

加强科技创新能力 服务经济社会发展

——河南省深部探矿工程技术研究中心创新工作回顾与展望

卢予北^{1,2}, 陈莹^{1,2}, 申云飞^{1,2}

(1. 河南省深部探矿工程技术研究中心, 河南 郑州 450053; 2. 河南省地矿局第二地质环境调查院, 河南 郑州 450053)

摘要:“十二五”期间,河南省深部探矿工程技术研究中心根据专业学科特点和环境资源新形势,紧密结合生产实际,围绕“加强科技创新能力,服务经济社会发展”的思路和原则,积极开展系列自主创新活动。将空气潜孔锤、气举反循环、孔底螺杆马达、石油钻井、液动潜孔锤、绳索取心等技术根据地层特点进行组合,实现了多工艺钻探技术。在国家应急抗旱救灾、地热清洁能源勘查、复杂地层钻探和钻探相关标准化建设等方面取得了显著成效。结合环境形势和地质工作新常态,利用大地质理念提出了民生地质(工业地质、农业地质、灾害地质、医学地质、新能源地质等)新概念和“十三五”钻探工作的新思路。

关键词:钻探;多工艺钻探技术;大地质;民生地质;河南省

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)04-0024-06

Strengthen the Ability of Science and Technology Innovation and Serve the Economic and Social Development——Retrospect and Expectation of the Innovation of Henan Engineering Research Center of Deep Exploration/LU Yu-bei^{1,2}, CHEN Ying^{1,2}, SHEN Yun-fei^{1,2} (1. Henan Engineering Research Center of Deep Exploration, Zhengzhou Henan 450053, China; 2. No. 2 Institute of Geology and Environment Survey, Department of Geology and Mineral Resources of Henan Province, Zhengzhou Henan 450053, China)

Abstract: In “12th Five-year Plan” period, Henan Engineering Research Center of Deep Exploration positively launched a series of innovation activities according to the characteristics of professional subject and the new situation of environmental resources, closely combining with the production practice and centering on the thoughts and principle of “strengthen the ability of science and technology innovation and serve the economic and social development”. Based on the formation characteristics, the combination was conducted on air hammer, air-lift reverse circulation, downhole screw motor, oil drilling, hydro hammer and wire-line coring to realize multi-process drilling technology. Remarkable achievements have been made in the fields of national emergency drought relief, geothermal energy exploration, complex formation drilling technology and drilling technology standardization. According to the environmental situation and new normal geological work and using wide geological thought, a new concept of livelihood geology (industrial geology, agricultural geology, disaster geology, medical geology, new energy geology, etc.) and new ideas of “13th Five-year” drilling work are put forward in this paper.

Key words: drill; multi-process drilling technology; geology in many ways; livelihood geology; Henan Province

科技创新是提升国家核心竞争力的必由之路,也是每一个企业和部门持续健康稳步发展的动力和源泉。2013年习近平总书记考察中南大学时提出:“我国经济发展要突破‘瓶颈’、解决深层次矛盾和问题,根本出路在于创新,关键是要靠科技力量”。“十二五”期间,河南省地矿局第二地质环境调查院(以下简称“环境二院”)、河南省地热能开发利用有限公司依托河南省深部探矿工程技术研究中心(省级工程技术研究中心,以下简称“中心”)科技创新

平台,在钻探技术、新能源勘探开发和国家重大专项等领域取得了一系列自主创新成果,为经济社会发展和学科技术进步起到了积极的推动作用。

1 “十二五”创新工作回顾

1.1 中心的创建与目的任务

2009年,在国土资源部和河南省政府组织深部找矿的大背景和形势下,针对深部地层复杂、找矿周期长、钻探成本高、技术思路滞后等问题。在河南省

收稿日期:2016-01-28

作者简介:卢予北,男,汉族,1964年生,二级教授,技术研究中心主任,河南省学术技术带头人,工学博士,地质工程专业,主要从事深部钻探、地质新能源勘查技术研究和管理工作,河南省郑州市南阳路56号,lu-yubei@263.net。

地矿局、河南省国土资源厅和河南省科技厅大力指导和支持下,首先同意组建中心运行,经过一年运行后,省科技厅组织省内专家进行考核验收,并于 2010 年度正式下文批复河南省深部探矿工程技术研究中心为河南省省级工程技术研究中心。

其主要目的和任务:

(1) 根据河南省矿产资源领域重大战略任务以及市场需求,针对该领域内深部钻探技术、深部取心钻探技术以及相关的工艺、设备、事故处理、材料等问题,在自出创新和引进的基础上,不断创造新成果、新工艺,为河南省深部探矿技术提供成熟、配套的技术、工艺和设备,并不断推进深部钻探施工技术相关领域标准化工作建设。

(2) 接受矿产资源勘查部门、矿产开发企业、高等院校、科研机构等单位要求的深部探矿(钻探)工程技术研究、设计、试验或相关技术服务,并负责本“中心”取得的相关深部钻探科技成果的推广和应用。

(3) 根据本“中心”的建设,进一步培养我省深部钻探工程技术人员和管理人员,以缓解我省目前钻探相关技术人才短缺的现状。

(4) 加强与国土资源部、中国地质调查局联系,积极参与国家级重点钻探、探矿工程项目,通过这些项目的参与打造河南品牌。同时通过国际论文发表、国际会议等多种形式加强国际间交流,增强“中心”影响力,不断促进本“中心”研究水平的提高。

1.2 科技项目完成与奖励情况

“十二五”期间,“中心”通过生产科研相结合的工作思路,与中国地质大学(武汉)和其它生产单位合作等方式,共申请科研立项 16 项,已完成“云南红层地区抗旱找水快速钻井技术研究”、“河南省浅层地热能开发利用关键技术研究”、“大口径绳索取心技术在深部成盐盆地中的试验研究”、“豫西复杂地层快速钻探技术研究”、“科学钻探工程钻井液与护壁堵漏技术研究”、“多工艺钻井技术在地热资源勘查中应用研究”、“页岩气钻探技术研究”、“浅层地热能开发工程技术研究”等科研成果 12 项,并全部通过鉴定,其成果水平平均达国内领先或国际先进。在标准化建设方面,主持完成了“非煤固体矿产勘查钻孔质量标准”和“浅层地热能钻探工程技术规范”2 项地方标准,并公开出版和颁布^[1-2]。参加国土资源部行业标准编写 5 项,分别是“地热钻探技

术规程”、“多工艺空气钻探技术规程”、“工程地质钻探规程”、“地下水采样技术规程”、“液动冲击回转钻探技术规程”。5 年来,“中心”创新团队结合生产或重大工程累计完成 1000 余万元经费预算。

“十二五”期间,“中心”人员在国内外期刊或会议上公开发表学术论文 33 篇,其中,英文 4 篇;出版专著 4 部,荣获河南省科技进步三等奖 1 项、河南省重大地质科技进步奖 1 项、厅局级科学技术进步奖 9 项。

1.3 完成的重大项目(工程)情况

1.3.1 云南腾冲火山地热构造带科学钻探工程

2012 年,“中心”和“环境二院”共同承担国家深部探测专项“深部探测技术与实验研究”第五项目“大陆科学钻探选址与科学钻探实验”中第三子课题“云南腾冲火山地热构造带科学钻探工程”(图 1),全孔取心。在漏失、破碎、坍塌严重、地层复杂和严重缺水条件下,项目组采用“正循环空气取心+空气潜孔锤扩孔”钻探工艺顺利完成任务^[3-4],为同类地层的钻探提供了示范。



图 1 云南腾冲火山地热构造带科学钻探工程

1.3.2 国土资源部系统应急抗旱找水打井工程

2010 年,“中心”和“环境二院”承担国土资源系统“西南抗旱找水打井紧急行动”中“云南楚雄地区打井任务”(图 2),针对当地严重缺水山区和地层条件,采用空气潜孔锤钻进工艺,在 19 天内超额完成了 20 口抗旱井的施工任务,创该地区打井数量、钻探进尺、出水量等之最,得到了当地政府和群众的高度评价,并受到国土资源部和河南省政府的表彰。同样在 2011 年,国土资源系统“北方四省抗旱找水打井工作中”,承担了鹤壁、荥阳等地工作任务(图

3),完成钻探工作量 2.5 万余米,成井 104 眼,总出水量 11 万余吨/天,为快速解决当地春小麦灌溉和山区群众吃水问题做出了突出贡献。



图2 云南楚雄南华县上水盘抗旱现场



图3 时任河南省副省长张大卫(右二)及省市厅局领导在鹤壁抗旱现场慰问交流

1.3.3 河南省 A 类重点项目——万山地质文化产业园建设

万山地质文化产业园位于郑州市西部严重缺水山区,其建设项目为河南省 A 类重点项目。在地下水勘探中采用空气潜孔锤钻井技术^[5]发现浅层地下构造低钠富锶优质饮用天然矿泉水(单井水量达 $45 \text{ m}^3/\text{h}$);采用石油钻井+螺杆马达“二合一”钻探方法顺利完成 1800 m 和 2200 m 深部地热钻探(图 4),最大单井出水量高达 $70 \text{ m}^3/\text{h}$ 、出口温度 $48 \text{ }^\circ\text{C}$,属于优质医疗热矿水^[6]。通过先进技术或工艺为省重点项目建设提供了水资源和地热资源保障。



图4 万山缺水山区空气潜孔锤技术应用

1.4 清洁能源资源钻探完成情况

浅层地热和深部水热型地热属于可再生清洁能源资源,“中心”利用专业优势,在传统钻探基础上,针对存在着钻探效率低、施工周期长、事故率高等问题,“十二五”期间大力推进空气钻井和多工艺复合钻井工艺,新购置英格索兰电动和柴油空气压缩机 3 台、螺杆马达钻具 10 余套,并配置气举反循环钻具和石油钻井泵。目前,基本上所有深部地热钻探都采用石油钻井+气举反循环、石油钻井+空气潜孔锤、螺杆马达+空气钻井等“二合一”钻探工艺。解决了效率低、漏失、地层污染等问题。采用这些工艺先后完成了“洛阳凤翔山庄 1200 m 地热资源钻探工程”2 项,单井出水量均高达 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ 、出口温度 $96 \text{ }^\circ\text{C}$;完成的“新乡原阳上宅集团 1900 m 地热钻探工程”,单井出水量 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ 、出口温度 $73 \text{ }^\circ\text{C}$,创该地区之最;在浅层地热能开发方面,完成的“河南黄河迎宾馆土壤源热泵工程”(图 5),实现了 4 万 m^2 建筑物的供暖制冷;采用自主创新成果“单井抽回两用系统”应用于荥阳鑫苑小区水源热泵供暖制冷(图 6),解决了场地狭窄、回灌困难等问题,为地方经济发展、减少雾霾和节能减排做出了贡献^[7-8]。



图5 河南黄河迎宾馆浅层地热能地埋管钻探现场



图6 单井抽回两用系统回灌试验

1.5 学术交流和活动情况

1.5.1 举办国际钻探技术交流会

2012 年 11 月 27 日,应“中心”主任卢予北博士邀请,我国著名探矿工程专家汤凤林教授和俄罗斯钻探专家维克多·契霍特金教授(中组部千人计划)到“中心”进行技术交流(图 7)。两位专家与参会技术人员通过照片和钻头、岩心实物展示的方式,就实际钻探生产工作中遇到的钻探难题进行探讨,两位专家并就如何提高技术人员现场钻探效率、克服复杂地层进行了指导。河南省国土资源厅、河南省地矿局等主管部门领导和全局从事探矿工程专业技术骨干 30 余人参加了交流。

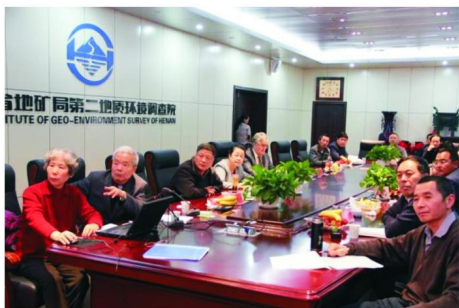


图 7 汤凤林教授和俄罗斯维克多·契霍特金教授(中组部千人计划)到“中心”进行技术交流

1.5.2 举办全国首届页岩气钻探技术培训班

目前,我国页岩气勘探已进入实施阶段,页岩气钻探工作量激增,但钻探技术仍为制约页岩气区块勘探效率和精确度的“瓶颈”之一。针对当前地矿队伍技术现状和问题,2013 年 6 月 25—28 日,“中心”联合《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部在郑州举办了全国首届页岩气钻探技术培训班(图 8)。本次培训班以页岩气钻探技术现场实践为主要内容,邀请国内从事页岩气钻探的专家和高校教授进行授课,旨在为国内从事页岩气钻探工作的同仁搭建技术交流平台,提高页岩气钻探技术水平。共有来自



图 8 全国首届页岩气钻探技术培训班

国内 18 个省(市)、自治区共 80 余人参加了本次培训班,参加人员涉及地矿、煤田、有色、高校及科研机构。

1.5.3 高技能钻探人才培养

钻探技术是地质找矿、资源开发、地壳科学研究等工作的关键方法之一。目前,我国钻探现场能够熟练操作的高技能人才极为匮乏,远不能适应深部钻探发展战略的需要。河南省地质工程技术学校与河南省深部探矿工程技术研究中心本着优势互补的原则,就深部钻探生产一线高技能型人才培养方式进行创新,力争为河南省输送一批高水平的技能型优秀毕业生,共创全国地矿系统技能型人才培养基地品牌。2013 年 9 月 6 日,河南省地质工程技术学校、“中心”深部钻探技能型人才培养基地共建签字仪式在郑州市举行(图 9)。



图 9 高技能钻探人才基地签字仪式

在“十二五”期间,“中心”共举办各类学术活动、学术交流、培训等 10 余次,在高层次人才培养方面与中国地质大学(武汉)联合培养博士研究生 2 人、硕士研究生 1 人,1 人次获得“二级教授岗位”、1 人次在全省技术创新活动中获奖并直接授予“河南省五一劳动奖”;在技能型人才培养方面 5 年来,1 人次在第一届全国地勘钻探职业技能竞赛中获得银奖,并荣获“全国国土资源系统技术能手”称号;3 人次荣获“河南省技术能手”称号;2 人次分别荣获河南省固体矿产钻探竞赛第一名和第七名(其中第一名将授予“河南省五一劳动奖章”);2 人次荣获“河南省地质系统技术标兵”称号;1 人次荣获“河南省地质系统技术能手”称号。

2 “十三五”工作展望

现代钻探工程已不再是传统小口径岩心钻探概念,随着资源与环境并重形势的发展和大地质理念

的深化认识,现代钻探工程的应用领域涉及到方方面面,如:固体矿产钻探、液体矿产钻探、大陆(海洋)科学钻探、环境钻探、页岩气钻探、天然气水合物钻探、地热钻探、浅层地热能钻探等等。虽然都属于钻探工程范畴,但是,其目的、要求和工艺各具特点和不同。所以,钻探工程技术的发展必须根据市场和社会需求进行更新换代,达到与时俱进、适应地质工作和地球科学研究的新常态。

“十三五”期间,“中心”将结合专业优势和科技创新平台,围绕国家产业结构优化调整和地质工作新常态,重点做好以下几个方面工作,以彰显钻探工程的作用和地位。

2.1 拓宽服务领域,涉足民生地质勘查

传统的地质工作主要是矿产地质、油气地质、煤田地质、矿山地质、水文地质、工程地质等。在“十一五”和“十二五”期间地质工作又衍生了环境地质、农业地质、城市地质等。

随着新的环境问题(雾霾、工业化进程污染、地方病)和灾害种类(地下有害气体泄漏)的出现,这些都与民生息息相关,同时也是与地质有关。所以,地质工作针对新问题和新常态,用大地质理念和学科交叉的思路去涉足于“民生地质”领域。

民生地质包括:工业地质(工业化进程造成的土壤、地下水污染机理研究与防治)、农业地质(富硒、富锶等土壤调查评价)、城市地质(地下空间开发利用、人类活动引发的环境问题、建筑物和地下构筑物安全性评价、生活垃圾场选址及处置等)、灾害地质(雾霾、地下有害气体、液体泄漏、地震、滑坡、泥石流、矿山应急救援、抗旱找水打井)、医学地质(致病土壤和地下水防治、医疗保健热矿水勘查)、新能源地质(地热、干热岩、浅层地热能、页岩气、气水合物等)。

通过调查评价精准进行相关机理研究和治理措施,提出新的科学问题、建立新的学科,拓宽和确立地质工作的新领域和新定位,在钻探工程方面主要开展以下几方面工作。

(1)在减少雾霾和节能减排领域加大深部水热型地热资源勘查开发利用领域,围绕浅层地热能资源的合理开发利用在钻探技术、地质环境影响、优化开发利用方案等方面开展科技攻关工作。

(2)启动河南省干热岩资源勘查和相关的钻探技术。在全省范围内对高热流花岗岩、沉积盆地和

构造活动带3种类型干热岩进行调查评价,优选最佳位置实施科学钻探工程。

(3)结合发现的地下气体泄漏和溢出新型地质灾害问题,结合构造地质、航空物探、地球化学和钻探等专业,采用大地质理念和综合理论研究其形成机理和预防措施;在地下水、土壤、大气等方面建立动态监测和预警;利用钻探工程手段进行治理。力争在新型地质灾害预防与治理、防灾减灾、应急抢险等领域开展民生地质工作。

2.2 注重自主创新,促进钻探技术进步

(1)结合生产实际,进一步提高深部钻探质量,主要途径包括:深部钻探工艺参数的优化、新型钻探工具的应用、多工艺钻探工艺在多变地层条件中的应用、深部钻探工程管理研究等。

(2)加大钻探项目立项申请工作,只有通过大项目建设才能锤炼队伍、才能培养人才、才能促进技术进步。“十三五”期间,“中心”继续通过大型项目组织实施和课题研究提高论文发表、专著出版、专利申请的质量和数量,不断提高“中心”科研水平和知名度。

(3)进一步总结深部探矿、钻探技术、新能源勘探开发等领域中成熟的关键技术,申请相关标准的编制工作,提高“中心”标准化工作水平。

(4)在人才培养方面,依托“中心”承担的科研项目,不断丰富“中心”技术人员的科研工作经历,提高科研水平,实现“中心”人才与成果水平共同提高的目的。

2.3 加强技术交流,实现学科共同发展

地质是一个大学科,具体专业划分高达十几种类型,但是,其最终目的和目标只有一个。特别是钻探是唯一能够验证的主要技术手段。钻探和相关检测、测试技术近年来发展迅速,如潜孔锤反循环中心取样、潜孔锤正循环钻进、气举反循环钻进等工艺具有效率高、钻孔质量好等优点。但是,固体矿产勘查中许多规范要求目前依旧执行老规范,如取心要求必须采用岩心管和圆柱状岩心等;在地下水环境评价中,了解岩层构造时也必须是圆柱状岩心等。据浙川钒矿钻探工程现场调查:300 m 钻孔采用传统岩心管取心钻进,实际施工工期在30~60 d(含事故处理),正常施工及工期费用支出15万元左右,预算费用正好也为15万元。若工期超出30 d则出现亏损。如果采用潜孔锤反循环中心取样技术,类

似钻孔正常工期为3~6 d。该技术工艺效率这么高为什么不采用?地质专家答复是规范要求是用岩心管取出的岩心才能验收。又如:平顶山砂岩和灰岩地下水环评项目,为了解地下水基岩裂隙和溶洞发育情况,专家同样要求必须圆柱岩心才能符合条件。在该地区采用传统方法取心钻进200 m钻孔需要20~40 d时间,若采用空气潜孔锤钻进+井下彩色电视采集信息系统仅需3~4 d时间,井下彩色电视在井下的录像可直接采集孔深、裂隙溶洞发育情况及规格等。出现这些现象和问题主要是因为技术发展迅速,有些规程规范更新滞后、各专业之间技术交流缺乏。所以,在“十三五”期间要加强与地质、水文地质、环境地质等方面专家的交流沟通,让更多人了解钻探技术的发展及现状,并促使相关规范修订或更新,实现学科共同发展。

3 结语

科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑。在万众创业、大众创新的形势下,河南省深部探矿工程技术研究中心将继续在深部探矿、钻探技术研发、新能源开发利用等方面开展科技创新工作,以科技创新提高钻探工作质量和效率、加速清洁能

源开发利用推广应用进程、培养一批探矿领域的高水平人才。

参考文献:

- [1] DB41/T 870—2013,非煤固体矿产勘查钻孔质量标准[S].
- [2] DB41/T 1005—2015,浅层地热能钻探技术规范[S].
- [3] 卢予北,范晓远,吴焯,等.云南腾冲科学钻探废钻井液固化处理技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(8):14-17.
- [4] 吴焯,卢予北,陈莹.腾冲火山地热构造带空气钻探试验研究[J].地质与勘探,2013,49(3):528-533.
- [5] 卢予北,王建华,陈莹,等.空气潜孔锤在松散地层中的钻进试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(7):9-11,27.
- [6] 邢向渠,崔东茂,王保君,等.万山地质文化产业园钻井技术[R].河南郑州:河南省地矿局第二地质环境调查院等,2014:1-82.
- [7] 吴焯,卢予北,牛建设,等.地下水同井抽回井施工技术与应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):33-36.
- [8] 卢予北,陈莹.单井抽回两用系统在浅层地热能开发中的应用[J].水电能源科学,2011,29(5):120-122.

致谢:多年来,河南省深部探矿工程技术研究中心得到了河南省国土资源厅、河南省地矿局和环境二院的大力支持,无论是在财政资金安排还是项目优先审批等方面给予了政策倾斜。在工作 and 科研方面得到了《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部、中国地质大学(武汉)工程学院等单位的指导和配合,在此表示衷心的感谢!