

渤海地区油气普查的成果及展望

蔡 乾 忠

(地质矿产部海洋地质研究所)



渤海地区包括渤海海域及沿岸陆地, 总面积约20万 km², 是渤海湾盆地的主要沉积中心。其中渤海海域为辽东半岛、辽河平原、华北平原、山东半岛所环抱。南北长550km, 东西宽346 km, 海岸线长3700 km, 海域内有渤海湾、辽东湾和莱州湾, 平均水深仅18m, 总面积约7万 km²。除渤海已发现有油气田外, 围绕渤海湾还分布有华北、大港、胜利和下辽河四个大型油气田, 是我国目前仅次于大庆油田的第二个石油工业基地。据1986年统计, 渤海地区年产原油已达5300万 t。

一、渤海地区早期油气普查概况

1955年2月, 地质部召开了第一次全国石油普查工作会议, 决定在全国范围内开展大规模的石油普查工作。同年3月即组织了5支石油普查队伍, 分别进入准噶尔、柴达木、鄂尔多斯、四川和华北盆地^[1]。1956年成立华北石油普查大队对华北平原展开了地质物探综合普查工作, 由于平原内除河南内黄、河北隆尧和河北山东交界的大小山有古老变质岩、寒武-奥陶系灰岩和玄武岩零星出露外, 绝大部分地区被第四纪松散沉积物所覆盖, 未见有任何油气显示, 仅在边缘露头区唐山一带见有奥陶系灰岩晶洞裂隙油苗, 因此早期石油普查曾把古生代海相沉积作为主要找油对象。

重力普查在渤海地区西侧查明了沧县重力高带, 并选择该带南官明化镇高点上布置地震十字剖面。1957年, 石油工业部根据普查资料在明化镇打第一口基准井(华1井), 钻探结果: 从地表至120m为第四纪全新统, 120—660m为更新统, 660—1063m为第三纪上新统, 之下即进入奥陶系, 未获任何油气显示, 也未见生油层系。之后又在开封南神岗、河北馆陶房八寨分别打了华2井、华3井, 均以见到部分第三系和白垩系红层而告终。因此认为在隆起带上找古生代油已不现实, 不得不改变主攻方向, 由隆起转向坳陷, 确定第三纪沉积为找油主要目标。继之普查地区即由西往东转移, 以渤海地区的济阳和黄骅坳陷为重点; 地震勘探也转向区域普查结合寻找局部构造的详查, 从此加速了找油步伐。

1959年初, 地质部中原石油物探大队地震二分队, 在济阳坳陷东营地区开展光点地

震，找到了东营等四个圈闭构造，为部署探井提供了根据。

1960年11月，地质部在天津召开的华北石油普查勘探会议上，将东营构造交给石油工业部华北石油勘探处率先进行勘探，在东营构造上布置华8井（图1），首次在渤海地区为华北突破出油关，为发现胜利油田起到了开路先锋的作用。此时河北省地质局物探队也配合找油，在黄骅拗陷用光点地震找到了羊三木构造，为发现大港油田打下了基础。

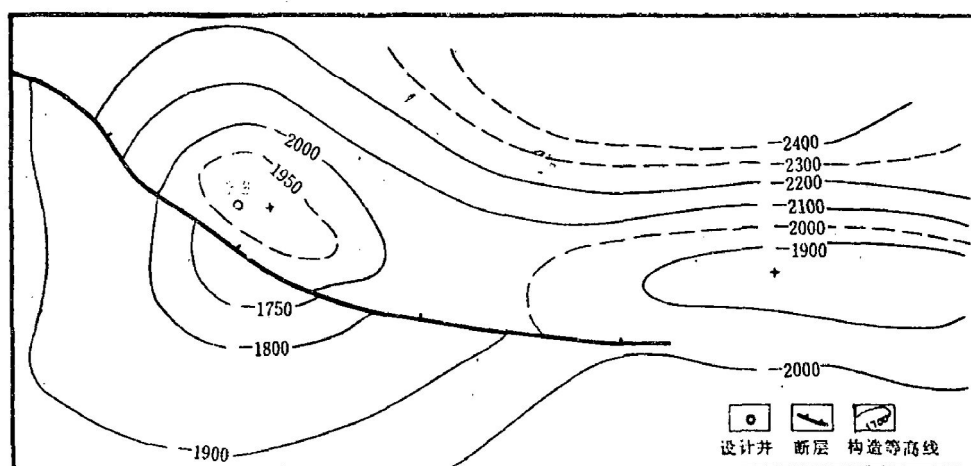


图1 东营构造井位图

（层位：制图层相当T₂反射层）

胜利和大港油田发现之前，普查工作已逐步向渤海海区延伸。1958年前后，获知渤海海上漂浮油苗报矿信息，以地质部华北石油普查大队为主，同石油工业部华东石油勘探局联合组成渤海油苗调查组，调查范围北起大连，南至蓬莱、芝罘、烟台、威海直至胶东半岛的成山角，间夹庙岛群岛、长山列岛、坨矶岛、城隍岛、黑岛、大钦岛、小钦岛和刘公岛等。由于当时华北除唐山奥陶系灰岩晶洞裂隙见油苗外，平原内部从未发现，故对海上“油苗”的出现更是半信半疑，猜测是轮船或沿海炼油厂、修船厂排出的废油。但是通过周密的调查访问，大量采集油样化验和分析对比，终于调查清楚海上漂浮油苗的真相，得出结论是：该油苗系来自渤海湾“本身”。推测油苗与古生代地层无关，而与侏罗纪后形成的中、新生代地层有密切关系，可能是通过断层运移外溢至海面。这就造成人们对渤海有无石油的种种猜想而平添神秘色彩。

早在1959年，地质部就决定在渤海开展航空磁测，并于1960年成立了第六物探大队，完成渤海海底重力面积测量和地震反射法大剖面调查，初步圈定约3万km²面积的凹陷，同时查明了第三系沉积厚度达9000m，找到了两个构造带，搞清了渤海与陆地连接同属于渤海湾盆地，扩大了含油气区普查范围，提高了找油信心。1955年，地质部在开展松辽盆地石油普查的同时，普查队伍曾南下到下辽河平原，首先由第二物探大队进行综合物探调查，圈定了下辽河拗陷，划分了凹陷与凸起次一级构造单元，找到了局部构造，证实了下辽河拗陷也属于渤海湾盆地。

地质部与石油工业部在渤海地区早期普查工作中，互相配合共同协作，为开创我国第二个大油气区和石油工业基地共同作出了重大贡献。

二、油气普查主要成果

1955—1965年是渤海地区早期油气普查阶段。十年来自力更生通过多工种联合方法,取得辉煌的成绩,总起来有六大地质成果:

1. 盆地的圈定和区域构造的划分以及地层层序的建立,是渤海地区早期油气普查工作最主要的基础成果

华北平原在未开展石油普查之前,我国不少地质学家对平原底下的地质情况曾作过各种各样的推测,但是对盆地的性质包括对盆地的形成时代和盆地结构,其概念却是比较模糊的。已故著名地质学家李春昱教授早在1951年曾这样提到:“……这个平原之下的地层,有寒武纪奥陶纪都是海相,石炭二叠纪地层一部分陆相、一部分夹有海相,都有生油的可能”^[2]。这样对华北盆地形成时期的推断,限于白垩纪之后的始新世之前,未曾认识到该盆地形成时期主要是燕山晚期之后的新生代。

对于一个被第四纪松散沉积物大面积覆盖的盆地(包括被海水淹没),先期普查工作主要是依靠大区域的综合物探,尤其是采用了重、磁、电三种方法配合,迅速地查明了盆地范围,肯定了华北平原是个大型沉积盆地。北起燕山、南至大别山、西界太行山、东接郯庐断裂,圈定盆地总面积达40万 km²。划分区域构造单元9个拗陷——济阳、黄骅、博野(后改为冀中)、临清、下辽河、渤中、开封、周口和合肥;5个隆起——无棣、沧县、内黄、通许和息县。其中拗陷总面积22万 km²。

早期普查期间,为配合物探资料解释曾打了一批中深井和参数井,比较系统地揭露了平原下的地层。普查队伍根据大量的钻井资料对第三纪地层剖面进行了组段划分,自上而下分为甲、乙、丙、丁四个组,并将济阳和黄骅拗陷的地层作了区域统一对比。之后随着地层资料的不断积累,尤其是探井对深部地层的揭露,使剖面更加完善,于是统一采用了石油工业部建立的第三纪地层综合层序,自上而下:上第三系分明化镇组、馆陶组;下第三系分东营组、沙河街组和孔店组。钻井验证结果:渤海地区普遍缺失上白垩统和古新统,这与中生代末、新生代初,以渤海中部隆起为中心的地幔上隆有密切关系。海域内全区缺失三叠系,大部分地区缺失中下侏罗统,局部地方还残留有1000—4000 m的上侏罗-下白垩统的火山碎屑岩。郯庐断裂活动控制了晚白垩世沉积,断裂以东有广泛的上白垩统王氏组红层分布。当时地层层序的建立主要依靠岩性、微体古生物化石和电测井资料进行划分对比。认为全套地层均属陆相沉积,直到八十年代超微化石鉴定技术引入之后,石油工业部勘探研究部门,在渤海湾盆地早第三纪沙河街组中发现了钙质超微化石及海相鱼类、藻类、有孔虫等化石,才证实了盆地自始新世至渐新世未曾遭受过海侵。实践证明,盆地圈定之后,划分区域构造和建立地层层序,对普查初期阶段的盆地地质评价具有特别重要的意义。

2. 盆地沉积相初步查明和生油岩系的发现,标志着普查工作已取得了突破性进展

1960年6月,山东的普查队伍首次在博兴1井704—1018 m钻遇一套灰绿色细砂岩、砂质泥岩、粉砂岩互层,夹有多层泥灰岩及黑色纸状页岩,含有丰富的化石,推定时代为渐新世,命名为“济阳群”。之后勘探部门又在商河沙河街华7井1211—1916 m钻遇

一套相当博兴1井所见之灰绿色泥岩,岩性基本相同,但揭露剖面更全,属于深湖-半深湖相沉积,定名为“沙河街组”,被看作是生油岩系。为此肯定了济阳坳陷是个生油坳陷,比较理想地解决了油源问题,这一发现在当时被认为是最鼓舞人心的成果。

通过勘探部门工作,查明了东营凹陷下第三系厚达7000余米,沙河街组三段是主要生油层,其厚度可达1000—1900m,有机质丰度高(有机碳1—2.5%;沥青“A”0.5—0.4%,最大可达0.7%),烃含量700—1400ppm。

上述成果的取得,为地质部在天津召开的具历史意义的华北石油普查勘探会议上,与石油工业部共同决策,首先选择了含油气远景最好的济阳和黄骅坳陷为重点,围绕渤海湾确定了马头营、北塘、羊三木、盐山、义和庄和东营等六个突击点,加速找油进程,集中力量实现油气突破^[3]。

3. 东营构造的探井成功,为华北渤海地区早期找油工作建立了第一个里程碑

沙河街组生油岩系的发现,虽然可以肯定盆地具有油气生成过程,但并不等于就能找到有工业价值的油气田。在当时急待解决的是要及时找到可供部署探井的圈闭构造,和理想的生、储、盖组合。于是普查缩小“包围圈”,从济阳坳陷集中到了有利生油的东营凹陷,地震普查主要目标也转向寻找“凹中隆”即二级构造带。当发现东营有背斜显示之后,立即加密测网进入详查,终于在东营地区找到了东营、胜利村、坨庄、义和庄等四个局部构造,并选择了其中圈闭程度最可靠的东营构造布置了华8井。该井在下第三系东营组钻遇含油砂岩,由于见油心切、急于求成,提前终孔试油获日产原油10多吨,这是华北渤海地区首次突破出油关。这个历史性的重要成果的获得,完全证实了渤海地区第三系蕴藏有丰富的石油。接着勘探部门又在东营构造上打营2井,当钻至沙河街组三段时发生强烈井喷,日喷原油高达550t,成为渤海地区第一口高产油流井。1965年,勘探部门又在胜利村构造上打深探井(坨11井),结果一钻命中,打出了我国第一口千吨井,至此华北渤海地区第一个大油田——胜利油田便诞生了。

每项重大成果的取得都能促使找油指导思想发生飞跃,把实践经验上升至理论。胜利油田的发现,雄辩地证明了陆相沉积盆地同样也能具备大油田的地质条件,但不是所有条件都同海相沉积盆地一样。例如陆相层的岩性变化就比较复杂,油气运移的距离常常受到岩性的制约,不可能作长距离的运移。东营和胜利村两个含油构造都是紧临东营生油凹陷,具有良好的油气富集条件,这是陆相油气活动的一般规律。

4. 黄骅坳陷羊三木构造获得工业油流,使渤海地区又开辟了一个新的找油基地,为发现大港油田打下了基础

1958年12月,关士聪总工程师同笔者在济南向苏联专家潘切利叶夫汇报羊三木、孔店重力资料时他推断为古生界隆起。后经地震详查却证实了羊三木重力高有新生界圈闭构造。

1960年,笔者随关士聪总工程师实地考察了华北及渤海地区各地地质情况,较系统地研究了重力和地震普查资料,初步的结论是:“经过1/10万重力测量,黄骅坳陷的北部天津以东地区和渤海凹陷相连,是一个深大的凹陷区,并与冀东山区近东西走向平行,重复两个区域性负异常带和一个正异常带,在负异常带中,重力二次导数出现较多的正异常,应引起注意和立即开展地震普查与详查工作”“在黄骅坳陷的南坡,除羊三木经

地震详查证实为构造外,最近在若干地震剖面测量中发现了扣村、黄骅、吕桥、大白草冢、羊二庄前沙胡同等地震隆起,有待进一步详查工作证实,但饶有兴趣的是这些地震隆起,与重力二次导数正异常和剩余重力异常恰是符合的。他可能正象济阳拗陷一样,构造近东西走向的二级构造带,是“有利找油的地区”¹⁾。

黄骅拗陷油气普查时,笔者一直驻守在羊三木,更清楚地看到黄骅拗陷油气普查成果突出地表现在羊三木构造首钻成功。

1961年8月15日完井的黄1井于下第三系济阳群试获油流,使我们深刻地认识到含油范围将会从东营地区向北扩大到200 km。次年9月11日在羊三木构造高点打完黄3井,试出了日产自喷原油30多吨,从此证实了我们华北纪行中所推断的,黄骅拗陷和济阳拗陷一样都是有利找油的地区。羊三木构造出油的重大成果不仅为发现大港油田打下了基础,其重要意义还在于使渤海地区找油范围扩大了一大片。有了东营、胜利村和羊三木等三个构造突破,加深了对渤海地区油气规律的认识,也使我们的目光瞄准了滔滔的渤海。同时迎来了大庆勘探队伍入关,展开了华北石油大会战。

5. 凤河营构造见油,开拓了冀中普查新区

冀中拗陷按地理位置并不属渤海地区,但就其拗陷形成时代、沉积系统和构造特征等则应属渤海湾盆地。普查队伍完成羊三木构造找油任务后,为了扩大成果;在战略上再一次实行了区域展开,充分研究了冀中拗陷的综合物探资料,结合济阳黄骅找油的成功经验,选择了冀中拗陷北端的凤河营重力高进行地震详查,落实了构造圈闭,在其构造高点上部署了京参1井,结果在下第三系获间歇自喷油流,这一成果的取得从区域上认识到渤海湾盆地无疑是个大型的含油盆地,其范围将会扩大到整个冀中拗陷。这时普查队伍决定在冀中展开区域电法地震大剖面,并配合参数井验证解释,从区域着眼以便进一步查明盆地构造特征和含油气性。

1963年3月9日配合大剖面在蠡县藁岗打冀参1井,于下第三系深部钻遇到含油砂岩,证实了冀中拗陷也具有良好的油气勘探前景。

但是值得注意的是凤河营构造打京参1井之后,勘探部门围绕该井打了若干探井均未见油,认识到构造是复杂的断块所组成,油气水的配制严格受到断块控制,这一事实告诫我们要想提高找油命中率,必须迅速提高地球物理勘探技术,仅用光点地震想搞清断块构造是非常困难的。

6. 在下辽河拗陷打开了天然气普查新领域

1955—1964年间,在下辽河拗陷已基本完成了区域普查任务,找到了热河台等13个构造。首次在黄金带构造上打辽1井时,在下第三系钻遇含油砂岩,同时也证实了该拗陷也属于渤海湾盆地沉积系统。历时十年全部查明了整个渤海湾盆地的范围与轮廓。但当时胜利和大港等油田产出的主要是工业油流,尚未遇到高产的天然气。华北普查队伍出关进入下辽河之后,在原先普查的基础之上,集中在田庄台和盘山拗陷展开深井钻探,完井12口其中10口井见含油砂岩,6口井测试结果都见到了油气流,最好的是在热河台构造上辽6井下第三系钻获日产天然气65万m³,这是渤海湾盆地首次获得高产天然气。

1) 关士聪, 1960, 华北纪行。

实践说明我国东部陆相沉积盆地有机质演化同某些海相沉积盆地有类似之处,同样可以找到丰富的石油与天然气资源。普查成果的取得不但充实了我国陆相盆地成油理论,而且完全排除了我国第三纪陆相沉积不生油气的毫无科学根据的说法。

下辽河普查初步胜利,于1967年迎来了勘探开发大军,经过十年的工作先后探明了兴隆台、热河台、黄金带、杜家台等四个油气田,后来又探明了沈阳油田。

三、勘探开发新进展和展望

从渤海地区找到第一口发现井至今,普查与勘探开发历程已走过了三十个年头,从理论到实践都取得了丰硕成果,这一光辉的业绩载入了世界油气勘探史册。

首先从理论上说,经历长期的大量的探索实践,总结出:渤海湾盆地是一个多断陷、多断块、多含油层系和多种油气藏类型组成的多元化含油气盆地。大地构造背景是处于基底由古老地块组成的增生大陆边缘,它是晚燕山期以来遭受过多次构造运动所形成的裂谷型拉张断陷盆地。沉积系统以陆相第三系为主体,夹有短暂的海侵沉积物。沉积环境主要有大型湖盆的深湖相、半深湖相和河流相。生油期主要是早第三纪,在长期沉陷的基础上由很厚的砂泥岩和局部夹膏盐地层构成生、储、盖组合。油气聚集方式一般从属于一定的构造断裂带,它不是一个单一层系、单一的油气藏类型和规则的油水关系。在一般情况下常常是由多个含油层系、多油水系统和多种油气藏类型组合的复式油气藏群体,纵向上互相叠置,平面上由不同含油气层系连片并受断块制约的油气富集带,可称之为具有中国特色的陆相油气田^[4]。

位居黄河三角洲的胜利油田已找到油田50多个,其中投入开发的已有30多个。1987年年产原油达到3160万t,累计生产原油已达到27200万t,天然气15370万多立方米。

1986年,在黄河入海口滩涂上又建成一个日产原油10000余吨的孤东油田,它是胜利油田会战20多年来发现的第49个油田,也是继华北任丘古潜山油田之后,近10年来我国找到的最大披覆构造油田。

1988年,在素称“金三角”的黄河新入海和老入海口之间的三角洲地带,埕东油田、桩西油田和渤南油田之间的空白区出现含油整体连片。渤海一深探井在4696—4700m发现古生界工业煤成气流,日产气36009—57615m³。

最近在黄河口北岸浅海还发现埕岛大油田,它位于黄河口以北6.5km,离岸最近处仅5km,水深3—10m,构造面积达82km²,在埕北-11、12、20等三口探井中,分别在中生界、下第三系东营组、上第三系馆陶组、明化镇组见纯油层108.8m、81.2m、46.5m,平均油层厚度达78.9m。埕北-12、20两口井已试获日产原油184t和144.6t。目前已控制含油面积34km²,地质储量达1.2亿t,它标志着我国浅海滩石油勘探取得重大突破,现已决定建造人工岛来开发这个新油田。

1980年起渤海石油公司与外国石油公司合作勘探开发渤海油田,共完成海上数字地震测线7万km,发现含油构造14个,海上钻井108口(1987年止)。中日联合开发的埕北油田距塘沽东南88km的海域上,两座各自联结一批油井的生产平台,可年产原油40多

万 t。

近年来,渤海石油公司自营的辽东湾油气勘探取得了重大进展,发现了锦州和绥中两个大的储油构造带。绥中36-1构造的第一口探井36-1-1井,在下第三系东营组日产天然气19万 m^3 ,古生界风化壳日产原油142 m^3 。该构造面积130 km^2 ,距绥中县60 km,水深30 m。距该井11km的绥中36-1-2井,钻遇下第三系东营组油层厚度达163 m,射开一半测试日产原油200 t。

位于辽西、辽中两大凹陷之中的锦州20-2构造到南端的旅大19-2构造,形成一条长250 km的含油构造带,下第三系埋藏深度近万米,油源十分丰富。锦州20-2凝析油气田位居辽宁省锦西县东南50 km,水深25—30 m,是1984年11月发现的。锦州20-2-10井于下第三系沙河街组陆相灰岩和砂岩中钻遇高产油气流,经测试折合日产原油646 m^3 ,天然气93750 m^3 。之后共钻初探井、评价井9口(1987年止),其中8口井见油,大多为高产井。

据初步统计,绥中36-1油田初步探明石油地质储量1.4亿 t以上,相当于5个埕北油田,标志着我国海上自营石油勘探技术进入一个新水平。

渤海石油公司几乎每年投产一个油田,预计到1990年前后,渤海油田将形成年产原油100万 t以上、天然气5亿 m^3 的生产能力。去年又在绥中36-1油田下盘上发现近60 m厚的油层,在锦州20-2油气田北部也发现新的油气构造,含油范围达30 km^2 。

目前中日渤海南莱州湾新合作区已完成1000多公里二维地震测线,中美渤海中部合作区也完成了区域地质评价。据中国石油天然气总公司预测,渤海湾一带石油储量可达30亿 t。原石油工业部部长王涛说:“胜利油田建成第二个大庆的资源条件已经具备”。计划到1990年年产原油可望达5000万 t。展现了渤海地区油气勘探进展迅速,方兴未艾。

展望未来,渤海地区油气勘探领域还很广,油气资源潜力还很大。如与世界上著名的委内瑞拉马拉开波湖油田比较,不论是盆地面积或勘探程度都有很大潜力。马拉开波湖油田从1917年采出第一桶石油至今已近70年,湖面面积为14000多平方公里,仅是渤海的五分之一,但油井已发展16000多口,湖底输油管线长达10000 km,输气管线长达40000 km,其勘探程度和油田建设远远超过渤海地区。据统计截止1987年渤海海上钻井仅108口,勘探程度非常之低,仍有大量的石油地质储量未被发现。

从勘探领域来看,仍有不少新的领域有待我们去挖掘、去发现。从区域分析:下辽河和辽东湾以及盆地南端的中原油田都发现了大型的气田,为什么唯独位居渤海湾盆地中心部位的胜利油田就没有呢?这是一个很值得研究的重大地质课题,首先要从以往的油田勘探方法进行总结和反思,改变技术方法建立起一支天然气勘探队伍,相信会取得重大进展。此外用地体说理论分析,胜利油田地处古生代基底属于古大陆边缘,它的南界与鲁东地体碰撞接触,有利于油气聚集,对寻找煤成气更是一个值得探索的新领域。

参 考 文 献

- [1] 我国今年将进行大规模的石油普查。人民日报,1955年2月17日。
- [2] 李春昱,1951,地质论评,第16卷,第2期。
- [3] 蔡乾忠,1985,石油与天然气地质,第6卷,第4期。
- [4] 渤海湾盆地复式油气聚集(区)带勘探理论及实践成果。中国地质报,1985年10月28日。