



被动裂谷盆地勘探配套技术

2013 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

让被动裂谷盆地勘探不再被动！





目 录

1 简介	3
2 被动裂谷盆地石油地质理论	5
3 特色技术	6
4 典型案例	17
5 科研装备	20
6 成果与奖励	22
7 专家团队	23



中国石油

中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2012年国内生产原油1.1亿吨，生产天然气798.6亿立方米，加工原油1.91亿吨，全年实现营业收入2.69亿元，实现利润1391亿元。

2012年，中国石油在美国《石油情报周刊》

世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在《财富》杂志全球500家大公司排名中位居第6位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

被动裂谷盆地勘探配套技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

奉献能源 创造和谐

1 简介

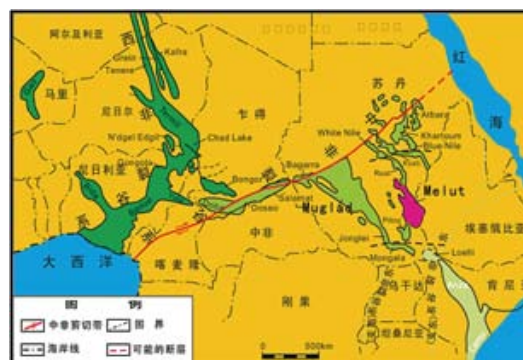
裂谷盆地是世界上最有利的含油气盆地之一，从地质成因上可以分为主动裂谷和被动裂谷盆地。被动裂谷盆地的概念早在 1978 年就有学者提出，基本含义是非地幔隆升导致的裂谷盆地。1996 年以来，童晓光院士为首的中国石油科研团队以中西非裂谷系为对象，开始专注被动裂谷盆地，对被动裂谷盆地成因机理、分类、地质模式和油气成藏模式开展深入研究，形成了被动裂谷盆地油气地质理论，结合国际油气勘探的特点，集成了一套被动裂谷盆地勘探配套技术。

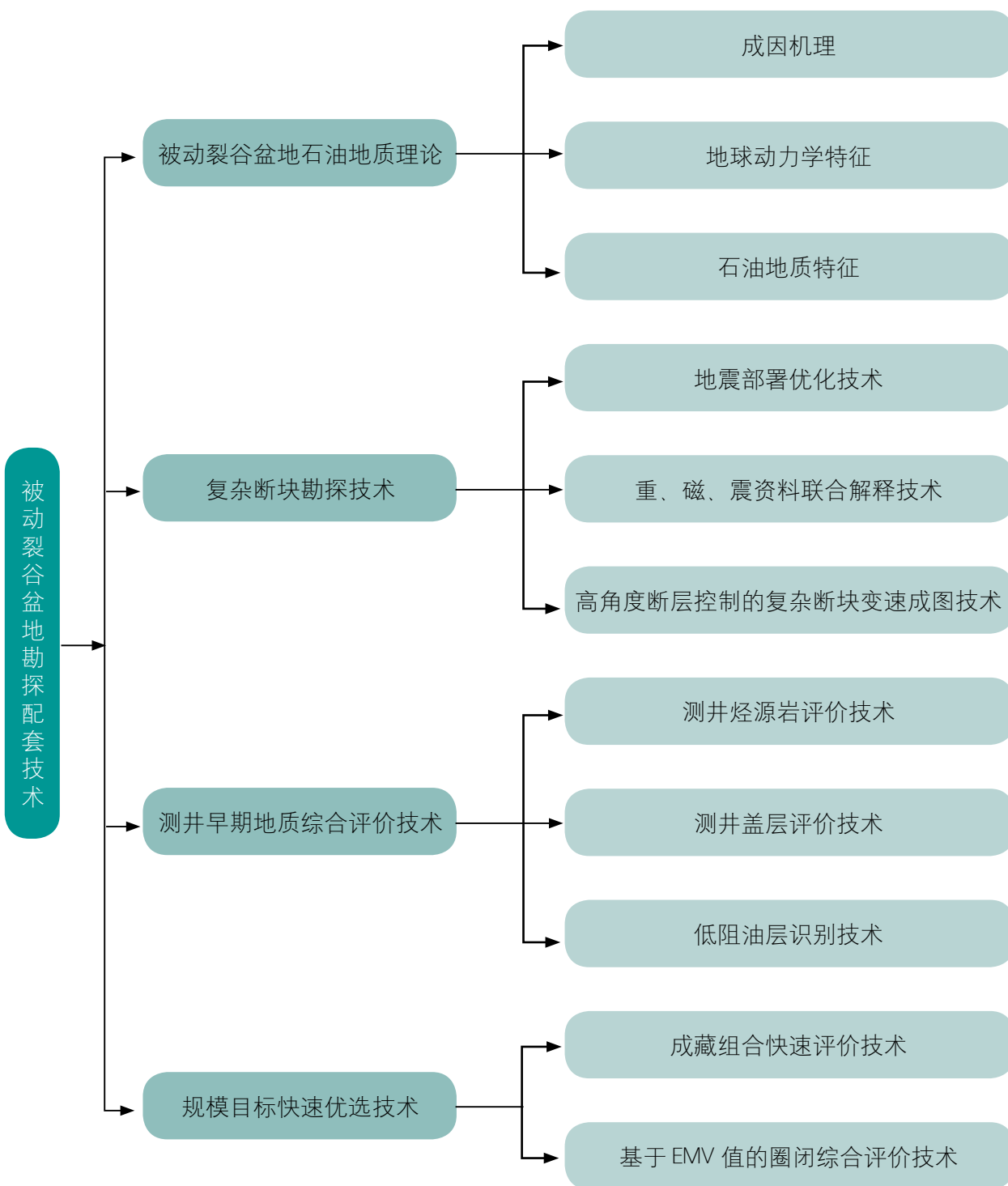
中国石油致力于被动裂谷盆地勘探技术的发展，拥有一批优秀的专业技术人才，建设成了一流的实验室，可提供与之相关的各项技术服务。



① 苏丹 / 南苏丹 ② 乍得 ③ 尼日尔

理论认识和技术创新带动了勘探的发现。苏丹 Muglad 盆地 1/2/4 项目取得巨大的经济效益，建成年产 1500 万吨大油田；苏丹 Melut 盆地 3/7 区项目在两年内快速发现 Palogue 世界级大油田；乍得和尼日尔均获得规模突破，发现 2 个亿吨级油田、10 个千万吨级油田和一系列中小型油气田。

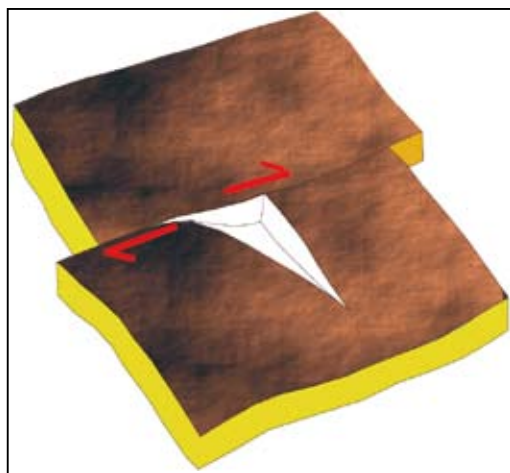




2 被动裂谷盆地 石油地质理论

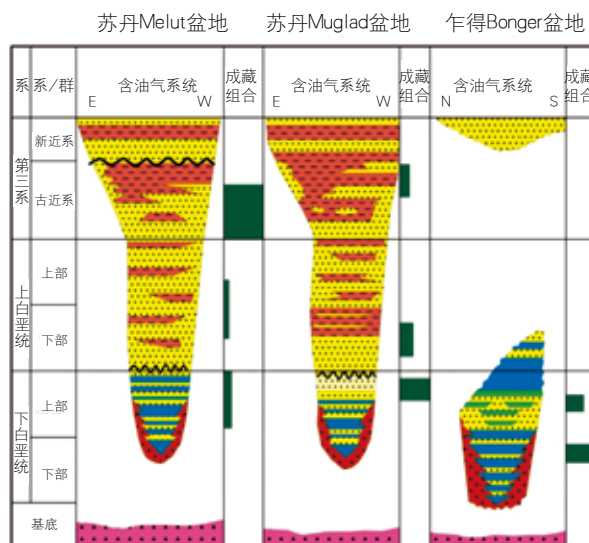
通过系统分析对比中西非裂谷系盆地群与中国东部主动裂谷的差异性，提出中西非被动裂谷盆地的形成是受中非剪切带活动诱导所致，建立了被动裂谷盆地地质模式和油气成藏模式。

由于被动裂谷盆地成因机理不同，导致其地球动力学特征和石油地质特征与主动裂谷盆地存在较大差异。

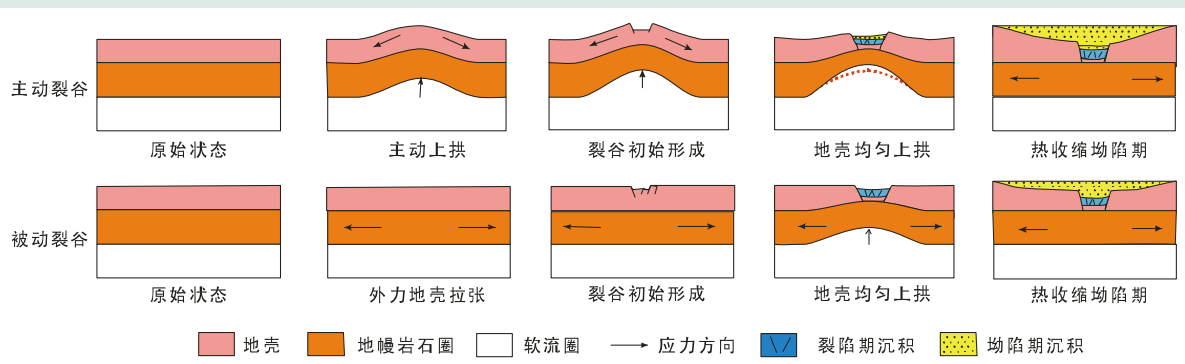


中西非被动盆地形成模式

石油地质特征：烃源岩单一、生烃时间晚、持续时间长；断陷期储层为薄砂岩，坳陷期储层为块状砂岩；区域盖层和主力成藏组合取决于后期叠置裂谷发育情况；构造圈闭以反向断块为主；断陷以半地堑为主，斜坡带和凹陷间的构造转换带油气最富集。



中西非被动盆地



被动与主动裂谷盆地动力学机制差异

3

特色技术

3.1 复杂断块勘探技术

针对被动裂谷盆地断层多期活动，主要圈闭为断块，断块往往具有与一条或多条断层相关、主控断层倾角较陡的特点，由此集成了被动裂谷盆地复杂断块勘探技术，技术功能是断层的识别和精细构造图的编制。

根据盆地地质特点，从地震部署和采集入手，综合利用多种地球物理资料和手段，有效

识别复杂断块，利用先进适用的变速成图技术，准确描述目标的各项地质要素。为裂谷盆地勘探提供准确、可靠的钻探目标。

复杂断块勘探技术包括地震部署优化技术、重、磁、震资料联合解释技术和高角度断层控制的复杂断块变速成图技术。

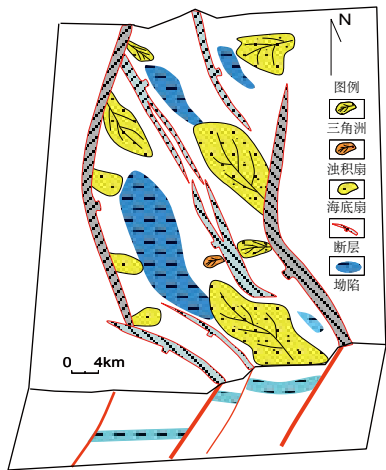


地震部署优化技术

由于被动裂谷盆地构造复杂，早期勘探面临较多风险。结合勘探节奏和不同勘探阶段的地质任务，针对勘探任务和技术要求开展地震部署优化工作，使地震部署和施工设计可以满足地质任务要求，以最低投资提高地震资料品质，较快地落实复杂地质构造和勘探目标，实现勘探发现，降低勘探风险。

● 地质条件分析

地震部署前要深入分析盆地结构、构造带和主控断层的展布等地质背景，还需明确勘探目的层埋深、储层纵向上的变化，以便针对性部署。



● 现有地震资料分析

深入分析已有地震资料品质、存在问题和测网密度，结合地质目的和任务，确定合理部署，优化流程。

● 二维地震测线部署

从侦查区域构造、评价区带和落实目标三个层次按照经济有效的原则部署二维地震测线。根据地质特点，合理部署、优化主测线和联络线数量和走向。



玄武岩山

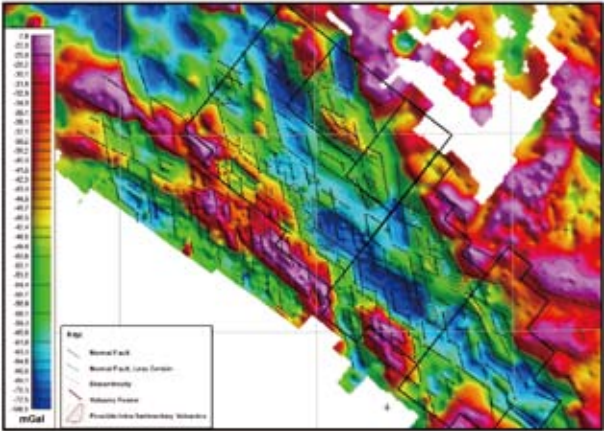
● 三维地震测线部署

结合勘探和开发评价要求，结合经济评价和中长期发展，合理、及时部署三维地震测线。



重、磁、震资料联合解释技术

针对国际油气勘探以经济效益为中心、以快速高效获得规模发现为目标的特点，集成的重、磁、震资料联合解释技术充分利用重力、航磁和地震勘探等各种地球物理资料，快速获得沉积盆地结构、沉积地层分布、构造单元划分和异常体分布等地质信息，指导盆地早期勘探快速“定凹选带”、优化勘探部署。

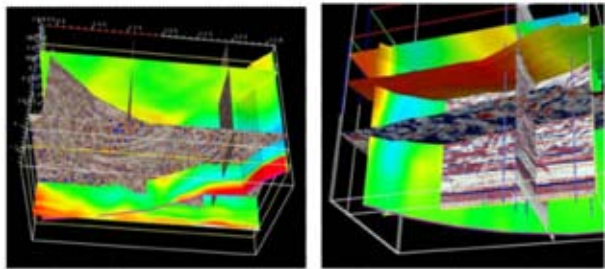


处理后的布格重力异常分布图

主要技术手段：重、磁资料处理，提取研究目标异常；地震资料处理；重、磁异常的定性解释；区域地震资料解释；重、磁、震联合反演；重、磁、震联合解释。

重、磁、震资料联合解释技术可实现重、磁资料平面与地震剖面相结合、深层与浅层研

究相结合，高精度和低精度相结合。重、磁资料配合地震解释特殊岩性体，大大降低多解性；以地震资料做约束进行重、磁联合正反演，可快速获得区域地质信息和宏观构造背景。



重、磁、震联合解释效果图

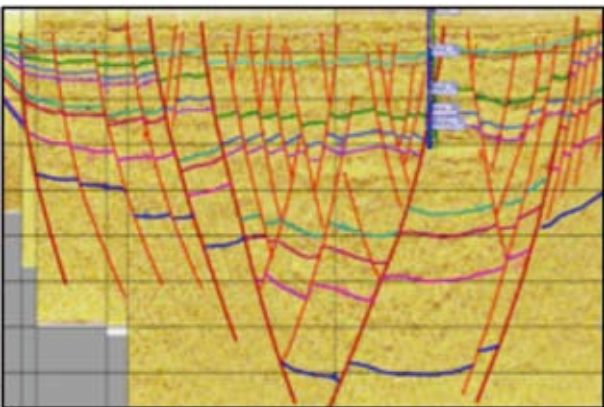
本技术适用于完成重力、磁法、地震勘探的地区，特别是地震资料品质较差、地表复杂区、火山岩发育区等复杂地区勘探。



季节河

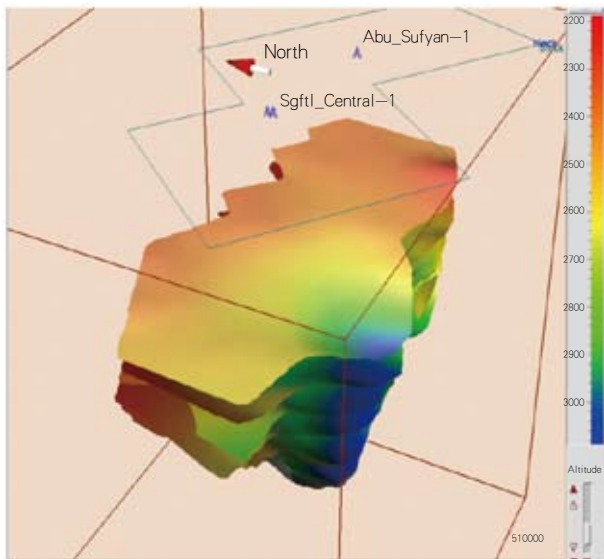
高角度断层控制的复杂断块变速成图技术

被动裂谷盆地主控断层倾角大，圈闭以复杂断块为主，一个断块往往受控于多条倾角较大的高角度断层，导致同一地层在断层上升盘和下降盘地震层速度变化大；此外，被动裂谷盆地岩性的横向相变造成地下介质存在较强的各向异性，使得地震波的传播速度在纵、横方向上变化较大。因此，运用常规成图方法进行时深转换，难以准确得到目的层的构造图。高角度断层控制的复杂断块变速成图技术可以保证复杂断块构造图的真实性，到达准确描述圈闭的目的。



技术流程：地震速度谱资料分析和整理、地震层速度求取、速度场建立、速度场标定和校正以及时深转换。

技术特点是每一个计算网格点都有一个时—深关系。如果采用射线偏移的方法进行时—深转换，变速作图的成果等同于深度偏移，能够适应速度横向变化的情况，克服了高角度断层复杂断块速度变化带来的不利影响。



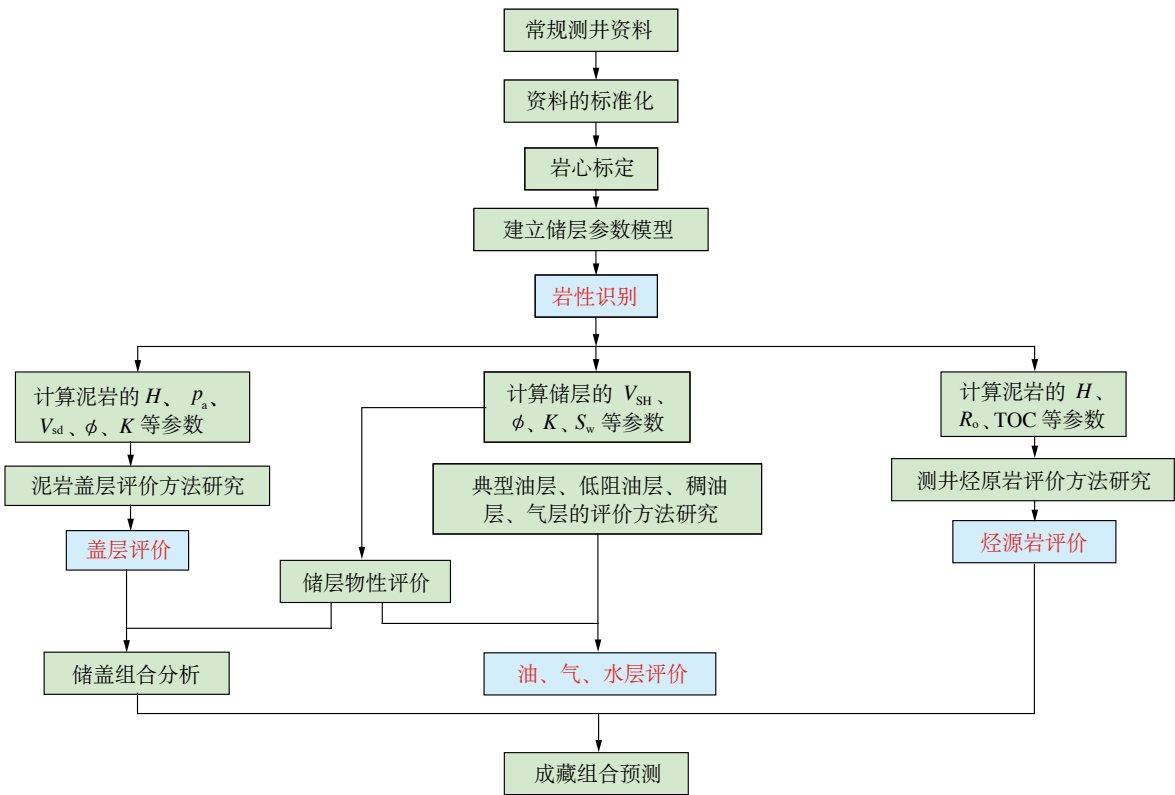
本技术适用于油气勘探、开发的各个时期，尤其适用于速度有横向变化但变化不剧烈的地质条件。

3.2 测井早期地质综合评价技术

针对国际油气勘探合同时间短、新区勘探分析化验资料匮乏的挑战，集成的测井早期地质综合评价技术充分利用有限的钻井资料开展生油岩、储层和盖层评价，快速确定主力成藏组合，及时高效地提供决策依据。针对被动裂谷盆地储层厚度薄、颗粒的比表面较大、孔隙结构复杂、易形成低电阻油层的特点，集成的低电阻油层识别技术能有效地解决上述因素导致的低阻油层识别难题。

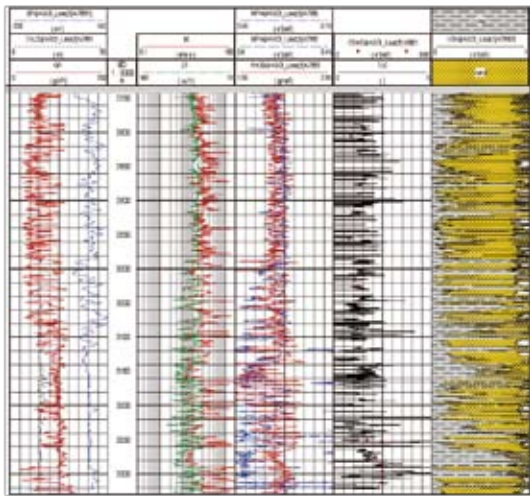
测井早期地质综合评价技术包括测井烃源岩评价技术、测井盖层评价技术和低阻油层识别技术。

中国石油拥有丰富的测井早期地质综合评价经验和技术手段，并配有各种测井地质评价软件，能够为海内外油公司提供全面的测井早期地质综合评价服务。



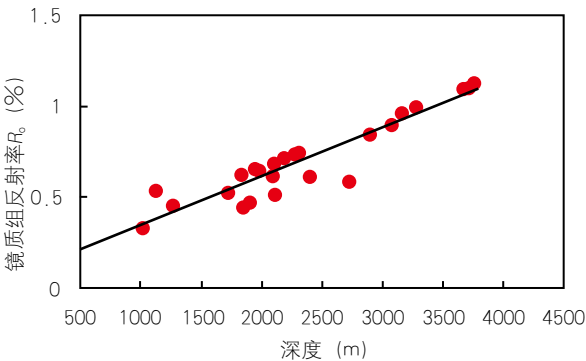
测井烃源岩评价技术

盆地勘探初期，用于烃源岩评价的岩心或岩屑样品非常少，难以合理评价盆地的勘探潜力。集成的测井烃源岩评价技术克服样品少的困难，通过常规测井资料，在少量实测样品标定的基础上，能够准确、快速地计算全井段所有地层泥岩有机碳含量和相应的镜质组反射率，开展烃源岩评价。

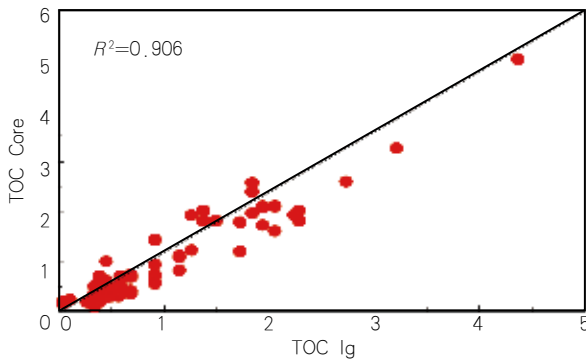


测井烃源岩评价

技术优势：利用常规测井资料准确、连续性的特点，以有限的化验分析资料、刻度测井资料计算泥岩有机碳含量，弥补了因取心不足而造成烃源岩识别与评价困难，不仅节约了成本，而且能及时地为资源量估算及油气勘探决策措施提供地质依据。



实验室分析镜质组反射率 (R_o) 与埋深关系

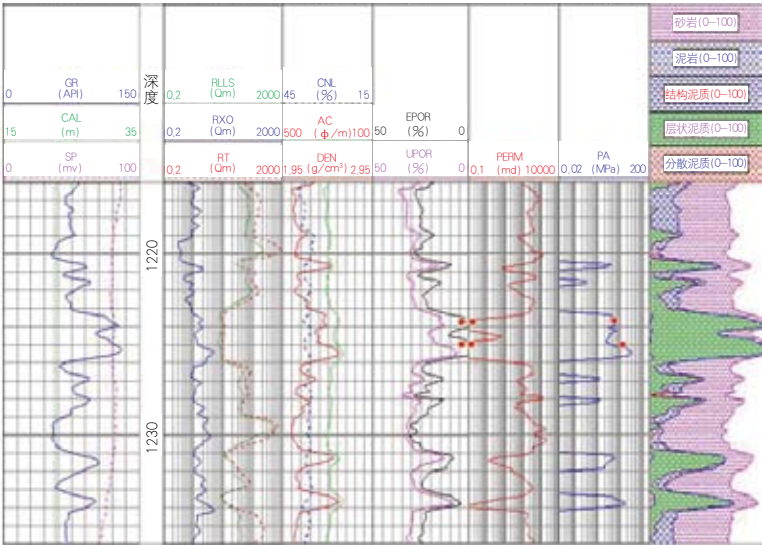


实验室分析有机碳含量 (TOC Core) 与测井计算值 (TOC lg) 关系图

测井盖层评价技术

针对被动裂谷盆地主要盖层为泥岩的特点，集成了测井泥岩盖层综合评价技术。该技术是在研究微观封闭机理和宏观展布主要影响因素的基础上，依据测井信息，求取泥质盖层的评价参数，如总孔隙度(ϕ_t)、有效孔隙度(ϕ_e)、渗透率(K)、含砂量(V)、厚度(H)、突破压力 p_o 和欠压实异常等，建立微观、宏观和综合评价标准，进行盖层的综合评价。

技术特点：综合评价过程中，将微观与宏观评价参数相结合，根据参数重要性赋予其权值，建立了适合被动裂谷盆地泥质盖层评价定量标准，能够定量半定量评价盖层；利用测井资料进行单井纵向的盖层评价，通过邻井对比，在较大范围内开展盖层研究，使封盖层评价由微观的单点分析，发展为连续剖面的宏观层分析，弥补了实验样品分析数量局限的不足，具有很高的实用性和经济性。

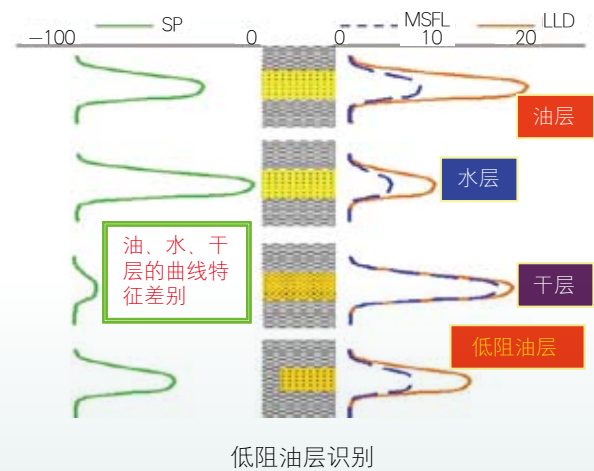


测井盖层评价

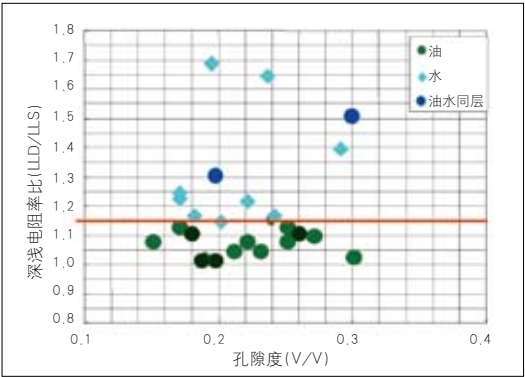
注：红色点为实验室分析结果。

低阻油层识别技术

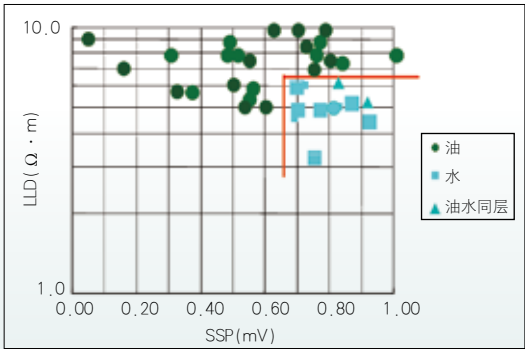
由于被动裂谷盆地断陷期储层厚度薄、颗粒比表面较大，孔隙结构复杂，易形成低电阻油层；在钻井过程中由于咸水钻井液侵入，也导致部分层段发育低阻油层。集成的低阻油层识别技术能够准确有效地识别上述两种因素引起的低阻油层。



复杂孔隙结构低阻油气层评价方法：RDSP 识别法、改进的 PICKETT 图版法、低阻薄层电阻率法、变 m 指数的印尼方程等方法；钻井液侵入低阻油气层评价方法有：深探测电阻率 (RT) 与静自然电位 (SSP) 交会法、FMT (MDT) 资料识别法等。



深浅电阻率比值与孔隙度交会图



SSP 与 LLD 交会图

技术优势：实现了连续计算和判断，克服了正演模拟计算的非连续性；将微电阻率高的纵向分辨率和深电阻率高的横向分辨率互相结合，消除围岩的影响，评价低阻薄油层。

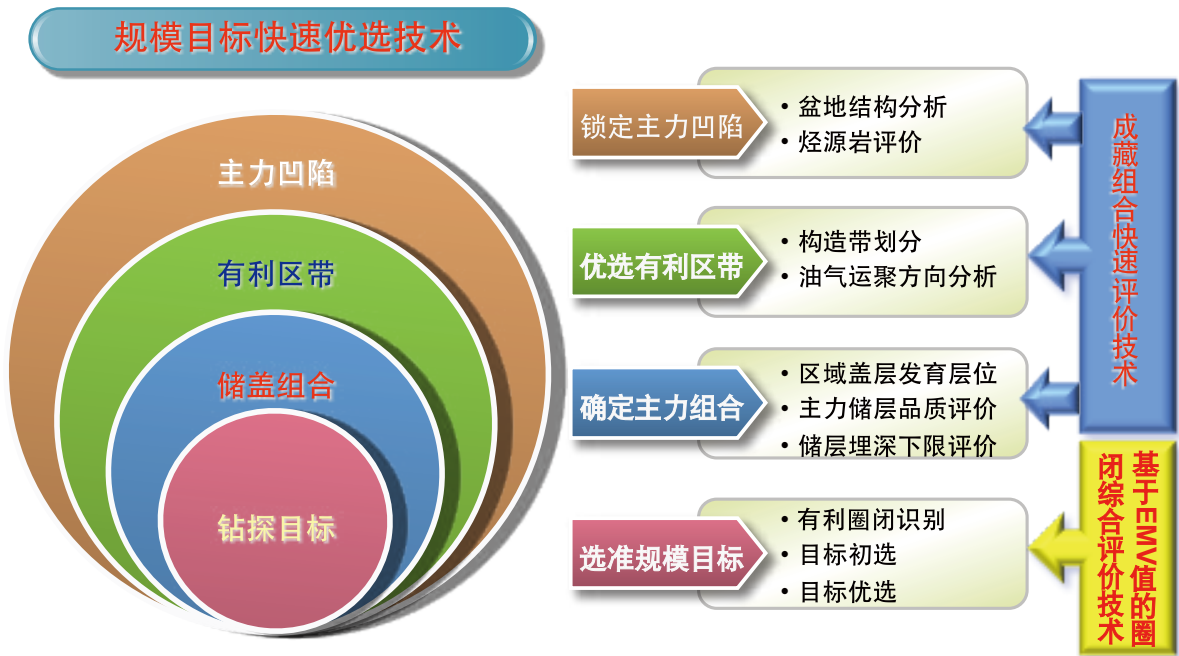
3.3 规模目标快速优选技术

针对国际油气勘探投资大、经济门槛高的特点，集成了规模目标快速评价技术，从区域地质条件入手，缩小勘探靶区，选准规模目标。

从盆地结构分析入手，利用有限的地震、钻井和实验室分析资料，开展盆地结构分析和烃源岩评价，快速锁定主力凹陷；通过油气成藏条件分析，纵向上快速选准主力目标层，横向上选准有利勘探区带；引入待钻目标的EMV值开展定量圈闭评价，确保首钻规模目标。

规模目标快速评价技术包括成藏组合快速评价技术和基于EMV值的圈闭综合评价技术。

中国石油拥有丰富的规模目标快速优选的经验和成熟技术，有经验丰富的知名专家为指导，能够为国内外不同类型盆地的勘探提供快速、准确的规模目标优选服务。



成藏组合快速评价技术

成藏组合快速评价技术是利用有限的地质、测井和地球物理资料，快速、高效、准确评价和优选盆地主力成藏组合，为决策层的决策提供依据。

● 锁定主力凹陷

利用有限的资料开展盆地结构分析和烃源岩评价，快速锁定主力生烃凹陷。

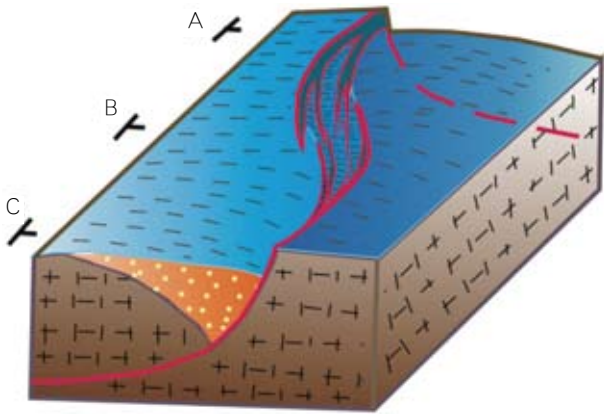


● 优选有利区带

划分盆地构造单元，查明各单元之间关系，开展快速的油气运聚方向和趋势分析，在平面上优选有利区带。

● 确定主力组合

确定盆地储层和盖层的发育层位，快速明确主力勘探层系的深度下限；根据有效烃源岩、有效储层和主要盖层三者纵向上的配置关系快速确定盆地主力储盖组合，根据储盖组合岩性分布和主要圈闭类型，确定主力成藏组合。



技术优势：快速、高效、准确锁定盆地主力成藏组合；充分利用有限地质、钻井、地球物理和实验室分析等资料；流程简单，实际应用中易于掌握和操作；专业综合性强，涉及地质、地球化学、测井和地球物理等专业。

基于 EMV 值的圈闭综合评价技术

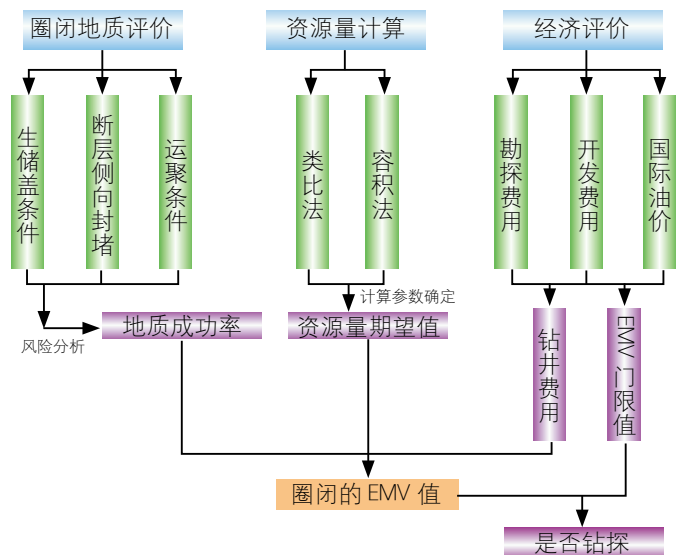
采用地质和经济评价相结合手段综合评价和优选圈闭,以计算的圈闭期望资金值 (Expected Monetary Value, 简称 EMV) 来优选规模目标。

● 目标识别

确定好主要目的层后,开展目的层地震资料精细构造解释和成图,根据主要目的层构造图和地震剖面综合识别圈闭,被动裂谷盆地主要有利的圈闭类型为断块圈闭和断背斜圈闭。

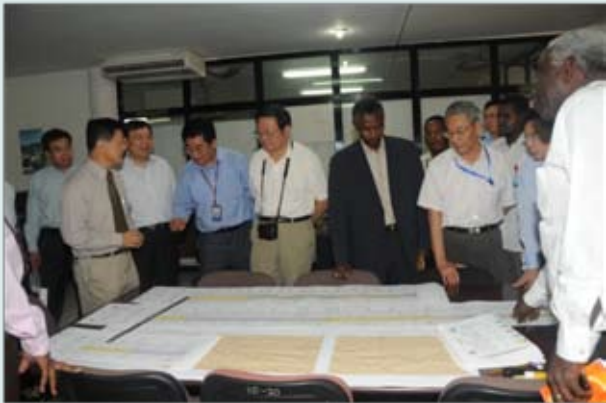
● 目标初选

主要根据地震资料成图发现的圈闭进行资料可靠程度和落实程度分析,筛选出落实程度较高的圈闭。



● 目标优选

主要评价对象为前一阶段筛选出的落实程度较高的圈闭,以圈闭地质风险分析、资源量计算和经济评价为基础,计算每个圈闭的 EMV 值,EMV 值最大的圈闭为地质风险低、资源规模大的目标。



技术优势：将地质评价、资源量计算和经济评价相结合；以规模目标位核心；流程简单，易于操作；决策简单直观，克服了圈闭评价中的主观性和随意性。

4

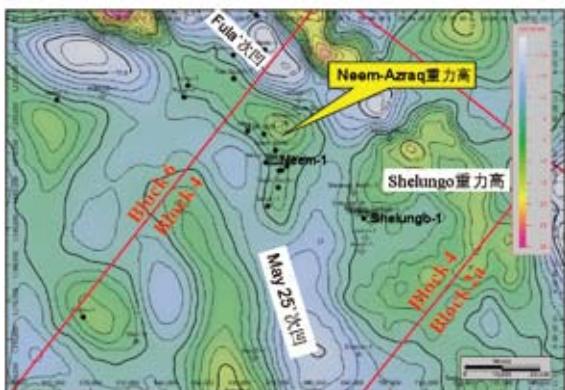
典型案例

4.1 重、磁、震资料联合解释技术——以苏丹 Muglad 盆地 4 区为例

苏丹 Muglad 盆地 4 区地表和地下条件十分复杂。中国石油进入该区勘探后，对 4 区展开了全面综合的研究，利用区域重力资料、航磁资料和二维地震资料分析构造带展布，迅速锁定临近凹陷的 Neem—Azraq 古隆起作为重点地区。实现了勘探的突破，发现 4 区目前规模最大的 Neem 油田。

重力资料在盆地勘探初期的应用

通过研究重力异常与生油凹陷、构造带和目前油气发现的关系，预测出临近凹陷的 Neem—Azraq 重力异常高作为 4 区的勘探重点。



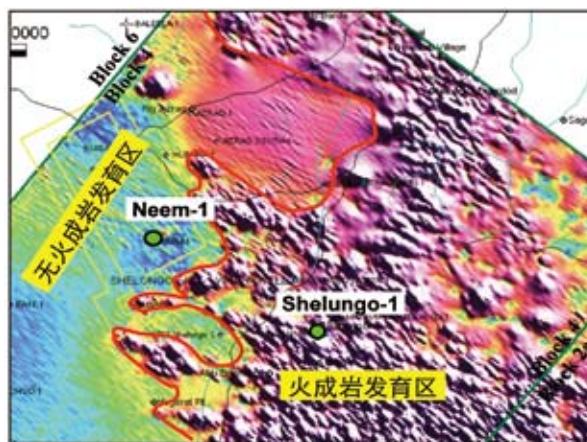
苏丹 Muglad1 区 Neem—Azraq 地区剩余重力异常图

重力资料在地震部署上的应用

将重力资料加入地震解释系统与原有的二维地震剖面进行交互解释后，进行地震部署，使测网合理，提高了地震资料品质，减少了解释的多解性。

运用航磁资料指导勘探方向

通过航磁资料综合分析，指导勘探避开近地表火山岩发育区，将勘探重点转移至后期构造活动弱的 Neem—Azraq 隆起区。2003—2004 年，在 Neem—Azraq 地区钻探井 6 口，评价井 3 口，均获成功，其中 6 口井获高产商业油流，目前已经建成年产 200 万吨生产规模。



磁力异常分布图

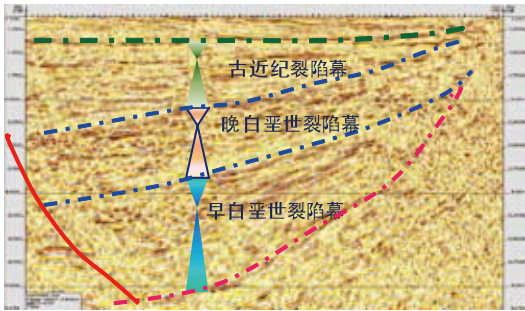
4.2 成藏组合快速评价技术——以南苏丹 Melut 盆地为例

南苏丹 Melut 盆地是典型的中非被动裂谷盆地。

利用成藏组合快速评价技术，快速锁定北部凹陷，明确古近系反向断块为主力成藏组合，选定北部凹陷东侧东西向调节带为有利区带，成功发现了 Palogue 亿吨级特大油田。截至 2011 年底，该项目在古近系发现的油气储量占总储量的 90% 以上。

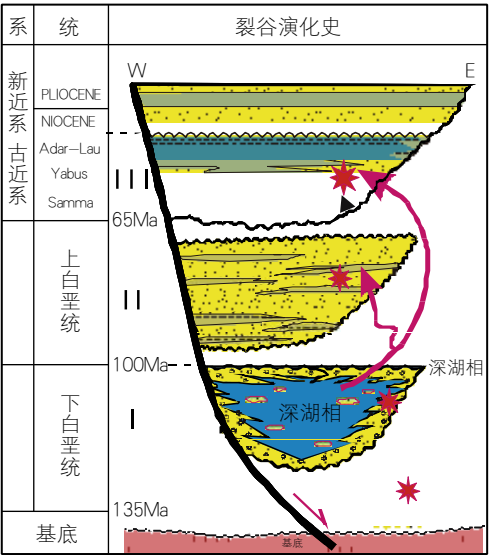
盆地结构分析和烃源岩评价——快速锁定主力凹陷

通过盆地结构分析，明确北部凹陷规模最大，利用测井烃源岩评价技术和凹陷类比证实北部凹陷内发育有效烃源岩。



纵选层——快速选准主力成藏组合

纵向上，通过测井盖层评价，明确凹陷仅发育古近系一套区域盖层；储层评价认为古近系区域盖层之下发育高孔高渗的优质储层；古近系反向断块组合为主力组合，且与成藏期匹配良好。

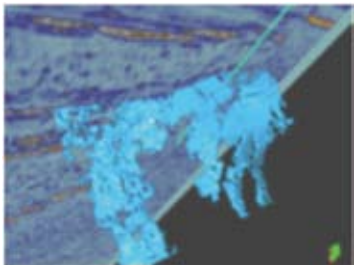


横选带——选准有利勘探区带

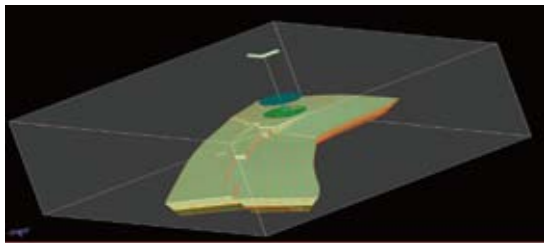
平面上，通过构造带和油气运聚方向和趋势分析，选定北部凹陷东侧东西向调节带 (Palogue 构造带) 为有利区带，建立了油气跨时代聚集模式。

4.3 基于 EMV 值的圈闭综合评价技术——以苏丹 Melut 盆地为例

优选好主力凹陷和主力成藏组合后，在有利区带内开展精细地震资料解释和构造成图，为了实现首钻第一口井发现规模储量，采用了基于 EMV 值的圈闭综合评价技术优选目标。



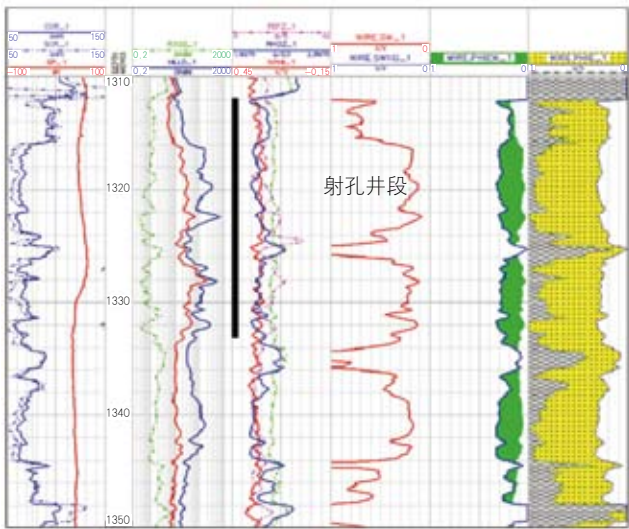
目标初选：通过目的层构造成图，在主力成藏组合中发现未钻圈闭 104 个，其中 60 个较落实，对筛选出的较落实圈闭作为优选阶段评价对象。



目标优选：对 60 个较落实圈闭开展资源量计算和地质评价，得到每个圈闭的风险后可采资源量，然后计算每个圈闭的 EMV 值，为圈闭综合评价提供参数。

综合评价：先预测不同钻井深度的勘探开发费用，折算出圈闭的 EMV 门限值。然后根据圈闭 EMV 值和门限值将圈闭分级：高经济、较高经济、一般经济和非经济圈闭。

实施结果：Melut 盆地古近系有 12 个高经济圈闭，10 个较高经济圈闭，优选出 15 个圈闭进行实施，均获成功，其中 Palogue-1 圈闭 EMV 值最高，实施后在古近系发现油层 71m 共 9 层，单层测试日产原油 810m³，揭开了北部凹陷古近系的勘探潜力。



Melut 盆地 Palogue-1 井古近系测井解释成果图

5

科研装备

中国石油依托于装备优良、技术先进的油气地球化学、油气储层、地球物理和测井重点实验室以及虚拟现实平台，保证了被动裂谷盆地勘探实验分析的需求，为各类相关实验分析提供技术服务。

测井重点实验室

拥有全二维气相色谱—飞行时间质谱仪、同位素质谱仪、色谱—质谱仪、色谱—质谱—质谱仪、多功能显微镜、生烃排烃热模拟设备、加氢热模拟设备等大中型仪器设备 20 多台套，达到了国际一流水平。



油气生成与排驱物理模拟系统

拥有储层成岩模拟系统、激光在线同位素质谱仪、电子探针、扫描电镜、X 衍射仪、探地雷达、伽马能谱仪、便携式矿石元素分析仪、阴极发光仪、显微镜、冷热台及沉积储层频谱成像软件、层序地层模拟软件等 40 台套实验分析软硬件设备。



地球物理重点实验室

新建“岩石物理测试实验系统”及“地震新技术研发软件平台”两套重大标志性设备，共有地震资料处理、地震综合解释与储层预测、软件开发工具三大类软件 27 套，新度系数 87%；四套共 1120CPU 的微机集群及数十套工作站 / 微机工作站用于复杂目标成像和复杂储层预测技术研究与应用。



油气地球化学重点实验室

拥有高温高压岩石电学和毛细管压力联测系统、高温高压驱替状态核磁共振测量系统，居国际领先水平。另有常温高压驱替岩电测量系统、孔隙度测量仪、渗透率测量仪、岩心制备等实验配套设备，可以开展高温高压全直径岩石电学、核磁共振等实验参数的测量，对提高复杂储层测井处理解释和评价能力有重要意义。



高温高压岩石电学和毛细管压力联测系统
(RCS-763Z)



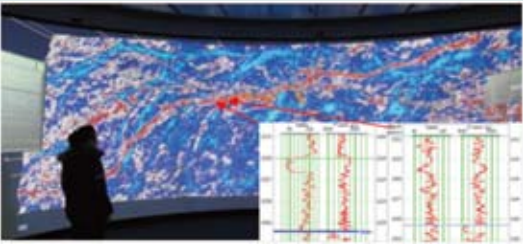
高温高压驱替状态核磁共振测量系统

虚拟现实平台

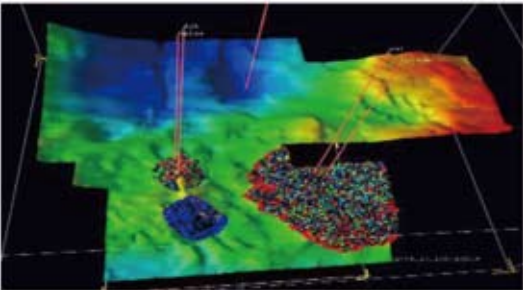
主要硬件设备由美国 SGI 公司高性能计算机一套、比利时 BARCO 公司 12000 流明投影仪三台以及大尺度幕墙和三维定位追踪系统等构成。主要应用软件系统是斯伦贝谢公司的 VR5 软件系统。



虚拟现实应用平台工作环境



虚拟现实应用平台识别雕刻河道砂体



虚拟现实应用平台描述火山岩气藏

6 成果与奖励

中国石油形成了一支长期从事被动裂谷盆地勘探配套技术研发的高水平专家团队。“苏丹穆格莱德盆地 1/2/4 区高效勘探的技术与实践”获 2003 年度国家科技进步一等奖，“苏丹迈卢特盆地快速发现大油田的配套技术与实践”获 2005 年度国家科技进步二等奖。



7

专家团队



童晓光 石油地质和勘探专家，中国工程院院士，博士生导师。长期从事石油天然气地质与勘探研究，参加过大庆、辽河、塔里木等盆地的石油勘探，进行过渤海湾盆地、中国东部以及全国范围的石油地质研究。奠定了被动裂谷盆地石油地质理论基础。发表专业论文 20 余篇，出版专著 8 余部。
电话：010-58551616
Email：tongxg@cnpcint.com



薛良清 石油地质和勘探专家，教授级高级工程师，博士生导师。中国石油学会、中国地质学会、中国矿物岩石地球化学学会、AAPG 会员。国家重大专项项目长，长期从事国内外沉积地质和油气勘探工作。先后获部级一等奖 1 项、二等奖 1 项、局级一等奖 8 项、二等奖 6 项、CNODC 特殊贡献奖 1 项；发表论文 30 余篇，合作出版专著 3 部，译著 1 部。
电话：010-58551746
Email：xueliangqing@cnpcint.com



窦立荣 石油地质与勘探专家，教授级高级工程师。长期从事石油地质综合研究和海外风险勘探项目管理，建立苏丹被动裂谷盆地的成藏模式，强反转裂谷盆地“源内优势聚集”的成藏模式及海外高风险勘探区块“选盆、定带、快速发现”勘探方法及技术，出版专著 3 部，发表论文 64 篇。
电话：00235-2524490
Email：doulirong@cnpcint.com



苏永地 石油地质和勘探专家，教授级高级工程师。长期从事地震资料解释和石油地质综合研究。国家重大专项副项目长、股份公司重大专项项目长。将重力、航磁等资料引入到地震解释系统，与地震资料一起进行综合研究和合理勘探部署，为海外复杂地区降低勘探成本、快速发现油田探索出一套实用综合勘探技术。发表论文 10 余篇。

电话：010-83598225

Email：suyongdi@petrochina.com.cn



徐志强 石油地质和勘探专家，教授级高级工程师。长期在海外被动裂谷油气勘探生产一线。坚持理论联系实际，积极探索创新，取得了一系列的勘探技术成果。获得国家科技进步一等奖和二等奖各 1 项，中国石油天然气集团公司科技创新一等奖 2 项。

电话：010-83761256

Email：xuzhiqiang.kz@cnpc.com.cn



潘校华 石油地质和勘探专家，教授级高级工程师。长期从事海外油气地质综合研究、勘探项目技术支持和新项目评价工作，先后负责苏丹地区、中亚地区和全球五大油气合作区勘探项目地质综合研究和新项目评价工作，负责过多项国家级和集团公司科技攻关项目。出版专著 3 部、译著 1 部，发表论文 26 篇。

电话：010-83598630

Email：pxh@petrochina.com.cn



万仑坤 石油地质与勘探专家。国家重大专项课题长、股份公司重大专项课题长。主要从事国内外含油气盆地石油地质综合研究、资源评价、勘探规划与部署、勘探投资决策参谋与勘探技术支持等工作，发表论文 10 余篇。

电话：010-83598041

Email：wanlunkun@petrochina.com.cn



肖坤叶 石油地质和勘探专家。主要从事非洲地区油气地质研究与勘探技术支持工作，先后负责多个集团公司科技攻关项目和国家重大专项课题。提出了乍得强反转裂谷盆地成藏模式等新观点及低勘探程度裂谷盆地早期评价方法。发表论文 20 余篇，合作出版专著 3 部。

电话：010-83593049

Email：xiaokunye@petrochina.com.cn



李志 石油地质和勘探专家。主要从事中西非裂谷系油气地质研究与勘探技术支持工作，先后参加多个集团公司科技攻关项目和国家重大专项课题。发表论文 20 余篇，合作出版专著 2 部。

电话：010-83593450

Email：lizhi1@petrochina.com.cn



联系人：刁顺 先生
电 话：86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn



