

2018 年探矿工程十大新闻

本刊编辑部

关键词:探矿工程;十大新闻;松科二井;万米钻机;高精度钻井对接技术;深海钻探;智能地质钻探技术装备;油田深井;干热岩钻井;绿色勘查;永磁直驱顶驱地质钻机;钻具防护与延寿

中图分类号:P634 **文献标识码:**E **文章编号:**1672-7428(2019)01-0001-04

2018 top 10 sei-tech news in exploration engineering

Editorial Board of Exploration Engineering

Key words: exploration engineering; top 10 sei-tech; Songke - 2 well; 10000 m drilling rig; butted technology of high precision drilling; deep sea drilling; intelligent geological drilling equipment; deep well in oilfield; hot dry rock drilling; green exploration; direct-driven permanent magnet motor top-driving geological drilling rig; drilling tools protection and life extension

一、7018 米,大陆科学钻探工程“松科二井”胜利完井,并完成野外验收



2018 年 5 月 26 日,大陆科学钻探工程(简称“松科二井”)完井现场会在黑龙江省大庆市安达“松科二井”工程现场举行。

自然资源部中国地质调查局党组成员、总工程师严光生发布“松科二井”成果。黑龙江省国土资源厅总工程师李昱岩致辞。工程首席科学家王成善院士致辞。国际大陆科学钻探计划运行支持部主任 Ulrich Harms 宣读贺信。国际地质科学联合会主席成秋明教授致辞。自然资源部科技管理部门主要负责人、工程领导小组副组长高平讲话。

自然资源部中国地质调查局党组成员、副局长、工程领导小组组长李金发宣布“松科二井”胜利完井。

围绕工程 4 大目标,中国地质调查局整合全局优势力量,集结国内 16 家高校院所和近百个企业,攻克了超高温钻探和大口径取心等重大技术难题,获取了 415 万组 24TB 的深部实验数据,取得了系列创新性成果。

(1)创新了超深井大口径取心技术体系,攻克了超高温钻井技术等地球深部探测重大技术难题,创造了深部钻探技术 4 项世界纪录。

①创新了超深井大口径取心技术体系:在世界上首次研发并成功应用 $\varnothing 311$ mm 大口径一次取心成井技术,中空井底动力绳索取心、机械辅助无损出心技术,研发了系列大口

径长钻程取心钻具、系列国产涡轮钻具,在超 6400 m 井深实验成功绳索取心技术,大幅提高了深井硬岩取心钻进效率和岩心取心率;

②创造了钻探取心技术 4 项世界纪录:创造了 311 mm 口径单回次取心长度 30 m 纪录;创造了 216 mm 口径在井深超 4700 m 单回次取心长度 41 m 纪录;创造了 152 mm 口径在超深井段单回次取心长度 33 m 纪录;创造了 311 mm 超大口径超千米连续取心(1650 m)纪录。

③研发成功了超高温的水基钻井液体系,固井、随钻测温等系列技术和全金属涡轮钻具,创造了国内最高温度(241 $^{\circ}\text{C}$)条件下钻进新纪录,为解决万米深部钻探、干热岩勘探开发等面临的超高温难题提供了技术储备。

(2)发现了松辽盆地深部具有良好的页岩气和地热能两种清洁低碳能源勘探开发前景。

(3)发现了全球最完整最连续的白垩纪陆相地层记录、气候变化主要控制因素和气候波动重大事件等 3 项重要证据,精细刻画了白垩纪陆地古气候演变规律。

(4)创建了松辽盆地陆相地层“金柱子”标准剖面,建立了松辽盆地演化新模式,提出了松辽盆地有机质多因素富集新认识,丰富了白垩纪陆相生油理论。

目前,“松科二井”大陆科学钻探工程已顺利完成野外验收,通过对钻井、测井、录井工程的现场验收,确认所获取的海量深部测、录井数据符合项目设计要求,资料质量



收稿日期:2018-12-29 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.01.001

引用格式:本刊编辑部. 2018 年探矿工程十大新闻[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2019, 46(1):1-4.

Editorial Board of Exploration Engineering. 2018 top 10 sei-tech news in exploration engineering[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019, 46(1):1-4.

高,可以满足后续各项地学研究需求。“松科二井”作为大科学工程,项目管理档案资料齐全、规范,为今后实施类似工程积累了宝贵的经验。

二、“地壳一号”万米钻机在“松科二井”成功应用,成果入选 2018 年度“中国高等学校十大科技进展”



近日,教育部 2018 年度“中国高等学校十大科技进展”结果揭晓,吉林大学孙友宏教授申报的“‘地壳一号’深部大陆科学钻探钻机关键技术及应用”项目入选。

“地壳一号”万米钻机是为满足我国地球深部探测工程的重大需求而启动的“深部探测技术与实验研究专项”的第九项目“深部探测关键仪器装备研制与实验”(已故著名战略科学家黄大年教授担任首席科学家)的第五课题“深部大陆科学钻探装备研制”(吉林大学孙友宏教授担任负责人)的重要成果,是我国首台万米大陆科学钻探专用装备,于 2018 年 5 月完成了中国地质调查局部署的松辽盆地科学钻探“松科二井”工程的施工,创造了完钻井深 7018 m 的亚洲大陆科学钻探新纪录,也是国际大陆科学钻探计划(ICDP)成立 22 年来实施的最深钻井。

该项目的入选,充分体现了我国钻探工程技术的整体科技实力及其在国家科技领域举足轻重的地位。

据悉,2018 年度入选的 10 个项目,申报单位来自 10 所双一流高校,包括 8 所一流大学建设高校(北京大学、东南大学、华中科技大学、吉林大学、清华大学、上海交通大学、中国农业大学、中山大学)以及 2 所一流学科建设高校(北京协和医学院、西南交通大学)。

三、高精度钻井对接技术助力全球最大规模天然碱矿——土耳其卡赞碱矿提前投产,土耳其总统厄尔多安出席投产仪式

中国地质调查局勘探技术研究所“慧磁”高精度中靶技术在世界最大的天然碱矿——卡赞碱矿的矿山建设中发挥至关重要的作用,提前半年打通矿山所有采矿通道。投产仪式于 2018 年 1 月 15 日在土耳其卡赞举行,土耳其总统厄尔多安、能源自然资源部部长阿贝纳特、安卡拉省省长多帕贾、安卡拉市市长图拉等政要及中国驻土耳其大使郁红阳等出席了仪式,承接了其全部对接井工程的中国地质调查局勘探技术研究所专家成员受邀参加开幕式剪彩仪式。

勘探技术研究所凭借“慧磁”中靶技术,于 2011 年承接了土耳其卡赞碱矿试采井项目。“慧磁定向钻进高精度中靶技术”是中国地质调查局勘探技术研究所研发的具有自主知识产权的地调成果,使我国成为全球仅有的两家



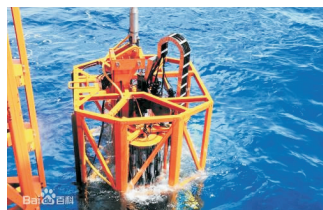
具有该技术的国家,该技术具有钻头距离靶点越近测量精度越高的优点,精度可达 50 cm 的靶区内,能实现一次中靶。2017 年该项目提前合同工期半年完成了任务,依赖于“慧磁”中靶技术在生产中的高稳定性和高精确性,使这最大的天然碱矿形成了采矿通道,大大提高了矿产采收效率,此次项目的所有任务全部实现一次对接成功,受到了业主的高度好评;目前已与卡赞碱矿续签了卡赞二期工程合同。

土耳其总统厄尔多安在投产仪式上发表了热情演讲。他讲到,土耳其卡赞碱矿总投资 15 亿美元,正式投产后可接纳就业人员 2200 人,能供应世界纯碱市场需求的 1/10,欧洲市场的一半;卡赞碱矿的投产使土耳其上升到世界天然碱制碱业的领导地位。同时,他特别对参与卡赞碱矿建设的中国金融机构和中国地质调查局工程施工单位表示了感谢和祝贺。

中国地质调查局勘探技术研究所定向钻探研究室副主任兼聚力公司土耳其分公司经理胡汉月、勘探技术研究所土耳其卡赞项目部项目经理刘海翔应邀作为嘉宾出席了投产仪式。

四、深海钻探装备“海牛号”技术指标国际领先

湖南科技大学万步炎教授团队自主研制的“海牛号”深海海底深孔钻机系统与取心技术,通过了由中国海洋工程咨询协会组织的科技成果评价会。专家组一致认为,其取心技术、实际最大作业水深、平均取心率、作业效率等技术指标均居国际领先水平。



“海牛号”深海海底深孔钻机是目前国内首台也是唯一一台完全自主研发的深海海底深孔取心钻机,钻机应用水深可超 3000 m、最大钻深能力达 90 m。包含了 4 项发明:发明了深海遥控自动深孔绳索取心钻进技术和国内首套海底深孔钻进系统,海底作业效率、岩心取心率、母船适应性、重量等多项关键技术和经济指标优于国外最新一代海底钻机;发明了正反循环结合兼用的绳索取心专用钻具,国际首创出适用于海底钻机的深海复杂地层全自动远程智能控制方法及专家操作系统软件,实现了海底复杂地层智能化高取心率钻探技术;发明了深海底沉积物抽吸型地质取心专用钻具,相应取心工艺方法,实际钻孔深度可达 82.5 m,平均取心率 87.15%,与国际上深海钻探船同类工程相比,勘探作业成本降低 90% 以上,效率提高 6~8 倍;发明并研制了国内首套水深大于 3000 m、重型海底钻机布放系统,与国外同类海底钻机甲板操作系统相比,可适用于较小的作业母船,使用成本大幅降低。

截至目前,该成果已连续 4 年成功应用于我国重大深海海底地质资源项目与海底地质工程勘探任务中,在我国海域开展了 4 次地质勘探取心作业,合计获取岩心样本 1607.88 m。

五、“863”计划——4000 米地质岩心钻探成套技术装备通过验收;国家重点研发计划项目“5000 米智能地质钻探技术装备研发及应用示范”正式启动



4 月 12 日,按照《国家高技术研究发展计划(“863”计划)管理办法》的有关规定及“863”计划资源环境技术领域的具体部署,科技部 21 世纪议程管理中心裴志永处长及“深部矿产资源勘探技术”项目负责人吕庆田研究员一行,在天津市东丽区对中国地质调查局勘探技术研究所承担的课题“4000 米地质岩心钻探成套技术装备”进行了验收。

“4000 m 地质岩心钻探成套关键技术装备”取得了如下突破:国内首次研制了深孔岩心钻机用垂直升降式井架,创新一体化集成设计了 400 kW 大功率钻具升降系统与 15 kW 小功率送钻系统,创新一体化集成设计了顶驱转盘双回转系统,国内首次研制成功了 200 kW 交流变频电机直驱高转速顶驱,国内首次研制成功了交流变频电机驱动智能排绳取心绞车;初步创立了适合我国技术特点的、具有自主知识产权的小直径特深孔绳索取心钻进合理口径系列和钻柱方案,研制的特深孔绳索取心钻探用 DZ950 钢级的精密冷拔无缝钢管,产品性能达到或超过了国际先进水平;研制成功了高效系列深孔绳索取心液动潜孔锤,多次创造了绳索取心液动冲击回转钻进世界纪录,达到了国际领先水平,成为我国地质岩心钻探技术的主要特色;研发的多种深孔事故处理工具,大幅度提高了对各类复杂孔内事故的处理能力。

该套装备完成了天津东丽湖地热调查井一开、二开钻井施工,Φ311.2 mm 口径的钻孔钻深达 2258 m。

项目成果填补了国内相关技术产品的空白,有效提高了我国资源勘探的深度,与物探、化探等技术共同形成适合我国固体矿产资源特点的深部勘探技术体系,提高了我国地质钻探技术整体水平,为国家重大战略计划的实施提供了有力的技术保障。

2018 年 8 月 27 日,由中国地质调查局勘探技术研究所牵头,集合中国地质大学、中国地质装备集团,中国地质调查局探矿工程研究所、探矿工艺研究所,山东省地质矿产勘查开发局等国内地质钻探领域的 9 家机构,共同申报的国家重点研发计划“深地资源勘查开采”重点专项“5000 米智能地质钻探技术装备研发及应用示范”项目获科技部立项批复,项目负责人是张金昌教授级高工,项目总经费 6814 万元,项目执行年限为 2018 年 7 月至 2021 年 6 月。该项目从构建大深度绳索取心钻孔口径系列入手,拟开展复杂地层钻进智能控制、地质岩心钻机关键技术研究及装备研制、大深度高性能薄壁绳索取心



钻杆研制、小口径高效系列钻具研究、环保冲洗液体系与废浆处理技术、钻探技术装备集成与示范等 6 个课题研究,突破智能控制、高效钻进、轻量化与模块化等关键技术。

研发团队深化“产学研用”合作模式,充分发挥科研院所、高等院校、龙头企业、典型用户的互补优势,形成协同创新环境。拟建立的 5000 m 特深孔地质岩心钻探技术体系,将引领与加快我国大深度智能地质钻探技术装备研发的步伐,推动我国地质钻探装备的自动化与智能化发展,丰富中国制造 2025 的发展需要,提升深部立体探测装备技术水平,提高向地下空间进军的能力,为储备一批 5000 m 以深资源勘查前沿技术,进一步满足和推进深部探测工程计划、突破地球科学理论提供技术支持,加快“透明地球”技术体系建设,支撑扩展“深地”资源空间。

六、8450 米,西北油田创亚洲深井纪录

8 月 6 日,胜利石油工程塔里木分公司 99101 井队施工的亚洲最深井顺北蓬 1 井,五开使用 Φ149.2 mm 钻头顺利钻进至 8450 m,一举刷新了 2017 年同期该区块顺北评 2H 井创造的 8433 m 的亚洲最深井纪录,创亚洲垂深和斜深两项最深纪录。

而此前不久,该井成功将四开直径 177.8 mm 尾管下至预定的 8350 m 深处,创该类型套管国内下深最深纪录。加上该井前期二开、三开固井施工分别创直径 339.7 mm 套管和直径 244.5 mm 套管国内下深最深、悬重最重纪录,该井已连创国内固井 5 项纪录。

这些纪录的诞生,标志着胜利石油工程超深井施工配套技术的进一步成熟。同时,顺北蓬 1 井的顺利施工,为胜利石油工程在超深井优化钻具组合、设备配套能力,以及钻井液配比、井下复杂情况预防与控制等方面,探索积累了许多宝贵经验。



顺北蓬 1 井是西北油田部署在塔里木盆地顺托果勒低隆北缘的一口重点探井,设计井深 9075 m。作为亚洲第一深井,该井属超深、超高压、超高温“三超”井,风险呈指数级增长。

七、中国东部第一口干热岩钻井获成功,我国干热岩地热能开发利用取得重要突破

经过 66 天的钻探,恒泰艾普(海南)清洁能源发展有限公司成功在琼北地区深度 4387 m 处钻获超过 185 °C 高温干热岩(非稳态测温),这意味着我国东部第一口具有独立知识产权的干热岩参数井圆满完钻,对我国干热岩地热能开发利用具有里程碑式的意义。

2018 年 5 月 5 日,干热岩选区、勘探和开发学术研讨会在海南召开。包括李廷栋、曹耀峰和多吉 3 位院士在内的近 200 名国内地热专家和企业代表出席了研讨会,聚焦干热岩“海南探索”的新成果,交流了干热岩研究和开发的经验。

据该项目首席科学家、中国地质大学(武汉)李德威教授介绍,干热岩的形成与地球构造热活动结相关,其动态热能主

要来自于地球内部,因此是一种取之不尽的可再生清洁能源。

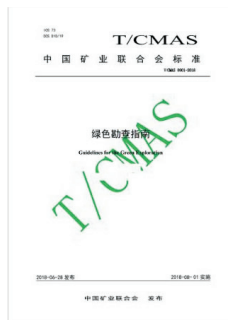
从20世纪90年代初期开始,李德威教授在对青藏高原深入研究的基础上,创新性地提出了大陆动力学、地球系统动力学假说和干热岩动态成因等一系列理论,认为我国青藏高原、华北地区、东部南部沿海大面积存在优质干热岩。

近5年来,李德威教授科研团队重点研究了南海、雷琼裂谷及周边的干热岩热源及控热构造,通过采用原创的干热岩选区原则和有效的勘探方法,初步查明在琼北干热岩一个目标区——福山断陷590 km²的范围内,4500 m深处温度大于180℃的可开发干热岩面积约98 km²。

李德威表示,通过琼北花东1R井的开发试验,希望能够摸索出一套干热岩高效选区、勘探和开发的新思路和新方法,逐步在福山断陷、琼北和南海诸岛大规模系统地开发优质干热岩,助力海南建成“无烟”国际旅游岛,推动我国的干热岩开发和国防建设。

八、我国首个绿色勘查团体标准《绿色勘查指南》发布

自然资源部办公厅于9月29日以“自然资办函[2018]1259号”文发布了由中国矿业联合会编制发布的团体标准《绿色勘查指南》(T/CMAS 0001-2018),这是我国第一个绿色勘查团体标准,标志着我国的绿色勘查工作已开始进入制度化、规范化的新阶段。



近年来,为在勘查工作中更好地贯彻落实生态文明的要求,在国土资源部(现自然资源部)的推动下,在“多彩模式”等示范的引领下,绿色勘查工作已陆续启动,并涌现出了一大批先进的典型。部分企业和地勘单位通过先行先试,取得了一定的进展,积累了重要的经验。

为全面推进我国绿色勘查工作,指导地勘单位及企业践行绿色理念,自然资源部地质调查司在总结提升绿色勘查模式的同时,全面启动和推进绿色勘查的标准制定工作,委托自然资源部矿产勘查技术指导中心、中国矿业联合会等单位起草了《绿色勘查指南》。

本指南主要适用于矿产勘查工作中的绿色勘查活动,共分范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、绿色勘查内容及其编制、场地建设、现场管理、生产矿山和废弃矿山勘查、水和野生动植物保护、噪音粉尘与废弃物管理、环境恢复治理、智能化勘查和科技创新、和谐勘查、绿色勘查管理等14项内容。本指南坚持“绿色发展、创新驱动、和谐共赢、管理规范”的基本原则,规定了勘查工作中开展实践绿色勘查的基本原则和基本要求、施工企业管理、勘查工作中的生态环境保护 and 环境恢复治理、和谐勘查,以及绿色勘查的其他有关规范内容。

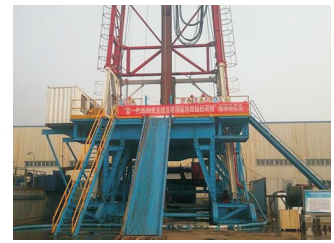


九、“新一代3500米永磁直驱顶驱地质钻机研制”项目通过验收

2018年11月30日—12月1日,自然资源部中国地质调查局北京探矿工程研究所承担的国家国际科技合作专项“新一代3500米永磁直驱顶驱地质钻机研制”(2015DFA70300)顺利通过专家组现场验收。

该钻机采用变频永磁电机直接驱动顶驱和绞车,具有无级调速、恒压自动送钻、大于30 m的长行程立根钻进和提下钻开泵扫孔等特点,具备钻进参数实时监测、故障实时显示和历史数据回放等功能,大幅提升设备自动化、信息化水平。设备具有无齿轮传动、无摩擦刹车和悬停、高精度送钻等独特优势,有效解决了现有钻机回转传动链结构复杂和维护保养的问题,突破了传统钻机闸带、轮毂、盘刹、工作钳频繁使用磨损和无法精确控制送钻速度等技术难题,实现了向新一代地质钻机的跨越。

该钻机的研制成功,标志着我国掌握了永磁直驱顶驱钻机的核心技术,占据了电动顶驱的技术制高点,处于世界领先水平。该钻机可广泛用于地热(干热岩)、页岩气等陆域清洁能源及深部资源勘探开发工



程,满足深孔复杂地层钻探对高效智能节能钻机的迫切需求,为实施绿色勘查智慧钻探提供了装备基础,为全力支持能源和矿产战略资源安全提供了强有力的装备保障和技术服务。

十、“钻探机具防护与延寿关键技术及工程应用”获2018年国土资源科学技术奖二等奖

由中国地质学会推荐,中国地质大学(北京),中国地质调查局勘探技术研究所、北京探矿工程研究所和无锡钻探工具厂有限公司等4单位共同申报的“钻探机具防护与延寿关键技术及工程应用”荣获了2018年度国土资源科学技术奖二等奖。

获奖成果针对钻探机具缺乏防护延寿理论及技术支撑等难题,历经十年产、学、研用协同攻关,创新形成了长寿超硬聚晶金刚石制造技术,实现了硬岩地层中钻头切削齿长程钻(掘)进;率先研发了钻探机具防腐、耐磨、减摩硬质防护涂层技术,实现了钻探管(机)具可靠、高效、长寿命服役;集

成创新了钻探机具关键部件磨损寿命预测与评价技术,实现了服役条件下钻探机具磨损寿命预测。项目成果工业化应用于碎岩钻头、井下动力钻具、钻杆柱、旋挖钻斗、固控离心机等关键部件,切实有效地提高了钻探装备的使用性能和服役寿命,为钻探机具的高效长寿服役提供了重要的技术支撑和工程指导。

