

引用: 王兆明, 温志新, 贺正军, 等. 全球近10年油气勘探新进展特点与启示[J]. 中国石油勘探, 2022,27(2):27-37.

Wang Zhaoming, Wen Zhixin, He Zhengjun, et al. Characteristics and enlightenment of new progress in global oil and gas exploration in recent ten years[J]. China Petroleum Exploration, 2022,27(2):27-37.

# 全球近10年油气勘探新进展特点与启示

王兆明<sup>1</sup> 温志新<sup>1</sup> 贺正军<sup>1</sup> 陈瑞银<sup>1</sup> 石浩程<sup>2</sup> 陈曦<sup>1</sup>

(1 中国石油勘探开发研究院; 2 中国石油大学(北京))

**摘要:** 过去10年, 全球油气勘探经历了油价两次断崖式下跌和“碳中和”的双重考验, 勘探投资不断降低; 同时随着深水油气地质理论和勘探技术的持续进步, 勘探效率大幅提升。在此基础上, 全球油气勘探呈现出5个显著特点: (1) 油气发现个数持续减少, 但平均规模不断增加; (2) 天然气新发现持续维持在六成以上的较高水平, 成为重要的储量增长点; (3) 深水/超深水成为最为重要的增储阵地, 不断揭示多个勘探新领域; (4) 新发现由中浅层逐渐向深层/超深层转移, 海域、陆域均有新突破; (5) 巨型油气田发现维持在相对较高水平。58%的油气勘探新发现来自前沿和新兴领域的风险勘探, 42%的新增储量来自成熟盆地的滚动勘探。全球油气勘探程度仍处于中低水平, 未来勘探潜力可期; 前沿领域是勘探的重点, 应超前布局; 深水、深层、天然气领域是未来的重要发展方向。同时指出俄罗斯北极、索马里海域、加勒比海周缘等十大领域值得重点关注。

**关键词:** 勘探新发现; 新成藏组合; 深水; 天然气; 深层; 新领域

中图分类号: TE122.11

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-7703.2022.02.003

## Characteristics and enlightenment of new progress in global oil and gas exploration in recent ten years

Wang Zhaoming<sup>1</sup>, Wen Zhixin<sup>1</sup>, He Zhengjun<sup>1</sup>, Chen Ruiyin<sup>1</sup>, Shi Haocheng<sup>2</sup>, Chen Xi<sup>1</sup>

(1 PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development; 2 China University of Petroleum (Beijing))

**Abstract:** In the past 10 years, global oil and gas exploration experienced the double test of twice sharp falls of oil prices and “carbon neutralization”, and the exploration investment was continuously reduced; Meanwhile, the continuous development of oil and gas geological theory and exploration technology resulted in the great improvement of exploration efficiency. As a whole, global oil and gas exploration shows five remarkable characteristics: (1) The number of oil and gas discoveries has been decreasing, but the average size continuously been increasing; (2) The new discovery of natural gas has been maintained at a high level of more than 60%, growing to be a major direction of reserve growth; (3) Deep water/ultra-deep water has become the most important areas for increasing reserves, and multiple new exploration areas have been identified; (4) The new discoveries have gradually shifted from the middle-shallow formation to the deep/ultra-deep formation, and new breakthroughs have been made in the offshore area and onshore area; (5) The discoveries of giant oil and gas fields have remained at a relatively high level. The new discoveries from venture exploration in frontier areas contribute 58% of the total oil and gas discoveries, and the new reserves from rolling exploration in mature basins contribute 42% of the total reserve volume. The maturity of global oil and gas exploration is still at a medium-low level, and the exploration potential is great in the future; The frontier region is the main areas for oil and gas exploration, which should be deployed in advanced; Deep water, deep formation and natural gas areas are important exploration orientations in the future. Furthermore, it is suggested that 10 areas deserve special attention, such as the Russian Arctic, Somali offshore areas and the periphery of the Caribbean Sea.

**Key words:** new discovery, new play, deep water, natural gas, deep formation, new frontier

基金项目: 国家科技重大专项“全球油气资源评价与选区选带研究”(2016ZX05029); 中国石油天然气股份有限公司科学研究与技术开发项目“全球重点领域超前选区选带研究”(2021DJ3101)。

第一作者简介: 王兆明(1975-), 男, 山东胶南人, 博士, 2007年毕业于中国科学院地质与地球物理研究所, 高级工程师, 现为中国石油勘探开发研究院企业技术专家, 主要从事全球重点领域超前选区与勘探资产评价工作。地址: 北京市海淀区学院路20号, 邮政编码: 100083。E-mail: wangzhaoming@petrochina.com.cn

收稿日期: 2021-10-08; 修改日期: 2022-01-30

## 0 引言

过去10年国际油价经历了两次断崖式下跌,同时又迎来了国际油公司能源转型和“碳中和”时代<sup>[1-2]</sup>,国际油气行业在一个异常复杂和艰难的环境下一路前行。但随着油气地质理论和勘探技术的不断创新,特别是被动陆缘盆地深水油气地质理论和“两宽一高”等地震采集处理技术的持续进步,以及勘探成本大幅降低,勘探效率大幅提升,全球油气勘探呈现出许多新特点、不断揭示多个勘探新领域,表现出非常强的韧性。10年为一个年代,通过解剖过去一个年代油气勘探的特点、进展、启示,对于正确把握油气行业的发展趋势,明确未来的发展方向具有重要指导与参考意义。

## 1 全球近10年油气勘探新发现特点

通过IHS和Woodmackenzie等咨询公司的商业数据统计,2011—2020年10年间,全球共发现4336个常规油气田(不含美国本土)(图1)<sup>[3-4]</sup>,新增油气可采储量 $333 \times 10^8 \text{t}$ 油当量,其中石油 $110 \times 10^8 \text{t}$ 、凝

析油 $20 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $23.8 \times 10^{12} \text{m}^3$ ,天然气占比为61%。从大区来看,非洲新增储量最多,占比为26%;其次为中东,占比为21%;再次为拉美,占比为20%;欧洲占比最小,仅为4%。新增可采储量排名前5名的国家依次是莫桑比克、伊朗、巴西、美国、中国(图2);排名前5名的盆地依次为鲁伍马盆地、扎格罗斯盆地、鲁卜哈利盆地、圭亚那盆地、中阿拉伯盆地(图3)。近10年油气勘探新发现主要呈现出以下5个显著特点。

### 1.1 油气田发现个数持续减少,但平均规模持续增加

近10年,全球油气田新发现的个数呈现逐年下降的趋势,从2011年新发现638个油气田下降到2020年的最低点161个。2012年新增油气可采储量规模最大,为 $54.72 \times 10^8 \text{t}$ 油当量;2018年最小,为 $14.61 \times 10^8 \text{t}$ 油当量(图4)。油气田年度新增可采储量平均规模却呈现持续增加的趋势,由2011年的 $700 \times 10^4 \text{t}$ /个增加到2020年的 $1200 \times 10^4 \text{t}$ /个。油气田个数持续减少主要原因是油公司勘探投资和工作量持续降低,平均规模持续增加在一定程度上反映出油公司勘探效率不断提升。

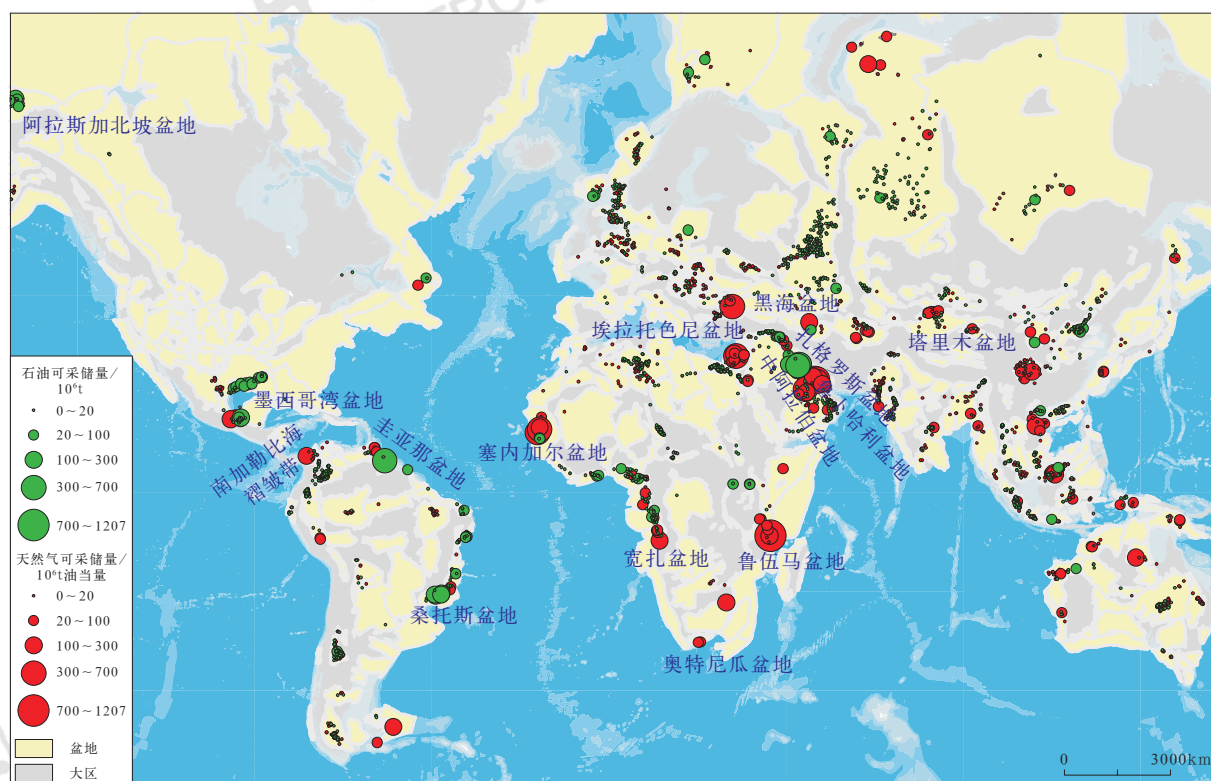


图1 全球近10年新发现油气田及规模大小平面分布图

Fig.1 Plan distribution of global newly discovered oil and gas fields and their scale in recent 10 years

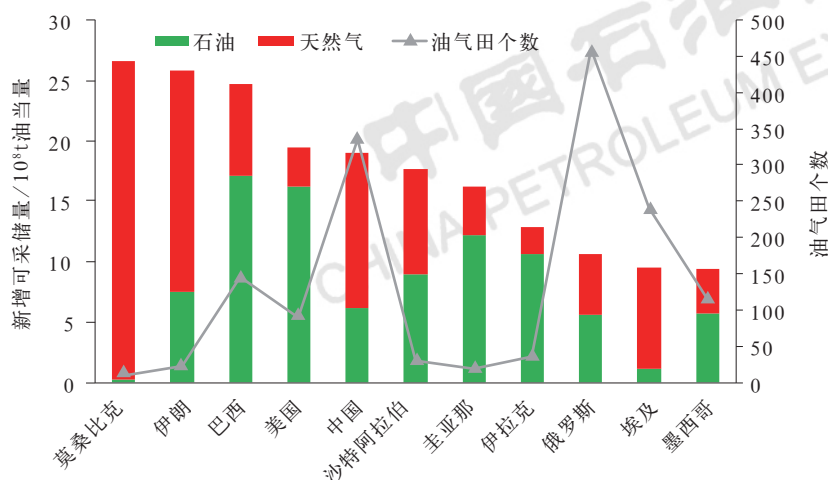


图2 全球近10年新增储量排名前10国家统计图

Fig.2 Statistical chart of global top 10 countries with newly increased reserves in recent 10 years

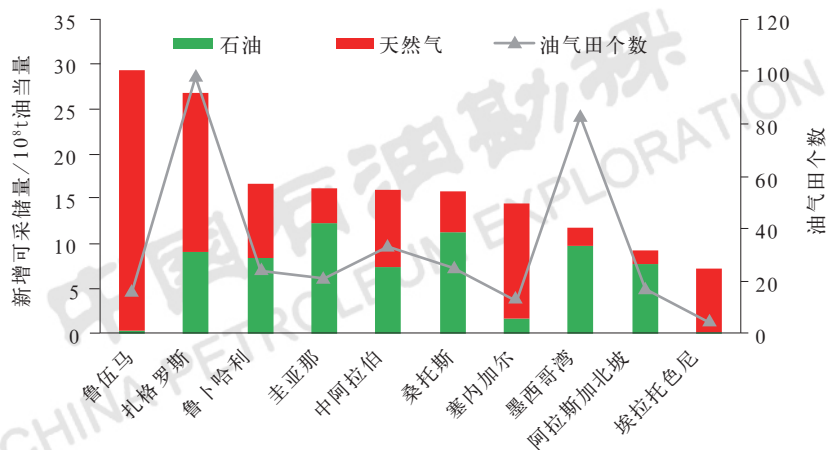


图3 全球近10年新增储量排名前10盆地统计图

Fig.3 Statistical chart of global top 10 basins with newly increased reserves in recent 10 years

### 1.2 天然气新发现持续维持在六成以上的较高水平

随着能源低碳化的趋势与需求，国际油公司更加重视天然气资产，不断加大天然气的勘探力度<sup>[5]</sup>，不论油价高或低，近10年新发现天然气储量平均占比为61%，表明天然气的重要贡献，2011年新发现天然气储量占比最高，为71%（图4）。近10年新增的富天然气盆地主要包括东非鲁伍马盆地、西北非塞内加尔盆地、东地中海埃拉托色尼盆地和黑海盆地等。其中鲁伍马盆地和埃拉托色尼盆地天然气藏单体可采储量均大于 $2000 \times 10^8 \text{m}^3$ 。另外值得注意的是中东的扎格罗斯、中阿拉伯、鲁卜哈利等传统富油盆地，近10年天然气新增储量也位居前10，表明中东各国也大大提高了对天然气勘探的重视，并获得了不错的天然气新发现。

### 1.3 深水 / 超深水成为最为重要的增储领域

随着陆上勘探程度的日益提高，海域成为油气新增储量的主战场<sup>[6]</sup>。近10年全球新增储量海域占比为64%，海域中深水 / 超深水的占比为77%，年度新增储量海域占比多数超六成，其中2012年、2018年海域占比均为77%（图5）。深水、超深水新增储量排名前5的盆地依次是鲁伍马盆地、圭亚那盆地、桑托斯盆地、塞内加尔盆地、墨西哥湾盆地。鲁伍马盆地古近系重力流、圭亚那盆地3类成藏组合（下白垩统生物礁、上白垩统重力流砂岩、中新统重力流砂岩）、塞内加尔盆地上白垩统重力流砂体、埃拉托色尼盆地上白垩统一中新统生物礁、黑海盆地渐新统一中新统重力流成藏组合是深水新证实的成藏组合<sup>[7]</sup>，持续引领近几年的储量增长，成为最为重要的储量增长点。

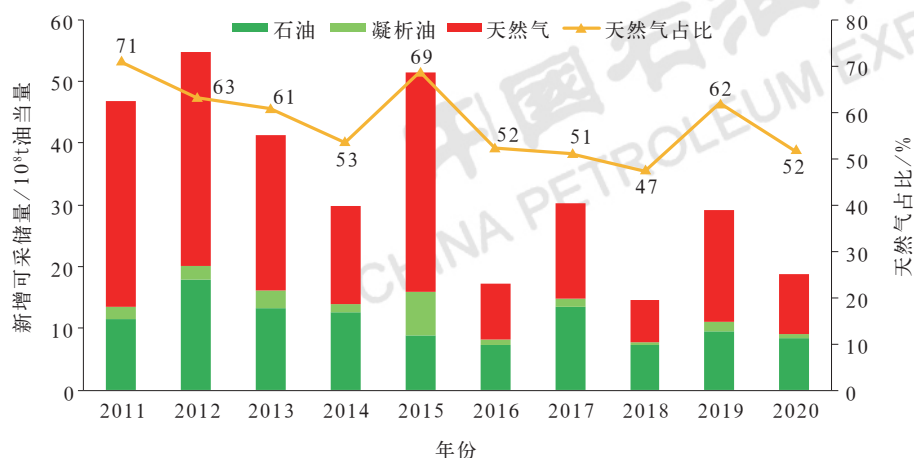


图4 全球近10年新增油气可采储量及天然气占比统计图

Fig.4 Statistics of global newly increased recoverable oil and gas reserves and proportion of natural gas in recent 10 years

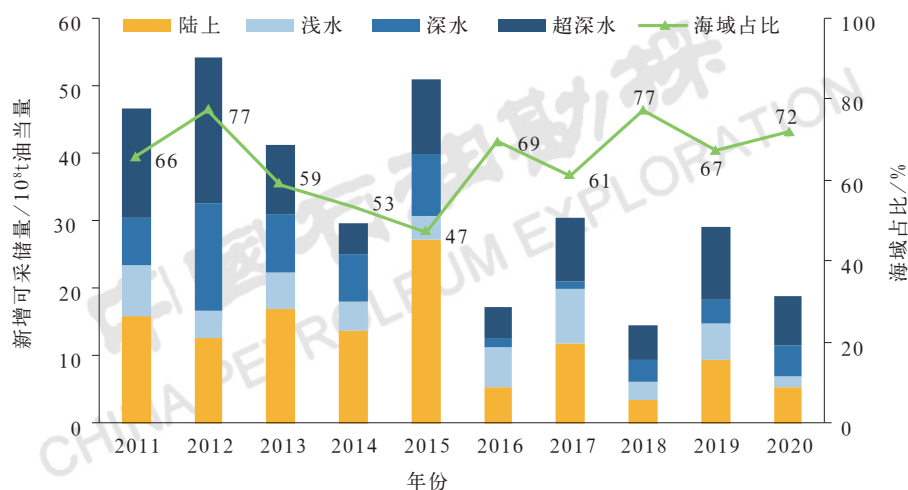


图5 全球近10年新增储量海陆分布统计图

Fig.5 Distribution of global newly increased recoverable reserves of onshore and offshore in recent 10 years

#### 1.4 新发现由中浅层逐渐向深层 / 超深层转移

近10年，全球共发现储层顶部埋深大于4500m的深层油气藏<sup>[8]</sup>（不含水深）345个，新增油气可采储量为 $37.5 \times 10^8$  t油当量，深层储量占比为11%，总体呈现出逐年波动增长的趋势，其中2020年深层储量占比为27%，成为非常重要的增储领域（图6）。深层新发现储量排名前5的盆地依次为墨西哥湾盆地、塔里木盆地、桑托斯盆地、鲁伍马盆地、维拉克鲁斯盆地。深层油气发现单体规模最大的盆地为东非鲁伍马盆地，平均可采储量为 $2.5 \times 10^8$  t油当量，其次为桑托斯盆地，平均可采储量为 $0.85 \times 10^8$  t油当量。中国的深层 / 超深层勘探成效也非常显著，主要集中于陆上的塔里木盆地、四川盆地，发现最深的井为塔里木

盆地塔北隆起带轮探1井，井深超过8200m<sup>[9-11]</sup>；国外的深层油气勘探主要集中于海域，如墨西哥湾深水油气田，水深1309m，地层深度可达8690m（不含水深），而且以石油为主，表明不论陆上还是海域深层 / 超深层均是未来非常重要的勘探领域。

#### 1.5 全球新发现巨型油气田持续稳定在较高水平

根据AAPG的定义，把石油可采储量大于 $5 \times 10^8$  bbl（约为 $7000 \times 10^4$  t）、天然气可采储量大于 $3 \times 10^{12}$  ft<sup>3</sup>（约为 $850 \times 10^8$  m<sup>3</sup>）的油气田称为巨型油气田<sup>[12]</sup>。近10年全球共发现91个巨型油气田，新增石油可采储量 $59 \times 10^8$  t、天然气可采储量 $13.6 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>，天然气占比为66%。巨型油气田个数占2.1%，但储量占52.7%，表明巨型油气田对新增



储量的贡献非常大。从巨型油气田的发现历程来看, 20世纪60—80年代是巨型油气田发现的高峰时期, 不论巨型油气田的新增储量, 还是巨型油气田的个数

均达到峰值。近10年, 巨型油气田的个数高于前两个10年, 储量略低于前两个10年, 整体呈现出稳定在较高水平的发展趋势。

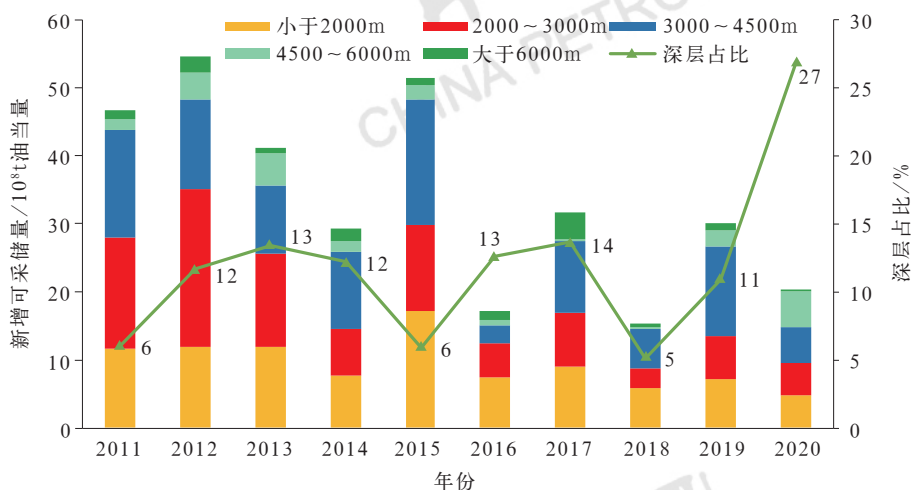


图6 全球近10年新增储量埋深分布统计图

Fig.6 Statistics of burial depth distribution of global newly increased recoverable reserves in recent 10 years

近10年, 新发现的巨型油气田位于全球40个盆地中。其中大油田39个, 主要位于桑托斯盆地盐下生物灰岩、圭亚那盆地上白垩统重力流砂岩、鲁卜哈利 Jafurah 次盆等重要领域; 大气田52个, 主要位于鲁伍马盆地古新统重力流砂岩、扎格罗斯盆地南部深层、塞内加尔盆地上白垩统重力流砂岩等重要领域(图7)。近10年发现的91个巨型油气田, 海域有65个, 其中56个位于深水/超深水。海域巨型油气田个数占比为71.4%, 深水巨型油气田个数占比为61.5%。海域巨型油气田储量占比为67.6%, 深

水储量占比为58.7%。

## 2 近10年勘探新发现揭示的领域

全球油气勘探新发现主要来自前沿、新兴、成熟3个领域。根据IHS的定义, 前沿领域指野猫井个数小于10口的盆地, 该类领域勘探程度极低, 主要的成藏组合尚未证实; 新兴领域指野猫井控制程度大于或等于1000km<sup>2</sup>/口探井的盆地, 该类领域勘探程度中等, 但已通过少量钻井证实了主要成藏组合; 成熟领域指野猫井控制程度小于1000km<sup>2</sup>/口

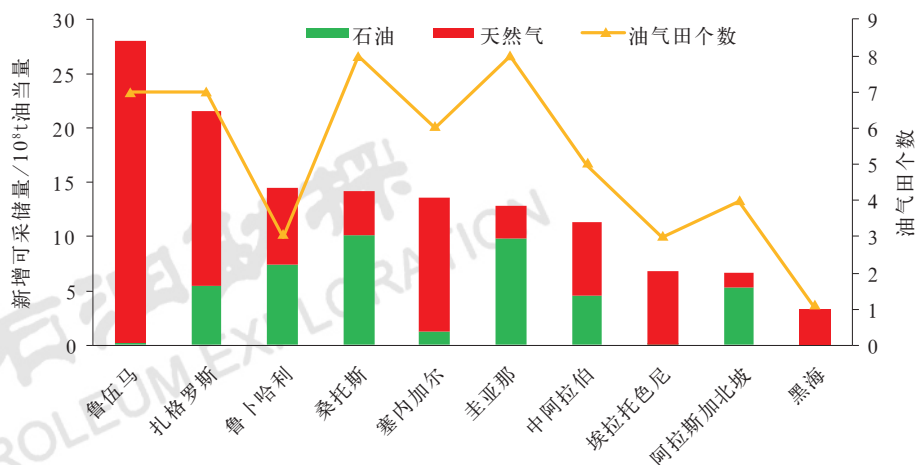


图7 全球近10年巨型油气田新增储量排名前10盆地统计图

Fig.7 Statistical chart of global top 10 basins with giant oil or gas field increased reserves in recent 10 years

探井的盆地，该类领域勘探程度相对较高，已经针对主力成藏组合进行了密集勘探，新发现以滚动扩边为主<sup>[3]</sup>。

## 2.1 前沿领域新发现特点

近10年有115个新发现来自前沿勘探领域，个数占比为2.6%，新增可采储量占比为9%，油气田平均可采储量为 $1720 \times 10^4 \text{t}$ 油当量；揭示的前沿领域主要有东非鲁伍马盆地古近系重力流砂体、以圭亚那

盆地为代表的中大西洋上白垩统重力流砂岩、东地中海埃拉托色尼盆地上白垩统一中新统生物礁、巴伦支海盆地侏罗系—白垩系裂谷、南非奥特尼瓜盆地上白垩统重力流砂体、南美东部福克兰台地周边侏罗系裂谷及上白垩统重力流砂体等（图8、图9）。每一个前沿领域的开启均代表一类新成藏组合的证实，这类新成藏组合往往不是孤立的，通常会引领该盆地甚至周边盆地同类成藏组合的持续发现和5~10年储量增长。

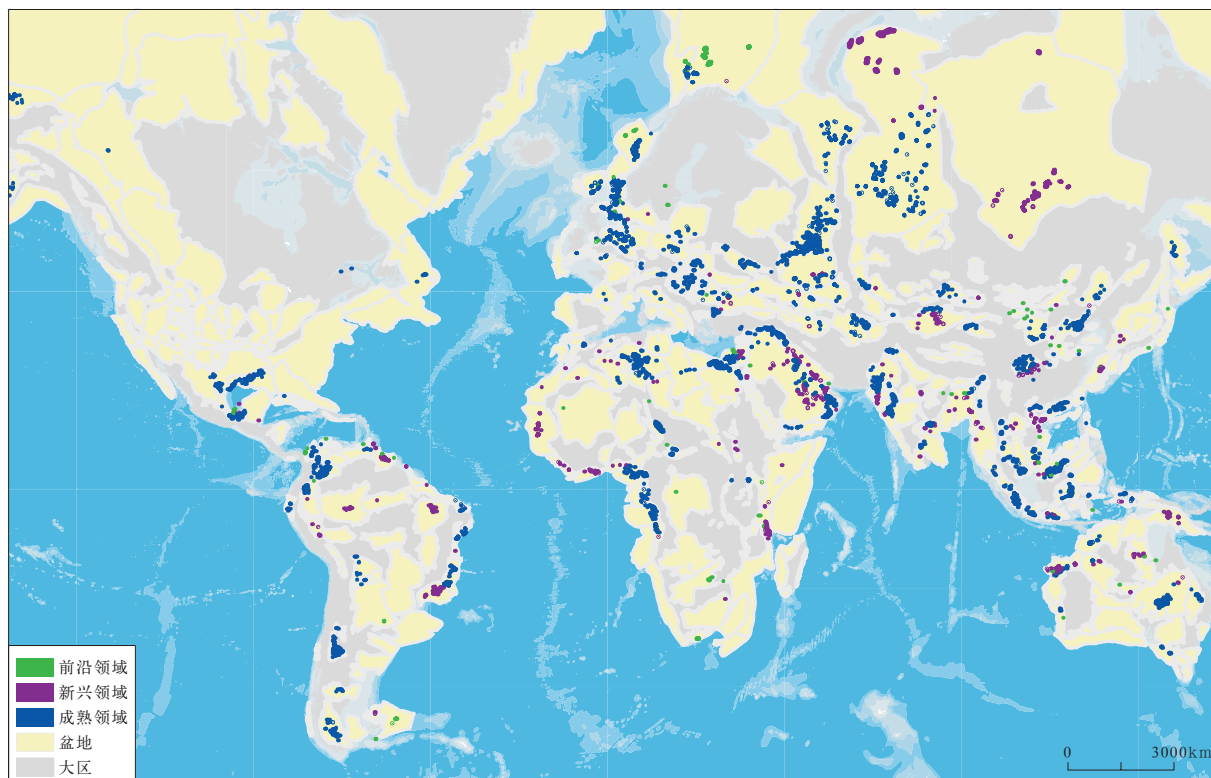


图8 全球近10年新发现及所属领域平面分布图

Fig.8 Plane distribution of global new discoveries in recent 10 years and their fields

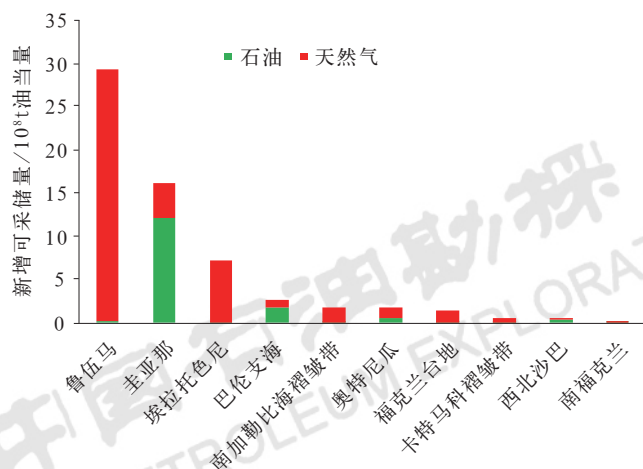


图9 前沿领域新增储量排名前10盆地统计图

Fig.9 Statistical chart of global top 10 basins with newly increased reserves in frontier fields

前沿领域以圭亚那盆地为例。20世纪70年代，埃克森公司就进入了圭亚那一苏里南海域，主要针对 Demerara 台上的背斜圈闭，于苏里南海域钻探 A2-1 井失利后，认为没有勘探潜力而退出。随着全球深水沉积体系理论认识的不断深入，该公司通过与西非转换带白垩系重力流砂岩成藏组合类比，将勘探目标转变为以深水沉积为主的地层—岩性圈闭，并再次进入圭亚那海域。历经50年的不懈探索，于2015年发现了白垩系重力流砂岩成藏组合的 Liza 油田（图10）。截至目前，埃克森公司已在圭亚那海域发现19个油气田，证实了下白垩统生物礁、上白垩统浊积砂岩、中新统重力流砂岩3类成藏组合，累

计发现可采储量超过  $12 \times 10^8 \text{t}$  油当量, 推动圭亚那海域成为近年来全球最炙手可热的勘探领域。2020年, 受埃克森公司证实的上白垩统重力流砂岩成藏组合的启发, 道达尔等公司在苏里南海域先后发现

4个同类型成藏组合油田, 累计可采储量为  $3 \times 10^8 \text{t}$  油当量, 证实了该类成藏组合可延伸到苏里南海域。预计该领域还将引领未来5~10年勘探新发现和储量增长。

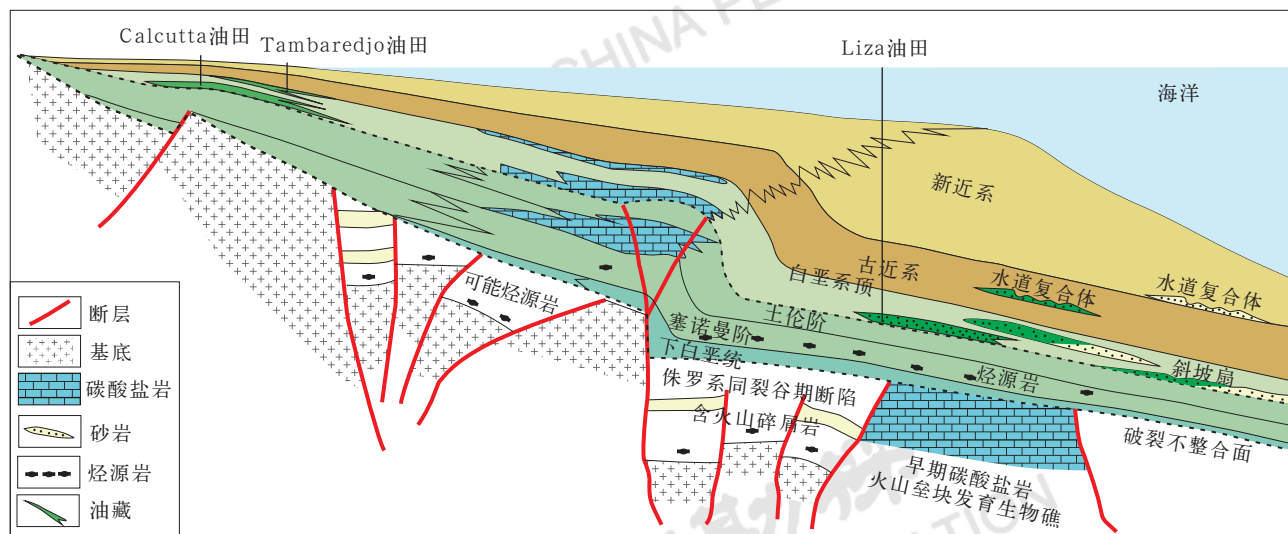


图10 圭亚那盆地典型油气田地质剖面图(据文献[13]修改)

Fig.10 Geological section of typical oil and gas fields in Guyana Basin (modified after reference [13])

## 2.2 新兴领域新发现特点

近10年有486个新发现来自已证实成藏组合的新兴领域, 个数占比为11.2%, 储量占比为49%, 油气田平均可采储量为  $3440 \times 10^4 \text{t}$  油当量; 揭示的新兴领域主要有扎格罗斯盆地南段的复杂逆冲背斜构造、巴西桑托斯盆地盐下生物礁灰岩、西北非塞内加尔盆地上白垩统重力流砂岩、阿拉斯加北坡盆地三叠系—白垩系三角洲砂岩、黑海盆地中新统一上新统浊积砂岩、东非宽扎盆地与坎波斯盆地共轭的盐下生物礁灰岩、黎凡特盆地中新统重力流砂岩等(图8、图11)。前沿领域开启后, 新证实的成藏组合将持续获得大发现, 吸引油公司加大钻探从而成为新兴领域。

新兴领域以塞内加尔盆地为例。受西非加纳地区发现上白垩统重力流砂岩成藏组合的Jubilee巨型油田的启发, Kosmos等公司一直致力于在西北非寻找上白垩统同类成藏组合。该公司研究认为塞内加尔盆地浅水陆架边缘持续发育的侏罗系—下白垩统碳酸盐台地比较耐侵蚀且易于崩塌, 形成了宽缓的陆架和陡峭的陆坡, 来自东部陆地的河流—三角洲沉积体系难以在陆架形成大型的下切水道, 而直

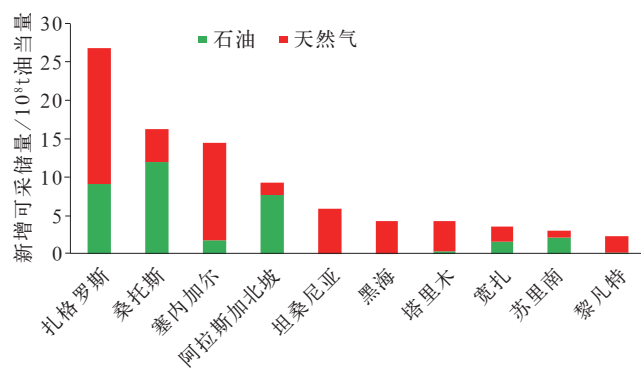


图11 新兴领域新增储量排名前10盆地统计图

Fig.11 Statistical chart of global top 10 basins with newly increased reserves in emerging fields

接进入深盆区形成盆底扇或受洋流改造形成沿下陆坡—陆棚边缘的等深流砂岩沉积。根据该模式Far公司于陆架上发现了SNE砂岩油田, 后来于深水陆坡发现了Fan盆底扇成藏组合<sup>[14]</sup>(图12), Kosmos公司向北不断拓展发现了Tortue和Yakaar等大型盆底扇油气田, 自2014年以来西北非的塞内加尔盆地先后发现了10个油气田, 可采储量为  $14 \times 10^8 \text{t}$  油当量。



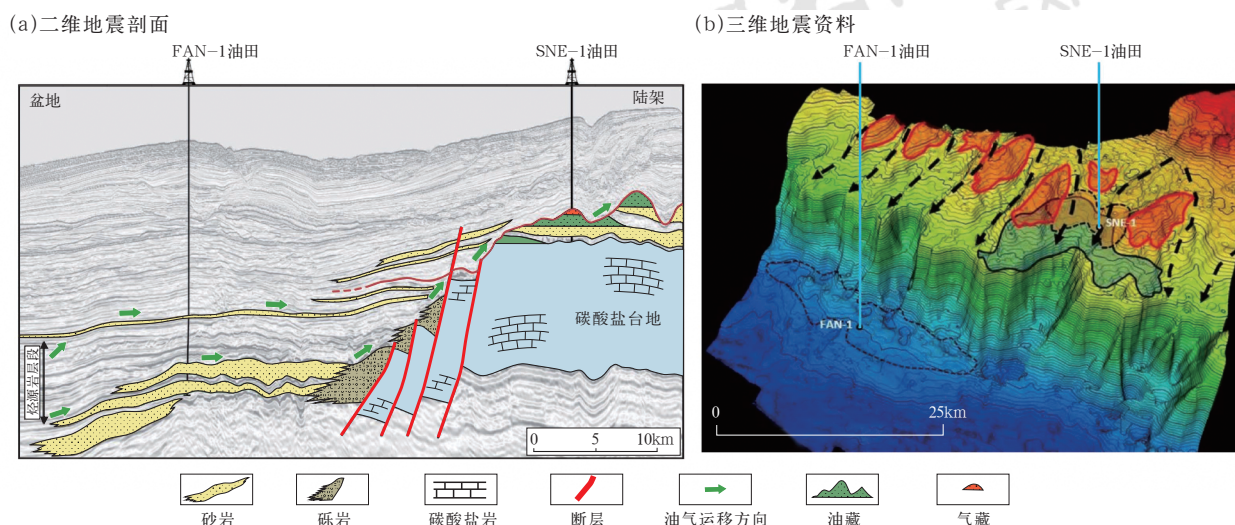


图 12 塞内加尔盆地两类成藏组合典型地震剖面图 (据文献[14]修改)

Fig.12 Typical seismic profiles of two types of hydrocarbon accumulation patterns in Senegal Basin (modified after reference [14])

### 2.3 成熟领域新发现特点

近 10 年有 3795 个新发现来自勘探程度相对较高的成熟探区, 个数占比为 87.5%, 储量占比为 42%, 油气田平均可采储量为  $400 \times 10^4$  t 油当量。持续有发现的成熟领域主要包括中阿拉伯盆地的 Dibdibah 次盆和 Jafurah 次盆、鲁卜哈利盆地东西两个次盆、墨西哥湾盆地深水中新统重力流砂岩、曾母盆地中新统生物礁、西西伯利亚盆地深层及次要成藏组合、尼日尔三角洲盆地深水的扩边等。成熟探区发现个数多, 但油气田规模较小, 主要通过滚动勘探扩边挖潜, 以小断块圈闭、岩性—地层等圈闭、基岩潜山等类型为主<sup>[15]</sup> (图 8、图 13)。

成熟探区以北海盆地乌彩拉高地系列发现为例。Lundin 公司通过地震资料重新处理, 有效提升了资料品质, 认为霍达台地乌彩拉高地可能发育残余侏罗系, 2007 年对 Edvard Grieg 目标进行钻探, 在侏罗系发现 40m 油层, 新增可采储量  $0.3 \times 10^8$  t 油当量。2008 年以来, 在该地区重新采集宽频 3D 地震 (OBC), 新资料大幅提升了成像质量, 以此为基础向东滚动勘探, 2012 年发现了世界级大油田 Johan Severdrup (斯沃尔德鲁普油田), 可采储量为  $2.7 \times 10^8$  t 油当量。2018 年在 Johan Severdrup 油田西北 5km 处发现 Lille Prinsen 油田, 储层为侏罗系砂岩, 可采储量为  $441 \times 10^4$  t<sup>[16]</sup> (图 14)。截至目前, 在乌彩拉高地已

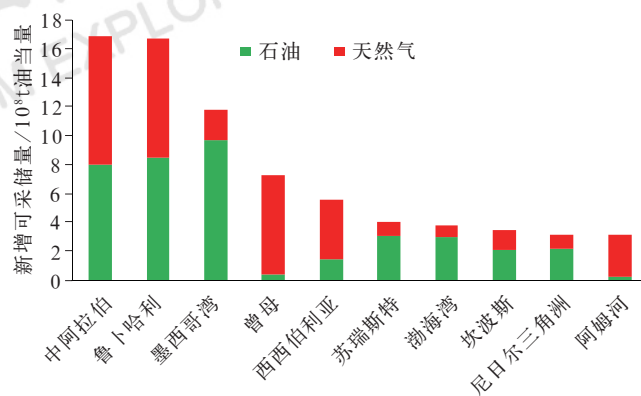


图 13 成熟领域新增储量排名前 10 盆地统计图

Fig.13 Statistical chart of global top 10 basins with newly increased reserves in mature fields

发现侏罗系油藏可采储量为  $3.2 \times 10^8$  t 油当量, 成为成熟盆地滚动挖潜的典范。

## 3 勘探新发现启示

### 3.1 全球油气勘探程度仍处于中低水平, 未来勘探潜力可期

全球油气工业经过 150 年的发展历史, 理论技术的进步促进了储量的持续增长<sup>[17]</sup>, 但从整体来看, 目前除北美陆上、欧洲、中东、中国等国家和地区勘探程度相对较高外, 全球油气勘探程度仍处于中低水



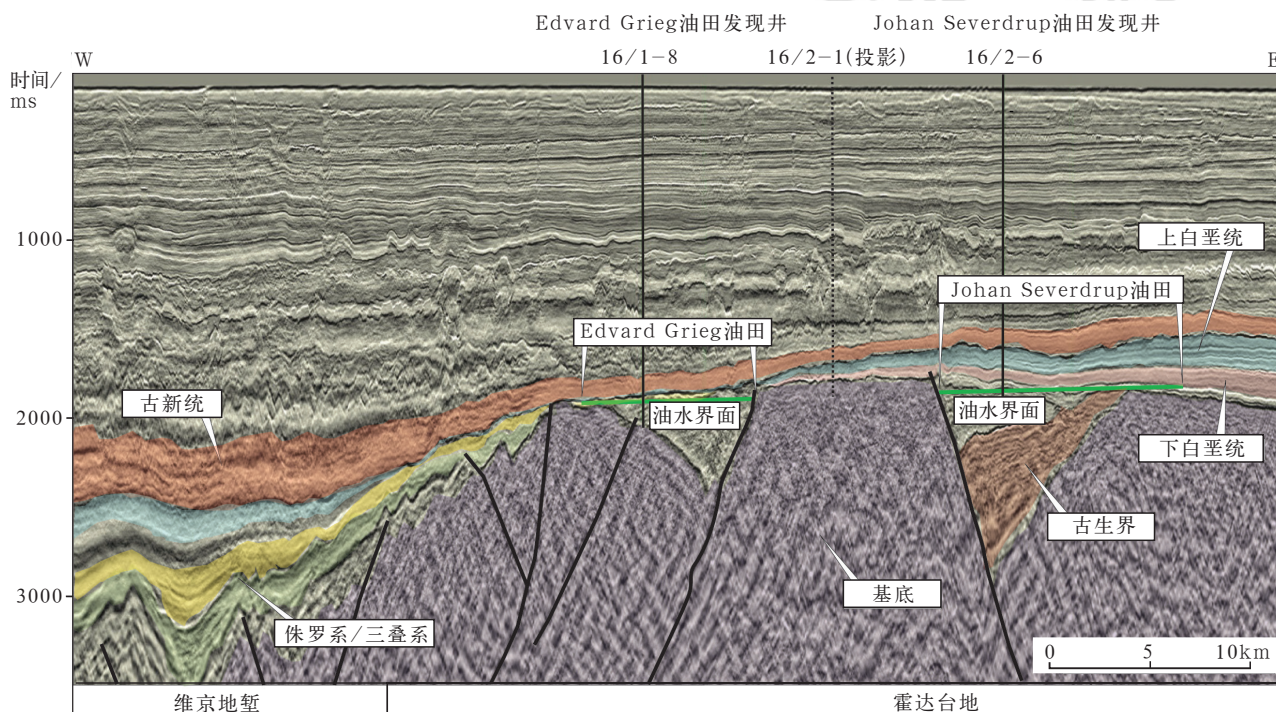


图14 北海盆地乌彩拉高地典型剖面图(据文献[16]修改)

Fig.14 Typical seismic profile in Utsira High of North Sea Basin (modified after reference [16])

平。探井密度可以反映盆地的勘探程度,全球探井密度大于100口/ $10^4\text{km}^2$ 的盆地有35个,个数占7%,面积仅占3%;探井密度大于30口/ $10^4\text{km}^2$ 的盆地有96个,个数占20%,面积仅占11%。全球仍然有众多大型盆地处于中等—低勘探程度,勘探潜力仍然很大,特别是海域的被动陆缘盆地勘探程度最低。随着理论和技术的进步,这些盆地的勘探潜力将持续得到有效释放,未来勘探潜力值得期待<sup>[2,5]</sup>。

### 3.2 前沿领域是勘探的重点,应重视超前布局

前沿领域由于地质认识和勘探程度低,主力成藏组合不清,因此勘探发现的技术要求和风险均较高。但前沿领域一旦获得突破,明确了主力成藏组合,往往会带动整个盆地,甚至相邻盆地的勘探发现和储量将持续增长5~10年。因此,国际油公司均非常重视前沿风险勘探领域的超前布局,持续开展超前基础研究,提前购置大量多用户地震和钻井资料,并主要通过积极参与资源国招标的方式,低成本、大面积、高权益保有前沿领域的风险勘探区块,实施自主勘探,追求引领大发现。勘探成功后通过转让部分权益,从而在勘探期就能获取高额收益,并留有部分权益将自主低成本发现的储量投入开发。这种模式被埃尼公司

(ENI)称为“双勘探模式”,这成为国际油公司通过勘探快速创效的典范<sup>[18]</sup>。

### 3.3 海域是未来勘探的主战场,应加大技术与资产储备

近年来,全球六成以上的油气新增储量来自海域,特别是深水领域,其中巨型油气田储量占比为67.6%,海域已经成为油气勘探新发现的主战场。根据“十三五”国家油气重大专项“全球油气资源评价与选区选带研究”的最新评价结果<sup>[19-22]</sup>:全球海域剩余可采储量为 $1714.2 \times 10^8\text{t}$ 油当量,占全球剩余可采储量的40.2%;海域待发现油气可采资源量为 $1576.1 \times 10^8\text{t}$ 油当量,占全球待发现油气可采资源量的49.1%;海域已发现油气田储量增长量为 $476 \times 10^8\text{t}$ 油当量,占全球已发现油气田储量增长量的43.1%。巴西盐下、北海、尼日利亚等深水油田平衡油价低于40美元/bbl,东非、北海的盈亏平衡气价为2~4美元/ $10^3\text{ft}^3$ <sup>[23]</sup>。海域的油气勘探理论与技术与陆域并无太大差别,中国油公司应积极与国际油公司联合获取储备深水风险勘探区块,逐步学习和积累深水油气田勘探开发的技术与管理经验<sup>[22-24]</sup>。

### 3.4 天然气作为低碳清洁能源, 将是未来重要的勘探方向

近年来, 全球天然气勘探新增储量占比也超过六成, 随着“碳中和”时代的到来, 天然气作为低碳清洁的能源, 将会越来越受到青睐。根据中国石油“十三五”自主评价的结果<sup>[21]</sup>, 全球天然气剩余可采储量为  $247.7 \times 10^{12} \text{m}^3$ , 占全球剩余油气可采储量的 49.7%; 天然气待发现可采资源量为  $191.7 \times 10^{12} \text{m}^3$ , 占全球待发现油气可采资源量的 51.6%; 已发现天然气田储量增长量为  $66.1 \times 10^{12} \text{m}^3$ , 占全球已发现油气储量增长量的 51.1%<sup>[16-17]</sup>。据 Wood Mackenzie 预测, 2030 年全球 LNG 需求量将达到  $4.8 \times 10^8 \text{t/a}$ <sup>[4]</sup>。国际油公司均不同程度加强了对天然气资产的重视, 不断加大天然气 /LNG 业务的投资, 纷纷布局全球重要的天然气勘探领域, 例如东地中海、西北非海域、东非海域、俄罗斯北极等领域。

### 4 未来重点勘探领域与方向

基于近 10 年全球勘探新发现, 综合全球油气地质条件、待发现资源潜力、资源国合作机会等多种因素, 认为以下 10 个重点领域值得近期重点关注:

(1) 俄罗斯北极海域, 主要包括西西伯利亚、拉普捷夫海等盆地, 以侏罗系—白垩系砂岩成藏组合为主, 合作方式主要是参股俄罗斯本地公司和优选开放区块。(2) 南大西洋中段含盐盆地, 主要包括桑托斯、坎波斯等盆地, 主要成藏组合为盐下生物礁灰岩和盐上重力流砂岩, 合作方式可以重点关注巴西第 7、8 轮招标区块。(3) 索马里海域, 主要包括索马里滨海盆地, 主要成藏组合为侏罗系生物礁及白垩系—古近系斜坡扇, 重点关注索马里第一轮海上招标区块, 以及优选开放区块进行议标。(4) 莫桑比克海域, 主要包括赞比西三角洲盆地、安哥奇盆地, 主要成藏组合为白垩系—古近系斜坡扇, 重点关注莫桑比克第六轮招标区块及开放区块。(5) 阿根廷海域, 主要包括科罗拉多盆地、阿根廷滨海盆地, 主要成藏组合为侏罗系—白垩系裂谷及斜坡扇, 重点关注阿根廷海上第 2 轮招标。(6) 西北非海域, 主要包括塞内加尔盆地、塔尔法亚盆地, 主要成藏组合为白垩系陆架砂岩和盆底扇, 合作方式为公司参股和优选开放区块。(7) 东地中海, 主要包括埃拉托色尼盆地和黎凡特盆地, 主要成藏组合为上白垩统生物礁和中统砂岩, 重点关注公司参股和黎巴嫩招标。(8) 加勒比海周缘, 主要

包括多巴哥盆地和哥伦比亚前陆盆地等, 主要成藏组合为中统砂岩, 重点关注巴巴多斯等国招标。

(9) 圭亚那滨海, 包括圭亚那盆地和福斯杜亚马逊盆地, 主要成藏组合为上白垩统斜坡扇, 以公司参股为主。(10) 东非裂谷系, 包括坦噶尼喀、马加迪、阿尔伯特等盆地, 以中统砂岩成藏组合为主, 合作方式包括公司参股和优选开放区块。

### 5 结论与认识

(1) 近 10 年, 全球油气发现个数持续减少, 但平均规模不断增加; 天然气新发现持续在六成以上的较高水平, 成为重要的储量增长点; 深水 / 超深水成为最为重要的新增储量贡献者, 不断揭示多个勘探新领域; 油气新发现由中浅层逐渐向深层 / 超深层转移, 海域、陆域均有新突破; 巨型油气田发现维持在相对较高水平。

(2) 10 年中, 9% 的新增储量来自前沿领域, 49% 的新增储量来自新兴领域, 42% 的新增储量来自成熟盆地。前沿和新兴领域以新成藏组合 / 成藏带大发现为主, 一经证实将持续引领 5~10 年该领域的储量增长, 成熟盆地则以岩性、地层、基岩等滚动勘探小型发现为主。海外油气合作未来应该更加重视超前布局前沿和新兴领域。

(3) 目前全球油气勘探程度仍处于中低水平, 中国油公司应持续“走出去”, 合理有效利用国外油气资源。前沿领域是油气勘探的重点, 应重视超前布局, 储备大发现; 海域是未来油气勘探的主战场, 应加大相关勘探开发技术与优质资产的储备; 天然气作为低碳清洁能源, 将是未来重要的勘探方向。

(4) 综合考虑全球油气地质条件、待发现油气资源潜力和主要资源国油气合作环境等因素, 指出俄罗斯北极、索马里海域、阿根廷海域、加勒比海周缘等十大领域油气勘探潜力大、合作机会多, 近期值得重点关注。

### 参考文献

- [1] 张鹏程, 陈嘉茹, 兰孟彤, 等. 能源行业的转折点: 迈向碳中和: “2021 国际能源发展高峰论坛”综述 [J]. 国际石油经济, 2021, 29(1): 9-14.  
Zhang Pengcheng, Chen Jiaru, Lan Mengtong, et al. Turning point of energy industry: heading towards carbon neutrality: Reviews of International Energy Executive Summit 2021[J]. International Petroleum Economics, 2021, 29(1): 9-14.
- [2] 史卜庆, 王兆明, 万仑坤, 等. 2020 年全球油气勘探形势及 2021 年展望 [J]. 国际石油经济, 2021, 29(3): 39-44.



- Shi Buqing, Wang Zhaoming, Wan Lunkun, *et al.* The global oil and gas exploration situation in 2020 and the outlook for 2021[J]. International Petroleum Economics, 2021,29(3):39–44.
- [3] IHS Markit. IHS energy: EDIN[EB/OL].(2019–01–01) [2021–04–31].<https://ihsmarkit.com/index.html>.
- [4] Woodmackenzie. UDT (upstream data tools)[D/OL]. (2019–01–01)[2021–04–31]. <https://udt.woodmac.com/dv/>.
- [5] 刘忻蕾, 王兆明, 史卜庆, 等. 2018年全球油气勘探形势分析与启示[J]. 国际石油经济, 2019,27(3):23–28.
- Liu Xinlei, Wang Zhaoming, Shi Buqing, *et al.* Analysis and enlightenment of global oil and gas exploration in 2018[J]. International Petroleum Economics, 2019,27(3):23–28.
- [6] 张功成, 屈红军, 张凤廉, 等. 全球深水油气重大新发现及启示[J]. 石油学报, 2019,40(1):1–34,55.
- Zhang Gongcheng, Qu Hongjun, Zhang Fenglian, *et al.* Major new discoveries of oil and gas in global deep-waters and enlightenment[J]. Acta Petrolei Sinica, 2019,40(1):1–34,55.
- [7] 中国石油勘探开发研究院. 全球油气勘探开发形势及油公司动态[M]. 北京: 石油工业出版社, 2020.
- Research Institute of Petroleum Exploration and Development. Global petroleum E&D trends and company dynamics[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2020.
- [8] 张光亚, 马锋, 梁英波, 等. 全球深层油气勘探领域及理论技术进展[J]. 石油学报, 2015,36(9):1156–1166.
- Zhang Guangya, Ma Feng, Liang Yingbo, *et al.* Domain and theory–technology progress of global deep oil & gas exploration[J]. Acta Petrolei Sinica, 2015,36(9):1156–1166.
- [9] 杨海军, 陈永权, 田军, 等. 塔里木盆地轮探1井超深层油气勘探重大发现与意义[J]. 中国石油勘探, 2020,25(2):62–72.
- Yang Haijun, Chen Yongquan, Tian Jun, *et al.* Great discovery and its significance of ultra-deep oil and gas exploration in Well Luntan-1 of the Tarim Basin[J]. China Petroleum Exploration, 2020,25(2):62–72.
- [10] 何海清, 范士芝, 郭绪杰, 等. 中国石油“十三五”油气勘探重大成果与“十四五”发展战略[J]. 中国石油勘探, 2021,26(1):17–30.
- He Haiqing, Fan Tuzhi, Guo Xujie, *et al.* Major achievements in oil and gas exploration of PetroChina during the 13<sup>th</sup> Five-Year Plan period and its development strategy for the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan[J]. China Petroleum Exploration, 2021,26(1):17–30.
- [11] 李鹭光, 何海清, 范士芝, 等. 中国石油油气勘探进展与上游业务发展战略[J]. 中国石油勘探, 2020,25(1):1–10.
- Li Luguang, He Haiqing, Fan Tuzhi, *et al.* Oil and gas exploration progress and upstream development strategy of CNPC[J]. China Petroleum Exploration, 2020,25(1):1–10.
- [12] Halbouty M T. Giant oil and gas fields of the decade 1990–1999[M]. AAPG Memoir 78, Tulsa: AAPG, 2003:1–340.
- [13] IHS Markit. Basin monitor: Guyana Basin[EB/OL].(2019–01–01) [2021–04–31]. <https://ihsmarkit.com/index.html>.
- [14] FAR Limited Company. Breaking through towards future SNE development[R]. 2016,9.
- [15] 余朝华, 肖坤叶, 张桂林, 等. 乍得 Bongor 盆地反转构造特征及形成机制分析[J]. 中国石油勘探, 2018,23(3):90–98.
- Yu Zhaohua, Xiao Kunye, Zhang Guilin, *et al.* Analysis on inverted structure characteristics and its forming mechanism in the Bongor Basin, Chad[J]. China Petroleum Exploration, 2018,23(3):90–98.
- [16] Rønnevik, Hans Chr, Arild Jørstad, *et al.* The discovery process behind the giant Johan Sverdrup Field[M]// Merrill R K, Sternbach C A. Giant fields of the decade 2000–2010. AAPG Memoir 113, 2017:195–220.
- [17] 邹才能, 翟光明, 张光亚, 等. 全球常规–非常规油气形成分布、资源潜力及趋势预测[J]. 石油勘探与开发, 2015,42(1):13–25.
- Zou Caining, Zhai Guangming, Zhang Guangya, *et al.* Formation, distribution, potential and prediction of global conventional and unconventional hydrocarbon resources[J]. Petroleum Exploration and Development, 2015,42(1):13–25.
- [18] 高华华, 史卜庆, 吴亚东, 等. 埃尼公司“双勘探模式”分析与启示[J]. 国际石油经济, 2020,28(11):83–89.
- Gao Huahua, Shi Buqing, Wu Yadong, *et al.* Analysis and implications of Eni’s dual-exploration model[J]. International Petroleum Economics, 2020,28(11):83–89.
- [19] 童晓光, 张光亚, 王兆明, 等. 全球油气资源潜力与分布[J]. 地学前缘, 2014,21(3):1–9.
- Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming, *et al.* Global oil and gas potential and distribution[J]. Earth Science Frontiers, 2014,21(3):1–9.
- [20] 童晓光, 张光亚, 王兆明, 等. 全球油气资源潜力与分布[J]. 石油勘探与开发, 2018,45(4):727–736.
- Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming, *et al.* Distribution and potential of global oil and gas resources[J]. Petroleum Exploration and Development, 2018,45(4):727–736.
- [21] 中国石油勘探开发研究院. 全球油气资源潜力与分布(2021年)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2021.
- Research Institute of Petroleum Exploration and Development. Potential and distribution of global oil and gas resources(2021)[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2021.
- [22] 吴义平, 田作基, 童晓光, 等. 基于储量增长模型和概率分析的大油气田储量增长评价方法及其在中东地区的应用[J]. 石油学报, 2014, 35(3):469–479.
- Wu Yiping, Tian Zuoji, Tong Xiaoguang, *et al.* Evaluation method for increase of reserves in large oil–gas fields based on reserves growth model & probability analysis and its application in Middle East[J]. Acta Petrolei Sinica, 2014,35(3):469–479.
- [23] 计智锋, 穆龙新, 万仑坤, 等. 近10年全球油气勘探特点与未来发展趋势[J]. 国际石油经济, 2019,27(3):17–22.
- Ji Zhifeng, Mu Longxin, Wan Lunkun, *et al.* Global oil and gas exploration situation in the past decade and its development trend[J]. International Petroleum Economics, 2019,27(3):17–22.
- [24] 张宁宁, 王青, 王建君, 等. 近20年世界油气新发现特征与勘探趋势展望[J]. 中国石油勘探, 2018,23(1):44–53.
- Zhang Ningning, Wang Qing, Wang Jianjun, *et al.* Characteristics of oil and gas discoveries in recent 20 years and future exploration in the world[J]. China Petroleum Exploration, 2018,23(1):44–53.