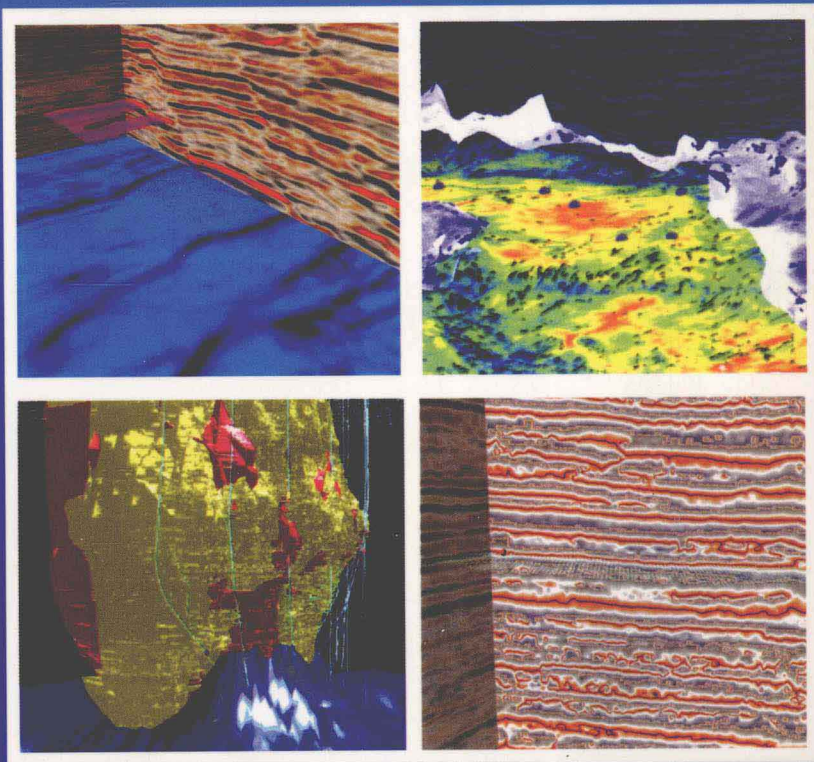


油气勘探新领域 物探综合研究进展

YOUQI KANTAN
XINLINGYU

WUTAN ZONGHE YANJIU JINZHAN

徐礼贵 郑良合 主编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

油气勘探新领域物探综合研究进展

徐礼贵 郑良合 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书是 2000—2002 年期间油气勘探新领域物探综合研究所取得的新成果和新进展,全书收入论文 17 篇,涉及塔里木、准噶尔、吐哈、柴达木、酒泉、鄂尔多斯、松辽等 7 个含油气盆地或盆地局部层系,包括物探技术、资料解释、区带划分评价、油气成藏规律和勘探目标优选等方面的方法、成果及认识。这些新成果和新进展对中国石油天然气股份有限公司近几年的物探地质综合研究和油气勘探发挥了积极的作用。

本书可供从事石油天然气勘探开发、地球物理勘探资料解释及地质综合研究的科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气勘探新领域物探综合研究进展/徐礼贵等主编.

北京:石油工业出版社,2003. 11

ISBN 7-5021-4462-5

I. 油

II. 徐…

III. 油气勘探:地球物理勘探-研究-中国-文集

IV. P618.130.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 103136 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 470 千字 印 1—700

2003 年 11 月北京第 1 版 2003 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4462-5/TE·3131

定价:50.00 元

《油气勘探新领域物探综合研究进展》

编 委 会

主 编：徐礼贵 郑良合

编 委：（以姓氏笔划为序）

王贵重 邓常念 冯许魁 巩庆林 何开泉

纪学武 李明杰 李德春 郑良合 柯宗强

张群伟 郭礼平 徐礼贵 彭朝全 陶家庆

前 言

2000年,中国石油天然气股份有限公司(以下简称中油股份公司)领导高瞻远瞩,从战略角度和长远利益出发,设立油气勘探新领域物探综合研究项目,由中国石油天然气集团公司东方地球物理公司(原石油地球物理勘探局)组织实施,按照中油股份公司的统一部署,分年度对具有战略资源前景的新盆地、新区带、新层系开展物探综合研究工作,以发挥东方地球物理公司贴近现场、技术先进、专家众多的综合优势,为中油股份公司和各油田分公司提供综合研究成果、钻探井位和勘探部署建议,寻找和发现新的油气资源。东方地球物理公司先后组建了8个靠前研究中心(研究分院),投入300余名物探地质研究人员和大量的装备及软件,依托公司内外专家的指导,展开了大规模的油气勘探新领域物探综合研究工作。

油气勘探新领域物探综合研究具有以下特点:

(1) 研究涉及的盆地多、重点区域突出。新领域物探综合研究涉及塔里木、准噶尔、吐哈、柴达木、酒泉、鄂尔多斯、松辽等7个含油气盆地,尤其以西部的含油气大盆地为重点,充分体现了中油股份公司“稳定东部,发展西部”,加快寻找油气勘探新的后备战场的战略思想。

(2) 区域研究与目标评价相结合,密切联系油气勘探生产。区域研究重点突出新盆地、新区、新带的超前及开拓性的研究,指出有利的勘探区带和勘探方向;目标评价重点是落实圈闭、储层预测、提供钻探井位。大部分的研究课题都密切围绕各油田分公司的油气勘探部署,兼顾了区域研究和目标评价两大方面的内容。

(3) 项目连续性强、研究内容不断深化。有多个盆地的研究课题一次设立,分两到三年完成,头一年或两年以区域研究为主,重点解剖区域结构、地层分布,重新划分和评价构造单元。第二年或第三年转入区带描述或目标评价,重点进行精细的构造解释、储层预测及成藏规律方面的研究。

(4) 及时调整研究内容,重在发现和油气突破。根据中油股份公司和油田分公司的要求,随着勘探与生产的变化,及时调整研究的内容和方向,随时对当年各盆地油气勘探的难点、热点地区进行研究,及时解决油田勘探与开发中的实际问题,重在发现和油气突破,为油田分公司增储上产服务。

(5) 推广成熟技术,持续开展攻关。研究中,积极借鉴和推广东方地球物理公司现有成熟的碳酸盐岩解释研究和复杂山地精细构造解释和成图等技术,取得事半功倍的勘探效果;同时针对隐蔽圈闭的描述、储层的反演预测和地震与非地震的联合解释等方面的难题,继续组织方法攻关研究,不断完善物探综合研究技术系列,提高了解释精度和成果的可靠性。

(6) 坚持靠前研究,研究成果很快应用于勘探实践。在确保后方强大技术支持的前提下,新领域物探综合研究的大部分二级课题由东方地球物理公司各靠前研究中心承担,充分发挥靠前资料收集快、信息了解及反馈快、与油田分公司沟通及时的优势,研究工作紧密结合油田的勘探与生产,研究成果及时向油田分公司汇报,新的成果与认识很快应用于勘探生产,转化为现实生产力,加快了油气勘探发现的节奏。

三年来,在中油股份公司和各油田分公司的大力支持下,东方地球物理公司按照“突出重点、发挥优势、贴近生产、注重实效”的总体要求,运用多种新技术、新方法,围绕7个含油气盆地的重点新区和新层系,完成了大量的地震和非地震资料解释、连片工业制图、构造形成演化、油气富聚规律、区带划分评价、目标优选、勘探部署建议等物探综合研究工作,取得了丰富的研究成果与地质认识,为中油股份公司油气勘探新领域的重大发现和增储上产发挥了积极的作用。

从三年的油气勘探新领域物探综合研究成果中,挑选了17篇论文汇编成本书,意在进行阶段总结,展示研究进展,交流地质认识,不断提高研究水平,促进新领域物探研究的深入开展。

中油股份公司、勘探与生产分公司、各有关油田分公司和东方地球物理公司的领导和专家,对油气勘探新领域物探综合研究工作给予了极大的关怀与指导;在本书出版过程中,课题承担单位给予了大力的支持,新领域综合组纪学武等做了许多工作。借本书出版之际,一并致以诚挚的感谢!

限于笔者的水平,缺点和疏漏之处不可避免,希望读者批评指正。

徐礼贵 郑良合

2003年3月

目 录

油气勘探新领域物探研究成果综述	郑良合 徐礼贵 (1)
油气勘探新领域若干地质问题的认识及探讨	纪学武 李秀芬 (18)
松辽盆地南部扶新隆起带地震资料精细 解释与研究	柯宗强 魏宝辉 张宝权 (36)
鄂尔多斯盆地西缘构造特征研究及陇东地区的 储层反演	谢结来 张 浩 刘 韬等 (52)
酒泉盆地构造特征研究及区带目标评价优选	王泽权 万小平 冯建国等 (66)
柴达木盆地物探资料综合解释及勘探方向建议	沈 亚 陈元忠 王财富等 (83)
吐哈盆地火焰山—七克台构造带整体解剖及 南部凹陷研究成果	李树新 张进学 郭 翔 (106)
准噶尔盆地腹部精细的构造解释及淮南缘勘探 目标优选	侯六根 廖如潮 何开泉 (121)
塔里木盆地台盆区地震勘探技术与效果	徐礼贵 王贵重 (137)
库车前陆盆地物探研究成果与认识	程明华 彭朝全 刘登明等 (155)
塔里木盆地轮南塔中碳酸盐岩地震解释新成果	冯许魁 刘运宏 王 鹏等 (167)
塔西南坳陷—柯坪地区物探综合研究进展	潘良云 刘彩芹 杨书江 (182)
塔东—英吉苏地区区域构造特征与 区带目标优选	王志勇 王贵重 马培领等 (205)
塔里木盆地台盆区东河砂岩识别技术与 目标评价	王晓平 张红梅 孙维昭等 (229)
塔里木盆地台盆区志留系成藏条件研究与 勘探目标选择	胡少华 (244)
塔里木盆地及周缘山前带非地震资料综合解释	李德春 冀连胜 (257)
塔里木盆地塔东南地区物探资料解释与 构造特征研究	钱盘补 郭礼平 刘洪涛等 (271)

油气勘探新领域物探研究成果综述

郑良合 徐礼贵

(东方地球物理公司)

到 2002 年底, 东方地球物理公司(原石油地球物理勘探局) 承担中油股份公司油气勘探新领域综合研究工作已经进行了三年。三年来, 在中油股份公司各级领导的亲切关怀和直接领导下, 在有关油田分公司的大力支持和协助下, 东方地球物理公司以地质研究中心、库尔勒分院、原地调五处研究所为依托, 以吉林、长庆、玉门、敦煌、吐哈、北疆等靠前研究中心及非地震靠前服务支撑点为重点, 前后方相结合开展物探资料解释和研究工作。在项目运作过程中, 以中油股份公司领导提出的“突出重点、快速反映、精雕细刻、不断创新、及时沟通、有所作为”为宗旨, 以找油找气为己任, 依靠科技进步, 加强项目管理, 规范项目运作, 完成了大量的物探解释及综合研究工作, 取得了丰富的研究成果和认识。本文将三年来各项目主要的研究成果, 特别是近两年来取得的新成果、新认识作初步的综合归纳, 仅供参考。

一、解释研究工作量及成效

在项目实施过程中, 收集了大量的重磁电、地震、钻井、测井、地质、参考文献等资料, 通过对各类资料整理、研究及综合利用, 编制了大量的图件, 取得了丰富的地质成果及新的认识。向有关油田分公司提供了大量的物探部署建议和井位钻探建议, 这些建议大部分已经被油田分公司认可、采纳并实施。有的已经实施完毕并见到了良好的效果, 有的正在成为各油田分公司下一阶段油气勘探和研究的重点。

(一) 资料收集情况

近两年来, 各项目组收集、整理二维地震测线 211407km, 三维地震资料 10821km², 钻井、测井资料 1765 口, 报告 331 多份。在此基础上, 消化吸收了前人的研究成果和认识, 为新领域各项研究工作的顺利开展奠定了基础。

(二) 资料解释工作量

完成了二维地震资料 153386km, 三维地震资料 10645km², 电法解释 2200km, 重磁资料解释 12000km²。为了确保成图精度和构造落实程度, 完成了近 100 口井合成地震记录的制作和地震地质层位的标定, 同时做了大量速度建场工作, 保障了构造复杂区、小断块区和大深度低幅度构造区构造解释和工业制图的精度。

(三) 完成的主要图件

经过广大解释研究人员的努力, 两年来完成等 t_0 图 474 张、构造图 460 张、厚度图 200 张, 分析图件约 948 张, 成图精度和质量符合有关的技术标准, 为有关油田分公司勘探生产提供了可靠的物探基础图件。编制多媒体及成果报告 56 份。

(四) 发现及落实一大批圈闭目标

通过物探资料解释及构造成图,新发现、复查圈闭近 1021 个,圈闭面积达 22300km² 以上,优选有利圈闭 154 个,圈闭面积近 5000km²。

(五) 提供的钻探井位

通过新领域项目的研究,向有关油田分公司共提供钻探井位 250 口,采纳井位 113 口,完钻 61 口,其中 31 获得工业油气流,15 口失利,钻探成功率为 50.8%。其中:

- (1) 前 105 (吉林): 936.4~945.8m, 9.4 m, 日产油 3.4 m³。
- (2) 隆 6 (酒西): 4330.5~4403.0 m, 44.5 m/3 层, 获高产油气流。
- (3) 隆 8 (酒西): 第五试油层, 4056.9~4148.3 m, 日产油 151 m³。
- (4) 轮古 12 (轮南): 5509~5527 m, 折日产油 195 m³, 折日产气约 17×10^4 m³。
- (5) 轮古 15 (轮南): 5726~5750 m, 酸化后测试, 平均日产油 447 m³。
- (6) 轮古 101 (轮南): 5434~5480 m, 8mm 油嘴日产油 432 m³, 日产气 9.7×10^4 m³。
- (7) 塔中 111 (塔中): 志留系下砂岩段, 日产油 110 m³。
- (8) 神北 4 (吐哈): 2953~2956.3 m, 日产油 71.92 m³, 日产气 19760 m³。

(六) 提供勘探部署建议

各研究项目与油田生产紧密结合,已经融入到油田的勘探生产之中,及时提出了许多开拓性的或务实的物探部署建议,其中相当一部分已经实施或被采纳,成为各有关油田分公司年度勘探部署和部署调整的重要决策依据。近两年提供二维部署建议 27390km, 采纳 11341km; 提供三维部署建议 6690km², 采纳 2630km²; 提供重磁部署建议 54500km, 采纳 37500km; 提供电法部署建议 5805km, 采纳 4805 km; 提供化探部署建议 719km。

二、山前冲断带主要研究成果

中国中西部前陆盆地山前冲断带十分发育,地质结构复杂,石油地质条件优越,一直是油气勘探工作者关注的重点,也是油气突破潜力巨大的勘探新领域。前两年新领域研究涉及的山前冲断带,包括酒泉盆地南缘、鄂尔多斯盆地西缘、准噶尔盆地南缘、塔里木盆地塔西南地区、库车前陆盆地等重点热点区域,取得了一批新的研究成果。

(1) 利用重、磁、电、震联合解释技术,相继发现了酒泉盆地窟窿山和金佛寺逆掩推覆带。

中国中西部山前带油气资源丰富,由于地表和地下条件的限制,单纯应用地震资料难以解决山前带的勘探问题,利用重、磁、电、震联合勘探技术,在酒泉盆地南缘祁连山山前相继发现了窟窿山逆掩推覆带和金佛寺逆掩推覆带。

①窟窿山逆掩推覆带:位于酒泉盆地酒西坳陷南部,东起 509 断裂,西至红柳峡,东西长 37km,构造带面积 225km²。该带是由一系列彼此近于平行的逆掩断层和逆冲断层组成的上陡下缓的犁式断裂带(图 1),其前缘的南倾主断面下盘构造圈闭非常发育,自东向西发育有柳沟庄、窟窿山及金海子等主要构造。主要勘探目的层是下白垩统中、下沟组。

窟窿山逆掩推覆带上构造控制油气富集,表现为局部构造高点、断裂密集带油气较为富集;岩性控制油气的分布,表现为油气主要赋存于灰色的扇三角洲前缘砂砾岩和泥云岩中,砂、砾岩和泥云岩是油田区主要储集岩;裂缝控制单井高产,表现为裂缝是油气主要的渗流通道。

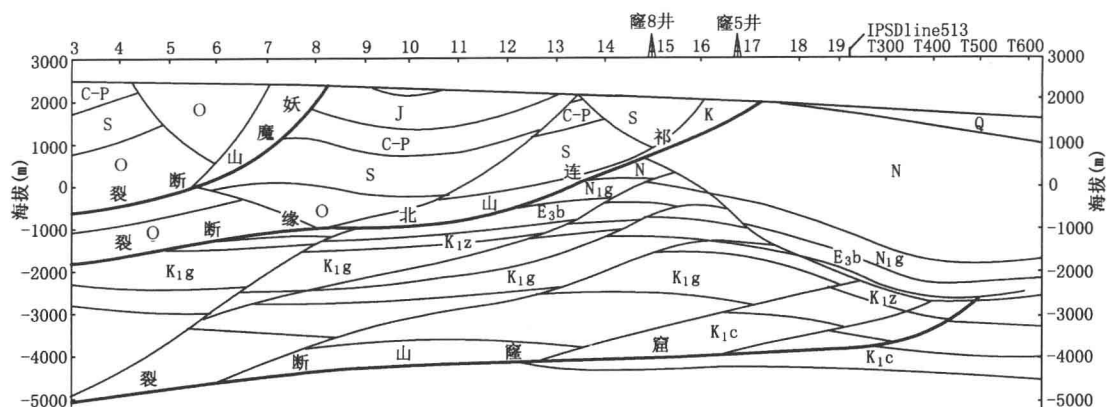


图1 窟窿山构造 JX01-1 地质剖面

窟窿山背斜面积约 127.7km²，构造高点位于隆 5—隆 8 井区。背斜北翼地层较陡，为断裂密集带；南翼地层较缓，被掩覆在祁连山古生界基岩之下。背斜北翼为已知油藏，是青西油田的主体；其南翼与北翼具有相似的成藏条件。隆 8 井位于窟窿山背斜的南翼，在 4056.9~4148.3 m 井段试油日产油 151 m³，是玉门油田油气增储上产现实的接替区带。

②金佛寺逆掩推覆带：继 2000 年在酒西坳陷发现窟窿山逆掩推覆带之后，2002 年又在酒东坳陷南部山前发现了勘探价值极高的金佛寺逆掩推覆带。

在酒东坳陷南缘横亘约 720km² 的花岗岩体，以前的地震资料只延伸到山前，致使酒东坳陷南缘的地质结构不清楚。根据电法资料（图 2）推测在营尔凹陷祁连山前存在明显的逆掩推覆构造带，2002 年部署的两条地震测线完全证实了电法资料所得出的结论。

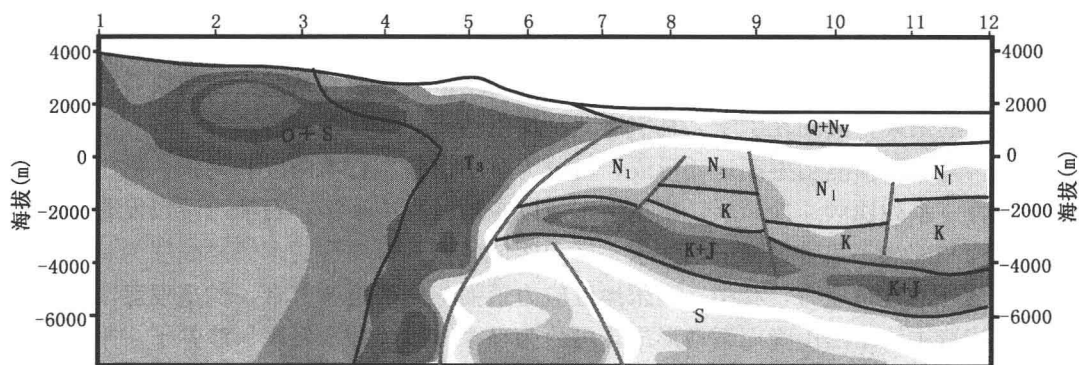


图2 过酒东坳陷祁连山前 JD02 电法地质解释示意图

现场处理剖面（图 3）清晰地反映出存在有较大距离的推覆，掩覆距离 6~10km；花岗岩体之下掩覆有较厚的中新生界，且具有较好的被一些断层复杂化的背斜构造显示。金佛寺构造带东西长 20km，南北宽 10km，轮廓面积约 200km²。初步分析认为其具有与酒西坳陷窟窿山逆掩推覆体相似的地质结构和油气成藏条件，可能具有很好的油气勘探前景。

通过 2002 年对营尔凹陷的地震资料解释，认为营尔凹陷比目前的范围有所扩大，凹陷南缘有向西南侧扩展的趋势，其西南部分在第三系之下存在与凹陷内部白垩系相似的地层结构，这对金佛寺构造带的油源评价更为有利。

（2）重、磁、电、震等资料综合解释及评价表明，鄂尔多斯盆地西缘具有良好的油气勘

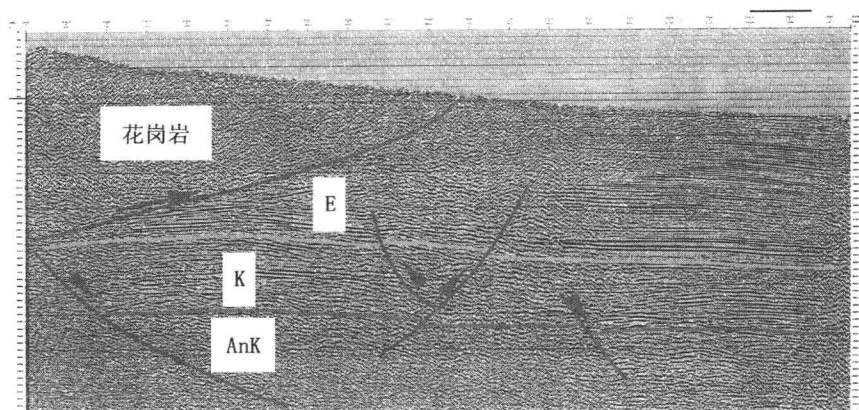


图3 JD02-43地震剖面

探前景。

①鄂尔多斯盆地西缘断裂发育、构造复杂，具有南北分块，块内分段特征。鄂尔多斯盆地西缘地区基底呈镶嵌块状结构，基岩顶面形态呈南北高、中间低的两高一低格局。不同性质基岩块体的接触边界是断裂及构造易发育地带。综合重、磁、电、震及结合地表、遥感等资料，共划分断裂131条。其中，切穿基底的深断裂或大断裂共27条，基底断裂大多呈近南北向（包括NS、NNE、NNW方向）展布，其间存在一些近东西向平移断层，反映了其以东西向应力场作用为主，基底断裂对盖层断裂的发育具有明显的控制作用。盆地内部断裂以近东西向、北东向为主，是东西向与南北向应力场共同作用的结果。

鄂尔多斯盆地西缘地区构造复杂，整体呈一近南北向展布的褶皱—冲断带，具南北分块、块内分段特征。各块、段地质结构、构造地质特征各异，构造主要形成期及主应力方向有所差异。西缘地区可分南北两块，构造线方向均呈反S形，是燕山期南块右旋扭动、北块左旋扭动的结果，其间在中宁—马家滩北、横山堡南一带存在一转换带。

北块构造主要由燕山中期运动形成，可分为桌子山段、石嘴山段和陶乐—横山堡段。桌子山段发育一系列西倾逆冲断层，桌子山东麓以东地区构造平缓；石嘴山段以发育简单的大型逆冲断隆和前缘三角带为特征；陶乐—横山堡地区以发育成排的东倾逆冲断层为特征，反映由盆地内至外的推挤应力，其中，陶乐地区应力最强，向南至调节带，构造发育渐趋平缓。

南块构造主要由燕山晚期运动形成，可分为马家滩段、甜水堡段、沙井子—平凉段和华亭—陇县段。其中马家滩段和华亭—陇县段发育典型的逆冲推覆构造，华亭—陇县段属燕山中期和燕山晚期共同形成的前进式逆冲推覆构造；甜水堡段地区以发育高角度东、西倾逆冲断层形成的断块构造为特征；沙井子—平凉段则以发育西倾高角度逆冲断层为特征。

②鄂尔多斯盆地西缘地区具有良好的油气勘探前景，主要表现在：第一，主要目的层广泛分布并且沉积厚度较大；第二，由于西缘地区发育逆冲推覆构造，从而形成了同一套勘探层系在纵向上的重复或叠置，这样就大大增加了油气勘探的机遇；第三，发育下古生界、上古生界、中生界三大套生储盖组合，并且已经发现了其所形成的众多油气田（藏），如上古生界胜利井气田、三叠系马家滩油田、侏罗系李庄子油田等；第四，背斜、断背斜、断鼻、断隆等局部构造比较发育，该区东倾斜坡上岩性、地层圈闭也较发育；第五，区域性不整合面即奥陶系顶面和三叠系顶面，及发育的众多断裂成为沟通油气的良好通道；第六，构造形

成期与生、排烃期匹配较好。构造主要形成期为燕山期，有利于油气的聚集成藏。

初步评价认为：北块主要以古生界气勘探为主，南块的勘探是中生界油与古生界气并举。马家滩段、陶乐—横山堡段、甜水堡段为油气最有利区，现已进入油气田开发阶段；华亭—陇县段、沙井子—平凉段为油气有利区，是下一步需要重点突破的地区；桌子山段、石嘴山段为油气较有利区。

(3) 准噶尔盆地南缘东湾背斜带、霍玛吐背斜带和高泉东—独山子背斜带为现实的有利勘探区带。

①准噶尔盆地南缘的断裂控制或影响次级构造带及局部构造。准噶尔盆地南缘自下而上存在侏罗系煤系地层、下白垩统吐谷鲁群泥岩、下第三系安集海河组泥岩及上第三系塔西河组泥岩等四套塑性地层，形成南缘四套层间断层滑脱面。受北天山造山带向北挤压推覆的影响而形成一系列与断裂活动相关的冲断褶皱构造，区内断裂发育，大大小小的近百条断层，按其规模及其对区带、次级构造带及圈闭的控制程度可分为三级。

I级断裂：断裂规模大，为南缘二级构造带的分界线，如博尔通沟—齐古大断裂、霍玛吐滑脱断裂、独山子滑脱断裂、艾卡断裂等；II级断裂：断裂规模中等，控制着南缘三级构造带的展布，如东湾北断裂、霍玛吐逆断层、安集海断裂、独山子断裂等；III级断裂：断裂规模较小，影响着局部圈闭的构造形态及有利于油气运聚，如呼图壁断裂、西湖断裂等。

②淮南缘划分为2个二级构造带及5个三级构造带，评价出3个有利的勘探区带。淮南缘为一北天山山前逆冲褶皱构造带，其构造格局总体表现为南北分带、东西分块的特征，受博尔通沟—齐古大断裂的控制，南缘南北方向可分为两个二级构造带，南为山前冲断构造带，即托斯台—齐古冲断构造带；北为前缘褶皱背斜构造带。而前缘褶皱背斜构造带又受独山子滑脱断层、独山子断裂、霍玛吐滑脱断层、霍玛吐断裂、东湾断裂等二级断裂的控制而可分为东西两个弧形逆冲褶皱块，即西段的独山子逆冲块、东段的霍玛吐逆冲块。独山子逆冲块南北方向上可分为高泉东—独山子逆冲褶皱带和高泉北—西湖背斜带等两个次级构造带；东段霍玛吐逆冲块南北方向上可分为东湾背斜带、霍玛吐背斜带及安集海—呼图壁背斜带等3个次级构造带。南缘的断裂对南缘次级构造带的划分及油气运聚都起到了非常重要的控制作用，总体上具有向西收敛、向东撒开的特征。

南缘勘探的主要目的层为下第三系紫泥泉子组，紫泥泉子组以滨浅湖、河流相砂岩、砂砾岩沉积为主。呼2井钻揭紫泥泉子组，中上部岩性为褐灰色、棕色含砾不等粒砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩，下部为浅棕色砂砾岩、含砾不等粒砂岩和泥质砂岩；吐谷1井和安6井揭示紫泥泉子组，岩性主要细—粉粒长石岩屑砂岩，泥质含量较多。该储层是呼图壁气田的主要产层，吐谷1、吐谷2及卡6井也在该储层中获得工业油流，平面分布范围广，是南缘主要勘探目的层之一。

根据南缘次级构造区带的划分结果，结合各区带所处的构造位置、圈闭类型及圈闭落实程度等条件，综合评价现实的有利勘探区带为东湾背斜带、霍玛吐背斜带和高泉东—独山子背斜带。

(4) 塔里木盆地西南地区的综合研究取得新认识，进一步明确了下步勘探及研究方向。

①塔西南坳陷是一个多期、多种类型的复合、叠合型前陆盆地，经历10个盆地演化阶段。塔西南地区夹持于西昆仑和南天山两个造山带之间，塔西南坳陷的形成、演化与两个造山带的演化紧密相连，是不可分割的有机联系体。按塔西南地区的大地构造环境变迁、西昆仑和南天山造山带的形成演化、盆地内区域不整合和沉积、构造变形特征，将其构造演化划

分为前震旦纪基底形成阶段、震旦纪裂谷盆地发展阶段、寒武纪—奥陶纪被动大陆边缘盆地发展阶段、志留纪—中泥盆世南部周缘前陆盆地和北部被动大陆边缘盆地发展阶段、晚泥盆世—早石炭世南部裂谷盆地和北部被动大陆边缘盆地发展阶段、晚石炭世北部周缘前陆盆地和南部被动大陆边缘盆地发展阶段、早二叠世北部周缘前陆盆地和南部弧后前陆盆地发展阶段、晚二叠世—三叠纪前陆盆地发展阶段、侏罗纪—早第三纪断陷盆地发展阶段、第三纪—第四纪再生前陆盆地发展阶段等 10 个发展阶段。

②进一步明确了构造单元及次级构造带（区带）划分。按前陆盆地构造单元划分原则，依其沉积、构造变形特征将塔西南坳陷划分为 4 个一级构造单元和 9 个二级构造单元（段），依据地面及地下局部构造展布，进一步划分为 22 个次级构造带（图 4）。

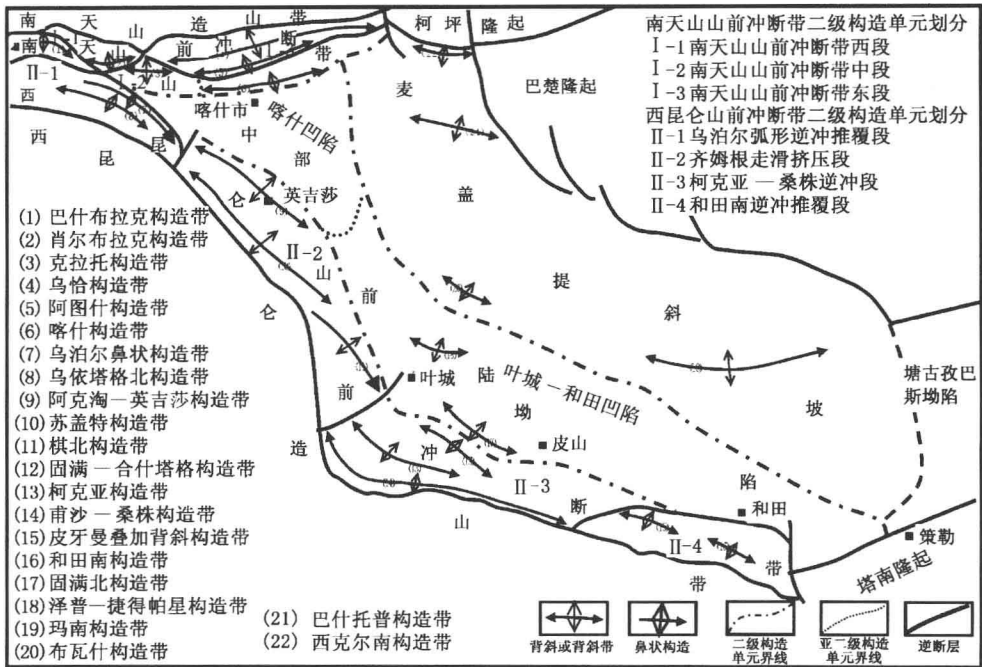


图 4 塔西南坳陷构造单元划分示意图

柯坪隆起为南天山造山带南缘的一个一级构造单元，呈北东东向向南凸的弧形展布，总体为长纺锤形，东西方向以北北西向的皮羌断裂和印干断裂分隔成三段，其地质结构及构造演化特征存在明显差异，据此可划分为 3 个二级构造单元，即西段（西克尔区）、中段（萨尔干区）、东段（阿克苏区），按局部构造展布特征进一步划分为 9 个次级构造带。

③综合评价出 8 个有利区带，指出了下步勘探及研究方向。依据烃源岩、储层、封盖条件、圈闭条件、油气生成与运聚、圈闭保存条件以及圈闭资源量七大要素对区内 24 个次级构造带进行了评价，综合评价出 8 个有利区带，即肖尔布拉克构造带、乌恰构造带、克拉托构造带、阿克陶—英吉莎构造带、苏盖特构造带、柯克亚构造带、巴什托普构造带、柯坪隆起西段柯坪塔格构造带。

依据圈闭条件、油源条件、储集条件、保存条件及与油气的匹配条件 5 个一级因素包含的 15 个二级地质因素进行了地质评价，将肖尔布拉克背斜、阿克莫木背斜、东阿克莫木背斜、阿图什北 1 号背斜、苏西背斜、英吉莎背斜、柯克亚背斜、巴什托普背斜、西克尔背斜

9 个圈闭评为 I 类圈闭, 其中未钻圈闭 5 个, 是下步勘探的首选目标。

指出南天山山前冲断带和柯坪隆起西段是近期油气勘探的主攻区, 齐姆根走滑挤压段是西昆仑山前冲断带近期油气勘探的重点地区, 乌泊尔弧形逆冲推覆段和柯坪隆起东段温宿南斜坡带是油气勘探的准备区。

(5) 库车前陆盆地具备良好的石油地质条件, 3 个有利区带是寻找大型油气田的主战场和战略准备区块。

库车前陆盆地基本石油地质条件良好, 发育有侏罗系—三叠系烃源岩、第三系吉迪克组、库姆格列木组膏盐岩、侏罗系煤系等三套区域性盖层及第三系、白垩系砂岩等优质储层。目前已发现或落实圈闭 62 个, 发现、控制及探明了一批油气田或含油气构造。综合评价认为: 克拉苏构造带和东秋里塔格构造带是近期天然气勘探的主战场, 库车西南地区是近期寻找大型油田的主战场, 乌什—温宿地区是库车地区下步油气勘探的准备区块。

①克拉苏构造带和东秋里塔格构造带是库车天然气勘探的主战场。克拉苏构造带东西长约 180km, 南北宽约 30km, 轮廓面积约 5400km²。目前已发现盐下圈闭 30 个, 盐上圈闭 2 个。已发现 2 个气田 (克拉 2 气田、大北 1 气田)、1 个油田 (大宛齐油田)、1 个含油气构造 (克拉 3 号含油气构造)。其有利条件为: 位于库车侏罗系—三叠系生烃中心区带; 圈闭发育, 面积大、幅度高; 发育有一套广泛分布的下第三系膏盐岩、下第三系底砂岩和白垩系砂岩的优质储盖组合; 断裂发育, 向下沟通烃源岩。有利的勘探目标有克拉 5 号背斜和博孜 1 号背斜。

东秋里塔格构造带东西长约 160km, 南北宽约 10~15km, 轮廓面积约 1800km²。已发现盐下圈闭 7 个, 2 个气田 (迪那 2 气田和迪那 1 气田)。其有利条件为: 位于阳霞凹陷北坡, 是油气运移的有利指向区; 主要发育有两套良好储盖组合 (第一套是吉迪克组盐膏层与吉迪克组底砂岩和下第三系砂岩的组合, 第二套是吉迪克组盐膏层与下第三系底砂岩和白垩系砂岩的组合); 断裂发育, 油气运移通道良好。有利的勘探目标有康村 2 号背斜和阿克西背斜带。

②库车西南地区是寻找大型油田的主战场。库车西南地区是前陆隆起和斜坡的一部分, 包括却勒塔格、西秋里塔格构造带和喀拉玉尔滚构造带等地区, 轮廓面积约 5000km²。已发现却勒 1 油藏、玉东 2 凝析气藏和羊塔克油气田。近年来围绕库车西南地区展开了一系列研究工作, 认为该区位于有利的生油相带, 油源充足; 区域位置有利, 位于油气运移的长期指向区; 储盖组合优良, 保存条件好; 盐下目的层变形较弱, 构造样式相对简单, 圈闭类型好; 具有盐下、盐上两套目的层, 勘探领域非常广阔; 构造成排成带分布, 圈闭发育, 类型好, 勘探规模大。

从却勒—大北地区区域地震大剖面上 (图 5) 可以看出, 却勒和大北地区分别位于拜城凹陷的南、北两侧。北侧的大北地区, 盐下构造中已发现了大北 1 气藏, 盐上浅层已发现了大宛齐油藏; 而南侧的却勒地区, 盐下构造中已发现了却勒 1 油藏, 盐上构造与大宛齐构造比较相似, 有可能形成像大宛齐油藏一样的次生油藏。因此, 该区勘探领域非常广阔, 盐下为寻找原生油藏的有利地区, 盐上为寻找次生油藏的有利地区。勘探的有利目标有西秋 2 号背斜、却勒 2 号背斜、中喀 1 号背斜、中喀 2 号背斜等。

③乌什—温宿地区是下步油气勘探的战略准备区。乌什—温宿地区位于库车前陆盆地的西端, 其主体可分为北部的乌什凹陷和南部的温宿凸起两部分, 东西长约 160km, 南北宽约 80km, 轮廓面积约 12800km²。温宿凸起是一个中生代以来持续发育的古隆起, 中生界可

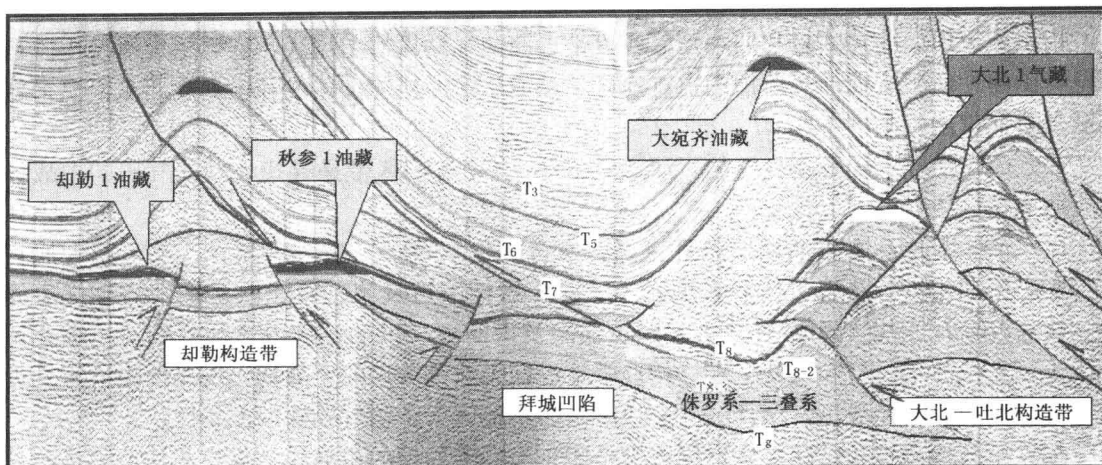


图5 却勒—大北构造带区域地震大剖面

能缺失, 新生界厚度一般为 1000m 左右。乌什凹陷为库车的次级构造单元, 基底埋藏较深, 中新界发育, 其中新生代沉积厚度大多为 3000~4000 m。

综合研究认为: 乌什凹陷中生界是库车前陆盆地的一部分, 温宿凸起东段为乌什凹陷的前缘隆起。乌什凹陷发育有三叠系—侏罗系等多套良好的烃源岩以及古生界生储盖组合、三叠系—侏罗系生储盖组合及白垩系—第三系储盖组合。温宿凸起锥形于加里东晚期, 定型于喜马拉雅晚期, 是一个长期继承性发育的古隆起, 具有与塔北隆起轮台凸起相似的地质结构和成藏条件。该区共发现和基本落实了 14 个局部构造及构造显示, 圈闭类型以潜山、潜山披覆背斜、背斜及凸起边缘的非构造圈闭为主, 正钻的乌参 1 井已见油气显示, 勘探前景良好。随着勘探的不断深入, 乌什—温宿地区有望成为油气勘探新的突破区。

三、复杂断块区及隐蔽圈闭研究成果

复杂断块和隐蔽圈闭既是中国陆上油气勘探的老对象, 也是蕴藏着无穷潜力的油气勘探新领域, 特别是隐蔽圈闭, 包含着非构造和低幅度构造圈闭多种类型, 20 世纪 90 年代以来, 油气发现接连不断, 成为东西部探区增储上产的重要支柱。围绕复杂断块区及隐蔽圈闭, 油气勘探新领域研究的地区有松辽盆地扶新隆起带、塔里木盆地碳酸盐岩、塔里木盆地台盆区东河砂岩、塔里木盆地台盆区志留系砂岩、准噶尔盆地腹部等东西部不同的盆地、不同层系, 取得了重要的研究进展。

(1) 通过精细的断层、断块解释及储层研究, 基本明确扶新隆起带控油的主要因素和油气分布规律。

①基底古隆起和反转断裂在油气分布及富集中起决定性作用, 由大型基底反转断裂和反转构造诱发和派生的断裂所形成的垒堑构造和局部圈闭是油气富集区。主要表现在: 隆起是油气运聚的长期指向; 断裂是油气运移和聚集的主要通道; 反转断层控制了局部构造和构造带的发生发展。孤店—扶北断裂构造带、两井—新北断裂构造带的发生发展以及最后定型具有上述特点, 是油气富集的理想场所。新庙、新民、新民东等垒堑构造和木头、前南、新立南等局部圈闭发育区是由大型基底反转断裂和反转构造诱发和派生的断裂所形成的, 也是油

气富集的有利场所。

②受构造背景和物源双重控制的沉积相带展布控制了油气平面分布。泉四段（扶余油层）地层沉积时，受东南物源控制，在东南高、北西低这种大的构造背景下，发育三角洲前缘亚相。更重要的是，受孤店、扶北大型反转断层和扶余古隆起控制，正向物源方向主要发育水下分支河道，背向物源方向以滩坝、席状砂为主。因此，油气富集区就主要集中在孤店、扶北反转断层上下盘附近，整体呈北东向展布。其构造油气藏主要分布在扶新隆起带的主体构造部位；构造—岩性油气藏主要分布在新立背斜构造上（新立油田）；断鼻或断块油气藏主要分布在新立南、木头、前旗地区；断层—岩性油气藏主要分布在两井、新北、新庙、新民和新民东地区；岩性油气藏主要分布在扶新隆起带的倾没部位（如两井西、塔虎城地区）。

③小断块精细解释技术的应用取得明显的勘探成果。关键技术主要有：解释工作站消除或减小闭合差、地震属性的一致性处理技术，地震地质层位精细标定技术，构造精细解释技术，井约束反演预测储层技术，多种属性分析技术，测井资料的一致性处理技术，断层封堵分析技术，相干体分析技术等。在 T_2 地震反射层解释反向正断层 749 条，一般断距 10~80m，平均断距 30m 左右，平面延伸长度 1~10km 不等；解释顺向正断层 829 条，断距 10~60m，平均 45m 左右，平面延伸长度 1~15km 不等；发现和落实圈闭 262 个，圈闭面积 156.65km²。所提供的前 105、新 323、前 55、庙 133 获得工业油流。新北油田黑帝庙油层预测新增储量 $(500\sim600) \times 10^4$ t；新北地区扶余油层预测新增储量 $(3000\sim4000) \times 10^4$ t；庙 130 井区、前 105 井区升级为探明储量，可提交探明储量 900×10^4 t。

(2) 发展和完善地震岩溶解释技术，塔里木盆地轮南地区碳酸盐岩的勘探获得可喜成果。

①发展和完善了地震岩溶解释技术。以现代岩溶理论为指导的地震岩溶解释技术（系列）包括：地貌成图技术（刻画地貌），有精细层位标定技术、地震岩溶地质全三维解释技术、精细变速空校（时深转换）技术、潜山地貌成图技术；岩溶内幕解释技术（预测储层），有岩溶储层综合标定技术、相干数据体处理解释技术、三维可视化雕刻技术（层面可视化显示、古地貌恢复显示、岩溶储层透视、岩溶储层分层扫描）；储层综合评价技术；有地震信息综合分析技术、油田生产动态分析技术、地质综合分析技术；岩溶储层量化描述技术，有参数反演技术、地震幅值分析技术等。

②利用岩溶地貌刻画技术，将轮南潜山区划分成岩溶高地、岩溶斜坡、岩溶盆地三个部分。

岩溶高地：是古地貌的高部位，岩溶地貌以深切窄峡谷发育为特征，地形起伏较大。

岩溶斜坡：可分为东、西两部分。东部岩溶斜坡整体又分为上、下两个次级岩溶斜坡，岩溶上斜坡侵蚀沟梁、落水洞、地下暗河发育；岩溶下斜坡具有侵蚀沟与地貌平台相间的格局、侵蚀沟深度浅、延伸远。西部岩溶斜坡分成两个岩溶阶地，第一岩溶阶地即轮南西断裂与轮南西Ⅰ号走滑断裂中间夹持的地带，潜山地貌形态呈阶梯状；第二岩溶阶地指轮南西Ⅰ号走滑断裂以西地区，地貌形态变得极不规则，断裂发育程度弱，古地势平缓。

岩溶盆地：是古地貌的低部位，为汇水区或泄水区。该区奥陶系保存较完整，包括泥岩、瘤状灰岩、泥灰岩、砂屑灰岩、泥晶灰岩多套地层。

③应用岩溶储层预测技术，将轮南潜山岩溶储层划分为三类，优选出Ⅰ类区块 13 个、Ⅱ类区块 11 个、Ⅲ类区块 4 个。

根据目前轮南地区钻至奥陶系的 74 口井的统计分析, 轮南奥陶系潜山油气平面分布具有整体含油、西油东气的特征。同时, 流体分布具有明显的分区性、流体性质不完全受构造单元控制的特点。

以对奥陶系岩溶储层反映明显的沿层雕刻和反射强度交流分量信息为主, 兼顾能量信息、波阻抗信息、相干信息, 综合考虑钻井、测井、试油等资料以及岩性分布特征, 将轮南潜山岩溶储层划分为三类, 优选出Ⅰ类区块 13 个、Ⅱ类区块 11 个、Ⅲ类区块 4 个。

④综合评价出 5 个Ⅰ类区带, 勘探效果明显。

依据岩溶储层发育状况(表层与内幕)、断裂发育展布特征及其对储层的改造程度、奥陶系地层分布与沉积相带等, 结合轮南地区奥陶系整体含油的地质认识, 将轮南地区潜山划分为 5 个Ⅰ类区带: 即桑塔木上裙边岩溶缝洞发育带、桑塔木下裙边岩溶缝洞发育带、轮古 15—轮古 42 井区岩溶缝洞发育带、轮古 41 井山前岩溶缝洞发育带、轮古西部岩溶缝洞发育带。其余均为Ⅱ类区。

三年来, 采纳井位 27 口, 完钻 22 口, 18 口获工业油气流, 钻探成功率 82%。其中, 轮古 9 井, 在奥陶系经大型酸化压裂初期日产油 228m³; 轮古 15 井, 在奥陶系酸化后测试日产油 447 m³, 展示了轮南潜山巨大的勘探前景。

建议在轮古 30 井区上裙边岩溶缝洞发育带和轮古 15—轮古 42 井区岩溶缝洞发育带上, 选取轮古 17—轮古 101 井区、轮古 15—轮古 42 井区建立高产、稳产井组, 达到年产 20 × 10⁴ 的产能。

(3) 塔里木盆地台盆区东河砂岩的综合研究取得新进展。

①东高西低的构造格局是东河砂岩由西向东超覆变薄的主要控制因素。通过对东河砂岩沉积模式的研究, 认为东河砂岩是在塔里木盆地前石炭纪东高西低的古地貌背景下由西向东超覆沉积的, 并具有在下伏地层的剥蚀残丘周围填平补齐的沉积特征, 这种沉积特征形成了塔里木盆地近南北向的东河砂岩尖灭线, 并在局部剥蚀残丘周围形成局部东河砂岩尖灭线。轮南低凸起倾没端、古城鼻隆倾没端共同构成的低梁控制了东河砂岩的沉积, 以西部为主, 东部大部分地区未接受沉积。塔里木盆地东河砂岩的厚度具有南北两侧厚、中间薄, 西边厚、东边薄的特点, 这种特点主要受控于东河砂岩沉积时物源区的远近。

总之, 尖灭线区是东河砂岩非构造圈闭发育的主要领域, 具备形成大型地层—岩性油藏形成的地质条件, 要寻找这种大型油气藏, 关键是东河砂岩尖灭点的识别。

②多种技术综合识别东河砂岩尖灭线, 发现和落实了 7 个地层圈闭。在对东河砂岩沉积模式研究的基础上, 应用模型分析技术(图 6)、相位剖面与常规剖面交互使用(图 7)、道积分割面技术、波阻抗技术、相干体技术、沿层振幅拾取技术、Rave 聚类分析技术、可视化技术等东河砂岩尖灭点的识别技术, 综合识别东河砂岩的尖灭点, 发现和落实了 7 个非构造圈闭, 这些非构造圈闭将可能成为塔里木盆地油气勘探的主要战场之一, 特别是雀马克地地层圈闭是东河砂岩下步勘探较为现实的目标。

(4) 塔里木盆地台盆区志留系可分为四个区带, 不同区带具有不同类型的勘探目标。

①层序地层学研究认为塔中北坡是志留系地层—岩性圈闭发育的有利地区。层序地层学研究将志留系划分为 S_I、S_{II}、S_{III} 层序, 分别对应依木干他乌组、塔塔埃尔塔格组和珂坪塔格组, 包括上砂岩段和红色泥岩段, 分别划为海进体系域和高位体系域, 研究认为塔中北坡是志留系地层—岩性圈闭发育的有利地区。

通过构造演化分析, 明确了古构造、古油藏的分布及匹配关系; 基本搞清了志留系的成