

浅谈石油地质勘探创新

龙星健

(北京东方新港湾石油技术服务有限公司, 北京市 100088)

[摘要] 阐述了新形势下, 加强石油地质勘探创新的重要现实意义, 分析了石油地质勘探发展现状及遇到问题与挑战, 对石油地质勘探创新进行了深入探讨研究, 以期推动石油勘探事业可持续发展。

[关键词] 石油; 地质勘探; 现状; 创新

随着科技水平的不断提高, 石油勘探技术正在走向精细化、集成化, 形成了以多学科协同研究为基础的综合勘探体系, 以现代石油地质理论与辩证唯物主义哲学理论为指导, 以有效的勘探技术为手段, 并逐步渗透到油气开发领域。在整个综合勘探体系中, 地质综合研究形成了以盆地分析为基础、以含油气系统为思路和方法、以目标评价系统为手段的一整套地质综合评价方法和技术。

近年来, 中国石油大力推进科技创新, 加大科技攻关力度, 取得一批重大成果。岩性地层油气藏勘探理论与配套技术取得重大进展, 有力地支持了中国石油在多个盆地的勘探工作, 取得储量的重大发现; 三次采油技术攻关和现场应用保持国际先进水平, 国产强碱三元复合驱在试验区提高采收率 10% 以上; 具有自主知识产权的 GeoEast V1.0 大型地震数据处理解释一体化软件, 打破了外国公司的垄断。可以说, 理论与技术的进步在油田的增储上发挥了重大作用。

1 石油地质勘探创新的意义

我国经济的持续快速发展, 决定了我国油气资源的需求将与日俱增。据中国石油经济技术研究院预测, 到 2020 年石油需求量将分别达到 3.8 亿吨, 天然气需求量也将达 2000 亿立方米。如果同期我国油气资源得不到重大的发现, 国内石油生产能力只能保持在 1.8 亿~2 亿吨之间, 缺口分别为 1 亿~1.2 亿吨、1.8 亿~2 亿吨; 国内天然气生产能力大约为 1000 亿立方米、1500 亿~1600 亿立方米, 缺口分别为 200 亿立方米、400 亿~500 亿立方米。2020 年国内石油、天然气产量对需求的保障程度分别为 50%、78% 左右。我国油气资源的后备可采储量少, 特别是优质石油可采储量不足, 缺乏战略接替区, 西部和海相碳酸盐岩等区域的勘查一直未能取得战略性突破, 后备可采储量不足已成为制约进一步增加油气产量和满足需求的主要矛盾。为了保障我国经济健康、快速发展, 我国油气资源勘探工作的压力很大, 提高油气资源保障能力的任务十分艰巨。因此, 必须要强化石油地质勘探创新, 以创新求突破; 改变主要靠购买增加资源的状况, 变买资源为主为以勘探为主, 全面提升石油资源开采使用效益。

2 石油地质勘探现状

随着信息化技术的发展, 油气勘探正在向勘探理论和应用技术的精细化、集成化发展, 油气勘探研究形成了以多学科协同研究为基础的综合体系, 石油地质勘探技术取得了长足进步。

2.1 物探技术

物探技术在石油勘探开发领域占据举足轻重的位置, 自地震勘探技术进入石油勘探领域之后, 反射地震技术、数字地震技术和三维地震技术分别在不同的历史时期作出了突出的贡献, 使当时的油气发现数量与储量大幅度增加, 成为地震勘探技术发展史中里程碑式的进步。上世纪 90 年代以来, 随着计算机技术水平的提高, 高分辨率地震技术、三维叠前深度偏移技术、油藏地震描述技术、四维地震监测技术等一批新技术迅速发展, 它们不仅极大地提高了新区勘探的成功率, 也给老区勘探注入了新的活力

在现阶段, 相关学科的不断发促使地震勘探技术在数据采集、处理、解释和设备制造方面取得长足的进步。成像技术和多学科协同研究的应用, 使地震勘探技术的作用更加广泛, 三维地震、井眼地震、地震油藏描述与监测和三维可视化等技术, 均已在油气勘探与生产中发挥着无法替代的作用, 为提高勘探成功率、降低生产成本和改善采收率作出了突出的贡献。有迹象表明, 各种方法技术的集成与生产问题的实时

解决, 是这些技术发展的趋势。未来将出现的关键技术包括: 部署永久性地震传感器排列系统, 实施实时地震油藏生产监测, 实现油田生产仪表化(电子化)管理; 发展实时深度成像技术, 实施随钻地震成像, 实现钻井进程可视化控制; 完善多分量地震勘探技术, 实现岩性和直接流体判别勘探; 建立数据处理-解释-评价-决策过程可视化综合系统, 全面提升多学科研究能力和资产评估组的决策准确性。

2.2 测井技术

油气勘探开发面临的新形势对测井技术提出了新的要求。电子、机械、计算机、通讯等技术的迅猛发展为测井技术的发展提供了先决条件。在这种大环境下, 测井数据采集、处理和解释技术得到了快速发展。现在, 测井仪器已经从数控测井仪器向成像测井仪器方向发展, 成像测井仪器可以更高的数据传输率、在更短的时间内传送更多的测量数据; 一次下井可以组合更多的下井仪器; 一个仪器有更多的探测器, 扩大了井眼的覆盖范围, 进行成像测量; 仪器具有更高的采样率、更高的分辨率和多种探测深度。除了成像测井技术外, 核磁共振测井技术、套管测井技术、随钻测井技术和快速平台测井技术都得到了迅速发展, 成为近期关键的测井技术。

核磁共振测井技术经过这几年的发展, 得到了不断改进, 测井精度和测量速度得到了极大提高, 现场应用越来越广泛, 应用效果越来越明显。随钻测井仪器正在向着阵列化成像方向发展, 某些随钻测井项目已经实现成像测量, 而且成像测井仪器更加配套, 仪器的可靠性得到了进一步的增强, 并且使常规测井仪器向着多组合、小尺寸、高可靠、低成本的方向发展。测井平台可以缩短测井时间, 降低测井中的故障率, 并大大节省了占用井场的时间。与成像测井仪相比, 其成本低得多, 服务价格可以大大下降。这一系列在国际市场上有很强的竞争力。

2.3 钻井技术

由于钻井费用占了石油工业勘探开发费用的 50%~80%, 所以, 研究和发先进适用的钻井技术是国外大石油公司降低勘探开发成本的主要着力点。主要有: 欠平衡钻井技术上世纪 90 年代初起源于加拿大, 欠平衡钻井技术可减轻地层损害, 提高机械钻速, 克服漏失和卡钻, 是开发枯竭油层的一种好方法。但欠平衡钻井技术要比常规钻井技术复杂, 首先要增加一系列的设备, 并且在安全和防腐方面目前也存在一系列的困难。大位移钻井技术。20 年代美国开始运用大位移井, 90 年代该技术得到迅速发展。大位移井技术主要用于以较少的平台开发海上油气田和从陆上开发近海油气田。多分支钻井技术。多分支水平井能由多个储层同时泄油到一个主要井眼。储层和地下环境要求确定主井眼与多分支水平井的连接规范。目前在国际上一致承认的是 TAML 对多分支井完井系统的分级。TAML 把多分支水平井的完井分为 6 个级, 其中第三级里包括一个亚级, 多分支水平井是提高油井产量和产能的一种方法。

3 石油地质勘探创新探讨

加强石油地质勘探研究, 创新石油地质勘探新路径, 对提高石油产量, 确保国家能源安全具有十分重要的现实意义。

3.1 利用计算机仿真, 提高勘探质量

随着计算机技术发展的突飞猛进, 三维地震模拟方法和技术取得了快速发展, 在盆地模拟、含油气系统模拟、油藏模拟以及地下成像方面都取得了显著的进步。同时, 与 GPS 全球卫星定位系统、GIS 地理信息系统以及地质信息系统组成的 3G 技术将在数据组织、力学研究、

工程设计、生产管理上产生一次新的飞跃。含油气系统是把油气形成、运移、聚集作为一个完整的科学体系进行应用,从而改变了以往孤立地研究各单一成藏条件的状况,在预测含油气区带和油气藏分布等方面显示出良好的效果,已成为不可缺少的找油理论和手段。综合利用计算机、GPS、GIS、3G 等技术,可以实现石油地质勘探的仿真,提高勘探的效率。Tiab 曾将神经网络和模糊逻辑相结合并成功应用于裂隙性油藏的分析,并在二维空间中绘制了阿尔及利亚 Hassi Messaoud 油田大区裂隙强度分布图和裂隙网络,取得了油藏特征的第一手资料。

3.2 采用可膨胀套管技术,降低勘探成本

膨胀管技术问世于 80 年代初,当钻遇水层或破碎带而无法正常钻进时,将其下入井内,用扩管器将异型管扩成圆形并使其靠在井壁上,借以封堵水层和破碎带。到 90 年代末,美国研制出割缝膨胀管,这种割缝膨胀管比异型管更容易扩径,因此其封堵破碎带的效果更好。常规钻井中是将固定尺寸的套管下入井中,从井口到油层的尺寸是逐渐缩小的。因此,有可能因为井眼尺寸而限制某一深度的井下作业,甚至不能达到目的层。壳牌研究中心最近开发了膨胀式割缝管和实体套管,其中膨胀式割缝管的直径可膨胀至原有的 2 倍。这项技术具有重要的意义,一是可以简便有效地解决复杂井段的井壁稳定问题,二是可以减少上部井眼的尺寸和套管层数,甚至在几年内实现从井口到井底以同一尺寸钻井,这样可以钻更深的直井和大位移井,三是可以修复老井被损坏的套管,四是可以大大降低钻井成本。目前,该技术已广泛应用于胜利、大庆等大型油气田的钻井勘探中。

3.3 多维发展,提高石油综合勘探水平

中国石油的勘探开发今后面临着在复杂山地、黄土塬、超低孔低渗、薄层等作业的世界级难题,物探技术面临着从油田勘探到开发整个生命周期各个环节的挑战。为此,中国石油制定了物探技术发展蓝图(如图 1 所示):沿着二维描述、三维描述、三维可视化、四维检测、全面解决方案的技术发展路线,在勘探阶段,发展以重磁电、复杂地表采集、叠前深度偏移处理、叠前储层预测和圈闭评价为主的地震勘探技术;在评价阶段,以地震勘探技术为基础,发展以高精度三维、叠前属性描述、流体识别、定性、半定量圈闭评价和油藏静态建模为主的物探评价技术;在开发阶段,发展以数字、高密度、多波、井筒、四维、流体识别、储层改造动态检测、油藏动态建模为主的油藏地球物理技术;在二次开发和提高采收率阶段,地震、测井、钻井等工程技术一体化,开展滚动评价,提供勘探开发全面服务的一体化解决方案。为确保能源安全,维护石油保障能力,要进一步夯实基础,加大物探软件、硬件研发,坚持“陆地”和“海洋”两条路径共同发展,提高石油综合勘探水平。

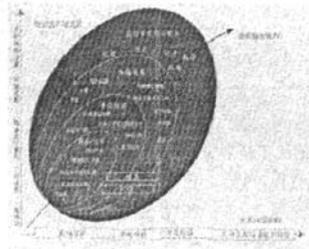


图 1 中国石油物探技术发展蓝图

3.4 加强新方法新技术的研究,增强石油勘探的实效性

加强对岩石物理分析技术、非均质储层地球物理响应特征模拟和表征分析技术、复杂构造及非均质速度建模及成像新技术、储层及流体地球物理识别技术、高密度地震勘探技术、多波多分量地震勘探技术、时移地震技术、井地联合勘探技术、深海拖缆及 OBC 勘探技术、海洋电磁勘探技术、煤层气地球物理技术、微地震监测技术等石油物探新方法新技术研究,全面提升石油勘探的能力和水平。同时,通过持续不断发展,逐步实现物探技术应用和服务方式的延伸:一是技术发展实现从构造向岩性、从叠后向叠前、从时间域向深度域、从定性描述向定量描述、从储层预测向烃类检测、从事后向事前的延伸;二是技术链从勘探向开发延伸,形成完整的物探技术链条,贯穿油田勘探开发的生命周期;三是业务链向油藏、海域、软硬件、信息等多领域延伸,全面提升中国石油勘探的国际竞争力。例如:巴林海上“二号区块”勘探项目是中国石油公司首次在巴林获得此类项目,就充分利用了多种新的勘探手段和方法,提高了勘探质量和效率。

4 结语

在全球资源日趋枯竭,全球经济社会发展对能源的依赖越来越大的今天,强化石油地质勘探技术研究具有十分重要的意义。必须要进一步加大科技投入,强化石油地质勘探创新研究,有助于提高石油勘探的质量和水平,提高油气产量,保护国家能源安全,确保经济社会健康发展。

【参考文献】

- [1] 刘焱武,撒利明,董世唐,唐东磊.中国石化高密度地震技术的实践与未来[J].石油勘探与开发,2009.
- [2] 张颖,刘斐林.中国陆上石油地球物理核心技术发展战略研究[J].中国石油勘探,2005.
- [3] 郑泰宁,薛维,卢春华.铝合金钻杆的优越性及其在地深深孔中的应用前景[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010.
- [4] Fundamental geological elements for the occurrence of Chinese marine oil and gas accumulations[J]. Chinese Science Bulletin, 2007.

(上接第 201 页)

142 根钻孔灌注桩,经桩基无损检测试验,其中 I 类桩 140 根,II 类桩 2 根,桩基合格率 100%,其中 I 类桩的比例达 98.59%。钻芯取样 9 根,其检测结果全部达到合格标准。

为了配合试验检测单位的工作和确保试验结果的科学性、有效性,我们加强了以下几个方面的控制。

1) 声测管的数量必须符合设计要求。根据设计要求,本工程,当桩径不大于 1.5m 时,埋设 3 根声测管;当桩径大于 1.5m 时,埋设 4 根声测管。声测管为 $\phi 57 \times 3$ 钢管。2) 声测管必须安装牢固、定位准确。声测管应牢固焊接在钢筋笼内侧,且相互平行、定位准确。声测管应埋设至桩底深度,管口应高出桩顶面 300mm 以上。声测管的数量为 3 根时,按等边三角形均匀布置,构成 3 个声测剖面;声测管的数量为 4 根时,按正方形均匀布置,构成 6 个声测剖面。3) 制订钻芯取样计划,对无损检测中出现的 II 类桩或施工过程中出现过异常情况的桩基全数进

行钻芯取样试验。4) 桩基无损检测后和钻芯取样后,督促承包商分别对声测管和钻芯孔进行压浆封孔,水泥净浆的强度与桩基混凝土的设计强度一致。

5 结语

通过对关键环节的严格控制和采取改进措施,本合同段的钻孔灌注桩施工无一重大质量事故发生。为保证工程质量,应坚持预防为主、防微杜渐的原则。

【参考文献】

- [1] 李晓宏,李兵.浅谈钻孔灌注桩施工中应注意的几个问题[J].辽宁农业职业技术学院学报,2002.
- [2] 刘勇平.机械钻孔扩底灌注桩的设计与施工[J].有色冶金设计与研究,2003.
- [3] 王旭惠,何建平.钻孔扩底灌注桩施工新工艺[J].华东地质学院学报,1997.