

巴颜喀拉盆地岩相、相组及其演化

罗建宁^①

(成都地质矿产研究所)

巴颜喀拉盆地北以东昆仑南缘蛇绿混杂岩带为界,东与龙门山-锦屏山前陆褶冲带相邻,西以甘孜-理塘结合带为界,总体呈斜三角形展布。黄汲清(1962)称之为松潘-甘孜褶皱系,张勤文(1983)称马尼干戈-理塘残余后弧盆地,余如龙(1989)称松潘-甘孜前缘复理石推覆带。笔者认为本区是在被动边缘基础上由弧后盆地转换为前陆盆地。

一、区内地球物理场

区内地球物理磁场总体呈低背景值,其强度一般为0—50nT,磁场平缓,局部异常强度为50—100nT(王懋基,1986),多与印支期、燕山期花岗侵入体有关。区内硅铝层地壳厚度大,深部物质磁性弱,上部有巨厚的非磁性沉积物。据朱介清(1984)地震测深资料,本区地壳厚度为52—62km,其上部地壳厚36—40km,下部地壳厚17—20km。据磁性体最小埋藏深度图提供的信息,新龙—雅江一带沉积物厚度约5km左右,为巴颜喀拉盆地的沉积厚度中心。

本区的低缓磁场背景值与上扬子地块高磁场区构成明显的差异。推测在巨厚的西康群与浅变质古生代地层之下可能存在前寒武纪的浅变质岩系基底,相当于扬子地块上的会理群与河口群的地层,它的时代为中元古代。

二、主要岩相组合与相类型特征

本区可划分为4个主要的岩相组合。

1. 盆地边缘滨海碎屑岩^②相组

(1) 有障壁海岸:沉积物为陆源碎屑岩,主要发育于雅江组上部,其中分为:

①潮坪亚相:主要为深灰色、灰色泥、粉砂与砂沉积物,发育大中型斜层理、人字型层理、透镜状、脉状层理以及冲刷构造。常见生物爬痕,含植物碎片。

②障壁岛亚相:沉积物主要由浅灰色厚层块状含长石石英砂岩组成,砂粒分选好,成熟度高。粒度概率曲线表明,砂粒全为跳跃组分,中值在 $2-4\phi$ 之间,斜率为 70° 以上。具

① 一起参加野外工作的有张正贵、陈明、李光明、雷山川等同志。

② 区内岩石均遭受区域变质作用,为变砂岩、变粉砂岩、粉砂质板岩、板岩、千枚岩等。为了叙述的方便,在文中叙述时作了原岩的恢复。

下细上粗沉积序列(图1)。

③潟湖亚相:主要由钙质泥岩、粉砂岩与泥岩组成。发育水平层理与小型砂纹层理,含淡水与半咸水双壳类化石。

(2)无障壁滨海碎屑岩相:沉积物为陆源碎屑岩,主要发育于雅江组中上部,杂谷脑组上部等。其中又分为:

①海滩亚相

后滨微相:位平均高潮线之上的平坦狭长地带。沉积物以浅灰色,薄层状中、细粒长石石英砂岩为主,砂砾分选好,成熟度高,多呈颗粒支撑,具发育的水平层理、砂纹层理、波浪与流水复合波痕、不规则波痕等。层面上发育凹坑与干裂。在凹坑与砂纹层理上可见植物碎片、碎块与树皮片等。

前滨微相:位海滩亚相下部,海水平均高潮线与低潮线之间的平坦地带内,沉积物主要为深灰、灰色中薄层长石石英砂岩与粉砂岩。砂岩分选性好,成熟度高,发育水平层理与大、中型低角度交错层、对称型与不对称型浪成波痕。

近滨微相:位海水平均低潮线到正常浪基面之间的平坦地带内,沉积物主要为灰色至深灰色中薄层、薄层状长石石英砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩互层,发育水平层理和大、中型斜层理,含莓状黄铁矿粒,可见沿层排列的植物碎片,具下细上粗沉积序列。

2. 浅海碎屑岩相组

为陆缘碎屑岩,位于正常浪基面以下与大陆斜坡相之间的广阔地带。在杂谷脑组、侏倭组、罗空松多组与雅江组内均有出现。其中可分为:

①内陆棚亚相:沉积物主要为深灰色中、薄层状中细粒长石石英砂岩、粉砂岩与泥岩。具发育的水平层理,中、小型砂纹层理与斜层理,常见对称与不对称波痕,波痕面上具爬行痕。含钙质团块与结核,可见双壳类化石与植物碎片。具下细上粗沉积序列。

②外陆棚亚相:沉积物主要为深灰色中薄层状细粒长石石英砂岩、粉砂岩与钙质泥岩夹泥质条带。具发育的水平层理、砂纹层理与斜层理,含较多薄壳型双壳类化石。

3. 大陆斜坡浊积扇相组

以陆源碎屑浊积扇沉积为主,在杂谷脑组、侏倭组、罗空松多组、雅江组下部普遍可见,可分为:

(1)扇头亚相:

①扇头水道微相:主要有三种类型:A.由深灰色中厚层含泥砾粗、中粒杂砂岩与粉砂质泥岩组成(图2-I)。泥砾块一般2—5cm,大者8—10cm,为水道两岸垮塌物。含砾砂岩不具层理,具粒序变化,仅见鲍马序列a、e层。砾石层厚0.2—0.5m。杂砂岩为杂基支撑,胶结物含量15—25%,具下粗上细沉积序列,层系厚0.5—1m,示水浅、冲刷强烈的水道,含砾砂岩呈透镜状分布;B.由厚层状含砾杂砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩组成,层厚1—2m,具完整的鲍马序列(图2-II),示水道宽而浅;C.由巨厚块状杂砂岩与粉砂岩、泥岩组成粒序层,层序厚10—20m(见图2-III),具完整的鲍马序列,以a层最为发育,示水道深

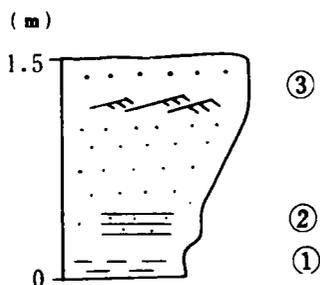


图1 滨岸砂坝沉积序列

- ①-炭质泥岩; ②-粉砂岩,具水平层理,
发育浪层波痕与砂纹层理
③-块状砂岩,砂岩顶面具凹坑,

Fig. 1 Sedimentary sequence of the littoral barrier bar subfacies

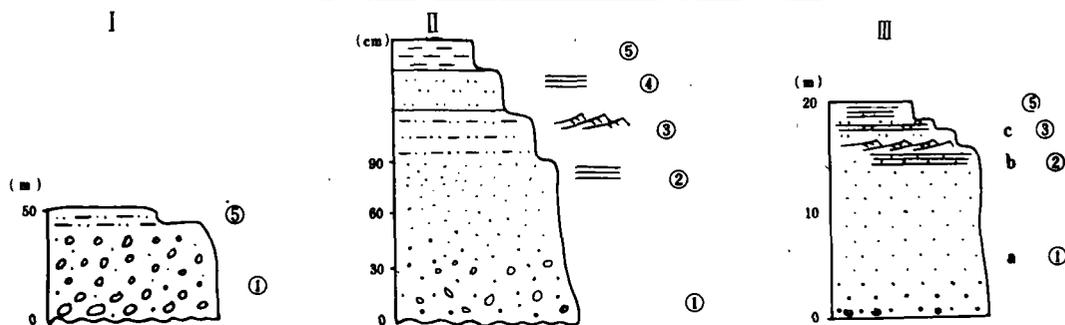


图2 扇头亚相水道沉积序列

①-细、中、粗粒岩屑长石砂岩，块状层理，略具粒序，含泥砾与粗大植物碎片，底具冲刷面，相当鲍马序列a层；②-长石英粉砂质细砂岩，具平行层理，含植物碎片，相当鲍马序列b层；③-钙质细砂粉砂岩，具砂纹层理，相当鲍马序列c层；④-绢云粉砂岩，具水平微细层理夹炭质微薄层，相当鲍马序列d层；⑤-粉砂质泥岩，含炭质高，相当鲍马序列e层

Fig. 2 Sedimentary sequences of the channel microfacies in the upper fan subfacies

而宽，为充填水道层序，砂体厚15—20m，宽200—300m，延伸数公里。

②扇头边滩微相：沉积物主要由块状长石岩屑砂岩、粉砂岩与泥岩组成，其沉积序列见图3。以发育b层为特征，底部可见斜层理，砂粒由岩屑、长石、石英组成。中酸性长石含量占5—25%，岩屑占5—10%。岩屑主要成分为绢云片岩、绿泥石、白云母、黑云母、燧石等，主要来自变质岩区碎屑。石英占40—60%，胶结物25—40%。

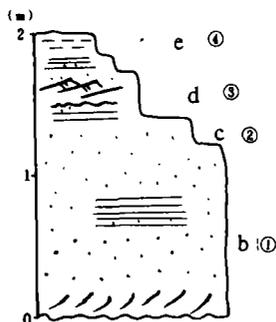


图3 扇头亚相边滩微相沉积序列

①-岩屑长石英杂砂岩，底具斜层理；②-具砂纹层理的粉砂岩；③-具微细水平层理的粉砂质泥岩；④-不具层理泥岩

Fig. 3 Sedimentary sequence of the point bar microfacies in the upper fan subfacies

扇头亚相序列的底面发育大量的冲刷沟模、槽模、负载与冲刷印模，其中具挤压-滑动型、划痕型等。

(2) 扇中亚相：沉积物为陆源浊积，由深灰色中—细粒岩屑长石石英砂岩与粉砂岩、泥岩组成，砂岩层发育递变层理。

①扇中水道微相：可见完整的鲍马序列a、b、c、d、e层(图4)。a层具明显的粒序变化，层系厚度0.5—2m，为中—厚层递变浊积岩，其序列特征见图4。在水道微相中仍可见含泥砾与细砾岩，相当于鲍马序列a层，缺b层，c层中具包卷层理、液化层理与小型滑塌层理。

②扇中边滩微相：岩相详细描述见图5，缺失鲍马序列a层。

(3) 扇尾亚相：沉积物主要由粗粉砂岩至极细粒岩屑长石杂砂岩与泥岩组成韵律层，缺失鲍马序列a、b层。韵律层厚20—50cm，底具弱冲刷。见于侏倭组与新都桥组下部，为薄层状至条带状浊积岩。

4. 深水盆地相组

沉积物多为低密度浊积岩，其序列特征见图6。主要为深灰色细粉砂岩与暗灰色泥岩组

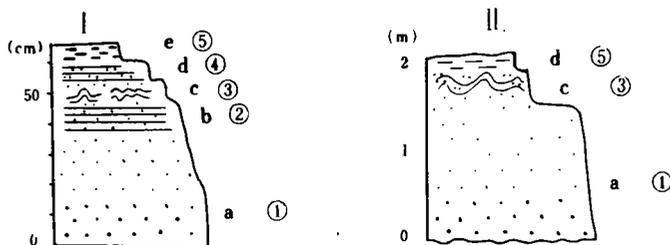


图4 扇中水道沉积序列

- ①-块状含砾细、中粒含长石石英砂岩，含石英质砾石与岩屑，杂基20%，砾径0.5—2cm，鲍马序列a层；②-具平行层理细砂岩，鲍马序列b层；③-具包卷层理、小型滑塌层理粉砂岩，鲍马序列c层；④-具水平层理粉砂岩，鲍马序列d层；⑤-深灰色泥岩，鲍马序列e层

Fig. 4 Sedimentary sequences of channels in the middle fan

成韵律层，泥岩无层理，粉砂岩呈条带，具粒序层理，序列底部具微弱冲刷，层厚为30—50cm (图6-I)，及0.3—20cm (图4-II)，为薄层状条带状与纹层状浊积岩。含薄层弱牙型双壳类以及蛇曲形齿食虫迹等，其中又可分为：补偿型与欠补偿型盆地沉积物。

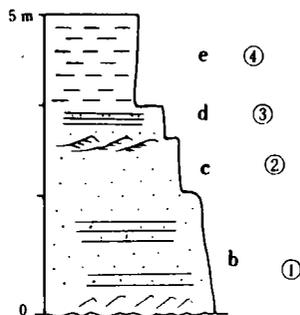


图5 扇中边滩沉积序列

- ①-块状长石石英砂岩，具平行层理，底具斜层理，鲍马序列b层；②-粉细杂砂岩，具砂纹层理，鲍马序列c层；③-粉砂岩与粉砂质泥岩，具水平层理，鲍马序列d层；④-炭质泥岩，鲍马序列e层

Fig. 5 Sedimentary sequence of the point bar microfacies in the middle fan subfacies

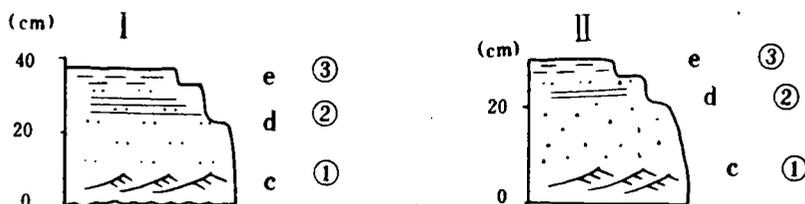


图6 深水盆地亚相沉积序列

- ①-深灰色含细粒粉砂岩，(有的含凝灰质)，发育砂纹层理，相当鲍马序列c层；②-深灰色粉砂岩与粉砂质泥岩，具水平层，相当鲍马序列d层；③-深灰色泥岩，相当鲍马序列e层

Fig. 6 Sedimentary sequences of the deep-sea basin subfacies

三、垂向剖面与沉积演化

区内三叠系自下而上分出7个岩石地层单元，现将这些岩石地层单元的代表性剖面的垂向序列特征叙述如下：

1. 蒺茨沟组

蒺茨绝组沉积相自下而上为：饥饿型(欠补偿型)深水盆地相组合→大陆斜坡浊积扇相组合→浅海相组合(图7)，构成完整的海退序列。

- (1) 深水盆地相组合：沉积物主要为一套凝质粉砂岩、凝灰岩与泥岩组成条带状层纹

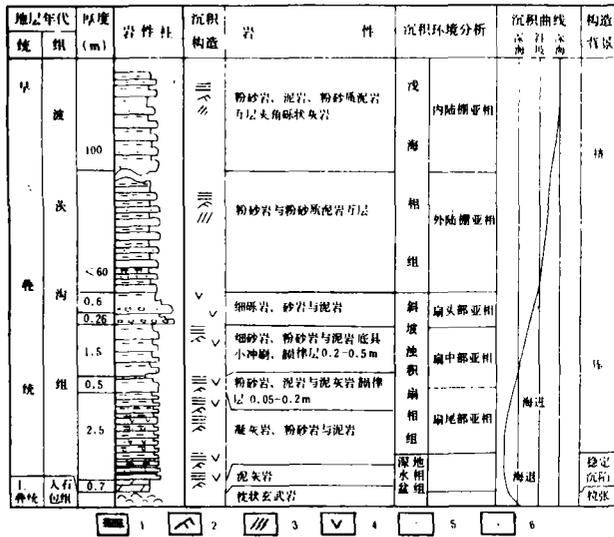


图7 波茨沟组沉积岩相柱状图
1-水平层理; 2-斜层理; 3-交错层理;
4-粒序层理; 5-动物化石; 6-植物化石
Fig. 7 Column of sedimentary facies in
the Bocigou Formation

状浊积岩, 韵律层厚 0.03—0.2m, 一般为 0.5—3cm, 底具清晰的界面, 粉砂岩呈粒序层。粉砂粒成熟度低, 分选差, 具较多火山岩晶屑与碎屑, 含莓球状菱铁矿, 可见小型砂纹层理, 泥岩中具微细水平层理, 为低密度浊积岩。沉积物主要来源于火山沉积物, 韵律层厚度薄(厚 0.05—0.2m), 为沉降速度快、沉积速率缓慢的欠补偿型饥饿盆地。与下伏晚二叠世玄武岩呈连续沉积, 为稳定沉陷背景, 沉降与沉积速率不平衡, 沉积速率很低, 物质来源缺乏。

(2) 斜坡浊积扇相组合: 沉积物主要为陆源浊积岩, 由细砂岩、粉砂岩与泥岩组成韵律层, 包括: ①扇尾亚相, 韵律层厚 0.05—0.2m; ②扇中亚相, 夹泥灰岩, 韵律层厚 0.2—0.5m; ③扇头亚相, 夹砾岩, 砾石成分为灰色板岩(大小为 0.5—1cm)、角砾状灰岩(2—3cm)等, 砾岩层厚 0.3—0.3m。

(3) 浅海-滨海相组合: 沉积物由细砂岩、粉砂岩与泥岩互层组成, 含双壳类化石, 可见斜层理、小型砂纹层理与水平层理。上部夹角砾状灰岩、粉晶灰岩、鲕屑灰岩、砂屑灰岩, 并可见潮汐层理、人字型层理、砂纹层理, 含较多植物碎屑与碎片, 渐变为无障壁滨岸带沉积环境。

2. 杂岩脑组

杂岩脑组在区内有较广泛的分布, 自下而上可分为下列 6 个沉积相组合(图 8)。

(1) 大陆相组合: 由砂砾岩组成, 又可细分为: ①河流相: 沉积物由厚层状含砾长石石英砂岩与粉砂岩组成。砾石主要成分为板岩, 砾径一般 1—2cm, 最大砾径 24cm, 呈棱角与次棱角状, 含植物碎片; ②冲积平原相: 沉积物由岩屑长石砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩组成, 具下粗上细沉积序列, 含丰富植物碎片。

(2) 滨海-浅海相组合: 由砂砾岩、砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、含火山碎屑凝灰岩与结晶灰岩互层。砾石成分为玄武岩、鲕屑灰岩、砂屑灰岩、硅质灰岩等, 砾径一般 4—6cm, 大者 10—16cm, 其中最大为 180cm(为滨海残留土垮塌物)。可见浪成层理、斜层理与人字型层理等, 发育波痕, 具虫迹与植物碎片。

(3) 斜坡浊积扇相组合: 沉积物主要为陆源浊积岩, 具扇头、扇中、扇尾亚相; 底面发育有冲刷构造。

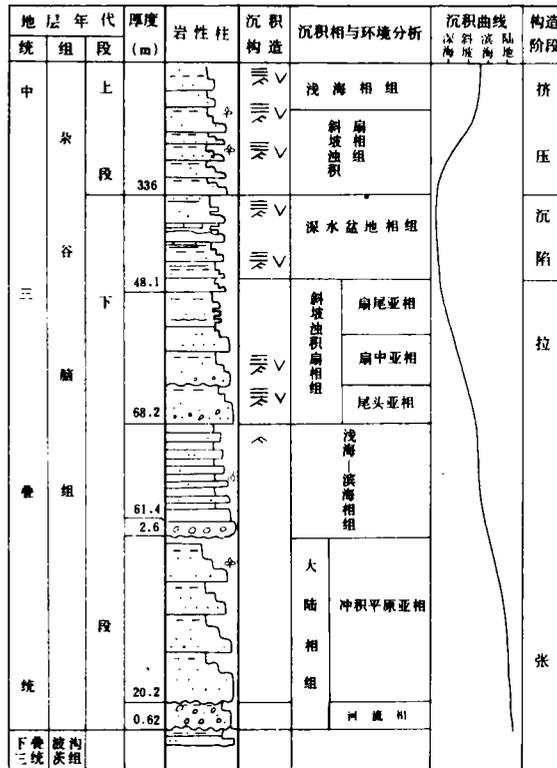


图 8 杂谷脑组沉积岩相柱状图

Fig. 8 Column of sedimentary facies in the Zagunao Formation

- (4) 深水盆地相组合：沉积物主要为低密度浊积岩，碎屑来自陆源。
 (5) 斜坡浊积扇相组合：呈进积型相互叠置的朵叶体。
 (6) 浅海相组合。

3. 侏倭组

侏倭组沉积相自下而上为：

- (1) 滨海-浅海相组，沉积物主要为砂泥岩夹钙质泥岩，在一些地区有含盐显示。
 (2) 斜坡浊积扇相组：沉积物以薄层状与条带状细屑浊积岩为主，见属种单一的薄壳弱牙型双壳类化石与次深海环境的虫迹。

4. 新都桥组

新都桥组的沉积物为深水盆地相的深灰、灰黑色泥岩夹粉砂岩、细砂岩条带与薄层，含较丰富有机质与莓球状黄铁矿，发育条带状与层纹状低密度细屑浊积岩，具较丰富的薄壳弱牙型双壳类。

5. 罗空松多组 为斜坡浊积扇组合与浅海相组合。

6. 雅江组 雅江组沉积相自下而上为（见图 9）：

- (1) 斜坡浊积扇相组：包括扇头、扇中与扇尾亚相，组成进积型向深海方向推进的朵叶体，在剖面上部组成向上变厚变粗沉积序列。发育巨厚的充填水道砂岩体（图 9）。
 (2) 浅海相组合。
 (3) 滨海相组合：包括①无障壁海岸；②有障壁海岸。

浅海相组、滨海相组沉积特征前面已描述，这里不作重复。

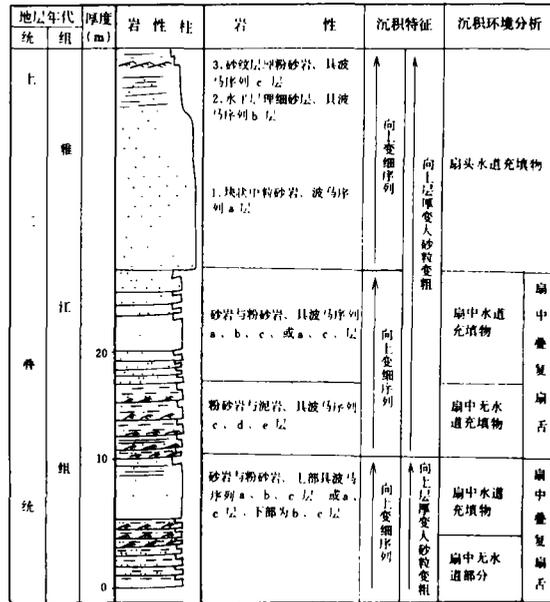


图 9 上三叠统雅江组沉积岩相柱状图

Fig. 9 Column of sedimentary facies in the Upper Triassic Yajiang Formation

7. 格底村组 为内陆河湖相。

四、沉积演化阶段与特征

根据本区三叠纪的岩相特征、沉积旋回和海平面升降变化, 自下而上可归分为 5 个演化亚阶段(图 10)。

1. 早二叠世至早三叠世亚阶段 (I)

区内从早二叠世碳酸盐岩台地斜坡相组→晚二叠世次深海枕状玄武岩→早三叠世深海平原凝灰质浊积岩→早三叠世晚期的滨海, 经历了拉张至挤压阶段。这种拉张与扬子陆块内早二叠世晚期大规模地裂活动相联系。裂隙发生在扬子陆块西缘被动边缘碳酸盐陆棚基础上, 沉积了斜坡角砾状灰岩。晚二叠世进一步拉张, 出现海相枕状玄武岩。早三叠世处于稳定沉降阶段, 形成欠补偿型深水盆地, 沉积速率很慢, 大约为 0.1—0.3cm/Ka, 为本区海平面高位时期。早三叠世中期开始海退, 海平面逐渐下降, 形成不发育的斜坡浊积扇。早三叠世晚期海平面进一步下降, 至早三叠世末期隆升为滨岸环境, 盆地周边隆升为陆。从晚二叠世起的海进到早三叠世中期的海退, 构成完整的一个沉积旋回。构造应力背景从拉张阶段演化到挤压阶段, 次稳定型裂隙海盆从形成到闭合。据碎屑成分与流向分析, 物源一部分来自东南方向, 而主要部分来自北西侧与北侧。在道孚侏儒地区可见杂谷脑组沉积在早三叠世与二叠纪的混杂堆积层之上, 混杂堆积层中具角砾状灰岩、玄武岩、脉石英、硅质岩、碎屑岩以及碳酸盐浊积岩等, 可能为裂隙海盆闭合的产物。

2. 中三叠世亚阶段 (II)

中三叠世亚阶段沉积演化的主要特征如下:

(1) 中三叠世早期到晚期经历了大陆相组→滨、浅海相组→斜坡浊积扇相组→深水盆地相组→斜坡浊积扇相组→浅海相组的演化, 组成了一个完整的海进到海退沉积旋回。其

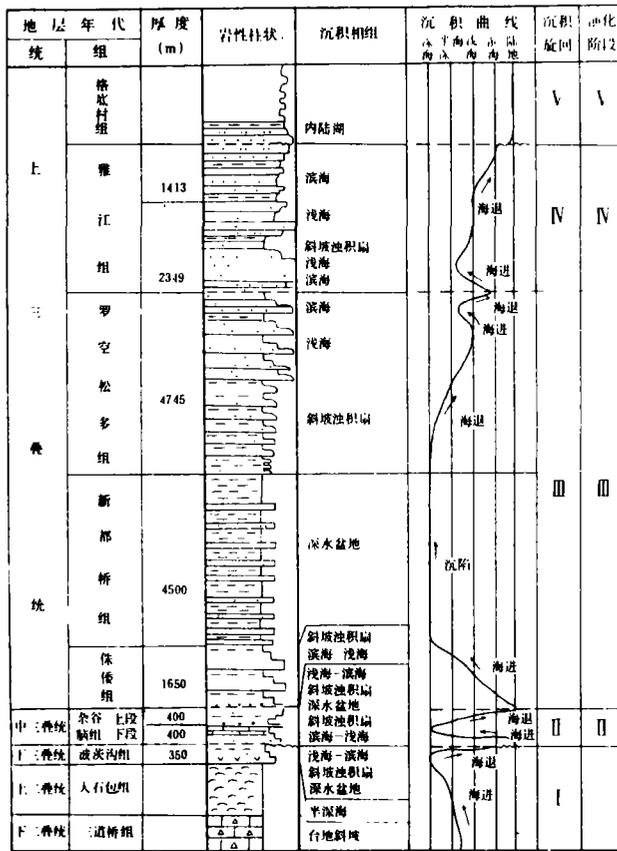


图 10 巴颜喀拉盆地三叠系岩相柱状综合剖面

Fig. 10 Schematic summary of the Triassic sedimentary facies in the Bayan Har Basin

构造背景从早期的拉张发展到晚期的挤压。

(2) 中三叠世以发育陆源碎屑浊积岩为特征，据碎屑成分与流向作出的浊积岩源头分布(图 11)，反映了中三叠世盆地周边开始有明显的升降运动，形成隆起的岛链或山链，为盆地提供物源。砂岩碎屑中具较多的变质岩屑，长石以中酸性长石为主，石英多具波状消光，物源主要来自北侧与西侧浅变质岩区，为与金沙江洋壳向西俯冲碰撞相关的前陆盆地沉积物。在道孚—炉霍一带，杂谷脑组超覆于蛇绿混杂堆积之上。在折多山至康定下城子一带，杂谷脑组与下伏地层呈微角度不整合。

(3) 盆地中沉积速率快，沉积厚度巨大，反映周围岛链不断隆起，盆地不断沉降，两者接近平衡。中三叠晚期，周围岛弧或山链抬升速度加快，形成一系列进积型浊积扇。

(4) 盆地的沉积中心大致在色达至理县与炉霍至道孚一带，可能存在两个盆地中心(图 11)。

3. 中、晚三叠世亚阶段 (Ⅲ)

这个阶段海盆分布面积最大，经历了早期拉张、中期沉陷与晚期挤压阶段。

自侏倭组、新都桥组至罗空松多组，组成一个完整的海进到海退沉积旋回。自下而上为：滨海-浅海相组→斜坡浊积扇相组→深水盆地相组→斜坡浊积扇相组→浅海相组→斜坡浊积扇相组→浅海-滨海相组，总体以陆源碎屑为主，仅在新都桥组见少量的火山碎屑。新都桥组为稳定的深水黑色泥岩相，属缺氧环境的产物，此时海盆面积最大。

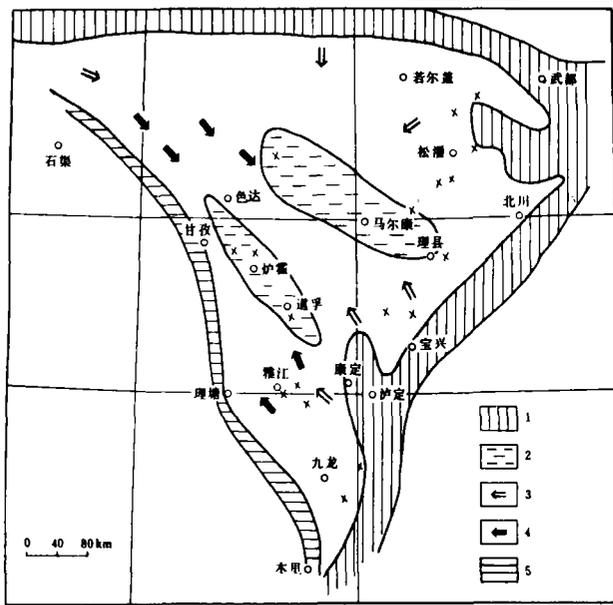


图 11 中三叠世浊积岩源头与流向分布示意图

1-古陆; 2-深水盆地; 3-浊积源头;
4-浊流流向; 5-结合带

Fig. 11 Schematic map showing the provenances and palaeocurrent directions of the Middle Triassic turbidites

4. 晚三叠世诺利克期亚阶段: (VI)

总体为海退序列背景, 但尚有波动, 经历了一次小的海进与海退。反映本区已开始上升, 到中晚期上升速度加快, 形成一系列进积型叠复的浊积扇舌状体。在雅江一带据所测海浪流向为 SW→NE, 推测在晚三叠世, 自北东方向提供大量的陆源碎屑。这一古陆在哪里, 尚待进一步研究, 据现在的岩相展布方向表明, 这一带已明显位移。

5. 晚三叠世瑞替克期阶段 (V)

已隆起为陆内山间盆地。

三叠统自下而上经历了 4 次大的海进到海退沉积旋回, 以中、晚三叠世沉降规模最大, 影响范围最广, 并伴随有缺氧事件。

五、小 结

现将巴颜喀拉盆地的主要特征归纳如下:

1. 盆地的刚性基底之上为中、晚元古代浅变质岩系, 其上为古生代浅变质岩系, 自早二叠世至晚二叠世可划分出 5 个演化亚阶段。

2. 在三叠纪沉积期, 盆地边缘与不同性质陆壳或洋壳接触。北缘为不成熟被动边缘, 东缘为成熟的被动边缘, 西侧为甘孜-理塘洋盆。盆地为一个多阶段不同性质叠加的复合盆地。在早古生代至晚古生代早期为被动边缘盆地, 晚古生代至早、中三叠世为弧后盆地, 晚三叠世之后, 由于甘孜-理塘洋壳向西俯冲, 雅江盆地转变为前陆褶冲带, 其东侧形成前陆盆地。

3. 早三叠世时期为欠补偿深海盆地。中三叠世起沉积了一套巨厚的陆源碎屑浊积扇为主的沉积物, 但缺乏火山活动与火山沉积物。自早三叠世至晚三叠世经历了 4 次大的海进与海退沉积旋回。以早、中三叠世海平面位置最高, 以晚三叠世卡尼克-诺利克期海盆面积最大, 影响范围最广, 并出现新都桥组缺氧事件沉积物, 其中具较广泛的微粒型金矿化, 而且是目前已发现的现代砂金矿床的主要源区地层, 是寻找微粒型金矿的最有希望层位。金

矿赋存于低密度浊积岩中, 其成矿条件与苏联穆龙套型金矿有一定的相似。

4. 三叠纪之后, 地层遭受强烈的构造变形, 亦有印支晚期与燕山早期花岗岩体侵入。三叠系地层沉积时为一冷盆地, 但在后期陆内会聚过程中形成的构造变形与岩浆侵入活动产生的热小循环, 为中、低温矿床的形成与成矿溶液的迁移创造有利条件。

主要参考文献

- 张勤文等, 1983, 三江中段沟-弧-盆构造体系发育史, 青藏高原地质文集 (12), 地质出版社。
 郝子文等, 1983, 论昆仑巴颜喀拉海及其与特提斯洋演化关系, 青藏高原地质文集 (12), 地质出版社。
 刘增乾等, 1990, 青藏高原大地构造与形成演化, 地质出版社。
 Miall, A. D., Principles of Sedimentary Basin Analysis, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.

SEDIMENTARY FACIES, FACIES GROUPS AND THEIR EVOLUTION IN THE BAYAN HAR BASIN

Luo Jianning

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

According to vertical sedimentary sections of sedimentary facies and facies groups of Permian to Triassic age in the Bayan Har Basin, five substages of sedimentary evolution may be distinguished.

1. Early Permian to Early Triassic substage. In the basin occur, from base upwards, the following facies groups: Carbonate platform slope → bathyal → abyssal plain → neritic and littoral facies groups.

2. Middle Triassic substage. The sediments from bottom to top of the basin may be divided into six facies groups in the following order: continental → littoral and neritic → slope → abyssal basin → slope → neritic and littoral facies groups. The depocentre of the basin lies in the Sertar-Lixian-Luhuo-Dawu zone.

3. Carnian substage (Late Triassic). The Carnian sedimentary facies groups are composed of neritic and littoral, slope and abyssal facies groups, constructing a complete sedimentary cycle sequence from transgression to regression. The sea water covered a maximum area during this period.

4. Norian substage (Late Triassic). The sedimentary sequences in the basin represent an overall regression sequence dominated by slope, littoral and neritic facies groups.

5. Rhaetic substage (Late Triassic). The continental and marine-terrestrial transitional facies groups have been recognized in the basin.