

# 西藏日喀则地区早白垩世恰布林组 辫状河—扇三角洲沉积<sup>①</sup>

刘志飞 王成善

(成都理工学院沉积研究所 成都 610059)

**提 要** 雅鲁藏布江蛇绿岩带北侧发育的早白垩世恰布林组以其杂色砾岩易于野外识别,岩石组成主要为陆源碎屑岩。根据不同的形成机制和岩相特征,将恰布林组岩相划分为 7 种砾岩相、3 种泥岩相和 1 种灰岩相,由下至上组合成辫状河亚相、扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘亚相和前扇三角洲亚相,呈现急剧退积型扇三角洲层序。沉积的古盐度在低盐度—半咸水范围,古环境判别也落入未定义—海水区,认为恰布林组沉积环境为陆相辫状河—退积型扇三角洲。物源区分析显示,来自于北方近源再旋回造山带中的板块俯冲混杂岩和火山切割弧至过渡弧为恰布林组提供主要物源,而且该组砾岩砾石成分含有大量蛇绿岩成分组合,从而说明早白垩世时期恰布林组北侧不远处极可能发育一套残余的蛇绿岩。

**关键词** 恰布林组 岩相 辫状河—扇三角洲 物源区 西藏

**第一作者简介** 刘志飞 男 28 岁 博士 沉积学 盆地分析 青藏高原地质

西藏雅鲁藏布江蛇绿岩带作为冈瓦纳板块和欧亚板块的缝合带解决了许多板块地地质疑难问题。然而,很少有人重视分布于雅鲁藏布江蛇绿岩带北部呈东西向展布的恰布林组(图 1)。该组向西止于昂仁,向东可能在江当消失,东西长约 200 km,同北缘第三纪秋乌组磨拉石呈断层接触,其南与晚白垩世桑祖岗组生物灰岩或日喀则弧前盆地昂仁组复理石沉积均为断层接触,呈构造断片产出。在前人的研究中,尹集祥等<sup>[1]</sup>认为恰布林组为始新世中晚期陆相磨拉石沉积,属印度—欧亚板块碰撞造山内磨拉石带产物;刘宝瑞等<sup>[2]</sup>将该组与第三纪大竹卡组一起列为始新世—渐新世磨拉石盆地中湖相砾质扇三角洲沉积;西藏区域地质志<sup>[3]</sup>将该组下部层

位定义为大竹卡组,属渐新世至中新世磨拉石沉积,而将上部层位归入日喀则弧前盆地沉积;国外的研究者 Ratschbacher 等<sup>[4]</sup>、Einsle 等<sup>[5]</sup>和 Yin 等<sup>[6]</sup>都将恰布林组列为第三纪磨拉石沉积。但是,笔者在通过两次野外研究,发现该组除了大量的紫色、灰绿色砂岩和泥岩之外,主要为厚层和块状的砾岩及砾岩夹砂岩。地层由下至上分为:江庆则段砂泥岩、德日段砾岩和屯穷段泥岩,总厚度大于 4 263 m<sup>[7]</sup>,地层时代为早白垩世中晚期<sup>[8]</sup>。更令人意味深长的是,该组砾岩中砾石成分几乎容纳了全部类型的钙碱性系列岩浆岩类,多数沉积岩类、部分变质岩类之外,经过室内研究发现含有大量蛇绿岩组合成分,物源区分析显示早白垩世时期恰布

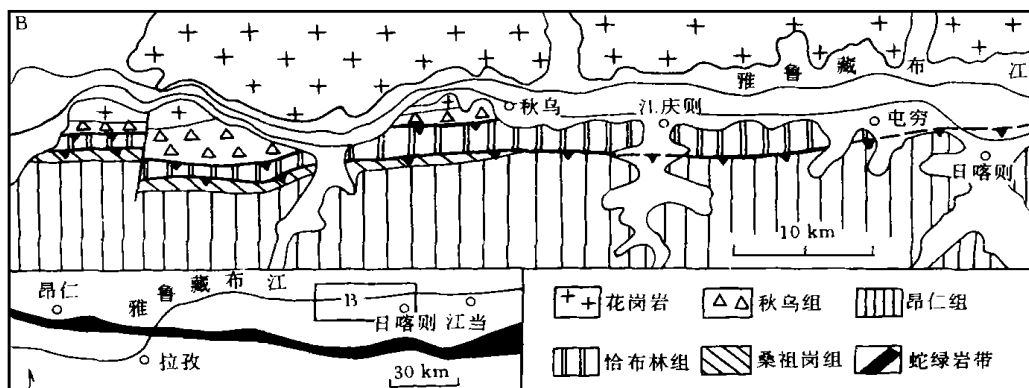


图 1 日喀则地区恰布林组分布及地质略图

Fig. 1 Distribution and geologic map of the Jiabulin Formation, Xigaze region

① 国土资源部“九五”重大基础项目(9501101-02)、国家杰出青年科学基金(49625203)资助  
收稿日期: 1997-09-24 收修改稿日期: 1998-01-15

林组北侧不远处可能发育一套残余的蛇绿岩。所以,笔者在该组的地层学研究基础上<sup>[7]</sup>,又进行沉积环境的研究,其目的在于为物源区分析和构造背景分析提供沉积学基础。

### 1 沉积岩相特征

恰布林组岩石类型主要为陆源碎屑岩,具体可分为砾岩相、砂岩相、泥岩相和灰岩相(图 2,表 1)

#### 1.1 砾岩相

恰布林组砾岩相非常发育,可划分为 7 种类型(表 1):

(1) Gms Gm<sub>1</sub> Gs 岩相: 三类砾岩相共同特点是,大的砾石磨圆度较高,次圆—圆状;砾石分选差,粒度分布范围宽,最大 60 cm,平均 3~7 cm,具有多众数的特点(图 3-A B);砾石呈随机分布,不具任何定向结构。基质含量 15%~35%,主要为粗—细砂,缺少泥杂基,多具杂基支撑。此类砾岩多具正粒序,单个粒序厚 1~5 m,粒序底界较平整,不具明显的底侵蚀现象。有的砾岩中发育植物干化石印模。

厚层状砾岩的形成包括泥石流、颗粒流和牵引流三种沉积作用<sup>[10]</sup>,碎屑流的运动和搬运能力取决于粘性基质强度,

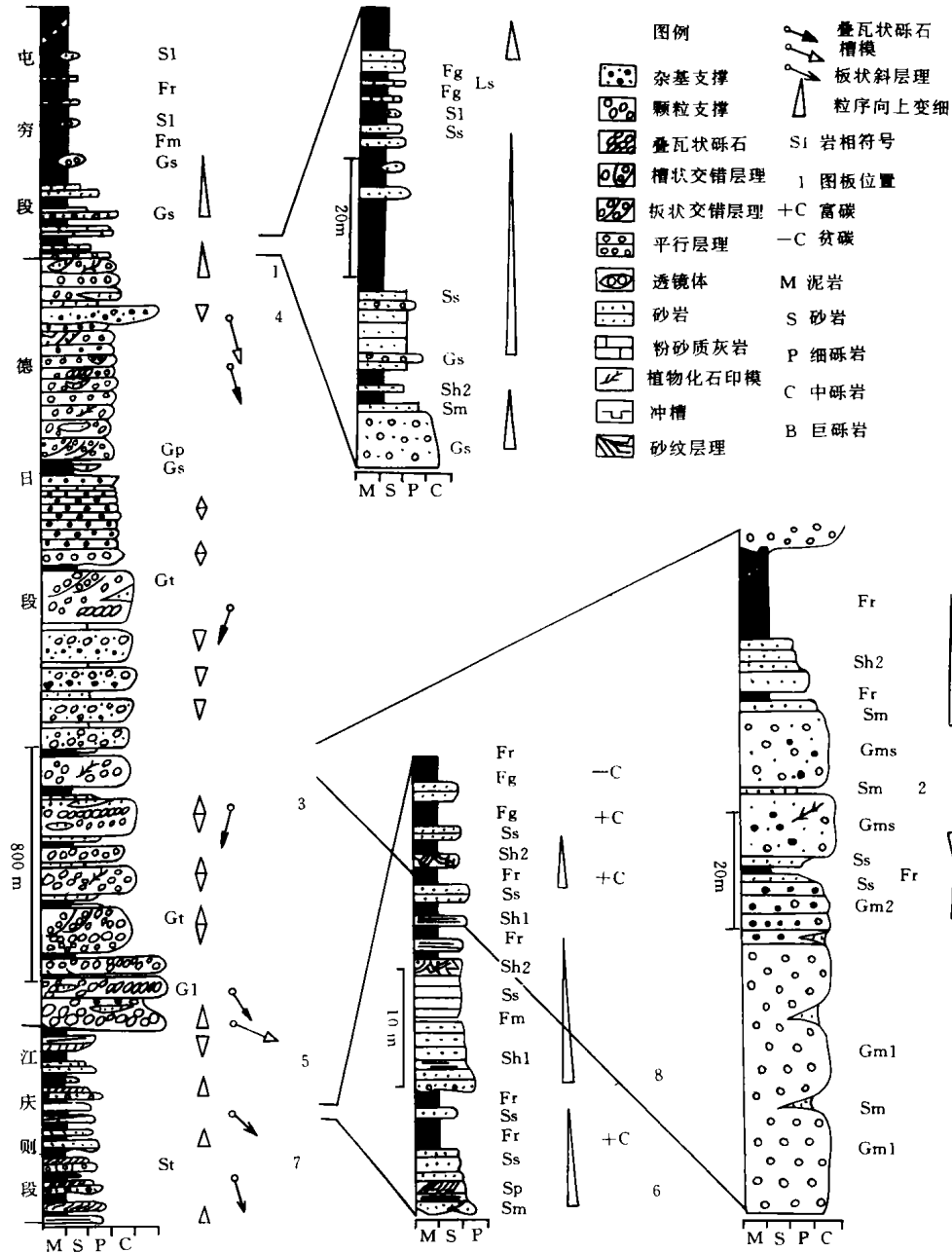


图 2 恰布林组实测地层剖面图和岩相分布(岩相符号描述请见表 1,+ C和 - C据 Einsele等<sup>[5]</sup>)

Fig. 2 Measured stratigraphic sections of the Giabulin Formation and distribution of lithofacies

牵引流和片状洪流沉积常具叠瓦状构造、定向排列和颗粒支撑等结构和构造特征,而恰布林组所发育的  $G_{m5}$   $G_{m1}$   $G_s$  三类砾岩基本上缺少粘性杂基,没有内部定向和其它组构,可以排除碎屑流和牵引流成因的可能性。Lowe(1982)认为颗粒间的相互作用产生的分散应力和高密度的砂-水基质的上浮力是支撑粗碎屑和保持流体运动的主要因素,一旦这种作用解除,流动迅速停止,颗粒没有优选方位的机会而杂乱地堆积下来,并称这种流体为变密度颗粒流。类型  $G_{m5}$  和  $G_{m1}$  (图 3A) 厚度巨大,上、下粒序间多为突变关系,表明单个粒序  $G_{m5}$  层代表一次碎屑流-颗粒流沉积,形成辫状分流河道和下水分流河道;而单个粒序  $G_{m1}$  层代表了一次颗粒流,形成典型的辫状分流河道;类型  $G_s$  (图 3-B) 为薄层或透镜状,并常与砂岩、泥岩互层,有的与砂泥岩呈齿状接触(图版-1),因此可推测其为片状颗粒流沉积,为下水分流河道的延升或滑塌浊积体成因,显然  $G_s$  的流体动力强度比  $G_{m5}$  和  $G_{m1}$  流体强度稍弱。

表 1 恰布林组岩相划分

Table 1 Lithofacies classification of the Giabulin Formation

相符号	岩相	沉积构造	成因解释
砾岩相	$G_{m5}^*$ 杂基支撑,未分选,块状砾岩	无内部组构	碎屑流沉积
	$G_{m1}$ 杂基-颗粒支撑,分选差,块状砾岩	无内部组构	颗粒流沉积
	$G_{m2}$ 杂基-颗粒支撑,分选差,大致呈层状	具平行层理	纵向砾坝
	$G_t^*$ 颗粒支撑,分选中-差,层状砾岩	具大规模槽状交错层理	小型河道充填
	$G_p^*$ 颗粒支撑,分选中-差,层状砾岩	具大规模板状交错层理	舌形砾坝
	$G_s$ 杂基支撑,未分选,薄层或透镜状砾岩	无内部组构	片状颗粒流沉积
砂岩相	$G_l$ 颗粒支撑,透镜状砾岩	具叠瓦状构造	水道沉积
	$S_m$ 斑杂状,分选差,细-粗砂岩	无内部组构	碎屑流沉积
	$S_p^*$ 中-差分选,可含砾,中-粗砂岩	板状交错层理	舌形砂坝
	$S_t^*$ 中-差分选,可含砾,中-粗砂岩	槽状交错层理	河道充填
	$Sh_1$ 中-差分选,可含砾,中-粗砂岩	平行层理	面状底流沉积
	$Sh_2$ 中-好分选,细-粉砂岩	沙纹层理	低流态沉积
	$S_f^*$ 分选差,透镜状,中-粉砂岩	具板状交错层理	冲槽充填
$S_s^*$ 中-差分选,可含砾,层状,细-中砂岩	无内部组构	片状颗粒流沉积	
泥岩相	$F_m^*$ 杂色,可含砂,层状泥岩	层理构造	盆地、洪泛平原
	$F_r^*$ 紫色,可含砂,层状泥岩	含植物	盆地、洪泛平原
	$F_g^*$ 灰绿色,可含砂,层状泥岩	无内部组构	盆地、洪泛平原
灰岩相	$L_s$ 深灰色层状粉砂质灰岩	波痕	盆地

\* 相符号据 Miall A. D. (1978)<sup>[9]</sup>

(2)  $G_{m2}$   $G_p$  岩相: 两类砾岩共同特点是,基本上是颗粒支撑,分选中-差,最大粒径 35 cm,平均为 4~6 cm,粒度分布具多众数的特点(图 3-C),大的砾石磨圆度一般都比较高,大致呈层状分布,具有一定的内部组构。基质含量 10%~20%,主要为粗-细砂,缺少泥杂基。它们与砂泥岩互层,岩层顶底与砂岩或泥岩为突变接触(图版-2),顶界平坦或呈上拱状,底界有时可见小规模冲刷凹槽,但无明显地下切砂泥岩的水道形态。 $G_{m2}$  类具平行层理, $G_p$  类可见大规模板状交错层理。

分选中-差,杂基主要为砂和泥,底界不常见大规模的冲刷凹槽,大致呈层状分布是片状颗粒流的特征,但颗粒支撑,具有平行层理或板状交错层理,底界见有小或较大规模的冲刷凹槽又是牵引流的特征,因此, $G_{m2}$   $G_p$  岩相同时具备了片状颗粒流和牵引流的特征。 $G_{m2}$  中,厚层稳定者为片状颗粒流沉积的席状体,透镜状者为片状颗粒流堆积的纵向砾坝。 $G_p$  为牵引流推动下的大型砾质沙垅移动而形成的舌形砾坝。可以推断,片状颗粒流在流体密度减小的过程中形成  $G_{m2}$ ,转为密度低的牵引流时,形成  $G_p$ ,  $G_{m2}$ 、 $G_p$  为同一机制下的不同阶段形成的产物。

(3)  $G_t$   $G_l$  岩相: 两类砾岩共同特点是颗粒支撑,分选中等,最大粒径 15 cm,平均 3~4 cm,砾石填集紧密,多呈叠瓦状构造,砾石的最大扁平面倾向上游(图版-3),含一定的砂质填隙,缺少泥杂基。砾岩多具正粒序,岩层底界呈突变与砂岩接触,具明显的下蚀凹槽,具水道形态(图版-4)。 $G_t$  类呈层状分布,有的发育大规模槽状交错层理; $G_l$  呈透镜状,分布在其它砾岩中。颗粒支撑,砾石叠瓦状排列,槽状交错层理,明显的下蚀凹槽是典型的牵引流形成的产物,因此推断  $G_t$   $G_l$  类属牵引流的水道充填,其中, $G_t$  为辫状分流河道沉积, $G_l$  为废弃河道。

## 1.2 砂岩相

恰布林组的砂岩相亦非常发育,可进一步划分为下列 7 种类型(表 1):

(1)  $S_m$   $S_s$  岩相: 两种砂岩共同特点是,杂基支撑,分选中-差,砂岩无内部组构,多呈层状分布,岩层顶底界面平坦,无明显的冲刷凹槽,有的砂岩中发育植物干化石印模或少许煤点,具碎屑流-颗粒流沉积特征(图版-5)。砂岩的粒度分布都具有多众数特征(图 4-A),具洪积杂砂岩和河床砂岩相标志。其粒度分布累计概率曲线(图 5-A)显示了古代河流的特征。 $S_m$  为能量稍弱的碎屑流沉积,跳跃和悬浮总体为主要成分,牵引总体发育,粒度范围 0.5~6.0 $\phi$ ,可能为砾质碎屑流在洪峰降落之后形成的砂质分流河道或下水分流河道; $S_s$  以跳跃和悬浮总体为主要成分,而牵引总体不很发育,粒度范围 0.5~6.0 $\phi$ ,可能为砂质碎屑流能量减弱后形成的砂质片状颗粒流又形成洪泛平原,反映同一机制下的不同演化阶段形成的产物。

(2)  $S_p$   $S_t$   $Sh_1$  岩相: 三种砂岩共同特点是,杂基-颗粒支撑,分选中-差,砂岩中含有较多的内部组构,呈层状分

布。砂岩粒度分布具多众数—双众数特征(图 4-B),直方图显示负偏态,具河床砂和海滨砂沉积特征。其粒度分布累计概率曲线(图 5-B)显示三角洲体系和河口砂坝沉积特征。岩层顶面一般较平坦,与泥岩渐变过渡接触,底面与泥岩呈突变接触,具明显的下蚀凹槽,显示水道形态,具有典型的牵引流特征。Sp类主要由跳跃和悬浮总体组成,牵引总体含量少,发育板状交错层理(图版-6),为牵引流推动沙垅牵移而形成,呈舌形砂坝分布;St类牵引总体含量更少,发育槽状交错层理(图版-7),为牵引流纵向充填河道形成的纵向砂坝,而Sh类不含牵引总体,发育平行层理(图版-8),为高流态的面状底流的沉积。因此这三类砂岩是牵引流在不同河道形态、不同河道位置形成的。

(3) S1岩相: 颗粒—杂基支撑,分选差。砂岩多呈透镜状,可发育板状交错层理。岩层顶面一般较平坦,与泥岩或砾岩为突变接触;底面与泥岩呈突变接触,具明显的下蚀凹槽,与砾岩呈渐变接触。此类砂岩沉积具片状颗粒流和牵引流沉积特征。当 S1类底界为砾岩时,一般为砾质颗粒流冲槽沉积的尾声,构成废弃河道;当底界为泥岩时,为牵引流形成的冲槽充填。

(4) Sh2岩相: 分选中—好的细—粉砂岩,常发育沙纹层理,为典型的低流态沉积,属牵引流量减弱时的产物。

1.3 泥岩相

恰布林组泥岩相亦非常发育,但种类较少,可进一步划分为以下 3 种类型(表 1):

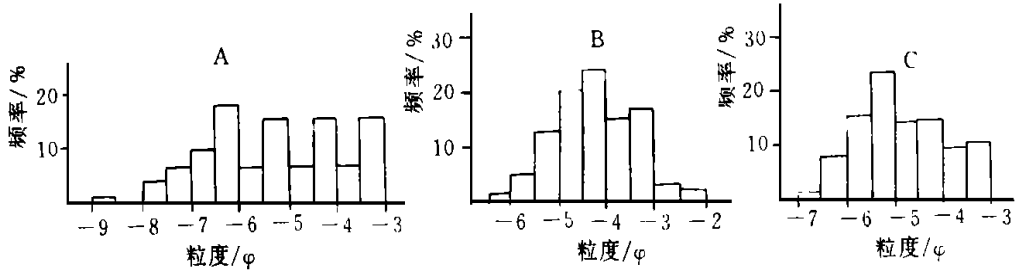


图 3 恰布林组砾岩的粒度分布直方图<sup>[2]</sup>

Fig. 3 Histograms of grain size distribution in conglomerates of the Giabulin Formation<sup>[2]</sup>

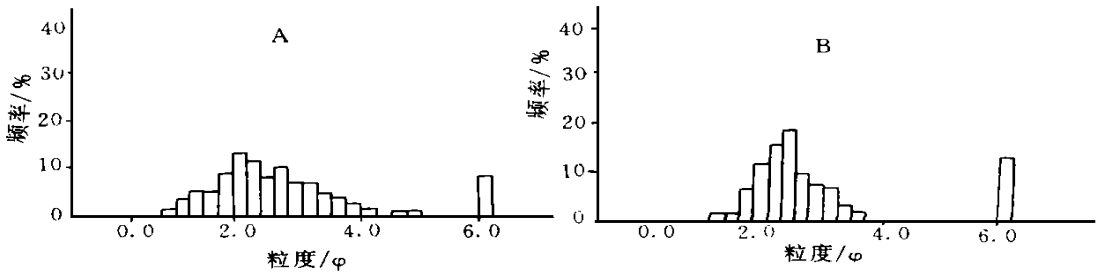


图 4 恰布林组砂岩的粒度分布百分频率直方图(样品编号 A: L6-1, B: JQ2-1)

Fig. 4 Percentage-frequency histograms of grain size distribution of the Giabulin Formation sandstone

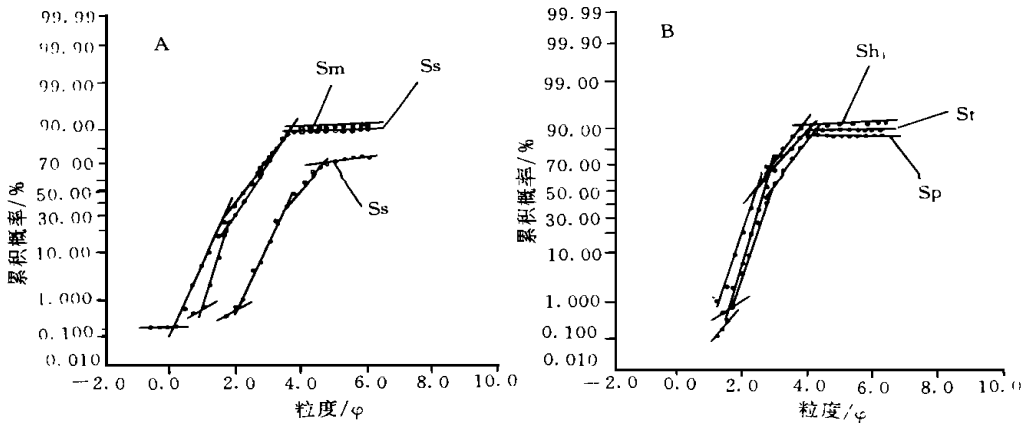


图 5 恰布林组砂岩的粒度分布累积概率曲线

样品编号: Sm: L6-1, Ss(上): LQ1-6, Ss(下): JQ17-1, Sh<sub>1</sub>: JQ2-1, St: L9-1, Sp: JQ22-4

Fig. 5 Cumulative-probability curve of grain size distribution of the Giabulin Formation sandstone

(1) Fm 岩相: 杂色, 常含有一定量的粉砂质, 具层理构造, 发育钙质结核。在江庆则段中, 此类泥岩与砂岩相一同构成辫状河沉积层序, 因此可推断为洪泛平原沉积; 在德日段上部和屯穷段, 泥岩同砂岩互层或呈块状形式存在, 暗示含水盆地的存在, 可推断为盆地泥岩。

(2) Fr Fg 岩相: 分别为紫色和灰绿色, 可含一定量的粉砂质, 发育钙质或泥质结核, 为洪泛平原或盆地成因。

1.4 灰岩相

主要在屯穷段下部见有 Ls 岩相 (图 2 表 1): 深灰色, 层状粉砂灰岩。陆源粉砂质碎屑约占 20%, 层面见有回流波痕, 说明往复性水流存在的可能性, 因此可以推断此类灰岩相为滨岸或盆地沉积。

2 沉积相和沉积环境分析

根据恰布林组岩相特征及其组合, 将恰布林组沉积相划分为辫状河—扇三角洲相, 其中江庆则段为辫状河亚相, 德日段为扇三角洲平原和前缘亚相, 屯穷段为前扇三角洲亚相, 其岩相组合方式见表 2。

表 2 恰布林组沉积相组合

Table 2 Sedimentary facies combination of the Giabulin Formation

相	亚相	微相 (岩相)
扇三角洲	前扇三角洲 (屯穷段)	Gs Sm Sh <sub>2</sub> S1 Ss Fm Fr Fg Ls
	扇三角洲前缘 (德日段上部)	水下分流河道: Gms Gt; 纵向砾坝: Gm <sub>2</sub> ; 舌形砾坝: Gp; 前缘薄层砂: Sm Ss; 滑塌浊积体: Gs; 盆地: Fr Fm
	扇三角洲平原 (德日段下部)	辫状分流河道: Gms Gm <sub>1</sub> Gt; 废弃河道: G1; 纵向砾坝: Gm <sub>2</sub> ; 洪泛平原: Sm Ss Fr
辫状河 (江庆则段)	分流河道: Sm Sh <sub>1</sub> ; 废弃河道: S1; 纵向砂坝: St Sh <sub>2</sub> ; 舌形砂坝: Sp Sh <sub>2</sub> ; 洪泛平原: Ss Fg Fr	

这是一个典型的由辫状河到后退型扇三角洲层序, 层次结构明显。下部是江庆则段辫状河沉积, 最发育的是牵引流成因的砂岩相 Sp S1 和 Sh<sub>1</sub>, 而低能碎屑流和颗粒流成因的岩相 Sm 和 Ss 牵引流成因的岩相 S1 和 Sh<sub>2</sub> 则占较小比例, 这些岩相组合成 5 种微相: 分流河道、废弃河道、纵向砂坝、舌形砂坝和洪泛平原。中部是德日段下部扇三角洲平原沉积, 最发育的是片状颗粒流成因的岩相类型 Gms Gm<sub>1</sub> 和 Gm<sub>2</sub>, 其次为牵引流成因的砾岩类型 Gt 和 G1, 颗粒流成因的 Sm 和 Ss 仅占很小比例, 组合成 4 种微相: 辫状分流河道、废弃河道、洪泛平原和纵向砾坝。中上部是德日段上部扇三角洲前缘沉积, 最发育的是片状颗粒流成因的岩相类型 Gms Gm<sub>2</sub> Gs 和牵引流成因的岩相类型 Gt 和 Gp, 低能颗粒流 Sm 和 Ss 占很小比例, 盆地相 Fr 和 Fm 亦占一定比例, 这些岩相组合成 6 种微相: 水下分流河道、纵向砾坝、舌形砾坝、前缘薄层砂、滑塌浊积体和盆地相。上部是屯穷段的前扇三角洲沉积, 以盆地相泥岩相 Fm Fr 和 Fg 为主, 夹滑塌浊

积体相 Gs Sm 和 Ss, 灰岩相 Ls 只占很小比例。

恰布林组辫状河—扇三角洲沉积组合中多数泥岩和砂岩都是呈紫红色的, 取自前扇三角洲沉积的紫红色泥岩和粉砂岩<sup>[2]</sup>, 其 Fe<sup>3+</sup> 的含量为 1.83% ~ 2.34%, Fe<sup>2+</sup> 为 0.78% ~ 1.29%, Fe<sup>3+</sup> / Fe<sup>2+</sup> 比值为 1.8 ~ 2.4, CaCO<sub>3</sub> 的含量为 8.3% ~ 9.4%。此外, 在扇三角洲沉积中还见有粉砂质灰岩的夹层。结合上述扇三角洲砾岩的形成特征, 本文认为其沉积期间的气候应是相当炎热、干燥的, 阵发性暴雨可能为主要的降雨方式。

表 3 恰布林组泥岩古盐度数据

Table 3 Data of paleosalinity in the Giabulin Formation mudstone

样品	B × 10 <sup>-6</sup>	Ga × 10 <sup>-6</sup>	Rb × 10 <sup>-6</sup>	K <sub>2</sub> O / %	校正硼 × 10 <sup>-6</sup>	相当硼 × 10 <sup>-6</sup>	B/Ga	Sr/Ba	古盐度 / ‰
JQ2-2	31	35	29	3.93	67	60	0.89	0.32	12.0
JQ15-1	38	37	13	3.48	93	85	1.03	0.23	14.1
JQ52-1	42	30	17	2.84	126	110	1.40	0.29	15.2
JQ5-3	52	34	10	2.83	156	135	1.53	0.31	20.0

室内工作中选取恰布林组江庆则段和屯穷段具有代表性泥岩样品 4 个, 分析了部分重要的微量元素 (表 3), 根据校正硼含量计算公式校正硼含量 = 8.5 × 吸附硼含量 / K<sub>2</sub>O%<sup>[11]</sup>, 求出校正硼含量, 并换算出相当硼含量; 再利用古盐度计算公式 log Bk = 1.28 log S<sub>p</sub> + 0.11 (式中 S<sub>p</sub> 为古盐度 (‰), Bk 为吸附硼 (× 10<sup>-6</sup>)<sup>[12]</sup>, 求出古盐度, 并结合 B/Ga Sr/Ba 比值关系来判别恰布林组沉积时的古环境 (表 3)。根据恰布林组泥岩中硼含量、相当硼含量、B/Ga 比值、Sr/Ba 比值和古盐度数据进行古环境判别, 结果说明恰布林组属低盐度—半咸水沉积。利用淡水相和海水相相区图 (图 6) 进行古环境判别, 同样得出恰布林组沉积落入未定区—海水区的结论。

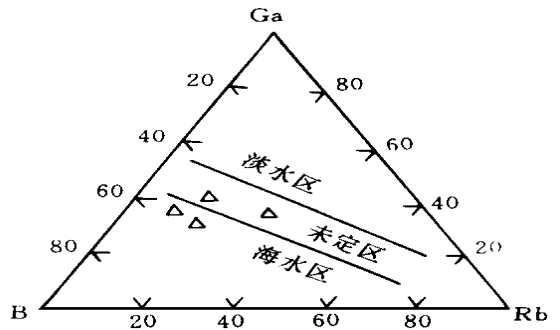


图 6 恰布林组泥岩 Ga B Rd 相对分布

Fig. 6 Relative abundance for gallium boron and rubidium of the Giabulin Formation mudstone

因此, 本文认为恰布林组沉积的古环境为陆相辫状河—退积型扇三角洲。在区域构造上, 恰布林组沉积在拉萨板块

南缘,边邻正在进一步扩大的特提斯洋,产生该组层序由下至上急剧海侵的过程。当时的古气候为相当炎热、干燥的,属强烈氧化环境,以阵发性暴雨为主要的降雨方式,充足的大气降水和陆源淡水的供给,使盆地古盐度急剧降低,海侵的主要原因则为大气降水和特提斯洋海侵。

### 3 物源区及构造背景讨论

江庆则段为陆相辫状河砂泥沉积,主要岩性为含砾粗粒(长石)岩屑杂砂岩、中细粒(长石)岩屑杂砂岩、紫色泥岩夹少量灰绿色泥岩,砂岩碎屑中含有大量放射虫硅质岩、石英岩、玄武岩和凝灰岩,多具杂基-颗粒支撑,碎屑分选、磨圆较差,成分成熟度和结构成熟度较低;德日段为扇三角洲平原和扇三角洲前缘沉积,主要岩性为杂色细卵石岩、粗砾岩、砾岩夹砂岩、砂泥岩互层,其砂岩的岩性与碎屑成分同江庆则段砂岩相当,具近源快速沉积特征;屯穷段为前扇三角洲泥岩沉积,主要岩性为紫色泥岩、粉砂岩夹粉砂质灰岩沉积,底部为中薄层中粗粒砾岩,砂岩碎屑中亦含有大量长石、岩屑和具波状消光的石英,其岩屑中亦含有大量放射虫硅质岩、玄武岩和凝灰岩,结构成熟度和成分成熟度均较低。经过对三段砂岩 34 个样品中碎屑成分统计,在砂岩 QmFLt 三角图解<sup>[13]</sup>中,有 27 个落入过渡再旋回和岩屑再旋回物源区,其它落入过渡弧和切割弧物源区(图 7-A),砂岩 QpLvLs 三角图解<sup>[13]</sup>中有 32 个落入俯冲复合体和混合造山带物源区(图 7-B)。根据江庆则段砂岩中发育的板状交错层理、槽状交错层理,德日段砾岩层底部的槽模、叠瓦状排列的砾石共获得的 68 个古水流数据显示古水流主要由北向南(图 2)。

值得注意的是恰布林组砾岩中砾石成分复杂,几乎容纳了全部类型的钙碱性系列岩浆岩类,多数的沉积岩类和部分变质岩类,为该组物源区分析提供了最直接的证据。野外工作按岩性大类进行统计,自下而上表现为:底部砾石成分以砂岩、硅质岩和中基性岩为主,次为超基性岩、酸性岩和变质岩,向上硅质岩由含量 47% 增至 64%,超基性岩由 5% 增至 16%,而中基性岩和砂岩减少,反映了物源供给情况发生了

变化。其中基性-超基性岩包括斜长角闪片岩、方辉橄榄岩、辉长岩、玄武岩,并含有斜长花岗岩,硅质岩主要为放射虫硅质岩。这套基性-超基性岩和放射虫硅质岩为蛇绿岩套组合,因而极可能来源于蛇绿岩组合。结合恰布林组砂岩物源区分析,恰布林组的物源区为北部再旋回造山带,显示出俯冲复合体物源特征。

恰布林组沉积环境为辫状河-扇三角洲。扇三角洲出现在较局限的地貌背景下,它们在断层边界具较高保存能力。因此在地质记录中扇三角洲相的出现常作为确定主断裂或活动断裂位置的直接证据。而辫状河沉积往往与断裂带无关,或远离断裂带,沉积坡度陡~中等,侧向连续性较好,沉积动力学机制相对稳定<sup>[14]</sup>。因此,恰布林组为两种构造背景持续作用的产物。早期,恰布林组沉积构造背景相对稳定,为近源沉积的辫状河相;中期,俯冲带内主断裂或边界断裂活动,物源为近源、上升隆起区域,产生快速堆积的扇三角洲平原和前缘亚相;晚期,伴随海侵的发展,沉积前扇三角洲亚相。

Alf gre 等<sup>[15]</sup>在冈底斯带南部拉萨附近发现角闪岩、变质枕状熔岩和变质燧石组成的变质蛇绿岩套的出露,可能与恰布林组物源区有关,恰布林组沉积学研究将为特提斯洋在东部地区演化历史提供依据。

### 4 结论

(1)恰布林组沉积环境为陆相辫状河-过渡相扇三角洲,其沉积相由下至上为辫状河亚相、扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘亚相和前扇三角洲亚相,沉积层序显示了急剧海侵的过程。沉积岩相有 7 种砾岩相、7 种砂岩相、3 种泥岩相和 1 种灰岩相。

(2)恰布林组物源区分析显示,主要物源为再旋回造山带中的板块俯冲混杂岩和火山过渡弧至切割弧,其中板块俯冲混杂岩组合以蛇绿岩为主体,物源主要来自北方。恰布林组早期构造背景相对稳定,而中晚期由于边界断裂活动,构造作用活跃。

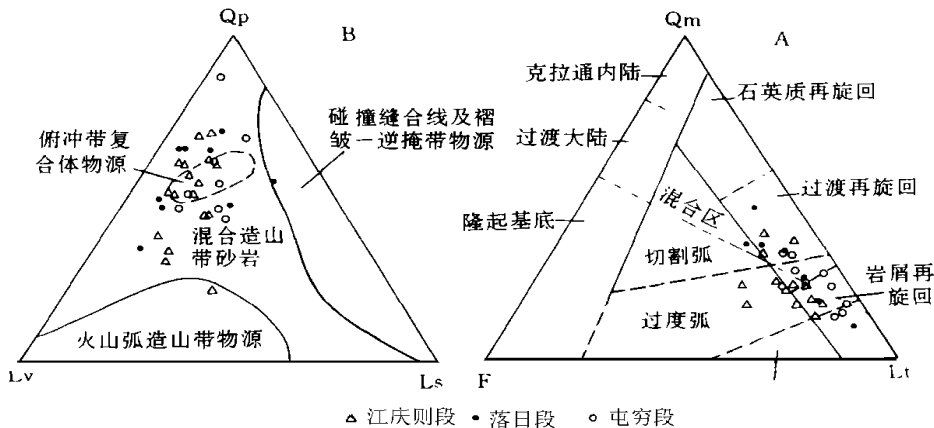


图 7 恰布林组砂岩 QmFLt 和 QpLvLs 图解

Fig. 7 Framework-grain QmFLt and QpLvLs composition of the Giabulin Formation sandstone

参加野外工作的还有成都理工学院李祥辉副教授、陆彦副教授、何政伟副教授、陈建平副教授、北京地质大学万晓樵教授,借此表示谢忱!

### 参 考 文 献

- 1 尹集祥,孙晓兴,孙亦因等.西藏南部日喀则地区双磨拉石岩系的地层学研究.见:中国科学院地质研究所集(3).北京:科学出版社,1988.158-176
- 2 刘宝珺,余光明,陈成生.西藏日喀则地区第三系大竹卡组砾质扇三角洲—片状颗粒流沉积.岩相古地理,1990,(1):1-11
- 3 西藏自治区地质矿产局.西藏自治区区域地质志.北京:地质出版社,1993
- 4 Ratschbacher L, Frisch W, Chen C, Pan G. Deformation and motion along the southern margin of the Lhasa Block (Tibet) prior to and during the Asia-India collision. J. Geol., 1992, 16(1/2): 21-54
- 5 Einsele G, Liu B, Dürr S D, et al. The Xigaze forearc basin evolution and facies architecture (Cretaceous, Tibet). Sediment. Geol., 1994, 90: 1-32
- 6 Yin A, Harrison T M, Kyerson F J, et al. Tertiary structural evolution of the Gandese thrust system, Southeastern Tibet. J. Geol. Res., 1994, 99(B9): 18 175-18 201
- 7 刘志飞,王成善,李祥辉.西藏日喀则地区恰布林组地层学研究.成都理工学院学报,1996,23(2):56-63
- 8 Wang Chengshan, Liu Zhifei, He Zhengwei, Lu Yan, Li Xi-anhui. Yarlung Zangbo paleo-suture zone inferring from sedimentary and provenance analysis of Giabulin Formation, Xigaze region, Southern Tibet. In: Angiolini L, Balini M, et al. eds. 12th Himalaya-Karakorum-Tibet International Workshop Abstract Volume, Rome, 1997. 101
- 9 Miall A D. Principles of sedimentary basin analysis. New York Berlin Heidelberg Tokyo: Springer-Verlag, 1984
- 10 Allen P A. Sediments and processes on a small small-flow-dominated Devonian alluvial fan, Shetland Islands. Sediment. Geol., 1981, 29: 31-61
- 11 Walker C T, Price N B. Departure curves for computing paleosalinity from boron in illites and shales. AAPG Bull., 1963, 47(5): 833-841
- 12 Couch E L. Calculation of paleosalinities from boron and clay mineral data. AAPG Bull., 1971, 55(10): 1829-1837
- 13 Dickinson W R. Provenance, sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins. In: Klienspehn K L, Paola C, eds. New perspectives in basin analysis. New York Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1988
- 14 McPherson J G, Shanmugam G, Molola R J. Fan-deltas and braid deltas: Varieties of coarse-grained deltas. GSA Bull., 1988, 99: 331-340
- 15 Allègre C J, Courtillet V and 33 others. Structure and evolution of the Himalaya-Tibet orogenic belt. Nature, 1984, 307: 17-22

## Braided River-Fan-Delta Depositional System of the Early Cretaceous Giabulin Formation in the Xigaze Region, Xizang (Tibet)

Liu Zhifei Wang Chengshan

(Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

### Abstract

The Early Cretaceous Giabulin Formation, which is distributed along the north margin of the Yarlung Zangbo ophiolite suite, is easy to distinguish in the field. It is characterized by a sequence of terrigenous clastic rocks, principally mottled sandstones and conglomerates. Seven types of conglomerate, seven types of sandstone, three types of shale, and one limestone may be classified according to formation and their lithofacies characteristics. They comprise four sedimentary subfacies, from bottom to top braided river subfacies, fan-delta plain subfacies, fan-delta front subfacies, and profan-delta subfacies. This progression makes up a retrogradational sequence taking together the global Cretaceous transgress condition.

Paleosalinity of the Giabulin Formation was 12 ‰ - 20 ‰, and its paleoenvironments were intermediate between semi-brackish water and salt water. The sedimentary environments of the braided river of terrestrial facies and the fan-deltas of transitional facies can be concluded from the discussion above.

Sediments of the Giabulin Formation were derived chiefly from recycled subduction complexes, and from dissected transitional island arcs. Those provenances were all distributed nearby to the north of the

Yarlung Zangbo River. During deposition of the Giabulin Formation, the Tectonic settings was relatively passive in the early stage and active in the late stage.

**Key words** Giabulin formation lithofacies braided river-fan-delta provenance Xizang(Tibet)

图版 1. 德日段上部砾岩与灰绿色泥岩呈齿状接触关系,显示砾岩层的尖灭;2. 德日段上部砾岩层与砂岩层为突变接触,接触面平坦;3. 杂色粗砾岩,颗粒支撑,砾石呈次圆至圆状,分选中—差,最大砾石粒径 12 cm,平均 3~6 cm,具叠瓦状排列;4. 德日段上部砾岩底部发育的大规模槽模,下伏地层为紫色泥岩;5. 江庆则段砂岩中发育的植物干化石印模,呈交叉状;6. 江庆则 1 段粗砂岩中发育板状交错层理,层理的收敛角较小;7. 江庆则段粗砂岩中发育的槽状交错层理;8. 江庆则段中粗砂岩中发育的平行层理。