

文章编号: 1009-3850(2014)02-0029-07

河北宽城地区洪水庄组岩石特征及沉积环境

汪凯明¹, 罗顺社²

(1. 中石化华东分公司石油勘探开发研究院, 江苏 南京 210011; 2. 长江大学地球科学学院, 湖北 武汉 430100)

摘要: 河北宽城地区蓟县系洪水庄组主要为一套碳酸盐岩潮坪相沉积, 厚度 101.66m, 下部由灰黑色页岩与中层-薄层状泥质白云岩互层组成, 向上泥质白云岩不发育, 以灰黑色页岩为主, 含黄铁矿结核; 上部由含粉砂泥质页状白云岩与含砂白云岩及含锰泥晶白云岩组成。该套地层岩石类型主要为白云岩和页岩, 白云岩可进一步划分为硅质白云岩、(含粉砂)泥质(砂质)白云岩、(含锰)泥晶白云岩, 页岩则由硅质页岩和暗色页岩组成。根据岩石学特征及沉积构造等相标志, 将研究区洪水庄组划分为潮上带、潮间带(上、下)和潮下带(上、下)3种沉积环境。洪水庄组有机质富集, 以大量藻类体和腐泥质碎屑为主, 为很好的烃源岩, 与上覆蓟县系铁岭组、青白口系下马岭组构成有利的生储盖配置, 具有良好的油气勘探潜力。

关键词: 洪水庄组; 蓟县系; 岩石特征; 沉积环境; 河北宽城

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

燕山地区是我国中、新元古界发育最为完整的地区, 在太古界变质岩基底之上, 沉积了巨厚而横向上稳定的海相碳酸盐岩夹碎屑岩地层, 总厚度 9000 余米, 其中以著名的蓟县剖面最为代表性。华北地区的中、新元古界自下而上划分为长城系、蓟县系和青白口系, 其中长城系高于庄组(Chg)碳酸盐岩、蓟县系雾迷山组(Jxtw)碳酸盐岩、洪水庄组(Jxh)页岩、铁岭组(Jxl)页岩、青白口系下马岭组(Qnx)页岩均含有一定丰度的有机质, 且在纵向上形成多个有利的生、储、盖组合, 总体上具有生烃、成藏的石油地质条件。同时, 在华北地区的中、新元古界中已发现了多处油苗、沥青显示, 仅在冀北坳陷就发现了 98 处油苗点^[1-12], 油气勘探潜力较大。

1 区域地质概况

洪水庄组为高振西先生于 1934 年建立^[1], 选用蓟县洪水庄地名, 称之为“洪水庄页岩”。主要分布

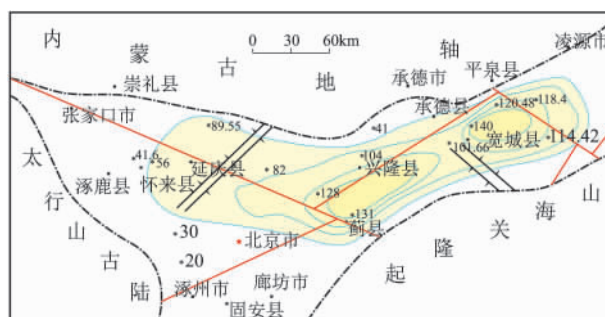


图1 燕山地区洪水庄组地层等厚图(据文献^[12-15], 有修改)
Fig. 1 Isopach map of the Hongshuizhuang Formation in the Yanshan region (modified from Wen Xiande, 1989; Yuan Erong et al., 1994; Bao Zhidong et al., 2004; Qin Jing et al., 2010)

在燕山地区, 沉积中心在蓟县、兴隆、宽城一带(图1), 沉积厚度为 100 ~ 170m。其标准剖面位于天津蓟县床子岭村, 厚度为 131m, 主要由一套灰黑色、黑绿色、黄绿色伊利石页岩组成。下部灰黑色

收稿日期: 2013-03-28; 改回日期: 2013-07-10

作者简介: 汪凯明(1982-) 男, 硕士, 工程师, 主要从事沉积学与石油地质学研究。E-mail: kaiming214@126.com

资助项目: 中国石油化工股份有限公司海相油气勘探前瞻性项目(G0800-06-ZS-350)

薄层泥质白云岩与灰黑色页岩互层;中下部为黄绿色页岩;中上部灰黑、黑色页岩,含黄铁矿结核;上部灰、黄绿色页岩夹灰黑色粉砂、细砂岩透镜体。

除在燕山东段有缺失或与下伏雾迷山组呈平行不整合接触外,其它地区皆与上、下地层呈整合接触^[13]。

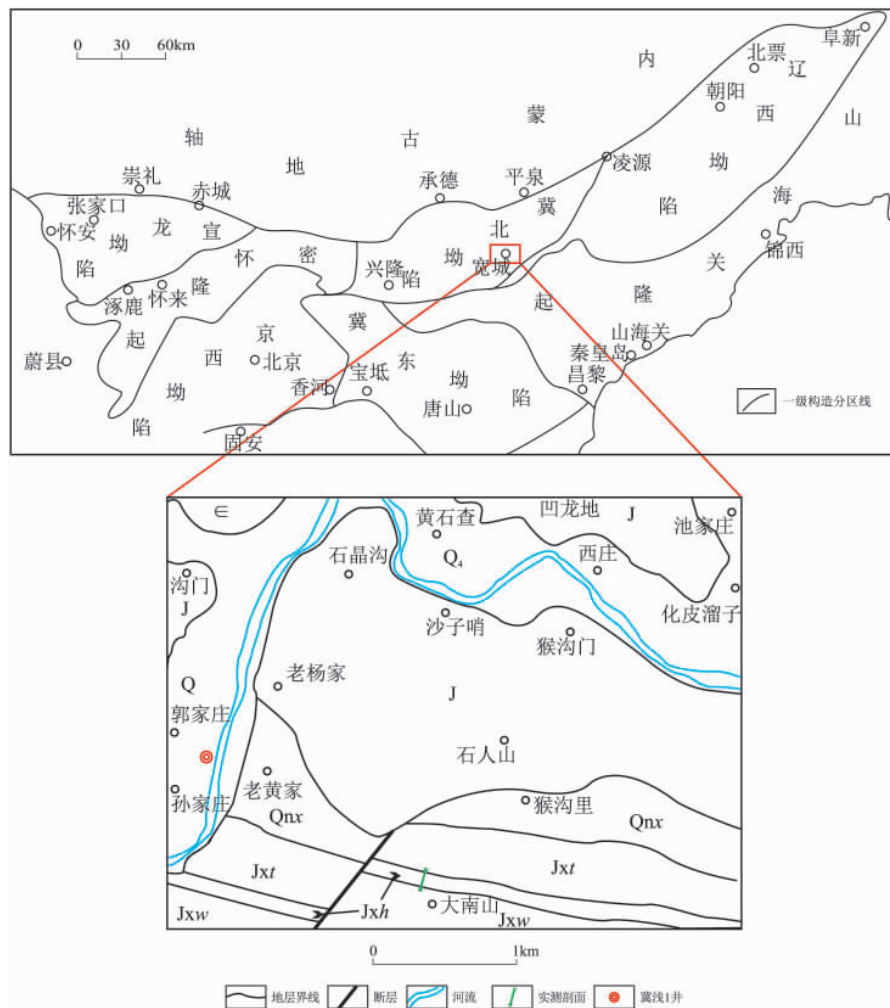


图2 燕山地区构造划分和研究区位置图(据文献^[2]修改)

Fig. 2 Tectonic division of the Yanshan region and location of the study area (after Wang Tieguan, 1980)

本次实测的洪水庄组剖面(40°34'26"N, 118°21'36"E)位于河北省宽城县化皮溜子乡北杖子村附近(图2)构造上属于华北地台燕山褶皱带的中段。该区中、新元古界地层出露良好,分布广泛,是研究我国北方中、新元古界地层格架、沉积特征以及古生物组合等方面的重要地区之一。实测剖面厚101.66m(图3),下部为灰黑色页岩与中层-薄层状泥质白云岩互层,向上泥质白云岩不发育,以灰黑色页岩为主,含黄铁矿结核,上部为含粉砂泥质页状白云岩、含砂白云岩及含锰泥晶白云岩。

2 主要岩石类型及其特征

河北省宽城县化皮溜子乡北杖子洪水庄组剖面岩石类型较为简单,结合野外剖面实测和室内镜

下薄片鉴定,认为岩石类型主要为白云岩和页岩。依据结构-成因分类^[16],并结合特殊的沉积构造,白云岩可进一步划分为硅质白云岩、(含粉砂)泥质(砂质)白云岩、(含锰)泥晶白云岩;页岩则由硅质页岩和暗色页岩组成。

硅质白云岩:该类岩石以碳酸盐矿物为主(>50%),石英含量为25%~50%。主要分布在洪水庄组下部,黄灰色、黑灰色,以薄层状(单层3cm左右)与黑灰色页岩不等厚互层产出,共组成两个较大的旋回。第一个旋回厚约4m,第二个旋回厚约3m,每一个旋回的底部由页岩夹薄层状白云岩组成,顶部为薄层硅质白云岩;每一旋回均为向上变浅,但第一个旋回总体较第二个旋回水浅,其顶部硅质白云岩略厚。沉积环境整体属于较稳定的潮间

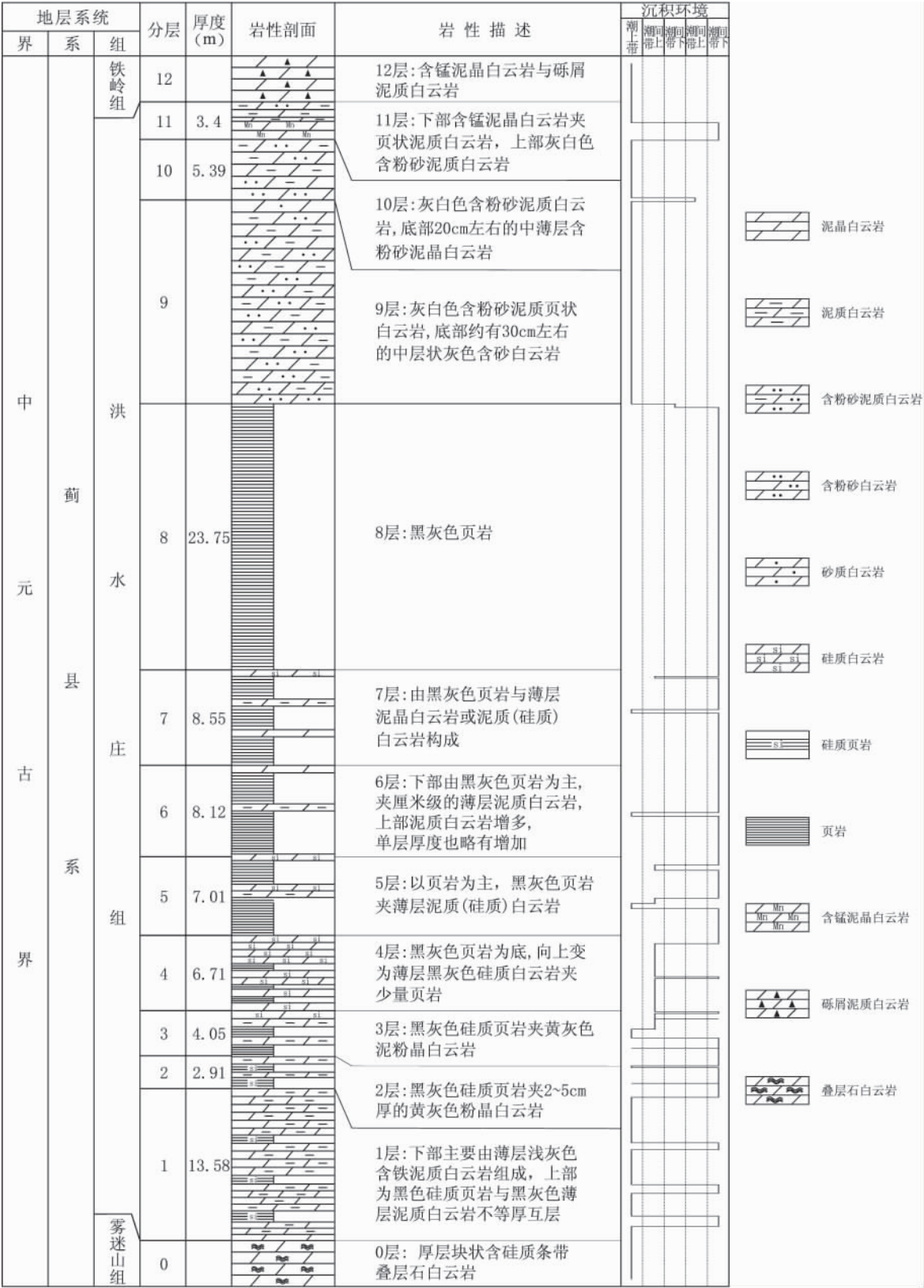


图3 河北宽城洪水庄组实测柱状剖面

Fig.3 Measured section of the Hongshuizhuang Formation in Kuancheng ,Hebei

低能带。硅质白云岩在实测剖面中累计厚度 8.41m,仅占地层总厚度的 8.3%。

(含粉砂)泥质(砂质)白云岩:该类岩石主要发育在洪水庄组底部为和顶部,底部黑灰色薄层泥质白云岩与黑色硅质页岩不等厚互层,薄层泥质白云岩一般厚 3~10cm,由下往上有 2~3 韵律层,每一韵律由下往上泥质白云岩厚度增大,页岩夹层厚度减薄;顶部主要由灰白色含粉砂泥质白云岩组成(图 4A),底部发育厚度约 20cm 的中-薄层状含粉砂泥晶白云岩,共有 4 个韵律层。每一韵律层底部有厚度为 10cm 左右的泥晶白云岩,向上发育厚度约 1m 左右页状泥质白云岩,上部的韵律层底部发育中层泥晶白云岩(含锰)。在实测剖面中累计厚度 24.68m,仅占地层总厚度的 24.3%,泥质白云岩为潮上带低能环境沉积,含粉砂(砂质)白云岩为潮间-潮下带高能环境沉积。

(含锰)泥晶白云岩:(含锰)泥晶白云岩是一类结构和成分都很单一的岩石。岩石全由泥晶白云石组成,宏观上呈层状产出,一般很稳定,它代表一种低能环境下的碳酸盐沉积。在区内地层剖面中分布极少,主要发育在洪水庄组上部(4B),累计厚度 3.3m,仅占地层总厚度的 3.2%。

硅质页岩:硅质页岩是二氧化硅含量可高达 85% 以上的页岩。本区硅质页岩的颜色为灰黑色、黑色,呈薄层状与黑灰色薄层状泥质白云岩不等厚互层(1:5)产出,水平层理发育,属于较稳定的潮间低能带沉积。区内主要分布在洪水庄组底部,累计厚度 5.1m,仅占地层总厚度的 5.0%。

暗色页岩:本区页岩多为灰黑色、黑色(图 4D),局部见黄绿色(图 4E),是洪水庄组主要的岩石类型,实测剖面中累计厚度 47.17m,占地层总厚度的 46.4%。区内主要分布在洪水庄组中部,总体特征为下部以黑灰色页岩为主,偶夹 1~2cm 厚的薄层泥质白云岩,中上部由纯的大套页岩组成,页理极为发育,厚度约 1cm 左右(图 4D、4F)。黑灰色页岩的大量发育代表了洪水庄期水体最深时期—MFS(最大洪泛期)时期,沉积环境为水体安静的潮下带低能环境,也反映了洪水庄期研究区处于区域性的缺氧环境,暗色页岩形成于陆表海环境的封闭滞留的还原性海盆中。

3 沉积环境分析

根据岩石学特征、沉积构造及岩石地球化学特征等相标志,对河北宽城蓟县系洪水庄组进行了沉

积相带的划分,其岩相类型可划分为 3 种类型。

潮上带:位于平均高潮面与最大风暴潮汐面之间。由于长期出露水面,海水蒸发量大、盐度较高,准同生白石化作用较强烈。由于潮汐作用较弱,属低能环境,沉积物粒细、较薄,含陆源物质。本区该相带主要发育泥质白云岩,局部见含粉砂泥质白云岩,主要分布在洪水庄组底部和顶部,底部通常为黑色硅质页岩与黑灰色薄层泥质白云岩不等厚互层(1:5),组成向上变浅旋回,局部地层为黑灰色页岩偶夹 1~5cm 的薄层泥质白云岩;顶部主要为灰白色中-薄层状含粉砂泥质白云岩。

潮间带:位于平均高潮面与平均低潮面之间。以平均海平面为界,又分为上、下两部分。潮间带上部常露出水面,与潮上带特征相似,属低-中能沉积环境,水动力条件较弱。本区洪水庄组该相带岩性组合简单,主要发育黑灰色薄层状硅质白云岩,多与黑灰色页岩不等厚互层产出;潮间带下部常被海水淹没,多受潮汐作用,属间歇高能环境。区内该相带的主要岩石类型为灰白色中-薄层状含粉砂白云岩。

潮下带:位于平均低潮面以下的浅水环境,以正常浪基面为界,又分为上、下两部分。潮下带上部(潮下高能带)位于平均低潮面以下,波基面以上。因经常受波浪和海流作用,该相带水动力条件较强,开阔陆表海中的潮下高能带一般比较宽阔,具持续高能特点,尤其是邻近滨线附近的能量最高。研究区的岩石类型为砂质白云岩。潮下带下部(潮下低能带)位于正常浪基面以下,又称之为开阔海。由于波基面以下水体变深,光照弱,水体安静,相对较深,属低能环境,在此环境下,主要形成灰黑色页岩、硅质页岩,局部发育(含锰)泥晶白云岩。

4 石油地质条件浅析

燕山地区中、新元古界具备形成原生油气藏的基本石油地质条件,有比较好的生烃、储集、盖层条件和有利的生储盖组合。洪水庄组有机质富集,为很好的烃源岩,其页岩有机碳含量高达 2.8%~4.5%,氯仿沥青“A”含量高达 1808×10^{-6} ~ 3293×10^{-6} , $S_1 + S_2$ 为 4.80~13.72mg/g^[17]。2009 年初,河北省宽城县化皮溜子乡北杖子村钻探的冀浅 1 井显示^[15],洪水庄组黑色页岩段 TOC 值一般为 0.19%~8.51%,全区最高值可达 13%~20%,TOC 值大于 2.0% 的岩层累计厚度在 25 m 以上,占黑色页岩

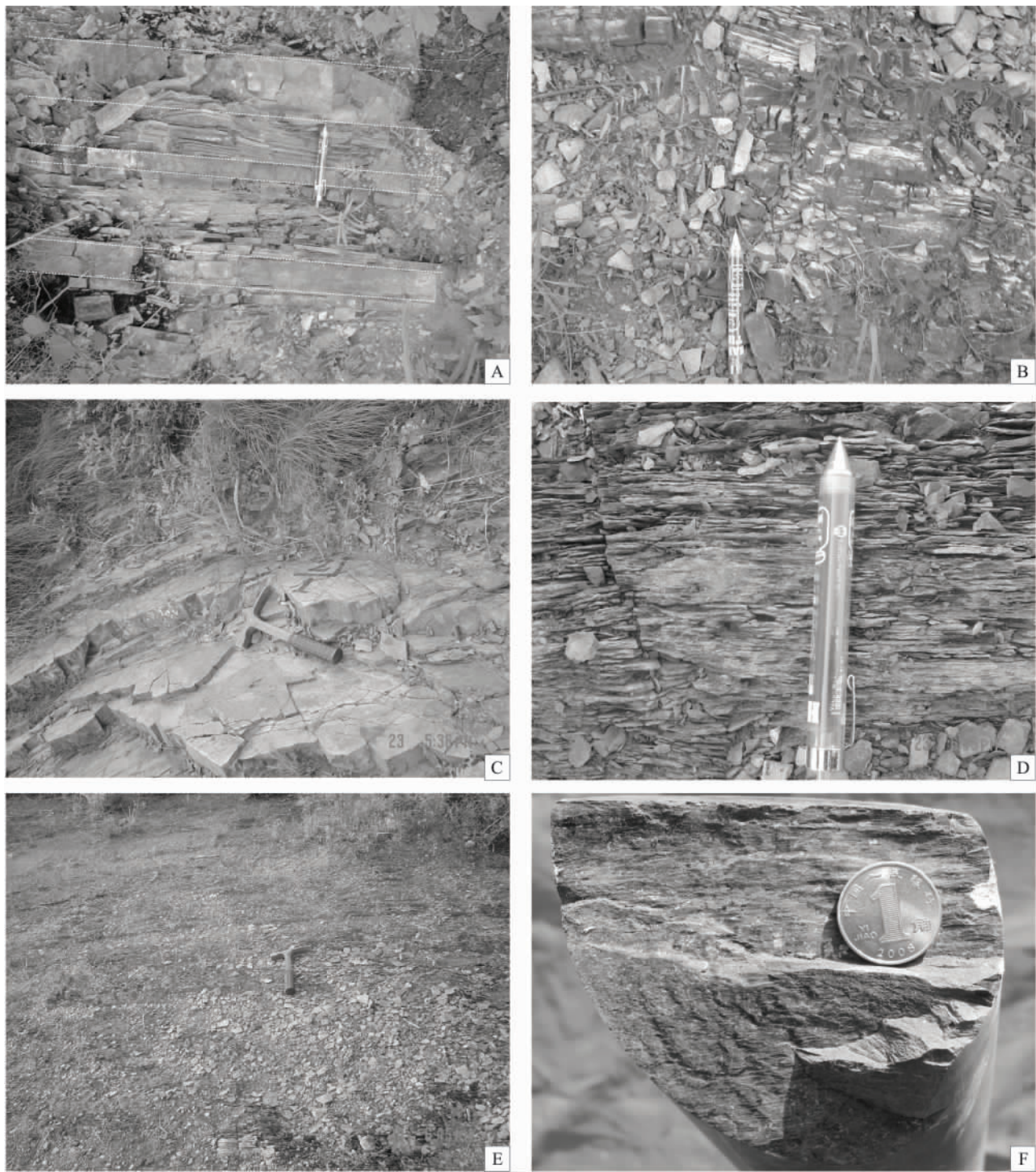


图 4 研究区洪水庄组岩石类型及特征

A. 第 3 层灰黑色页岩与中-薄层状泥质白云岩互层; B. 第 10 层底部灰白色中-薄层状含粉砂泥晶白云岩; C. 第 1、2 层泥晶白云岩; D. 第 8 层页岩 ,微细水平层理发育; E. 第 8 层黄绿色页岩 ,风化严重; F. 冀浅 1 井洪水庄组岩心 ,岩心斜断面上可见页理

Fig. 4 Types and characteristics of the rocks from the Hongshuizhuang Formation

段厚度的 62% ,约占洪水庄组总厚度的 25%。同时,洪水庄组整段岩心都可见固体沥青及渗出的油苗。洪水庄组上覆蓟县系铁岭组、青白口系下马岭组页岩亦为富含有机质的烃源岩,可以作为良好的生油层和区域盖层;铁岭组含砾屑、砂屑层段及下马岭组底部具有交错层理石英砂岩、泥质粉砂岩可以做为较好的储层,故纵向上可构成非常有利的生、储、盖配置关系,具有良好的油气勘探潜力。

5 结论

(1) 研究区洪水庄组地层岩石类型主要为白云岩和页岩。白云岩可进一步划分为硅质白云岩、(含粉砂)泥质(砂质)白云岩、(含锰)泥晶白云岩;页岩由硅质页岩和暗色页岩组成。

(2) 研究区洪水庄组主要为一套碳酸盐岩潮坪相沉积,根据岩石学特征及沉积构造等相标志,洪水庄组划分为潮上带、潮间带和潮下带 3 种沉积环境,潮间带和潮下带分别可进一步划分为潮间带(上、下)和潮下带(上、下)。

(3) 研究区洪水庄组为有机质富集的优质的烃源岩,纵向上与上覆蓟县系铁岭组、青白口系下马岭组可构成非常有利的生、储、盖配置关系,该组合具有良好的油气勘探潜力。

参考文献:

- [1] 高振西,熊永先,高平. 中国北部震旦纪地层[J]. 中国地质学会志,1934,8(13):243-288.
- [2] 王铁冠. 燕山地区震旦亚界油苗的原生性及其石油地质意义[J]. 石油勘探与开发,1980,7(2):34-52.
- [3] 刘宝泉,梁狄刚,方杰,等. 华北地区中上元古界、下古生界碳酸盐岩有机质成熟度与找油远景[J]. 地球化学,1985,14(2):150-162.
- [4] 黄学光. 燕山中段高于庄组桑树鞍山沉积期岩相古地理演化特征[J]. 中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊,1985,8(13):1-13.
- [5] 郝石生,高耀斌,张有成. 华北北部中、上元古界石油地质学[M]. 山东东营:石油大学出版社,1990.
- [6] 刘埃平,郝石生,钟子川. 冀北拗陷中上元古界一下古生界流体包裹体特征及其地质意义[J]. 沉积学报,1997,15(A12):35-40.
- [7] 赵澄林,李儒峰,周劲松. 华北中新元古界油气地质与沉积学[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [8] 黄学光,朱士兴,贺玉贞. 蓟县中、新元古界剖面层序地层学研究的几个基本问题[J]. 前寒武纪研究进展,2001,24(4):201-221.
- [9] 孟祥化,葛铭. 中朝板块层序·事件·演化[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [10] 刘宝泉,秦建中,李欣. 冀北拗陷中—上元古界烃源岩特征及油苗、油源分析[J]. 海相油气地质,2006,5(1-2):35-46.
- [11] 高耀斌,郝石生,卢学军,等. 燕山地区中—上元古界油苗及其油源研究[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),1991,15(1):1-8.
- [12] 温献德. 华北北部中晚元古代岩相古地理及其演化[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),1989,13(2):13-21.
- [13] 袁鄂荣,周国华,王家生. 河北涿鹿地区洪水庄组底砾岩及其地质意义[J]. 河北地质学院学报,1994,17(5):425-432.
- [14] 鲍志东,陈践发,张水昌,等. 华北中上元古界烃源岩发育环境及其控制因素[J]. 中国科学 D 辑:地球科学,2004,34(S1):114-119.
- [15] 秦婧,钟宁宁,齐雯,等. 华北北部洪水庄组有机岩石学[J]. 石油与天然气地质,2010,31(3):367-374.
- [16] 冯增昭. 沉积岩石学(第二版)(上册)[M]. 北京:石油工业出版社,1993.
- [17] 方杰,刘宝泉,金凤鸣,等. 华北北部中、上元古界生烃潜力与勘探前景分析[J]. 石油学报,2002,23(4):18-23.

Petrology and sedimentary environments of the Hongshuizhuang Formation in the Kuancheng region , Hebei

WANG Kai-ming¹ , LUO Shun-she²

(1. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development , East China Branch , SINOPEC , Nanjing 210011 , Jiangsu , China*; 2. *College of Geosciences , Yangtze University , Wuhan 430100 , Hubei , China*)

Abstract: The carbonate tidal-flat deposits in the Jixianian Hongshuizhuang Formation in the Kuancheng region , Hebei are made up of dominant grayish black shales with pyrite nodules and medium- to thin-bedded muddy dolostones in the lower part , and the silt-bearing muddy laminated dolostones , sand-bearing dolostones and manganese-bearing micritic dolostones in the upper part of the measured section in this study. This succession of strata consists dominantly of dolostones and shales. The former may be subdivided into siliceous dolostones , (silt-bearing) muddy (sandy) dolostones , and (manganese-bearing) micritic dolostones while the latter comprise siliceous shales and dark shales. Three types of sedimentary environments are identified , including supratidal , intertidal (upper and lower) and subtidal (upper and lower) zones on the basis of petrological features and sedimentary structures. The Hongshuizhuang Formation appears as organic matter-rich (algae and sapropelic fragments) excellent source rocks , and constitutes the favourable source-reservoir-seal disposition together with the overlying Jixianian Tieling Formation and Qingbaikouan Xiamaling Formation , which must be considered highly prospective for the petroleum exploration.

Key words: Hongshuizhuang Formation; Jixianian; petrological feature; sedimentary environment; Kuancheng in Hebei