

# 塔里木盆地北部早石炭世沉积体系域的基本特征

马立祥 万静萍 王世凤

(中国地质大学, 武汉 430074)

王根长 翟晓先

(地矿部西北石油地质局地质大队, 乌鲁木齐 830011)

本文根据层序地层学的基本原理,对塔里木盆地北部下石炭统沉积体系域的基本特征进行了描述。实际资料表明,该套层系属于夹持在早、晚海西期两个构造运动不整合面之间的一个二级旋回层序,层序内部发育海侵体系域和高水位体系域,缺失低水位体系域沉积。有利于油气聚集的区块是海侵体系域的障壁砂坝和高水位体系域的潮道沉积。

**关键词** 变形盆地 早石炭世 层序地层学 沉积体系域

**第一作者简介** 马立祥 男 42岁 副教授 层序地层地质

塔里木盆地是在前震旦系结晶变质岩系的基底上发育起来的元古代—古生代和中新生代的复合型沉积盆地,中新生代的陆相盆地叠置在古生代的海相盆地之上,具有比较典型的双层地质结构,震旦系—新生界沉积盖层的厚度累计逾万余米。自元古代以来经历了塔里木运动、加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动,盆地的演化经历了多次区域性的抬升和再沉降的过程,在地层记录中亦留下了这多次构造变动的痕迹,地层缺失、区域性不整合接触以及褶皱和断裂十分发育。现今的塔里木盆地是一个残留的多期变形盆地。

本文中的塔里木北部地区是指西起柯坪,东至孔雀河,北至黑英山,南至塔里木河沿岸的地区,面积约12万平方公里,包括两个二级构造单元:沙雅隆起和阿瓦提断陷。其中沙雅隆起含有沙西凸起、雅克拉断凸、哈拉哈塘凹陷、阿克库勒凸起、草湖凹陷和阿克库勒鼻凸等5个次级构造单元。研究目的层下石炭统在区内分布广泛,仅在阿克库勒凸起北部,沙西凸起大部及沙雅-轮台断裂以北缺失。下石炭统岩性主要以碎屑岩和泥岩为主,夹薄层碳酸盐岩、含膏盐岩,局部为砾岩和含砾砂岩,其中下石炭统巴楚组顶部的“双峰灰岩”段为区域性对比标志层,厚度为10~25m。根据地震资料研究,下石炭统在阿瓦提断陷最厚,可达1800m。下石炭统下部巴楚组最大厚度可达400余米,下石炭统上部最大厚度可达1300m。下石炭统顶部分别与上石炭统、二叠系、三叠系和侏罗系相接触,为一区域性的构造不整合面。下石炭统底部分别与泥盆系、志留系和奥陶系相接触,也是一区域性的构造不整合面(徐怀大等译,1993)。

## 1 层序性质

下石炭统是介于早海西期和晚海西期两大构造运动面之间的一个完整的沉积层系。其

顶底的不整合面不同于经典层序地层学的纯由海平面下降、陆架暴露所造成的Ⅰ型和Ⅱ型层序界面(J. C. Van Wagoner 等, 1988, 1990), 初期“纯”由海平面下降所造成的经典层序地层学界面已遭随后强烈的构造运动的改造, 实际上是一个“混合型”地层界面, 为了与前者相区别, 本文称这种类型的界面为Ⅲ型层序界面。相应的层序称之为Ⅲ型层序。在Ⅲ型层序内沉积地层不发育, 为明显受强烈构造运动改造过的不整合面, 其沉积体系域的演变主要与海(湖)平面的相对变化有关。按沉积层序旋回持续时间的长短, 将沉积层序分别划分为一级、二级、三级、四级和五级。其中一级旋回持续的时间约 200Ma, 二级旋回持续时间为 9~80Ma, 三级旋回持续的时间为 1~2Ma, 四级旋回持续的时间为 0.1~0.2Ma, 五级旋回持续的时间为 0.01~0.02Ma。按 Charles A. Ross and Ross and June R. P. Ross(1988)的地质年龄数据, 早石炭世的时间为 296~320Ma。因此, 下石炭统的沉积层序属于二级旋回层序。

## 2 沉积体系域的基本特征

晚泥盆世末期的早海西运动使塔北地区抬升, 泥盆系遭受强烈的剥蚀, 阿克库勒凸起缺失泥盆系地层。

早石炭世时, 海水从西南方向侵入本区, 由于受沉积初期古地形的控制(图 1), 形成海侵体系域的有障海岸的障壁砂坝、泻湖和潮坪沉积体系(图 2)。巴楚组沉积末期发生大范围的海侵, 早期的有障海岸环境为浅海碳酸盐岩沉积环境所替代。早石炭世末期卡拉少依组沉积时, 相对海平面开始缓慢下降, 形成高水位沉积体系域以潮坪为主的沉积环境。晚石炭世本区再次抬升, 导致工区东部大部分地区缺失上石炭统的沉积。在工区北部近古陆边缘的 DS 井剖面具有较典型的海侵体系域到高水位体系域的旋回特征, SP 曲线呈现出明显的退积到进积的形态特征(图 3)。

下石炭统巴楚组为海侵体系域沉积, 主要沉积相类型有:

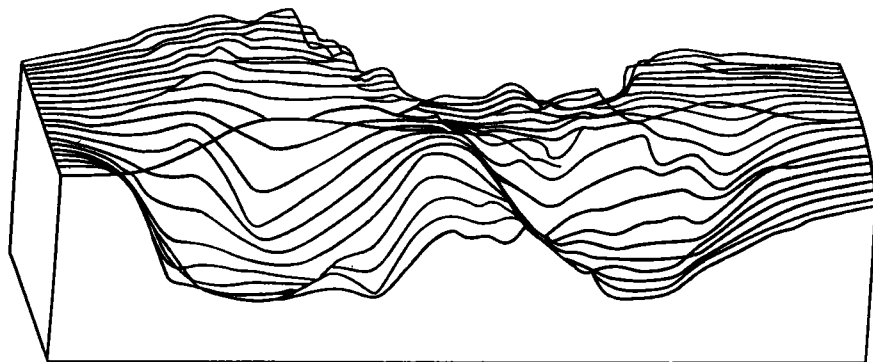


图 1 塔北早石炭世巴楚组沉积时古地形特征

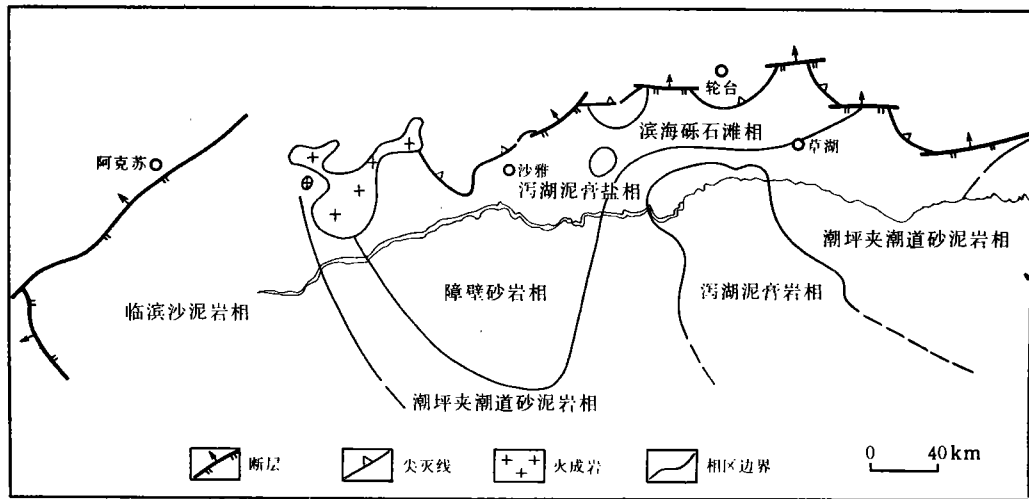


图 2 塔北早石炭世海侵体系域沉积体系图

(1)障壁砂坝相

该相带主要发育在哈拉哈塘凹陷的西部。岩性以灰白色,浅灰色中—细粒石英砂岩为主夹泥质粉砂岩,砂岩成分以石英为主,最高可达 90%,钙质胶结物含量低。颗粒的圆度和分选性较好。可见交错层理、平行层理及生物扰动构造。该区砂岩最大厚度达 300m,向东延至阿克库勒凸起,至草湖凹陷西部,砂岩厚度呈减少趋势。

(2)滨海砂砾滩相

该相带发育在障壁砂坝北部的 SW 井一带。岩性主要为一套灰色、浅灰色砂砾岩和砾岩及厚层块状细砂岩,间夹浅灰绿色微晶和细晶白云岩。砾石的成分以白云质成分为主,砾径一般为 2~5mm,最大达 80mm,且大小混杂,排列无序,砾石多呈次圆状。细砂岩中石英成分占 88%~94%,可见交错层理,部分石英砂岩含泥砾,呈片状和透镜状,局部具砂泥互层,块状层理发育,这些特征表明该带是受一定波浪作用影响的近岸沉积区。

(3)潮间砂泥坪夹潮道相

该相带主要发育于沙西凸起南部及草湖凹陷南部。泥坪相的岩性主要为灰色、棕褐色泥岩;砂坪相以灰色、褐色、灰绿色砂岩为主;潮道相具有明显的向上变细的沉积序列,自下而上依次为含砾粗砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥岩。砂岩中具小型交错层理,底部含砾并具小型冲刷面(图 4)。电性组合显示不规则的锯齿状。

(4)泻湖泥膏岩相

该相带主要分布在阿克库勒凸起的南部,面积约 6000 多平方米。主要岩性为褐色、灰色和无色盐岩,夹褐色薄层泥岩。顶部为白色硬石膏,泥岩中偶见纹层,盐岩中见钙质结核。最大厚度达 300 余米。根据微量元素分析,其中氯含量为 60.27%,钡含量为 0.024%,钙含量为 0.014%,其它微量元素含量,如 V, Ni, Ga 等元素含量均小于万分之一,表明这套地层属于海陆过渡相带中近海方向的沉积产物。推测为满加尔拗陷古海湾泻湖的一部分,泻湖膏

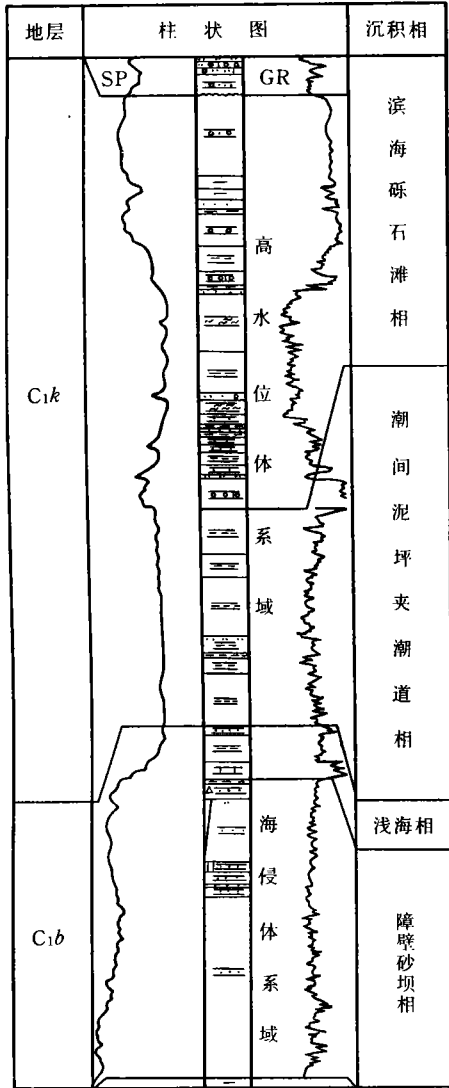


图 3 塔北下石炭统沉积体系域类型及纵向旋回和电测曲线特征

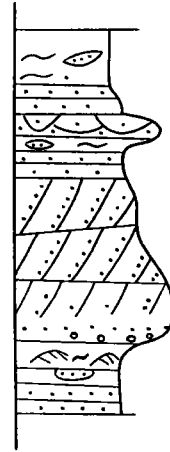


图 4 巴楚组潮间砂泥坪夹潮道相的垂向序列特征

泥岩沉积与该时期障壁砂坝的发育有密切的成因联系。

(5) 临滨砂泥岩相

该相带主要发育于阿瓦提断陷。该区缺少钻井资料, 根据上述沉积相带的分布特征, 推测该区可能属于泥砂岩发育的临滨相沉积。

(6) 浅海碳酸盐岩沉积相

巴楚组顶部的“双峰灰岩”段属于这种沉积类型, 在全区分部广泛, 为早石炭世最大海侵期的产物。

早石炭世晚期海平面开始相对下降, 形成潮间坪砂泥相和滨海砾石滩相为主的高水位体系域沉积。

下石炭统卡拉沙依组为早石炭世二级沉

积旋回的高水位体系域沉积。其岩性主要为互层的砂泥岩, 局部砂砾岩富集。

下石炭统卡拉沙依组高水位沉积体系域的主要沉积相类型有:

(1) 滨海砂砾滩相

该相带主要分布在北部 SW 井—DHT 一带。

(2) 潮间砂泥坪夹潮道相

主要分布在阿克库勒地区, 推测在沙西以南地区也可能有分布。

(3) 潮间砂泥坪及灰泥坪相

该相带在区内分布普遍。

#### (4) 潮下灰泥坪相

主要分布在哈拉哈塘凹陷的南部及其以东地区。

早石炭世晚期的垂向沉积序列具有较典型的粒度向上变粗的海退旋回特征(图 3)。

塔里木盆地北部早石炭世缺失低水位沉积体系域。

### 3 有利油气聚集的远景区带

根据对早石炭世的沉积特征和储层的物性及岩石学的微观研究<sup>①</sup>表明(徐怀大等译, 1993), 沉积相带的展布是控制油气聚集的重要因素这一。海侵体系域的障壁砂坝相砂岩结构和成分成熟度高, 具有较好的储集性, 孔隙度可达 15% 以上, 其次为潮道相。潮间砂泥坪相砂岩中泥质和碳酸盐胶结物的含量较高, 一般达 15%~20% 以上, 储集性较差。因此, 工区最有利于油气聚集的远景区主要是哈拉哈塘凹陷及沙西凸起以南地区和阿克库勒凸起的南部。阿瓦提断陷的临滨砂泥相带也是潜在的有利油气聚集的远景区, 但其埋藏较深(一般大于 5000m), 于钻探不利。

### 4 结 论

根据层序地层学的基本原理, 对塔里木盆地早石炭世的沉积体系域特征进行了研究。该区下石炭统层序界面的形成与早海西期和晚海西的构造运动关系密切, 与“纯”由海平面下降所造成的 I 型或 II 型层序界面不同, 是一个混合型层序界面, 层序内部沉积体系域的演化主要与海平面的相对变化、沉积物的补给量及气候的变化有关。该区有利于油气聚集的岩相带是下部海侵体系域的障壁砂坝沉积, 上部高水位体系域的潮道相沉积也是油气聚集的有利场所。

笔者在研究工作中得到叶德胜、王恕一高级工程师和张希明工程师的热情帮助并提供了有关方面的资料, 在此表示谢意。

(收稿日期: 1995 年 4 月 6 日)

#### 参 考 文 献

- 1 徐怀大等译. 层序地层学原理(海平面变化综合分析). 北京: 石油工业出版社, 1993
- 2 马立祥, 万静萍, 钱奕中. 松辽盆地北部中白垩世两次湖侵沉积在层序地层学研究中的意义. 大庆石油地质与开发, 1992
- 3 Chery K. Wilgus et al. Sea-level changes: An integrated approach. 1988

① “八五”国家重点攻关科技项目: 塔里木盆地北部志留—二叠系储盖条件及油气富集条件研究. 中国地质大学(武汉)、地矿部西北石油地质局地质大队, 1994

## BASIC CHARACTERISTICS OF THE EARLY CARBONIFEROUS DEPOSITIONAL SYSTEM TRACT IN THE NORTH OF THE TARIM BASIN

Ma Lixiang Wan Jingping Wang Shifeng

(*China University of Geosciences, Wuhan*)

Wang Genchang Qu Xiaoguang

(*Geology Party of Northwest China Bureau of Petroleum Geology, MGMR, Urumqi 830011*)

### Abstract

Based on the principles of sequence stratigraphy, the paper described the basic characteristics of depositional system tract in the Lower Carboniferous. Field data showed that the system is a secondary cyclic sequence interbedded between 2 tectonic unconformities of the Early and Late Variscan periods. A transgressive system domain and a highstand system domain were developed within the sequence, with the sediments of lowstand system domain being absent. Favourable areas for oil/gas accumulation are barrier bar facies zones developed in the transgressive system domain and tidal channels developed in the highstand system domain.

~~~~~

(上接 205 页)

## DETERMINATION OF THE GEOMETRY OF LISTRIC NORMAL FAULT AND ITS REPRESENTATION ON COMPUTER

Xu Xuhui Jiang Xingge Wei Wu Zhang Yuchang

(*Central Lab of Petroleum Geology, Wuxi 214151*)

### Abstract

Based on the principles of area conservation, a functional relationship of a fault and the morphology of its hanging wall in the section is proposed for extensional listric normal faults. It presumes that the beds in the hanging wall are deformed by simple shearing, while the foot wall on the whole remains unchanged. The shearing direction of the hanging wall is random, which plays an important role in the faults and stratigraphic morphology predicted. The method is programmed with FORTRAN 77 on 386 microcomputer. The extent pattern of listric normal faults could be output directly and rapidly, by inputting arbitrarily the initial fault displacements and simple shear angles.