

2017年探矿工程十大新闻

本刊编辑部

一、我国南海天然气水合物试采成功,创产气时长和总量世界纪录

2017年7月9日,我国南海天然气水合物(俗称可燃冰)试采工程第一口井关井。连续试采60d,累计产气量超过30万 m^3 ,产气时长和总量创造世界纪录。

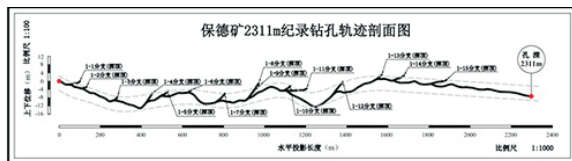


此次南海可燃冰试采工程作业区位于珠海市东南320 km的神狐海域。3月28日第一口试开采井开钻,5月10日下午14时52分点火成功,从水深1266 m海底以下203~277 m的可燃冰矿藏开采出天然气。到5月18日上午10时,连续产气近8天,平均日产超过1.6万 m^3 ,超额完成“日产万方、持续一周”预定目标。截至7月9日14时52分,试开采连续试气点火60天,累计产气量超过30万 m^3 ,平均日产5000 m^3 以上,最高产量达3.5万 m^3/d ,甲烷含量最高达99.5%。获取科学试验数据647万组,取得持续产气时间最长、产气总量最大、气流稳定、环境安全等多项重大突破性成果,创造了产气时长和总量的世界纪录。

这次试采成功是世界首次成功实现资源量占全球90%以上、开发难度最大的泥质粉砂型可燃冰安全可控开采。通过试验探索和科学研究,我国取得一系列新成果:防砂技术先进,方法可靠,保障产气通道状态良好;在举升方式等多方面实现创新,提高产量效果显著;调控产能平稳有效,气流稳定,持续时间达到生产性试开采要求,为产业化发展奠定了坚实基础;海水及周边大气等甲烷浓度无异常,环境无污染;井壁和地层稳定,未发生地质灾害,实现安全可持续生产;试采理论、技术、工程和装备领跑优势不断扩大。这不仅标志着我国深海进入、深海探测、深海开发等技术取得重大成果,也将对全球能源生产和消费革命产生深远影响。

二、最大定向孔孔深2311 m,刷新井下顺煤层定向孔深度世界纪录

近日,中煤科工集团西安研究院有限公司的成果“中硬煤层1800 m定向钻进技术与装备”获得2017中国好设计银奖,推广应用过程中,最大孔深达到了2311 m,刷新了井下本



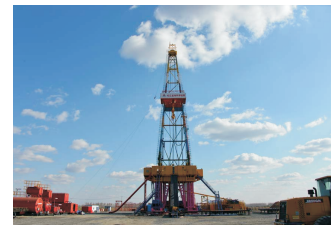
煤层定向孔深度世界纪录。

“中硬煤层1800 m定向钻进技术与装备”的成果主要包括:创新研制了煤矿井下大功率定向钻进装备,解决了井下超长定向孔、顶板岩层大直径定向长钻孔配套装备能力不足的难题;发明了煤矿井下防爆型随钻测量系统,完成了随钻测量信号传输由“有线”到“无线”的跨越,信号传输距离 ≥ 1500 m;研制了适用于中硬煤岩层定向钻进的高强度钻杆和长寿命钻头;研制出了 $\varnothing 73/89$ mm深孔高强度钻杆,钻杆最大抗扭能力达到了15983 N·m;开发了井下深孔高效定向钻进及钻孔事故处理技术与配套钻具。

推广应用过程中,综合钻进效率提高40%,并创造了煤矿井下顺煤层定向钻孔2311 m的世界纪录,对保障煤矿安全高效生产起到了积极的推动作用。

三、“松科二井”井深6682.23 m,创多项钻探纪录

中国地质调查局勘探技术研究所王稳石带领的“松科二井”团队在地质调查项目支持下,克服了230℃井底超高温、沉积岩地层超长时间裸



眼等难题,于2017年12月31日钻达6682.23 m,超越了工程设计的6400 m目标,创造了多项新的钻探纪录。“松科二井”深井段已连续取心3943.96 m、采取率高达96.41%,继在全球首创 $\varnothing 311$ mm口径单回次进尺超30 m世界纪录后,再创 $\varnothing 152$ mm口径于6000 m以深单回次进尺超30 m纪录;研发的抗温能力245℃的超高温钻井液体系,创我国200℃超深沉积岩连续裸眼钻进8个多月的纪录;试验研制的深井大口径系列绳索取心钻进系统、230℃高温高压随钻测温仪、210℃高温固井、220℃高温测井技术等一批国内高温技术在项目中得到了检验和应用,部分成果达到了国际领先或先进水平。这一系列成果不仅是“松科二井”高效、安全、高质量顺利施工的技术保障,也为我国超万米深部地球探测工程提供了多种技术方法储备,对提升我国大陆科学钻探国际学术和技术地位、指导深部钻探技术设计和工程实践将产生重大影响。

项目实施过程中打造了一支平均年龄低于35岁的深部钻探技术研发和管理团队。

四、世界上规模最大的天然碱对接井溶采钻井工程提前完工

土耳其当地时间2017年12月4日17点50分,由中国

地质调查局勘探技术研究所承担的世界规模最大的天然碱对接井溶采钻井工程——“土耳其卡赞天然碱溶采项目地下工程”成功完成 H074 井组精确对接,标志着该工程全部 74 个井组(包



括 74 口水平井和 148 口垂直井合计 222 口井)顺利完工。

本合同工期 33 个月,实际工期 27 个月,工期提前了 6 个月,大大节约了工程成本。在本工程中,系统地应用了该所自主研发的“高精度受控定向钻井技术”和“高精度定向钻进中靶导向系统”两项核心技术,大规模地采用了无线随钻测量技术,直接对接连通成功率达到 100%,受到土方业主和甲方的高度好评。

五、青海共和盆地干热岩勘探 GR1 井钻获 236 °C 高温干热岩

为推动青海省地热资源的开发利用,自 2011 年开始,由中国地质调查局部署,青海省国土资源厅立项,青海省水文地质工程地质环境地质调查院承担实施的青海省共和县恰卜恰镇中深层地热能勘查等项目,开展了干热岩勘探前期研究和深浅结合的钻探研究。此后,通过聚热机制分析,将共和盆地中北部确定为干热岩寻找靶区。2017 年 8 月,共和盆地 GR1 干热岩勘探孔在地下 3705 m 深处探获温度达到 236 °C 以上的干热岩。这是我国首次在青海共和盆地钻获高温优质干热岩体,实现了我国干热岩勘查重大突破。



GR1 井由山东省地矿局第二水文地质大队承担施工,于 2013 年 6 月正式开钻。针对施工中的难题,中国地质调查局北京探矿工程研究所与施工单位联合攻关,成功研制出耐 240 °C 高温水基钻井液体系。钻进至 3360 m 时发生掉块卡钻事故,在处理事故过程中,将原钻井液换为耐 240 °C 高温钻井液,钻井液的防塌性能显著提高,处理事故 60 d,起下钻次数达 22 次,但井壁却能保持稳定。3360 m 以下井段施工进行顺利,裸眼长达 10 月之久,仍能确保起下钻通畅,保障了测井及测温等作业顺利实施。同时,该钻井液体系在 236 °C 高温下性能稳定,未出现明显增稠及减稠现象,具有优良的抗高温流变性能,悬浮、携带能力强,高温条件下护壁效果显著。

中国地质调查局探矿工艺研究所的存储式超高温测温仪也在该井中精密测温取得成功。在此测量过程中,仪器经受住了长时间工作在井内高温、高压环境下的外管承压、密封、保温等方面的严峻考验。

六、“地质钻探复杂地层冲洗液关键技术研究与应用”获国土资源科学技术奖

由中国地质调查局推荐、北京探矿工程研究所等单位共同申报的“地质钻探复杂地层冲洗液关键技术研究与应用”成果继荣获中国地质调查局 2016 年地质科技奖一等奖后,又荣获了 2017 年度国土资源科学技术奖二等奖。

该成果以国家资源能源安全保障需求为导向,支撑服务于地质调查重点任务的攻坚克难,为地质调查、资源勘探及科学钻探等提供了较好的技术支持。研制的耐高温钻井液成功应用于我国已钻温度最高的干热岩井——青海共和盆地干热岩 GR1 井施工,完钻深度 3705 m,井底温度 236 °C;研制的环保型海水冲洗液为南黄海大陆架环境科学钻探工程提供了技术支持,该井完钻深度 2843.13 m,创海洋地球科学钻探全孔取心孔深世界纪录;研制的成膜防塌、强抑溶及快速凝胶堵漏等多项关键技术,在金属、钾盐、页岩气等资源钻探以及科学钻探中得到了广泛应用。已形成了一支行业领先的钻探冲洗液科研团队,并为探矿行业培训培养了大批冲洗液技术骨干。该成果为推动地质钻探冲洗液技术的发展和钻探技术进步起到了重要作用。



七、香山科学会议第 613 次会议研讨超万米科学钻探工程

香山科学会议是由科技部(前国家科委)发起,在科技部和中国科学院的共同支持下于 1993 年正式创办,相继得到国家自然科学基金委员会、中国科学院学部、中国工程院、教育部、军委科学技术委员会、中国科学技术协会、国家卫生和计划生育委员会、农业部和交通运输部等部门的支持与资助。香山科学会议是我国科技界以探索科学前沿、促进知识创新为主要目标的高层次、跨学科、小规模、常设性学术会议。会议实行执行主席负责制。会议以评述报告、专题报告和深入讨论为基本方式,探讨科学前沿与未来。

2017 年 11 月 15—16 日香山科学会议第 613 次会议召开,主题是“大陆超深科学钻探基础理论与前沿技术”,会议邀请了 40 多位多学科跨领域的专家学者与会,围绕(1)超深科学钻探选址及地球物理探测;(2)超深钻探力学与井孔控制技术;(3)超深科学钻探装备与关键机具等中心议题进行了深入讨论。



本次会议执行主席为中国石油大学(北京)的高德利教授、吉林大学孙友宏教授和中国科学院地质与地球物理研究所的朱日祥研究员。

中国地质调查局地球深部探测中心的王达教授、吉林大学的孙友宏教授分别作了题为《特深科学钻探的关键技术》和《特深科学井钻探装备关键技术与问题》的主题评述报告。

中国地质科学院地质研究所/中山大学的高锐研究员、中国石油大学(北京)的高德利教授和吉林大学的伊利亚·布扬诺夫斯基教授分别作了题为《超深科学钻探选址及地球物理探测》《超深钻探力学与井孔控制技术》《俄罗斯超深科学钻探工艺与技术》的中心议题评述报告。

香山科学会议主张学术平等,鼓励对原有理论提出质疑,提倡发表不同意见和提出非常规的思考,并不一定要求达到共识。会议期间,与会专家基于对已有进展的总结和评论,对我国未来实施超深科学钻探(13000 m,甚至15000 m)的钻井目的、井位选择、井深确定、装备研发、器具材料、技术方案、工艺方法等提出了很多很好的意见和建议,有些建议甚至是开创性的,同时对有些问题也提出了一些质疑。

八、“海洋六号”刷新我国远洋地质调查取样纪录



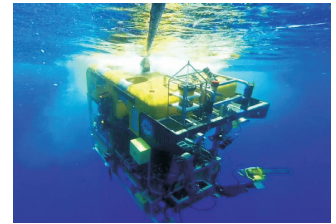
“满的,满的!要创纪录了!”首席科学家邓希光查看取样管口后,喜悦之情溢于言表。当地时间2017年11月10日晚10时,西太平洋工区,中国地质调查局广州海洋地质调查局“海洋六号”科考船15 m长的超长重力活塞取样器被吊上甲板,随后测得深海地质样品长度为14.45 m,刷新了我国远洋地质调查取样纪录。

据悉,执行2017年度深海地质调查任务以来,“海洋六号”在调查工期即将过半之时,才驶出2.5~3 m的大浪区。随着海况逐渐好转,首个下放超长柱的窗口期到来,调查部抓住时机于10日晚顺利完成了本航段唯一的超长重力活塞取样作业。为何选择在这一位置“下柱”?邓希光介绍,通过多波束水深和浅地层剖面测量,发现这里的海底底质相对较软,厚度达30 m,有利于取样。一般深海地质取样管为6~9 m,使用超长柱主要为了更深入了解该地区沉积环境。14.45 m刷新了“海洋六号”在2014年6月取得的13.7 m取样纪录,其样品对研究该地区的古环境、古气候、古生态以及沉积物特征和沉积速率都具有重要意义。

九、我国首次 ROV 深海反循环结壳钻机搭载成功

由中国地质调查局北京探矿工程研究所研制的 ROV 深海反循环结壳钻机搭载广州海洋地质调查局“海马”号在

2017年10月大洋41B航次第三航段成功应用到大洋富钴结壳矿区岩心取样工作,这是我国深海遥控机器人作业中首次搭载钻机并获成功。



结壳钻机在水下1500 m首次实现了与声学测厚装备同步勘查,揭示了探查站位点富钴结壳的真实厚度,使我国具备了对大洋富钴结壳资源进行评估验证的能力,为大洋矿产资源调查做出了重要贡献。有关作业成果已在央视《新闻联播》、《新闻直播间》和《朝闻天下》等节目中进行了报道。

十、我国突破热水钻机技术,为南极科考增利器

“863计划”海洋技术领域“冰架热水钻机关键技术与系统开发”项目2017年4月5日在吉林大学国土资源部复杂条件钻采试验基地完成第四次热水钻联调联试和低温模拟钻冰试验,经现场专家组确认,相关系统已经具备赴南极埃默里冰架开展1500 m冰层钻探的技术能力。这意味着我国在冰架热水钻关键技术上已经达到国际先进水平,为开展南极冰架-海洋相互作用、冰架接地线附近冰海性状研究等国际前沿科学问题奠定了基础。

冰架是连接大洋和极地冰盖的纽带,冰架底部冻融过程将直接影响冰架稳定性和运动状态,从而对大陆冰盖、大洋水团和环流产生重要影响。然而国际学界目前对全球气候变化对冰架下海洋环流、冰架稳定性及冰架底部冻融过程、冰盖-冰架系统底部向海洋的物质输送等所知甚少,基于此我国需要完全掌握冰架热水钻探技术,以便提高在冰架-海洋相互作用研究领域的竞争力。

通过热水钻孔可以布放多种仪器设备,建立冰架海洋立体观测系统,开展冰架下附着冰、海洋水文等研究。这不仅将推动中国极地科学深入发展,而且还会为研究全球气候变化提供数据支撑。



据了解,此前完全掌握超过千米钻探能力热水钻技术的国家有美国和澳大利亚,英国也曾研制过相关系统,但现场钻探未获成功。我国目前掌握的相关技术可以在南极冰架钻进1500 m,钻探能力超过澳大利亚。此外与美国设备相比,我们的技术系统集成度更高,功能更全面。