

文章编号:1000-0550(2014)05-0981-07

海塔盆地中部主要断陷带早期和晚期油气富集的主控因素^①

付红军^{1,2}

(1.东北石油大学 黑龙江大庆 163318;2.大庆油田有限责任公司海拉尔石油勘探开发指挥部 内蒙古海拉尔 021000)

摘要 为了厘清海塔盆地油气富集的主控因素及富集规律,通过油藏解剖、油气富集条件空间配置关系和油气形成时期的研究,将海塔盆地中部主要断陷带已聚集的油气按成藏形成时期分为早期、晚期2种类型,早期油气主要分布在基岩、铜钵庙组和南一段,晚期油气主要分布在南二段和大磨拐河段。早期油气分布广,明显多于晚期油气。早期油气富集的主控因素有:①南一段油源区分布控制着早期油气分布范围;②早期伸展断裂控制着早期油气富集的部位;③扇体沉积砂体为早期油气聚集提供了有利储集体。晚期油气富集的主控因素有:①油源分布区域控制着晚期油气分布范围;②长期发育断裂控制着晚期油气富集的部位;③反转构造上形成的各类圈闭为晚期油气富集提供了有利场所。

关键词 海塔盆地 中部主要断陷带 早期油气富集 晚期油气富集 主控因素

第一作者简介 付红军 男 1980年出生 工程师 博士研究生 石油地质 E-mail: 63970597@qq.com

中图分类号 TE121 **文献标识码** A

海塔盆地属东北亚晚中生代裂谷系的一部分,是含碎屑岩和火山岩建造的含油气盆地,总面积79 610 km²,我国境内44 210 km²。海塔盆地中部断陷带主要发育的4个含油气断陷(从南至北包括塔南、南贝尔、贝尔和乌尔逊)是海塔盆地目前勘探开发的最主要地区。4个断陷自下而上发育有基岩、铜钵庙组、南屯组、大磨拐河组、伊敏组和青元岗组等地层。油气勘探表明,海塔盆地中部主要断陷带虽然在基岩、铜钵庙组、南屯组和大磨拐河组都发现了大量的油气,但不同层位油气富集规律明显不同,这些油气除了聚集的圈闭类型不同外,更主要的是其成藏形成时期不同,既有早期油气,又有晚期油气。由于不同时期的油气形成机制不同,其富集的控制因素也就明显不同。

尽管前人曾对海塔盆地中部主要断陷带某些断陷构造^[4,7,8]、断裂^[6]和成藏条件^[1-3,5,9-15]做过大量研究和探讨,但针对不同时期油气富集的主控因素研究相对较少,只有文献^[16]对贝尔凹陷不同时期油气藏形成的主控因素进行了研究,而将海塔盆地中部主要断陷带作为一个整体研究不同时期油气富集的主控因素目前仍是一个空白。因此,开展海塔盆地中部主要断陷带不同时期油气富集的主控因素研究,对于

正确认识海塔盆地中部主要断陷带油气富集规律和指导油气勘探开发均具有重要意义。

1 不同时期油气划分及主要成藏模式

根据盖层与油气储量分布关系(图1),盆地主要发育南屯组一段及大磨拐河组一段两套区域盖层,这两套大范围发育的区域盖层将海塔盆地中部主断陷带油气划分为2套主要的含油气系统。通过油藏解剖可以得到,研究区主要发育有反向断层遮挡、不整合面遮挡、岩性上倾尖灭、小型背斜、断层—岩性、构造—岩性和砂岩透镜体7种类型油藏(图2)。利用储层流体包裹体均一温度,结合储层埋藏史和热史对这两套含油气系统中七种类型油气藏形成时期进行了研究,由表1中可以看出:基岩储层流体包裹体均一温度分布在95.5℃~105.2℃;铜钵庙组分布在101.7℃;南一段分布在88℃~117.2℃;南二段分布在88.2℃~119.1℃,大磨拐河组分布在92.5℃~105.4℃。由此可见基底至南一段时期流体包裹体均一温度较热史中的最高温度要低,油气成藏时期主要为伊敏组沉积末期。而南二段和大磨拐河时期流体包裹体均一温度却高于该套地层的最高古地温,油气成藏时期主要为伊敏组沉积末期至青元岗组沉积时

①国家油气重大专项课题(编号:2011ZX05007-002)与博士学科点专项基金(编号:20060220002)联合资助
收稿日期:2014-01-14;收修改稿日期:2014-03-20

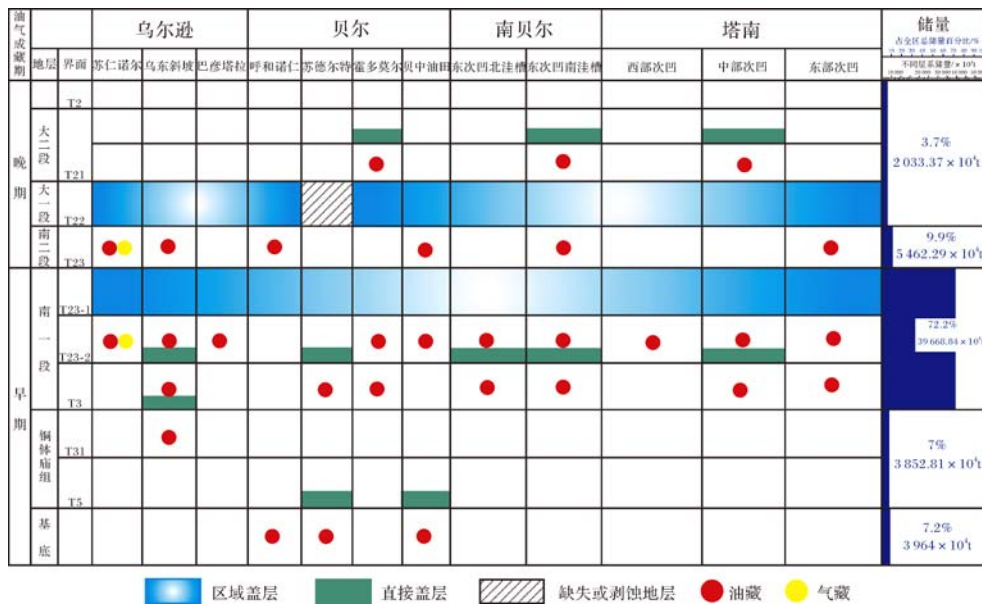


图 1 海塔盆地中部主要断陷带区域盖层与油气储量分布关系图

Fig.1 Relationship between the distribution of petroleum reserves and regional cap rock in main fault depression zones of central Haita Basin

期,故海塔盆地中部主要断陷带油气有 2 个成藏时期,即早期和晚期油气成藏类型。早期油气平面上主要分布在乌尔逊凹陷苏仁诺尔、乌东斜坡、巴彦塔拉;贝尔凹陷霍多莫尔、苏德尔特、呼和诺仁、贝中次凹。南贝尔凹陷东次凹南洼槽、北洼槽,塔南凹陷中、东、西次凹。晚期油气平面上主要分布在乌尔逊凹陷苏仁诺尔、乌东斜坡,贝尔凹陷呼和诺仁、霍多莫尔、贝中次凹,南贝尔凹陷东次凹南洼槽,塔南凹陷中次凹。纵向上早期油气分布于基岩、铜钵庙组和南一段,晚期油气分布于南二段和大磨拐河组。从目前海塔盆地主要断陷带已找到的 5 亿多吨三级储量的分布来看,早期油气主要分布在基岩潜山、铜钵庙组及南一段油层中,分别占总储量的 7.2%、7%、72.2%,晚期油气主要分布在南二段和大磨拐河组油层,分别占总储量的 9.9%、3.7%。可见早期油气分布范围广,明

显多于晚期油气。

早期油气成藏模式主要为油气沿着砂体或不整合在作用力的驱动下侧向运移进入到如图 2a、2b、2c 所示的反向断层翘倾隆起上复合圈闭、洼中隆复合圈闭、洼槽岩性圈闭中聚集成藏。晚期油气成藏模式主要为油气在作用力的驱动下通过长期发育断裂向上覆大磨拐河组和南二段中运移,在如图 2d 所示反转构造圈闭中聚集成藏。

2 不同时期油气富集的主控因素

由于海塔盆地主要断陷带早期油气和晚期油气形成的机制不同,油气富集的主控因素也不相同。通过对不同时期油气藏解剖与成藏条件的空间匹配关系研究可以得到,海塔盆地中部主要断陷带早期与晚期油气富集的主控因素有以下几个特点。

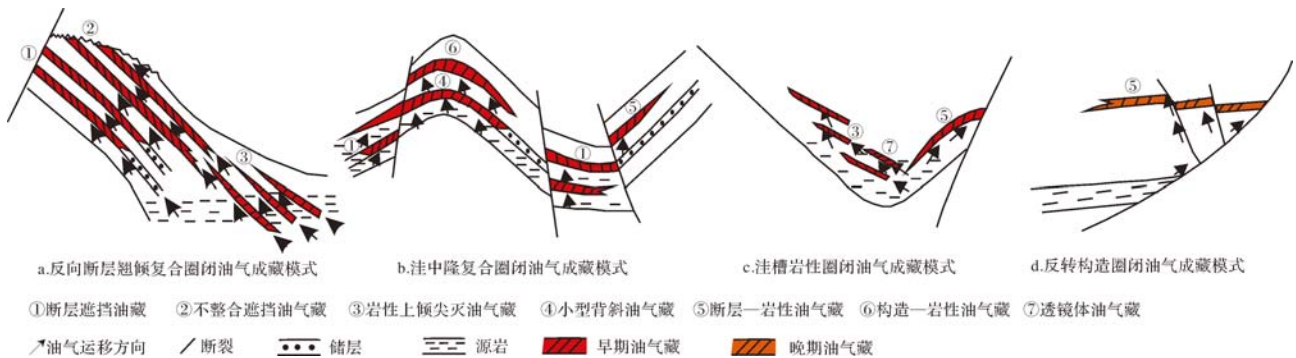


图 2 海塔盆地中部主要断陷带不同时期油气成藏模式

Fig.2 Hydrocarbon accumulation models with different periods in main fault depression zones of central Haita Basin

期发育断裂对油气成藏与分布起着重要作用。

由图 4 可以看出海塔盆地中部断陷带早期油气分布与早期伸展断裂有着密切关系,早期油气主要分布在早期伸展断裂附近,而且早期伸展断裂密度越大,油气井数越多,反之则越少。这是因为基岩—南一段沉积时期海塔盆地正处于 NW—SE 方向拉张应力作用下,伸展作用强烈,发育有大量的 NE 及 NNE 向的早期伸展断裂。南一段源岩在伊敏组沉积末期进入大量生烃期,开始向外大量排烃,此时早期伸展断裂已停止活动,在上覆沉积载荷的作用下紧闭愈合形成封闭,断裂遮挡断块形成圈闭使早期油气聚集成藏。早期伸展断裂越发育,形成的封闭断块越多,聚集的油气越多;反之则越少。

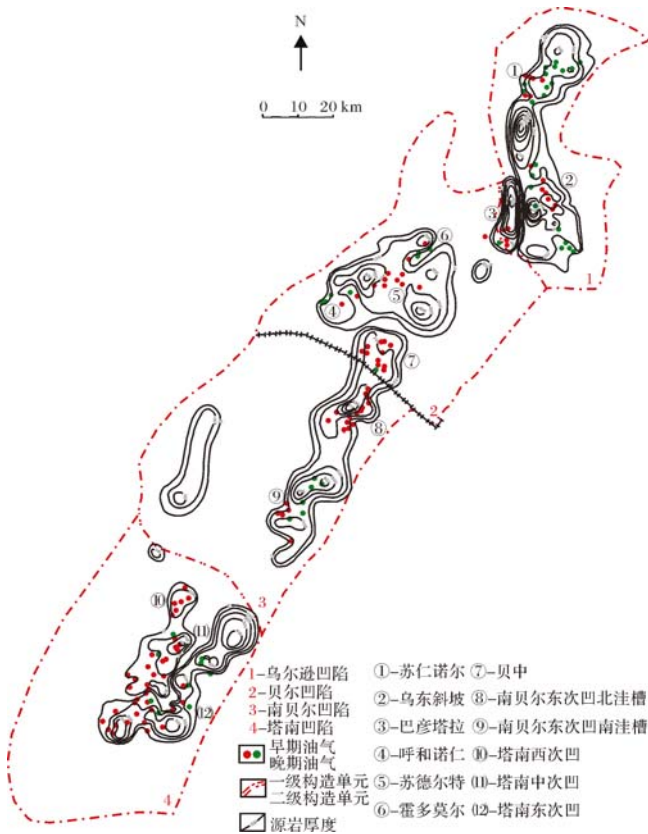


图 3 海塔盆地中部主要断陷带不同时期油气藏与南一段油源区分布关系图

Fig.3 Relationship between the distribution of K_1n^1 oil source area and hydrocarbon reservoirs of different periods in main fault depression zones of central Haita Basin

2.1.3 扇体沉积砂体为早期油气富集提供了优质储集体

由图 5 可以看出,海塔盆地中部主要断陷带目前发现的基底至南一段早期油气主要分布在储集砂体

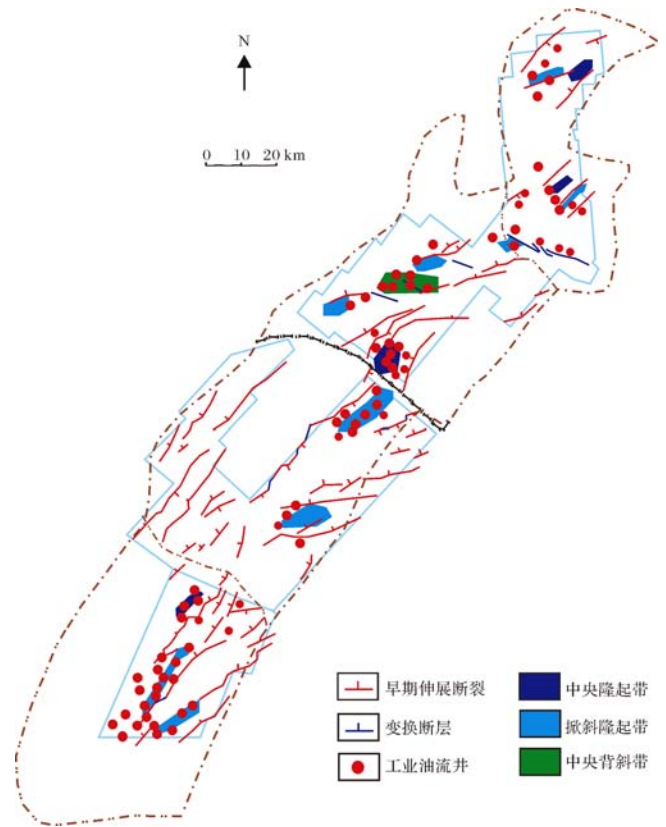


图 4 海塔盆地中部主要断陷带早期油气与早期伸展断裂分布关系图

Fig.4 Relationship between distribution of early stretch faults and early hydrocarbon in main fault depression zones of central Haita Basin

发育的扇体沉积相中。这是因为南二段沉积之前盆地处于伸展断陷盆地时期,为浅湖—半深湖盆地层序,湖水面积相对较大,(扇)三角洲、水下扇、冲积扇及远岸水下扇等扇体发育,厚层砾岩、砂岩发育,岩石成份成熟度低,扇体成群成带、叠加连片,砂地比一般大于 70%,为早期油气聚集成藏提供了优质的储集体及输导通道。由上面研究结果可知南一段烃源岩排烃能力较强,早期油气成藏时期,油气充足,大量排出的油气沿早期伸展断裂、不整合面及砂体侧向运移至此时期形成的扇体沉积的优质储集砂体中聚集成藏,这也是早期油气分布较晚期油气分布广的主要原因之一。

2.2 晚期油气富集的主控因素

2.2.1 油源分布区域控制着晚期油气分布范围

由上可知海塔盆地中部主要断陷带油气主要来自南屯组一段发育的烃源岩,其次是大磨拐河组一段的烃源岩。由图 3 中可以看出,4 个断陷目前已发现

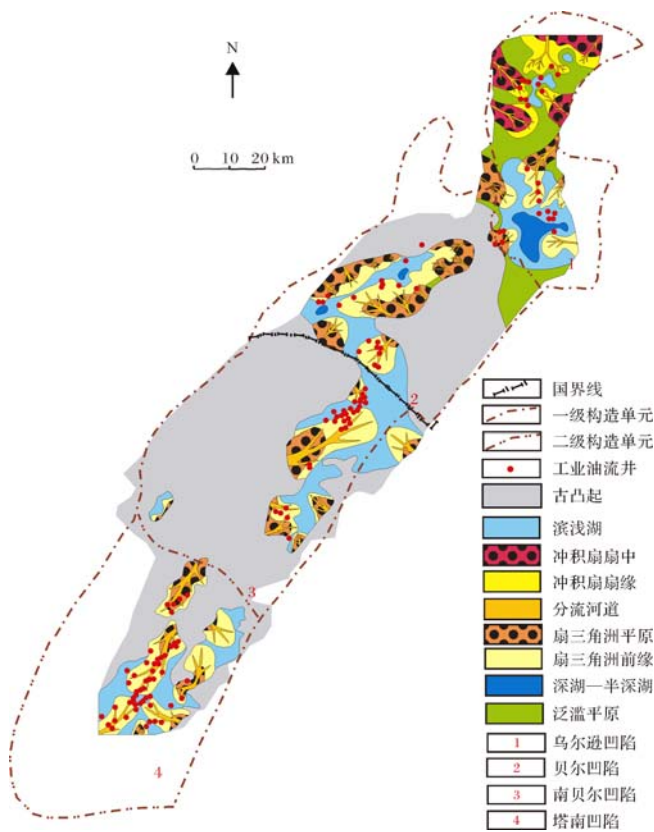


图 5 海塔盆地中部主要断陷带早期油气与沉积相关系图
Fig.5 Relation between sedimentary facies and early hydrocarbon in main fault depression zones of central Haita Basin

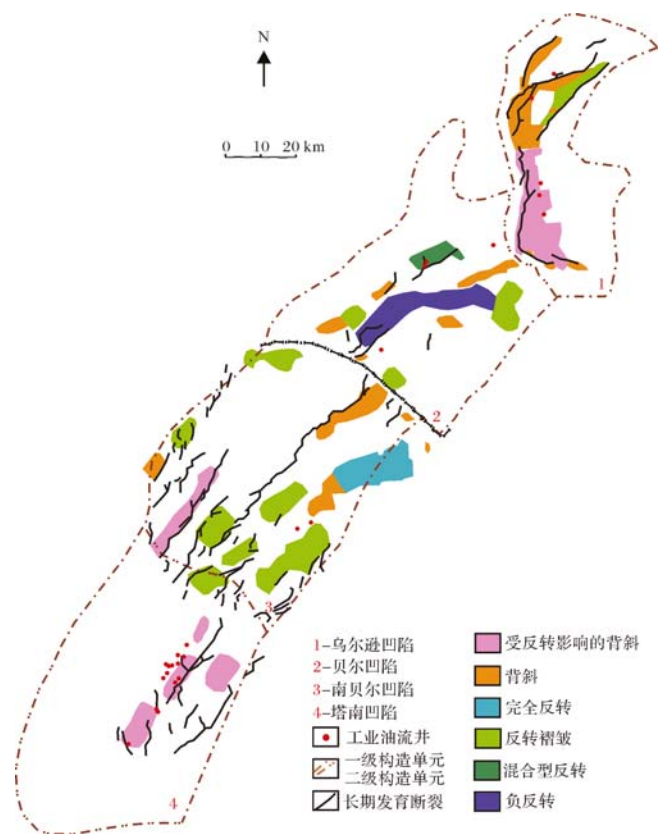


图 6 海塔盆地中部主要断陷带晚期油气分布与构造、断裂关系图

Fig.6 Relationship among structure, faults and the distribution of late hydrocarbon in main fault depression zones of central Haita Basin

的晚期油气也均分布在南一段油源内,明显受控于南一段油源区的分布。这是因为虽然南一段源岩和大一段源岩均具有供烃能力,但是从源岩对比结果可看出,南一段源岩供烃能力要远远大于大一段源岩的供烃能力。因此南二段和大磨拐河组要想获得充足的油气还必须得到南一段油源的供给。这也就是晚期油气围绕南一段源岩附近分布的原因。

2.2.2 长期发育断裂控制着晚期油气富集的部位

由上可知南一段油源为晚期油气的主要来源,由于南二段和大磨拐河组储层与南一段源岩之间被多套泥岩层相隔,南一段源岩生成的油气难以通过孔隙直接运移,只有断裂才能成为油气向上运移的主要通道。由图 6 可以看出,海塔盆地中部主要断陷带晚期油气主要分布在长期发育断裂附近,长期断裂越发育,油气井数就越多;反之则越少。这是因为海塔盆地中部主要断陷带晚期油气成藏与分布主要受到长期发育断裂的控制。海塔盆地中部主要断陷带发育的 4 种类型断裂中,能够成为南一段源岩生成油气向南二段和大磨拐河组储层运移的输导通道的断裂,必

须是连通南一段源岩与南二段和大磨拐河组储层且在南一段源岩大量排烃期(伊敏组沉积末期)活动的断裂。由此可以看出,海塔盆地中部主要断陷只有长期发育断裂(主要为 T5-T04、T3-T04、T23-T04 断裂)满足以上条件,油气沿长期发育断裂运移进入南二段和大磨拐河组储层并在其附近聚集成藏,这就是油气为什么分布在长期发育断裂附近的原因。

2.2.3 反转构造上形成的各类圈闭为晚期油气富集提供了有利场所

由图 6 中可以看出,海塔盆地中部主要断陷带目前已发现的南二段和大磨拐河组晚期油气主要分布在反转构造附近,这是因为海塔盆地中部主要断陷带在南二段至大磨拐河组沉积时期处于坳陷发育期,构造运动趋于平稳,只在伊敏组沉积末期,构造发生反转,形成了一系列反转构造,这些反转构造为晚期油气聚集提供了断块、断层遮挡、断背斜和断层—岩性等圈闭。南一段源岩生成油气沿着长期发育断裂向

上运移,进入这些圈闭中聚集成藏。

3 结论

(1) 海塔盆地中部主要断陷带油气按成藏时期可分为早期、晚期2种类型,早期油气主要分布在南一段、铜钵庙组和基岩,晚期油气主要分布在南二段和大磨拐河组,早期油气分布范围广,明显多于晚期油气。

(2) 海塔盆地中部主要断陷带不同时期油气富集的主控因素不同,早期油气富集的主控因素有:①南一段烃源岩控制着早期油气分布范围;②早期伸展断裂控制着早期油气富集的部位;③扇体沉积砂体为早期油气富集提供了优质储集体。晚期油气富集的主控因素有:①源岩控制着晚期油气分布范围;②长期发育断裂控制着晚期油气富集的部位;③反转构造上形成的各类圈闭为晚期油气富集提供了有利场所。

参考文献 (References)

- 付广,孟庆芬,徐琴. 乌尔逊凹陷南二段油气成藏与分布主控因素及有利区预测[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2004,34(3):377-382,387 [Fu Guang, Meng Qingfen, Xu Qin. Main factors controlling oil or gas accumulation and distribution and forecasting for favorable exploration areas of K_1n^2 in Wuerxun depression [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2004, 34(3): 377-382, 387]
- 吴海波,李军辉,刘赫. 海拉尔盆地呼和湖凹陷南屯组构造坡折带类型及其对砂体和油气的控制[J]. 沉积学报,2013,31(2):358-367 [Wu Haibo, Li Junhui, Liu He. Types of structural slope break zone and its controls on sandbodies and hydrocarbon of Huhuhu depression in Hailar Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2013, 31(2): 358-367]
- 侯启军,冯子辉,霍秋立. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷石油运移模式与成藏期[J]. 地球科学,2004,29(4):397-403 [Hou Qijun, Feng Zihui, Huo Qiuli. Oil migration model and entrapment epoch of North Wuerxun depression in Hailar Basin [J]. Earth Science, 2004, 29(4): 397-403]
- 付晓飞,胡春明,李景伟. 贝尔凹陷布达特群潜山演化及含油气性[J]. 石油学报,2008,29(3):356-362 [Fu Xiaofei, Hu Chunming, Li Jingwei. Evolution of buried hill and oil-gas bearing property in Budate Group of Beier depression [J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(3): 356-362]
- 霍秋立,汪振英,李敏,等. 海拉尔盆地贝尔凹陷油源及油气运移研究[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2006,36(3):377-383 [Huo Qiuli, Wang Zhenying, Li Min, et al. Study on the source and migration of oil and gas in the Beier depression in the Hailar Basin [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2006, 36(3): 377-383]
- 马中振,庞雄奇,王洪武,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷断层控藏作用[J]. 西南石油大学学报:自然科学版,2009,31(6):27-31, 205 [Ma Zhongzhen, Pang Xiongqi, Wang Hongwu, et al. Study on fault controlling hydrocarbon accumulation in Wuerxun-Beier sag, Hailar Basin [J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science & Technology Edition, 2009, 31(6): 27-31, 205]
- 刘志宏,任延广,李春柏,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷的构造特征及其对油气成藏的影响[J]. 大地构造与成矿学,2007,31(2):151-156 [Liu Zhihong, Ren Yanguang, Li Chunbai, et al. Structural features and their impacts on hydrocarbon accumulation in Wuerxun-Beier depression in Hailar Basin [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2007, 31(2): 151-156]
- 吴河勇,李子顺,冯子辉,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷构造特征与油气成藏过程分析[J]. 石油学报,2006,27(增刊):1-6 [Wu Heyong, Li Zishun, Feng Zihui, et al. Analysis on structural features and reservoir-forming process of Wuerxun and Beier sags in Hailar Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(Suppl.): 1-6]
- 张吉光,彭苏萍,张宝玺,等. 乌尔逊—贝尔凹陷油气藏类型与勘探方法探讨[J]. 石油勘探与开发,2002,29(3):48-50 [Zhang Jiguang, Peng Suping, Zhang Baoxi, et al. The oil/gas reservoir types in Wuerxun-Beier faulted-down depression and their exploration methods [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(3): 48-50]
- 付广,刘云燕. 贝尔凹陷“源断势”对油成藏与分布的控制作用[J]. 地质科学,2011,46(4):1068-1078 [Fu Guang, Liu Yunyan. Controlling of “source rock-faults-potential energy” to oil accumulation and distribution in Beier depression [J]. Chinese Journal of Geology, 2011, 46(4): 1068-1078]
- 刘赫,李军辉,金镇龙. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷岩性—地层油藏特征及勘探方向[J]. 地质科学,2011,46(4):1079-1093 [Liu He, Li Junhui, Jin Zhenlong. Forming characteristics of lithologic and stratigraphic reservoirs and its exploration direction of Wuerxun-Beier sag in Hailar Basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2011, 46(4): 1079-1093]
- 金利洪,孙效东,李强,等. 南贝尔凹陷油气成藏条件与富集规律[J]. 地质科学,2011,46(4):1094-1105 [Jin Lihong, Sun Xiaodong, Li Qiang, et al. Hydrocarbon accumulation conditions and enrichment rule in the South Beier [J]. Chinese Journal of Geology, 2011, 46(4): 1094-1105]
- 付广,牟敦山. 贝尔凹陷油成藏要素空间匹配关系及对油成藏的控制作用[J]. 沉积学报,2012,30(6):1149-1155 [Fu Guang, Mou Dunshan. Spatial matching relation of oil reservoir forming factors and its control effect on reservoir formation in Beier depression [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2012, 30(6): 1149-1155]
- 付晓飞,王勇,渠永红,等. 被动裂陷盆地油气分布规律及主控因素分析——以塔木察格盆地塔南坳陷为例[J]. 地质科学,2011,46(4):1119-1131 [Fu Xiaofei, Wang Yong, Qu Yonghong, et al. The law of oil and gas distribution and mainly controlling factors of the passive rift basin: the Tanan depression of Tamuchage Basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2011, 46(4): 1119-1131]
- 付晓飞,陈哲,闫百泉,等. 海拉尔—塔木察格盆地中部断陷带油气富集主控因素分析——断层和盖层双控模式[J]. 中国科学(D辑):地球科学,2013,43(8):1338-1351 [Fu Xiaofei, Chen Zhe, Yan Baiquan, et al. Analysis of main controlling factors for hydrocar-

- bon accumulation in central rift zones of the Hailar-Tamtsag Basin using a fault-caprock dual control mode [J]. *Science China(Seri. D): Earth Sciences*, 2013, 43(8): 1338-1351]
- 16 付广,李海丽. 贝尔凹陷油藏形成过程及油富集的主控因素[J]. *中南大学学报:自然科学版*, 2012, 43(12): 4850-4858 [Fu Guang, Li Haili. Forming procession of oil and gas reservoirs and main controlling factors of oil accumulation in Beier depression [J]. *Journal of Central South University: Science and Technology*, 2012, 43(12): 4850-4858]

Main Controlling Factors of Early and Late Hydrocarbon Accumulation in Main Fault Depression Zones of Central Haita Basin

FU Hong-jun^{1,2}

(1. Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318;

2. Hailaer Petroleum Exploration and Development Command Post of Daqing Oilfield Co. Ltd, Hailaer, Inner Mongolia 021000)

Abstract: To clarify the main controlling factors and rules of Haita Basin hydrocarbon accumulation, after in-depth study on the reservoirs, the spatial matching of hydrocarbon accumulation conditions and formation periods, it is found that hydrocarbon accumulated in the main fault depression zones of central Haita Basin can be divided into two types, which are hydrocarbon formed in early period (early hydrocarbon) that mainly distributed in K_1n^1 , K_1t and basement rock, and hydrocarbon formed in late period (late hydrocarbon) that mainly distributed in K_1d and K_1n^2 . The early hydrocarbon is widespread and more than the late hydrocarbon. Factors that controlled the accumulation of early hydrocarbon are: the distribution of K_1n^1 oil source area controls the range of early hydrocarbon; early extensional faults control the position where early hydrocarbon accumulated; and sandbody of the fan provides favorable location for early hydrocarbon to accumulate and form reservoir. Whereas factors that controlled the late hydrocarbon are: oil source area distribution controls the range of late hydrocarbon; long period developed faults control accumulation position of late hydrocarbon; and inverted tectonics provide trap structures for the late hydrocarbon to accumulate.

Key words: Haita Basin; central main fault depression zones; early hydrocarbon accumulation; late hydrocarbon accumulation; main controlling factors