

# 2016年探矿工程十大新闻

本刊编辑部

## 一、祁连山冻土天然气水合物试采工程成功进行了开采试验

由中国地质调查局勘探技术研究所承担的我国祁连山冻土天然气水合物试采技术与工程2016年完成了三井地下水合物层水平定向对接施工,并成功进行了开采试验。该项冻土层水平定向对接井施工及开采试验施工工程是国内外首次在高寒、高海拔小曲率半径进行三井地下水平对接并进行冻土天然气水合物开采试验的工程。项目组利用“慧磁”中靶定向对接技术在两井之间只有310 m距离的两井之间实现地下340 m准确对接,水平定向对接井到达目标点的位置差仅有20 cm。



由于采用水平定向对接钻进技术使得水合物层在地下连通,大大提高了冻土天然气水合物的开采效率,连续试采排空试燃23天,开采气量1078 m<sup>3</sup>。达到了降压及加热开采的目的。利用水平定向对接井钻进技术水合物层地下大面积连通,增加水合物释放自由度,提高开采效率和经济效益具有重要意义,在国内外属于首次。

## 二、松科二井四开顺利完井,井深达5922.58 m,2016年度取得丰硕成果

11月25日,由中国地质调查局勘探技术研究所承担的松辽盆地科学钻探“松科二井”井深达5922.58 m,四开 $\varnothing 216$  mm取心进尺1380.34 m,获取岩心1285.13 m,采取率95.23%。超额完成年度设计深度5800 m的任务目标,同时完成了高温井段的测井、录井、固井工作,四开已顺利完井。

“松科二井”四开于2016年3月30日开钻,6月19日超越我国大陆“科钻一井”(CCSD-1)工程5158 m的终孔深度,成为亚洲科学钻探工程第一深度,也是自国际大陆科学钻探计划组织(ICDP)成立以来,全世界最深的大陆科学钻探工程。“松科二井”四开钻井工程,继续沿袭长程取心钻



进,在 $\varnothing 216$  mm井段实现了“同径取心、一径完钻”,并在三筒联装的基础上继续扩大成果,创造了四筒联装单回次取心钻进超过40 m的世界纪录。

此外,2016年度取得的成果还有:研制完成 $\varnothing 178$  mm常规涡轮钻具、 $\varnothing 108$  mm投入式绳索取心涡轮钻、 $\varnothing 194$  mm中空绳索取心钻具的研制及应用研究;在抗高温钻井液体系研究及应用方面,四开采用了抗210℃钻井液体系,顺利完成了全部的钻进、测井施工,未发生因钻井液问题导致的井下复杂情况;高温高压随钻测温技术进展顺利,获得了钻进时全回次的钻井液循环温度曲线,有效地指导了抗高温螺杆马达及钻井液体系的应用,也为高温固井提供了基础数据。

吉林大学自主设计的“地壳一号”万米钻机也在“松科二井”5900多米井深的试验中验证了其性能的可靠性。“地壳一号”钻机拥有一套自动化钻井装置——自动摆排管装置、自动拧卸装置、自动锚道装置等,还有国内最大一台全液压顶驱装置,在国内超深钻机方面处于领先的地位。

## 三、南黄海大陆架科学钻探全取心第一深井——CSDP-2井顺利终孔

山东省第三地质矿产勘查院承担施工的南黄海大陆架科学钻探CSDP-2孔顺利竣工。CSDP-2孔于2015年3月29日正式开钻,于2016年9月13日结束,历时530余天,终孔孔径98 mm,孔深2843.18 m,全孔岩心采取率97.7%。



CSDP-2钻孔是我国南黄海中部隆起全取心钻探第一孔,不仅在地质上首次揭示了南黄海中古生界碳酸盐中油气的存在的多项成果,在海洋钻探施工方面还获得了海洋地球科学钻探全取心孔深世界之最佳的记录。另外,自主研发的多功能海洋钻探平台,使钻探成本降为同功能石油钻探平台的1/10。多项新取心技术在钻探施工上的应用,使取心率远超同行业水平。

## 四、“第四届探矿工程学术研讨会”在成都隆重召开

主题为“环境·生态·资源——探矿工程服务民生新战场”的“第四届探矿工程学术研讨会”2016年10月15—18日在四川成都举行。

会议由《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部、地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室、成都理工大学环境与土木工程学院、2011计划-地质灾害防控协同创新中心联合主办,成都捷丰展览展示服务有限公司承办。来自全国地

勘、有色、冶金、煤炭等系统的280余位代表参加了会议,会议规模盛大。



我国地质工作的重点正在进行战略性转移,钻探技术(岩土钻掘技术)的服务领域也在随之发生变化,从地质矿产勘查的主战场逐渐转向服务民生的新战场,地质灾害治理和环境保护、抢险救灾、土壤和矿山生态恢复、非常规能源的勘采等领域,探矿工程技术将发挥不可或缺的重要作用。本届研讨会梳理了以往在这些领域所取得的成果和经验,找出了存在的问题,探讨了下一步需要研究和攻关的课题,对于整个行业适应这种转变、在困境中谋求新的发展机遇有着积极的意义。

### 五、国内首次大口径钻孔救生成功,钻探技术显神威

2016年1月29日22时48分,在山东平邑“12·25”石膏矿坍塌事故发生36天后,被困井下的4名矿工,通过大口径救援钻孔成功获救。这是我国大口径钻孔救援成功的首例,也是世界上的第三例,创造了矿山事故救援的范例,在矿山救援史上具有里程碑意义。



国内矿山救援成功案例几乎都采用了井下救援的巷道掘进方式,但在平邑石膏矿坍塌事故救援现场,大口径钻机打孔救援方案成为唯一可行的办法。在大口径钻机开钻之前,救援人员先打通小口径的“保命孔”,向井下投放食物和饮水。

大口径钻机打孔救援方式在国内还没有成功先例,全球范围内也只在美国宾夕法尼亚州魁溪煤矿矿难和智利圣何塞铜矿矿难上成功过。为确保万无一失,救援指挥部调集了3台施工口径超过700 mm的钻机投入作业,24 h不间断施工。事故矿区复杂的地质条件给大口径救援孔的施工带来了极大的困难。从地表至井下巷道顶板220 m,灰岩层、砂岩层、石膏层和石灰岩交替出现,坍塌造成地质不均多次导致钻头打偏,钻孔过程中频繁掉落的石块也经常卡住钻头。钻孔过程经过“一波三折”,最终顺利贯通。

此次抢险救援,地质钻探技术发挥了特殊的优势,为抢救被困人员起到了关键性的作用。

此外,2016年7月4日23时,河南省煤田地质局豫中地质勘察工程公司在山西沁水中村煤业公司“7.2”透水事故救援中,精心组织,制定了科学的施工方案,采用空气正循环钻井工艺,快速完成了直径215.9 mm、井深114 m的生命通道,为成功营救被困矿工赢得了宝贵的时间,最后,被困井下120多个小时的8名矿工成功获救。

### 六、青海省共和县恰卜恰镇干热岩资源勘查 GR1 井施工进展

由青海省水文地质工程地质环境地质调查院组织实施、山东省鲁北地质工程勘察院负责施工的青海省共和县恰卜恰镇干热岩资源勘查 GR1 号井钻探施工项目,设计孔深4000 m,于2016年11月上旬进行了井底测温,在孔深3600 m时温度达204℃,2016年底已钻至孔深3705 m,目前正在顺利实施中。

该钻孔是目前国内深度最深、温度最高的干热岩钻井,施工过程中,在钻具组合、高温泥浆及高温泥浆堵漏、超高温测井技术、高温防喷技术方



面分别做了相关研究。采用了高温螺杆复合钻进工艺及复合钻进取心工艺,大大提高了钻效和岩心采取率,并在钻进取心过程中使用了新型涡轮钻具,取得了较好的效果,为今后施工同类干热岩项目奠定了坚实基础并做了相关技术储备。

### 七、第32次南极科学考察队在昆仑站冰芯房钻取出一支长3.55 m的深冰芯

当地时间2016年1月5日,中国第32次南极科学考察队昆仑队在昆仑站的冰芯房钻取出一支长3.55 m的深冰芯,这是本次考察队钻取出的第一支深冰芯。中国南极深冰芯科学钻探是国际上第一个在Dome A地区开展的深冰芯钻探项目,Dome A地区是目前已知地球上温度最低、年降雪积累率最小的地方,成为国际科学家公认的最有可能获取达百万年尺度古老冰芯的希望之地。深冰芯记录的古气候环境信息是研究地球系统气候变化机制的基础,而地球气候系统自然变化规律的探寻是评估人类活动对地球气候系统影响程度的基本前提。目前,我国已经在昆仑站钻取了650多米深冰芯,这不仅刷新了我国深冰芯钻探记录,同时使我国钻



探人员积累了丰富的冰芯钻探经验。深冰芯样品将被妥善运回国内进行物理化学分析,进而开展100多万年时间尺度内的全球变化研究,针对古气候研究前沿课题进行攻关研究。

进行攻关研究。

### 八、膨胀套管技术在页岩气井和大斜度孔中成功应用

2016年6月24日,由中国地质科学院勘探技术研究所自主研发的钻孔“支架”修复技术——“膨胀套管护壁技术”在广西柳州地区页岩气地质调查井工程筛容1井1470 m孔深处成功护壁。广西柳州地区页岩气地质调查井工程筛容1井在钻至1470 m处白云岩与泥岩过渡处,发生了严重缩径坍塌孔内事故,在调整泥浆未取得效果后采用水泥封堵处

理,共7次注入水泥均未取得较好效果,3个月无法正常作业。最后采用膨胀波纹管护壁技术,仅用了6天即成功对该缩径坍塌孔段进行了护壁,避免了钻孔的报废。

本次施工是膨胀套管护壁技术在页岩气井孔的首次应用。此次膨胀套管技术的成功应用,验证了膨胀套管护壁技术在解决不同类型井孔的复杂孔内事故的高效性和可靠性,标志着该技术正式进军页岩气钻探领域。

此后,膨胀波纹管护壁技术又在山东西岭矿区 ZK92-7 号钻孔护壁

中应用成功。ZK92-7 号钻孔设计孔深 1600 m,设计终孔口径 75 cm,设计孔斜 13°,实测孔斜 20°。该孔在施工到 1217.1 m 处遇到近 2 m 长的风化破碎岩段,并伴有严重的涌水,继续施工至 1293 m,孔内的掉块涌水现象加剧,无法正常施工。采用膨胀套管护壁技术成功对该事故段位进行了封堵,恢复了正常钻进作业。

至此,由勘探所自主研发的膨胀波纹管护壁技术已成功攻克了地质钻探超深井护壁、长距离连续护壁、页岩气井护壁、大斜度钻孔护壁等关键技术,该技术的全面应用也为我国的地质钻探事故处理提供了更加可靠的技术保障。

#### 九、大直径组合式加重管绳索密闭取心钻具在页岩气勘探钻进中获得成功,创国内 $\varnothing 152$ mm 口径绳索密闭取心钻探 2328.18 m 最深纪录

由安徽省地质矿产勘查局 313 地质队探矿工程技术研究所研制的大直径组合式加重管绳索密闭取心钻具,在安徽省页岩气开发有限公司所属的浙江省临安页岩气勘探区块 LC01 井中进行试验,一举获得成功,该孔于 2016 年 1 月 30 日终孔,终孔深度 2328.18 m,创  $\varnothing 152$  mm 口径绳索密闭取心最深纪录。



该钻具是将  $\varnothing 114$  mm 普通绳索取心钻杆连接  $\varnothing 150$  mm 加重管及钻具和  $\varnothing 152$  mm 特殊钻头的组合方式,同时将绳索取心内管总成设计为密闭取心结构,解决了大直



径绳索取心孔底加压和页岩气不提钻密闭取心保气、防污染技术难题。该组合钻具不仅具有孔底加压、绳索密闭取心功能,而且具有钻具工作稳定、保直防斜、钻孔环空间隙大、冲洗液上返阻力小等特点,完全满足页岩气勘探钻探技术要求。本技术已获得国家专利。

LC01 井采用北京探矿工程研究所研制的 TDQ-3000 型变频永磁电动直驱式顶驱钻机施工,在页岩地层中钻进最高时效达 3.2 m,平均时效 1.0 m,绳索密闭取心成功率达 100%,密闭取心成本仅为石油钻井密闭成本的 10%,钻孔孔斜率与同一区块采用常规绳索取心钻进的钻孔相比由  $1.1^\circ/100$  m 降低至  $0.2^\circ/100$  m,取得了良好的技术经济效果,为大直径深孔绳索密闭取心钻探(井)技术的拓展起到了很好的指导和启示作用。另外,安徽省地质矿产勘查局 313 地质队承担的“页岩气勘探钻探关键技术方法研究”项目已被安徽省列入省重点科技攻关计划。

#### 十、覆盖层钻探新方法——空气潜孔锤取心跟管钻进技术研发成功

覆盖层是指覆盖在基岩之上各种成因的松散堆积物和沉积物,采用常规的回转取心钻进方法钻进,普遍存在钻进效率较低、岩心采取质量较差等问题,不仅影响地质勘查进度,还影响地质勘查的客观评价。长期以来,业界从各种泥浆护壁工艺入手,期待解决孔壁垮塌和取心难题,但收效甚微。

中国地质科学院探矿工艺研究所针对覆盖层钻孔易垮塌、岩心松散易被泥浆冲失和钻孔漏失等钻进技术难题,加强技术攻关,从保护孔壁和保护岩芯入手,采用空气钻进原理,将常规的回转取心钻进方法与潜孔锤跟管钻进优化组合,形成了一种有效的覆盖层钻探新方法——空气潜孔锤取心跟管钻进技术,既有效提高了钻探效率,又大大提高了取心质量。

该方法采用空气作为冲洗和冷却介质,不需要液态介质(泥浆),对地层稳定性无影响,不会产生渗漏污染地层和地表,并且施工场地占地面积较小,钻孔施工周期短,对地表植被影响较小,地表植被容易恢复,是一种环保、优质、高效、成本合理、实施更容易的钻进方法,为“绿色钻探”的浅层钻探提供了有效的技术支撑。

