

· 探矿工程 ·

从 30 届国际地质大会看探矿工程 技术现状与前景

石昆山 (河南省地矿厅工程勘察施工处 郑州 450007)
靳双喜 (河南省地矿厅第四地质探矿队 三门峡 472000)

摘要 介绍了第 30 届国际地质大会期间探矿工程学科的活动情况和以大陆科学钻探、地质钻探新技术主要成果为内容的钻探工程技术发展现状,并展望了其发展前景。

关键词 30 届国际地质大会 探矿工程 现状 远景

中国图书资料分类法分类号 P634

作者简介 石昆山 男 41 岁 硕士 教授级高工 岩土钻掘工程

1 引言

国际地质大会是国际科学会议中历史悠久、规模巨大、学科广泛、极负盛名的科学组织,是国际地学界最具广泛性、高层次、高水平的“奥林匹克”盛会。处于世纪之交的第 30 届国际地质大会于 1996 年 8 月 4 日~14 日在北京举行,其盛况空前,是我国举办过的规模最大的国际性学术会议。本届大会客观地总结和展示了 20 世纪地学上的最高成就和水平。大会以大陆地质为主题,围绕与之相关内容如地球动力学、能源与矿产、人类生存环境和社会经济可持续发展等问题展开。全球地质学家欢聚一堂,共同研究了面临的挑战和机遇,展望了 21 世纪人类社会的发展对地学的迫切要求,认真探讨了地学的热点、前景和发展方向。大会对推动全球地学科学进步起了承前启后、继往开来的作用,显示出巨大的活力和凝聚力,也为我们学习、借鉴国外经验以解决我们面临的问题提供了条件,具有重要的现实意义和深远的历史意义。

2 探矿工程学术活动概况

涉及探矿工程学科的学术活动有两项专题讨论:一是 D-6 专题——大陆科学钻探及中国大陆科学钻探选址;另一是 J-1 专题——地质钻探技术

新进展。参加这两项专题国内外学者的论文共计 75 篇,其中国外论文 15 篇,国内论文 60 篇,充分显示了我国探工科技工作者对大会的热情和较高的科技水平。

本学科学术活动共举行了两场专题讨论会和三场展讲,讨论会主持人分别是世界著名地学家、德国地学中心负责人、国际大陆科学钻探计划副主席 Emmcrmann R 博士,中国工程院院士刘广志和中国地质勘察技术院耿瑞伦教授以及俄罗斯的 Yk-limov V 教授。在讨论会上宣讲的 19 篇论文中,国外论文 12 篇。

8 月 4 日~9 日,在国贸中心举办了世界地质科技展览会。展览会上,不仅展示了反映各国地学工作成就的图件、仪器和多种高科技产品,许多代表各国先进技术性能的各类探矿、勘察设备和仪器也纷纷登台亮相,一些参观者还在展览会现场进行了学术交流,使展览会场变成另一个学术交流场所,促进了各国经济、技术的交流与合作。

3 主要技术进展

3.1 大陆科学钻探

大陆科学钻探是通过一个或数个深度从数千米乃至万余米的钻孔,并经过科学选址和钻探过程中所采用的地质、地球化学、地球物理和实验室等多种

学科方法进行测井和岩心测试分析, 以达到能直接、真实和客观地了解地球深部地层情况, 了解和解决地球科学中重大问题和当前生产实践中亟需解决的重大难题等目的而进行的一项技术含量高的高科技工程。因此有人称其为“深入地壳的望远镜。”

大陆科学钻探的主要特点是: 钻孔深度大、孔径大、结晶岩石坚硬和研磨性强、钻孔轨迹难控制、钻孔稳定性差、取芯量大、有时取芯难度大以及孔内温度和压力高等诸多不利因素同时出现, 对钻探技术构成强有力的挑战。因此, 为适应这种恶劣的钻孔环境而研究开发的钻探技术代表了钻探技术的最新和最高水平。

早在70年代, 前苏联和美国就开始了科学钻探的一系列活动, 取得了很多宝贵资料和成果。前苏联的科学钻探和德国正在进行的科学钻探计划已分别创造了钻探深度和下套管深度的世界纪录。本届大会大陆科学钻探专题讨论会宣讲的大部分是各国(德国4人, 俄罗斯2人, 日本2人, 中国1人)科学钻探计划的主持人、高级技术总监、总工程师、总设计师等高层次专家。论文的内容涵盖了原苏联超深井钻探计划(KГ-1井设计15 000 m, 现孔深12 300 m)、美国大陆钻探计划(CSD)、德国KTB(联邦德国大陆深探计划)的执行结论、主要科研和技术成果以及对地球科学的贡献等。特别是德国正在实施的KTB计划和日本最近在葛根田地热区打成的一口500℃超高温地热井的世界新纪录和施工经验, 为科学钻探的倡导者带来了十分令人鼓舞的先进经验和信息。

自“八五”以来, 中国大陆科学钻探(CSDC)计划在紧锣密鼓中进行, 先后三次召开科学选址会议; 在中国地质大学(北京)建成中国地质超深钻探国家专业实验室, 已完成4项科研项目, 其中中俄合作项目2项, 该实验室已顺利通过国家验收; 完成了中国大陆科学钻探施工可行性研究报告, 提出了第一口科学钻探取芯钻孔钻探工程技术前期研究与开发规划, 参加了ICDP(国际大陆科学钻探计划)筹备会和一系列国际大陆科学钻探学术交流活动。本专题讨论中, 由刘广志院士和张伟高级工程师发表的《中国大陆科学钻探新进展》、《结晶岩取芯深孔钻进施工设想技术方案》等论文, 对我国大陆科学钻探计划的实施, 从钻孔选址条件、孔深设计(5 000 m)、工艺

技术路线、设备选择配套和科研方向等方面提出了方案和目标, 为下一步CSDC的实施奠定了理论基础。

3.2 潜孔锤钻进技术

3.2.1 以气动潜孔锤钻进技术为主体的多工艺空气钻进, 有充气或泡沫泥浆潜孔锤钻进、气动潜孔锤泡沫正循环钻进、气举反循环钻进。潜孔锤跟管钻进等技术方法相互配套的多工艺空气钻进技术, 以其钻进效率高、地质效果好、单位成本低、适于在干旱缺水地区施工等一系列优点, 近年来得到大面积的推广应用, 技术研究水平也得到大幅度提高。我国的空气钻进技术水平已达到国际领先水平; 潜孔锤的设计实现了计算机辅助优化设计; 潜孔锤直径已由单一的矿山爆破孔用潜孔锤发展成能适应矿产勘探、水文水井、工程施工要求的不同直径、不同规格并系列化; 功能由单一的全面碎岩正循环钻进实现了中空取芯(样)、跟管钻进等多种类型多种机具相配套的多功能钻进。如长春地院研制的GQ-100型、GQ-200型、FGC-15型、WC-80型等潜孔锤, 与之相配套的工艺方法也日渐完善。

3.2.2 液动潜孔锤较早地应用于固体矿床岩芯钻进。近年来研制了绳索取芯式液动潜孔锤, 解决了在破碎地层中取芯困难、岩芯易堵等问题, 其品种已发展到20多个, 外径43~273 mm, 基本适用于各类钻孔钻进硬岩的需要。目前, 为适应中国大陆科学钻探计划的实施, 新一代液动潜孔锤将应运而生。

3.3 绳索取芯钻进和金刚石钻进技术

我国绳索取芯钻进于70年代中期开始推广应用用于地表和坑内的地质勘查钻孔。该技术与常规钻探方法(合金、钢粒)相比, 具有纯钻时间长、升降钻具少、岩芯采取率高、钻进成本低、台月效率高等优点, 目前最大孔深2 505 m, 在地质矿产勘探方面已占主导地位。随着技术的进步, 其钻具除在固体矿产勘探中成系列外, 在工程地质勘察、水文地质、石油地质钻探等方面亦获推广应用。新一代适应于深孔钻进的“四合一”钻具, 即绳索取芯-液动锤-螺杆钻-不提钻换钻头和耐高温钻具的结合, 将大大增强绳索取芯钻进技术的生命力。

我国金刚石钻进切削具的研究和制造, 已由初期的天然表镶金刚石钻头发展为人造金刚石孕镶(高浓度)、多形状聚晶(PDC)、复合片(DCD)和“卡

帮"金刚石等多种钻头品种;钻头制造工艺由常用的无压浸渍法、热压法、冷压法发展到低温电镀法和真空烧结法,并实现了孕镶金刚石在胎体中均布和表面覆膜技术的重大突破,在国际上居领先水平。

3.4 定向钻进技术

该技术从早期采用岩层自然弯曲规律和简易偏斜楔钻进初级定向孔到 80 年代中期利用液动螺杆钻和高精度随钻测量仪器施工受控定向孔。定向钻进已服务于矿产勘查、对井采卤、水井、地热井、坑巷内钻探和非开挖铺设管线等领域。

3.5 油气钻进技术

对地质条件复杂、钻井深度大(5 000~6 000 m)地层压力高(60~80 MPa)等条件的油气井钻进,在认识地层环境因素的基础上,形成了以地层压力检测、计算机辅助钻井设计、钻头类型优选、平衡压力钻进、喷射钻进水力参数的优选、钻井机械参数的优选为主要内容的油气井施工工艺技术,显著地提高了机械钻速和完井效果,提高了油气井钻井技术水平。大会期间,许多国家展示了本国油气勘探技术成果和模型,令人耳目一新。

3.6 其它钻进技术

除上述技术方法外,我国还开发了其它钻进方法:如振动钻进、螺杆钻进、冲击反循环钻进、水力喷射钻进、泵吸反循环钻进、泵举双循环钻进、潜水电钻等。这些方法大都在不同领域取得良好效果。

4 钻探工程技术装备的研制与发展

建国初期到 60 年代中期,我国的钻探设备基本靠引进和仿造前苏联的。60 年代中、后期开始自行设计制造钻机。目前各种规格和不同用途的钻机逐渐形成系列,如固体矿产岩芯钻机、坑道钻、水文水井和地热井钻机、工程勘察钻机、工程施工钻机、水平孔钻机、锚固工程钻机、物探震源钻机、砂矿钻机、矿山竖井钻机、地基加固注浆和旋喷钻机、建设工程安装薄壁钻机、浅孔取样钻机、水域施工钻机、石油天然气钻机等;和主机配套的泵、动力机械、塔架、井下钻柱、测井仪、钻参仪等。实钻微机智能监控系统、压电陀螺钻井测斜仪等,液动或电动顶驱式钻机、不停钻倒杆双液压卡盘钻机、双动力头跟管钻机等都是我国研制的具有自己特色的和现代化水平的钻探设备。目前正着手研制用于建设工程的旋挖钻机和

地连墙施工设备。

5 钻探工程技术发展趋势与前景展望

5.1 发展趋势

5.1.1 随着人们对大陆科学钻探技术重大意义认识水平的深化和提高,在 21 世纪将会有更多的国家进行大陆科学钻探的开发和研究。就其钻探技术而言,针对钻孔深度大(可达 15 km)、孔底温度高(达 300 ℃)、孔内压力大(达 200 MPa)、地层不稳定、工程费用高等特点,一些适用于科学钻探的新材料、新工具、新仪器将会伴随着信息科学、计算机科学、能源科学的技术革命而产生,使得钻井孔径和钻井技术难度相对变小,钻井的速度越来越快,钻井的周期越来越短。

5.1.2 以"三合一"(绳索取芯+螺杆钻或液动锤+不提钻换钻头)取芯钻进系统为代表的新型多功能组合式钻具将是今后常规绳索取芯钻进技术的发展方向。多功能组合式绳索取芯钻具是将具有不同功能的钻进技术有机结合在一起,通过发挥各自的优势,取长补短,实现最大限度地延长回次钻进时间,提高钻进效率,节省动力消耗,预防孔内事故,降低钻探成本等目的。

5.1.3 多工艺空气钻进技术的机具配套、工艺方法和设备的进一步改进和完善,将使其在更大的范围内得到推广应用。

5.1.4 工程施工的冲洗介质循环法将逐步由无循环钻进技术取代,如旋挖法、干钻法、冲抓法和非开挖工程施工法等。从美国英格索兰公司、瑞典阿特拉斯公司、德国宝峨公司等著名的工程机械制造公司的产品看,各类工程施工机械具有明显的向大型化方向发展趋势;整机驱动的液压化程度很高;设备的操作、控制向机电液一体化方向发展;可变轨距机械底盘履带化和液压马达加行星减速机构的传动组合模式普遍;大扭矩液压顶驱式动力头和伸缩主动钻杆;不同地层、不同工作环境的适应性强等。

5.1.5 随着浅部矿产资源的日渐减少,我国对新一轮找矿和深部钻探工作的需求日趋迫切,钻孔深度和找矿难度不断加大,凭听、看、摸等感觉来获取钻进过程中地层变换和钻头状态信息的技术控制措施,将难以避免更多的"打重"矿层和孔内恶性事故的发生。因此当今许多发达国家十分重视应用微机

监测系统对钻进全过程进行监控和调整的研究。由中国地质大学、四川省地矿局和河南地矿厅等研制的 DDW-2 型钻机微机监测系统已在钻探生产中初步应用, 通过进一步改进, 必将具有良好的应用前景。

5.1.6 我国钻探设备技术水平有的已接近或达到国际先进水平, 但总体水平与国外先进水平相比差距还较大。今后的发展方向为研制开发以绳索取芯为主的机械岩芯深孔(3 000 m 以上) 钻机, 研制适合高寒缺氧、丘陵、滨海、冻土层地区施工的专用钻探设备; 研制既可满足岩芯钻探的要求, 又可用于水井、勘察、工程施工的多功能钻机; 加快钻机的驱动方式向全液压顶驱式方向发展的进程; 开展程序自动化岩芯钻机的前期技术研究, 为实现程控自动化钻机奠定基础。此类设备国外一些工业技术水平高的国家研制的样机已进行生产试验, 个别小量投产。

5.2 前景展望

当今世界共同面临的三大难题是“人口、资源、环境”问题。对我国来说, 形势更为严峻, 解决和缓解的重要途径之一是加强包括大陆科学钻探在内的地质勘探工作, 钻掘工程服务领域更宽广, 任务更艰巨。我们应当看到在钻掘技术方面与发达国家的差距, 迎头赶上。改革开放为我国地质钻探技术的发展

提供了机遇, 也提出了挑战。引进、消化、吸收与科研开发并举是一条适合中国国情的钻掘技术发展道路。“九五”至 2010 年, 我国建设工程的发展将为钻掘工程提供更为广阔的发展领域, 国家将重点投入的有水利、能源、交通、原材料等工业基础设施、城镇基础设施、环境与自然灾害防治、城乡居民住房建设等。仅以建筑业为例, 到 2000 年全行业营业额将达到 21 000 亿元(1995 年价格), 将比 1995 年翻一翻, 增加值达 5 000 亿元以上; 到 2010 年, 建筑业增加值将达到 10 000 亿元; 据国家建设主管部门估计, 到 2000 年, 随着我国城市化进程加快, 将新增城市 230 个左右, 新增建制镇 5 000 个, 这些都将为钻掘工程提供巨大的市场。同时海湾、中东、南部非洲、原苏联等国家和地区的重建和发展也将提供可观的国际市场。

我们认为, 我国钻掘技术的发展应瞄准“高、大、新、特、重”工程领域; 瞄准国内国际两个市场, 开发利用两种资源; 技术装备和技术方法朝着多功能、多用途、多品种、多工艺方向发展; 集团化规模经营和工程总承包、更加重视工程质量和现场文明施工将是适应市场经济发展的主要经营方式和钻掘工程基层技术管理的重点。

(收稿日期 1996-12-31)

(上接第 59 页)

图 2 是 121 线的叠加剖面, 图 3 是该线的断层隶属度曲线。按照解释原则, 可能的断点为: 77CDP、145CDP、184CDP。经过综合解释, 确认 77CDP 对应 DF6 断层, 落差为 10 m; 145CDP 对应 DF1 断层, 落差 31 m; 184CDP 对应 DF3 断层, 落差 3 m。

图 4 为 111 线的模糊综合评判、模糊模式识别、多段线性识别和人工神经网络等 4 种模式识别方法的断层隶属度曲线。比较后可发现, 前 3 种方法不能很好地压制干扰, 而人工神经网络能把干扰压的很低, 突出断点异常。通过综合解释, 确定 DF49 和 DF47 两条断层, 其落差分别为 9 m 和 26 m。

4 结束语

通过与其它模式识别方法对比发现, 利用神经网络方法进行地震资料解释是一种行之有效的方

法, 它具有较强的抗干扰能力和较高的灵敏度, 预测成功率明显高于其它模式识别方法。

该方法为煤田地震资料解释提供了一种新的途径。其主要特点有两条: 第一是更多的利用地震信息(主要是动力学信息); 第二是借助计算机的高分辨能力对地震特征参数定量化, 进行综合分析 with 逻辑判断, 并检测出断点。所以它有望成为煤田地震资料解释的辅助手段。

参考文献

- 1 殷勤业等·模式识别与人工神经网络·北京:机械工业出版社, 1992
- 2 施鸿宝·神经网络及其应用·西安:西安交通大学出版社, 1993
- 3 崔若飞·利用模式识别方法解释微小断层·石油地球物理勘探, 1995; 30(4): 556~566

(收稿日期 1996-08-05)