

文章编号 :1000-0550(2002)01-0013-07

渤海湾盆地北部奥陶纪岩相古地理

金振奎 邹元荣 由伟丰 蒋春雷

(CNPC 油气储层重点实验室石油大学(北京)研究室 北京昌平 102249)

摘 要 渤海湾盆地北部主要包括黄骅拗陷、沧县隆起、冀中拗陷和下辽河拗陷,区内奥陶系厚 600~800 m,主要由石灰岩和白云岩组成。下奥陶统分为冶里组和亮甲山组,中奥陶统分为下马家沟组、上马家沟组和峰峰组,上统缺失。其中下马家沟组、上马家沟组和峰峰组又进一步划分为下段和上段。早奥陶世冶里期和亮甲山期,本区以局限海环境为主,其内散布着一些潮坪和滩。中奥陶世,本区岩相古地理面貌变化旋回极为明显,下马家沟期早期潮坪广布,晚期以局限海为主;上马家沟期早期又是潮坪广布,晚期以开阔海为主,峰峰期早期潮坪广布,晚期又以开阔海为主。在奥陶纪,本区经历了 4 个大的海侵—海退旋回,其中上马家沟期晚期是本区乃至整个华北地台的最大海侵期。

关键词 渤海湾盆地 奥陶纪 岩相古地理 局限海 开阔海

第一作者简介 金振奎 男 1963 年出生 博士后 教授 沉积学专业

中图分类号 TE121.3⁺1 **文献标识码** A

1 引言

渤海湾盆地北部处于北纬 37°30′~42°40′、东经 114°~124°之间,面积约 13 000 km²,主要包括黄骅拗陷、沧县隆起、冀中拗陷和下辽河拗陷。本次研究的目标是奥陶纪的岩相古地理。关于渤海湾盆地奥陶系的研究,主要始于 20 世纪 70 年代任丘古潜山油田的发现。但由于随后 20 多年的潜山勘探收效甚微,奥陶系的研究也时断时续。关于奥陶纪的岩相古地理,大港油田地质研究院曾在 80 年代针对黄骅拗陷做过一些工作,冯增昭等在编制华北地台奥陶纪岩相古地理图时也涉及到了渤海湾盆地^[1~3],但由于当时资料所限,研究程度一直较低。随着 1997 年底大港探区千米桥奥陶系亿吨级潜山油藏的发现,再次掀起了对渤海湾盆地奥陶系古潜山勘探和研究的热潮。由于奥陶系碳酸盐岩储层的发育和分布与岩相古地理密切相关,因此岩相古地理的研究对于奥陶系潜山的油气勘探具有重要的指导意义。

目前工区内钻遇奥陶系的井有 370 多口,其中冀中拗陷有 270 多口,其中 42 口钻穿;黄骅拗陷 90 多口,其中 9 口钻穿;下辽河拗陷最少,仅 3 口,其中 1 口钻穿。虽然工区内均进行了二维地震勘察,部分地区进行了三维地震勘察,但奥陶系碳酸盐岩地层内的地震反射品质普遍较差。这也是碳酸盐岩地层中勘探难度大的重要原因。有鉴于此,本次以周边露头奥陶系研究为基础,主要利用录井和测井资料对本区奥陶纪的岩相古地理进行了深入研究。

2 地层

渤海湾盆地北部的奥陶系厚 600~800 m,主要由石灰岩和白云岩组成,与下伏寒武系整合接触,与上覆中石炭统本溪组平行不整合接触。

关于华北地台奥陶系的划分有多种方案^[3~5],本次采用传统的划分方案^[3],即奥陶系三分,下奥陶统分为冶里组和亮甲山组,中奥陶统分为下马家沟组、上马家沟组和峰峰组,上统缺失^[6]。其中下马家沟组、上马家沟组和峰峰组均进一步划分为下段和上段。奥陶系下统与中统之间为平行不整合,其余各组之间均为整合。

本区奥陶系横向上岩性十分稳定,不仅盆地内可在较大范围内追踪对比,而且盆地内与盆地周边露头也能很好地对比,充分反映了海相沉积的稳定性。

3 沉积相的类型及特征

本区奥陶系的沉积相类型主要有潮坪、局限海、开阔海、滩等。

潮坪沉积主要是灰泥石灰岩、泥粉晶白云岩和结核状膏岩,颜色浅,层薄,泥质含量高,水平纹理、叠层石、泥裂、鸟眼等暴露构造发育,几乎不含化石。泥粉晶白云岩为蒸发泵白云化机理形成的准同生白云岩^[7,8]。石膏溶解后导致岩层垮塌形成膏溶角砾岩,这在潮坪沉积中十分常见。在井下,潮坪沉积由于泥质含量高,其自然伽玛为高值,呈高峰状。本次将潮坪沉积含量大于 50% 的地区定为潮坪。根据沉积类型,

潮坪可分为灰坪、云灰坪、灰云坪、云坪和膏云坪。灰坪以灰泥石灰岩为主,其含量占潮坪沉积的75%以上;云坪以准同生泥粉晶白云岩为主,其含量占潮坪沉积的75%以上;云灰坪指潮坪沉积中灰泥石灰岩含量大于50%、准同生白云岩含量大于25%的地区;灰云坪指潮坪沉积中准同生白云岩含量大于50%、灰泥石灰岩含量大于25%的地区;膏云坪以含分散状石膏晶体或石膏结核的准同生泥粉晶白云岩为主,其含量占潮坪沉积的75%以上。

局限海属于潮下带,水深多在正常浪基面之下,水体能量低,循环受限,不利于正常海生物生存,但可有广盐性生物(如蠕虫类等)。其沉积主要是深灰色中厚层灰泥石灰岩,缺乏层理构造和化石,生物搅动强烈,水平虫孔常见。

开阔海也属于潮下带,水深多在正常浪基面之下,水体能量低,但循环好,盐度正常,有利于正常海生物生存。其沉积主要是深灰色中厚层含生屑灰泥石灰岩、生屑质灰泥石灰岩和灰泥生屑石灰岩,生屑主要是棘皮类、角石、三叶虫、腕足类、介形虫等,缺乏层理构造,生物搅动强烈,水平虫孔常见。

滩是颗粒富集的环境,通常位于正常浪基面附近,其沉积主要是亮晶颗粒石灰岩和灰泥颗粒石灰岩。颗粒主要是竹叶状砾屑,也有砂屑。本文将颗粒石灰岩含量大于30%的地区定为滩。

4 岩相古地理

根据钻井资料、周边露头资料、区域地质资料和等厚图,做出了本区奥陶系各组、段的岩相古地理图(图1~6)。

4.1 早奥陶世冶里期岩相古地理

本区冶里组厚度变化不大,一般为80 m左右,等厚线走向为北东向,其岩性主要为较纯的灰泥石灰岩,夹少量砾屑石灰岩和准同生白云岩。从图1上可以看出:本区主要为局限海环境,只在北部辽阳地区发育一个灰云坪,南部献县和武清附近各发育一个云坪,还有五个颗粒滩,分别分布于平泉、曲阳、北京西山、北大港、唐山赵各庄等地,颗粒石灰岩含量30%~40%,颗粒以竹叶状砾屑为主,属于砾屑滩。

4.2 早奥陶世亮甲山期岩相古地理

亮甲山组厚度变化较大,一般100~200 m左右。平泉一带最厚,达220多米。等厚线走向为北东向。从图2可以看出:华北地台的早奥陶世亮甲山期的岩相古地理与冶里期相似,大部为局限海环境。局限海中分布着7个潮坪和2个滩。7个潮坪分别分布于辽阳、平泉、冀东、廊坊、北大港、曲阳、束鹿;2个滩均分布于孔南地区。

位于辽阳、廊坊、平泉、曲阳、冀东的潮坪为灰云坪,其沉积主要为泥粉晶白云岩夹白云质灰泥石灰岩

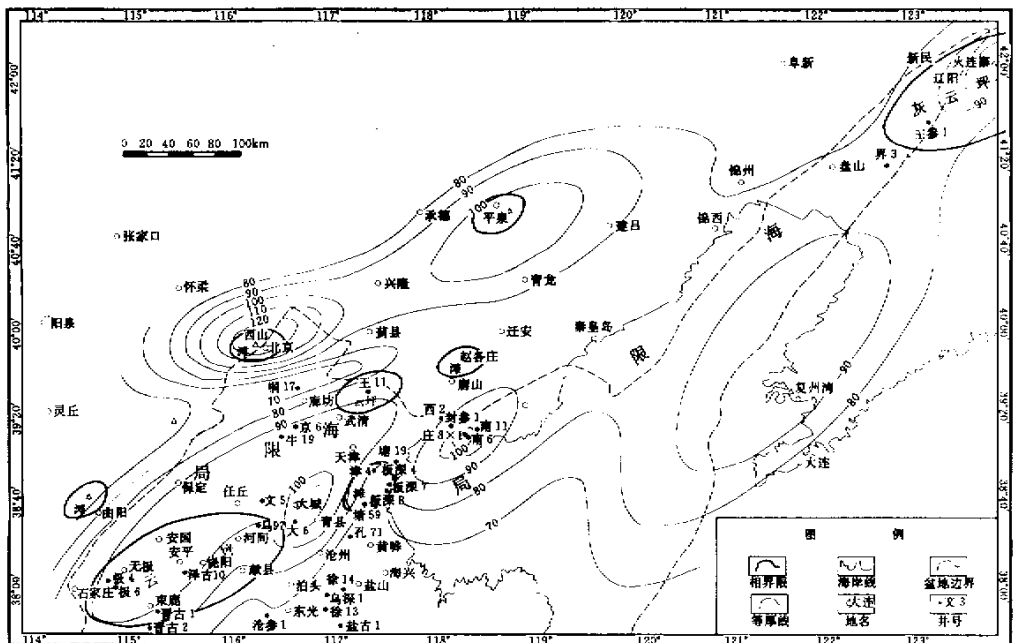


图1 渤海湾盆地北部早奥陶世冶里期岩相古地理图

Fig. 1 The lithofacies palaeogeography map of the Yeli Age of the Early Ordovician in North Bohai Bay Basin

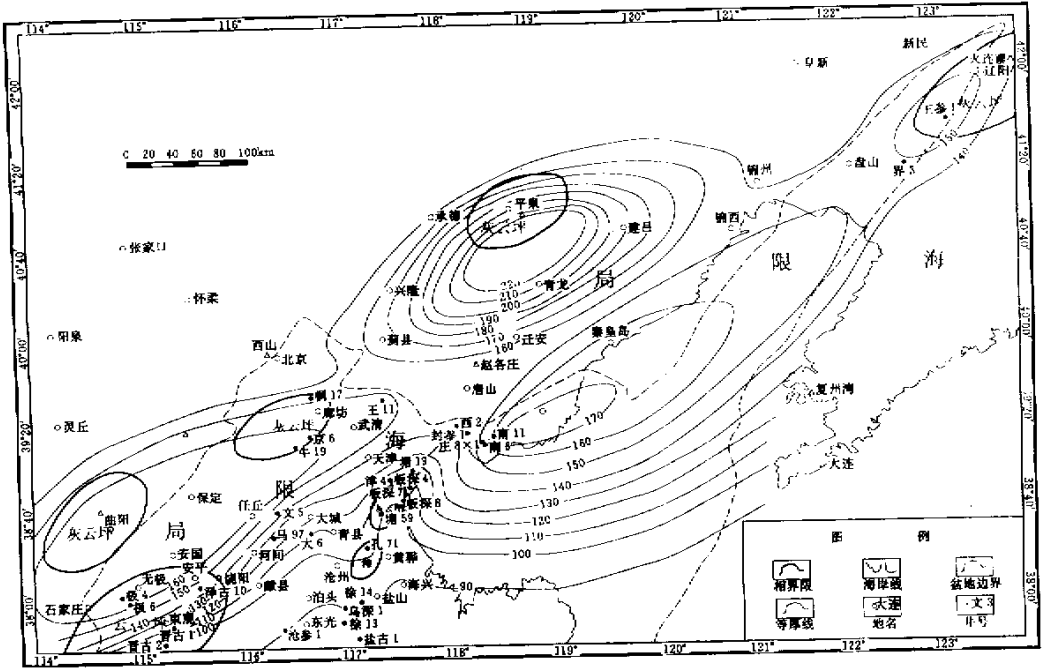


图 2 渤海湾盆地北部早奥陶世亮甲山期岩相古地理图

Fig. 2 The lithofacies palaeogeography map of the Liangjiashan Age of the Early Ordovician in North Bohai Bay Basin

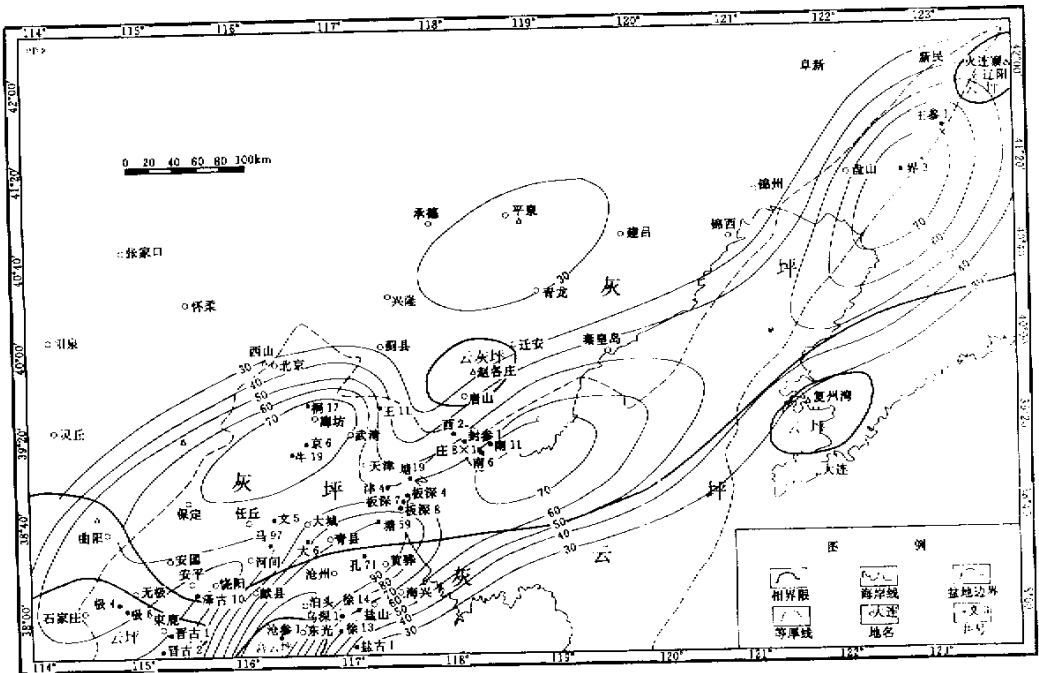


图 3 渤海湾盆地北部中奥陶世早马家沟期早期岩相古地理图

Fig. 3 The lithofacies palaeogeography map of early Early Majiagou Age of the Middle Ordovician in North Bohai Bay Basin

和灰泥石灰岩,其中准同生白云岩含量在 50% 左右。白云岩中石膏假晶常见,显然白云岩为潮上带蒸发泵白云化形成的。

位于北大港的潮坪为灰云坪,其沉积主要为白云质灰泥石灰岩和灰泥石灰岩。在港 13 井和港 59 井中还发现有薄层石膏和白云质石膏岩,说明环境曾暴露

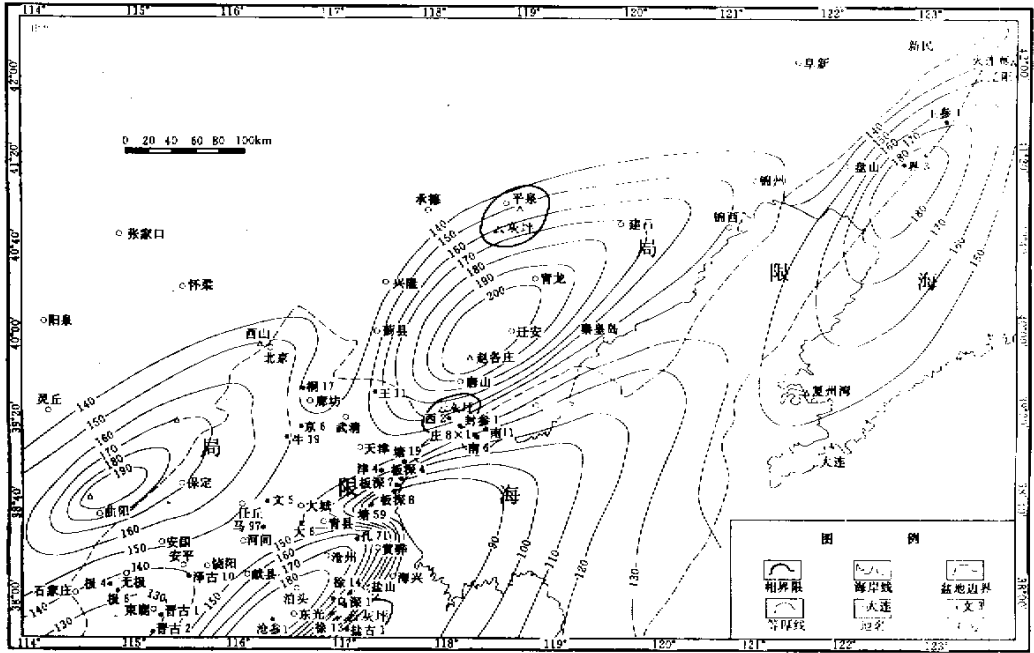


图4 渤海湾盆地北部中奥陶世早马家沟期晚期岩相古地理图

Fig. 4 The lithofacies palaeogeography map of late Early Majiagou Age of the Middle Ordovician in North Bohai Bay Basin

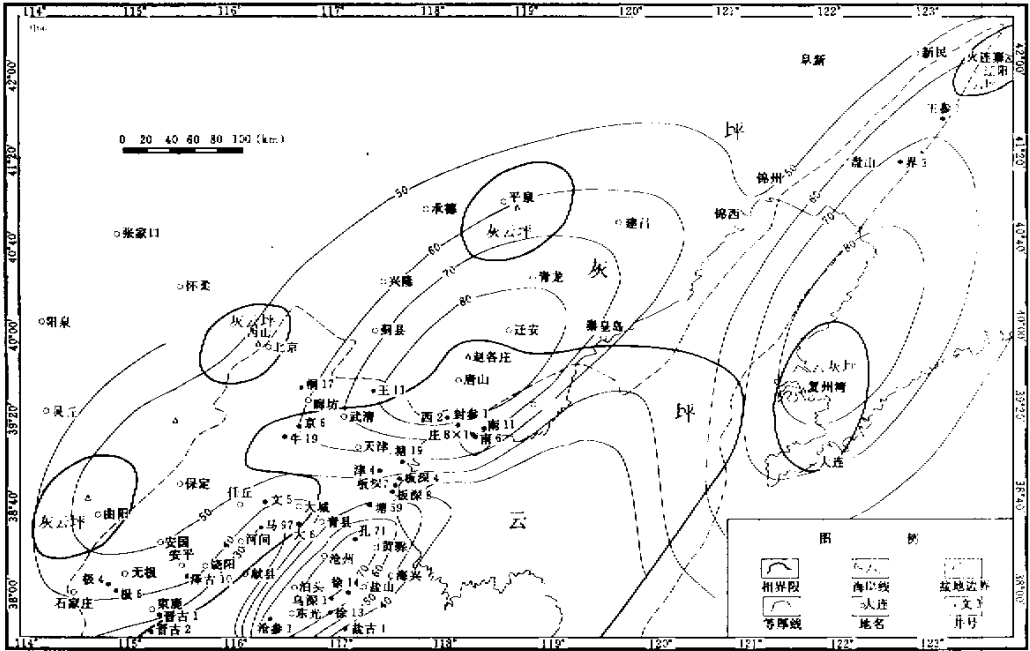


图5 渤海湾盆地北部中奥陶世晚马家沟期早期岩相古地理图

Fig. 5 The lithofacies palaeogeography map of early Late Majiagou Age of the Middle Ordovician in North Bohai Bay Basin

蒸发。位于束鹿一带的潮坪为云坪,其沉积主要为泥粉晶白云岩。孔南地区的两个滩主要由砂糖状残余颗粒白云岩组成,由于白云化,颗粒的轮廓不太清晰了,但仍可辨认,主要为砂屑。

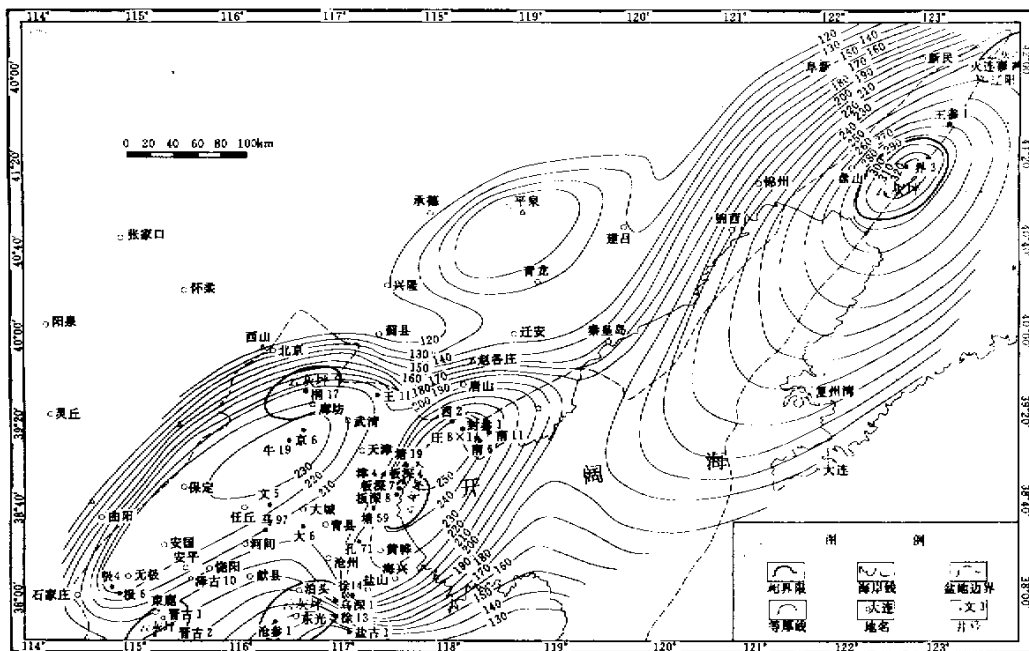


图 6 渤海湾盆地北部中奥陶世晚马家沟期晚期岩相古地理图

Fig. 6 The lithofacies palaeogeography map of late Late Majiagou Age of the Middle Ordovician in North Bohai Bay Basin

与冶里期相比,亮甲山期本区潮坪增多,滩减少,白云岩含量明显增加,反映水体总体上变浅了。

4.3 中奥陶世早马家沟期早期岩相古地理

下马家沟组下段厚度不大,均在 100 m 以下。在大港地区地层较厚,可达 90 多米。等厚线走向为北东向。从图 3 可以看出:本区潮坪广布,有膏云坪、云灰坪、灰云坪、云坪和灰坪。膏云坪分布在南部沧参 1 井一带,其膏质泥粉晶白云岩含量达 73%,为浅水强烈蒸发环境。云灰坪发育在赵各庄地区,其沉积主要为灰色、褐灰色泥粉晶白云岩、白云质灰泥石灰岩和石灰岩,泥质含量较高,生物碎屑稀少。白云岩呈薄层状,含量在 30%~50% 之间。

灰坪占据曲阳—献县—沧州—复州湾一线以北地区,其沉积灰色、褐灰色灰泥石灰岩为主,间夹薄层泥粉晶白云岩,泥质含量较高。

灰云坪占据曲阳—献县—沧州—复州湾一线以南的地区,以灰质白云岩为主。

云坪发育在石家庄和复州湾两地,以泥粉晶白云岩为主,准同生白云岩含量可达 75%。

4.4 中奥陶世早马家沟期晚期岩相古地理

下马家沟组上段厚度较大,一般 100~200 m。在沧参 1 井、赵各庄和王参 1 井地区地层较厚,均达近 200 m。等厚线走向为北东向。从图 4 可以看出:本区

大部为局限台地,中部发育三个小型云灰坪,分别位于盐古 1 井、西 2 井和平泉地区。

云灰坪的沉积主要为白云质石灰岩夹泥粉晶白云岩和灰泥石灰岩。盐古 1 井中白云质灰泥石灰岩占 42.4%,准同生泥粉晶白云岩含量也较高,占 35.8%。

局限海沉积主要为一套较纯的灰色、深灰色厚层灰泥石灰岩,生物化石缺乏。灰泥石灰岩是下马家沟组上段的主要岩石类型,其含量大多占各井及周边露头剖面厚度的 80% 以上。石膏和准同生白云岩含量很低,甚至接近于零,陆源物质也缺乏。

4.5 中奥陶世晚马家沟期早期岩相古地理

上马家沟组下段厚度不大,一般为 30~80 m。在孔 71 井、赵各庄和复州湾地区地层较厚,达 70 多米到 80 多米。等厚线走向为北东向。从图 5 可以看出:本区潮坪广布,有泥灰坪、云坪、灰云坪和云灰坪。

本区献县—武清—赵各庄一线以南发育云坪。其沉积主要为泥粉晶白云岩,含量一般大于 50%,如徐 14 井为 83%、孔 71 井为 61%、庄古 2 井达 100%。此外可间夹一些泥质石灰岩和泥岩。白云岩中常含硬石膏(如孔 71 井 2 814.60 m 处),这说明了本区具有潮坪蒸发环境的特点。

泥灰坪主要出现于献县—武清—赵各庄一线以北。其沉积以灰色、褐灰色灰泥石灰岩为主,间夹薄层

泥粉晶白云岩,泥质含量较高。

在泥灰坪中又发育三个云灰坪和一个灰云坪,它们分布在平泉、西山、曲阳和复州湾地区。总之,本期岩相古地理面貌与下马家沟组上段沉积期迥然不同,但与下马家沟组下段沉积期相似。

4.6 中奥陶世晚马家沟期晚期岩相古地理

下马家沟组上段厚度大,变化也大,一般100~300多米。界3井一带地层最厚,达320多米;封参1—板深7—牛19井一带地层较厚,在200m以上,等厚线走向为北东向。从图6中可以看出:本区大部为开阔海,其中分布着6个云灰坪,分别分布于火连寨、界3井、桐17井、板深7井、沧参1井和晋古1井地区。

本区云灰坪准同生泥粉晶白云岩含量约在30%~50%之间,其余为灰泥石灰岩。

开阔海沉积以较纯的厚层块状灰、灰褐色灰泥石灰岩、含生屑灰泥石灰岩、生屑质灰泥石灰岩和生屑石灰岩为主,生物化石丰富,有三叶虫、腕足类、腹足类、棘屑、苔藓虫、角石和介形虫等,陆源物质含量极少。

4.7 中奥陶世峰峰期早期岩相古地理

峰峰组下段厚度较小,均在100m以下,渤海湾盆地北部板深4井以南地区和束鹿、饶阳地区厚度较大,可达80多米,等厚线走向仍为北东向。该期的岩相古地理面貌与晚马家沟期早期相似,潮坪广布,有灰坪、灰云坪、云灰坪和云坪。

灰坪分布于献县—武清一线以东,其沉积主要为灰泥石灰岩,其中又发育有两个云坪和一个灰云坪,分布在千米桥、乌马营和复州湾。

云灰坪分布于以献县武清一线以西,其沉积主要为泥质灰泥石灰岩、白云质灰泥石灰岩和泥粉晶白云岩,并以前两者为主。其中又发育有两个云坪,沉积以泥粉晶白云岩为主。潮坪沉积中还常含一些石膏。

4.8 中奥陶世峰峰期晚期岩相古地理

峰峰组上段地层厚度不大,一般在100m以内,在石家庄地区最后,可达110多米,沧参1井区较厚,为90多米。工区北部该段多被剥蚀掉了。中奥陶世峰峰期晚期由于在早期基础上全地台的面式海侵使早期

的云坪和云灰坪等全部被淹没,形成了水体温暖、清洁、盐度正常、生物丰富、碳酸盐沉积发育的开阔海,岩相古地理面貌与晚马家沟期晚期相似。在此统一的开阔海中,分布着3个潮坪,分布在沧参1井、京6井和束鹿地区。沧参1井一带为云灰坪,京6井区和束鹿地区为灰坪。

总之,本区奥陶纪的古地理受构造升降和海平面升降的控制。不同阶段海侵期的古地理面貌是相似的,不同阶段海退期的古地理面貌也是相似的,这在中奥陶世尤其明显。从地层厚度和古地理面貌看,本区南部地层厚度和沉降幅度总体上比北部小,水体总体上比北部浅,这表现在早马家沟早期、晚马家沟早期和峰峰早期,南部云坪和灰云坪为主,北部以灰坪为主。

致谢:在本次研究过程中,从资料的收集和室内的分析处理,自始至终得到了到大港油田集团公司研究中心杨池银院长、廖前进院长、王振升总工程师、祝文亮所长、肖敦清所长、孙晓明所长等领导的大力支持,得到了于志海老师、甘胜宝主任、苏俊清高工、潜山重点项目组的同志和勘探所其他同志的大力支持和帮助。在此表示衷心的感谢!

参 考 文 献

- 冯增昭. 华北早奥陶世岩相古地理新探[J]. 地质科学, 1979(4): 302~313
- 冯增昭. 华北地台东部晋冀鲁京津地区早奥陶世岩相古地理[J]. 沉积学报, 1986, 4(4): 28~42
- 冯增昭等. 华北地台早古生代奥陶纪岩相古地理[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 1~270
- 张文堂. 全国地层会议学术报告汇编, 中国的奥陶系[R]. 北京: 科学出版社, 1962. 1~212
- 河北省地质矿产局. 河北省北京市天津市区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 1~741
- 金振奎, 邹元荣, 由伟丰等. 大港探区奥陶系岩溶储层发育, 分审控制因素[J]. 沉积学报, 2001, 18(4)
- 金振奎. 华北地台东部下古生界白云岩的类型及储集性[J]. 沉积学报, 1993, 11(2): 11~19
- Feng Zengzhao, Jin Zhenkui. Types and origin of dolostones in the Lower Palaeozoic of the North China Platform[J]. Sedimentary Geology, 1994, 93(4): 279~290

Ordovician Lithofacies Paleogeography of North Bohai Bay Basin

JIN Zhen-kui ZOU Yuan-rong YOU Wei-feng JIANG Chun-lei
(University of Petroleum, Changping, Beijing 102249)

Abstract North Bohai Bay Basin includes the Huanghua Depression, Cangxian Uplift, Central Hebei Depression and Xialiaohe Depression. In the study area, the Ordovician is 600~800 m thick and mainly consists of limestones

and dolostones. The Lower Ordovician is divided into the Yeli Formation and Liangjiashan Formation, and the Middle Ordovician is divided into the Lower Majiagou Formation which is further divided into the upper member and lower member, Upper Majiagou Formation which is further divided into the upper member and lower member, and Fengfeng Formation which is further divided into the upper member and lower member. The Upper Ordovician is missing. The Ordovician is conformable with the underlying Cambrian, and disconformable with the overlying Middle Carboniferous. The contact between the Lower and Middle Ordovician is also disconformable.

In the Yeli Age, the study area was mainly a shallow restricted platform, in which there were 2 tidal flats and 5 banks. The deposits are mainly medium to thick bedded limemud limestones intercalated with some penecontemporaneous dolostones and pebble-sized intraclast limestones, with rare fossils. In the Liangjiashan Age, the lithofacies paleogeography was similar to the Yeli Age, and was still mainly a restricted platform, but tidal flats increased to 7. At the end of the Liangjiashan Age, sea level fell quickly, and the whole study area was exposed and the regional disconformity between the Lower and Middle Ordovician was formed.

The lithofacies paleogeography throughout the Middle Ordovician showed strong cyclicality. In the early Lower Majiagou Age, transgression occurred, and the whole study area was occupied by tidal flats which included dolomite flats, gypsiferous dolomite flats, limy dolomite flats, limemud flats and dolomitic limemud flats. The deposits are mainly well laminated muddy penecontemporaneous dolostones and limemud limestones. Fossils are rare. In the late Lower Majiagou Age, sea level rose further and the whole study area changed to a shallow restricted platform, in which there were 3 small dolomitic limemud tidal flats.

In the early Upper Majiagou Age, sea level fell, and tidal flats again dominated the area, which included limemud flats, dolomitic limemud flats, limy dolomite flats and dolomite flats. In the late Upper Majiagou Age, sea level rose quickly and the whole study area changed to a relatively deep open platform. The deposits are mainly thick bedded fossiliferous limestones. The fossils include cephalopods, brachiopods, echinoderms and gastropods.

In the early Fengfeng Age, sea level fell again, and the area changed to tidal flats. In the late Fengfeng Age, transgression occurred, and the whole study area changed to a relatively deep open platform again.

During the Ordovician, the study area underwent 4 marine transgression – regression cycles, and in the late Upper Majiagou Age marine transgression reached maximum.

Key words Dagang region, Ordovician, karst reservoir, distribution law, control factors