

文章编号: 1009-3850(2012)01-0012-06

柴北缘东段石炭纪沉积特征及原型盆地恢复

袁亚娟^{1,2}, 夏 斌³, 吕宝凤³, 蔡 嵩^{1,2}, 施秋华^{1,2}

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 中国科学院研究生院, 北京 石景山 100049; 3. 中山大学海洋学院, 广东 广州 510275)

摘要: 在残留盆地展布、地层发育特征及大地构造背景分析的基础上, 恢复了柴北缘东段石炭纪的原型盆地格局。研究表明: 石炭纪时期, 柴北缘处于“三洋夹两陆”的构造背景, 经历了早石炭世的两次海侵和晚石炭世的持续海侵; 受 NW 向断裂系统的控制, 盆地整体为昆仑弧后裂谷盆地, 但由南向北构造发育特征表现为弧后陆表海盆地-陆表海盆地内低隆起-弧后裂谷盆地的组合特征。石炭系沉积以后, 柴北缘经历了多期不同性质的构造运动, 石炭纪后期变形强烈, 原型盆地特征被彻底改造。

关键词: 柴北缘东段; 石炭纪; 沉积特征; 原型盆地

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

柴达木盆地北缘(以下简称“柴北缘”)位于柴达木盆地西北部, 处于南祁连山地块与柴达木地块的拼合部位^[1]。盆地同时受北部祁连山构造挤压应力系统、西部阿尔金走滑构造应力系统和南部昆仑山构造挤压应力系统的共同作用, 构造带内部包括柴北缘残山断褶带、欧龙布鲁克台隆和柴北缘褶皱带 3 个次级构造单元^[2-4]。重力、地震等资料显示, 柴北缘断裂以 NW(W) 走向为主, 其次为 NE 向、近 EW 向、NNW 向, 个别为近 SN 向^[5,6]。

柴达木盆地是中生代以来发展起来的陆内挤压盆地。由于中、新生代盆地和古生代盆地的叠合, 改善了其中生界和古生界地层的生油条件^[7]。盆地的古生界曾长期被视作基底, 但近年来的研究认为, 石炭系油气资源丰富, 具油气勘探潜力, 为柴达木盆地重要的油气勘探远景接替领域^[8-11]。本文综合利用区域地质调查、地震剖面解释和钻孔测井资料解释, 对柴北缘东段石炭纪原型盆地进行了恢复, 以期对该区油气资料潜力评价及勘探部署提供理论依据。

1 沉积充填特征

1.1 石炭系展布特征

柴北缘东段中部和东南部石炭系呈条带状出露。揭示石炭系的钻井主要有霍布逊坳陷宗家构造上的霍参 1 井、德令哈坳陷乌兰构造上的乌中 1 井及尕斯库勒坳陷尕斯库勒构造上的尕斯 1 井。石炭系分布较为广泛, 但受多期构造运动的影响, 石炭系残余地层的分布在平面上各地差异性较大, 主要分布在较稳定的凹陷区, 持续发育的古构造、古隆起上石炭系地层分布较为局限, 在地形上表现为两坳夹一隆的构造格局, 基地形态相对简单, 古地理格局差别较大^[12]。从沉积岩厚度古地理分析, 石炭纪时沉积中心在苏干湖盆地和红山-德令哈坳陷一带^[12,13]。

1.2 沉积体系格架

柴北缘石炭系地层系统的顶、底界线, 长期以来是地学工作者争论的焦点^[2,14-19]。本文采用贺广田等^[14]提出的下石炭统岩石地层划分方案: 即阿木尼克组(C_1a)、穿山沟组(C_1cs)、城墙沟组(C_1cq)及怀头他拉组(C_1h); 上石炭统采用国内一般的认

收稿日期: 2011-08-24; 改回日期: 2011-09-09

作者简介: 袁亚娟(1986-), 女, 博士研究生, 主要从事石油地质、含油气盆地分析研究。Email: yyjli924@163.com

识^[2,16-19],分为两个组:克鲁克组(C_2k)、扎布萨尕秀组(C_2zh)。根据野外露头资料、结合少量钻井,柴达木石炭系主要发育滨岸相、碳酸盐岩台地相、浅海陆棚相三大类沉积相和滨岸浅滩、滨岸潮坪、滨岸沼泽、开阔台地、局限台地以及内陆棚六类沉积亚相^[20]。此外在底部阿木尼克组发育扇三角洲相。

下石炭统阿木尼克组(C_1a)为一套杂色粗碎屑岩,主要为紫红色、杂色砾岩、砾状砂岩和砂岩,偶夹灰岩,呈下粗上细的正粒序,该组代表滨岸浅滩相—冲积扇相沉积;穿山沟组(C_1cs)岩性由砂页岩向灰岩过渡,反映了沉积环境为滨海潮间带向潮下浅海环境演化,表明海侵范围和规模逐渐扩大;城墙沟组(C_1cq)岩性以灰色砂质灰岩、灰岩、泥灰岩为主,说明沉积环境为水动能较高的浅海区;怀头他拉组(C_1h)下部为砂页岩夹灰岩段,岩性为紫红色/灰绿色砂页岩夹灰岩和煤线,灰岩夹层内产珊瑚、腕足等化石,属滨岸潮坪相,中上部燧石灰岩段,岩性以灰色燧石灰岩、生物灰岩为主,夹灰绿色砂岩、泥岩和灰色泥灰岩,为碳酸盐开阔台地环境,顶部生物灰岩段,岩性以深灰色灰岩、生物碎屑灰岩为主,夹薄层灰褐、灰黄色泥灰岩,为水动能较低的正常浅海沉积环境。因此,城墙沟组和怀头他拉组沉积环境都为水动能较低的浅海碳酸盐岩台坪相。

上石炭统克鲁克组(C_2k)的下部为黑色/灰色粉砂岩、碳质页岩、煤层及煤线与灰岩组成的韵律层,为滨岸沼泽—泻湖相沉积,上部为灰白色砂岩、灰色页岩、灰岩组成的韵律层,为水位变化频繁的滨岸潮坪环境;扎布萨尕秀组(C_2zh)下段岩性为深灰色粉砂质页岩和灰色泥质生物灰岩为主,夹少量碳质泥岩和薄煤层,为滨岸沼泽—泻湖相沉积,上部以灰岩为主夹砂页岩,顶部为生物碎屑灰岩(图1)。

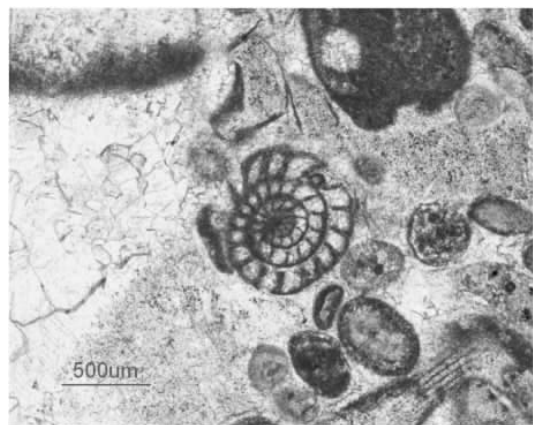


图1 德令哈北 C_2zh 泥质生物灰岩

Fig.1 Muddy biogenic limestone in the Upper Carboniferous the Zhabusagarxiu Formation, northern Delingha

综上所述,柴北缘石炭纪沉积演化经历了早石炭世两次海侵和晚石炭世的持续海侵,沉积环境由滨海向浅海过渡,以海陆交互沉积环境为主(图2)。其中阿木尼克组(C_1a)、穿山沟组(C_1cs)和城墙沟组(C_1cq)为第一期海侵旋回,怀头他拉组(C_1h)为第二期海侵旋回,克鲁克组(C_2k)、扎布萨尕秀组(C_2zh)为第三期海侵旋回。每个旋回均海侵最大期以稳定分布的灰岩、生物灰岩为标志,并出现了红—灰—杂的地层颜色变化和粗—细—粗的韵律变化。

2 盆地大地构造属性

自古生代起,包括柴达木盆地在内的中国中西部地区处于特提斯活动和印度与欧亚两大板块碰撞的前缘部分,更早、更多地承受着特提斯构造域的动力作用,在消减背景下形成沟—弧—盆体系及克拉通内挤压盆地。至泥盆纪中晚期洋盆闭合,盆地承受着特提斯洋和印度板块的活动形成的指向北的主动挤压应力、西伯利亚板块的阻抗产生的向南的被动区域挤压应力及两大板块相互作用所派生出的向东的挤压滑移作用力。

柴达木板块石炭纪时位于北纬 11.9° ,二叠纪时位于北纬 12.7° ,此后移动速度加快,到三叠纪时位于北纬 22.2° ^[21]。晚泥盆世—三叠纪,南昆仑洋将柴达木与羌塘板块分隔开,其发育和闭合过程在很大程度上控制了晚古生代—早中生代柴达木盆地的构造位置、盆地性质及其演化,柴达木处于昆仑弧的弧后部位(图3)^[22]。

前人研究表明,显生宙柴达木盆地演化经历了3个开合旋回和6个二级构造阶段,其分划性时间界面分别为800Ma、464Ma、377Ma、260Ma、208Ma和23.3Ma^[23]。王惠初(2005)认为,柴北缘造山事件结束的时限为志留纪末期^[24]。因此,在石炭纪期间,柴北缘东段是处于张裂状态,属于第二个一级开合构造旋回的第一个二级构造阶段,即晚泥盆世—早二叠世形成弧后裂陷盆地演化阶段。

3 构造沉积格局

研究区石炭纪时构造相对稳定,大型控制断裂虽已开始发育,但主要是控盆的边界断裂,石炭系构造变形较弱。研究区内无大型活动型的盆内断裂,石炭系内部各组段均表现为整合接触,为典型的稳定克拉通台地沉积。

而石炭系沉积后至现今的印支、燕山和喜山期

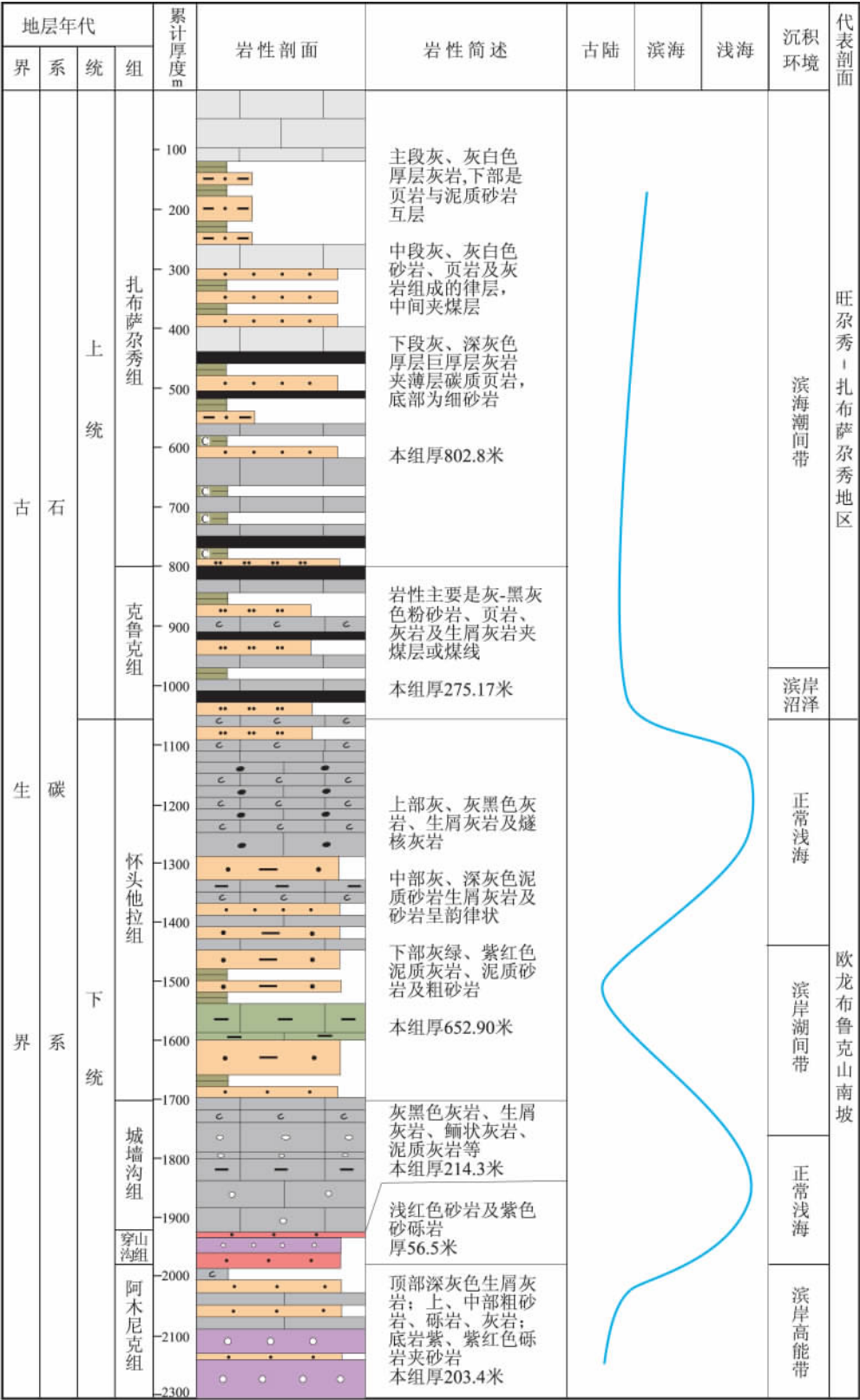


图2 柴北缘东段石炭纪沉积演化图(据杨平,2006 有修改)

Fig.2 Vertical section showing the sedimentary evolution of the Carboniferous strata in the eastern part of northern Qaidam Basin (modified from Yangping, 2006)

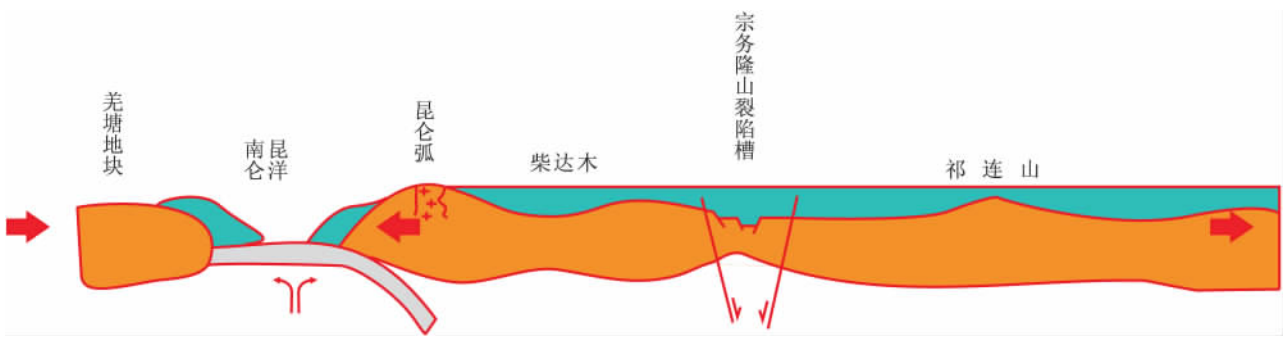


图3 柴达木盆地及邻区泥盆纪—二叠纪盆地演化示意图

Fig.3 Sketch to show the basin evolution in the Qaidam Basin and its adjacent areas during the Devonian to the Permian

强烈构造运动相叠加,特别是喜山构造运动形成了研究区的构造格局,即北西向展布的隆拗构造格局。在地质发展历程中,印支期、海西期的造山运动分别使古生界、中生界地层差异抬升遭受剥蚀,形成地层间的角度不整合接触关系;燕山末期构造运动以挤压变形为主,对石炭系进行进一步的叠加改造;晚喜山期构造运动最为强烈,在晚喜山期强烈构造运动的作用下,早期构造被重新改造,并形成大量的新构造,总体表现为继承性的基底卷入式构造,与上覆构造层同协变形(图4)。同时大型断裂剧烈活动,构造变形强烈,最终造就了石炭系现

今的构造格局。

4 石炭纪盆地原型恢复

根据钻井资料,结合野外露头与地震剖面解释结果以及前人的资料^[4-7]绘制了石炭纪柴北缘东段原型盆地(图5)。从图5可以看出,柴北缘东段石炭纪整体为昆仑弧的“弧后裂谷盆地”,但该盆地由南向北特征不同,南部(现今祁漫塔格山地区)靠近南昆仑洋,发育弧后陆表海盆地,向北一直到现今宗务隆山前则为一弧后陆表海盆地的古隆起,再向北宗务隆山一线则发育弧后裂谷型盆地。

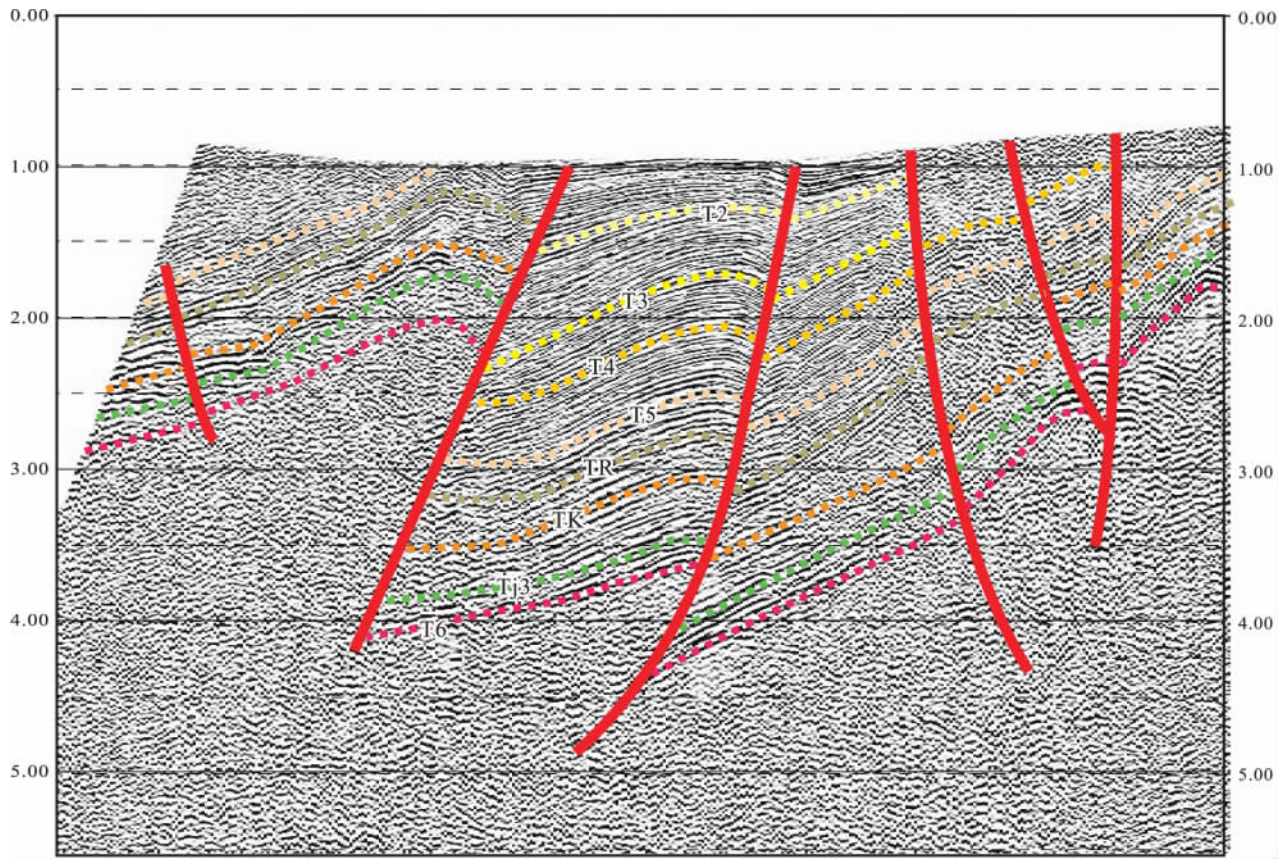


图4 地震解释剖面(据青海油田资料)

Fig.4 Interpretation of the seismic profile in the study area

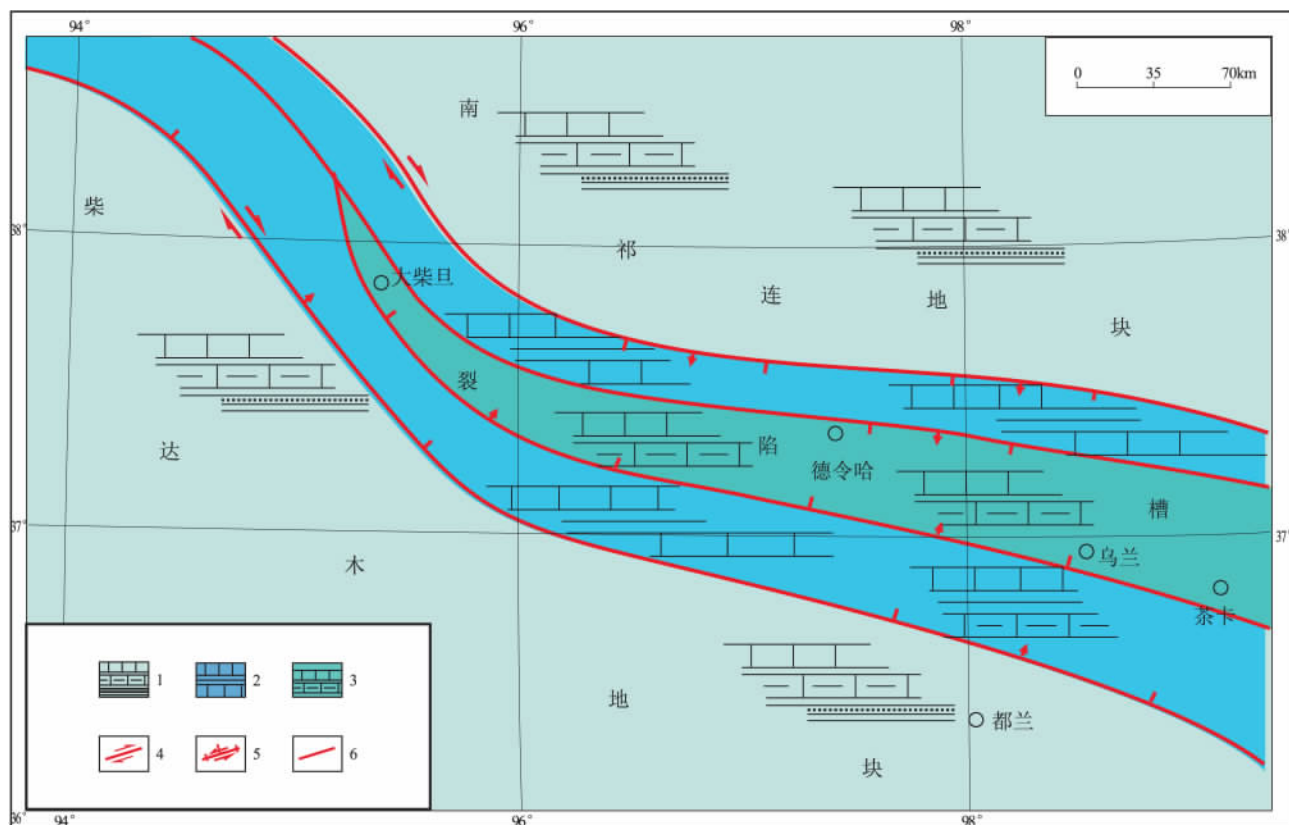


图5 柴北缘东段原型盆地格局图

1. 滨岸相-泻湖相; 2. 浅海-滨岸过渡相; 3. 浅海碳酸盐岩相; 4. 走滑断层; 5. 走滑正断层; 6. 正断层

Fig. 5 Framework of the prototype basin in the eastern part of northern Qaidam Basin

1 = littoral-lagoon facies; 2 = neritic-littoral facies; 3 = neritic carbonate rock facies; 4 = strike-slip fault; 5 = strike-slip normal fault; 6 = normal fault

在柴北缘牦牛山一带上泥盆统为一套含火山岩的类磨拉石建造, 厚达 2000m 以上。石炭系表现为滨岸-台地-陆棚相碳酸盐岩和碎屑岩夹煤线, 厚 2740m。往北至宗务隆山地区, 石炭系-下二叠统为一套裂陷槽环境下的沉积, 下石炭统为片岩、千枚岩、变质砂岩和灰岩, 上石炭统为灰色灰岩、结晶灰岩和碎屑岩, 下二叠统为碎屑岩和碳酸盐岩建造, 总厚达 10000m 以上。再往北至祁连山地区, 石炭纪-早二叠世表现为弧后陆缘海盆地, 发育陆棚-滨岸-河湖相碳酸盐岩(含煤碎屑岩)碎屑岩组合, 总厚达 2000m 以上。

5 结论

(1) 柴达木盆地石炭纪时处于“三洋夹两陆”的构造背景之下, 其主要是在特提斯构造域背景下发展起来的。

(2) 柴北缘石炭纪沉积演化经历了早石炭世两次海侵和晚石炭世的持续海侵, 沉积环境由滨海向

浅海过渡, 以海陆交互沉积环境为主。

(3) 石炭系沉积时期, 柴达木盆地已发育许多大型褶皱及断裂构造, 这些构造控制了石炭系的沉积与分布。

(4) 石炭纪原型盆地整体为昆仑弧后裂谷盆地, 但由南向北构造发育特征表现为弧后陆表海盆地-陆表海盆地内低隆起-弧后裂谷盆地的组合特征。

(5) 石炭系沉积以来, 柴北缘东段经历了多期不同性质的构造运动, 石炭纪后期变形强烈, 原型盆地特征被彻底改造。

参考文献:

- [1] WANG HONGZHEN, MO XUANXUE. An outline of the tectonic evolution of China [J]. Episodes, 1995, 18(1-2): 6-16.
- [2] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [3] 黄龙威, 罗群. 柴达木盆地北缘西段断裂发育特征与油气聚集

- 田. 大庆石油学院学报, 2006, 30(2): 13–16.
- [4] 罗群, 白新华. 断裂控烃理论与实践断裂活动与油气聚集研究 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998.
- [5] 高长海, 查明. 柴达木盆地北缘北西(西)向断裂及其油气地质意义 [J]. 地球学报, 2007, 28(3): 283–290.
- [6] 高长海, 查明. 柴达木盆地北缘断裂构造与油气聚集 [J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2007, 29(1): 11–15.
- [7] 青藏油气区石油地质志编写组. 中国石油地质志. 卷十四——青藏油气区 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1987.
- [8] 甘贵元, 尹成明, 潘洪峰, 等. 柴达木盆地古生界油苗的发现及地质意义 [J]. 新疆石油地质, 2008, 29(6): 693–695.
- [9] 施俊, 真允庆, 吴金凤, 等. 柴达木盆地石炭纪油气资源的找藏前景 [J]. 地质调查与研究, 2008, 31(1): 43–51.
- [10] 杨平, 胡勇. 柴达木盆地石炭纪古生态与沉积环境 [J]. 新疆石油地质, 2006, 27(3): 280–284.
- [11] 万传治, 乐幸福, 陈迎宾. 柴达木盆地东部地区石炭系分布规律与生烃潜力评价 [J]. 天然气地球科学, 2006, 17(5): 663–667.
- [12] 陆松年, 于海峰, 李怀坤, 等. 中国前寒武纪重大地质问题研究 [M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [13] 陆松年. 青藏高原北部前寒武纪地质初探 [M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [14] 王训练, 高金汉, 张海军, 等. 柴达木盆地北缘石炭系顶、底界线再认识 [J]. 地学前缘, 2002, 9(3): 65–72.
- [15] 青海省地质矿产局. 青海省岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [16] 贺广田, 薛连明. 青海的石炭系 [J]. 中国区域地质, 1986, 3: 211–220.
- [17] 杨式溥, 侯鸿飞, 高联达, 等. 中国的石炭系 [J]. 地质学报, 1980, 54(3): 167–175.
- [18] 王增吉, 俞学光. 柴达木盆地北缘灰沟晚石炭世四射珊瑚 [J]. 地球学报, 1995, 3: 309–327.
- [19] 贺广田, 王增吉, 詹立培, 等. 柴达木盆地北缘晚石炭世地层 [J]. 中国地质科学院院报, 1987, 17: 141–158.
- [20] 牛永斌, 钟建华, 段宏亮, 等. 柴达木盆地石炭系沉积相及其与烃源岩的关系 [J]. 沉积学报, 2010, 28(1): 140–149.
- [21] 汤良杰, 金之钧, 刘明利, 等. 柴达木盆地构造古地理分析 [J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 421–428.
- [22] HSU K J. Relict back-arc basins: principles of recognition and possible new examples from China [A]. Klempell K L, Paola C. New perspectives in basin analysis [C]. New York: Springer-Verlag, 1988. 245–263.
- [23] 汤良杰, 张一伟, 金之钧, 等. 塔里木盆地、柴达木盆地的开合旋回 [J]. 地质通报, 2004, 23(3): 254–260.
- [24] 王惠初, 陆松年, 莫宣学, 等. 柴达木盆地北缘早古生代碰撞造山系统 [J]. 地质通报, 2005, 24(7): 603–612.

Sedimentary characteristics of the Carboniferous strata and reconstruction of the prototype basin in the eastern part of northern Qaidam Basin, Qinghai

YUAN Ya-juan^{1,2}, XIA Bin³, LU Bao-feng³, CAI Gao^{1,2}, SHI Qiu-hua^{1,2}

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. School of Marine Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China)

Abstract: The reconstruction of the Carboniferous prototype basin is based on the stratal distribution, lithology and tectonic setting of the residual basin in the eastern part of northern Qaidam Basin. During the Early Carboniferous, the study area once went through two phases of transgressions. Controlled by the NWW-trending fault systems, the entire basin is roughly aligned as the Kunlun back arc rift basin, indicative of the intrabasinal low relief-backarc rift basin association in the back-arc epeiric sea basin-epeiric sea basin. The severe tectonic deformation during the latest Carboniferous led to the complete modification of the prototype basin.

Key words: eastern part of northern Qaidam Basin; Carboniferous; sedimentary characteristics; prototype basin