

深海天然气工程亟待突破核心技术

■高德利

中国海洋石油天然气资源十分丰富,但大多数都埋藏于深水区,相应的油气勘探开发工作面临着“入地、下海”许多难题和工程技术挑战。

历经多年的探索与实践,我国海洋深水钻探工程已经实现了从浅水(水深300米以内)到超深水(水深超过1500米)的跨越,并在南海发现了丰富的天然气及其水合物资源,亟待进行安全高效开发,因而对相应的开发工程模式及其技术支撑体系提出了重大需求。

深海油气工程具有“四高”特点

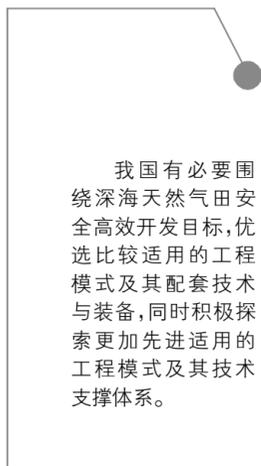
随着全球油气需求量的持续增长与油气科学技术的不断进步,海洋油气勘探开发正在从浅水区(水深小于300米)向次深水(水深介于300~500米)、深水(水深介于500~1500米)及超深水(水深超过1500米)加速推进。

海洋深水(以下简称深海)油气资源勘探开发日趋活跃,如墨西哥湾、西非、巴西、北海、澳大利亚及中国南海等深水海域。近10年来,全球的重大油气发现一多半都来自深海,深海将成为油气资源的重要接替区之一。

同时,深海油气勘探开发及其工程作业也面临着“入地、下海”的双重挑战,具有高技术、高风险、高投入及高回报的“四高”特点,其中的“高回报”和巨大的附加效益(如船舶技术进步、信息技术综合应用、海洋地质勘测、海防划界、军事情报获取等),吸引了世界相关国家及公司进行持续高强度投入与大规模勘探开发活动。

由于深海油气工程具有“四高”的基本特征,出现任何作业事故都可能极大地增加作业时间和成本,严重时还会导致灾难性的后果,因而必须对事关深海油气勘探开发的安全高效作业模式及其技术支撑体系进行持续研究与实践:一方面掌握其基本的科学规律与先进的勘探开发模式,另一方面力求不断取得相关工程技术与装备支撑体系的重大创新与突破。

中国南海油气资源丰富,但其中的70%以上都埋藏于深水,相应的油气勘探开发及其工程作业因而面临着许多技术难题和挑战。历经10多年的探索和实践,我国海洋油气勘探的最大水深已超过2600米,实现了从浅水到超深水的跨越,同时也发现了丰富的深海天然气及其水合物资源,亟待进行安全高效开发利用,需要通过创新驱动积极探索相适应的安全高效开发模式,不断实现关键核心技术与装备的重大突破。



我国有必要围绕深海天然气田安全高效开发目标,优选比较适用的工程模式及其配套技术与装备,同时积极探索更加先进适用的工程模式及其技术支撑体系。

发模式,不断实现关键核心技术与装备的重大突破。

深水钻井技术创新是关键核心之一

较之于浅水或陆地,深海天然气工程最大的特点就是需要浮式钻采作业、水下井口及相适应的天然气生产与集输系统等。这不仅增加了工程作业的潜在风险及技术系统的复杂性,而且也大幅度增加了工程成本。

因此,在深海天然气开发工程中应尽可能地减少水下井口及配套设施的数量,缩短浮式作业时间,并通过实施水平井或以水平井为基本特征的复杂结构井工程,大幅度提高深海天然气田的单井天然气产量以及最终采收率。

为此,我国有必要围绕深海天然气田安全高效开发目标,优选比较适用的工程模式及其配套技术与装备,同时积极探索更加先进适用的工程模式及其技术支撑体系。

深水钻井技术就是深海油气勘探开发不可或缺的关键核心技术之一,有关研究与实践在国内外备受重视。深水钻井作业主要包括深水导管安装、表层套管并段钻井、水下防喷器组及隔水管安装、后续钻井等4个主要作业环节。其



中“后续钻井”的技术难度取决于油气藏特性与埋深、不同的井型技术要求(直井、水平井、复杂结构井等)及所钻地层的复杂性。

综合考虑深水钻井的客观约束条件和作业工艺特点,笔者团队提出了适用于深水井身结构设计的不同作业安全系数选取方法及套管柱强度设计的推荐做法,并给出了一套先进的深水井身结构优化设计流程。针对深水钻井作业的特点,综合考虑隔水管段并筒传热、钻井液增注、套管及其环空温压效应等诸多因素的影响,建立了深水钻井套管环空循环温度预测计算模型,以及由温度效应导致的环空增压计算模型,阐明了相关因素的影响规律,提出了深水井筒完整性设计控制新方法。

此外,深水导管入泥深度设计与喷射安装控制研究也不断取得新进展。相关研究成果揭示了深水导管与海底主体相互作用的机理,通过采用不同的桩土接触面模型,对深水钻井导管的承载能力进行了计算分析,揭示了深水导管作为“循环通道”和“持力结构”两大功能的动态力学特性,建立了深水导管喷射法安装入泥深度预测模型。

考虑到深水钻井隔水管安装过程的特殊边界条件,建立深水钻井隔水管安装过程中多种动力学行为分析模型及控制方程也至关重要。

通过采用传递矩阵和谱分析方法,对深水钻井隔水管的顶张力进行了优化分析,可得到不同作业参数下的顶张力最优值。

目前,笔者团队已形成深水表层导管入泥深度预测与控制方法,以及深水隔水管综合力学分析与安全作业窗口预测方法,为深水钻探工程安全高效作业提供了重要的技术支持。同时,建立了深海油气工程科技创新与人才培养基地,自主研发了深水钻井力学模拟实验装置,形成了“产、学、研、用”一体化的创新平台条件,推动了海洋深水钻探行业的科技进步。

深海天然气工程科技创新的几点建议

中国南海深水天然气及其水合物的安全高效开发面临着许多技术挑战,迫切需要建立相适应的工程模式及其技术支撑体系,寻求“地质—工程—市场”一体化的解决方案。

对于深海常规天然气田,应积极试验与建立“水平井或复杂结构井浮式钻完井+水下钻采系统+浮式生产、集输与FLNG(浮式液化天然气)处理系统+船运外输”的开发模式及其技术支撑体系;而对于邻近浅水区的深海天然气田,则可以考虑采用大位移水平井开发模式,将“水下井口”转移到浅水区固定钻采平台上来,从而大幅度提高其综合开发效益。

以实现海域天然气水合物商业化开发为目标,还应积极试验与建立“水平井或复杂结构井浮式钻完井+天然气水合物原位分解开采+水下或浮式生产与集输处理系统+管道或船运外输”的开发模式及其技术支撑体系。

另外,由于天然气水合物埋藏在海底以下的浅部(如中国南海海域的水合物埋藏在泥线以下200~300米之间),难以实施水平井、U形水平井等复杂结构井工程,可考虑将井位选在水深较浅的海底,通过实施大位移井工程进行安全高效开发,或采用吸力锚技术与装备建立水下井口。

未来,应通过持续的创新驱动,不断提升深水钻探、开采及储运一体化技术体系的先进性与安全高效应用水平。同时,在深海天然气工程中应高度重视安全环保问题,要特别注意防止发生井喷、泄漏等恶性事故。伴随着信息、材料、人工智能等相关学科领域的科技进步,深海天然气工程必然朝着信息化与智能化的方向加速发展。

(作者系中国科学院院士、中国石油大学(北京)石油与天然气工程国家重点学科负责人)

上海加快氢能战略布局

本报讯(记者黄辛)近日,财政部、工信部等五部门发布《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》,中央层面对于氢能燃料电池扶持政策更加明确。在此背景下,上海进一步加快了氢能战略布局。9月26日,中国(上海)自由贸易试验区临港新片区氢能产业园成立一周年暨献礼临港新片区成立一周年系列活动在临港新片区举行。活动期间,由上海氢能自主研发的第二代燃料电池电堆——H2150F和首条氢能燃料电池自动化产线正式亮相,临港新片区首座油氢合建站奠基仪式举行,进一步深化了氢能产业链布局各环节战略协同效应。

上海氢能是上海交通大学孕育的新能源科技公司。该公司发布的H2150F质子交换膜燃料电池堆是针对18吨以上中型及重型卡车等应用场景进行开发的车型级量产型燃料电池电堆,其峰值功率达到150千瓦的行业领先水平。H2150F具有高性能、高一致性、高集成度三大优势。目前该电堆已完成了5000小时以上的NEDC(欧洲续航测试标准)工况实测,并100%完成了OTS(工程样件的实验验证和整车厂PPAP(生产件批准程序)认证。此款产品的开发过程严格遵守了车型级产品设计标准和开发流程。

活动当天,上海氢能首条自动产线也正式启动,燃料电池全自动化电堆装配系统、100千瓦以上大功率电堆测试系统和零部件自动化检测系统等核心设备投入使用,这也标志着H2150F电堆进入到量产阶段。

中国工程院院士、上海交通大学校长林忠钦表示,15年前,上海交通大学团队瞄准氢能燃料电池的国际前沿和国家重大战略需求,重点突破燃料电池超薄金属双极板、低铂高性能膜电极、高密度燃料电池电堆和自动化制造装备等一系列关键技术,为上汽、东风、长城等国内燃料电池汽车研发提供了自主可控的核心技术,支撑了我国燃料电池技术与示范运行进入世界先进行列。

在上海交大、临港集团、申能集团、中国石化的强强联合下,上海临港新片区迅速突破了一批原创技术、孵化了一批高科技企业,正在成为全国氢能燃料电池研发、制造与运营高地。中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会副主任吴晓华表示,智能新能源汽车是临港新片区的战略性新兴产业,有望培育成千亿级产业集群,尤其是氢燃料为动力的新能源汽车产业,更是临港新片区管委会着力布局的发展方向。

上海市经济和信息化委员会副主任张建明表示,上海将培育“一环”“六带”的氢能燃料电池汽车产业创新生态,沿“外环”一个环形区域布局燃料电池汽车产业链,重点建设嘉定、临港新片区、青浦、金山、浦东、宝山六个燃料电池汽车产业聚集地。到2023年,上海氢能燃料电池汽车产业将实现“百站、千亿、万辆”总体目标。规划加氢站接近100座并建成运行30座,形成产值规模近1000亿元,推广氢能燃料电池汽车突破10000辆。



上海氢能首条氢能燃料电池自动化产线

钢铁业碳减排路径:超低排放改造

■本报记者 李惠钰

近日,我国宣布将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,力争让二氧化碳排放于2030年前达到峰值,2060年前实现碳中和。作为世界各国均关注的重点碳排放行业,钢铁业如何应对碳减排的更高目标成为热议话题。

9月26日,在北京召开的“2020(第十一届)中国钢铁节能减排论坛”上,中国钢铁工业协会党委书记、执行会长何文波表示,未来,钢铁业将面临从碳排放强度的“相对约束”到碳排放总量的“绝对约束”,同时还可能面临来自“碳中和”的更多国际挑战,加快钢铁业绿色低碳转型势在必行。

减排超预期但仍面临技术瓶颈

生态环境部大气环境司司长刘炳江表示,近年来,我国大气污染防治取得了积极成效,钢铁业化解过剩产能、工艺过程减排、超低排放改造进展均超预期,为改善全国空气质量做出了

贡献。

但是,钢铁业仍然是碳减排的重中之重。何文波指出,从全球范围看,2019年,全球钢铁工业碳排放量约28亿吨/年,占全球能源系统排放量的8%左右,中国钢铁工业碳排放量占全球钢铁工业碳排放总量的60%以上,占全国碳排放总量的15%左右,是我国碳排放量最高的制造业行业。

“近年来,在全球最严格的钢铁环境保护标准倒逼下,我国已经掌握了部分世界领先的节能减排技术。但从整体来看,全行业绿色低碳发展仍面临很多技术瓶颈。”何文波指出,相关技术储备不足,现有技术投资运行成本高、忽视非常规污染物等,都是钢铁业存在的问题。在技术层面,全国实现超低排放也缺乏经济可行的技术方案。

不仅如此,何文波补充道,当前,钢铁企业间节能环保水平参差不齐,科学规范的环境保护长效机制尚未形成。钢铁工业大生产本身和发展循环经济所蕴含的绿色价值,也尚未得到正确评估和充分挖掘。如何破解这些难题,是整

个钢铁业未来都应该认真思考的重大问题。

超低排放改造是重要举措

“钢铁行业超低排放改造是推动钢铁行业绿色发展和产业转型升级的重要举措,在这方面我们一直方向不变、力度不减。”刘炳江说,“钢铁行业要有信心打造出全球最大的钢铁清洁生产体系。”

而这也为钢铁企业超低排放改造提出了更高的要求。刘炳江强调,推进钢铁行业超低排放改造必须坚持质量为核心,技术不成熟的钢铁企业,将是今后环保督察的重点。生态环境部也将通过持续实施差异化管理,以及对超低排放企业进行有效监督和长效监管,进一步促进我国钢铁产业技术进步,加快实现高质量发展。

对此,何文波表示,钢铁业要主动作为,用科技创新提高钢铁企业节能环保水平。他建议,企业在不断完善已有的节能环保技术与装备的同时,

还应积极推进超低排放技术改造,围绕烟气治理、固体废物综合利用、节能降耗等重点领域自主研发新技术、新工艺、新装备,大力推进低碳冶金新技术的研发,拓展节能减排新途径。

“除科技创新外,全行业还要在绿色低碳发展理念方面不断创新。”何文波表示,目前,一些钢铁企业积极倡导绿色采购、绿色制造、绿色产品等,协同促进钢铁与各个行业发展合作关系。部分先进企业开发了LCA(生命周期评价)环境决策模型和数据平台分析,引导并协同下游用钢产业进行绿色消费,以全生命周期理念体现钢企对全社会节能减排做出的贡献。

另外,生态环境部应对气候变化司司长李高指出,钢铁行业也是纳入全国碳排放交易市场的重点行业之一。他建议我国钢铁行业提早谋划,明确碳减排目标任务,科学制定碳排放控制方案,加强培训和能力建设,积极参与碳交易,推动重大技术创新,以低碳发展为抓手推动行业加快提升、更好发展。

人才为基,谱写海洋强国梦

——中科院海洋所科技报国70年系列报道之九

■本报见习记者 韩扬勇

人才是立所之本,强所之基。中国科学院海洋研究所(以下简称海洋所)自始至终把人才放在最重要的位置。

70年来,海洋所取得了一系列具有国际影响力和竞争力的重大原创科研成果,始终立足于海洋科学高地,这与海洋所重才爱才、致力于构建完善的人才队伍体系,不遗余力打造符合人才发展规律的“硬实力”和“软环境”密不可分。

艰苦奋斗育人才

“尽可能多地培养海洋科学人才。”这是经历过艰辛“创业”的老科学家们发出的最紧迫的时代呼唤。

1950年,刚成立的海洋所仅有28名研究人员,老一辈科学家广纳天下贤才,提高和扩充海洋科学队伍。

建所元老童第周、曾呈奎等聘请著名遗传学家方宗熙、生理学家徐科等一批“陆地”科学家来做兼职研究员,共同发展我国的海洋科学事业。曾呈奎还协助被美国政府无理限制回国的著名物理海洋学家毛汉礼教授顺利回到海洋所,为中国科学院乃至全国的物理海洋学研究打开了局面。

1957至1959年,海洋所派遣一批年轻骨干赴苏联学习,包括毛汉礼、秦蕴珊、金翔龙、吴尚懋、王荣、吴宝珍、尤芳湖、赵时清、顾志堪等人。这些当年的年轻科技人员学成回国后,逐渐成为我国海洋科学研究的骨干力量。

海洋所还培养出了我国第一位海洋生物学博士、第一位海洋地质学博士、第一位海洋科学博士后。最初招收的19位研究生中有3位成为院士,

其他也都成为各自领域的学术带头人。

可以说,建所初期,海洋所拥有绝对的人才优势,他们开拓并引领了我国海洋各学科的发展。

世纪之交引人才

世纪之交,中国科学院实施“知识创新工程”,海洋所因时而谋推出系列新举措,迎来了人才发展的春天。

研究所改革体制机制,实行课题组长制的科研组织模式;在人事管理上实施定岗、分流、三元工资制等举措,破格擢升了一批青年骨干人才;利用中科院相关人才计划,引进了一批优秀青年人才。通过改革,海洋所建立了队伍动态更新、资源择优配置的机制,形成了以科学评价为基础的竞争发展机制,人员结构得到了优化,创新活力得到了激发,科技实力得到了提升,研究所得到快速发展。

“那时引进培养的年轻人很多都成为了今天的研究组长,是今天海洋学领域的中坚骨干力量,在科研中发挥着学术带头人的作用,奠定了海洋所近10~20年的发展基础。”海洋所所

长王凡说。

2008年以来,随着新一轮科技体制改革在全国科教领域的全面实施,海洋所的人才工作再次面临新的机遇与挑战。在国家、地方等人才工作体系基础上,海洋所相继出台了一系列人才计划,这不仅拓宽了人才引进与培养的资源与渠道,进一步促进了研究所人才工作的跨越式发展,也推动了研究所与海洋科学事业的快速发展。

“三位一体”强人才

继承传统,因势而谋。新时期,海洋所针对“人才断层”等问题,构建了“人才引进增强实力、人才培养夯实基础、人才稳定激发活力”的“三位一体”人才工作体系。

王凡表示,在引进人才方面,依据学科短板和年龄结构短板,引进重点方向、重点岗位的人才,强化优势学科方向,拓展研究所急需发展学科方向,带动新兴交叉学科发展。

为此,海洋所引进了在海洋数值模式发展和模拟研究领域卓有成就的张荣华,目前担任海洋大数据中心总工程师、人工智能海洋学首席科学家的李晓峰等人。

面向未来兴人才

引才育才,更要留住人才。海洋所坚持“凭科研实力说话”,建立以体现知识价值、重大成果产出、业绩贡献为导向高层次人才分类评价激励机制。

海洋所人事处处长程培周介绍,在考核评价中突出研究成果的科学意义和经济社会价值,对于基础研究,不以论文数量为指标,引导科研人员实现重大突破;对于应用研究,则以科技成果转化转移、对社会的贡献等为标准。

此外,对高层次人才、优秀青年人才和关键核心技术人员进行“预聘—长聘”管理,明确定量考核标准,结合同行评议和研究所评议,建立合理的流动机制。

海洋所为人提供全方位、个性化的服务和保障,让人才“拎包即入所”。比如,采取协议工资制,匹配科研经费、研究平台和团队,保证人才各方面的需求。同时,还协助解决住房和子女入学入托等。

70年人才建设之路砥砺前行。面向未来,海洋所以更加昂扬奋进的姿态汇聚人才力量。前不久,坐落于青岛西海岸新区的海洋人才公寓正式开建,将为更多人才在这里聚集提供基础保障。明年,落地青岛的中科院大学海洋学院也将正式启用。

“未来,我们将依托中科院海洋大科学中心,努力建成由一批具有国际水平的战略科技人才、科技领军人才和青年科技人才等构成的海洋人才高地,为海洋高质量发展 and 加快建设海洋强国贡献力量。”王凡说。