

· 综述 ·

隐蔽油气藏勘探现状与对策分析

王焕弟^① 牛滨华^① 任敦占^② 温书亮^① 杨建礼^①

(①中国地质大学·北京;②东方地球物理公司)

摘 要

王焕弟,牛滨华,任敦占,温书亮,杨建礼. 隐蔽油气藏勘探现状与对策分析. 石油地球物理勘探, 2004, 39(6): 739~744

隐蔽油气藏有不同的定义,但现在比较一致的认识是指在现有勘探方法和技术水平条件下,较难识别和描述的油气藏类型。目前,它主要包括砂砾岩体、火山岩体、深部潜山、低幅度背斜和裂缝型油气藏。本文通过对目前我国隐蔽油气藏勘探现状和主要难题的分析,提出隐蔽油气藏勘探的对策为:创新勘探思路、优化勘探方法、开展全方位研究评价、多学科联合勘探、大胆应用新理论、新技术等。笔者认为,反复认识、不断创新是隐蔽油气藏勘探不断取得突破的有效途径。

关键词 隐蔽油气藏 非构造圈闭 勘探对策

隐蔽油气藏的概念和分类

隐蔽油气藏(subtle trap)的概念最早是由卡尔(1880)提出的。威尔逊(1934)提出了非构造圈闭(nonstructural trap)是“由于岩层孔隙率变化而封闭的储集层”的观点。莱复生(1936)提出了地层圈闭(stratigraphic trap)的概念,并发表了题为“地层型油田”的论文;莱复生1964年的论文是用来称呼构造、地层、流体(水动力)多要素结合的复合圈闭,1966年他在遗著中以“隐蔽和难于捉摸的圈闭”(The obscure and subtle trap)为题,全面论述了对隐蔽的新认识,表示“subtle trap”与早期所用的复合圈闭(combination trap)有所区别,但“combination trap”这一术语具有确定的含义,在石油地质界已广泛流传,完全可以用来表述多要素结合的复合圈闭,而“subtle trap”本身因缺乏严格的含义而未能广泛应用。

直到1972年哈尔鲍蒂才重新起用“subtle trap”,用来表示与构造圈闭相区别的勘探难度较大的地层、不整合和古地貌圈闭。1982年,他进一步把隐蔽在不整合面下或复杂构造带下不易认识和勘探难度较大的各类潜伏圈闭称之为“subtle trap”。同

年萨维特(Savit)也撰文指出,“所谓的隐蔽圈闭,是用目前采用的勘探方法难以圈定其位置的圈闭”。

关于隐蔽油气藏的概念前人有不同的定义,但总的说来可以归纳为三种概念。第一种为广义的地层圈闭(stratigraphic trap),包括地层圈闭(狭义)、不整合和古地貌圈闭(Leverson, 1964; Halbouty, 1972, 1982);第二种是为了与构造圈闭相区分而提出来的非构造圈闭(nonstructural trap),指所有的非构造成因形成的圈闭类型(威尔逊, 1934; 胡见义, 1984);第三种隐蔽圈闭(subtle trap)是指用目前普遍采用的勘探方法难以圈定其位置的圈闭(Savit, 1982)^[2,3]。

随着世界油气藏勘探开发的不断发展、油气勘探的深入和石油地质理论的深化,隐蔽油气藏的定义更趋向于:在现有勘探方法与技术水平条件下,较难识别和描述的油气藏类型。因此,在不同的勘探阶段,隐蔽油气藏的涵盖类型应有所差异,当前主要包括砂砾岩体、火山岩体、深部潜山、低幅平缓背斜、裂缝性油气藏等,也有人认为还应包括复杂断块油气藏。

关于隐蔽油气藏的分类,国内外的许多学者都进行过探讨。这些分类方法主要是以传统的隐蔽油气藏的定义为基础,把地层圈闭油气藏作为隐蔽油

气藏的主体,不同点在于对地层圈闭的概念和定义有争论。近年来,有将岩性油气藏从地层油气藏中分离出来的趋势,沈守文(2000)依据圈闭的隐蔽性、圈闭的成因及形成圈闭的主导因素和圈闭的剖面形态,将隐蔽油气藏分为八大类:①古构造油气藏;②隐伏构造油气藏;③向斜油气藏;④裂缝性油气藏;⑤水动力圈闭油气藏;⑥岩性油气藏;⑦地层油气藏;⑧易伤害低渗透油气藏^[5]。

隐蔽油气藏勘探现状

自1966年美国著名石油地质学家莱复生提出勘探隐蔽圈闭(subtle trap)以来,世界各国都加强了地层不整合、岩性及古地貌等圈闭的油气勘探。隐蔽油气藏的勘探经历几十年的发展,取得了重大进展,有关的新理论和新方法不断得到突破和应用,如层序地层学、成藏动力学、流体压力封存箱、构造坡折带等。现已形成了一套较有效的勘探流程和技术方法,三维地震相关技术、测井约束反演技术、Seislog预测技术、叠前深度偏移、成像测井等十几项新技术的应用,在砂体追踪、潜山描述等方面为勘探提供了强有力的技术支持,发现了众多的非构造圈闭类型。

世界油气勘探的经验表明,在高勘探程度盆地中,隐蔽油气藏的储量高者可占总地质储量的一半以上,往往易于形成大型和超大型油气田。因此,尽管隐蔽油气藏勘探难度很大,但勘探意义更大。隐蔽油气藏的分布虽然有一定的隐蔽性,但是也有一定的规律性。随着勘探技术和地质理论水平的不断提高,人们对隐蔽油气藏的勘探已取得了较大进展。

(1)国外隐蔽油气藏勘探成果显著。据统计,高成熟勘探区隐蔽油气藏探明储量一般占该区总探明储量的三分之一以上。世界上现已发现的190个储量在 4×10^7 t以上的油田和80个储量在 5×10^{10} m³以上的大气田中,有20个隐蔽油藏、5个隐蔽气藏,油气田个数占总数的9.2%。除波斯湾和前苏联以外,世界上已发现的43%的油和30%的气储存在隐蔽油气藏中。

(2)我国隐蔽油气藏的研究与勘探已获较多成果,但仍存在相当大的难度。随着我国东部老油区勘探进入中后期,油气勘探进入隐蔽油气藏时代。20世纪60~80年代,在松辽、渤海湾、苏北、江汉等

盆地发现了一批隐蔽油气藏,并取得了一定的研究成果。进入90年代,在塔里木、准噶尔、陕甘宁、四川、松辽、渤海湾、苏北、江汉、莺歌海等诸多沉积盆地内,陆续发现了一大批隐蔽油气藏。如松辽盆地大规模薄互层、低渗透岩性油藏,鄂尔多斯盆地中生界低丰度岩性油藏,以及在各地发现的非构造油气藏及复杂断块油气藏等。

我国东部油区近期发现的渤海湾盆地千米桥潜山油气田、乌马营古生界油气藏及苏北朱家墩油气田也属于隐蔽油气藏类型。自上世纪60年代以来,我国从隐蔽油气藏中获得的储量占总探明储量的32%,在年新增储量中也已占三分之一以上。

在我国中西部的许多盆地中,在一些火成岩侵入部位引起的上拱披覆带、周缘裂隙带及其外围接触变质带内,也发现有隐蔽油气藏。此外,在我国西部一些勘探程度相对较低的地区,由于主力烃源岩经多期演化,油气运聚规律复杂,局部构造不发育,因此寻找隐蔽油气藏有着非常重要的意义。

总之,我国的隐蔽油气藏勘探已呈现出几个主要特点:①松辽盆地、鄂尔多斯盆地在三角洲前缘找到了储量巨大的岩性油气藏;②在渤海湾盆地,尤其是东营凹陷,以发育水下扇砂体油气藏为其特征;③在四川盆地,则以裂缝型岩性油气藏的发育为其突出特征;④在中国东部、中部和西部的含油气盆地内,都发育有火成岩体,因此寻找火成岩隐蔽圈闭有广阔前景。

隐蔽油气藏勘探的主要难题

隐蔽油气藏的勘探虽然不是新的课题,但在隐蔽油气藏的成因机理、勘探理论和技术手段上,还有待统一。总的说来,勘探理论滞后于勘探技术和手段,往往是先有隐蔽圈闭的发现,而其成藏机理却不清楚,如岩性油气藏、深盆气藏等,这就极大地制约了隐蔽油气藏的勘探和开发。由于隐蔽油气藏本身具有圈闭识别难度比较大、钻前预测的可靠性比较低、且其形成机理比较特殊等一系列特点,因而使得隐蔽油气藏勘探变得比较困难,勘探成效往往不是很高。

地层岩性类油气藏由于没有明确的外部构造形态,含油气圈闭难以确定,具有较为隐蔽的特点,用传统的构造勘探方法难以准确识别。而对薄砂体中

的隐蔽油气藏的预测,则是难度更大的工作^[4]。具体地说,主要存在以下几方面的难点。

(1)目标砂体厚度往往小于地震垂向分辨率。一般薄互层由于砂体顶底界面之间距离小于或远小于地震波的波长,使得在薄互层油气藏的反射波场中看不到单一的波形特征,而是复合波形态。由于地震波是由不同频率的谐波组成,除主频外,带宽和相位是影响复合波形特性的主要因素。此外,地层介质性质、吸收衰减等其他因素都对复合波有相应的影响。因此,地震垂向分辨率影响了砂岩体的识别。

(2)地震反射异常体的边界模糊不清。引起地震反射结构异常的因素很多,从而不易判断和分析地震反射异常体的地质属性,而地震所能识别的地质体的宽度往往是有限的,在常规地震剖面上异常反射体的边界常模糊不清。

(3)砂岩体上倾方向遮挡条件难以确定。由于地震横向分辨率的影响,砂岩体的上倾方向是否遮挡常常难以确定,尤其是薄层砂体上倾方向有无岩性尖灭封闭或早期断层封闭,在常规地震剖面甚至地震切片上也难以有肯定的结论。

(4)圈闭类型复杂。由于地震反射波分辨能力的限制,地震反射类型不是沉积微观特征的表现,而是沉积宏观特征的反映,同一反射模式参数可以由多种地质作用产生。因此,地震反射类型和模式也具有多解性。

(5)岩性难以确定。由于不同岩性的速度存在重叠性,并非一一对应关系,同一岩性的速度具有多解性。实践表明,在不同构造背景下砂泥岩速度会有明显的差别,即使构造背景相同,岩相垂向组合的差异也会影响到速度类型。

(6)圈闭体精细描述存在多解性。目前地震勘探还不能完全解决大型岩性圈闭内部各地质单元的特征及其之间的接触、连通情况,使得在圈闭体精细描述和评价方面存在一定的多解性。

(7)隐蔽圈闭带的可比性差。由于隐蔽圈闭的成因较复杂,因此隐蔽油气藏的预测研究多是针对特定地区进行的,并不能展开和推广到相邻地区。当对区域沉积体系及隐蔽圈闭分布模式认识不清时,即使在某一个隐蔽圈闭证实有效后,也很难在其周围继续扩大战果,找到更多的隐蔽油气藏。

(8)钻前对储层物性的预测(砂体孔隙率的地震

估算)难。实际地层常具有非均质性,砂岩体含有泥质、发育有裂缝及孔隙中含有流体,这些都导致运用时间平均方程计算储层孔隙率存在较大误差。而渗透率、含油饱和度等的预测无一不是依据各自与孔隙率的拟合关系或经验公式来计算的,难以适应勘探工作中储集砂体物性研究,尤其是薄砂体物性条件分析的需要。因此钻前储层物性的预测精度有限,这就给隐蔽圈闭成藏条件中储层物性的预测带来很大的困难。

(9)难以预测盖层的有效性。由于地震资料的品质、分辨率及预探阶段波阻抗反演的可靠性有限,钻前隐蔽圈闭盖层的存在与否、厚度和封盖性能等都难以预测。

(10)油气运移通道复杂。由于不连续封闭面下部输导层的岩相变化、断层位置和穿层封闭等形成横向封闭遮挡,使油气运移通道复杂化。另外由于地形的差异、水动力条件不同,也使油气运移路径发生改变。

总之,隐蔽油气藏勘探远比构造油气藏勘探难度大。因此必须有新的思路和新的技术对策,才能使我国的隐蔽油气藏勘探上一个新台阶。

隐蔽油气藏勘探对策

鉴于隐蔽油藏的成藏条件及勘探难度均与构造油藏有明显不同,油气分布与富集规律不同,必须具有创新的勘探思路并运用相应的技术对策^[4~6]。

创新勘探思路

为了适应构造勘探向隐蔽油气藏勘探的转变,研究思路也要有意识地改变。

(1)要在不同类型的凹陷或区带采用不同的勘探思路和研究方法。要坚持“构造和隐蔽油藏并重”的勘探思路,勘探初期加强构造油气藏的勘探,中后期要敢于大胆地在构造区开展隐蔽油气藏勘探,不断实现油气勘探的新突破^[4]。

(2)在凹陷勘探初期,要以资源评价为中心,确定凹陷的资源规模和勘探前景。对具有资源前景而勘探久攻不克或勘探成效不高的地区,要坚定找油信心,坚持实践、认识、再实践、再认识,转变勘探思路,不断创新地质认识,探索各种类型的油气藏,直至取得突破。

(3)受流体势的控制,油气总是由高势区向低势

区运移。低势区、正向构造带有利于油气聚集成藏,这一规律已为勘探实践所证实,并形成“环注聚油理论”^[4]。因此,开展隐蔽油气藏的勘探,要敢于突破认识的局限,大胆地向生油洼槽区、构造负向区拓展。

(4)在隐蔽油气藏勘探过程中,对最大湖泛面、地层不整合面及断面要给予足够的重视,注重上述“三面”的识别、标定与追踪。在湖泛面、不整合面上下及断面附近,精细识别、落实各类隐蔽圈闭,优选勘探目标。

优化勘探方法

隐蔽油气藏的自身特征,决定了地震、测井、录井等地球物理方法是最强有力的寻找隐蔽圈闭的方法,切实加强地球物理研究与石油地质研究相结合,是今后寻找隐蔽圈闭的最佳之路。实践表明,油气勘探越来越离不开地球物理勘探手段,切实利用新仪器,采用切实有效的资料采集和处理方法,是隐蔽圈闭勘探不可或缺的重要方面^[5]。

储层预测和油藏描述技术的不断发展和完善,为隐蔽勘探目标的发现、识别、落实、评价提供了良好的资料基础和技术条件,也为岩性油气藏的识别和勘探提供了技术保障^[1]。不同类型的隐蔽油气藏的地质条件不同、储层条件不同,地震响应就不同,因此勘探方法和技术各不相同。必须根据实际情况选择相应的配套技术,如砂砾岩岩性油气藏、地层油气藏和裂缝油气藏的勘探技术有很大的差异。任何新技术都有其应用条件,没有一项新技术能解决所有勘探问题,只有多学科、多信息一体化的综合应用,才能解决隐蔽油气藏勘探问题。

全方位研究评价

由过去相对单一的石油地质研究方式,转为综合应用石油地质学、沉积学、层序地层学等多种理论,分层次、多角度、多方位全面开展研究与评价。

油藏区带评价与优选

含油气盆地隐蔽油气藏勘探的第一步工作是要确定盆地中有利的隐蔽油藏发育区带。隐蔽油气藏独特的形成机理和分布规律决定了隐蔽油气藏时空分布的选择特性。只有搞好区带优选,明确隐蔽油气藏的有利勘探方向与靶区,才有可能发现隐蔽油气藏。

隐蔽油气藏区带评价与优选阶段的理论依据主要包括三个方面:①层序地层学理论;②含油气系统理论;③成藏动力学理论。

隐蔽油气藏区带评价与优选阶段的具体任务是明确方向、锁定靶区、优选层系、确定类型。明确方向是这一勘探阶段的核心任务。勘探方向包括有利区带、有利层系和有利类型。由于隐蔽油气藏形成条件不同,所选择有利区带、有利层系和有利类型往往与构造油气藏勘探有所不同。

隐蔽油气藏区带评价与优选阶段的技术路线概括为:①资源评价选区带;②区域层序地层研究建格架;③构造研究找背景;④沉积研究找砂体;⑤石油地质综合研究预测评价有利成藏区带。该技术路线的前三步优先强调了盆地油气资源、沉积盆地等时地层格架、构造发育背景。油气资源和等时地层格架是隐蔽油气藏勘探的先决条件,构造样式及演化特征同样影响着隐蔽油气藏的形成和分布,绝不可以为了寻找砂体而忽视构造背景的研究。技术路线后两步旨在确定储集砂体发育区带,尤其是最有利于砂岩体成藏的勘探区带。

隐蔽油气藏区带评价与优选阶段的配套技术包括三项关键技术:①油气资源评价技术;②层序地层分析技术;③沉积相分析技术。油气资源评价技术采用多种资源评价方法综合分析原则;层序地层分析技术强调井—震结合;沉积相分析技术要求综合运用岩心相、测井相与地震相分析三项基本技术。

隐蔽圈闭识别与评价

隐蔽油气藏勘探的第二步工作是进行隐蔽圈闭的识别与评价。

隐蔽圈闭识别评价与优选阶段运用的主要勘探基础理论为:①高分辨率层序地层学原理;②沉积学原理。

隐蔽圈闭识别评价与优选综合配套技术方法包括四项:①高分辨率层序地层学分析技术;②沉积微相研究技术;③储层预测技术;④隐蔽圈闭评价技术。

隐蔽圈闭识别评价与优选阶段的主要任务是识别、发现、落实、评价圈闭,最终优选勘探目标。因此,隐蔽圈闭识别评价与优选综合配套技术方法系列的特点就是针对圈闭尺度的精细技术和方法的精细应用。

隐蔽圈闭识别评价与优选阶段的技术方法可以分四个步骤依次实施:①利用高分辨率层序研究定格架。在区域层序格架基础上,进一步细化层序,划分体系域,甚至划分准层序(或准层序组),建立更高

级别的等时地层格架。这是因为岩性圈闭落实及评价的关键环节是要在等时地层格架中对同一时期形成的各类沉积砂体进行精细研究,建立等时的对比关系。因此,在三级层序划分的基础上,要根据钻井地质特征和地震反射特征进行精细的层序划分,在较高级别等时格架控制下建立新的地层对比关系,并确定出沉积体系域的类型和分布范围。高分辨率层序地层研究除了在井中进行精细小层对比以外,还要在地震精细处理和解释技术方面下功夫,尤其是三维高分辨率地震资料处理技术、高匹配成地震记录制作技术和构造精细解释技术。②通过“三相”分析定类型,针对有利的勘探目的层段,在有利区带系统地开展局部地震相、测井相和沉积相的详细研究,并在此基础之上深入分析沉积微相特征,确定沉积类型,发现、识别有利的储集砂体。③以“五线”研究定圈闭,即通过落实岩性尖灭线、地层超覆线、地层剥蚀线、砂体顶面构造线和砂体厚度等值线,确定隐蔽圈闭类型。在此基础之上,针对砂体进行构造解释,落实砂体顶面构造形态,对砂体的厚度变化进行定量分析。进而综合岩性尖灭线、地层超覆线、地层剥蚀线、砂体顶面构造线和砂体厚度等值线的分析,确定砂体的空间展布,落实圈闭。④以“三面”研究选目标,即分析最大湖泛面、地层不整合面和断层面的发育和展布状况,研究圈闭与“三面”的依存关系,再结合砂体顶面和底面特征,进行圈闭的分析评价,优选有利钻探目标。

隐蔽油气藏预探评价

隐蔽油气藏勘探的第三步工作是必须搞好隐蔽油气藏预探评价。

隐蔽油气藏预探评价阶段的基本任务是:①标定预探井;②确定评价井;③控制储量规模。即通过预探井实现勘探突破,进一步部署评价井,最终控制储量规模。

隐蔽油气藏预探评价综合配套技术与方法包括三项关键技术:①地震岩性反演;②油层综合评价技术;③油气藏描述技术。

隐蔽油气藏预探评价阶段综合配套技术方法实施步骤分为四级:①通过老井重新认识找线索,即在明确勘探区带和目标区之后,要对目标区内的钻井资料进行深入分析,特别是要抓住关键井点油气显示好、测井解释有油层、已获油气流或产液量较高的井点,针对具有良好储集性能的层段,进行细致的地

震层位标定,识别出其在地震剖面上的响应标志,从而圈定主要勘探目的层段岩性体的分布范围,落实岩性圈闭的形态,为钻探部署提供重要的依据。在岩性油气藏的勘探过程中,只有抓住关键井点,有的放矢地开展针对性的研究工作,才能最大限度地减少勘探的盲目性,取得油气勘探的成功。因此老井复查是发现隐蔽油气藏的一个重要线索,也是一条值得借鉴的重要捷径。②采用“最大相似性”原则确定预探井,即根据老井有利显示段、含油砂体或储集砂体的地震相特征,在标定、追踪出的砂体范围内,优选“地震反射特征最相似”、“砂体厚度大”的位置,标定第一口预探井,力争发现好的含油砂体和厚油层。③以“三性”预测确定评价井,即在第一口预探井获得成功,结合新井资料开展新一轮的储层预测和油气藏描述工作,依据新的储集体岩性、物性、含油性预测结果,按照“油藏中部探富集、高部位探岩性尖灭、低部位探油水界面”的勘探思路,从已知井出发,以一定的井距逐步外推,部署评价井。④通过“滚动预测—滚动评价—滚动钻探”控制储量规模,“滚动预测—滚动评价—滚动钻探”是隐蔽油气藏高效勘探的最佳模式,其实质就是,在预测的基础上预探,充分利用新的钻井资料再次预测,根据新的预测结果再进行钻探,如此循环往复,直至完全探明油气藏为止。

在勘探初期探井较少的情况下,开展储层早期预测,建立粗略的地质模型,大体预测隐蔽圈闭的形态、范围;勘探取得突破后,增加了新的钻井资料,对储层和隐蔽圈闭进行二次重新预测,二次预测的结果会带来新的认识,可能导致新的钻探突破;再利用新的钻井资料,再次对储层和油气藏进行新一轮的三次精细预测。如此不断地向纵深展开。

钻探是检验前期预测和评价的惟一手段。不钻探就不可能获得突破,盲目钻探又会造成勘探成效的降低。只有在滚动预测和滚动评价的前提下,实施滚动式钻探才能真正发挥钻探的效果。

滚动勘探模式是一个有机的整体,其基本模式是:预测先行,评价把关,钻探见效,反复运作,连续突破。在钻探之前,反复开展研究、反复进行储层预测、反复进行油藏描述、反复认识评价、反复论证;第一口井突破后,开始新一轮分析、新一轮储层预测和油藏描述,从突破井点出发,推进式部署新的探井;新的探井实施后,及时进行分析,适时做好新的预测、描述和评价工作,逐级扩大勘探,直至完全探明

油气藏。

多学科联合

隐蔽油气藏的成藏条件更加复杂,需要对其构造、沉积储层、储集体空间变化和含油性进行全面研究评价,因此,成立多学科课题组是进行隐蔽油气藏勘探的有效组织形式。目前的勘探研究工作已由过去的地质、物探分头研究,构造解释、沉积储层、新技术应用、圈闭评价独立分析,转变为组成多学科多专业项目组,地质、物探、测井有机结合,针对关键问题开展联合技术攻关,实现优势互补,可以在较短的时间内深化隐蔽油气藏成藏条件与油气分布的研究,解决关键问题,提高勘探成功率和勘探效益。

多学科联合是实现隐蔽油气藏勘探突破的重要前提。

新理论、新技术应用

我国隐蔽油气藏勘探理论进展落后于勘探实践,有必要开展高层次的基础理论研究,以适应油气勘探发展形势的需要。在我国东部老区裂谷盆地内,已经形成了一套隐蔽油气藏的勘探理论,包括复式油气聚集理论、岩性油气藏三元成因模式、坡折带控油气理论等,但还应对盆地内油气整体的分布规律进行系统总结认识,对盆地不同阶段形成的油气藏的差异进行分析。此外盆地内不同类型的油气藏之间成藏制约关系、未来储量持续增长的新领域等有待进一步研究。对我国中西部的鄂尔多斯盆地和四川盆地等深盆气和煤层气发育区,还需要对深层致密气藏和煤层气成因机理、预测方法与勘探方向进行更深入地分析,正确地进行资源评价和经济评价,精确预测含气范围。对我国西部碳酸盐岩隐蔽油气藏进行研究时,要结合多期成藏、多期旋回调整的特点,在利用构造平衡叠合带概念寻找隐蔽油气藏时,深入研究其成因机理,形成有效的预测方法。

目前通过分析储层的地球物理特征,已总结出储层的有效识别及物性、含油气性的综合评价配套技术;通过对不同类型岩性油气藏成藏条件的综合

分析,最终完成岩性油气藏的评价与描述。技术上主要以高分辨率三维地震资料为基础,灵活应用现有的三维地震资料分析和解释软件,并有针对性地研发出多因子相干技术和层序—储层综合反演小波转换预测技术。

结 束 语

随着国民经济的快速发展,国内石油资源的供需矛盾越来越突出。因此,开展隐蔽油气藏勘探技术研究是解决我国石油资源供需矛盾的现实要求,隐蔽油气藏已经成为油气勘探的主攻方向之一。鉴于隐蔽油气藏的特点是成藏规律复杂、储层分布具有非均质性及常规手段难以识别的隐蔽性,发现难度加大。与构造油气藏相比,国内外隐蔽油气藏勘探方面的研究相对滞后,尤其是运用地球物理技术对隐蔽油气藏进行识别与预测,现成经验较少。由于地震数据分辨率的限制,常规地震数据往往不能有效地识别隐蔽油气藏。本文旨在对目前我国隐蔽油气藏勘探现状和主要难题进行分析,总结隐蔽油气藏勘探对策,为探寻一套适合我国隐蔽油气藏勘探的有效方法进言献策。

参 考 文 献

- [1] 李庆忠. 走向精确勘探的道路——高分辨率地震勘探系统工程剖析. 北京:石油工业出版社,1994
- [2] 胡见义,徐树宝等. 非构造油气藏. 北京:石油工业出版社,1986
- [3] 哈尔鲍蒂. 寻找隐蔽油藏. 北京:石油工业出版社,1988
- [4] 杜金虎,易士威,张以明等著. 二连盆地隐蔽油藏勘探. 北京:石油工业出版社,2003
- [5] 李丕龙等著. 陆相断陷盆地隐蔽油气藏形成——以济阳拗陷为例. 北京:石油工业出版社,2003
- [6] 李丕龙主编. 第三届隐蔽油气藏国际学术研讨会论文集. 见:隐蔽油气藏形成机理与勘探实践. 北京:石油工业出版社,2003

(本文编辑:冯小球)