

# 高精度定向对接技术:开创水平井采矿新纪元

开栏的话

中国地质调查局提出,“十四五”期间将加大地质科技成果转化力度,大力推进理论、技术和装备转化为解决资源环境重大问题和地球系统科学问题的现实生产力,提高地质科技创新服务国民经济和社会可持续发展的能力水平。本版特开设“地质科技成果转化进行时”专栏,对取得显著社会和经济效益的典型科技成果转化案例进行持续跟进报道,供交流参考。今天刊出第一篇。



对接水平井组对接通瞬间

本报记者 于德福 通讯员 刘秀美

中国地质调查局勘探技术研究所(以下简称勘探技术所)研发的定向对接技术,从最初的“一对一”定向对接发展到现在的“一对多”,有效探测距离由以前的70米提升至120米,对接精度由以前的0.5米提高到现在的5厘米以内。

在该技术成果基础上研发的“慧磁”高精度中靶导向系统,以其精确定向引导功能开创了水平井采矿的新纪元,打破了西方公司的技术垄断,为我国能源资源勘探开发增添了一种全新的绿色手段,不仅使我国的定向对接井技术居于世界前列,还为全球采矿业注入了新的活力。

**成果:定向对接钻进从“一对一”到“一对十”**

在地质勘探中,钻孔偏斜是常见现象,如果偏斜角度过大不仅会造成钻探工程成本增加,还会影响地质人员对矿体产状、顶

底板边界的判断。

从20世纪70年代开始,勘探技术所开始了钻孔测斜、纠偏技术和相关仪器的研发。20世纪80年代后,一些大倾角矿体进入开采序列。为解决斜孔钻探这一现实问题,勘探技术所创新研究思路,将被动钻孔纠偏技术发展为主动造斜技术,最终形成了定向钻井技术——一种使井身沿着预先设计的方向和轨迹钻达目的层的钻井工艺方法。

经过十余年努力,勘探技术所在定向钻井技术的基础上进一步创新,形成了定向对接井技术——采用定向钻进技术和特种钻井技术,使地面水平相距数百米或上千米的两口井在地下深处对接。该技术突出的优点是利用水平钻井技术和井下中靶技术,在矿层中建成溶解通道或气体释放通道,增大开采面积,从而提高矿产的回采率和生产效率,并延长生产井组的使用寿命,可应用于盐、芒硝矿、天然碱等可溶性矿产开采中,也可应用于煤层气、水、石油、地热田、页岩气及干热岩等资源的开采。

进入21世纪,勘探技术所将对接井技术

发展为分支井技术,对接量由最初的“一对一”发展到最多“一对十”。2003年~2007年,勘探技术所先后承担了土耳其共和国贝帕扎里天然碱钻井一期、二期工程。但首批五组对接井仅有一口水平井与靶点连通,令该所一度陷入退出市场和巨额赔偿的尴尬境地。施工团队不得不以高昂的价格引进美国某公司生产的旋转导向仪器解决中靶问题。

为摆脱受制于人的局面,在中国地质调查局的支持下,勘探技术所于2007年开始了对接中靶系统的研究,并于2009年9月研制出具有自主知识产权、达到国际领先水平的“慧磁”高精度中靶导向系统。

应用该系统最初版本,当时对接中靶测量偏差为50厘米。现在,勘探技术所已将这一系统升级到第五代版,中靶误差也缩小到了5厘米。10余套相关产品进入到国内10余家钻探施工队伍的装备序列。

**应用:高精度中靶导向系统助力采矿增产**

“慧磁”高精度中靶导向系统的诞生,不但打破了西方公司的技术垄断,还大幅度降低了相关产品及其服务的价格。

在为土耳其碱矿提供服务时,勘探技术所还对井组模式进行创新,从一口水平井和一口垂直井对接发展为一口水平井和四口垂直井对接。

2009年至今,应用“慧磁”高精度中靶导向系统,勘探技术所工程团队在土耳其贝帕扎里和卡赞两大天然碱矿水溶采矿中共施工对接井200余组,单井总数达560余口,创造了贝帕扎里100余井组(300多口井)100%连通率。在卡赞一期项目中,工程团队仅用27个月就完成了对接井74组(共222口井)的施工,创对接井施工成井效率之最。

依托勘探技术所创新成果支撑,土耳其已建立起年产量分别为160万吨和260万吨的两家现代化的天然碱矿山,使该国CINER集团一跃成为全球天然碱生产规模最大的供应商,为该国累计提供了2000余个就业岗位。

此外,“慧磁”高精度中靶导向系统还用于巴基斯坦伊斯兰共和国地下气采煤项目中,通过一口水平井将10口直井一一对接连通,实现了降水、点火、输氧、通风、甲烷排采协同作业;应用于我国青海木里陆域天然气水合物试采中,实现了两口水平井和一口垂直井精准连通,形成三井井组联合开采模式,取得良好产气效果;服务于我国神狐海域天然气水合物第二轮试采,引导监测井与试采井保持要求设计间距,达到长期有效监测试采效果。此外,该系统在山西多个煤层气水平井对接项目中的应用也取得了精确中靶的效果,有效实现了煤层气开采增产的目的。

## 地质科技创新成果转化进行时

水环所与河北省省委省直机关工委开展党建联建

## 党建业务深度融合助力乡村振兴

本报讯 近日,中国地质调查局水文地质环境地质研究所(以下简称水环所)与河北省省委省直机关工委签订了党建“助力乡村振兴”主题联建协议。

根据联建协议,双方将通过探索开展大联合党建活动,以及科技创新、乡村振兴等特色主题党建活动,充分发挥科技领域党员干部创新带头作用,形成推动高质量发展的强大动力;同时,立足地质调查野外工作实际,建党建强野外临时党支部,切实发挥战斗堡垒作用,真正实现党建工作进基层、进野外、进项目,助力乡村振兴。

据介绍,水环所党委始终坚持抓党建、促发展的理念,组织带领各级党组织和党员干部,积极参与河北重大经济建设和社会发展决策咨询,聚焦生态文明建设重点任务,为河北省地下水资源调查评价与开发利用、城市用水、地下水污染治理治理等建言献策,并提供科技支撑,形成了党建与业务融合发展的生动局面。

今年4月,水环所与河北省省委省直机关工委开展了以“党建引领、科技支撑,助力乡村振兴”为主题的党建联建活动,发挥地质调查专业优势,在中央党校(国家行政学院)脱贫攻坚与乡村振兴有效衔接定点帮扶县——河北省武邑县,组织实施地热资源、水资源、地球化学等地质调查以及国土空间、水、土壤生态修复等工作。此外,该所还积极与河北省科技厅、河北省气象局等业务相关单位开展共建,致力打造党建联建共同体,培育适合武邑县本地发展的优势特色产业,打通地质调查科技创新支撑服务乡村振兴最后一公里。

现在,这项活动已成为党建与地质科技深度融合,助力乡村振兴战略实施有特色、有成效的联创品牌典型范例。今后,水环所将继续发挥水工环地质专业技术优势,在推动党建与业务工作深度融合上下功夫,将党建优势转化为发展优势,切实把脱贫攻坚与乡村振兴的接力棒交接好,着力为民办实事,在地质调查科技创新助力乡村振兴战略实施上再立新功。

(刘小伊)

## 地质成果有效服务城市规划建设

## 《2021年北京城市地质成果报告》编制完成

本报讯(记者 段金平 特约记者 姚林烟 通讯员 刘宗明)近日,北京市地质工程勘察院(以下简称北京地勘院)编制完成《2021年北京城市地质成果报告》(以下简称《报告》),旨在促进地质成果有效支撑服务北京城市规划和自然资源管理,推动地下地质成果和地表规划成果相融合。

《报告》以城市地质工作支撑首都城乡规划建设与自然资源管理为主线,对该院各专业领域地质调查、监测工作进行综合评述,并重点论述了2021年度取得的新成果、新进展。《报告》显示,通过对城市地质安全进行综合评价,2021年北京地区地质安全程度总体保持稳定,地下水资源持续增加,地面沉降得以有效控制,地热资源得到有效保护,水土质量保持平稳,矿山地质环境得以改善。北京地勘院将北京城市功能区、三城一区、三山五园、新机场、城市副中心组团等规划界线同地质成果紧密结合,编制各类分布图、成果图42张,集专业性、科学性、通俗性、可读性为一体,为全面了解城市地质工作奠定了基础;集成了地质资源调查与监测、地质灾害预防与治理、生态地质环境修复与保护、综合研究、城市地质安全综合评估等方面的重要成果,并提出了未来重点工作建议。

《报告》建议,持续开展高精度城市地质调查工作,加强首都地质安全评估、地下空间资源地质评估、地质条件适宜性评价等工作,支撑北京国土空间规划体系建设;加强北京地质安全监测体系建设,以自然资源部浅层地热能重点实验室建设为契机,加大地热及浅层地热能科技创新和示范推广;开展地质灾害精细调查、汛期应急巡查排查、预警预报研究等,为韧性城市建设做好支撑保障;加强数字地质、智慧地质建设,助力形成地上地下一体化的三维立体“一张图”。

## 地科院牵手高校和高新技术企业

## 推进人工智能技术服务矿产综合利用

本报讯 日前,电子科技大学荷福研究院、中国地质科学院矿产综合利用研究所、上海成电福智科技有限公司在四川省成都市签署合作协议,共同推进人工智能与地质矿产领域“产学研”深度融合、跨界合作。

矿产资源是高端制造业、新兴战略性新兴产业以及重大科学研究发展过程中的关键要素。这次合作协议的签订将进一步深化三方务实合作,促进科技赋能、技术创新、低碳高效联合发展,加快以人工智能为核心的软件信息服务矿产综合利用,以实际行动助推矿业创新发展、绿色发展、智能发展、融合发展与协调发展。

下一步,三方将携手在矿产资源绿色低碳智能技术与矿业交叉融合、矿物材料高端应用、科技成果转化、复合型人才培养等领域开展合作;瞄准矿产资源勘查开发利用的重大科学问题与技术难题,加速新发展理念与矿产资源精细勘查、绿色开发、高值化利用、智能融合等方面的耦合,突破传统的技术和认识,逐渐形成一批创新性的新技术及应用场景,为带动行业高质量发展贡献智慧和力量。

(袁波 邓冰)

## 山西2022年地灾普适型监测预警仪器安装通过检查

本报讯 近日,中国地质调查局天津地质调查中心(以下简称天津地调中心)完成了山西省2022年地质灾害普适型监测预警仪器安装督导和检查工作,可为自然资源部在该省实施的600处地质灾害群专结合监测预警实验提供技术支持。

天津地调中心联合山西省自然资源厅、山西地环中心等单位技术人员组成联合检查组,开展地质灾害普适型监测预警实验仪器的检查工作。日前,检查组完成176处普适型监测预警实验点的室内抽查和94处的现场检查,针对发现的问题提出了具体整改意见和建议。下一步,天津地调中心将高质量完成汛期地质灾害防御技术支持常态驻守工作,重点开展地质灾害隐患点排查、检查和风险会商研判工作,提出重大地质灾害隐患点人员避险转移等临灾处置建议;同时,开展已发生重大地质灾害的复盘、地质灾害防治科普宣传和培训,增强群众防灾减灾和自我保护意识。

(孟利山 杜东)



在阳泉市崩塌隐患点检查声光报警器、雨量计的安裝

## 地下水污染动态监测与风险预警技术体系初步建成

能可视化表达场地高关注度污染物在线监测结果

本报讯(通讯员 张磊 特约记者 范基蛟)近日,由中国地质调查局水文地质环境地质调查中心(以下简称水环中心)牵头实施的国家重点研发计划课题“场地地下水污染动态监测与风险预警技术体系”通过中期评估。

随着我国经济结构的不断优化和产业结构的深入调整,大批高污染企业因在经营过程中缺乏必要的环保措施被搬迁甚至关停,遗留了大量污染场地,导致地下水污染程度日趋加剧,严重威胁了周边人体健康和生态环境的可持续发展,开展场地地下水污染修复工作势在必行。而地下水污染本身

的隐蔽性、复杂性以及滞后性,为修复工作提出了更高的要求。特别是近年来,科研人员在污染场地修复实践的探索中越发认识到,地下水污染动态监测与预警技术是实现场地地下水污染高效修复的重要前提与保障,也是提升我国场地地下水污染修复治理工作水平的有力科技支撑。

因此,“场地地下水污染动态监测与风险预警技术体系”研究针对污染行业场地地下水特点,突破传统地下水污染数据获取方式效率低下、在线监测指标单一的技术瓶颈,形成了地下水污染动态监测、实时传输与污染风险预警技术。

这项研究还攻克了基于薄膜富集—原位XRF光谱技术的重金属在线监测、多源异构数据可靠传输、多尺度数据获取与可视化表达等关键技术;研发了地下水自动采样—预处理—智能配水—水样真值判定系统,实现水样采集与检测全流程自动化;完成了基于生物芯片技术的重金属在线监测仪整体设计,优化了高关注度污染物与光谱解析算法的解译速度和自动化信息处理水平;实现了多种采集设备与通信设备的接口对接,以及多源数据融合与解译,支撑了场地地下水污染数据的真实获取;构建了场地地下水实时监测预警模型及风险趋势预警模型,建立

了场地土壤、地下水中污染物和关键元素的含量、形态和相互关系图谱,形成场地可视化数据集;实现了多尺度模型的可视化分析、场地污染羽的动态展示与风险预警结果的可视化,研究成果达到了国内领先水平。

这项课题研究由水环中心牵头,吉林大学、生态环境部环境规划院和南京南瑞水利水电有限公司等单位参加;现在已经实现预期目标,在典型示范区验证应用并进一步完善后,可推广到我国场地地下水污染风险长期管控工作中,提升生态环境治理体系和治理能力的现代化水平,具有广阔的产业化和市场前景。