



移动阅读

张青松, 牟传龙, 王启宇, 等, 2025. 西藏昌都察雅地区上三叠统阿堵拉组—夺盖拉组河口湾相的发现及意义[J]. 沉积与特提斯地质, 45(1): 90–101. doi: [10.19826/j.cnki.1009-3850.2024.09005](https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2024.09005)

ZHANG Q S, MOU C L, WANG Q Y, et al., 2025. The discovery and significance of the estuarine facies in the Upper Triassic Adula-Duogaila Formation, Chaya region, Qamdo area, Xizang[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 45(1): 90–101. doi: [10.19826/j.cnki.1009-3850.2024.09005](https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2024.09005)

西藏昌都察雅地区上三叠统阿堵拉组—夺盖拉组河口湾相的发现及意义

张青松^{1,2,3}, 牟传龙^{1,2,3*}, 王启宇^{1,2,3,4}, 侯乾^{2,3}

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610051; 2. 中国地质调查局成都地质调查中心(西南地质科技创新中心), 四川 成都 610218; 3. 自然资源部沉积盆地与油气资源重点实验室, 四川 成都 610218; 4. 山东科技大学, 山东 青岛 266510)

摘要: 通过对昌都市察雅县岗卡村阿堵拉组—夺盖拉组剖面沉积构造、岩性组合、沉积序列等进行综合研究, 结果表明:

(1) 阿堵拉组—夺盖拉组沉积期为河口湾相沉积, 进一步可划分河流亚相及潮坪亚相, 河口湾相的识别与前人提出的三角洲相、滨岸相有较大差异。(2) 河流亚相可进一步识别出河床次相、河漫滩次相。河床次相以沉积厚层块状砾岩、长石岩屑砂岩为特征, 发育板状、槽状交错层理、平行层理等沉积构造; 河漫滩次相沉积粉砂岩、泥岩组合, 见碳化植物碎片, 发育沙纹层理。(3) 潮坪亚相可进一步识别出潮下带、潮间带及潮上带次相, 潮下带次相沉积泥质粉砂岩、岩屑砂岩等组合, 发育沙纹层理; 潮间带次相沉积粉砂岩、泥岩组合, 发育干涉波痕、波状层理、透镜状层理等沉积构造; 潮上带次相沉积泥岩、含碳质泥岩组合, 岩层夹有粉砂岩透镜体, 发育水平层理、雨痕等沉积构造。

关键词: 昌都地区; 上三叠统; 河口湾相; 沉积次相

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

The discovery and significance of the estuarine facies in the Upper Triassic Adula-Duogaila Formation, Chaya region, Qamdo area, Xizang

ZHANG Qingsong^{1,2,3}, MOU Chuanlong^{1,2,3*}, WANG Qiyu^{1,2,3,4}, HOU Qian^{2,3}

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610051, China; 2. Chengdu Center, China Geological Survey (Southwest Geological Science and Technology Innovation Center), Chengdu 610218, China; 3. Key Laboratory of Sedimentary Basin and Oil and Gas Resources, MNR, Chengdu 610218, China; 4. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: The study of sedimentary structures, lithological combinations, and sedimentary sequences of the Adula-Duogaila Formation in Gangka Village, Chaya County, Qamdo City, shows the presence of estuarine facies during the sedimentary period of the Adula-Duogaila Formation. Further analysis subdivides the estuarine facies into fluvial subfacies and tidal flat subfacies. The fluvial subfacies can be further subdivided into riverbed suborder facies and floodplain suborder facies. The riverbed suborder facies is characterized by thick-bedded conglomerate and feldspathic litharenite, while the floodplain suborder facies is distinguished by

收稿日期: 2022-01-20; 改回日期: 2024-01-02; 责任编辑: 周小琳; 科学编辑: 万友利

作者简介: 张青松(1994—), 男, 硕士研究生, 主要从事沉积学研究。E-mail: qingsongcdut@163.com

通信作者: 牟传龙(1965—), 男, 博士, 研究员, 主要从事沉积学研究。E-mail: cdmchuanlong@163.com

资助项目: 国家自然科学基金地质联合基金重点项目(U2344209); 中国地质调查局项目(DD20221661)

deposits of siltstone, mudstone, and carbonized plant fragments. Sedimentary structures such as cross-bedding, trough cross-stratification, and parallel bedding can be observed in the fluvial subfacies. The tidal flat subfacies can be further distinguished into subtidal, intertidal, and supratidal suborder facies. The subtidal suborder facies is characterized by mudstone and lithic sandstone, with the development of ripple bedding. The intertidal suborder facies is characterized by deposition of siltstone and mudstone, with interference ripple marks, lenticular bedding, and wave-like bedding as prominent sedimentary structures. The supratidal suborder facies is characterized by mudstone and carbonaceous mudstone, with interbedded lenses of siltstone, and sedimentary structures such as horizontal bedding and rain prints.

Key words: Qamdo area; Upper Triassic; estuarine facies; sedimentary suborder facies

0 引言

昌都地区经历了二叠纪以来古特提斯洋发育与俯冲消亡的多阶段构造演化,至晚三叠世,由于俯冲消亡的不对称性,碰撞造山过程在不同地区的表现差异较大,进而造成沉积充填序列及沉积相呈现出较大的区域差异化和明显的类型多样化(Pan, 1996; 占王忠等, 2018)。因此,前人对研究区晚三叠世的沉积相及岩相古地理格局等方面的认识仍存有争议:①滨海相,主要依据部分野外露头特征和室内孢粉时代和指示的沉积环境,在厘定上三叠统各组地质时代的同时,认为阿堵拉组—夺盖拉组主要为一套滨海相碎屑岩沉积(中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1984);②滨岸—三角洲相,主要根据 20 万区调察雅县岗卡乡、昌都县加卡乡、察雅县卡贡乡上三叠统地层岩石组合、生物化石特征认为阿堵拉组—夺盖拉组为无障壁海岸体系中的滨岸—三角洲相沉积(彭勇民等, 1999; 占王忠等, 2018);③三角洲—浅海相,阿堵拉组—夺盖拉组主要发育泥页岩与粉砂岩夹有薄煤层和煤线的岩性组合,为三角洲相沉积(朱同兴等, 2013)。前人已有的研究成果表明,昌都地区上三叠统阿堵拉组—夺盖拉组的研究程度较低,大都依据小比例尺的调查与研究得出总体性认识,更进一步的详细划分则极少。同时,对于总体性认识则依然存在部分争议,制约了昌都盆地岩相古地理的重塑。为此,本文通过对昌都察雅县岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面的精细剖析,综合分析阿堵拉组—夺盖拉组的岩石学特征、沉积相特征,划分其沉积相类型,取得了一定的创新性认识,为进一步探讨昌都地区晚三叠世的岩相古地理格局,反演该时期的构造演化,厘清其构造背景,甚至为能源矿产的调查与勘探部署提供新素材和新证据。

1 区域地质背景

研究区位于昌都盆地东南部,主体属于昌都—思茅地块(图 1)。昌都地块的组成,具有“双底”“双盖”的结构特征,晋宁运动期,昌都盆地形成前寒武纪结晶基底,原岩多为复理石碎屑岩夹碳酸盐岩类。至加里东运动期,形成褶皱基底。晚古生代早期,昌都地块开始进入稳定地块发展阶段,沉积建造表现为一套稳定的浅海台地碳酸盐岩—过渡相碎屑岩沉积,属于昌都地块上第一个稳定盖层沉积(杜德勋等, 1997)。二叠纪末,金沙江—哀牢山洋壳与澜沧江洋壳向昌都地块双向俯冲,地块两侧发育有火山弧带,东以金沙江断裂为界,西以类乌齐—澜沧江断裂为界(彭勇民等, 2000),昌都地块以弧后前陆盆地特征夹持于两缝合带之间。中生代早期,地块经历造山运动以及地壳隆升后大都缺失早中三叠世沉积。至晚三叠世开始重新接受沉积,自下而上发育了甲丕拉组、波里拉组、阿堵拉组和夺盖拉组(邱军强等, 2013)。晚三叠世早期发育的甲丕拉组主要为一套碎屑岩和火山岩沉积组合,反映早期的陆相—海陆过渡相环境;至波里拉组沉积期,发生大规模海侵,主要发育一套含生物碎屑的碳酸盐岩沉积;晚三叠世晚期的阿堵拉组和夺盖拉组沉积期则受进一步碰撞造山的影响,发育一套陆源碎屑岩沉积,以砂岩、粉砂岩、泥页岩组合为主。夺盖拉组上覆下侏罗统地层为汪布组紫红色砂泥岩。

2 沉积相标志及特征

2.1 沉积相标志

“相”是沉积环境的物质表现,所谓的物质表现应包括沉积岩石学的全部内容,如成分、结构、构造、生物、定向性、层序、砂体形态、剖面结构等等,基于已有研究程度,文中主要阐述察雅县岗卡

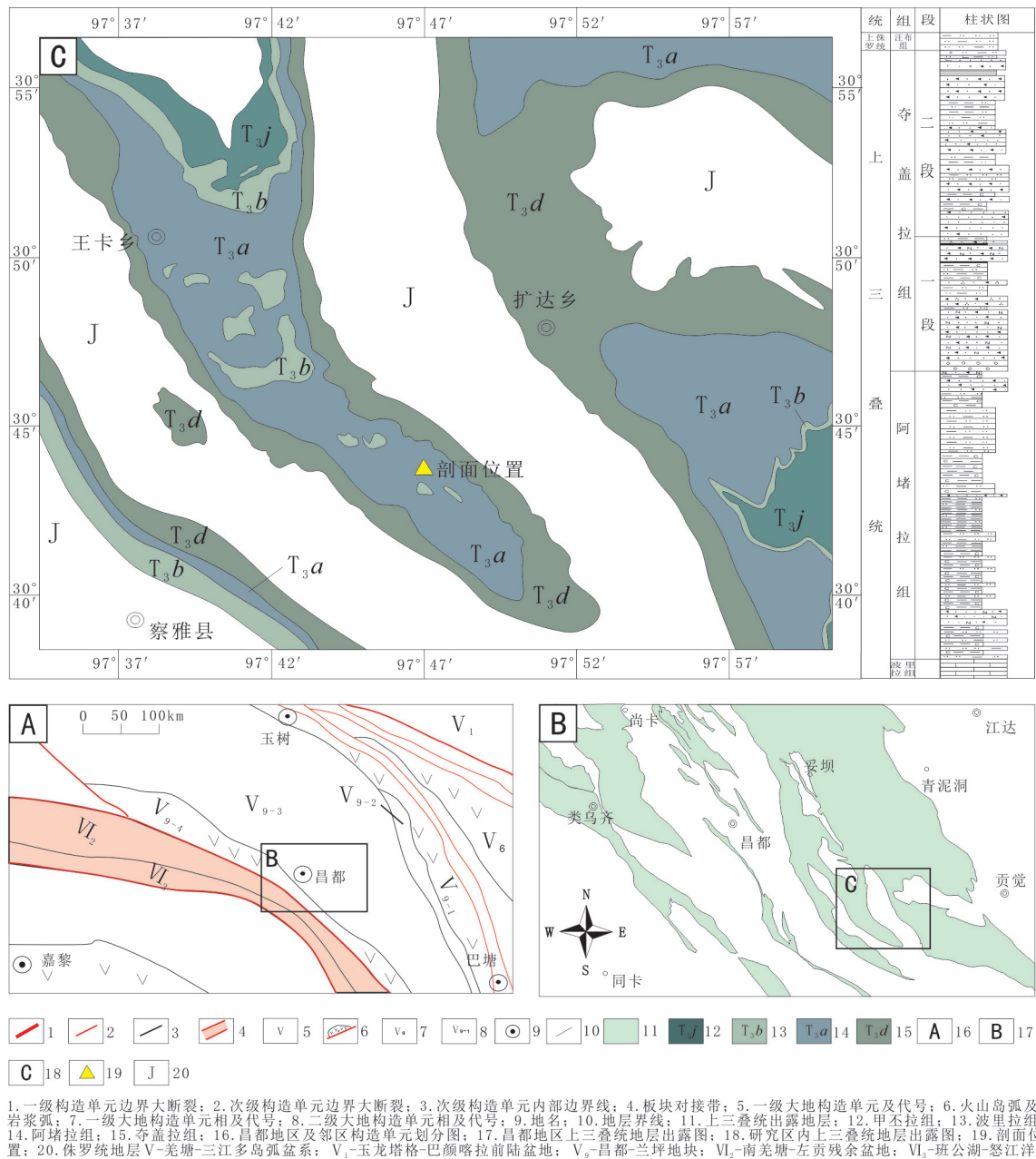


图 1 西藏昌都地区区域地质简图

Fig. 1 Regional geological map of Qamdo, Xizang

村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面的具体沉积相标志——颜色、岩石组分与类型、岩石结构特征以及沉积构造特征,并对研究区剖面进行沉积相分析。

2.1.1 岩石学特征

察雅县岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面主要发育的岩石类型包括岩屑砂岩、长石岩屑砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和砾岩(图 2)。

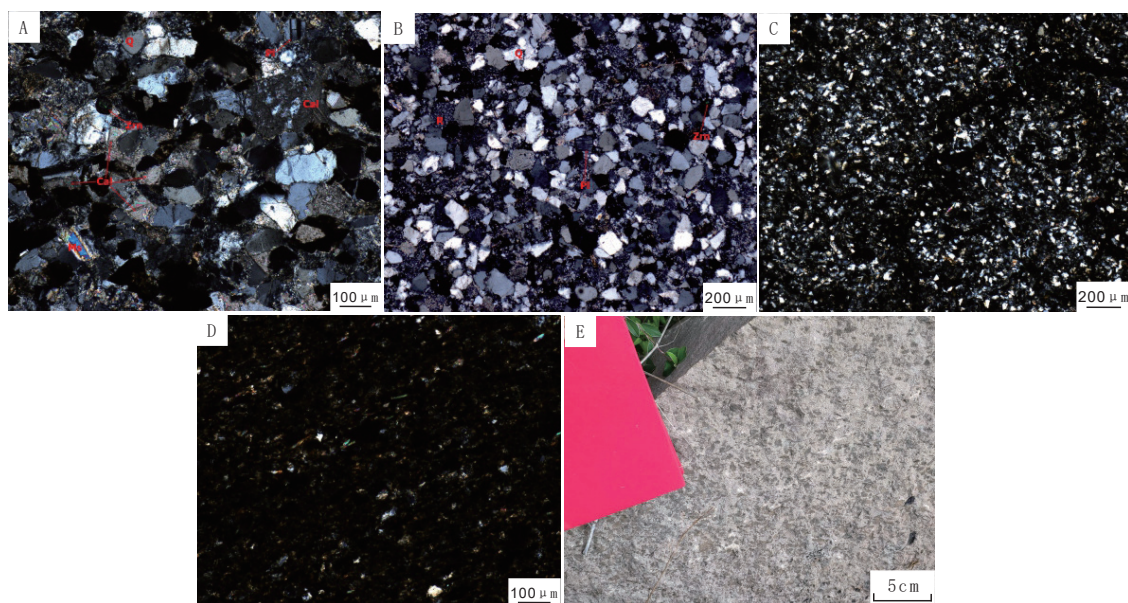
(1) 岩屑砂岩(图 2A)

岩石呈灰白色,具细粒砂状结构,块状构造。

主要由云母、长石、岩屑和石英组成。分选一般,磨圆度一般,多呈次棱角一次圆状。石英粒径在 0.05~0.31 mm 之间,个别颗粒可见次生加大边和粒内不规则裂纹,含量约 70%;岩屑以燧石、细粒沉积岩和浅变质岩屑为主,含量约 25%;长石呈次棱角一次圆状,以发育聚片双晶的斜长石为主,含量约 5%。岩石具颗粒支撑结构,接触式胶结类型。

(2) 长石岩屑砂岩(图 2B)

岩石呈灰白色,具细粒砂状结构,块状构造。



A. 岩屑砂岩; B. 长石岩屑砂岩; C. 泥质粉砂岩; D. 粉砂质碳质泥岩; E. 砾岩。Q—石英; Pl—长石; Cal—方解石; R—岩屑; Zm—锆石

图2 岩石学特征

Fig. 2 Petrological features

主要由云母、长石、岩屑和石英组成。分选中等,磨圆度差,呈棱角状一次棱角状。石英粒径在0.02~0.19 mm之间,含量约49%;岩屑以燧石、火山岩和浅变质岩屑为主,含量约26%;长石以发育聚片双晶的斜长石为主,含量约25%。岩石具颗粒支撑结构,接触式胶结类型。

(3) 泥质粉砂岩(图2C)

岩石呈深灰色,略带灰黑色,具粉砂状结构,块状构造。主要由石英、绢云母、有机质和黏土矿物等组成,分选较好,磨圆度差,颗粒呈棱角状。石英含量约55%;绢云母呈细小鳞片状产出,主要分布在碎屑石英颗粒间隙中,含量约5%;有机质呈暗色不透明,含量约13%;黏土矿物等呈隐晶质产出,含量约27%。岩石具杂基支撑结构,基底式胶结类型。

(4) 粉砂质碳质泥岩(图2D)

岩石呈灰黑色,具泥质结构,水平层理构造。主要由石英、绢云母、有机质和黏土矿物等组成。石英含量约27%;绢云母呈细小鳞片状产出,含量约11%;有机质呈暗色不透明状,含量约18%;黏土矿物等呈隐晶质产出,含量约44%。

(5) 砾岩(图2E)

岩石呈灰白色,砾石直径在2~10 mm之间,为细砾岩,砾石成分为泥质,次棱角一次圆状,含量在40%~50%之间,具定向排列特征,“漂浮”在

砂质基质之中。

2.1.2 沉积构造

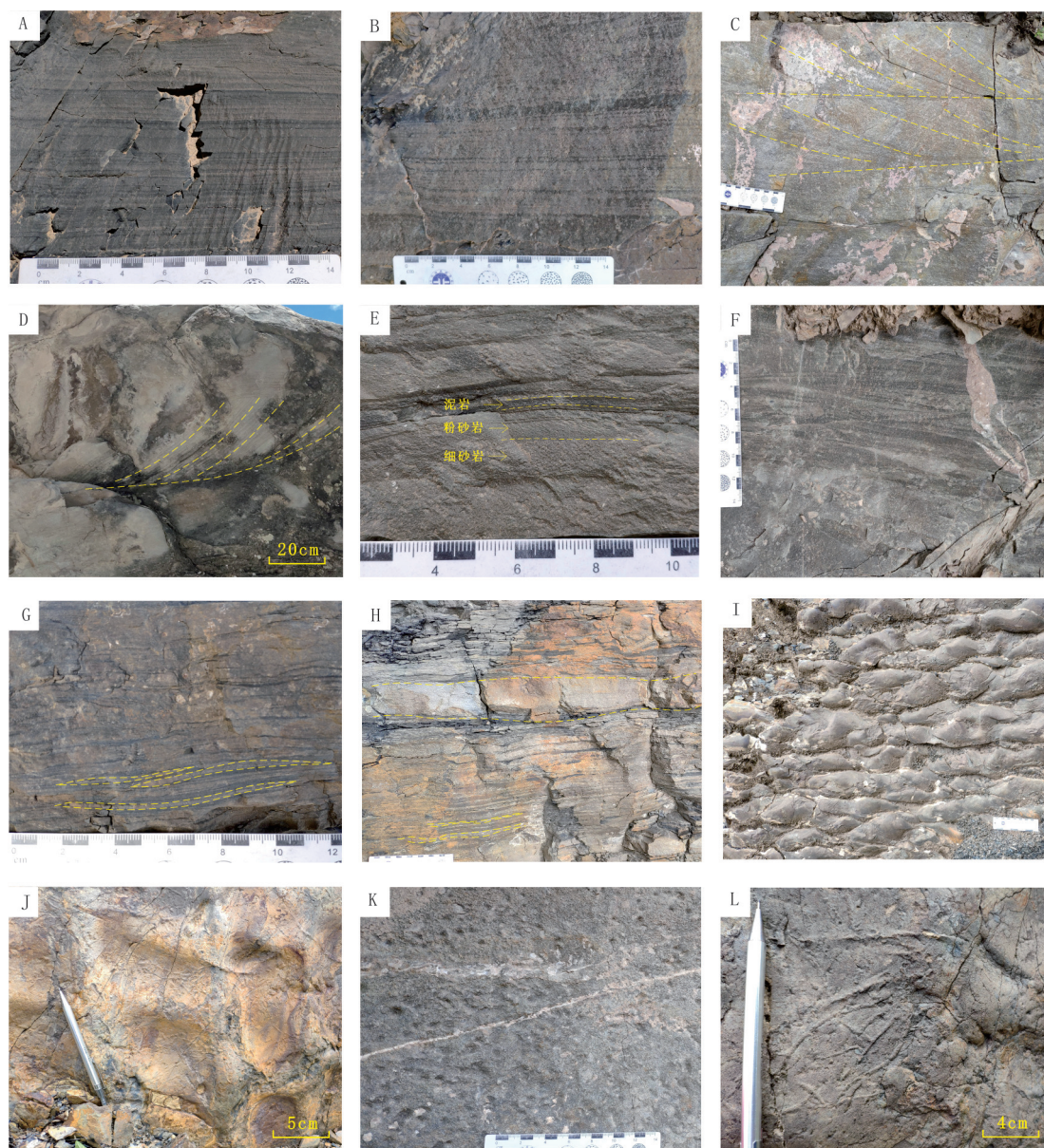
沉积构造是沉积岩各组成部分在空间的分布状态和排列形式,包括层理构造、层面构造以及变形构造,是分析判断沉积相及沉积环境最有力的证据之一。察雅县岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面发育的沉积构造类型有层理构造和层面构造(图3)。

(1) 层理构造

水平层理(图3A):主要发育在泥岩中。在剖面中的阿堵拉组中部、夺盖拉组一段上部 and 二段下部可见,纹层细小平直,纹层间互相平行,表现为潮坪环境中的潮上带沉积特征。

平行层理(图3B):主要发育在砂岩中,在阿堵拉组下部、上部及夺盖拉组的砂岩层内广泛发育,纹层厚度约1 mm,为砂粒在砂床连续滚动产生粗细分离形成,反映为河流环境的河床或潮坪环境的潮间带沉积特征。

交错层理:主要发育在砂岩中,多见于阿堵拉组下部、夺盖拉组一段下部和二段上部,类型为单向的板状交错层理(图3C)和槽状交错层理(图3D),两者层系厚度均>10 cm,为大型层系。板状交错层理纹层与层系面斜交,层系界面互相平行,由沙浪移动形成;槽状交错层理为沙垅移动形成,



A. 水平层理; B. 平行层理; C. 板状交错层理; D. 槽状交错层理; E. 正粒序; F. 沙纹层理; G. 透镜状层理; H. 波状层理; I. 平顶尖谷波痕; J. 干涉波痕; K. 雨痕; L. 生物遗迹

图3 沉积构造特征

Fig. 3 Sedimentary structure characteristics

纹层向下收敛,两者多出现于河流环境。

粒序层理(图3E):偶见于砂岩层中,为正粒序,发育在阿堵拉组下部,单韵律厚度3~4 cm,表现为砂—粉砂—泥的正粒序组合,反映为潮坪沉积特征。

沙纹层理(图3F):主要发育在砂岩和粉砂岩中,主要见于阿堵拉组下部,为流水形成的小型交错层理,长3~8 cm,高1~2 cm,由水动力减弱,沙纹迁移而形成,反映为潮坪环境的潮间带沉积

特征。

潮汐层理:发育于粉砂岩、泥岩,于阿堵拉组上部、夺盖拉组二段中部可见,类型有波状层理(图3H)和透镜状层理(图3G)。透镜状层理中,砂质层长约4 cm,高约3 mm,呈透镜体状展布在泥质层中,波状层理中砂泥含量较为接近,纹层延伸较长,趋势稳定。

(2)层面构造

波痕:可见干涉波痕(图3J)及流水波痕(图3I),

主要发育在阿堵拉组及夺盖拉组二段的砂岩及粉砂岩层段。流水波痕脊线弯曲,波高 3~6 cm,多为近岸地带的往复式水流叠加改造形成;干涉波痕波高 0.5~2 cm,为不同方向水流影响而形成,此两类波痕常见于潮坪环境中。

雨痕(图 3K):为暴露构造,在夺盖拉组二段下部可见,为沉积物暴露于地表受雨水影响而形成,常见于潮坪环境。

2.2 沉积序列

察雅县岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面总厚度约 1 571 m(图 4),与下伏地层波里拉组呈整合接触,与上覆地层下侏罗统汪布组整合接触。剖面自下而上可分为阿堵拉组、夺盖拉组一段、夺盖拉组二段。阿堵拉组地层厚约 835 m,岩性组合以深灰色碳质泥岩、泥质粉砂岩和岩屑砂岩为主。夺盖拉组地层厚约 736 m,岩性组合以黄白、灰白色岩屑砂岩,深灰、浅灰色泥质粉砂岩为主,偶夹泥岩。

阿堵拉组地层中,0~130 m 岩性组合为深灰色的碳质泥岩与泥质粉砂岩互层,130~190 m 为灰色厚层状长石岩屑砂岩,190~410 m 发育深灰色含碳质泥岩与泥质粉砂岩互层,410~450 m 为灰黄色泥质粉砂岩,450~560 m 发育灰黑色碳质泥岩,560~710 m 为灰黄色泥质粉砂岩,710~770 m 发育泥岩与泥质粉砂岩互层的岩性组合,顶部为浅灰、灰白色岩屑砂岩夹泥岩。其上覆地层为夺盖拉组的厚层砾岩段,界限明显。阿堵拉组沉积序列由下至上整体表现为由砂夹泥或泥夹砂的岩性组合向泥岩段过渡再向厚层砂岩过渡的趋势。

夺盖拉组一段地层厚约 255 m,底部发育厚层块状砾岩,其与下伏地层阿堵拉组深灰色薄层状泥岩区分明显。向上发育砂岩,厚约 130 m,岩性组合以灰白色中—厚层状长石岩屑砂岩、泥质粉砂岩为主,130~180 m 为深灰色含碳质泥岩、粉砂岩互层,泥岩顶部出露煤线。含煤线是夺盖拉组一段重要的标志特征,煤线厚 2~5 cm 不等,顺层延伸,产状稳定。煤线层上部为厚约 40 m 的浅灰、灰色长石岩屑砂岩,砂岩层结束再次出现煤线,厚 2~5 cm 不等,顶部发育厚约 20 m 的深灰色粉砂质泥岩。上覆地层为夺盖拉组二段黄白色厚层状岩屑砂岩,分层明显。夺盖拉组一段沉积序列由下至上为砂—泥—砂—泥的沉积旋回,砂岩层内发育板状、槽状交错层理。

夺盖拉组二段地层厚约 480 m,0~70 m 为黄

白色厚层状岩屑砂岩,70~90 m 为灰黑色粉砂质泥岩,90~230 m 为灰黑色粉砂质泥岩与浅灰色岩屑砂岩互层,270~330 m 为浅灰、灰白色岩屑砂岩,330~380 为灰色、深灰色粉砂质泥岩,380~430 m 为灰白、浅灰色岩屑砂岩,最顶部发育厚约 50 m 的浅灰色粉砂岩。其上覆地层为下侏罗统汪布组浅红色、灰绿色厚层状粉砂岩,区别明显。夺盖拉组二段岩石特征较一段而言沉积物颗粒变粗,岩性组合中泥岩占比减少,自下而上表现为厚层砂—薄层泥的沉积旋回。

3 沉积相划分

不同的沉积构造类型和不同的岩性组合及沉积序列能反映出不同的沉积水动力条件。而不同的岩性和沉积构造组合可以代表不同的能量单元,所以能作为分析沉积物形成的重要因素。

本文通过对察雅县岗卡村阿堵拉组—夺盖拉组剖面岩性组合特征及沉积构造特征等进行分析研究,采用相—亚相—次相—微相的四分法方案进行相的划分(牟传龙, 2022a),认为该剖面发育沉积相类型为河口湾相,可进一步划分出潮坪亚相与河流亚相,潮坪亚相进一步划分出潮下带、潮间带和潮上带三类沉积次相,河流亚相进一步划分出河床、河漫滩两类沉积次相(图 4),并分别建立了不同亚相、次相的相标志(表 1)。

3.1 河流亚相

在前人所做沉积相类型划分及命名工作时,多将河流作为“相”一级的沉积单元,但在河口湾沉积中,沉积物既受河流作用的影响又受潮汐作用的影响,海水可自由进入河口这一情况使河口湾中的河流环境与一般情况下的河流环境完全不同,于此一般概念中的“河流相”稍有不妥,且在海水、河水的共同作用下,河流不再作为唯一的影响因素。因此,本文选择用“河流亚相”的概念进行划分,后文中“潮汐亚相”亦是如此。在划分河口湾相沉积单元时,将河流单元作为次一级的“亚相”进行描述,并进一步识别出河床次相与河漫滩次相。

(1) 河床次相

河床次相主要发育在夺盖拉组下部,岩性组合特征为厚层块状砾岩、中—厚层长石岩屑砂岩、偶夹粉砂岩。

灰白色厚层块状砾岩中砾石呈扁平状,磨圆一般,砾径约 0.5~3 cm,整体呈定向排列且具拖尾构

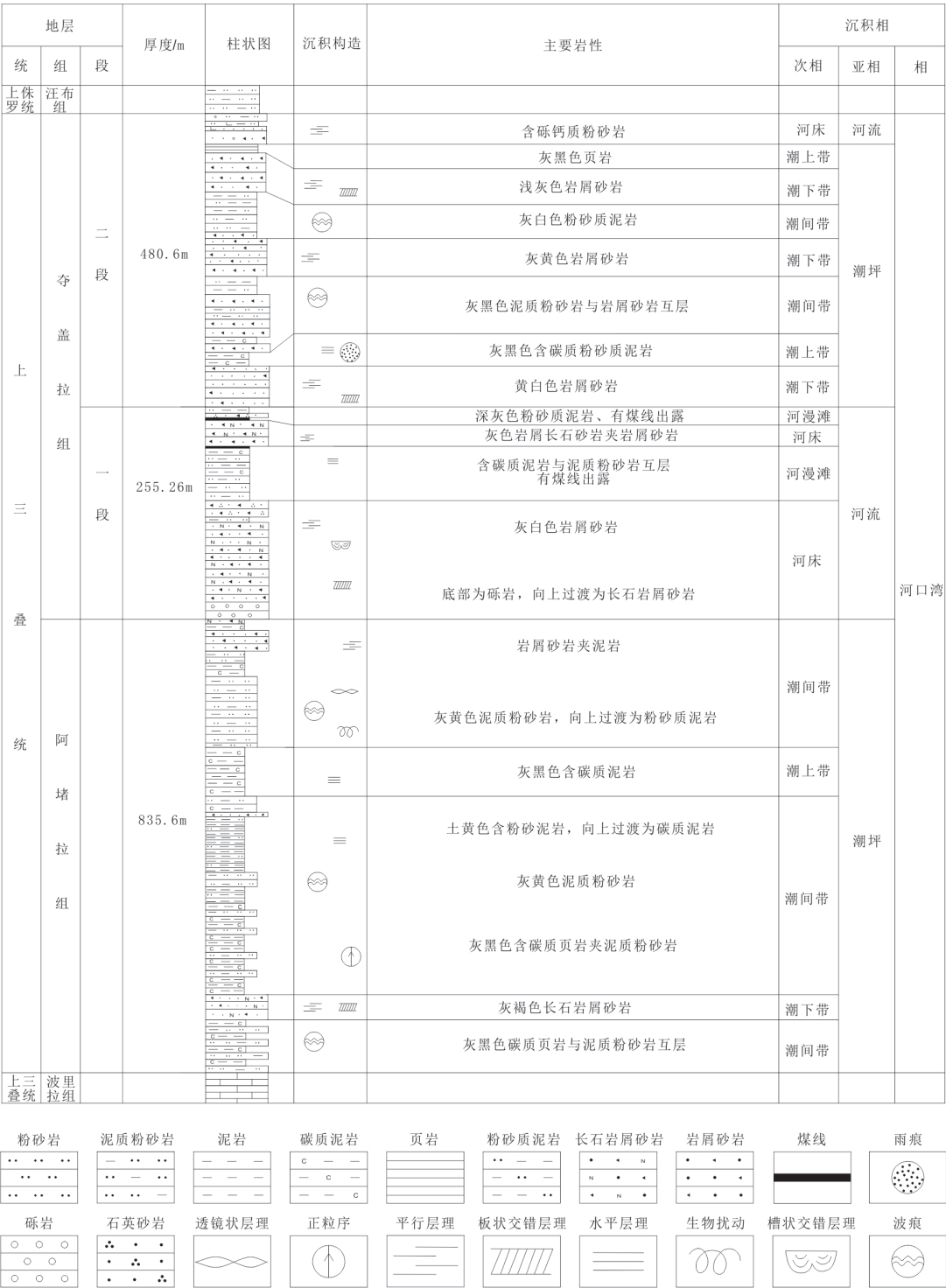


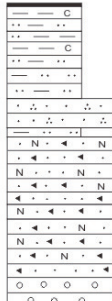
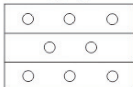
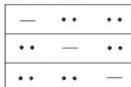
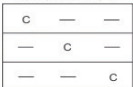
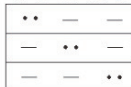
图 4 岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组沉积柱状图

Fig. 4 Sedimentary histogram of South Adula-Duogaila Formation, Gangka Village

造。曲流河道由于有稳定水流的作用,砾石会出现明显定向排列,又称叠瓦排列。其中,倾斜砾石“漂浮”于基质之中则称为“孤立叠瓦状排列”(图 5A, 5D),这是碎屑-基质比低时的产物,其最大扁平面倾向常与斜层理一致并倾向下游,砾石长

轴为顺流方向;砂岩岩性为浅灰色、灰色中—厚层状长石岩屑砂岩(图 5B, 5E),岩层单层厚 20~50 cm;在厚层的板状砂和席状砂中发育的沉积构造类型有大型单向板状交错层理和槽状交错层理,交错层层系厚度大于 10 cm,自下而上层理规模变小。

表 1 沉积相划分及标志
Table 1 Sedimentary facies classification and marking

沉积相划分			沉积序列	沉积特征及岩石组合描述	沉积序列总体特征			
相	亚相	次相		岩石组合自下而上可分为三个岩性段：	沉积序列自下而上整体表现为向上变细，反映为潮下带—潮间带—潮上带环境的特点。			
河口湾	潮坪	潮上带		第三段：发育深灰色、灰色泥岩，偶夹灰色薄层粉砂岩，泥岩中水平层理发育，粉砂岩发育雨痕（图3K），代表潮上带沉积环境的产物。				
		潮间带		第二段：为灰色含碳质泥岩与泥质粉砂岩互层，顶部有呈薄层状夹层的砂岩出现，粉砂岩中发育波痕（图3I）、透镜状层理（图3G）、波状层理（图3H）等，反映了潮间带沉积的特征。				
		潮下带		第一段：发育浅灰色、灰色长石岩屑砂岩，砂岩层内发育平行层理，可见介壳碎屑和生物遗迹（图3L）。代表潮下带沉积环境的产物。				
沉积相划分			沉积序列	沉积特征及岩石组合描述	沉积序列总体特征			
相	亚相	次相		岩石组合自下而上可分为两个岩性段：	沉积序列自下而上整体表现为向上变细，反映了河床—河漫滩环境的特点。			
河口湾	河流	河漫滩		第二段：以深灰色、灰色粉砂质泥岩，含碳质泥岩为主，最顶部出现煤线，泥岩中偶见碳化的植物碎片，反映了河漫滩环境的沉积特征。				
		河床		第一段：底部为灰白色厚层砾岩段，向上为灰白色长石岩屑砂岩，偶夹泥质粉砂岩，砂岩中发育板状、槽状交错层理、平行层理，表现为河床沉积环境的产物。				
砾岩			长石岩屑砂岩	泥质粉砂岩	泥岩	碳质泥岩	粉砂质泥岩	煤线
								

上述岩相及沉积构造特征反映了河床次相的沉积环境。

(2)河漫滩次相

河漫滩次相主要发育在夺盖拉组一段,岩性以泥岩、碳质泥岩为主。

泥岩呈深灰,灰黑色,发育水平层理、小型沙纹层理,局部夹有薄层状粉砂岩,粉砂岩单层层厚1~6 cm。碳质泥岩单层厚度约2~7 mm,为极薄层状,手摸呈黑色,层内可见碳化的植物碎片,类型多为植物茎秆或叶片(图 5C, 5F)。不同粒度互层的层序反映了水位的升降,在曲流河中,平水期时,

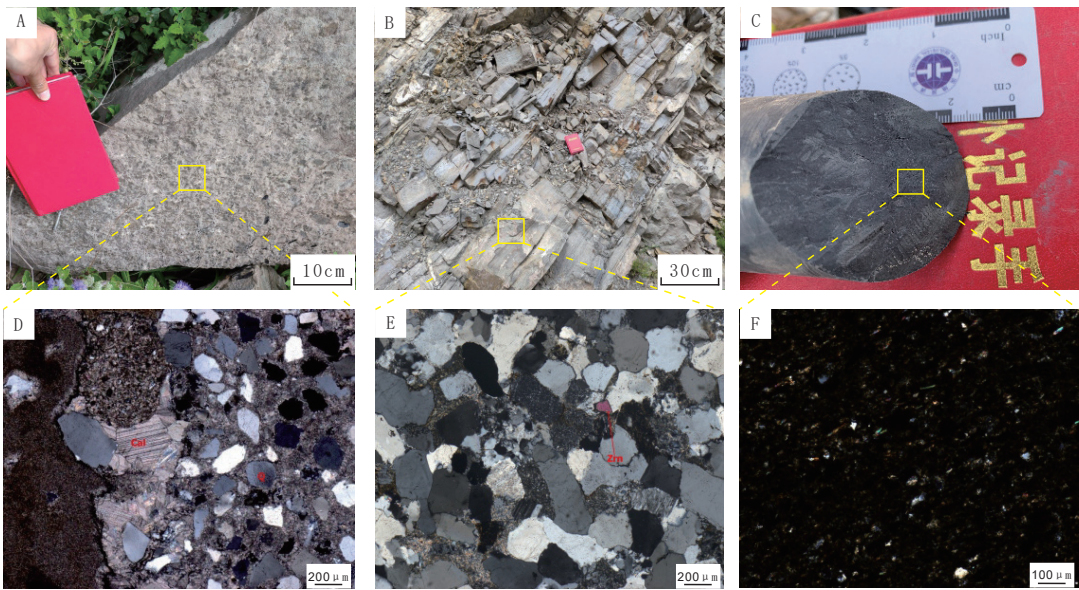
河流中悬移载荷的粉砂等细颗粒物质在河道两侧形成薄层状的粉砂质沉积,发育沙纹层理;洪水期河水漫过堤岸,所携带的最细的泥质可沉积形成薄层或极薄层状的泥岩,泥岩层内可见植物碎片等。

3.2 潮坪亚相

本文所划分的潮坪亚相总体特征表现为发育砂泥交互的沉积序列、潮汐层理、暴露构造等沉积构造,见生物活动遗迹。又可细分为潮下带次相、潮间带次相与潮上带次相。

(1)潮下带次相

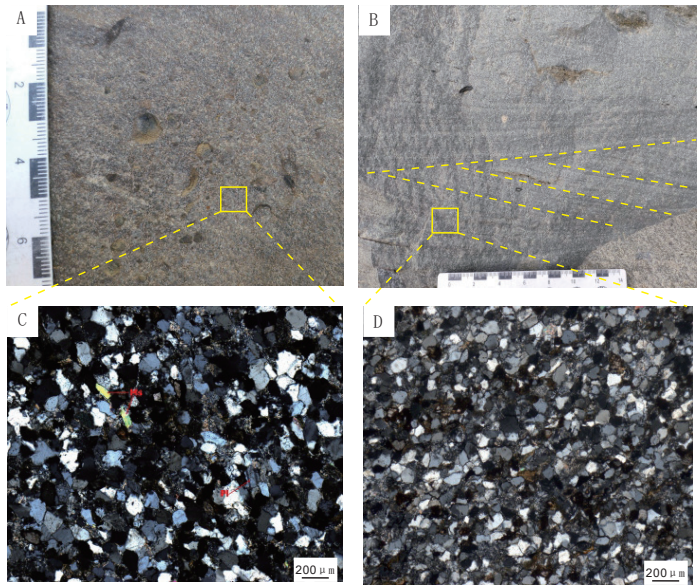
主要发育岩屑砂岩,偶夹极薄层泥岩。



A. 厚层块状砾岩；B. 具平行层理砂岩；C. 碳化植物碎片；D. 厚层块状砾岩镜下特征；E. 具平行层理砂岩镜下特征（正交偏光）；F. 泥岩镜下特征

图 5 河流亚相沉积特征

Fig. 5 Sedimentary characteristics of fluvial subfacies



A. 生物介壳碎屑；B. 单向交错层理；C. 含生物介壳岩屑砂岩镜下特征；D. 岩屑砂岩镜下特征

图 6 潮下带次相沉积特征

Fig. 6 Sedimentary characteristics of subtidal suborder facies

岩屑砂岩为灰色中层状岩屑砂岩(图 6C-D)，单层厚 15~30 cm，岩层局部可见生物介壳碎屑。发育单向交错层理(图 6B)、平行层理等，可见介壳碎屑(图 6A)。

潮渠是潮坪上的一个明显的沉积地貌单元，由落潮流侵蚀作用形成，可形成大型的交错层理，其

中常富含生物介壳和泥砾，交错层为沙垅和沙浪在牵引流作用下迁移形成，若水动力条件进一步增强，床沙会在水体高流态下呈现平坦趋势，形成平行层理。上述一系列特征显示了潮下带沉积环境。

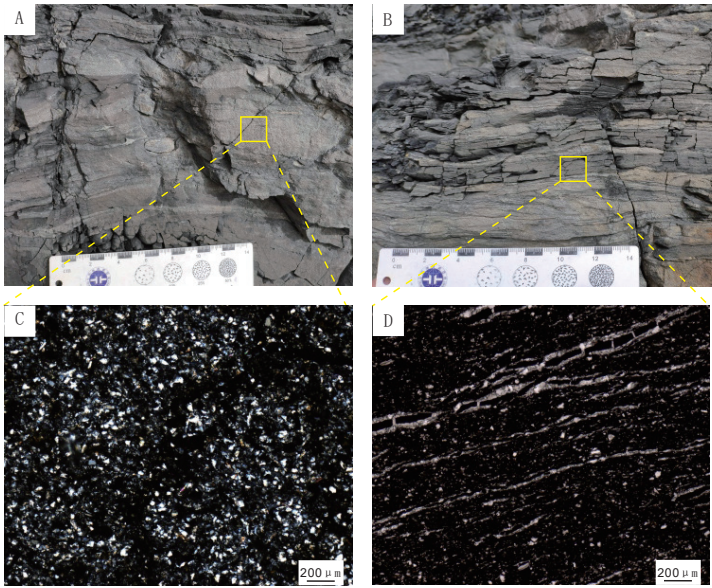
(2)潮间带次相

潮间坪沉积为砂与泥的混合沉积带。主要表

现为砂泥互层。

该岩相中岩性组合为深灰色薄层状粉砂岩与灰黑色极薄层状泥岩互层(图 7A-B),或泥岩为夹层。粉砂岩颗粒呈棱角状(图 7C),局部泥岩层含有条带状砂质沉积物(图 7D),沉积构造多种多样,发育透镜状层理(图 3G)、波状层理(图 3H),干涉波痕(图 3J)、沙纹层理(图 3F)等沉积构造。

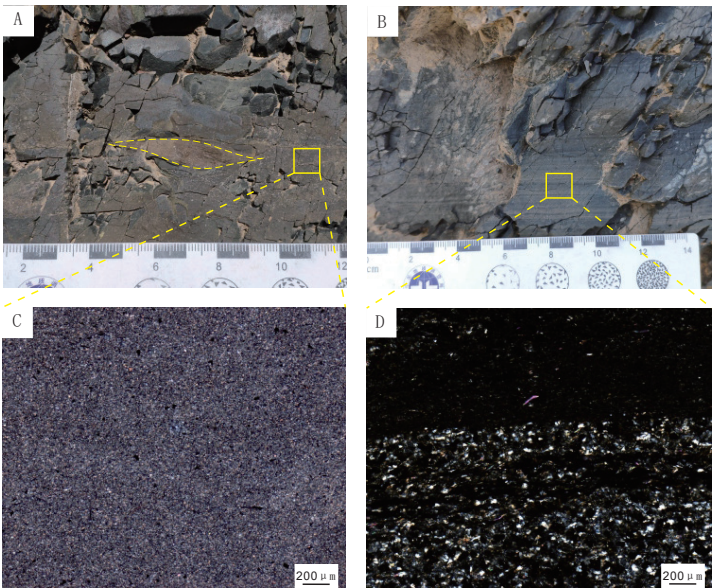
潮汐作用强于河流作用时,潮间带的砂、泥在涨、落潮过程中形成波状层理、透镜状层理等潮汐层理,潮汐作用减弱时,河流对环境的改造作用相对增强,在河流、潮汐、波浪的共同作用下,砂体迁移可形成浪成波痕、干涉波痕等各类波痕,生物活动频繁,留下诸多生物遗迹(图 3L),生物为寻求舒适区向周缘或下方移动,说明水体曾受强烈扰动。



A. 粉砂岩; B. 碳质泥岩; C. 粉砂岩镜下特征; D. 碳质泥岩镜下特征

图 7 潮间带次相沉积特征

Fig. 7 Sedimentary characteristics of intertidal suborder facies



A. 粉砂岩透镜体; B. 水平层理; C. 泥岩镜下特征; D. 水平层理镜下特征

图 8 潮上带次相沉积特征

Fig. 8 Sedimentary characteristics of supratidal suborder facies

沙纹是由牵引流作用于小型床沙,其后积层被侵蚀形成的小型床沙几何体,一系列特征显示为潮间带沉积环境。

(3) 潮上带次相

泥坪位于潮间带上部高潮线附近,处于低能环境。主要发育具水平层理泥岩、粉砂岩。

泥岩层夹有薄层状的粉砂岩透镜体(图 8A),发育水平层理(图 8B, 8D)、暴露构造雨痕(图 3K),涨潮潮水向岸推移过程中水动力逐渐减弱,搬运能力亦随之下降。因此,潮水倾向于将更细粒沉积物向岸边推移,并在潮上带区域形成泥质沉积,反映为潮上带次相沉积环境。

4 结论及意义

分析岩相古地理的时空演化历史或者海陆分布,厘定沉积、层控矿床和油气地质条件的有利相带,能为能源地质调查和勘探提供准确的科学依据

(牟传龙等, 2010, 2022b)。昌都察雅地区晚三叠世阿堵拉组—夺盖拉组沉积相为海陆过渡环境(诸如三角洲相或海洋环境的滨岸、浅海沉积)这一观点虽得到多数学者的认可,但前人所做工作中,研究区域范围广,时间跨度较大,大都没有进一步的沉积相精细剖析。本文通过对察雅县岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组剖面的精细剖析,认为在晚三叠世时期波里拉组海相碳酸盐岩的沉积之上,阿堵拉组沉积期,研究区沉积环境已经开始受到河流的影响,表现为河流和潮汐共同作用影响的河口湾环境。

河口湾是潮汐作用明显的地区,其向海张开的河口可允许海水自由通过,复杂的水体环境造就了多样的沉积物类型及沉积构造,可从沉积充填序列来进一步阐述研究区的沉积演化过程(图 9)。昌都地区在晚三叠世作为前陆盆地继续抬升的构造背景之下(罗建宁等, 2002; 潘桂棠等, 2002, 2012),研究区内水体流通较局限。在阿堵拉组沉积期,研

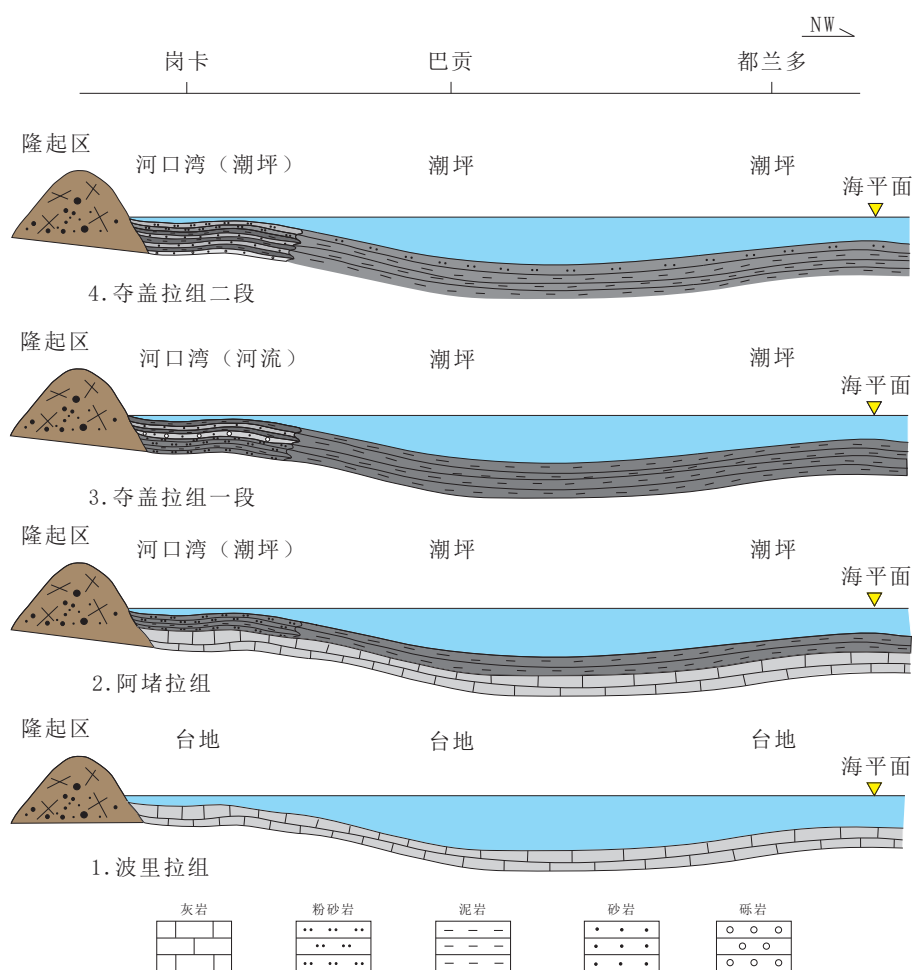


图 9 岗卡村南阿堵拉组—夺盖拉组沉积模式演化图

Fig. 9 Sedimentary pattern evolution of the Adula-Duogaila Formation, Gangka Village

究区受强烈潮汐作用使沉积物被重新搬运堆积,形成潮坪沉积;夺盖拉组沉积早期,潮汐作用对该区影响减弱,河流作用显现出来,在阿堵拉组之上发育了一套以厚层砾岩为特征的河床沉积,其上发育粉砂质、泥质的河漫滩沉积,剖面上夺盖拉组一段总体特征显示为两次河床—河漫滩沉积的旋回。夺盖拉组沉积中后期,主要发育以含介壳碎屑砂岩、粉砂岩、砂泥互层的韵律旋回。岩层内潮汐层理及交错层理的发现显示其主控因素为潮汐作用,说明此时河流作用减弱,海平面有所上升,亦说明虽然研究区在晚三叠世整体处于海退趋势,但仍存有小幅度的海平面升降活动。综上所述,阿堵拉组—夺盖拉组剖面自下而上沉积环境表现为潮坪—河流—潮坪—河流的多期次沉积旋回。

本文认为研究区三叠统阿堵拉组—夺盖拉组剖面发育河口湾相沉积,在相识别及划分上主要表现为潮坪亚相与河流亚相,可进一步划分出河床、河漫滩、潮下带、潮间带和潮上带五种沉积次相类型。河口湾沉积相的识别,促进了对昌都察雅地区晚三叠世阿堵拉组—夺盖拉组沉积相新的发现,是牟传龙(2022a)有关沉积相划分与建议的进一步实践,亦可更加深入地理解昌都察雅地区阿堵拉组—夺盖拉组沉积期的沉积环境及演化过程,为深入理解和重塑整个昌都盆地晚三叠世的岩相古地理格局提供了新思路,新素材和更加科学的证据。

References

- Pan G T, 1996. Cenozoic deformation and stress patterns in eastern Tibet and western Sichuan[J]. *Geowissenschaften*, 14 (7-8): 76-89.
- Du D X, Luo J N, Li X Z, et al., 1997. Sedimentary evolution and paleogeography of the Changdu Block[J]. *Lithofacies Paleogeography*, 17 (4): 1-17 (in Chinese with English abstract).
- Luo J N, Wang X L, Li Y T, et al., 2002. Sedimentary geological evolution of the Qinghai-Xizang Tethys[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 22 (1): 7-15 (in Chinese with English abstract).
- Mou C L, 2022a. Suggested naming and classification of the word facies[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 42 (3): 331-339 (in Chinese with English abstract).
- Mou C L, 2022b. The research progress of lithofacies paleogeography in China[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 42 (3): 340-349 (in Chinese with English abstract).
- Mou C L, Xu X S, 2010. Sedimentary evolution and petroleum geology in South China during the Early Palaeozoic[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 30 (3): 24-29 (in Chinese with English abstract).
- Pan G T, Wang L Q, Li R S, et al., 2012. Tectonic model of archipelagic arc-basin systems: The key to the continental geology[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 32 (3): 1-20 (in Chinese with English abstract).
- Pan G T, Li X Z, Wang L Q, et al., 2002. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions[J]. *Geological Bulletin of China*, 21 (11): 701-707 (in Chinese with English abstract).
- Peng Y M, Liu J D, 1999. Triassic lithofacies and palaeogeography in Qamdo, East Tibet[J]. *Journal of Palaeogeography*, 1 (4): 26-34 (in Chinese with English abstract).
- Peng Y M, Wang M J, Chen M, 2000. The Qamdo-Riwoqe Triassic cratonic basin in eastern Xizang: sequence stratigraphy and correlation[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 20 (2): 62-67 (in Chinese with English abstract).
- Qiu J Q, Guo X X, QiangBa Z X, et al., 2013. Characteristics of Jiapila Formation stratum and sedimentary facies in late Triassic Epoch in Leiwuqi region of eastern Tibet[J]. *Journal of Geology*, 37 (1): 24-30 (in Chinese with English abstract).
- The Tibet Comprehensive Scientific Expeditions of the Chinese Academy of Sciences, 1984. Tibetan strata[M]. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Zhu T X, et al., 2013. Mesozoic tectono-lithofacies paleogeographic map and description of Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas[M]. Beijing: Geology Press (in Chinese with English abstract).
- Zhan W Z, Tan F W, Chen M, 2018. Sedimentary-tectonic evolution and hydrocarbon potential in the Qamdo Basin, eastern Xizang[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 38 (4): 85-96 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 杜德勋, 罗建宁, 李兴振, 等, 1997. 昌都地块沉积演化与古地理[J]. *岩相古地理*, 17 (4): 1-17.
- 罗建宁, 王小龙, 李永铁, 等, 2002. 青藏特提斯沉积地质演化[J]. *沉积与特提斯地质*, 22 (1): 7-15.
- 牟传龙, 2022a. 关于相的命名及其分类的建议[J]. *沉积与特提斯地质*, 42 (3): 331-339.
- 牟传龙, 2022b. 中国岩相古地理研究进展[J]. *沉积与特提斯地质*, 42 (3): 340-349.
- 牟传龙, 许效松, 2010. 华南地区早古生代沉积演化与油气地质条件[J]. *沉积与特提斯地质*, 30 (3): 24-29.
- 潘桂棠, 王立全, 李荣社, 等, 2012. 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*, 32 (3): 1-20.
- 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等, 2002. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. *地质通报*, 21 (11): 701-707.
- 彭勇民, 刘家铎, 1999. 西藏东部昌都地区三叠纪岩相古地理[J]. *古地理学报*, 1 (4): 26-34.
- 彭勇民, 汪名杰, 陈明, 2000. 西藏东部昌都—类乌齐三叠纪克拉通盆地层序地层及其对比[J]. *沉积与特提斯地质*, 20 (2): 62-67.
- 邱军强, 郭小霄, 强巴扎西, 等, 2013. 藏东类乌齐地区晚三叠世甲丕拉组地层及沉积相特征[J]. *地质学刊*, 37 (1): 24-30.
- 中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1984. 西藏地层[M]. 北京: 科学出版社.
- 朱同兴等, 2013. 青藏高原及邻区中生代构造岩相古地理图及说明书[M]. 北京: 地质出版社.
- 占王忠, 谭富文, 陈明, 2018. 藏东昌都盆地沉积构造演化及油气远景分析[J]. *沉积与特提斯地质*, 38 (4): 85-96.