

东海陆架盆地西湖凹陷油气发现历程回顾

李晓兰

(中国石油化工股份有限公司上海海洋油气分公司研究院, 上海 200120)

摘 要: 东海陆架盆地的油气发现开始于 1980 年, 并主要集中于西湖凹陷。从 1980 年至 1995 年是东海油气勘探成果辉煌的 15 年, 期间共发现了平湖、春晓、天外天、宝云亭、武云亭、孔雀亭、断桥、残雪等 8 个油气田及一大批含油气构造。

关键词: 东海陆架盆地; 西湖凹陷; 油气发现; 勘探; 历程回顾

中图分类号: TE51

文献标识码: A

西湖凹陷是东海陆架盆地中主要的含油气凹陷之一, 目前东海已发现的油气主要集中于西湖凹陷(图 1)。

早在 20 世纪 60 年代著名地质学家李四光在听取地质部海洋地质科学研究所汇报时就指出: “海上石油的远景在东海”。

1970 年 6 月 2 日当时的地质部根据国务院的指示在上海组建了代号为“627 工程”的海洋钻探船及配套设备、仪器设计工程筹备小组。同年 9 月将原地质部第五物探大队更名为第一海洋地质调查大队, 承担南黄海和东海海域的海洋石油地质调查工作。1973 年 4 月 28 日在国家计委地质局“627 工程”筹备组的基础上, 国务院批准在上海成立海洋地质调查局, 该局及所属的第一海洋地质调查大队、第三海洋地质调查大队(1975 年 9 月成立)和海洋地质综合研究大队(1979 年 12 月成立)一直为东海油气勘探的主要力量。

1974 年和 1977 年国务院 2 次批准开展东海部分海域的综合海洋地质调查工作, 2 次批准调查的总面积为 $38.08 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。第一海洋地质调查大队“海洋一号”调查船自 1974 年 9 月至 10 月、1975 年 3 月至 6 月和 1977 年 9 月至 11 月, 分 3 次对东海批准区域进行了综合海洋地质调查工作。共完成水深测量 9 792 km, 磁力测量 10 109 km, 船舷重力测量 8 637 km, 地震 9 668 km。取得了我国自己的较系统的第一手地球物理和地质资料。

通过对综合地质调查资料的分析研究, 第一海洋地质调查大队分别于 1976 年 1 月和 1978 年 6 月提交了《东海综合海洋地质初步概查报告》和《东海海区综合海洋地质初查报告》, 明确提出了“东海盆地的含油气远景极为有利, 具有‘三大一多’的特点, 即盆地面积大, 沉积厚度大, 构造规模大, 局部构造多。其面积约相当松辽盆地和华北盆地的总和。”“四排局部构造分布在北纬 28° 至 $31^\circ 30'$ 之间, 绵延 400 km, 规模巨大, 延展很长, 实属罕见, 十分喜人。”1979 年海洋地质调查局第一海洋地质调查大队对东海温东海区进行了 1 681 km 的数字地震测量。

东海初步的海洋地质综合调查展现了十分诱人的油气远景, 预示着东海的油气勘探在 20 世纪 80 年代将迎来一系列的重大突破。

1 首钻见天然气

1980 年 8 月地质部第二次海洋地质工作会议在青岛市汇泉宾馆召开, 会议确定“在近 3 年内海洋地质工作应以东海为重点, 在全面分析综合评价的基础上, 力争早日实现突破”的方针。并决定“勘探二号”钻井平台从南海调到东海, 以加快东海海域的油气勘探。同年 9 月, 地质部“勘探二号”钻井平台由南海珠江口抵达东海南山锚地, 并于 1980 年 12 月 16 日至 1981 年 2 月 12 日首次在东海陆架盆地龙井构造上钻探了“龙井一井”,

井二井之间,距2口井各为16 km。此时,在东海辽阔的海面上,地质部和石油工业部的二座平台同时在龙井构造带上钻探,形成了东海油气勘探的一次高潮。东海一并于1982年6月22日完钻,终孔井深4 200 m,该井从1 573.0~4 156.0 m井段的新近系下部和古近系上部见到气测显示97层,视厚372 m,通过综合判断,显示较好的有12层,视厚125 m,主要集中在2 565.0~4 156.0 m井段。经测井综合解释,该井在2 609.0~3 185.0 m井段,有3层气水层,3层含气水层,4层含少量气的水层。该井共试油3层,仅2层有结果;电缆测试5层,只1层有结果。对有结果的3层资料分析,1层为干层,另2层为低产气层。

龙井二并于1982年7月24日完钻,终孔井深4 117.26 m。全井从1 962.0~4 060.0 m井段,见有28个气测异常显示段,其中9层较好。测井解释有气层4层,视厚11.2 m;差气层9层,视厚30.6 m;气水同层1层,视厚9.0 m;含气水层8层,视厚38.5 m。经测试获日产天然气14 009.6 m³。龙井二井的油气产量虽然没有达到商业价值,但该井是东海陆架盆地中第一口试获天然气流的钻井,也是东海油气勘探的一次突破。

2 发现第一个油气田

在龙井构造带钻探龙井一井、东海一井和龙井二井后,获取具商业价值的油气发现已成为当时油气勘探的主要目标。东海油气地质学家详细研究了东海的地震和地质资料后,将钻探的目标投向了东海陆架盆地西湖凹陷西斜坡上的平湖构造带,并在原5×5 km地震测网的基础上及时加密至2×2 km。通过资料处理解释,认为平湖构造带的放鹤亭构造地质、水深条件较适合勘探二号钻井平台钻探。经地矿部批准,海洋地质调查局“勘探二号”钻井平台于1982年11月7日在平湖构造带放鹤亭构造上开始钻探平湖一井。该井在钻至2 309 m时,按地质设计的要求进行了第六回次的地层取心,此次取心取到了平湖油气田第一层主要油气层的岩心(该层后经测试证实日产原油60.8 m³,为平湖油气田的主力产层之一),因此东海陆架盆地第一个油气田的第一层主要油气层就有可靠的岩心资料。平湖一并于

1983年4月10日钻至井深4 650.6 m完钻,全井发现30层油气显示,测井解释的油气层达41层之多。该井选择了18层,分7次进行试油,其中井深2 308.0~2 311.0 m、2 792.5~2 977.0 m、3 308.0~3 792.0 m等三个测试层获得高产工业油气流,三层日产量合计为原油170余立方米,天然气41万余立方米。该井第一次在东海陆架盆地发现了具商业价值的油气流,为东海油气勘探的一次重大突破。平湖一井试出高产工业油气流后,1983年6月8日地矿部致电祝贺平湖一井试获工业气流。7月13日,地矿部和上海市人民政府在上海联合召开了东海石油地质普查获工业油气流总结表彰大会,表彰平湖一井施工中有功人员和集体。该井1984年获地矿部地质找矿特等奖。

继平湖一井之后,地矿部海洋地质调查局于1985年11月18日至1986年4月19日、1986年11月19日至1987年2月27日和1988年4月16日至12月11日分别钻探了平湖二井、平湖三井和平湖四井,均获高产工业油气流,为全面评价平湖油气田提供了可靠的地质依据。

3 连续获重大油气发现

在平湖一井获重大油气突破后,地矿部海洋地质调查局先后在东海陆架盆地西湖凹陷钻探了玉泉一井、天外天一井、孤山一井、平西一井、残雪一井(与中国海洋石油东海公司共同投资)和宝云亭一井(表1),其中玉泉一井、天外天一井、孤山一井、残雪一井和宝云亭一井均试获油气流。至20世纪80年代末,东海的油气勘探已获得了一系列重大突破,发现了平湖、天外天、残雪和宝云亭等一批具商业价值的油气田。

进入20世纪90年,东海的油气勘探继续捷报频传。1990年4月7日至1990年6月7日地矿部上海海洋地质调查局与中国海洋石油东海公司共同投资在东海陆架盆地浙东坳陷西湖凹陷钻探的断桥一井获日产原油210.31 m³,天然气26.97×10⁴ m³。1991年12月22日至1992年3月30日,地矿部上海海洋地质调查局“勘探三号”钻井平台在西湖凹陷西斜坡平北地区孔雀亭构造上钻探了孔雀亭一井,获日产原油283.61 m³,天然气36.59×10⁴ m³。

表 1 东海西湖凹陷钻井及测试成果统计表

Tab. 1 Well data in Xihu Trough, the East China Sea

序号	探井名称	钻探起止时间		完钻井深/ m	测试情况		含油气 层位
		开钻	完钻		油/($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	气/($10^4 \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	
1	龙井一井	80.12.16	81.02.12	3469.46	/	/	
2	龙井二井	82.03.15	82.07.24	4227.86	/	1.4	E _{3h}
3	平湖一井	82.11.17	83.04.10	4650.6	174.34	40.84	E _{3h} 、E _{2p}
4	玉泉一井	84.11.17	85.03.30	3902.8	/	6.26	E _{3h}
5	天外天一井	85.11.04	86.05.10	5000.3	16.7	23.4	E _{3h}
6	平湖二井	85.11.18	86.04.19	4105	303.6	64.62	E _{3h} 、E _{2p}
7	孤山一井	86.11.05	87.02.10	3816.51	57.67	/	E _{3h}
8	平湖三井	86.11.19	87.02.27	3705.14	60.49	50.51	E _{3h} 、E _{2p}
9	平西一井	87.12.15	88.02.07	3204.07	/	/	
10	平湖四井	88.04.16	88.12.09	3750.41	1892.85	148.68	E _{3h} 、E _{2p}
11	宝云亭一井	88.12.23	89.06.10	4125.76	266	46.45	E _{2p}
12	残雪一井	89.04.10	89.06.13	3651.13	103.22	74.19	E _{3h}
13	秋月一井	89.10.31	90.02.15	4516.6	0.36	1.4	E _{3h}
14	来鹤亭一井	90.03.23	90.06.13	3908.33	/	/	
15	断桥一井	90.04.07	90.06.07	3873.68	210.31	26.97	E _{3h}
16	花港一井	90.12.15	91.04.01	4403.54	/	/	
17	宝云亭二井	91.02.20	91.05.10	4053.46	71.15	3.94	E _{2p}
18	净寺一井	91.11.30	92.03.10	4513	/	/	
19	孔雀亭一井	92.01.12	92.03.10	4503.35	283.61	36.59	E _{2p}
20	平湖五井	92.07.04	92.09.22	3788.18	577.63	68.6	E _{3h} 、E _{2p}
21	武云亭一井	92.12.21	93.03.25	4301.5	646.14	26.66	E _{2p}
22	玉泉二井	93.05.19	93.07.19	3802.52	/	/	E _{3h}
23	武北一井	94.03.06	94.05.25	4381.24	93.3	39.9	E _{2p}
24	宝云亭三井	94.11.06	95.01.05	4240.18	121.8	40.8	E _{2p}
25	春晓一井	95.03.27	95.05.28	3818	169.4	161.6	E _{3h}

1992年12月21日至1993年3月25日,“勘探三号”钻井平台在西湖凹陷西斜坡平北地区武云亭构造上钻探了武云亭一井,获日产轻质油 646.14 m^3 ,天然气 $26.66 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

1994年3月6日至1994年5月25日,“勘探三号”钻井平台在武云亭一井北偏东方向约3 km处钻探了武北一井,获日产原油 93.3 m^3 ,天然气 $39.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

1995年3月27日至1995年5月29日,“勘探三号”钻井平台在西湖凹陷春晓构造上钻探了春晓一井,该井完钻井深3 818 m。1995年7月24日地质矿产部在北京召开新闻发布会,宣布东海“春晓一井”获特高产工业油气流,日产凝析油 200.04 m^3 ,天然气 $160.13 \times 10^4 \text{ m}^3$,东海的油气勘探又取得了战略性重大突破。

从1980年至1995年是东海油气勘探成果辉煌的15年,其间共发现了平湖、春晓,天外天、宝

云亭、武云亭、孔雀亭、断桥、残雪等8个油气田及一大批含油气构造,为东海进一步油气勘探开发奠定了良好的基础。

参考文献:

- [1]《中国石油天然气的勘查与发现》编辑部. 中国石油天然气的勘查与发现[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [2]邱中建,龚再生. 中国油气勘探[M]. 北京:石油工业出版社,地质出版社,1999.
- [3]国土资源部中国地质调查局. 新中国海洋地质工作大事记(1949—1999)[M]. 北京:海洋出版社,2000.
- [4]沿海大陆架及毗邻海域油气区石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷十六). 沿海大陆架及毗邻海域油气区[M]. 北京:石油工业出版社,1990.
- [5]《上海海洋地质调查志》编纂委员会. 上海海洋地质调查志[M]. 上海:上海社会科学院出版社,1998.
- [6]瞿光明. 中国石油地质志(第四卷)[M]. 北京:石油工业出版社,1987.

总体方案, 为后续开发工程的顺利进行提供坚实基础。

[1] 海上采油工程编写组. 海上采油工程手册(上)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 1~4, 187, 203, 227, 230, 240-242.

[2] 赵英年. 海洋石油生产平台平面布置设计原则[J]. 中国海上油气(工程), 1994, 6(1): 1-7.

参考文献:

The facilities of offshore production platform

Qiu Junfeng

(*Institute of SINOPEC Shanghai Offshore Oil & Gas Company, Shanghai 200120*)

Abstract: Analyses the representative process, equipments and layout on offshore production platform, and educes the question which need to be noticed in practice.

Key words: gas and oil production; process system; auxiliary system; topside

(上接第 17 页)

Discovery course of oil and gas in Xihu Trough, the East China Sea Shelf Basin

Li Xiaolan

(*Institute of SINOPEC Shanghai Offshore Oil & Gas Company, Shanghai 200120*)

Abstract: The discovery of oil and gas in the East China Sea Shelf Basin began in 1980, and they are mainly in Xihu Trough. From 1980 to 1995, the oil and gas exploration in the East China Sea made great progress, the fields such as Pinghu, Chunxiao, Tianwaitian, Baoyunting, Wuyunting, Kongqueting, Duanqiao and Canxue, were discovered during this period.

Key words: the East China Sea Shelf Basin; Xihu Trough; oil and gas discovery; exploration; course review

(上接第 64 页)

Study of distribution of wellbore pressure and temperature of CO₂ injection well

Zhang Yong, Tang Renxuan

(*Oil Production Plant of Huadong Branch, SINOPEC, Taizhou 225300*)

Abstract: In the light of the energy balance equation of vertical conduit flow and combined with the computational method for the Ramy wellbore temperature distribution, the paper gives the distributions of wellbore pressure and temperature when CO₂ is injected at different injection rates, injection temperatures and injection time etc. and verifies it by actual data of injection test at Cao-8 Well in Subei Oilfield. The result is that the error percentage of pressure is 3.8% and the error percentage of temperature is 2.5%. On the basis of this, the paper further discusses the factors influencing wellbore temperature of CO₂ injection well and believes that the injection rate of CO₂ is the main influence factor.

Key words: CO₂; wellbore pressure; wellbore temperature; forecast