

鄂尔多斯盆地西缘晚古生代层序地层划分

章贵松¹ 张军¹ 王欣¹ 刘宝宪¹ 郭英海²

(1.中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院 2.中国矿业大学)

章贵松等.鄂尔多斯盆地西缘晚古生代层序地层划分.天然气工业,2005;25(4):19~22

摘要 鄂尔多斯盆地西缘上古生界地层发育较全,沉积巨厚,是最有前景的天然气勘探层系。根据露头、钻井、测井和地震资料综合分析,在上古生界识别出了4种类型的层序界面,划分5个层序12个体系域。在此基础上通过剖面相分析,编制地层、砂岩厚度和含砂率等图件,结合古构造背景,采用优势相作图法,重塑了岩相古地理。认为该区经历了裂陷海湾、陆表海和内陆拗陷充填3大沉积发展阶段,岩相古地理由裂陷海湾—陆表海碳酸盐岩台地—三角洲复合沉积体系逐渐演变为三角洲—河流沉积体系,最终被河流—湖泊沉积体系取代,指出砂岩分布受控于沉积环境。从而为寻找有利相带,部署钻井提供了地质依据。

关键词 鄂尔多斯盆地 西 晚古生代 层序 地层划分 岩相古地理 沉积(地质)

鄂尔多斯盆地西缘是指内蒙古磴口以南、陕西陇县以北,定边—西峰以西的广大地区(图1)。早古生代末期本区隆升,缺失了晚奥陶世至早石炭世长达140 Ma的沉积记录。晚石炭世,北秦岭向华北板块俯冲碰撞,本区南部隆升剥蚀。而北部贺兰山地区,通过祁连加里东褶皱带的传递,使中元古代形成、早古生代重新活动的贺兰拗拉槽,发生纵张复活形成碰撞裂谷。祁连海水沿着祁连加里东褶皱带北缘向贺兰裂谷方向侵进,拉开了晚古生代沉积的序幕。自下而上充填了石炭系靖远组、羊虎沟组,二叠系太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组以及石千峰组地层。

一、层序地层划分

1.层序界面类型

根据地表露头、地震剖面和钻井、测井资料综合分析,西缘上古生界具有以下层序界面。

(1)区域不整合面:本区有3个区域性不整合面,分别位于奥陶系、太原组及石千峰顶部,在地震剖面上分别对应 T_c 、 T_{p10} 、 T_r 反射层。不整合面是本区最重要的层序界面,与构造事件有关,在地表露头、钻井及地震剖面中易于识别。

(2)构造体制转换面:识别出2个,分别位于羊虎沟组、上石盒子组顶部。前者导致古构造体制由

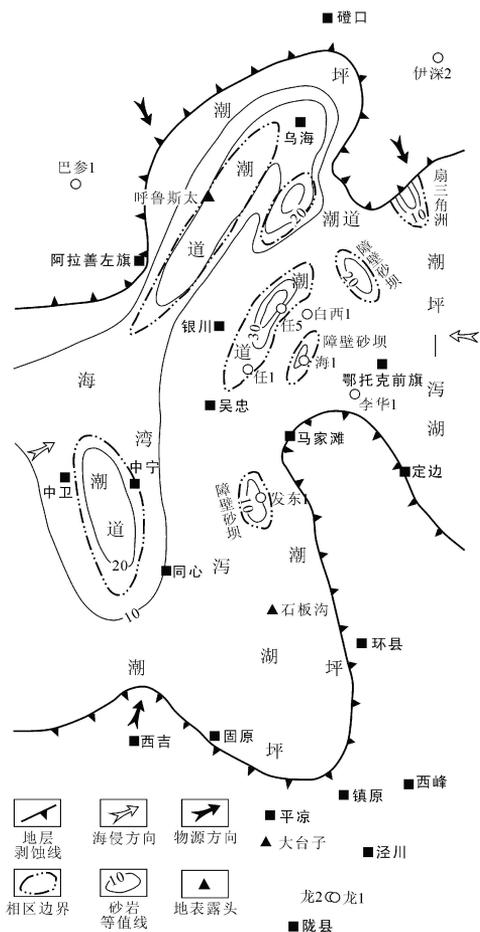


图1 层序I岩相古地理图

作者简介:章贵松,1963年生,高级工程师;1986年毕业于原华东石油学院,长期从事石油开发与天然气勘探研究工作。
地址:(710021)陕西西安市长庆兴隆园勘探开发研究院天然气勘探室。电话:(029)86592443。E-mail:zgs_cq@petrochina.com.cn

南隆北倾转变为北隆南倾,海侵方向发生改变,裂陷盆地向坳陷盆地转变,祁连海与华北海沟通形成了统一的陆表海;后者引起地台上升,沉积环境转换为大陆体制,气候变为干燥。上述2个构造体制转换面对应海西运动第三幕和第四幕,在 seismic 剖面上分别为 T_{c_3} 、 T_{p_2} 两个地震反射界面。

(3)冲刷侵蚀面:本区山西组和下石盒子组底部,即北岔沟砂岩和骆驼脖子砂岩底面,河道的底部冲刷侵蚀面较为发育,起伏不平,界面上下岩性岩相均有明显差异。一般为表现为多个不连续的河道或分流河道砂岩相互叠置,横向上展布较宽,是良好的层序分界面。

(4)水进面:层序内划分体系域的重要标志。在海相地层中与其对应的是区域分布、质纯、生物潜穴发育的生物灰岩以及泥岩等;在陆相地层中,表现为加积序列与退积序列的转折面,自然伽马曲线常表现为高异常或“细脖子”的泥岩段。

2. 层序地层划分

根据上述识别出的多种层序界面,并进行露头、地震剖面以及井间对比,鄂尔多斯西缘上古生界可以划分为五个层序 12 个体系域。

二、晚古生代鄂尔多斯西缘岩相古地理及演化

1. 层序 I (靖远期、羊虎沟期)岩相古地理

晚石炭世,鄂尔多斯西缘表现为活动构造背景下的裂陷海湾充填,岩性为灰黑色泥岩夹石英砂岩、灰岩和煤线,石灰岩中含有丰富的棘皮类、腕足类、瓣鳃类、腹足类、介形虫及牙形石等海相动物化石。总体为局限海湾—泻湖沉积环境(图 1)。

晚石炭世早期,海侵到达本区,首先在裂谷海湾深坳陷中形成靖远组充填。受基底和盆缘断裂活动的控制,不同地区沉积厚度变化大,雀儿沟等地可逾 600 m。由于中央古隆起的阻隔,这一时期与东部华北海并不连通,而且与广海(祁连海)的联系较为局限,波浪改造作用不强烈,潮汐作用明显。

羊虎沟早期,盆地持续沉降,海侵范围继续扩大,但整体沉积环境仍是浅海局限海湾。因基底起伏造成了覆水深度和沉积微环境的分异,主要发育泻湖相、潮坪相、障壁岛相、潮下碳酸盐岩台地相、扇三角洲相。地层中海湾泥岩以多个较厚的层段出现,常见不稳定煤线或薄煤层,说明充填过程中出现了多幕的裂陷作用。羊虎沟组上部含 *Fusulina*—*Fusulinella* 的灰岩,指示着裂陷鼎盛期充填。羊虎

沟期末,兴蒙海槽向南俯冲、消减,本区北升南降,由裂陷盆地向坳陷盆地转化,祁连海与华北海开始沟通。随着海平面下降,潮坪沉积发育且空间上展布范围较宽,形成了区域上较稳定的晚石炭纪主煤层——8[#]、9[#] 煤层,构成了上古生界重要的气源岩系。区域稳定煤层的形成,标志着西缘裂陷活动趋于平息,盆地充填进入了新的阶段。

这一时期,砂体以障壁砂坝、潮汐水道为主,呈透镜状分布,是晚石炭世储集岩系。但区域上规模小,厚度薄(10~50 m)。个别潮道砂体厚度较大(40 m),呈 NNE 向展布,与区域构造格局、海水侵入方向及潮汐潮落方向一致。

2. 层序 II (太原期)岩相古地理

太原期,贺兰拗拉槽活动以渐变形式结束,本区由裂陷盆地转化为坳陷盆地,祁连海与华北海连成一体,中央古隆起沦于水下,本区成为华北滨浅海的一部分。此时东西部相差异基本消失,代之以南北差异沉降、相带分异的格局。本区主要表现为三角洲—陆表浅海共存的沉积概貌(图 2)。

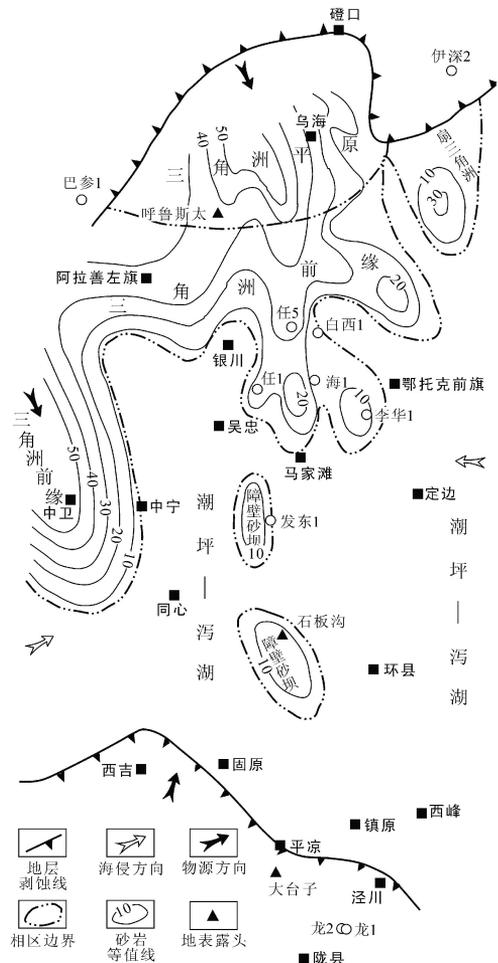


图 2 层序 II 岩相古地理图

北部地区以三角洲沉积为主,海陆交互明显。其中,乌海—呼鲁斯太为三角洲平原相区,砂岩厚度20~50 m;东北部发育小型扇三角洲,厚层状含砾石英砂岩厚度20~30 m;马家滩北为三角洲前缘发育区,砂岩厚度10~30 m;而南部主要为障壁砂坝—泻湖—潮坪沉积环境,发育障壁砂坝,厚度大于10 m。

较之羊虎沟组,太原组沉积旋回层更为发育,约旦尔旋回更典型;但旋回厚度小、砂质含量高,并夹有可采煤层,是本地区主要含煤层系之一。太原组晚期,海相泥岩层数减少、厚度变小,表明海泛的次数减少,持续时间短,海水逐渐退出。太原期末,短暂隆升遭受风化剥蚀。

3. 层序Ⅲ(山西期)岩相古地理

山西期,华北地台整体抬升,海水退出本区,盆地演变为近海湖盆,转变陆相沉积。古地理概貌主要表现为河流—三角洲—滨浅湖相。

由于北缘明显抬升,物源区与沉积区相对高差加大,南北差异沉降、相带分异加强。河流—三角洲冲积体系大幅度向盆地南部推进,形成了南北向展布的区域性砂体,成为二叠纪砂体重要建造期。北部普遍发育曲流河及辫状河,乌达—陶乐砂岩厚度在70 m以上;向南过渡为三角洲相区,砂岩厚度20~40 m,局部在50 m以上;环县石板沟地区为滨浅湖,砂岩厚度小于20 m。值得注意的是西南部平凉地区发育了三角洲并形成了20~30 m的富砂带,表明北秦岭也成为了物源区。

山西期,本区古气候温湿,古地理环境适宜,构造背景较稳定,植物繁盛,是继晚石炭世、太原期后,晚古生代又一个重要的烃源岩建造期。

4. 层序Ⅳ(石盒子期)岩相古地理

(1) 下石盒子期

与山西期沉积格局有一定继承性,但河流—三角洲冲积体系进一步大规模南移,形成了以河流为主体的河流—三角洲沉积组合,整体表现为辫状河—三角洲—滨浅湖古地理概貌(图3)。

下石盒子期河流相区进一步推进至吴忠一带。北部砂岩厚度在100 m以上,至马家滩地区仍有60 m。而南部平凉地区河流三角洲进一步扩大,形成30~50 m厚的区域性砂岩分布区。该期是中二叠纪砂质沉积物最为发育的时期,也是晚古生代储集岩系主要建造期。

(2) 上石盒子期

与下石盒子期沉积格局类似,但冲积体系萎缩、

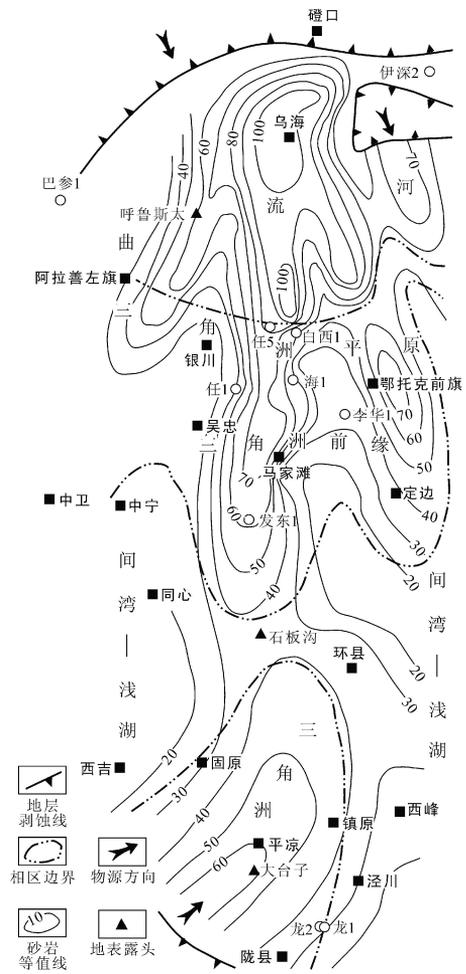


图3 层序Ⅳ(下古盒子期)岩相古地理

规模减小,湖盆扩张是其主要特色,沉积体系以滨浅湖为主。该期地层厚度120~180 m,主要发育泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩等细粒沉积物,形成了上古生界含气层系区域性盖层。砂体分布规模及厚度较下石盒子组大大减小,且主要分布于近物源区南北两侧,北部河流相区砂岩厚度仅50 m,中部为滨浅湖占据,砂岩厚度小于30 m。南部平凉地区河流三角洲萎缩,规模变小。细粒沉积物如泥岩、砂质泥岩等以棕褐色调为主,露头剖面植物化石较少,表明气候变为干旱。

5. 层序Ⅴ(石千峰期)岩相古地理

受区域构造变化的影响,本区成为内陆湖盆的一部分,沉积体系以湖泊为主体。平面上,北部河流—三角洲分布在石炭井至鸳鸯湖、李华台一带,形成NW-SE向展布60~100 m的厚砂带,局部可达120 m。中部为滨浅湖,砂岩厚度小于40 m。而南部平凉地区河流三角洲进一步萎缩。垂向上石千峰组下部由辫状河道和曲流河道迁移叠置的砂岩组

成,中部发育以红色泥岩为主的滨浅湖沉积,上部则以曲流河和湖泊沉积为主。由于气候干燥,沉积物色调主要为红色。

三、结论与认识

(1)鄂尔多斯西缘晚古生代沉积充填开始于晚石炭世,沉积演化经历了裂谷海湾、陆表海和内陆坳陷充填3个沉积发展阶段,可以划分为5个层序。

(2)晚石炭世靖远组、羊虎沟组为裂谷背景下的海湾充填,以发育潮道—泻湖海湾沉积为主;早二叠世早期太原组主要为陆表海障壁砂坝—泻湖—潮坪沉积;山西组为区域海退背景下的曲流河—三角洲—滨浅湖古地理景观;中二叠世下石盒子组以发育河流为主的河流—三角洲充填,上石盒子组为一套河流—湖泊沉积,以发育泥质岩为主;晚二叠世石千峰组则是典型干燥气候条件下内陆盆地中的河湖充填,发育一套红色沉积建造。

(3)上古生界砂岩储层的分布受控于沉积环境。靖远组、羊虎沟组和太原组主要为潮道和障壁坝砂

体,横向上呈透镜体状展布,分布范围局限,为区内次要储层岩。二叠纪山西、下石盒子期特别是盒8时,是砂体高建设期,构成了研究区主要储集岩系。砂体呈南北向带状区域展布,其中北部规模大。

参 考 文 献

- 1 宁夏回族自治区地质矿产局.宁夏回族自治区区域地质志.北京:地质出版社,1990
- 2 林畅松等.贺兰拗拉槽盆地充填演化分析.北京:地质出版社,1994
- 3 汤锡元等.陕甘宁盆地西缘推覆构造及油气勘探.陕西西安:西北大学出版社,1992
- 4 陕西省地质矿产局.陕西省区域地质志.北京:地质出版社,1986
- 5 赵重远等.华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存.陕西西安:西北大学出版社,1990
- 6 甘肃省地质矿产局.甘肃省区域地质志.北京:地质出版社,1985

(收稿日期 2005-02-19 编辑 黄君权)