

专家观点
OPINION

油海观潮
TREND

创新推动油气田
释放增储上产潜能

可燃冰离商业性开采 还有多远

张茂荣

中国现代国际关系研究院世界经济研究所资源与环境研究室主任



可燃冰是公认的地球上尚待开发的大规模新型化石能源,是未来全球能源发展的战略制高点。全球可燃冰储量丰富,分布广泛,主要大国对可燃冰进行了研究试采,可燃冰实现商业开采面临哪些挑战,未来可燃冰大规模开发对全球能源格局的影响如何呢?

虽然可燃冰具有无限的发展前景,但其开采并不容易。目前,相关国家已经在深海和陆地冻土区成功进行了多次可燃冰试采研究,对降压法、热解法、二氧化碳置换法等一系列可燃冰开采方法进行了初步探索,还在美国、加拿大、日本、中国等国相关海域或陆上成功钻取到了可燃冰。但是,这也仅仅能够证明,现有技术能从可燃冰矿藏中开采出天然气,不能说明更多。可以说,当前世界各国对可燃冰开采的研究仍处于探索和起步阶段,能够经济有效地开发可燃冰的技术和方法尚未摸索出来,距离大规模的商业性开发还相差很远,产业化仍有很长的路要走。总结起来,可燃冰商业开采主要面临技术难题、成本劣势、生态环境风险三大挑战。

技术难题

虽然可燃冰储量丰富,污染小,但因其在高压、低温条件下形成并存在的,若环境发生变化(如失压或温度升高),可燃冰就会迅速分解、挥发,易造成井喷。因此,如何保证井底稳定,保证甲烷不泄漏,防止引发温室效应,成为可燃冰开采的技术难点。特别是,相较于深海石油勘探,海底可燃冰开采的难度要大得多。可燃冰大面积分布在海底,将甲烷气体分解出来后,很难在深海将其聚集在一起进行收集,而且可燃冰一旦离开海底,就会迅速分解,发生井喷的风险很大。在海底,可燃冰与泥沙混合在一起,也给开采带来困难。如前所述,在2013年和2017年,日本连续两次采取降压法试采海底可燃冰都没有达到预期效果,原因均在于海底泥沙流入井筒而被迫中途停止试采。

中国在南海试采可燃冰过程中,针对试采区地质条件和可燃冰自身特性带来的世界级挑战,以7项工程技术体系创新解决了技术难题,奠定了商业性开发的基础。但这只是实现技术突破的第一步,今后不同的地质条件以及矿藏环境都很有可能带来新的技术挑战,需要不断地去解决,去进行技术创新。

成本劣势

要使可燃冰具有商业价值,其开采成本必须要降到足够低的水平。目前,国际上可燃冰的生产成本约为每百万英热单位30至50美元,而美国亨利枢纽价格约为6美元;然而当前常规天然气的成本甚至还不到1元人民币/立方米,相差极为悬殊。但从长远来看,其开采成本将有望降至0.77元人民币/立方米,届时可燃冰将具有可观的商业前景。国际能源署(IEA)估计,一旦实施了有效的开发方式与流程,可燃冰天然气每百万英热单位的生产成本可控制在4.7至8.6美元。

尽管最近取得一些进展,但可燃冰的大规模商业性开发在未来10年至15年内仍难以实现。美国地质调查局估计,在2025年左右,有“政治意愿”追求可燃冰的国家才有可能实现商业开发。按照中国的规划,初步定于2020年实现可燃冰工程性试采,然后再过10年,到2030年实现商业性开采。要实现这一目标其实很轻松,既需要发现更多可燃冰可开采储量,还需要大幅度降低开发成本,而这只有在勘探理论和开采技术取得更大的突破后才会变为可能。

生态环境风险

在海底进行可燃冰开采,面临很大的环境风险,这些风险包括引起海底地质变化、引发海洋生物死亡、加剧温室效应等诸多方面。可燃冰必须在低温、高压下才能稳定结晶。无论是自然因素还是人为因素引发的温度或压力的变化,都会导致可燃冰分解,进而造成海底滑坡、海啸、海洋生物大面积死亡等一系列环境灾害。而可燃冰的勘探开发是一个复杂的系统工程,迄今国际上尚无成熟的开采技术方案。由于可燃冰化学性质不稳定,开采时会释放大量甲烷,因此大规模商业开采将面临严峻的环境问题。如果开采过程中钻孔密封不好,导致海水大量进入,很容易引起大范围的失稳现象,进而造成甲烷大范围逸出,甚至会引发海底滑坡等更为严重的后果。此外,可燃冰开采出来后,如果管道密封保护不好,甲烷气体会逸出。

可燃冰的主要成分甲烷是一种强温室气体,在大气中吸收太阳辐射的能力是二氧化碳的25倍。人们在开发可燃冰的过程中,如果在一些环节或技术上处理不当,进而导致甲烷气体发生大规模逸出,将使本已不容乐观的全球温室效应更加雪上加霜,进一步加剧全球变暖。当前已经有一定的证据表明,过去地球上甲烷气体的大规模自然释放,是导致气候急剧变化的元凶之一。但也有研究认为,可燃冰分解带来的甲烷大规模释放对气候的影响很小。海底可燃冰变动带来的力学失衡,很容易引发地质方面的自然灾害。在海底,可燃冰与海洋沉积层共生共存,维持着大陆斜坡地带的稳定状态。而可燃冰的开采过程,就是通过改变物理环境,将固态的可燃冰分解为气体。以降压法为例,它的原理就是通过将海底的压力减小,使可燃冰变为气体。但是,海底的固体可燃冰减少后,原来的力学平衡被打破,地壳将变得不稳定,大陆斜坡也将变得不稳定,这就可能进一步引发海底塌方和海啸风险。因此科学家担心,在海底放置大量可燃冰开采装备,势必破坏海洋生态系统,可能会带来各种难以预料的海底地质灾害。8000年前在北欧造成浩劫的大海啸,就极有可能是海底可燃冰大幅失稳所致。考虑到可燃冰开采可能带来的严重环境灾难,各国在商业开发问题上一直小心翼翼,不敢鲁莽行事。

更危险的是,“可燃冰喷射假说”(Clathrate Gun Hypothesis)认为,万一可燃冰出现爆炸性的释放,逸出的甲烷将带来温度的上升,这将进一步使可燃冰出现松动,引发连锁反应,最终将会造成令人恐惧的、不可逆转的爆炸过程。甚至有人认为,可燃冰爆炸所产生的能量和威力,相当于全球核武器爆炸产生的能量的一万倍,这足以造成包括人类在内的地球物种的灭绝。

环境风险控制也是中国可燃冰研究的一大重点。目前,中国在可燃冰开发的环境效应研究、海底地质灾害类型和分布、海底工程地质特征等方面也取得了阶段性成果。针对在南海神狐海域进行可燃冰试采可能带来的环境问题,中国事先采取了周密措施,没有产生环境污染,也未导致任何地质灾害。

综上所述,如何实现安全经济的开采,并减少对环境和生物的不利影响,是指在可燃冰商业性开采道路上的“拦路虎”。要实现可燃冰的大规模商业性开发,技术可行性、经济可行性及安全开采,三者缺一不可。就当前来看,一些研究开发可燃冰的主要国家,正在努力解决上述问题,并已取得了初步成效。有专家认为,从理论上讲,可燃冰开发引起的环境等问题是可以破解的,但在找到现实可行的解决办法之前不应轻易冒险。如何既安全又经济地开发可燃冰,成为科技界加强创新研究的重要课题。

可燃冰对未来能源格局的潜在影响

一旦可燃冰商业开发获得突破,将对全球能源格局产生巨大影响。

第一,加速全球能源格局调整。

可燃冰具有其他新能源所无法比拟的一些优势,包括储量巨大、燃烧热值更高、更加清洁等。尤其是,它没有风能、太阳能等新能

源所面临的并网难题,原因在于全球天然气运输网络和储存设施已经比较完备,可燃冰投入商用后,即可利用现有设施进行储运。随着开采工艺的逐步完善,可燃冰将大有作为,一旦投入商用,将引发一场名副其实的能源革命。

俄罗斯能源部部长亚历山大·诺瓦克承认,目前世界天然气市场的确出现了一些导致能源平衡发生革命性变化的因素,而可燃冰开发将是能够改变全球能源体系的下一个因素。尽管迄今为止可燃冰开发尚无明显成效,但随着新技术的问世,这种燃料完全可以在全球能源市场上引发一场革命。诺瓦克认为,可燃冰开发技术颇有前景,其开采成本将比页岩气等非常规天然气更具竞争力。

如果能够克服可燃冰开发的技术和经济障碍,中国、日本、印度等未能复制美国“页岩革命”的能源进口国将具有很大优势。谁率先以成本比较优势实现可燃冰大规模商业应用,谁就能在大国博弈中占据战略主动和优势地位。可燃冰将加速由“页岩革命”开启的世界能源市场由卖方市场向买方市场转变的进程,传统能源消费大国有可能转身为非常规天然气开发大国,并可能实现对外出口,能源生产将更加去中心化、多元化和分散化。

第二,可燃冰作为传统化石能源的替代能源,其商业开发将对油气价格和出口国带来严重冲击。

若美国实现可燃冰大规模开发,则在页岩革命基础上如虎添翼,提前实现能源自给,还会对欧洲和亚洲出口更多天然气,降低天然气消费国对俄罗斯、中亚、中东的依赖。而传统天然气出口国为了应对非常规天然气的竞争,会降低以保护市场份额,从而使欧洲等天然气消费国获得新老天然气出口国的价格战胜利。可燃冰的商业开采不仅会冲击管道天然气出口国,还会动 LNG、页岩气等出口商的“奶酪”,美国、俄罗斯、澳大利亚、卡塔尔等国的 LNG 项目将受到冲击。

俄罗斯媒体惊呼,全球能源市场瞬息万变,其中“大多数变化均对以出售常规天然气称雄的俄罗斯不利”。如今,在液化工艺和页岩气技术的强烈冲击下,能源巨头俄罗斯天然气工业股份公司的地位已大不如前。如果未来十几年世界开始大规模商业化开采页岩气和可燃冰,必将大大拉低天然气价格,给作为俄罗斯主要经济支柱的能源部门带来毁灭性打击。当然,这不仅对于俄罗斯,而且对于其他许多常规天然气出口国都将形成冲击。

如果可燃冰最终实现量产并引发油气价格下行,将会扩大化石能源利用规模,延长化石能源利用年限,这对太阳能、风能等新能源的开发利用来说是一大利空。因此,未来较长时期,单一能源独占市场的局面恐怕很难出现,化石能源的主体地位很难被轻易撼动,化石能源与非化石能源将在较长时间内共存。

第三,在地缘政治上激化能源陆权与海权的博弈。

当前,“页岩革命”已经对俄罗斯、中亚、中东等传统油气出口国产生冲击,后者还面临欧洲天然气需求下降、俄欧能源基础设施投资与建设式微、中国能源需求增长将放缓等挑战。如果说页岩革命体现的是能源陆权内部传统力量面临非常规力量的博弈,那么可燃冰等海上为主的非常规能源一旦异军突起,传统陆权能源出口国将面临非常规陆权与海权能源力量的“联合围剿”。

第四,加剧领土领海争端。

可燃冰的开发,将使存在领土领海争议的可燃冰富集区的争端更加复杂化。以中国南海为例,可燃冰的开发将提升南海的资源禀赋,其地缘重要性将进一步提高。周边国家,特别是南海主权利声索国和美国,非常关注中国在南海的可燃冰开发利用。在可燃冰开发的刺激下,周边相关国家对南海资源的觊觎将更加迫切,域外国家要想介入南海议题,也会更多地从能源开发衍生出的地缘视角来认知南海争端。

2017年5月,美国《外交政策》杂志刊文称,中国宣布首次在南海试采可燃冰,对于寻求更多天然气资源的能源饥渴国家来说,这是一个潜在“爆炸性突破”。

(本报记者王巧然整理)

影响世界油气勘探开发的技术前沿在哪里?我国油气资源与产业现状如何?当前资源和环境下,油气上游行业应如何破解困局、持续健康发展?上个月召开的2018油气田勘探与开发国际会议上,深化合作、依靠创新,发展高效益、低成本、环境友好型勘探开发技术,推动油气田释放增储上产潜能,成为业界共识。

近年来,随着全球能源加快向多元化、清洁化、低碳化转型,以及数字化、人工智能、新材料等技术的快速发展,能源安全和能源改革已成为整个社会关注的焦点。

大力提升国内油气勘探开发力度 必须加快部署

相关数据显示,2000年以来,我国油气对外依存度快速攀升。2017年,国内原油产量1.92亿吨,进口量4.19亿吨,进口依存度68%;天然气产量1487亿立方米,进口量920亿立方米,进口依存度39%。

大力提升国内油气勘探开发力度,努力保障国家能源安全,就要加快部署,通过推进油气藏评价、落地生产方案、成立研究中心、组建专业团队、提速非常规油气开发等,全力以赴增储上产。

近期,中国石油旗下各大油气田持续发力,四川泸州YS117H1-6井、长庆油田松5井、华北油田吉华2X井、塔里木油田325-H1井、大港油田田66X1井、西南油气田高3001-X25井、新疆油田DXHW3234井等一批“明星井”扎堆诞生。

增储增产增效,技术瓶颈的突破起着非常重要的作用,但油气勘探开发技术包括的内容多、范围广,并且高度的技术交叉性和复杂性又常常产生很多新的难题。对此,参加本次会议的专家学者认为,油气勘探开发需要努力创新思路,通过理论、技术、商业创新推动未来行业的高速发展。

中国工程院院士周守为表示,国内油气勘探开发立足非常规,盯住深海、深层和非常规,通过科技创新,进一步提高采收率,增加储量发现,不断提高油气资源保障能力。

作为聚集陆上、海域、海外油气勘探开发前沿成果,科学分析未来发展面临的新形势新任务,积极探索行业可持续发展之路的重要交流与合作平台,由西安石油大学和陕西省石油学会共同发起的油气田勘探与开发国际会议,自2009年至今,已成功举办十届,是业界知名的高端年度学术盛会。

创新油气藏监测技术 及时发现并高效开发油气藏

油气藏监测技术是油气田勘探开发的关键技术之一,对及时发现油气藏,进一步提高老油田采收率,以及提升致密油、致密气、页岩气等非常规油气资源产量等有着极为重要的促进作用。

在我国,已开发的大型油气田一直是增储上产的主力,经过几十年的开采,部分常规油气藏的开发已进入“双高”(高采出程度和高采出率)阶段,发现新增探明地质储量难度越来越大。

本次会议上,稳定高效的积分法Q叠前深度偏移技术、低频可控震源地震在致密储层预测中的应用、叠前纵横波联合反演与流体识别在页岩油勘探中的应用、地震精细时深转换方法探索及其在长垣老区中的应用、基于主成分分析的BP神经网络岩性识别技术、人工源水平地震场量测探测技术在稠油油藏火驱火线前缘监测中的应用等一批油气藏监测新技术、新成果的出现,引起了与会专家学者的极大兴趣和高度关注。

其中,大庆油田勘探开发研究院利用地震精细时深转换方法,将喇嘛甸油田北部区块反演结果转换到深度域,精细刻画了断层附近砂体的分布特征,指导了3口水平井的部署,砂体预测准确率达到了98%以上,年增产1.7万吨,充分展现了新时深转换方法的精度及可靠性。

长庆油田勘探开发研究院针对鄂尔多斯盆地储层致密、纵横向变化大、“甜点”区预测困难等问题,通过长期研究与实验,发现低频信息对于储层预测比高频信息更为重要。该院运用这一特性,结合地质统计学反演方法、储层含油高频衰减特性等,获得了比常规地震更准确的含油性预测结果。

对于油气田高质量挖潜增产,更多观点认为,我国油气资源潜力大,但增储上产难;探明地质储量多,但可开动用储量少;非常规油气资源潜力可观,但开采成本高。因此,通过多学科融合,推动油气藏监测技术创新,对促进油气田可持续发展有着重要的实用价值和现实意义。

创新油气藏综合评价技术 是高效勘探开发的重要前提和保障

作为将油气储量转变为产量的重要工艺手段,油气藏综合评价技术利用先进的计算机系统,依靠物探、测井、地质、钻井等各类油气藏资料和科学算法,对深埋地下几千米油气藏位置、品质和储量做出判断,为编制开发方案提供依据。

这种看不见却准确判断的技术,不仅难度高而且非常重要。自然资源部2017年组织开展的重要国情国力调查——“十三五”全国油气资源评价,将对陆上和海域130余个主要含油气盆地进行评价,除常规石油、天然气资源外,还将对页岩气、煤层气、油砂、页岩岩、天然气水合物等非常规油气资源开展评价,为国家制定能源战略、产业布局、资源管理、企业勘探开发提供科学支撑。

正是基于这种重要性,本次会议报告的油气藏评价与管理新技术、新成果的论文占全部论文1/3。其中,复杂气藏三重视角观测集特征描述技术、基

于扩展有限的水平井链式压裂数值模拟、大数据驱动下的“智能油藏”平台、基于种群遗传算法的“双高”水驱井间动态连通性评价、页岩油加热原位转化井网优化设计技术、天然气水合物旋转移冲击式二级破碎实验模拟及流场分析技术等前沿技术,吸引了众多与会代表参与交流研讨。

西南油气田勘探开发研究院认为,精细描述储层孔隙、溶洞、裂缝的搭配关系,准确认识微观集特征对渗流规律的影响,是复杂气藏评价和优化开发的重点。

西安石油大学的研究表明,综合利用地质和工程数据评估压裂效果,可为优化压裂设计和现场压裂施工决策提供依据。

大庆油田第四采油厂的研究显示,相比传统梯度优化算法,多种种群遗传算法极大降低了求解过程的复杂性,且具有较高的全局寻优能力,具有良好现场应用价值。

更多专家学者认为,在资源总体趋于劣质化且接替不足的大背景下,应大胆创新油藏评价思路,以基础理论研究为主,通过多专业融合,深化成藏机理的认识与分析,科学改进算法,不断拓宽找油新领域。

保障国家能源安全 非常规油气是重要方向

我国非常规油气资源丰富,潜力巨大,我国也是世界上最早进行非常规油气勘查的国家之一。近年来,在理论创新与技术进步的共同推动下,非常规油气的勘探开发取得了长足进步。

自然资源部通报(7月)显示,天然气水合物系统集成理论和试采技术方法体系的创新为天然气水合物试采的历史性突破打下了坚实基础;砾岩油区成藏理论和勘探技术创新打破玛湖凹陷油气区发现;特低渗一致密砂岩气藏开发动态物理模拟系统研发取得重大进展,有效指导致密气开发;针对顺北特深油气田、四川深部气田的钻完井技术攻关,大幅缩短了钻井周期;复杂断块油气富集规律认识创新,促进了渤中西洼亿吨级优质油田群的发现。

保障国家能源安全,非常规油气是重要方向。近年来,随着各大石油公司勘探开发投入的加大,国内非常规油气藏开发迎来快速发展的黄金期。

西安石油大学教授周德胜认为,目前,非常规油气开发仍面临诸多技术屏障,需要在加强技术创新的同时,开展更广泛、更有效的交流。本届会议学术报告中,深海天然气水合物开发、页岩气压裂水平井高效开发气藏工程方法研究、排采过程中煤岩压裂缝壁面失稳机理分析、致密砂岩过筛限CO2驱油对储层微孔孔隙结构的作用研究、长庆致密油气完井压裂新进展及面临的挑战等都引起了广泛关注。

长庆油田油气工艺研究院借鉴北美非常规油气成功开发经验,以“提高单井产量、提高作业效率、降低作业成本”为目标,通过致密油采用大井丛布井、小井距立体式开发、长水平井细分切割分段压裂大幅提高单井产量和作业效率。

中国石化勘探开发研究院将研究形成的一套反映页岩气藏开发过程中解析—扩散—多尺度耦合流动特征的水平井开发气藏工程技术方法,全面应用于川页页岩气开发动态分析及开发方案优化设计中,为页岩气高效开发提供了有效技术手段。

与会专家建议,非常规油气藏的合理开发与利用,应坚持创新地质理论、持续优化改进现有工艺、努力发展综合利用技术。

油气资源开发 安全环保和低污染成为发展方向

近年来,油气田企业提质增效方式已由以增量投资带动上产增效向存量挖潜带动稳产降本增效转变,油气田开发建设也更加重视环境友好的技术,安全环保和低污染成为发展方向。

10月1日正式实施的《陆上石油天然气开采业绿色矿山建设规范》,首次明确提出了陆上石油天然气开采行业绿色矿山矿区环境、资源开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新与信息化、企业管理与企业形象方面的要求,我国绿色油气田建设从此有章可循。

油气勘探开发工程技术未来发展的总趋势将是持续提升实时化、自动化、信息化、数字化、可视化、智能化、远程化水平,降低劳动强度;坚持安全第一,持续加强HSE管理,确保人员、物资和井的安全,减少占地和噪音,保护自然环境,节能减排,努力实现零伤害、零污染、零排放。

对此,本次会议对环保高效增产技术进行了热烈、充分的交流与研讨。新型绿色纳微米材料调堵驱及复合驱油新技术、油田产出含油污泥填充凝胶颗粒调驱剂、微生物井防腐与污水处理技术、链状型油藏注气气提高采收率技术、老油田稳产增产新技术、超低渗透油藏“体积压裂+渗吸采油”有效开发新模式、RFID智能滑套多级压裂技术助推油气开发降本增效、绿色高效非均相化学驱油技术、微乳液型降阻剂、电加热辅助SAGD生产技术、绿色高效非均相化学驱油技术等新技术、新工艺、新产品,充分展现了业界为更经济、高效、安全、环保地获取油气资源所做的努力与贡献。

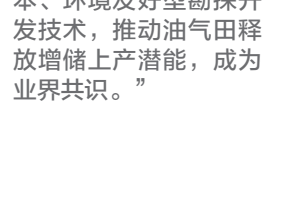
对于我国油气资源开发与生态环境保护,更多专家认为,必须重视安全环保和低污染技术的应用,通过技术与制度创新,推动移动互联网、云计算、大数据等新技术与资源生产和消费的深度融合。同时,吸收借鉴国际先进经验,完善油气监管制度,坚持“保护中开发,开发中保护”,真正实现绿色可持续发展。



本报记者 陈青



特约撰稿人 孙楠



上个月召开的2018油气田勘探与开发国际会议上,深化合作、依靠创新,发展高效益、低成本、环境友好型勘探开发技术,推动油气田释放增储上产潜能,成为业界共识。

虽然可燃冰具有无限的发展前景,但其开采并不容易。目前,相关国家已经在深海和陆地冻土区成功进行了多次可燃冰试采研究,对降压法、热解法、二氧化碳置换法等一系列可燃冰开采方法进行了初步探索,还在美国、加拿大、日本、中国等国相关海域或陆上成功钻取到了可燃冰。但是,这也仅仅能够证明,现有技术能从可燃冰矿藏中开采出天然气,不能说明更多。可以说,当前世界各国对可燃冰开采的研究仍处于探索和起步阶段,能够经济有效地开发可燃冰的技术和方法尚未摸索出来,距离大规模的商业性开发还相差很远,产业化仍有很长的路要走。一旦可燃冰商业开发获得突破,将对全球能源格局产生巨大影响。一是加速全球能源格局调整。二是作为传统化石能源的替代能源,其商业开发将对油气价格和出口国带来严重冲击。三是在地缘政治上激化能源陆权与海权的博弈。四是加剧领土领海争端。这都需要我们认真研究,科学应对。”