

文章编号: 1000-0550(2013)04-0571-09

新疆北部石炭纪岩相古地理^①

王绪龙¹ 唐勇¹ 陈中红² 查明² 黄芸¹ 董雪梅¹

(1. 中国石油新疆油田分公司勘探开发研究院 新疆克拉玛依 834000; 2. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院 山东青岛 266580)

摘要: 文章采用野外露头、钻井地质相结合的分析方法,讨论了新疆北部石炭纪的岩相古地理环境。野外露头、钻井资料的沉积建造、沉积相分布及古生物组合特征综合表明,新疆北部石炭纪古地理总体特征表现为由早石炭世的深海—半深海相、浅海相向晚石炭世的浅海相、海陆过渡相及陆相演化的趋势。岩石组合类型由早石炭世的活动陆缘型岛弧火山岩、深海复理石及海相碳酸盐岩向晚石炭世的裂谷型火山岩、陆相碎屑岩、海相碎屑岩及海相碳酸盐岩过渡。早、晚石炭世不同地区的古地理及其相应的岩石组合类型存在明显的差异。

关键词: 新疆北部 准噶尔盆地 石炭纪 岩相古地理 油气勘探

第一作者简介: 王绪龙 1962年出生 男 博士 教授级高级工程师 石油地质 E-mail: wxl@petrochina.com.cn

中图分类号: P512.2 **文献标志码:** A

中国含油气盆地油气勘探表明,岩相古地理控制了油气成藏的基本要素组合和油气资源的分布,地层和岩性圈闭的发育和分布受控于古地理条件的改变^[1,2]。岩相古地理研究在有效发现和开发油气资源等方面发挥了极为重要的作用^[3~6]。新疆北部石炭系火山岩油气藏勘探已有50余年的历史^[7],在2005年以前,主要针对准噶尔盆地石炭系上叠盆地勘探,取得一系列的重要发现,而石炭系长期以来一直被看作盆地的褶皱基底,除西北缘外没有作为主要勘探目的层系,勘探程度低,造成对石炭系油气地质条件和勘探潜力认识不足^[8,9]。新疆北部大地构造位置处于西伯利亚、哈萨克斯坦及塔里木三大构造域的结合部,石炭纪处于古亚洲洋闭合—陆陆碰撞、碰撞期后伸展的洋陆转换过渡期^[10],复杂的大地构造背景造就了复杂的古地理背景,进而形成岩石类型及其组合特征的多样性^[11,12]。因此,厘定新疆北部石炭系沉积层序,确定层序充填样式,明确沉积相分布以及相应的岩石组合类型,从而恢复北疆石炭系岩相古地理环境,对今后的油气勘探战略选区及优化勘探部署具有重要指导意义^[13~16]。

1 早石炭世岩相古地理

1.1 构造演化及蛇绿岩发育的意义

新疆北部早石炭世为碰撞间歇期伸展—残留洋闭合、陆—陆碰撞的大地构造演化背景。受古陆及缝

合带控制,发育残留洋、弧后裂谷、陆缘拗陷及陆内拗陷等盆地类型。这种构造背景下表现出动力热变质—强烈变形带或韧性剪切带的典型特征。在东准噶尔及北准噶尔地区,沿一系列古俯冲带和缝合带形成了多条动力热变质—强烈变形带,构造带地层挤压强烈,片理产状陡立,形成以强烈密集的糜棱面理和其他构造面理。其围岩一般已发生了低绿片岩—绿片岩相的动力热变质,岩性多为板岩、千枚岩和绿片岩,同时还发育多套蛇绿岩带。这些较大发育的蛇绿岩带多分布于新疆的西北部,在准噶尔盆地西北缘最为典型,有着较强的构造演化意义。如新疆额尔齐斯—布尔根蛇绿混杂岩带标志着西伯利亚和哈萨克斯坦—准噶尔两大古板块晚古生代晚期的碰撞缝合带^[17]。紧临准噶尔盆地西北缘,从克拉玛依以西的红浅区至克拉玛依以东的白碱滩、百口泉地区存在着一条规模较大、发育齐全的克拉玛依蛇绿混杂岩和增生杂岩带^[18],其地球化学特征表明残余洋盆结束后,立即进入晚石炭—早二叠世的裂陷阶段,发生了快速堆积;其后又很快跨入陆内盆山演化阶段,向准噶尔盆地方向强烈推覆形成了准噶尔西北缘前陆拗陷,之后就发生大规模碱长花岗岩的侵入,晚二叠世之后就进入了陆内演化阶段^[19]。对西准噶尔西南达尔布特蛇绿混杂岩的研究表明,西准噶尔西南曾演化为板块俯冲消减的沟—弧—盆体系,说明西准噶尔在中泥盆世已进入主洋盆开始消减、大陆板块汇聚拼合的重要

①国家“973”项目(编号:2011CB201101)、国家重大科技攻关项目“重点盆地地层油气藏成藏机理与分布规律”(编号:2011ZX05001-001-006)、中石油新疆油田分公司重大项目“新疆北部石炭系火山岩油气地质理论、核心技术及勘探重大突破”及“准噶尔盆地火山岩油气藏成藏机理与勘探实践”共同资助

收稿日期:2012-06-25; 收修改稿日期:2012-08-27

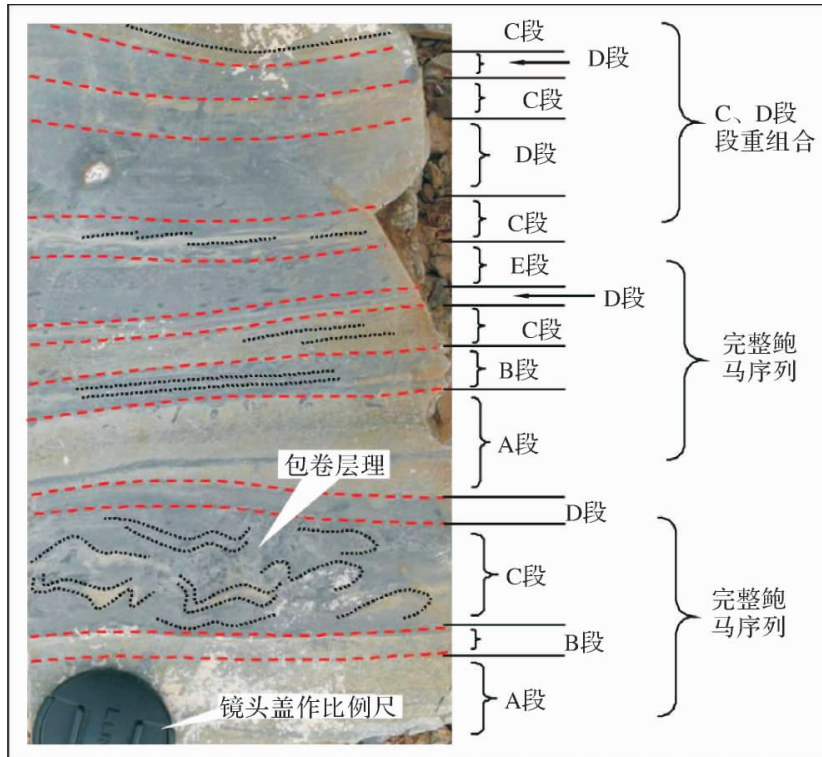


图 2 具完整鲍马序列浊积岩
(蒙库地区 216 国道与河流之间黑山头组)

Fig.2 Turbidites with complete Bouma sequences
(In Heishantou Formation among 206 Highway and the rivers in the Mengku Region)

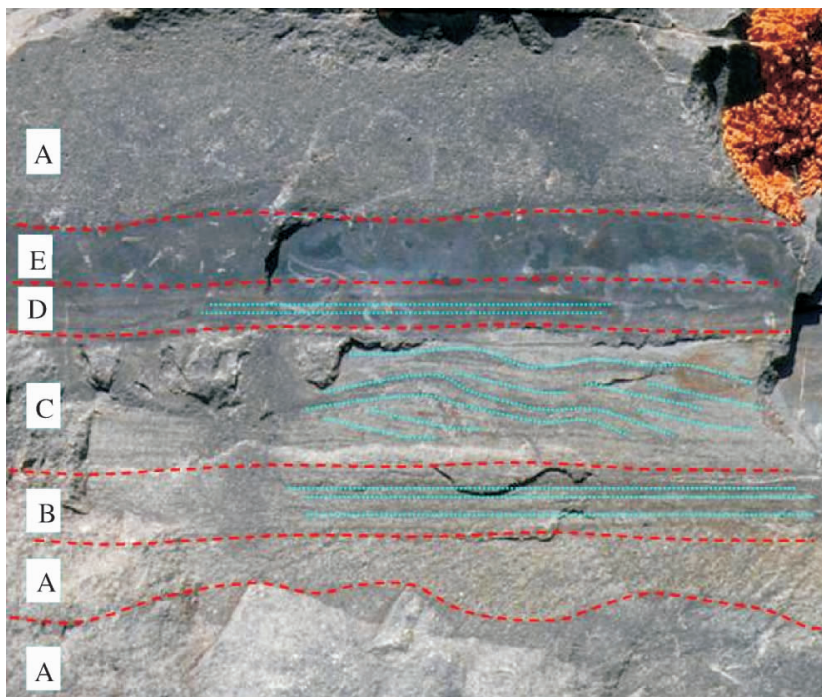


图 3 具有完整鲍马序列硅质泥岩、粉细砂岩
(白杨河以南-318 省道西侧 5 公里那林卡拉组浊积岩相)

Fig.3 Fine siltstone and Siliceous mudstone with complete Bouma sequences
(Turbiditefacies from Narigala Formation ,5 km west of 318 provincial highway , north of the Baiyanghe River)

两个完整鲍马序列(图2)。

阿尔曼太弧间裂陷槽位于额尔齐斯残留洋与克拉美丽残留洋之间,北西西向展布,其南部以阿尔曼太缝合带为界与克拉美丽残留洋相邻,沿缝合带以北发育中基性岛弧火山岩。岛弧火山岩是本区碎屑岩的物源,向北经含火山碎屑辫状河相、浅海三角洲相及浅海相向北部额尔齐斯残留洋过渡。

达尔布特残留洋位于巴尔雷克深断裂与达尔布特缝合带之间,该区发育浅海至半深海相黑色泥岩,白杨河地区下石炭统那林卡拉组见具有完整鲍马序列的浊积岩(图3)。达尔布特地区可见极厚层的浅海至半深海相黑色泥岩和红色深海硅质岩。

克拉美丽残留洋主要包括克拉美丽山区及乌伦古坳陷,在红柳沟至南明水一带。早石炭世南明水组不整合于泥盆纪蛇绿混杂岩之上,岩性下部为薄层含蛇绿岩成分的砾岩层,向上变为硬砂岩及蛇纹质砂岩,再向上为细砂岩、粉砂质泥页岩或变质为千枚岩等;乌伦古坳陷内伦2井钻遇下石炭统暗色泥岩,另外,从航磁平面特征分析,乌伦古至三塘湖一带具有与额尔齐斯残留洋相似的负异常特征。

三塘湖残留洋与克拉美丽残留洋大地构造位置相同,航磁特征相近,在大黑山地区下石炭统姜巴斯套组发育巨厚的暗色泥岩,三塘湖盆地内方1井钻遇一套暗色沉凝灰岩,根据井间对比及地震层序分析应该属下石炭统海相沉积。

南部的北天山残留洋盆地及北伊宁弧后裂谷盆地也发育深海—半深海相沉积,邬继易、王作勋等(1989)在巴音沟测制剖面,把下石炭统沙大王组拟定为蛇绿岩套组合,主要由放射虫硅质岩、枕状玄武岩、层状辉长岩(具堆晶结构)及不典型的岩墙群、蛇纹石化超基性岩组成蛇绿岩套层序^[24]。在伊林哈比尔尕山地区泥盆系—下石炭统主要发育蛇绿岩和巨厚的复理石,并被晚石炭世裂陷槽沉积及火山岩不整合覆盖。

1.4 浅海相区

早石炭世浅海相区分布非常广泛,以达尔布特—克拉美丽缝合带为界,南部地区以昌吉古陆、哈密古陆为中心,四周发育广阔的浅海相带。浅海相带主要分布在陆缘坳陷、陆内坳陷、弧后裂谷以及残留洋盆的向陆一侧,主要发育碎屑岩、碳酸盐岩及其过渡岩类。

准噶尔盆地陆梁地区的早石炭世原型盆地为陆梁弧后裂谷,发育相对闭塞的泻湖相带。沉积相带类

型包括火山岩相带、火山碎屑岩相带、泻湖相带,陆南1井钻遇的早石炭世岩芯为白云质泥岩,反映了泻湖相特征。

克拉玛依陆缘坳陷主要发育浅海相带,该相带位于乌尔禾—克拉玛依地区环达尔布特深海相分布,在此两相带交界处的柳树沟细砂岩与泥质岩中发现大量的海相生物化石,并有生物碎屑灰岩发育;相带西南部火山岩发育,可见厚层的沉凝灰岩和凝灰质砂岩夹玄武岩和安山岩;相带东缘与浅海三角洲相过渡。

准中陆内坳陷位于昌吉古陆北侧,本古地理单元的中部发育泻湖相带,往西过渡为浅海三角洲相带。三角洲相带岩性以不同粒度的砂岩为主,泥岩较薄,可见明显的反旋回序列;下部以薄层状互层的粉砂岩和中砂岩为主,上部有厚层的砂岩,砂岩中见植物茎干化石。此相带沉积岩与火山碎屑岩互层,岩石中凝灰质成分含量比较大,反映了同期喷发的火山可能是沉积物源之一。

沙湾陆缘坳陷相带呈北北西向展布,该相带西段发育生物碎屑灰岩与泥岩和泥质粉砂岩互层,东段主要为泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩,可夹有薄层砂岩。火山岩类在本区不太发育。

吐鲁番陆缘坳陷北部发育灰岩和生物碎屑灰岩,并在鄯善以北发育火山岩和火山岩碎屑沉积岩,南部发育浅海陆棚相泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩。南伊宁弧后裂谷水体相对较浅,西段为浅海碳酸盐台地,东段为浅海三角洲;北伊宁裂谷北部发育浅海陆棚相碎屑岩,南部发育浅海三角洲相。塔城东陆缘坳陷位于塔城东缘,呈北东向延伸,发育岛弧火山岩和辫状河相带,在白杨河剖面见具槽状交错层理的辫状河道砂岩(图4)。

2 晚石炭世岩相古地理

晚石炭世岩相古地理背景是早石炭世末期古亚洲洋最终闭合成陆后,前期的板块边界力减弱或解除,增厚的岩石圈或造山带在其自重作用下发生伸展塌陷,形成一系列裂陷槽、裂谷及陆缘坳陷。古地理总体具有北部陆相为主、南部海相为主的特征。北部裂谷区主要发育陆相沉积岩—火山岩组合;南部裂陷槽、吐鲁番陆缘坳陷及伊宁裂谷主要发育海相沉积岩—火山岩组合(图5)。

2.1 古陆

晚石炭世古陆范围较早石炭世明显扩大,北部地



图 4 具大型槽状交错层理辫状河砂体
(白杨河以北 318 省道西侧 5 km 河布克河组)

Fig. 4 Braided river sandbodies with large-trough cross bedding
(Hebukehe Formation, 5 km west of 318 provincial highway, north of the Baiyanghe River)

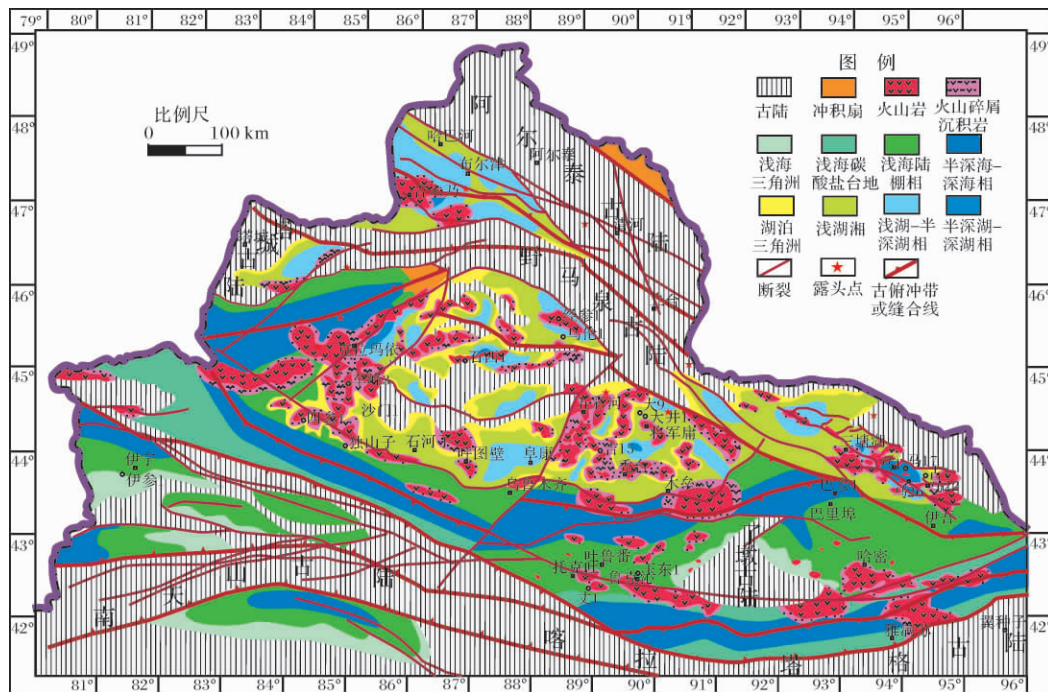


图 5 新疆北部晚石炭世岩相古地理图

Fig. 5 The lithofacies palaeogeography map of the Late Carboniferous in Northern Xinjiang

区早石炭世残留洋隆升为陆,向北与阿尔泰古陆连为一体,向西与塔城古陆相接;中部陆梁及准中地区于早石炭世末期隆升成陆后与昌吉古陆一起受断陷作用改造为隆凹相间格局,早石炭世哈密古隆缩小至了墩一带,称为了墩古陆;南部赛里木古陆、南天山古陆

以及东部的喀拉塔格古陆基本继承了早石炭世古陆的形态。

2.2 湖相区

晚石炭世新疆北部湖相区主要发育在准噶尔地区的陆梁裂谷、准东裂谷、乌伦古裂谷、三塘湖裂谷主

体、福津裂谷、塔城断陷、红山嘴断陷以及克拉玛依陆缘拗陷和阜康陆缘拗陷,沉积了一套河、湖相碎屑岩含煤地层,同时沿主要控盆断裂喷发大量火山岩,火山岩与沉积岩交互产出,形成一套碰撞期后断陷盆地所特有的火山岩—沉积岩组合。

陆梁裂谷及乌伦古裂谷的主体古地理背景是湖泊环境,以发育湖相泥岩、三角洲相和分布广泛的火山岩与火山岩碎屑岩为特征。由于陆相裂谷内众多火山喷发,喷发后的熔岩和火山碎屑形成正地貌单元,并成为新的局部物源,造成与火山岩、火山碎屑岩相伴生的沉积岩中火山碎屑物质的含量较大。滴西28、滴西184等井在晚石炭世巴塔玛依内山组钻遇了煤层,滴15井岩心中见到植物化石,均反映了陆相的特征。

准东裂谷发育湖泊环境,沉积相带由湖泊相、湖泊三角洲相和火山碎屑沉积岩相组成,火深1井、北9井、沙丘3都在晚石炭世巴塔玛依内山组钻遇了煤层,体现了陆相的特征。克拉玛依陆缘拗陷及阜康陆缘拗陷主体古地理背景是湖泊环境,以发育湖相泥岩、三角洲相为主,火山岩与火山岩碎屑岩也比较发育。准噶尔盆地西南缘四参1井钻遇灰黑色沉凝灰岩岩心,其有机质含量高,体现出湖泊相特征。福津裂谷受断裂控制,沉积厚度较大,盆缘与盆内都有断裂发育,裂谷南北以断层为界与古陆接壤,往东收敛变窄变浅,往西厚度加大。沉积环境以浅湖—半深湖相为主,中间局部发育半深湖—深湖相,边缘主体是浅湖环境,发育湖相泥岩、湖相三角洲及火山岩、火山岩碎屑岩。黑山头北42 km处上石炭统出露三角洲平原相细砂岩,夹有植物化石。

塔城断陷位于塔城古陆东南部,呈北东展布,东陡西缓。塔城断陷南部边界为断层,深度相对较大,环境为浅湖—半深湖相;往北往西变浅,为浅湖相和规模不大的三角洲相;沿南部边界断层发育有火山岩。塔参1井钻遇上石炭统火山岩及浅湖相泥岩,中间夹三角洲相薄层砂岩。

三塘湖裂谷晚石炭世主体演化为湖相环境,仅在其东南角存在海相环境,包括浅海和半深海—深海环境。三塘湖裂谷湖相区呈北西向展布,受断裂控制沿北西方向发育不同规模的次级凹陷,形成局部半深湖—深湖相、浅湖—半深湖相,往边缘发育浅湖相,西北部靠近陆缘发育湖泊三角洲相。裂谷内沿断层发育大量火山岩,西北部火山岩呈串珠状分布,中部和东南部火山岩受多条断层控制而集中分布。

2.3 海相区

新疆北部晚石炭世海相区主要分布于南部及西部的各裂陷槽、裂谷及陆缘拗陷内,主要包括达尔布特裂陷槽、博格达裂陷槽、北天山裂陷槽、雅满苏裂陷槽、吐鲁番陆缘拗陷、哈密陆缘拗陷、伊宁裂谷等,三塘湖盆地东南部仍保留有海相沉积。岩石类型包括海相碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩及其过渡类型。

(1) 深海—半深海相区

晚石炭世深海—半深海相区主要分布在达尔布特裂陷槽、北天山裂陷槽、博格达裂陷槽、雅满苏裂陷槽的深槽区,在三塘湖裂谷东南部及伊宁裂谷局部发育。达尔布特裂陷槽晚石炭世半深海—深海暗色泥岩相见于包古图组。发育大套黑色泥岩,一般不夹砂岩,厚度可达上百米;具水平层理,风化后显示为极薄层或页片状(图6),弱风化部分显示原岩为隐水平层理的厚层状,中间有一个过渡带。北天山裂陷槽位于准噶尔盆地南部、赛里木古陆北缘,早石炭世背景为北天山残留洋,主体为深海—半深海环境,发育以泥质岩为主的岩石组合,呈狭长带状展布。

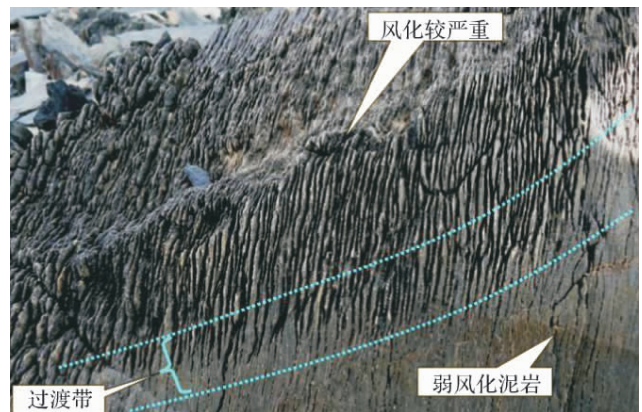


图6 达尔布特裂陷海槽包古图组大套厚层状暗色泥岩

Fig. 6 The thick stratified dark mudstone of Baogutu Formation in Daerbute rift trough

(2) 浅海相区

浅海相主要分布在裂陷槽深海—半深海相带向陆的过渡区以及吐哈盆地和伊犁盆地的大部分地区,三塘湖裂谷东南部也发育浅海环境。三塘湖东南部和老爷庙的哈尔加乌组都发现大量的海相生物化石,以发育生物碎屑灰岩为其特征,夹有火山碎屑岩的泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩,具典型的浅海相特征。吐鲁番及哈密陆缘拗陷在晚石炭世主体的古地理环境是浅海碳酸盐台地,西侧为夹碳酸盐岩碎屑的浅海相。吐鲁番拗陷内的石炭系钻井(如艾参1井)仅钻

揭上石炭统底坎尔组, 普遍钻遇了浅海相生物灰岩。钻井和重磁资料显示, 吐鲁番陆缘拗陷内火山岩不发育。

伊宁裂谷位于赛里木古陆与南天山古陆之间, 呈三角状形态。伊宁裂谷北部发育两个相带, 北部为碳酸盐台地相带, 南部为浅海相带, 以浅海相为主, 展布方向与裂谷方向一致。伊宁裂谷南部西段为浅海三角洲相, 东段为夹有碳酸盐沉积的碎屑浅海相。博格达裂陷槽位于吐鲁番陆缘拗陷与准东断陷区之间, 呈北东东向延伸, 其北缘沉积相带主要有浅海相和浅海三角洲相。在西南段的祁家沟露头剖面可见厚层的浅海相灰岩, 呈大套薄至中层状灰岩, 总厚度达25 m左右, 含海百合茎、腕足类、苔藓虫以及大量生物化石碎片, 形成于浅海碳酸盐台地环境(图7)。该剖面祁家沟组还发育三角洲相带, 含浅海相动物化石, 砂岩厚7~10 m, 下细上粗, 与下伏海相泥岩通过中层至薄层砂岩与泥岩的互层逐渐过渡, 显示典型的反旋回结构特征(图8)。桃西沟剖面也显示有浅海碳酸盐台地相, 发育薄至中层状灰岩, 其中含海百合茎、腕足类、苔藓虫以及大量生物化石及其碎片。雅满苏裂陷槽深海—半深海相向北、向南均过渡为浅海环境, 在雅满苏剖面发现大量的海相生物化石, 该区火山岩和侵入岩比较发育。

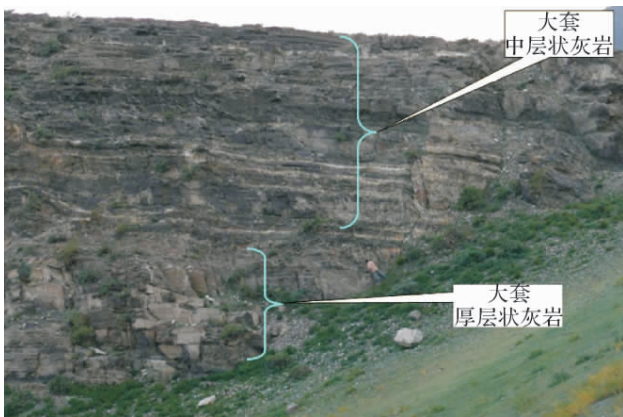


图7 祁家沟组大套浅海相薄至中层状灰岩 (乌鲁木齐南部祁家沟(C₂))

Fig. 7 The thin to medium stratiform limestone in Qijiagou Formation (Qijiagou, south of Urumchi, middle Carboniferous)

3 覆盖区残留上石炭统沉积相分布特征

研究保存在覆盖区内的上石炭统沉积相分布特征对评价上石炭统残留凹陷的油气勘探潜力极其重要。新疆北部新生代盆地之下含上石炭统的盆地主要包



图8 具有反旋回结构特征的三角洲前缘亚相(祁家沟剖面)
Fig. 8 The delta front sub-facies with reverse cycle structure (Qijiagou section in Urumqi)

括: 准噶尔盆地、三塘湖盆地、吐哈盆地、布尔津盆地、福海盆地、塔城盆地、和什托洛盖盆地、精河盆地、伊犁盆地、库普盆地、巴里坤盆地及焉耆盆地(图9)。

半深海—深海相主要分布在准噶尔盆地南缘、焉耆盆地、三塘湖盆地东南部、吐哈盆地北缘及东南部、巴里坤盆地西北、伊犁盆地西北及西南部、和什托洛盖盆地南部。浅海陆棚相分布于准噶尔盆地南缘、吐哈盆地主体、三塘湖盆地东南部、巴里坤盆地东南部、伊犁盆地中部、和什托洛盖盆地西北部。浅海碳酸盐台地相主要分布于吐哈盆地东南部、精河盆地及伊犁盆地。半深湖—深湖相分布于三塘湖裂谷盆地中部及准噶尔盆地西北缘, 另外在准东地区、滴水泉凹陷以及福海盆地也有零星分布。浅湖—半深湖相在三塘湖盆地中西部、准噶尔盆地、布尔津盆地、福海盆地均有大面积分布, 在塔城盆地东部、库普盆地中部也有分布。浅湖相主要分布于准噶尔盆地、三塘湖盆地西北部、布尔津盆地西北部、福海盆地东南部、塔城盆地西部。根据钻井、地震、重磁资料预测, 准噶尔盆地、三塘湖盆地上石炭统火山岩分布较广; 吐哈盆地南缘分布较广, 北缘零星分布; 福海盆地西南、塔城盆地东南有零星分布; 伊宁盆地及精河盆地资料少, 目前没有预测火山岩分布。

4 结论

根据野外露头 and 钻井剖面的沉积建造及其古生物组合, 结合区域构造演化, 勾画出了早、晚石炭世的岩相古地理图, 得出以下结论: 新疆北部石炭纪古地理总体特征表现为由早石炭世的深海—半深海相、浅

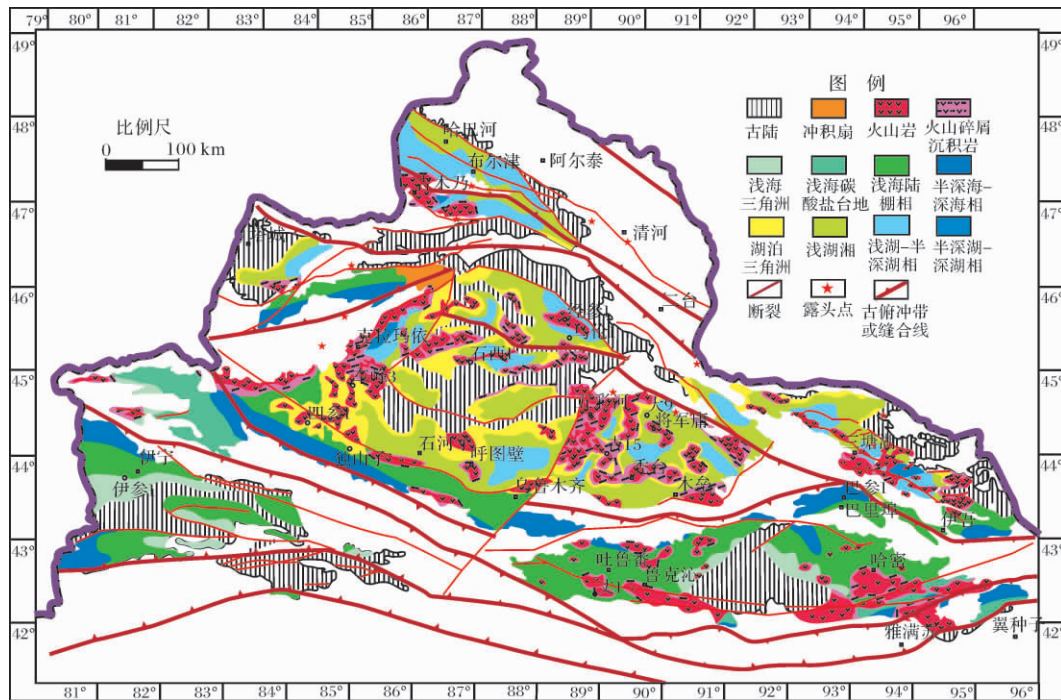


图9 新疆北部晚石炭世残留盆地沉积相分布图

Fig. 9 The sedimentary facies map of residual basins at Late Carboniferous in Northern Xinjiang

海相向晚石炭世的浅海相、海陆过渡相及陆相演化的趋势; 岩石组合类型由早石炭世的活动陆缘型岛弧火山岩、深海复理石及海相碳酸盐岩向晚石炭世的裂谷型火山岩、陆相碎屑岩、海相碎屑岩及海相碳酸盐岩过渡; 早、晚石炭世不同地区的古地理及其相应的岩石组合类型也存在明显的差异。

致谢: 相关研究工作得到中石油勘探开发研究院卫延召与侯连华高工、中国地质大学(北京)何登发教授、中国地质大学(武汉)郑建平教授、西南石油大学周路教授、浙江大学汪新教授及他们相关课题组成员的帮助, 在此表示感谢!

参考文献 (References)

- 朱筱敏, 杨俊生, 张喜林. 岩相古地理研究与油气勘探[J]. 古地理学报, 2004, 6(1): 101-109 [Zhu Xiaomin, Yang Junsheng, Zhang Xilin. Application of lithofacies palaeogeography in petroleum exploration [J]. Journal of Paleogeography, 2004, 6(1): 101-109]
- 蒋维红, 董春梅, 闫家宁. 岩相古地理学研究现状及发展趋势[J]. 断块油气田, 2007, 14(3): 1-3 [Jiang Weihong, Dong Chunmei, Yan Jianing. Application of lithofacies palaeogeography in petroleum exploration [J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2007, 14(3): 1-3]
- 冯增昭. 我国古地理学的形成、发展、问题和共识[J]. 古地理学报, 2003, 5(2): 129-140 [Feng Zengzhao. Origin, development, problems and common viewpoint of palaeogeography of China [J]. Journal of Paleogeography, 2003, 5(2): 129-140]
- Blatt H, Middleton G, Murray M. Origin of Sedimentary Rocks (Second edition) [M]. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1980
- Lyell C. Principles of Geology [M]. Chicago: Reprinted University of Chicago Press, 1990
- Emery D. Sequence Stratigraphy [M]. Oxford: Blackwell Science, 1996
- 白国娟, 陈刚, 王志维, 等. 准噶尔盆地北部晚石炭世岩相古地理[J]. 内蒙古石油化工, 2009, 4: 124-127 [Bai Guojuan, Chen Gang, Wang Zhiwei, et al. Lithofacies paleogeography of Late Carboniferous in Northern Junggar Basin [J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2009, 4: 124-127]
- 蔡忠贤, 陈发景, 贾振远. 准噶尔盆地的类型和构造演化[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 431-440 [Cai Zhongxian, Chen Fajing, Jia Zhenyuan. Types and tectonic evolution of Junggar Basin [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 431-440]
- 陈发景, 汪新文, 汪新伟. 准噶尔盆地的原型和构造演化[J]. 地学前缘, 2005, 12(3): 77-89 [Chen Fajing, Wang Xinwen, Wang Xinwei. Prototype and tectonic evolution of the Junggar Basin, northwestern China [J]. Earth Science Frontiers, 2005, 12(3): 77-89]
- 王广瑞. 新疆北部及邻区地质构造单元与地质发展史[J]. 新疆地质, 1996, 14(1): 12-27 [Wang Guangrui. Classification of tectonic units and geologic evolution in the northern Xinjiang and neighboring area [J]. Xinjiang Geology, 1996, 14(1): 12-27]
- 王璞珺, 冯志强, 等. 盆地火山岩: 岩性、岩相、储层、勘探[M]. 北京: 科学出版社, 2007 [Wang Pujun, Feng Zhiqiang, et al. Volcanic Rock of Basin: Lithology, Lithofacies, Reservoir, Exploration [M]. Beijing: Science Press, 2007]

- 12 邹才能,赵文智,贾承造,等. 中国沉积盆地火山岩油气藏形成与分布[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(3): 257-271 [Zou Caineng, Zhao Wenzhi, Jia Chengzao, *et al.* Formation and distribution of volcanic hydrocarbon reservoirs in sedimentary basins of China [J]. *Petroleum Exploration & Development*, 2008, 35(3): 257-271]
- 13 吴晓智,齐雪峰,唐勇,等. 新疆北部石炭纪地层、岩相古地理与烃源岩[J]. 现代地质, 2008, 22(4): 549-557 [Wu Xiaozhi, Qi Xuefeng, Tang Yong, *et al.* Carboniferous strata and lithofacies paleogeography & source rock in northern Xinjiang [J]. *Geoscience*, 2008, 22(4): 549-557]
- 14 郭宏莉,朱如凯,邵龙义,等. 中国西北地区石炭纪岩相古地理[J]. 古地理学报, 2002, 4(1): 25-35 [Guo Hongli, Zhu Rukai, Shao Longyi, *et al.* Lithofacies palaeogeography of the Carboniferous in northwest China [J]. *Journal of Paleogeography*, 2002, 4(1): 25-35]
- 15 吴晓智,赵永德,李策. 准噶尔东北缘前陆盆地构造演化与油气关系[J]. 新疆地质, 1996, 14(4): 297-305 [Wu Xiaozhi, Zhao Yongde, Li Ce. Tectonic evolution of foreland basin in northeastern margin of Jungar and its relation with oil-gas [J]. *Xinjiang Geology*, 1996, 14(4): 297-305]
- 16 余腾孝,曹自成,徐勤琪,等. 准噶尔盆地北部古生代构造演化与石炭系烃源岩[J]. 石油天然气与地质, 2010, 31(1): 91-97 [Yu Tengxiao, Cao Zicheng, Xu Qinqi, *et al.* The Paleozoic tectonic evolution and the Carboniferous source rocks in the northern Juggar Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2010, 31(1): 91-97]
- 17 吴波,何国琦,吴泰然,等. 新疆布尔根蛇绿混杂岩的发现及其大地构造意义[J]. 中国地质, 2006, 33(3): 476-486 [Wu Bo, He Guoqi, Wu Tairan, *et al.* Discovery of the Buergen ophiolitic mélange belt in Xinjiang and its tectonic significance [J]. *Geology in China*, 2006, 33(3): 476-486]
- 18 何国琦,刘建波,张越迁,等. 准噶尔盆地西缘克拉玛依早古生代蛇绿岩带的厘定[J]. 岩石学报, 2007, 23(7): 1573-1576 [He Guoqi, Liu Jianbo, Zhang Yueqian, *et al.* The establishment of the Karamay ophiolitic mélange of Early Paleozoic in the west margin of Junggar basin [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2007, 23(7): 1573-1576]
- 19 徐新,何国琦,李华芹,等. 克拉玛依蛇绿混杂岩带的基本特征和锆石 SHRIMP 年龄信息[J]. 中国地质, 2006, 33(3): 470-475 [Xu Xin, He Guoqi, Li Huaqin, *et al.* Basic characteristics of the Karamay ophiolitic mélange, Xinjiang, and its zircon SHRIMP dating [J]. *Geology in China* 2006, 33(3): 470-475]
- 20 辜平阳,李永军,王晓刚,等. 西准噶尔达尔布特 SSZ 型蛇绿杂岩的地球化学证据及构造意义[J]. 地质论评, 2011, 57(1): 36-43 [Gu Pingyang, Li Yongjun, Wang Xiaogang, *et al.* Geochemical evidences and tectonic significances of Dalabute SSZ-type Ophiolitic Mélange, Western Junggar Basin [J]. *Geological Review*, 2011, 57(1): 36-43]
- 21 杨高学,李永军,严镜,等. 卡拉麦里地区黑山头组火山岩地球化学特征及构造环境分析[J]. 新疆地质, 2011, 29(3): 257-262 [Yang Gaoxue, Li Yongjun, Yan Jing, *et al.* Geochemical characteristics of volcanic rocks of Heishantou Formation in Kalamaili, east Junggar, and tectonic settings implication [J]. *Xinjiang Geology*, 2011, 29(3): 257-262]
- 22 许继峰,陈繁荣,于学元,等. 新疆北部阿尔泰山地区库尔特蛇绿岩: 古弧后盆地系统的产物[J]. 岩石矿物学杂志, 2011, 20(3): 344-352 [Xu Jifeng, Chen Fanrong, Yu Xueyuan, *et al.* Kuerti Ophiolite in Altay area of North Xinjiang: magmatism of an ancient back-arc basin [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 2011, 20(3): 344-352]
- 23 张元元,郭召杰. 准噶尔北部蛇绿岩形成时限新证据及其东、西准噶尔蛇绿岩的对比研究[J]. 岩石学报, 2010, 26(2): 421-430 [Zhang Yuanyuan, Guo Zhaojie. New constraints on formation ages of ophiolites in northern Junggar and comparative study on their connection [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2010, 26(2): 421-430]
- 24 王作勋,郭继易,吕喜朝,等. 中国天山板块构造[J]. 河北地质学院学报, 1989, 12(1): 54-58 [Wang Zuoxun, Guo Jiayi, Lü Xichao, *et al.* The plate tectonics of Tianshan in China [J]. *Journal of Hebei College of Geology*, 1989, 12(1): 54-58]

Carboniferous Lithofacies Paleogeography in the North of Xinjiang

WANG Xu-long¹ TANG Yong¹ CHEN Zhong-hong² ZHA Ming² HUANG Yun¹ DONG Xue-mei¹

(1. Petroleum Exploration and Development Institute, Xinjiang Oilfield, Karamay, Xinjiang 834000;

2. School of Geosciences, China University of Petroleum, Qindao, Shandong 266580)

Abstract: The Carboniferous lithofacies paleogeography in Northern Xinjiang was discussed by the combination of analysis on the outcrop and well profiles of volcanic rocks. The comprehensive study of borehole data, sedimentary facies, sedimentary construction, and Paleontology combination indicates that the overall characteristic of Carboniferous paleogeography in northern Xinjiang evolved from deep sea-half deep sea facies and shallow sea facies in the Early Carboniferous to the shallow sea facies, sea-land transition facies and continental facies in the Late Carboniferous. Rock association types transited from active epicontinental island-arc volcanic rock, abysmal flysch and marine carbonate rock in the Early Carboniferous to riftogenic volcanics, terrestrial clastic, marine clastics and marine carbonate rock in the Late Carboniferous. The tectonic lithofacies paleogeography and rock associations have distinct difference in different regions between Early and Late Carboniferous.

Key words: Northern Xinjiang; Junggar basin; Carboniferous; lithofacies paleogeography; petroleum exploration