

Characteristics of Petroleum Geology and Exploration Prospect Analysis of Timan-Pechora Basin, Russia

Houwu Liu

Great Wall Drilling Company, CNPC, Beijing
Email: 372426587@qq.com

Received: Dec. 19th, 2018; accepted: Jan. 1st, 2019; published: Jan. 8th, 2019

Abstract

The Timan-Pechora Basin is the second largest oil and gas producing basin in Russia (the Western Siberia Basin is the first). It experienced 2 stages of basin evolution including passive continental margin basin stage and foreland basin stage. The basin was filled with Paleozoic dominated sediments which are around 12 km thick. Four sets of source rocks are developed in the Upper Ordovician-Lower Permian succession. Main reservoirs of oil, condensate and gas are from Mid-Upper Devonian and Carboniferous-Lower Permian. There are totally 3 regional and 2 semi-regional seals in the basin. Stratigraphic-structural play is the main reservoir type. Oil and gas vertically and laterally migrated to accumulate into reservoirs. Regionally, oil, condensate and gas are mostly distributed in the mid-eastern and southern parts of the basin, where large highs and foredeeps are developed. Comprehensive analysis shows that the exploration potential of the basin is optimistic. The offshore part of the Timan-Pechora Basin is the highly promising zone where is the extension of petroleum accumulation zones with known hydrocarbon discoveries onshore.

Keywords

Timan-Pechora Basin, Petroleum Geology, Oil and Gas Distribution, Exploration Prospect, Russia

俄罗斯提曼 - 伯朝拉盆地油气地质特征浅析

刘厚武

中国石油长城钻探工程公司, 北京
Email: 372426587@qq.com

收稿日期: 2018年12月19日; 录用日期: 2019年1月1日; 发布日期: 2019年1月8日

摘要

提曼-伯朝拉盆地是排名在西西伯利亚盆地之后的俄罗斯第二大产油气盆地。盆地经历了被动大陆边缘盆地和前陆盆地2个发育阶段,沉积了以古生界为主的厚约12 km的地层。上奥陶-下二叠统共发育了4套烃源岩,其中上泥盆统多曼尼克组的页岩和泥灰岩最为重要,油气主要储于中、上泥盆统和石炭系-下二叠统储层,盆地共发育3套区域性和2套半区域性盖层。成藏组合以地层-构造油气藏为主,油气运移方式既有垂向运移又有侧向运移。区域上,油气大多分布在盆地中东部和南部的大型隆起区和前渊凹陷带。分析表明该盆地依然有较好的勘探前景,最大的潜力区是盆地陆上油气聚集区向北延伸到伯朝拉海域的部分。

关键词

提曼-伯朝拉盆地,石油地质,油气分布,勘探潜力,俄罗斯

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

俄罗斯提曼-伯朝拉盆地油气资源丰富,油气勘探始于19世纪中叶,近年来屡有突破,稳产找新将依然是下一步工作的重点。Driscoll (1995)等人认为盆地主要经历前寒武纪的早期拉张和石炭纪后的碰撞2个阶段[1]; Ulmishak (1988)等人指出富含有机碳的晚泥盆世多曼尼克组泥岩对全盆地的生烃贡献起主导作用[2]; Dedeev (1994)统计出盆地碳酸盐岩与碎屑岩比例为6:4,且提出多期次多方向油气运移方式[3]; Petroconsultants (1996)和 Bogatsky (1993)统计发现油气探明储量主要来自构造圈闭,其次是地层圈闭,而板块碰撞导致的地层倒转为大型圈闭的形成提供了有利条件[4] [5]。

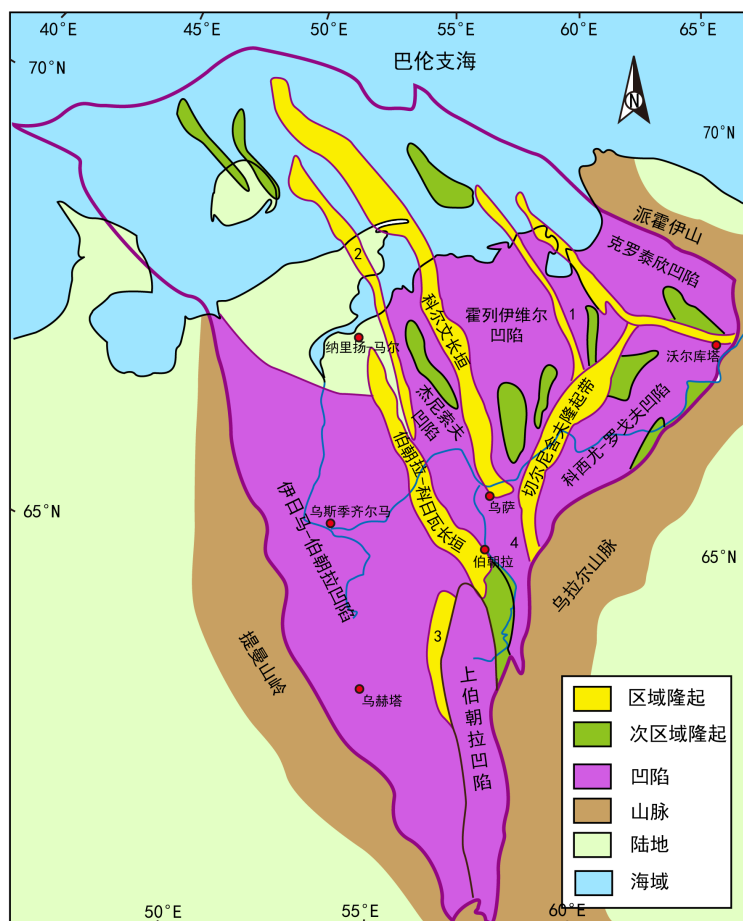
本文以最新获取的油田储量数据为基础,应用石油地质综合研究方法,从沉积演化、烃源岩、储集层、盖层、油气成藏组合与运移等方面归纳了该盆地的油气地质特征,分析了油气分布的规律及主控因素,预测了有潜力的勘探区域和层系,为进一步研究该盆地与下一步的勘探提供了有力的指导和依据。

2. 基础地质特征

2.1. 地质概况

提曼-伯朝拉盆地位于俄罗斯欧洲部分东北缘,行政区划属科米自治共和国和阿爾漢格爾斯克省涅涅茨基民族州。盆地东至乌拉尔山,西南到提曼山岭,北濒巴伦支海,轮廓为一个巨大的倒置三角形,面积约 $35 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图1) [6] [7]。沉积地层以古生界为主,最大厚度约12 km。

该盆地地势平坦,西部和西南部的提曼山岭是一条北西-南东向延伸的低山脉,长达800~900 km,宽约40~400 km,是美晋河与伯朝拉河的分水岭。本地区海拔在南部200~250 m,北部可达470 m。提曼山岭以东是属于苔原覆盖的低丘陵平原。自西向东,主要构造有伊日马-伯朝拉凹陷、伯朝拉-科日瓦长垣、科尔文长垣、霍列伊维尔凹陷、瓦兰杰伊-阿齐瓦构造带等(图1) [7] [8] [9]。



1. 瓦兰杰伊 - 阿齐瓦构造带 2. 沙普基纳 - 尤里亚哈长垣 3. 米恰尤 - 帕什宁长垣 4. 大瑟年凹陷

Figure 1. Regional structure map of Timan-Pechora Basin

图 1. 提曼 - 伯朝拉盆地地区构造图

2.2. 盆地演化及地层

提曼 - 伯朝拉盆地基底形成于贝加尔构造运动期(前寒武纪晚期), 由火山岩碎屑岩和变质岩组成[10]。沉积演化可简单的分为被动大陆边缘盆地和前陆盆地 2 个阶段[1] [7] [8]。

2.2.1. 被动大陆边缘盆地阶段

前里菲期 - 晚寒武世的拉张作用导致了北 - 北西走向的由火山岩充填的地堑带的形成。奥陶纪持续的拉张促使乌拉尔洋开启, 而且在演化中的大陆架和斜坡上沉积了碳酸盐岩和碎屑岩。在早古生代, 被动大陆边缘沉积了远源碳酸盐岩。到中泥盆世(艾菲尔期 - 弗拉期), 在浅海和滨海环境广泛沉积了大量碎屑岩, 这些碎屑岩来源于早泥盆世地层倒转发生上拱产生的基底隆起形成的山脊。中弗拉期的沉降作用导致了浅海环境的形成, 而且在陆架边缘和基底隆起周围形成了大量的碳酸盐礁体, 被多曼尼克组富含有机质的页岩和泥灰岩所分开。

2.2.2. 前陆盆地阶段

乌拉尔洋在早石炭世开始闭合, 使盆地发生倒转。在维宪期(早石炭世), 沉积了大量碎屑岩, 被石炭系和下二叠世的石灰岩和蒸发岩夹层所覆盖。在萨克马尔 - 亚丁斯克期(早二叠世), 东欧板块和西伯利亚

板块开始碰撞。挤压和逆冲作用导致了乌拉尔山西部前陆盆地的形成。前渊充填了晚二叠世到三叠纪的超过 2000 m 厚的磨拉石沉积物。

三叠纪北极隆升使盆地北部地壳减薄, 而且使盆地向北倾斜: 盆地北部地台区沉积了上二叠统和三叠系沉积物, 而且近海部分被侏罗 - 白垩系沉积物覆盖。

中渐新世已存断层的再次活动被认为与北冰洋板块运动有关, 这使得乌拉尔山和盆地内的地层倒转, 造成了大规模的地层剥蚀。在陆上部分, 上新统和第四系河湖相碎屑岩不整合覆盖在下白垩统和更年轻的沉积物之上[8]。

提曼 - 伯朝拉盆地沉积盖层以明显的角度不整合覆盖在里菲 - 文德系基底之上, 而且地层较完整。沉积盖层厚度在提曼一带仅数百米, 在地台的深洼地内为 6~8 km, 到前乌拉尔凹陷达 10~12 km (图 2) [7]。

3. 油气地质特征

3.1. 生储盖特征

3.1.1. 烃源岩

盆地主要发育 4 套烃源岩, 时间范围是晚奥陶 - 早二叠世(图 2, 表 1)。其中最重要的一套是弗拉 - 法门阶(上泥盆统)多曼尼克组的暗色页岩和泥灰岩[2] [11] [12] [13]。该地层的形成得益于中弗拉 - 杜内期的浅海封闭环境和低的沉降速率[14]。多曼尼克组的厚度范围为 13~500 m, 有机碳(TOC)含量较高, 为 0.1%~23.6%, 镜质体反射率(Ro)为 0.76%~1%, 表明该套烃源岩成熟度较高, 它在整个盆地广泛分布[15]。这套烃源岩有非常大的生烃潜力, 在伊日马 - 伯朝拉凹陷质量最好。油气田在该组中的分布明显受多曼尼克组烃源岩的控制: 在多曼尼克生烃区以外的区域没有油气显示。其余的烃源岩有下古生界碳酸盐岩、中泥盆统页岩以及下二叠统页岩和煤层[8] [11] [12]。

3.1.2. 储层

奥陶 - 三叠纪期间的浅海环境促成了多套储层的发育(见图 2, 表 2)。其中主要储层分布在中-上泥盆统、中 - 上石炭统和下二叠统。

中泥盆统发育了一套滨海浅滩相砂岩[16], 孔隙度为 12%~23%, 渗透率可达上千 mD。在上泥盆统渐变为裂缝和孔洞较发育的礁石灰岩和礁白云岩, 喀斯特化明显[17], 孔隙度高达 12%~30%, 渗透率较高, 储层总厚度在伯朝拉 - 科日瓦长垣达到最大值约 2000 m。中 - 上石炭统储层以浅水陆架环境沉积的石灰岩和白云质灰岩为主[18], 孔隙度范围 17%~30%, 夹层可达 1000 m 厚, 各个组之间横向连续。下二叠统储层孔隙度和渗透率变化较大, 地层厚约 200 m, 沉积相包括盆地相、礁相和碳酸盐浅滩相, 岩性以白云质灰岩为主[9]。

3.1.3. 盖层

3 套区域性和 2 套半区域性盖层为盆地的油气保存提供了有效的封堵条件(图 2, 表 3)。

上奥陶统 - 下志留统富硫碳酸盐岩、上泥盆世泥岩和粉砂岩、下二叠统泥岩和蒸发岩为分布于全盆地的区域性盖层。其中, 下二叠统亚丁斯克阶泥岩以及空谷阶蒸发岩构成了盆地内最大油田——武克特尔油田的盖层[8]。

3.2. 油气成藏组合及运移

盆地共发育 16 套油气成藏组合, 其中最主要的有 4 套, 且都为地层 - 构造油气藏, 它们是下古生界组合(石油储量占 15%的)、中泥盆统 - 下弗拉阶碎屑岩组合(石油占 23%, 天然气占 11%)、上泥盆统 - 杜内阶碳酸盐岩组合(石油占 13%)和维宪 - 空谷阶组合(石油占 21%, 凝析油和天然气分别占到 88%和 77%) [8]。

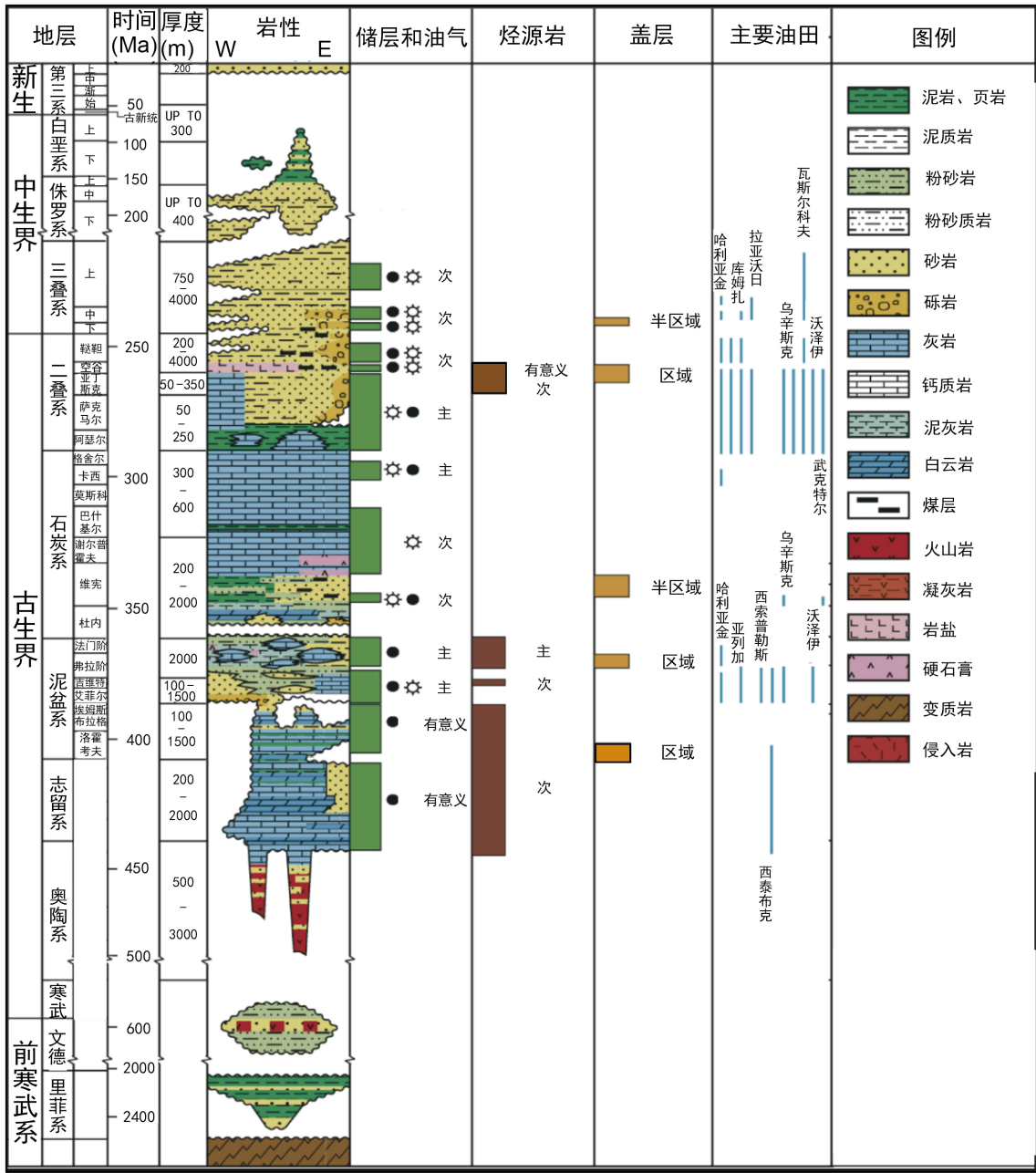


Figure 2. Stratigraphic column in Timan-Pechora Basin [8]

图 2. 提曼 - 伯朝拉盆地地层柱状图[8]

Table 1. Statistics of source rocks in Timan-Pechora Basin [8]

表 1. 提曼 - 伯朝拉盆地烃源岩特征表[8]

烃源岩	厚度(m)	岩性	时间	TOC(%)	干酪根	Ro(%)
沃尔库塔组	50~1300	泥页岩、煤层	早二叠世	0.5~25	III	0.68~0.98
多曼尼克组	13~500	页岩、泥灰岩	晚泥盆世	0.1~23.6	II	0.76~1
阿弗宁组	300~1200	泥岩	中泥盆世	0.5~0.7	II	0.80~1
伊日马 - 奥姆拉群	200~2000	碳酸盐岩	奥陶 - 早泥盆世	0.1~13.1	II	0.74~1

Table 2. Statistics of reservoirs in Timan-Pechora Basin [8]
表 2. 提曼 - 伯朝拉盆地储集层特征表[8]

储层	岩性	孔隙度(%)	渗透率(mD)	重要性
三叠系	砂岩	20~24	100~2000	次要
上二叠统	砂岩	18~25	140~500	次要
下二叠统	砂岩、碳酸盐岩	5~25	20~1000	主要
中 - 上石炭统	白云岩、白云质灰岩、灰岩	17~30	430~1000	主要
下石炭统	砂岩、粉砂岩	20~30	60~150	次要
中 - 上泥盆统	砂岩、碳酸盐岩	12~30	9~1200	主要
下古生界	灰岩、白云岩	6~15	平均 100	有意义

Table 3. Statistics of cap rocks in Timan-Pechora Basin [8]
表 3. 提曼 - 伯朝拉盆地盖层特征表[8]

盖层	岩性	时间	厚度/m	范围
恰尔卡博日组	泥岩	早三叠世	130~400	半区域
余恩 - 雅克哈群和沃尔库塔组	泥岩、蒸发岩	早二叠世	50~300	区域
阿莱克辛组	泥灰岩、泥岩	下石炭世	-	半区域
基恩组和萨尔加耶夫组	泥岩、粉砂岩	上泥盆世	15~200	区域
伊日马 - 奥姆拉群	碳酸盐岩	奥陶 - 志留纪	-	区域

油气运移方式既有层内侧向运移，又有层间垂向运移[3] [19]。在提曼 - 伯朝拉盆地东北部的霍列伊维尔凹陷，上泥盆统储集层和烃源岩分布于同一层位，上覆盖层阻止了油气在垂向上的扩散，因此本地区该层系油气以侧向运移为主(见图 3)。盆地经历了早期强烈的拉张作用和后期的改造，中部和北部长垣带发育了多条深断层，使得二叠系甚至更深层的油气沿着这些断层垂向运移到三叠系及以上浅部储层聚集成藏，在这些地区油气垂向运移比较明显(见图 4)。

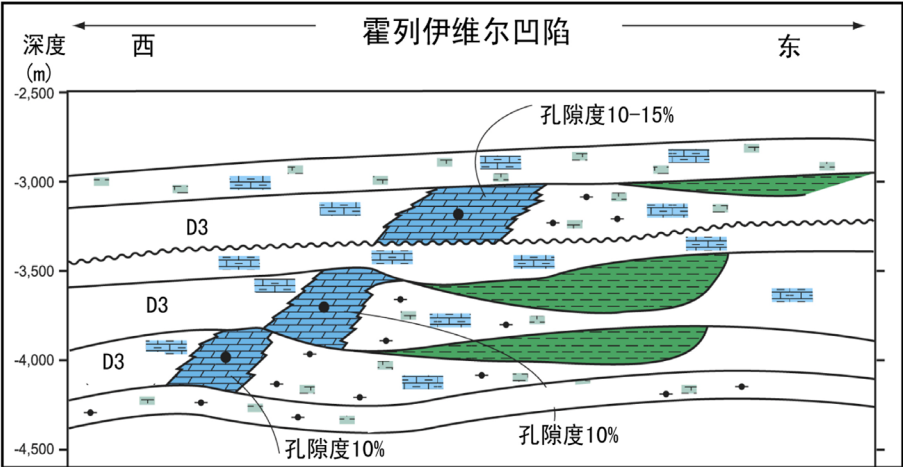


Figure 3. Lateral migration of petroleum in northeast of Timan-Pechora Basin [3]
图 3. 提曼 - 伯朝拉盆地东北部油气侧向运移模式图[3]

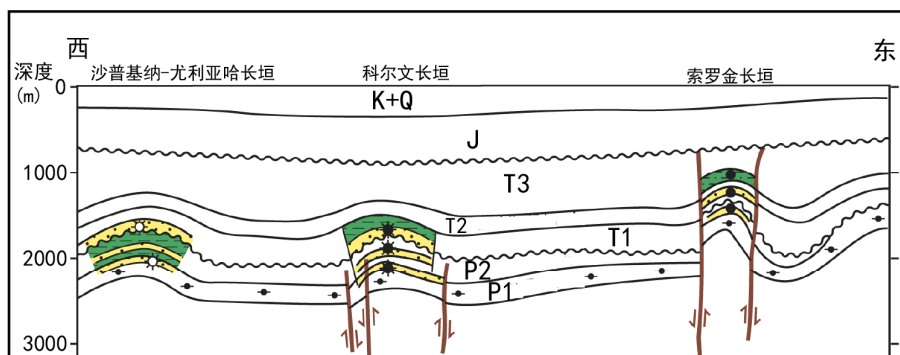


Figure 4. Vertical migration of petroleum in middle and north of Timan-Pechora Basin [3]

图 4. 提曼 - 伯朝拉盆地中部和北部长垣带油气垂向运移模式图[3]

4. 油气分布规律及主控因素

提曼 - 伯朝拉盆地是排名在西西伯利亚盆地之后的俄罗斯第二大油气产区, 自 2012 年以来年产油当量一直保持在 20.0×10^6 t 左右。据 IHS 资料显示(最新的统计资料是 2009 年, 2010~2018 年并未对该盆地做新的评估统计), 截止到 2009 年, 提曼 - 伯朝拉盆地已探明石油储量为 21.4×10^8 t, 凝析油为 1.0×10^8 t, 天然气为 1.18×10^{12} m³, 总体油当量为 33.0×10^8 t。其中石油占总储量的 64.7%, 凝析油占 3.2%, 天然气占 32.1% (见图 5, 表 4)。在已发现的油气田中, 油当量超过 1.0×10^8 t 的有 6 个, 按储量大小排列分别为武克特尔油田(4.1×10^8 t)、乌萨油田(2.3×10^8 t)、哈里亚金油田(1.7×10^8 t)、沃泽伊油田(1.5×10^8 t)、雅列格油田(1.3×10^8 t)和拉亚沃日气田(1.3×10^8 t)。这其中有 3 个分布在科尔文长垣[8]。

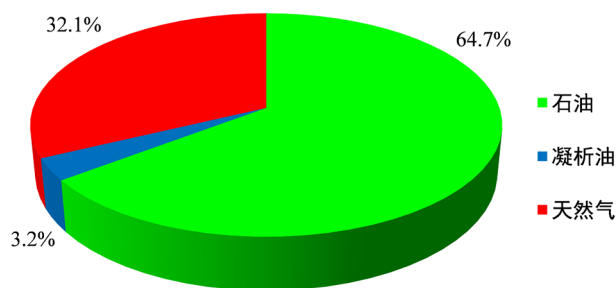


Figure 5. Pie chart with the percentages of oil and gas reserves in Timan-Pechora Basin

图 5. 提曼 - 伯朝拉盆地油气储量比例图

在提曼 - 伯朝拉盆地, 油气分布呈现明显的不均一性。区域上, 油气主要分布在盆地的中东部(见图 6)。该地区烃源岩已成熟, 大型长垣隆起较发育, 如科尔文长垣、伯朝拉 - 科日瓦长垣、切尔尼舍夫隆起带等, 这些隆起有利于油气的聚集成藏, 比如科尔文长垣上就发育了乌萨、沃泽伊和哈里亚金 3 个大型油田。与隆起带相间分布的凹陷带(如霍列伊维尔凹陷)也聚集了相当数量的油气。在盆地南部以发育前渊凹陷为主, 该环境下容易发育大型油气藏, 盆地内最大的油田武克特尔油田就发育在乌拉尔南部前渊凹陷——上伯朝拉凹陷的北部。因此, 油气在区域上的分布主要受烃源灶和构造圈闭展布的控制。

层系上, 石油主要储于中泥盆统(31.5%)和石炭系 - 下二叠统(25.5%), 天然气和凝析油主要储于石炭系 - 下二叠统, 储量分别占到了 77.8% 和 88.1%。从总的油当量而言, 储量最多的层系是石炭系 - 下二叠统, 占总量的 44.3%, 其次是中泥盆统, 占总量的 24.6% (见表 4)。区域性盖层控制着油气的层系分布, 优质盖层之下的储集层往往是油气易于富集的层系[20]。比如武克特尔油田就位于下二叠统余恩 - 雅克哈群和沃尔库塔组的一套区域性泥岩和硬石膏之下。

Table 4. Strata distribution of oil and gas reserves in Timan-Pechora Basin [8]
表 4. 提曼 - 伯朝拉盆地油气储量层系分布[8]

层位	石油		凝析油		天然气		油当量	
	储量	所占比例	储量	所占比例	储量	所占比例	储量	所占比例
	10 ⁶ t	%	10 ⁶ t	%	10 ⁸ m ³	%	10 ⁶ t	%
三叠系	98.5	4.6	0.7	0.6	219.7	1.9	118.9	3.6
上二叠统	158.1	7.4	0.6	0.6	374.1	3.2	192.4	5.8
石炭系 - 下二叠统	545.2	25.5	91.2	88.1	9181.2	77.8	1462.7	44.3
上泥盆统	289.3	13.5	1.4	1.3	285.8	2.4	316.4	9.6
中泥盆统	672.6	31.5	9.6	9.2	1431.4	12.1	811	24.6
下古生界	373.9	17.5	0.1	0.1	305.2	2.6	401.4	12.2
总计	2137.5	100	103.5	100	11797.4	100	3302.8	100

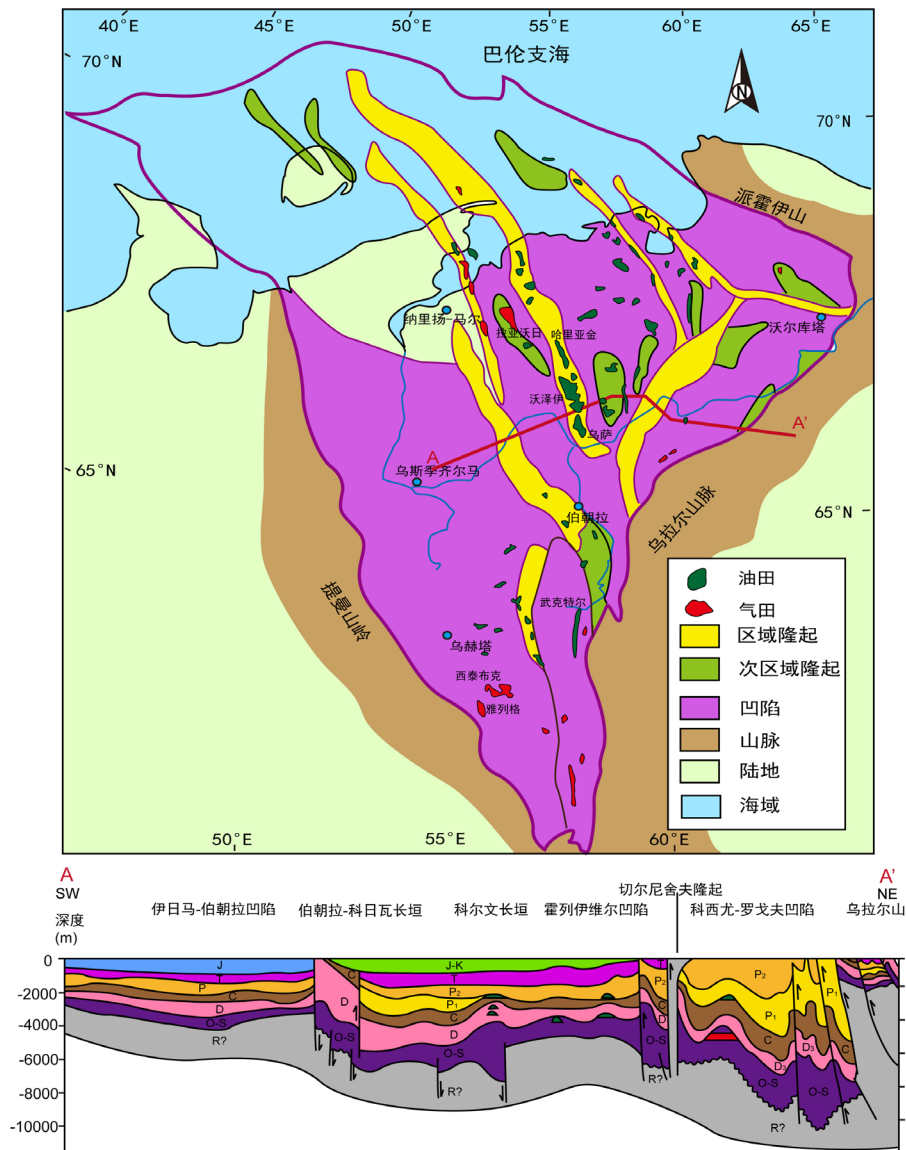


Figure 6. Regional oil and gas distribution and profile in Timan-Pechora Basin
图 6. 提曼 - 伯朝拉盆地区域油气分布及剖面图

5. 勘探潜力区分析及有利区预测

油气发现过程分析表明, 尽管该盆地已经历近百年的油气勘探, 对于盆地的研究也较为成熟, 但是每年新增的油气储量并没有明显减少的趋势, 反而在近年来有小幅度的增长(图 7)。据此认为, 该盆地依然具有良好的勘探潜力。

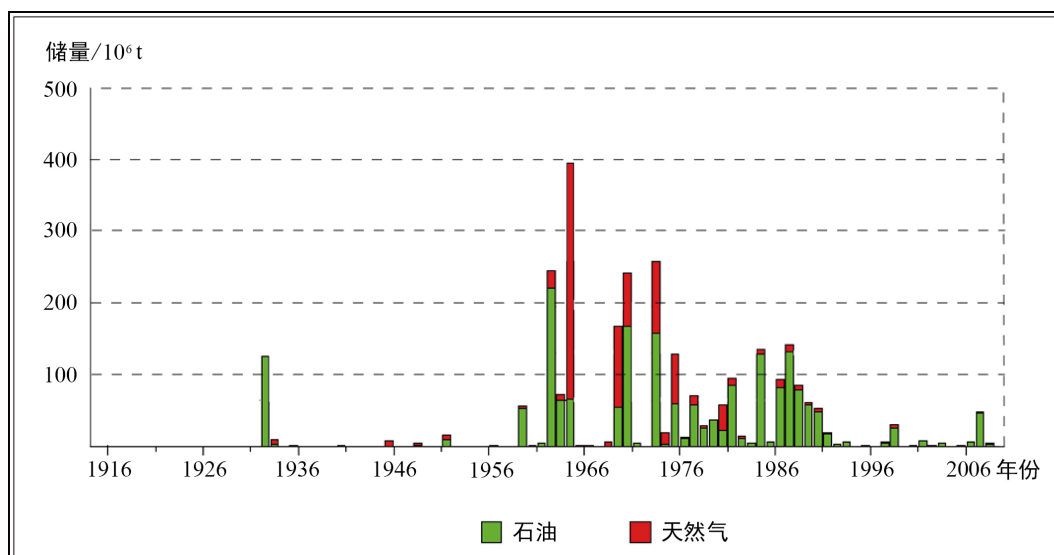


Figure 7. Reserves additions by year in Timan-Pechora Basin [3]

图 7. 提曼 - 伯朝拉盆地年增油气储量直方图[3]

经过分析, 在层系上应该继续把中 - 上泥盆统和石炭系 - 下二叠统作为重点勘探层位, 尤其注意碳酸盐岩生物礁的发育层位。在区域上, 要在生烃灶发育的区域, 着重找构造和地层圈闭发育的地区, 也就是继续以古隆起和前渊区凹陷作为重点勘探对象, 由于大型古隆起已研究得比较成熟, 可以考虑把重点放在勘探程度较低的次级隆起带上。最为重要的勘探潜力区是盆地延伸到伯朝拉海域的部分, 因为它是陆上油气聚集区的外延部分[16] [21], 比如科尔文长垣、索罗金 - 瓦兰杰伊长垣和阿齐瓦凹陷等构造的陆上部分都已发现多个大型油气田, 而与陆上部分处于相同古沉积环境、经历相同构造运动的海上外延部分也应该有大量的油气存在(图 6)。

6. 结论

- 1) 提曼 - 伯朝拉盆地经历了被动大陆边缘盆地和前陆盆地 2 个演化阶段, 发育多套生、储、盖组合, 成藏组合以地层 - 构造油气藏为主。
- 2) 提曼 - 伯朝拉盆地的油气分布呈现出明显的不均一性。烃源岩发育区和构造圈闭展布区共同控制了油气的区域分布, 而大型区域性和半区域性盖层又决定了油气在层系上的分布。大油气田主要分布在盆地的中东部的隆起带和南部前渊凹陷带, 主要含油层系是石炭系 - 下二叠统。
- 3) 陆上长垣隆起和凹陷等油气聚集带延伸到北部海域的部分是下一步的重点勘探潜力区域, 其次是陆上大油气田附近的小型隆起带, 而上古生界依然作为层系上的勘探重点。

致 谢

本文研究工作得到了中国石油大学(北京)资源与信息学院白国平教授的专业指导和大力支持, 同时中国石油长城钻探工程公司的高工康晓泉和薛宗安博士等也给提供了相关的帮助, 在此表示诚挚的谢意。

参考文献

- [1] Driscoll, A. (1995) Stratigraphy of the Major Hydrocarbon Bearing Basins. In: Harrison, B., Ed., *Russian Style Formation Evaluation*, The London Petrophysical Society and The Geology Society, London, 19-63.
- [2] Ulmishek, G. (1988) Upper Devonian-Tournaisian Facies and Oil Resources of the Russian Craton's Eastern Margin. *Canadian Society of Petroleum Geologists*, **1**, 527-549.
- [3] Dedeev, V. and Aminov, L. (1994) Stratigraphic Distribution of Oil and Gas Resources of the Timan-Pechora Basin. *International Geology Review*, **36**, 24-32. <https://doi.org/10.1080/00206819409465446>
- [4] Petroconsultants (1996) Petroleum Exploration and Production Database. Sands Point Drive.
- [5] Bogatsky, V. (1993) Controls on the Distribution of Oil, Gas, and Gas-Condensate Pools in the Timan-Pechora Basin. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **7**, 1608.
- [6] Schenk, C.J. (2011) Geology and Petroleum Potential of the Timan-Pechora Basin Province, Russia. *Geological Society London Memoirs*, **35**, 283-294. <https://doi.org/10.1144/M35.18>
- [7] 王家枢, 张宏达. 提曼-伯朝拉含油气盆地[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991.
- [8] (2009) Basin Monitor. Timan-Pechora Basin, Russia. IHS Energy Group.
- [9] C.L. 别利亚科夫. 伯朝拉煤田的早二叠世的区域构造单元[J]. 煤炭技术, 1996, 1(1): 31-38.
- [10] 宋明雁. 蒂曼-伯朝拉盆地油气地化研究[J]. 天然气勘探与开发, 1995, 18(4): 79-87.
- [11] Prischepa, O.M., Bazhenova, T.K. and Bogatskii, V.I. (2011) Petroleum Systems of the Timan-Pechora Sedimentary Basin (Including the Offshore Pechora Sea). *Russian Geology and Geophysics*, **52**, 888-905. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2011.07.011>
- [12] Abrams, M.A., Apanel, A.M. and Timoshenko, O.M. (1999) Oil Families and Their Potential Sources in the Northeastern Timan-Pechora Basin, Russia. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, **83**, 553-577.
- [13] Prischepa, O.M., Sukhanov, A.A. and Makarova, I.R. (2014) Approaches to Evaluation of Domanik Sequences of Timan-Pechora Province as Unconventional Hydrocarbon Source. *Neftegazovaya Geologiya Teoriya I Praktika*, **9**, 1-36. https://doi.org/10.17353/2070-5379/46_2014
- [14] Shimansky, V.K., Neruchev, S.G. and Bazhenova, T.K. (1994) Geochemical Modeling of Timan-Pechora Oil and Gas Basin on the Basis of Balance and Kinetic Models. *Petroleum Exploration and Production in Timan-Pechora Basin and Barents Sea*, **15**, 128-135.
- [15] Belonin, M.D., Prishchepa, O.M. and Teplov, Y.L. (2004) Timan-Pechora Province: Geological Structure, Petroleum Occurrence and Prospectivity. Nedra, St. Petersburg.
- [16] Fossum, B.J., Schmidt, W.J. and Jenkins, D.A. (2001) New Frontiers for Hydrocarbon Production in the Timan-Pechora Basin, Russia. *Memoir American Association of Petroleum Geologists*, **74**, 259-279.
- [17] 杨士伟, 史丹妮. 俄罗斯季曼-伯朝拉盆地碳酸盐岩油气藏特征分析[J]. 石油实验地质, 2016, 38(3): 354-365.
- [18] Klimentenko, S.S. (2011) The Timan-Pechora Sedimentary Basin: Palaeozoic Reef Formations and Petroleum Systems. *Geological Society, London, Memoirs*, **35**, 223-236. <https://doi.org/10.1144/M35.13>
- [19] 李明诚. 油气运移研究的现状与发展[J]. 石油勘探与开发, 1994, 6(2): 1-6.
- [20] 白国平. 波斯湾盆地油气分布主控因素初探[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2007, 31(3): 28-32.
- [21] Prischepa, O.M., Bogatskiy, V.I. and Grigorenko, T.I. (2014) Northwestern Timan-Pechora Basin—New Insights into Petroleum Potential Prospects. *Neftegazovaya Geologiya Teoriya I Praktika*, **9**, 1-14. https://doi.org/10.17353/2070-5379/41_2014

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2330-1724, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojs@hanspub.org