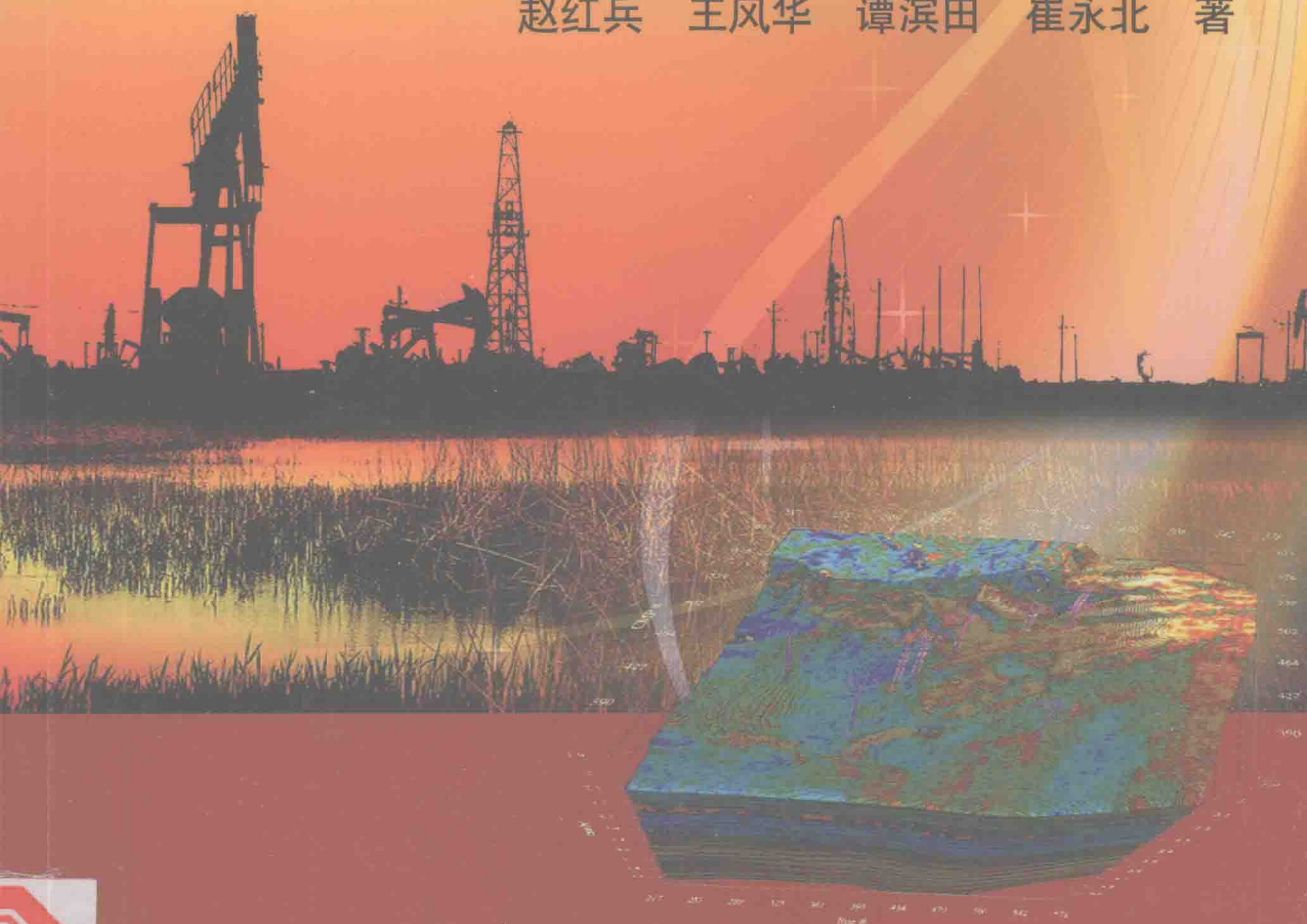


胜坨油田勘探开发 50 年实践与认识丛书

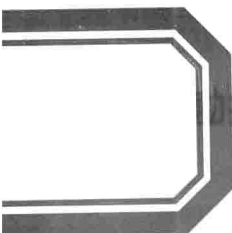
(卷一)

勘探技术

赵红兵 王风华 谭滨田 崔永北 著



石油工业出版社



深开发 50 年实践与认识丛书（卷一）

勘 探 技 术

赵红兵 王风华 谭滨田 崔永北 著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书在总结胜坨地区 50 年勘探历程及勘探研究成果的基础上,系统阐述了该地区地质构造、地层发育、沉积演化、储层分布和油气成藏规律,并以油气藏勘探为主线,针对各种主要油气藏类型的不同特点,全面论述了该地区勘探理论认识、配套技术方法和勘探生产技术流程。旨在承前启后,为胜坨地区今后的勘探生产提供借鉴,同时为胜利油田老区的勘探研究工作不断创新、发展和进步发挥积极的作用。

本书可供广大从事油气藏勘探生产与研究的地质工作者参考和借鉴,也可供高等院校相关专业师生阅读与使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

勘探技术/赵红兵等著. —北京:石油工业出版社, 2013. 12

(胜坨油田勘探开发 50 年实践与认识丛书; 1)

ISBN 978 - 7 - 5021 - 9848 - 0

I. 勘…

II. 赵…

III. 地质勘探 - 研究 - 东营市

IV. P624

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 258685 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: <http://pip.cnpc.com.cn>

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 12.25

字数: 307 千字

定价: 90.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

序

时光荏苒，岁月如梭。作为我国渤海湾盆地最早发现并投入开发的整装大油田，胜坨油田已进入勘探开发的第 50 个年头。50 年风霜雪雨，50 年拼搏奋斗，胜坨油田已累计为国家生产原油 $1.81 \times 10^8 \text{t}$ ，取得了令人瞩目的开发效果和巨大的经济效益，同时也见证了我国石油工业的崛起和腾飞。抚今追昔，从油田开发初期的艰苦创业到开发中期年产油登上 $600 \times 10^4 \text{t}$ 顶峰时的荣耀辉煌，再到开发后期探索老油田可持续发展的信心与成就，胜坨油田在 50 年勘探开发历程中，积累了丰富的油田开发实践经验，形成了一套极具特色的油田勘探开发理论、方法和技术系列，同时也凝聚着几代石油人的心血与汗水。为了系统总结胜坨油田勘探开发 50 年来的技术成就，同时也为胜坨油田今后的持续有效发展提供技术支撑，中国石化胜利油田分公司胜利采油厂组织相关专家、技术人员，历时两年完成了《胜坨油田勘探开发 50 年实践与认识丛书》的编写工作。

《胜坨油田勘探开发 50 年实践与认识丛书》包括《勘探技术》、《油藏地质》、《开发技术》、《工艺技术》共 4 卷，系统阐述了胜坨油田在油气勘探、油藏地质研究、油田开发、采油工艺技术领域的理论、方法及创新成果。该套丛书既是胜坨油田 50 年勘探开发历程的回顾与总结，也是胜坨油田 50 年勘探开发技术、成果的集成与展示，更是几代石油人劳动智慧的结晶。正是他们 50 年来代代相传的辛勤耕耘、无私奉献，铸就了胜坨油田辉煌的成就。

当前，胜坨油田已进入特高含水后期开发阶段，综合含水为 96.1%，采出程度为 37.9%，油田开发的难度越来越大，油田可持续发展面临严峻挑战。在胜坨油田勘探开发 50 周年的历史节点上，希望本套丛书的出版能够给奋战在胜坨油田勘探、开发战线上的人们以启迪，推动和提高今后一个时期胜坨油田的勘探开发工作水平，同时也希望本套丛书能够为业内同行专家及其他油田的勘探、开发工作提供借鉴。

最后，借本套丛书出版发行之际，向胜坨油田勘探开发 50 周年致敬！向胜坨油田的开发建设者们致敬！预祝胜坨油田的开发取得更大的成绩！

《胜坨油田勘探开发 50 年实践与认识丛书》编写组

2013 年 9 月

前言

中国石化胜利油田分公司胜利采油厂地理位置位于山东省东营市垦利县境内，所管辖探区面积约 230km^2 ，包括胜坨、宁海两个油气田和王庄油田坨 82 块。构造位置处于济阳坳陷东营凹陷北部陡坡带宁海—坨庄—胜利村—永安镇断裂构造带。该构造带是东营凹陷北部陡坡带中段的一个次级构造单元，呈近东西向展布，其北部以陈南断层与陈家庄凸起相连，东部为永安镇断裂带，西接利津断裂带，南部由一系列同生断层与洼陷相沟通。胜坨—宁海地区又可进一步划分为 4 个次级构造单元，包括 1 个陡坡带、1 个断裂带、2 个背斜构造带和 3 个不完整的洼陷带，即：胜北陡坡带、宁海断裂带、坨庄背斜构造带、胜利村背斜构造带、利津洼陷带、董集洼陷带、民丰洼陷带。

1963 年，部署在坨庄和胜利村构造上的坨 1 和坨 7 两口井钻遇沙二段—沙三段上部的厚油层，试油获得高产，由此诞生了济阳坳陷内最大的整装油田——胜坨油田。1965 年 1 月，坨 11 井试油获得日产原油 1134t ，成为我国第一口千吨油井。1965 年 11 月，位于宁海地区的坨 26 井在沙二段试油获得日产 25.7t 的工业油流，发现了宁海油田。之后，胜坨地区的勘探开发会战便正式拉开了序幕。也正是从这时候开始，胜利油区一个个油田被相继发现。

截至 2012 年年底，胜坨油田、宁海油田已发现 7 套含油气层系（明化镇组、馆陶组、东营组、沙一段、沙二段、沙三段、沙四段），主力含油层系为沙二段—沙三段上部。胜坨油田作为胜利油区内迄今为止所发现的最大整装油田，是一个以背斜构造油气藏为主的典型复式油气聚集区，其纵向含油跨度达 3000m 以上，单井钻遇油层厚度最厚达 270 多米，含油丰度高达 $554 \times 10^4\text{t}/\text{km}^2$ ，为胜利油区平均含油丰度最高的油气田。

在中国石化胜利油田分公司胜利采油厂建厂 50 周年之际，本书谨在总结勘探前辈们工作的基础上，对胜坨地区的主要油气藏类型，包括构造油气藏、断块油气藏、砂砾岩扇体油气藏、三角洲浊积岩性油气藏和地层油气藏的勘探历程及理论认识、配套技术方法和勘探实践经验进行回顾及总结，希望能够承前启后，为胜坨地区今后的勘探提供参考，起到抛砖引玉的作用，更希望广大地质技术人员能不断开拓创新，为胜利采油厂开辟新的勘探阵地、保证储量和产

能建设阵地接替、使勘探和滚动勘探工作走向良性循环奠定良好的基础，为老区勘探研究工作探索新的模式发挥积极的作用。在编写本书的过程中，参阅了胜利采油厂、中国石化胜利油田分公司地质科学研究院等单位和个人多年来生产、科研的大量成果，是集体劳动的结晶；另外参考了国内外大量的相关专业技术文献，从中汲取了大量的精华。

本书各章编写人员如下：前言由赵红兵执笔，第一章由赵红兵编写，第二章由王风华编写，第三篇谭滨田编写，第四章由崔永北编写，第五章由赵红兵编写，第六章由王风华编写，第七章由王风华、谭滨田、崔永北编写。此外，为本书提供资料的工作人员还有刘芳、李学雷、乔俊、刘彤斌等多位同志。在此，对他们表示诚挚的谢意。

本书编写过程中，得到了中国石化胜利油田分公司地质科学研究院、中国石化胜利油田分公司物探院、中国石化胜利石油管理局测井公司等单位的大力协助。同时，中国石化胜利油田分公司勘探项目部、勘探处、开发处等单位有关领导给予了悉心的指导，在此，对他们表示衷心的感谢。

由于时间和编写水平的限制，书中缺点及错误在所难免，敬请各位读者批评指正。

目 录

第一章 胜坨地区勘探历程	(1)
第一节 胜坨地区油气勘探历程	(1)
一、胜坨油田的发现	(1)
二、宁海油田的发现	(4)
三、隐蔽油气藏勘探阶段	(6)
第二节 胜坨地区油气勘探回顾及体会	(12)
第二章 区域地质特征	(14)
第一节 地层特征	(15)
一、胜坨地区沉积地层对比划分	(15)
二、地震层序划分	(16)
三、层序地层划分	(17)
四、地层发育特征	(20)
第二节 构造特征	(24)
一、区域构造	(24)
二、断裂特征	(28)
三、构造特征	(30)
第三节 沉积特征	(34)
一、区域沉积特征	(34)
二、沉积体系演化特征	(36)
第四节 油气资源与油气成藏	(37)
一、油气资源	(37)
二、油气成藏	(38)
第三章 构造油气藏勘探技术及实践	(55)
第一节 构造油气藏	(55)
一、构造、断裂演化特征	(55)
二、构造圈闭沉积特征	(60)
三、构造圈闭储层特征	(66)
四、构造油气藏类型	(68)
五、构造油气藏分布特征	(71)
第二节 胜坨地区构造油气藏勘探技术及实践	(72)
一、整装背斜油气藏勘探——胜坨油田	(72)

二、断块油气藏勘探——宁海油田	(76)
三、复杂低序级断裂油气藏勘探	(77)
第四章 砂砾岩扇体油藏勘探技术及实践	(92)
第一节 砂砾岩扇体油气藏	(92)
一、砂砾岩扇体沉积特征	(92)
二、砂砾岩扇体储层特征	(102)
三、有效储层分布规律	(105)
四、砂砾岩扇体油藏类型	(108)
五、成藏特征及油气富集规律	(108)
六、砂砾岩扇体油藏成藏主控因素	(110)
第二节 胜坨地区砂砾岩扇体油气藏勘探技术	(111)
一、砂砾岩体地震识别、预测描述技术	(112)
二、砂砾岩体地球物理描述技术	(120)
三、砂砾岩体储层测井解释新技术	(123)
四、砂砾岩勘探技术流程	(125)
第三节 胜坨地区砂砾岩扇体油气藏勘探实践	(128)
一、近岸水下扇体勘探	(128)
二、深水浊积扇体勘探	(130)
第五章 三角洲体系岩性油藏勘探技术及实践	(136)
第一节 三角洲体系岩性油气藏	(136)
一、三角洲体系沉积储层特征	(136)
二、岩性油藏成藏条件及类型	(142)
三、胜坨地区三角洲浊积岩性油气藏成藏特征	(143)
第二节 胜坨地区三角洲体系岩性油气藏勘探技术	(145)
一、三角洲前缘滑塌浊积岩识别与综合描述配套技术	(145)
二、浊积岩勘探技术流程	(148)
第三节 胜坨地区岩性油气藏勘探实践	(149)
一、三角洲浊积岩性油气藏勘探——坨 74、坨 143 块透镜体砂岩	(149)
二、三角洲前缘砂体油气藏勘探——坨 142 块	(153)
第六章 地层类油藏勘探技术及实践	(156)
第一节 地层油藏	(156)
一、地层圈闭形成条件和发育特征	(156)
二、地层油藏成藏特征	(162)
三、地层油藏分布特征	(162)
第二节 胜坨地区地层油藏勘探技术	(163)
一、地层油藏主控因素	(163)

二、地层油藏勘探技术	(166)
第三节 胜坨地区地层油藏勘探实践	(169)
第七章 勘探潜力与增储领域分析	(172)
第一节 胜坨地区勘探潜力分析	(172)
一、剩余油气资源丰富	(173)
二、勘探空间较大	(174)
第二节 胜坨地区增储领域分析	(176)
一、砂砾岩扇体油气藏勘探潜力	(176)
二、浊积岩性油气藏勘探潜力	(179)
三、地层油气藏勘探潜力	(180)
参考文献	(182)

第一章 胜坨地区勘探历程

第一节 胜坨地区油气勘探历程

胜坨地区位于山东省东营市垦利县境内，构造位置处于渤海湾盆地济阳坳陷东营凹陷北部陡坡带坨庄—胜利村—永安镇断裂构造带中段。胜坨地区油气勘探始于 20 世纪 60 年代，遵循了一个由实践、认识、提高到不断实践、不断总结深化提高的过程。从勘探认识论剖析，这一过程是一个对客观地质规律从点到面、由浅入深、从现象到本质的循序渐进不断深化的过程；从勘探部署原则分析，这一过程则是一个从基础地质研究入手寻找油气，然后进行勘探部署，取得突破后进行滚动开发，探明油气田，不断展开、不断拓展的反复进行的过程。概括胜坨地区的油气勘探历程可以分为下面 3 个时期。

一、胜坨油田的发现

（一）区域石油勘探普查

1959 年 9 月，松辽盆地勘探取得突破，一举发现了新中国第一个大油田——大庆油田。为了使新中国步入石油生产大国的行列，石油工业部从 1961 年开始在华北地区渤海湾盆地进行了石油资源的区域侦察，在重力、磁力、电法勘探的基础上，结合华 1、华 2、华 3、华 4、华 5、华 6、华 7 等井的钻探评价，初步认为华北地区具有有利的油气成藏条件。

从 1961 年至 1963 年，在山东探区进入地震勘探普查阶段，通过对坨庄、胜利村地区作 1:20 万地震 T_2 反射层构造图，分别在坨庄、胜利村发现了构造高点（图 1-1）。

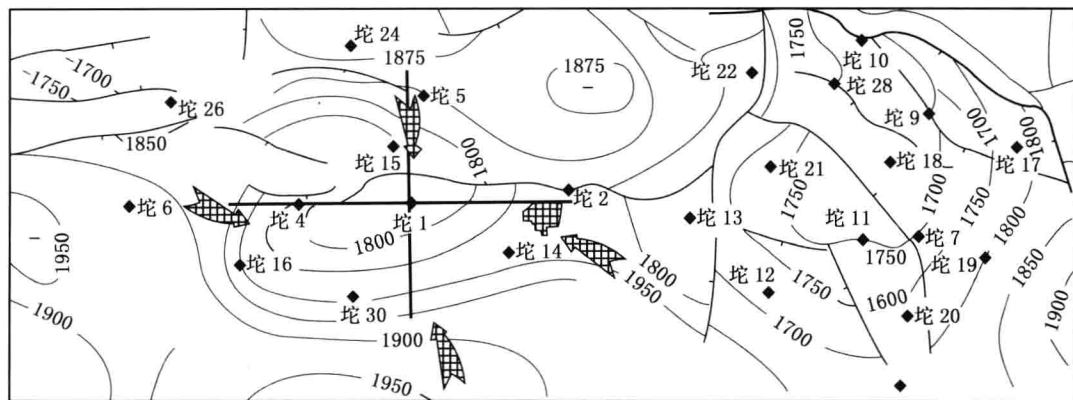


图 1-1 坨庄—胜利村第一次地震细测构造图

1961 年 2 月 26 日，由华北石油勘探处地质专家在东营构造上确定井位，由石油工业部华北石油勘探处 32120 钻井队施工的华 8 井顺利开钻，该井位于广饶县东营村（现属东营市

东营区)东 1500m。华 8 井于 1961 年 3 月 5 日在 1194.39 ~ 1200.39m 井段获岩心 0.45m, 岩性为褐黑色疏松油砂, 这是华北平原山东境内第一次在探井中发现油砂层。为了早日找到油气田, 石油工业部决定华 8 井从井深 1233m 开始不取心快速钻进。该井于 1961 年 4 月 1 日提前完钻, 完钻井深 1755.88m。1961 年 4 月 16 日, 华北石油勘探处试油队在馆陶组—东营组 1207.8 ~ 1630.5m 井段射开油层 8 层 16.2m, 用 9mm 油嘴试油, 日产原油 8.1t, 一举突破了华北地区出油关, 从而发现了渤海湾盆地第一个油田——东辛油田。这是华北平原和渤海湾地区石油勘探的重大突破, 也是发现胜利油气区的重要标志, 为在山东省内进行大规模石油勘探提供了可靠依据, 揭开了华北石油勘探史上新的一页。华北地区从区域普查到发现含油构造仅用了 5 年时间, 这是老一辈石油勘探人勇于实践、大胆探索、战略思索、区域展开、重点突破所取得的成果。

1962 年 9 月 23 日, 营 2 井用 15mm 油嘴测试, 获得日产 555t 的高产工业油流。这是当时华北地区, 乃至全国单井日产油量最高的一口油井。为了纪念这个喜庆的日子, 胜利油田前身即“九二三厂”由此而得名。

(二) 胜坨地区石油预探

1962 年 9 月营 2 井发现沙三段高压油层后, 为追踪营 2 井沙三段高压油层, 在东营凹陷甩开钻探, 于 1963 年选择坨庄、胜利村地区进行重点突破, 其主要任务是了解构造形态及断层分布, 明确油藏类型、含油层系及产能情况, 圈定面积、拿下大油田等。分析资料后, 在构造形态比较简单而完整的坨庄、胜利村构造上部署探井 4 口。

1963 年 8 月, 坨 7 井在沙二段钻遇厚油层, 1964 年 6 月 29 日, 上返测试沙二段上部油层 7 层 24.2m, 用 15mm 油嘴试油, 自喷获日产 361t 的高产工业油流, 成为胜利村构造上第一口预探见油井, 发现了济阳拗陷内最大的整装油田——胜坨油田, 从而奠定了首战坨庄—胜利村拿下高产大油田的基础, 为组织胜利油田会战提供了可靠依据。石油工业部党组决定展开华北石油勘探大会战, 使济阳拗陷油气勘探进入一个新时期。

1. 选择坨庄地区重点突破

为实现这一目标, 首先进行第一次地震细测。当时的细测采用解放波形, 即减少炸药, 突出标准波形, 同时反复进行, 平均测线密度为 $8.25\text{km}/\text{km}^2$ 。证实地震 T_2 标准层在坨庄地区为一北部被东西走向的断层切割的穹隆背斜 (图 1-1), 构造简单完整, 部署了 4 口探井 (坨 5、坨 3、坨 2、坨 4) 组成“十”字剖面。

2. 钻探 3 条剖面控制含油面积

为证实坨庄—胜利村构造连片、油层连片, 部署了 3 条钻井剖面, 分别为坨 9—坨 18—坨 11—坨 12—营 9、坨 17—坨 19—坨 20—营 4、坨 10—坨 26—坨 21—坨 13, 并部署探边井 (坨 22) 及部分详探井。至此, 本阶段共部署了 3 条钻井剖面, 设计探井 39 口, 其中沙二段—沙三段上部探井 17 口、详探 13 口、外围探井 3 口, 东营组探井 6 口。截至 1965 年 11 月底, 39 口井全部钻完, 其中取心进尺 1232.57m, 岩心长 1058.54m, 平均收获率 85.8%。完钻探井均进行了分层或分段试油、试采。试油中获两口千吨油井, 其中 1965 年 1 月 31 日, 由 32120 钻井队在胜利村构造上施工完钻的坨 11 井 (现 3-9-21 井), 射开沙一段、沙二段 1685.8 ~ 2242.8m 井段 31 层共 85.9m 油层, 用 35mm 油嘴测试, 获日产 1134t 的高产油流。这是当时全国日产量最高的一口井, 也是中国第一口千吨井。坨 9 井 (现 3-4-9 井) 于 1965 年 2 月完钻, 钻遇沙一段、沙二段、沙三段油层 37 层 117m, 射开沙二段 1859.2 ~ 2187m 井段油层 37 层 88.9m, 30mm 油嘴自喷, 获日产 1036t 的高产工业油流, 成

为胜坨地区又一口千吨井，极大地鼓舞了勘探地质工作者整体探明胜坨油田的信心和决心。

通过第二次地震细测部署，初步控制含油气面积 39.4km^2 ，石油地质储量 $21138 \times 10^4\text{t}$ ，坨庄—胜利村地区整装油田的面貌初露端倪。

3. 勘探开发会战探明坨庄、胜利村构造

通过上述工作，初步探明胜坨油田是由胜利村—坨庄两个含油穹隆背斜构造组成。初探含油面积，坨庄构造为 15.5km^2 ，胜利村构造为 39.86km^2 。共发现 5 套含油层系（馆陶组、东营组、沙一段、沙二段、沙三段），并初步了解到主力含油层系沙二段—沙三段上部的油层分布情况及油田天然能量和初产能力，认识到胜坨油田是一个多油层、多断块的高产大油田。这是东营凹陷内发现并探明的第一个多层系含油富集高产的整装大油田（图 1-2）。

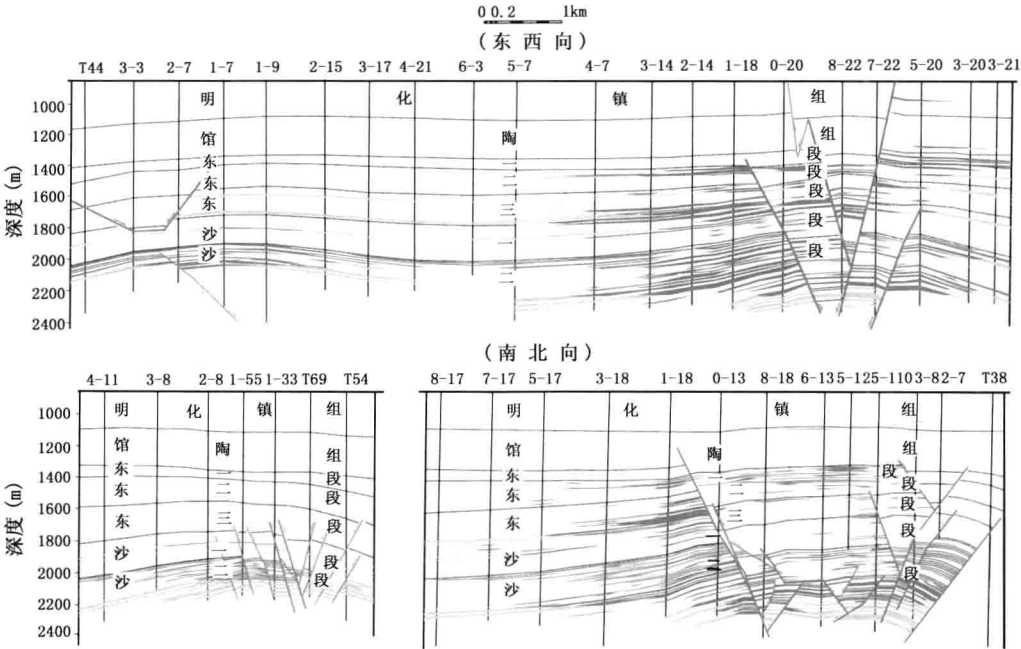


图 1-2 胜坨地区坨庄—胜利村油藏剖面图

1964 年 1 月 25 日，党中央以中发〔1964〕57 号文件批转了石油工业部党组《关于组织华北石油勘探会战的报告》。石油工业部从大庆、玉门、青海、新疆、四川等石油企业调集精兵强将同山东原有的石油队伍会师，成立了华北石油勘探会战指挥部和中共华北石油勘探工作委员会，以东营凹陷为主战场，开展了大规模的石油勘探和油田开发会战。1964 年 3 月，试采指挥部成立，这是胜利油田第一个采油指挥部，也就是现在胜利采油厂的前身。4 月 26 日，指挥部第一座集油泵站——102 站建成投产，年外输设计能力 $92 \times 10^4\text{t}$ ，年脱水能力 $103 \times 10^4\text{t}$ 。

1964 年 5 月 28 日，在构造西高点坨庄地区部署坨 1 井（原营 11 井，现 1-1-9 井），对沙二段用 15mm 油嘴试油，自喷，获日产 396t 的高产工业油流；构造东高点胜利村地区部署坨 7 井（原营 5 井，现 3-7-22 井）和东高点北部署探边井坨 8 井，实施结果作出第一次评价。1964 年 6 月 29 日，坨 7 井发现了沙二段—沙三段上部的厚油层，在沙二段用 15mm 油嘴试油，自喷，获日产 361t 的高产工业油流，由于该井位于胜利村附近，为表达石

油勘探节节胜利之意，同时为纪念油气勘探这一重大成果，石油工业部华北会战工委决定将“九二三厂”更名为“胜利油田”。

由于胜坨油田的这一重大突破，认识到深凹陷附近的二级断裂带构造是凹陷中最有希望的地区，推动了其他构造带的勘探工作。1965 年年初召开地质技术座谈会，经过讨论、论证，石油工业部领导和会战工作委员会决定在本区大搞区域勘探工作，以期发现更多的“胜坨式”油田。

（三）东营凹陷石油详探

正是胜坨油田的发现带动了整个东营凹陷的勘探开发，这一时期，东营凹陷内以背斜油气藏为主要勘探对象，从东营凹陷多断层、地质情况复杂的情况出发，制定了“区域展开、重点突破、各个歼灭”的勘探方针，先后发现了一个又一个的高产油气田。1961 年地质勘探发现东辛油田之后，1964—1965 年坨庄—胜利村会战，动用钻机 6~12 台，打探井 39 口，拿下胜坨油田，探明合油气面积 62.5km^2 ，石油地质储量 $3.1 \times 10^8\text{t}$ ，这是一次针对背斜型油气藏的勘探，同时搞清了东营凹陷内 3 条含油气构造断裂带。1964 年 9 月，发现现河庄油田，同时进行试采，1973 年 2 月投入开发。1968 年又是重大突破的一年，永安镇战役动用钻机 12~15 台，完钻探井 33 口，拿下断块式的油气田——永安镇油田，上报含油气面积 25km^2 ，地质储量 $3000 \times 10^4\text{t}$ 。同时甩开钻探，相继发现了郝家、纯梁、广利等油田，初步认识到了复杂断块构造油气藏的规律。至此，东营凹陷的地震详查工作基本完成。

胜坨油田 1963 年开始进行勘探，1964 年发现整装大油田，到 2012 年年底，已上报叠合含油面积 99km^2 ，探明地质储量 $5.22 \times 10^8\text{t}$ ，为胜利油田勘探开发工作的突破与发展作出了重大贡献。

二、宁海油田的发现

宁海油田位于山东省东营市垦利县，构造上位于东营凹陷北部坨庄—胜利村—永安镇断裂带西端，东南与胜坨油田一区毗邻，其北、西均以黄河为界，南边则以坨 6 井南的向斜轴线为界，勘探范围约为 40km^2 （图 1-3）。

宁海油田勘探始于 1964 年 11 月，坨 6 井在沙三段钻遇油层 8 层 13.5m。1965 年 11 月，坨 26 井在沙二段钻遇油层，试油获得日产 25.7t 的工业油流，从而一举发现了宁海油田。

该区自 1964 年钻探坨 6 井开始，到 1982 年年底，共计完钻探井 14 口，进尺 $3.53 \times 10^4\text{m}$ ，一次开发关键井 3 口，进尺 $0.67 \times 10^4\text{m}$ ，其中 15 口井钻遇油层，发现了东营组、沙一段、沙二段、沙三上亚段、沙三中亚段、沙三下亚段 6 套含油层系，沙四段也见到油气显示。

1982 年春，坨 62 井钻遇沙二段至沙三段顶部厚油层 105.6m，1982 年 9 月对沙二段 2 层 17.8m 油层试油，15mm 油嘴自喷，获日产 163t 的高产工业油流。8 月开始组织的宁海地区勘探开发会战，历经 4 个多月，取得显著成果：完钻探井 7 口，一次开发关键井 3 口，明确了油田的构造格局为一受帚状断裂控制的断块，探明了坨 62 及坨 89 两个断块中沙二段至沙三段顶部砂体的含油情况，控制二、三级含油面积 1.96km^2 ，地质储量 $1039 \times 10^4\text{t}$ ；加东营组及沙三中亚段、沙三下亚段含油层系，共上报含油面积 5.43km^2 ，地质储量 $1361 \times 10^4\text{t}$ ；明确了油藏类型以断层遮挡层状油藏为主。

宁海构造是在宁海鼻状构造向南倾没的背景上，由于断层的发育而形成的鼻状断块构造，围绕鼻状构造主要发育两条主要断裂，即坨古 1 和坨 94 两条二级断裂，两条主要断裂

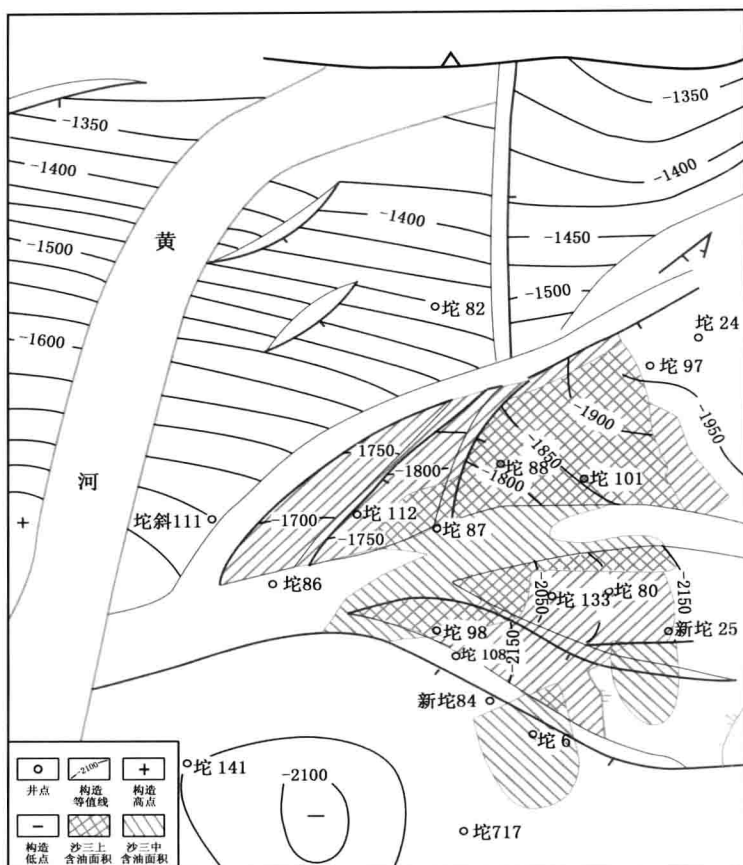


图 1-3 宁海油田勘探成果图

将宁海油田分割为 3 个大的台阶，其油藏特征主要有以下几个特点：

(1) 断层多，断块小，天然能量不足。基本上井井钻遇断层，平均单井钻遇断点 2 个以上，断块最小含油面积仅有 0.2km^2 ，最大含油面积 1.4km^2 。

(2) 含油层系多。宁海油田有 5 套含油层系（东营组、沙一段、沙二段、沙三段、沙四段），其中沙二段为主要含油层系，均为砂岩孔隙性储层，埋藏深度跨度大，埋深为 $1600 \sim 3800\text{m}$ 。

(3) 储层特征为油层层数多，单层厚度小，非均质程度高，主力油层以砂泥岩互层为主，平面上受沉积微相控制，物性差异大，非均质性明显。

(4) 原始地饱压差大，属低饱和油藏。

(5) 油田自北向南呈明显的阶梯状，油层埋深北浅南深。

(6) 原油性质以稀油为主，在部分埋深较浅的油藏中，也有稠油。油井产能与层位、埋深有关，产能差距较大，最好的达到上百吨。

宁海油田 1982 年首次上报探明储量，并正式投入开发，随着滚动勘探开发工作的不断深入，截至 2012 年年底，宁海油田已全部被三维地震所覆盖，累计完钻各类探井 40 余口，先后在坨 62、坨 89、坨 90、坨 85、坨 135、坨 165、坨 6 等 7 个含油区块，分 27 个计算单元上报叠合含油面积 10.5km^2 ，探明石油地质储量 $1718 \times 10^4\text{t}$ ，累计生产原油 $634.7 \times 10^4\text{t}$ ，

实现了宁海油田的持续高效高速开发。

三、隐蔽油气藏勘探阶段

进入 20 世纪 90 年代，经过近 30 年的勘探开发，胜坨地区大中型构造油气藏已经基本探明。随着勘探工作的不断深入，含油气区块发现的难度也越来越大，为了进一步加强胜坨地区的油气勘探，1993 年在胜利油田和胜利石油管理局勘探公司的领导下，胜利采油厂成立了胜坨地区勘探项目组。此时，胜坨地区油气勘探的发展方向成为了勘探工作的关键问题。

在这个时期，胜利油田的地质研究工作在 30 年勘探实践的基础上，取得了一系列理论突破和科技创新成果，并且逐步在勘探实践中推广应用，其中隐蔽油气藏勘探理论的提出使胜坨地区乃至胜利油田的油气勘探重点逐渐转向了隐蔽油气藏。通过深入的地质研究与潜力分析论证，胜坨—宁海地区隐蔽油气藏的勘探工作主要锁定了 3 种油藏类型，即北带砂砾岩扇体油藏、南部三角洲体系岩性油藏和高台阶超覆地层油藏。以下就分别对这 3 种油藏类型的勘探历程进行阐述。

（一）砂砾岩扇体油藏勘探

从 20 世纪 90 年代开始，胜坨地区的油气勘探开始了应用新技术、新理论，以寻找岩性、岩性—构造油藏等隐蔽油气藏为目标的勘探阶段。由于胜坨地区在东营北部陡坡带独特的沉积特点，其中砂砾岩扇体油藏逐渐成为隐蔽油气藏中最为重要的勘探类型。

1. 上升盘近岸水下扇体勘探

本阶段，为了进一步明确胜北断层上升盘砂砾岩扇体的含油气情况，利用东西向 122.5 测线骨干二维地震剖面（图 1-4），首先在胜北断层上升盘二台阶解释了沙三下亚段顶面标准反射层（ T_6' ）构造图，发现了 3 个具有背斜形态的构造高点，并且通过沉积特征分析认为胜北断层上升盘二台阶具有沟梁相间、近岸水下扇体发育的特点，其构造高部位成藏十分有利。特别是 1994 年，胜坨地区第一块三维地震资料——董集三维的出站，更是为北带砂砾岩的勘探提供了强有力的资料支撑。通过不断深化地质研究，认为宁海—胜坨地区沙三段—沙四段沉积时期，具有“沟梁相间、沟扇对应”的古地貌和沉积特征，上升盘发育了一系列退积的物源来自陈家庄凸起的近岸水下扇体，南部生油洼陷的油气可以沿胜北断层运移至扇体内聚集成藏；在下降盘各古冲沟、古水道和古沟槽，发育了层层叠置的深水浊积扇体，这些扇体包裹在烃源岩中，具有油气富集的有利条件。

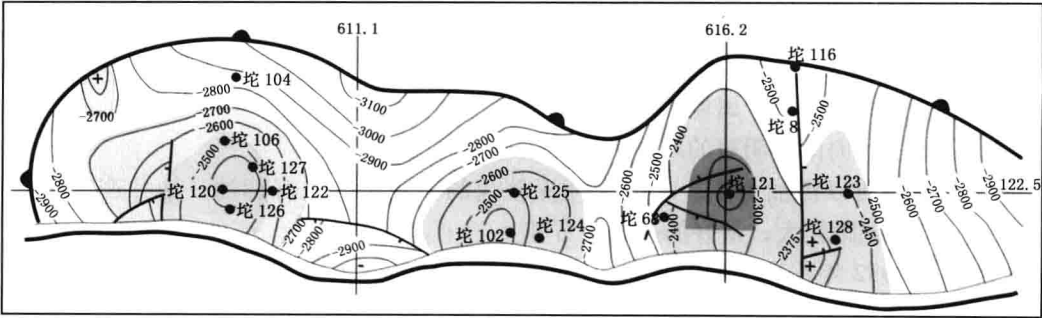


图 1-4 胜坨北部陡坡带砂砾岩扇体油藏勘探形势图

据此, 20 世纪 90 年代, 先后在胜北断层上升盘部署了坨 120、坨 121、坨 122、坨 123、坨 125、坨 128 和坨 145 等井, 这些探井相继钻遇了沙三下亚段、沙四段砂砾岩扇体油藏并获得了工业油流。其中, 1993 年 1 月完钻的坨 121 井钻遇沙三下亚段、沙四段油层 4 层 36m, 对沙三下亚段 2108 ~ 2113m 试油, 5mm 油嘴自喷获日产油 13t, 日产气 267m³ 的工业油气流; 对沙三下亚段 2071 ~ 2084m 井段试油, 抽汲, 获日产油 9.5t 的工业油流。1993 年, 坨 121 块上报沙三下亚段探明含油气面积 0.7km², 石油地质储量 319 × 10⁴t。坨 121 块近岸水下扇体的成功勘探, 拉开了胜坨北部陡坡带砂砾岩扇体油藏勘探的序幕。

1994 年 3 月完钻的坨 123 井钻遇沙三下亚段、沙四段油层 8 层 22m, 对沙四上亚段纯上段 2574 ~ 2611m 井段试油, 抽汲, 获日产油 6.54t 的工业油流; 对沙三下亚段 2206 ~ 2222m 井段试油, 抽汲, 获日产油 4.43t 的工业油流。1995 年, 坨 123 块上报沙三下亚段、沙四上亚段含油气面积 1.5km², 探明石油地质储量 373 × 10⁴t。

1993 年 2 月完钻的坨 124 井钻遇沙四段油层、油水同层 3 层 14m, 对沙四上亚段纯上段 2471 ~ 2496m 井段试油, 自溢, 获日产油 10.2t 的工业油流; 1994 年 2 月完钻的坨 125 井钻遇沙四段油层 4 层 20m, 对沙四上亚段纯上段 2445.5 ~ 2459m 井段试油, 抽汲, 获日产油 11.1t 的工业油流。1996 年, 坨 124 块上报沙四上亚段含油气面积 1.1km², 探明石油地质储量 115 × 10⁴t。

1994 年 5 月, 坨 128 井钻遇沙四段砂砾岩扇体油层 5 层 19m, 其中对沙四上亚段纯上段 2596 ~ 2610m 井段试油, 抽汲, 获日产油 7.82t 的工业油流。1999 年, 坨 128 块上报沙四上亚段含油气面积 0.4km², 探明石油地质储量 114 × 10⁴t。

1999 年 2 月, 坨 145 井钻遇沙三下亚段砂砾岩扇体油层 12 层 60.2m, 其中对沙三下亚段 2050.4 ~ 2055m 井段试油, 抽汲, 获得日产油 21.9t 的工业油流, 同年该块即上报沙三下亚段含油面积 0.5km², 探明石油地质储量 190 × 10⁴t。

总之, 20 世纪 90 年代, 在胜北断层上升盘的坨 121、坨 123、坨 125、坨 128、坨 145 等区块 (图 1-4) 共计上报近岸水下扇体油藏含油面积 4.2km², 探明石油地质储量 1111 × 10⁴t, 取得了胜坨地区隐蔽油气藏勘探的开门红。

通过“八五”至“九五”近 10 年的钻探研究, 胜坨地区砂砾岩体油藏勘探取得了巨大的成功, 具有典型背斜形态砂砾岩体均已基本发现并探明投入开发。因此, “十五”以来, 勘探地质技术人员大胆解放思想, 积极转变思路, 在不断深化砂砾岩扇体油藏成藏机理与油气富集规律研究认识的基础上, 将胜坨地区勘探程度相对较低、勘探难度极大, 且更为隐蔽的斜坡带及低洼沟谷内的砂砾岩体作为勘探的主攻方向之一, 并取得了一些新进展和新突破。

2006 年, 在坨 120 砂砾岩扇体西斜坡完钻的坨 174 井钻遇沙四段近岸水下扇体油层 23.1m/7 层、差油层 29.6m/7 层。特别是对电测解释为“干层”、“差油层”压裂试油, 获得日产 9 ~ 15t 的工业油流, 突破了北带砂砾岩扇体储层含油物性下限, 更为重新认识砂砾岩体沉积成藏规律带来了新启示。

2008 年, 在坨 145 井区北部的坨斜 179 井钻探成功, 沙三下亚段电测解释油层 6 层 24m, 油水同层 3 层 12.3m, 其中对 1866 ~ 1882m 井段 2 层 12.8m 油层试油, 8mm 油嘴放喷, 获日产油 31.6t、日产气 787m³ 的高产工业油气流。坨斜 179 井的钻探成功, 说明在胜北断层上升盘的过渡带内, 近岸水下扇体具有埋深较浅、储层物性好、成藏有利等特点。证明了该区中、浅层砂砾岩扇体具有较大的勘探潜力, 同时也进一步拓展了为胜北断层上升盘

勘探新空间,使胜北断层上升盘近岸水下扇体含油连片成为可能。2009年,坨斜179块上报沙三下亚段含油面积 0.53km^2 ,探明石油地质储量 $56 \times 10^4\text{t}$ 。

2007年12月,利用新出站的胜利村高精度三维地震资料,对坨128井区沙四段近岸水下扇体进行了精细描述,在坨128井南部署完钻了滚动探井坨128-10,其中电测解释沙四段油层24层67.4m,油水同层3层19.3m。2008年1月,对该井沙四段2925~2981m井段试采,5mm油嘴自喷,日产油17t,从而进一步扩大了坨128块沙四段的含油范围。2010年坨128-10块上报含油面积 2.56km^2 ,新增探明石油地质储量 $1116.07 \times 10^4\text{t}$;2012年,坨128-10块在向东滚动勘探的过程中,又上报含油面积 2.69km^2 ,新增探明石油地质储量 $451.34 \times 10^4\text{t}$,至此,坨128-10块累计上报新增探明石油地质储量 $1567.41 \times 10^4\text{t}$,从而成为继坨142块后,胜坨油田内发现的又一个千万吨级的探明储量区块,并且随着该区块不断滚动开发,储量规模还在进一步扩大。

这一时期,胜坨西部宁海地区坨94断层上升盘近岸水下扇体的勘探也不断取得进展。如2002年,位于东营北部陡坡带胜北断层上升盘的坨165井完钻,在沙三段、沙四段电测解释油层18层39m,8月8日对沙四段3385~3397m井段1层12m油层试油,8mm油嘴放喷,获日产油99.4t、日产气 23586m^3 的高产工业油气流,之后部署的坨166、坨167、坨168等井均获工业油气流。通过精细的地震标定解释与追踪描述,2003年坨165井区上报沙四上亚段纯下段探明含油面积 1.9km^2 ,石油地质储量 $72 \times 10^4\text{t}$;2011年该区北部坨193井钻探成功,沙四上亚段测井解释厚油层10层75.2m,其中对沙四上亚段纯下段1砂组2707~2718m井段试油,3mm油嘴自喷,获得日产油8.22t,日产气 481m^3 的工业流油。通过进一步的成藏综合评价,明确了宁海北部地区含油连片的态势,同时随着这些扇体的钻探成功,为宁海、胜坨老油田的稳产注入了新的活力。

自1993年以来,胜北断层上升盘钻遇沙三下亚段、沙四段近岸水下扇体的探井共计40口,其中见油层井30口,获工业油流井数25口,已累计上报新增探明石油地质储量 $2803 \times 10^4\text{t}$,控制储量 $247 \times 10^4\text{t}$ 。

2. 下降盘深水浊积扇体勘探

1994年,胜坨地区第一块三维地震资料——董集三维出站。随后通过综合地质研究,认为宁海—胜坨地区具有“沟梁相间、沟扇对应”的古地貌和沉积特征,上升盘发育了一系列退积的物源来自陈家庄凸起的近岸水下扇体,南部生油洼陷的油气可以沿胜北断层运移至扇体内聚集成藏;而下降盘各古冲沟、古水道和古沟槽,发育了层层叠置的深水浊积扇体,这些扇体包裹在烃源岩中,具有油气富集的有利条件,易于形成自生自储的岩性、构造—岩性油藏。通过三维地震资料分析认为,坨94断层—胜北断层下降盘沙三下亚段、沙四上亚段中发育了一系列由于胜北断层逆牵引形成的鼻状、背斜构造,因此利用董集三维地震资料首先解释了沙三下亚段顶面标准反射层(T_6')构造图,并对坨71井区深水浊积扇体进行了精细描述,于1994年部署钻探了坨71井。坨71井于1995年5月完钻,在沙三下亚段、沙四上亚段电测解释砂砾岩扇体厚油层14层45m,其中对沙四段3578~3613m井段试油,6mm油嘴自喷,获日产油19.4t、日产气 2214m^3 的工业油气流;对沙三下亚段3225~3226m井段试油,8mm油嘴自喷,获日产油108t、日产气 10710m^3 的高产工业油气流;对沙三下亚段3148.5~3195.2m井段试油,11mm油嘴自喷,获日产50.8t的高产工业油流;随后,该区部署的坨711、坨712等井也相继获得成功。1995年,坨71块上报沙三下亚段探明含油面积 1.1km^2 ,石油地质储量 $100 \times 10^4\text{t}$ 。随着滚动勘探开发的不断深入,2005年坨