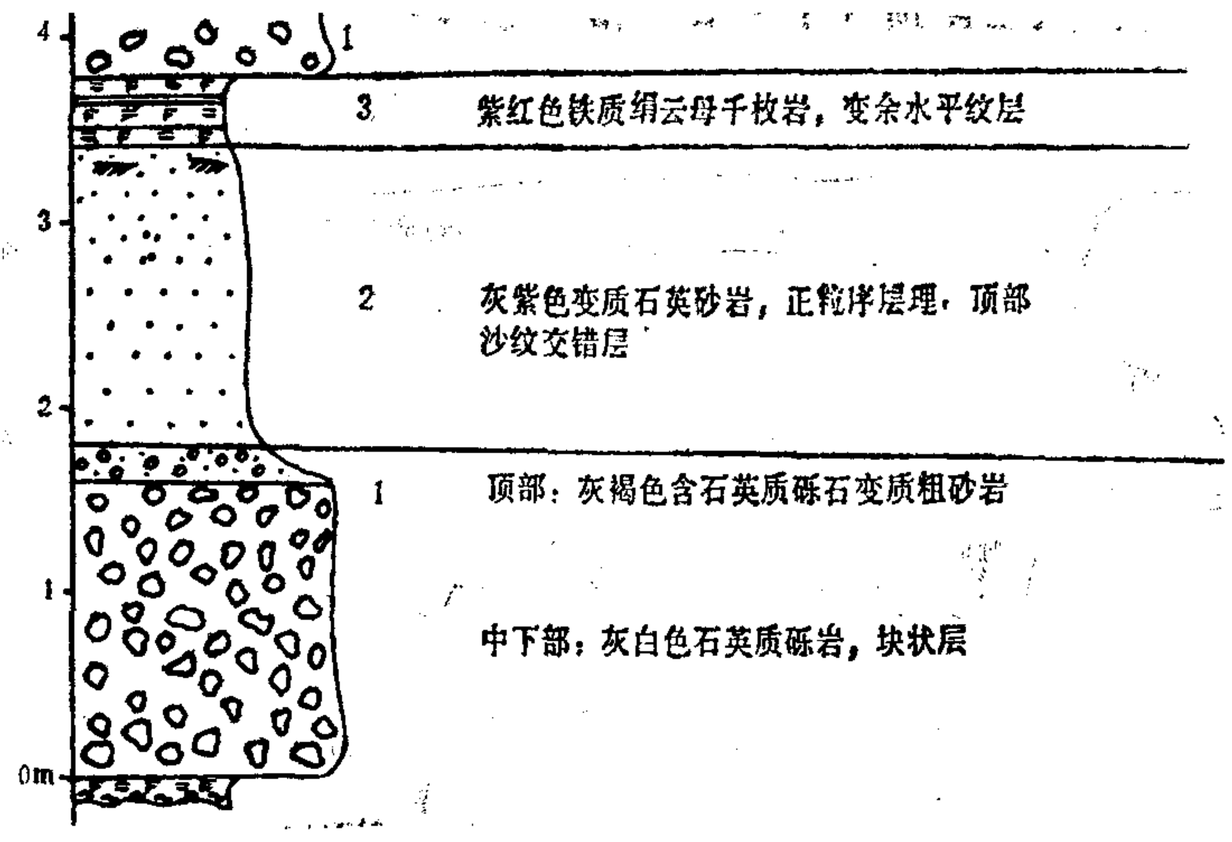


图 34 巴塘县义敦图姆沟上三叠统图姆沟组剖面结构图

Fig. 34 Schematic profile of Upper Triassic Tumugou Formation in Tumugou, Yidun, Batang County

云板岩和泥晶灰岩或生物碎屑微晶一细晶灰岩等四个单元，并组成向上变细的完整的单向韵律层。韵律下部三个单元的基本特点与上述第二种韵律结构相似，顶部单元，为深灰色薄层状灰岩，含极小的不完整的生物碎屑，碎屑粒度0.4—1mm，反映了经搬运磨蚀及溶蚀，生物屑被微一细晶方解石胶结，胶结物含量大于80%，见沙纹层理，指示生物碎屑沉积环境能量低。

块状砂、砾岩间互韵律结构：该韵律结构代表白玉阿色地区图姆沟组下部岩层的一种组合结构。由砾岩、含砾粗砂岩及少量中、粗粒砂岩组成。垂向上砾岩、砂岩交替间互出现，块状层理。横向上砂砾岩岩性及厚度变化急剧。这些特点反映了砂砾岩无分选，堆积速度快。砂砾岩碎屑成分以变质砂岩、板岩为主，石英、硅质岩为次，其含量与分布变化大，碎屑物多呈棱角状、次棱角状，多众数，指示成分成熟度及结构成熟度均低。

该组中之砂砾岩，在区域上呈不连续分布，以白玉阿色及义敦两地区最为发育，各地砾岩之砾石成分虽有差异，但均以石英质砾石为主，且一般具正粒序，在垂向剖面的沉积构造组合中不出现大型交错层理及暴露成因的构造标志，总的显示具浊流沉积特征。按沉积构造序列划分，上述前三种韵律结构分别属AC, ACD, ACDE 组合，相当于内扇和中扇沉积；第四种韵律结构则可能相当于斜坡谷或水道区 A 相沉积。据区域沉积总体特征分析，该套浊积岩应为火山堆积体系后缘深水槽盆环境中形成，由于受火山体（链）影响，大量陆源碎屑经浊流搬运被阻挡于槽盆之中，而使之很少进入火山喷发堆积区。浊流作用的形成则很大可能与该时期相邻地区的火山活动或地震有密切的关系。

（二）根隆组及呷村组

根隆组与呷村组，为代表白玉赠科一稻城地区晚三叠世早期火山喷发一沉积特征的岩石地层单位。本文根据前述“火山堆积体系”概念及初步划分意见，以白玉昌台根隆沟剖面为代表，并结合呷村剖面所见，对其沉积相按第一章第三节分层号作如下进一步划分和描述：

1．根隆组

（1）8层上部：火山体顶部生物灰岩相。

于根隆沟剖面8层顶部及邻近扎更沟、胜利乡等地相当层位的生物灰岩，属于此相。生物灰岩局限分布在昌台基性一酸性火山岩岩锥或岩穹顶部，亦是火山岩堆积厚度最大部位，向火山体翼部迅速消失。生物灰岩与火山岩可呈间夹关系。灰岩多为不稳定透镜体，岩石重结晶显著。灰岩中含珊瑚等化石，因此灰岩形成时水质干净，为光照强的浅水环境。

（2）8层中、下部—3层：基性一酸性火山喷溢—喷发堆积相。

由玄武岩、火山集块角砾岩、玄武安山岩、英安流纹岩、流纹岩、熔结凝灰岩及凝灰岩等组成多个不等厚的韵律。其中集块岩、火山角砾岩出现在中部韵律层中；玄武质安山岩、流纹质熔岩及熔结凝灰岩是喷发层的重要组成部分，主要出现于喷发堆积层中部及上部；英安质熔结凝灰岩中含大量灰球、石泡（图版Ⅱ，6），显示曾一度处于极浅水或暴露水上环境。总的看来组成喷发层的各类岩石的岩性及厚度横向变化急剧，韵律层多，喷发层中火山碎屑岩占的比例小，说明岩浆具多次喷发、喷溢，但内压力小，喷发量少，爆发力较弱。

（3）2—1层：中基性、基性火山喷溢堆积相。

由安山玄武岩与英安质凝灰岩，组成三个喷溢韵律层，厚90—270m不等。每个韵律下部为安山玄武岩、玄武岩，以致密块状为主，向上杏仁体及气孔增多；上部为紫红色英安质凝灰岩，代表一次喷溢固化间歇过程中产生的氧化“红顶”。个别韵律顶部见沉凝灰岩，具粒序层理、水平纹层及沙纹交错层，反映细火山碎屑曾被流水改造。各喷发韵律层间，为“假整合”接触。每个喷溢层或整个喷溢相，熔岩所占比例均高，说明岩浆爆发力较弱。

2．呷村组

（1）16—14层：火山体上部酸性火山喷发堆积及火山体周缘一顶部钙泥质岩相。

该相下部为流纹岩、流纹质一英安质凝灰岩、角砾熔岩、凝灰质板岩；上部由钙质绢云板岩夹不稳定介壳泥灰岩、微晶灰岩及少量岩屑石英砂岩组成。其中下部火山岩，在根隆沟剖面上厚度较小，仅10—20m，向南尖灭，向北增厚，并且英安流纹岩中可见柱状节理（图版Ⅱ，7）。上部钙泥质板岩，含陆源碎屑很少，于呷村剖面上见夹大小不等的生物碎屑泥晶灰岩（图版Ⅱ，8）透镜体，团块状六射珊瑚集合体及介壳薄层。有的介壳层由无分选的大小壳体组成；也有的由磨蚀显著的小壳体层组成。板岩发育稳定水平层。上述特点说明，火山体形成后顶部及周缘水深变浅，成为水质洁净、富氧、光照较强的浅海区。沉积物主要是盆内悬浮物和化学作用或生物化学作用的生成物。其中所夹薄层的瓣鳃介壳层，壳体一般残缺，显示在钙泥质板岩沉积过程中，曾有风浪作用，将其搬运于火山体顶部或周缘停积埋藏成层。总的特征相似于低潮面下低能环境。

（2）13—12层：火山体边缘槽盆中酸性火山溢流一火山碎屑复理石相。

该相由下而上由中酸性火山熔岩、火山碎屑岩、沉凝灰砂岩、板岩及夹扁豆状结晶灰岩之钙质绢云板岩组成。中部沉积火山碎屑岩段垂向剖面结构及岩性组合特征如图35。主要具如下特点：

① 岩石组合及结构组合为向上变细层序。自下而上层系厚度由厚变薄，颜色由灰绿色变为灰白色、紫红色，指示沉积速度由快减慢，沉积物由弱还原环境转变为氧化环境。

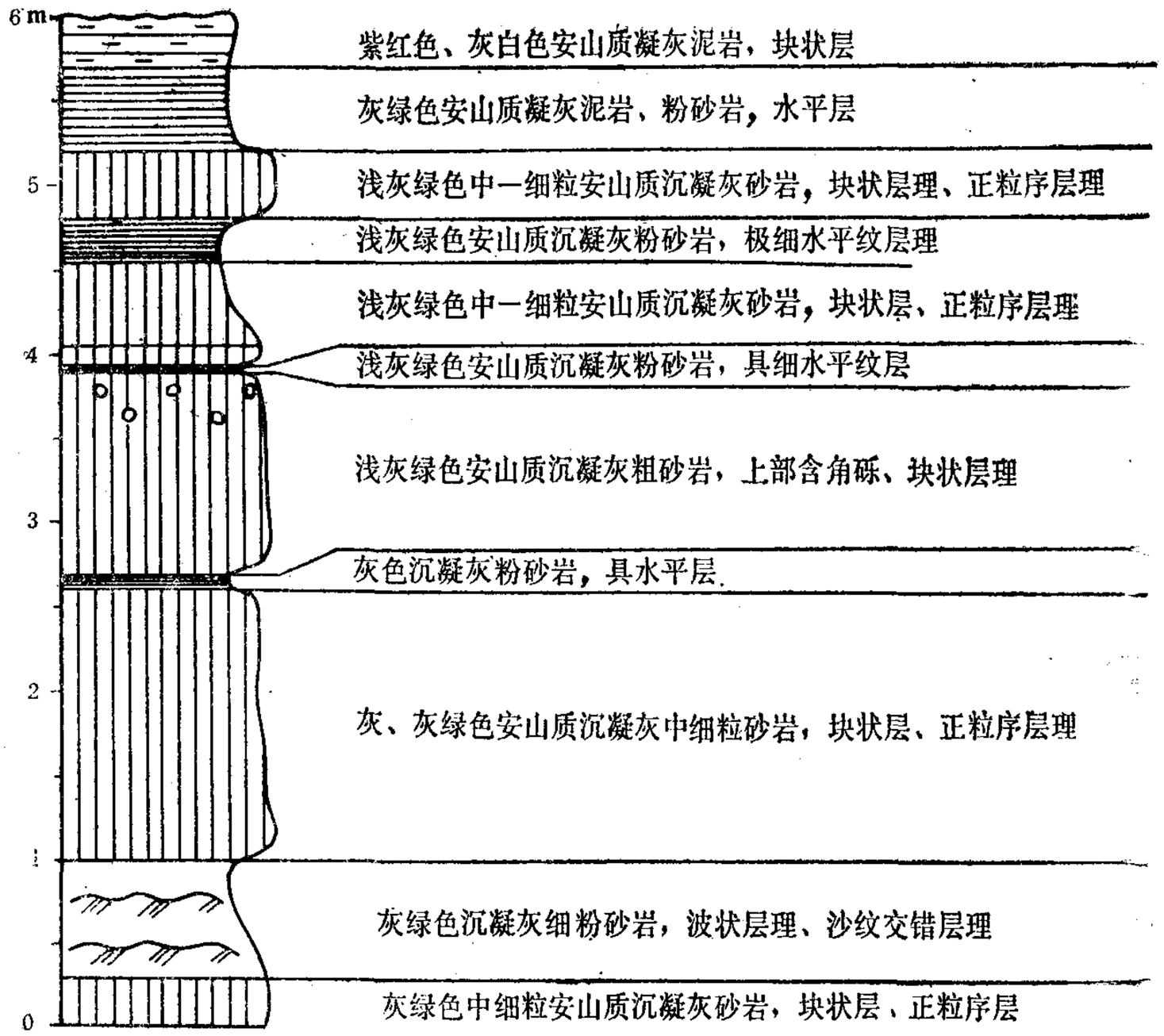


图 35　白玉县昌台根隆沟上三叠统呷村组复理石剖面结构

Fig. 35　A profile showing flysch structure of Upper Triassic Gacun Formation in Genlonggou, Changtai, Baiyu County

② 韵律性清楚，每个韵律层内沉积构造类型相似，具有向上变细的韵律层理（图版Ⅱ，9）显示能量由强至弱的变化趋势。

③ 火山碎屑物及火山凝灰质分解的粘土矿物为其重要组分。横向上，该相向北相变为昌台扎更安山岩，它们是同时期的产物。该复理式结构，反映了该期火山活动经历了多次由强至弱的脉动式喷发，伴随火山喷发所产生的火山碎屑物，在火山地震作用影响下以密度流形式搬运再沉积。

④ 该韵律序列可用鲍马序列描述，相当鲍马序列AD、ADE及AC组合。上部钙质绢云板岩，夹扁豆状灰岩段，沉积特征及岩相，与下述11—10层相同。

⑤ 韵律层理见陡倾斜钻孔虫迹及被生物扰动改造（图版Ⅱ，10），说明沉积物周期变化过程中，能量较强。

（3）11—10层：火山体间深水槽盆钙泥质岩相。

由钙质板岩、凝灰质板岩夹不稳定细晶灰岩组成。岩石遭受挤压，劈理化较强，后生沉积构造保存甚少。该相带下部板岩夹少许含复岩屑石英砂岩，具块状层理及不明显的粒序层理，层面平整；中部夹不稳定细晶灰岩，含磨蚀显著的生物碎屑及极细水平纹层；上部凝灰质板岩，发育较好的水平层理。此外，于昌台呷村以北约1km的相同层位中，见有遗迹化石*Cosmorhaphe Sinuosa*（图版Ⅱ，11）❶，相当于赛拉赫（Seilacher）等人划分

❶ 成都地质学院林文球鉴定。

的*Nereites*相化石组合，为半深海—深海区和浊流沉积物中常见遗迹化石。总体看，本相色调灰黑，水平层理发育，含较高的盆内自生方解石，表明形成时，沉积盆地水较深，水动力条件弱，沉积物是在弱还原，弱—中等碱性介质条件下形成的。

（4）9层：火山体周缘分散相。

以钙质绢云板岩为主，夹薄至中厚层状含岩屑石英砂岩，底部为流纹质沉凝灰板岩。其中砂岩层厚度稳定，无粒序，上下层面平整与板岩呈渐变关系。砂岩碎屑矿物主要由石英和复岩屑组成，岩屑有变质砂岩、千枚岩、板岩及硅质岩等，含量5—20%，碎屑物分选差，磨圆度差，反映成分成熟度和结构成熟度均低。砂岩的粒度概率曲线形态(见图36)。下部砂岩具有跳跃和悬浮两个总体，其中跳跃总体可能包括两个次总体，总的显示为悬浮总体含量较高，与跳跃总体呈渐变过渡关系，并表现为中等分选的弧形曲线，说明该相下部砂岩可能以絮团沉积方式形成；图36，B反映上部砂体为正粒序，并与前一组曲线特点相似，其中曲线④斜率较缓，粒度分布区间很宽，说明砂体上部碎屑分选性随着粒度变细而变差，跃移质与悬浮质没有显著差异，反映絮团沉积作用增强、水体平静的特点。

板岩普遍含钙质，层序上部钙质增高，甚至出现微晶—细晶灰岩透镜体，反映了盆地内源生成物逐渐取代外源物沉积的趋势。

综合上述特点，说明覆盖在根隆组基性—酸性火山体之上的砂板岩，陆源碎屑供给量少，形成砂体的数量亦少，主要为火山喷发散落物，沉积时的水动力条件弱，为浪基面之下低能环境。

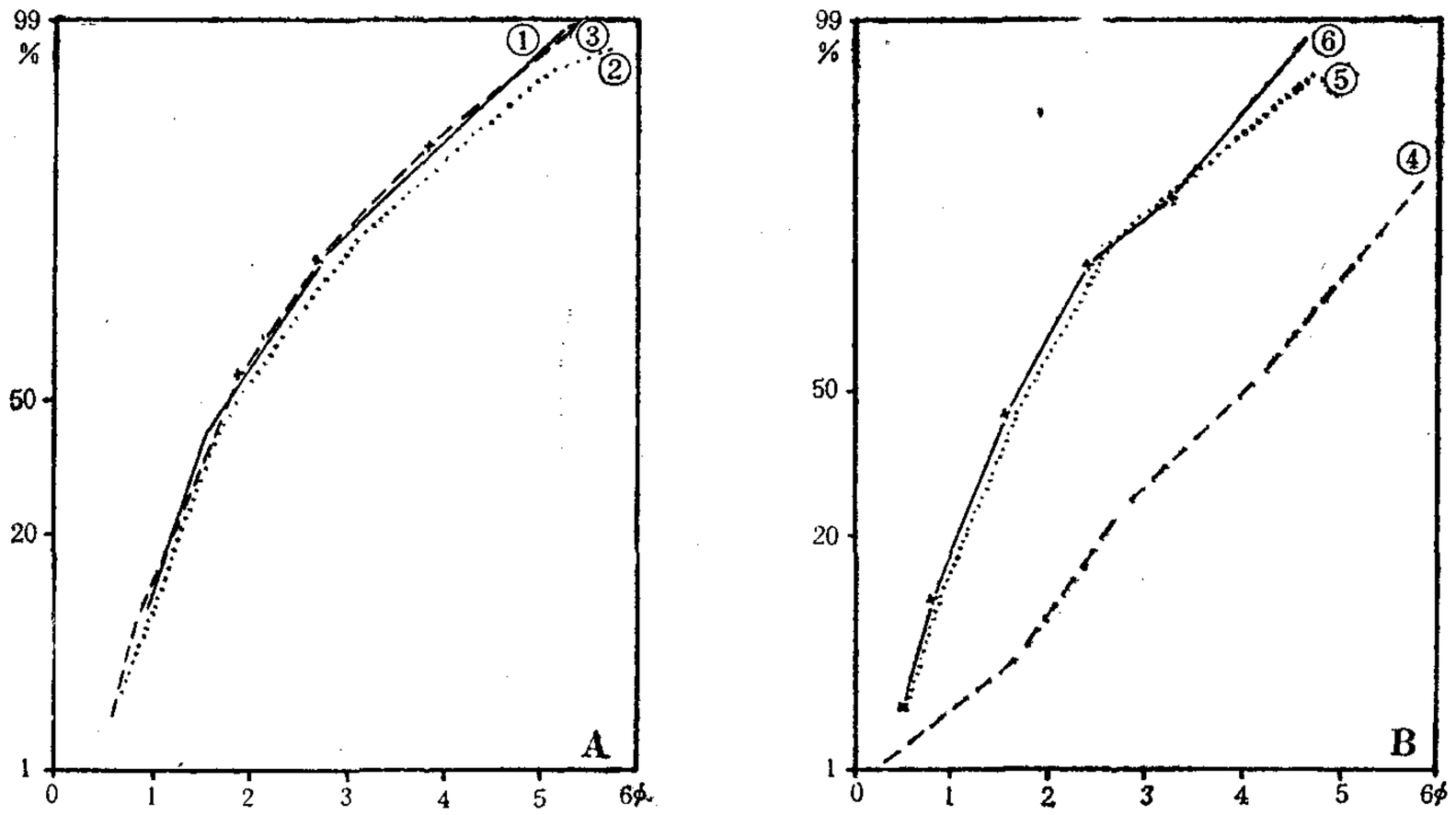


图 36　白玉县昌台上三叠统呷村组下部 4 层粒度概率曲线图

A—下部砂岩；B—上部砂岩

Fig. 36　Probability cumulative curves (A and B) for lower part No. 9 of Upper Triassic Gacun Formation in Changtai, Baiyu County

A—lower part sandstone; B—upper part sandstone

五、晚三叠世诺利早中期沉积

随着晚三叠世卡尼期火山喷发堆积体的形成，海盆沉积地貌单元及水动力条件亦趋复杂，现选择一些代表性剖面，叙述该时期各火山喷发沉积地貌单元的沉积作用特征。

（一）海子山剖面上的海子山组

该剖面居于赠科—稻城晚三叠世火山堆积体系西侧，岩层受后期酸性侵入岩热力接触变质较深，原始组构保存少，在此，仅凭借变余组构，动、植物化石产出特点分析如下：

1．44—36层：火山体系后缘深水槽盆相。

以角岩化钙泥质岩为主，夹砂泥质岩和复成分砂砾岩。生物贫乏，发育薄层条带状构造，条带由灰色、灰白色、深灰色及灰紫色等多色调组成，稳定性好，指示形成时水动力条件弱。结合所处构造位置综合考虑，上述应为火山体系后缘深水槽盆环境沉积物。在变质钙泥质岩中所夹的复成分砂砾岩，厚度大，可能是风暴浪带来之沉积物。

2．35—33层：火山体系后缘半局限浅水槽盆相。

以结晶灰岩为主，夹钙质板岩，局部夹角砾灰岩。呈灰、灰白色，中厚层状，因受热力接触变质，原始沉积构造、结构已不清楚。于该相下部产以*Yunnanophorus*? ap. *Trigonodus* sp. 为代表的半咸水厚壳瓣鳃类化石，说明沉积盆地水介质发生了显著变化，另从灰岩岩性单调，厚度变化急剧等特点看，亦不同于正常海相碳酸盐，故判断为比较局限的浅水盆地环境。

3．32—29层：火山体系后缘深水槽盆相。

由钙质细—粉砂岩、钙质板岩、硅质板岩、粘板岩夹砂泥质灰岩组成。呈浅灰色、灰色、紫灰色，薄至中层状，层系厚2—5cm，条带状构造清楚，显示有极稳定的水平层理，反映沉积物细，周期变化快，水动力条件弱，由弱碱性向碱性介质过渡的环境。本相与远源复理石相的区别在于，韵律层内无粒序韵律层理及沙纹层理，故判断为火山体系后缘深水槽盆环境产物。

4．28—21层：火山体系后缘槽盆—火山体间谷道浊流相。

28—21层的下部由复成分砾岩（砾石成分有石英岩、花岗岩、闪长—辉长岩、安山玄武岩和变砂岩等），岩屑砂岩，板岩组成不等厚韵律；上部由长英角岩与泥板岩 组 成不等厚韵律。下部砂砾岩为块层状，扁豆体状，砾石磨圆度差，分选不好，砂岩见斜层理，板岩中含蕨类、苏铁类植物。这些特点说明，陆源区岩性复杂，经风化剥蚀形成之碎屑，经风暴浪或由火山活动引起形成局部密度流搬运至火山体系后缘槽盆边缘地带，并经流水作用改造，于水流较强的谷道及其前缘环境沉积。故该相的区域分布比较局限，其分布受北东侧扎翁纳—独龙沟火山体与南东侧理塘赤格火山体的控制。其中25—21层由角岩化火山质砾岩，砂砾岩，岩屑砂岩和板岩等组成向上变细的韵律层，厚大于1000m。韵律层上部板岩普通具条带状构造，条带由细—粉砂和泥不同粒级物质组成者，应视为变余韵律水平层理；另一些条带由不同色带或定向性好的片状矿物组成，应为变质构造。韵律下部为火山质砂砾岩，具块状层理，正粒序层理。在垂直剖面结构中，自下而上砾岩层数量变少，厚度变薄，粒序结构变差。推测沉积物质是由火山地震形成密度流携带，于水道中及远离火山体的低地中沉积。从总体看，主要应属浊流沉积、火山碎屑流沉积。

（二）勉戈剖面上的勉戈组

该剖面由酸性火山岩与变质陆屑沉积岩组成。自上而下主要相类型特征如下：

1．22—16层：火山体系后缘槽盆相。

由青灰色薄—中厚层变质中—细粒复岩屑杂砂岩、粉砂岩夹灰黑色绢云板岩，或不等厚互层，砂岩与板岩之比为5:1。砂体厚度稳定，层面平整，与板岩界线不 清 楚，内部无

粒序，无沉积构造形迹，砂岩碎屑物分选及磨圆度均差，杂基含量高，局部夹泥质条带或泥晶灰岩，生物稀少。说明形成时水体混浊，物源丰富，水体能量变化较大，但总的较弱，其组合特点虽类似于远源浊积岩，但在沉积构造上又不具典型特征，故初步认为大量陆源碎屑的沉积，是与火山群体所形成的屏障或由此产生对陆源碎屑的网罗有密切关系。综合上述特点，判断为火山体系后缘深水槽盆环境沉积。

2．15层：火山体周缘分散相。

以深灰色绢云绿泥板岩为主，夹灰色细至粉砂石英砂岩，沉凝灰粗砂岩及薄层生物泥晶灰岩。板岩与下伏流纹岩或流纹质沉凝灰板岩呈渐变过渡关系。板岩岩性单调，劈理发育，原生构造消失；砂岩、灰岩和沉凝灰岩夹层，分布稳定，层面平整，层内亦未见任何沉积构造形迹。板岩中夹介壳层，介壳为薄壳和厚壳瓣鳃，壳体大小不等，有磨损，属异地埋藏生物层。以上说明该层主要为流纹岩喷发堆积后间歇期的火山散落物并夹少量陆源碎屑沉积。波浪作用使介壳局部聚集形成介壳层，显示能量弱—中等，相当潮下低能环境。

3．14—9层：火山体喷发—喷溢堆积相。

自下而上由流纹质火山集块岩，流纹质火山角砾岩，流纹质熔结凝灰岩和流纹岩等组成（剖面附近见基性火山岩转石）。以熔岩及熔结凝灰岩为主，堆积厚800—3500m，呈岩脊或岩峰产出，在剖面东约1km，以上火山岩直接超覆在呷村组灰绿色变质凝灰质砂板岩之上，熔岩厚度由剖面上的800m以上变薄为300m左右，其间没有石英质砾岩，显示了酸性熔岩的直接超覆。自剖面向南数公里的扎翁纳，火山岩以集块岩、角砾熔岩为主，堆积厚度达3750m，推测为火山喷发中心位置。

4．8—7层：火山体系后缘槽盆相。

该相是在晚三叠世早期火山堆积体系（岛链）后缘区形成，由石英质砾岩、板岩夹透镜状生物碎屑灰岩组成。砾岩由石英、硅质岩、板岩等砾石组成，砾石磨圆度好，分选差，岩性厚度变化急剧。砾石向上渐变为灰绿色绿泥绢云板岩，夹流纹质凝灰熔岩和生物碎屑灰岩（已大理岩化，与上覆火山熔岩的热变质作用有关）。砾石的垂向组合结构，不具河流及密度流沉积构造序列的特点，可能是风暴浪搬运沉积的产物。

（三）白玉昌台呷村剖面西段的勉戈组

1．13—10层：火山体周缘喷发堆积—沉积相。

由灰绿色、灰紫色流纹岩、流纹质凝灰熔岩、沉积火山碎屑岩与钙质板岩、微晶灰岩组成两个喷发沉积亚旋回。喷发层下部为粗细不等、不具粒序、变化急剧的沉凝灰砾岩和砾岩，代表火山碎屑未经流水改造的快速堆积；上部为灰绿色劈理化流纹岩、凝灰熔岩，具有含铁镁质较高，弱还原条件凝固的特点，与其上间歇期沉积的灰黑色钙质板岩、微细结晶灰岩呈渐变过渡关系。板岩、灰岩形变强，为千枚状，原生残余构造少见，它反映了中酸性火山喷发后，为碱性介质，少陆源碎屑沉积，相当浪基面之下低能环境。

2．9层：火山体周缘泥质、粉砂质岩相。

主要为灰黑色板岩，由绢云母、水云母组成，含少量极细粉砂。板岩中偶夹薄层细粒含复岩屑石英杂砂岩，局部含小壳体瓣鳃，板岩为块状层理和毫米水平纹层理，反映形成时为低能弱还原条件，相当于浪基面下环境。

3．8层：火山体周缘复成分砂砾岩、灰岩相。

由含石英砾大理岩质砾岩、含石英火山质砾岩、凝灰质板岩、结晶灰岩和含生物碎屑结晶灰岩等组成。在纵横向上，各种岩石互为递变，砾岩多呈大小不等透镜体产于该层底部，或孤立的分布于结晶灰岩中（如图18）。局部见砾岩、砂岩和板岩组成正粒序层。其中砾岩的砾石由脉石英、石英岩、中酸性火山岩、结晶大理岩等组成，砾石磨圆度好，表面光滑。该套砾岩就剖面附近牛场沟一带所见，与下伏层呈不整合关系，或超覆于早期形成之不同地层之上。据该砾岩层组构特征分析，砾石成分及磨圆度虽表明物源区岩性复杂，并曾经历强烈的淘洗、磨蚀，但其空间分布及剖面结构，又显然有别于滨岸砾岩或河成砾岩。就该区晚三叠世沉积历史分析，该套砾岩形成于卡尼克期呷村组火山喷发—沉积及中印支期构造变动之后，在区域上它们常与侵蚀面相伴生，对其成因可作如下解释：早期火山喷发堆积作用和构造变动，使地表高差发生了强烈的分异，由火山堆积体所构成的正向高地，在波浪甚至风暴浪作用下，必然要经受强烈地侵蚀、破碎和磨蚀，然后沉积于火山体周缘相对低能环境。当地形坡度很陡时，亦可于高地边缘相对深水环境，形成密度流，构成向上变细层序。现有资料表明，该砾岩层在区域上具有广泛分布，虽其组构特征及成因并不相同，但它们的出现均常与侵蚀面相伴生，在地层学上可作为沉积间断的标志和划分地层的依据。

（四）喇嘛垭和乃干多剖面上的勉戈组

1．喇嘛垭剖面：仅出露了勉戈组上部地层，因断裂、褶皱重复，实际厚度约大于200m。又可分为上、下两部分。

上部为灰、灰白色细—中粒石英砂岩，岩石成分和结构成熟度均高，逆粒序块状层理，其下部含煤线。

下部由深灰色绢云板岩与同色薄层状粉—细粒含复岩屑砂岩组成不等厚互层。层系厚为2—3cm，层系组厚为8cm，其下部为毫米水平纹层，向上为砂纹交错层，顶部具不对称浪成波痕，波脊上见人字形砂纹交错层（图版Ⅲ，12），具明显的岩性突变及沉积中断，波痕指数4.5，并见有*Arenicolites* sp. 遗迹化石❶。板岩夹层中含丰富的半浮游薄壳瓣鳃，瓣鳃个体小，壳饰保存较好。以上特点指示水动力能量应属弱—中等。

以上两部分，总的构成向上变粗层序（图37），从上述特征及所处地理位置看，该相

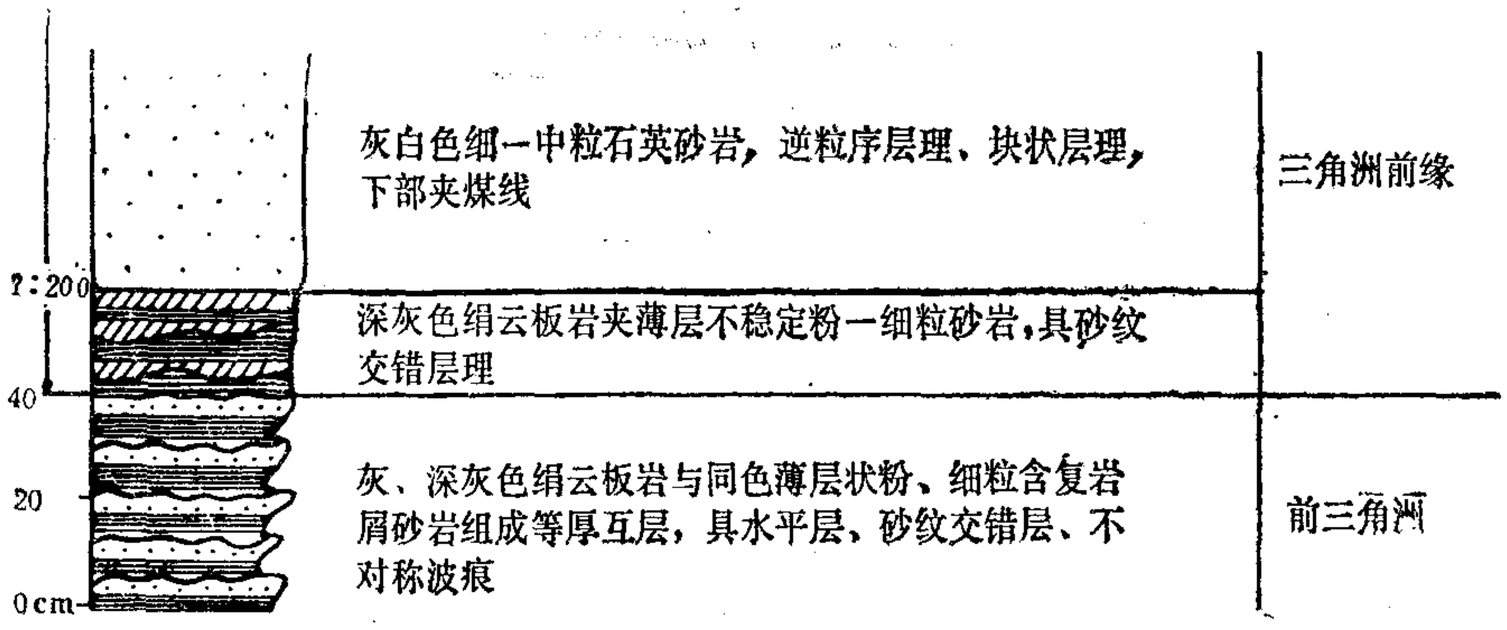


图 37　理塘县喇嘛垭北西500m处上三叠统上部剖面结构图

Fig. 37　A profile showing upper part of Upper Triassic Miange Formation, 500 m northwest of Lamaya, Litang County

❶ 我分队1983年采集，成都地质学院林文球鉴定。

应属火山体系前缘盆地边缘带环境产物，沉积剖面结构与水下三角洲极为近似，相当于前三角洲及三角洲前缘沉积，其沉积物主要由火山体上或体间水流供给。由于所处位置远离河口，故显示波浪曾对其有过改造作用。其中所发现之遗迹化石，按赛拉赫（Seilacher）等人所提出的遗迹相模式，应属 *Skolithos* 相遗迹化石组合中的重要类型，亦反映为滨海环境。

2．乃干多剖面：因断层破坏，勉戈组上部出露不全，剖面自上而下可分为以下岩相。

（1）火山体间浅水盆地相。

以黑色含炭质板岩、钙质绢云板岩为主，次为中厚层含复岩屑砂岩。组合结构有两种：一为砂、板岩互层，砂岩中见块状层理，正粒序层理；另一种为板岩夹薄层砂岩，局部出现不稳定微晶灰岩，见水平层理，灰岩中含丰富半浮游瓣鳃，腕足及个别菊石。在邻近章纳享日库相当层位则产丰富的厚壳半咸水瓣鳃，从生物灰岩组构和砂板岩沉积构造，说明水动力能量弱，水体盐度变化大，为火山体间槽盆经砂泥淤积逐渐转变为半封闭环境的沉积。

（2）火山体间深水盆地相。

为深灰色中厚层变质复岩屑砂岩与板岩的不等厚互层，砂岩与板岩之比为5:1，二者成层性好，但层系或层系组的界线不清楚，砂岩不具粒序，层内无其它构造形迹，砂岩杂基含量高，碎屑磨圆度差，反映成分成熟度和结构成熟度低。从上述特点看，该相是在陆源碎屑补给量大，沉积速度中等，较弱的振荡水动力条件下形成的。碎屑物的搬运沉积方式，可能为紊流携带着泥砂质，以絮团沉降方式沉积。

（3）火山体周缘相。

由变质复成分砾岩，砂板岩，流纹岩组成两个向上变细的韵律层。其中变质砾岩厚5m，砾石成分由变质砂岩、板岩和中性火山岩等组成，砾石含量60—70%，经压扁定向排列，从变余砾石形态看，仍具有磨圆度较好的特点。胶结物为长英质粗砂和泥质，呈基底式胶结。与下伏灰黑色绢云板岩，粉砂质绢云板岩为突变接触。流纹岩赋存于上部韵律层中，厚2m；流纹岩之下为变质砾岩，其上为绢云板岩。该砾岩及上、下岩层变质较深，原始沉积特征多未保留，据推测，上述砾岩的形成机制，可能与呷村剖面相当层位之砾岩层相同。在此值得提出的是该砾岩层出现在安山岩之上，而砾岩之上还有流纹岩的产出，地层层序亦与呷村剖面相同，在地层划分或火山活动的期次划分上，都有极为重要的意义。

（五）鄂多-卓西剖面上的勉戈组

该剖面位于火山体系前缘，勉戈组沉积相自上而下可分为两种类型。

1．陆棚边缘盆地相

由黑色绢云粘板岩，含粉砂质板岩组成。主要为块状层理，间夹稳定纹层状水平层理。板岩中除含有较多有机质和草莓状黄铁矿外，在层面上普遍分布锥状突起的自形晶黄铁矿，晶粒直径2—5mm 不等，并割切水平纹层，显然是成岩后生阶段产物。此外，层中见有蛇曲形啮食遗迹化石，相当赛拉赫（Seilacher）等人划分的*Nereites*遗迹相。以上特点显示，上述沉积为海水较深，并较为封闭的静水环境的产物。

2．深水槽盆浊流复理石相

剖面具复理石韵律结构（图38），自下而上由厚至块层状砂岩递变为薄—中层状水平

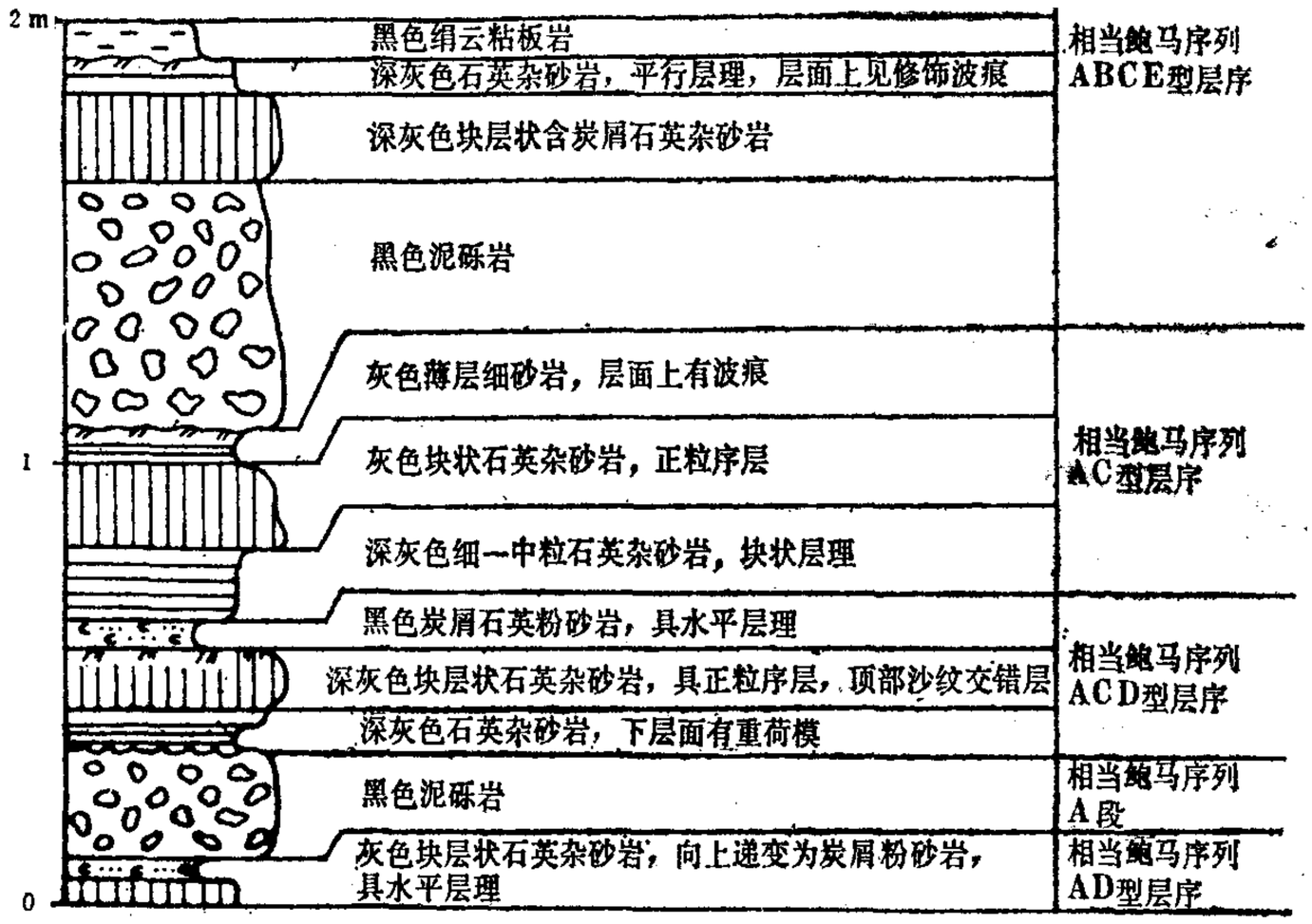


图 38　新龙县雄龙西瓦曲上三叠统勉戈组深水槽盆浊流复理石沉积剖面结构

Fig. 38　A profile showing deep-trough turbidite flysch from Upper Triassic Miange Formation in Waqu, Xinlong County

层理砂岩，炭质粉砂岩或粘板岩组成向上变细的韵律层。在韵律层上部常具水平层理，中上部具沙纹交错层理或平顶舌形修饰波痕，或平行层理，下部为块状粒序层，底层面见重荷模。个别韵律层砂岩之下见黑色泥砾岩，泥砾岩厚25—60cm，泥砾直径0.5—2cm，含量60—70%，泥砾表面光滑，细—中粗粒砂和泥成基底式胶结，表明曾经历了较强的搅动、磨蚀，与粗细不同的砂和泥质物以密度流方式一起搬运到盆地中沉积，并常与上覆的块状杂砂岩，构成鲍马层序A段砾—砂的粒序层，有的泥砾岩之上可直接覆盖具平行层理的杂砂岩，后者代表鲍马层序的B段，总的看来其垂向剖面结构，鲍马层序发育不全，常见为AD，AC，ACD，ABCE型层序，或仅有A段沉积，其中部分韵律层A段由下向上具逆粒序到正粒序变化，据初步判断可能主要为近源中部浊积扇渠道沉积。

（六）阿色银多及干奄铺两剖面之勉戈组

两剖面亦位于火山体系前缘，并更靠近火山体系，属火山喷发—沉积类型，其岩性组合特征，不同于上述理塘喇嘛垭和新龙鄂多-卓西剖面所见之勉戈组。因未专门调查，缺少岩相资料，在此根据1:20万甘孜幅区调剖面资料，对沉积相作如下简要分析：

1．阿色银多剖面：可分为下部火山岩段和上部灰岩、板岩段。

上部灰岩、板岩段：以结晶灰岩、生物泥质灰岩为主，夹板岩和少量变质石英砂岩，厚2600m。灰岩、板岩中产丰富的半浮游薄壳瓣鳃、厚壳瓣鳃、底栖腕足、珊瑚和少量菊石。从垂向剖面结构看，岩系下部为硅质岩与板岩、泥灰岩、变质石英砂岩组成互层；中下部为深灰色块层状结晶灰岩；上部为结晶灰岩、生物泥灰岩与板岩互层。总的反映沉积作用有向上变浅趋势。岩系中生物层数量多，动物群丰富，属种分子丰度高，指示沉积盆地富氧及养料充足；碳酸盐沉积厚度大，显示补偿充足，气候湿热，盆地沉降速率小于沉积速度。据上述特点可将其判断为火山体系前缘浅海陆棚环境沉积。

下部火山岩段：由流纹质凝灰熔岩与薄—中厚层状硅质岩组成若干喷发—沉积韵律，厚655m。其中火山岩占一半左右。喷发沉积韵律大小规模不等，韵律层中硅质岩，主要

为酸性火山岩分解产物，在 pH 值较小的介质条件下形成，随着硅质的不断沉积，水介质pH值逐渐增高，因此出现硅质岩过渡为钙质板岩，灰岩中含丰富的半浮游瓣鳃。由此说明沉积盆地的物质来源，主要来自火山体和盆地内部，由化学作用和生物化学作用形成。另从岩层有良好的成层性，说明水动力能量不强。综合上述特点判断，上述流纹岩、硅质岩组合，形成于火山体系前缘带水体流动不畅的深水陆棚或陆棚边缘盆地区。

2．干奄铺剖面

按岩性组合可分为上、中、下三部分。下部为透辉石英角岩、角岩化粉砂岩、堇青石斑点板岩呈不等厚互层，板岩中含大量苏铁类和银杏植物，厚 447m；中部为灰、深灰色板岩，炭质绢云板岩与安山岩，安山质凝灰岩，斑状二辉玄武岩组成喷发—沉积韵律，厚896m，其中火山岩占1/3；上部为灰色复岩屑细—粗粒砂岩与板岩不等厚互层，层中含大量植物化石，厚766m。鉴于上述中酸性、基性火山熔岩喷发堆积于富陆源碎屑和含植物化石的板岩系中，由此判断该套砂板岩及溢流式火山熔岩可能是火山体系前缘滨岸及沼泽环境的产物。

六、晚三叠世诺利晚期—瑞替期沉积

诺利晚期—瑞替期沉积的喇嘛垭组是川西地区上三叠统最上部的地层单元。分布在德格县独木林、新龙县鄂多—卓西、理塘县喇嘛垭、稻城及乡城小雪山一带，厚数十米至数千米不等。本组的沉积特征，总的显示为海陆交互相沉积，并在垂向剖面上表现为向上变粗的岸进层序。此时巴颜喀拉海水开始退出，当喇嘛垭组沉积时，本区已不是一个正常的海盆，而是一个行将消亡的残留水盆地，它兼具海和湖的特点。本文称之为“残余海盆地”，它与典型的海或湖有所不同。现据以下代表性剖面，对喇嘛垭组的沉积相作如下分析。

（一）新龙鄂多-卓西剖面

该剖面已测的喇嘛垭组厚度＞972m，为一套粗—细粒碎屑岩夹板岩组合，含大量的植物化石。可分为上、下两段。下段厚514m，主要为三角洲前缘环境沉积；上段厚458m，其中夹多层的砾岩，主要是冲积平原上蛇曲河流沉积，它包括河道滞留沉积、边滩沉积和堤岸洪泛沉积等。由于下段的沉积特征与后述之理塘热柯剖面所见基本相同，在此着重叙述上段特征。

1．岩性特征

上段共厚458m，其中砾岩及砂岩层厚为 305m，板岩层共厚 153m，碎屑岩与板岩之比为2。

剖面上的岩石类型大致可分为以下三种：

粗碎屑岩类：主要为变质基性火山岩屑细砾岩、变质砾质细砂岩。岩石中碎屑物占80—90％，成分复杂，前者主要为火山岩砾石，后者以硅质岩砾石为主，含石英和各类岩屑等，磨圆度较好，分选性中等—差，和本组中其它碎屑岩相比，其结构成熟度相对较好，而成分成熟度低，颗粒间主要为砂质孔隙式胶结，部分接触式胶结。亦常见镶嵌式接触，说明其压实及压溶作用较强。

砂岩类：剖面上的砂岩、粉砂岩大部分属于变质岩屑长石石英砂岩。碎屑物一般占75—90％，成分比较复杂，一般以石英为主，长石及各类岩屑次之，磨圆度中等—差，一

般分选性不好，结构成熟度及成分成熟度均较低。胶结类型以孔隙式为主。岩石成岩后生变化比较明显，常可见较强的压溶和压实作用，因此颗粒间的接触可变为线接触、镶嵌接触和缝合接触等。也可见石英的次生加大。胶结物多经重结晶作用的影响，新生了片状绢云母、绿泥石等变质矿物。

板岩类：剖面上出现的主要为含粉砂质板岩、粉砂质水云母板岩。岩石一般呈深灰—灰黑色。水云母、绢云母、绿泥石等粘土矿物占70—90%，机械混入的碎屑物主要为石英、云母及有机质等，常含各种植物碎屑。成岩后生变化有菱铁矿化、绢云母化等。

2．粒度分布及粒度参数

在该剖面共采集了30件样品进行薄片粒度分析。尽管本区的岩石均不同程度的经受了区域变质作用和成岩后生变化，但原始组构尚未完全破坏，故粒度分析的结果仍具一定参

表 6　卓西剖面喇嘛垭组样品粒度参数

Table 6　The grain size parameters from Lamaya Formation in Zhuoxi

层位		标本号	平均值 XM	标准差 σ	偏度 SK	尖度 K
上段	上部	英 2-2	4.20	0.98	−0.18	2.96
		2-3	3.65	0.59	0.34	3.81
		2-4	4.07	0.63	0.52	3.50
		2-5	2.34	0.88	0.21	2.62
		2-7	2.31	0.94	0.73	3.48
		2-8	3.05	1.07	−0.16	2.74
		2-9	3.46	0.65	0.49	3.56
		4-1	4.42	0.98	6.13	2.11
		4-2	4.47	0.87	0.06	2.39
		4-3	2.93	0.68	0.52	2.91
		4-4	2.49	0.96	0.17	2.41
		4-5	2.59	0.84	0.62	3.27
	下部	5-3	3.72	0.87	0.10	3.02
		6-1	4.30	0.79	0.25	2.55
		6-2	3.52	0.70	0.68	3.52
		6-3	2.66	0.82	0.02	2.71
		6-4	2.75	0.73	0.49	3.46
		6-5	2.21	0.97	−0.02	2.36
		6-7	4.98	0.71	−0.16	2.44
		6-8	3.88	0.84	0.12	3.55
下段		7-1	4.83	0.70	−6.37	2.47
		7-2	5.08	0.73	−0.42	2.68
		7-3	5.11	0.64	−0.60	2.33
		9-1	5.34	0.58	−0.70	4.59
		9-2	4.87	0.75	−0.39	3.38
		9-3	4.72	0.78	0.06	2.36
		9-4	4.89	0.81	−0.26	2.34
		9-5	4.85	0.72	0.14	2.31
		9-6	4.04	0.90	0.66	2.78
		9-7	5.00	0.75	−0.15	2.26

考意义。

（1）粒度参数特征

各样品的结构参数如表6。

表中所列主要为岩屑长石石英砂岩分析数据，未包括砾质碎屑岩类。其粒度平均值大致呈现由下至上逐渐变粗的变化趋势。总体看来下段下部粒度偏细，下段中部粒度变粗，夹有细粒沉积物。其标准差值，整个下段平均偏低，偏度为负偏至极负偏，尖度值较大，属窄峰态，表明分选性一般较好，主要粒度集中在细粒部分，由下至上具三角洲前缘—三角洲平原环境沉积特征。

上段粒度平均值一般为2—3.5ϕ，相对偏粗并出现砾岩；标准差值 0.6—1，分选性为中等—较好；偏度大多≥0.1—0.3，为正偏—极正偏，表明主要粒度集中在较粗粒部分；其尖度值为2.11—3.81，为窄峰态，显示沉积物于早期环境中曾经分选能力较强的改造作用。以上数值总的显示为河砂具备特征。

（2）概率曲线特征

我们对该组上段中所采样品的薄片按 1/4ϕ 的间距进行了计算机分组统计，颗 粒抽样数一般为500粒，其概率曲线不甚理想，特别是拐点很不明显，尔后根据薄片观察资料对样品进行了杂基校正，这些概率曲线除个别外，基本具有河流沉积的概率曲线特征。它们大致可分为四种类型。

① 两段型（图39-A）

其概率曲线的特点是：由跳跃和悬浮两个总体组成，缺乏牵引式推移总体，截点的变化区间是2.25ϕ至3.75ϕ，基本与标准的现代河流曲线截点值（2.75—3.5ϕ）相近。悬浮总体约占0—30%。其混合数约为 0.25—0.5ϕ。概率曲线为两段型的样品采自于每个沉积韵律的底部，底部岩石具有大型的交错层理，其底界面均有不同程度的冲刷现象，它代表了河道的沉积。

② 渐变型（图39-B）

这种类型概率曲线的特点是：悬浮总体与牵引总体间没有明显截点，而是呈弧型的渐变过渡，一般牵引总体大致为30—40%左右，斜率比较陡，悬浮总体占15—20%，二个总体的ϕ值混合区间为1.5—2ϕ，含量占40—65%。其中2—5号样品为一种弧形三段型曲线，在1.5ϕ 和3.5ϕ 之间出现二个不甚清楚的拐点，牵引总体占 25%，悬浮总体占20%，两总体混合区间占55%，曲线的斜率与渐变型基本一致，我们把这种类型也暂并入渐变型。渐变型的样品，基本上都采用于沉积韵律的中部和上部端元中，岩石具有小型交错层沙纹层理，波状透镜状层理等。很明显，这种类型的水动力条件较两段型弱。它属于河流边滩或河漫滩沉积。

③ 多段型（图39-C）

这种类型的曲线至少由四个以上的线段组成，分选性一般不好，从图39—C 中可以看出，曲线的斜率明显低于前两种类型，粒级的范围比较宽，从表 6 所列的粒度参数中也可以看出它们和其它样品有所不同，即标准差值大（分选不好），偏度值为负值(粒度在细端集中)，在剖面上，这种类型的样品不多见，常产于一个沉积韵律的顶部。这种 类 型属于河流决口后比较湍急的水流造成的决口沉积。

④ 三段型（图39-D）

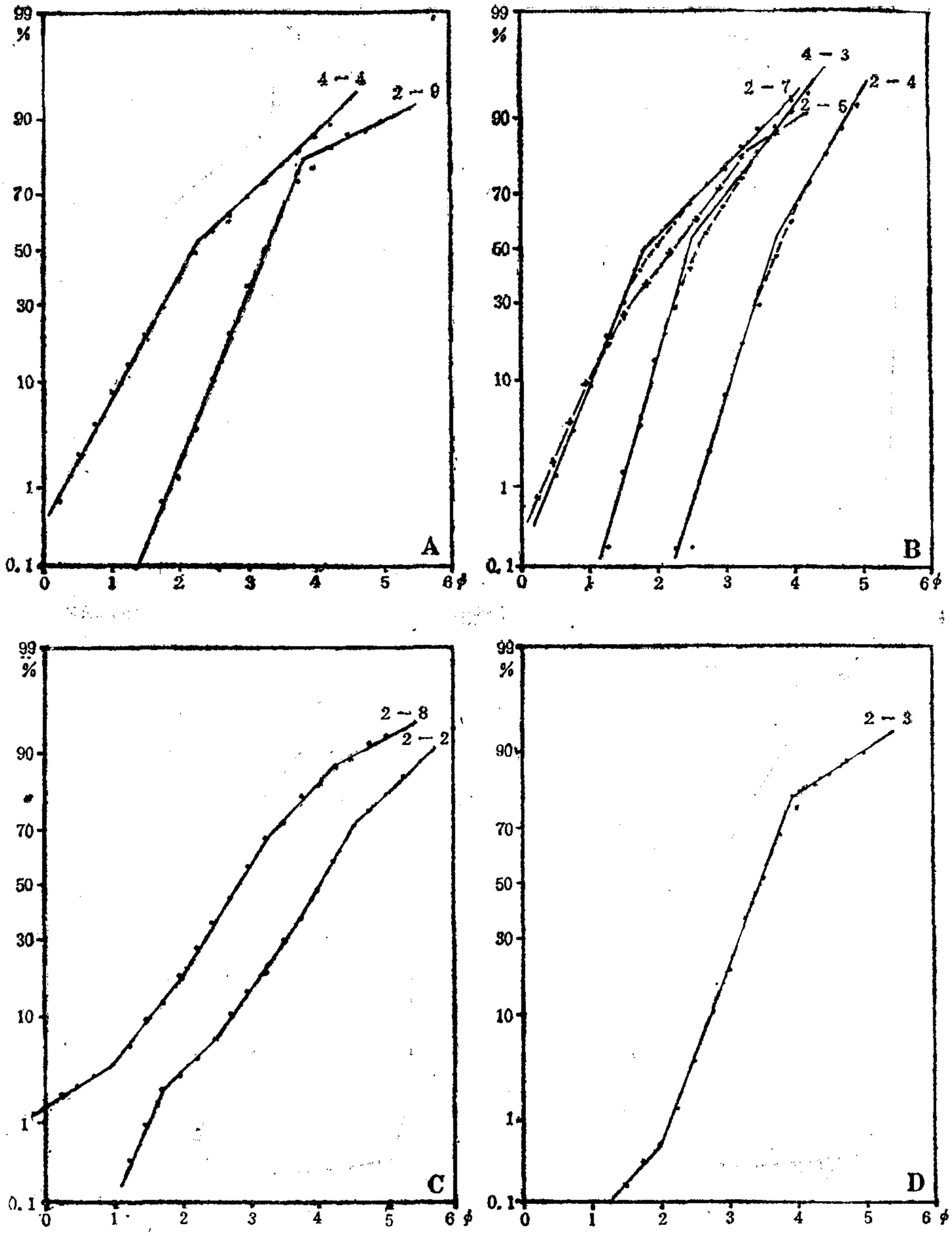


图 39　新龙县雄龙西卓西上三叠统喇嘛垭组上段粒度概率曲线

Fig. 39　Probability cumulative curves for upper part of Upper Triassic Lamaya Formation in Zhuoxi, Xinlong County

这种类型仅见于少数样品中，曲线呈良好的三段型，悬浮总体占20%，跳跃总体占79%，牵引总体占 1 %以下。悬浮与跳跃总体间的混合度为 0.5ϕ。从曲线形态看，与某些标准的海滩砂曲线相似，但缺乏冲刷回流截点。从表 6 可以看出其标准差值是所有样品中最低的（分选好），尖度值最高。我们认为它可能属于流速较低的浅水河流或者湖滩的沉积，径波浪作用造成。

除以上所述外，尚有少数样品粒度较细，平均值在4ϕ 以上，已达粉砂级，其概率曲线不具典型特征，主要由悬浮总体组成（约占85%以上），跳跃总体很少，可解释为静水期

悬浮沉积或岸后沉积。

（3）结构参数离散图

本区三叠系绝大部分沉积为海相，而喇嘛垭组出现了河流相沉积，因此我们用弗里德曼（1967）的偏度、标准差的离散图，对沉积环境进行了验证（图40）。表6所列采自上段上部的12件样品全都落在河流环境区内。上段下部 8 件样品大部落入河流区，个别样品达到海（湖）滩区；下段部分样品落在河流区，部分样品落在海滩区。由此说明，下部有海盆地的波浪作用的影响，而上部则完全为陆上河流流水作用的影响，这和三角洲海陆过渡环境中的特点基本一致。

3．沉积构造特征

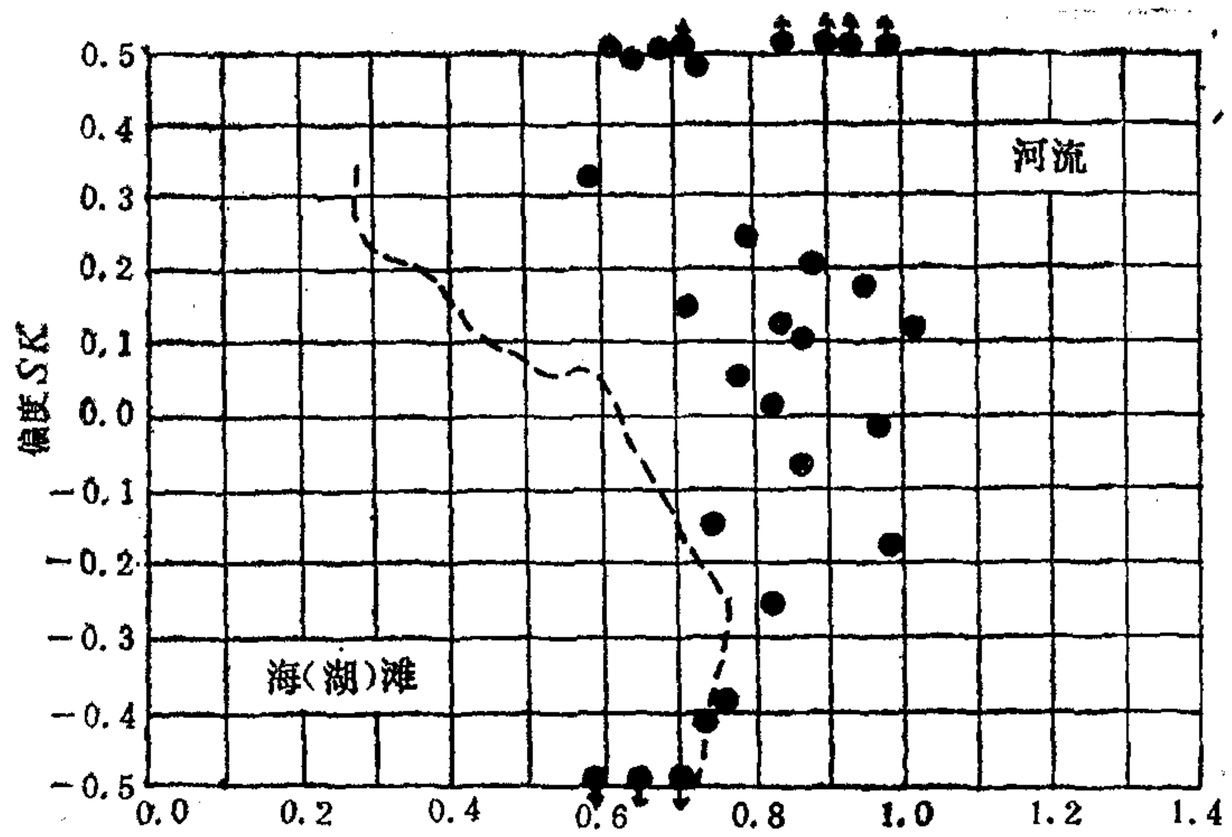


图 40　新龙县卓西上三叠统上部喇嘛垭组粒度参数散点图

Fig. 40　A scatter diagram of size parameters for upper part of Upper Triassic Lamaya Formation in Zhuoxi, Xinlong County

卓西剖面上沉积构造较为发育，现将主要沉积构造特点综述如下。

大型交错层理：见于中粒砂岩中，有时见于滞留沉积的细砾岩之上，常与下伏沉积有一个凹凸不平的冲刷面，层系厚30cm左右，局部含有碳化木碎块。

平行层理：见于砾岩及砂砾岩层中，由砾岩和砂屑的平行排列反映出其平行分布。含有与层理平行分布的植物茎块。

小型交错层理：常见于粉一细砂岩层中。层系厚 1—10cm 不等，纹层与层理的夹角25—35°，向下收敛，有时每1cm沉积物中可出现5—6条沙纹。

波状、透镜状层理：常见于板岩夹砂岩的沉积中。砂岩在板岩中成细条带状、豆荚状或透镜状，砂层厚一般小于1cm，其间尚可见微型沙纹斜层理。

水平层理：常见于细砂岩、粉砂岩和板岩互层的沉积物中。由于岩性和颜色不同，层纹十分清晰，有时层纹成波状弯曲。

粒序层理：见于砂岩及一些细砾岩中。以正粒序层理为主，有时可见逆粒序层理。

再作用面：见于砂岩中。上、下二层系中沙纹的倾向一致，其间被一波状弯曲的面所分隔，下面一个层系的纹层有些变形。

4．相剖面结构特征（图41）

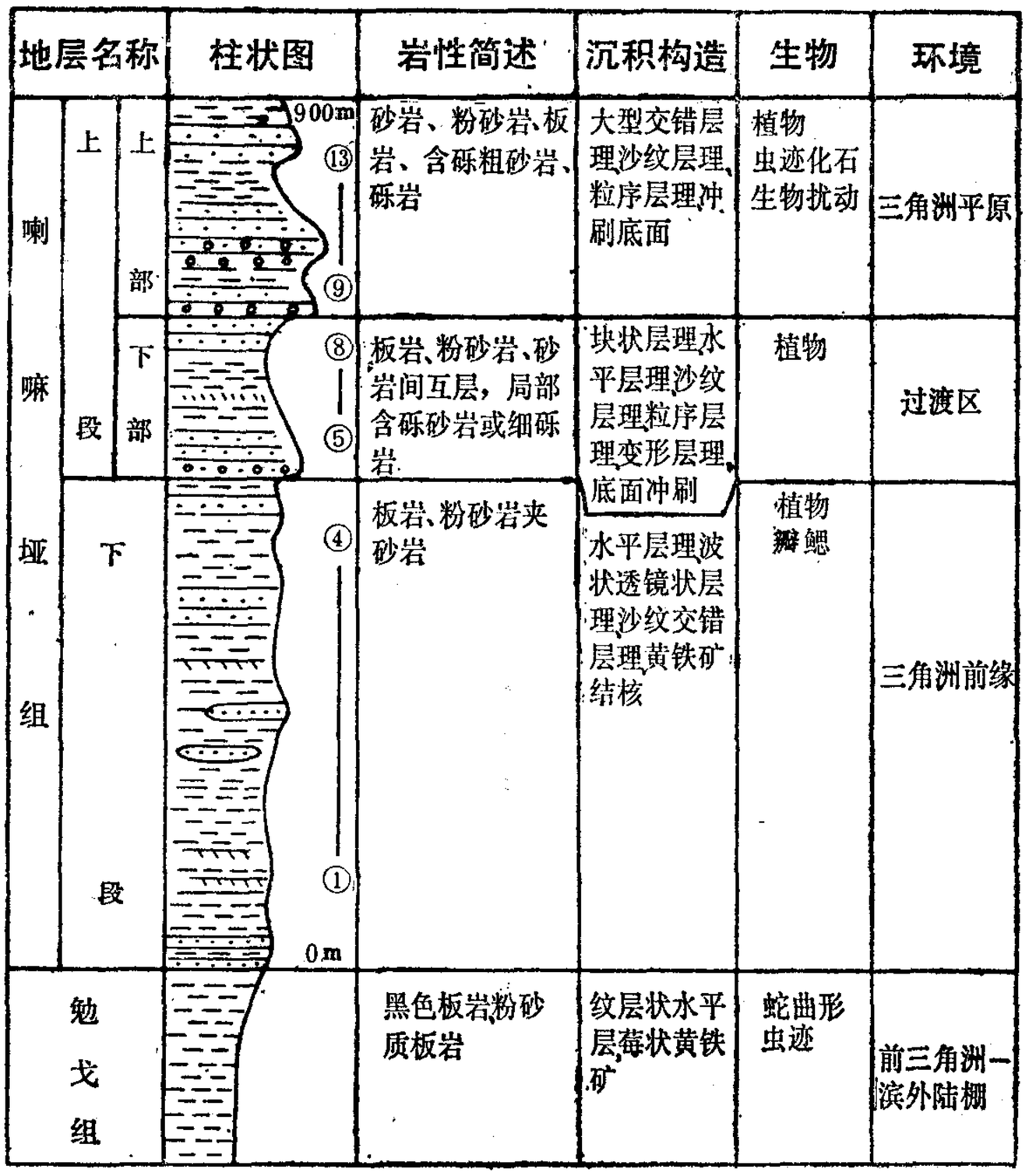


图 41　新龙县鄂多-卓西剖面上三叠统喇嘛垭组三角洲沉积层序

Fig. 41　A profile showing a delta facies sequence in Upper Triassic Lamaya Formation, Eduo-Zhuoxi area, Xinlong County

新龙鄂多-卓西剖面喇嘛垭组上段大致可以分为四个沉积旋回，每个旋回由若干沉积韵律组成。其一般特点是：底部为砾岩、砂砾岩，有时为含砾粗砂岩，与下伏旋回有一个冲刷面；下部为块状砂岩或交错层砂岩；向上过渡为细砂岩；上部为砂板岩互层；顶部为板岩夹砂岩、粉砂岩。在剖面上第5层及12层的沉积韵律比较完整，它代表了本区河流从滞留沉积—边滩沉积—堤岸沉积的剖面韵律结构（图42）。图中第1层为砾岩或砂岩，顶部有很薄的炭泥质岩（板岩），二者接触界线清楚，走向上不稳定，它代表河流决口时快速堆积了粗粒沉积物及其后的细粒悬浮物质沉积。2—5层为一个比较完整的向上变细的沉积层序，与理想的河流沉积模式中，水动力条件由下向上逐渐减弱的特点基本相符，但是第3层的中上部水动力条件似乎比下部还要强，这说明本区水流强度变化是十分不稳定的。在该剖面上河流环境中的各韵律层虽重复出现，但某些韵律的垂向层序并不如上述完整，如有的层序是块状砂岩之上直接叠覆具水平层理的砂板岩互层，也有的韵律缺乏底部的大型交错层理，但总的看来该剖面上喇嘛垭组上段上部具有三角洲平原河流沉积的特点。上段下部为板岩、粉砂岩、砂岩互层，局部夹含砾砂岩、细砾岩，可见正向及逆向粒序层理，其沉积特征反映为既有三角洲平原分流河道、决口扇及堤岸沉积，又包括有三角洲前

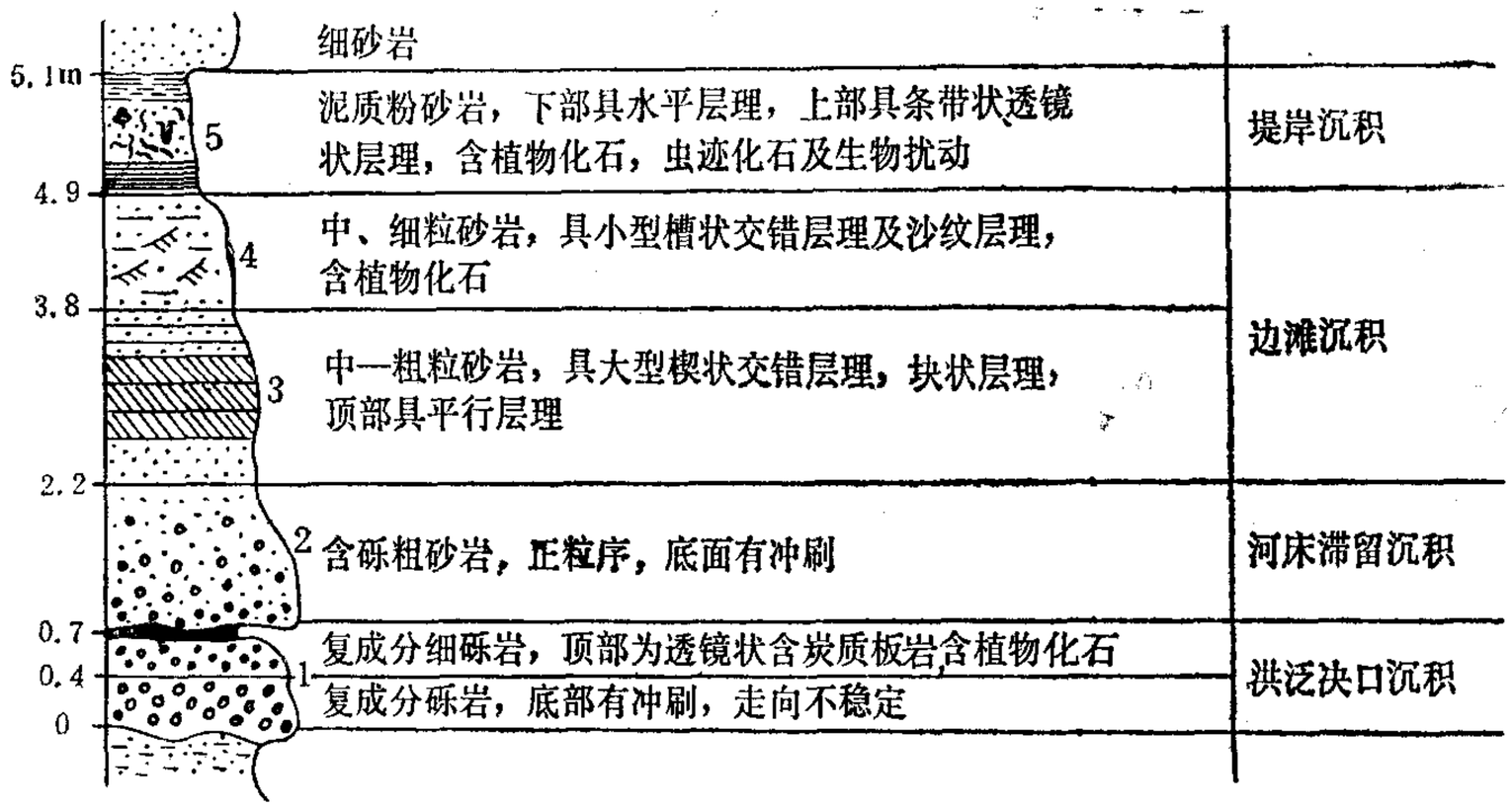


图 42　新龙县鄂多—卓西上三叠统喇嘛垭组上部河流沉积垂向层序

Fig. 42　Vertical sequence of fluvial deposits from upper part of Upper Triassic Lamaya Formation in Eduo-Zhuoxi area, Xinlong County

缘河口砂坝沉积，应属于不稳定的过渡时期沉积。喇嘛垭组下段为板岩、粉砂岩夹砂岩，具波状层理，沙纹交错层理及粒序层理，含大量植物化石及碎片，总的显示为三角洲前缘环境沉积。喇嘛垭组之下的勉戈组，其顶部为一套粒度较细的板岩、粉砂岩，富含有机质，具水平细纹层理，沿层面有蛇曲形遗迹化石，显示沉积环境为比较安静，可能为前三角洲—滨外陆棚沉积。

（二）理塘热柯剖面

该剖面仅出露喇嘛垭组下段的一部分。与下伏勉戈组呈整合接触。剖面上构造比较复杂，断层褶皱极为发育。总的看来沉积物的粒度比新龙鄂多-卓西剖面上的沉积物细，砂页岩比为1.09。剖面上沉积构造发育，基本上具有三角洲平原沉积的特征。

1．沉积特征及相分析

（1）第1、5、9层❶：分流河道（河道）相

岩性为泥质岩屑石英砂岩。碎屑物占70—80%以上，以石英为主，次为长石和岩屑，岩屑成分以沉积岩为主，偶有少量中酸性火成岩屑，磨圆度较差，以次棱角状为主，分选性中等到好，碎屑呈接触—孔隙式胶结。胶结物以水云母为主，时有铁白云石。部分碎屑物常呈缝合线式及凹凸式接触，显示岩石的成岩后生变化的压实压溶作用比较强。砂层在走向上不稳定，最厚可达十余米，具厚层或块状层理，上层面具不对称舌形小波痕，有时砂体层面上盖有薄层泥质沉积或植物碎屑薄层，构成泥皮或煤线。底层面常见砂球、砂枕等变形构造。其中部分砂体（如第 9 层）与下伏层呈突变关系，下部具大型楔形交错层理（图版Ⅲ，13），向上变为小型交错层，上部见不对称波痕。本相为河流流入盆地后，河道变宽，变浅，流速骤减后所形成的快速堆积，洪水期形成了砂质边滩、心滩，枯水期则悬浮物沉积在砂体上构成薄的泥皮。总的来讲是水动力条件较强的环境中的产物。

（2）第 2 层及第6、7层：天然堤相

第 2 层岩性为泥质岩屑石英砂岩、粉砂岩和粘板岩互层，砂页岩比为3:1。砂岩中碎屑

---

❶ 分层号与第一章第三节所述同。

物占75—80%，以石英为主，次为长石和各种沉积岩岩屑，含少量中酸性火成岩岩屑，磨圆度不好，分选性中等一好。呈孔隙式、接触式胶结，胶结物以水云母为主，含铁白云石，某些样品中铁白云石可达5%以上。沉积物具十分清晰的水平层理、波状层理、透镜状层理及小型砂纹交错层理。有时层纹弯曲变形。层间夹炭质薄层，含丰富的植物屑及瓣鳃、腹足等生物。这个相在空间位置上与分流水道相紧密伴生，是河流进入水盆地后随河流变宽变浅而形成的，是一种较安定的半局限环境，沉积物的主要来源是河流带来的，洪水期与平水期的变化造成砂、泥质间互沉积。该环境中，沉积物因受到波浪和潮流作用的改造，形成丰富的小型交错层理，所发现的瓣鳃类化石，指示该相邻近半咸水环境。本层向上砂岩层逐渐变薄，砂页岩比降低，说明水动力条件逐渐变弱。

第6、7层特点与上述第2层基本相似，亦为岩屑石英砂岩与粘板岩互层。砂岩中碎屑物质含量60—85%，呈棱角状一浑圆状，孔隙式胶结。除具水平层理和各种复杂的小型交错层理外，层面上常见波痕，第7层中可见小型砂枕。虽然6、7层与第2层均属天然堤沉积，但水动力条件变化较之第2层要大，并大体构成向上变粗层序，即下部为粉砂岩夹板岩，粉砂层厚度不稳定；中部为岩屑砂岩与板岩互层，砂层较稳定；顶部为厚0.6m的岩屑砂岩，相似于推进的海岸沉积层序。总的看来，应以河流作用为主，同时也遭受波浪的改造作用。

（3）第3、4、8、10层：滨岸沼泽相

主要为一套以泥质为主夹粉砂质的沉积物，粒度明显比其它相的沉积物细。主要岩性为粉砂质粘板岩、岩屑石英粉砂岩，岩石呈深灰一灰黑色，有时出现黄铁矿粉砂质结核，局部有少量石膏生成。碎屑物一般以粒径＜0.05mm的石英为主，长石和岩屑次之。黄铁矿结核已氧化成褐铁矿，含玉髓、石英、云母等矿物，结核中有的黄铁矿晶体被石膏取代。本相中的沉积构造比较少，粉砂岩在粘板岩中可构成不连续的水平纹层或透镜状层理，在＜1cm厚的粉砂岩透镜体中可见微细的沙纹斜层理。沉积物中含丰富的植物碎屑，并普遍可见钻孔虫迹（图版Ⅲ，14），孔径0.5—1.5cm，钻孔垂直或斜交层面，回填物为粉砂质。这个相代表了局限的还原环境，成岩期后可能经历过干燥蒸发环境。

2．粒度分布特征

各层中样品粒度参数如表7。

（1）滨岸沼泽相

共四件样品，全部采自于粉砂岩薄层中。其粒度平均值均在5ϕ左右；标准差一般较大，为0.70—0.94，仅一个样品标准差为0.58；偏度均为负值，粒级分布偏于细端；尖度值在2.11—3.50之间。概率曲线为多段形一直线型(图43-A)，斜率偏缓，悬浮总体占90%以上，或者完全由单一悬浮总体组成，代表了一种比较安静的环境，仅有水流作用改造。

（2）上部分流河道相

共采三件样品，均采自剖面上部。其粒度一般比其它的相粗，平均值为2.7—3.4ϕ；标准差0.8左右，属中等分选；偏度及尖度值变化较大，这可能与水流状态变化有关。其概率曲线（图43-B）的共同特点是曲线斜率比较陡，没有出现推移总体。悬浮总体含量变化较大，样品83-41，悬浮总体含量15%，更接近于正常的河流沉积，而样品83-43的悬浮总体含量高达65%，并且截点位置在2ϕ，可能与暂时性水流强度骤然变化有关。

（3）天然堤相

表 7　热柯剖面样品粒度参数

Table 7　The grain size parameters from Lamaya Formation in Reke

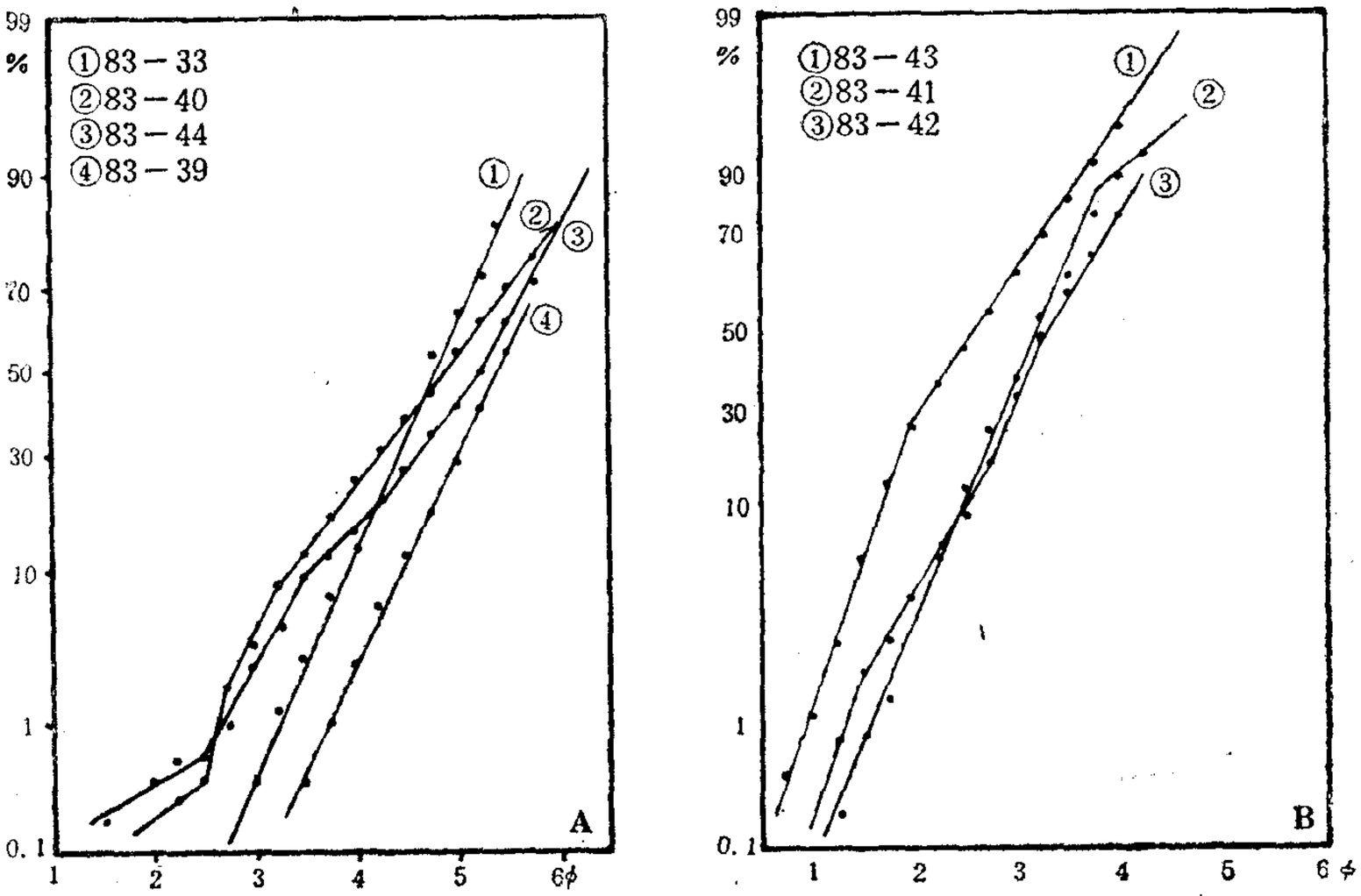
层号	标本号	沉积环境	粒度参数				图形特点
			平均值	标准差	偏度	尖度	
10	83-44	滨岸沼泽	5.23	0.89	−1.0	3.5	多段型，斜率缓
9	83-43 83-42 83-41	河　道	2.73 3.42 3.33	0.85 0.79 0.74	0.44 0.07 0.42	2.53 3.20 3.42	二段型，斜率陡
8	83-40 83-39	滨岸沼泽	5.00 5.54	0.94 0.58	−0.43 −0.83	2.11 2.92	多段型、直线型，斜率缓
7 6	83-38 83-37	天然堤	4.10 5.48	0.73 0.75	0.47 −1.28	2.93 4.42	
5	83-36 83-35	分流河道	3.21 3.49	0.55 0.56	0.79 0.64	4.07 2.63	二段型、三段型、斜率陡
4 3	83-33 无样品	滨岸沼泽	4.98	0.70	−0.07	2.30	直线型，斜率较缓
2	83-17 83-16 83-13	天然堤	4.65 4.66 4.44	0.94 0.97 1.05	0.06 0.003 0.02	1.85 1.93 1.92	三段型，斜率较缓
1	83-12	分流河道	2.70	0.62	0.59	3.75	二段型，斜率陡

八件样品分别采自二个不同的沉积旋回中。第一旋回中 6 件样品（表中仅列举了 3 件样品）粒度参数均比较相近，平均值 4.5ϕ±；标准差1±；偏度近于 0；尖度大的为1.9。除尖度较小外，比较接近于标准正态分布。其概率曲线（图 43-C）基本为三段型，没有推移总体，跃移总体与悬浮总体截点在 3—4ϕ，悬浮总体含量高达 60—80%，应为河流带来的沉积物由于水动力条件急剧减弱，于安静的间湾环境中所形成的沉积。某些曲线的跃移总体有不明显的次级截点，可能与潮流的改造有关。第二旋回中的二件样品，平均值为 4.1—5.5ϕ；标准差为 0.75±；偏度、尖度值变化也较大，说明这时的水动力条件，与第一旋回有所不同。概率曲线的形态也反映出这一特点（图 43-D）。83-38 图形和海滩曲线有些相似，但其悬浮总体占55%，另外还含有 1 %左右的牵引总体，其形成环境相对要动荡一些，波浪作用较明显，而83-37图形基本全由悬浮总体组成，为比较安静的环境中形成的。

（4）中、下部分流河道相

三件样品分别采自于不同旋回沉积的底部，其粒度平均值较粗；标准差为0.5以下，说明其分选性较好；偏度值属极正偏；尖度值＞3.6，反映其峰值非常窄。其概率曲线(图43-E）为不明显的三段型，斜率陡，悬浮体一般较低为4—14%，截点在 3.5—3.75ϕ，牵引总体的截点不太明显。这些特点大致与三角洲分流河道的曲线相似。

3．沉积相剖面结构



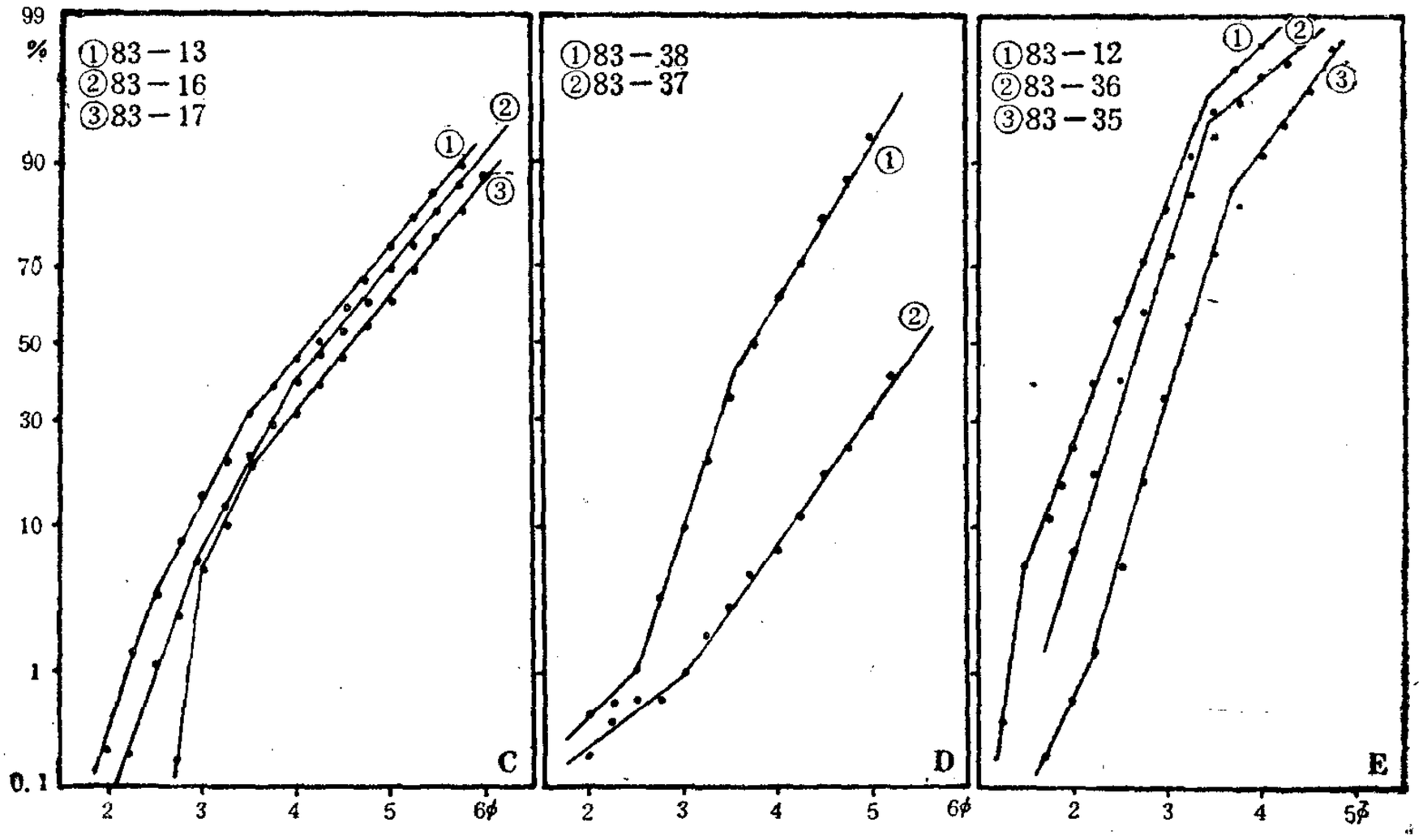


图 43　理塘县热柯区上叠统喇嘛组粒度概率曲线

Fig. 43　Probability cumulative curves for Upper Triassic Lamaya Formation in Reke, Litang County

综上所述，热柯剖面的喇嘛垭组大致可分为三个旋回（图44）。1—4 层为 第一旋回；5—8层为第二旋回；9—10层为第三旋回。每个旋回一般以分流河道开始，以沼 泽 环境结束。其中第三个旋回水动力条件较强，可能代表主河道的堆积。

厚度(m)	层号	岩相柱状图	岩性简述	沉积构造	生物	环境
	10		岩屑粉砂质板岩夹粉砂岩	水平层理、沙纹层理	植物 钻孔虫迹	滨岸沼泽
17.1						
	9		中粒岩屑石英砂岩，间夹泥皮	大型槽状楔形交错层理，不对称波痕		河道
13.6						
	8		粉砂质板岩夹粉砂岩	水平层理、透镜状层理	钻孔虫迹	滨岸沼泽
9.6	7		砂岩与板岩互层	水平层理波状透镜状层理，对称波痕		
9.0						
	6		岩屑石英砂岩与板岩互层	水平层理、沙纹交错层理、粒序层理，对称波痕		天然堤
4.1	5		砂岩夹少量泥质粉砂岩	重荷模		分流河道
3.5						
	4		板岩，顶部夹粉砂岩	水平层理、透镜状层理	植物化石碎片	滨岸沼泽
2.1	3		板岩	粉砂质黄铁矿结核		
1.9						
	2		粉砂岩夹板岩	水平层理、波状层理、沙纹交错层理	植物 瓣鳃	天然堤
0.5	1		岩屑石英砂岩夹泥皮	水平层理，重荷模		分流河道

图 44　理塘县热柯区喇嘛垭组剖面结构图

Fig. 44　A comprehensive profile of Lamaya Formation in Reke, Litang County

第二节　川西雅江及藏东地区沉积相分析

一、川西雅江地区

川西马尼干戈—甘孜—理塘—木里一线以东的雅江地区，居巴颜喀拉海东南隅。以往该区地层及沉积相的研究是较差的，有关地层层序及划分问题，本文已在第二章中进行了讨论，在此不再叙述。近年来，地质科学院川西研究队及青藏高原地调大队，对区内三叠纪沉积特征作过研究，其中张勤文（1981）关于“松潘—甘孜印支地槽西康群复理石建造沉积特征及其大地构造背景”一文，曾论述了金川一带西康群的浊流复理石沉积特征，首先为该区沉积相研究打开了一个窗口。本课题通过对雅江县瓦多乡至下渡村，理塘以东及木拉等地三叠系沉积相的研究，划分了各沉积阶段的岩相类型。

（一）早、中三叠世

雅江沉积区的早、中三叠世沉积，分布于宝兴、康定、九龙、道孚城南、新龙及理塘木拉地区。其中沉积于宝兴、康定和九龙地区的早三叠世地层分别称之为菠茨沟组和横崖框组，中三叠世沉积称杂谷脑组。因对有关沉积特征资料搜集研究不够，目前仅依据以往资料对其沉积环境与岩相，作概略判定：菠茨沟组及横崖框组可能属于近滨和滨外碳酸盐与

陆源碎屑沉积；杂谷脑组属深水陆棚—次深海槽盆沉积。在道孚、木拉两地分布的下三叠统，与宝兴地区菠茨沟组和九龙地区的横崖框组炯然不同，本文将其划分为两种沉积相：

1．裂陷槽盆沉积相

代表道孚城南早三叠世沉积环境，可识别出两种微相。

（1） 放射虫硅泥质岩，骨针微晶灰岩相（图版Ⅲ，15）

自下而上由紫红色硅泥质岩、灰色微晶—泥晶灰岩组成薄层状韵律，层系厚2—4cm。其中硅泥质岩含放射虫约5％，个体0.01—0.02mm，圆形齿轮状，沿层分布；泥晶灰岩含单轴和双轴十字形两种海绵骨针，无序排列，具泥晶结构，水平层理，似窗格构造，反映形成水动力条件弱，为宁静深水环境沉积，相当威尔逊标准微相SMF_1。

（2）瘤状微晶—泥晶灰岩相

呈灰紫色、紫红色，由瘤状、扁椭球状微晶—泥晶灰岩和粉砂质泥岩组成。含圆形直径0.5—1cm的海百合5—10％，瘤状灰岩体大小不等，一般长5—10cm，厚2—3cm，定向排列，瘤体间填隙物为粉砂质泥岩，具环带构造，包壳结构，波状层理，含量20—30％（图版Ⅲ，16）。从上述特点分析，瘤状灰岩的成因，相似于一般结核的形成机理，在成岩准同生或早期阶段，由凝聚作用形成，形成大小不等的瘤状体，到成岩后生阶段，瘤状体经压实作用，使之呈压扁形椭球体，并产生塑性滑移，形成似多字形定向排列及“波状层理”。紫红色砂泥质指示成岩时处于强氧化条件。

总体看，上述岩相形成于水动力条件弱，碳酸盐补偿中等的深水环境，其地理分布局限在泸霍—道孚构造带，为构造带沉陷阶段的沉积，故判断为裂陷槽盆沉积。

2．深海—次深海放射虫硅质岩相

分布于理塘康嘎热衣以东，木拉及麦地坪一带。由硅质岩、硅质板岩夹薄层—中层状微晶灰岩组成互层，呈灰绿色、灰紫色。层系厚1—2cm，见沙纹交错层，水平层理。放射虫产于两种结构的硅质岩中，一种为斑块状硅质板岩，放射虫聚集在灰紫色斑块状板岩中（图版Ⅲ，17）；另一种放射虫沿硅质岩或硅质板岩层面分布。在木拉达合该岩相中的泥晶灰岩，含少量生物碎片，碎片小而不完整，具显著的溶蚀现象，被泥晶方解石胶结，见水平纹层。以上特点说明本相形成水动力条件弱，弱氧化，碳酸盐补偿不足，陆源碎屑极为少见，主要表现为极细的悬浮物质，并与盆内产生的硅质、钙质，在平静的水体中缓慢沉积，故判断为离陆源区很远的深海—次深海环境沉积。

（二）晚三叠世

雅江地区与整个巴颜喀拉地区一样，上三叠统岩性单调的砂板岩广泛分布，沉积厚度逾11000m。各沉积阶段岩相特征如下。

1．晚三叠世初期沉积

本区上三叠统底部的侏倭组，在雅江盆地腹心地带未出露，现据理塘县城东2km及雅江城北40km处所见叙述如下。

（1）深海—次深海槽盆等深积岩相

由深灰色粉砂质板岩与绢云粘板岩组成韵律，层系组厚27—37cm，顶底面较清楚。层系组下部为深灰色粉砂质板岩、粉砂岩，发育沙纹交错层理、波状层理，层系厚2—7cm；上部为绢云母粘板岩，发育连续性好的水平纹层及条状构造，条带由含粉砂量多少及粒序变化而形成，细层厚1—1.5cm。剖面结构如图45的底部层段（1、2层）。上述特点

说明该相与等深积岩特征相似，层序中粉砂岩或粉—细砂岩内发育的沙波及沙纹交错层，可能是平行于大陆的底流牵引作用形成，上覆稳定水平层代表平静深水悬浮沉积。

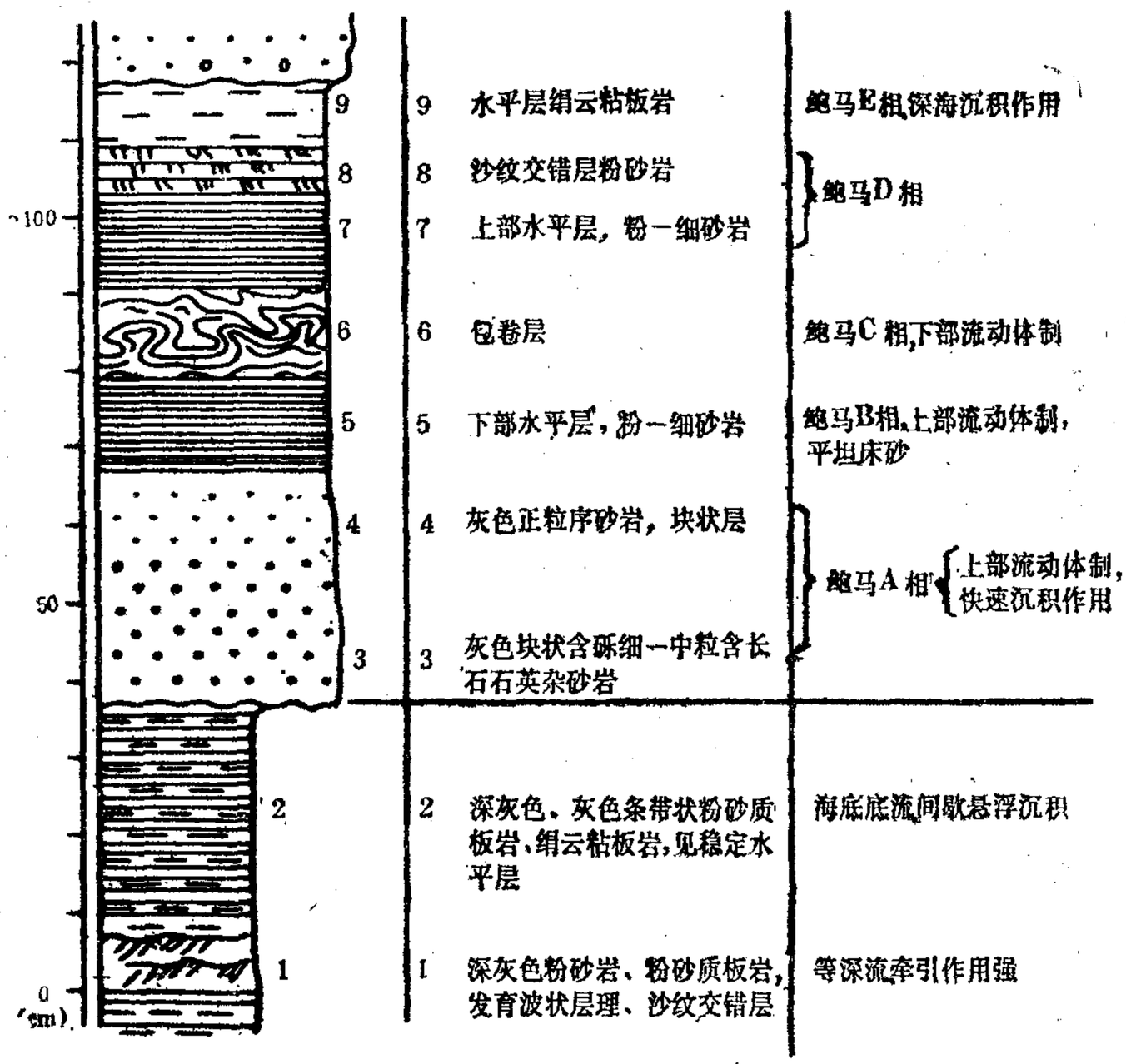


图 45　理塘县东2km处上三叠统侏倭组等深积岩和浊流沉积韵律

Fig. 45　Contourite and turbidite from Upper Triassic Zhuwo Formation, 2 km east of Litang

（2）深海一次深海浊流复理石相

浊流复理石的垂向剖面结构如图45中上部层段（3—9层）。该复理石的组构特点与一个典型完整的鲍马序列完全可以对比（图版Ⅳ，18）。按鲍马对这个序列的水力学解释，自下而上代表了上部的流动状态（$Fr<1$）逐渐减弱的浊流沉积。

该浊流复理石相叠置在等深积岩之上，浊流复理石的5个单元组成厚70cm的韵律层。其中粗—细砂岩占1/6，A单元砂岩底部含石英质砾石、岩屑及较多的长石碎屑，碎屑分选差，磨圆度亦差，杂基含量20%，底层面为起伏不平的冲刷面。A、B、C、D、E五个单元之间岩性为递变关系，于韵律层顶部，发现形象清晰的*Helminthoida labvrinthica* Heer❶深海虫迹。该浊流复理石韵律层，自下而上，层系或层系组厚度有增大的特点，其中相当鲍马A单元厚度可达2—4m，增厚的单元底部石英质砾石含量增高，并出现粒径0.5—2cm的粗砾石。上述特点反映了自下而上浊流近源指数（proximality index,）增高，最高达90%以上，具近源相特点。

（3）大陆坡下部深海一次深海相

分布雅江县城北约40km，代表晚三叠世早期瓦多组上部岩相。由角闪黑云变粒岩、

❶ 成都地质学院林文球鉴定。

条纹状含黄铁矿黑云母石英板岩、变质黑云石英砂岩和黄铁矿黑云绢云板岩组成条带状或条纹状构造。其中变质砂体呈席状、薄层状，以粉—细砂为主，石英含量70—85%，呈次棱角—次滚圆状，反映成分成熟度和结构成熟度中等；绢云板岩发育水平层理，含黄铁矿、氧化铁和有机质高达10—20%，层面上发育0.5—1mm宽的蛇曲形啮食虫迹(图版Ⅳ，19)，相当赛拉赫（Seilacher）等人划分 *Nereites* 遗迹相。该相中发现有楔形的变形层，厚0.5—1m，反映细碎屑泥质沉积物，沿平缓盆底斜坡塑性流动的沉积特点。上述特点说明，该相形成于深水还原条件，水动力作用弱的大陆斜坡麓次深海—深海环境。

2．晚三叠世早—中期沉积

相当两河口组，主要为大陆斜坡环境的浊流复理石沉积。按复理石结构组成及近源指数的不同又进一步划分为近源相和远源相两种类型。

（1）近源浊流复理石相

分布于雅江县之北平距30km的两河口一带。剖面相序结构的下部为灰、深灰色厚层、巨厚层状细—中粒变质长石石英砂岩与滑塌变形层砂岩组成2m左右的滑塌浊积岩(图46；图版Ⅳ，20)。其中巨厚层砂岩为块状层理，正粒序层理，岩石碎屑矿物呈缝合线接触，指示成岩压实作用强；滑塌变形层由粉—细砂岩组成，砂岩杂基含量高，含有中性火山质砾石，发育有复杂塑性变形褶曲，与下部块状层状砂岩接触面极不平整。该相厚度20—

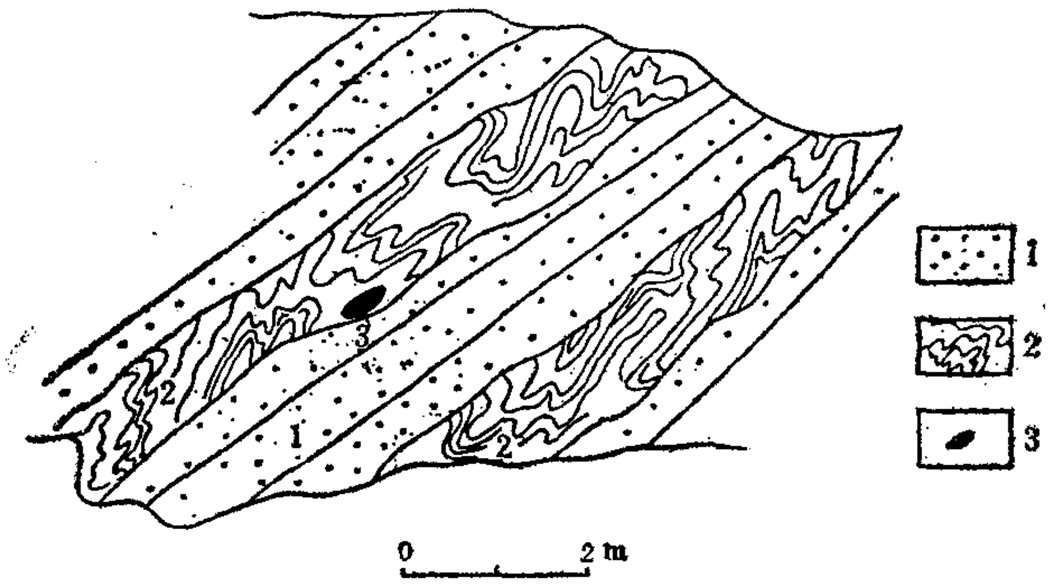


图 46　雅江城北30km处上三叠统两河口组滑塌浊流复理石素描图

1—块状砂岩；2—滑塌变形层；3—中性火山岩砾石

Fig. 46　A sketch showing slumping turbidite flysch from Upper Triassic Lianghekou Formation, 30 km north of Yajiang town

1—massive sandstone; 2—deformed slumping bed; 3—pebble of intermediate volcanics

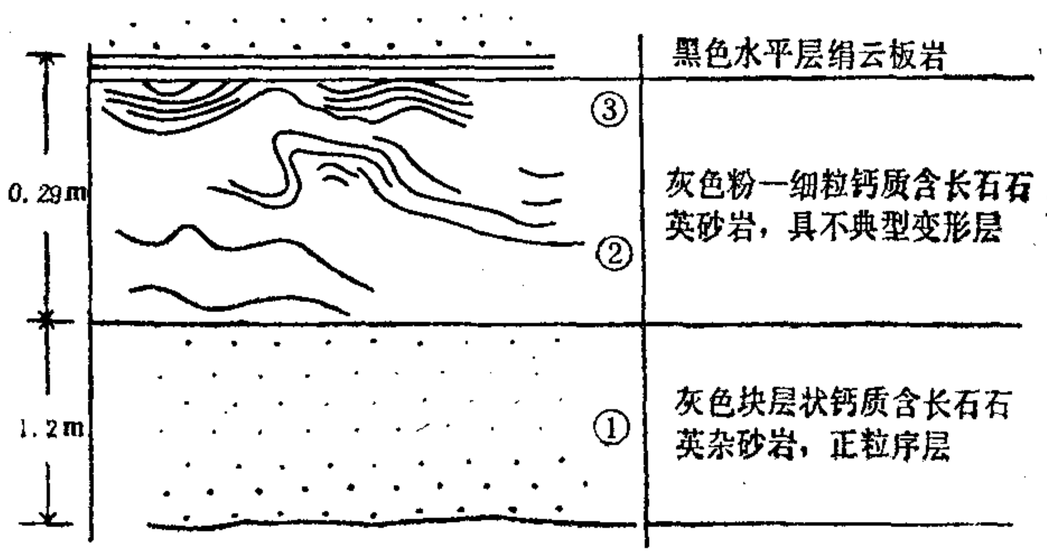


图 47　雅江城北30km两河口上三叠统两河口组浊流复理石剖面结构图

Fig. 47　A turbidite flysch profile of Upper Triassic Liangheko Formation in Lianghekou, 30 km north of Yajiang town

30m。

滑塌浊积岩之上为浊流复理石，可用鲍马序列描述（图47）。

图47中①层为变质黑云长石石英杂砂岩，厚1.2m，具块状层理，正粒序，砂岩碎屑呈次棱角状、次滚圆状，缝合线接触，反映结构成熟度低，成岩压实作用强，砂岩底面平整，下部具大型砂枕，与其下绢云板岩呈突变接触，相当于鲍马序列的A段；②层为长石石英粉砂岩，见波状纹层及包卷较差的变形层，厚0.27m，相当C段；③层为黑云绢云板岩，具毫米水平纹层，厚4cm，相当于D或E段。在该复理石韵律层中，夹黑色泥砾岩，泥砾圆度好，表面光滑，含量70%左右，由细—粗砂胶结，这种泥砾可能为渠道沉积。该浊积岩层的近源指数达95%以上，故判断为近源相。

分布于雅江县城北平距5km一带之两河口组中上部亦属此种相型。韵律层下部为灰、灰黑色中厚层状细—中粒变质含白云石长石石英砂岩，厚4m左右，具块状层理，正粒序，底层面发育大型槽模、沟模（图版Ⅳ，21），岩石含长石量较高，碎屑分选、磨圆度差，成分及结构成熟度低，成岩溶蚀孔隙被白云石充填，成岩压实作用弱—中等；韵律层中部为薄层状粉砂岩，厚约20cm，见沙纹交错层理，层面上发育有舌形波痕；韵律层上部为黑色粘板岩，厚约10cm，具水平细纹层理，总的相当于鲍马序列的AC(D)E层序组合，该复理石层总厚为20余米，近源指数约90%。在此层之上有厚约数百米的一段为黑色绢云母板岩，夹少量薄层粉—细粒杂砂岩，板岩呈块层状，近上部含丰富的半浮游薄壳瓣鳃，代表深水、弱水动力条件，弱还原环境，由此推断，该段应为次深海槽盆相沉积。

（2）远源浊流复理石相

由粉—细粒含长石石英砂岩与绢云板岩组成向上变细的韵律结构，层系厚1—2cm，层系组厚4—5cm。砂岩为深灰色，见正粒序层，沙纹交错层理；板岩含黄铁矿和有机质高，具微细水平层理，并含丰富的浮游、半浮游薄壳瓣鳃，本相近源指数近零，只有“鲍马序列”CD层序组合。这些特点说明密度流组成物细，沉积频率变化快，为光度暗的深水弱还原环境，相当外扇区沉积。复理石沉积厚度数百米，为两河口组中部主要相类型。

3．晚三叠世中期沉积

相当雅江组形成时期。自下而上划分了陆棚边缘盆相和浅海陆棚两个次级环境及几种不同的沉积相。

（1）陆棚边缘盆地复理石相

分布于雅江城北0.5—3km一带，代表雅江组下部沉积相。相序剖面（图48）的下部为灰色块状细—中粒钙质含长石石英砂岩，具正粒序层，下层面平整，与下伏黑色绢云母板岩呈突变接触关系，厚0.63—4m，相当鲍马序列的A段；中部为灰褐色、灰黑色薄层钙质长石石英粉砂岩，含细碎片状植物粉砂岩，见水平（平行）层理，块状层理，厚19cm，相似于鲍马序列的B段；上部灰褐色薄层状粉砂岩，细层厚0.5cm，层内见低角度沙纹交错层，厚20cm，相当鲍马序列的C段；顶部为黑色细碎屑碎片粉砂质板岩，不具层理，厚10cm，相当鲍马序列E段。

该复理石向上与砂坝相之间，出现两种过渡型复理石相：一种由灰黑色、灰褐色薄层粉砂岩与黑色板岩组成等厚韵律，（图版Ⅳ，22），单个韵律层厚3—4cm，细层厚0.5—1cm，其中粉砂岩层系内见稀疏曲线状，具收敛的沙纹交错层，并发育火焰构造（图版Ⅴ，23），板岩具毫米水平纹层，与粉砂岩构成相似于鲍马序列CD组合，这一过渡相厚10

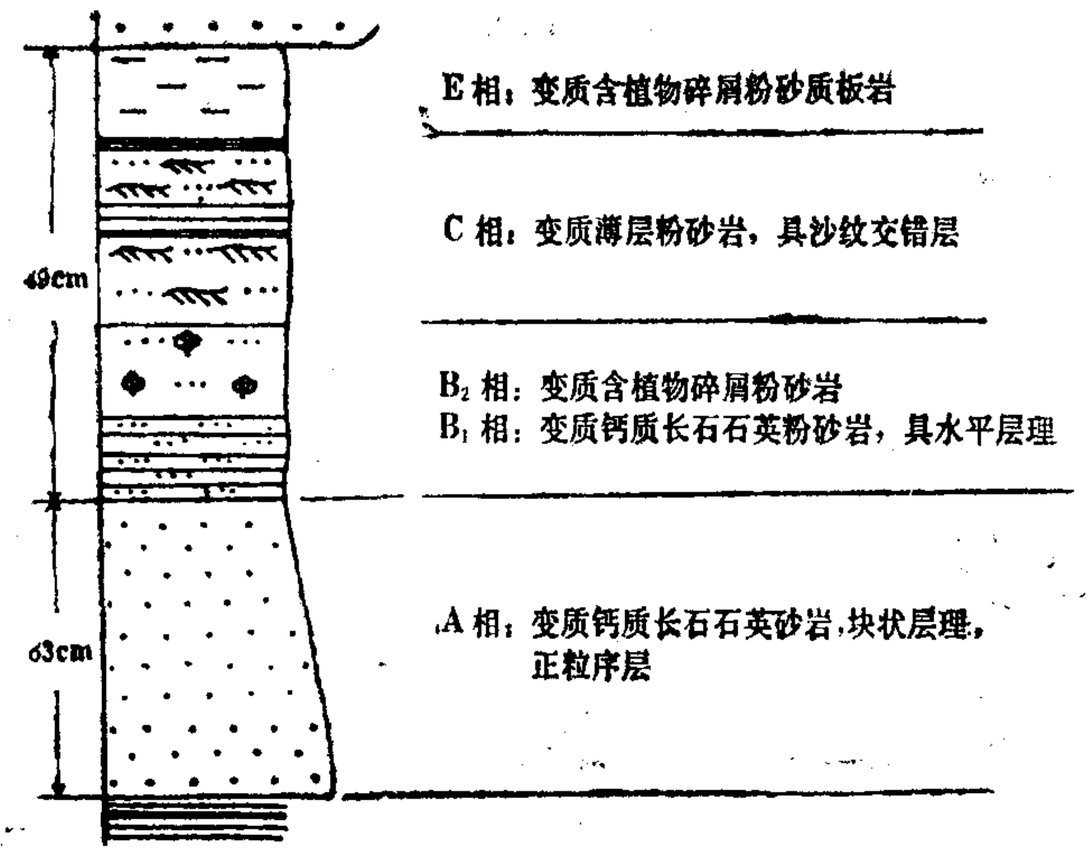


图 48　雅江组下部陆棚边缘盆地浊流复理石剖面结构

Fig. 48　A turbidite flysch in marginal shelf basin from lower Yajiang Formation

余米，其上为黑色块层状炭质板岩，厚14m，板岩中见瓣鳃栖息迹、生物钻孔虫迹和蛇曲形啮食虫迹，后者相当赛拉赫（Seilacher）和赫克尔（Heckel）等人划分的*Nereites*遗迹相，但据岩性组合以及剖面上的相序变化，我们认为应属陆棚边缘盆地较平静的深水环境沉积；另一种为灰色中厚层状细—中粒含白云石长石石英杂砂岩与黑色板岩不等厚互层，层系组厚18cm—3m，砂岩一般厚10—30cm，无粒序，层面平整，与板岩组成对称或不对称韵律层。综上所述特点，反映了砂坝相形成前，水动力条件弱，陆源砂供给量大，为较深水陆棚—砂坝过渡沉积。

（2）陆棚砂坝边缘相

分布于雅江县城北附近，剖面结构见图49。该相由深灰色绢云石英粉砂岩夹眉状、舟状粘板岩(或泥砾)，或绢云板岩，透镜状粉—细砂岩与灰色块层状细粒白云石化石英杂砂岩组成向上变粗层序。具脉状层理，透镜状层理及块状层理，块状砂岩上层面有两个流水方向作用的弯曲状—舌形波痕（图版Ⅴ，24），砂岩碎屑分选及磨圆度中等。成岩溶蚀孔

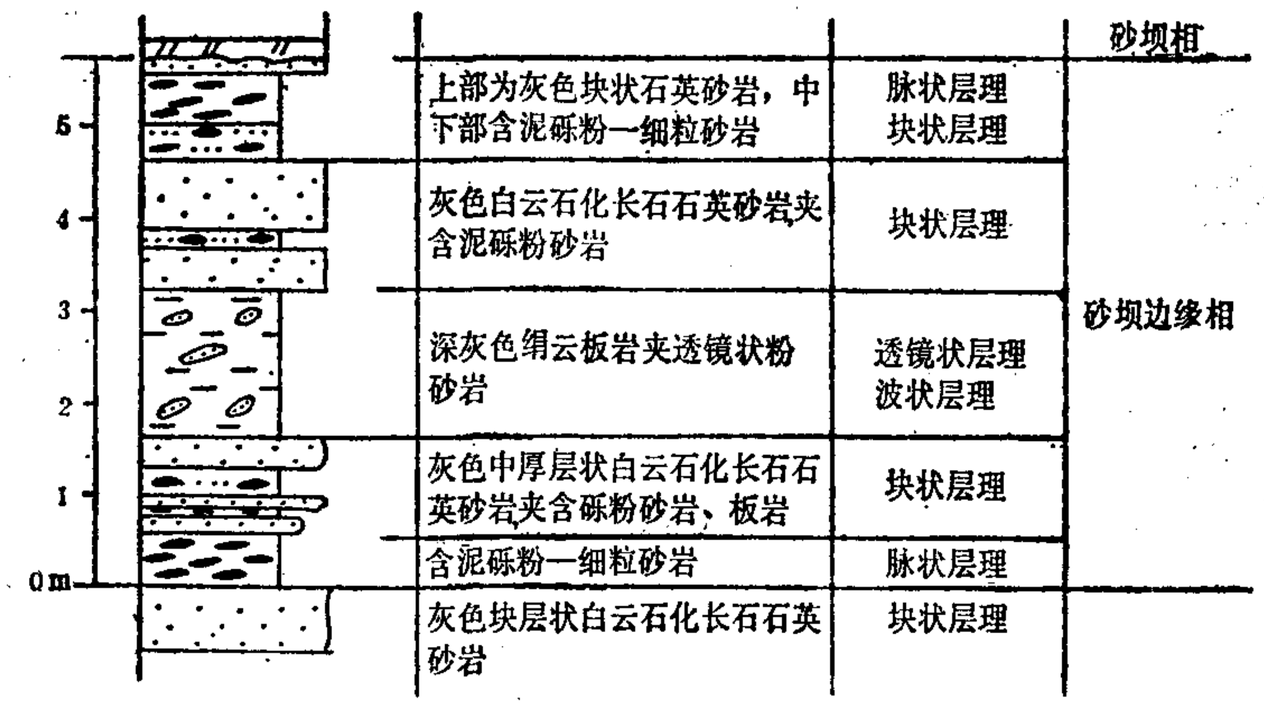


图 49　雅江县城北100m处上三叠统雅江组陆棚砂坝边缘相剖面结构图

Fig. 49　A marginal shelf bar facies in Upper Triassic Yajiang Formation, 100 m north of Yajiang town

隙被白云石充填，白云石具雾心构造，环带构造及铁质皮壳，反映成岩表生阶段有淡水混合，产生溶蚀孔隙，依次生成钙镁质及铁质。从岩石碎屑多呈线状、点状接触，说明成岩压实作用弱，关于眉状粘板岩（或泥砾）和伴生的植物碎屑❶的成因，可能为风暴浪作用的结果。综合上述特点，判断为浅水陆棚砂坝边缘相。

（3）陆棚砂坝相

该相叠覆在砂坝边缘相之上，由白云石化含长石石英粉砂岩、灰色块层状细一中粒石英砂岩组成向上变粗的相序，剖面结构如图50所示。相序剖面结构有下列特点：①自下而上砂体层厚度由10—37cm增厚为1.7m。②每个向上变粗韵律分为上、下两个单元。下部单元为灰褐色薄层粉砂岩，碎屑矿物分选及磨圆度皆差，层系的界面不明显，厚0.5—1cm，层内见不连续的直线状斜层理，与层系界面呈低角度交切，沿细纹层铁染白云岩化强，指示成岩后生阶段有顺细层溶蚀并产生大量孔隙，然后被低镁方解石充填沉淀，后转化为白云石；上部单元为浅灰色块层状细一中粒石英砂岩，成分和结构成熟度高，石英碎屑表面经溶蚀，极不光滑，在层顶面发育大型凹坑（图版Ⅴ，25），多数凹坑面光滑，少数凹坑中见薄壳状泥质粉砂岩，表面见皱纹状纵向脊沟（图版Ⅴ，26），亦可能是均分潜迹❷，这种凹坑可能是较强波蚀作用产生；部分砂岩上层面发育近舌形，波脊圆滑的小波痕，可能是底流水流波痕与浪成波痕叠加作用的产物。③上、下两单元岩性为渐变关系，在过渡层中见变形层及眉状粘板岩（图51，图版Ⅴ，27）。

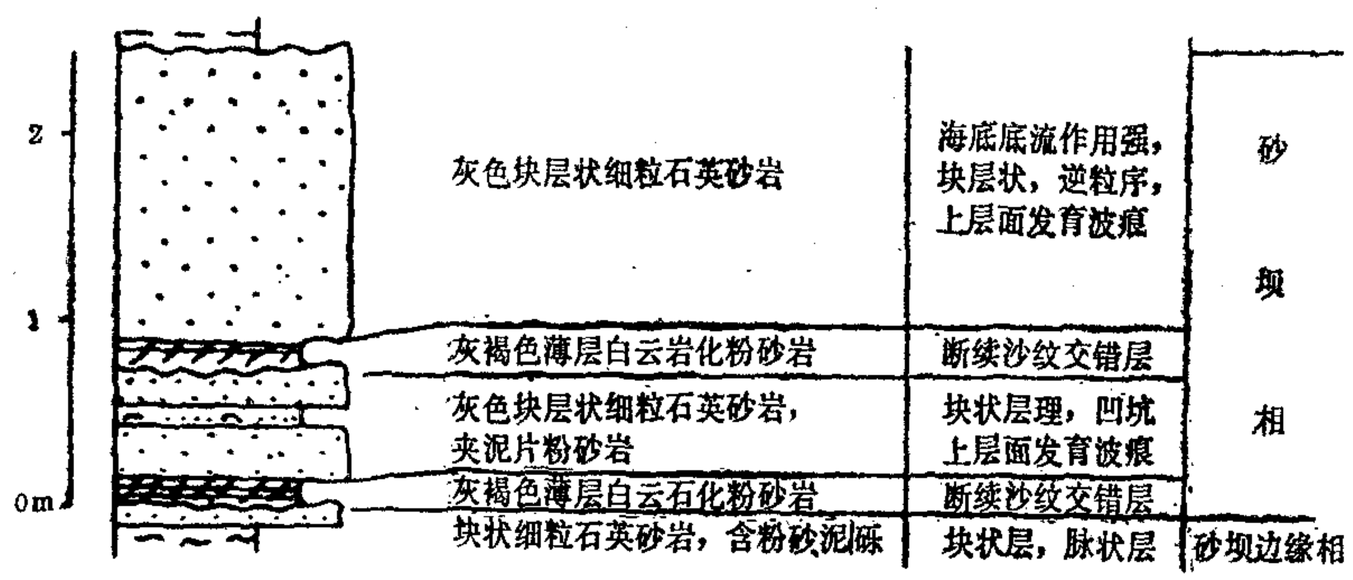


图 50　雅江城北100m处上三叠统雅江组陆棚砂坝相剖面结构图

Fig. 50　A shelf bar facies in Upper Triassic Yajiang Formation, 100 m north of Yajiang town

上述二元结构的砂体特征，与海滩砂及三角洲河口砂坝等环境形成的相序相似，具有相似的水动力条件和形成机制。不同的是，前者形成于深水，成分和结构成熟度低；后者形成的水浅，水动力条件较强，成分和结构成熟度高，层内及层面构造较为复杂。若为三角洲沉积，应出现三角洲平原泥质岩相，由于该相没有后两种环境所常见的标志性特征，故判断为浅水陆棚砂坝相。

该陆棚砂坝相的粒度概率曲线特点如图52。图中①号直线代表砂坝相上部单元，②、③号虚线和点线代表砂坝相下部单元，三条直线与韵律结构呈反向关系，反映了逆粒序特点，曲线斜率陡，上部砂体偏缓，说明岩石分选性由好变差，总的说来粒度概率曲线形态简单，反映水力学作用单一，或者说主要是在较强的水动力条件下形成的。

---

❶ 研究痕迹化石学者认为是蜂孔状虫迹。

❷ 成都地质学院林文球鉴定为均分潜迹。

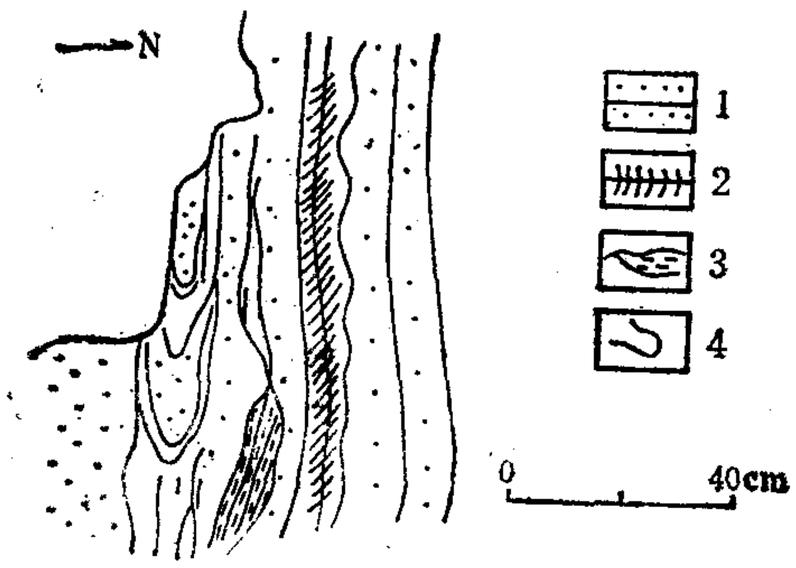


图 51　雅江城北300m处上三叠统雅江组砂坝相中变形层素描图

1—块状变质石英砂岩；2—沙纹层粉砂岩；3—薄层状绢云板岩；4—变形层

Fig. 51　A sketch showing a deformed bed from bar facies of Yajiang Formation, 300 m north of Yajiang town

1—metamorphosed massive quartz sandstone; 2—laminal siltstone; 3—very thin sericite-slate; 4—deformed bed

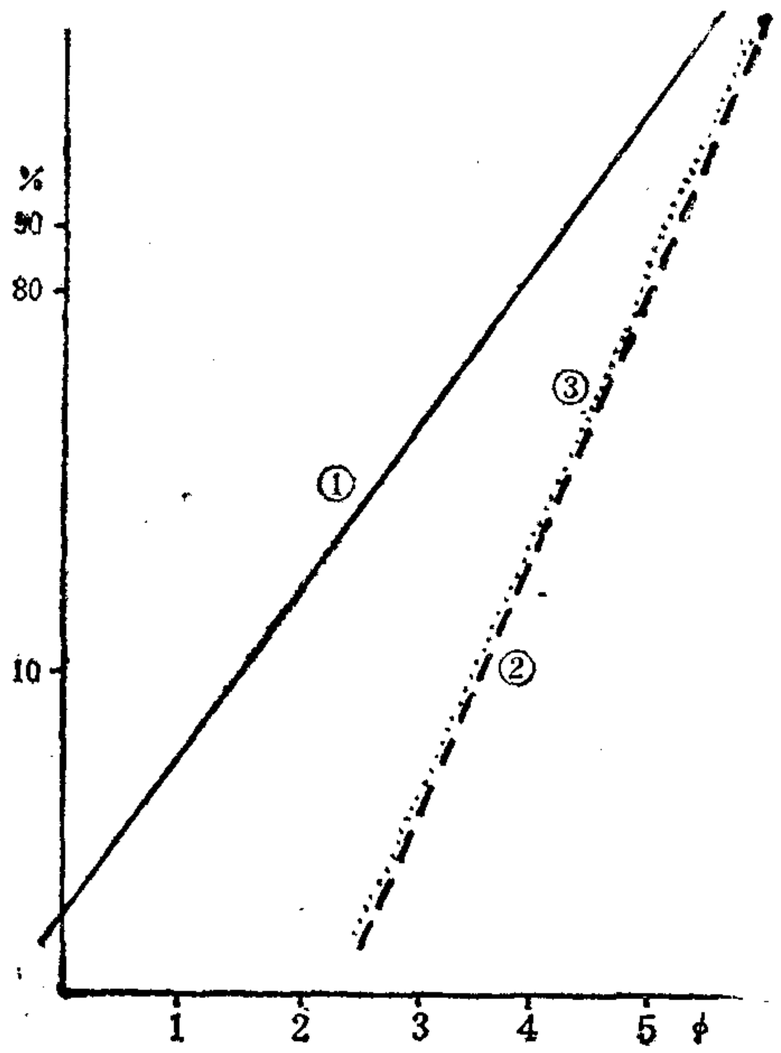


图 52　雅江城北100m处上三叠统雅江组砂坝相粒度概率曲线

Fig. 52　A probability cumulative curve for bar facies in Upper Triassic Yajiang Formation, 100 m north of Yajiang town

（4）浅海陆棚相

分布于雅江县城南3km下渡村一带，由变质方解云母石英粉砂岩、含粉砂质粘板岩、黑色粘板岩组成，剖面结构见图53。图中粘板岩层系组厚58—86cm，块状层理，含细粉砂石，出现不连续水平毫米纹层，局部为连续性好的水平层理。见倾斜及垂直钻孔虫迹

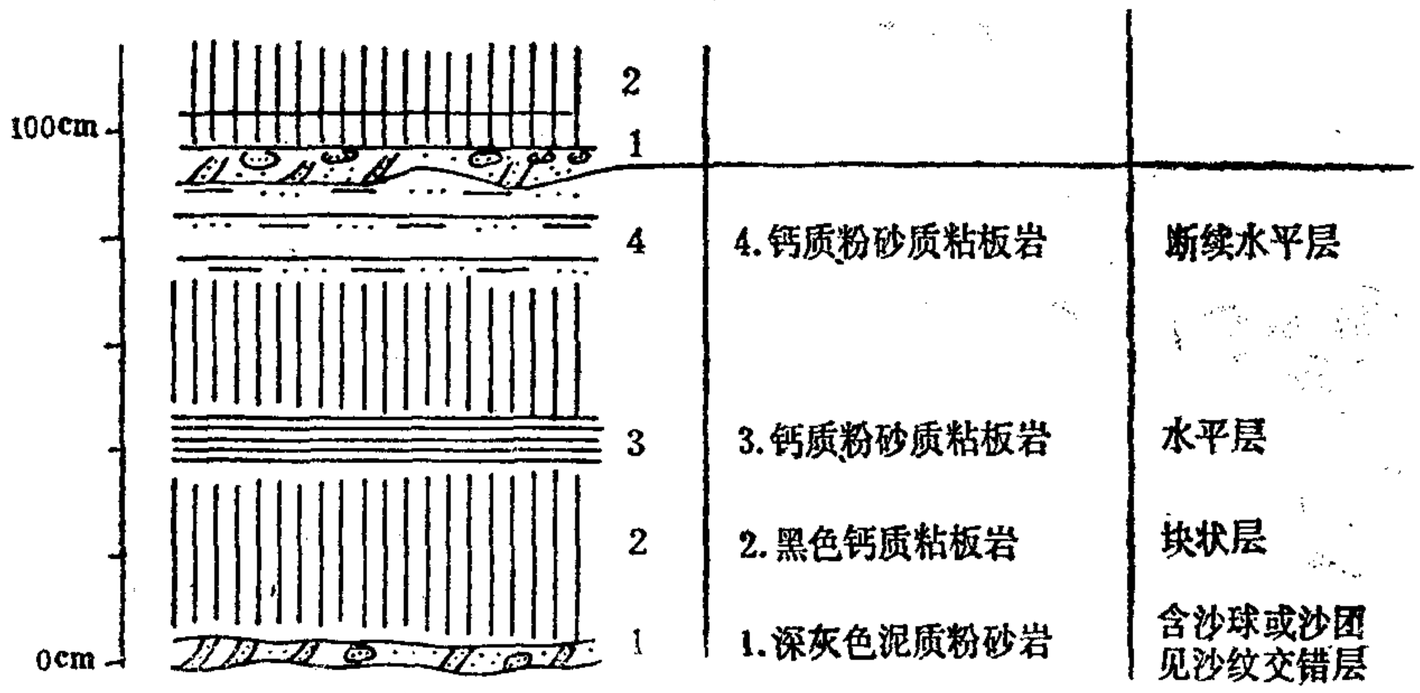


图 53　雅江城南下渡村上三叠统雅江组陆棚相剖面结构图

Fig. 53　A shelf facies from Upper Triassic Yajiang Formation in Xiaducun, south of Yajiang town

（图版Ⅴ，28），并富含有机质和草莓状黄铁矿，及自形黄铁矿粗晶（d =0.5—1cm，含量10%左右）。黄铁矿晶粒在生长过程中，具切割及刺穿纹层现象，在层面上似铆钉状，次生风化后呈铜钱状，根据这些特点，判断为成岩后生阶段产物。层系组下部的粉砂岩，

厚3—5cm，岩石富长石及方解石粉屑，亦有许多成岩后生阶段形成的自形晶黄铁矿，见沙纹交错层及泄水作用产生的砂团、砂盘状构造，粉砂岩底层面为波状冲刷分割面，代表波浪或潮汐流携带外海区的砂质，周期性的进入陆棚沉积区。以上特点表明，该相可能为水流不畅，较为闭塞的浅海陆棚环境中形成的。

二、藏东地区

与川西义敦地区毗邻的藏东地区三叠系发育齐全，岩性、岩相亦甚复杂，火山岩及砾岩十分发育，沉积厚度变化急剧，唯变质程度普遍较低，一般不变质或仅遭轻微变质。其中，中、下统分布局限，上统广布全区。

（一）早三叠世普水桥组和马拉松多组

以西藏江达普水桥剖面作为典型代表，并结合贡觉色尕满纳剖面、察雅霞姐剖面及加指拉路线剖面，对其岩性、岩相特点及其变化作概略论述。

1．普水桥剖面

普水桥组出露总厚903m。主要以火山碎屑岩、碳酸盐岩为主，夹中—基性及中酸性火山角砾—凝灰熔岩（约占12%）。与下伏华力西期不等粒黑云母花岗岩、闪长岩或更老地层呈沉积不整合或角度不整合接触；与上覆中三叠统瓦拉寺组为假整合接触。按沉积特点可分为上、中、下三个岩相带。

（1）上部7—6层❶：半局限海湾相

① 主要由灰、浅灰色厚层—块状灰岩，残余凝块微—泥晶灰岩组成。下部含鲕粒—豆粒粉晶灰岩及含凝灰质白云岩。厚301m。

② 上部微—泥晶灰岩，具白云石化。白云石具泥晶结构，含长石、石英及生物碎屑。含鲕粒—豆粒粉晶灰岩中鲕粒及豆粒含量约70%，具1—3个同心层，均由粉晶状方解石支撑。

③ 各层中普遍含火山凝灰质物，并伴有耐盐性有限（窄盐性）的营浮游生活的菊石类化石及生物碎屑（有孔虫、棘皮类碎片）。

总的显示本段含盐度、含镁高、pH值相对较高，并伴有间歇弱扰动的弱—中等能量的沉积环境。

（2）中部5—2层：滨岸带火山喷发堆积—火山体周缘分散相

① 主要为灰绿、紫红色中酸性—中基性凝灰质火山角砾岩，沉晶屑凝灰岩及角砾凝灰熔岩，中上部夹凝灰质灰岩、含凝灰质泥粉晶鲕状灰岩及砾状灰岩。总厚501m。其中碳酸盐岩约占16%，火山岩约占21.5%。

② 火山角砾凝灰熔岩，多呈杂色，不含或少含陆源碎屑，局部含火山灰球，层理不清。所夹凝灰岩及沉凝灰质火山角砾岩中含有较多的陆源碎屑，具水平层理，小型沙纹层理，板状交错层理及包卷层理；各类碳酸盐岩普遍含火山凝灰质及火山岩屑、晶屑，部分含鲕粒（多由生物碎屑或火山岩屑、晶屑核成核心，并多为薄皮鲕），填隙物主要为泥—粉晶方解石，一般呈基底式—接触式胶结。

③ 含有丰富的瓣鳃类及腹足类等广盐度生物化石。

以上特点表明该段早期以火山喷发堆积和散落沉积为主，中晚期主要为沉积火山碎屑

---

❶ 分层号与第一章第三节图16一致，后同。

岩，火山散落物经水流及波浪作用改造，伴有间歇扰动，总的为水动力能量较弱的浅水环境。

（3）下部1层：陆地古侵蚀面上残积相—浅水凹地相

主要为紫红色凝灰质砾岩夹同色泥质粉砂岩，底部为铁泥质花岗质岩屑砂岩—砾岩。厚度为101m。与下伏华力西期中酸性侵入岩沉积不整合接触。主要具以下特点：

① 上部由凝灰质砾岩、细砂状沉凝灰岩、泥质粉砂岩组成不明显的韵律层；下部为砾岩，砾石圆度及分选性均差，填隙物主要为粉砂质、水云母、钙泥质杂基，呈接触式—孔隙式或半基底式胶结，氧化铁含量普遍较高。

② 多不具层理构造，岩性横向变化极大。局部可见中—大型交错层理(图版Ⅴ,29)。

③ 层中生物极为贫乏。

以上显示，该层主要应为陆地古侵蚀面上之残积层及极浅水凹地环境沉积。地理位置上可能位于海陆过渡区。

2．色尕满纳剖面及霞姐剖面

主要为灰白、灰绿、浅黄绿色英安流纹岩，凝灰质熔岩及凝灰岩，中粒砂岩、页岩、泥岩及复成分砾岩。泥岩中含瓣鳃：*Claraia* sp.，*Gervillia* sp. 及植物碎片。未见底，与上覆晚三叠世碎屑岩呈不整合接触。总厚＞2140m。其中沉积夹层约占总厚度的18%，由于岩性组合以火山岩为主，故将其称之为“马拉松多组”。主要具以下特点：

（1）颜色较深，均呈灰黑色，表现岩石主要形成于还原环境；

（2）以细碎屑岩及泥岩为主，具水平层理，显示水动力能量较低；

（3）所夹砾岩层，成分复杂，表明陆源碎屑搬运距离不远，不稳定成分遭受破坏作用较弱，可能为暂时性流水作用形成；

（4）含生物化石稀少，仅含少量瓣鳃及植物碎片。

综上述，本文将其判别为滨岸带火山喷溢堆积—半局限海湾泻湖环境。

3．加指拉路线剖面

主要具以下特点：

（1）主要为青灰色长石石英砂岩、石英砂岩与紫红色粉砂岩间互产出，下部偶夹硅质岩、泥灰岩透镜体及碳质粉砂岩。底部出露不全，出露厚＞1340m。

（2）以水平层理为主，砂岩成分成熟度一般较低，间夹成熟度较高的石英砂岩。

（3）下部含单调的广盐度瓣鳃：*Claraia* sp.，*Gervillia* sp.，*Pteria* cf. *murchisoni* Geinitz，及陆生植物化石。

以上总的显示，沉积水体不深，水动力能量高低相间，总的偏低，应属滨岸带半局限海湾环境沉积。在垂向上显示为滨岸海滩与近岸半封闭型海湾沉积交替。其中所夹硅质岩亦可能与火山作用有联系。

整个藏东地区早三叠世普水桥组沉积厚度、岩性变化极大，其主要影响因素除滨岸带复杂多变的古地理条件外，并受同期火山喷发堆积体的控制。

（二）中三叠世瓦拉寺组

该组分布十分局限，仅见于西藏自治区江达附近—茫康宗西以北一带。该组与下伏普水桥组为假整合或微角度不整合接触，向南则不整合于石炭系或泥盆系之上；与上覆上三叠统多为不整合接触。现以瓦拉寺剖面为代表，概述沉积特征。

柱状剖面图	岩　　性	沉积构造	生物	环境及岩相
T_3				
	灰黑、深灰色砾岩—砂岩—粉砂岩及板岩组成不等厚韵律层	块状粒序层理水平层理	菊石、瓣鳃、植物化石等	深水槽盆边缘近源浊积岩
	黑灰、深灰色细砂岩—粉砂岩—粘板岩组成单调韵律层，夹沉凝灰岩、硅质岩及中酸性火山岩	水平层理、小型沙纹交错层理	棘皮及瓣鳃生物屑	盆地平原远源浊积岩
	黑灰、深灰色砾岩—砂岩—粉砂质板岩及粘板岩组成韵律层，含凝灰质、泥质并夹生物碎屑泥晶灰岩	块状粒序层理水平层理	菊石、瓣鳃	深水槽盆边缘近源浊积岩
T_2w	暗色钙质粉砂岩、钙质泥岩为主，夹砂岩、生物碎屑泥晶灰岩、硅质岩、凝灰质中酸性火山岩及砾岩等	水平层理、沙纹交错层理	菊石、瓣鳃	陆棚边缘盆地—陆棚碎屑岩
	黑灰、深灰色粉砂岩、钙质细砂岩、复成分砾岩	块状层理水平层理	瓣鳃	滨岸碎屑岩
T_1b	灰色块状复成分砾岩、大理岩			
δO_3^1	石英闪长岩			

图 54　藏东江达县瓦拉寺中三叠统瓦拉寺组剖面结构图

Fig. 54　A comprehensive profile of Middle Triassic Walasi Formation in Walasi, Jiangda County, eastern Xizang (Tibet)

该组总厚2656m，由上至下按岩性、岩相特征可分为五段（图54）。

1．上部：深水槽盆边缘近源浊积岩相

（1）由下而上为：石英质砾岩或岩屑石英砂岩—中、细粒砂岩—粉砂岩及板岩，以及石英质砾岩—岩屑砂岩组成不等厚韵律互层。单韵律层一般厚＜1—10m，颜色偏深，以灰黑色、深灰色为主，每一韵律层皆具正粒序。并夹少量（厚2.6m）中酸性火山熔岩及纹层状沉凝灰岩。

（2）石英质砾岩，厚1—3m，块状层理，石英砾多呈半棱角状，个别磨圆度较高，填隙主要为泥砂质。砂岩类碎屑成分较复杂，主要为石英及少量长石，并含硅质岩屑及金红石、电气石、锆石等稳定矿物，颗粒分选差，杂基支撑，杂基含量15—30%。顶部粉砂岩及板岩，含菊石、瓣鳃及植物碎片化石。

（3）每一韵律层下部具块状粒序层理，中上部具水平（或平行）层理，小型沙纹交错层理，顶部粉砂岩及板岩多具水平层理。由于受变质作用影响，层面及层内构造多遭破坏。

（4）在垂向剖面结构上，大多可用鲍马序列描述，上部层序较完整，可见ABC(D)E层序，其余则多由AE，BC(D)E层组成。此外，尚有一些不具明显粒序的块状砾岩、含砾细砂岩，以及由细砂、粉砂和泥质物组成的薄的韵律层。

以上总的显示以近源沉积岩为主，并间夹水道、水道堤上或堤外沉积。

2．中上部：盆地平原远源浊积岩相

（1）多由暗色（黑灰、深灰色）细砂岩、粉砂岩—粉砂质板岩、粘板岩组成单调韵律层。其中夹大量凝灰质硅质岩、含硅质放射虫沉凝灰岩（图版Ⅵ，30）及少量泥（粉）晶灰岩和中酸性火山熔岩（火山岩累积厚8.3m），顶部偶见薄层状含砾砂岩。

（2）砂、泥质韵律层厚1—5cm，砂、泥质组成比相近，单层稳定，具小型沙纹交错层及水平层理。泥（粉）晶灰岩含棘皮、瓣鳃等生物屑，填隙物为泥（粉）晶方解石、有机质集合体构成纹层。硅质岩多具纹层状或条带状构造，主要由火山尘蚀变而成的长英质微粒及硅质（玉髓）组成，并多被碳酸盐交代溶蚀。

综合上述特征，本文认为上述砂、泥质韵律层，主要为远源浊积岩，所见者仅为C(D)E层序，属盆地平原环境沉积，硅质岩则为与火山作用有关的悬浮降落沉积和胶体SiO_2沉积。

3．中部：深水槽盆边缘近源浊积岩相

特征与前述上部层相近，主要由暗色石英质砾岩—粉砂岩—粉砂质板岩及板岩；石英质砾岩—岩屑砂岩；以及细（粉）砂岩—粉砂质板岩、板岩组成韵律层。板岩中含菊石、瓣鳃类生物化石。中下部普遍含钙质及凝灰质，并偶夹生物（有孔虫、海百合）碎屑泥晶灰岩（填隙物为泥晶方解石，含量约25%，并含陆源石英、长石及硅质岩屑），以及英安玢岩。据粗略计算近源指数＞90%，显示主要为近源浊积岩，其中间有难以用鲍马序列描述的水道相沉积。

4．中下部：陆棚边缘盆地—陆棚碎屑岩相

（1）沉积以钙质粉砂岩、钙质泥岩为主，间夹薄层状细砂岩或中—细粒砂岩、生物碎屑泥晶灰岩、含生物碎屑—砂屑硅质灰岩、硅质岩、含硅质放射虫凝灰岩，及少量凝灰质英安岩—安山玢岩、含砾砂岩、砾岩等。

（2）岩石颜色较暗，具水平层理，条带状或纹层状构造，局部具沙纹交错层理。

（3）粉砂岩及泥质岩中富含菊石、瓣鳃类生物化石。

以上总的显示主要为平静低能环境，以悬浮沉积为主，间有间歇性波浪或流水扰动，并有火山散落物及胶体SiO_2加入。

5．下部：滨岸碎屑岩相

（1）主要由灰黑色、深灰色粉砂岩、钙质细砂岩、砂岩、粉砂质板岩、复成分砾岩及少量砾状灰岩组成。

（2）砾岩之砾石成分复杂，有大理岩、石英岩、火山岩等。砂岩成分成熟度较高，胶结物以钙质为主。

（3）砾岩、砾状灰岩具块状层理。板岩、砂岩类主要具水平层理，部分具厚层一块

状层理。

（4）板岩中含固着或漂浮型瓣鳃及少量菊石。

以上特点说明，该段沉积水动力条件较复杂，一般较弱，间有较强的波浪（或海流）作用，主要应为低能海岸沉积，并可能包括部分滨外带沉积。

该剖面总的显示为海进层序，且海进速率大于堆积速率。其下与早三叠世地层呈假整合或微角度不整合接触。

据玉树县桑知阿考剖面所见，中三叠统结隆群超覆不整合于奥陶系之上，厚787m，未见底。底部为灰紫色近岸角砾岩；下部为灰褐色、灰紫色微变质石英砂岩，长石石英砂岩，粉砂岩夹不纯生物介壳灰岩；中上部为紫红色、灰色含铁粉砂质粘土岩，粉砂岩一细砂岩夹少量长石砂岩，含正常底栖瓣鳃类化石及植物碎片。总的显示，从下至上粒度渐细，分选性一般较差，部分较好，水动力能量较弱，间夹能量较高的海滩砂体和介壳层。铁质粉砂岩及长石砂岩的出现，代表干旱气候条件构造活动区由物理风化或红土风化壳物质经短距离搬运形成。应为半局限海湾沉积。

在结隆附近本朴陇-格陇剖面上，结隆群未见顶底。出露厚1991m。下部为灰色粉砂质板岩、千枚状板岩夹不纯大理岩（灰岩）及少量变质长石石英砂岩、长石砂岩，含菊石类及少量瓣鳃类化石；上部灰一浅灰紫色厚层块状灰岩、含灰白云岩，含菊石类化石。据岩石特征分析，上部碳酸盐段未见生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩，而以块状微一细晶灰岩为主，盐度较高，含灰质白云岩约占碳酸盐岩总厚的36%；下部以细碎屑岩为主，间夹不纯（含泥、砂质）灰岩及长石砂岩、长石石英砂岩，亦显示水动力能量较低，陆源碎屑搬运距离较近。浮游窄盐度菊石及广盐度薄壳瓣鳃类的存在，又表现了沉积过程中沉积水体仍基本与广海相通，故总的认为上述为半局限海湾一浅水陆棚环境沉积。

（三）晚三叠世

本文以江达以东加多岭一洞卡一带剖面为代表，采用西藏地矿局一大队及地科院地质所所建立地层系统，将剖面下部红色碎屑岩段，中部灰岩夹碎屑岩段及上部碎屑岩一火山岩段，分别归属东独组、公也弄组及洞卡组。因未对其专门研究，现仅据以往资料对各组的沉积相作如下简略分析。

1．东独组

由一套紫红色砂砾岩及页岩组成。下部块状砾岩之砾石成分几乎均为脉石英，上部砾石成分稍杂，具有向上变细的半韵律粒度结构，与下伏中三叠统瓦拉寺组不整合接触。总的看来应属冲积扇沉积类型并主要为片泛沉积或称漫流沉积，向西间夹滨海相沉积夹层。

2．公也弄组

主要为灰岩、薄层泥灰岩夹灰绿色硅质岩。泥灰岩含大量菊石、腕足类生物，主要为流通性不好的近滨海盆环境沉积。向西至江达附近厚度增大，并夹碎屑岩，再向西含膏盐层。可能属滨岸泻湖（或局限台地）环境沉积。

3．洞卡组

该组与下伏公也弄组呈假整合接触。据西藏地矿局杜心范等人研究，按岩性岩相可划分为三个喷发旋回，每一旋回可包括由火山爆发→溢流→火山沉积一正常沉积两个喷发一沉积韵律。其中下部旋回层中所夹沉积夹层，主要为燧石灰岩、泥灰岩、火山泥球灰岩及灰黑色砂页岩，局部夹煤线，砂岩中含硅化木及炭屑，泥灰岩中富含腕足、珊瑚和瓣鳃类

化石。粒度细，分选较好，应为滨岸湖沼相沉积；中部旋回夹紫红、灰绿等杂色砂砾岩、页岩，分选性差，可见交错层理及砾石呈叠瓦状排列，含硅化木及植物化石碎片，属河湖相沉积；上部旋回夹生物碎屑灰岩，富含珊瑚、瓣鳃类及植物化石碎片，可能为滨海相沉积。

4．波里拉组

该组主要由灰岩组成，夹生物灰岩，底部泥质灰岩。在江达附近夹白云质灰岩及硅化灰岩，向西从昌都甲卡—芒康一带含石膏层，与下伏洞卡组呈整合接触，局部可超覆于老地层之上。含有丰富的菊石类、瓣鳃类以及大量腕足、珊瑚、有孔虫等化石。经概略分析，该组于江达以东主要为开阔台地相沉积；西部昌都—芒康一带应为局限或半局限台地相沉积。

5．阿堵拉组

主要为黑色碳质页岩、粉砂质页岩与细砂岩、粉砂岩、岩屑长石石英砂岩间互产出，底部夹菱铁矿透镜体，与下伏波里拉组整合接触，含瓣鳃类及植物化石。向西至青尼洞、昌都妥坝察雅一带，夹大量灰岩、泥灰岩，上部夹煤线。向南变薄。含有丰富的瓣鳃、菊石、腕足、腹足、珊瑚、有孔虫及植物等。

以上总的显示为半封闭滨岸泻湖相沉积，间有滨岸砂坝相沉积。向西昌都、察雅一带，晚期发展为滨岸沼泽相沉积。

6．夺盖拉组

江达主要为灰、黄灰色石英砂岩、长石石英砂岩、岩屑石英砂岩，夹灰黑色含炭粉砂质页岩、碳质页岩，含黄铁矿及菱铁矿结核，下部夹可采煤层，含有大量植物化石。与下伏阿堵拉组及上覆下侏罗统均为整合接触。向西至昌都一带夹正常海—半咸水瓣鳃，并夹可采煤层，总的显示为滨岸沼泽环境沉积。

第二章中已述，在青海南部玉树—巴塘及其南西侧囊谦、尕多一带，上三叠统亦甚发育，并分别称为“巴塘群”和“结扎群”，是为同期异相沉积。据以往资料概略分析，前者可能主要为浅海陆棚环境火山体系沉积；后者则为滨岸沼泽—近滨或滨外碳酸盐与陆源碎屑沉积。

第三节　不同沉积相的化石特征

上述动、植物类群时空分布及生物组合特点，基本反映了研究区三叠纪各时期古气候、古地理，以及沉积盆地物理化学条件变化所造成的生物相的分异。根据这些差异可将研究区及邻区划分为藏东-义敦混合型生物区（简称Ⅰ区）和赠科-稻城、雅江瓣鳃生物区（简称Ⅱ区）。两生物分区大致以德格-乡城断裂带为界。该断裂带以西为Ⅰ区，腕足类相对发育较盛，瓣鳃、菊石及珊瑚类居次；断裂带以东为Ⅱ区，瓣鳃类占绝对优势，其它门类化石数量极少，分布零星。据初步分析认为东部地区三叠纪的动物群，主要是通过云南丽江、祥云地区与越南、缅甸、马来西亚等地区勾通，成为特提斯海域内一个次级生物区系，该区晚三叠世早、中期的*Halobia*, *Pergamidia*, *Myophoria*等属种的发展，具有自南而北的迁移扩散特点，至研究区以北的唐古拉及可可西里地区，上述属种大量减少甚至消失。

为了阐明上述两分区中不同生物生活环境与生物共生组合、发育状况及化石保存特点等的关系，现将不同沉积环境或沉积相的化石特征，列表表示于下（表8）。

表 8 沉积相的化石特征

Table 8 Sedimentary facies and related fossil features

生物分区	沉积相类型	化石组成	化石保存状况	遗迹化石	水介质性质	水动力条件	层位及分布
藏东-义敦混合型生物区	滨岸平原河流砂板岩相	植物类、半咸水厚壳瓣鳃和正常海相瓣鳃	化石多原地埋藏，壳体完整零星分布	斜形和垂直钻孔虫迹发育	弱酸性	中　等	上三叠统喇嘛垭组，新龙、乡城地区
	火山体周缘钙泥质板岩相	海燕蛤属种占极大优势，其它门类稀少	主要为原地埋藏群，壳体完整密集产出，以薄壳浮游、半浮游瓣鳃为主，底栖腕足、珊瑚及菊石稀散分布	较粗大长条状蠕虫迹	弱碱性	低潮面或浪基面下低能环境	上三叠统呷村组、根隆组；白玉赠科、稻城地区
	陆棚或大陆斜坡（浊流复理石）砂板岩相	海燕蛤属和柏加米蛤属组合，无其它门类化石	以原地埋藏薄壳瓣鳃为主，壳体完好，常沿层密集分布，厚壳类居次	小型钻孔虫迹及生物扰动构造发育	弱酸性或弱碱性	浪基面下强弱交替	上三叠统瓦多组、两河口组；雅江、新龙地区
	深海平原或裂陷槽硅泥质岩相	放射虫，海绵骨针	漂浮生物和溶蚀生物骨骼堆积	毫米级蛇曲形觅食迹	弱酸性	极弱或平静水体	下（中）三叠统波茨沟组、热水塘群；理塘木拉、道孚地区
赠科-稻城雅江瓣鳃生物区	开阔台地（或海湾）灰岩相	以腕足类为主，珊瑚菊石占一定比例，瓣鳃、藻类、棘皮类居次	以底栖原地埋藏化石为主，搬运再沉积居次，常密集堆积形成介壳层		碱　性		上三叠统洞卡组、波里拉组、曲嘎寺组；西藏昌都、云南德钦及义敦地区
	半局限台地（泻湖）板岩、云灰岩、白云岩相	瓣鳃、有孔虫发育差，其它门类化石稀少	原地和搬运再堆积兼具		碱性或酸　性	间歇扰动强或低潮面下低能	上三叠统海子山组、下三叠统茨岗组；巴塘中咱地区
	大陆斜坡塌积生物碎屑灰岩相	砾屑状棘皮动物化石	搬运磨蚀及重结晶显著		弱碱性	低　能	下三叠统党恩组；巴塘义敦地区
	陆成火山体周缘复理石含砾板岩相	海浪蛤属和菊石组合	原地埋藏，化石保存良好		酸　性	浪基面下低中能	中三叠统瓦拉寺组；江达地区