

# 羌塘盆地东部冬曲地区上三叠统巴贡组 沉积环境分析

占王忠<sup>1,2</sup>, 彭清华<sup>1,2</sup>, 陈文彬<sup>1,2</sup>

1 中国地质调查局成都地质调查中心; 2 自然资源部沉积盆地与油气资源重点实验室

**摘要** 羌塘盆地东部冬曲地区上三叠统巴贡组主要发育暗色细粒碎屑岩沉积。冬曲野外露头剖面巴贡组碎屑岩的岩性特征、沉积构造、概率累积曲线、粒度参数和C-M图等的分析结果表明:冬曲地区巴贡组砂岩总体较细,分选较差,概率累积曲线主要为“一段式”,悬浮总体含量较高,跳跃总体和滚动总体较少;在C-M图上表现为与C=M基线平行的直线段;沉积构造发育深海—半深海复理石标志性的Paleodictyon古网迹遗迹化石。综合研究认为冬曲地区巴贡组为一套典型的远源滑塌浊积岩沉积。结合邻区巴贡组沉积特征,推测羌塘盆地晚三叠世具有多岛海的古地理格局。

**关键词** 羌塘盆地;晚三叠世;粒度分析;沉积环境;多岛海

中图分类号:TE121.3 文献标识码:A

## 0 引言

羌塘盆地主体位于青藏高原的北部,是我国陆域勘探程度最低、油气资源潜力巨大且最有可能取得勘探突破的含油气盆地之一。上三叠统碎屑岩为羌塘盆地油气勘探首选目的层,也是2016—2018年中国地质调查局实施的羌塘盆地第1口兼顾油气发现的参数井最主要的目的层<sup>[1]</sup>。羌塘盆地东部是上三叠统地表出露最完整的地区,然而过去对该地区上三叠统沉积环境的争议较多;2005年在进行1:25万温泉兵站幅地质填图时,认为上三叠统巴贡组属于浊流相沉积,与北羌塘拗陷北部藏夏河—多色梁子—明镜湖一带具有相同的沉积环境;2010—2014年,中国地质调查局成都地质调查中心对北羌塘拗陷北部进行野外地质调查后,认为其属于三角洲前缘相沉积;2014—2016年,在距冬曲60千米处的雀莫错东南部实施羌资7井、羌资8井和羌资16井,钻遇的巴贡组下部沉积有深水陆棚相泥页岩,上部为三角洲前缘相粉砂质泥岩与泥质粉砂岩互层。本文在对冬曲野外露头剖面的巴贡组碎屑岩进行粒度分析的基础上,结合岩性特征、沉积构造、粒度概率累积曲线、粒度散点图、C-M图等,对冬

曲地区巴贡组沉积环境进行了综合分析。

## 1 区域地质特征

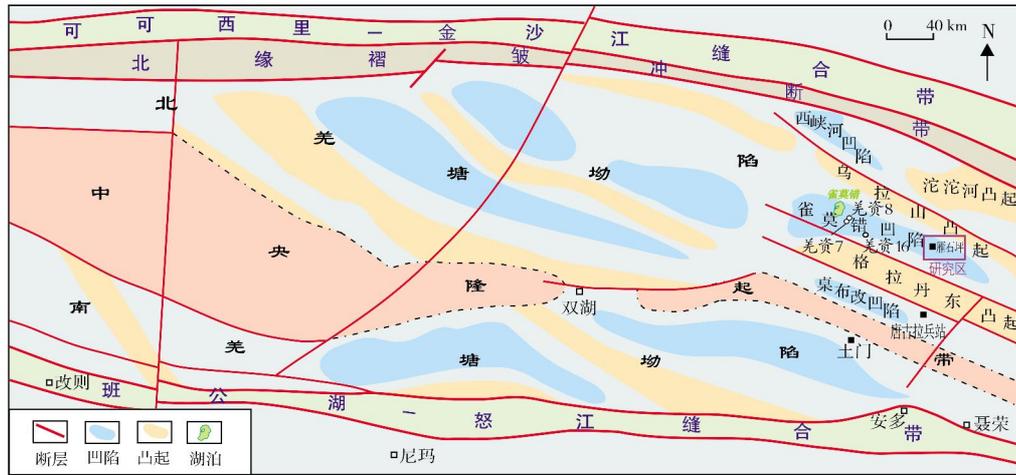
羌塘盆地位于青藏高原北部可可西里—金沙江缝合带与班公湖—怒江缝合带之间的羌塘地块上,其大地构造位置处于特提斯—喜马拉雅构造域的东段。根据沉积充填序列和地球物理资料,羌塘盆地基底自北而南划分为北羌塘拗陷、中央隆起带和南羌塘拗陷3个Ⅱ级构造单元,其中北羌塘拗陷东部又进一步划分为桌布改凹陷、格拉丹东凸起、雀莫错凹陷、乌拉山凸起、西峡河凹陷和沱沱河凸起等6个Ⅲ级构造单元<sup>[2-5]</sup>(图1a)。

冬曲地区位于羌塘盆地东部雀莫错凹陷内,主要出露上三叠统波里拉组、巴贡组,中下侏罗统雀莫错组,中侏罗统布曲组、夏里组,上侏罗统索瓦组、雪山组以及第四系(图1b),巴贡组剖面位于冬曲上游。通过对巴贡组剖面碎屑岩中锆石U-Pb年龄的测试,发现其U-Pb年龄存在4个峰值,最年轻的年龄加权平均值为(226.7±3.4) Ma,这指示上三叠统巴贡组沉积年龄为226—216 Ma,大约在晚三叠世卡尼晚期至诺利早期(另文详叙)。

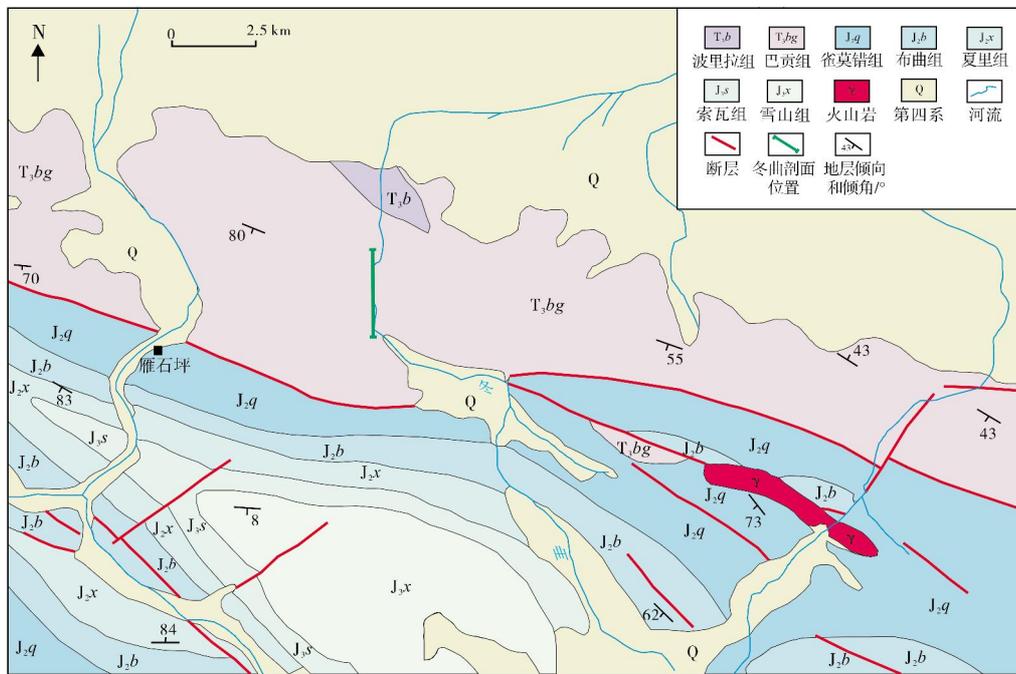
收稿日期:2017-11-29; 改回日期:2018-10-10; 网络发表日期:2019-03-12

本文受中国地质调查局项目“羌塘盆地金星湖-隆鄂尼油气资源战略调查”(编号:DD20160159)、国家自然科学基金项目“羌塘盆地海相油页岩沉积古环境、古气候及源区”(编号:41172098)、中石化勘探分公司项目“北羌塘拗陷中生界沉积储层特征研究”(编号:G0800-15-KK-051)联合资助

第一作者:占王忠,能源地质工程硕士,工程师,长期从事羌塘盆地油气地质工作。通信地址:610081 四川省成都市金牛区一环路北三段2号; E-mail: zhanwangzhong@qq.com



(a) 羌塘盆地基底构造(据文献[5]修改)及研究区位置图



(b) 研究区地质简图(据1:25万温泉兵站幅地质图修改)

图1 羌塘盆地东部冬曲地区构造位置图及地质简图

## 2 岩性特征

李璞等<sup>[6]</sup>最早将察雅巴贡的含煤砂岩、页岩地层体称为巴贡煤系。《青海省岩石地层》(1997)首次引用巴贡组,并沿用西藏地层清理组重新修订的巴贡组的定义“指整合于波里拉组石灰岩之上的一套含煤碎屑岩地层体,含植物、孢粉等化石。顶界与察雅群红色碎屑岩连续沉积,底界与波里拉组石灰岩整合接触”。同时,青海省区测队(1970)创名的土门格拉群也归属于巴贡组。该套地层岩性在羌塘盆地

区域上存在着较大的差异。羌塘盆地的地层多采用岩石单元划分,肖茶卡组三段、扎那陇巴组、土门格拉组二段、藏夏河组等与巴贡组层位相当,岩性组合基本一致,化石面貌也基本相同,均属于同一套地层。该套地层的地表露头主要分布在北羌塘坳陷北部藏夏河—乌兰乌拉湖一线、中央隆起带的周缘以及羌塘盆地的东部,其中羌塘盆地东部发育最全。

本文研究的冬曲剖面位于雀莫错凹陷内冬曲上游(图1),剖面始于E92°31.33'、N33°32.49',终于E92°32.10'、N33°31.80',地层控制厚度477.07m,未见

顶底(图2)。但在与雁石坪巴贡组—波里拉组的实测剖面、羌资7井和羌资8井的钻井资料对比后认为,冬曲剖面基本上控制了巴贡组地层。巴贡组是一套暗色沉积物组合,下段为灰色、灰绿色、浅灰色中层状粉砂岩(图3a)与灰黑色、深灰色、灰色薄—极薄层泥页岩不等厚

互层,局部夹灰色中层状岩屑砂岩;上段为浅灰色、灰绿色中—细粒岩屑石英砂岩、黑色极薄层状碳质泥页岩、粉砂岩不等厚互层,见有重荷模构造、斜层理等沉积构造。下伏地层为上三叠统波里拉组,与巴贡组整合接触;上覆地层为鄂尔陇巴组,与巴贡组整合接触。

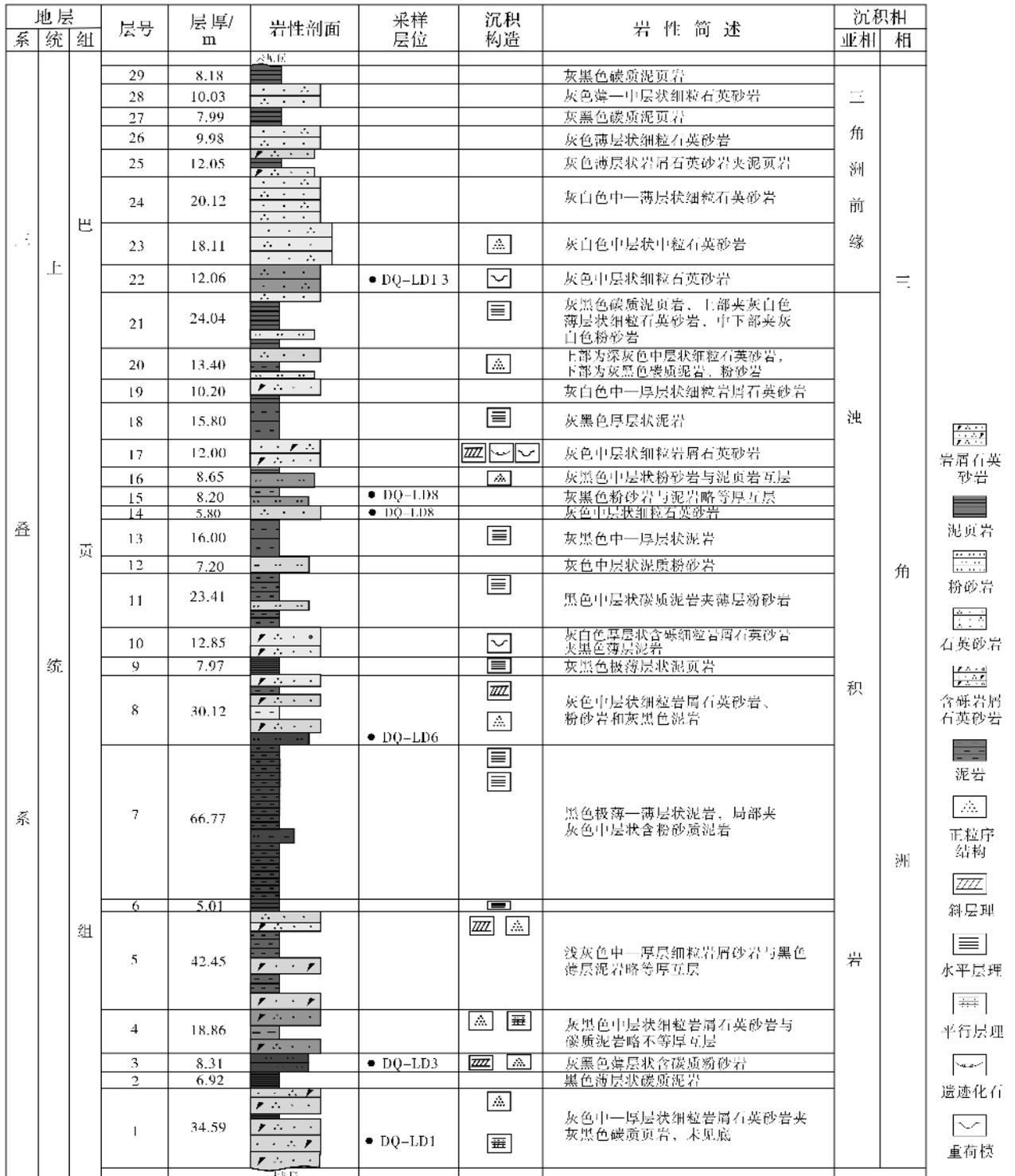
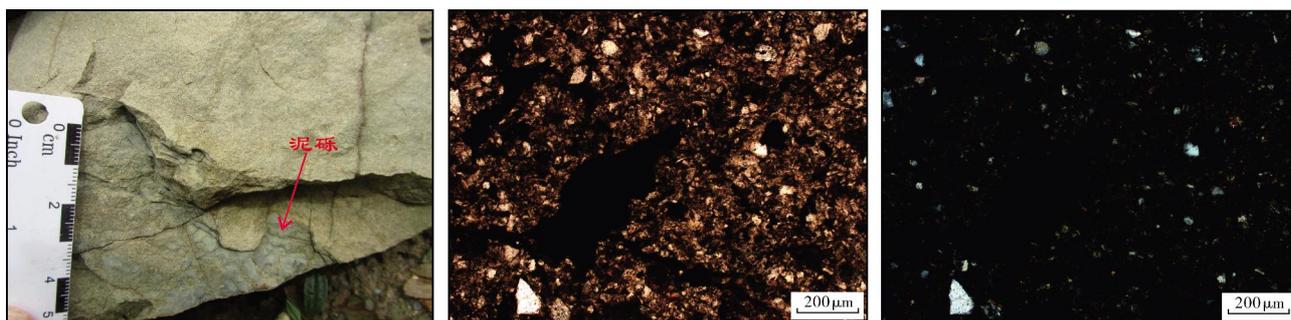


图2 羌塘盆地东部冬曲剖面柱状图

据显微镜观察,巴贡组岩石主要由石英、长石及部分岩屑组成(图3b),碎屑组分主要是石英(约10%~20%)、长石(约10%~15%)及部分岩屑(约1%~5%),碎屑粒径为0.02~0.12 mm,主要在0.02~0.05 mm之间,多呈棱角状,零散分布于泥质组分中(图3b),部分碎屑颗粒发生黏土化(图3c);可见少量云母,呈细小的片状。颗粒分选中等,支撑方式多以杂基支撑,胶结类型以孔隙式和基底式胶结为主。岩石

中含有少量有机组分(约5%),有机质主要呈团块状分布于微裂隙中,部分为炭粒(图3c),分布于泥质中。可见部分铁质(约1%~5%)(图3c),主要是黄铁矿呈草莓状或立方体状分布于泥质组分中。包含少量方解石组分,主要以泥晶或微晶粒状零散分布于泥质组分中。可见多条微裂隙发育,充填的主要是有机质。巴贡组碎屑岩成分及结构成熟度均较低,为高能环境下快速杂乱堆积的产物。



(a) 泥质粉砂岩。浅灰色, 见有团块状泥砾。样品DQ-LD13, 手标本

(b) 泥质粉砂岩。主要由碎屑组分组成, 整体呈黄褐色, 碎屑颗粒呈棱角状散布。样品DQ-LD13, 单偏光

(c) 泥质粉砂岩。成分主要为石英和长石, 可见部分炭粒和铁质。样品DQ-LD13, 正交偏光

图3 羌塘盆地东部冬曲剖面巴贡组砂岩岩性特征

### 3 沉积构造特征

羌塘盆地东部冬曲地区上三叠统巴贡组中发育有大量沉积构造。在第10、17、22等层中均存在反映重力流沉积特征的重荷模(图4a)。底部发育的印模构造是由含水的塑性软泥上的不均匀负载作用所形成,它是识别浊流沉积的重要辅助标志,也是确定浊流流向

的最好标志<sup>[7]</sup>。第6、7、9、11、13、18、21等层的泥岩中见水平层理,页理极其发育,单层厚度均大于5 m,并见有黄铁矿等,这反映了深水的还原-强还原环境。冬曲剖面巴贡组砂岩中具有丰富的层理和构造,除重荷模外,还发育有正粒序层理、水平层理、斜层理(图4b)等,分选较差、磨圆中等的泥砾大量发育(图4c)。据此判断,冬曲地区巴贡组为半深海—深海相浊流沉积。



(a) 重荷模构造。规模较大,呈不规则、瘤状凸起,高度1~10 mm。第17层岩屑石英砂岩底部

(b) 小型板状交错纹理。规模较小,单层宽度仅为1~3 mm。纹理面被铁质氧化。第8层粉砂岩

(c) 岩屑砂岩中的泥砾。泥砾大小不一,分选较差,磨圆度较好。第10层岩屑砂岩

图4 羌塘盆地东部冬曲剖面巴贡组沉积构造

同时,在砂岩底部凸起上,发育有Paleodictyon古网迹遗迹化石(图5a)。化石显示为规则整齐的六

边形网孔,网孔直径约为5~6 mm,大多呈规则的正六边形,其管状潜穴直径约为1 mm,管内主要充填

物为粉砂质沉积物,水平管相互之间形成规则整齐的六边形网孔边界,相互连通,呈蜂窝状紧密展布。在奥地利维也纳地区始新统复理石中同样有这样的遗迹化石发现<sup>[8-9]</sup>(图5b):沿层面穿过的洞穴边沿呈规则的120°角,于转折处衔接(图5c)。这

种现象可解释为造迹动物具有高度的趋触性:觅食动物最早沿平面形成蛇曲形,然后外部边缘相互重复以前的蛇曲,最后形成网孔状。此类古网迹遗迹化石被认为是深海—半深海复理石相沉积的重要标志<sup>[10-14]</sup>。



(a) 冬曲地区古网迹化石,见于灰色中层状石英砂岩中。冬曲剖面第14层 (b) 奥地利维也纳地区古网迹(据文献[8]) (c) 古网迹素描图(据文献[10])

图5 羌塘盆地东部冬曲剖面古网迹及典型古网迹特征

## 4 粒度分析

对采自冬曲剖面巴贡组的砂岩进行了薄片粒度分析统计。首先用测微尺在显微镜下直接测量岩石薄片中的最大直径,再将测量值转换为 $\phi$ 值, $\phi$ 按1/4间隔分组,计算各组内颗粒数以及频率和累积频率,每个样品统计颗粒为180~335颗。考虑到砂岩中杂基的影响,在薄片统计的基础上,又进行了杂基校正,最终计算出巴贡组砂岩的粒度参数(表1)。

砂岩颗粒平均值(Mz) 表示颗粒分布的集中趋势,它受沉积介质的平均动能(速度)和来源物质原始大小的影响。巴贡组砂岩粒度 $\phi$ 值平均为3.80~4.72,属于极细砂—粗粉砂。

标准偏差( $\sigma$ ) 表示分选程度的参数,代表颗

粒大小的均匀程度,或者说是表现围绕集中趋势的离差。巴贡组砂岩标准偏差为0.88~1.12,表明砂岩颗粒分选中等<sup>[15]</sup>。

偏度(SK) 用来判别粒度分布的不对称程度。巴贡组砂岩偏度为0.22~0.39,属于正偏—很正偏,表明沉积物以偏粗粒为主<sup>[15]</sup>。

峰度(K) 用来衡量粒度频率曲线的尖锐程度。巴贡组砂岩峰度为0.96~1.92,频率曲线中等—很尖锐,表明至少有一部分沉积颗粒未经环境改造而直接沉积成岩。

冬曲地区巴贡组砂岩粒度总体偏细,但沉积物分选中等—较差,偏粗粒占大多数,表现沉积物经过远距离搬运分选后快速堆积的特点,较符合三角洲前缘前部的滑塌浊积岩的沉积特征<sup>[15]</sup>。

表1 羌塘盆地东部冬曲剖面巴贡组砂岩粒度参数

样品编号	岩性	层号	平均值	标准偏差	偏度	峰度	C值	M值	颗粒总数
DQ-LD1	粗粉砂质不等粒砂岩	第1层	4.06	1.12	0.39	1.92	0.133 8	0.062 8	330
DQ-LD6	含细砂粉砂岩	第8层	4.72	0.88	0.27	1.35	0.104 3	0.040 8	180
DQ-LD8	粗粉砂质不等粒砂岩	第14层	3.80	1.00	0.23	0.96	0.197 3	0.076 7	335
DQ-LD13	粗粉砂质不等粒砂岩	第22层	3.83	0.89	0.22	0.98	0.195 3	0.074 9	272

巴贡组砂岩粒度概率累积曲线主要为一段式(见图6)。碎屑颗粒的粒径较小, $\phi$ 值一般大于2,粒度区间宽, $\phi$ 值主要集中在2~5之间;曲线斜率为

58°,悬浮总体大,分选差,含有少量跳跃组分和极少数滚动组分。这些符合浊流沉积粒度概率累积曲线的特征。

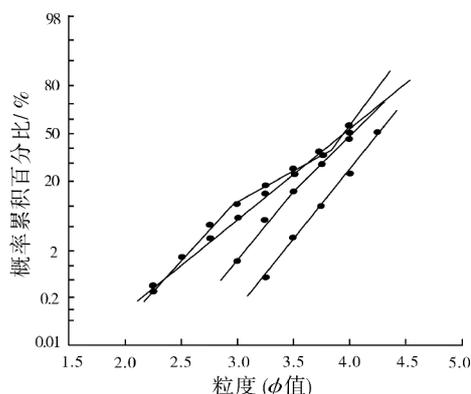


图6 羌塘盆地东部冬曲剖面巴贡组砂岩粒度概率累积曲线

巴贡组砂岩在C-M图上表现为平行于C=M基线的直线段(图7),反映巴贡组砂岩属于重力流沉积,C与M成比例地增加,说明具有递变悬浮搬运的特征。C-M图上样品点的中线与C=M线的距离 $I_m$ 为粒度象的分选参数,研究区砂岩的 $I_m=122$ ,说明沉积物分选中等—较差;波浪是海底水流扰动的主要营力,海水加深时,波浪的活动减弱,最大水流扰动 $C_s$ 是海深的指数,研究区最大水流扰动 $C_s=200\ \mu\text{m}$ ,砂岩属于半深水细砂级<sup>[16]</sup>,表明冬曲地区浊流具有半深水递变悬浮搬运沉积特征<sup>[17]</sup>,说明其浊流的成分更大一些。

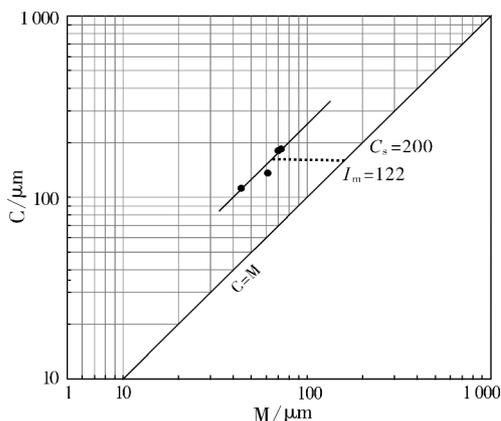


图7 羌塘盆地东部冬曲剖面巴贡组砂岩C-M图

## 5 沉积特征

冬曲地区巴贡组总体为灰色—深灰色泥质粉砂岩或粉砂质泥岩沉积,发育重荷模构造、斜层理、正粒序层理等沉积构造,发育有Paleodictyon古网迹遗迹化石。结合砂岩粒度分析结果,认为冬曲地区巴贡

组具有明显的浊流沉积特征,应属于三角洲前缘滑塌浊积岩沉积<sup>[18]</sup>。

滑塌浊积岩是在一定外界触发条件(如地震作用)及自身重力作用(如压实沉陷作用)下,斜坡高部位先存的沉积物沿斜坡以连续或不连续块体形式向斜坡底部滑动,在斜坡下部平缓地带堆积形成的沉积体,平面上呈扇状、团块状或不规则形状。该类型的浊积体分为2种:一种为与物源相连的滑塌,另一种是与物源相离的滑塌<sup>[19]</sup>。其中与物源相连的滑塌浊积岩分布较广,平面上呈扇状、舌状或狭长不规则状,砂质含量较高,粒度相对较粗;与物源相离的滑塌浊积岩分布相对狭窄,平面上呈长条状或带状,砂质含量较低,粒度较细<sup>[20]</sup>。

冬曲地区巴贡组主要表现为与物源相离的远源滑塌特征。巴贡组下部由灰色—深灰色中厚层状中细粒砂岩—粉砂岩与灰黑色泥页岩组成,具重荷模、槽模等底面构造,并发育粒序层理、平行层理、交错层理,同时发现了只在深水—半深水中才发育的Paleodictyon古网迹遗迹化石;在粒度分析曲线中,砂岩粒径 $\phi$ 值大部分大于2,粒度区间宽,分选较差, $\phi$ 值主要集中在2~5,曲线斜率为 $58^\circ$ ,悬浮总体大,含有少量跳跃组分,也具有深水浊积岩的沉积特征。巴贡组上部由三角洲前缘相沉积组成。巴贡组垂向上具有加积型结构特征,水体逐渐变浅。

## 6 对羌塘盆地东部晚三叠世古地理格局的启示

晚二叠纪末—三叠纪早期,古特提斯洋关闭,开始了造山作用,在羌塘盆地北侧形成金沙江造山带,而北羌塘拗陷受强烈的挤压形成前陆挠曲盆地;至三叠世卡尼期,挠曲作用减弱,进入前陆盆地的萎缩—消亡期<sup>[21-22]</sup>。在羌塘盆地东部土门地区,巴贡组为一套三角洲平原沼泽相含煤碎屑岩沉积<sup>[23]</sup>。2014年与2016年在羌塘盆地玛曲地区实施了羌资7井、羌资16井钻探,钻遇的巴贡组岩性主要为三角洲前缘相灰黑色薄层状粉砂质泥岩、钙质泥岩、石英细砂岩等,发育有水平层理和平行层理,见有双壳类、菊石类、腹足类生物化石<sup>[24]</sup>。对沱沱河地区巴贡组砂岩的粒度分析显示,牵引总体分选性较差,悬浮总体分选性也很差,S截点分布窄,跳跃总

体占96%以上,粒度曲线斜率较陡,颗粒分选性较好。结合矿物成分三角图,认为沱沱河地区巴贡组形成的大地构造环境可能处于大陆岛弧的滨海、浅海地区<sup>[25]</sup>。

从土门地区、雀莫错地区、冬曲地区再到沱沱河地区,上三叠统巴贡组沉积环境分别从三角洲平原—三角洲前缘—深海到半深海浊流沉积—滨海浅海沉积,具有明显的陆(岛)—海—陆(岛)相间的沉积模式,沉积物类型与印度尼西亚和云南多岛海沉积记录基本类似<sup>[26]</sup>,因此推测羌塘盆地东部乃至整个羌塘盆地晚三叠世具有多岛海古地理格局,类似于现今的印度尼西亚或者菲律宾的特征,但发育规模远超印度尼西亚或者菲律宾。前人研究青藏高原与东特提斯的形成和演化过程,提出了多岛弧盆系构造模式<sup>[27-28]</sup>。然而羌塘盆地内晚三叠世具有多岛海构造模式的观点,仅仅依靠沉积方面的证据显然不够,还需要大量其他证据佐证。

## 7 结 论

(1)羌塘盆地冬曲地区巴贡组为一套细粒碎屑岩沉积,结构成熟度低,分选性较差,为低能、快速堆积的产物,见有正粒序层理、板状交错层理、平行层理、水平层理、斜层理、重荷模构造等沉积构造,同时在砂岩底部凸起上发育有仅在半深海—深海才发育的Paleodictyon古网迹遗迹化石,具有典型的浊流沉积特征。

(2)粒度分析显示,巴贡组砂岩颗粒属于极细砂—粗粉砂,分选中等—较差,偏度属于正偏—很正偏,频率曲线中等—很尖锐,概率累积曲线主要为一段式,悬浮总体大,颗粒分选差,含有少量跳跃组分和极少数滚动组分,这说明冬曲地区巴贡组砂岩粒度总体偏细,但沉积物分选较差,偏粗粒占大多数,表现出沉积物经过远距离搬运分选后快速堆积的特点,较符合三角洲前缘前部的滑塌浊积岩的沉积特征。

(3)结合土门地区、雀莫错地区、冬曲地区、沱沱河地区巴贡组沉积特征,推测羌塘盆地晚三叠世可能具有多岛海的古地理格局。

### 参 考 文 献

- [1] 中国地质调查局. 中国地质调查新进展(2016)[R]. 北京: 中国地质调查局, 2016.
- [2] 谭富文,王剑,王小龙,等. 羌塘盆地雁石坪地区中—晚侏罗世碳、氧同位素特征与沉积环境分析[J]. 地球学报, 2004, 25(2): 119-126.
- [3] 王剑,丁俊,王成善,等. 青藏高原油气资源战略选区调查与评价[M]. 北京: 地质出版社, 2009: 164-422.
- [4] 王剑,谭富文,李亚林,等. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析[M]. 北京: 地质出版社, 2004: 32-34.
- [5] 谭富文,张润合,王剑,等. 羌塘晚三叠世—早白垩世裂陷盆地基底构造[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2016, 43(5): 513-521.
- [6] 李璞. 西藏东部地质的初步认识[J]. 科学通报, 1955(7): 62-71, 52.
- [7] 李忠,王道轩,林伟,等. 库车拗陷中—新生界碎屑组分对物源类型及其构造属性的指示[J]. 岩石学报, 2004, 20(3): 655-666.
- [8] SEILACHER A. Trace fossil analysis[M]. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007: 156-158.
- [9] 张国成,王磊,吴贤涛. 东濮凹陷图案型痕迹化石的发现及意义[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2013, 32(6): 691-696.
- [10] 王海方,胡斌,张关龙,等. 东营凹陷古近系 Paleodictyon 遗迹化石的发现及意义[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(4): 404-407.
- [11] DURDEN J M, SIMON-LLEDO E, GOODAY A J. Abundance and morphology of Paleodictyon nodosum, observed at the Clarion-Clipperton Zone[J]. Marine biodiversity, 2017, 47(2): 265-269.
- [12] LAN Z, CHEN Z Q. Paleodictyon from a nearshore paleoenvironmental setting in the Guadalupian (Middle Permian) of the Carnarvon Basin, Western Australia[J]. Australian journal of earth sciences, 2010, 57(4): 453-467.
- [13] RIAHI S, UCHMAN A, STOW D, et al. Deep-sea trace fossils of the Oligocene-Miocene Numidian Formation, northern Tunisia[J]. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, 2014, 414: 155-177.
- [14] RONA P A, SEILACHER A, VARGAS C, et al. Paleodictyon nodosum: a living fossil on the deep-sea floor[J]. Deep-sea research II, 2009, 56: 1700-1712.
- [15] 高抒. 沉积物粒径趋势分析: 原理与应用条件[J]. 沉积学报, 2009, 27(5): 826-836.
- [16] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1978: 66-80.
- [17] 冯娟萍,李文厚,欧阳征健. 鄂尔多斯盆地黄陵地区上三叠统延长组长7、长6油层组浊积岩沉积特征及地质意义[J]. 古地理学报, 2012, 14(3): 295-302.
- [18] 马晖,苑保国,吴国琼,等. 霸县凹陷郑州—高家堡地区沙三段滑塌浊积岩沉积特征及其成因探讨[J]. 油气地质与采收率, 2010, 17(2): 51-53.
- [19] 赵宁,黄江琴,李栋明,等. 远源缓坡型薄层细粒浊积岩沉积规律: 以松南西斜坡大布苏地区青一段地层为例[J]. 沉

- 积学报, 2013, 31(2): 291-301.
- [20] MOSCARDELLI L, WOOD L. New classification system for mass transport complexes in offshore Trinidad [J]. *Basin research*, 2008, 20(1): 73-98.
- [21] 王剑, 付修根. 论羌塘盆地沉积演化[J]. *中国地质*, 2018, 45(2): 237-259.
- [22] 王剑, 付修根, 陈文西, 等. 藏北北羌塘盆地晚三叠世古风化壳地质地球化学特征及其意义[J]. *沉积学报*, 2007, 25(4): 487-494.
- [23] 王剑, 付修根, 谭富文, 等. 羌塘中生代(T<sub>3</sub>-K)盆地演化新模式[J]. *沉积学报*, 2010, 28(5): 884-893.
- [24] 王剑, 谭富文, 付修根. 羌塘盆地油气资源战略调查工程 2017 年度进展报告[R]. 成都: 成都地质调查中心, 2017.
- [25] 占王忠, 王东, 谭富文. 羌塘盆地玛曲地区石油地质条件研究及选区评价[R]. 成都: 成都地质调查中心, 2018.
- [26] 方念乔. 印尼多岛海沉积记录基本特征与云南古特提斯研究[J]. *地学前缘*, 2002, 9(3): 173-181.
- [27] 潘桂棠, 王立全, 李荣社, 等. 多岛弧盆系构造模式: 认识大陆地质的关键[J]. *沉积与特提斯地质*, 2012, 32(3): 1-20.
- [28] 袁四化, 王立全, 江新胜, 等. 多岛海(洋)及多岛弧盆系造山模式解析造山带演化的研究进展[J]. *地质科技情报*, 2009, 28(5): 1-11.

编辑: 黄革萍

## Analysis of depositional environment of the Upper Triassic Bagong Formation in Dongqu area of the eastern Qiangtang Basin

ZHAN Wangzhong, PENG Qinghua, CHEN Wenbin

**Abstract:** The Upper Triassic Bagong Formation in Dongqu area of the eastern Qiangtang Basin is mainly composed of dark fine clastic rock. The lithologic characters, sedimentary structures, probability cumulative grain size curves, grain-size parameters and C-M pattern of the sandstones of Bagong Formation in Dongqu outcrop profile all show as follows: the sandstones is generally fine and poorly sorted, the probability cumulative curve of the sandstones mostly represents one-stage, with a high percentage of the suspension and low percentage of the traction and saltation. In the C-M diagram, a line segment parallel to the C=M baseline is represented. The sedimentary structure of Paleodictyon trace fossils, which is flysch marks of deep sea—moderate sea, developed in Bagong Formation. Based on the comprehensive analysis, it is concluded that the Bagong Formation is a typical set of far-source fluxo-turbidite in Dongqu area. Combined with the depositional characteristics of Bagong Formation in adjacent area, it is inferred that a palaeogeographic pattern of archipelago in Late Triassic developed in Qiangtang Basin.

**Key words:** grain size analysis; sedimentary environment; archipelago; Late Triassic; Qiangtang Basin

**ZHAN Wangzhong:** MSc, Engineer, engaged in petroleum geology of Qiangtang Basin. Add: No. 2 north 3rd section of 1st ring road, Jinniu District, Chengdu, Sichuan 610081, China