

胜利油区早古生代沉积相

王世虎 宋国奇 徐春华 陈 丽

(胜利石油管理局地质科学研究所)

[内容提要] 早古生代,胜利油区作为华北地台的一部分,接受了一套以海相碳酸盐岩为主的沉积,其沉积相与其他地区既有相似性,又有特殊性。文中首先按沉积岩类型,将沉积相划分为碎屑沉积相系和碳酸盐岩沉积相系。根据岩石的沉积构造、指相矿物、生物化石等,将下古生界沉积相进一步划分为4个相9种亚相,并对各种相的特征进行了简要说明。在单井相分析的基础上,利用单因素和三端元作图法编制了基础图件,结合相序的变化规律和区域地质背景,对区内早古生代不同时期的沉积相展布特征进行了探讨:馒头期—徐庄期,基本为潮上到潮间带;张夏期—崮山期,发育有潮下浅滩和开阔海两种主要沉积相;长山期—早奥陶世,以潮间—潮下带为主;中奥陶世,以浅水的潮上、潮间带与较深水的潮下带间互出现。研究早古生代沉积相,对于评价碳酸盐岩储层和烃源岩有重要意义。

关键词 胜利油区 早古生代 沉积相 沉积旋回 油气勘探

1 前言

胜利油区是华北地台的一部分,下古生界发育寒武系和奥陶系,共划分为11个组,总厚度1200m~1500m。区内最老的地层为馒头组,不整合于太古界泰山群之上,缺失与府君山组或辛集组相当的地层^[1]。加里东运动导致地台整体抬升,缺失上奥陶统,中奥陶统与上覆中石炭统本溪组呈平行不整合接触。该区下古生界碳酸盐岩厚度大、分布面积广,有机质丰度相对较高,已达到或超过灰岩生油岩标准,具有形成原生油气藏的基本地质条件^①。沉积相的研究,是寻找碳酸盐岩原生油气藏所必须的基础工作。

胜利油区下古生界的钻探始于1963年,第一口井是陈3井,据不完全统计,到目前为止共有590口探井钻遇下古生界,并获取了大量的岩心,这些资料的取得为沉积相的研究奠定了坚实的基础。

2 沉积相类型及特征

2.1 沉积相类型

胜利油区下古生界沉积岩类包括碎屑岩、粘土岩、碳酸盐岩、膏岩及其过渡类型,其形成环境多样。首先按其岩类成因,可分为陆源碎屑沉积相系和碳酸盐岩沉积相系。根据岩石类型、沉积构造、指相矿物、生物化石以及沉积相在剖面上的演化规律,可将胜利油区下古生界

① 王世虎、徐春华等. 山东探区下古生界油气勘探潜力分析, 1995。

② 本文1997年4月29日收稿。

沉积相进一步划分为4个相9种亚相,其中最主要的是碳酸盐岩台地相系(表1)。

表1 胜利油区早古生代沉积相类型表

Table 1 Early Palaeozoic sedimentary facies types in the Shengli oil province

相 系	沉 积 相	亚 相
陆源碎屑沉积	潮 坪	泥坪、沙滩
碳酸盐台地沉积	蒸发台地	泥云坪、云坪、膏云坪
	局限台地	潮间坪(云坪、云灰坪)、局限海、浅滩(潮间浅滩)
	开阔台地	开阔海、潮下高能浅滩

2.2 沉积相基本特征

(1)陆源碎屑沉积相系 研究区陆源碎屑沉积基本上形成于潮上、潮间带的潮坪环境。根据环境和岩性可进一步划分为泥坪和沙滩两种沉积亚相。

泥坪亚相主要是指陆源泥含量大于50%,陆源沙和准同生白云岩含量均小于10%,且以浅水沉积为主的地区,岩石类型为紫红色页岩、粉砂质页岩、泥质粉砂岩等,生物化石稀少,可见石膏假晶和干裂等暴露标志。

沙滩亚相位于潮间带下部,水体能量较高,其沉积物主要由含海绿石的细砂岩组成,含量大于50%,砂岩中有时可见斜层理和交错层理,结构成熟度和成份成熟度较高。

上述两种亚相的古地理位置与碳酸盐岩台地相的蒸发台地和部分局限台地(图1)相当。其形成发育与陆源碎屑(含粘土)物质供给充足有关,因此一旦陆源物质供给减少,就可形成含泥质的以白云岩或灰岩沉积为主的泥云坪或云灰坪,在剖面上常以页岩、泥岩与白云岩、灰岩间互出现。

(2)碳酸盐岩台地相系 前已述及,碳酸盐岩沉积相系可进一步划分为蒸发台地相、局限台地相和开阔台地相,各相带的位置和相互关系见图1。

蒸发台地相 该相见有潮上云坪和膏云坪两种亚相。

潮上云坪亚相以泥晶—粉晶

白云岩为主,间夹泥晶灰岩,准同生白云岩含量大于50%,具干裂和暴露标志。由于含泥,有时泥质相对集中成条带或微层,因此岩石成层性较好,当泥质含量减少时,成层性变差,生物化石稀少。当陆源泥供应充足时,可形成泥坪沉积,因此它与泥坪常间互出现,故通常复合命名为泥云坪。

膏云坪亚相与云坪亚相相似,只是蒸发更为强烈或局部低洼出现潟湖,形成石膏沉积。石膏层或石膏质白云岩呈块状,分布层位基本稳定。

局限台地相 该相位于平均高潮面与平均低潮面之间,由潮间坪、局限海、浅滩等亚相组成。

潮间坪亚相主要岩石类型为泥晶灰岩、藻纹层灰岩、砾屑粉晶灰岩,有时亦出现泥灰岩和钙质页岩,冲刷构造较为多见,生物化石多见广盐度底栖生物碎片,如介形类、腕足类等。整个潮间坪上还存在着以竹叶状灰岩为代表的潮沟或潮渠沉积,其底部冲刷构造明显。

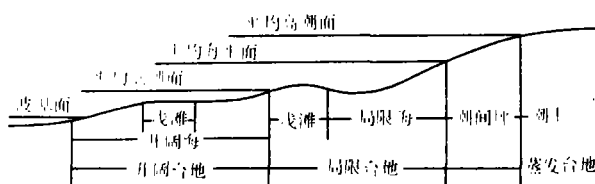


图1 胜利油区早古生代沉积相划分示意图

Fig. 1 Division of the Early Palaeozoic sedimentary facies in the Shengli oil province

局限海亚相位于潮间坪向海一侧,常由浅滩或其他高地遮挡而形成。由于水体循环受到限制,持续低能,盐度正常或稍高,生物种属较少,藻类发育。沉积物色暗,有机质含量较高,水平纹层发育,岩石类型主要为泥晶灰岩、泥质灰岩夹白云岩等。

浅滩亚相位于海平面之下的相对凸起地带,水动力较强。岩性以颗粒灰岩为主,颗粒类型为内碎屑和生物碎屑,生物碎屑多为腕足类、三叶虫、介形虫等,也见有鲕粒。

开阔台地相 该相位于平均低潮面以下和浪基面以上。此相带水体相对局限台地要深,但总体上仍比较浅,盐度基本正常,水循环好,生物丰富,种类繁多,除常见的腕足类、头足类、三叶虫、有孔虫等化石外,还可见到海绵骨针。岩石类型为泥晶砂屑灰岩、泥晶生屑灰岩和泥晶灰岩。在该环境内,地形局部变高处也有浅滩发育,由亮晶颗粒灰岩(鲕粒、砂屑)及生物碎屑灰岩组成,形成潮下高能浅滩沉积。因此开阔台地可进一步划分为潮下高能浅滩和开阔海两个亚相(图1)。

3 不同时期沉积相展布特征

在进行单井和露头剖面相分析建立相标志、相类型和模式的基础上,采用单因素(地层厚度、特殊岩类)和三端元(灰岩、准同生白云岩、粉砂岩和粘土岩类)作图法编制基础图件^[2],并结合相序变化规律和区域地质背景,对研究区早古生代不同时期沉积相平面展布特征进行了初步研究。

3.1 早寒武世馒头期—中寒武世徐庄期

这一时期为持续海侵时期,其特点是含泥的泥坪、泥云坪、泥灰坪最为发育,而毛庄期局限海和浅滩相对发育。

(1)馒头期 馒头期发育泥灰坪和泥云坪两种古地理单元。

泥灰坪分布范围较小,位于陈家庄到埵东一带(图2-A)。泥云坪位于上述泥灰坪以外的广大地区,在区域上它属于渤海泥云坪的一部分。

(2)毛庄期 此期发育泥坪、浅滩和局限海三种古地理单元(图2-B),总

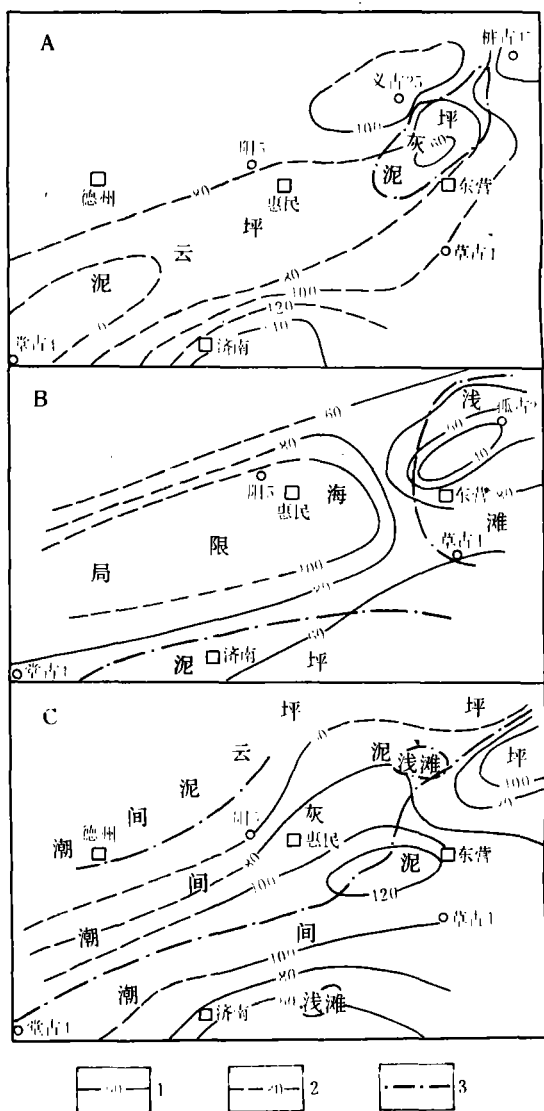


图2 胜利油区馒头期—徐庄期沉积相平面图

A—馒头期;B—毛庄期;C—徐庄期

1. 等厚线(m);2. 推测等厚线(m);3. 相边界

Fig. 2 Plans of the Mantouan—Xuzhuangian sedimentary facies in the Shengli oil province

A=Mantouan; B=Maozhuangian; C=Xuzhuangian

1=isopach(m); 2=inferred isopach(m)

3=facies boundary

的面貌为潮间下部到潮下上部,四周受到围限的局限海。

泥坪位于研究区南部边缘的济南—淄博一带,属豫鲁泥坪的一部分。浅滩位于陈家庄、孤岛一带,向南可延至草桥,其沉积以比较发育的鲕粒灰岩和细砂岩为特征,显示能量相对较高。属限海位于中西部的广大地区,其南即为区域上的豫鲁泥坪,东为陈家庄浅滩,向北、西延伸至研究区之外,同属冀中局限海。

(3)徐庄期 该期以灰泥坪和泥坪两种古地理单元占优势(图2-C)。灰泥坪位于中北部的德州—宁津以南,呈NNE向带状展布。泥坪位于南部大半地区,其沉积主要为紫红至黄绿色粉砂质页岩,夹粉砂岩和细砂岩,说明在泥坪发育的背景下,常有相对高能如潮间下部的沙滩出现。

浅滩主要发育于义和庄地区,其沉积以鲕粒灰岩较发育为特点。

除上述三种古地理单元之外,在西北部可能发育有泥云坪,由于仅见于乐1井,尚有待于进一步研究。

3.2 中寒武世张夏期—晚寒武世固山期

这一时期为寒武纪最大海侵时期,潮下高能浅滩和开阔海广为发育。

(1)张夏期 该期区内以潮下高能浅滩为主,位于中部到东部地区,主体位于滨州、沾化、孤岛一带,呈NE向展布,向南和东南地区逐渐过渡为开阔海,它们分别属于区域上的垦利滩和东部开阔海(图3-A)。

(2)固山期 此期以广泛发育潮下低能开阔台地,偶有点状浅滩出现。开阔台地广布全区,地形平缓,全区沉积厚度比较稳定。在桩古6井区,地形相对较高,能量相对较强,发育了点状浅滩(图3-B)。

3.3 晚寒武世长山期—早奥陶世

初期稍有海退,此后一直处于较为稳定的时期,潮间坪与局限海广为发育。

(1)长山期 长山期存在着潮间泥灰坪、局限海和竹叶滩三种古地理单元(图4-A),而以潮间泥灰坪为主。

竹叶滩位于南部的淄博、章丘一带,系潮间带的产物。潮间泥灰坪呈NE向展布于西北部,向东水体加深,沉积厚度增大,渐变为局限海。

(2)凤山期 这一时期局限海基本广布全区,研究区东北部的桩西地区有一点状浅滩(图4-B),鲕

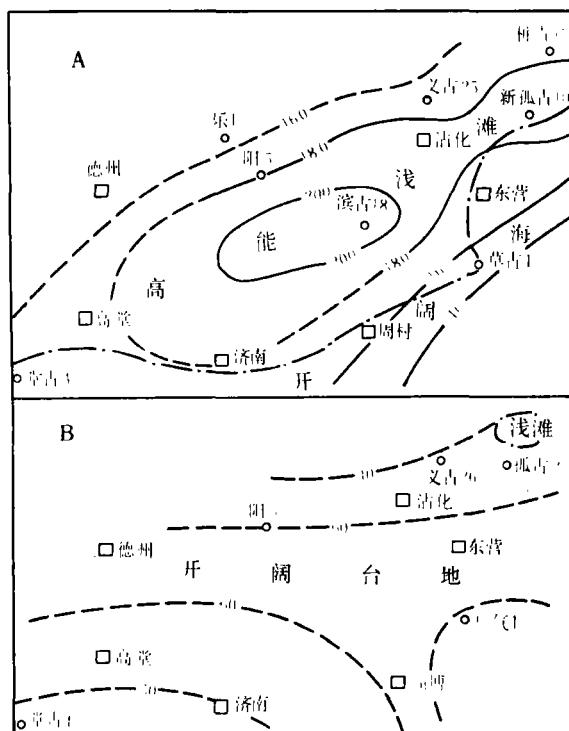


图3 胜利油区张夏期—固山期沉积相平面图

A—张夏期;B—固山期 (图例同图2)

Fig. 3 Plans of the Zhangxian—Gushanian sedimentary facies in the Shengli oil province (symbols as in Fig. 2)

A=Zhangxian; B=Gushanian

粒灰岩发育。南部淄博地区发育一竹叶滩,竹叶具红色氧化圈,较圆滑。

(3)早奥陶世冶里—亮甲山组沉积期 研究区内冶里—亮甲山组为一套灰色、浅灰色结晶白云岩,下段含竹叶,上段含燧石结核,为准同生后产物,不反映沉积环境。

根据白云岩残余结构分析,下段含竹叶的白云岩,其原岩可能为竹叶状灰岩或泥晶灰岩,说明当时沉积环境为高能潮间带与低能局限海环境,古地理面貌与凤山期相似。

3.4 中奥陶世

这一时期共发育三次面式海进,每次海进早期膏云坪、云坪和潮间坪发育,晚期为开阔海占据。

(1)下马家沟组沉积期 下马家沟组沉积早期和晚期的沉积环境有较大差异。早期总体为一全区分布的东西有别的潮上一潮间坪,西部济阳—高唐一带为具强烈蒸发的膏云坪,东部为不含石膏的云坪或云灰坪。晚期则以局限海—开阔海为主,伴以西部的潮上一潮间坪。

综上所述,下马家沟组沉积期研究区的沉积相有潮上膏云坪、潮上云坪、潮上一潮间云灰坪、局限海和开阔海(图5-A)。

(2)上马家沟组沉积期 此期总体面貌与下马家沟组沉积期相似,也是早、晚有别,早期以膏云坪、云坪为主,晚期则跃变为开阔海夹浅滩(图5-B),前者基本遍布全区,后者仅见于大王庄地区。

(3)八陡组沉积期 八陡组顶部遭受剥蚀,根据其残余地层进行的沉积相研究:总体为一被分布在西南、南、北东的潮上膏云坪和两个潮上一潮间云坪所限的局限海(图5-C)。

4 沉积相演化

胜利油区早古生代沉积相的演化,可概括为早寒武世—早奥陶世、中奥陶世两个不同的旋回阶段。

4.1 早寒武世—早奥陶世

从早寒武世辛集期开始的海进,到馒头期才进入本区^[2],在长期剥蚀的准平原化的低缓地势上,形成了广阔的潮坪环境。毛庄期地势开始有所分异,海进继续,形成了南有潮坪、东有鲕粒浅滩、中部为一局限海的古地理面貌。徐庄期低洼区被填平,成为一广阔的潮间坪环

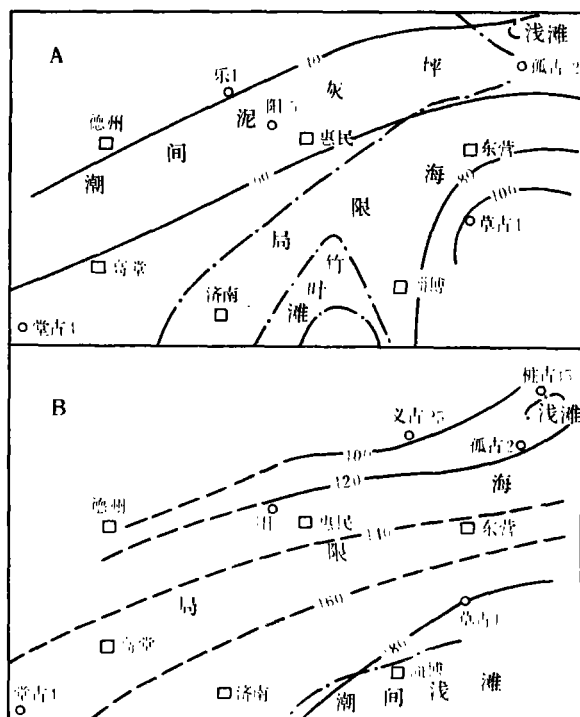


图4 胜利油区长山期—凤山期沉积相平面图
A—长山期;B—凤山期 (图例同图2)

Fig. 4 Plans of the Changshanian—Fengshanian sedimentary facies in the Shengli oil province (symbols as in Fig. 2)

A=Changshanian; B=Fengshanian

境。张夏期海进达到高潮,海水动荡,潮下高能浅滩甚为发育。在张夏期最大海进的基础上,崮山期海水变得较为平静,成为一广阔的开阔海。长山期有所海退,西北部成为时而被海水淹没,时而又露出水面的潮间坪,东南部一直为局限海。凤山期稍有海进,局限海的范围向北扩大,基本分布全区。早奥陶世,可能继承了凤山期的古地理面貌,以潮坪、局限海为主,末期发生怀远运动,海水全部退出,结束了本旋回的发展。

4.2 中奥陶世

这一时期的下马家沟组沉积早期,上马家沟组沉积早期和八陡组沉积早期,云坪、灰云坪发育;下马家沟组沉积晚期,上马家沟组沉积晚期、八陡组沉积晚期(残余)以开阔海为主,这六期间互出现,构成三个海进旋回,同时这三个旋回又是一个整体,构成一个大的旋回,即在上马家沟组沉积期海进最大,表现为膏云坪、云坪的分布范围变小,开阔海分布更广。

5 结论

胜利油区早古生代沉积相可划分为两大沉积相系、4种沉积相、9个沉积亚相。其中陆源碎屑沉积相系由浅水的暗紫色泥坪沉积和少量能量相对较高的沙沉积组成;碳酸盐岩沉积相系仅见蒸发台地、局限台地和开阔台地相,沉积水体较浅,未见更深水相的沉积。

该区早寒武世馒头期—中寒武世徐庄期以泥坪、云坪和灰坪为主的潮坪相沉积。中寒武世张夏期—晚寒武世崮山期,发育了潮下高能浅滩和开阔海两种主要沉积相。晚寒武世长山期—早奥陶世,以潮间带和潮下带上部为主,发育了潮间坪和局限海为主的沉积。中奥陶世,浅水的潮上和潮间带与较深水的潮下带间互出现,形成了潮上云坪、膏云坪和潮间坪与开阔海的交互沉积。

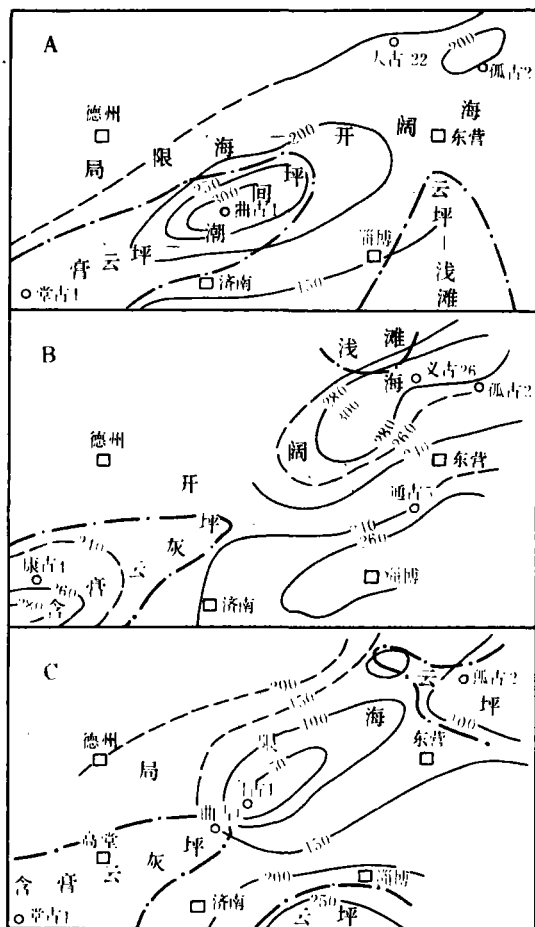


图5 胜利油区中奥陶世沉积相平面图(图例同图2)
A—下马家沟组沉积期;B—上马家沟组沉积期;C—八陡组沉积期
Fig. 5 Plans of the Middle Ordovician sedimentary facies in the Shengli oil province (symbols as in Fig. 2)
A=Lower Majiagou Formation deposition;
B=Upper Majiagou Formation deposition;
C=Badou Formation deposition

参 考 文 献

- 1 王秉海、钱凯主编. 胜利油区地质研究与勘探实践. 东营:石油大学出版社, 1992
- 2 冯增昭. 华北地台早古生代岩相古地理. 北京:地质出版社, 1990

EARLY PALAEOZOIC SEDIMENTARY FACIES IN THE SHENGLI OIL PROVINCE, NORTH CHINA PLATFORM

Wang Shihu Song Guoqi Xu Chunhua Chen Li

Research Institute of Geological Sciences, Shengli Petroleum Administration Bureau

ABSTRACT

The marine carbonate sediments were laid down during the Early Palaeozoic in the Shengli oil province as part of the North China platform. The sedimentary facies in the study area consist of clastic sedimentary facies series and carbonate sedimentary facies series according to sedimentary rock types, and the Lower Palaeozoic sedimentary facies may be subdivided into four facies and nine subfacies in the light of sedimentary structures, diagnostic minerals and fossil organism. The present paper gives a more detailed description of the characteristics of the above-mentioned sedimentary facies in different stages of the Early Palaeozoic. For instance, the sedimentary facies comprise supratidal to intertidal zones during the Mantouan and Xuzhuangian, subtidal shoal and open sea facies during the Zhangxian and Gushanian, intertidal and subtidal zones during the Changshanian and Early Ordovician, the alternation of the shallow-water supratidal and intertidal zones and deeper-water subtidal zone during the Middle Ordovician. The research in this study is believed to have important implications for the evaluation of the carbonate reservoirs and source rocks in the study area.

Key words: Shengli oil province. Early Palaeozoic, sedimentary facies, depositional cycles, oil and gas exploration