

文章编号:1672-9854(2010)-04-0001-05

鄂尔多斯盆地南部下奥陶统马家沟组沉积特征

辛勇光,周进高,邓红婴

(中国石油杭州地质研究院)



辛勇光

摘要 依据鄂尔多斯盆地南部早奥陶世古构造、古地理、古水动力以及古气候背景,结合单井、野外露头沉积相分析等认为,秦岭海槽和中央古隆起的存在和演化控制盆地南部马家沟组沉积特征及演化。(1)平面上根据中央古隆起的障壁作用将其分为两大沉积区,西南区和东北区。西南区发育盆地—斜坡—台地边缘相,东北区为障壁潟湖沉积环境;(2)东北区马家沟组由“三云三灰”六段组成,马一、马三、马五段为白云岩、石膏和石盐组成的蒸发岩系,马二、马四、马六段为石灰岩夹白云岩的碳酸盐岩序列,在纵向上构成蒸发岩与碳酸盐岩间互的旋回性沉积。在此基础上进一步建立了马家沟组障壁潟湖沉积模式,该模式具有两个主要特征:(1)中央古隆起作为障壁控制秦岭海与潟湖之间的海水沟通;(2)依据海平面升降旋回将该模式动态地分为三个阶段,即与海侵期相对应的以石灰岩沉积为主的障壁潟湖沉积阶段(阶段Ⅰ)、与海退期相对应的以石灰岩夹蒸发岩沉积为主的障壁咸化潟湖沉积阶段(阶段Ⅱ)和与低海平面期对应的以膏盐岩沉积为主的障壁膏盐湖沉积阶段(阶段Ⅲ)。

关键词 鄂尔多斯盆地;马家沟组;秦岭海槽;中央古隆起;沉积特征;沉积模式

中图分类号:TE111.3

文献标识码:A

辛勇光 1975年生,硕士,工程师。从事碳酸盐岩沉积储层方面的研究工作。通讯地址:310023 浙江省杭州市西溪路920号;电话:(0571)85224930

鄂尔多斯盆地马家沟组由“三云三灰”六段组成,马一、马三、马五段为白云岩、石膏和石盐组成的蒸发岩系,马二、马四、马六段为石灰岩夹白云岩的碳酸盐岩序列,在纵向上构成蒸发岩与碳酸盐岩间互的旋回性沉积^[1-2]。对于马家沟组沉积特征,前人已做了大量研究,主要有冯增昭等^[3-4]提出的潮坪膏盐湖说、吕炳全等^[5]的蒸发边缘海说、刘群等^[6]的蒸发台地说以及侯方浩等^[7]提出的蒸发陆架盆地等等。笔者通过盆地西南缘、南缘野外露头及盆内钻井岩心观察发现,鄂尔多斯盆地南部马家沟组实际上由多个深水—浅水沉积小旋回叠置组成,因此,用单一的深水或浅水模式均难以合理解释。笔者从动态演化角度分阶段建立了马家沟组海侵期到海退期及至低海平面期持续演化的沉积模式,即障壁潟湖沉积模式。随着障壁程度的增加,由宽广的障壁潟湖逐渐向障壁咸化潟湖及至障壁膏盐湖阶段演化,整个马家沟组由上述模式不同阶段的间互沉积所构成。

1 马家沟组沉积背景分析

合理的沉积模式应反映沉积盆地古构造、古地理、水动力和古气候背景以及它们的演化特点等。因此,在建立鄂尔多斯盆地南部马家沟组沉积模式之前,有必要对其沉积背景进行分析。

1.1 古构造、古地理背景

鄂尔多斯盆地南部位于华北地台的西南缘,奥陶纪尤其是早奥陶世,由于秦祁贺裂谷的强烈拉张导致沿鄂克托旗—庆阳—韩城一带形成“L”形中央隆起,并在裂谷东北侧形成以米脂—延安为沉降中心的裂谷边侧补偿盆地^[8]。寒武纪—早奥陶世期间,本区处于秦岭海槽扩张、被动大陆边缘发育阶段,形成了克拉通边缘拗陷,具边缘海沉积类型特征^[9];早奥陶世亮甲山期应为俯冲消减活动的起始时期,随着秦岭洋壳向鄂尔多斯陆块俯冲,盆地南缘由前期的被动大陆边缘开始向主动大陆边缘转化^[10]。中央

收稿日期:2010-03-02;改回日期:2010-04-26

古隆起在高海平面期主要表现为水下隆起,具有障壁作用(图1)。

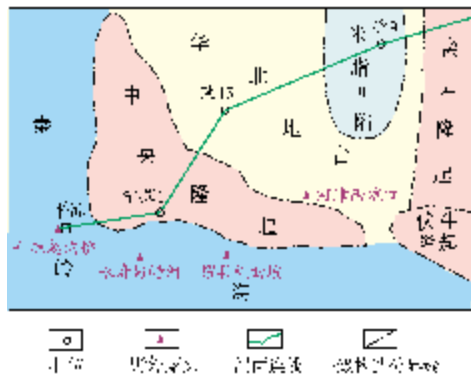


图1 鄂尔多斯盆地南部奥陶纪古构造简图

1.2 水动力条件

海侵期和海退期的水动力状况完全不同。海侵期(以马四时为例),海水覆盖全盆地。由于周围隆起水下门槛作用,导致盆地表层水体循环较好,盆内深处水体循环受限,而水下隆起迎风侧水动力条件较强,可以发育滩体。海退期(以马五时为例),在四周隆起的障壁作用下,潟湖与外海的沟通受限,当有海水间歇补给时,潟湖水面与外海海平面相当或略低,水动力条件微弱;而当隆起完全将潟湖与外海隔绝时,由于强烈蒸发,潟湖水面大大低于外海平面,潟湖边缘坪部分暴露,而东部深凹的边侧补偿盆地完全被浓缩的卤水覆盖。

1.3 古气候条件

古地磁资料表明,鄂尔多斯盆地早古生代处于赤道附近低纬度,应属于干旱炎热古气候条件^[11-12]。

2 沉积特征

2.1 平面展布

通过野外剖面、岩心和薄片等的观察和研究,并根据早奥陶世古地理格局尤其是中央古隆起的障壁作用,将盆地南部划分为两大沉积区,以中央古隆起为中心,分为西南区和东北区。西南区从秦岭海槽向中央古隆起方向依次发育盆地、斜坡及台地边缘相。盆地主要发育泥质、灰泥质、硅质等微相;斜坡相主要存在三种类型:重力沉积、等深流沉积以及原地沉积;台地边缘发育台缘礁滩相(图2,图3)。东北区为

障壁潟湖沉积环境,发育潟湖亚环境和潟湖边缘坪亚环境。潟湖亚环境主要微相有石灰岩、白云岩、硬石膏质白云岩、硬石膏岩、石盐岩和硬石膏岩—盐岩潟湖等;潟湖边缘坪亚环境沉积微相主要有颗粒白云岩浅滩、砾屑白云岩风暴滩、疙瘩状灰岩坪、含硬石膏结核细粉晶白云岩坪、硬石膏结核细粉晶白云岩坪、细粉晶白云岩坪、白云岩坪、含生物潜穴或搅动斑的细粉晶白云岩坪、含硬石膏白云岩坪、硬石膏质白云岩坪、灰质白云岩坪、石灰岩坪和白云质石灰岩坪等(图4)。



图2 耀县桃曲坡剖面泾河组(马沟组)台缘滩灰色砂砾屑灰岩



图3 永寿好峙河剖面泾河组(马沟组)厚层块状台缘生物礁灰岩



图4 河津西碛口剖面马沟组灰色膏溶角砾白云岩

2.2 沉积演化

早奥陶世秦岭海槽和中央古隆起的演化,控制了鄂尔多斯盆地南部奥陶统马家沟组纵向上“云灰间互”的沉积演化特征。东北区在马一时由于中央古隆起的障壁作用,大大限制了潟湖与秦岭海的自由流通,广泛沉积蒸发岩类,凹陷处沉积膏盐岩;马二时随着贺兰裂谷扩张作用的加强,中央古隆起带抬升幅度有所减小,海平面上升,海水自由交流能力大大加强,主要为石灰质沉积;马三时随着贺

兰裂谷扩张作用急剧加强,裂谷肩急剧抬升,两翼倾角变陡,中央古隆起带基本定型,海平面下降,广泛沉积蒸发岩类;马四时处于较大海侵期,海平面上升,海水交换能力大大改善,广泛发育石灰质沉积;马五时基底抬升、海平面下降、海水变浅,强烈的蒸发作用和障壁作用又开始了新一期蒸发岩沉积;马六时海平面上升,广泛发育各类石灰岩沉积。西南区马家沟期稳定发育盆地、斜坡、台地边缘相,广泛发育石灰岩、硅质岩沉积,其相带随海平面升降有所迁移(图 5)。

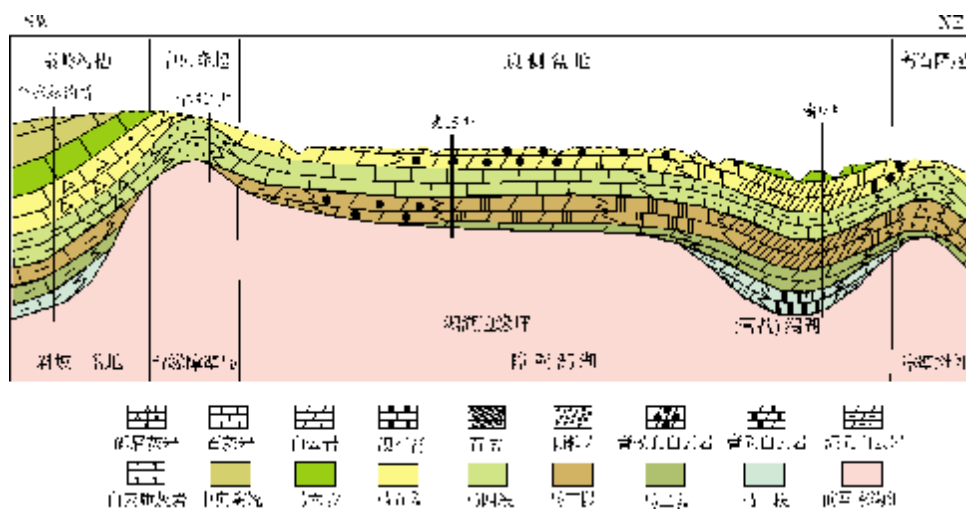


图 5 鄂尔多斯盆地南部马家沟组沉积相剖面图

3 沉积模式

纵向上“云灰间互”的特点表明,本区马家沟组由多个海侵至海退旋回组成。为了能动态地反映马家沟组的相序演变以及早奥陶世时期中央古隆起的障壁作用,笔者将一个完整的海平面升降旋回分为海侵期、海退期和低海平面期三个时段,使其分别与石灰岩、白云岩夹石膏盐岩和石膏盐、石盐沉积期相对应,从而建立了马家沟组障壁潟湖沉积模式。该模式分为三个阶段,即障壁潟湖、咸化潟湖和膏盐湖沉积阶段。

3.1 障壁潟湖沉积阶段(阶段 I)

代表海侵至最大海泛沉积阶段。海侵期海水由构造鞍部及东部低隆三个方向进入本区,因与外海沟通,海水补给大于或等于蒸发,海平面持续上升,此时以石灰岩沉积为主间夹少量白云岩和泥岩,如马一段、马二段和马四段的下部石灰岩段;海侵晚期至最大海泛时(如马四时、马六时),由于中央隆起被

海水淹没,鄂尔多斯盆地与外海水体循环更为通畅,主要沉积泥晶灰岩和各种颗粒灰岩。该阶段与威尔逊经典的陆表海沉积相模式相似,但本文更强调该阶段水下隆起的障壁对后缘潟湖沉积所起的控制作用。以马四段为例,其沉积环境主要包括潮坪、潟湖、潟湖边缘坪、台缘障壁滩和斜坡等(图 6)。

3.2 障壁咸化潟湖沉积阶段(阶段 II)

代表海退沉积阶段。海退期因海平面下降(马一、马三、马五时),中央隆起包括东面的离石隆起对海水的障壁增强。此时的障壁岛位于海平面附近,仅构造鞍部与外海沟通。由于强烈蒸发作用,宽广的潟湖逐渐演化为咸化潟湖环境,潟湖水体含盐度增大,灰泥沉积下来后迅速转化成白云石。在潟湖边缘坪,硬石膏可直接从表层水晶出而沉淀下来,而在凹陷的中心因有通道间歇与外海沟通,海水盐度相对正常,以灰泥沉积为主间夹白云岩。咸化潟湖主要包含潟湖边缘坪、浅滩和灰(云)质潟湖环境(图 7)。

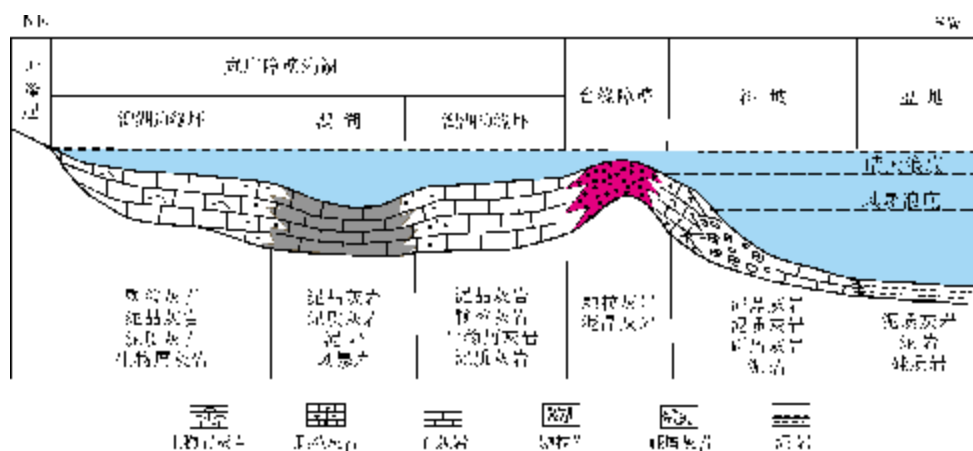


图6 鄂尔多斯盆地南部马家沟组障壁潟湖沉积相模式(阶段I)

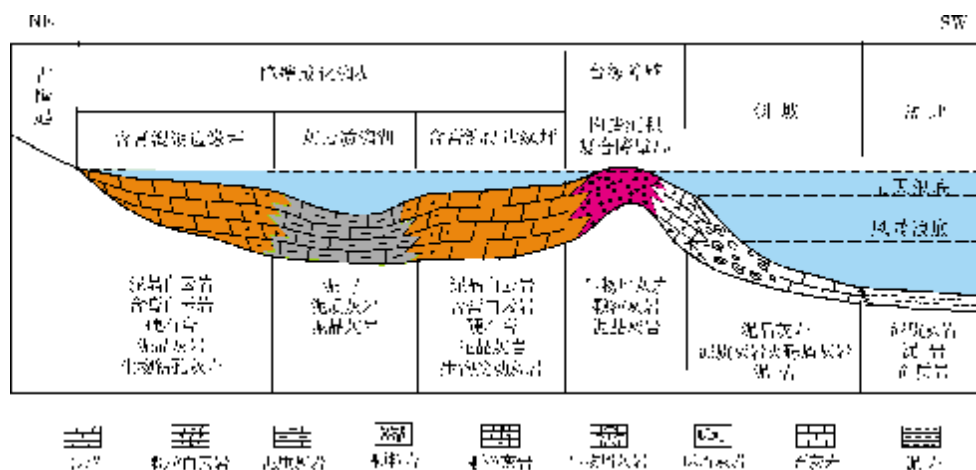


图7 鄂尔多斯盆地南部马家沟组障壁潟湖沉积相模式(阶段II)

3.3 障壁膏盐湖沉积阶段(阶段III)

当海平面继续下降至低海平面时, 隆起完全露出水面, 鄂尔多斯盆地则演化为与外海隔绝的海盆, 在强烈的蒸发作用下变成极度咸化的膏盐

湖, 沉淀出硬石膏和石盐。马三段和马五段就是由多个咸化潟湖至膏盐湖沉积旋回组成。膏盐湖主要有膏盐坪、膏盐和石盐潟湖(包括深水和浅水)环境(图8)。

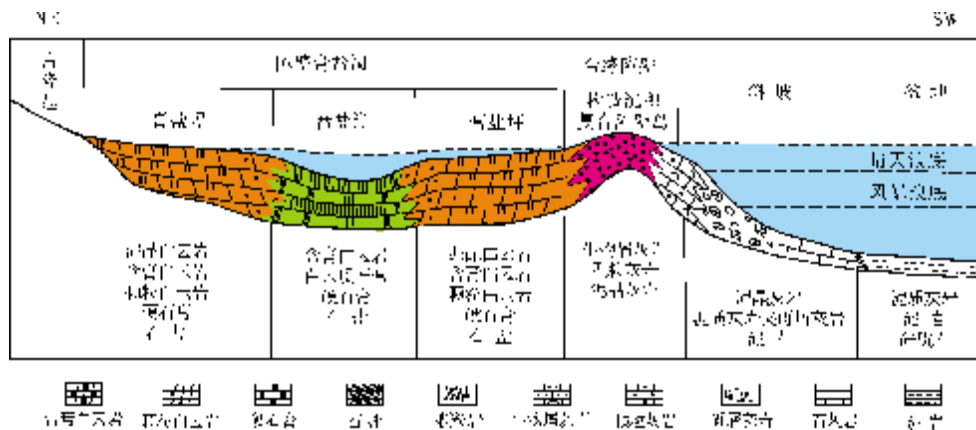


图8 鄂尔多斯盆地南部马家沟组障壁潟湖沉积相模式(阶段III)

4 结 论

马家沟期秦岭海槽和中央古隆起的存在和演化,控制了盆地南部马家沟组沉积特征及演化。平面上根据中央古隆起的障壁作用将其分为两大沉积区,西南区和东北区。西南区发育盆地—斜坡—台地边缘相;东北区为障壁潟湖沉积环境。东北区马家沟组由“三云三灰”六段组成。马一段、马三段和马五段为白云岩、石膏和石盐组成的蒸发岩系;马二段、马四段、马六段为石灰岩夹白云岩的碳酸盐岩序列,在纵向上构成蒸发岩与碳酸盐岩间互的旋回性沉积。在此基础上进一步建立的马家沟组障壁潟湖沉积模式具有两个主要特征:(1)中央古隆起作为障壁控制秦岭海与潟湖之间的海水沟通;(2)依据海平面升降旋回将该模式动态地分为三个阶段:即与海侵期相对应的以石灰岩沉积为主的障壁潟湖沉积阶段(阶段Ⅰ)、与海退期相对应的以石灰岩夹蒸发岩沉积为主的障壁咸化潟湖沉积阶段(阶段Ⅱ)和与低海平面期对应的以膏盐岩沉积为主的障壁膏盐湖沉积阶段(阶段Ⅲ)。

通过综合分析古构造、古地理、古水动力以及古气候背景,结合单井、野外露头等沉积相分析来恢复沉积时期的地质原貌,在此基础上建立动态的沉积模式能较好地解释沉积特征。

参 考 文 献

- [1] 陕西地质矿产局. 陕西地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 杨俊杰,李克勤,张东生,等. 中国石油地质志:卷十二 长庆油田[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [3] 冯增昭,陈继新,张吉森. 鄂尔多斯地区早古生代岩相古地理[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 冯增昭,鲍志东,张永生,等. 鄂尔多斯奥陶纪地层岩石岩相古地理[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [5] 吕炳全,李银德,黄月明,等. 蒸发边缘海相储层的研究[M]. 上海:同济大学出版社,1995.
- [6] 刘群,杜之岳,陈郁华,等. 陕北奥陶系和塔里木石炭系钾盐找矿远景[M]. 北京:原子能出版社,1997.
- [7] 侯方浩,方少仙,赵敬松,等. 鄂尔多斯盆地中奥陶统马家沟组沉积环境模式[J]. 海相油气地质,2002,7(1):38-46.
- [8] 张军,徐黎明,包国平. 陕甘宁盆地中央古隆起的形成及其与天然气的关系[C]//长庆油田研究院. 鄂尔多斯盆地油气勘探开发论文集(1990—2000). 北京:石油工业出版社,2000.
- [9] 袁卫国,赵一鸣. 鄂尔多斯南部地区早古生代被动大陆边缘特征与演化[J]. 西北大学学报:自然科学版,1996,26(5):451-454.
- [10] 钱峰,艾永峰. 鄂尔多斯盆地南部地区早古生代主动大陆边缘演化特征[J]. 西安工程学院学报,2002,24(1):18-24.
- [11] 刘育燕,杨巍然,森永速男,等. 华北、秦岭及扬子陆块的若干古地磁研究结果[J]. 地球科学 中国地质大学学报,1993,18(5):635-641.
- [12] 吴汉宁,常承法,刘椿,等. 依据古地磁资料探讨华北和华南块体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响[J]. 地质科学,1990,(3):201-214.

编辑:金顺爱

Sedimentary Features of Lower Ordovician Majiagou Formation in the Southern Part of Ordos Basin

Xin Yongguang, Zhou Jingao, Deng Hongyin

Abstract: Based on predecessor's researches of paleostructures, paleogeography, paleohydrodynamics and paleoclimate as well as the sedimentary facies of single wells and outcrops, authors discovered that Qinling Trough and the Central Uplift controlled the sedimentary features and evolution in the southern part of Ordos Basin during Early Ordovician period. The southern part of Ordos Basin is divided into two main sedimentary areas, the southwestern and the northeastern areas, owing to the barrier role of the Central Uplift. A basin, a slope and a platform margin developed in the southwestern and a lagoon in the northeastern. Lower Ordovician Majiagou Formation is composed of six members (abbreviated as Ma1 to Ma6), in which Ma1, Ma3 and Ma5 are evaporite including dolomite, anhydrite and halite and Ma2, Ma4, and Ma6 are limestone with dolomite. A new model, the Majiagou barrier-lagoon sedimentary model, is further put forward in order to interpret the sedimentary features of Majiagou Formation. This model includes two main characters. The one is that the Central Uplift plays an extreme role in the exchange of seawater between the lagoon and Qinling sea as a barrier; and the other is that the model is divided into three dynamical phases on the basis of an integrated cycle: the limestone in wide Barrier-lagoon during transgression to high sea level (phase I), the mixed limestone/evaporite succession in concentrated lagoon during regression (phase II), and the anhydrite and halite in barrier lagoon during low sea level (phase III).

Key words: Ordos Basin; Ordovician; Qinling Trough; Central Uplift; Sedimentary features; Sedimentary model

Xin Yongguang: male, Master, Geologist. Add: PetroChina Hangzhou Institute of Geology, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023 China