

祁连-走廊-贺兰拗陷区石炭系油气勘探有利区块选择

孙冬胜¹, 白玉宝², 蔚远江²

(1. 西北大学地质学系, 陕西西安 710069; 2. 西安石油学院, 陕西西安 710065)

摘要: 祁连-走廊-贺兰拗陷区在石炭纪发育为一大型拗陷型盆地, 以三角洲和滨浅海相为主要沉积岩相类型。石炭系受后期改造影响较大, 华力西末期石炭系盆地萎缩, 但构造格局基本未变, 仍为拗陷盆地; 印支期盆地遭受剥蚀, 强烈的褶皱不但使二叠系剥蚀夷尽, 石炭系也遭受了不同程度的剥蚀; 燕山期盆地开始解体, 但在中生界分布区石炭系保存有利; 喜山期残存盆地深埋, 石炭系仅零星残存在造山带的低洼地带。巴颜浩特盆地的东部拗陷和南部拗陷, 石炭系残留面积大, 沉积厚度大, 烃源岩类型齐全, 既有暗色泥岩又有碳酸盐岩和可燃有机岩, 具有较高的生烃潜力; 由于油气形成较晚, 第三纪构造变动又不强烈, 地震剖面上具拗陷特征, 加之有侏罗系的覆盖, 因之保存条件最好, 为油气勘探的首选区。

关键词: 有利区块; 石炭系; 后期改造; 祁连-走廊-贺兰拗陷区

第一作者简介: 孙冬胜, 男, 36岁, 高级工程师, 含油气盆地构造分析

中图分类号: P588.2 文献标识码: A

研究区位于祁连构造带与阿拉善陆块的衔接部位。加里东运动后, 北祁连洋关闭并褶皱造山^[1], 受其影响, 走廊早古生代弧后盆地也抬升遭受剥蚀。石炭纪初, 在整个北祁连、中南祁连西段、走廊及贺兰一带形成一大型拗陷型沉积盆地*, 接受稳定的滨浅海及海陆交互相沉积。仅贺兰拗拉谷**一带, 在晚石炭世早期有断陷活动, 但无火山活动。区内石炭系广布, 层位齐全^[2]。

1 沉积特征

1.1 下石炭统

早石炭纪岩关期(或前黑山期), 研究区进入初始拗陷阶段, 海水自东西两侧入侵, 形成了东部及西部两个海湾(图1), 为祁连-走廊-贺兰拗陷区的雏形, 接受前黑山组沉积, 岩性组合特征反映两个海湾此时并未相通。东部海湾分布在甘肃祁连以东, 宁夏牛首山、大罗山以西, 北至阿拉善左旗, 南抵门源、永登一带。岩相类型主要为三角洲和滨浅海相, 陆源碎屑供给主要来自北部阿拉善隆起区。海水东深西浅, 沉积、沉降中心在单梁山一带, 厚度

一般在40~200m之间。岩性变化大, 北部碎屑岩多, 灰岩夹层少, 说明海水向北侵入。西部海湾分布在中、南祁连西段的盐池湾、党河南山、托来南山一带, 主要为滨海相及泻湖相沉积。沉积厚度自北向南逐渐增加, 厚度在49~332m之间。北部陆源供给充足, 碎屑岩占优势, 而南部碳酸盐岩较多, 局部发育泻湖环境。

大塘期(或臭牛沟期), 拗陷作用加强, 海侵范围扩大, 北界达龙首山一带。岩关期形成的两个独立海湾此时已经连通成为一个统一的海盆, 接受臭牛沟组沉积。武威以西, 臭牛沟组超覆于下伏地层之上, 但海水较浅, 对东西部仍起分割作用。东部仍为三角洲及滨浅海相, 厚度在100~150m之间。盆地边缘有较厚的砂砾岩堆积, 说明南北边缘两个隆起带抬升强烈。纵向上, 臭牛沟组下部以杂色碎屑岩为主夹煤线, 上部灰岩为主夹黑色页岩, 说明海侵达到高峰期。而西部肃南、祁连一带主要为滨浅湖相碎屑岩及碳酸盐岩建造, 厚度在50~150m之间。盐池湾至哈拉湖一带主要为含膏碳酸盐岩夹碎屑岩建造, 厚度一般大于200m。如大冰沟剖面, 臭牛沟组厚410m, 下部为灰黑色粉砂岩、细砂岩及泥岩互层, 中上部则是巨厚的石膏层夹薄层泥岩。西部臭牛沟组厚度自南而北有减薄的趋势。

* 白玉宝, 孙冬胜. 甘青宁蒙地区石炭系构造演化. 科研报告, 1999

** 赵重远, 郭忠铭. 鄂尔多斯及山西地块地质构造和沉积盆地的形成、演化及其与油气关系. 科研报告, 1983

收稿日期: 2000-01-14

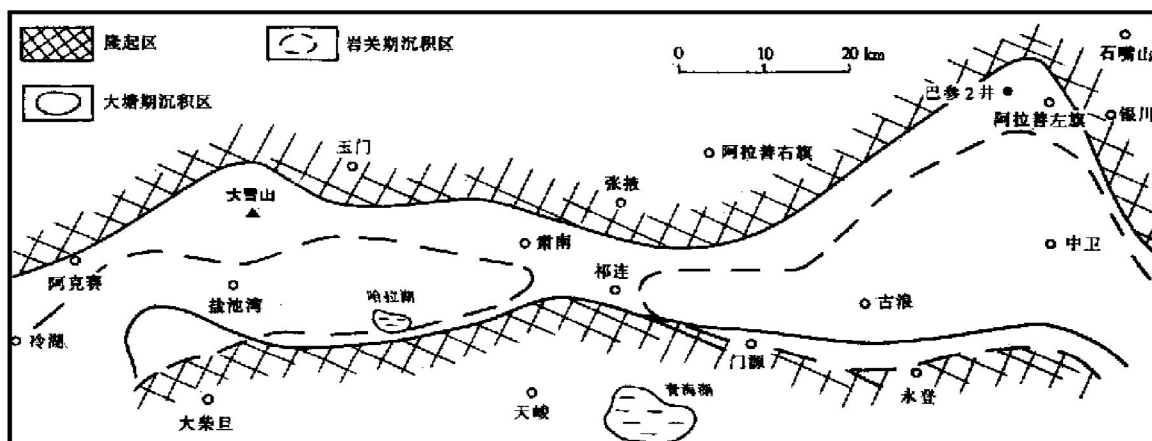


图 1 祁连-走廊-贺兰拗陷区早石炭世沉积分布范围

Fig. 1 Sedimentary distribution of Early Carboniferous in Qilian-Zoulang-Helan depression

1.2 上石炭统

晚石炭世早期威宁期(或靖远期及羊虎沟期), 拗陷区海域进一步扩大。东部大塘期发育的海域向东北推进, 海水向北侵漫至内蒙呼鲁斯太, 向东至宁夏盐池一带, 向南至海原一带(图 2)。靖远组及羊虎沟组岩性为灰黑色泥岩、粉砂岩夹砂岩及煤层或煤线。总体属于滨浅海相沉积, 在海盆边部发育陆相三角洲沉积, 尤其是北部边缘较为发育。岩相、厚度在北祁连-走廊一带较稳定, 一般在 200~500 m 之间; 而在贺兰拗拉谷厚度普遍较大, 且变化快, 一般在 500 m 以上。如在宁夏中卫北山一带最大达 2 580 m, 海勃湾市南的乌胡子山剖面厚 1 169 m, 而紧邻乌胡子山的沙巴台剖面厚度仅 240 m, 这种厚度的急剧变化显然受同沉积断层的控制。断裂总体呈 NNE 向展布, 与拗拉谷走向一致。赵重远等曾对贺兰拗拉谷的形成及演化作过详细研究, 指出贺兰拗拉谷在晚古生代属于碰撞裂谷, 其形成与北祁连洋早古生代末的关闭有关。西

部海域在威宁期整体向北迁移, 南部海域边界退却至中、南祁连的党河南山一带, 而北界达甘肃张掖-金昌一带。说明中、南祁连西段在此期发生了较强的抬升。其岩性与东部相似, 但厚度普遍小, 一般在 150~200 m 之间。

马平期(或太原期), 华北海海水越过贺兰山, 与祁连-走廊-贺兰拗陷区的海盆相通。拗陷区太原组沉积特征总体与华北盆地相似, 为一套海陆交互相含煤碎屑岩系, 局部有潮下带沉积, 但灰岩夹层明显比华北盆地少。滨浅湖相的沉积范围亦大大缩小, 而南北边部的三角洲相非常发育, 有海退迹象。贺兰拗拉谷内的同沉积断层已不再活动, 太原组厚度总体变化不大, 一般在 150~400 m 之间。

石炭纪的沉积环境及沉积建造表明, 整个拗陷区属于稳定的拗陷型沉积盆地; 仅在晚石炭世早期, 贺兰拗拉谷有过短暂的断陷活动。拗陷区内石炭系岩相稳定, 厚度总体变化不大。

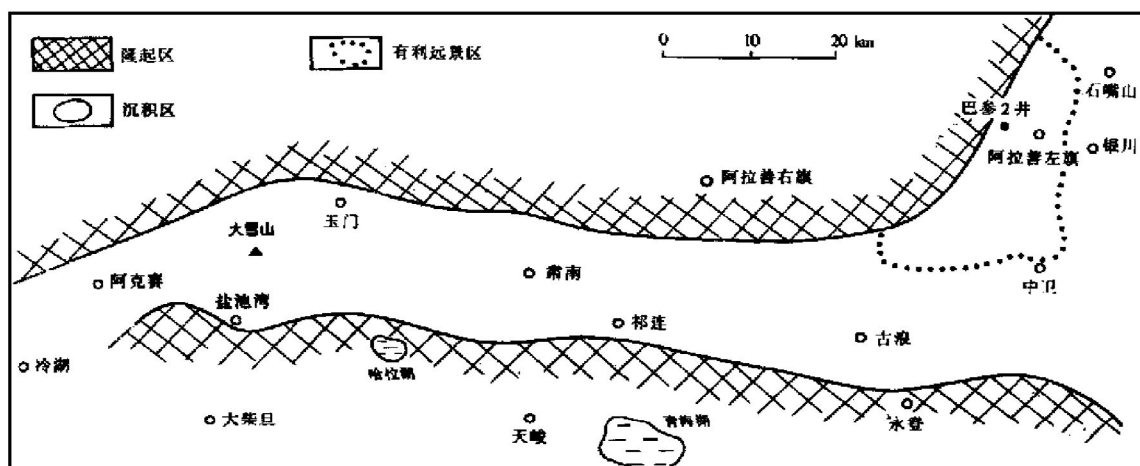


图 2 祁连-走廊-贺兰拗陷区晚石炭世沉积分布范围

Fig. 2 Sedimentary distribution of Late Carboniferous in Qilian-Zoulang-Helan Depression

2 石炭系的后期改造史

2.1 华力西末期——石炭系盆地萎缩期

祁连-走廊-贺兰拗陷区在二叠纪最大的变化是海水向西退出拗陷区,但石炭纪构造格局基本未变,仍为拗陷环境。除西部盐池湾地区为海陆交互相外,其它地区皆为陆相沉积。下二叠统与下伏上石炭统整合或平行不整合接触。对拗陷盆地而言,从泥盆系至三叠系,表现为一个完整的沉积旋回。泥盆系为这一旋回早期的产物,沉积范围小,沉积物粗,早期为山前磨拉石堆积,后期为河湖相。石炭系为这一旋回中期产物,沉积范围广,并为海陆交互相沉积环境。二叠系、三叠系为该旋回晚期的陆相沉积^[3]。

2.2 印支期——石炭系盆地剥蚀期

二叠纪末的华力西运动波及面广,影响强烈。祁连-阿拉善地区普遍抬升并遭受剥蚀,祁连-走廊-贺兰拗陷区也不例外。三叠系沉积范围有限,且多为零星的山前及山间盆地沉积,与下伏地层为不整合接触。三叠纪末的印支运动,使拗陷区石炭系遭受了强烈的褶皱。

三叠纪或整个印支运动期间,拗陷区经历了长期的剥蚀,不但使大部分地区二叠系剥蚀夷尽,而且石炭系也遭受了不同程度的剥蚀。

2.3 燕山期——石炭系盆地解体

受燕山运动影响,祁连山再度隆升,石炭系盆地开始解体。尤其是拗陷区南部的北祁连及中南祁连西段地区,因祁连山的隆升,石炭纪盆地遭到肢解,石炭系暴露地表,遭受强烈剥蚀。而祁连山北侧走廊-贺兰一带发育侏罗纪至早白垩世断陷盆地群^[4],这些盆地多呈狭长菱形、NWW向延伸,总体受NWW向构造控制,仅贺兰地区为NNE向延伸,说明受拗拉谷基底断裂影响。燕山期,走廊-贺兰地区中生代盆地广泛分布,整体地势高差不大,对石炭系的保存极为有利。

2.4 喜山期——残存石炭系深埋期

喜山期,受印度板块俯冲的影响,祁连山体持续上升,逆冲构造得到进一步发育。在走廊地区形成一系列新生代山前盆地。由于第三系厚度较大,使残存的石炭系埋藏较深,烃源岩进入成熟期,而北祁连一带的石炭系在此时继续遭受剥蚀,仅零星残存在造山带低洼地带。

3 有利区块选择

祁连-走廊-贺兰拗陷区石炭系为稳定型的海陆交互相沉积,发育良好的烃源岩,有着较大的含油气潜力。从盆地后期改造史可知,石炭系盆地现已肢离破碎,而且普遍遭受了不同程度的剥蚀。所以在有利区块选择时,不仅要考虑残留盆地规模、盆地内生储盖条件,更重要的是要考虑盆地后期改造程度和其上是否叠置中新生代盆地。

二叠系连续沉积在石炭系之上,对石炭系的保存非常有利。但华力西末期及整个印支运动期间,拗陷区抬升降起,普遍遭受剥蚀。这次改造可以说是石炭系改造史中破坏性最强的一次,直至侏罗纪石炭系拗陷区才被分布范围广泛的断陷湖盆沉积所覆盖。所以,不管后期剥蚀如何强烈,只要现今有侏罗系残存盆地叠置在石炭系残留盆地之上,石炭系都应有含油气潜力。随后的关键问题是残留盆地的大小及烃源岩的丰度。通过分析比较,认为巴彦浩特盆地是最有利地区(图2)。

3.1 石炭系残存情况

巴彦浩特盆地位于贺兰山西侧,内蒙阿拉善左旗境内。盆地呈NE向靴形,东西长约200 km,南北宽约80 km,面积 $1.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。主体位于贺兰拗拉谷内,中生界侏罗系叠置在石炭系之上,对石炭系的保存非常有利。石炭系分布于中部隆起带的东南部,即巴彦浩特盆地的东部拗陷及南部拗陷。中部隆起带以北地区为石炭系剥蚀区,盆地内虽缺失了石炭统前黑山组,但以上各组均发育。尤其是晚石炭世早期同沉积断层活动较强,发育了多个沉积、沉降中心,厚度普遍大。靖远组及羊虎沟组在卫宁北山的单梁山厚达2580 m,大石头井剖面厚达2288 m,巴参2井厚度大于937 m。这种巨厚沉积在整个拗陷区仅此一例,为油气富集奠定了良好的物质基础。巴彦浩特盆地的东部拗陷及南部拗陷是石炭系沉积厚度最大的地方,也是残留面积大、保存条件最好的区块。

3.2 石炭系烃源岩特征

盆地内烃源岩岩石类型齐全,既有暗色泥岩,又有碳酸盐岩和可燃有机岩(煤层)。其中泥质岩类是主要的烃源岩,其次是碳酸盐岩及有机岩。位于盆地东部拗陷东北部的巴参2井,石炭系总厚1110 m,暗色泥岩厚达520 m,灰岩厚132 m,煤层厚15.6 m,各类可能的烃源岩至少占地层厚度的

60%。

据程克明等^{*}研究, 石炭系的高碳泥岩同泥岩一样具有较高的生烃潜力。靖远组、羊虎沟组均为较好的生油岩, 尤其是羊虎沟组。有机质丰度各类指标显示, 巴参 2 井石炭系高碳泥岩相当于“最好”和“好”生油岩范畴, 一般泥岩属于“好”和“中等”生油岩。灰岩则属于“中等”到“较差”生油岩。石炭系总体为一套海陆交互的煤系地层, 在海侵高峰期, 泥岩、高碳泥岩非常发育。所以, 巴彦浩特盆地的东部坳陷及南部坳陷发育着良好的烃源岩。

据巴参 2 井的石炭系埋藏史和 *TTI* 计算, 表明下石炭统臭牛沟组的有机质在第三纪初开始成熟, 上石炭统下部羊虎沟组在第三纪末才开始成

熟。由于油气形成较晚, 巴彦浩特盆地在第三纪构造变动又不强烈, 地震剖面上具坳陷特征, 所以油气保存条件较好, 应作为石炭系油气勘探的首选区块, 巴参 2 井石炭系良好的油气显示也证实如此。

本文得到刘池阳教授多次审阅及指导, 在此深表感谢!

参 考 文 献

- 1 冯益民, 何世平. 祁连山大地构造与造山作用[M]. 北京: 地质出版社, 1996. 1~ 210
- 2 甘肃省地质矿产局. 甘肃的石炭系[M]. 兰州: 甘肃省科学技术出版社, 1987. 1~ 131
- 3 杨森楠, 杨巍然. 中国区域大地构造学[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 60~ 94
- 4 靳久强, 赵文智, 薛良清, 等. 中国西北地区侏罗纪原型盆地与演化特征[J]. 地质论评[J], 1999. 45(1): 1~ 8

SELECTION OF FAVOURABLE BLOCKS FOR CARBONIFEROUS HYDROCARBON EXPLORATION IN QILIAN-ZOULANG-HELAN DEPRESSION

Sun Dongsheng¹ Bai Yubao² Yu Yuanjiang²

(1. Geology Department, Northwest University, Xi'an, Shaanxi; 2. Xi'an Petroleum Institute, Xi'an, Shaanxi)

Abstract: Qilian-Zoulang-Helan Region developed into a large depressed basin in Carboniferous Period. The main sedimentary facies were delta, shore and shoal sea facies. The basin underwent considerable reformation in the late stage of Carboniferous, it shrank in the end of Variscan Period, but its tectonic framework didn't change much; in Indo-Chinese Epoch, the basin was denuded seriously, Permian System was completely denuded due to strong fold, and Carboniferous System was also denuded in different degrees; in Yenshen Period, the basin began to disintegrate, but the Mesozoic distribution areas were favourable for preservation of Carboniferous System. The residual basins were deeply buried in Himalayan Period, and the Carboniferous System was piecemeal distributed in the depressed belts of orogenic zone. In eastern and southern depressions of Bayanhott Basin, the remained Carboniferous System is larger and thicker, and has more types of hydrocarbon source rocks with higher hydrocarbon generation potential, it should be taken as target area for oil exploration.

Key words: favourable block; Carboniferous; post-reformation; Qilian-Zoulang-Helan Depression

* 程克明, 赵长毅. 石炭系生烃潜力研究. 科研报告, 1999