

# 南黄海盆地 26 口钻井特征

许红<sup>1,2</sup>, 张海洋<sup>1,2,3</sup>, 张柏林<sup>1,2,4</sup>, 闫桂京<sup>1,2</sup>, 施剑<sup>1,2</sup>, 杨艳秋<sup>1,2</sup>,  
孙和清<sup>1,2</sup>, 李建委<sup>1,2,5</sup>, 董刚<sup>1,2</sup>, 卢树参<sup>1,2,3</sup>

(1 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071; 2 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071;  
3 中国石油大学(华东), 青岛 266580; 4 中国地质大学(武汉), 武汉 430074; 5 山东科技大学, 青岛 266510)

**摘要:**总结了南黄海盆地 54 年来油气探井钻探成败的经验, 图示了井震圈闭的特征, 指出迄今南黄海盆地完钻 26 口井, 其中中国 21 口, 总进尺 54 502 m; 124°E 以西平均 8 047 km<sup>2</sup> 钻井 1 口。钻井揭露地层包括石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系与第四系, 最老地层为石炭系; 钻遇岩性有碳酸盐岩、煤系和碎屑岩; 揭露了 16 种地层接触关系, 解剖了背斜、断块、透镜体岩性和不整合面等圈闭类型。中方 21 口井主要分布于南黄海盆地南部坳陷、北部坳陷和勿南沙隆起 3 个区带, 先后在 CZ6-1-1 井获得轻质原油 2.45 t、在 ZC1-2-1 井泥岩岩心裂缝中见轻质油以及在其他 3 口井中见油气显示。最后提出了古生界参数井钻探等建议。

**关键词:**南黄海盆地; 油气探井; 地层接触关系; 圈闭类型; 参数井钻探

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2015.04001

没有钻井就没有油气发现, 与陆域油气勘探一样, 海洋油气勘探也必须依靠钻井获得油气发现, 但钻井显然远远不如陆上油气勘探那么方便和成本较为低廉。海洋油气勘探钻井不仅受海况和气象影响, 最为关键的还必须具备钻井平台。平台可分 4 种类型: ①浮式钻井船; ②自升式钻井平台; ③半潜式钻井平台; ④座底式钻井平台<sup>[1]</sup>。随着水深加大, 利用的钻井平台不同, 其成本将随之增加; 而随着油气勘探进程的发展, 钻井类型也不同, 可以是野猫井、普查井、参数井、探井和开发井, 目前南黄海盆地还不存在最后一种钻井类型。

笔者回顾南黄海盆地 41 年来 26 口油气钻井的历程, 深刻体会到这个过程与中国海洋石油工

业的发展及技术进步紧密相连。南黄海盆地 1961 年开始油气勘查, 至今已经 54 年, 而首口钻井始于 1974 年, 至今已经 41 年。前人将南黄海盆地油气勘探历程划分为自营普查勘探、中外合作勘探和新一轮油气资源补充调查 3 个阶段<sup>[2]</sup>。本文沿用这个划分, 初步分析了各个阶段钻井的特征, 探讨失败的原因及其得失。因为迄今为止, 南黄海盆地是中国海域唯一尚未获得工业油气流发现的大型含油气盆地。与之成鲜明对照的是, 苏北盆地面积仅为  $3 \times 10^4$  km<sup>2</sup>, 不到南黄海盆地的 1/5, 但苏北盆地目前保持每年 200 万 t 石油当量油气产出, 其中的 90% 源自新生界。但是, 在迄今苏北盆地发现的 133 个中小油气藏中<sup>[3]</sup>, 对于海域油气勘探而言具有经济价值者仅仅 7~8 个而已<sup>[4]</sup>, 这就是海陆油气勘探的区别和海域油气勘探面临的现实。海上油气田开发是不可能像陆域一样以磕头机方式每天抽取 1~2 t 最多 10 余吨原油的。为此, 本文仅从钻井的角度探讨分析, 以推进南黄海盆地古生界

收稿日期: 2014-12-07

基金项目: 中国地质调查局项目(GZH201200510); 国家重点基础发展研究计划“973”(2012CB956004); 国家自然科学基金(41106064, 49206061)

作者简介: 许红(1957—), 男, 博士, 研究员, 主要从事海域油气成藏与资源勘探评价方面的研究工作。E-mail: qdxhong@163.com



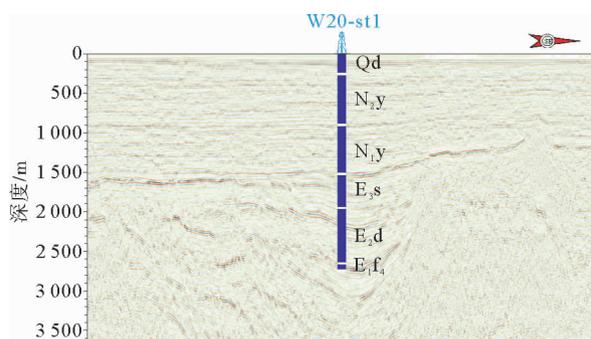


图2 位于南黄海盆地南部拗陷的W20-ST1井, 井深3500 m;井底阜宁组四段

Fig. 2 W20-ST1, located in the Southern Depression of the South Yellow Sea Basin at a depth of 3 500 m, is ended in the 4th Member of Funing Formation

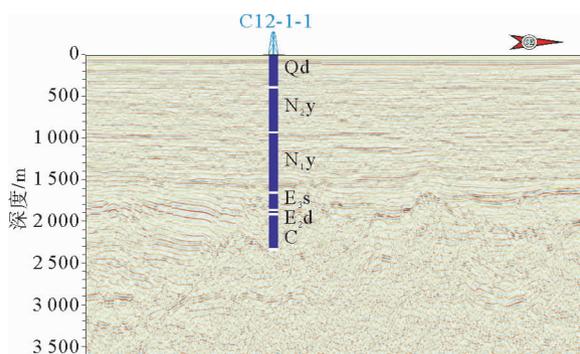


图4 位于南黄海盆地西南部的C12-1-1井, 井深3086 m;井底石炭系高骊山组

Fig. 4 Well C12-1-1, located in the southwest of the South Yellow Sea Basin at a depth of 3 086 m, is ended in the Gaolishan Formation of Carboniferous

拉夫公司以及美国雪佛龙/德士古公司签订了“中国南黄海南部12/06合同区石油合同”,“中国南黄海南部10/36合同区石油合同”及“中国南黄海南部24/11合同区石油合同”等3个合同。1984年,钻探了C6-1-1井(图3),进尺3908 m;于3017 m以下古近系井段内多次发现油气显示,在阜宁组三段3823~3830 m井段测试,获得日产2.45 t低产油流,实现了南黄海盆地油气发现的突破。该井至今还保持中国在南黄海盆地石油探井的2项第一:第1口油气发现井,最深的石油探井。1985年完钻的C12-2-1井(图4),井底地层年代石炭系,钻厚646 m,是南黄海盆地揭露地层最老的井。

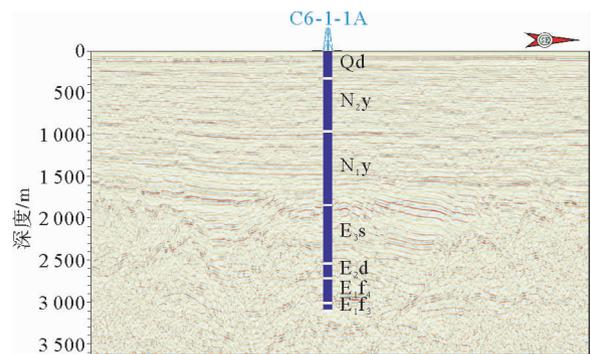


图3 位于南黄海盆地西南部的C6-1-1A井, 井深3907 m,井底阜宁组三段

Fig. 3 Well C6-1-1, located in the southwest of the South Yellow Sea Basin at a depth of 3 907 m, is ended in the 3rd Member of Funing Formation

第2时期(1986—1998年):钻井2口。1986年,第2轮对外油气勘探启动招标,中国海洋石油总公司与BP公司、克拉夫公司以及美国雪佛龙/德士古公司再签订合同,分别在南黄海盆地北部拗陷钻探井2口,其中Z1-2-1井在井底3524 m于最后1次取心的泥岩岩心中发现轻质原油。

这个阶段钻井总进尺27609 m,不但实现了油气发现,而且地质任务完成优良,钻获上古生界和中生界碳酸盐岩。但因为多数井的失败及油气发现不具有工业价值打击了中外业者的信心,为此大多数外国石油公司停止了在南黄海的勘探活动,盆地石油勘探陷入低谷。但此时,四川盆地在普光地区开展三叠系海相碳酸盐岩勘探获得超大气藏突破性发现,而后又在附近发现龙岗和元坝同类型大型礁滩相大气藏;启示南黄海油气勘探工作者认真总结经验,逐渐意识到前新生界可能具有较大的资源潜力,开始提出前新生界油气勘探的思路。

### 1.3 新一轮油气资源补充调查阶段(1999至今)

这个阶段迄今已经历时17年,共钻井5口。

新一轮油气资源补充调查勘探阶段得到国家重视,分别实施了多个调查和研究项目。于2000年和2001年,中国海洋石油总公司在南黄海盆地南部拗陷和勿南沙隆起分别钻探了W4-2-1和C35-2-1井(图5),累计进尺5500 m,2口井分别钻遇三叠系和二叠系;2009年,钻探RC20-2-1井,进尺

3 273 m, 钻遇厚度达 2 000 m 的含大套深灰黑色岩系的侏罗系<sup>[6,7]</sup>, 无论是沉积厚度、岩性特征还是生烃指标都大大超过和强于北黄海盆地侏罗系<sup>[8]</sup>, 改变了早期南黄海盆地不存在侏罗系的认识。

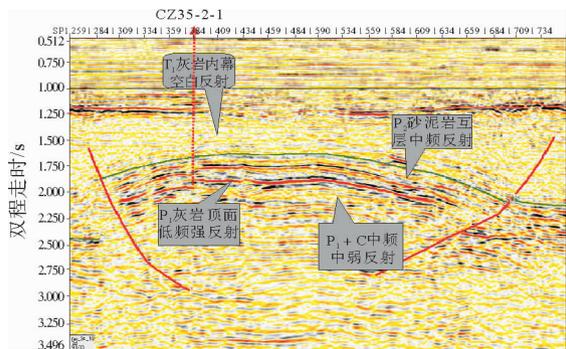


图5 位于南黄海盆地南部拗陷的 C35-2-1 井, 井深 3 500 m; 井底二叠系

Fig. 5 Well C35-2-1 located in the Southern Depression of the South Yellow Sea Basin at a depth of 3 500 m; is ended in Permian

## 2 主要认识和结论

南黄海盆地钻井 3 个阶段总计钻井 26 口, 表现为以下特点:

### 2.1 勘探程度低, 钻井数量少

在 124°E 以西海域总计钻井 23 口(含韩国 2 口), 平均 7 350 km<sup>2</sup> 1 口, 表明南黄海盆地勘探程度极低。

### 2.2 所有探井的井深都太浅

第 1 阶段前 2 年钻 2 口井都属于千米井, 之后的 5 口井为 2 km 井, 最大井深都未超过 2 500 m, 最深的 H6 井 2 413 m。后来钻的井有 6 口超过 3 000 m, 最深仅 3 907 m, 不少钻井因为井深太浅如 H1 井, 事实上并未完成预期目标, 距离钻达勘探目标层系的圈闭高点深度差距较大, 这种情况不止 1 口。

### 2.3 没有钻探像样的参数井以全取全准资料

钻探多口参数井目标层系大部为新生界包括 H5、H7、W20-ST1 和 W5-ST1 等, 井深略超过

3 500 m; 目标层系有新生界也有下伏未知反射包括杂乱反射层系, 揭露了千米以上的三叠系碳酸盐岩和二叠系含煤层系, 与建立盆地完整地层序列目标的参数井钻探要求距离甚远, 比如塔里木盆地参数井塔深 1 井, 达 8 408 m, 揭露寒武系。

### 2.4 钻井分布主要集中在南北 2 大拗陷及 3 个区带

钻井分布极不均衡, 大多位于南部和北部拗陷, 中部隆起区没有钻井。主要分布在南部拗陷的南二、南三凹陷, 达 11 口, 进尺 34 300.31 m; 其次是北部拗陷, 8 口, 进尺 17 114.72 m; 另有 2 口井分别位于勿南沙隆起及西南部滩海浅水区, 位于勿南沙隆起的 CZ35-2-1 井, 进尺 2 728 m, 钻遇三叠系碳酸盐岩。其中, H1 井区约 40 km<sup>2</sup> 范围内钻井 3 口(包括 H1 井)。完钻 26 年后, 于 2000 年还在附近钻井 1 口, 显然是与 H1 井太浅未钻达构造高点及其目的层系有关; 常州 6-1-1 井区钻井 3 口, H6 井区钻井 4 口, 或与常州 6-1-1 井见油, 其下伏为比较完整构造圈闭, 力图揭示多种构造—地层关系和圈闭类型有关。

### 2.5 韩国钻井至今保持 2 项第一

中方 21 口井全部位于 124°E 以西, 进尺 54 502 m, 揭露石炭系。但韩国早于中国在南黄海盆地钻井, 总计 5 口, 进尺 14 793 m, 其中的 2 口井(Kachi-1、Heama-1)位于 123°25'~123°43'E 附近, 揭露三叠系。韩国钻井至今保持南黄海盆地第 1 口石油探井, 南黄海盆地最深石油探井 2 项第一。

### 2.6 揭露多种地层接触关系, 最老地层石炭系

中方钻探 21 口井除多数分别钻遇新近系和古近系以外, 仅 9 口揭露了中、古生界, 钻遇白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系和石炭系; 特别是解析了多种地震反射类型, 验证了海相沉积环境的发育和大套碳酸盐岩沉积体系的存在; 总计钻遇了 16 种地层接触关系(图 6)。

其中, 在 C12-1-1 井区, 钻遇地层缺失最多, 新近系直接与二叠系接触, 按照正常地层沉积厚度和层序分析, 推测最大缺失沉积层厚度近万米; 其次是 W13-3-1 井, 古新统与二叠系接触; 第 3

钻井号	C24-1-1	C35-2-1	W5-ST-1	R20-2-1	W13-3-1	Z7-2-1	H2	C12-1-1
Q						●		
N <sub>1</sub>		●	●	●			●	●
E <sub>3</sub>	●		●		●		●	
E <sub>2</sub>	●							
E <sub>1</sub>	●		●		●			
K <sub>2</sub>	●			●		●	●	
K <sub>1</sub>				●		●		
J				●				
T <sub>1</sub>	●	●	●			●		
P <sub>2</sub>		●	●					
P <sub>1</sub>					●			●
C								●

图 6 南黄海盆地部分钻井揭露地层接触关系

Fig. 6 Stratigraphic relationship of the South Yellow Sea Basin revealed by drilling wells

是 C35-2-1 井新近系与下三叠统接触,问题是该井位于勿南沙隆起而 C12-1-1 井位于凹陷、W13-3-1 井位于南部坳陷低凸起,因此,有关南黄海盆地构造区划的历史成果值得斟酌;第 4, RC20-2-1 井钻遇大套深灰黑色侏罗系,表明南黄海盆地该井区侏罗系具有广阔的勘探前景,证实了扬子—华北板块陆陆碰撞作用背景下一期重要前陆盆地的形成<sup>[9,10]</sup>,其下部以暗色岩系为主夹煤系地层的特征与我国中下侏罗统特征相似<sup>[11-13]</sup>,并可能属于局部富生烃凹陷,应当作为深入研究的课题得到高度重视,但多数钻井缺失侏罗系;第 5, Z7-2-1 井第四系直接与白垩系接触;第 6,唯一一口揭露侏罗系的井钻遇巨厚深灰黑色侏罗系;第 7,值得特别注意的是在 6 口钻遇三叠系碳酸盐岩的井中,1 口位于勿南沙隆起,3 口分布于南部坳陷,2 口位于北部凹陷,表明当时可能存在大规模海相沉积环境,期待出现普光—元坝—龙岗型礁滩相沉积体系及其油气藏。

上述钻井地层揭露的不整合面及其复杂地层关系从一个方面证明南黄海盆地构造运动强烈及剥蚀程度较大,关键是多期构造运动的叠加改造;特别是与扬子—华北 2 大板块自印支早期开始陆陆碰撞,逆冲断裂体系发育,伴之以多期前陆加后期太平洋系构造运动的复杂叠加改造有关。

2.7 解析了多种构造类型

南黄海盆地所有已钻探井沿用了新区钻探解剖背斜为主如 H1 和 H4 井等的原则,先后兼顾钻探了背斜、断背斜、透镜体岩性和古潜山断块等多种构造类型。

2.8 钻井油气发现分别属于新生界和白垩系

在钻探第 1 口井之后的第 10 年实现了在新生界阜宁组的油气发现,之后于青岛海洋地质研究所在中生界白垩系泰州组泥岩岩心裂缝中发现轻质原油。但因为先后大量的失败和并不具有工业价值的油气发现,导致中外业者信心受挫,陷入长期举步维艰的境地。

2.9 已经超过 5 年南黄海盆地没有钻井

2009 年以来,南黄海盆地经历了超过 5 年没有钻井的时期。在这个阶段,相关油气地质特征研究取得了大量新认识新成果,之前纠结钻井深浅及其经费的投入,如今已不再是问题,包括地震探测、采集、处理和解释软硬件技术也已经取得长足进步,南黄海盆地三维地震勘探和滩海区地震勘探都已经开展。因此,人们有理由相信在这些工作成果的基础上,期待类似上扬子普光大气田和包括多个诸如寒武—震旦系古老油气藏能够在南黄海盆地被发现。

3 问题与建议

(1)目前,业界针对南黄海盆地钻井油气地球化学和测井解释的成果较少,基本局限在不多的文章中<sup>[14]</sup>,主要原因在于研究资料较为欠缺,油气钻井岩心样品少。目前多数钻井取心很少,除了个别钻井如诸城 1-2-1 井曾于 1985—1986 年由青岛海洋地质研究所完成国际规范岩心编录和系统描述分析外,其余钻井的研究以专业油气公司为主,缺乏来自钻井的样品测试分析数据和认识。

(2)没有投入就没有产出,建议建立和实行多元化投入机制,包括中外合作勘探机制,在南黄海盆地实施常态化油气探井和参数井钻探。

(3)建议尽快完成南黄海盆地以前石炭系为目标层系的参数井钻探。

(4)解剖钻探印支面及之下深层形态较为完整的背斜—断背斜构造类型和礁滩相岩性构造及半背斜构造,并将其视为钻井可行性研究和部署考虑的要点。

## 参考文献:

- [1] 杨良华. 海上石油勘探与水文气象关系[J]. 中国海洋平台, 1996, 11(4): 176-177, 173.
- [2] 蔡乾忠. 中国海域油气地质学[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [3] 许红, 王果寿. 苏北盆地的油气勘探及下扬子中、古生界储层的系统研究[J]. 海洋地质动态, 2008, 24(2): 21-25.
- [4] 龚再升. 南黄海及邻域沉积盆地油气勘探与研究[C]//南黄海盆地油气地质特征和勘探. 2012.
- [5] 朱景善, 尚建国. 中国油气资源勘查大事记[J]. 石油与天然气地质, 1989, 10(3): 291-320.
- [6] 张涛. 黄海海域侏罗纪地层新知[J]. 海洋石油, 2010, 30(3): 31-33.
- [7] 高顺莉, 周祖翼. 南黄海盆地东北凹地层的发现及其分布特征[J]. 高校地质学报, 2014, 20(2): 286-293.
- [8] 王立飞, 王衍棠, 胡小强. 北黄海盆地西部拗陷地层与沉积特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2010, 3(3): 97-104.
- [9] 许红, 闫桂京, 施剑, 等. 国家海洋地质保障工程专项成果报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2012.
- [10] 许红, 闫桂京, 施剑, 等. 国家海洋地质保障工程专项成果报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2013.
- [11] 田在艺, 万仑昆. 中国侏罗系岩相古地理与含油气远景[J]. 新疆石油地质, 1993, 14(2): 101-116.
- [12] 王思恩. 中国的侏罗系[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 54-59.
- [13] 陈丕基. 中国陆相侏罗、白垩系划分对比述评[J]. 地层学杂志, 2000, 24(2): 114-118.
- [14] 傅宁, 刘英丽, 熊斌辉, 等. CZ35-2-1 井古生界烃源岩地球化学参数异常分析[J]. 中国海上油气, 2003, 17(2): 93-98.

## CHARACTERISTICS OF THE 26 WELLS FROM THE SOUTH YELLOW SEA BASIN

XU Hong<sup>1,2</sup>, ZHANG Haiyang<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Bolin<sup>1,2,4</sup>, YAN Guijing<sup>1,2</sup>, SHI Jian<sup>1,2</sup>, YANG Yanqiu<sup>1,2</sup>, SUN Heqing<sup>1,2</sup>, LI Jianwei<sup>1,2,5</sup>, DONG Gang<sup>1,2</sup>, LU Shushen<sup>1,2,3</sup>

(1 Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environment Geology, Ministry of Land and Resources,

Qingdao 266071, China; 2 Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China;

3 China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China;

4 China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China;

5 Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

**Abstract:** There are a total of 26 drilling wells in the South Yellow Sea Basin, of which 21 with a total footage of 54 502 m are drilled by China. To the west of 124°E, there is one well per 8 047 km<sup>2</sup> on average. The Carboniferous is the oldest sedimentary strata encountered so far in the region. There occur the Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleogene, Neogene and Quaternary deposits. Carbonate, clastic rocks and coals are all available. There are 16 kinds of stratigraphic contacts and various traps, such as dissected anticlines, fault block, lens and traps sealed by lithology and unconformities. The 21 Chinese wells are located in the three districts, they are the Southern Depression, the Northern Depression and the Wunansha Uplift of the South Yellow Sea Basin. In the well of CZ6-1-1 there gained 2.45 tons of light oil and in the well of ZC1-2-1 light crude oil is found in shale fractures. Oil and gas shows are observed in other three wells. Based on the data mentioned above, we put forward some suggestions about drilling Paleozoic parameter wells.

**Key words:** the South Yellow Sea Basin; well of oil and gas exploration; stratigraphic contact; types of trap; test well drilling