

# 回眸“十一五” 展望“十二五”

## ——钻探技术和装备形成系列为资源环境开发提供直接手段

王学龙

(中国地质调查局, 北京 100037)

**摘要:**回顾了“十一五”期间我国在科学钻探、天然气水合物勘探、深部钻探、钻探技术装备、高精度定向对接井钻井技术、绳索取心液动锤钻具、新型金刚石钻头系列、新型冲洗液技术、地质灾害监测防治钻探技术、人才培养以及体制改革等方面取得的成绩和发展;提出了“十二五”期间的主要工作方向。

**关键词:** 钻探技术; 钻探装备; “十一五”; “十二五”

中图分类号: P634 文献标识码: A 文章编号: 1672- 7428(2011)01- 0003- 05

**Looking Back on Eleventh Five-year Plan and Looking Forward on Twelfth Five-year Plan—Drilling Technology and Drilling Equipment Series Provides Direct Means for Resources and Environment Development/WANG Xue-long (China Geological Survey, Beijing 100037, China)**

**Abstract** Achievement and development were reviewed in scientific drilling, gas hydrate exploration, deep drilling, drilling technical equipment, high precision directional butted well drilling, wire line coring, hydro hammer, new diamond bit series, new flushing fluid, drilling technology for monitoring and control of geological disaster, talent training and the system reformation in Eleventh Five-year Plan period in China, and main work direction in the Twelfth Five-year Plan period was put forward.

**Key words** drilling technology, drilling technical equipment, the Eleventh Five-year Plan, the Twelfth Five-year Plan

### 1 概述

2011年是我国实施第十二个五年规划的第一年,总结“十一五”,规划好“十二五”,对我们开好局、起好步,具有十分重要的意义。五年前,国务院《关于加强地质工作的决定》的颁布,为地质工作开辟了新的篇章。我国的地质探矿工程技术发展,在过去的五年开拓创新,不负众望,成绩斐然。汶川地震断裂带科学钻探工程顺利实施;研究开发出系列地质钻探全液动力头岩心钻机,加快了我国地质钻探装备的更新换代;初步建立起 2000 m 以内地质钻探技术体系,提高了我国地质钻探技术整体水平;开发出陆地、浅海和滩涂地质调查取样钻探技术和装备,为特殊景观地区实施地质填图、化探采样和土地环境评估等领域提供了有效的技术手段;开展了天然气水合物勘探开发钻探技术研究,在高原冻土区成功钻获天然气水合物样品,使我国天然气水合物勘探取得重大突破;实现对接井的重大技术突破,标志着我国定向对接井钻井技术在国际上处于领先地位;逐步建立了一支业务过硬的钻探技术研发队伍。

### 2 “十一五”期间取得的主要成果

#### 2.1 汶川地震断裂带科学钻探工程进展顺利

汶川地震断裂带科学钻探工程将为地震研究提供岩心和测井资料,为在地层深部进行科学实验和长期监测提供通道条件。



汶川地震断裂带科钻 2号孔施工现场

(1)在已完成的 WFS-1、WFS-3-P 孔的钻井施工过程中,解决了破碎岩层的取心难题、钻孔缩径卡钻问题,保证了钻探施工安全顺利进行,并以

收稿日期: 2011- 12- 28

作者简介: 王学龙(1956- ),男(汉族),吉林柳河人,中国地质调查局副局长、高级经济师,《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑委员会主任委员,中国地质学会探矿工程专业委员会副主任委员,探矿工程、经济学专业,硕士,北京市西城区阜外大街 45 号院。

高的采心率(WFSD-1、WFSD-3-P孔分别为94.3%、95.1%)获取了原状性好的岩心,为地学研究提供了高质量的样品。

(2)探索出一套适合于地震断裂带复杂地层条件的长孔段小间隙下套管固井工艺,成功地完成了破碎扩径带和断层泥缩径带的下套管、固井施工,为整个钻探项目获得成功奠定了基础。

(3)组织研发了一套多功能、低成本的深孔取心钻探设备、配套器具以及复杂岩层钻进施工工艺,可用于3000 m左右的科学钻探,3000~5000 m的岩心钻探、地热钻探以及煤层气和浅层石油钻探。

## 2.2 天然气水合物钻探取得突破性进展

中国地质科学院勘探技术研究所(以下简称勘探所)针对天然气水合物的特性,开发了保温保压取样钻具和快速冷冻取样器。在海拔4200 m的青海省祁连山脉木里高原冻土区进行了我国第一口“祁连山冻土区天然气水合物DK-1科学钻探实验孔”钻探施工,并成功钻获了天然气水合物样品。



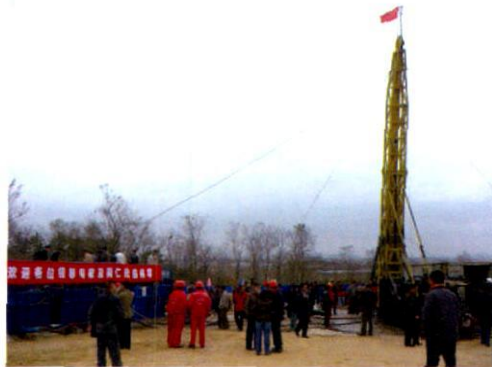
中国第一口陆地永久冻土带水合物  
DK-1科学钻探试验孔开钻典礼

## 2.3 2000 m地质岩心钻探关键技术与装备研制成功

在地质大调查项目、科技部“863”项目和危机矿山专项项目的支持下,完成了2000 m全液压岩心钻机及配套设备的研究,包括2000 m全液压动力头岩心钻机、配套泥浆泵、高精度钻探参数检测系统、钻井液固控系统、深孔用绳索取心钻杆、绳索取心液动潜孔锤钻具、不提钻换钻头钻具以及长寿命金刚石钻头,完成了2000 m岩心钻探设备、器具配套集成研究和应用示范,标志着我国2000 m地质岩心钻探技术体系已基本形成。

(1)采用2000 m全液压地质岩心钻机、配套设备及工艺器具,在山东省乳山金青顶金矿区完成了终孔深度达2212.80 m(N级口径,Ø76 mm)示范孔

的工程施工。其中采用H级口径(Ø5 mm)绳索取心钻具钻进1461.90 m,并下入相同深度的Ø1 mm×4.5 mm技术套管,创造了国内H级绳索取心钻进深度及岩心钻探套管应用尝试的2项最深纪录。



2000 m全液压岩心钻机应用现场

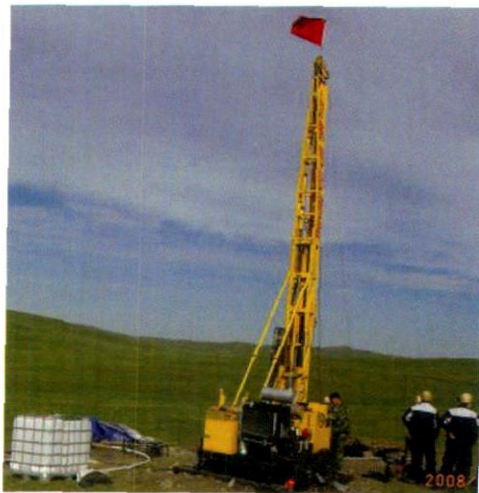
(2)新开发的XJY-850无缝合金钢管材,管材机械性能达到国际先进水平,几何精度明显提高。用此管材研发的Ø73.89 mm绳索取心钻杆,在示范孔施工期间未发生孔内钻杆事故,标志着高强度绳索取心钻杆研究取得了重大进展,将结束我国2000 m以深钻孔绳索取心钻杆依赖进口的局面。

(3)超高胎体双层水口金刚石钻头硬岩最长使用寿命超过110 m。

## 2.4 新型钻探装备研制水平极大提高

### 2.4.1 系列全液压动力头钻机

完成了300、600、1000、1500和2000 m系列全液压地质岩心钻机的研制,实现了对进口产品的替代,为我国地质钻探装备的更新换代提供了现代化产品。目前在国内市场占有率已经超过70%,并出口澳大利亚、俄罗斯、吉尔吉斯斯坦、蒙古等国。



YDX-2型全液压动力头岩心钻机



## 2 4 2 全液压车装动力头水井钻机

由勘探所研制的 SDC-1000 型全液压车装动力头水井钻机, 可用于煤层气抽采井快速钻孔、浅层油气井、抢险救援井以及勘探孔、物探孔、地热井、水井等深度 1000 m 以内不同孔径钻孔的施工, 带动了国内相关领域装备研发的发展, 为水文水井、煤层气等资源的勘探开发提供了现代化的高效钻探技术装备。



SDC-1000型全液压车装动力头水井钻机

## 2 4 3 浅层、浅海及滩涂取样钻机

为满足地质填图和化探技术的采样需要, 充分发挥地质钻探技术的支撑作用, 完成了浅层的取心和取样技术的研究和应用。中国地质科学院探矿工艺研究所 (以下简称工艺所) 研制了便携式地质刻槽取样机; 北京探矿工程研究所 (以下简称探工所) 研发了 TGQ 勘查取样机, 勘探所研发了 DR 系列全液压取样钻机。其中探工所研制的 TGQ 系列轻便取样钻机先后出口非洲加蓬、尼日利亚和安哥拉等国, 共出口 80 台套。由勘探所研制的浅海及滩涂取样钻机, 为沼泽、滩涂、水域等复杂地区进行取心钻探、原位测试、科学探险、考察、工程地质勘探提供了专业的现代化钻探装备。



TGQ-75型车载全液压取样钻机

## 2 5 高精度定向对接井钻井技术

勘探所在地调项目的支持下, 完成了高精度定向对接中靶系统研究, 实现了地下导航高精度定向对接连通, 这是对接井施工技术的重大突破, 标志着我国定向对接井钻井技术在国际上处于主导地位。

通过土耳其天然碱工程的实施, 实现从两井对接连通到多井对接连通的技术跨越; 在此基础上, 促进了对接井钻井实现从单点服务到多点服务—技术服务到工程总承包—从国内市场到国外工程市场的转变。



土耳其 Beypazari 采卤对接井工程施工现场

## 2 6 绳索取心液动锤钻具

勘探所研制开发的 SYZX 系列绳索取心液动锤钻具, 在简化结构、提高工作寿命和可靠性方面取得突破, 可大幅度提高钻进效率和回次进尺, 改善岩心采取率和钻孔质量。自 2008 年至今, 该系列钻具在国内地质岩心钻探领域迅速普及应用并取得良好效果, 累积进尺近百万米, 最大应用深度超过 2200 m。使我国在该领域的应用技术处于国际领先水平。

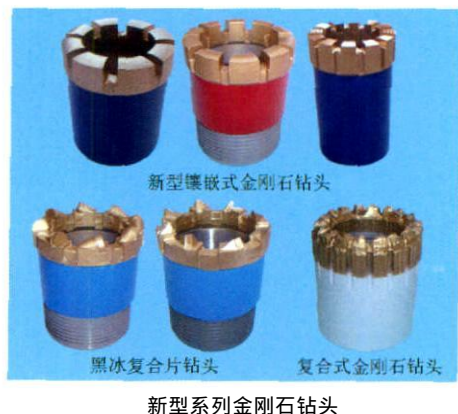


SYZX 96 型绳索取心液动锤

## 2 7 新型金刚石钻头系列

探工所采用新型镶齿式金刚石钻头的二次镶嵌工艺, 提高了我国孕镶金刚石钻头的制造水平。研制的 PDC 黑冰复合片钻头, 与常规合金钻头相比, 在煤田地地质钻探中钻探效率提高 3 倍, 钻头寿命提高数十倍, 成本降低 70%; 采用复合式金刚石钻

头, 利用巴拉斯 (三角聚晶) 和金刚石孕镶层的复合作用 (巴拉斯的犁作作用和高耐磨性, 孕镶层的磨削作用和自锐特性), 可以适应硬、脆、碎地层, 取得了好效果。



## 2 8 新型冲洗液技术

通过多年来地调项目的实施, 冲洗液技术研究取得了丰硕的成果, 完成了 5 种新型冲洗液处理剂的研制和 5 种新型冲洗液体系的研究。

5 种新型冲洗液处理剂: 高效润滑剂 (GLUB)、非分散高温聚合物稀释剂、高效护壁剂、KL 植物胶及接枝淀粉共聚物;

5 种新型冲洗液体系: PHP-GSP 无固相冲洗液体系、GSP 低固相冲洗液体系、生物聚合物无固相冲洗液体系、低摩阻抗盐侵冲洗液体系及 KL 植物胶型环保冲洗液体系;

开展了新型堵漏技术的研究及地质调查钻探泥浆数据库研究。

以上成果为复杂及特殊地质条件下开展钻探施工, 应对复杂工程地质问题、提高钻进效率、保证钻孔安全, 提供了强有力的技术支撑。

## 2 9 地质灾害监测防治钻探技术

工艺所开展的地质灾害监测防治钻探技术研究促进了钻探技术的进步与创新, 开拓了钻探技术应用领域, 为地质灾害调查防治提供了强有力的技术手段。潜孔锤取心跟管钻进技术将潜孔锤钻进和普通取心钻进技术相结合, 研究出一项滑坡地质勘查全新的岩心钻探技术, 解决了缺水地区钻探难题。在地质灾害应急处置快速治理技术方面针对复杂地层预应力锚索快速施工、高强度预应力混凝土结构抗滑桩、小直径钻孔组合抗滑桩等技术的研究, 研制成功了大直径长孔段潜孔锤跟管钻具。成功应用于重庆武隆鸡尾山铁矿乡山体滑坡救援抢险生命通道钻孔施工、云南省曲靖市马龙县旧县镇下袜度村水

井施工以及三峡库区、丹巴滑坡抢险地质灾害边坡治理工程。



重庆武隆鸡尾山滑坡应急抢险施工现场

## 2 10 人才培养以及体制改革方面取得的成绩和发展

经过 5 年的努力, 逐步建立了一支业务过硬的钻探技术研发队伍。同时以中国地质调查局所属的 3 个钻探技术研究所为依托, 充分发挥专业协会和高校作用, 平均每年举办 3~4 期钻探技术培训班, 5 年累计培训探矿工程一线技术人员数千人。先进钻探技术应用面和应用水平不断提高, 以金刚石绳索取心为代表的先进钻探技术应用深度记录不断被刷新, 目前最深应用记录已接近 3000 m。新一代全液压力头地质岩心钻机已被越来越多的地勘队伍接受并掌握, 大大提高了钻探生产效率。



中国地质调查局深部钻探技术培训交流会会场

## 3 “十二五”期间主要工作

“十二五”期间将贯彻“自主创新, 重点跨越, 支撑发展, 引领未来”的指导方针, 完善地质钻探研究条件, 增强自主创新能力。



地质钻探技术要围绕实施地质矿产调查评价专项,找矿重大突破,提高资源保障能力,实现全国地质找矿“358”目标和地壳探测工程等重大科技专项提供强有力的技术支持。着力解决我国高原、海洋、湖泊及特殊景观地貌区等钻探技术难题。

在“十一五”工作基础上,继续加大已有成果的推广应用力度,进一步提升钻探关键技术及深孔钻探装备的研发水平。到“十二五”末,建立起我国3500 m以内地质岩心钻探和2500 m以内水资源钻探装备技术体系,在矿产资源勘探方面,钻探装备与施工技术总体上接近或达到国际先进水平,部分达到领先水平,新型钻探装备普及率达到40%。推动地质钻探整体水平的提升,实现“科学打钻”和钻探技术现代化,降低对国外高技术仪器、装备的依存度。

开发深孔全液压顶驱式岩心钻机和水资源勘查钻机成套装备,研制高强度绳索取心钻柱及高效多功能孔内器具,逐步实现系列化、产业化,为“攻深找盲”战略和资源勘探开发提供先进的钻探技术装备;开发空气反循环取样、浅层快速取样钻探装备,解决我国高原、海洋、湖泊及特殊景观地貌区地质调查钻探取样难题,提高浅层地质调查取样钻探效率;研究先进钻探工艺方法、复杂地层钻探及取心技术,大幅提高复杂地层的钻进效率和取心质量;重视施工现场对定向钻进技术、事故处理工具及规范、泥浆技术在生产中的应用与推广,提高现场工程技术人员整体水平;开展智能化钻探、新型碎岩方法和超深钻孔相关技术研究,提高我国钻探技术研究水平;大力推广先进的钻探装备及技术,利用工程示范促进新技术的完善与应用,使我国地质勘查技术装备的总体水平得到较大提升。

#### 4 结语

回顾“十一五”,成绩斐然,钻探技术和装备形成系列,为资源环境开发提供直接手段,为国家的地质找矿工作提供了强有力的技术支持,也为“十二五”的工作打下了良好的基础。可以相信,通过全体同行们的继续努力,“十二五”期间我国的钻探技

术和装备总体水平将会获得更大的提升。

#### 参考文献:

- [1] 胡时友,宋军,张伟,等.汶川地震断裂带科学钻探(WFSD)项目钻探和测井课题的组织实施与管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12):1-4
- [2] 张永勤.国外天然气水合物勘探现状及我国水合物勘探进展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):1-8
- [3] 张永勤,孙建华,赵海涛,等.天然气水合物保真取样钻具的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):62-65
- [4] 2000m地质岩心钻探关键技术与装备钻探试验示范工程取得重大进展[J].探矿工程(岩土钻掘工程)2010,37(3):77
- [5] 2000m地质岩心钻探关键技术与装备研制成功[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):10
- [6] 刘凡柏,王庆晓,李文秀,等.YDX-2型全液压岩心钻机的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):32-35
- [7] 谭春亮,宋殿兰,贾军.全液压车载钻机在缺水地区化探取样中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):7-10
- [8] 胡汉月,向军文,刘海翔,等.SmarMag定向中靶系统工业试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):6-10
- [9] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等.系列高效液动锤的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31
- [10] 阮海龙,纪卫军,沈立娜,等.针对复杂地层金刚石钻头的改进与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):67-69
- [11] 赵尔信,蔡家品,贾美玲,等.浅谈国内外金刚石钻头的发展趋势——高效、低耗[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):70-73
- [12] 贾美玲,欧阳志勇,马秀民,等.深孔钻探金刚石钻头技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(12):71-73
- [13] 王胜,陈礼仪,刘科宇.KL植物胶钻井液的环保特性研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(5):13-15
- [14] 罗宏保,宋军,赵建勤,等.新型偏心跟管钻具的设计与有限元分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12):33-36
- [15] 肖德芬,吴宝和.小口径钻孔组合桩技术在地质灾害治理工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(7):73-75
- [16] 郭启锋,王佃明,黄磊博,等.地质灾害监测无线自动化采集传输系统的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(7):9-13
- [17] 李伟峰.三峡库区三期地质灾害防治监测预警的主要方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(7):14-17
- [18] “中国地质调查局深部地质钻探技术培训交流会”在安徽黄山举办[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(7):24
- [19] 第二届全国地质勘探技术研讨会在安徽六安召开[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11):18

