

文章编号: 1009-3850(2013)04-0016-06

滇西洱源县军马场下三叠统青天堡组冲积扇— 三角洲沉积体系研究

周业鑫^{1,2,3}, 王 剑^{2,3}, 邹光富², 王 鹏², 任 飞²

董黎阳^{2,3,4}, 李 俊², 宁括步²

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 3. 国土资源部沉积盆地与油气资源重点实验室, 四川 成都 610081; 4. 中国地质科学院研究生院, 北京 100037)

摘要: 滇西洱源县位于扬子地块西南缘丽江拗陷盆地南侧。在详细野外剖面测量和室内分析的基础上,对研究区下三叠统青天堡组地层的宏观特征(颜色、原生沉积构造)、物质组分、岩石结构及古生物特征等进行了系统研究,划分出冲积扇、河流、三角洲3类沉积相,并进一步划分出河道充填、三角洲前缘和前三角洲3个沉积亚相及辫状河道、洪泛平原、水下分流河道、分流河道间、河口砂坝、席状砂6个沉积微相。研究表明,军马场下三叠统青天堡组垂向上表现为冲积扇—河流—三角洲的退积型沉积特征,表明在早三叠世青天堡时期盐源-丽江盆地发生了大规模海侵,盆地水体加深,军马场地区经历了由陆相到海相的沉积演化序列。

关键词: 沉积相; 沉积演化; 退积型; 青天堡组; 下三叠统

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

前言

盐源-丽江盆地三叠纪地层广泛发育。自1925年苏格兰学者葛利高利父子在丽江黑龙庙地区发现六射珊瑚并确定该地区存在海相上三叠统以来,国内学者先后对盆地的三叠纪地层分布、划分对比及矿产分布等作过较为详实的研究。资料显示^[1-4],该地区三叠纪地层普遍含有岩盐、卤水、石膏、煤层等矿种并发育铜、铁、蓝石棉等矿点。在本研究区内还发现了富集于三叠系北衙组的残坡积“红土型”金矿。厘清研究区三叠系地层格架与沉

积演化及其成矿地质背景,对三叠纪地层找矿勘探具有重要意义。

青天堡组因广泛记录了早三叠世青天堡时期盐源-丽江盆地开始发生大规模海进沉积而引起众多学者的重视,他们对下三叠统青天堡组沉积相做过大量研究,提出了不同的观点。一些学者认为青天堡组为一套海相沉积^[1-3],四川省一区测队1:20万盐边幅报告中^[4]提到,青天堡组产海相双壳类化石 *Myophoria* sp.; 四川省地质矿产研究所专题研究组^[5]在盐源甲米的三叠系剖面之青天堡组下部发现了海相瓣鳃类碎片、有孔虫及无铰纲的腕足类

收稿日期: 2013-06-13; 改回日期: 2013-08-05

作者简介: 周业鑫(1987-),男,硕士研究生,主要从事沉积地质学方面的研究。E-mail: zhouyexin163@163.com

通讯作者: 王剑(1962-),男,研究员,博士生导师,从事沉积学、沉积大地构造学及油气地质学研究。E-mail: w1962jian@163.com

基金项目: 中国地质调查局北衙金矿远景区深部调查项目(项目编号: 1212011220249)、教育部“矿物学、岩石学、矿床学”国家重点(培育)学科建设项目(SZD0407)共同资助

等化石,支持了这一观点。此外,四川省区域地质志^[4]等认为青天堡组为一套滨海—浅海陆源碎屑岩沉积,而后王洪峰等^[5]通过对攀西地区丙南组时代归属问题的研究也支持了这一观点。另一些学者通过对盐源盆地演化研究,结合青天堡组地层特征分析,提出了与之不同的观点,认为青天堡组具有下部为冲积扇、中部为辫状河、上部为潮坪沉积的剖面结构,发育由陆向海过渡的海进沉积体系^[6]。综合前人对青天堡组沉积环境的研究成果,总结起来就是存在两种观点,即“海相沉积”和“由陆向海过渡的海进沉积体系”。

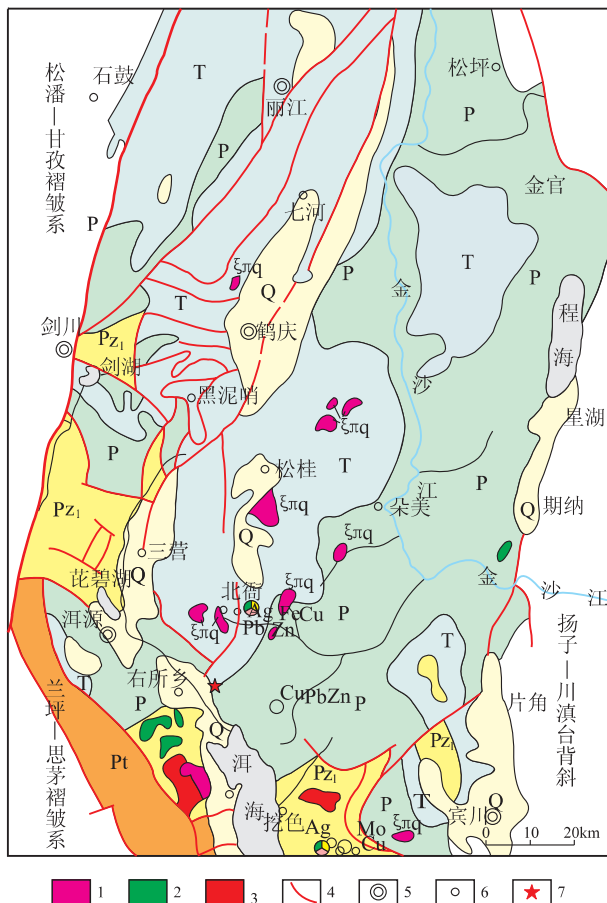
尽管前人对青天堡组沉积相与沉积演化做了较为详实的研究,但这些研究大多集中于 20 世纪八、九十年代或以前,受历史原因及各地区研究程度不一致的影响,对青天堡地层沉积相与沉积环境的认识未能统一。造成这一认识上出现差异的原因可能是,沉积盆地受地形地貌及物源等多因素影响,盆地内不同区域在同一沉积时期接受沉积的条件、环境具有一定差异,即存在“同时异相”的可能。笔者在前人研究基础上,通过对军马场地区青天堡地层剖面详细测制,运用野外详实的地质资料对军马场地区下三叠统青天堡组的沉积相及沉积环境进行系统分析,这将对进一步厘清该研究区三叠系沉积演化及其成矿地质背景具有重要意义。

1 沉积地质背景

盐源-丽江盆地位于扬子板块西缘,东以康滇古陆为界,西临点苍山古陆(即金沙江古陆南段),北濒特提斯海东段的巴颜喀拉海盆(雅江海盆),与义敦浅海区相连通。受长枪-棋木林岛链障壁岛其连通性的存在,形成南部被古陆环绕、北部面临广海的半闭塞海湾环境^[1-3,5],边界严格受金河-程海深断裂带、玉龙雪山西坡深断裂带和洱海深断裂带、小金河深断裂带控制(图1)。

盐源-丽江盆地三叠纪地层发育较广, 沉积厚度以盐源甲米一带最厚。在四川境内, 三叠纪各地层多呈整合接触, 而在云南境内则多为假整合接触。据前人研究资料^[1-5], 下三叠统青天堡组层厚 250 ~ 1250m。四川境内为一套紫红色、灰绿色火山碎屑沉积岩, 地层剖面自下而上表现出由粗而细的沉积韵律, 底部为紫红色玄武质砾岩、上部为紫红色、灰绿色玄武质岩屑砂岩和粉砂质泥岩, 厚度往往较大。至云南境内宁蒗、永胜、鹤庆一带, 岩性与四川境内类同。在云南永胜一带, 紫红色逐渐减少; 至

鹤庆松桂一带,为黄绿色、灰绿色中粗粒至细粒玄武质、凝灰质岩屑砂岩夹粉砂岩、粉砂质泥岩。本组底部一般有砾岩或含砾砂岩层,且砾岩厚度以盐源甲米为中心向东、西、北 3 个方向变薄,尤其向西至云南宁蒗其厚度减至 10m 左右,向西南至永胜一带仅见含砾砂岩^[1-3]。

图 1 盐源-丽江盆地区域地质图(底图据^[1,3],略有修改)

Q. 第四系; T. 三叠系; P. 二叠系; Pz₁. 下古生界; Pt. 元古界. 1. 正长斑岩; 2. 基性岩; 3. 花岗岩; 4. 断层; 5. 剖面位置

Fig. 1 Regional geological map of the Yanyuan-Lijiang basin
Q = Quaternary; T = Triassic; P = Permian; Pz₁ = Lower Palaeozoic; Pt = Proterozoic. 1 = syenite porphyry; 2 = basic rocks; 3 = granite; 4 = fault; 5 = measured section

军马场青天堡组地层剖面位于云南洱源县邓川镇军马场大丽公路西侧,地层厚度 262.8m,为一套紫红色、黄褐色、灰绿色碎屑岩沉积。与下伏二叠系玄武岩组及上覆中三叠统北衙组瘤状、泥质灰岩呈平行不整合接触。底部为紫红色、灰紫色厚层块状含砾岩屑砂岩,发育底冲刷构造、板状交错层理及透镜状层理;中上部为灰紫色、黄绿色、灰绿色中-厚层状粗-细粒长石岩屑砂岩与紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩,发育槽状、板状交错层理及微细水平

层理;上部为灰紫色薄-中厚层状中-细粒长石岩屑砂岩与绿黄色粉砂岩不等厚互层,且含植物茎迹化石碎片,具大型楔状、板状交错层理。

2 岩石类型及特征

青天堡组发育的岩石类型主要包括含砾岩屑砂岩、长石岩屑砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩。本文按岩石类型来描述其岩性特征。

2.1 砂岩

在野外地质基础上,对 15 件砂岩薄片进行了室内镜下鉴定,确定砂岩中各组份类型及砂岩结构成熟度和成分成熟度,为还原沉积背景提供依据^[6-9]。

2.1.1 砂岩组分

颗粒组分含量介于 65% ~ 90%, 平均含量 86%, 少数低至 65%。其中石英端元在碎屑颗粒中的所占比例普遍较低,一般为 10% ~ 30%, 平均为 20.7%, 仅少量占比达到 50%。长石端元占比变化大,介于 15% ~ 75%, 平均为 42.7%, 主要为斜长石和正长石,以斜长石居多。岩屑端元占比较大,但含量变化也较大,一般介于 10% ~ 65%, 平均含量

36%。岩屑成分主要为玄武岩、高岭土,并在地层剖面的上部砂岩中含少量海绿石。

填隙物含量一般介于 10% ~ 35% 之间,平均含量为 14%, 最低为 10%, 少数砂岩中填隙物含量可达 35%。填隙物中杂基与胶结物的平均含量以胶结物稍高,其中杂基主要由玄武岩、长石、燧石英及泥质组成,泥质部分粘土化;胶结物类型以铁质为主,其中中下部砂岩中胶结物见少量火山玻璃。总体而言,砂岩成分成熟度低。

2.1.2 砂岩结构

碎屑岩颗粒结构为极粗粒-中细粒结构,分选较差,多呈次棱角状。填隙物结构分杂基结构和胶结物结构,其中杂基多为部分粘土化的细碎长石、燧石英以及少量未结晶粘土质,属原杂基;胶结类型多为接触-镶嵌式,次为半基底式胶结,还见硅质次生加大式胶结,颗粒间点接触、线接触及缝合线接触都较为常见。根据以上特征,判定砂岩结构成熟度总体较低。

2.1.3 砂岩类型

通过对砂岩组分和结构的分析,确定该地层岩

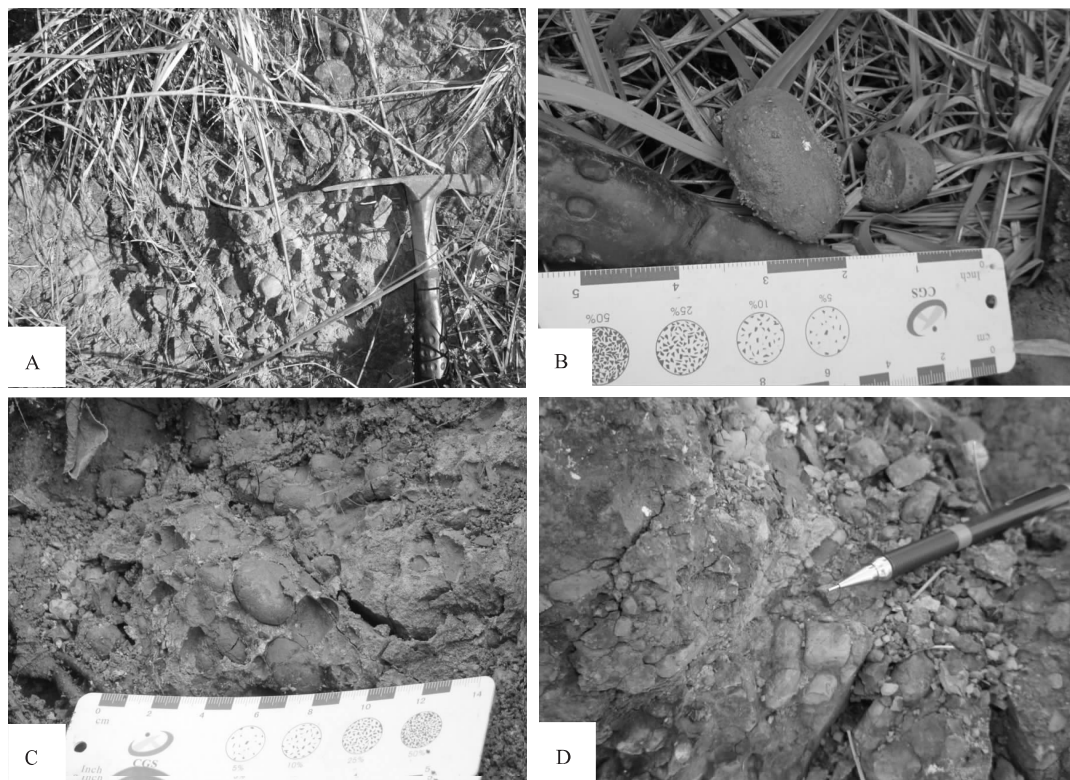


图2 军马场青天堡组砾岩野外照片

A. 玄武岩底砾岩; B. 玄武岩砾石; C. 砾岩(泥质胶结); D. 块状砾岩(砂、泥质胶结)

Fig. 2 Field photographs of the conglomerates from the Qingtianbao Formation, Junmachang

A. Basaltic basal conglomerates; B. Basaltic pebbles; C. Mud-cemented conglomerates; D. Sand- and mud-cemented massive conglomerates

石类型以岩屑长石砂岩或长石岩屑砂岩为主。岩石的碎屑颗粒石英含量平均 20.7%,长石平均含量 42.7%,岩屑为 36%,岩石中岩屑含量较高,具粗-中细粒结构,分选差,磨圆差,成分成熟度、结构成熟度低的特征。

2.2 砾岩

砾岩在盆地内广泛分布,主要发育在青天堡组中下部。其特征大体一致,颜色主要为紫红色、紫褐色或暗紫色,厚层-块状构造。砾石含量 60%~90%,成分为玄武质、泥质及少量硅质(如图 2)。

军马场青天堡组下部为含砾岩屑砂岩,其中底部砾岩中的砾石成分为玄武岩,而中下部含砾岩屑砂岩中的砾石成分以泥质、硅(钙)质为主,见少量玄武岩砾石。

底部砾石排列较为杂乱,呈杂基支撑结构;中下部呈叠瓦状,砾石以颗粒支撑结构为主,也见杂基支撑。砾石大小混杂,分选较差,砾径大者 3~6cm,小者仅数毫米;磨圆度和球度较好或中等,呈卵形或次棱角状;填隙物为粗-细砂或泥质。垂向上多与粗-细粒岩屑砂岩共生,形成下粗上细的沉积序列。砾岩的成分成熟度与结构成熟度均较低。

2.3 粉砂岩

粉砂岩主要分布于单个沉积旋回的顶部,一般为紫红色,在青天堡组中上部为灰绿色,薄-中层状,多与泥岩、粉砂质泥岩呈薄互层或过渡关系。碎屑中石英含量比一般粉砂岩中的石英含量低,仅 20%~30%,且以单晶石英为主,长石含量较一般粉砂岩高,含量达 50%~60%,此外还有少量岩屑。泥质杂基为淀绿泥质;胶结物为铁质、钙质,呈孔隙-接触式胶结,颗粒支撑。发育水平层理、沙纹层理、波状层理及泄水构造等。

2.4 泥岩

下三叠统青天堡组泥岩以紫红色或暗紫红色、灰绿色为主,其中青天堡组中下部泥岩多为紫红色,中上部泥岩以灰绿色为主,造成颜色差异的原因与其沉积环境有密切关系。薄片见少量细粉砂(石英颗粒),多为不均匀分布。青天堡组下部泥岩含大量片状黑云母及棕黑色粘土,无定向排列,可能为漫流沉积。青天堡组顶部的黄灰色或灰绿色(灰质)泥岩常含泥质灰岩角砾、钙质结核等,常常与粉砂岩呈过渡或薄互层关系,常见水平层理、层纹构造,多形成于较深水静水或闭塞静水的低能环境。

3 沉积特征与沉积相分析

3.1 沉积相标志

在充分了解研究区的沉积地质背景资料后,在分析其沉积相类型时,依据岩性组合、岩石的颜色和结构、粒度特征、原生沉积构造等特征。

3.1.1 颜色

颜色是研究沉积相的重要依据之一^[7]。军马场青天堡组中下部地层颜色主要以紫红色、黄灰色及两者过渡颜色为主,为氧化-强氧化环境的产物,如河流、冲积扇等沉积环境;而中上部岩石多呈灰绿色,表明其形成时氧化作用较弱,可能为水下环境。

3.1.2 岩石结构

青天堡组主要为含砾岩屑砂岩、长石岩屑砂岩、粉砂岩夹少量薄层泥岩,以含砾岩屑砂岩、长石岩屑砂岩沉积最为特征。含砾岩屑砂岩的砾石磨圆中等,分选差,成分复杂,为碎屑流沉积;玄武岩质砾石是由于在强水流作用下,对下伏玄武岩地层强烈冲刷和再沉积作用而形成的。砂岩碎屑颗粒以粗-中粒结构为主,细粒次之,分选及磨圆差-中等,与一般的河流-三角洲成因比较,其粒度更粗、分选及磨圆更差,成分成熟度和结构成熟度更低,反映了近物源、较短距离搬运的沉积特征。

3.1.3 原生沉积构造

原生沉积构造是由沉积物在沉积过程中以及固结成岩之前所形成的构造,因而在一定程度上可反映沉积构造受沉积环境的制约^[8-9]。军马场剖面中沉积构造比较常见,层理构造主要见块状层理、水平层理、平行层理、交错层理、韵律层理、粒序层理及波状层理等,另外还见底冲刷、冲槽等构造(如图 3)。不同的岩性组合能反应相应的沉积环境,例如平行层理则在岩屑砂岩中比较多见,多与大型交错层理共生,一般出现于河流边滩、湖岸、海滩等环境^[6-9];交错层理可出现于河流、海滩、潮汐通道等沉积环境中;韵律(砂泥互层)层理则是远砂坝、分流间湾的特征构造^[10]。

3.1.4 古生物

古生物容易受古气候与构造活动等主控的沉积环境影响,因而是判断沉积环境的重要依据之一。军马场剖面中上部的中-细粒长石岩屑砂岩中见植物茎迹化石,呈长条状,并破碎成层,多由长距离搬运并经过分选而集中沉积而来。可能形成于三角洲前缘环境。

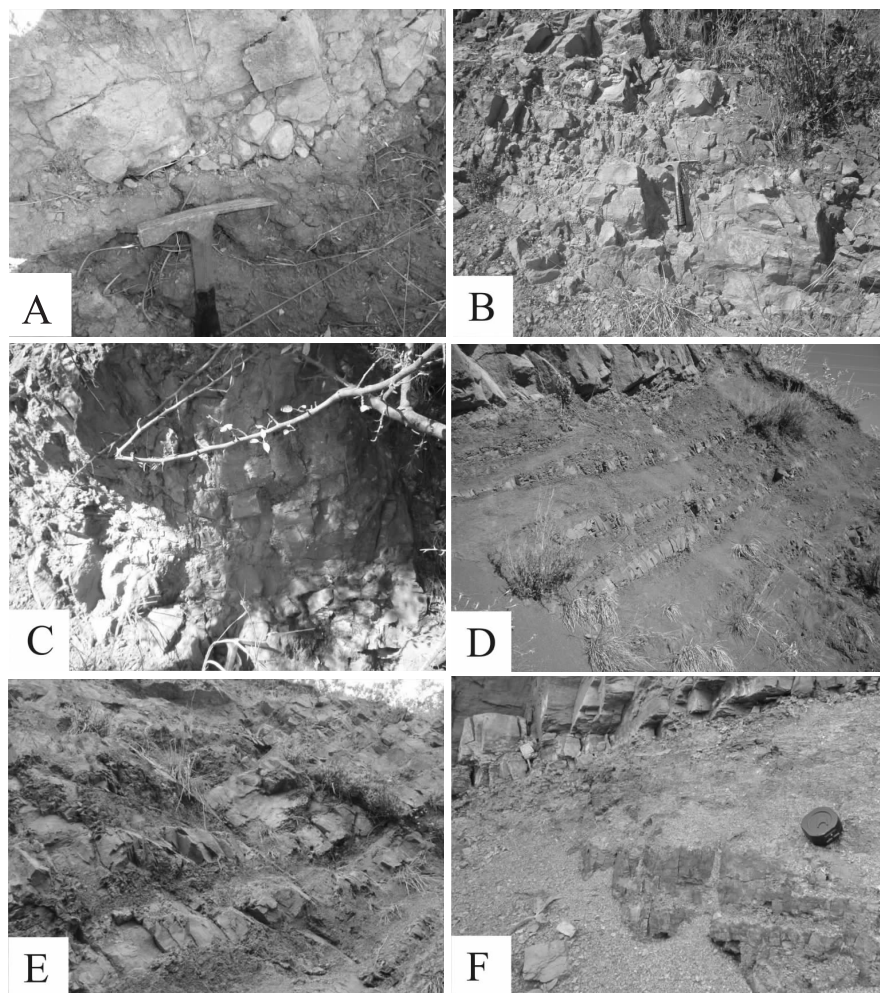


图3 青天堡组原生沉积构造

A. 岩屑砂岩夹透镜状泥岩; B. 小型楔状交错层理; C. 槽状交错层理; D. 潮汐层理(脉状层理); E. 韵律层理; F. 大型楔状交错层理

Fig. 3 Primary sedimentary structures in the Qingtianbao Formation

A. Lithic sandstones intercalated with lenticular mudstones; B. Small-scale wedge-shaped cross-bedding; C. Trough cross-bedding; D. Tidal bedding (vein bedding); E. Rhythmic bedding; F. Large-scale wedge-shaped cross-bedding

3.2 沉积相类型及特征

通过以上沉积相划分标志,结合工作区的构造-沉积演化历史,确定研究区青天堡组地层发育冲积扇、河流、三角洲三种沉积相,以及扇缘、河道充填、三角洲前缘和前三三角洲等4个亚相,进一步细分的辨状河道、洪泛平原、水下分流河道等6个微相(如图4)。

3.2.1 冲积扇相

盐源-丽江盆地青天堡组冲积扇主要分布在康滇古陆前缘,仅仅出现在青天堡早期阶段,以康滇古陆为主要物源朝盆地中心方向发育,而盆地西缘点苍山古陆在早三叠世青天堡初期处于不活跃阶段,仅能提供少量物源供给盆地^[1-3]。

军马场青天堡组冲积扇岩性差异较大,成分成熟度与结构成熟度均较低。岩石组合为紫红色含

砾岩屑砂岩、中-粗粒玄武质岩砂岩、粉砂岩,夹透镜状泥岩。砾石成分为玄武岩,磨圆中等,呈次圆状或次棱角状,分选差。发育平行层理、板状交错层理(图3)、透镜状层理,以及块状构造、底冲刷构造(如图5)。

垂向沉积层序粒度整体表现为下粗上细。底部冲刷面表现为一不平整面,在底冲刷面附近的砾岩层中,含大量玄武岩质砾石,且夹有薄-中层状中-细粒玄武质岩屑砂岩及透镜状泥岩(图3);玄武岩砾石的砾径为20~50mm。向上岩性渐变为中-细粒玄武质岩屑砂岩、薄层状粉砂岩,形成下粗上细的退积正旋回层序。

3.2.2 河流相

研究区内的河流沉积,是在海进过程中退积型冲积扇形成之后以垂向加积方式进行的。发育辨状



图 4 军马场下三叠统青天堡组综合岩性柱状图

Fig.4 Lithologic column through the Lower Triassic Qingtianbao Formation in Junmachang

河道、洪泛平原微相(如图6)。

(1) 辨状河道微相是在青天堡早期阶段持续缓慢的海浸过程中,继冲积扇体形成之后以垂向加积为主的一种沉积方式,在沉积剖面上具明显的二元结构^[1,4]。下部为砾、砂沉积,上部为粉砂、泥质的沉积旋回。砂体呈板状或透镜状,上覆旋回底部粗屑层与下伏旋回顶部细屑层接触处具底冲刷面构造,多夹有砾石。

岩石以黄灰色与暗紫色、暗紫色、紫红色及两者过渡的颜色为主,剖面结构特征为具下粗上细的正粒序组成为沉积单元的沉积旋回。沉积旋回的岩性组合表现为底部冲刷面砾石呈扁平排列或叠瓦排列,砾石成分为泥质、硅质及玄武质,呈次棱角-次圆状,颗粒支撑,泥质胶结;下部为厚层状含砾岩屑

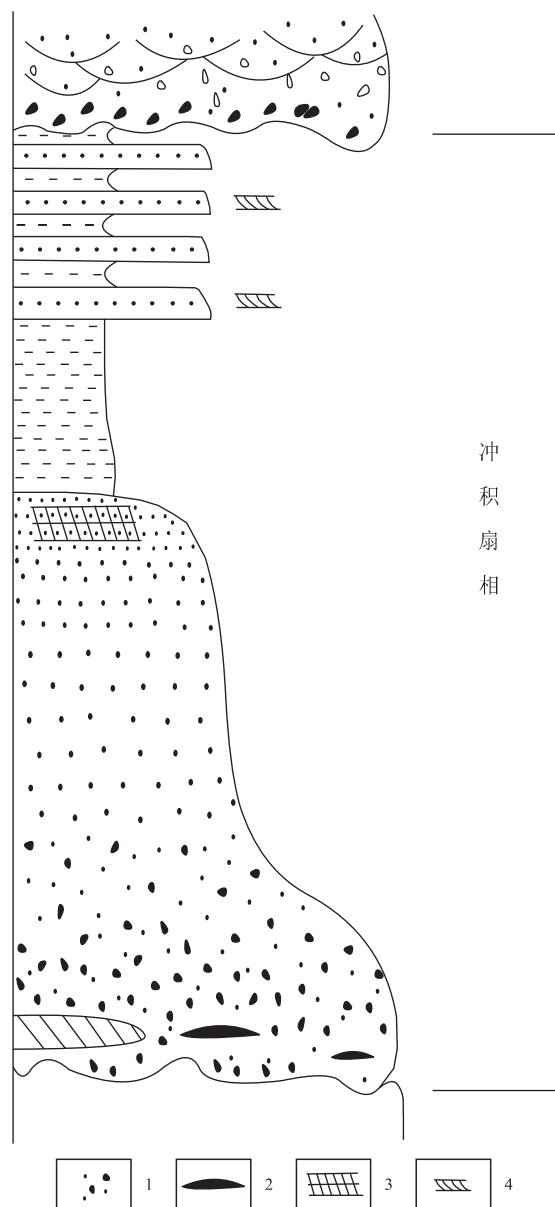


图5 军马场冲积扇沉积序列

1. 含砾岩屑砂岩 2. 透镜状泥岩 3. 板状交错层理 4. 小型楔状交错层理

Fig. 5 Vertical sequence through the alluvial fan deposits in Junmachang

1 = gravelly lithic sandstone; 2 = lenticular mudstone; 3 = tabular cross-bedding; 4 = small-scale wedge-shaped cross-bedding

砂岩层,砾石成分以泥质、硅质为主,见少量玄武质砾石,砾石呈叠瓦状或扁平排列,前者为颗粒支撑,后者为杂基支撑,磨圆较好,呈卵形,分选较差,砾径1~3cm,发育透镜状、槽状交错层理(图3C);中部为紫红色、黄灰色薄-中层状中-细粒岩屑砂岩,岩屑为玄武岩岩屑,发育平行层理、槽状交错层理、砂纹层理;顶部为泥质粉砂岩及粉砂质泥岩。

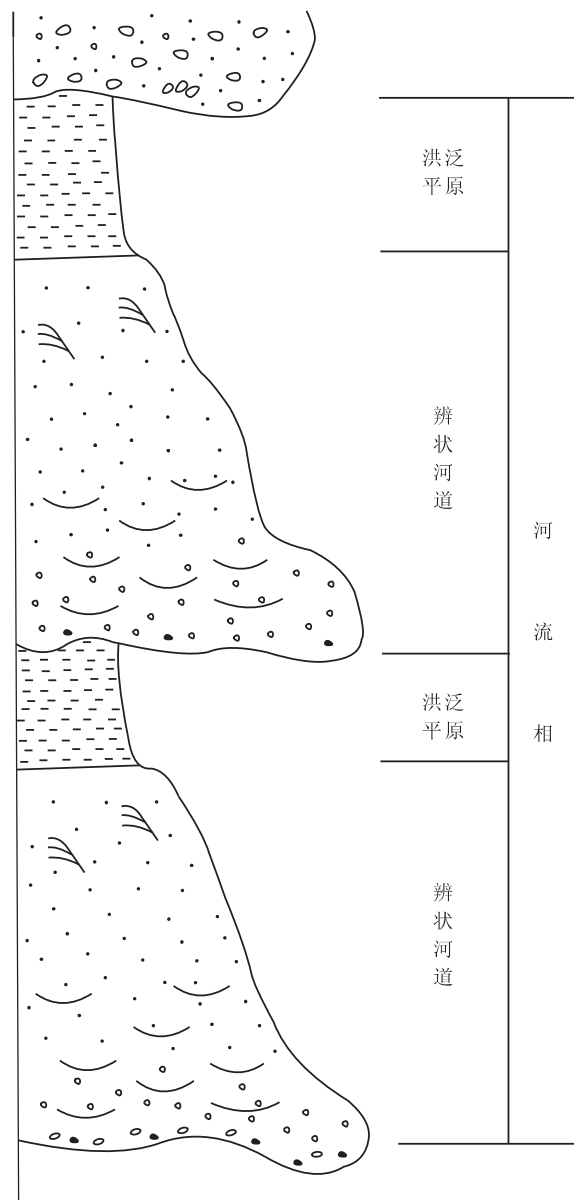


图6 军马场扇三角洲平原沉积序列(图例见图5)

Fig. 6 Vertical sequence through the fan delta plain deposits in Junmachang (symbols as in Fig. 5)

(2) 洪泛平原的岩性特征表现为紫红色薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩或两者不等厚互层,发育平行层理、透镜状层理、楔状交错层理,发育在辫状河道沉积顶部。

3.2.3 三角洲相

盐源-丽江盆地三角洲沉积广泛发育,岩性表现为与冲积扇特征相似的向上变细的粒度特征,但岩性总体较冲积扇细。本剖面根据岩性组合、砂体形态和沉积构造等组合特征,将其分为三角洲前缘和前三角洲3个亚相,其中以三角洲前缘亚相发育最为典型,前三角洲仅部分发育。

(1) 三角洲前缘

三角洲前缘处于滨浅海缓坡带上,是三角洲沉积的主体部分,受河水与潮水的共同作用,可分为水下分流河道、分流间湾、河口砂坝和席状砂4个微相(如图7)。

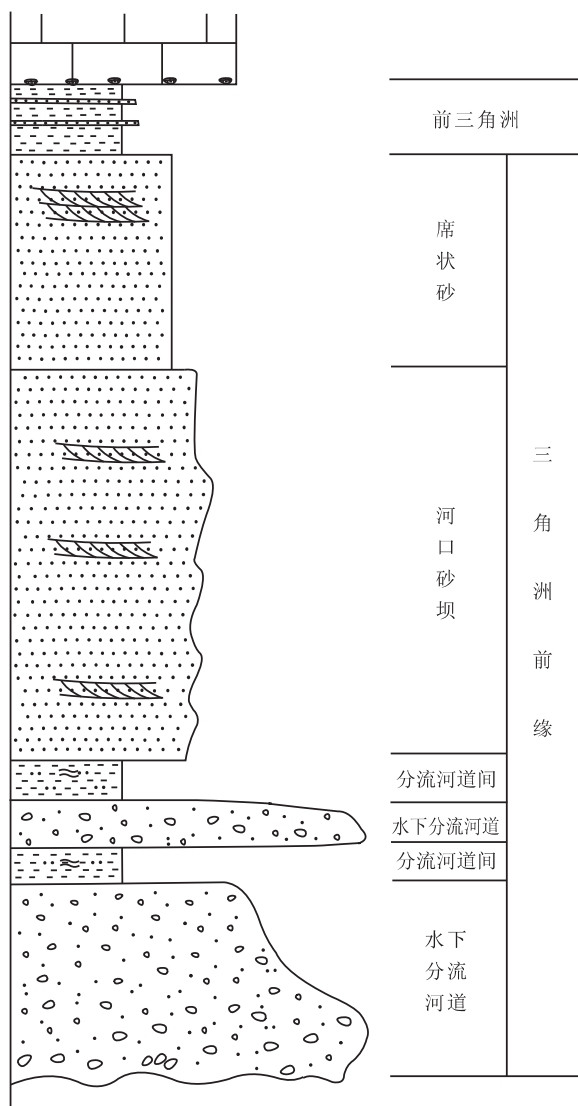


图7 军马场扇三角洲前缘及前扇三角洲沉积序列(图例见图5)

Fig. 7 Vertical sequence through the fan delta front and prodelta deposits in Junmachang (symbols as in Fig. 5)

①水下分流河道是三角洲平原分流河道在水下的延伸部分,且在水下向海方向推进过程中逐渐变宽以致消失^[10-12]。水下分流河道在垂向上具有与三角洲平原分流河道沉积相似的结构特征,沉积物粒度向上变细,单层厚度变薄,发育板状、楔状交错层理。沉积物主要为黄褐色含细砾中粒砂岩、中-细粒岩屑长石砂岩,底部砂岩没有明显层理而呈块状,砾石多为泥质,磨圆中等-较好,分选中等,向上

过渡为中-细粒岩屑长石砂岩,且块状和平行层理、板状和楔状交错层理以及滞留泥质砾石沉积比较发育。结构成熟度、成分成熟度均较差。顶底常与其他微相沉积呈突变接触

②水下分流河道间分布在三角洲前缘水下分流河道砂体之间相对低洼地区^[1,13,14],以细-粉粒及泥质沉积为主。岩性为紫红色、灰紫色泥岩、粉砂质泥岩与薄层泥质粉砂岩的韵律薄互层组合。泥岩中水平层理发育,粉砂岩具波状层理(图3D)或透镜状层理。顶底与水下分流河道沉积呈突变接触。

③河口砂坝为水下分流河道河口处的堆积体,受海水作用较强,具沉积速率高、含泥质少、交错层理广泛发育的特点^[6,14]。岩性特征为黄灰色、暗黄紫色中-厚层块状细粒岩屑长石砂岩夹少量黄绿色、灰绿色薄层粉砂岩,砂岩分选中等,具块状层理、平行层理、大型楔状交错层理以及板状交错层理,砂岩纹层中见许多植物碎屑。

④席状砂是在河口砂坝周围以及前方呈席状大范围分布的细-粉砂岩,多与滨浅海相泥岩呈薄互层^[13-15]。岩性主要为黄灰色、灰褐色薄-中层状细-粉粒岩屑长石砂岩与黄灰绿色泥质粉砂岩呈薄互层,具波状层理、楔状交错层理(图3F)及水平层理。

(2) 前三角洲

前三角洲是指河流携带入湖沉积的泥质和细粉砂等细粒部分,在河口处由于水动力强不能沉积下来,继续呈悬浮状态向前搬运到较安静环境才沉积下来。本地区前扇三角洲亚相在剖面顶部有少量发育,岩相主要为黄灰色、灰绿色粉砂质、灰质泥岩夹泥质粉砂岩透镜体,发育水平层理或不明显。

4 沉积演化及模式

根据构造控盆、盆地控相、相控沉积体系的研究思路,通过对盐源-丽江盆地构造演化的厘定,结合军马场青天堡组沉积特征的详细分析,作者建立了军马场青天堡组沉积演化模式(如图8)。

青天堡组地层主要形成于上扬子陆块的盐源-丽江中生代边缘拗陷带。在早三叠世初期,随着在区域范围发生的印支构造运动,盆地开始发生海进,盆地两侧古陆开始抬升,古陆与盆地的高差增大,坡度变陡,而盆地东缘的康滇古陆上升活动明显,并遭受强烈剥蚀;同时盆地西缘的点苍山古陆也在发生着缓慢抬升。因而在青天堡初期,盆地同时接受了分别来自盆地东缘康滇古陆和西缘点

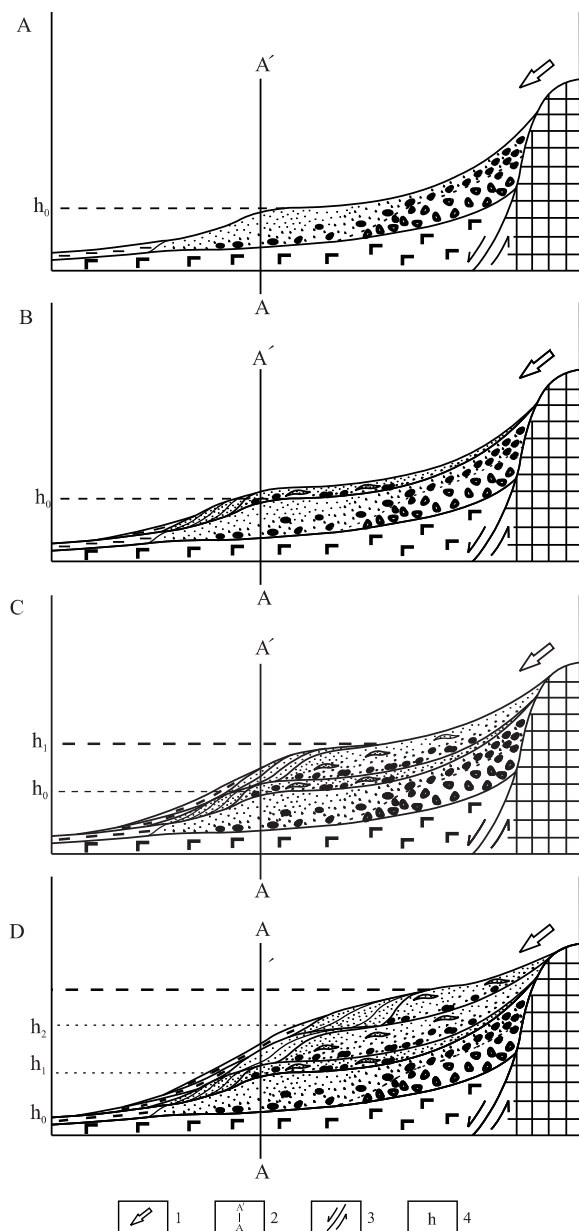


图8 青天堡组沉积演化模式

1. 物源方向; 2. 剖面位置; 3. 断裂; 4. 海平面

Fig. 8 Sedimentary model For the Qingtianbao Formation

1 = provenance; 2 = measured section; 3 = fault; 4 = sea level

苍山古陆的物源供给,形成的大量冲积物在重力流作用下随径流汇入受水盆地并朝盆地中心推移,并在海进作用下形成具下粗上细的退积式冲积扇,冲积扇的前缘进入水盆(图8A)。

在军马场地区,青天堡组地层底部的含砾岩屑砂岩层与下伏地层接触部位夹一层厚约30cm的薄层状岩屑砂岩及透镜状泥岩;同时,在岩性组合上,军马场冲积扇为含玄武岩砾石岩屑砂岩、粗-中粒岩屑砂岩,其中粗-中粒岩屑砂岩为薄-中层状,具大型板状交错层理,明显具牵引流沉积特征,说明军马

场地区位于冲积扇的扇缘或靠近扇中的一侧。

中期,随着古陆不断抬升,盆地加速下陷,海水上涨,先期形成的冲积扇可能演变为物源区,同时古陆剥蚀形成的碎屑物质,也一并由辫状河将其运移到盆地中去,在辫状河和海水的共同作用下形成辫状河沉积(图8B)。随着海面上升,细粒沉积物将依次超覆在粗粒之上,形成下粗上细的海进河流充填层序。经过多次叠加且受构造和气候等条件的影响,出现多旋回多韵律的沉积特征。由于受海水的影响,河流充填层序中可能含有少量海相生物化石。

晚期,随着大规模的海进作用,海水迅速上涨,军马场地区完全处于水下环境,辫状河道的河口向陆地一侧退缩,碎屑物质由辫状河道带入水下,但受较强的水动力影响,将其中的细屑物质带走,仅保留了其中的粗屑物质,同时海水从更深区域带来的粉砂质、泥质渗入粗屑颗粒间而形成水下河道沉积。当海进作用继续进行,军马场地区水体继续变深,由于潮汐作用对河流作用能量的消减,水动力急剧减弱,由岸上辫状河道带入水下的细碎屑物质围绕在河口区域形成砂坝。随着晚期海进规模的扩大,水体不断加深,军马场地区最终依次接受席状砂(或远砂坝)、前三角洲沉积(图8C、D)。

青天堡中、晚期,随着海侵范围的扩大,盆地的可容空间增长大于沉积物的供给速率,由于沉积物的不断供应,扇三角洲沉积体系中砂砾岩沉积体逐渐向盆地边缘方向退积,其结果是原先形成的扇三角洲平原被扇三角洲前缘沉积所覆盖。随着海侵范围继续扩大,最终演变成深水盆地沉积,即与扇三角洲前缘向三角洲前缘的沉积粒度变细相结合的是形成一个在垂向上显示下粗上细的退积型沉积序列。

5 结论

(1) 通过对军马场青天堡组地层剖面资料的系统整理,结合碎屑岩岩性组合特征、岩石颜色和结构、粒度特征、原生沉积构造以及沉积演化历史等组合特征的分析,认为青天堡组沉积相由冲积扇相、河流相及三角洲相组成,并在此基础上划分出了河道充填、三角洲前缘、前三角洲亚相,以及辫状河道、洪泛平原、水下分流河道、水下分流河道间、河口砂坝、席状砂等微相。

(2) 军马场青天堡组直接不整合于中二叠统峨眉山玄武岩之上,与上覆中三叠统北衙组灰岩呈平行不整合接触;同时,在垂向上表现为冲积扇—河

流—三角洲的退积型沉积特征,表明在早三叠世青天堡期,盆地发生了大规模海侵,军马场地区经历了由陆到海的沉积演化序列。

致谢:成都地调中心牛浩斌、李俊、宁括步一起参加了野外工作;在成文过程中,门玉澎工程师、邓奇博士和作者进行了有益的讨论。在此一并致以诚挚的感谢。

参考文献:

- [1] 四川省地质矿产研究所专题研究组. 盐源-丽江地区三叠纪地层及沉积相 [M]. 北京:地质出版社,1987. 47-57.
- [2] 四川地质局一区测队. 1:20 万盐边幅区域地质调查报告 [R]. 成都:四川省地矿局,1972.
- [3] 四川省地矿局. 四川省区域地质志 [M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 王洪峰,纪相田,马玉孝. 丙南组的新认识 [J]. 成都理工学院学报,2011,28(1): 21-27.
- [5] 刘家铎,刘文周. 盐源盆地演化及早三叠世青天堡组沉积环境 [J]. 成都理工学院学报,1995,22(3): 70-74.
- [6] 刘宝珺,曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法 [M]. 北京:地质出版社,1986. 90-137.
- [7] 曾允孚,夏文杰. 沉积岩石学 [M]. 北京:地质出版社,1980.
- [8] H. G. 里丁. 沉积环境和相 [M]. 北京:科学出版社,1985. 127-178.
- [9] G. M. 弗里德曼, J. E. 桑德斯. 沉积学原理 [M]. 北京:科学出版社,1987.
- [10] 杨华,窦伟坦,刘显阳等. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组长 7 沉积相分析 [J]. 沉积学报,2010,28(2): 254-263.
- [11] 楼章华,兰翔,卢庆梅等. 地形、气候与湖面波动对浅水三角洲沉积环境的控制作用 [J]. 地质学报,1999,73(1): 83-92.
- [12] 武富礼,李文厚,李玉宏等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组三角洲沉积及演化 [J]. 古地理学报,2004,6(3): 307-315.
- [13] 高红灿,郑荣才,叶泰然等. 德阳须家河组四段沉积相特征和砂体分布规律 [J]. 沉积与特提斯地质,2007,27(2): 66-73.
- [14] 高丽坤,林春明,姚玉来等. 苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组沉积相及沉积演化 [J]. 沉积学报,2010,28(4): 706-716.
- [15] 胡中贵,胡明毅,洪国良等. 潜江凹陷马王庙地区新沟咀组下段重要层段沉积相特征 [J]. 沉积学报,2011,29(4): 712-723.
- [16] 谢小平,佟再三,沈焕庭. 甘肃景泰红水堡晚石炭世沉积环境与沉积相分析 [J]. 沉积学报,2003,21(3): 381-390.
- [17] 王蛟,姜在兴,操应长等. 山东东营凹陷永 921 地区沙四上亚段扇三角洲沉积与油气 [J]. 吉林大学学报(地球科学版),2005,35(6): 725-731.

The alluvial fan-delta depositional systems in the Lower Triassic Qingtianbao Formation, Junmachang, Eryuan, western Yunnan

ZHOU Ye-xin^{1,2,3}, WANG Jian^{2,3}, ZOU Guang-fu², WANG Peng², REN Fei², DONG Li-yang^{2,3,4}, LI Jun², NING Kuo-bu²

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. Key Laboratory for Sedimentary Basins and Oil and Gas Resources, Ministry of Land and Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 4. Graduate School, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The present paper gives a detailed description of macroscopic features, compositions, textures and structures and organic fossils in main rock types from the Lower Triassic Qingtianbao Formation, Junmachang, Eryuan, western Yunnan. The facies classification is involved in three sedimentary facies including alluvial fan, fluvial and delta facies, three sedimentary subfacies including channel filling, delta front and prodelta subfacies, and six sedimentary microfacies including braided channel, flood plain, subaqueous distributary channel, interdistributary bay, channel mouth bar and sheet sand microfacies. The vertical retrogradational sequences of the alluvial fan, fluvial and delta deposits in the Lower Triassic Qingtianbao Formation in the Junmachang region shows that the widespread transgressions once took place in the Yanyuan-Lijiang basin during the Qingtianbaoan of the Early Triassic, resulting in the sedimentary evolution from the continental facies to the marine facies in the Junmachang region.

Key words: sedimentary facies; sedimentary evolution; retrogradational deposition; Qingtianbao Formation; Lower Triassic