

地质找矿科技成果系列丛书之六

地质钻探勘查技术

国土资源部科技与国际合作司

二〇一二年九月

地质找矿科技成果系列丛书

编委会

主 编：徐绍史

副主编：徐德明 汪 民

编委会主任：钟自然

编委会副主任：姜建军 彭齐鸣 李金发

编 委：（以姓氏笔画为序）

王 昆	王宗起	付 英	白星碧	刘跃进	许大纯
张金昌	连长云	罗立强	郭珍旭	高锦曦	韩子夜
韩和平	熊盛青	谭永杰	鞠建华		

执行编委：（以姓氏笔画为序）

马 岩	马 梅	文 波	王少波	邓 玲	韦延光
兰井志	冉恒谦	史长义	任玉峰	刘凤山	刘 刚
刘 佳	吕振福	孙文泓	孙建华	朱勃霖	齐 华
何凯涛	宋 元	张成强	张学君	张明华	张振华
张振海	张 强	张辉旭	李永胜	李 冰	李 杰
李超岭	李 颖	杨少平	杨日红	杨红霞	杨 玲
屈文俊	岳铁兵	范继涛	柳群义	胡小平	胡 平
胡 欣	赵财胜	赵恒勤	赵春锋	徐志刚	徐 浩
秦绪文	耿树方	聂洪峰	袁桂琴	贾文龙	贾其海
郭宪璞	高林志	黄学雄	黄洪波	葛晓立	谢文卫
谢秀珍					

前 言

为贯彻落实《找矿突破战略行动纲要（2011—2020 年）》（国办发〔2011〕57 号）和“找矿突破战略行动动员部署电视电话会议”精神，保障找矿突破战略行动总体目标的实现，切实依靠科技进步推动找矿突破，加快科研成果转化，充分发挥已有科技成果在找矿突破中的支撑引领作用。

在找矿突破战略行动办公室统筹部署下，我们启动了《地质找矿科技成果系列丛书》编写工作。经各省、自治区、直辖市国土资源主管部门、中国地质调查局、武警黄金指挥部、部其他直属单位、有关学会、协会和高等院校推荐，有关院所组织专家严格把关和专家筛选，编委会审定，科技与国际合作司汇编形成了《地质找矿科技成果系列丛书》。该丛书主要包括：基础地质（21 项）、矿产地质（91 项）、地球物理勘查技术（47 项）、地球化学勘查技术（20 项）、遥感勘查技术（23 项）、地质钻探勘查技术（82）、岩矿测试分析技术（37 项）、矿产资源综合利用技术（90 项）、地质信息技术（25 项）、地质矿产标准规范（166 项）等 10 个方面共 602 项科技成果。

我们深信，《地质找矿科技成果系列丛书》将有助于从事一线工作的地勘人员了解地质找矿科技成果，应用于地质找矿突破，更好地支撑找矿突破战略行动。

藉此机会，我们衷心感谢为《地质找矿科技成果系列丛书》辛勤工作、无私奉献的科技人员和科技管理人员，期望有关单位结合实际情况按照成果汇编中的项目开展科技成果推广活动，并对《地质找矿科技成果系列丛书》不足之处提出批评建议。

内容摘要

自 1999 年国土资源大调查实施以来，研究开发 2000 米以内系列化全液压岩心钻探设备，深孔岩心钻探技术，复杂地层取心钻具，水井钻进技术及装备、金刚石钻头及泥浆技术，浅覆盖区地质调查和化探取样钻探技术，适合沼泽浅滩地形条件的多功能综合钻车系统。瞄准基础地质调查和深部矿产勘查需求，开展前沿性钻探技术预研究。形成了大批的创新性科研成果。这些成果主要体现在以下方面：

具有我国特色的科学深孔钻探技术不断发展。针对硬岩深井连续取心钻进的技术难题，研究开发出一整套具有国际先进水平的科学钻探技术体系，完成深度 5158 米的中国大陆科学钻探科钻一井、攻克了汶川科学钻探中破碎和强缩径地层大直径深孔取心技术难关，对地学研究起到了重要的支撑作用，推动了我国钻探技术的进步和发展。

实现了我国现代化的地质钻探装备更新换代。开展新一代地质钻探装备的研究与开发，初步建成全液压动力头岩心钻机系列；开展了地质岩心钻探机械化钻杆拧卸技术的研究与应用，降低了劳动强度，提高了施工效率；钻井液综合测试技术的研究取得突破，独立研发了具有国际水平测试钻井液仪器，其中高温高压动态膨胀量测试技术为国际首创；研制了复杂地质钻探急需的新型泥浆固控离心设备，弥补了离心固控设备在地质钻探行业应用的空缺；加快了我国地质钻探装备的更新换代。

深部地质矿产勘探钻探技术突飞猛进。研究开发出 2000m 以内的系列岩心钻机、高强度的深孔绳索取心钻杆和铝合金钻杆、系列深孔绳索取心液动锤钻具、新型金刚石钻头等碎岩工具、新型冲洗液材料和工艺、岩心钻探孔内事故处理工具及技术、复杂地层取心钻具等关键技术与装备，通过示范与推广，均在生产实践中取得成功，明显提高了我国的深孔地质钻探技术水平，完成了大量 2000m 以深的钻孔，增强了钻探技术在矿产资源勘查领域的技术支持和服务能力，为我国地质找矿攻深找盲工作的突破的目标实现起到了决定性的支撑作用。

地质调查浅层取心、取样钻探技术应用领域不断扩大。开展了陆地、浅

海和滩涂地质调查取样钻探装备与工艺技术研究，开发出多种系列高效、快速施工装备和工艺，初步完成了反循环取样钻探技术与装备的研究开发，进行了潜孔锤反循环、多介质反循环等高效技术的应用示范，实现了以钻代槽，以钻代井，大大提高了取样的效率，降低了取样的成本，为三维地质填图、化探采样和土地环境评估等领域提供了有效的技术手段。

定向钻探技术应用获得重大突破。实现水溶性矿产开采对接井的重大技术突破，慧磁高精度中靶系统的成功研制，标志着我国定向对接井钻井技术在国际上处于主导地位。导向钻进非开挖铺设管线技术及成套设备为国家经济建设提供技术先进的产品。

新能源勘探开发钻探技术不断创新。开展天然气水合物等新能源勘探开发钻探技术研究，在高原冻土区成功取出天然气水合物样品，并在天然气水合物开采方面取得了初步的成功，开展了煤层气、油页岩钻探技术研究和钻采技术的预研究，进行了油页岩岩样分析测试，解决了 PDC 钻头设计、硅酸盐冲洗液体系设计等钻探难题。使我国新能源勘探取得重大突破，有力地支撑另外国家经济发展的能源勘查技术需求。

滑坡地质灾害调查和防治钻探技术向专业化方向发展。开展地质灾害调查和防治钻探技术研究，促进了钻探技术的进步与创新，开拓钻探技术的应用领域，为地质灾害调查、防治抢险提供强有力的技术手段。

干旱缺水地区的节水高效钻探技术。研发出节水（无水）高效钻探技术，取得了具有国际领先水平的技术成果，在干旱缺水地区推广应用，促进了我国中西部经济发展和矿业勘探效率的提高。

基础工程施工钻掘技术不断进步，有力地支撑了国家基础建设。开展了大口径无循环旋挖、全套管冲抓等基础工程施工技术研究，形成了成套的现代基础工程施工系列装备，在我国经济基础工程建设施工中广泛应用，为我国经济建设提供了技术支撑。

该分册由中国地质科学院勘探技术研究所牵头，按照钻机、泥浆泵、辅助设备、钻具、仪器及工程应用等方面进行了归类并集结成册，供从事钻探施工的各个基层单位参考，加快新装备、新技术新方法的推广与应用，促进新技术的不断完善和提供，推动我国钻探技术进步。

目 录

第一部分 钻机类

1. 浅层轻便取样钻机	(3)
2. KD600 型全液压坑道岩心钻机	(5)
3. SDC 系列全液压多功能车装深水井钻机	(7)
4. 水陆两用全液压钻机	(9)
5. YDX 系列全液压岩心钻机	(11)
6. 1500 m 全液压顶驱式地质岩心钻机	(13)
7. XD 系列全液压动力头岩心钻机	(15)
8. 海上钻探施工简易平台应用	(17)
9. XY-44 A、XY-5A 型岩心钻机	(19)
10. 立轴钻机回转器技术改造	(21)
11. 轻便式全液压岩心钻机	(22)
12. HCD 系列全液压岩心钻机	(24)
13. KZ3000 全液压顶驱式大直径岩心钻机	(28)
14. RC-400 型反循环连续取样钻机	(30)
15. 履带式全液压多功能钻机	(33)
16. XY-2 系列与 XY-1000 型钻机	(36)
17. XY-4、5 系列钻机	(39)
18. XY-5N、6N、8 型钻机	(41)
19. HD-500 型海洋钻机	(44)
20. XD-6 型全液压钻机	(46)

第二部分 泥浆泵

21. BW-150、BW-160 型泥浆泵	(51)
22. BW-250、BW-300 型泥浆泵	(52)
23. BW-280 型系列泥浆泵	(53)
24. BW-1000/12、BW-1500/12 型泥浆泵	(54)

第三部分 辅助设备

25. TGLW350-692T 型钻井液离心机	(57)
26. 机械化岩心钻杆拧卸液压动力钳	(61)
27. SQ114/8 型绳索取心钻杆专用液压钳	(62)
28. YBG 系列液压拔管机	(64)

第四部分 钻具部分

29. 地质岩心钻探用铝合金钻杆	(69)
30. 新型高强度深孔绳索取心钻杆	(71)
31. 多用途高强度绳索钻杆	(73)
32. YZX 系列高效液动潜孔锤	(75)
33. SYZX 系列绳索取心液动潜孔锤	(77)
34. 岩心钻探孔内事故处理工具	(79)
35. 密闭胶体取样钻具	(83)
36. 深孔硬岩高效碎岩金刚石钻头	(86)
37. BH-75 不提钻换钻头钻具	(89)
38. 多功能模块化岩心钻探取心钻具及钻进工艺	(92)
39. LZ 型连续造斜器定向钻进技术	(94)
40. 复杂地层用广谱高效金刚石取心钻头系列	(96)
41. 高效耐磨仿生孕镶金刚石钻头	(98)
42. 大口径阶梯式拼装组合钻头	(101)
43. KZ 型扩孔钻头	(104)
44. 煤层气钻采井扩穴钻头	(106)

第五部分 钻进工艺部分

45. 水力反循环连续取心(样)钻探技术	(109)
46. 多介质反循环连续取样钻探技术	(112)
47. 物探震源孔复杂地层快速成孔工艺	(115)
48. 高精度定向及水平钻进技术	(118)
49. 中空式潜孔锤反循环连续取样钻探技术及装备	(121)
50. 空气潜孔锤跟管钻进技术	(125)
51. 空气潜孔锤取心跟管钻进技术	(128)

52. 破碎和强缩径地层大直径深孔取心技术	(131)
53. 复杂地层原状岩心采取技术	(134)
54. 贯通式潜孔锤反循环连续取心钻探技术	(138)
55. 潜孔锤反循环钻探技术	(142)
56. 泡沫水泵增压钻探技术	(145)
57. 陆地永久冻土天然气水合物钻探技术	(147)
58. 大口径多工艺空气钻探器具及工艺	(148)
59. 大直径、超深钻井工程成套技术应用	(150)
60. 煤田深部绳索取心金刚石钻进技术	(152)
61. 深部矿体勘查钻探技术工艺方法优化研究	(154)
62. 深部找矿钻探技术综合研究与应用	(157)
63. 铝土矿螺旋钻进工艺技术	(159)
64. 多工艺快速钻井技术	(161)
65. 煤层气多分支水平井钻井技术	(163)
66. 煤层气钻井完井工艺技术研究	(166)
67. 复杂地层冲洗液护壁技术	(168)
68. 天然气水合物钻探低温泥浆制冷技术	(172)
69. 地质调查钻探泥浆数据库研究	(176)
70. 地质灾害防治环保泥浆研究	(178)
71. 新型甲酸盐钻井液体系研究	(180)
72. 新型胶凝固结材料研究	(182)
73. 新疆大黄山豫新煤业瓦斯抽采技术	(184)

第六部分 仪器设备类

74. “慧磁”钻井中靶导向系统	(189)
75. 全自动动态钻井液抑制性和流变性测定仪	(192)
76. CQ-1 型磁球定向单点测斜仪	(194)
77. EPM-100A 型岩石点荷载强度测试仪	(197)
78. MS-1 型锚索预应力测量系统	(199)
79. 小直径电磁波随钻测量系统	(202)
80. 钻孔测斜仪	(205)
81. 多功能定向钻探软件系统	(207)
82. 车载式地层热物性原位测试仪	(209)

第一部分 钻机类

浅层轻便取样钻机

一、内容概述

地质环境的变化及人类活动造成的环境污染等要求地质钻探取样技术能为地球化学勘探及样品测试高效快速地提供无污染和更真实可靠的地表之下的浅层样品。因此，研究开发高效节能的地质调查取样钻探技术，对加速地质矿产资源的勘探开发、提高地学研究水平、保护生态环境及实施节约型经济都具有重大的现实意义。

近年来相关单位相继研发出了浅层取样钻机系列，主要应用于地质、冶金、水电、铁路、交通、环保等行业。该系列钻机重量轻，搬迁容易，钻进效率高，适合空气泡沫钻进、空气潜孔锤钻进、多介质反循环钻进、泥浆正循环钻进、长螺旋无循环钻进、高速金刚石钻进等多种钻探工艺，钻机稳定性与抗震性好，钻进快捷、操作方便，有利于野外单机施工作业。为了更便于携带和满足难以到达地区取样，钻机可采用汽油机直接驱动，并配备铝合金钻杆及各种取样钻具和取样钻头，钻头有金刚石取心钻头、合金取心钻头、螺旋钻头、开合式钻具等，以满足各种地层钻进及取样要求。

中国地质调查局勘探技术研究所研制的 QK 系列钻机至今已开发出 QK-5、QK-10、QK-50、QK-100、DR-150（QK-150）四个型号。

北京探矿工程研究所研制成功了 TGQ 系列取样钻机，主要有 TGQ-5 型，TGQ-10 型，TGQ-30 型，TGQ-50 型，TGQ-100L（Z）型，TGQ-300 型多种浅层取样钻机。



图1 QK-10 浅层取样钻机



图2 单人背包钻机

二、应用实例

(1) QK-5 手持式浅层取样钻机已经推广数十台。目前，在青藏高原、漠河地区得到广泛应用。QK-10 型钻机在厦门取得单孔钻进深度 17 米的好成绩；QK-50 型车载化

钻机在内蒙古四子王地质调查填图钻探取样中取得了良好的地质效果,实现了早晨开孔,下午终孔的高效率记录,成本大大低于浅井和槽探施工,对草原植被、生态环境的破坏降低到了最小限度;DR-150(QK-150)型钻机采用空气反循环工艺,在内蒙古东胜进行的盆地深穿透化学探测取样中,日钻进效率近百米。2009~2011年,手持轻便取样钻机在青藏高原进行了天然气水合物化探取样施工。

(2) 国土资源部与黑龙江省共同投资的第一个省部合作项目“多宝山矿产资源远景调查”。

采用钻机设备: TGQ-10 型取样钻机

采用主要钻具: 采用 $\phi 46$ \ $\phi 60$ 金刚石单双管钻具, $\phi 46$ \ $\phi 60$ 合金单双管钻具, 射流取心钻具以及螺旋钻进等工艺。

取得的效果: 完成进尺 3999.78 m, 最深钻孔 22.1 m。平均钻进效率 2.2 m/h, 最高效率 3.5 m/h。

(3) 地质大调查局项目“应用机动浅钻地球化学勘查方法技术研究”。

采用钻机设备: TGQ-30 型取样钻机

针对三种典型, 工作组制定了几套工艺方法:

(1) 山坡及突露地区直接采用普通双管钻进, 配合泥浆, 操作简单, 采取率高 90% 以上。

(2) 对于覆盖层比较完整的地区, 采用普通单管开孔钻进 2 m, 更换为 $\phi 46$ 绳索取心钻具钻进。

(3) 对于覆盖层较厚且含水, 易坍塌, 缩颈地层, 采用 $\phi 60$ 螺旋钻杆钻进 8~12 m 至完整地层, 下套管 2~3 根 (4 m/根) 然后更换 $\phi 46$ mm 绳索取心钻具继续钻进。

取得的效果: 此次在安徽省庐江县白湖地区完成钻孔 21 个, 钻进 490 m, 平均时效为 6.8 m, 化探专家随钻取样, 每 1 m 取 1 个样品。取样质量满足化探研究的需要, 在原有矿区周边发现了新的矿藏点, 取得了满意的经济效果。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位: 中国地质科学院勘探技术研究所

联系人: 谢文卫

通讯地址: 河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码: 065000

联系电话: 0316-2096501; 13700368287

电子邮件: 13700368287@139.com

技术依托单位: 北京探矿工程研究所

联系人: 宋殿兰

通讯地址: 北京市海淀区学院路 29 号探工楼 206 室

邮政编码: 100083

联系电话: 010-82321071; 010-82323397

电子邮件: songdianlan@163.com

KD600 型全液压坑道岩心钻机

一、内容概述

KD600 型全液压坑道岩心钻机是为坑道内进行岩心钻探施工而设计的钻探设备，具有体积较小，能力大，可以任意倾角施工的特点。

钻机模块化结构设计，钻机的各个模块便于组装分解，使结构简单，操纵控制方便，在满足钻探工艺要求的前提下，减轻钻机质量，同时考虑钻机的模块能在以后设计的系列产品中减少设计工作，增加通用化程度。采用双极油缸，固定油缸缸杆，油缸的缸筒往复运动。开式液压系统中的负荷敏感控制方式。孔口钻杆夹持采用氮气弹簧孔口钻杆夹持器，氮气弹簧液压卡盘。分体控制操纵台集中了钻机的所有的调节手柄和按钮，操作方便；面板上布有仪表，易于观察钻机运行工况，电液控制管线的布置设计，电机启动系统按钮。采用液压马达驱动、机械排绳机构的绳索取心卷扬。钻机有滑橇式和履带式两种地盘，在大型坑道内可以实现履带自行就位。马达驱动叶片的泥浆搅拌装置。

随着新一轮国土资源大调查工作的不断深入，我国岩心钻探领域年开动的钻机数量将不断增加。全液压坑道岩心钻机以其机械化程度高、钻探效率高、取心质量好、岩心采取率高、操作安全性好、运移方便、勘探角度可变等特点，将具有非常好的应用前景，它的大量推广应用必将为我国带来显著的经济效益和社会效益。

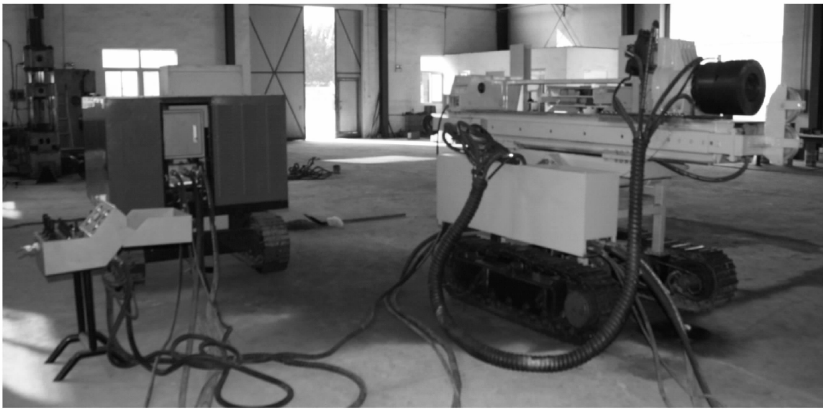


图 1 KD600 钻机

KD600 型全液压坑道钻机主要技术参数

	KD600
N 规格钻深 m	600
发动机功率 kW	电机 90 + 7.5

续表

	KD600
液压系统压力 MPa	29
动力头扭矩 Nm	480 ~ 3000
动力头转速 rpm	0 ~ 1000
副绞车提升力 t	1.5
副绞车容绳量	700 m@6 mm
给进力/提升力 t	18/18
给进行程 m	1.8
桅杆滑移行程 m	1.5
卡盘通孔直径 mm	95
履带驱动能力 t	3
履带速度 km/h	3
泥浆搅拌器转速	2000r/min
井口夹持器	液压夹紧、液压松开、通孔直径 95 mm
泥浆泵 MPa/L	160/10

二、应用实例

600 m 全液压坑道岩心钻机是目前国内设计参数最大的、钻深能力最深的坑道钻探设备，对于既有固体矿产危机矿山的深部勘探和生产钻探具有一定的实际意义。可以满足深部找矿勘探技术产生巨大的需求。钻机的推广应用顺应矿山勘探的需求，通过进一步的改进提高后，将具有比较广阔的市场前景。

KD600 型全液压坑道岩心钻机已经在山东省海阳市郭城镇龙口金矿区进行了应用推广。全孔绳索取心，完成 $\phi 71$ mm 口径的岩心钻探孔 366 m 的工作量，取心直径 $\phi 46$ mm，为坑道地质勘探提供了优质的岩心样本。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501；13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

SDC 系列全液压多功能车装深水井钻机

一、内容概述

全液压车装钻机具有技术先进、机动灵活、钻进效率高、自动化程度高、工人劳动强度低等优点，是目前国外钻机的主流机型。而我国全液压车装钻机的正式引进、消化和使用是从 2000 年之后开始的，国产全液压车装钻机的研制是从 2006 年 SDC - 1000 钻机项目的启动开始的。SDC - 1000 钻机于 2008 年完成研制，2009 年完成生产试验并验收，从 2009 年开始市场推广和生产施工，并在施工的基础上不断改进完善和系列化研究。到目前为止 SDC 系列全液压多功能车装深水井钻机已经发展出 SDC - 1000，SDC - 1500，SDC - 2000 三种机型，提升能力从 46 ~ 110 t，钻进能力也从 1000 m 提升到 2500 m，是国内规格系列比较全的产品之一。

SDC 系列全液压多功能车装深水井钻机是针对国内水井施工和煤层气施工工艺特点研制的，并可兼顾煤层气及工程抢险施工的全液压车载钻机，与国外同类钻机相比性能相当，但是价格便宜、服务及时、针对性强，并适合国内的施工工艺。

SDC 系列钻机主要用于大口径水井、煤层气抽采井、浅层油气井等深度在 300 ~ 2500 m 之间的钻井施工设备。汽车底盘采用 8 × 4/10 × 6/12 × 6 等多种驱动形式，可满足各种路况需求。钻机可采用底盘柴油机做动力，也可单独配柴油机，配置灵活。柴油动力机组满足国三/国四排放标准，符合国家有关政策规定。采用全液压驱动方式，操作方便，拧卸扣、吊装钻具设有液压辅助工具可大幅减少工人的劳动强度并增加工作效率。设有双卷扬机，方便辅助作业。通过更换接头型号，可以采用 27/8"、31/2"、41/2"、5"等多种规格单/双壁钻杆，适应性强。钻机可配套空气正循环、空气反循环、气举反循环、空气泡沫等钻进工艺，满足快速钻探的需要。

SDC 系列钻机参数

型 号	扭矩 Nm	转速 rpm	提升力 kN	加压力 kN	给进行程 m	主卷扬机拉力 kN	副卷扬机拉力 kN
SDC - 1000	13000	130	462	226	11.5	40	20
SDC - 1500	16000	130	603	200	12.5	40	20
SDC - 2000	20000	140	800	200	14.5	40	20
SDC - 2500	22000	140	1100	200	15.5	40	20

各系列钻机可根据需要配置车载设备，如大流量空压机（空气钻进用）、小流量大压力空压机（气举反循环用）、泥浆泵、泡沫泵、潜孔锤注油器、离心泵、换杆器、孔口工具等。

二、应用实例

从 2009 年开始，SDC - 1000 型钻机样机一直参与水井和煤层气井的施工任务，到



图1 SDC-1000 型钻机外形图



图2 SDC-1000 型钻机外形图

2011 年为止共完成 7 口生产井施工，中间按照甲方的要求将钻机的提升能力加大以满足定向井施工工艺要求，并完成 1 口定向井的施工任务。

施工实例一：SDC-1000 型钻机于 2009 年 5 月 2 日—9 日，在山西晋城沁水县殷庄镇 CZ-205# 井进行生产施工，施工周期 8 天，完成孔深 564.0 m，日平均进尺 70.5 m/d。日进尺效率与德国宝峨 RB50 钻机平均日进尺 80.4 m/d 相当。该孔经沁水蓝焰煤层气有限责任公司技术部领导、专家和现场监理人员验收合格，并已经交付使用。

施工实例二：SDC-1500 型钻机于 2011 年 5 月 11 日至 6 月 29 日，在陕西韩城薛峰镇韩试 19 向 2 井进行定向井施工，完成孔深 805 m 的定向井一口，经测井公司检测，满足煤层气钻井规范要求，并下管成井。

施工实例三：SDC-1500 型钻机于 2011 年 8 月 17 日至 9 月 14 日，在山西晋城沁水县固县镇后河村进行垂直井生产施工，完成孔深 718.5 m 的垂直井一口，经测井公司检测，满足煤层气钻井规范要求，并下管成井。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501；13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

水陆两用全液压钻机

一、内容概述

1. 成果简介

“盐湖探险一号”钻机是根据青藏高原盐湖综合资源地质大调查项目要求，为实现到西藏阿里无人区开展科学探险和试验，设计制造的国内首台水陆两用钻机。

我国海岸带地质条件复杂，有泥沙淤积的软弱地基，也有沼泽密布的滩涂湿地，大部分属于难进入地区，现有装备不能满足海岸带地质钻探要求。为此，勘探技术研究所于2008年开发研制成功“海勘一号”型全液压轻便钻机。



图1 盐湖探险一号钻机



图2 海勘一号钻机

2. 主要特点

“盐湖探险一号”与“海勘一号”钻机均属水陆两用全液压轻便钻机，钻机采用上下两节桅杆和顶驱式铰接液压力头结构，配有泥浆泵及主绞车，采用开式液压负荷敏感控制系统，可进行无级调速，钻机转速范围宽，扭矩大；给进系统采用油缸直接给进系统，给进行程长，给进力大，起拔力强，而重量轻。底盘均采用浮箱链轨式两栖类行驶底盘，该结构具有以下特点：①浮力储备较大；②接地比压较低；③有较好的水上工作稳定性；④底盘的离地间隙大，可保证在泥沼等地域有良好的通过性；⑤拆装式结构有利于分解运输；⑥履带瓦采用特殊航空用铝合金，既防腐又重量轻。动力均选用东风-康明斯发动机，配有大容量燃油箱，适合野外作业使用；行走系统采用静液压传动，驱动行走链条和链轨运动，实现行走与滑移转向；配有液压自救绞车；每个行走浮箱体内部有五个独立隔舱，确保安全；箱体装有阳极防护，以削弱海水腐蚀；车身外侧标示吃水标尺，提高使用安全意识。

二、应用实例

1. 应用范围

钻机主要用于沼泽、滩涂、水域等复杂地区进行地质取心钻探、原位测试、科学探险、考察、工程地质勘探，尤其适合高原盐湖缺氧地区及软弱地基上的滨海滩涂和有水的潮间带钻探工作等，配备其他辅助设备可完成河道清淤挖掘、管道铺设、丛林清障、荒地开垦、喷洒农药等工作。

2. 应用效果

2001 年 4 月，“盐湖探险一号”钻机做为首台进藏参加科考的钻探设备，用于探查世界海拔最高的盐湖。喀湖错面积 15 km²，海拔 4930 m，湖心水深 0.7 m，在湖心完成 2 个钻孔，取得较好的岩心。聂尔错面积 20 km²，海拔 4410 m，完成钻孔 18 个，进尺 51 m，聂耳错湖为新发现的高品位硼镁矿，通过勘探圈定了该矿的储量，预计该矿价值约十亿元。在 2003 年聂尔错的详勘中，又完成 60 多个孔，其中水里 7 个孔，取得丰富的岩心岩样。

2008 年 10 月，在青岛海洋所协助下，“海勘一号”在青岛海湾大桥施工区附近的滩涂地进行钻探试验。该滩涂既有硬地面，也有多年淤积的软泥地，水浅船不能行走，人工搭建平台进行勘察太费时费力，在此要进行工程地质勘察。“海勘一号”在此勘察带行驶正常，定位后先进行原位测试，之后进行了 2 个回转孔的施工，孔深均在 20 多米，取得了较好的效果。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501；13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

YDX 系列全液压岩心钻机

一、内容概述

1. 成果简介

YDX 系列全液压地表岩心钻机是达到国际水平的钻探设备，采用 N 规格钻杆，钻深在 600 ~ 2200 m，具有独立自主知识产权，已经在国内和国际市场上进行了广泛的推广应用。一方面，对于国内市场，是替代进口钻探设备的优选机型；另一方面，对于国际市场，由于国产设备具有较高的性价比，可以与老牌的国际钻探设备供应商进行市场竞争，在大部分国外地区具有相当高的吸引力。



图1 YDX-5 钻机



图2 YDX-4 钻机

2. 结构组成

YDX 系列全液压地表岩心钻机涵盖 YDX-2、YDX-3、YDX-4、YDX-5 四种型号。主要由轻便桅杆、动力头、动力（柴油机、电机）系统、主绞车、绳索取心绞车、履带/拖车/汽车底盘、液压系统、操控系统、给进系统、泥浆泵、孔口夹持器、泥浆搅拌器等组成。

3. 主要特点

钻机配备 4 挡手动变速箱和液压马达，转速在 0 ~ 1200 r/min 之间可无级调速，速度范围宽、扭矩大，有利于以金刚石钻进为主体的多种钻探工艺对转速的选择；钻机回转器通孔直径大，变换卡瓦可用于国内或国外标准不同孔径的钻杆；给进行程长，减少了辅助工作时间，有利于提高钻探效率，减少孔内事故；可以实现加压、减压钻进、称重、快速提升等工作状态；大量选用标准件、通用零部件，标准化、通用化程度高，利于钻机组织生产，降低使用成本。该系列钻机全部为模块化设计，采用液压顶驱动力头，具有无塔升降钻具、给进行程长、无级调速、机械化程度高、配套器具齐全、生产效率高、运移方便等优点，代表了最新的发展潮流。

二、应用实例

1. 应用范围

YDX 系列全液压地表岩心钻机专门为固体矿藏地表取心作业而设计，适用于金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺方法，也可用于水井、锚固钻进、工程地质钻进工艺；地矿、冶金、有色、核工业、煤炭、武警黄金部队、水力部门等系统的钻探施工队伍以及市场上的个人投资者均可应用该系列钻机进行施工作业。

2. 应用效果

核工业宁夏工程公司采用 5 台 YDX-3 型系列钻机，2006~2009 年累计完成钻探工作量 50000 m，为单位创产值 2750.00 万元。其中在新疆哈密黄山东铜镍矿区，探明铜储量 20 万 t、镍储量 15 万 t，整个矿区潜在经济价值在 10~13 亿元；在柬埔寨罗文铁矿区，探明铁储量 4000 万 t，整个矿区潜在经济价值在 8 亿元。

青海省第二地质矿产勘查院用 5 台 YDX-3 型钻机，2007~2009 年，累计完成钻探工作量 35769 m，为单位创产值 2861.52 万元。

广东金源矿业集团用 1 台 YDX-2 型钻机，2008 年至 2010 年在内蒙古满洲里市新巴尔虎右旗及赤峰市克什克腾旗某矿区完成钻探工作量 5000 多米。

西安侨华置业有限公司用 1 台 YDX-4 型钻机，于 2010 年在海拔 4200 余米的青海省都兰县果洛龙洼金矿完成钻探工作量 1500 余米。

2009 年 8 月至 2010 年 4 月，山东省正元地质勘查院烟台分院用 YDX-5 型钻机 1 台，在山东乳山金青顶金矿区完成顶角 80°、孔深 2200 多米的钻孔，创造了 H 规格钻具钻深 1461 m 及下入 H 规格套管 1461 m 的 2 项全国纪录，以及 N 规格钻具终孔深度达 2212.8 m 的全国纪录。

2011 年 8 月开钻，勘探所承担的国土资源公益性行业科研专项《重要异常钻探验证及金属垂向分布规律研究》，采用该新型专利研制成功的 2000 m 全液压岩心钻机，在庐枞矿集区刘屯完成终孔口径 77 mm、深 2012.35 m 的钻孔，为庐枞矿集区成矿理论和探测技术研究提供实物资料和物性数据。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501；13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

1500 m 全液压顶驱式地质岩心钻机

一、内容概述

1500 m 全液压顶驱式岩心钻机研发是由吉林大学承担的吉林省科委项目，2006 年立项，2009 年完成。该钻机是应用于地质岩心勘探开发的设备。钻机所有功能均为液压驱动和控制，达到操控精确；给进装置实现加压钻进、减压钻进、称重、快速提升等动作；回转机构能在 0 ~ 1200 转/分之间无级调速，并具有一定的扭矩。采用履带自行底盘，便于搬迁和适应不同地形的钻孔需要。钻机的主要配套件均采用进口件组装，性能稳定，结构紧凑，布局合理，能适应金刚石绳索取心钻进、空气泡沫钻进、定向钻进、液动冲击回转钻进和反循环连续取心钻探工艺等多工艺施工要求。满足 1500 m 深度以内油页岩、煤层气、地热井和危急矿山深部资源找矿勘探开发的需要。也可以用于水井、边坡锚固、注浆、工程地质勘察等钻进。

钻机由动力头、塔架、主卷扬、副卷扬、柴油机、底盘（步履）、夹持器、液压系统、柴油机、操作台（含仪表）、泥浆泵、电气系统等组成。由柴油机直接驱动三联变量、定量泵组，组成三个工作回路。动力头、主卷扬、左右行走、给进、绳索卷扬采用负载传感驱动回路；上卡盘、下夹持器、泥浆泵采用液压手动控制；起杆、滑杆采用液压手动控制，上扶正器为电磁控制。钻机所有功能均为液压驱动和先导控制，负载传感，达到操控精确；给进装置实现加压钻进、减压钻进、称重、快速提升等动作；回转机构做到 0 ~ 1200 转/分之间无级调速、并具有一定的扭矩。钢履带自行底盘、行驶方便具有良好的越野性和爬坡能力。钻机的技术特点如下：



图 1 1500 全液压钻机

(1) 钻机采用模块化设计，各个部件模块便于组装分解，安装、维修便捷；

(2) 全液压驱动，能在较大范围内实现无级调速和恒功率调节；回转机构采用负载敏感控制，给进机构采用恒压控制；

(3) 动力头转速可实现无级调速，转速范围宽，扭矩大，有利于多种钻探工艺对转速的选择；

(4) 履带底盘自行行走，爬坡能力强，搬迁挪移孔位非常便利，且能进行远程遥控和手动控制；

(5) 采用长行程液压缸给进机构，能进行加、减压钻进，自重钻进、称重、快速给

进提升等，并能进行自动送钻；可满足不同钻探施工工艺的需要。

(6) 液压泵、液压马达、主控制阀、行走阀、油缸控制阀、各种阀芯、冷却器、液压胶管、密封、轴承等全部采用进口件；

(7) 采用进口主绞车，工作性能可靠，安全性能好。

(8) 配有下夹持器、钻杆导正器、钻杆扶正架、钻杆卸扣工具支架和高位工作台。

二、应用实例

全液压岩心钻机主要应用于地质岩心钻探。适应于金刚石绳索取心钻进、空气泡沫钻进、液动冲击回转钻进和反循环连续取心钻探工艺等多工艺施工，能满足 1500 m 深度以内油页岩、煤层气、地热井和危急矿山深部资源找矿勘探开发的需要。

已与吉林省探矿厂联合开发，生产出五台全液压岩心钻机，并全部售出，其中有 3 台已应用于工程施工，取得了良好的经济效益。

2011 年 5 ~ 6 月在新疆白干湖进行了钻孔施工，施工现场的最低海拔在 4300 m 以上。戈壁滩的自然环境极其恶劣，几乎每天下雪。地层情况：戈壁滩地层松散，很容易塌孔，大都是斜孔。通过对 2 个孔的施工看，钻机动力强劲，各部件运转平稳可靠。由于采用了国际先进的厂家零件，液压件十分可靠。钻机经受住了恶劣条件的施工，动力头部件目前没发生过卡阻等现象，也没出现如零件损坏现象。证明设备关键部件设计合理、安全。

应用前景及市场预期：

国土资源部关于促进深部找矿工作的指导意见所明确的深部找矿工作战略目标是“开展主要成矿区带地下 500 ~ 2000 m 的深部找矿资源潜力评价，重要固体工业矿体勘查深度推进到 1500 m”。在这一目标下，各省局勘探工作量骤增，对钻进深度达 1500 m 的岩心钻机需求量很大，导致设备短缺。因此使得地质技术装备在近二三年内需求旺盛，购置踊跃。而国内现有装备水平很难满足要求。

根据国内地质勘查形势，本项目钻机，关键液压元件按进口钻机方案配置，全部采用进口原件，其余部件选用中外合资企业生产，在性能上完全可以与国外钻机相媲美。而该钻机制造成本约 80 万元，市场定价 130 ~ 150 万元，故研发成功后在国内外有很强的市场竞争力。该钻机可满足于油页岩、煤层气、地热、危急矿山深部勘探找矿的需求。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：吉林大学

联系人：孙友宏 于萍

通讯地址：吉林大学朝阳校区建设工程学院

邮政编码：130061

联系电话：0431 - 88502066

电子邮件：syh@jlu.edu.cn

XD 系列全液压动力头岩心钻机

一、内容概述

XD 系列全液压动力头式岩心钻机是根据市场需求立项研制的地质找矿岩心钻探设备，主要适用金刚石绳索取心工艺，也可适用冲击回转、定向钻进、反循环连续取心等多种钻探工法，可广泛应用在地质找矿、水井钻进、锚固钻进、工程地质钻进等探矿工程施工领域。

XD 系列全液压动力头式岩心钻机设计吸取了国外产品优点，也考虑了我国地质钻探的实际情况，该系列全液压动力头岩心钻机具有以下特点：

钻机自带钻塔，作业时塔上无人，降低事故率，本质安全。

钻机全液压驱动，所有执行机构均可实现无级调速。

钻机动力头在钻塔上的移动采用导轨、滑板结构方式，对动力头的导向性好，滑板与导轨的间隙可以调节，磨损后可以补偿、更换，长行程油缸直接加减压进给刚性大，可减少倒杆次数，有效防止岩心阻塞，提高作业效率。

自主设计生产的动力头变速箱设有多级机械变速，结构紧凑，使用变量液压马达驱动，采用恒扭矩—恒功率调速方式，动力头输出转速可全程、连续无级调节，转速范围广，适用于金刚石绳索取心、冲击回转等多种钻探工艺的需要。动力头式变速箱获得国家实用新型专利（ZL200620085555.1）。

自主设计生产的液压卡盘和液压夹持器，结构新颖，性能可靠，维护方便。液压夹持器获得国家实用新型专利（ZL200620085556.6）。

动力头在侧移油缸的作用下可侧向滑移让开孔口，复位后机械锁紧，操作便捷、省力、安全，稳定性好。施工斜孔时，其实用性尤为突出。

钻机可配置电动机或柴油机两种动力；有整体式或分体式两种结构；有履带式、拖车式两种装机型，能适应不同矿区和用户的需求。

二、应用范围及应用实例

XD 系列全液压动力头式岩心钻机自 2005 年 12 月投入市场以来，先后莱西新城东季村金矿区、新疆哈密尾亚磁铁矿、布尔津星振矿业铅矿区、滦南县马城铁矿区、山东三山岛金矿、莱州西岭金矿区、内蒙古乌海乌兰煤矿、新疆库尔勒金矿、芜湖市南陵京九矿业矿区、云南省红河州金矿、云南省曼伞国防铁矿等矿区广泛应用，并出口到澳大利亚、哈萨克斯坦、津巴布韦、蒙古、俄罗斯等多个国家。

在以上地区中，莱州西岭矿区 ZK64-7（S75 口径，82 度斜孔，终孔深度 2127.6 m）创 XD-6 型钻机施工纪录，ZK80-1（S75 口径，直孔，终孔深度 1485.1 m）创 XD-5A 型钻机施工纪录，ZK88-3（S75 口径，75 度斜孔，终孔深度 1431.5 m）创 XD-5 型钻

机施工纪录；滦南县马城矿区施工 ZK39-8（S75 口径，直孔，终孔深度 1406.1 m）创 XDL-5 型钻机施工纪录。上述纪录充分验证钻机的作业能力。用户反馈该系列钻机有性能先进可靠、实用性强、效率高、钻机操作集中方便、仪表齐全、便于观察钻机运转情况和孔内情况、用人少、搬迁移动方便、明显地改善了钻探工人的工作条件等优点，受到广大地质队伍的广泛青睐，对推动我国地质找矿事业的发展，提升我国地质装备水平具有重要意义。

XD 系列钻机的研发获得了多项自主知识产权，不仅改变了我国全液压力头岩心钻机长期依赖进口的局面，而且出口到多个国家。经过六年多的推广应用和改进，该系列钻机性能更加完善，使用性能得到用户好评，截至 2012 年 3 月底，已经生产销售近 120 台，在全国各地的地表固体矿勘查项目中广泛应用。形成销售收入达 13000 多万元，利税近 1000 万元，取得了很好的经济效益。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售。

技术依托单位：山东省地质探矿机械厂

联系人：王玉吉

通讯地址：山东省济南市燕子山路 2-2 号

邮政编码：250014

联系电话：0531-88727906 13658631767

电子邮件：wyj8005@163.com

海上钻探施工简易平台应用

一、内容概述

在海上进行钻探作业都要建立一个钻探平台，而目前用于地质岩心钻探的施工平台一般是用漂浮在水上的船舶，船舶平台受潮汐风浪影响很大，不利于钻探施工。石油钻探平台成本费用非常高，而且当钻探工作完成后，平台的拆卸工作也是一个棘手问题。据此，结合海上矿产勘查钻探工程施工项目，设计了一种简易海上钻探平台具有较好的实用性。

平台由甲板和管桩组成，甲板为内空的箱体，可漂浮在水上，海上组装时，逐一将管桩通过甲板上预先留有的桩孔插到海底，在桩的顶端加振动锤，将桩打入海底。然后将甲板沿管桩提离海水高潮时水面 3 ~ 4 m，并把甲板与桩连接固定即完成不受潮汐和风浪影响的平台搭建。把钻探设备安装在平台上即可进行钻探施工。拆卸平台时，先卸开桩与甲板的连接机构，甲板靠自重下落至水面，靠箱体浮力浮在水面上。再将振动锤安装在每根桩的顶端，通过振动和提吊将桩逐一提拔出来即可。平台的安装和拆卸均需要船舶起重设备配合来完成。由于面积的限制，平台上没有生活设施和多余的物资储备，要通过小型船只及时运输来完成。

该施工平台的特点是移动、运输方便，组装灵活，安全性好，克服了潮汐风浪对施工的影响，尤其适合浅海地质岩心钻探等小型或短期的海上钻探钻井或其他水上作业。该项技术于 2008 年取得国家实用新型专利。

钻探施工采用常规陆地施工岩心钻探设备，钻塔高度应适当降低，孔内提出的钻杆平放在平台上，不宜竖立在钻塔上，循环系统由循环槽和设置于箱体內的 2 个约 1 立方米的泥浆池组成。其他设备如发电机、水泵、绞车均可合理摆放在平台上，完全满足岩心钻探施工作业。

二、应用范围及应用实例

2006 ~ 2007 年用于山东龙口北皂海域及梁家西部海域海上煤田钻探施工。龙口海上煤田勘查工程位于龙口市北皂海域和梁家西部海域。设计孔深 120 ~ 590 m，设计总工作量为 2390 m。该勘探区为新生代沉积盆地，是我国重要的石油、天然气产地之一。海上施工周期达 7 个月，完成煤田勘探钻孔 9 个，最大海水深度 15 m，施工最大孔深 570 m，应用效果良好。

山东莱州三山岛是我国重要的金矿成矿区，部分矿体由陆地延伸至海域。2010 年 ~ 2011 年山东省第三地质矿产勘查院在三山岛海域进行金矿普查，完成钻孔 6 个，终孔口径 75 mm，最大终孔深度 1450 m，圆满完成勘查任务。本次勘查有很好的找矿突破，2012 年将进一步进行详查勘探，预计可提交黄金储量百余吨。

海上钻探平台形式多种多样，针对项目的具体情况，设计适合的地质探矿施工的简易



平台，解决了漂浮式平台（以船为平台）存在的不稳定问题，也解决了大型钻探平台造价高、安装程序复杂、配套设备多等一系列问题，取得了较好的社会效益和经济效益，为海上地质岩心钻探积累了丰富的经验。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：山东省第三地质矿产勘查院

联系人：陈师逊

通讯地址：山东省烟台市芝罘区机场路 271 号

邮政编码：264004

联系电话：0535 - 2156780 13953572431

电子邮件：chshixun@126.com

XY-44 A、XY-5A 型岩心钻机

一、内容概述

XY-44A 和 XY-5A 型岩心钻机，适用于以合金、金刚石为主进行大、小口径的岩心钻探，还可用于工程地质勘察以及建筑工程、水电工程、公路、铁路、港口等领域的工程施工。因采用了多项技术创新，钻机性能更稳定、操作更方便。

1. 主要技术创新

(1) 汽车底盘技术的应用

在传动系统和离合变速系统上引进了汽车底盘的设计理念，而且所用零部件也相应地选用汽车上的零部件，故整机在生产上更容易组织，产品质量也更容易得到保证。

(2) 柱销式液压卡盘的设计

卡盘采用油压松开、弹簧夹紧的液压柱卡式结构。该结构是在手动柱销式卡盘的基础上采用液压控制设计而成的。该结构的主要优点是夹紧可靠，不伤主动钻杆，消除了市场上常用的碟簧卡紧、油压松开，三卡瓦自动定心式卡盘结构使用过程中出现的因主动钻杆磨损而引起的卡盘夹紧不可靠，打滑、刮伤主动钻杆、崩卡瓦等现象（该项获实用新型专利证书，专利号：201020200182.4）。

(3) 机架耐磨板的应用

国内同类型钻机的底架与上机架直接接触，易烧伤、磨损快，降低了机架的使用寿命。为解决这个问题，我们在底架与上机架之间增加了材质为 65 Mn（冷硬板）的耐磨片，减少了因上机架移动时，底架与上机架的磨损与烧结，因此底架与上机架更加耐用。同时机架采用低碳钢焊接而成，滑移轨道无需进行淬火等热处理工序，因此减少了加工工序，降低了生产组织难度（该项获实用新型专利证书，专利号：ZL201120144321.0。）

2. 技术经济指标

(1) 汽车底盘技术的应用，不仅缩短了整机的设计制造周期、提高了产品的质量、简化了生产的组织，同时也降低了制造成本，每台降低成本约 620 元；

(2) 柱销式液压卡盘地应用，既保护了主动钻杆，又使其使用寿命延长近一倍，降低了生产成本，该项创新设计比碟簧卡紧、油压松开的三卡瓦自动定心式卡盘降低成本约 220 元。

3. 使用效果

两种钻机在使用过程中的优点主要表现在卡盘夹紧很可靠，主动钻杆不易变形；操纵手柄离孔口近且操作省力；变速箱和操纵系统、主动钻杆、液压卡盘等经久耐用等，减少了维修成本的同时提高了钻探效率。

二、应用范围及应用实例

(1) 江西 901 探矿大队购买一台 XY-44A 型岩心钻机在福建省三明市明溪县小明溪

镇进行施工。该地区地质情况较复杂，采用绳索取心的工艺方法，开孔直径 130 mm，终孔直径 75 mm，最终钻进孔深为 1200 m。

(2) 湖南四〇五队购置一台 XY-44A 型岩心钻机在张家界花垣地区进行找矿工作，该地层以灰岩为主，采用绳索取心的工艺方法，开孔直径 110 mm，终孔直径 75 mm，最终钻进孔深 1050 m。

(3) 江西 901 探矿大队购买两台 XY-5A 型岩心钻机在新余进行铁矿勘察工作。开孔直径 130 mm，终孔直径 75 mm。地质为变质岩、砾岩、灰岩、泥岩地层，采取绳索取心的工艺方法，最终分别钻进孔深 1200 m、1480 m。

(4) 湘南地质勘查院购置一台 XY-5A 型岩心钻机在郴州黄沙坪镇下牛角村进行铅锌矿的矿区勘探工作。开孔直径 146 mm，终孔直径 75 mm。该地区地质以灰岩为主，采取普钻的工艺方法，最终钻进孔深 1200 m。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售。

技术依托单位：中国地质装备总公司技术中心

联系人：黄洪波 赵春锋

通讯地址：北京市朝阳区望京西园 221 号博泰大厦 1503 室

邮政编码：100102

联系电话：010-64789232

电子邮件：techinfo@cgeg.com.cn

立轴钻机回转器技术改造

一、内容概述

2007年3月10日，由新疆地质矿产勘查开发局第九地质大队申请，新疆地质矿产勘查开发局批准了《立轴钻机回转器技术改造革新研究》项目。2007年3月，第九地质大队、勘探技术研究所和无锡探矿机械总厂合作对钻机回转器和液压操纵阀部位进行了设计改造。厂家设计改造工作于2007年10月完成。改造回转器后，钻机的部分功能接近全液压动力头型钻机，即将原主动钻杆去除，由卡盘直接夹持绳钻钻杆工作，改造的立轴可以实现不停钻给进倒杆和不提钻加杆，无需移动钻机让出孔口，就可完成回次提取岩心、投入内管和加钻杆的操作，可减少辅助时间，保证岩矿心的完整性和连续性。特别是在处理孔内异常和孔内事故时可以实现任意位置的回转、循环、“跟管”钻进和加、减压操作，大大降低了事故发生率，提高了处理孔内事故的成功率。

二、应用范围及应用实例

2007年，第九地质大队在11个工区，用改造的8台钻机施工了22个钻孔，和历年统计对比，台月效率有明显提高，事故发生率和钻孔报废率明显下降，在相邻工区同类地层施工的56个钻孔平均台月效率为655.33 m/台月，而改造后的钻机采用同样工艺施工的22个钻孔平均台月效率为787.70 m/台月。台月效率提高20.2%。同时，事故发生率比前三年平均事故发生率降低9.3%，钻孔报废率比前三年平均钻孔报废率降低6.08%。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：新疆地矿局第九地质大队

联系人：韩兰新

通讯地址：新疆乌鲁木齐市沙依巴克区西山路67号

邮政编码：830000

联系电话：0991-8774814

电子邮件：

轻便式全液压岩心钻机

一、内容概述

该钻机是由山东正元地质勘查院自主研发的新型动力头式全液压岩心钻机。该钻机轻便灵活，能够解决目前普通钻机山区作业和坑道钻探存在的主要问题，适用于坑道钻探和山区施工。既能提高钻探效率，又能保证钻探工程质量、降低成本，成本约可降低 20%~30%。可增强钻机使用单位的市场竞争力，具有较大的推广价值。

钻机基本型式为液压驱动及控制、长行程油缸给进的动力头式多功能轻便式全液压岩心钻机。钻机由液压动力站、液压控制台、钻机主体、动力头及液压绞车等部分组成。钻机采取平面布局，模块化设计；配置的进口液压马达的动力头可获得较高的转速和适宜的扭矩；钻机的液压驱动系统采用三个进口油泵并联，一方面减少了单机重量，另一方面还能够实现流量组合，配合压力装置、变量装置可实现扭矩调节和无级变速功能；采用的长行程油缸给进装置，实现加减压、起下钻，有效降低了钻机桅杆高度，增强了钻机稳定性。钻机设计结构合理，重量轻，能力大，用途广泛，适宜于普通钻机不易搬迁的矿区、偏远山区以及坑道岩心钻进。该钻机研制成功后获国家实用新型专利（专利号：ZL200820171743.5）、发明专利（专利号：ZL200810140051.9），其中三路液压合流阀获国家实用新型专利（专利号：ZL200820187783.9）

钻机的主要内容：该轻便式全液压岩心钻机，它包括底座，其特殊之处在于在底座上设绳索取心绞车和立柱，在立柱的底部设液压夹持器，在液压夹持器上方的立柱上设活动导架，导架在立柱上可以上下滑动，动力头由销轴铰接于导架上，动力头可绕销轴旋转，液压马达直接与动力头主轴相连，动力头主轴通过变径接手与钻杆钻具相连，液压马达旋转带动动力头主轴及钻杆钻具旋转；水接头位于动力头下方与动力头主轴直接相连，在立柱的顶端设天车；支腿与底座和立柱连接，用来支撑和调整立柱倾斜度，立柱倾斜角度一般为 30°~90°，支腿包括支腿上节和支腿下节，支腿上节可在支腿下节内滑动，支腿下节的顶端与支腿上节的连接处设锁紧螺丝，支腿上节的上部设导正轮，天车、导正轮和绳索取心绞车三者之间通过钢丝绳和打捞器相连接；在立柱和导架的两侧设两个升降大油缸，油缸伸缩推动导架上下移动，实现给进和提升；液压马达、两个升降大油缸、液压夹持器油缸、绳索取心绞车马达分别与液压回路连接。液压回路中的动力头液压马达、两个升降大油缸、液压夹持器油缸经蓄能器、双向液压锁、分流阀、绳索取心绞车马达等都经液压操作阀通过并联的三路液压合流阀与三台液压油泵连接，三台液压泵由三台电机与电控柜连接或有三台洋马柴油机连接。轻便式钻机的液压夹持器包括两个相对的液压夹持器油缸，连接两对卡瓦，实行夹紧和松开，在液压回路中设有分流阀，保证液压夹持器油缸同步；双向液压锁，防止因泄油使卡瓦松开跑管；钻机的水接头通过壳体、水套及新式密封与动力头主轴连接，由壳体、水套及新式密封实现向钻孔输送循环液；支腿上节与下节

插接在一起，用螺栓固定可调整钻塔的倾角，下节的底端设调整螺杆，用来实现钻孔倾角微调；钻机的手压油泵与三台液压油泵并联，可向液压操作阀供油，用来防止动力机不能工作时紧急起钻。

轻便式全液压岩心钻机与已有技术相比如下积极进步，①通过三路液压合流阀并联供油驱动液压马达回转或油缸升降，根据钻孔需要可以一个或两个或三个油泵同时使用，有利于节能，还能够实现流量组合，配合压力装置、变量装置可实现扭矩调节和无级变速功能；②体质小重量轻，可拆卸性强，最大部件 200 公斤左右，搬迁方便，宜于山区或坑道作业；③绳索取心绞车由液压马达直接驱动卷筒，结构简单，体质小，能实现正反转，完成打捞岩心工作；④夹紧装置采用双向供油，分流阀和双向液压锁，夹持力大且稳定，能防止长时间停钻液压油内泄漏导致夹持力减小而跑管；⑤采用的长行程伸缩式油缸给进装置，实现加减压、起下钻，有效降低了钻机桅杆高度，增强了钻机稳定性，钻进能力，孔径 60 mm，深度 500 m 左右。孔径 75 mm，深度 300 m 左右，调整支腿长度可改变立柱倾角能够实现小倾角钻进，钻孔倾角一般在 30°~90°；⑥系统中安装了手摇泵，当动力机不能工作时仍可用手摇泵起出孔内钻具。

二、应用范围及应用实例

该钻机试验成功后用样机完成了一个实验孔，终孔 $\phi 60$ 径 446.4 m，其中 $\phi 77$ 径 287.3 m；施工最小倾角 39°。以后采取实验与生产相结合的方式对钻机不断改进完善，先后于蓬莱杏山、海阳曲水河、内蒙古满都拉、平度大官庄、乳山金矿坑道、乳山三甲金矿、内蒙古达茂旗、福山唐家堡、招远玲珑金矿坑道、黑龙江黑河等工地施工，到 2011 年 12 月共完成钻探孔 148 个，钻探米数 22848.8 m。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是技术转让、合作开发。

技术依托单位：中国冶金地质总局山东正元地质勘察院

联系人：郑文彬

通讯地址：山东省烟台市只楚路 44 号

邮政编码：264002

联系电话：13562563551 0535 - 6531373 - 2868

电子邮件：13562563551@163.com

HCD 系列全液压岩心钻机

一、内容概述

1. 成果简介

HCD 系列全液压岩心钻机分为 HCDU-5 型、HCDF-6 型（又称：FYD-2200 分体式全液压动力头钻机），是由中国地质装备总公司自主研发、生产的 2 款中深孔岩心钻机，适用于金刚石取心钻探施工工艺（特别是绳索取心），主要服务于矿山地质、环境地质、工程地质等领域的地质勘探作业。



图 1 HCDU-5 型全液压岩心钻机

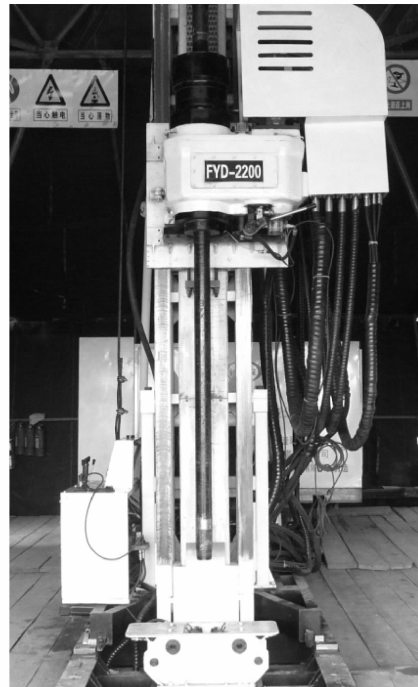


图 2 HCDF-6 型全液压岩心钻机

2. 基本原理

HCDU-5 型钻机主要由动力头、卡盘、桅杆、主卷扬、履带、操纵箱、液压系统、泥浆泵、行走装置、夹持器、绳索卷扬等组成。动力头结构形式采用变量调速液压马达，调速方式为机械换挡+液压调速，可以实现两挡变速；桅杆体为可折回式桅杆，运输方便。

HCDF-6 型钻机利用现有比较成熟的钻探工艺技术，将传统立轴式钻机钻探方式与全液压式钻探方式的优点结合起来，既发挥全液压钻进优势，克服钻深孔时，塔身低的缺陷，达到高效节能的目的。钻机为分体式全液压动力头岩心钻探设备，使用 NQ 钻杆钻深在 2000 m 左右。保留立轴钻机前后移车的功能，配以 24 m 以上高钻塔，满足提大钻时 18 m 立根的工艺要求。

3. 技术特点

HCDF-6 型钻机采用分体模块设计，整套钻机分为主机、动力站、钻塔、泥浆泵等四大独立部件组成。除具备常规全液压岩心钻机的长行程给进、动力头无级调速，大通径卡盘、全部动作液压驱动等特点之外，还有如下自身特点：

(1) 分体模块设计，整套钻机分为全液压主机、动力站、钻塔、泥浆泵等四大独立部件，便于拆装搬迁运输。

(2) 采用重型四角管子钻塔，可提起 18 m 立根，提高深孔起、下钻效率，并为钻探施工提供良好的作业环境。

(3) 可配套绳索取心钻杆专用的 SQ89 型液压动力钳实现机械拧卸扣以降低深孔起下钻时超负荷的劳动强度。

(4) 给进机构采用油缸链条倍速机构，给进行程长达 4.8 m，适用于 4.5 m 绳索取心钻杆和 3 m 普通绳索钻杆。

(5) 动力头调速范围宽泛，机械换挡和液压调速结合，可实现 0 ~ 1200 r/min 的无级变速并实现精确速度控制。

(6) 钻机纵向移车让开孔口距离为 500 mm，同时动力头可沿水平方向移开孔口，孔口位置开阔，方便提钻和取心操作。

(7) 主液压系统采用负载传感控制，操控灵敏，高效节能，其主要元器件与 30 吨液压挖掘机通用，方便采购与维修。

(8) 主要钻进参数采集及数字化显示，塔上等关键操作部位图像传输到操作台，作业班长对整个机台的运行状况一目了然。

(9) 设计有桅杆上段，可实现有塔无塔两用，垂直孔斜孔两用。

4. 技术指标

		HCDU-5	HCDF-6
钻进能力	NQ (69.9 mm)	1200 m	2200 m
发动机		柴油机 132 kW	电机 132 + 7.5 kW
液压系统	主泵	28 MPa ~ 156 L/min	32 MPa ~ 210 × 2 L/min
	辅泵	21 MPa ~ 59 L/min	30 MPa ~ 39 L/min

续表

动力头	1 档 (转速/扭矩)	0 ~ 388 rpm/3600 ~ 1800 Nm	0 ~ 367 rpm/ 5960 ~ 3800 Nm
	2 档 (转速/扭矩)	0 ~ 1240 rpm/1100 ~ 550 Nm	0 ~ 1200 rpm/1820 ~ 1166 Nm
	主轴通径	$\phi 95$ mm	117 mm
	调速型式	机械换挡 无级调速	
	液压卡盘	弹簧卡紧 液压张开	
	夹持力	200 kN	380 kN
	让开孔口	500 mm	500 mm
	主机后移距离	—	500 mm
给进系统	给进行程	3300 mm	4800 mm
	给进力	45 kN	100 kN
	起拔力	125 kN	200 kN
	桅杆摆角	$90^{\circ} \sim 45^{\circ}$	—
	桅杆滑移	900 mm	900 mm
	立根长度	3 m $\times$ 2 m	3 m $\times$ 6 m
主卷扬	单绳拉力	83/128 kN	96/148 kN
	提升速度	53/34 m/min	120/78 m/min
	容绳量	35 m/ $\phi 24$ mm	130 m/ $\phi 24$ mm
绳索卷扬	第一层单绳力	11 kN	15 kN
	最外层绳速	443 m/min	550 m/min
	容绳量	1800 m/ $\phi 6$ mm	2500 m/ $\phi 5$ mm
其他配置	钻塔高度	—	24 m
	底座面积	—	6.5 m $\times$ 6.5 m
	天车负荷	—	450 kN
	滑轮组	—	2 轮
	履带装载	2 ~ 4 km/h	—
	泥浆泵	BW160/10	BW300/12
	搅拌器	YJ-10	
尺寸	外形尺寸	4100 $\times$ 2200 $\times$ 10330	
	运输尺寸	5400 $\times$ 2200 $\times$ 2300	
机重		8500 kg	15000 kg

二、应用范围及应用实例

(1) 2007 年 9 月, HCDU-5 型全液压岩心钻机在河北承德黑山铁矿区 ZK0301 号勘探孔进行了生产性试验。试验从 2007 年 9 月 20 日上午 9 时开钻, 开孔直径 $\phi 110$ mm, 阶梯放置三层套管 $\phi 108$ (深度 5 m)、 $\phi 89$ (深度 15 m)、 $\phi 73$ (深度 30 m); 使用 S56 绳索

取心钻具全孔取心，钻进深度 821.47 m；于 2007 年 10 月 20 日上午终孔，终孔时顶角测斜为 3°（国家标准为每 100 m 允许偏斜 2°），历时 30 d。在整个钻进过程中设备运行状态良好。

试验结果表明，HCDU-5 型履带自行式全液压岩心钻机功能先进、性能优良、设计布局合理、可靠性较高，是目前国内较为理想的一种中深孔全液压岩心钻探设备。

（2）2009 年 5 月 20 日—2010 年 6 月期间，HCDF-6 型全液压岩心钻机在安徽省六安市霍邱县周集镇矿区 ZK1725 孔的深部矿床勘探中，最终创造了 S75 口径钻孔深度为 2706.68 m 的全国纪录，并一举打破了国内取心钻机无法突破 S75 口径连续取心 2500 m 的瓶颈，大大提升了中国取心钻探设备的技术能力和水平。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质装备总公司技术中心

联系人：黄洪波 赵春锋

通讯地址：北京市朝阳区望京西园 221 号博泰大厦 1503 室

邮政编码：100102

联系电话：010-64789232

电子邮件：techinfo@cgeg.com.cn

KZ3000 全液压顶驱式大直径岩心钻机

一、内容概述

1. 成果简介

KZ3000 型深孔取心钻探设备是受中国地质科学院探矿工艺研究所委托，专门针对汶川地震断裂带科学钻探二号孔项目特殊工艺要求而为其量身定做的一款新型钻探设备。该设备是中国地质装备总公司在深部岩心钻探设备领域，将顶驱、大口径、深部钻进三大技术集于一身的阶段性探索创新成果。

2. 技术特点

该设备采用模块化组合设计、全液压驱动，电液比例控制，在成熟的 K31 钻塔和高架钻台的基础上进行系统集成。

一是大口径，钻孔深。终孔直径最大可达 150 mm；采用 $\phi 127$ mm 绳索取心钻杆，钻深可达 3000 m，采用 S95 绳索取心钻杆，钻深有望达到 5000 m。

二是型式独特，采取顶驱/转盘组合式，高速顶驱用于金刚石取心钻进，大扭矩转盘用于扩孔和下套管施工。

三是操控智能化，采用电液控制，主要液压元器件全部采用进口产品，工况稳定，精确度、效率高。

四是适用范围广，工艺先进，不仅能实现提钻取心、扫孔、倒划眼、扩孔等传统的工艺技术，而且也能实现顶驱超长行程的金刚石绳索取心钻进。

五是配套设施齐全。在顶驱/转盘组合式主机之外，配套研发了满足 3000 m 绳索取心钻进用的高压泥浆泵；钻深能力达 3000 m 的 127 mm 绳索取心钻杆；150 mm 绳索取心钻具（含钻头、扩孔器等）。

3. 技术指标

顶驱	转速	0 ~ 480 rpm
	最大扭矩	16 kN · m
	给进行程	10 m
	承载力	1000 kN
转盘	转速	0 ~ 120 rpm
	最大扭矩	40 kN · m
	通孔直径	444.5 mm
	承载力	2700 kN
油缸给进	提升力	1000 kN
	给进行程	10 m

续表

升降（送钻）	单绳拉力	125 kN
	单绳绳速	0 ~ 5 m/s
	游钩能力	1000 kN
	绳径	29 mm
绳索绞车	提升力	40 kN
	容绳量	4000 m
液压动力机组	发动机功率	320 kW
	系统压力	32 MPa
	主泵流量	560 L/min
钻塔及平台	钻塔净高	31 m
	最大负荷	1350 kN
	大钩能力	1000 kN
	平台高度	4 m

二、应用范围及应用实例

KZ3000 型深孔取心钻探设备是专门针对汶川地震断裂带科学钻探二号孔项目特殊工艺要求而为其量身定做的一款新型钻探设备。2 号孔项目，地形特殊，要求全孔取心，岩心直径不小于 85 mm，终孔直径达 150 mm，孔深达 3000 m。按照此要求，目前国内外没有任何一款现成的机型与之相适应，必须重新研制。经过不到一年的时间，样机研制成功。2010 年 7 月初，样机在汶川地震断裂带科学钻探二号孔（WFSD-2）施工现场投入生产试验。经过十多天的试验，2010 年 7 月 19 日，KZ3000 型钻机以其优异的性能和良好的表现博得了设备验收专家组和施工方的一致认可，顺利交付中国地质科学院探矿工艺研究所，并正式投入汶川科钻施工。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质装备总公司技术中心

联系人：黄洪波 赵春锋

通讯地址：北京市朝阳区望京西园 221 号博泰大厦 1503 室

邮政编码：100102

联系电话：010-64789232

电子邮件：techinfo@cgeg.com.cn

RC-400 型反循环连续取样钻机

一、内容概述

1. 成果简介

RC-400 型反循环连续取样钻机是中国地质装备总公司自主研发的一款新型、高效、环保、先进的反循环多工艺钻机。该钻机可用于地质勘探部门取样分析工作。它是地质勘探钻孔、钻凿水井、监测井、地源热泵空调孔及其他深孔的首选设备。



图 1 钻机外形

2. 基本原理

空气反循环取心钻探技术就是利用双壁钻杆以压缩空气为循环介质，不提钻连续提取岩心的先进钻探工艺。

3. 技术特点

(1) 钻进效率高。不需要提钻取心或下放打捞矛提取岩心，钻进与取心同时进行(可配合贯通式潜孔锤)；极大地提高纯钻时间，提高钻进效率，降低钻探成本，每米成本减少 30% ~ 50%；

(2) 岩样(心)无污染。采用空气作为循环介质，不会对岩样(心)造成污染，符合地质要求；

(3) 干旱缺水地区水文地质勘探和找水施工优势明显。

(4) 使用地层广泛，复杂地层通过性好，事故率低。

4. 技术指标

RC-400 型钻机的主要参数见下表：

项 目	参 数	
最大钻孔深度	向下 300 m	
钻孔直径	110 ~ 300 mm	
柴油机功率	132 kW	
动力头转速	90 ~ 180 rpm	
动力头扭矩	4250 ~ 8500Nm	
适用钻杆	$\phi 76$ mm、 $\phi 89$ mm、 $\phi 108$ mm	
调速方式	变量调速马达以及末级齿轮传动调速	
给进行程	3600 mm	
给进力	50 kN	
起拔力	200 kN	
桅杆摆角	90°	
钻杆长度	3 m	
给进速度	0 ~ 5.2 m/min	
倒杆速度	30 m/min	
主泵排量/压力	40 mL/rev 20 MPa	
卷扬第一层单绳拉力	15 kN	
容绳量	30 m ($\phi 8$ mm 钢丝绳)	
履带行走	速度：3.5 km/h	爬坡能力：0° ~ 21°
调平装置	4 条液压支腿	
钻机外形尺寸	6100 mm × 2250 mm × 3100 mm	
整机重量	8000 kg	

二、应用范围及应用实例

1. 应用范围

一是用于地源热泵空调孔、微型桩、水井、监测井等快速成孔工程；二是用于地质勘探钻孔取样。

2. 推广情况

RC-400 型钻机被中国地质调查局“全孔反循环连续取样技术推广”项目选为试验用钻机。

3. 应用实例

在云南大理北衙金矿的取样钻进中，平均 6 分钟可将为 3 m 钻杆钻入孔内，同时钻机机械化程度较高，加接钻杆方便简捷，岩样采取率也基本上是 100%，钻进效率很高。在试验过程中，钻机性能良好，结实耐用，受到了用户的一致好评。



图2 云南大理北衙金矿全孔反循环连续取样钻进现场

4. 应用前景

国外空气反循环钻机虽然机型成熟、性能稳定，但价格昂贵，报价在 60 ~ 100 万美元（不含钻杆钻具），且维护成本高。国内以前没有成熟的既可以实现空气反循环连续取样钻进又可以用金刚石绳索取心工艺的钻机，而 RC - 400 型钻机不仅具备了上述性能，钻进深度在 400 m 以内，且售价一般不会超过 100 万人民币，性价比高。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质装备总公司技术中心

联系人：黄洪波 赵春锋

通讯地址：北京市朝阳区望京西园 221 号博泰大厦 1503 室

邮政编码：100102

联系电话：010 - 64789232

电子邮件：t echinfo@ cgeg. com. cn

履带式全液压多功能钻机

一、内容概述

1. 成果简介

GDZ-300L 型钻机采用空气潜孔锤钻进或跟管钻进工艺，在松散层及基岩石中钻孔有很高的钻进速度。该钻机主要用于地质灾害应急抢险快速成孔。整机重量在 7 t 以内，采用履带装载方式，机动性强，便于搬运。

GSDL-200 钻机是一种机械式长行程、高效、多功能履带式水井钻机。具有机械式钻机的高效，又具有全液压钻机动力头的长行程。适用于合金、金刚石进行大、小口径的钻进外，也可用于压缩空气潜孔锤的钻凿。广泛用于工程地质勘探、水文、水井以及大口径的工程施工钻进。尤其适用于城市建筑中地源热泵空调孔的钻进及钻凿。



图 1 GSDL-200 钻机外形

2. 主要特点

(1) 钻机具有较多(8 档)的转速级数和合理的转速范围。且低速输出扭矩比较

大,便于处理事故,使用范围广。适合于合金、金刚石的泥浆钻机,也可适用于空气潜孔锤钻进。

(2) 桅杆整体滑移,实现落地支撑,增强施钻的稳定性;桅杆可变角度,打斜孔可加撑杆,改善了结构件的受力状况。

(3) 钻机采用主功能为机械传动,其他为液压传动,有效利用功率。使得总体功耗小,成本低。

(4) 钻机采用长行程倍速机构,用于提高钻进效率,减少堵钻、烧钻事故的发生。

(5) 钻机采用双联油泵供油,钻进时用小泵,提下钻时泵合流。功率消耗少,辅助时间短。

3. 技术指标

项 目	GDZ - 300L	GSDL - 200
钻深能力	孔径 150 mm ~ 300 m	$\phi 73 \sim 300$ m
	跟管 273 mm ~ 45 m	$\phi 89 \sim 200$ m
柴油机功率 kW	93	31
动力头 (转速/扭矩)	74 ~ 148 rpm	8 挡正转 34 ~ 531 rpm, 7. 16 ~ 0. 46 kN · m
	7642 ~ 3821 Nm	反挡 21、100, 11. 98、2. 54 kN · m
给进行程 mm	3600	3400
给进力 kN	59	35
提升力 kN	122	75
快升速度 m/min	20. 5	22
快进速度 m/min	42. 7	44
慢升速度 m/min	7. 5	3. 15
慢进速度 m/min	15. 6	6. 3
桅杆滑移	820 mm	
钻塔高 m	—	5. 2
钻杆长度 m	—	3
卸扣推力 N	—	16000
主泵流量/压力	25 MPa ~ 80 + 80 L/min	20 MPa ~ 75L/min
辅助泵流量/压力	24 MPa ~ 46 L/min	16 MPa ~ 30 L/min
绞车提升力 kN	15	20
履带行走 km/h	1. 7 ~ 3. 3	1. 4
整机重量 kg	6500	5600
外形尺寸 mm	5730 × 2100 × 2545	5400 × 2000 × 2330

(6) 采用先进的负载传感控制系统和进口元器件，操控灵活，节约能源，可靠性高。钻机结构先进，布局合理，便于维护、保养、和修理。

(7) 采用履带底盘，搬迁运输方便。

(8) 在机械、液压系统中预留部分功能接口，可根据不同用户的工艺要求进行功能的扩展。

二、应用范围及应用实例

1. 应用范围

专门用于地质灾害应急抢险救援快速钻孔、微型桩孔钻进、工程地质勘探、水文、水井以及大口径的工程施工钻进，尤其适用于城市建筑中地源热泵空调孔的钻进及钻凿。

2. 推广情况

GDZ-300L 型钻机正在与成都探矿工艺研究所联合进行现场试验，GSDL-200 钻机为新研制产品，目前样机正在某地进行打井试验。

3. 应用前景

近年来，在我国突飞猛进的水电站、高速公路、铁路及城市基础设施等建设工程中，遇到了大量的地质灾害防治、基础加固等复杂地层的工程施工，这就为潜孔锤跟管钻进技术提供了巨大的发展空间。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

XY-2 系列与 XY-1000 型钻机

一、内容概述

1. 产品简介

XY-2 系列钻机是一种立轴式中浅孔岩心钻机，它是机械传动、液压给进、液压夹持钻具钻机。它除了适用于以合金、金刚石为主进行大、小口径的岩心钻探外，也可用于工程地质勘察、水文、水井以及大口径的工程施工（微型桩基灌注桩孔）钻进及锚固孔施工。



图1 XY-2 钻机



图2 GX-1TD 钻机

2. 技术特点

(1) 具有合理的、适应于钻探工艺要求的正转钻速范围，并具有反转速度，便于处理事故。

(2) 体积小，重量轻，可拆性好。其不含动力机的总重量仅 950 kg。它可分解成八个部件搬运，最大部件重量为 140 kg，搬迁运输方便。

(3) 立轴通径大，给进行程长，有利于提高钻进效率，减少堵钻、烧钻等事故的发生。

(4) 移车平稳，固定简单可靠，高速钻进稳定性好。

(5) 采用双联油泵供油，功率消耗少，液压系统油温较低。

- (6) 操纵手柄少，布局合理，操纵灵活可靠。
- (7) 除可进行高速钻进外，也可进行低速大口径钻进。
- (8) 除有常闭式液压上卡盘外，还备有机械式手动下卡盘，便于强力起拔钻杆。
- (9) XY-1000 钻机配有水刹车，深孔钻进时，下钻平稳、安全。

3. 技术指标

		XY-2	XY-2PC	GX-1TD	XY-1000
钻孔深度（ $\phi 50$ 钻杆） m		380	150	150	1000
立轴转速 rpm	正转	65；114；180；248； 310；538；849；1172	81；164；298；334； 587；1190	90；191；360；600	87；160；230；270； 334；500；710；1030
	反转	51；242	98；199	—	72；220
立轴最大扭矩（N·m）		2760	1110	1000	4050
钻孔倾角		0°~90°			
立轴最大起拔力（kN）		60	45	27	100
立轴行程（mm）		600	500	450	600
卷扬单绳最大提升 kN		30	20	14.7	45
立轴通孔直径（mm）		76			96
水刹车工作转速 rpm		—			700~1800
油泵		SCB32/12 双联泵	CB32 齿轮轴油泵	CB32 齿轮油泵	(32+12) L/min 双联齿轮泵
配备动力	电动机	Y180L-4，22 kW	295D 13.2 kW	S1100A/11 kW	Y225-4 37 kW
	柴油机	395K2，19.85 kW	YD180L-4/8 17/11 kW	Y160M-4/ 11 kW	R4105G54 42 kW
外形尺寸 mm		2150×900×1690	1720×800×1300	1560×620×1205	2920×1100×1840
钻机重量 kg		950	650	500	2180

二、应用推广情况

1. 推广情况

XY-2PC 型钻机、GX-1TD 型钻机、XY-2 型钻机、XY-1000 型钻机已经是成熟产品，已形成批量生产，应用非常广泛。XY-2 型钻机在同行业中具有很高的信誉度和较好的口碑，并被地矿部授予科技成果二等奖。目前已形成每年几百台的销量，并有相当数量出口到香港、东南亚、西亚、南亚和非洲等地。

2. 应用实例

XY-2PC 型钻机在重庆川东南地质大队工地施工，工地主要为变质岩、磁铁矿床，钻孔所穿过的岩层主要有角闪磁铁石英岩，混合质角闪斜长片麻岩，混合质黑云角闪变粒

岩。可钻性为 7~8 级，局部可达 9~10 级。钻机扭矩大，上顶力和加压能力大，在质岩、磁铁矿床地质中钻进，对孔内轻微挤、卡钻具抵抗力强，处理孔内事故能力比同类轻型钻机高。

XY-1000 型钻机用于贵州省大方县对江煤田地质钻探，探孔编号 B506。该矿区地层主要由泥岩及石灰岩组成，可钻性较好，但岩层较破碎。要求对煤层以上的岩石取心率为 70%，煤层取心率为 90%。

开孔用 $\phi 150$ 合金钻头开孔，深为 7.5 m，下 7 m $\phi 146$ 导管，钻机采用 1 速及 2 速（87 转/分、160 转/分）钻进。煤层以上岩石钻进用 $\phi 91$ 合金钻头及 $\phi 94$ 金岗石钻头送水钻进至 553 m，达到煤层。纯钻进时间为 29 d，钻进效率 19 m/d。钻机采用 3、4、5 速（230 转/分、270 转/分、334 转/分）钻进。钻进至 360 m 时，开始使用卷扬机水刹车，效果良好。煤层钻进共钻进 77 m，纯钻进时间为 21 d，钻进效率 3.7 m/d。由于煤层取心率要求较高，用采煤管钻进，所以相对效率要低些。钻机采用 1、2、3 速（87 转/分、160 转/分、230 转/分）钻进。整个钻进过程钻机使用正常。

3. 市场前景

XY-2 型钻机已被重庆市列入重点新产品，现在又申请并取得了煤安许可证，同时对该型钻机的相关部件申报了专利，并取得授权。这样不仅扩大了该型钻机的使用范围，同时也让该钻机在同行业中更具有竞争优势。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：重庆探矿机械厂

XY-4、5 系列钻机

一、内容概述

1. 产品简介

XY-4L 型、XY-44H 型、XY-5 型、XY-5L 型岩心钻机是为满足以金刚石钻进为主体的多种钻探工艺需要而研制的一种新型岩心钻机，钻机属立轴式机型，具有结构简单、维修方便、可靠性程度高等优点，并带钻塔、泥浆泵和履带，整机移动搬迁方便，使用效率高。



图1 XY-4L 型岩心钻机

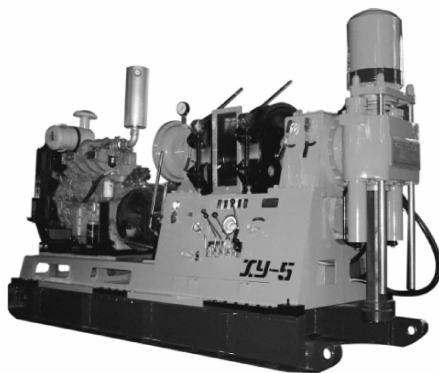


图2 XY-5 型岩心钻机

2. 技术特点

(1) 钻机转速范围宽，速度挡数多，分配合理，可较好地满足金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺钻进以及常规方法的孔径匹配的需要，钻探工艺适应性强。

(2) 输出扭矩大，钻进能力强，使用范围广，能实现一机多用。

(3) 采用连杆增力式弹簧夹紧、液压松开常闭式液压卡盘，结构新颖，补偿性好，硬质合金镶焊式卡瓦结构，夹紧力大，寿命长，工作可靠。

(4) 采用了水刹车，下降钻具平稳、安全可靠、抱闸寿命长。

(5) 选用品牌汽车变速箱、离合器、万向传动轴等优质通用部件，寿命长，更换方便，钻机工作可靠性程度高。

(6) 可实现扭矩、钻压、泵量、泵压、转速等参数的监控报警（根据用户要求配置），预防和减少钻探事故。

(7) 可任选电动机、柴油机为动力，泥浆泵、主动钻杆、水龙头配置灵活方便。

3. 技术参数

		XY-4L	XY-44H	XY-5	XY-5L
动力机 kW	柴油机	56	55 (56)	70 (75)	74
	电动机	37	37 (45)	45 (55)	—
钻深 m	φ71 钻杆	700	1000	1200	1400
回转器	转速 rpm	8 挡正转：33 ~ 1002 2 挡反转：36、167	12 挡正转：39 ~ 1071 2 挡反转：42、144	12 挡正转：41 ~ 1071 2 挡反转：46、141	12 挡正转：47 ~ 1161 2 挡反转：51、163
	通径 mm	93			
	最大扭矩 Nm	—	4600	5200	—
	旋转角度	0° ~ 360°			
给进机构	提升能力 kN	60，最大 75	125	140	150
	加压能力 kN	45，最大 55	85	96	80
	给进行程 mm	600			800
卷扬机	单绳三层 提升能力 kN	40	50	55	60
	单绳三层 提升速度 m/s	0.72、1.2、 1.82、2.38	0.645、1.076、1.768、 2.525、3.106	0.76、1.29、2.1、 3.0、3.85	0.79、1.27、1.96、 2.78、3.71
水刹车工作转速 rpm		—	700 ~ 1800		
液压泵	排量 ml/r	32 + 10	30 + 10		63 + 16
	压力 MPa	10，履带行走 16	8	10	10，履带行走 25
移车行程 mm		460	500		
钻塔高度 m		10.7	—	—	11.7
钻塔负荷 kN		90	—	—	300
履带载重 t		6	—	—	10
行走速度 (km/h)		1.5	—	—	1.0 ~ 1.5
钻机净质量 kg		6500	—	—	11.5

二、应用范围及应用实例

XY-4L 型、XY-44H 型、XY-5 型、XY-5L 型岩心钻机主要适用于地质、冶金、煤炭、水文、工程等行业。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

XY-5N、6N、8 型钻机

一、内容概述

1. 成果简介

XY-5N 型钻机的前身是 XY-5 型钻机。XY-5 型钻机在中深孔地质勘探中使用非常广泛，发挥了重要作用，曾创下了使用 S71 钻具钻深 1800 m 的记录。但随着勘探深度的逐步加深，XY-5 型钻机在使用中也出现了一些问题，如在超负荷使用情况下，出现变速箱有二、六跑档现象，以及上横梁、托架轴承发热、使用寿命低的现象。为了彻底解决这些问题，我们对 XY-5 型钻机进行了认真的分析计算，对变速箱、回转器进行改进，定型为 XY-5N 型钻机。

XY-6N 型钻机的前身是 XY-6B 型钻机。XY-6B 型钻机在中深孔地质勘探中，使用非常广泛，发挥了重要作用，曾创下了使用 S71 钻具钻深 2410.12 m 的国内岩心钻探钻深记录。但随着勘探深度的逐步加深，XY-6B 型钻机在使用中也出现了一些问题，如在超负荷使用情况下，出现变速箱有二、六跑档现象，以及上横梁、托架轴承发热、使用寿命低的现象及在使用 S75 钻具钻深超过 1200 m 时主动钻杆有打滑现象。为了彻底解决这些问题，我们对 XY-6B 型钻机进行了认真的分析计算，对变速箱、上横梁、上卡盘进行改进，定型为 XY-6N 型钻机。

XY-8 型钻机是一种大通径深孔岩心钻机。主要用于金属、非金属固体矿床勘探金刚石小口径钻进，亦可用于大口径合金钻进。可钻垂直孔和倾斜孔。也可用于水文、油气田的勘探及工程钻孔。

2. 基本原理

钻机动力通过联轴器，离合器，变速箱，传动箱，分别传至回转器立轴和卷扬机，钻

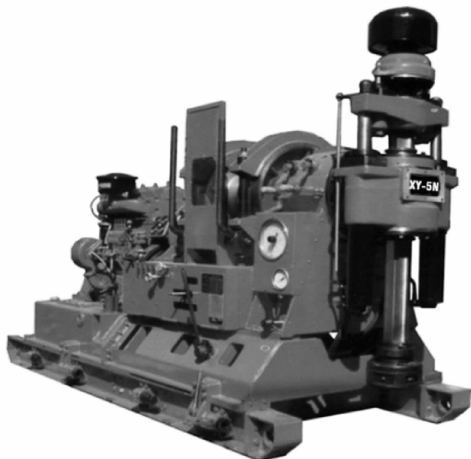


图1 XY-5N 型钻机

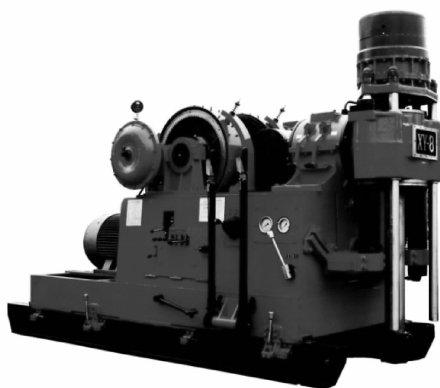


图2 XY-8 型钻机

机的液压系统实现钻机的给进与提升、移车、卡盘油缸的运动。

离合器为金属摩擦片油浸式常开型，设有惯性刹车机构。作用是接通或断开动力，进行换挡变速或进行微动操作。

变速箱采用三轴两级变速机构，有四个正档，一个反档，用来变换挡位，实现立轴回转变速和卷扬机提升变速。变速箱手柄采用汽车式独立手柄，左侧架面板上开有手柄档位位置及标牌，定位准确，互锁可靠。

传动箱下方的手柄为变速手柄，将变速箱输入的四正一反变为八正两反共十个档位，其上方的两个手柄为分动手柄，可分别或同时挂合卷扬机和回转器。

回转器是用来带动钻具回转，通过给进油缸实现钻具的加减压钻进。也可用做起下套管。立轴上部装有液压卡盘，上卡盘油缸活塞上下移动，通过托架带动齿条上下移动，从而带动齿杆旋转。齿杆两端的左右丝扣作用于螺帽，并通过卡瓦座实现卡瓦的径向移动，从而达到卡紧钻杆或松开钻杆的目的。上横梁选用圆锥滚子轴承，圆锥滚子轴承既可以承受轴向力，又可以承受径向力，而且极限转速较高。轴承所能承受的轴向力增大了3倍多，轴承设计寿命是原来的8倍，完全满足使用要求。选用圆锥滚子轴承支点距离增大，稳定性增强，保证了立轴转动平稳，解决了轴承的发热问题。

上卡盘为液压油缸驱动齿条齿杆式卡盘，加大卡盘油缸缸径，使夹持能力增大到是原夹持能力的1.5倍。在生产试验中，该卡盘完全满足了用户的需求，未出现主动钻杆打滑及夹持能力不足现象。

卷扬机通过锥齿轮和链轮传动实现横置。

3. 技术特点

XY-5N、6N型钻机是机械-液压传动的立轴式岩心钻机。该机具有结构合理、运转平稳、工作可靠、操作方便、解体性能好、便于修理等特点。与同类钻机相比提高了变速箱的精度，增大了回转器轴承的承载能力，能够更好地满足深孔钻进的要求。钻机配置柴油机和电动机两种型式，供用户选用。

XY-8型钻机卷扬机为横置式，提升能力大，利于排绳；采用汽车变速箱离合器，变速箱性能好。变速操纵机构采用软轴远程操纵机构。离合手把采用脚踏式，操作方便，不易损坏。

4. 技术指标：

		XY-5N	XY-6N	XY-8
动力机 kW	柴油机	58.8	73.5	130
	电动机	55	55	90
钻深 m	φ71 钻杆	1200	1400	3000
回转器	转速 rpm	8 挡正转：85 ~ 1232 2 挡反转：65、225	8 挡正转：80 ~ 1000 2 挡反转：62、170	8 挡正转：79 ~ 1024 2 挡反转：51、144
	通径 mm	φ80/φ96	φ96	φ114
	最大扭矩 Nm	—	4600	5200
	旋转角度	0° ~ 360°		

续表

		XY-5N	XY-6N	XY-8
给进机构	提升能力 kN	135	200	300
	加压能力 kN	90	150	142
	给进行程 mm	500	600	1000
卷扬机	单绳三层 提升能力 kN	40	60	128
	单绳三层 提升速度 m/s	0.89、1.74、2.73、 3.18、3.72、6.08	0.658、1.44、1.85、 2.13、2.92、4	0.57、0.98、1.557、1.635、 2.673、2.80、4.38、7.58
水刹车工作转速 rpm		—	700~1800	—
液压泵	排量 ml/r	—	30+10	—
	压力 MPa	8	8	10
移车行程 mm		450	550	690
钻机净质量 kg		3500	3630	8000

二、应用范围及应用实例

2011年3月钻机在河北邢台进行生产试验。终孔孔深1200 m，使用S71绳索取心钻具，圆满完成钻探任务。在使用过程中，没有出现变速箱跑挡问题，回转器横梁以及托架没有轴承损坏现象，而且温度正常，使用效果很好，完全满足了用户的要求。

XY-6N型钻机主要用于地质、冶金、煤田、浅层石油、天然气、地热普查勘探，亦可满足小口径金刚石钻进，钢粒，硬质合金钻进，还可兼顾一般水文水井及其他工程钻孔施工。2011年4月24日—7月26日，在山东莱州市沙岭矿区进行钻孔试验，终孔深度1615.31 m，试验结果完全达到了满足了用户的要求。

XY-8型钻机在新疆白山钼矿深部找矿， $\phi 71$ 绳索取心钻进，终孔深度2103.46 m。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：张家口探矿机械厂

HD-500 型海洋钻机

一、内容概述

1. 产品简介

HD-500 型海洋钻机是专为海洋地质勘探取心作业而设计，适用于金刚石绳索取心、冲击回转、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺方法。也可用于工程地质钻进工艺。主机包括钻塔底盘、动力系统、液压操控系统、8 t 绞车、5 t 绞车、2 t 绳索取心绞车、冲击锤绞车、动力头。HD-500 型全液压钻机操作全部采用手动换向阀控制，操纵控制集中便捷，效率及安全性高。

2. 技术特点

- （1）采用模块化设计，便于拆卸和组装。钻机能力强，可靠性高。
- （2）钻机自制 4 挡手动变速箱，强度可靠维修方便，转速在 0 ~ 1200 之间可无级调速，速度范围宽、扭矩大，有利于以金刚石钻进为主体的多种钻探工艺对转速的选择。
- （3）钻机给进行程长，有利于提高钻探效率，仪表齐全，配备了转速、压力、油温、泵压及动力系统等参数显示和监控，便于掌握设备及钻进情况，减少孔内事故。
- （4）钻机配有波浪补偿装置，可防止取样断心。
- （5）关键部件如主、副绞车、液压泵、马达、主控制阀等均采用进口或国产合资知名品牌。零部件精度高，设备的可靠性好。
- （6）液压系统采用新结构密封可靠，液压驱动泥浆泵和泥浆搅拌器，钻探过程不需要任何其他辅助动力。

3. 技术参数

钻进深度	HQ (φ89)	500 m
主卷扬	提升能力	77 kN
	提升速度	40 m/min
	容绳量	40 m × 22 mm
副卷扬	提升能力	50 kN
	提升速度	40 m/min
	容绳量	50 m × 18 mm
绳索卷扬	提升拉力	20 kN
	容绳量	500 m × 14 mm
主钻塔和推进系统	给进行程	6500 mm
	给进进度	快速和慢速，带变速控制
	推进力	动力头自重
	提拔力	100 kN
	钻杆提拔长度	6 m

续表

钻进深度	HQ (φ89)	500 m
动力系统	功率	92 kW
液压系统	主泵	160 l/min 25.5 MPa
	副泵	64 l/min 16 MPa
	辅助泵	40 l/min 12 MPa
动力头	110 ~ 188 rpm	5800 ~ 3394 Nm
	206 ~ 350 rpm	3097 ~ 1822 Nm
	387 ~ 658 rpm	1648 ~ 969 Nm
	705 ~ 1200 rpm	905 ~ 532 Nm

二、应用范围及应用实例

HD-500 型海洋钻机适用于金刚石绳索取心、冲击回转、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺方法。也可用于工程地质钻进工艺。



三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

XD-6 型全液压钻机

一、内容概述

1. 产品简介

XD-6 型全液压钻机是专为固体矿藏地表取心作业而设计，适用于金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺方法。主机包括底盘、柴油机（或电机）、液压系统、操控系统、钻塔、主卷扬、绳索取心绞车、动力头、动力头给进系统以及井口夹持器。XD-6 型全液压钻机操作采用电液控制，操纵控制集中，精准便捷，与传统的立轴式钻机相比，取心作业的效率及安全性大大增加。



图 1 XD-6 型全液压钻机

2. 主要特点

- (1) 采用模块化设计，便于拆卸和组装。钻机能力强，可靠性高。
- (2) 钻机自制 4 挡手动变速箱，强度可靠维修方便，转速在 0 ~ 1200 之间可无级调速，速度范围宽、扭矩大，有利于以金刚石钻进为主体的多种钻探工艺对转速的选择。
- (3) 采用液压履带式或拖车式底盘，行走快速、轻松方便。
- (4) 动力头采用连杆增力式弹簧夹紧、液压松开常闭式液压卡盘，结构新颖补偿性好，硬质合金镶焊式卡瓦结构，夹紧力大，寿命长，工作可靠。通孔直径为 $\phi 117$ mm，变换卡瓦可用于国内或国外标准不同孔径的钻探施工。
- (5) 配置了触地油缸，便于打斜孔，主卷扬可实现恒功率速度调节。
- (6) 钻机给进行程长，有利于提高钻探效率，仪表齐全，配备了转速、压力、油温、泵压及动力系统等参数显示和监控，机电液一体化程度高，便于掌握设备及钻进情况，减

少孔内事故。

(7) 给进可实现加、减压钻进、称重、快提等工作状态。

(8) 关键部件如主、副绞车、液压泵、马达、控制阀等均采用进口或国产合资知名品牌。零部件精度高，设备的可靠性好。

(9) 液压系统采用新结构密封可靠，液压驱动泥浆泵和泥浆搅拌器，钻探过程不需要任何其他辅助动力。

(10) 采用液压可伸缩支腿，整机工作稳定。

3. 技术参数

钻进深度	NQ ($\phi 70$)	1750 m
主卷扬器	提升能力	13500 kg
	提升速度	0 ~ 80 m/min
	容绳量	40 m $\times$ 22 mm
绳索卷扬器	提升拉力	1200 kg
	容绳量	1500 m $\times$ 5 mm
主钻塔和推进系统	推进行程	3500 mm
	推进力	70 kN
	提拔力	196 kN
	钻杆提拔长度	9 m
动力站	功率	194 kW
液压系统	主泵	210 l/min 28 MPa
	副泵	60 l/min 16 MPa
	辅助泵	99 l/min 18 MPa
动力头	120 ~ 200 rpm	5800 ~ 3570 N $\cdot$ m
	228 ~ 369 rpm	3165 ~ 1963 N $\cdot$ m
	436 ~ 708 rpm	1652 ~ 1019 N $\cdot$ m
	795 ~ 1289 rpm	852 ~ 560 N $\cdot$ m
卡盘组件	最大内径	117 (或 127) mm
	夹持能力	22000 kg

二、应用范围及应用实例

XD-6 型全液压钻机主要适用于金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心（样）等多种高效钻探工艺方法，也可用于水井、锚固钻进、工程地质钻进工艺。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

第二部分 泥浆泵

BW-150、BW-160 型泥浆泵

一、内容概述

1. 产品简介

BW-150、160 型泥浆泵是一种专为地质岩心钻探机械配套，并被广泛使用的泥浆泵。该泵是一种卧式三缸单作用往复式活塞泵，利用曲柄连杆机构实现活塞的往复运动，从而完成吸排液过程。该泵可变换八种不同压力和流量，耗能少，操纵灵活，分解性好，易于搬迁。

2. 技术参数

型 号	BW-150								BW-160/10			
行 程	70 mm								70 mm			
缸 径	70 mm								70 mm			
泵速 rpm	57	86	130	222	47	71	107	183	200	132	83	55
流量 L/min	38	58	90	150	32	47	72	125	160	107	67	44
压力 MPa	7.0	4.8	3.2	1.8	7.0	6.0	4.0	2.3	2.5	4	6.5	10
吸水管直径	51 mm								51 mm			
排水管直径	32 mm								32 mm			
输入功率	7.5 kW								11 kW			

二、应用范围及应用实例

该泵主要用于地质岩心钻探中向钻孔内输送冲洗液（如泥浆、清水、皂化液等），适合 1500 m 孔深以内的小口径金刚石钻探配套，也可用于中低压、水泥浆灌注。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

BW-250、BW-300 型泥浆泵

一、内容概述

1. 产品简介

BW-250 型泥浆泵是一种专为地质岩心钻探机械配套，并被广泛使用的泥浆泵。该泵是一种卧式三缸单作用往复式活塞泵，该泵可变换四种不同压力和流量，操纵灵活，经久耐用，采用模块化设计，易于搬迁。BW-300 型泥浆泵可获得十级不同的流量、压力，参数配置更加宽泛，且其额定压力可达到 16 MPa，在高压档位下，有更多的小流量档位可供选择。

2. 技术参数

型 号	BW-250				BW-300/16									
行 程	100 mm				110 mm									
缸 径	80 mm				75 mm									
泵速 rpm	196	114	70	41	216	171	110	68	37	161	127	82	50	27
流量 L/min	250	145	90	52	300	235	155	95	52	220	180	115	72	40
压力 MPa	2.5	4.5	6.0	6.0	4	6	8	13	16	6	7	10	15	16
吸水管直径	—				76 mm									
排水管直径	—				51 mm									
输入功率	15 kW				30 kW									
重量	—				1400 kg									

二、应用范围及应用实例

BW-250 型泥浆泵已在地质、煤炭、建筑、冶金、化工、铁道、水利、石油、酿酒等行业广泛应用，并获得很好的经济效益。BW-300/16 型泥浆泵可满足多种复杂地层施工工艺要求，主要用于 2500 m 左右深孔岩心钻探或煤田地质钻探。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

BW-280 型系列泥浆泵

一、内容概述

1. 产品简介

该系列泵分两种型号，一种是 BW-280/12 型，一种是 BW-280/30 型，其中 BW-280/12 型是一种卧式三缸单作用往复式活塞泵，具有六级不同的流量、压力，在参数设计上结合中深孔钻探的特点，参数配置更加宽泛，可满足较多的施工工艺要求。动力传动系统采用汽车变速箱，操作简单方便灵活。而 BW-280/30 型泵是一种卧式三缸单作用往复式柱塞泵，具有比较大的压力，具有五种流量、压力，可较好地满足不同孔径的深孔钻探工艺需要。

2. 技术参数

型 号	BW-280/12						BW-280/30				
行 程	110 mm						80 mm				
缸 径	85 mm						85 mm				
泵速 rpm	161	132	93	62	36	23	234	190	134	81	49
流量 L/min	280	225	165	110	65	40	280	230	160	100	60
压力 MPa	7	8.0	10	12	12	12	11	15	20	25	30
吸水管直径	76 mm						89 mm				
排水管直径	51 mm						51 mm				
输入功率	45 kW						75 kW				
重 量	1500 kg						3000 kg				

二、应用范围及应用实例

BW-280/12 型泵适用于为 2000 m 左右的中深孔岩心钻探、煤层钻进等提供冲洗液，其介质可为泥浆、清水、煤水等。

BW-280/30 型泵适用于 3000 m 以内的岩心钻探施工及浅孔石油钻探。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

BW - 1000/12、BW - 1500/12 型泥浆泵

一、内容概述

1. 产品简介

该 2 种泵均为卧式三缸单作用往复式活塞泵。动力可选用柴油机、电动机或液压马达驱动，它具有操作简单、灵活方便，可实现近距离或远程控制操纵。该泵还具有结构紧凑、运转平稳、流量变化范围广、输出压力较高、易损件寿命较长、性能稳定、强度、刚性好、通用件和标准件多等特点。

2. 技术参数

型 号	BW - 1000/12					BW - 1500/12					
行 程	150 mm					150 mm					
缸 径	135 mm					150 mm					
泵速 rpm	158	130	91	59	37	195	145	107	72	45	27
流量 L/ min	1000	835	580	380	235	1500	1100	820	550	340	200
压力 MPa	6	7	10	12	12	5.8	7.5	10	12	12	12
吸水管直径	127 mm					152 mm					
排水管直径	76 mm					76 mm					
输入功率	132 kW					179 kW					
重 量	1500 kg					3000 kg					

二、应用范围及应用实例

主要用于与 100t 左右非开挖铺管钻机的配套，还可适用于水井及地热施工，浅层石油钻探的需要，矿井排水。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：衡阳探矿机械厂

第三部分 辅助设备

TGLW350 – 692T 型钻井液离心机

一、成果概述

本成果的研制依托于国家高技术研究发展计划（863 计划）重点项目《2000 m 地质岩心钻探关键技术与装备》的子课题——《钻井液固控系统研制》。该项目围绕深孔硬岩金刚石绳索取心钻探关键技术问题，将传统的石油钻井四级固控系统简化为二级固控系统，实现设备的轻便化。而研究的重点和核心技术就是应用于地质行业的钻井液离心机，本成果为地质岩心钻探钻井液固控技术的核心技术，属于国内首创。

钻井液离心机的结构示意图如图 1 所示。离心机的转鼓两端支撑在滚动轴承上，输送固相的螺旋输送器与转鼓之间留有微量间隙，并用行星差速器使两者维持一定的转差，动力

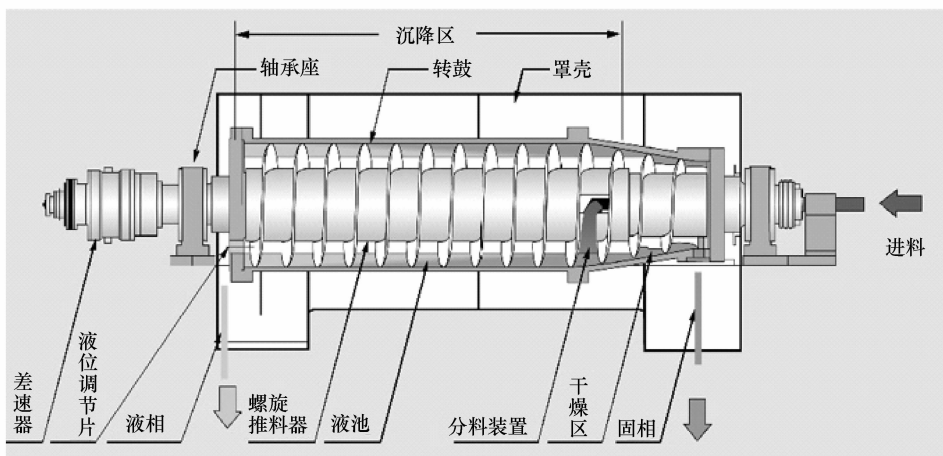


图 1 钻井液离心机结构示意图

机通过三角皮带轮带动转鼓旋转。当含有固相的钻井液由注入泵送入转鼓中时，固体颗粒在离心力的作用下便沉降到转鼓壁上，旋转的转鼓经差速器与螺旋推进器形成转速差，在螺旋推进器的推动下，将沉降到转鼓内壁上的岩屑（粉）向一端输送并排出，经离心分离的钻井液经转鼓另一端开设的若干溢流口溢出，达到分离固相的目的。

目前，在国内地质钻探领域内钻井液固控处理系统尚无离心机应用，目前国内外钻井液离心机基本上都应用于石油产业，而且重量体积大，不利于搬迁，不适合地质钻探应用。针对这一现状，北京探矿工程研究所研究出国内首台应用于地质钻探领域内的离心机，采用了单电机驱动及优化离心参数等新技术，并采用分体式设计，降低了产品的体积重量，同时大幅降低了产品的成本，提高了产品的市场竞争力。

TGLW350 – 692T 型离心机主要设计参数：

转鼓转速 $n = 1500 \text{ r/min}$,

转鼓内径 $D = 350 \text{ mm}$, 转鼓总长 $L = 650 \text{ mm}$,

处理量 $6 \text{ m}^3/\text{h}$, 电动机功率 11 kW , 整机重量 700 kg 。

该离心机采用 NC 型渐开线行星齿轮差速器, 它具有承载能力高、体积小、结构紧凑、传动效率高等优点。

二、应用实例

成果主要用于地质钻探、煤田勘探和水文水井钻探施工中。尤其是地质金刚石硬岩钻进, 随着诸如绳索取心钻进、孔底动力钻进、液动冲击回转钻进等一些钻探新技术新工艺的推广, 对钻井液性能的要求也越来越高, 同时国家也在大力提倡环保钻探, 所以钻井液离心机等固控设备亟待普及。

本成果于 2009 年 7 月至今分别在山东乳山危机矿山项目和汶川地震断裂带科学钻探工程二号孔 (WFSD-2) 和三号孔 (WFSD-3) 中使用过。离心机的使用效果如下:

1. 山东乳山危机矿山项目中使用情况

在采用本项目研制的 2000 m 全液压岩心钻机在山东乳山危机矿山项目钻探施工中, 从开钻到终孔一直采用本课题研制的离心机维护泥浆性能, 使用效果如下:

①对维持泥浆性能稳定起到了不可替代的作用。

②根据需要及时开动, 对泥浆的净化效果好, 清除固相最小颗粒可到 $10 \mu\text{m}$ 。

③在施工期间, 及时清除有害固相, 保持了泥浆流变性能稳定, 减少了泥浆排放对环境的污染。

④对防止钻杆结泥皮起到了很重要的作用。在开离心机前, 泥皮厚度达到了 3 mm , 开启离心机并降低钻机转速后, 结泥皮的情况大有好转。

2. 在汶川地震科学钻探工程二号孔 (WFSD-2) 使用情况

在汶川科学钻探中, 该离心机分别提供给科学钻探二号孔和三号孔钻探施工使用。

在二号孔施工中, 采用聚合物泥浆体系, 泥浆密度为 $1.05 \sim 1.20 \text{ g/cm}^3$ 。钻遇的地层

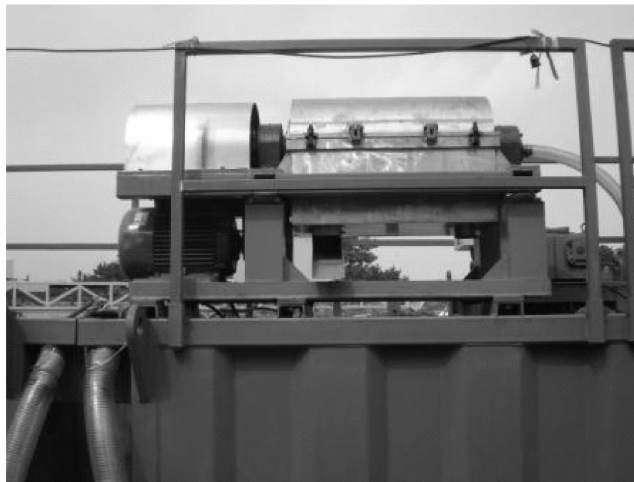


图 2 在乳山危机矿山项目中离心机

上部 500 m 为花岗岩，下步为沉积砂岩和泥岩。从 2009 年 7 月开钻一直使用到现在，根据钻井施工情况，不定期开动，开动时间 3 ~6 小时/次。

采用的钻进方法：牙轮钻头全面钻进、金刚石取心钻进、牙轮钻头扩孔钻进、金刚石扩孔钻进和螺杆马达钻进。

- ①维持加重泥浆密度的稳定性、实现涌水地层平衡钻进起到了不可替代的作用。
- ②根据需要及时开动，对泥浆的净化效果好，清除固相最小颗粒可达到 5 μm。特别在纠斜期间，为使用螺杆马达提供了优质的循环介质。
- ③在施工期间，及时清除有害固相，保持了泥浆流变性能稳定，减少了泥浆排放对环境的污染。

④由于采用了离心机固控，及时清除侵入到钻井液内的固相，维持比较稳定的钻井液性能，一直没有发生排放废浆的情况。

在汶川地震科学钻探三号孔（WFSD-3）钻探施工中，采用低固相聚合物泥浆体系，钻遇地层从开孔就是沉积砂岩和泥岩，局部地层具有较强的造浆特性。从 2009 年 11 月开钻到现在一直采用离心机维护钻井液性能。在钻遇造浆地层时，开动离心机最长时间达到 9 小时，清除侵入的黏土成分，施工现场没有发生因固相过高而排放泥浆的情况，泥浆性能保持稳定。

3. WFSD-2 孔泥浆性能表及含砂量测定

WFSD-2 从开钻至终孔 2238 m，采用振动筛-离心机二级固控，钻进施工期间根据需要不定时开动离心机，钻井液性能表及含砂量测定结果如下表。

日 期	孔深/m	旋转黏度						终切	初切	ρ
		φ600	φ300	φ200	φ100	φ6	φ3			
2009.08.22	80	26	15	10	7	2	1	2	0.5	1.15
2009.08.31	174	32	19	15	10	3	2.5	3	1.2	1.19
2009.09.18	254	42	26	21	14	5	4	4	2	1.2
2009.10.12	350	39	25	20	14	6	5	5	2.5	1.18
2009.10.28	470	36	23	17.5	11	3	2.5	3	1.2	1.16
2009.12.13	578	50	35	28	20	6	5	5	2.5	1.17
2010.01.24	637	30	19	15	9.5	3	2.5	4	1.2	1.12
2010.04.23	723	36	23	17	11	3	2	2.5	1.5	1.14
2010.06.05	829	40	27	22	17	6	5	6	2.5	1.23
2010.07.27	879	38	24	22	15	5	4	5	2	1.22

从表中离心机进出口泥浆含砂量的对比可以看出：使用离心机明显降低钻井液的含砂量，较好地维持了钻井液性能的稳定。

该成果是目前在钻探施工工程中实现节能减耗及环保要求所急需的，具有良好的经济性能，具有较高的性能价格优势，填补国内外相关技术及产品的短缺。在应用领域内，项目成果将得到令人满意的钻井液固相控制效果，对钻探行业发展起到了很大的促进作用。

表 2 泥浆含砂量

日期	孔深 (m)	入口 ρ (g/cm^3)	出口 ρ (g/cm^3)	入口含砂量 (%)	出口含砂量 (%)
2009. 08. 22	80	1. 15	1. 08	0. 5	0. 1
2009. 08. 31	174	1. 19	1. 1	0. 4	0. 1
2009. 09. 18	254	1. 20	1. 13	0. 5	0. 1
2009. 10. 12	350	1. 18	1. 09	0. 5	0. 1
2009. 10. 28	470	1. 16	1. 07	0. 7	0. 1
2009. 12. 13	578	1. 17	1. 1	0. 5	0. 1
2010. 01. 24	637	1. 12	1. 05	0. 4	0. 1
2010. 04. 23	723	1. 14	1. 06	0. 6	0. 1
2010. 06. 05	829	1. 23	1. 15	0. 5	0. 1
2010. 07. 27	879	1. 22	1. 13	0. 7	0. 1

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：北京探矿工程研究所

联 系 人：黄玉文

通讯地址：北京市海淀区学院路 29 号探工楼 406 室

邮政编码：10083

联系电话：010－82321875 13911093605

电子邮件：huangyuwen1968@163. com

机械化岩心钻杆拧卸液压动力钳

一、内容概述

岩心钻杆拧卸液压动力钳是针对岩心钻探薄壁钻杆结构特点，基于修井动力钳的结构进行改进，应用于各类岩心钻机的钻杆拧卸，实现钻探施工钻杆拧卸机械化，降低劳动强度，提高施工工作效率，减少钻杆损伤。

目前全液压岩心钻机由于具有成孔质量高、速度快、可以完成大角度的倾斜孔施工的特点，在岩心钻探施工领域得到广泛的推广，市场保有量不断攀升。由于受到绳索取心钻杆外平及薄壁特点的制约，钻探施工中钻杆的机械化拧卸，一直是施工操作中的短板。一种替代人工拧卸钻杆工作，性能稳定可靠、工作效率高的孔口钻杆拧卸装置，是钻工的期盼。

岩心钻杆拧卸液压动力钳结构紧凑，由液压泵驱动大扭矩摆线液压马达，通过蜗杆带动涡轮产生正反回转。采用内曲面滚子爬坡式先进卡紧机构，卡紧、松开可靠，与钻杆多点接触，抱紧力均匀分布于钻杆外壁圆周，可以避免将薄壁钻杆卡夹变形。设置低速、高速两挡变速，高速挡速度快，低速挡扭矩大，便于低速对准上扣和大扭矩卸扣。额定高档扭矩 $1.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，额定低档扭矩 $6.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。通过卡瓦补心的更换，满足不同直径的绳索取心钻杆。可以完成 $\phi 114 \text{ mm}$ 、 $\phi 89 \text{ mm}$ 、 $\phi 71 \text{ mm}$ 、 $\phi 55 \text{ mm}$ 绳索取心钻杆的机械化拧卸。

二、应用实例

岩心钻杆拧卸液压动力钳可与 YDX 系列全液压岩心钻机配套使用，接入钻机的液压系统，不使用单独的动力，与孔口主动夹持器配合，实现钻杆的机械化上扣和卸扣，降低了劳动强度，提高了工作效率。该装置已经在生产试验中得到应用，在明显降低劳动强度的同时，可以准确的控制钻杆上卸扣扭矩，确保钻杆螺纹副连接可靠，减少钻杆孔内事故，延长钻杆使用寿命。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

SQ114/8 型绳索取心钻杆专用液压钳

一、内容概述

1. 成果简介

SQ114/8 型绳索取心钻杆液压钳，是为岩心钻探设备（立轴式、全液压、顶驱式岩心钻机）在使用绳索取心钻杆（S59、S75、S95、S114）进行取心和起下钻作业时提供钻杆拧卸的专用液压钳。

2. 基本原理

SQ114/8 型绳索取心钻杆液压钳，浮动悬挂在钻塔上，并通过地质钻机操作台控制液压钳的油路通断，操作换向阀和换挡手柄，实现主钳和背钳的同步夹紧、同步松开，液压马达驱动主钳拧卸上部钻杆，油缸驱动背钳夹紧下部钻杆，实现绳索取心钻杆的脱扣与旋扣过程。

3. 技术特点

- （1）整机紧凑轻便，由主钳和背钳组成，自浮动移位；
- （2）操作简单，换向阀实现主、背钳可同步夹紧、同步松开；
- （3）两档设置，可实现高档位快速拧卸和低挡位大扭矩拧卸；
- （4）性能可靠，经过多个 2000 m 以深地质钻探施工现场检验；
- （5）衔接方便，可与所有地质主机设备进行衔接并互不影响。

4. 技术指标

技术参数	
应用管柱范围	$\phi 50 \sim \phi 116.5 \text{ mm}$
高档额定扭矩	1.5 kN · m
低档额定扭矩	8.0 kN · m
高档最大转速	85 r/min
低档最大转速	20 r/min
钳头开口尺寸	118 mm
额定系统压力	16 MPa
最大 供油量	100 L/min
重 量	250 kg

二、应用范围及应用实例

1. 应用范围

SQ114/8 型液压钳可适配目前地勘单位在用的各种型号立轴式岩心钻机（XY 系列）

和全液压机型（所有厂家），广泛适用各种规格的地质钻杆、绳索取心钻杆和各种口径地质套管的拧卸。

适用钻杆（套管）	型 号
进口绳索取心钻杆	BQ、NQ、HQ、PQ
国内绳索取心钻杆	S59、S75、S95、S114
国内地质套管	$\phi 60$ 、 $\phi 73$ 、 $\phi 89$ 、 $\phi 108$
国外地质套管	AW、BW、NW、HW
常规地质钻杆	$\phi 50$ 、 $\phi 60$ 、 $\phi 73$ 、 $\phi 89$

2. 推广情况

SQ114/8 型绳索钻杆专用液压钳 2009 年投入批量生产，已经在矿产地质、煤田地质、黄金地质、核工业地质、有色地质、冶金地质等领域的众多地勘单位中广泛应用，从山东、安徽、新疆、内蒙古、福建、江西等全国近二十个省份的使用单位反馈来看，大大提高了施工效率，赢得一线工人的一致好评。其中，山东地质三队在莱州的 3000 m 金矿钻孔，安徽 313 队在霍邱创全国纪录的 2706.68 m 钻孔中，SQ114/8 液压钳都发挥了重要作用。

3. 应用前景

应用前景广阔。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、合作开发、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质装备总公司技术中心

联 系 人：黄洪波 赵春锋

通讯地址：北京市朝阳区望京西园 221 号博泰大厦 1503 室

邮政编码：100102

联系电话：010 - 64789232

电子邮件：t echinfo@ cgeg. com. cn

YBG 系列液压拔管机

一、内容概述

1. 成果简介

液压拔管机是各类岩土钻进工程中的专用起拔设备，主要用于跟管钻进施工中起拔护壁套管，也可用于钻具事故处理中起拔钻杆。随着近十几年来跟管钻进技术的发展和应用的扩大，跟管钻进技术已逐渐成为工程施工中用于复杂地层钻进的常用手段。因此研究开发适合我国国情的高效率的液压拔管机具有十分重要的现实意义。YBG 系列液压拔管机结构紧凑、体积小，重量轻，可拆性强，便于人工搬运；主要技术参数合理，适应性强；操作维修方便，工作安全可靠，拔管效率高，能较好地满足实际工作的需要。操作台与液压泵站分开设置，二者用长液压胶管连接，相对较重的泵站搬动次数大为减少，特别适合于搬运、迁移困难的边坡工程使用。

2. 基本原理

YBG 系列液压拔管机（图 1）主要由液压系统和拔管架两大部分组成。液压系统主要由动力装置、执行元件、控制调节装置和辅助装置组成，整个液压系统简单实用、可靠。拔管架（图 2）包括底座、销轴、上卡瓦座、上卡瓦套、上卡瓦、下卡瓦套、下卡瓦、限位板及操作台等零、部件。工作时，由电动机带动高压油泵运转，将机械能转变为液压能。用手锤敲打上卡瓦，使之抱紧待拔套管，然后搬动换向阀手柄，使压力油经集成油路、液压阀和高压油管组成的油路进入拔管油缸下腔，推动活塞伸出，起拔套管，将液压能转变为机械能。当活塞行程终了时，用手锤敲打下卡瓦，使之抱紧待拔套管，搬动换向阀手柄换向，使压力油进入拔管油缸上腔，推动活塞缩回，此时，上卡瓦已松开，并随同上卡瓦座、活塞一起移到新的起拔位置。如此循环往复，直至拔出套管。

3. 技术特点

本系列拔管机的液压泵站为全封闭集成结构，具有结构紧凑、体积小，工作安全可靠、运行平稳等优点。

拔管油缸与底座和上卡瓦座之间均采用销轴连接，在一定程度上减轻了两油缸不同步对拔管的不利影响，且装拆十分方便。

在操作台与泵站之间配有 20 m 长的油管，泵站固定后，可在 20 m 的半径范围内拔管，用户还可以根据使用场地情况加长油管，在更大的半径范围内起拔套管，相对较重的泵站（未装液压油时约 150 kg）搬动次数大为减少。因此，本拔管机特别适用于山区、边坡等搬运迁移困难的施工场地。

上、下卡瓦座锥孔内可安放各种规格的卡瓦，以夹持不同规格的套管。在垂直状态或接近垂直状态拔管时，为防止松动的套管掉入孔底，或者在任何状态下，为防止上卡瓦不易松脱而带着松动的套管随活塞的回缩而下沉、或带着底座随活塞的回缩而被提起，特配



图1 YBG 系列液压拔管机外形图

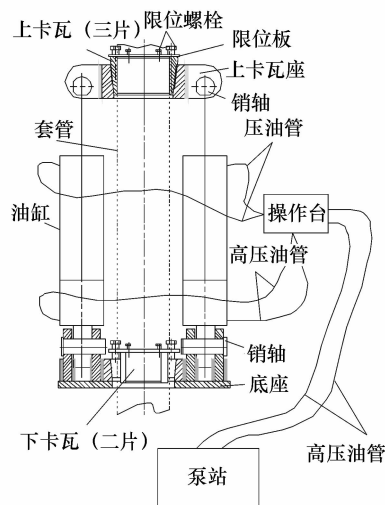


图2 YBG 系列液压拔管机结构图

有下卡瓦。只要在活塞缩回前，用手锤敲打下卡瓦，使下卡瓦夹紧套管，即可有效防止套管掉入孔底或下沉，防止底座被提起，使上卡瓦易于松脱而随着起拔油缸的回缩到达新的起拔位置。

在上下卡瓦处均设有限位和导正装置，可有效防止卡瓦掉到地上，防止卡瓦歪斜，从而节省拔管辅助时间。

4. 技术指标

YBG 系列液压拔管机主要技术参数如表 1。

表 1 YBG 系列液压拔管机主要技术参数

型 号	YBG45	YBG60	YBG100
系统额定压力/MPa	25	25	25
额定起拔力/t	45	60	100
油缸行程/mm	500	500	500
油口接头	M18 × 1.5	M18 × 1.5	M18 × 1.5
电动机功率/kw	7.5	7.5	7.5
整机重量/kg	460	520	850
最大部件重量/kg	150	150	150
可选配卡瓦规格/mm	φ178、φ168、φ146、φ140、φ127、φ108、φ89、φ73		φ273、φ245、φ219、φ194

二、应用实例

岩土锚固工程技术因其独特的对岩土体进行加固的力学性态和工艺特征，已被广泛地应用在基坑支挡、边坡加固、滑坡整治、结构抗浮抗倾、坝基稳定和悬索结构的锚碇基础

等工程建设领域中。在大多数岩土锚固工程中，地质情况都非常复杂，在复杂地层成孔成了施工单位的家常便饭。与其他钻进方法相比较，跟管钻进为复杂地层钻进过程中的破岩、护壁和堵漏问题提供了较为全面的解决方案。跟管钻进在钻孔的同时对已钻出的钻孔用护壁套管保护起来，护壁套管具备足够的强度和刚度，可有效地阻隔钻孔壁的变形、坍塌、掉块，阻隔钻孔机具对孔壁的冲击扰动，从而有效地保证了孔壁的完整性。套管护壁后完全避免了洗孔介质对孔壁的冲刷以及在洞隙地层中的漏失，使洗井介质保持有较高的上返速度，从而迅速地将孔底破碎下来的岩渣排出。由于套管的刚性比较好，套管对钻具提供了较好的扶正和导正，从而使钻孔弯曲度小，保证了钻孔的精度要求。跟管钻进结束后，把套管留在孔内，把跟管钻具提出后，从套管内孔中下入锚索，然后拔出套管。随着近十几年来跟管钻进技术的发展和应用范围的扩大，跟管钻进技术已逐渐成为工程施工中用于复杂地层钻进的常用手段。因此研究开发适合我国国情的高效率的液压拔管机对提高岩土锚固工程的施工效率，节约施工成本，推动先进的岩土锚固施工技术的发展都有十分重要的现实意义。研制成功的 YBC 系列液压拔管机是各类岩土钻进工程中的专用起拔设备，主要用于跟管钻进施工中起拔护壁套管，也可用于钻具事故处理中起拔钻杆。

YBC 系列液压拔管机从 2004 年底投放市场以来，已销售 30 多套，得到了用户的普遍认可，取得了较好的经济效益和社会效益。图 4 为 YBC60 型液压拔管机在云南小湾电站工地使用。该项目成果市场的覆盖范围主要是国内市场。主要应用于水电、交通、建筑、地质灾害治理等行业，预计在这些行业目前的年需求量在 200 台左右。随着西部大开发的进行和潜孔锤跟管钻进技术应用范围的扩大，液压拔管机需求量在未来的十几年内会有较大的增长。估计未来的年需求量会达到 300 ~ 400 台。

在公路、铁路建设、水电站建设、建筑物的深基坑支挡、地质灾害滑坡治理等工程中，均有大量的岩土锚固工程。本项目的研制有助于提高岩土锚固工程的施工效率，从而加快工程施工的进度，节约施工成本。因此，本项目的研制对以上行业的发展均有推动作用。本项目社会意义重大。

三、推广转化方式

本项目的成果转化方式主要是产品销售、技术服务、培训指导。

技术依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所，成都探矿技术研究开发公司

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县红光镇成都现代工业港北区港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

第四部分 钻具部分

地质岩心钻探用铝合金钻杆

一、内容概述

我国西部地区多为海拔高、山势险峻，地理位置偏远、交通十分不便的特殊地带，地质钻探施工作业困难较大，有些勘查区甚至无法施钻。在这些难进入地区应用铝合金钻杆实施钻探工程作业时，可增加现有钻探设备钻深能力，减少钻机动力消耗，减轻工人劳动强度，降低钻探施工难度，减少难进入地区的货物搬运质量，降低燃油消耗。另外，在外径、强度相同时，铝合金钻杆要比钢质钻杆轻很多（尤其是在比重较大的泥浆介质中）。另外，铝合金钻杆与孔壁间的摩擦系数小于钢钻杆，且其弹性变形比钢钻杆大，故所需回转扭矩较小、抗冲击能力较强，有利于提高钻杆和钻头的使用寿命。因此，采用铝合金钻杆不仅可实现机具轻量化，提高钻机钻进能力、减轻劳动强度，同时还可减少钻孔事故，提高钻探效率。

勘探技术研究所于 2009 年开始率先开发了地质岩心钻探用高强度铝合金钻杆和物探爆破孔用铝合金双壁钻杆，取得重大进展和技术成果。勘探技术研究所与相关企业联合成功开发了地质钻探用高强度铝合金管材（7E04），并进行了铝合金钻杆螺纹副力学状态有限元分析，完成了铝合金钻杆的结构优化设计；同时，在铝合金材料性能、腐蚀特性、钻杆低热挤压镦粗工艺、固溶及时效处理、冷加工及螺纹副装配工艺等试验研究上，取得了重要的技术数据；进行的铝合金钻杆成品静拉、静扭破坏性试验，确定了螺纹副最优机械组配工艺，并试制完成了外丝铝合金钻杆和双壁铝合金钻杆；其中，批量生产的 $\phi 52 \times 7.5$ mm 铝合金钻杆静态拉断力大于 518 ~ 630 kN，抗扭能力超过 4900 Nm。通过 3 个野外试验钻孔的应用检验，铝合金钻杆使用情况良好，技术性能达到国际领先水平，形成了具有核心竞争力的铝合金钻杆制造专有技术。取得三项实用新型专利申请（地质钻探铝合金钻杆、反循环钻进铝合金双壁钻杆、一种铝合金钻杆端部镦粗工艺方法）授权。

二、应用实例

2010 年 10 月，研制的 $\phi 52 \times 7.5$ mm 铝合金钻杆在安徽省地勘局 325 地质队承担的彭

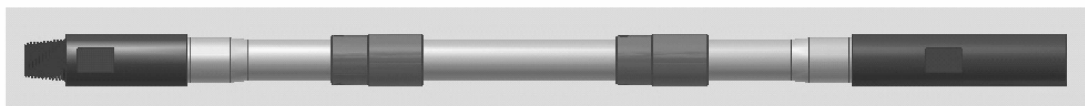


图 1 铝合金钻杆结构示意图

桥煤矿 ZK504 钻孔中进行了野外试验，试验钻孔深度超过了 800 m。折合全孔使用铝合金钻杆计算，当量钻孔深度超过 1500 m。钻杆使用情况良好，显示了铝合金钻杆回转功耗

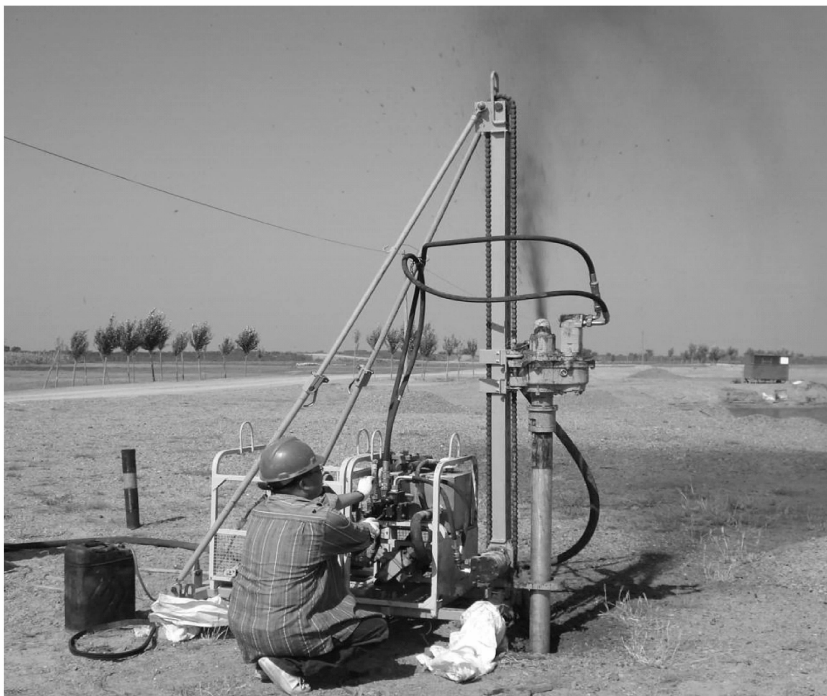


图3 研制的铝合金双壁钻杆正在进行反循环物探爆破孔钻进

低、扭矩小，卸扣轻松，钻工劳动强度低等优势。初步试验证明，应用铝合金钻杆对推动深部钻探科学技术进步，提高我国难进入地区岩心钻探效率以及节能降耗工作具有重要现实意义。

三、推广转化方式

因高强度地质岩心钻探用铝合金钻杆属国内外首创，前期成本较高。建议以补贴的形式在西部难进入及高海拔地区地质调查钻探施工中推广。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道77号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

新型高强度深孔绳索取心钻杆

一、内容概述

国内金刚石绳索取心钻探技术的研究工作始于上世纪 70 年代，受当时无缝钢管性能、质量和钻杆尺寸系列的限制，国产常规绳索钻杆在孔深超过 1500 m 时，常常发生断钻杆、脱扣，母螺纹变形胀口以及冲洗液循环阻力大、泵压偏高等问题。为了解决上述难题，我国技术人员曾做了大量的试验研究工作，取得了一定的进展。

2000 年，在国土资源部的支持下，勘探技术研究所开展了中深孔复杂地层绳索取心钻探技术的研究工作。在 SQ77 绳索钻杆的设计中，大胆地在小直径绳索钻杆制造中采用了更适合我国国情的钻杆镦粗工艺。目前，镦粗加强型绳索钻杆已经取代等壁厚加强型绳索钻杆，地质岩心钻孔施工深度可超过 2500 m，较好地解决了我国绳索取心钻探技术应用中经常发生钻杆折断而受到制约的难题。

2008 年，依托国家 863 重点项目《2000 m 地质岩心钻探关键技术与装备》的支持，勘探技术研究所与相关企业合作研制出了综合性能更佳的 XJY850 高钢级精密无缝管材（42CrMoA）。该管材坯料采用专供出口的高品质石油钻杆接头用合金钢。钢坯采用连铸连轧工艺生产，洁净度高；同时，严格控制钢中各有害元素的含量，其中 S 含量低于 0.007%，P 含量低于 0.013%；钢中气体含量也达到很好的控制水平，氧含量小于 12 ppm，氢含量小于 1.2 ppm，氮含量小于 60 ppm。该钢种较大幅度地提高了钻杆螺纹副的疲劳寿命。钢管采用多次精密冷拔工艺制造，外形尺寸、形位公差精度高于国内同类产品。

同时，勘探技术研究所还与专业厂家合作进行了深孔高强度钻杆螺纹优化分析、高压水密拉伸试验、钻杆破坏性试验、表面磨损对比试验、螺纹副不同几何尺寸（齿高、圆角等）强度对比试验等工作，取得了宝贵的技术数据。研究设计了高强度双密封不对称梯形扣绳索钻杆，完成了高强度绳索钻杆材料热处理优化试验，确定了钻杆量产制造工艺流程和技术参数。经过不断探索，在国内率先突破了绳索钻杆负角梯形扣加工和仿形梳刀制造技术。试验证明，研制的绳索钻杆强度高、耐磨性好、卸扣扭矩低、密封性明显改善，价格仅为进口产品的 50% 左右。

二、应用实例

2009 年，新型高强度深孔绳索取心钻杆在山东省金青顶矿区 ZK43-1 钻孔中进行了野外试验和示范。研制的新型高强度 HQ、NQ 绳索取心钻杆在乳山金青顶矿区与进口钻杆混合使用（试验）。HQ 绳索取心钻杆创造国内同规格绳索取心钻杆应用孔深记录（1461.90 m），NQ 绳索取心钻杆应用孔深达到 2212.80 m。钻孔试验历时 8 个月之多，从未发生钻杆断裂损坏等情况。HQ 绳索取心钻杆创造国内同规格绳索取心钻杆应用孔深记

录 (1461.90 m), NQ 绳索取心钻杆应用孔深达到 2212.80 m。

乳山试验和示范工程结束后,将项目研制的 HQ、NQ 绳索取心钻杆及新规格套管转往新疆某铁矿区扩大开展野外钻探试验工作,累计施工钻孔 6 个。钻孔试验证实,研制的高强度绳索取心钻杆强度高,耐磨性、密封性明显改善,钻杆卸扣扭矩较低;钻杆杆体、接头从未发生断裂、脱扣等情况。



图 1 高强度绳索取心钻杆现场使用情况

三、推广转化方式

拟通过制定统一标准,加大标准的宣传和贯彻力度,给使用推广及使用单位一定经费补贴,以国家推广高效新技术的方式,在地勘施工单位进行推广应用。

技术依托单位:中国地质科学院勘探技术研究所

联系人:谢文卫

通讯地址:河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码:065000

联系电话:0316-2096501 13700368287

电子邮件:13700368287@139.com

多用途高强度绳索钻杆

一、内容概述

1. 成果简介

本产品是一种既能适用于深部固体矿产资源勘探，又能满足水平孔煤层气（又称瓦斯）钻采的高强度绳索钻杆。该产品通过对螺纹副结构、薄壁管材热处理工艺和专用量规结构核心技术的研发，满足了国家重大专项“深部探测技术与实验研究”项目中深孔示范孔技术要求，创造了国内小口径 2950 m 的固体勘探最深孔施工纪录和煤层气钻采水平钻进 1080 m 施工纪录，突破了我国深部矿产资源勘探的技术瓶颈，使垂直勘探深度由 1500 m 提升至 3000 m，水平钻进深度由 500 m 提升到 1100 m，使用寿命延长 20%。同时降低对上游地勘主机的承载要求，大大提高其钻深能力。该产品的面世，打破了该领域长时间依赖进口产品的局面，且价格仅为进口产品的 40% ~ 50%，具有较高的性价比。

2. 技术特点及技术指标

（1）与国内专业钢管企业合作试制高钢级精密无缝合金管材 XJY-850，并获得成功，从而为高强度绳索钻杆的开发奠定了重要基础。该管材机械性能已达到国外先进水平，管材几何精度也有明显提高。

（2）针对地质钻杆壁薄、螺纹机械性能强度难以保证的问题，在螺纹副的设计上，打破传统对称结构形式，创新研发了不对称负角度梯形螺纹结构，从而解决了传统的圆锥对称梯形螺纹无法满足深孔施工的问题。螺纹承受最大拉力，由原来的 53 吨提升到 68.2 吨；机械强度提高 27%。该技术已达到国际先进水平。

（3）对 5 ~ 8 mm 薄壁类钻杆中频感应热处理工艺规范进行大胆创新，从而使该产品实现连续作业生产，生产过程可以实时监控，产品加工缺陷能够及时纠正，管材硬度、强度得到有效保证，机械强度提高 50%，成品合格率明显提高。

（4）自主创新研发专用的负角度螺纹中径综合检验量规，既能检测螺纹尺寸精度，还能监控加工过程中刀具的磨损情况，提高了批量加工钻杆螺纹的精度，提升钻杆质量的稳定性。

二、应用范围及应用实例

1. 应用范围

本产品主要是应用于垂直孔固体矿产资源勘探和煤层气水平孔定向钻进施工。

2. 应用实例

本产品经安徽 313 地质队、山东第三地质大队和中煤科工集团重庆煤科院等多家单位现场使用，完全达到了使用要求。并创造了国内小口径绳索施工 2950 m 的固体勘探最深孔施工纪录和煤层气钻采水平钻进 1080 m 施工纪录。



图1 山东三山岛施工现场（终孔深度 2950 m） 图2 安徽 313 队施工现场（终孔深度 2706.68 m）

3. 应用前景

本产品经中国船舶工业金属结构试验检测中心、无锡市产品质量监督检验所检测，性能达到设计目标。该产品因其负角度不对称螺纹设计结构等创新性设计，已获 3 项专利。该产品重量轻、螺纹结构合理、强度高、使用寿命长、卸扣扭矩低、密封性好，与进口产品相比，具有较高的性价比优势。目前国内多个 3000 m 垂直固体资源勘探施工孔和千米水平定向钻进施工孔均配套选用了该产品，应用前景十分广阔。

三、推广转化方式

宣传报道、会议交流、现场服务、技术咨询。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

YZX 系列高效液动潜孔锤

一、内容概述

YZX 系列高效液动潜孔锤是根据发明专利原理研制的高效液动潜孔锤产品系列（六种规格，口径 54 到 178 mm）。形成了一个可基本覆盖地质岩心钻探、地质灾害治理钻探、水文水井钻探的完整液动锤系列，可满足不同钻探目的要求。利用该钻具实施液动冲击回转钻进技术可有效地解决钻探领域最常遇到的钻进效率低、岩心易堵、孔斜的问题。近年来在提高易损件寿命的结构优化、表面硬化处理措施、解决适应现场大泵量而研究的分流装置等方面取得显著地进步，使其工作能量较传统液动锤提高 25% 以上，易损件在泥浆中寿命从 10 h 提高到 50 h，在清水中提高到 100 h。研制的分流机构可提高液动锤的流量，有效适应大泵量钻井工艺。通过在石油钻井的初步使用，表明可适应该领域钻井条件，提高钻井效率，为液动锤技术在大口径深井钻探技术领域的应用奠定了良好的基础。



该系列液动锤 2011 年获科技部等四部委颁发的国家重点新产品证书，其发明获得第十三届中国专利优秀奖。

表 1 YZX 系列液动潜孔锤结构参数

型号参数	YZX54	YZX73	YZX89	YZX98	YZX127	YZX146
液动锤外径（mm）	φ54	φ73	φ89	φ98	φ127	φ146
钻孔直径（mm）	φ56 ~ 65	φ75 ~ 85	φ91 ~ 105	φ112 ~ 120	φ136 ~ 158	φ165 ~ 190
冲锤重量（kg）	3.5	5.5	7.0	15	35	37
冲锤行程（mm）	15 ~ 25	20 ~ 25	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	40 ~ 50
自由行程（mm）	5 ~ 8	6 ~ 10	7 ~ 12	10 ~ 12	10 ~ 15	10 ~ 15
冲击频率（Hz）	25 ~ 45	20 ~ 45	20 ~ 40	20 ~ 40	7 ~ 15	7 ~ 15
冲击功（J）	10 ~ 50	15 ~ 70	20 ~ 90	80 ~ 120	120 ~ 250	150 ~ 300
工作泵量（l/min）	60 ~ 90	90 ~ 150	120 ~ 190	250 ~ 320	350 ~ 550	600 ~ 1000
工作泵压（MPa）	0.5 ~ 2.0	0.8 ~ 3.0	1.0 ~ 3.0	1.5 ~ 4.0	2.0 ~ 5.0	2.0 ~ 5.0
总长（mm）	863	1000	1000	1600	1950	2280
总重（kg）	12	25	35	72	120	220
冲洗介质	清水或优质低固相泥浆					

二、应用实例

该系列液动锤产品共有 300 余台套应用于生产，钻进进尺 80 万 m 以上，提高时效 40%；降低成本 15%，每米可节约生产成本 50 元，直接销售额 500 万元以上，使用单位间接效益达 0.5 亿元，取得了显著的经济效益。

YZX127 液动锤在中国大陆科学钻探工程 CCSD-1 井共计下井 505 回次，累计进尺 3526.3 m，井深 5118.2 m，在可钻性 8~9 级榴辉岩和片麻岩中，平均钻进时效 1.32 m，最高钻进时效 2.46 m，比回转提高近 1 倍。回次满管率达 95% 以上。岩心采取率为 90% 以上，显著地改善了钻探施工的经济技术指标，同时表明该液动潜孔锤对深孔的适应性。这也是液动潜孔锤取心钻进且取得显著效果的最新世界纪录（节约工程经费 2556 万元，投入产出比超过 1:10）。

昆明工程勘察院在威信县麟凤乡小坝村 801 孔对 YZX98 液动潜孔锤进行生产性使用，此孔为坑口电站用煤竖井并筒检测孔。要进行水文、煤层等多项实验检测内容，要求分级进行水文检测，因此，钻进则需采用钻、扩、封、测多种工序，要求全孔取心，孔斜不大于 1°/100 m。地层为茅口灰岩、峨眉山玄武岩，可钻性 6~8 级，局部岩石破碎。累计液动潜孔锤钻进 310 m，平均时效 1.5 m，最高时效 2 m，与回转比较，时效提高 50% 以上；平均日进尺 20 m。累计钻进 120 个回次，平均回次长度 2.58 m，满管率 80%。回次长度比回转钻进提高 15%。

2012 年 1 月 4 日，汶川科学钻探于孔深 2136.67 m（总第 610 回次）首次使用了 YZX98 液动锤，采用螺杆马达 + 液动锤 + 转盘复合钻进，效果显著，该回次钻速达 0.99 m/h，比使用液动锤之前提高 60%，且实现满管提钻。至 2283.56 m 完钻，配套液动锤累计钻进 28 回次，进尺 119.50 m。平均机械钻效达到 0.77 m/h，在更坚硬、致密的地层条件下，比之前提高 35%；平均回次进尺达 4.27 m，满管率 90%，比使用之前的 3.27 m 提高 30%；该阶段使用的一台 YZX98 液动锤共计入井 155 小时，无检修连续使用时间长达 141 小时。与 2005 年在中国大陆科学钻探工程应用效果相比有了明显的提高。

三、推广转化方式

结合找矿突破战略行动，采用补贴方式带动相关单位开展应用。勘探技术研究所拥有该技术的知识产权，拥有丰富生产及现场应用的技术团队，作为该技术的依托和技术服务单位，拥有专业实验室进行配套的技术服务，提高现场应用效果。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

SYZX 系列绳索取心液动潜孔锤

一、内容概述

SYZX 系列绳索取心液动锤是岩心钻探两大先进技术（绳索取心、液动潜孔锤）的有机结合，具有绳索取心钻进的优点：纯钻进时间利用率大幅度提高，有利于提高台月效率；钻杆和粗径钻具几乎同径，减少了钻进途中掉块、垮孔现象，非常有利钻穿复杂地层；钻具的横向振动小，有利于保护岩矿心和提高钻头寿命；操作人员的劳动强度低。同时利用液动潜孔锤钻进效率高、缓解岩心堵塞作用的优势克服绳索取心钻头壁厚、机械钻速低和在破碎地层中岩心易堵塞回次进尺短的缺点，从而互补形成一种全新的高效岩心钻探技术。



SYZX 系列绳索取心液动潜孔锤

该系列绳索取心液动锤，结构有创新，冲击功传递装置采用相互约束的刚性结构，将传功、悬挂、密封等多种功能整合在一起，既简化结构，又方便使用，应用效果良好。目前最大应用深度达到 2200 m，纯钻时间大大提高。实践证明，其可提高时效 40%；降低成本 15%，每米可节约生产成本 80 元。代表着新一代液动锤在绳索取心领域的成功应用，使绳索取心钻进技术迈上了一个新台阶。并被评为 2008 年探矿工程十大新闻之一。

该系列产品自 2008 年其至今共有 800 余台套各类型号的液动锤产品应用于生产，钻进进尺 160 万 m 以上。

该系列液动锤 2011 年获科技部等四部委颁发的国家重点新产品证书。

表 1 SYZX 绳索取心液动锤钻具性能参数

型号主要参数	SYZX59	SYZX75	SYZX96	SYZX122	SYZX135	SYZX150
配套绳索取心钻具	S56	S75	S96	S122	S135	S150
液动锤型号	YZX46	YZX54	YZX73	YZX89	YZX98	YZX98
钻具外径 (mm)	56	73	89	114	131	140
钻头直径 (mm)	59	75.5	95.5	122	137	150
冲锤行程 (mm)	12	15 ~ 25	20 ~ 25	20 ~ 30	30 ~ 40	30 ~ 40
自由行程 (mm)	4 ~ 7	5 ~ 8	6 ~ 10	9 ~ 15	10 ~ 12	10 ~ 12
工作泵量 (L/min)	50 ~ 80	60 ~ 90	90 ~ 120	120 ~ 190	250 ~ 300	250 ~ 300
工作泵压 (MPa)	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.8 ~ 3.0	1.0 ~ 3.0	1.5 ~ 4.0	1.5 ~ 4.0
冲击频率 (Hz)	30 ~ 45	25 ~ 40	20 ~ 40	15 ~ 30	20 ~ 40	20 ~ 40
冲击功 (J)	10 ~ 20	10 ~ 50	15 ~ 70	20 ~ 90	80 ~ 120	80 ~ 120
长度 (mm)	4100	5200	5500	5230	6185	6530
质量 (kg)	56	75	115	180	340	380
推荐冲洗液类型	清水、乳化液或低固相泥浆					

二、应用实例

福建省地勘局第八地质大队应用 SYZX75 绳索取心液动锤在武坪县悦洋银多金属普查项目工地钻进 2200 余米。在可钻性 5 ~ 6 级灰岩中 8h 进尺 42 m，比同条件绳索取心回转钻进提高近 3 倍；在可钻性 8 ~ 9 级的片麻岩中，8h 班进尺 10 m 以上，比同条件绳索取心回转钻进提高近 2 倍。动力燃油费用明显下降，由 37 元/m 下降到 21 元/m。在完整地层回次满管率达 90% 以上，在破碎地层回次长度提高 60% 以上。该队截止到 2011 年 7 月，使用绳索取心液动锤钻进达 10 万米，节约经费 1414 万元。

内蒙古赤峰市双山子铜多金属矿普查区，地层极为复杂。采取常规绳索取心钻探，岩心采取率低，回次进尺在 0.2 ~ 2 m 之间，提取岩心频繁，辅助时间比例大，台月效率低。吉林核工业钻探队使用 SYZX75 绳索取心液动锤钻具，提高了钻进速度，岩心采取率 100%；降低了材料消耗；提高了钻头的寿命；提高了钻进时间利用率，时间效率最低 55%，最高 75%；孔内故障少。该队液动锤钻进 15596 m，节约经费 120 万元。

三、推广转化方式

勘探技术研究所拥有该技术的知识产权，具有组织成果转化的一套完善的团队，积累有将该技术推向市场的经验，可采用补贴方式带动相关单位开展应用，由勘探所利用其专业实验室进行配套的技术服务，提高现场应用效果，促进尽快执行。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所
联 系 人：谢文卫
通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号
邮政编码：065000
联系电话：0316 - 2096501 13700368287
电子邮件：13700368287@139.com

岩心钻探孔内事故处理工具

一、内容概述

经过勘探所近年来的不懈努力，研制成功了小直径打捞、切割、震击、套取、磨铣等不同类型的岩心钻探孔内事故处理工具，提高了地质岩心钻探的事故处理能力。

• 偏水眼公锥

偏水眼公锥是利用液流的反推力，将公锥推向孔壁一边，捞取靠向孔壁的事故钻杆，并可以利用泥浆泵排量的大小变化，来调节公锥的侧向反推力，其型号规格见表 1。

表 1 普通公锥与偏水眼公锥型号规格

序 号	名 称	连接方式	打捞内径 mm
1	P 规格正反公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	107 钻杆螺纹
2	H 规格正反公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	770 钻杆螺
3	N 规格正反公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	570 钻杆
4	B 规格正反公锥	$\phi 54$ 外平钻杆螺纹	424 外平
5	普通钻杆正反公锥	$\phi 54$ 外平钻杆螺纹	224 外平
6	P 规格偏水眼公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	107 钻杆螺纹
7	H 规格偏水眼公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	770 钻杆螺
8	N 规格偏水眼公锥	$\phi 50$ 钻杆螺纹	570 钻杆
9	B 规格偏水眼公锥	$\phi 54$ 外平钻杆螺纹	424 外平
10	普通钻杆偏水眼公锥	$\phi 54$ 外平钻杆螺纹	224 外平

• 偏心接头

偏心接头主要用于事故头处超径严重，弯钻杆或偏水眼公锥无法进入事故钻杆的情况下，利用水力作用调整接头弯曲角度，进入到钻孔的超径孔段，实施打捞作业的工具。其型号规格见表 2。

表 2 偏心公锥接头型号规格

序 号	规格型号	连接螺纹	打捞内径 mm
1	P 规格偏水眼公锥接头	$\phi 50$ 钻杆螺纹	107 钻杆螺纹
2	H 规格偏水眼公锥接头	$\phi 50$ 钻杆螺纹	770 钻杆螺
3	N 规格偏水眼公锥接头	$\phi 50$ 钻杆螺纹	570 钻杆
4	B 规格偏水眼公锥接头	$\phi 54$ 外钻杆螺纹	42 $\phi 54$

• 水力内割刀

水力式内割刀是一种切割绳索取心钻杆、套管的工具，可以在钻杆内任何部位切割。利用液体推动活塞压缩弹簧使活塞杆下行，活塞杆推动二个刀头向外张开与钻杆或套管内壁接触，张开的割刀片随同钻具回转的同时切割事故钻具，割断后泵压下降，停泵刀头回位提出孔内。其型号规格见表3。

表3 水力内割刀型号规格

序 号	规 格	割管内径 (mm)	接头螺纹	割管壁厚 (mm)
1	SGD71	58 ~ 63	φ50 钻杆螺纹	8
2	SGD89	77 ~ 80	φ50 钻杆螺纹	8
3	SGD114	98 ~ 102	φ50 钻杆螺纹	8
4	SGD140	128	φ50 钻杆螺纹	8

• 机械式内割刀

机械式内割刀是通过机械原理使到头伸出切割孔内钻杆或套管，割断后在上提力的作用下，滑牙板推开弹簧片，使刀头回到最低位置，工具解卡，并可以自由地提出割刀。其型号规格见表4。

表4 机械式内割刀型号规格

型号规格	钻(套)管外径(mm)	割刀外径 mm	切割壁厚 (mm)	连接螺纹
ND-73	71 ~ 73	57	5.5	φ50 钻杆螺纹
ND-89	91 ~ 89	67	6.5	φ50 钻杆螺纹
ND-114	108 ~ 114	85	7	φ50 钻杆螺纹

• 可退式倒扣捞矛

可退式倒扣捞矛作用与公锥相同，是用来打捞绳索取心钻杆，套管的工具，与公锥不同的是与反丝钻杆连接实现打捞，若打捞不上来时可反转钻杆，便可实现倒扣，反出孔内钻杆。无效时可退出打捞工具。其型号规格见表5。

表5 可退式倒扣捞矛型号规格

型 号	外径 (mm)	引锥直径 (mm)	连接螺纹	打捞内径 (mm)
DLM-N	58	39	φ50 钻杆螺纹	58 ~ 61
DLM-H	77	57	φ50 钻杆螺纹	77 ~ 791
DLM-P	102	49	φ50 钻杆螺纹	102

● 强磁打捞器

强磁打捞器主要用于地质钻探工作中打捞孔内小件落物的工具。它具有结构简单、操作方便、性能可靠、体积小、重量轻等优点，利用本身所带永久磁铁将落入孔内的工具等小落物磁化吸起。其型号规格见表 6。

表 6 强磁打捞器型号规格

型 号	外径 (mm)	连接螺纹	最大吸力 (N)	适用口径 (mm)
CL55	55	φ54 钻杆螺纹	300	60
CL70	70	φ50 钻杆螺纹	500	76
CL86	86	φ50 钻杆螺纹	700	96 ~ 110
CL100	100	φ50 钻杆螺纹	1000	110 ~ 135
CL125	125	φ50 钻杆螺纹	1500	135 ~ 165
CL140	140	φ50 钻杆螺纹	1700	150 ~ 175

● 牙嵌式震击器

震击器是将机械回转力储存在钻杆本身上，来产生扭应力，又由震击器的齿盘高度产生拉应力，再通过震击器四级齿盘差动形成动作转变为冲击震击功能对孔内钻具实现震击。震击力的大小可根据提升力的大小进行调节，用于 P、H、N 规格钻孔的钻杆、套管的起拔。

● 水压扩孔器

水压扩孔器主要用于处理套管底部地层不稳定，漏水、套管容易下跑时，不需将套管拔出扩孔，用水压扩孔器将套管底部扩大，然后从孔口接上套管下入到扩大的孔端。其型号规格见表 7。

表 7 水压扩孔器参数

序 号	规格型号	外径 (mm)	扩孔直径 (mm)
1	TKQ108	92	96 ~ 110
2	TKQ91	73	77 ~ 96
3	TKQ73	55	60 ~ 77

为便于野外生产单位选用合适的事故处理工具，勘探所建立了我国岩心钻探孔内事故处理工具实物库。同时，根据野外生产单位的需要建立了岩心钻探孔内事故处理工具应急数据库，编写了《岩心钻探孔内事故处理工具手册》，便于野外施工现场查询和选用。

二、应用实例

(1) N 规格水力内割刀 2011 年在山东正元公司 82°斜孔使用, S75 绳索取心钻杆留在孔内作为套管, 改用 S56 绳索取心钻进至 1122 m。终孔后由于掉块卡钻 S75 绳索取心钻杆提拉不动, 在 1000 m 处下入割刀, 36 分钟割断钻杆孔内。

(2) $\phi 108$ mm 水利内割刀在河南煤田队成功应用。

(3) H 规格、P 规格水力割刀在安徽芦纵矿集区钻探示范孔成功切割孔内 H 规格套管和 P 规格套管。

(4) N 规格、H 规格可退式打捞矛在张家口井下工程有限公司坑道钻孔内事故处理中成功应用。

三、推广转化方式

勘探技术研究所建有岩心钻探孔内事故处理工具实物库, 可配合地质找矿突破战略行动, 在全国野外试验基地、各个矿集区设立事故处理工具应急供应站及技术服务队伍。

技术依托单位: 中国地质科学院勘探技术研究所

联系人: 谢文卫

通讯地址: 河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码: 065000

联系电话: 0316 - 2096501 13700368287

电子邮件: 13700368287@139.com

密闭胶体取样钻具

一、成果概述

本成果的研制依托于地质调查项目《精细、原位、保真、多元取样技术的研究》。该项目针对破碎复杂地层取心技术难题和特殊要求，开展取心工具和工艺的研究，达到精细、原位、保真、多元的样品要求。该项目研究的重点和核心技术之一就是密闭胶体取样钻具，其核心是主要解决地层硬、碎、脆的地质条件下进行取样工作时，针对易出现岩心破碎及脱落等现象要求提高采取率和钻探效率。

密闭胶体取样钻具在取样内管的内部增加了封闭有密闭胶体材料的内衬管总成，同时采用底喷单阶梯钻头，防止钻井液污染，利用爪式卡簧的作用，防止岩心脱落。其结构如图 1 所示。

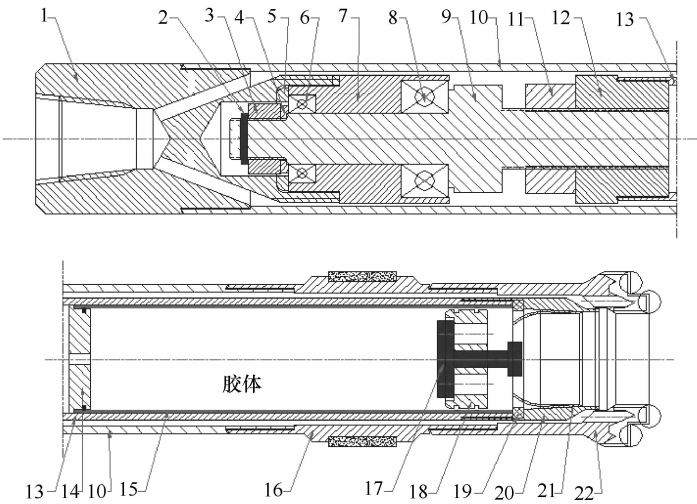


图 1 密闭胶体取样钻具结构

1—双管接头；2—穿销；3—小锁母；4—小垫片；5—大垫片；6—轴承；7—轴承外壳；8—轴承；9—芯轴；10—外管；11—大锁母；12—内管接头；13—内管；14—衬管封头；15—衬管；16—扩孔器；17—密封杆；18—密封活塞；19—垫环；20—卡簧座；21—爪式卡簧；22—底喷单阶梯钻头

该钻具备以下技术优势：

- (1) 采用 PC 材料内衬管：质量轻，强度高，便于观察，减轻摩擦；
- (2) 优先采用钻井液原料中采用的材料作为胶体材料：无污染；胶结性强；降低摩擦阻力；易于现场操作。
- (3) 采用爪式卡簧结构，有效防止岩心脱落。

目前,在国内地质钻探领域内密闭胶体取样技术将有效解决特殊目标地层的样品采取率低和样品受到污染的问题,同时胶体材料可根据不同地层特性进行优选组合,获得高质量的岩心样品。



图2 密闭胶体取样钻具实物

二、应用实例

成果主要用于地质钻探、煤田勘探和水文水井钻探施工中。尤其是硬碎脆地层钻进施工和需要对岩心进行保护的特定目标地层。

本成果于2008年7月至今在内蒙古巴音戈壁盆地塔木素地区铀矿钻探现场取得了成功的应用。

1. 现场情况

钻探工作区地处内蒙古高原西部,其中下白垩统为主要找矿目的层。目的层岩性上部为暗褐泥岩、砂质泥岩与砂岩、含砾砂岩、砂砾岩不等厚互层;下部为灰、深灰色泥岩、砂质泥岩夹含砾砂岩、泥质粉砂岩、炭质页岩,含煤屑及条状砂体,无胶结或弱胶结,结构松散。

试验区为铀矿勘探孔,多年来,影响地浸砂岩铀矿质量的主要因素是脆、碎地层及软硬交错夹层,岩矿心采取率很低。2007年在内蒙古巴音戈壁盆地施工的钻孔中,在钻具回转及冲洗液的冲刷外力作用下,岩心破碎损耗,取心困难,有四个钻孔因岩矿心采取率低,质量等级降为可利用孔,不得不把回次进尺减少到1 m以内,增加了辅助时间,减少了纯钻进时间,极大降低了钻进效率,影响了施工进度,增加了施工成本。

采用了密闭胶体取心工具及配套取心工艺后,解决了该矿区在破碎地层中钻进岩心卡堵、岩心磨损及钻进效率低的问题。通过密闭胶体的使用,可起到包裹岩心、携带岩心的能力,透明内衬管减少了岩心的阻力,同时底喷隔水PDC钻头的应用,有效防止钻井液冲刷。该新型取心工具于2008年7月在该试验区进行取心试验,平均岩心采取率达90%以上,解决了普通取心工具在硬碎脆和软硬互层地层取心难的问题,降低了钻探成本。

2. 设备及取样器具情况

①钻机型号: HXY-800Q型; 转速: 5档(188r/min)及6档(277 r/min);

②泥浆泵: NBB-250/6型泥浆泵; 泵压: 3~4MPa; 泵量: 150L/min;

③钻杆: $\phi 50$ mm地质钻杆,配 $\phi 68$ 钻铤4根;

④取心工具: 硬碎脆地层用密闭胶体取心工具;

钻具规格为 $\phi 89$ mm,三层管结构,内岩心管中带有透明PC衬管;

取心长度为2 m; 钻头: $\phi 104/54.5$ mm PDC取心钻头。

密闭胶体在取样过程中，要起到包裹岩心，减少磨损的作用，也要起到一定的黏结作用，同时要考虑对岩心样无污染。试验数据见表 1 所示。

表 1 内蒙古阿拉善塔木素地区试验数据对比

	孔 号	钻进进尺 (m)	岩心长度 (m)	采取率
改进前 (普通钻具)	HZK47-0	67.77	25	36.9%
	BZK80-48	62.13	23.76	38%
	BZK2-1	94.18	57.9	61%
改进后 (密闭胶体取样工具)	HZK72-32	18.0	16.2	90%
	HZK31-26	16.0	15.3	95.6%
	HZK104-32	16.0	15.25	95.3%

该成果是目前在硬碎脆地层钻探施工获取高质量岩心所急需的技术，具有良好的经济性能和较高的性能价格优势，产品市场广阔，经济社会效益极其显著。因此项目成果无论是技术还是产品都具有良好的市场开发潜力。

三、推广转化方式

该成果的推广转化方式采用边研究开发、边转化、边产业化的模式。因为已有良好的研究基础、中试、生产条件和市场条件，可以逐步走进市场，拟采用技术合作与自主开发相结合的模式，通过宣传报道、人员培训等手段进行推广，计划两年内即可形成一定的产业规模，直接进入产业化阶段。同时，发挥本单位服务优势，采取示范推广的模式，在硬碎脆等特殊地层取样应用中将逐渐占据主导地位。

技术依托单位：北京探矿工程研究所

联 系 人：翁炜

通讯地址：北京市海淀区学院路 29 号探工楼 406 室

邮政编码：10083

联系电话：010-82321875/13641288752

电子邮件：wengw77@163.com

深孔硬岩高效碎岩金刚石钻头

一、内容概述

北京探矿工程研究所针对科学深孔钻探、深部地质矿产勘探、油气勘探开发、基础工程施工钻掘、地质灾害防治等领域对碎岩工具的新要求进行立项研究，通过对金刚石钻头结构设计、胎体超细粉末研制和制造工艺的长期研究，取得了一系列重大成果，特别是研制的具有自主知识产权的系列高效长寿命硬岩钻探金刚石钻头，在保持较高机械钻速的情况下使用寿命大幅度提高。该项成果已在国内地质勘探、铀矿勘察、石油钻井的深部硬岩地层钻探中推广。在硬岩地层钻探中钻头寿命提高 2~5 倍，钻探效率提高了 2~3 倍，实现了在深孔硬岩地层的高效钻探。同时使我国的金刚石钻头技术水平上了一个新的台阶，性能达到国际先进水平。

二、应用实例

1. 科学钻探

在中国大陆科学钻探工程的实施过程中，成功研制了新型镶齿式金刚石钻头，使钻头制造达到国际先进水平。使用该种钻头超过 100 只，平均单只钻头进尺 35 m，机械钻速 1.5 m/h，单只钻头最高进尺达 75 m，取得的技术经济指标在国内处于领先水平，达到国际先进水平

为正在四川汶川实施的科学钻探工程研制了多种性能优良的金金刚石钻头和复合片钻头。在上部花岗岩地层钻探中，金刚石钻头平均时效 0.5 m，钻头寿命 60 m 以上，在下部沉积岩钻探中复合片钻头平均时效 0.7 m 以上，钻头寿命 80 m 以上。

2. 深部地质矿产勘探

(1) 辽宁本溪思山岭铁矿

在该矿区 8~11 级坚硬的磁铁矿中钻进（钻孔设计深度在 1500~2000 m），新型钻头与普通钻头相比，钻头寿命提高 2~3 倍，钻头平均寿命超过 80 m（最高寿命 176 m）。

(2) 山东乳山 2000 m 钻探示范孔配套试验

钻探示范区地层主要是冲积坡积物、黑云片岩、黑云变粒岩、大理岩、中粗粒二长花岗岩、花岗闪长岩、斜长角闪岩等。N 规格钻头平均寿命达 100 m，最高单只钻头寿命 115 m，是常规钻头的 2 倍，圆满完成了示范孔任务。

(3) 安徽省霍邱周集铁矿区深部勘查项目

安徽省霍邱周集铁矿区深部勘查项目（该孔终孔孔深 2706.68 m，刷新了我国小口径绳索取心钻探最深纪录），矿区主要岩性为片麻岩，平均岩层可钻性达 9 级，矿层达 10 级，N 规格金刚石钻头各项性能指标均明显优于普通钻头，最高寿命达 123 m。

(4) 青海省都兰县果洛龙洼金矿

青海省都兰县果洛龙洼金矿勘探（钻孔终孔深度 1063.2 m），岩性主要为片麻岩、花岗岩，国内常规金刚石孕镶钻头平均寿命只有十几米（最高 36 m），研制的 N 规格长寿命金刚石钻头平均寿命超过 80 m（最高寿命 108 m），是普通金刚石钻头寿命的 4~5 倍，极大提高了金矿勘探区的钻进效率。

(5) 新疆铜镍矿

新疆铜镍矿勘探施工，钻进孔深 1000~2000 m，岩性主要为橄榄岩，研磨性强，N 规格钻头平均寿命达 70~80 m，是常规钻头的 4~6 倍。

3. 煤田勘探、铀矿勘查

在煤田勘探和北方地浸砂岩铀矿勘探中，钻头钻进效率提高 2.5~3.6 倍，解决了煤田勘探、铀矿勘探中钻头寿命短、钻速低的难题，极大地提高了勘探区的工作效率。



图 1 高效长寿命钻探金刚石钻头

4. 深部油气勘探开发

(1) 中石油辽河石油勘探局深部硬岩取心钻进中，国内其他钻头寿命一般只有 2~8 m，而新型金刚石钻头平均使用寿命达 25~30 m，解决了辽河油田在深部硬岩中取心效率低的难题，获得重大的经济效益。

(2) 为中石油辽河石油勘探局硬地层分支井完井作业研制的硬地层高效套管开窗钻头，解决了以往硬地层套管开窗成功率低、施工工艺复杂、施工效率低的难题，获得重大的经济效益。

(3) 研制的适用于软—中硬—硬—坚硬地层取心钻头（PDC 取心钻头、TSP 取心钻头、天然表镶取心钻头 and 人造金刚石孕镶取心钻头），适用于浅井、中深井、深井软至极硬地层等多种工况，尤其是深井硬地层，取心率均在 96% 以上，产品的性能达到国际先进水平，已广泛应用于辽河油田、新疆油田、四川气田和山西煤层气勘探等的取心钻进。

(4) 金刚石全面钻头在四川川东北元坝地区须家河地层（井深 4000~7000 m，石英含量达 60% 以上）取得了突破性进展，单只钻头寿命平均达 100 m，一只钻头相当于 4 只牙轮钻头的寿命，可大幅缩短施工周期和降低钻探成本，加快我国油气资源勘探开发进度，并打破国外钻头在该地层的垄断地位。



图2 油气田系列取心钻头

三、推广转化方式

钻头（具）推广、技术培训、示范钻探。

技术依托单位：北京探矿工程研究所

联系人：胡继良

通讯地址：北京市海淀区学院路29号探工楼

邮政编码：100083

联系电话：010-82321876 010-69387146

电子邮件 bjhujl@hotmail.com jiaml@bjiee.com.cn caijp@bjiee.com.cn

BH-75 不提钻换钻头钻具

一、内容概述

不提钻换钻头钻进，是在绳索取心钻进基础上发展的一种钻探新方法，除完全具备绳

索取心钻进功能外，还可在不提钻情况下实现对孔底服役钻头的检查或更换，其核心技术是不提钻换钻头钻具或换钻头专用工具。该技术是绳索取心钻进的最高形式，是钻探工作者在钻进方法方面长期追求的理想目标。近些年来，除澳大利亚 Mindrill Limite 的 drill 曾经试钻进尺 1.7 万米外，世界范围内不提钻换钻头钻进技术实钻成功的报道鲜为人见。

BH-75 钻具是我国成功研制的第一台不提钻换钻头钻具，在我国钻探工程中首次实现不提钻换钻头钻进。定位张敛式不提钻换钻头钻具取得了国家专利，专利号 CN85200563。该钻具先后获得国家发明三等奖、地矿部科技成果一等奖。

BH-75 钻具既是更换钻头的工具，又是执行取心钻进的钻具。钻具主要由主钻具和副钻具组成，其中，主钻具上装有普通单动双管取心钻具、主钻头和副钻头，属可打捞部分；副钻具直接与绳索钻杆连接，属非打捞部分。钻具采用两级碎岩成孔原理，设有主钻头和副钻头两级碎岩工具，在图 1c 所示钻进状态下，主钻头执行先导取心钻进，副钻头承担扩孔成孔任务；钻进回次结束，在绳索打捞器开始提升主钻具瞬间，副钻头收敛，从而解除主与副钻具之间的连接，主钻具可被打捞到地面，见图 1a，在地面采集岩心的同时，可对钻头进行检查或更换；然后，将主钻具投送到孔底，利用水力使副钻头张开，并通过张开的副钻头将主、副钻具连接为一体，钻具再次呈钻进状态，从而实现不提钻换钻头取心钻进。

不提钻换钻头钻进具有以下技术优势：

减少起下钻次数及其辅助作业时间，通过提高纯钻时间比例，提高钻探效率；

及时根据钻头磨损情况调整钻头使用方案，使钻头

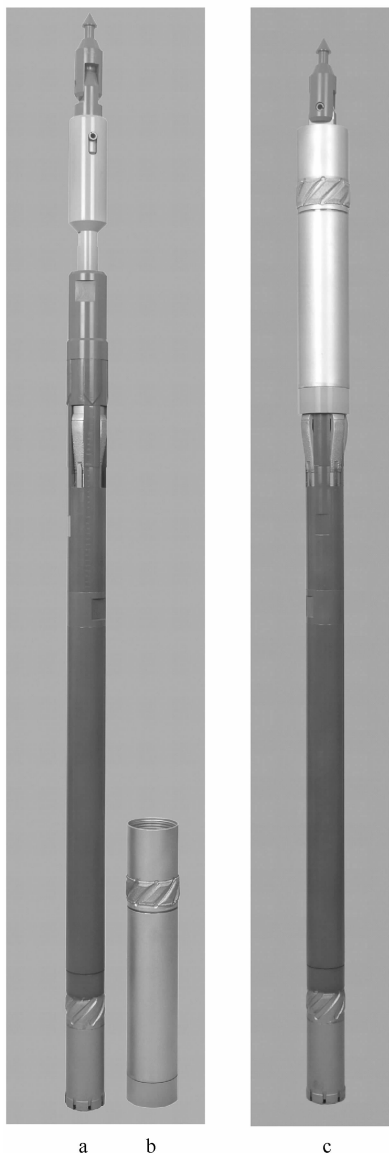


图 1 BH-75 钻具

a—主钻具；b—副钻具；c—钻进状态

与地层合理匹配；

减少起下钻作业对钻孔的抽吸、挤压等影响钻孔稳定性的不利因素，改善孔内施工环境，减少孔内故障和事故，维持钻孔安全生产；

降低劳动强度，改善钻探现场施工环境，消除疲劳操作和因起下钻导致的事故隐患，为安全生产提供保障；

进行套管钻进，采用取心钻进一道工序完成传统钻进方法需要“裸孔钻进”和“下套管”两道独立工序才能完成的成孔作业，为穿越复杂地层提供有效方法。

BH-75 钻具不提钻换钻头钻进工艺与绳索取心钻进工艺基本相同，主要工序——“下钻—投送钻具—钻具到位判断—钻进—打捞取心—投送钻具”完全相同，主要区别体现在：“打捞取心”环节可对孔底钻头进行检查或更换；强调钻具到位张开判断的重要性。所以，除孔内钻具外，钻进工艺所需的钻机及配套设备及器具与相同口径规格的绳索取心完全相同。

近年来，在 BH-75 钻具的基础上，相继研发了 BH-91、BH-114 钻具。BH-114 钻具还可用于套管钻进，即采用套管代替钻杆，或直接采用绳索钻杆，进行不提钻取心钻进，钻至预定孔深，捞出主钻具后，将钻柱留在孔内作为技术套管护壁。钻具主要技术参数见表 1。

表 1 钻具主要技术参数

钻具规格		BH-75	BH-91	BH-114
钻孔直径, mm		φ75	φ91 ~ φ95	φ122
岩心直径, mm		φ39	φ51	φ68
到位报信压力 P_{m0} , MPa		0.8 ~ 1.5	0.8 ~ 2.0	1 ~ 3.0
主钻头规格, mm		φ70	φ56	φ95
副钻头	张开直径, mm	φ91.5	φ75	φ122
	收敛直径, mm	φ68.5	φ55	φ93
外管	外径/内径, mm	φ68/φ61	φ55/φ48	φ89/φ80
	长度, mm	2240 ~ 3240	2192 ~ 3192	2240 ~ 3240
内管	外径/内径, mm	φ57/φ53	φ45/φ41	φ77/φ70
	长度, mm	2000 ~ 3000	2000 ~ 3000	2000 ~ 3000
主钻具长度, mm		2640 ~ 3640	2765 ~ 3765	2765 ~ 3765
副钻具长度, mm		250	300	300

适用范围：地质勘探领域的岩心钻探工程，在中孔深、深孔中其技术优势更加显著。适用地层和使用条件见表 2。

二、应用实例

20 世纪 90 年代，江西赣东北大队采用 BH-75 钻具，在江西万年县石镇勘探区，在我国岩心钻探中首次实现不提钻换钻头钻进。BH-75 钻具随后列入地矿部新技术推广计

表 2 钻具适应地层及使用条件

钻具规格		BH-75	BH-91	BH-114
工艺 条件	钻探设备	绳索取心配套钻探设备, 包括钻机、泥浆泵、绞车、钻杆夹持器等		
	绳索钻杆	$\phi 71/\phi 61$	$\phi 89/\phi 79$	$\phi 114/\phi 101.5$
	打捞器	S75	S75	配套打捞器
	泥浆类型	无固相冲洗液、或低固相泥浆		泥浆
地层 条件	地层	较完整地层	较完整地层	
	钻孔顶角 θ	$0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$	$0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$	$0^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$

划, 先后在甘肃水文三队 (肃北县塔尔沟等勘探区)、安徽 327 队 (乌江等勘探区)、湖南 405 和 408 队等 20 多个地质队应用, 累计完成钻探工作量近 1 万米, 取得良好的技术经济效果。甘肃水文三队在塔尔沟勘探区 (海拔 3760 m) 采用 BH-75 钻具, 创造了 16 天连续不提钻取心钻进记录 (孔段 750 ~ 865 m, 富含石英的花岗岩打滑地层), 最大钻进孔深 997 m。湖南 408 队采用 BH-75 钻具实现不提钻完成一个深 430 m 钻孔的岩心钻探施工任务。

三、推广转化方式

技术咨询、现场服务、产品销售。

依托单位: 中国地质科学院探矿工艺研究所

联 系 人: 郭启锋

通讯地址: 四川省成都市郫县成都现代工业港 (北区) 港华路 139 号

邮政编码: 611734

联系电话: 028-66529383

电子邮件: gqf28@163.com

多功能模块化岩心钻探 取心钻具及钻进工艺

一、成果概述

针对目前一般取心钻具适应地层范围狭窄，兼容性差，研究出的多功能模块化岩心钻探取心钻具，具有广泛的适应性，能兼顾完整及较完整地层、硬煤层、软煤层、松散破碎地层和沙层等五种地层的取心技术要求。

多功能模块化岩心钻探取心钻具有 $\phi 91$ 和 $\phi 75$ 二种规格，它以取心基础钻进装置为主体，通过更换零件数量较少的各取心模块，可适应完整、硬煤、软煤、破碎和沙层等五种地层的取心要求，并且具有岩心采取率高和岩心质量好的优点。

钻具技术指标：

- (1) 岩心采取率：完整地层 $\geq 95\%$ ，松散地层 $\geq 80\%$ ；
- (2) 岩心品质：岩心无窜层；
- (3) 回次取心长度：完整地层 ≥ 3 m/回次，松散地层 ≥ 1 m/回次；
- (4) 钻具总长： ≤ 4.8 m，其中基础取心钻进装置长： ≤ 1.5 m。

本成果的技术创新：

- (1) 单动机构为二级单动（一级钢球，二级轴承），单动性能优良，且适应性强。
- (2) 首次将沉沙机构、轴向滑动机构与二级单动机构组合在一套取心钻具上（取心基础钻进装置），并能分别与五种取心模块相匹配。
- (3) 在硬煤层和沙层取心模块中，首次将卡簧座与钻头用螺纹连接，并依靠卡簧座撑开莲蓬卡簧之簧片，实现了普通卡簧与莲蓬卡簧取心的双保险。

其中莲蓬卡簧由本体、挤紧圈和簧片组装而成，其中簧片采用优质弹簧钢线切割加工，加工精度高，更换方便。

- (4) 通过模块化设计取心钻具，钻具零件设计更标准化，钻具通用零件数量百分比达 75.4%。

二、应用实例

多功能模块化取心钻具总的试验进尺为 812.91 m，平均岩心采取率 91.45%。

应用实例一：多功能模块化取心钻具于 2009 年 10—12 月在四川省冕宁县牦牛坪稀土矿进行了推广应用。矿区地质条件非常复杂，软硬互层，换层较频繁，薄层仅几十厘米。其基本地层为：冲洪积层、霓石英碱正长岩、碱长花岗岩、碳酸岩型稀土矿层、霓石碱长岩型稀土矿、碱长伟晶岩型稀土矿；矿层风化强烈，碎、酥、脆，采心困难，漏失严

重。该取心钻具共完成取心钻进 393.05 m，岩心采取率 88.14%，平均回次进尺 1.55 m，受到了施工单位—四川省地矿局一〇九地质队的好评。

应用实例二：多功能模块化取心钻具 2009 年 8—9 月在由四川省地矿局四〇五地质队承担施工的九寨沟马脑壳金矿区进行了推广应用。该矿区地质条件较复杂，地层裂隙发育，岩心基本呈碎块状；主要岩层为钙质粉砂质板岩和金矿矿层。该钻具完成取心钻进 42.76 m，取上岩心 41.25 m，平均岩心采取率 96.47%，回次数 17 回次，平均回次进尺 2.52 m。

三、推广转化方式

①技术服务。②提供产品。③技术转让。

依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

LZ 型连续造斜器定向钻进技术

一、内容概述

LZ 型连续造斜器（图 1）是钻探工作中使用较普遍的人工弯曲钻孔工具，它是靠专门机构实现连续定向造斜，其优点在于可以实现同径造斜；造斜后孔身平滑，无“狗腿”急弯；造斜强度高；使用方便，在不改变或增加现场设备条件下即可使用。



图 1 LZ 型连续造斜器

连续造斜器具主要用于地质勘探钻孔纠斜，施工单底定向孔、多孔底分支定向孔，在复杂孔内事故中绕过事故钻具不留隐患，补采岩矿心，在矿山建设中施工特种工程孔等。连续造斜器的主要技术指标如表 1 所示：

表 1 LZ 型连续造斜器技术指标

技术性能	造斜器型号	
	LZ - 73	LZ - 89
适用孔径（mm）	75 ~ 88	91 ~ 110
滑块径向最大伸长（mm）	25	35
允许钻孔超径（mm）	15	20

续表

技术性能		造斜器型号	
		LZ-73	LZ-89
造斜强度 (°/m)		0.3 ~ 2	0.6 ~ 1.6
钻进规程 (配不取心 金刚石钻头时)	钻压 (kN)	25 ~ 28	25 ~ 28
	转速 (r/min)	100 ~ 300	100 ~ 200
	钻井液量 (L/min)	60 ~ 90	70 ~ 150
钻具外径 (mm)		73	89
钻具长度 (mm)		2300	2400
钻具重量 (kg)		45	50

二、应用实例

基于 LZ 型连续造斜器的定向钻进技术的用户涵盖了地矿、冶金、有色、煤田、化工、水电、核工业等地勘行业，主要用于钻孔纠斜、水泥孔底侧钻绕过事故钻具等，成功地解决了新疆天湖铁矿区、山西中条山铜矿区、黑龙江多宝山矿区、山西东峰顶矿区、四川若尔盖铀矿区等一批重点矿区的孔斜难题，取得显著社会效益，为地质找矿做出了重要贡献。在汶川地震科钻 1 号孔中进行了侧钻绕障作业，对该孔顺利完工起到重要作用。

三、推广转化方式

产品销售，技术服务等。

技术依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028-66529383

电子邮件：gqf28@163.com

复杂地层用广谱高效金刚石取心钻头系列

一、内容概述

探矿工艺研究所从 70 年代开始金刚石钻头的研究，经过三十多年的不断研究和开发，已具有低温电镀、热压烧结、无压浸渍、钎焊等生产金刚石钻头的研究和制造能力。

(1) 在获地矿部科技成果二等奖的《快速低温电铸孕镶金刚石钻头的研究》项目基础上，实现电镀金刚石钻头的规模化制造。相比传统的制造工艺，其沉积速度快、生产周期短，胎体对金刚石包镶牢固，具有良好的地层适应能力，钻进时效高、寿命长。

(2) 从上世纪 90 年代开始致力于热压金刚石钻头的研究，现已形成满足不同地层钻进的一系列胎体配方及烧结工艺，钻头的烧结温度低、对金刚石热损伤小，具有钻进速度快、寿命长的特点。同时，结合承担的四川省科技厅项目《热压孕镶金刚石钻头中金刚石定位技术研究》和地质调查项目《钻孔漏失判层监测和快速堵漏技术研究》中的研究内容——金刚石定位排布孕镶钻头研究，实现了孕镶金刚石钻头中金刚石在胎体中按照设计进行定位排布，有效改善了单粒金刚石破碎岩石的功效，提高了钻头的钻进速度和寿命。

(3) 采用低温高频焊接技术，研制出不同规格的钢体式、胎体式复合片钻头，具有强度高、耐冲击性强、寿命长的特点，现已广泛应用于地质勘探、煤矿瓦斯抽放孔的施工中。

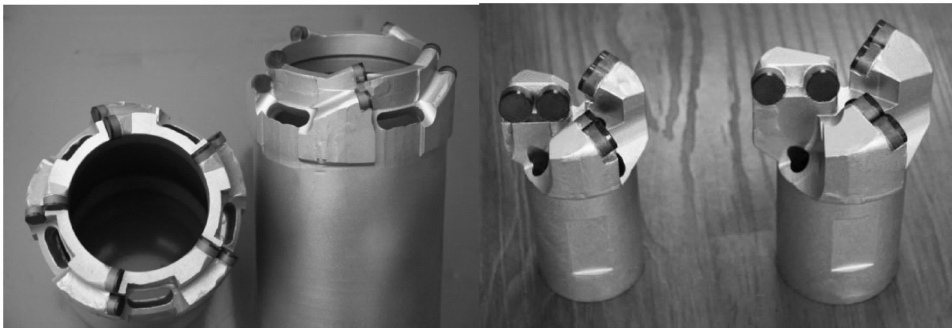


图1 金刚石复合片钻头

二、应用实例

(1) 研制的电镀金刚石钻头 and 热压金刚石钻头现已广泛应用于地质勘探、水电勘测施工中，每年生产制造大约 5000 只钻头，产值数百万元，在西南片区已经具有较高的知

名度，如若尔盖铀田矿区、金川锂矿区，采用该所的金刚石钻头，较好地解决了复杂地层钻进中的技术难题，带来了明显的经济效益。同时，针对中国大陆科学钻探科钻一井，研制出一种“二合一”电镀金刚石钻头，单只钻头最高寿命达到 72.06 m，平均 29.52 m，满足大陆科学钻探的需要，为中国大陆科学钻探的顺利实施做出了贡献。在溪落渡水电站勘察中，国家电力公司成都水电勘测设计研究院采用 SD 系列热压金刚石钻头，钻进寿命比原使用钻头提高 30%，钻速也有较大幅度提高。

(2) 研制的复合片取心钻头现已广泛应用于地质勘探中，其钻进速度快、寿命高。为汶川地震科学钻探研制的隔水超前复合片钻头，在科钻二号井的钻进施工中得到成功应用，有效解决了复杂地层取心的难题。同时，采用相同工艺研制的煤田瓦斯抽放孔用复合片钻头，在松藻煤电公司瓦斯抽放孔的施工中的平均寿命达到 800 m，单只钻头的最高寿命 1200 m，树立了良好的口碑。瓦斯抽放孔用复合片钻头现已实现规模化制造，每年生产大约 3000 只钻头，产值达 300 万元左右，随着国家对煤矿瓦斯抽放的重视，该类型钻头具有广阔的市场前景。

三、推广转化方式

单位自行开发生产。

技术依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028-66529383

电子邮件：gqf28@163.com

高效耐磨仿生孕镶金刚石钻头

一、内容概述

1. 成果简介

为解决钻头钻遇坚硬、强研磨性地层时，钻进效率低、使用寿命短的难题，在国家 863 项目和吉林省科技厅的资助下，将仿生耦合理论和技术应用到孕镶金刚石钻头结构设计中，研制的仿生钻头与普通钻头在相同条件下进行钻进对比，机械钻速和使用寿命都得到较大的提高。

2. 基本原理

生物经过亿万年的进化，优化出各种各样的形态、构形、结构和材料等，展现出多种多样的功能性，成为对生存环境具有最佳适应性和高度协调性的系统。随着生物学和仿生学研究的不断深入，发现生物适应其生存环境所呈现的各种功能，不仅仅是单一因素作用，而是互相依存、互相影响的多个因素通过适当的机制耦合、协同作用的结果。仿生耦合理论是指基于生物耦合的机理与规律而进行的仿生，是模仿生物多因素相互耦合、协同作用的仿生，更接近于生物实际的仿生，从概念、内容到方法上的全新的仿生理念，解决传统方法难以有效解决的问题。

本成果引入了耦合仿生理论的高效、耐磨和减阻特性，将影响钻头效率和寿命的形态、构形和材料三个因素相互耦合和协同作用，进行深入研究，研制高效耐磨仿生孕镶金刚石地质钻头。

3. 技术特点

通过引入耦合仿生理论研制的仿生孕镶金刚石地质钻头，从钻头的性能上得到较大的提高，钻头的使用环境得到较大改善，钻头的破岩效率和使用寿命两大性能参数得到很大提升，具体表现如下：

（1）三维仿生非光滑结构和形态增加泥浆对岩石的湿润深度，使金刚石切入坚硬岩石的深度增加，效率提高。

（2）钻头工作层中加入超软和超硬材料，使钻头切削面自然形成凹凸不平的非光滑形态，泥浆冲洗液与钻头工作层接触面增加，散热和吸热效果改善，改善钻头工作层金刚石的工作环境，寿命增长。

4. 技术指标

研制出的仿生钻头与普通钻头在相同条件下进行钻进对比，机械钻速提高 1 ~ 3 倍，使用寿命提高 50% 以上。

二、应用实例

1. 应用范围

本成果应用范围适用于地质勘探钻探、矿山开采钻探、地热钻进、天然气水合物等新能源钻进、水文水井钻井和油气井硬岩钻进等领域。

2. 推广应用

(1) $\phi 75$ mm 仿生金刚石取心钻头现场应用情况

时间：2007 年 6 月 23 日 ~ 2007 年 7 月 25 日

地点：吉林市桦甸县夹皮沟镇云峰村

岩性：地层比较完整，属变质岩中的蚀变岩，石英含量较多，但软硬夹层较多，岩石硬度在 6 ~ 8 级，大部分为 7 级左右。

现场情况：设计钻孔深度 520 m，使用了 5 只 $\phi 75$ mm 孕镶金刚石仿生取心钻头，3 只普通孕镶金刚石取心钻头与仿生钻头交替下孔钻进使用。

钻进参数：钻压 950 ~ 1100 kgf，转速 650 ~ 950 r/min，泵压 1.2 ~ 2.4 MPa。

使用情况：仿生钻头使用井段分别为：99 ~ 171 m、205 ~ 267 m、309 ~ 367 m、407 ~ 432 m 和 432 ~ 520 m，共进尺 305 m，平均寿命 61 m，纯钻时间 106 小时 15 分钟，平均机械钻速 2.87 m/h。普通钻头使用井段分别为：171 ~ 205 m、267 ~ 309 m 和 367 ~ 407 m，共进尺 116 m，平均寿命 38.7 m，纯钻进时间 83 小时 25 分钟，平均机械钻速 1.39 m/h。

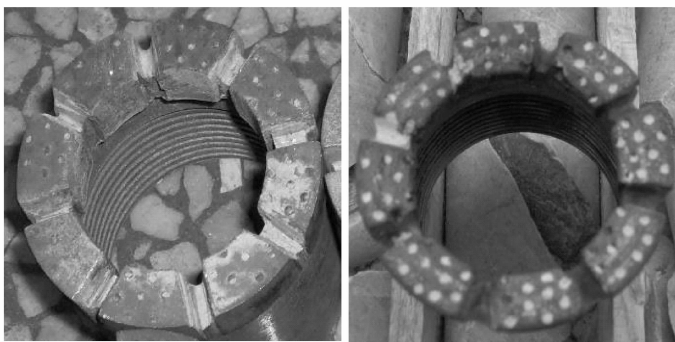


图 1 仿生钻头磨损前后

通过现场试验发现，在同样钻压和泵量下仿生钻头进尺更快，同时耐磨性也提高很多。仿生非光滑钻头较普通钻头机械钻速提高了 106%，进尺提高了 57.6%。

(2) $\phi 59$ 仿生取心钻头现场试验

时间：2010 年 8 月

地点：吉林省靖宇县那尔轰镇批州矿区

岩性：主要为脉岩、蚀变花岗岩，可钻性 9 级，属于坚硬致密弱研磨性地层，用常规钻头钻进时打滑，钻头寿命较短。

现场情况：

1) 主要钻探设备：XY-4 型全液压立轴式岩心钻机，BW250 型钻探用泥浆泵，四角

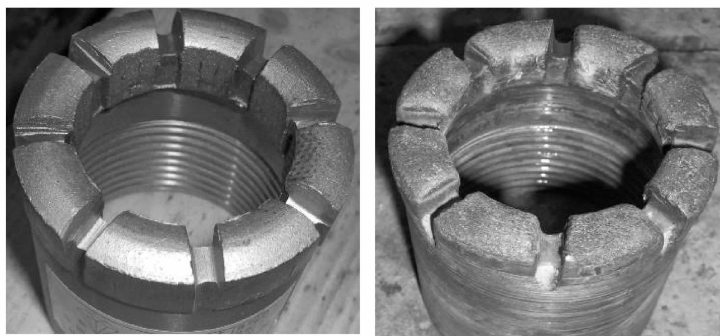


图2 普通钻头磨损前后

管子钻塔，塔高 12.5 m，直、斜两用。钻进方法采用绳索取心回转钻进。

2) 钻进规程参数：钻压 850 ~ 1100 kgf，转速 600 ~ 700 r/min，泵量：40 ~ 60L/min。

3) 试验效果与分析：此钻孔设计孔深为 300 m，CVD 金刚石厚膜强化孕镶金刚石仿生钻头的钻进孔段位于 160 ~ 220 m 之间，共钻进 60 m，其寿命为现场所用常规钻头寿命的 2 倍（常规金刚石钻头在此矿区的平均使用寿命约为 30 m）。新型钻头的平均钻进时效约为 2.5 m/h，较现场常规钻头的平均钻进时效提高 50%。

3. 应用前景

钻头作为钻探和钻井的易耗品，每年的消耗量巨大，其中以硬岩钻进用金刚石钻头最多。据不完全统计，每年钻头用量石油行业约为 12000 只，地质钻探用钻头约 500 万只。新地下资源勘探和开发的步伐正在加快，钻头需求量必然增加。因此，仿生钻头一旦形成产品，其应用前景将十分看好。

4. 市场预期

仿生钻头成果推广初期，按照市场份额 10% 计算，每年石油钻头为 1200 只，每只钻头市场价格按照 15 万元/只，地质钻头 50 万只，每只钻头市场价格按照 1000 元/只，产值可达 6 亿多元，创利润上亿元人民币。

三、推广转化方式

本钻头成果既可应用到地质钻头，也能应用到石油钻头，均已在现场应用试验中得到验证。拟分两部分进行技术转让和转化，即石油钻头和地质钻头。此外，还在将钻头应用扩展应用到煤田地质钻头。

技术依托单位：吉林大学

联系人：孙友宏

通讯地址：长春市西民主大街 6 号

邮政编码：130026

联系电话：13804339751

电子邮件：syh@jlu.edu.cn gaokenm@jlu.edu.cn

大口径阶梯式拼装组合钻头

一、内容概述

1. 成果简介

随着国民经济和水文地质凿井技术的不断发展,水文水井对孔径的要求也越来越大,近年来在水文水井凿井行业中,为了节约成本,提高单井出水量,在某些地区设计的水文水井的孔径已达到 $\phi 750$ mm,但石油钻井牙轮钻头生产厂家生产的成品三牙轮钻头一般最大为 $\phi 26$ 英寸 ($\phi 660.4$ mm),在厂家定做 $\phi 750$ mm 成品三牙轮钻头价格昂贵,大约需要 30 万元人民币。三牙轮钻头在使用过程中对钻进技术参数要求较高,按石油钻井部门规定,在中硬和硬地层,每英寸长度上的牙轮钻头压力应达到 1.5 ~ 2 t,泥浆冲洗液量为 1800 ~ 3000 公升/分。 $\phi 750$ mm 口径钻头合 29.5 英寸,即需要钻压 44.25 ~ 59 t,但受水文地质钻探机械、钻具等设备能力限制,很难达到上述钻进技术参数。

传统的大口径水井凿井工艺一般采取小径打(成品三牙轮钻头)大口径扩(大口径筒状肋骨翼片钻具),逐级扩孔,完成一眼大口径的水井,一般需要进行数级扩孔才能达到设计孔径,延长了水井的施工周期,增加了冲洗液对含水层的封堵半径,影响了洗井效果,减少了水井的出水量。由于大口径筒状肋骨翼片钻具肋骨翼片为焊接固定在筒状钻具上,因此在扩孔时起到刮刀作用,钻进时对地层和孔壁进行刮削,钻进时钻具回转阻力大,在扩孔过程中常出现断钻杆事故。

使用大口径阶梯式拼装组合钻头主要有以下优点:

(1) 主钻头体在牙轮钻头生产厂家可以买到。先导中心钻头为成品三牙轮钻头,牙轮掌从牙轮钻头生产厂家可以购买到,也可以现场组合拼焊而成。

(2) 大口径阶梯式拼装组合钻头由先导钻头和阶梯扩孔轮掌形成阶梯状,使原来钻进破碎地层时产生的一个自由面,变成现在的三个自由面,提高了破岩效率,减少了钻头的钻压(比中心钻头的钻压略大),大约需要钻压 15 t。同时由于起扩孔作用的阶梯轮掌上的牙轮是滚动的,对地层和孔壁的破碎是冲击碾压加切削,因此大大减少了钻头的回转阻力,基本避免了断钻杆事故。

由此可见使用大口径阶梯式拼装组合钻头,实现了粗颗粒大口径水井一次性成井工艺,提高了破岩效果,减少了钻头钻进时所需的钻压,降低了钻进的成本,减少了事故,提高了钻速,缩短了成井时间,减少了冲洗液对含水层的封堵半径,减少了洗井时间,提高了洗井效果和洗井质量,增加了水井的出水量。

大口径阶梯式拼装组合钻头由一个主钻头体(有体式 $\phi 17$ 英寸钻头体),一个先导钻头($\phi 12$ 英寸三牙轮钻头),六个阶梯扩孔牙轮掌(其中三个等径,三个不等

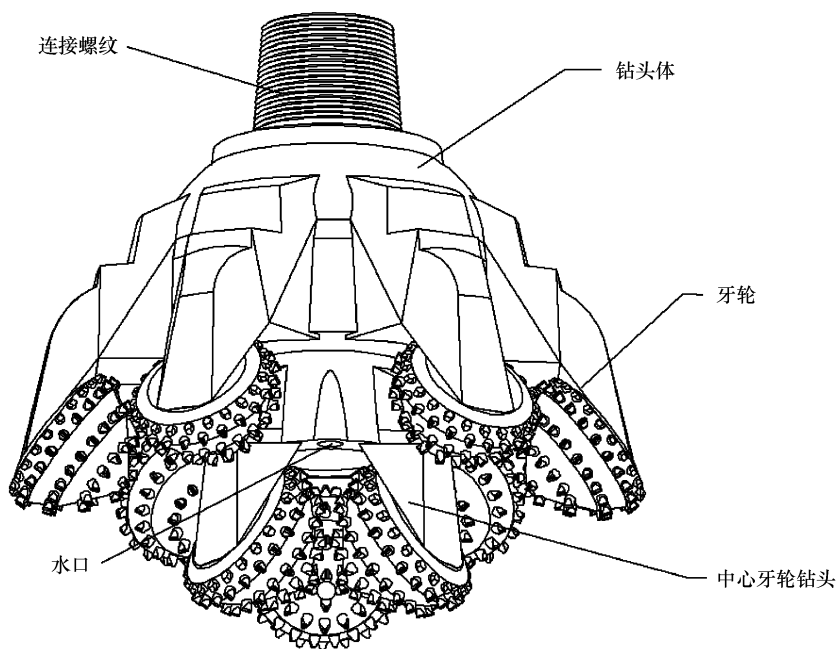


图1 大口径阶梯式拼装组合钻头 ($\phi 750$ mm) 结构

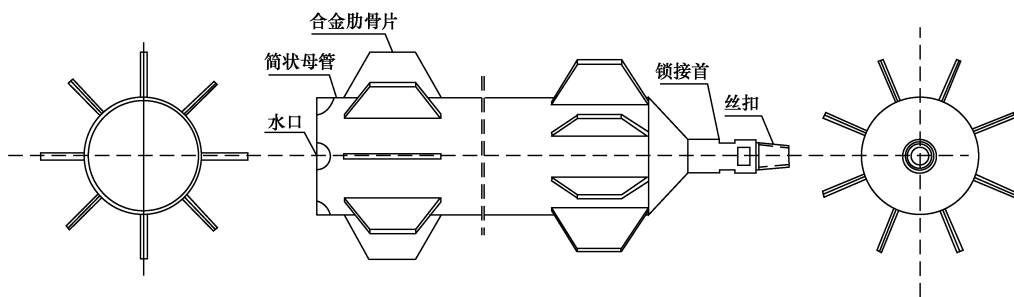


图2 大口径筒状肋骨翼片钻具结构

径) 拼焊组合而成。

二、应用范围及应用实例

在新疆罗布泊钾肥基地年产 120 万 t 钾肥项目外部供水工程若羌县米兰河水源地勘探找水项目凿井施工中, 在同一地区 MC3 井、MC4 井井距 1 km, 在相同的地层岩性和水文地质条件下, 井深均为 180 m, 孔径均为 $\phi 750$ mm。MC3 井采用传统的小口径打 (成品三牙轮钻头) 大口径扩 (大口径筒状肋骨翼片钻具), 逐级扩孔的凿井工艺, 凿井时间 51 天 (其中发生断钻杆事故 3 起), 洗井时间为 14 d, 成井后单井涌水量 $3888 \text{ m}^3/\text{d}$ 。MC4 井采用大口径阶梯式拼装组合钻头, 一次性成井, 凿井时间 11 天, 洗井时间为 3 d, 成井

后单井涌水量 8277.36 m³/d。对比结果见表 1。

表 1 两种凿井工艺实验结果对比

井 号	凿井时间 (d)	洗井时间 (d)	孔内事故次数	单井涌水量 (m ³ /d)
MC1	51	14	3	3888
MC9	11	3	0	8620.56

三、推广转化方式

大口径阶梯式拼装组合钻头受到了新疆水文地质钻探行业同仁的认可，已在新疆同类地区水文地质钻探领域广泛应用与推广。该工艺技术于 2010 年获国家知识产权局实用新型专利，专利号：200920277340.3。

技术依托单位：新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第一水文工程地质大队

联 系 人：杜凯

通信地址：新疆乌鲁木齐市南昌路 76 号

邮政编码：830091

联系电话：09914533714

电子邮件：jxh4515132@126.com

KZ 型扩孔钻头

一、内容概述

该项目是由中国大陆科学钻探工程中心 2002 年 4 月下达, 由勘探技术研究所承担, 项目完成时间 2004 年 10 月。

本项目的任务目标是: 为中国大陆科学钻探工程研制一种能够在坚硬地层扩孔钻进用牙轮钻头, 规格为 $\phi 157/311$ mm 和 $\phi 157/244.5$ mm, 分别满足科钻在 100 ~ 2000 m 孔段及 2000 ~ 4000 m 孔段榴辉岩和片麻岩地层扩孔钻进的需要。

具体指标: ①在正常钻进情况下, 钻头轴承寿命不低于 60h, 力争达到 70 ~ 80 h; 钻进时效根据钻进地层不同达到 0.5 ~ 1.5 m/h; ②编制合理的钻头钻进工艺参数, 在钻头使用寿命内不出现重大质量事故; ③编制钻头使用说明书; ④根据 CCSD 的工程进度需要, 保证钻头供给。

设计的扩孔钻头以金属密封牙轮钻头为破岩刀具, 钻头采用前导结构, 保证扩孔钻进沿取芯钻孔轨迹进行, 钻头体为整体结构, 低碳合金钢制造, 强度高焊接性好, 钻头的保径和扶正表面镶焊硬质合金和聚晶, 耐磨性好。

二、应用实例

大陆科学钻探主孔第一次扩孔, 孔段 101 ~ 2033 m, 扩孔直径 $\phi 157/311$ mm, 2002 年 5 月开始扩孔钻进, 耗时 122 d, 使用 KZ 型扩孔钻头 27 只, 在可钻性 7 ~ 11 级地层中取得了满意的效果, 累计扩孔钻进 1534 m, 平均机械钻速 1.04 m/h, 最高机械钻速 1.7 m/h, 单只钻头最高寿命 105.9 h, 最高进尺 136.53 m。

主孔第二次扩孔, 孔段 2028 ~ 3525 m, 扩孔直径 157/245 mm, 2003 年 10 月开始, 耗时 141 d, 使用 KZ 型扩孔钻头 21 只, 累计扩孔钻进 1059.3 m, 平均机械钻速 1.09 m/h, 最高机械钻速 1.53 m/h, 单只钻头最高寿命 91.85 h, 最高进尺 107 m。

科钻中心对扩孔钻头使用的评价: 大陆科学钻探一井全井导向扩孔共使用两种规格扩孔钻头, 即 157/311 和 157/244.5, 以 KZ 系列扩孔牙轮钻头为主, 钻头设计合理, 直径误差小, 钻头通用性强, 性能稳定, 保径和安全设计好, 为扩孔施工的胜利完成起到了重要作用。

KZ 型扩孔钻头的研制及在大陆科学钻探一井的成功应用, 标志着我国深孔扩孔钻进技术及钻头设计生产水平上了一个新台阶, 2007 年在冀东油田勘探钻井作业中, 中原油田的钻井队亦使用了 KZ 型油井深孔扩孔钻头, 规格 $\phi 216/311$ mm, 很好地解决了石油钻井扩孔钻进难题。在汶川地震科学钻探 3 号孔扩孔钻进中, 针对砂岩泥岩地层特点, 设计加工了金刚石复合片扩孔钻头, 扩孔孔段为 689.82 ~ 1143.10 m, 共计进尺 453.28 m, 纯钻进时间 105 小时 50 分, 平均时效 4.28 m/h, 扩孔任务完成后钻头还可继续使用, 取得了非常满意的效果。



图1 KZφ157/245 扩孔钻头



图2 KZφ157/311 扩孔钻头

三、推广转化方式

建议采取专题经验介绍、现场演示、咨询指导等方式，加快本成果推广。勘探技术研究所将提供现场技术服务。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

煤层气钻采井扩穴钻头

一、内容概述

SQDK 系列扩穴钻头主要应用于煤层气钻采井的扩穴施工、水井施工及地质灾害防治的锚固工程中,可取代国外同类产品。该钻头设计了以钻井空气、泥浆或清水为动力,通过钻头体内部齿条的机械运动使扩穴刀翼张开扩穴,利用回位弹簧使扩穴刀翼回拢。在扩穴钻头的结构上设计有独特的回水槽,能冲洗刀翼,有得于破碎的岩屑上返孔口和刀翼的收拢,在扩穴刀翼上焊有硬质合金和 PDC 复合片,在扩穴施工时延长的刀翼的使用寿命。为了加强扩穴钻头的整体强度和使用寿命,扩穴钻头的钻头体使用 4145H、扩穴刀翼体和中心轴均采用优质合金钢加工,在扩穴钻头体外侧镶焊有保护外体的硬质合金。目前该系列扩穴钻头的系列有 120-220、150-400、200-650 三种,前者为扩穴钻头的本体尺寸(mm),后者为扩穴最大直径(mm)。在同一系列中,更换不同尺寸的扩穴刀翼可以扩相应的孔。

二、应用实例

2007 年,山西晋中煤层气试验井施工采用了 UR156-255 型煤层气扩穴钻头,利用压缩空气为扩穴钻头开合的动力,成功地完成了 4 口煤层气井的扩穴作业;2009 年在新疆煤层气井施工中采用了 UR200-650 扩穴钻头,成功地完成的井内扩穴作业;2011 年在云南的锚固工程中采用 UR150-400 扩穴钻头成功地完成了在岩石中扩体锚固工程。近年来,作为新型能源的煤层气和页岩气的开采逐渐增多,开采井为了打分支井,大部分需要在煤层段扩穴。在水源日趋紧张的今天,为了增加水井的水量,有些水井需在含水层进行扩穴。在防治自然灾害的锚固工程中,为了增强锚固效果,需在锚杆的端部扩大增加其锚固力。目前,该产品国内多项工程中得到应用,部分产品销往国外。因此,该项目具有很好的市场和应用前景。

三、推广转化方式

扩穴钻头于 2009 年申请了实用新型专利。(专利号:ZL 2009 2 0218256.4)。建议采取专题经验介绍、现场演示、咨询指导等方式,加快成果推广。勘探技术研究所将提供现场技术服务。

技术依托单位:中国地质科学院勘探技术研究所

联系人:谢文卫

通讯地址:河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码:065000

联系电话:0316-2096501 13700368287

电子邮件:13700368287@139.com

第五部分 钻进工艺部分

水力反循环连续取心（样）钻探技术

一、内容概述

反循环钻探被称为钻探技术的又一次革命，水力反循环连续取心（钻探）技术利用双壁钻杆以液体（清水或泥浆）作为循环介质，钻进过程中，循环介质通过水泵经由高压输送胶管、双通道水龙头、双壁钻杆内外管之间的环隙到达孔底，绝大部分的循环介质从钻头上部的喷射孔和钻头底唇面流过，在冷却钻头的同时可携带钻屑及岩心进入双壁钻杆内管中心通道，经双通道水龙头中心和鹅颈管、排心软管到达地表岩心收集装置。随着钻进的不断进行和循环介质的连续循环，钻头所产生的岩屑和岩心也会连续不断地被携带至地表。

20 世纪 80 年代勘探技术研究所就开始水力反循环钻探技术的研究，曾在水文地质、近海砂矿、地质填图、地球化学勘探中应用。实践证明，该工艺方法在上述目的钻探取样施工中可获得超过万米的台月效率。2007 年和 2011 年，勘探所又将水力反循环连续取心钻探技术首次用于我国近海砂矿及海洋地质勘查施工。采用的水力反循环“实时”取样技术不仅满足地质取样要求，而且获得了非常高的钻探效率，样品采取率高达 90% 以上。由于采用海水作为循环介质，对海洋环境无污染，较好地完成了海底砂矿勘查任务，取得了良好的经济效益。大量的应用实践证明，水力反循环连续取心（样）钻探具有钻探取样施工效率高、成本低、辅助时间少、可实时判断所钻地层情况，在松软砂层中可获得常规钻探方法难以获得的地质样品，在水域施工配套简单、无污染等一系列优点。

随着我国加强地质工作决策的实施，我国陆地及海洋有大量的地质填图、地球化学勘探、环境地质调查、近海海洋地质调查、海底砂矿勘探等地质工作需要完成，推广采用水力反循环连续取心钻探技术不仅能加速我国地质调查工作进展，而且能带来巨大的经济和社会效益。特别是针对我国未来加速海岸调查和开发海洋资源的发展需求，勘查海底沉积层、砂层及其他松软地层时，采用常规钻探取样方法不仅无法满足地质取样要求，而且，由于海底松软造成孔壁坍塌难以施工，水力反循环连续取心钻探技术将有着潜在的应用市场。

二、应用实例

1987 ~ 1990 年，勘探技术研究所利用水力反循环连续取心钻探技术曾先后在陕西长安县、山东滨州、江苏苏州进行水文地质地质调查、砂矿勘探及地质填图取样钻探施工。累计完成了 8000 多米的钻探取样施工任务，最高时效可达 120 m，最高台月效率可达 18000 m。

2007 年 6 月，广州海洋地质调查局受海南省地质调查院的委托对海南省感城及昌化

两个浅海水域的锆、钛砂矿区块进行预勘查。该海域锆钛砂矿资源赋存于数十米深的海底，地层主要为强风化的松散砂层和泥岩等沉积物，采用常规取心钻进方法不仅无法获得满足地质的地质样品，而且由于要经常提下钻造成孔壁坍塌无法进行施工。针对海上施工特殊环境、海底地层松软不稳定、砂层取样困难等一系列难题，广州海洋地质调查局邀请勘探技术研究所协助，提供了水力反循环连续取心钻探技术，在所承担的 2 个锆钛砂矿勘察工区内，15 天内共完成 8 条勘探线，长 76.2 km，勘查区域面积 187.22 km² 海域，取样钻孔 93 个，进尺 1031.2 m。从施工环境、海底砾石及粉细砂地层情况看，如果采用传统回转或冲击提钻取心（样）方法，因为提出孔内钻具时，海底钻孔会立刻坍塌，而且砾石及粉砂层在提升钻具过程中容易脱落。施工中证明，采用水力反循环连续取心（样）钻进效率很高，钻进最高时效可超过 120 m，这也是本次钻探施工在 15 天就完成了上述如此大工作量的根本原因。不仅工期比计划缩短了 50%，同时节省了大量的钻探费用。

2011 年，勘探技术研究所利用自行研制的近海海洋地质调查钻机，采用水力反循环连续取心钻探工艺在烟台某海域进行了海洋工程地质调查勘探施工，由于该钻机具备一定的海浪补偿功能，配合水力反循环连续取心钻探工艺，在较恶劣的海况环境下，以较短的时间完成了所承担的海上工程地质调查施工任务，取得了较好的经济效益。



图 1 陕西水力反循环钻探进行水文地质调查取样施工现场及地质人员在编录岩心

三、推广转化方式

加强推广宣传，结合找矿突破战略行动的需求举办技术推广及应用培训班，让野外地质调查施工单位了解和掌握该技术的原理及优点。由于需要一定的启动资金，建议在地质填图、地球勘探、环境地质调查及海洋地质调查等施工中对采用该技术的基层单位给予一定经费补贴，鼓励推广应用该技术，因为它具有效率高、成本低和低耗节能的优点，该技术单位应用、将逐步从中获得良好收益，从而带动市场的良性发展。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316-2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com



图2 海南感城近海铅钛砂矿水力反循环施工现场及取出的岩心



图3 2011年水力反循环钻探在烟台某海域钻探施工现场及取样的海底砂样

多介质反循环连续取样钻探技术

一、内容概述

上世纪 80 年代，以空气为主的多介质反循环连续取样钻探（RC）在西方矿业发达国家得到广泛应用，这一技术后来被称之为矿产资源钻探技术的又一次革命，具有钻探效率高、成本低、地质效果好等突出优势。经过二十多年不懈努力，我国反循环钻探技术开发研究取得一系列重大进展，一批成果达到或接近国际领先水平。特别是结合中国国情，开发出利用国内最广泛应用的立轴钻机实现反循环钻探的成套技术，为更经济实用的推广反循环钻探技术奠定了基础。

多介质反循环钻探技术借助于空气反循环连续取样及水力反循环连续取心钻探技术各自优点、在满足不同地质条件和地质要求的前提下进一步提高地质钻探效率的综合钻探技术。该技术利用双壁钻杆、以压缩空气和冲洗液作为循环介质，经双通道气水龙头、双壁钻杆内外管环隙到达孔底，并携带岩屑及岩心经双壁钻杆的内管中心通道到达地表，以此岩心或岩屑作为地质样品。该项技术克服了单一反循环钻探技术应用过程中对地层适应范围较窄、有时不能完全满足地质要求等缺点。通过该钻探技术的研究，实现了一套双壁钻杆及辅助器具可满足不同地质条件下地质钻探目的及要求的目标。

勘探技术研究所多年来长期开展该方面的研究工作，先后开发了配套的双壁钻杆和双通道水龙头，优选确定了多种钻具组合。

多介质反循环连续取样钻探技术具有钻探效率高、地质效果好、判别地层及时等一系列优点。该项技术的研制成功为加速我国地质找矿提供了一项高效钻探技术，特别是用于危机矿山接替资源勘探，展示了良好的应用前景。

二、应用实例

2006 年，齐齐哈尔矿产勘查开发总院同澳大利亚瑞翔矿业公司合作进行金矿勘探。在进行到取样钻探施工阶段，澳方提出必须采用 RC 钻探方法。因此，齐齐哈尔矿产勘查开发总院同勘探技术研究所合作，首次将该所开发的 RC 钻探技术应用于争光岩金矿区勘探施工。与矿区另外租用的一台国外 RC 钻探设备同时施工，累计完成钻探工作量 10584 m，取得了良好的经济技术效果。2007 年，澳方确定在该矿区布置 25000 m 的 RC 钻探工作量，并全部由国产化 RC 钻探设备施工作业。

矿区岩性主要为黏土松散岩，奥陶系中统多宝山的安山岩、安山质凝灰岩、绢云绿泥板岩和闪长岩岩组的细粒长岩、闪长玢岩。在地表浅层主要由松散堆积物矿石黏土组成季节冻土融化后松散，受大气降水的影响，在排水不畅的条件下，易产生融陷现象，属不稳定区，因该层为矿体顶板，对浅层的矿体开采有一定的影响。根据工程地质编录资料，强风化岩心多为碎块状、块状，少部分呈短柱状，具弱高岭土化，风化裂隙发育，隙面铁染



图1 勘探所利用空气反循环钻探技术承担加拿大明科公司在唐山金矿勘探施工现场



图2 空气反循环钻探在内蒙古赤峰施工现场

强烈，透水，不含水，岩石呈疏松状~稍坚硬。而破碎带（片理化）埋深 160 m，主要由断层泥、断层角砾组成，导水性差，呈散体结构。片理化带多受断层结构面切割，呈鱼鳞或薄片状，疏松，呈碎裂状结构。在强风化岩组之下有弱风化带及新鲜岩石，硅化较强，属稳定岩组。所钻进地层采用取心钻探方法钻进效率及岩心采取率非常低，难以满足地质要求，而且施工成本较高。采用国产 RC 钻探设备完成钻孔 296 个，进尺 8344 m，台月数台月效率 4039 m，岩心（样）采取率 100%。柴油消耗成本为 10.7 元/m。钻头平均寿命 500 m 左右，最高可达 800 m。

2002 年，青海地矿院利用反循环连续取样钻探技术，在海拔 4200 m 的缺水地区进行钻探施工，采用常规钻探取心方法无法完成任务的难题。采用空气反循环连续取样钻探技术不仅完成了钻探取样任务、满足了地质要求，而且节省了大量的费用。



图3 反循环钻探技术在黑龙江加拿大瑞翔公司小兴安岭金矿勘探施工现场

三、推广转化方式

多介质反循环连续取样钻探技术一次性投入大，工艺技术相对复杂。目前阶段建议以补贴方式组建钻探技术示范机台，结合矿产资源勘探任务鼓励应用的方式推广。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

物探震源孔复杂地层快速成孔工艺

一、内容概述

为了满足石油物探复杂地层钻进成孔的需要，勘探技术研究所开发出了用于沙漠地层、卵砾石地层、流沙层等复杂地层快速钻进成孔施工技术。这些技术主要包括：反循环快速钻进及成孔技术、偏心及同心跟管钻进技术、螺旋跟管钻进技术、绳索打捞全面钻进成孔技术等。该技术将高效节水的双壁钻杆空气反循环钻探技术应用到油气地震物探爆破孔施工，满足了在双壁钻杆内不提钻下放炸药，确保炸药足量、准确到位的施工要求，解决了沙漠及砾石等不稳定地层常规钻进施工困难、成本高和无法满足成孔深度、投药准确性等关键技术难题，同时可节约大量泥浆材料和用水费用，钻探辅助时间大大缩短，生产效率成倍提高。为我国复杂地层，特别是沙漠覆盖层、卵砾石层等不稳定地层油气地震物探爆破孔施工提供了一种全新的高效、可靠的成孔及下药技术方法，使油气地震勘探工作所需爆破孔在坍塌不稳定地层中钻进成孔、炸药投放技术上有了重大突破。针对大砾径、不稳定卵砾石地层研究开发的绳索打捞空气潜孔锤钻进工艺，该工艺采用正循环钻进方式，当钻进到预定深度时，利用打捞器将孔内潜孔锤提出，然后从孔内经钻杆内将炸药投放到孔底。绳索打捞潜孔锤不提钻下药钻进系统与传统的跟管钻进系统相比，施工工序简化，无需在更换钻杆时加接套管，施工效率大大提高，有效解决了卵砾石地层钻进成孔的难题（该钻进系统获国家专利，专利号 ZL 2005 20023419.5）。

空气反循环快速钻进成孔技术在沙漠地层以及较小砾径地层钻进时具有非常高的钻进效率和 100% 的成孔率。解决了我国西部干旱缺水及不稳定地层区域油气地震勘探采用其他方法难以实现的技术难题，不仅节省了大量资金，降低了劳动强度，加速了我国新一轮油气勘探的速度，具有良好的经济和社会效益。

随着石油普查向更复杂和难以到达区域的进行，地震物探施工爆破孔施工的孔深度将更深、难度将更大，反循环钻进成孔及不提钻下药施工技术可保证钻孔不坍塌和炸药投放到所期望的深度，因而有非常大的市场前景。

二、应用实例

自 2002 年以来，以双壁钻杆空气反循环钻进成孔技术为主体的研究成果在大庆物探公司、新疆油田物探公司、青海油田物探公司、胜利油田物探公司、江汉油田物探公司、江苏油田物探公司、中原油田物探公司、华北石油管理局物探公司、辽河油田物探公司等多家石油物探单位推广应用。生产实践证明，该技术在沙漠地层的钻进速度可超过 200 m/h，最大孔深超过 40 m，单台钻机日完成钻孔可达 57 个以上（平均孔深 30 m）。平均 25 m 孔深日完成钻孔 73 个。

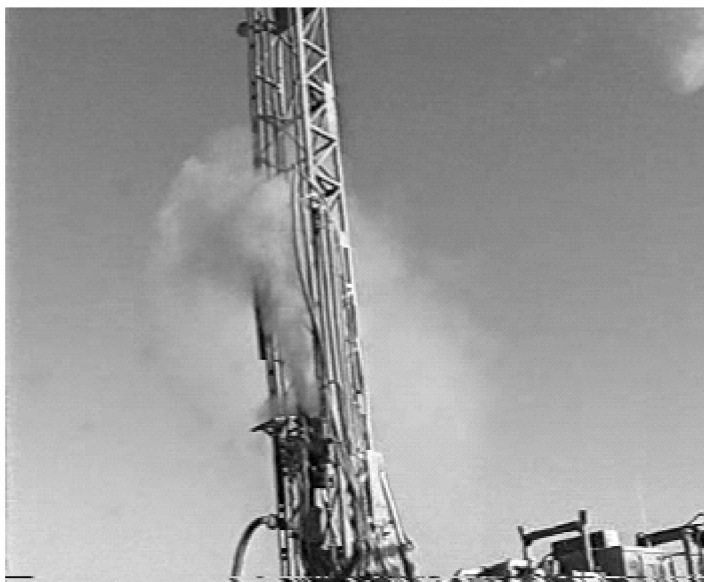


图1 反循环物探爆破孔钻进技术在青海施工现场



图2 反循环物探爆破孔施工技术在新疆施工现场

目前，反循环钻进成孔技术已被作为石油物探爆破孔工程招投标时的一项技术要求。该项技术在新疆和青海油田物探爆破孔施工中已开始大量地推广应用，已完成 30000 多炮（孔），钻进进尺达几十万米，取得了非常好技术经济效果。据不完全统计，目前全国累计完成钻进近 1000 万米，炮眼 50 多万只，仅钻进施工及爆破产值达 6 亿元人民币，通过地震数据采集及处理、布置勘探钻井施工间接产值超过 10 亿元人民币。油气地震勘探等单位应用该技术成果实现的利税超过 8000 多万元。

三、推广转化方式

加强推广宣传和技术培训，可根据用户需求进行设备的配套及完善，提高钻机的机动灵活性、机械化程度及越野性能。通过新技术推广的方式，给使用单位提供一定配套鼓励资金，提高该技术在地质勘探工作中的应用程度，加速地球物理勘探施

工进度。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联 系 人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com



图3 反循环物探爆破孔钻进技术用于东北冬季施工现场

高精度定向及水平钻进技术

一、内容概述

钻探地质勘探孔施工的目的主要为了解矿体形态、产状、埋藏深度、品位、储量，以及围岩性质、水文地质等地下资料。为了达到不同的施工目的，钻孔轨迹需要设计成不同的形态，可采用常规钻探技术按普通钻孔施工，有的更适合采用高精度定向定位及水平钻进技术，进行定向孔或水平孔施工。

1. 定向造斜取心施工

当钻孔很深或矿体所处位置较深时，勘探作业将变得更加复杂，同时也会产生更多不确定的结果。在矿体位置较浅的情况下，使用传统岩心钻探方法进行探测更加经济，但是随着钻探深度的增加，钻探费用将迅速上升。对于某些隐伏矿藏以及不连续矿脉，需要从地表钻出若干口勘探孔，才能获得我们需要的信息，如果采用高精度定向技术进行定向造斜取心钻进，则不必一次次从地表开始重新钻孔了，你可以在一个主孔中钻出分支孔，这使得钻孔起点距离矿体更近，钻孔距离大大减小。由于减少了工作进尺，并节约了钻机搬迁等大量辅助时间，因此经济效益明显提高。

2. 对接井施工开采可溶性矿藏

我国矿产资源丰富，其中有一部分是可溶性矿藏，例如：钠盐、钾盐、天然碱等。主要分布于湖北云梦、应城，江西樟树，江苏丰县，山东肥城，河南桐柏、平顶山，湖南衡阳等地。传统的开采方法有单井对流水溶开采法、压裂连通法和油垫自然溶通法。上述三种开采方法均存在局限性，因此采卤成本都比较高。而采用高精度定向定位和水平钻进技术，施工两口井（一直一斜或两斜）并使之在地下矿层处实现连通，从其中一口井注入淡水，而另一口井采出高浓度卤水。该法对地层和环境污染少，建造成本低，卤水浓度高，质量好等优点。

3. 其他领域

随着时代的发展，高精度定向及水平钻进技术除了可应用于固体矿产勘查之外，还可应用于石油勘探、海底工程地质调查、工程地质勘察以及超前地质预报等领域。

二、应用实例

勘探技术研究所采用高精度定向及水平钻进技术，先后在河南叶县、桐柏，湖北云梦、应城、荆州，湖南衡阳，江苏丰县、淮阴，江西樟树，山东肥城，陕西榆林等盐（碱）矿区累计完成六十余对采卤对接井施工，在国外，完成了土耳其 BEYPAZARI 碱矿共计五十三对天然碱对接井工程。高精度定向定位及水平钻进技术，提升了我国可溶性矿藏的开采技术水平，有利于保护环境及矿产资源，同时促进了我国小直径定向钻探技术的发展，拓展了小直径定向钻探技术的服务领域。

采用高精度定向及水平钻进技术，完成了云南宣威市华泽煤田矿区 ZK203 孔、ZK101 孔的定向造斜取心钻探任务。另外，还在贵州安顺、山西长治等地完成勘探孔纠斜，侧钻分支以及高精度垂直孔等若干次施工。

表 1 近年来勘探技术研究所完成的对接井情况

序 号	时 间	工程名称	工程量（对井）
1	2001 年	湖北沙隆达连通采卤工程	1
2	2002 年	陕西榆林皓海连通采卤工程	1
3	2003 ~ 2005 年	河南桐柏海晶连通采卤工程	5
4	2005 年	河南中盐皓龙对接井工程一期	3
5	2006 年	河南中盐皓龙对接井工程二期	3
6	2003 ~ 2006 年	土耳其天然碱钻井工程一、二期	30
7	2008 至今	土耳其天然碱钻井工程三期	16
8	2010 年	土耳其天然碱钻井工程三期增补	7
合 计			66



图 1 云南宣威煤田勘探孔（ZK203 孔、ZK101 孔）定向造斜取心施工现场

三、推广转化方式

该成果技术含量高，设备专业性强。结合在建的勘探工程，以补贴方式完成施工配套，由专业单位以承担现场服务方式，进行指导和培训。逐步实现该技术的普及。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联 系 人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com



图2 对接连通井采矿示意图



图3 土耳其天然碱矿对接井施工现场

中空式潜孔锤反循环连续取样 钻探技术及装备

一、内容概述

中空式反循环气动潜孔锤连续取样技术是在硬岩钻探中最有效的方法。岩屑从双壁钻具的中心通道排出，排渣断面小，上返风速高，排渣干净，不重复碎岩，钻进效率高；钻头寿命长，节约了供风量，减少了功率消耗和设备数量；能有效地解决粉尘对环境和人员设备的危害。对于裂隙和破碎地层易于穿过，更好的解决了正循环气动潜孔锤钻进排渣难、漏风等技术难题。

气动潜孔锤连续取样技术其中一种连接方式为：气水龙头 + 双壁钻杆 + 转换接头 + 正循环气动潜孔锤，其中转换接头的作用是用潜孔锤进行反循环连续取样钻探的关键部件，钻进时，沿双壁钻杆环隙下行的压缩空气到达转换接头后进入潜孔锤驱动其工作，岩屑从潜孔锤与孔壁形成环状间隙上返至转换接头，经转换接头的侧口进入转换接头上部通过双壁钻杆内管上返。实际上在转换接头至孔底这一段距离内依然是局部正循环，通常为 1 ~ 1.5 m 的岩样相混，产生岩样污染。

因此，勘探技术研究所在后续反循环连续取样技术的研究中，研制出全液压力头反循环连续取样钻机、中空式反循环气动潜孔锤，该潜孔锤取消了孔内局部正循环，避免了岩样的混淆，实现了全孔的反循环连续取样技术。

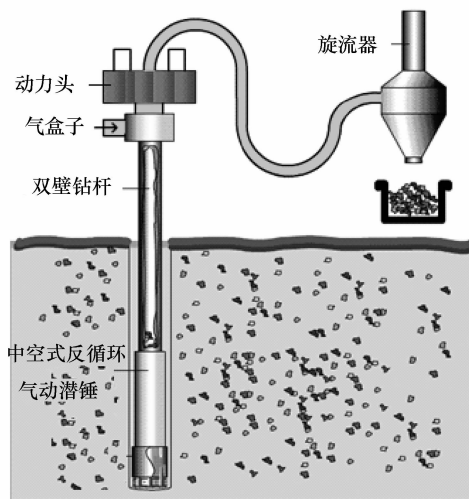


图1 中空式反循环气动潜孔工作原理

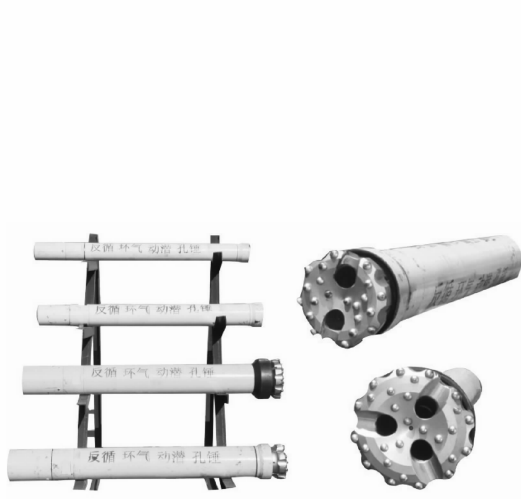


图2 中空式反循环气动潜孔锤实物

1. 中空式反循环气动潜孔锤

表 1 反循环气动潜孔锤主要技术参数

型 号 规 格	外 径 (mm)	长 度 (mm)	钻孔直径 (mm)	使用风压 (MPa)	耗风量 (m ³ /min)	冲击功 (Nm)	冲击频率 (次/分)
KFQC335	φ90	995	95 ~ 105	0.7 ~ 2.1	4.2 ~ 11.7	250	300
KFQC345	φ105	1057	110 ~ 130	0.7 ~ 2.1	5.7 ~ 14.7	271	388
KFQC355	φ124	1292	135 ~ 155	0.8 ~ 2.1	6.5 ~ 19.3	810 ~ 1200	791
KFQC365	φ154	1345	160 ~ 200	0.8 ~ 2.1	9 ~ 18	600 ~ 1100	950
KFQC385	φ185	1421	200 ~ 220	0.8 ~ 2.1	12 ~ 30.8	660 ~ 1208	1141
KFQC390	φ188	1450	216 ~ 254	0.8 ~ 2.4	13 ~ 30.8	660 ~ 1160	1200
KFQC3110	φ250	1440	260 ~ 311	0.8 ~ 2.4	15 ~ 34	600 ~ 1230	1260

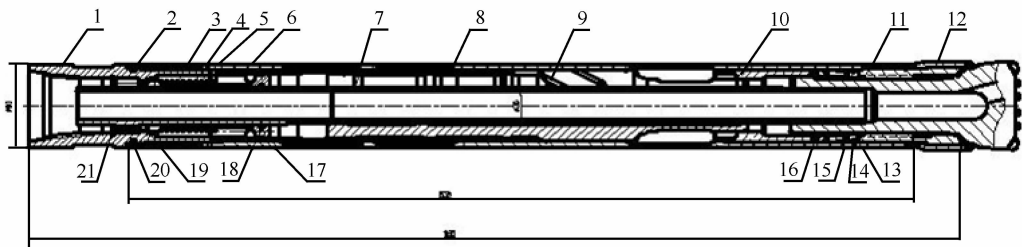


图 3 反循环气动潜孔锤结构图

2. 反循环连续取样钻机

中空式反循环气动潜孔锤钻进效率高，搬迁频繁，钻机必须具备良好的机动性，通常采用自走式或拖挂式的。为此，研制了专用全液压动力头反循环连取样钻机，钻机钻深能力：600 m（89 双壁钻具），动力头转速：0 ~ 120 r/min，动力头最大扭矩：9000 N·m，提升能力：250 kN，加压能力：140 kN，给进行程：9600 mm，动力机功率约为：194 kW/2200 r/min。

二、应用实例

昆明富坤钻探有限公司自 2007 年就开始采用中空式反循环气动潜孔锤钻探技术，实现砂金勘探施工。几年来的应用实践证明，中空式气动潜孔锤取样钻探效果好，取样率可达到 100%，完全能满足砂金勘探取样要求。钻探取样施工效率比常规取样效率提高 10 倍以上，成本大幅度降低，并减轻了劳动强度。目前该公司已经完成取样钻探施工量 2.8 万余米，取得了非常显著的经济效益和社会效益。

另外，近年来抗旱打井任务中，多家单位采用中空式反循环气动潜孔锤技术。2008 年贵州省抗旱扶贫打井项目，首先确定了以中空式反循环气动潜孔锤钻进为主的施工方



图4 云南砂金勘探反循环连续取样钻进施工现场

法。共开动钻机 12 台，克服了孔内裂隙、溶洞发育、坍塌、掉块、埋钻、卡钻事故频现，以及山区搬迁不便等诸多困难，共完成了 130 多眼打井任务，孔深范围 150 ~ 200 m，钻进效率比正循环泥浆钻进提高 7 ~ 10 倍。2010 年，为北京军区给水工程团赴云南抗旱打井，配套了中空式反循环气动潜孔锤钻进技术，解决了正循环气动潜孔锤施工过程中遇到的岩屑上返困难、地层漏失严重等技术难题。



图5 为北京军区给水团抗旱打井配套中空式反循环气动潜孔锤钻探器具



图6 贵州抗旱打井扶贫项目中空式反循环
气动潜孔锤施工现场



图7 北京军区给水团云南中空式反循环
气动潜孔锤施工现场

三、推广转化方式

由国家相关单位制定或委托制定反循环连续取样钻探技术规范，实现该技术与地质研究的接轨，满足地质学家地质研究的要求。

依托国家地质调查项目，完成一至多个中空式反循环气动潜孔锤连续取样技术示范工程，使地质勘查单位建立对反循环连续取样技术的认识。为地勘队伍提供全方位的反循环连续取样钻探技术支持，形成试验和推广应用的平台，共同促进科技成果的转化。在地勘单位充分了解基础上，以市场机制进行该系列产品的规模化生产和应用。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

空气潜孔锤跟管钻进技术

一、内容概述

空气潜孔锤跟管钻进技术是空气潜孔锤扩底钻进并同步跟进套管的一种钻进新技术。主要适用于第四系松散地层和卵砾石层、坡积层、流砂层等多种复杂地层的高效钻进，可有效地防止钻孔垮塌，提高钻进效率，降低钻孔施工成本。该技术具有钻进速度快、效率高、干式钻进等优点，是地矿部“七·五”重点攻关项目，探矿工艺研究所于1986年开始研究，是我国最早开展空气潜孔锤跟管钻进技术研究的单位，多项研究成果在国内处于领先地位，有多项国家专利（如专利号：ZL200320115202.8、ZL200620035162.X等），已初步形成了一套以空气潜孔锤跟管钻进技术为核心的具有自主知识产权的技术体系；同时开发生产了与空气潜孔锤跟管钻进技术相配套的数十种偏心、同心跟管钻具系列产品（以下为部分空气潜孔锤跟管钻具产品图片），并以技术先进、工作可靠、质量稳定等著称，使用单位遍布全国各地多个行业，广受用户欢迎。



图1 SP型偏心跟管钻具



图2 TR型同心跟管钻具

空气潜孔锤跟管钻进技术基本原理：空气潜孔锤跟管钻进系统主要由跟管钻具、潜孔冲击器、套管、管靴等构成。在空气潜孔锤跟管钻进系统中，无论是偏心跟管钻具还是同心跟管钻具，都是通过跟管钻具钻进时钻出大于套管外径的孔，并使套管同步跟进，当钻进至预定地层，可将跟管钻具收敛，使跟管钻具的最大外径小于管靴、套管的内径，从而取出跟管钻具，套管则留在地层内保护孔壁，达到成孔目的。

现以SP型空气潜孔锤偏心跟管钻具为例介绍其工作原理，图3为SP型空气潜孔锤偏心跟管钻具工作原理示意图，主要由偏心跟管钻具的中心钻头、偏心扩孔钻头、导正器、

冲击器、套管、管靴等构成。空气潜孔锤偏心跟管钻具工作时由钻机提供回转扭矩及给进动力，由空气压缩机提供潜孔冲击器工作的动力和排出岩屑的冲洗介质。正常钻进时，潜孔冲击器工作的动力-空气，由空气压缩机提供，经钻机、钻杆进入潜孔冲击器使其工作，冲击器的活塞冲击跟管钻具的导正器，导正器将冲击波和钻压传递给偏心钻头和中心钻头，对孔底岩石进行破碎。同时，钻机带动钻杆回转，钻杆将回转扭矩传递给冲击器并由冲击器通过花键带动跟管钻具的导正器转动，导正器上有偏心轴，导正器转动时偏心钻头张开，并在开启到设计位置后被限位，使中心钻头、偏心钻头同时随导正器旋转。偏心钻头钻出的孔径大于套管的最大外径，使套管与钻具同步跟进，保护已钻孔段的孔壁。当钻进工作告一段落，需将钻具提出时，可慢速反转钻具两转，偏心钻头又依靠惯性力和摩擦力收回，整套钻具的外径小于管靴、套管的内径，即可将钻具提出到进行配接钻杆和套管的位置或将钻具提出孔外，套管留在孔内护壁。

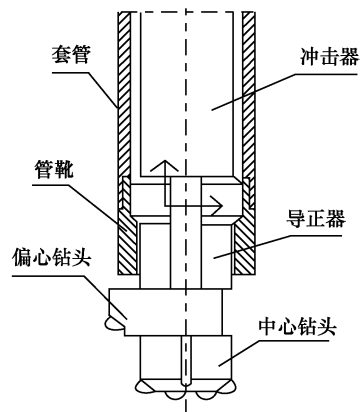


图3 偏心跟管钻具工作原理示意图

SP 型空气潜孔锤偏心跟管钻具有如下技术特点：

(1) 钻孔导向性好，钻进速度快。中心钻头与整套钻具处于同一条中心轴线上，起到了较好的导向作用。且中心钻头承担了跟管钻具大多数破岩任务，仅扩孔部分由偏心扩孔钻头完成，所以跟管钻具钻进速度快。这种具有中心钻头起导向作用的偏心跟管钻具结构对钻孔有要求的工程更有利于孔斜的预防，从而能最大限度地满足工程设计的要求。

(2) 扭矩传递合理，钻具工作可靠。SP 型潜孔锤偏心跟管钻具设计用平键来传递扭矩，当偏心扩孔钻头在展开到最大位置时，其键的侧平面与导正器上键的侧平面有良好的平面接触，大大改善了跟管钻具的受力条件，确保了 SP 型潜孔锤偏心跟管钻具在设计寿命期内磨损较小，很好地起到了定位和传递扭矩的作用。加之选用了高强度的材料，采用了特殊的热处理工艺，先进的固齿工艺，保证了 SP 型偏心跟管钻具能满足各种复杂地层跟管的需要。

空气潜孔锤跟管钻具跟进套管的规格有： $\phi 108$ 、 $\phi 127$ 、 $\phi 146$ 、 $\phi 168$ 、 $\phi 178$ 、 $\phi 194$ 、 $\phi 219$ 、 $\phi 245$ 、 $\phi 273$ mm 等。

二、应用实例

空气潜孔锤跟管钻进技术已广泛应用于地质勘探、地质灾害治理及应急抢险、水井钻进、水电站建设、城市高层建筑地基处理、高速公路、铁道建设工程、隧道管棚支护、石油物探钻孔等领域。该项技术为多项国家重点工程及应急抢险工程发挥了重要作用，并取得了较好效果，如重庆武隆滑坡抢险工程、云南抗旱找水打井工程、山东抗旱找水打井工程、长江三峡链子崖地质灾害治理工程、重庆奉节县系列高陡边坡整治工程、四川丹巴县城滑坡抢险治理工程、云南小湾水电站高边坡抢险工程等。

应用空气潜孔锤跟管钻进技术快速、有效地解决了云南小湾电站左岸山体滑坡抢险工程中的钻孔难题，是地质灾害治理及应急抢险领域的典型事例。该工程在左岸坝肩的开挖

施工过程中，即 2003 年 12 月 17 日，在饮水沟及 2[#]山脊、高程 1245 ~ 2600 m 之间发现裂缝，之后裂缝范围迅速扩大，观测资料显示，整个堆积体有整体下滑的趋势，情况相当紧急。通过现场勘查，决定对崩塌堆积体进行全面加固，加固主要采用预应力锚索和抗滑桩相结合的形式。根据观测所测得的各个部位不同的变形速度，整个堆积体分成五个区域，在这五个区域内共布置两千余根 1800 kN 及 2000 kN 的网板预应力锚索，要求预应力锚索必须穿过堆积体，进入弱风化岩层，这样，最大钻孔深度达到 75 m，孔向均为下倾 5°，锚索均采用全长无黏结结构，锚固段长度根据施工部位岩层的不同分别为 8 m 或 10 m。堆积体地质结构复杂，根据勘探资料显示，堆积体主要由块石、特大孤石夹碎石质粉土或碎石层组成，碎石土不成层，主要填充在块石缝隙之间，堆积体与下伏基岩面之间有一层厚 0.15 ~ 8.05 m 的坡积层，成分以砾石、粉砾为主。堆积体下伏基岩面不规则、起伏较大，基岩岩性主要为黑云花岗片麻岩夹薄层透镜状片岩。堆积体中地下水发育且埋深浅，地下水活动频繁。鉴于该堆积体是由山体崩塌堆积而成的，分选差且无胶结，常规钻进无法成孔，使用空气潜孔锤跟管钻进技术快速、有效地解决了该工程的钻孔难题，为小湾电站顺利进展创造了条件。另外，四川丹巴县城边山体滑坡抢险工程，发现时情况已非常紧急，且直接关系到老百姓的生命安危，使用空气潜孔锤跟管钻进技术解决了该工程的钻孔难题，并及时地给锚索施加了预应力，为丹巴县城群众人身、财产等的安全做出了贡献。

空气潜孔锤跟管钻进技术的应用前景是很好的，随着人们对环境保护、改善人类生存环境的重视，由于预应力锚索具有结构简单、质量轻等优点，被广泛应用于防治滑坡、稳定高边坡等地质灾害防治领域。针对近年来频繁发生的自然灾害，空气潜孔锤跟管钻进技术将在地质灾害治理及应急抢险领域发挥更大的作用。

三、推广转化方式

宣传报道、会议交流、技术咨询、现场服务等。

依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

空气潜孔锤取心跟管钻进技术

一、内容概述

针对滑坡、河床、湖泊、强风化、工程回填等堆积地层钻探效率低和岩心质量差的现状，近年来，探矿工艺研究所采用潜孔锤钻进原理，研究了空气潜孔锤取心跟管钻进技术，为堆积地层钻探提供了一种优质、快速的钻探新方法。该技术将潜孔锤跟管钻进与传统取心钻进两种截然不同的钻进方法进行组合创新，通过优化设计，研制了一种全新的潜孔锤取心跟管钻具，结合堆积地层，研究制定了空气潜孔锤取心跟管钻进工艺；在充分发挥潜孔锤钻进速度快的同时，大幅度提高岩心采取率，解决了堆积层钻探普遍存在的采取率低、速度慢等技术难题。空气潜孔锤取心跟管钻具获得了国家发明专利，专利号CN200510021979.1。

潜孔锤取心跟管钻具主要由潜孔锤、中心钻具、套管靴总成组成，见图1。中心钻具为双动双管取心钻具结构类型，直接与潜孔锤连接，组成随钻杆起下的可提升部分，可直接下到孔底与套管靴总成自动寻位（花键副）连接，进行潜孔锤取心钻进，钻进回次结束，随钻杆被提升到地面；钻进同时，中心钻具驱动（传递压力和冲击力、传递扭矩）套管靴总成同步随钻延伸，取心与跟管同步进行；套管靴总成与其上部套管柱刚性连接，钻进时随取心钻具向孔底延深，利用随钻跟进的套管隔离保护钻孔，从而实现潜孔锤取心跟管钻进。套管靴总成上设置有分动机构，使套管靴在旋转情况下，套管柱不旋转。

钻具特点：将潜孔锤跟管钻具与双动双管取心钻具进行组合，既发挥了潜孔锤跟管护壁效果好、钻进速度快的优势，又具有并使其更好的取心能力；采用同心跟管钻进原理，具有较好的钻进稳定性，有利于采取岩心；采用空气作为冲洗介质，可避免液态冲洗介质对地层的影响，特别在滑坡地质勘察中尤为重要；钻头采用空气侧喷结构，将高压空气与低压回风通道隔离，避免高压气流直接冲刷孔底，岩心处于岩心管的屏蔽保护下，可取得层位清晰的岩心；钻具结构简单，使用非常简便。

钻具主要技术参数见表1。



图1 潜孔锤取心跟管钻具

表 1 潜孔锤取心跟管钻具主要技术参数

钻具规格 (mm)	φ127	φ146	φ168
套管规格 (mm)	φ127	φ146	φ168
中心钻头外径 (mm)	92	104	131
岩心直径 (mm)	54.5	68	75
套管跟进深度 (m)	≥30	≥30	≥30
岩心采取率 (%)	≥95	≥95%	≥95%
配套冲击器	DHD340A	DHD340A	DHD350R

钻进工艺：全液压锚固钻机，或具有 20 ~ 30 转/分转速的 100 m 立轴钻机；中风压空压机；φ73 钻杆；其取心钻进配套器具。钻进参数见表 2。

表 2 潜孔锤取心跟管钻进钻进规程参数

钻具规格	φ168	φ127	φ146
钻压 (kN)	4 ~ 6	2 ~ 4	3 ~ 5
转速 (r/min)	20 ~ 30	20 ~ 40	20 ~ 40
风量 (M3/min)	18 ~ 20	9 ~ 20	18 ~ 20
风压 (MPa)	1.2	1.2	1.2
回次进尺长度 (m)	1.2 (1.7)	1.2 (1.7)	1.2 (1.7)

适用范围：滑坡、河床、湖泊、风化、工程回填等堆积地层，钻进孔深能力 40 m。

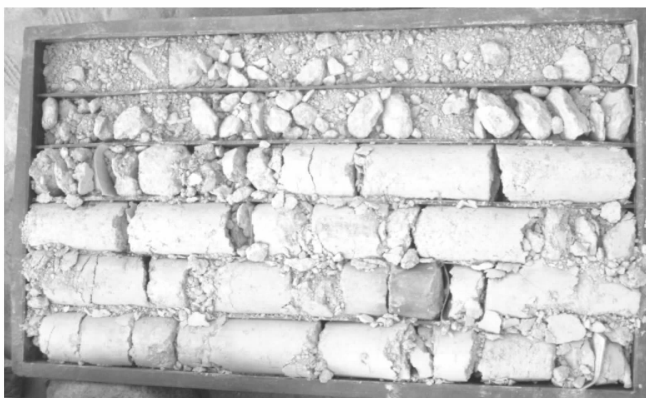


图 2 大渡河 ZK-13 孔取出的岩

二、应用实例

2004 ~ 2011 年，先后在大渡河泸定桥电站、昌都夏通街滑坡、昌都加林村滑坡、日喀则南郊水厂、绵广高速公路 K284 + 798 ~ K284 + 854 段边坡、阿里浦南友谊大桥等工程地质勘察中，完成了 20 多个钻孔的钻探工作，取得了良好的取心跟管钻进效果，钻进效率提高 100% 以上，岩心采取率 95%，岩心无污染，层位清晰。

在滑坡勘察工程中，传统钻进方法由于采用液态冲洗液，而钻孔普遍严重漏失，大量漏失冲洗液对滑坡体加载和弱化滑带（减小抗滑力），严重影响滑坡稳定性。潜孔锤取心跟管钻进由于采用空气作为冲洗介质，消除了钻探工程对滑坡稳定性的影响因素，作为一种对滑坡稳定性无影响、快速、优质的钻探方法，特别适用于滑坡地质勘查。

三、推广转化方式

钻具产品自主开发；提供整套潜孔锤取心钻进工艺方法及其技术服务。

依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

破碎和强缩径地层大直径深孔取心技术

一、内容概述

本成果是研究破碎地层取心技术和强缩径地层钻进工艺,从大直径($\phi 150\text{ mm}$)深孔(最大深度 3000 m)和破碎地层条件的取心钻进工艺、强缩径地层钻进施工工艺、小间隙深孔固井工艺等三个方面解决地震断裂带复杂地层的钻进施工技术难题,提供改善复杂地层条件下钻进施工效率和质量的工艺技术。

绳索取心钻进比提钻取心钻进效率要高得多,在缩径不明显的地层取心钻进,尽量采用绳索取心方法;在缩径较明显的地层或强缩径地层钻进,为安全起见,应采用提钻取心方法,但应尽量加大回次进尺长度,以提高施工效率。为保证取心质量,所有的钻具都采用半合管设计。提高金刚石钻头机械钻速的基本思路是减少金刚石切削具与孔底岩石的接触面积,以提高钻进比压,同时要求钻头具有大的底喷水路,以减少冲洗液对岩心的冲刷。在孔底钻具组合中采用钻铤孔底加压、螺杆马达液动锤孔底驱动,提高钻具的稳定性。缩径带取心钻进主要困难是易发生卡钻,避免卡钻的主要技术措施是在取心钻进的同时扩孔和采用高密度泥浆体系。解决缩径带下套管固井问题的基本思路:在缩径带固井之前,先采用局部扩孔的方法,扩大缩径带的钻孔直径,然后马上起钻并下套管固井。由于钻孔缩径需要时间,只要孔径扩大率足够,可保证缩径带的孔径在一定的时间范围内小于设计的钻孔直径,因此可避免套管在缩径带被抱死的事故。采用反扣接头尾管坐孔底或膨胀管悬挂尾管的方法,解决小间隙条件下尾管固井空间不足的问题。

通过各个专项技术的研究,在汶川科钻的钻探施工中集成配套研究形成如下技术工艺方法:

(1) 螺杆马达/液动锤/长半合管取心钻进技术:研发了螺杆马达/液动锤/长半合管取心钻进工艺,并首次在世界上应用了该工艺,获得了显著的效果。该取心钻进系统的主要优点是:①螺杆马达驱动,钻杆柱不回转,可减轻功耗和钻具磨损,有利于改善钻杆柱工作状态和保护井壁,减少事故;②液动锤冲击载荷碎岩,可提高钻速 50% ~ 100%,提高回次进尺长度 1 ~ 2 倍;③低钻压钻进,有利于防斜和降斜;④长半合管取心,取心回次进尺长,岩心的原状性好。

(2) 高比重泥浆压力平衡钻进技术:钻探施工中遇到了泥岩和泥质页岩时,岩层膨胀性强,再加上岩层在地应力作用下塑性流动,钻孔缩径严重,钻进施工中多次发生卡钻事故。通过采取①将泥浆比重从 1.05 g/cm^3 提高到 $1.5 \sim 1.6\text{ g/cm}^3$,进行高比重泥浆压力平衡钻进;②泥浆中添加能抑制黏土水化膨胀和降低泥浆失水量的化学处理剂,抑制地层的膨胀;③起钻过程中及时灌浆;③起下钻扫孔,解决了缩径地层的钻进难题。

(3) 局部扩孔钻进技术:为解决缩径地层的取心钻进施工困难的问题,通过领眼钻头与扩眼弧的组合,在取心钻进的同时扩扫刚钻出的小眼或者在已钻好的钻孔内下入偏心

扩孔器把钻孔局部扩大,延缓缩径地层的缩径。

(4) 长孔段小间隙套管固井技术:地震断裂带钻孔的套管与孔壁间隙小,环空流动循环阻力大,断层泥孔段缩径严重,造成下套管困难和循环阻力进一步加大。一旦固井失败可能造成的后果包括:①在扩径带套管未被水泥固结,钻进时套管受钻杆敲击脱扣或断裂;②套管未能封隔住缩径孔段,造成钻进施工困难,需要采用高比重泥浆、频繁扫孔、提钻取心,施工效率极低;③给测井施工和以后的长期观测带来困难。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套管固井工艺,主要技术措施包括:①试下套管,估算固井循环压降;②根据泥浆泵能力、固井循环压降和固井水泥浆密度,确定替浆泥浆密度;③试下套管时在缩径段反复扫孔;④在泥浆中加入高效润滑剂,以减小套管下入的摩擦阻力;⑤下套管快速施工,尽量减轻钻孔缩径的影响。通过采用这一套固井工艺,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。

二、应用实例

(1) 长度 6 m 的大直径 $\phi 150$ mm 半合管提钻取心钻具在汶川科钻二号孔(WFSD-2)中通过生产试验取得了成功,最长取心钻进回次达到 6.11 m,试验进尺 127.23 m、平均机械钻速 0.93 m/h、平均岩心采取率 94.7%、平均回次长度 3.74 m。回次长度、机械钻速、岩心采取率均比其他半合管钻具有所提高,回次长度提高 47.8%,机械钻速提高 40.9%,岩心采取率提高 2.9%。

(2) $\phi 150$ mm 半合管绳索取心钻具进行了生产试验,获得了初步成功,最长提大钻间隔达到 20.97 m。在 WFSD-2 孔 838.66 m 至 894.17 m 孔段试验进尺 55.51 m、平均机械钻速 0.56 m/h、平均岩心采取率 94.4%、平均回次长度 1.91 m、平均提大钻间隔 5.05 m。

(3) $\phi 150$ mm 半合管取心钻具用低钻压高效钻头进行了生产试验,取得了成功,最高机械钻速达到 2.29 m/h,试验进尺 248.50 m、平均机械钻速 0.74 m/h、平均岩心采取率 93.4%、平均回次长度 2.63 m。机械钻速、岩心采取率、回次长度均比其他类型的钻头有所提高,机械钻速提高 17.5%,岩心采取率提高 3.9%,回次长度提高 34.0%。

(4) 大直径、深孔和破碎地层条件下的取心钻进工艺取得进展。在 WFSD-2 孔从孔深 1500.99 m 采用 $\phi 120$ mm 螺杆马达进行 $\phi 150$ mm 取心钻进,进尺 325.72 m、平均机械钻速 0.87 m/h、平均岩心采取率 96.1%、平均回次长度 3.13 m。机械钻速、岩心采取率、回次长度均比顶驱、转盘钻进有所提高,机械钻速提高 35.9%,岩心采取率提高 5.3%,回次长度提高 25.2%。

(5) 深孔和破碎地层条件下的螺杆马达液动锤取心钻进取得突破。从孔深 2136.67 m 采用 $\phi 95$ mm 螺杆马达 $\phi 98$ mm 液动锤取心钻进,进尺 119.50 m、平均机械钻速 0.77 m/h、平均岩心采取率 97.4%、平均回次长度 4.27 m。机械钻速、岩心采取率、回次长度均比转盘、螺杆马达钻进有所提高,比 $\phi 95$ mm 螺杆马达取心钻进机械钻速提高 32.8%、岩心采取率提高 5.9%、回次长度提高 29.8%。

(6) 适合于强缩径地层钻进的高密度泥浆应用成功,在 WFSD-2 孔从孔深 1680 m 进入强缩径地层使用高密度泥浆一直到孔深 1859.78 m。随着钻孔的加深添加基浆及重晶石

粉等,并下钻到套管底部内充分循环。采用振动筛、除泥器、离心机清除泥浆中的有害固相。

(7) $\phi 150/165$ mm 扫孔扩孔钻具研制成功,在 WFSD-2 孔的孔深 1680.9 ~ 1707.39 m 进行了扫孔试验,试验中钻具安全地下到井底、并顺利地提出。

(8) 强缩径地层和小间隙条件下的下套管和固井工艺取得了突破。在 WFSD-2 孔的 $\phi 150$ mm 井眼内下入 $\phi 139.7$ mm $\times 7.72$ mm 直连套管 601.65 m,完成了间隙 5.15 mm 的固井作业,保证了后续 $\phi 122$ mm 口径的取心钻进。设计、加工的正反接头、浮箍、浮鞋、直连套管等以及通井(扫孔)一下尾管—开泵循环(分段)—注前置液—注水泥浆—注后置液—替浆—倒扣丢手—循环的下尾管固井工艺获得了成功,为 WFSD-3 孔 2 次下尾管($\phi 89$ 尾管、 $\phi 73$ mm 筛管)及类似工程项目的施工提供了宝贵的经验。

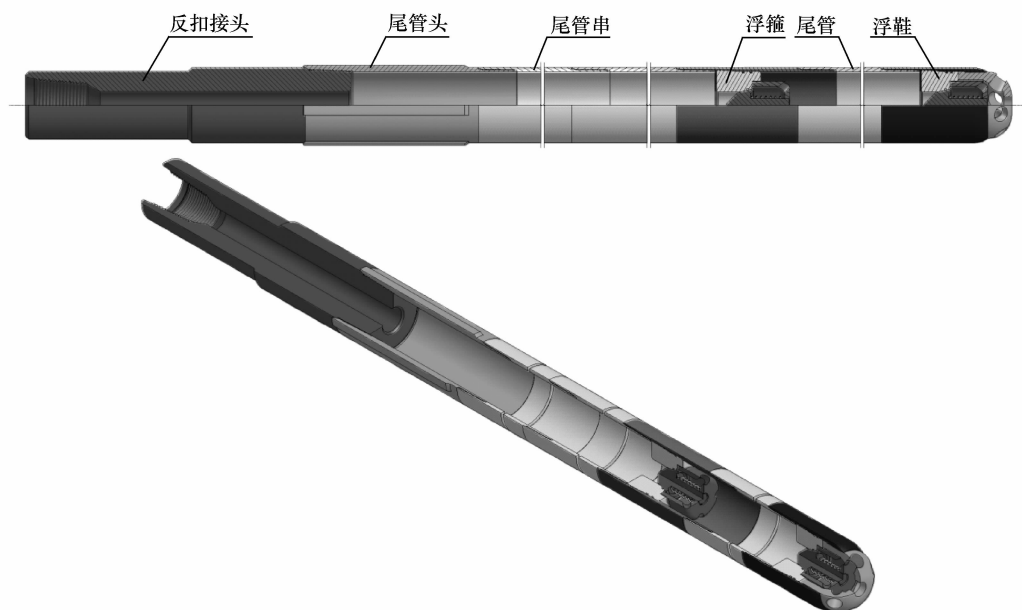


图2 反扣接头尾管坐孔底的 $\phi 139.7$ mm 直连尾管串

三、推广转化方式

宣传报道、会议交流、技术咨询、现场服务等。

技术依托单位:中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人:张伟 樊腊生

通讯地址:四川省成都市郫县现代工业港(北区)港华路 139 号

邮政编码:611734

联系电话:028-66529298 66529381

电子邮件:zhangwei@wfsd.org gysfls@hotmail.com

复杂地层原状岩心采取技术

一、内容概述

1. 基金项目

本成果受助于国家重点基础发展研究计划（“973”计划）项目“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”、国家科技支撑专项项目“汶川地震科学钻探”、国家地质大调查专项项目“深孔复杂地层取心钻具研制”。

2. 基本原理

全隔液钻进：在钻具内、外总成结合部及钻头内腔，完全屏蔽了钻井液对岩心的冲蚀，适合于无胶结、极酥散地层的取心钻进。

半隔液钻进：基本屏蔽了钻具内、外总成结合部钻井液径向流对岩心的冲蚀，但在钻头与岩心的环隙保持有微量的轴向流清洁、润滑钻头，适合于弱胶结、强酥散地层的长回次钻进。

普适性卡簧采心：卡簧的大公差、大壁厚、大缺口、大行程设计，使同一只卡簧适应于完整~破碎、坚硬~松软等各类地层的岩心采取。

加长半合管原状取心：特殊工艺制作的半合管整根长度达到6 m，大大提高了深孔复杂地层原状取心的综合钻进效率。

地面水力无损出心：利用泥浆泵提供水推力的简易地面装置，实现了强黏性岩心和较完整岩心的连续自动无损出管，避免了传统方法在地面出心过程中对岩心的人为损坏。

3. 技术特点

同一系列的钻具，无论绳索取心与提钻取心、常规钻进与隔液钻进（或半隔液钻进），均在管材与螺纹、卡簧与卡簧座、钻头与扩孔器等钻材上，实现了尺寸完全统一的装配连接，具备高度的现场快速互换性。

4. 技术指标

钻头外径/mm	$\phi 76$	$\phi 95$	$\phi 120$	$\phi 150$
岩心直径/mm	$\phi 48$	$\phi 63$	$\phi 83$	$\phi 95$
外管规格/mm	$\phi 73 \times 5$	$\phi 91 \times 5$	$\phi 114.3 \times 6.4$	$\phi 139.7 \times 7.72$
内（半合）管规格/mm	$\phi 56 \times 2.5$	$\phi 73 \times 3.5$	$\phi 95 \times 3.5$	$\phi 108 \times 5$
岩心管长度/m	3~4.5	3~4.5	3~4.5	3~9
复杂地层采取率/%	≥ 85			
备 注	可以根据地层特点和用户要求设计特种或非标钻具			

二、应用实例

1. 松科一井（主井）钻探工程

松科一井是国家 973 计划项目“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”，在松辽盆地大庆地区布置的全球首例陆相白垩纪环境科学钻探工程，设计井深 1810 m，完井口径 $\phi 156$ mm。工程要求岩心直径大于 $\phi 90$ mm，原状岩心采取率大于 90%。项目承担单位中国地质大学（北京），委托中国地质科学院勘探技术研究所承担项目的“取心钻进配套技术研究”专题，并承担主井的工程施工。

专题创新研发的三层管迷宫式隔液钻进系统（第三层管为透明 PC 管），在毫无胶结的泰康组粉细~粗砂层取心钻进 48.26 m，获原状砂样采取率 87.21%，并成功地将泰康组砂层与明水组泥层的界面原状取出（如图 1），为大庆地区浅部地层分层首次提供了实物判据。

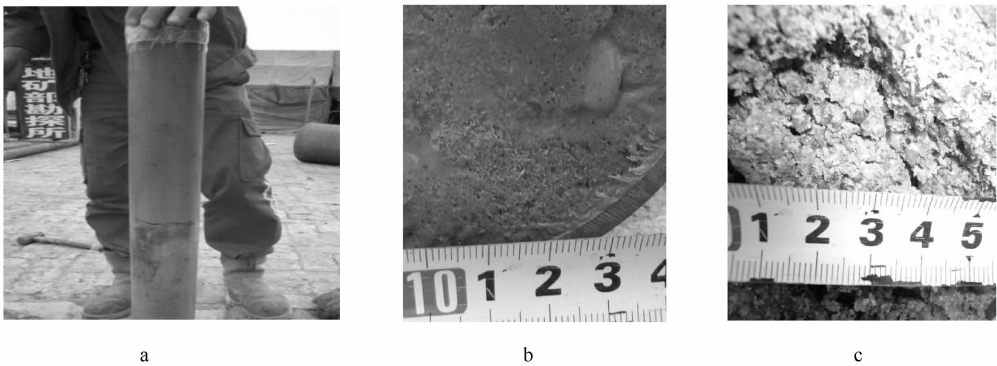


图 1 三层管迷宫式隔液钻进系统取样效果
a—砂、泥分层界面；b—粉细砂样；c—粗砂样

专题创新研发的地面水力无损出心装置，原理、结构与操作俱很简单，无需添加现场设备。主井自井深 276 m 试验成功后，钻至完井 1181.18 m 的岩心，全部用此方法取出。装置根绝了传统出心方法对强黏性岩心的人为破坏，地层的原始性状得以完好保存。

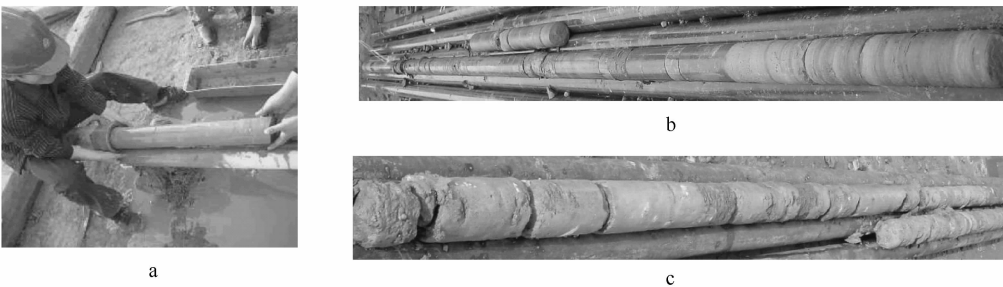


图 2 水力出心装置出心效果
a—现场出心操作；b—完整的硬岩；c—松软泥岩

2. 汶川地震科学钻探（WFSD）工程

汶川地震科学钻探是由中国地质调查局组织实施、中国地质科学院探矿工艺研究所承担的国家科技支撑项目，要求岩心直径 ≥ 95 mm、岩心采取率大于 85%。由于施钻区域经历了地质历史上无以数计的地震运动，工程所布置的所有钻孔，自开孔到终孔全部是在呈网格状强烈破碎的泥、页中钻进。我所作为地调局直属单位参与项目，并选择复杂地层取心技术作为研究方向，所研发的矩形水槽半隔液式钻头、普适性卡簧和加长半合管，为提高岩心采取率和保护岩心原状结构、提高深孔段的回次进尺起到了重要的支持作用。

图 3 为 WFSD-3 孔用常规钻具连续 20 个回次平均采取率低于 80%，且有 4 个回次连续丢心的情况下，首次投入矩形水槽半隔液钻头和普适性卡簧试钻 2 回次所取得的岩心；图 4 为 6 m 长半合管在 WFSD-2 孔的取心效果。

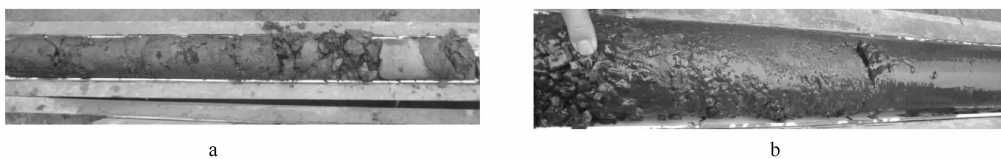


图 3 半隔液钻头在 WFSD-3 孔首次试钻取心效果

a—168 回次，进尺 0.85 m，心长 1.16 m；b—169 回次，进尺 1.05 m，心长 1.05 m



图 4 6 m 长半合管在 WFSD-2 孔取心效果



图 5 半隔液 PDC 钻头取心效果

3. 内蒙古查干温都尔多金属矿普查

查干温都尔多金属矿蕴藏于断层破碎带中，岩性破碎酥松、胶结微弱，常规 NQ 型绳索取心钻具在矿层中钻进，断层充填物和酥松组分冲蚀殆尽、岩心断口滚圆化，采取率低于 85%。勘探所研发的 NQ 半隔液 PDC 钻头所取岩心，则基本保存了地层中易冲蚀组分，岩心采取率大为提高。图 5 岩心箱中上三格为常规钻具钻取的岩心，下面均为半隔液 PDC 钻头钻取的岩心。钻头在矿区共进尺 538.60 m，平均岩心采取率 92.58%。

三、推广转化方式

成果可以下列方式进行推广转化：宣传报道、会议交流、人员培训、技术咨询、现场服务、技术转让、技术入股。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

贯通式潜孔锤反循环连续取心钻探技术

一、内容概况

吉林大学研发的贯通式潜孔锤反循环连续取心钻探技术，集风动潜孔锤动载高效碎岩、流体介质全孔反循环和钻进过程中连续获取岩心三种先进技术为一体，适用于坍塌、破碎、漏失等复杂地层以及干旱缺水和高寒地区的地质勘探工作。

工作原理：利用压缩空气作为动力介质和冲洗介质，通过高压胶管由双壁钻杆的环状间隙输送至孔底驱动潜孔锤破碎岩石，做功后的废气由钻头底部的排气孔高速喷出。由于气体射流的抽吸、引射特性，在钻头周围形成负压区而形成抽吸作用。气流和被抽吸的介质携带岩心沿双壁钻杆的中心通道上返至地表，并被地表的取样器收集、筛分、取样。钻探过程中实现气体的闭式循环，即保证流体介质高速上返，也确保孔壁不发生扰动。技术特点如下：

- (1) 钻进效率高，较常规回转钻进方法可提高机械钻速 5 倍以上；
- (2) 反循环排渣能力强，对孔壁扰动小，对漏失地层、孔壁易失稳地层、亲水地层等适应能力强；
- (3) 岩心上返流速高，可及时、快速地将岩心携带至地表，岩心无污染、不颠倒、采取率高，准确性及代表性强，判层准确；
- (4) 钻进过程中所需轴心压力小，回转速度满，钻进参数小，钻具对孔壁扰动小。利用双壁钻杆可实现满眼钻进，钻杆同时起套管作用，适合于极复杂地层的钻孔施工。

目前，吉林大学开发并完善配套了系列贯通式潜孔锤、反循环钻头及配套钻具等，使我国的钻探技术实现了跨越式发展，具有独立知识产权。反循环钻孔直径范围为 95 ~ 600 mm，不仅可用于地质岩心勘探，还可用于水文水井、地热井、基础工程、微型桩孔等钻探工程。在复杂和极复杂条件矿区，以潜孔锤反循环连续取心钻探技术为核心，针对不同地层条件、钻探目的和要求，可综合运用和集成其他相适应的先进钻探方法，如：潜孔锤反循环泡沫钻进、潜孔锤反循环雾化钻进、完全外平式钻具系统的潜孔锤反循环钻进、反循环中心取样钻进、潜孔锤跟管钻进等多种先进钻探技术，能有效解决了复杂和极复杂条件勘探矿区的重大钻探技术难题，具有十分显著的经济和社会效益。此外，吉林大学研发了 FGC 系列大直径反循环潜孔锤，与旋挖钻机相配套，可用于施工直径 800 ~ 1600 mm 的嵌岩桩孔。

贯通式潜孔锤反循环连续取心钻探技术在多个矿区和钻探工程领域开展了生产型试验，解决了复杂地层、极复杂地层中遇到的钻探技术难题。钻进效率为普通金刚石钻探的 6 ~ 10 倍，岩矿心采取率达 95% 以上，钻头寿命是普通金刚石钻头的 5 ~ 8 倍，钻探成本降低 2:3，显著提升了我国复杂条件下的钻探技术水平，为我国钻探技术的升级换代起到



图1 反循环地质勘探

了示范作用。该项研究成果已于2007年1月由中国地质调查局组织专家验收，该项成果被评为国际领先水平。该项技术可使综合钻探效果大幅度提高，实现钻探技术的升级换代。在复杂条件勘探矿区、危机老矿山“攻深找盲”和西部重要集矿区钻探工程中将发挥重大作用。

二、应用实例

贯通式潜孔锤反循环连续取心钻进技术在地质岩心勘探，水文水井钻探，基础工程施工等领域均得到了推广应用，并取得了良好的应用效果。

洛阳栾川钼矿位于东秦岭多金属矿带内的一个重要矿床，探明钼金属储量居世界六大巨型钼矿床之首，也是国内最大的钼矿，已有50年历史。该矿区地下采空区分布复杂，地层坚硬破碎，直接威胁着矿山的生产安全，被称为“钻探禁区”。采用贯通式潜孔锤反循环钻探技术，针对地层特点，配备相应的钻具，2006~2008年完成钻探工作量2.6万米，新探明钼矿石储量数亿吨，已开采出的钼矿产值达220多亿元；成功探明空区60多处，为空区处理和安全生产提供了翔实资料，避免了矿山塌陷事故的发生，确保了矿山生产安全。

新疆白干湖钨锡矿是21世纪以来我国新发现的一个重要的矿产勘查区，位于昆仑山的无人区，海拔4000 m以上，自然环境极为恶劣。该矿区处于高寒地带，地层坚硬破碎、含永冻层。采用金刚石钻探方法，漏失严重，护壁堵漏措施无效，泥浆消耗量巨大，由于供水困难导致钻探成本极高。管路堵塞、冲洗液漏失而导致的烧钻以及岩心脱落、钻杆折



图2 与旋挖钻机配套

断等事故频繁发生，岩矿心采取率不足 50%。示范应用潜孔锤反循环连续取心钻探技术，平均台月效率提高 6.3 倍，未发生一次孔内事故，节约了泥浆及堵漏材料，成本仅为金刚石钻探成本的四分之一。岩矿心采取率 98% 以上，岩矿心块度大、质量好，代表性强，无污染、不混样，岩心品位真实度高，比原提钻取心增加一个数量级；判层及时准确，满足了地质找矿的要求，有效解决了此类矿区的钻探技术难题。

河北涿鹿锰银矿位于燕山台褶皱带西北端，属于典型的硬、脆、碎、漏、塌极复杂地层，矿区干旱缺水。由于地层坍塌漏失严重，采用金刚石钻探施工时孔内事故频发，勘探工作无法进行。试验应用贯通式潜孔锤反循环连续取钻探技术，解决了该矿区的钻探施工难题。空气钻探实现无水钻探，在漏失地层中无需堵漏护壁，大幅度降低钻探成本；全孔反循环排渣有效地保护孔壁完整，避免孔内事故的发生；潜孔锤高效碎岩，效率提高 8 ~ 10 倍；岩心采取率在 98% 以上，且钻孔质量好，满足了地质要求。

利用贯通式潜孔锤技术在河南辉县、林县等地区完成了 7 口基岩水井的生产性试验，平均钻进效率较正循环潜孔锤提高 4.5 倍，平均台月效率提高 4.8 倍，纯钻进时间利用率提高 2.9 倍，根本上解决孔口污染的问题。FGC 型大直径湿式反循环潜孔锤在大连中远船务有限公司 30 万 t 浮船坞建设项目中，仅用 1 只钻头，在灰岩、辉绿岩中累计完成嵌岩桩孔 31 根，平均钻速 1.2 m/h，钻进效率是该工程附近陆地某工程相似地层同规格嵌岩桩常规钻进方法的 10 倍以上。克服了海况和天气影响，使该嵌岩桩孔工程如期完成，保证了 30 万 t 新浮船坞按预定计划安装定位，深受大连

市政府和业主的高度评价。

在新一轮地质勘探工作中，该技术有望在西部地区资源勘探、危机矿山接替资源勘探和老矿山复垦等工程中发挥作用，该技术可用于固体矿产资源勘探、水文及地热井钻凿、石油钻井、锚固工程、工程勘察、嵌岩桩孔等钻孔施工领域，具有广阔的应用领域和发展空间。

三、推广转化方式

目前，随着我国地质勘查找矿工作的深入发展，以及实际生产需要，钻探工程频繁遭遇复杂条件，使得潜孔锤全孔反循环钻探技术及集成化钻探技术的需求日益增加，应用前景十分广阔。近年来，该成果成功地应用到水电行业及不同矿区的地质勘探。实践证明，该成果具有钻进效率高、岩心采取率高、钻孔质量好、地层适应力强等特点，解决了生产中遇到的钻探技术难题，产生巨大的经济效益和社会效益。该技术的推广应用可解决地质勘探中遇到的钻探工程难题，创造社会和经济效益，服务于社会。促进我国钻探技术及装备的升级和换代，提升我国的钻探技术的水平，使该钻探技术领域保持国际领先水平。

技术依托单位：吉林大学

联系人：殷琨

通讯地址：吉林省长春市西民主大街 938 号

邮政编码：130021

联系电话：13804320251

电子邮件：yinkun@jlu.edu.cn

潜孔锤反循环钻探技术

一、内容概况

吉林大学创新研发的潜孔锤反循环钻探技术，集风动潜孔锤动载高效碎岩、流体介质全孔反循环和钻进过程中连续获取岩心三种先进技术为一体，适用于坍塌、破碎、漏失等复杂地层以及干旱缺水和高寒地区的地质勘探工作。

工作原理：利用压缩空气作为动力介质和冲洗介质，通过高压胶管由双壁钻杆的环状间隙输送至孔底驱动潜孔锤破碎岩石，做功后的废气由钻头底部的排气孔高速喷出。由于气体射流的抽吸、引射特性，在钻头周围形成负压区而形成抽吸作用。气流和被抽吸的介质携带岩心沿双壁钻杆的中心通道上返至地表，并被地表的取样器收集、筛分、取样。钻探过程中实现气体的闭式循环，即保证流体介质高速上返，也确保孔壁不发生扰动。技术特点如下：

- (1) 钻进效率高，较常规回转钻进方法可提高机械钻速 5 倍以上；
- (2) 反循环排渣能力强，对孔壁扰动小，对漏失地层、孔壁易失稳地层、亲水地层等适应能力强；
- (3) 岩心上返流速高，可及时、快速地将岩心携带至地表，岩心无污染、不颠倒、采取率高，准确性及代表性强，判层准确；
- (4) 钻进过程中所需轴心压力小，回转速度慢，钻进参数小，钻具对孔壁扰动小。利用双壁钻杆可实现满眼钻进，钻杆同时起套管作用，适合于极复杂地层的钻孔施工。

目前，吉林大学开发并完善配套了系列贯通式潜孔锤、反循环钻头及配套钻具等，使我国的钻探技术实现了跨越式发展，具有独立知识产权。反循环钻孔直径范围为 95 ~ 600 mm，不仅可用于地质岩心勘探，还可用于水文水井、地热井、基础工程、微型桩孔等钻探工程。在复杂和极复杂条件矿区，以潜孔锤反循环连续取心钻探技术为核心，针对不同地层条件、钻探目的和要求，可综合运用和集成其他相适应的先进钻探方法，如：潜孔锤反循环泡沫钻进、潜孔锤反循环雾化钻进、完全外平式钻具系统的潜孔锤反循环钻进、反循环中心取样钻进、潜孔锤跟管钻进等多种先进钻探技术，能有效解决了复杂和极复杂条件勘探矿区的重大钻探技术难题，具有十分显著的经济和社会效益。此外，吉林大学已研发出 FGC 系列大直径反循环潜孔锤，并与旋挖钻机相配套，可用于施工直径 800 ~ 1600 mm 的嵌岩桩孔。

潜孔锤反循环钻探技术在多个矿区和钻探工程领域开展了生产型试验，解决了复杂地层、极复杂地层中遇到的钻探技术难题。钻进效率为普通金刚石钻探的 6 ~ 10 倍，岩矿心采取率达 95% 以上，钻头寿命是普通金刚石钻头的 5 ~ 8 倍，钻探成本降

低 2/3，显著提升了我国复杂条件下的钻探技术水平，为我国钻探技术的升级换代起到了示范作用。该项研究成果已于 2007 年 1 月由中国地质调查局组织专家验收，该项成果被评为国际领先水平。该项技术可使综合钻探效果大幅度提高，实现钻探技术的升级换代。在复杂条件勘探矿区、危机老矿山“攻深找盲”和西部重要集矿区钻探工程中将发挥重大作用。

二、应用实例

潜孔锤反循环钻探技术在地质岩心勘探，水文水井钻探，基础工程施工等领域均得到了推广应用，并取得了良好的应用效果。

洛阳栾川钼矿位于东秦岭多金属矿带内的一个重要矿床，探明钼金属储量居世界六大巨型钼矿床之首，也是国内最大的钼矿，已有 50 年历史。该矿区地下采空区分布复杂，地层坚硬破碎，直接威胁着矿山的生产安全，被称为“钻探禁区”。采用潜孔锤反循环钻探技术，针对地层特点，配备相应的钻具，2006 ~ 2008 年完成钻探工作量 2.6 万米，新探明钼矿石储量数亿吨，已开采出的钼矿产值达 220 多亿元；成功探明空区 60 多处，为空区处理和安全生产提供了翔实资料，避免了矿山塌陷事故的发生，确保了矿山生产安全。

新疆白干湖钨锡矿是 21 世纪以来我国新发现的一个重要的矿产勘查区，位于昆仑山的无人区，海拔 4000 m 以上，自然环境极为恶劣。该矿区处于高寒地带，地层坚硬破碎、含永冻层。采用金刚石钻探方法，漏失严重，护壁堵漏措施无效，泥浆消耗量巨大，由于供水困难导致钻探成本极高。管路堵塞、冲洗液漏失而导致的烧钻以及岩心脱落、钻杆折断等事故频繁发生，岩矿心采取率不足 50%。示范应用潜孔锤反循环连续取心钻探技术，平均台月效率提高 6.3 倍，未发生一次孔内事故，节约了泥浆及堵漏材料，成本仅为金刚石钻探成本的四分之一。岩矿心采取率 98% 以上，岩矿心块度大、质量好，剪性强，无污染、不混样，岩心品位真实度高，比原提钻取心增加一个数量级；判层及时准确，满足了地质找矿的要求，有效解决了此类矿区的钻探技术难题。

河北涿鹿锰银矿位于燕山台褶皱带西北端，属于典型的硬、脆、碎、漏、塌极复杂地层，矿区干旱缺水。由于地层坍塌漏失严重，采用金刚石钻探施工时孔内事故频发，勘探工作无法进行。试验应用潜孔锤反循环钻探技术，解决了该矿区的钻探施工难题。空气钻探实现无水钻探，在漏失地层中无需堵漏护壁，大幅度降低钻探成本；全孔反循环排渣有效地保护孔壁完整，避免孔内事故的发生；潜孔锤高效碎岩，效率提高 8 ~ 10 倍；岩心采取率在 98% 以上，且钻孔质量好，满足了地质要求。

利用贯通式潜孔锤技术在河南辉县、林县等地区完成了 7 口基岩水井的生产性试验，平均钻进效率较正循环潜孔锤提高 4.5 倍，平均台月效率提高 4.8 倍，纯钻进时间利用率提高 2.9 倍，根本上解决孔口污染的问题。FGC 型大直径湿式反循环潜孔锤在大连中远船务有限公司 30 万 t 浮船坞建设项目中，仅用 1 只钻头，在灰岩、辉绿岩中累计完成嵌岩桩孔 31 根，平均钻速 1.2 m/h，钻进效率是该工程附近陆地某工程相似地层同规格嵌岩桩常规钻进方法的 10 倍以上。克服了海况和天气影响，使

该嵌岩桩孔工程如期完成，保证了 30 万 t 新浮船坞按预定计划安装定位，深受大连市政府和业主的高度评价。

三、推广转化方式

目前潜孔锤反循环钻探技术已臻成熟，对各种复杂地层均有很强的适应能力，技术规程手册已编写完成，被列为中国地质调查局重点推广应用项目。围绕该技术的研究和试验，培养了一批硕士和博士；并于 2007 年由中国地质调查局组织、吉林大学承办，举办了“空气潜孔锤反循环连续取心钻探技术”培训班，来自全国地矿、煤炭、武警黄金部队、水电等部门的 58 家单位 110 余名钻探专家和技术人员参加了培训。近些年也陆续举办各种类型技术培训班或交流会十余次，为该技术的推广应用奠定了人才基础。

技术依托单位：吉林大学

联系人：殷琨

通讯地址：吉林省长春市西民主大街 938 号

邮政编码：130021

联系电话：13804320251

电子邮件：yinkun@jlu.edu.cn

泡沫水泵增压钻探技术

一、成果概况

泡沫作为一种特殊的钻孔清洗介质，具有比重小，用水量少，排粉能力强等性能。并具有下列优点：如有利于提高钻井速度；在破碎等复杂地层中可起到保护孔壁作用；排粉排屑能力强于空气和水；停机停风时可以降低岩屑沉降速度，避免埋钻事故等。故许多国家均认为泡沫钻进在干旱缺水地区、高山供水困难地区、低压漏失和永冻地层，是一种快速、高效的很有发展前景的钻进方法，并且作为这些地区的首选钻进方法。泡沫钻进作为一种先进的钻探技术方法已为全世界钻探同行所公认，但实施该项技术需采用高压泡沫输送设备。目前，西方国家均采用高压空压机和泡沫计量泵的匹配方式组成钻进时的泡沫供送体系，但这种方式高压空压机技术要求高，价格昂贵，一次投资大，功率消耗多，故成为我国目前推广泡沫钻进技术的主要障碍之一。

1990 年吉林大学（原长春地质学院）开始研究，在已有往复式泥浆泵上安装一套增压装置，用低压空压机供气，形成一套泡沫输送设备，并取得成功。现已开发出 BWZ - 250 型、BWZ - 320 型、BWZ - 600 型、BWZ - 850 型、BWZ - 1100 型及 BWZ - 1200 型等系列泡沫水泵增压装置，经宁夏、北京、河北、甘肃、新疆和福建等地应用取得显著效果。该成果已获得国家专利，并于



1996 年和 2003 年分别对 BWZ - 250/50 和 BWZ - 1100/50 型增压装置进行了国土资源部组织的专家鉴定，鉴定意见是：泡沫装置性能可靠，先进适用，经济效益显著，提供了一套新的钻进工艺和技术装备，填补了国内泡沫增压装置的空白，此项技术处于国际领先水平，并获 2004 年度国土资源科学技术一等奖。

二、应用实例

1. 固体矿床钻探应用

在干旱缺水地区和供水困难地区，常规清水和泥浆钻探需使用大量水，并且当地层漏失时，常规用水钻探方法无法施工，只能使用泡沫钻进。可供选择的水泵增压装置型号有 BWZ - 250 型、BWZ - 320 型。2002 年 11 月 16 日至 12 月 30 日，福建煤田地质局 102 地质队在福建龙岩东中矿区东中 5 - 3[#]、东中 5 - 2[#] 孔进行了泡沫金刚石绳索取心钻进应用试验。取得了如下结论：

(1) BWZ-250 型泡沫水泵增压装置, 增压能力强, 完全适应 1000 m 左右的深孔岩心泡沫钻进。

(2) 能在漏失层中进行钻进, 泡沫钻进是漏失、破碎地层钻进的首选钻井冲洗液。

(3) 泡沫钻进用水量极少, 仅为泥浆钻进的 5%。

此外, 该技术还在内蒙古煤田地质钻探、河北金矿地质钻探中推广应用, 都取得了预期效果。

2. 文水水井钻探应用

对于一些地表缺水、地层破碎漏失的地区开展深部水文水井钻探, 采用泡沫水泵增压装置进行深孔泡沫钻进为首选方法。可供选择的水泵增压装置型号有 BWZ-600 型、BWZ-850 型、BWZ-1100 型和 BWZ-1200 型等。2000-2005 年该技术在宁夏南部山区找水中取得显著效果。

(1) 泡沫钻进平均时效为 2~3 m/h, 比泥浆钻进提高 30%, 钻进成本降低 20% 以上。由于采用闭式循环系统的泡沫灌注设备, 泡沫液可反复多次利用, 又由于泡沫钻进本身钻探用水就少, 只是相同条件下泥浆钻进用水量的 5%, 可大大节约钻探用水。

(2) 通过在宁南两口深水井的生产试验, 发现该增压装置还具有非常好的洗井功能, 600~700 m 的泥浆柱能压喷出井口至钻塔高度 (20 m 以上), 因此, 该增压装置还可推广用于深油井、深地热井的洗井, 达到疏通裂隙, 增加产量的目的。

(3) 通过与高压空压机和空气联合增压机技术经济性等方面的对比分析可知: 价格低廉、结构简单、便于加工和安装的水泵泡沫增压装置代替高压空压机和空气联合增压机在干旱缺水地区推广泡沫钻进是非常必要和有意义的, 具有实用性和推广价值。能够解决干旱缺水地区水文水井钻探中的一系列技术难题。

三、推广转化形式

研发 BWZ-250 型固体矿产钻探用泡沫水泵增压灌注车; 举办泡沫钻进新技术推广培训班。

技术依托单位: 吉林大学

联系人: 孙友宏

通讯地址: 长春市西民主大街 6 号

邮政编码: 130026

联系电话: 13804339751

电子邮件: syh@jlu.edu.cn

陆地永久冻土天然气水合物钻探技术

一、内容概述

该项目所开发的钻具、钻杆、辅助器具、泥浆冷却装置及工艺方法在我国首次实施的陆地冻土天然气水合物科学钻探试验孔中发挥了重要作用，完成了4口陆地冻土天然气水合物科学钻探孔，钻探取样工作量达2059.15 m，并首次在陆地钻获了天然气水合物样品，使我国冻土区天然气水合物地质调查研究取得的重大突破，从而使我国成为继加拿大、美国之后通过钻探手段在陆域发现天然气水合物的第三个国家，为我国今后深入开展陆地冻土天然气水合物调查研究与开发提供了重要依据。

二、应用范围

科学研究、技术服务和地质勘查业。

三、推广转化方式

转化方式：技术转让。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道77号

邮政编码：065000

联系电话：13700368287

大口径多工艺空气钻探器具及工艺

一、成果概述

大口径多工艺空气钻进技术具有钻进效率高、钻头寿命长、成井质量好，在复杂地层中钻进安全可靠，并能实现连续取样（心）钻进、节省辅助时间和减轻劳动强度等特点。已成为国内外钻探施工中采用的主要技术方法。大口径多工艺空气钻进技术包括气动潜孔锤钻进技术、气举反循环钻进技术、空气泡沫钻进技术。

气动潜孔锤钻进根据循环方式分正、反循环潜孔锤钻进技术。气动潜孔锤钻进配套钻具有气水龙头、气盒子、除常规的单壁钻杆外，外平式单壁钻杆（ $\phi 60$ 、 $\phi 73$ 、 $\phi 89$ 、 $\phi 102$ 、 $\phi 114$ 、 $\phi 127$ 、 $\phi 140$ 、 $\phi 168$ 、 $\phi 194$ ，外平式双壁钻杆（WPS89/40、WPS102/45、WPS114/48、WPS127/50、WPS140/65、WPS168/85、WPS178/92、WPS194/104），各种正、反循环气动潜孔锤、泡沫剂、泡沫泵、反循环连续取样装置、旋流器、分样器、不同钻机用的孔口旋转密封装置等。主要用于各种大口径水井、煤层气井、矿山抢险救援井，以及地质勘探反循环连续取样。

气举反循环钻进技术是通过压缩空气不断进入井液，在混合器上部形成低比重的气水混合液，而井中的液体比重大，根据连通器原理内管的气水混合液在压差作用下向上流动，把孔底的岩屑芯或岩心连续不断带出地表，排入沉淀池。沉淀后的泥浆再流回孔中，经孔底进入钻杆内补充循环液的空间，如此不断循环形成连续钻进的过程。气举反循环钻具主要包括各种规格常规式双壁钻杆（SHB114/70，SHB127/70，SHB127/79，SHB140/92，SHB168/104，SHB178/122，SHB194/130，SHB219/140）、气水混合器、单壁钻杆、钻铤、各种规格反循环三牙轮钻头、组焊牙轮钻头（镶齿、钢齿）、相关附属工具等。该技术已广泛应用于国内外钻进水井、地热井、大口径瓦斯排放井、大口径工程施工孔等。

空气泡沫钻进技术利用均匀稳定的泡沫流体作为钻井时的循环介质，既克服了高密度钻井液体的缺点，同时也克服了雾化及空气钻井的缺点，有效地解决了在高原、沙漠等干旱缺水地区的钻进难题。同时由于其密度低，在破碎裂隙发育地层、低压油气层中，得到了广泛的应用。空气泡沫钻进技术主要配套产品有 ADF-3 泡沫剂、PB-30 泡沫泵、空气管路及阀门等。

通过一系列的研究开发与推广应用，此项技术已日趋完善，领域和范围不断扩大。从水井、地热井和大口径工程施工井、海底基础桩孔的施工中，已发展到国家近年来重点抓的煤矿安全生产用的煤层气井、瓦斯排放井、通风井、矿山救援井、注水井，环保要求污水净化用的曝气井、砂金勘探、太阳能井、勘探井、热源泵井等。多工艺空气钻进技术是煤层气、页岩气钻井的首选钻探技术。该方法钻进效率高、成井速度快，被国内外公认为高效钻进技术。

二、应用实例

从推广至今，这项技术已在我国地质、冶金、建设、水利、有色、煤田和军工等系统采用，覆盖面遍及全国 30 多个省市自治区应用。我国采用此技术达到的气举反循环钻进最大深度 4000 m，最大口径 8 ~ 13 m。到目前多工艺空气钻进总进尺 650 万余米，节省钻探费用过亿元。从近几年来全国钻探技术的发展情况看，中国煤田地质总局大地公司，河南煤田豫中公司，河南煤田二队，山西煤田地质局，山东煤田地质局煤田一队、二队，宁煤集团，陕西煤田地质局，解放军给水团等单位都率先进口了国外全液压动力头车装钻机。该钻机的特点就是主要采用多工艺空气钻进技术中的气动潜孔锤工艺，关键时候用于煤矿抢险，在深孔及水位大时配套气举反循环钻进。如河南煤田地质局豫中公司，在山西晋城煤层气井施工，应用气动潜孔锤钻进每天可实现 300 m 的钻效，一些水井施工队可在三天完成 300 m 的水井任务，这些都充分说明了气动潜孔锤钻进技术在干旱缺水基岩地层显示的威力。

三、推广转化方式

成果由于具有非常显著的地质效果、社会效果、技术经济效益，应用领域不断拓宽。勘探技术研究所在推广的过程中除跟踪服务外，还经常组织多工艺空气钻进现场观摩会，技术人员经常应邀去相关单位进行多工艺空气钻进技术培训，全国水井钻机情报网年会，每次都有该项技术的经验交流内容，各种钻探期刊刊物，都以不同形式宣传介绍多工艺空气钻进有关技术。

虽然多工艺空气钻进技术已推广多年，但近年来的推广应用内容比前多年更加全面，范围更广。在国土资源工作需求程度中地质灾害治理、抢险、太阳能井、热源泵井、地质勘探连续取样钻探，凡是涉足于钻探施工方面，均可发挥高效钻进多工艺空气钻进技术所具有的优越性。市场前景广阔，需求量很大。

技术依托单位：中国地质科学院勘探技术研究所

联系人：谢文卫

通讯地址：河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码：065000

联系电话：0316 - 2096501 13700368287

电子邮件：13700368287@139.com

大直径、超深钻井工程成套技术应用

一、内容概述

近年来，随着国家对煤矿安全生产管理工作的加强和对环保节能减排项目支持力度的加大，为解决采煤与安全的两难问题，把威胁煤矿工人安全的瓦斯气转变为可利用的新型能源，国内各大煤矿均大规模投入资金部署大直径、超深瓦斯气抽采钻井工程，希望将井下瓦斯气体集中抽采到地面并输入到与之相配套的瓦斯发电设备中转化利用，一体化解决大型煤矿瓦斯灾害治理和抽采利用问题。

但是该类项目的技术关键——“大直径、超深钻井工程”因为钻井直径超大（ $\phi 1000$ mm 左右）再加上钻深也很大（1000 mm 以上），远远超过常规钻井的技术范畴，因此在国内尚无成套技术标准，国际上也没有成熟的实践经验可以借鉴，行业内的绝大部分队伍面对如此高难的成井目标大都知难而退。一段时间以来由于技术标准与实践经验的缺乏极大地限制了这一全新钻井技术应用领域的发展，也成了国家煤矿安全生产和节能减排政策推进的瓶颈。

东北煤田地质局一〇三勘探队采用气举反循环等钻井新工艺，通过多年的研究与实践，开发出了“大直径、超深钻井工程”成套施工技术，并成功为沈煤集团施工了一系列大口径瓦斯排放井工程，为这一重要钻井技术应用领域的开拓建立了成熟、全套的技术标准。

以 2010 年完成的沈煤集团红阳三矿项目为例，东北煤田地质局一〇三勘探队依靠该套技术方案所施工的“大直径、超深钻井工程”与目前国内、外同类型的钻井工程比较，具有几大特点：

（1）在同一个工程中同时采用冲击、正循环、反循环三种施工工艺进行施工的技术方案；

（2）将气举反循环和“复合钻进”钻井技术引进到大直径钻井工程施工中；

（3）国内钻井综合规模最大，井径最大（ $\phi 730$ mm）×井深最深（1050 m）；

（4）所下套管重量是目前国内最重的，达到 300 多吨。

（5）所钻遇地层硬度最高，岩石硬度达 7~10 级；

（6）实践中验证了该套技术方案中多项关键技术模型的良好效果，如大直径正循环钻井的泥浆护壁问题、反循环钻井施工的井壁稳定问题、大直径钻井套管重量大于设备提升能力的下放问题、大直径钻井的固井问题等等。

如果用 2009 年发生在智利的铜矿救援全球直播事件作比较则更为直观。当时，智利国家邀请了美、澳、智三个国家的最好的钻井队伍各自同时施工一口大直径救援井，而仅有一个井队打到了设计井深完成了救援，被评价为国际钻井工程的奇迹。而该完成钻井的直径为 $\phi 660$ mm、钻深不到 800 m，并且没有下套管固井，其综合钻井规模与一〇三队的

红阳三矿项目比还有很大的差距。

二、应用范围及应用实例

1. 在煤矿安全生产和环境保护方面

通过本项技术的成功实施，不仅可以提前将危害煤矿矿井安全生产的瓦斯抽出，保证煤矿的生产安全，并且可以利用抽出的瓦斯进行发电，变废为宝，还可以减少对环境的污染。2005 年至今，一〇三勘探队采用“大直径、超深钻井工程”成套技术共为山西华晋焦煤集团施工 2 口大直径瓦斯排放井、为辽宁沈煤集团施工 7 口大直径瓦斯抽排井，施工井径在 $\phi 445 \sim \phi 730$ mm 间，完井井深在 373 ~ 1050 m 间，其施工质量要求均达到了设计标准。

2. 在矿山救援方面

通过提前设计好的钻井工程，在发生矿难的时候可以向矿井内输送给养和空气，保证井下矿工的生命安全；在可能的情况下可以利用此井进行逃生和救援工作，为井下救援工作提供救援通道。

3. 社会经济效益方面

目前，沈煤集团已分别在红阳二矿、三矿、四矿建成 4 个瓦斯发电站，有 50 台发电机组，装机容量达 2.5 万千瓦，利用一〇三队施工的地面大孔径垂直井抽采矿井瓦斯发电，2009 年沈煤集团的瓦斯发电量已达到 5095.49 万千瓦时，按 350 g 标准煤发电一千瓦时计算，一年可为国家节省煤炭资源 1.8 万 t。

本项目的成功实施不仅是一项钻井技术的突破性发展，也为煤矿的瓦斯治理提供了一个有效途径，使煤矿安全生产得到了极大的保证，同时减少了瓦斯的排放量，不仅保护了人类生存的环境，而且抽出的瓦斯得到了有效利用，充分造福于人类。

三、推广转化方式

(1) 加强针对煤矿生产、环保、安全系统人员的宣传，更新目标用户对新技术成果的认识。

(2) 鼓励技术成果研发人员就一系列关键技术方向以发表科技论文的方式进行交流。

(3) 在行业内以座谈会、交流会的方式进行推广转化。

技术依托单位：东北煤田地质局一〇三勘探队

联系人：曹福德

通讯地址：辽宁省辽阳市太子河区徐往子街 159 号

邮政编码：111000

联系电话：13841995591

电子邮件：cfd67@163.com

煤田深部绳索取心金刚石钻进技术

一、内容概述

（一）关键技术

（1）应用新型全液压动力头岩心钻机（国产 XD 系列）和液压立轴式岩心钻机（XY 系列），满足了深孔绳索取心金刚石钻进技术的要求。

（2）集成应用 S95A、S75A（CNH）加强型绳索取心钻具和 SYZX 型液动潜孔锤、高胎体金刚石绳索取心钻头等国内最新科技成果，提高了钻探效率。

（3）研究适合绳索取心钻进工艺的“三低一高”冲洗液体系和 LBM 型冲洗液，保证了孔壁的稳定，确保钻进顺利进行。

（4）对复杂地层施工工艺进行研究，从钻孔结构、护壁堵漏、取心技术、硬岩钻进等进行综合研究，探索出一套适合复杂地层的钻探施工技术措施。

（二）工艺创新点

（1）加强煤田复杂地层冲洗液的研究，基本解决了钻孔护壁难题；

（2）加强粉煤取心技术研究，通过研制“底喷式”金刚石钻头，改进粉煤取心器，使粉煤重量、长度采取率达优质标准；

（3）研制了新型配电柜，加重型夹持器，改进钻塔底盘，水龙头，提钻接头等，解决了深孔施工辅助工具的配套问题；

（4）研制了高效、长寿命金刚石钻头，减少提钻次数，延长金刚石钻头寿命。

（三）推广情况

该技术在全国煤田系统推广，全局达 40 台资源钻机，每年钻探进尺 20 万米以上；在闽、赣、云、贵、川、疆、甘等 9 个省区已完成了多个大型资源勘查项目，2005 ~ 2011 年底已累计实现钻探工程量约 102 万米；其中：大于 1000 m 的深孔 169 个，计 20.04 万米；台月效率达 600 m 以上，优质孔率达 95% 以上，达到国内同行业领先水平，取得了较好的经济效益和社会效益。

二、应用范围及应用实例

（一）云南富煤三、四矿区应用情况

应用 XY - 6B 钻机、BW - 250 泥浆泵、GF - 100 柴油发电机组和 S95A、S75A（CNH）、S75A 绳索取心钻具在该矿区先后完成 29 个钻孔，计 34950 m，效率达 626 m/钻月。其中大于 1600 m 钻孔 3 个，大于 1000 m 钻孔 21 个，煤层气参数孔 4 个，其中应用

S75A 绳索取心钻具施工的 ZK3507 孔，终孔深达 1650.10 m；应用 S95A 绳索取心钻具施工的 ZK2905 号煤层气参数孔，终孔深达 1479.03 m，创当时全国岩心钻探孔深最深纪录。

（二）福建龙永煤田东门地矿区应用情况

应用 XY-6B 钻机、BW-250 泥浆泵、GF-100 柴油发电机组和 S95A、S75A 绳索取心钻具在该矿区先后完成 7 个钻孔，计 8456.98 m，效率达 656.10 m/钻月。其中：大于 1000 m 钻孔 6 个，ZK1305 施工孔深为 1427.20 m，是该矿区最深钻孔。优质孔率达 100%，提交煤炭储量 6800 万 t。

（三）甘肃肃北金属矿区斜孔施工情况

应用国产 XDF-5A、XDF-4A 型全液压动力头岩心钻机，配备 BW-250 泥浆泵、GF-30/GF-75KW 柴油发电机组和 S75A、S95A 钻具、SYZX75 型液动潜孔锤技术，在甘肃肃北德勒诺尔铁矿区完成了 86 个斜孔，计 42345.6 m，台月效率达 663 m/月。最大孔深为甘肃德勒诺尔矿区 ZK007 孔，终孔深度为 1161.02 m。最大孔斜为甘肃德勒诺尔矿区 ZK3101 孔，倾角为 63°，终孔深度为 609.95 m。

三、推广转化方式

合作勘查；合作科研开发；技术咨询；技术培训；技术推广等。

技术依托单位：福建省煤田地质局

联系人：王仁山

通讯地址：福建省福州市加洋路 23 号

邮政编码：350005

联系电话：0591-83308703

电子邮箱：wangrs888@126.com

深部矿体勘查钻探技术 工艺方法优化研究

一、内容概述

成果源于福建地勘局 2009 年批准立项、2010 年 12 月完成的科研项目。该项目结合深孔钻探实际，充分吸收现有技术成果，以优化的理念、集成的思维研究解决钻探关键技术难题的最佳对策和最优技术工艺方法组合。项目研究提交的主要成果内容有：

(1) 总结了深孔钻探技术难题的解决思路，初步建立了深部钻探技术工艺方法优化选择的评价方法和指标体系。

(2) 系统分析了福建省常见复杂地层的特征，进行复杂地层、漏失地层的分类，提出各类复杂地层护壁堵漏、钻进取心的技术对策与工艺措施，创新性地研究、总结了部分深孔复杂地层钻进工法：

- 1) 中深孔段的复杂地层水泥浆高压旋喷固结护壁法；
- 2) 中等~大漏失地层多种材料复合随钻堵漏和纤维水泥（砂）浆堵漏法；
- 3) 多方法护壁堵漏与套管应用、深孔钻孔结构设计等技术要点；
- 4) 无胶结性地层的多功能孔底反循环单动双管取心技术；
- 5) 复杂地层深孔钻探孔内事故预防与处理的原则与措施。

(3) 成功推广应用绳索取心液动冲击器、新型钻头、新型泥浆材料、新型堵漏材料等钻探新成果。

(4) 系统总结易斜地层防斜钻具及其组合选择、钻进工艺、注意事项等经验。

(5) 制定了马坑铁矿勘查后续深孔钻探技术方法要点（采用绳索取心冲击回转钻进工艺，优质泥浆+有效堵漏、旋喷水泥浆固结、多层次套管等复合护壁，绳索钻具、多功能孔底反循环钻具等综合取心技术，等），提出进一步开展福建铁矿深孔钻探关键技术研究的方向。

(6) 制定、修改了一整套适于深孔钻探的技术管理制度。

二、应用范围及应用实例

本成果在研究解决钻遇技术难题中形成，在用于解决钻遇技术难题中提升，其主要突出成果的部分应用实例如下：

1. 水泥浆高压旋喷固结护壁法成果在马坑矿区深部复杂地层的应用

矿区深部常见层厚 1~5 m 不等“断层泥”，如 ZK7529 孔 1135.50~1138.50 m、ZK8321 孔 818.57~819.78 m 等孔段。“断层泥”的特点是风化破碎、怕水冲刷、含

泥成分高、易坍塌、埋藏深度大，钻进时阻力大，提出后孔段即被细石充填。在采用泥浆护壁、普通方法灌注水泥均无效，以及受口径限制也无法下入套管隔离复杂孔段的情况下，应用了水泥浆高压旋喷灌注法，解决了护壁难题，也进一步完善了小口径深孔复杂地层水泥浆高压旋喷固结护壁法。目前，该技术已成为机台主要和必备的护壁手段。

2. 纤维水泥堵漏技术成果在漳平东山崎矿区的应用

以 ZK7001 孔为例。孔深 258 ~ 267 m，裂隙发育，漏失严重甚至全漏失，在堵漏水泥浆中加入土工袋切制的纤维（水泥重量的 5 ~ 30%），利用纤维架桥、填塞、增强等作用，成功封堵了该漏失孔段。

3. 复杂地层钻进泥浆成果的应用

(1) 优质低固相泥浆在福建将乐将溪矿区 ZK5401 孔复杂地层的应用

该孔以泥质砂岩、泥岩为主，含煤层、煤线、高碳质泥岩等。孔深 550 ~ 681 m、685 ~ 950 m，地层松散破碎，坍塌掉块，局部伴有缩径，按每 m^3 黏土 20 kg + CMC2 kg 配泥浆，解决坍塌、掉块难题；681 ~ 685 m，较严重坍塌、缩径，按每 m^3 黏土 40 kg + CMC2.5kg 配泥浆，解决了坍塌、缩径难题。

(2) 植物胶泥浆在马坑矿区长孔段复杂层的应用

以 ZK7924 孔为例。该孔 2010 年 7 月 28 日开孔，2011 年 4 月 4 日终孔，终孔孔深 1002.20 m。孔深 342 ~ 721.47 m（孔段长 379.47 m），地层为碎石、砂、泥包石，胶结性差，孔壁坍塌厉害，采用“1 m^3 水 + 62.5 kg 钠膨润土 + 2 ~ 3 kg 烧碱 + 3 ~ 5 kg 植物胶 + 3 ~ 5 kg 纤维素”配比的泥浆，结合多种材料复合随钻堵漏技术，实现了长孔段裸眼钻进。

4. 多功能孔底反循环单动双管取心技术成果在马坑矿区的应用

仍以 ZK7924 孔为例。孔深 400 ~ 438.28 m，地层为破碎无胶结性的碎石及无胶结性的流砂层。孔深 400.00 ~ 419.40 m，采用绳索取心，进尺 19.40 m，钻进回次 27 次，采取率 40.3%；孔深 419.40 ~ 438.28 m，采用多功能孔底反循环单动双管取心技术，进尺 18.88 m，钻进回次 21 次，采取率 85.17%。

5. 防斜技术在江西新余梅山煤矿易斜地层的应用

该矿 ZK3802 孔设计孔深 1250 m、倾角 0° ，孔斜要求每 100 m 不大于 1° 。由于地层倾角大、且软硬不均，钻进易孔斜。先期某单位连续 3 次开孔钻进，均因孔斜超标报废。2010 年 6 月 15 日 ~ 8 月 19 日，我队采用 $\phi 95$ mm、 $\phi 77$ mm 绳索取心液动锤钻进工艺，在钻杆上部增加一组扩孔器，配以轻压力、高转速钻进规程，较好解决了孔斜问题（孔深 1200 m、顶角 9.3° ）。

6. 绳索取心液动冲击器钻进技术的成功应用和全面推广

该技术经试验研究成功后，现已在我队所有机台推广应用，取得很好的效益。以 2009 年 5 月 ~ 12 月施工的湖北放马山矿区为例：地层为硅质岩、白云岩等，先期采用绳索取心钻进，进尺 2620.68 m，台效 255 m，时效 1.10 m，回次长度 1.45 m，采取率 90%；后应用绳索取心液动锤钻进，进尺 7364.71 m，台效 408 m，时效 1.51 m，回次长度 2.47 m，采取率 96%，比普通绳索分别提高 81%、37%、76% 和 6.7%，每米节约材

料费 25 ~ 40 元/m。

7. 综合成果在福建省武平银多金属矿投料孔拓展应用

2009 年 9 月 7 日 ~ 11 月 5 日, 我们将课题初步成果应用于 2 个矿山投料孔 (开孔 $\phi 300$ mm/终孔 $\phi 200$ mm, 深 345 m) 施工, 创产值 124.2 万元, 创利润 62 万余元, 并填补福建省内大口径施工空白。应用的成果技术:

(1) 防斜技术: “ $\phi 89$ 钻杆 + 取粉管 + $\phi 165$ 螺旋状钻铤 18 m (质量 2.6T) + $\phi 194$ 钻具 (内焊接 $\phi 89$ 钻杆) + $\phi 200$ 牙轮钻头防斜钻具组合” 和合理的钻进工艺。

(2) 应用单向阀注浆工艺解决大口径施工固井难题。

三、推广转化方式

(1) 成果通过发布、会议交流和举办培训等方式, 广泛在我局地质找矿钻探实际中应用。

(2) 成果将继续利用 “马坑铁矿-福建龙岩野外基地” 平台开展技术示范, 供其他单位、不同领域的钻探工程借鉴和参考。

技术依托单位: 福建省第八地质大队

联系人: 李粤南 彭金灶

通讯地址: 福州市五四北路 285 号 龙岩市东肖镇地质八队

邮政编码: 350005 364012

联系电话: 13705031870 13850679098

电子邮箱: Lyn31870@qq.com dkgs2007@126.com

深部找矿钻探技术综合研究与应用

一、内容概述

开展深部找矿钻探实践证明，深部钻探存在诸多技术难题，如强造斜地层钻孔弯曲严重、硬脆碎地层钻进效率低及孔壁失稳等，严重制约着深部找矿工作的开展，迫切需要一套适应不同复杂条件的先进、可靠的深孔钻探技术。为更好地指导深孔钻探施工，有效解决生产实际中存在的技术难题，为实施深部找矿提供有力的钻探技术保障，必须对深部找矿钻探设备、钻具、钻探方法及工艺等进行更深入细致的综合研究。从 2008 年开始，山东省地质矿产勘查开发局组织省物化探勘查院、省第三地质矿产勘查院、省鲁南地质工程勘察院等单位，重点围绕济宁铁矿、玲珑东风金矿区、本溪铁矿等典型矿区开展钻探技术研究与应用工作。

对深孔钻探设备、方法、工艺的深入研究与技术攻关，形成了深孔钻探典型技术组合体系，丰富了深部钻探技术理论，不仅在理论和方法上有所突破，而且对深部找矿钻探生产实际具有较强的指导作用。主要取得以下成果：

(1) 运用技术经济学原理，提出钻机选择经济性对比指数“e”概念，给出了不同可钻性地层条件下钻机选择的经济性对比指数；得出了深孔钻探一定条件下应将动力头钻机与钻塔组合使用的结论，为优化选择钻机提供了科学依据。

(2) 运用系统分析和试验优化原理，对影响深孔钻探的主要因素组合进行综合分析研究，形成了深孔钻探技术组合设计方案，对深孔钻探施工具有指导意义。

(3) 对深孔取心钻探方法进行技术经济分析，确立了深孔钻探方法体系。通过计算和分析对比证明，液动锤 WL 钻探技术是深孔钻探的最优钻探方法；在特殊环境和地层条件下，结合实际采用定向钻探、气动锤 RC 等特种技术组合，可有效解决特殊技术难题。

(4) 结合济宁铁矿、玲珑东风金矿、本溪铁矿区深孔钻探实际，对典型钻探技术组合设计方案进行应用研究和攻关，较好地解决了深部钻探强造斜地层钻孔弯曲和硬脆碎酥漏及打滑地层钻进技术难题，保证了三大矿区深部找矿钻探的顺利进行，为深部找矿取得突破提供了关键技术保障，获得了巨大的经济效益。

二、应用范围及应用实例

济宁铁矿、玲珑东风金矿、本溪铁矿等三类典型复杂地层深孔钻探矿区，紧密结合深

孔钻探存在的实际技术难题，对相应的钻探技术组合设计方案进行应用研究和攻关，采用优化的深孔钻探技术组合，在预防和减小钻孔弯曲、提高钻探效率和钻头寿命、克服“打滑”地层钻进难题等方面取得了显著的技术效果。完成钻孔 173 个，钻探工作量 240676.48 m，创产值 3.29 亿元，其中超过 1800 m 的深孔 28 个，超过 2000 m 的深孔 5 个，3 次打破国产机具固体矿产钻探全国孔深纪录，最深达到 2109.81 m，并将液动锤 WL 技术首次成功应用至 1870.12 m，保证了三大矿区深孔钻探的顺利进行，仅济宁铁矿区探获铁资源量超过 16 亿 t，玲珑东风金矿探获金矿储量 150 余吨，创造了巨大的经济和社会效益。

三、推广转化方式

建议采取专题经验介绍、现场演示、咨询指导等方式，加快成果推广。

技术依托单位：山东省地质矿产勘查开发局

联系人：孙丙伦

通讯地址：济南市历山路 74 号

邮政编码：250013

联系电话：(0531) 86403469

电子邮件：86403469@163.com

铝土矿螺旋钻进工艺技术

一、内容概述

该成果研究了螺旋钻进工艺在浅层铝土矿等岩层强度较低的地层中钻进时，岩样的运动机理，以及螺旋钻具参数的计算与选择。通过理论分析和现场实验研究，得到了在这类地层中钻进时钻进工艺的合理钻进参数。经过在两个超大型铝土矿勘探项目中的应用，总结出螺旋钻进施工工艺的操作技术规程，通过经济技术评价找出与该工艺技术相适应的钻进设备；通过螺旋钻具的衍变和改进，还解决了含水地层螺旋钻进工艺取样难题，扩大了该钻进工艺的适用范围。

通过现场施工应用证明，螺旋钻进工艺显示出它的特点和优势：

(1) 钻进效率较高。在岩层强度较低的地层中钻进时，它的钻进速度是普通的单（双）管回转钻进工艺的 3~5 倍。

(2) 螺旋钻进工艺技术是一种无循环冲洗液的干式钻进技术，克服了普通的单（双）管回转钻进工艺在这类地层中钻进时存在的各种弊端。它不使用泥浆循环冲洗液，避免所取岩样遭冲洗冲蚀，并导致岩样混入异物而失真的现象；同时，无冲洗液循环还可确保钻孔孔壁稳定，不易坍塌，降低了孔内事故率；在每个钻进回次中，孔底干净，岩样残留较少；钻杆外径较大，刚度增强，可确保钻孔垂直，不易发生弯曲。

(3) 技术所需控制的钻进参数少，所需辅助设备较少，因而操作简单。

(4) 螺旋钻进工艺施工成本较低。

(5) 适宜在干旱缺水地区使用。

二、应用范围及应用实例

1. 河南国际矿业开发有限公司几内亚博凯 558 矿区铝土矿二期勘查项目

勘探区位于几内亚共和国中部的博凯（Boke）、泰利梅莱（Telimele）和博法（Boffa）三省交界处，为一东西宽约 20 km、南北长约 27.65 km 的长方形区块，为风化残余型铝土矿。矿区地层为地表的铁帽、铁红土、铁质黏土岩、黏土岩，底部为成矿母岩，风化层总厚度一般都超过 20 m。铝土矿主要赋存在地表铁帽和铁红土之中，一般孔深在 9~19 m，最大孔深为 32.06 m，平均孔深 13.50 m。

采用螺旋钻进工艺技术在 80 天内共完成 1064 个孔，完成进尺 14529.10 m。使用的主要钻探设备为 DPP100-3A、G-3、XP200、G2L 这四种型号工程钻机；螺旋钻杆结构参数是：叶片外径 D 为 $\phi 150$ mm、芯轴外径 d 为 $\phi 70$ mm，螺距 S 为 100 mm，螺旋钻杆单根长度为 1 m、2 m 两种；采用双翼硬质合金钻头。所施工钻孔岩心采取率均达到 100%，全部钻孔质量满足地质要求，质量优良。通过钻探施工，共探明铝土矿地质储量超过 xx 亿吨。

2. 中国电力投资集团公司几内亚 3650 矿区铝土矿勘探项目

勘查区位于几内亚共和国下几内亚和中几内亚的结合部。勘查区面积 2269 km²，分为南、北两矿段，其中南矿段面积 724 km²，北矿段普面积 1545 km²，为风化残余型铝土矿。南、北矿段钻探施工地层为勘探区内的赋矿岩系。自上而下可将该赋矿岩系可划分 5 个岩性层，分别为铁帽、红土、铁质黏土、黏土、粉砂质黏土，层与层之间呈渐变接触，钻进时一般钻至黏土层，即可终孔，故黏土、粉质黏土层为终孔标志层。最大设计深度通常不超过 25 m。该项目钻探施工具有钻探施工区面积大，钻孔分布范围广，数量多，地形条件复杂，钻探设备转场移动频繁的特点。

钻探设备选择选择 G-3 型钻机 4 台，DPP100-3A1 型钻机 8 台为本项目施工钻机，并配备辅助车辆和道路、场地平整机械，确保了整个钻探施工顺利进行；选用的螺旋钻杆结构参数是：翼片外径 D 为 $\phi 145$ mm、芯轴外径 d 为 $\phi 70$ mm，螺距 S 为 100 mm。螺旋钻杆单根长度为 1 m。使用直径为 150 mm、顶角为 135°的双翼硬质合金钻头。

在铁帽层中钻进时，采用相对较高的给进压力和转速，钻进一定的深度后，则停止钻进加压，通过提高螺旋钻杆的转速，将孔内岩、土样及时地输送出孔外，减少继续钻进时的阻力，降低钻机的工作负荷。对于其他地层，采用中低压力和转速。

在累计长达 10 个月的钻探施工期内，共完成各类钻孔 2885 个，总进尺 39569.1 m，其中，在项目勘探区南部矿区完成各类钻孔 740 个，累计进尺 9896.3 m；北部矿区完成各类钻孔 2145 个，累计进尺 29672.8 m。经过国内专家组现场实地检查验收，全部钻孔施工质量被评为优秀。

纯钻进效率南矿段平均为 12.18 m/h，单台钻机最高平均达到 14.04 m/h，北矿段平均达到 12.89 m/h，单台钻机最高平均达到 14.08 m/h。取得了较好的经济效益。

三、推广转化方式

以该科技成果作为合作条件，共同实施转化。

技术依托单位：河南省地质矿产勘查开发局第二地质队

联系人：张红军

通讯地址：河南省高新区科学大道 81 号地质科技大厦 9009 室

邮政编码：450000

联系电话：0371-60131823 15038138488

电子邮件：zhanghj720103@163.com

多工艺快速钻井技术

一、内容概述

多工艺快速钻井技术将常规取心、牙轮钻进、空气潜孔锤及气举反循环等工艺有机结合，主要应用于水井、大口径工程井、煤矿瓦斯排放井和矿山应急救援孔等领域，其具有以下优点：

(1) 钻进效率高。由于气举反循环钻进冲洗液在钻杆内上返的速度高出常规钻进 10 ~ 50 倍，因而排渣速度快。其同正循环钻进相比时效提高 1.2 ~ 3 倍。

(2) 成井周期短，钻探成本低。因此工艺比常规钻进成井质量好，效率高，钻头寿命长，事故少，材料消耗低等，所以成井周期短，钻探成本大为降低。

(3) 钻孔保直好。由于空气潜孔锤钻进工艺的“小压力，慢转速”特点，所以其钻孔保直好。完全能够满足有严格靶点控制的煤矿瓦斯排放井和矿山应急救援孔的要求。

(4) 钻洗结合，采用该项钻进工艺，在含水层钻进时能达到边钻进边洗井的目的。

(5) 施工用水少，该项工艺是以取之不尽，用之不竭的空气作为循环介质。在干旱缺水，无生产用水的施工场地具有得天独厚的优势。

近几年来，采用多工艺快速钻井技术在山西平朔、山阴、晋城、长子；安徽淮南；陕西榆林；山东诸城；内蒙古等地施工水井、矿山工程井、瓦斯排放井和矿山应急救援孔等工程，累计钻探进尺 20 万余米。

二、应用范围及应用实例

现就王家岭应急救援孔施工情况具体说明如下：

1. 钻井设备

空压机：DLQ1250XHH/1525XH 型，单机风量 35.4 m³/min，最大风压 3.45 MPa；钻机：ZG2000 型（带水刹车），钻塔：T22.5 型四角钻塔，泥浆泵：BW1200A 型，动力机：6135 - 190HP 柴油机，30 kW 发电机组，127 mm 钻杆，气动潜孔冲击器 TH220 型，配 300 及 245 锤头，泡沫泵等。

2. 井身结构

	孔径/深度	钢管（×壁厚）/深度	备 注
一开	φ420 mm/80 m	φ377（×7）mm/+0.5 ~ 80 m（螺纹）	入基岩 2 m。具体深度根据施工情况下入
二开	φ340 mm/322 m	φ273（×10）mm/+0.5 ~ 322 m（无缝）	深度入 2 [#] 煤层底板。管外全部水泥封固

3. 钻进技术

(1) 机场布置及钻具连接

空压机离钻机 15 ~ 20 m，压缩空气通过手动阀、逆止阀、高压胶管、四通，水龙头、

主动钻杆、钻杆进入潜孔锤使其工作。破碎岩屑在风的带动下上返至井口，排渣鼓风机进风口通过排渣胶管在井口管处产生负压，岩粉屑通过排渣管进入集渣箱，混合空气在集渣箱中产生涡流，将岩粉分选出来沉积，一个回次结束后，打开集渣箱门，将岩屑清除干净。

如果井深或岩粉潮湿时，岩屑不能仅靠空气顺畅排出，需加入泡沫溶液，在高压空气携带下进入井底发泡，起到携带岩粉岩屑的作用。设在四通处的压力表能准确反映系统内压缩空气的压力。

(2) 钻进参数

①钻具转速：根据钻头直径（D）、钻头上硬质合金柱直径（d）、潜孔锤冲击频率（f）来确定转速（n）。一般控制在 30 ~ 40 r/min。

②钻压：一般控制在 15 ~ 20 kN 之间。

③风量：全风量 35.4 m³/min。

④泡沫剂加量：ADF-1 型泡沫剂，浓度 4‰ ~ 6‰。并深超过 200 m 后，适当提高浓度，可达 1%，泡沫剂溶液送量 30 L/min。

(3) 施工情况

一开第四系使用常规牙轮钻头泥浆钻进，到达深度下入 340 mm 套管止水，用时 13 d，包括下管候凝。以下地层使用 300 mm 空气潜孔锤钻进，纯钻用时 17 小时 05 分，钻进到 223 m。因春节放假停钻。剩余 99 m 纯钻用时 18 小时 50 分，终孔，经过测斜，井底位移 0.48 m，满足设计要求的 0.5 m，顺利交孔。

多功能快速钻井技术比常规钻进技术不仅钻效提高，而且成井质量好（井孔垂直），判层准确，钻杆不易磨损，能快速穿过坍塌掉块等复杂地层，设备故障少，不易堵塞含水层通道，根据背压大小能准确判定涌水量，特别是在缺水地区其优势更加明显，应用前景广阔。

三、推广转化方式

典型经验宣传介绍；专家团咨询指导；专项基金补贴支持。

技术依托单位：中国煤炭地质总局

联系人：李生红

通讯地址：北京市丰台区靛厂路 299 号

邮政编码：100039

联系电话：010-88246688-6313

电子邮件：88246148-lsh@163.com

煤层气多分支水平井钻井技术

一、内容概述

我国煤层气藏低压、低渗、低饱和现象突出，决定了常规煤层气生产直井不能满足我国煤层气规模化、商业化开发的要求。与常规直井的钻井、射孔完井和水力压裂增产技术相比，多分支水平井开发技术规避了常规垂直井开发技术的地质局限性，具有如下明显的优越性。

1. 提高了导流能力

压裂的裂缝无论长度多长，流动的阻力都是相当大的，而水平井内流体的流动阻力相对于割理系统要小得多。

2. 减少了对煤层的伤害

常规垂直井钻井完钻后要固井，完井后还要进行水力压裂改造，每个环节都会对煤层造成不同程度的伤害，而且煤层伤害很难恢复。采用多分支水平井钻井完井方法，避免了固井和水力压裂作业，只要在钻井时设法降低钻井液对煤层的伤害，就能满足工程要求。

3. 增大解吸波及面积，沟通更多割理和裂隙

多分支水平井在煤层中呈网状分布，将煤层分割成很多连续的狭长条带，从而大大增加煤层气的供给范围。

4. 单井产量高，资金回收快，经济效益好

采用多分支羽状水平井开发技术，单井成本比直井高，但在一个相对较大的区块开发，就减少了钻井数量、钻前工程、钻井完井材料消耗等，综合成本低，而且产量是常规直井的3~10倍，采出程度平均高出2倍以上。

近几年来，在柳林、晋城、沁水盆地等地施工煤层气多支水平井共计12口，都取得

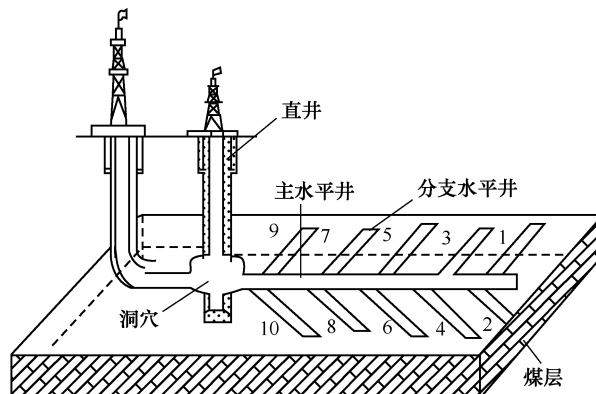


图1 煤层气多分支水平井示意图

了良好的效果，水平井与直井连通顺利，水平井段煤层钻遇率高。

二、应用范围及应用实例

现就沁水盆地南部斜坡沁水煤层气田郑庄区块的郑试平 9 井组施工情况具体说明如下：

1. 钻井主要设备

表 1 钻井主要设备

序 号	名 称	型 号	数 量	备 注
1	车载钻机	T200XD	1 台	美国雪姆
2	空 压 机	1150	1 台	美国寿力
	增 压 机	/	1 台	蚌埠 ENRIC
3	泥浆泵	F800	1 台	荣盛石油机械厂
4	柴油机	12V190	1 台	无锡柴机厂
5	发电机	120 kW	1 台	上海柴油机厂
		90 kW	1 台	上海柴油机厂
6	钻杆	$\phi 127$ mm	800 m	G105 钢级
		$\phi 88.9$ mm	1200 m	G105 钢级
7	钻铤	$\phi 159$ mm	6 根	DZ60
8	潜孔锤	$\phi 311$ mm	1 只	美国
		$\phi 222.2$ mm	2 只	美国
9	牙轮钻头	$\phi 222.2$ mm	2 只	江汉
10	泥浆测试仪	ZR-1	1 套	青岛
11	振 动 筛	60 m ³	1 台	天津
12	单点照相测斜仪	BZM-R	1 套	北京
13	无磁钻铤	$\phi 159$ mm	2 根	河南
		$\phi 120.65$ mm	6 根	美国
14	螺杆	$\phi 165$ mm	2 根	单弯、可调
		$\phi 120.65$ mm	3 根	单弯、可调
15	固控系统	40 m ³	1 套	宝鸡
16	防喷器	TD350	1 台	
17	随钻测量	$\phi 48$ mm	2 套	EM-MWD
18	随钻压力检测	$\phi 48$ mm	1 套	PMWD
19	连通工具		1 套	RMRS

2. 井身结构设计

水平井郑试平 9U-H 井采三开井身结构方案。设计的主要依据是本井地质设计及其邻井的实钻资料。

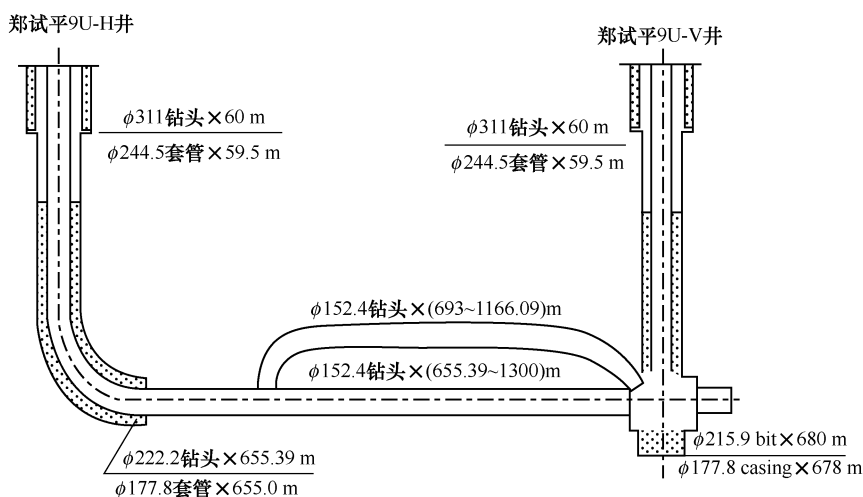


图2 井身结构设计示意

表2 郑试平9U-H井井身结构设计数据

开钻次序	井深 m	钻头尺寸 mm	套管尺寸 mm	套管下入深度 m	环空水泥浆返深 m
一开	60	311.1	244.5	59.5	水泥返至地面
二开	60 ~ 657.65	222.2	177.8	656	水泥塞返至井深 400 m
三开	657.65 ~ 1300	152.4	/	/	/
	693 ~ 1168.26	152.4	/	/	/

3. 施工情况

一开时间：2011 年 10 月 31 日，井深 58 m 一开结束。二开直井段：2011 年 11 月 12 日，钻进至井深 322 m 二开直井段结束。二开造斜段部分：2011 年 11 月 15 日，钻进至井深 594 m 结束。三开水平段时间：2012 年 3 月 5 日，钻进至井深 1064 m 结束。连通段开始时间：2012 年 3 月 11 日，钻进至 1161 m 结束（连通井深 1161 m）。连通之后又水平钻进开始于 2012 年 3 月 11 日，钻进至 1420 m，完钻时间：2012 年 3 月 12 日。郑试平 9U-H 井导向钻进井段：639 ~ 1420 m，纯煤层进尺 701 m（639 ~ 725 m，805 ~ 1420 m）。

三、推广转化方式

典型经验宣传介绍；专家团咨询指导；专项基金补贴支持。

技术依托单位：中国煤炭地质总局

联系人：李生红

通讯地址：北京市丰台区靛厂路 299 号

邮政编码：100039

联系电话：010-88246688-6313

电子邮件：88246148-lsh@163.com

煤层气钻井完井工艺技术研究

一、内容概述

1. 研究目标

项目研究目标包括：详细总结煤层气钻井完井施工工艺实践经验，综合国内各家的成功经验和失败教训，借鉴国外的先进经验，进行煤层气钻井完井技术的综合研究，并在实践中检验、改进、提高，解决一些关键技术问题，诸如煤储层保护问题、提高效率降低成本问题、增大产气量问题等，形成适合我国煤层气特点的一整套煤层气钻井完井工艺技术，以适应煤层气产业发展的需要。

2. 研究内容

根据目前煤层气开发过程中遇到的实际问题，本项目进行了八个方面的研究：二维、三维定向井的设计与计算；多分支水平井；水平对接井；欠平衡钻井工艺；空气潜孔锤钻进；提高钻井效率（钻头选择）；针对大斜度井及水平井钻井的特点，提出事故预防及预报的基本原则；从保护储层、提高产能的角度，分析、研究完井技术，重点对裸眼洞穴完井技术进行研究。

3. 技术创新点

(1) 针对中国煤层气低压、低饱和、低渗透特点，研究形成一整套独特的工艺技术。

(2) 针对水平井施工中存在的五大主要问题（井眼净化、摩阻控制、井壁稳定、防漏堵漏、产层保护），从八个方面（钻井液组分及其体系确定、钻井液配方及其维护处理工艺、提高抑制能力预防井壁垮塌和岩屑分散、改善滤饼质量降低滤失量、改善滤失性质保护油气产层、优选流变参数提高井眼净化、改善润滑性能降低摩擦系数）进行了重点研究，满足了煤层气水平井的钻井液要求。

(3) 从井底负压值确定、钻井液密度计算、负压差控制三方面进行研究，形成计算公式，并进行了实践检验，取得良好效果。分析了常用的6种欠平衡钻井液体系的特点，提出欠平衡钻井液选择应依据的5大因素：钻井液与地层流体的相容性、地层产出流体对钻井液的稀释、钻井液的防腐问题、钻井液的黏度、对流自吸作用。

(4) 对最理想的欠平衡钻井工艺-空气潜孔锤钻井工艺的原理、特点、试用范围进行了全面总结，并给出了钻进参数的选择原则，在实践中取得了很好的技术经济效益。

(5) 总结目前的固井方式及存在的问题，提出了以后煤层气固井需要解决的问题：煤储层保护、研究更低密度的水泥浆、绕煤层固井。

(6) 对裸眼洞穴完井技术的机理和类型进行了分析和总结，对常用裸眼洞穴完井设备和工艺进行了改进。

4. 获奖情况

“煤层气钻井完井工艺技术研究”，于2010年获山东省国土资源厅科技一等奖，其中

的子课题——井眼多分支水平井沿煤层钻进采集气体工艺方法，于 2008 年获国家发明专利，专利证书号：ZL2006100697675。

二、应用范围及应用实例

煤层气水平井是增加煤层气井产量及降低开采成本的有效途径。在中联煤层气有限责任公司山西晋城煤层气项目开发中，采用车载钻机，采用无线随钻（MWD）技术、综合地质录井方法，成功实施了国内第一口 15#煤层水平井。煤层气水平井技术主要包括轨迹设计与控制、目标煤层着陆、储层保护、完井技术等。取得的效果：①煤层穿透率高；②施工效率高；③煤储层保护及安全性高；④固井质量高。

三、推广转化方式

研究成果在山西晋城、陕西韩城、内蒙古等省区煤层气钻井开发中成功应用，取得良好效果。目前该研究成果主要是自用。建议通过典型经验宣传、专家指导、基金补贴支持等方式加快成果转化和推广。

技术依托单位：山东省煤田地质局第二勘探队

联系人：谭效林

通讯地址：山东省嘉祥县中心西街 3 号

邮政编码：272400

联系电话：0537 - 6821154 13792396417

电子邮件：ztgstxl@126.com

复杂地层冲洗液护壁技术

一、成果概述

复杂地层冲洗液护壁技术的主要研究内容包括：新产品研制、新型泥浆体系设计及新产品、新体系的推广与应用。主要研究成果：

(1) 研制了数种新型泥浆处理剂。如无荧光润滑剂、高效防塌剂、抗盐共聚物、接枝淀粉共聚物、防塌型随钻堵漏剂、溶胀型堵漏剂。

(2) 设计了多种适应地质钻探特点的系列冲洗液体系。如用于破碎地层钻进的 LBM - GLA 冲洗液体系及接枝淀粉共聚物冲洗液体系，用于水敏性地层钻进的优质低固相聚合物冲洗液体系及钾基冲洗液体系；用于溶蚀性地层钻进的低摩阻抗盐侵冲洗液体系，用于压力地层钻进的加重泥浆体系。

(3) 产品及体系的成功应用，为国家重大工程提供了技术支撑，也为施工单位解决了众多钻探技术难题。项目成果广泛应用于地质、冶金、煤炭、石油石化（及其海外项目）等系统。

二、应用实例

1. LBM - GLA 冲洗液体系在汶川地震断裂带科学钻探 WFSD - 2 钻探中的应用

汶川地震断裂带科学钻探项目二号孔（WFSD - 2）位于四川省都江堰市虹口乡。该孔设计深度 2000 m。由于该孔位于地震断裂带上，钻遇地层具有岩石破碎、裂隙发育、地应力高、缩径等特点，施工过程中极易发生坍塌、掉块、缩径等复杂情况，孔壁维护十分困难。

该孔钻进采用以低黏增效粉、改性沥青、无荧光润滑剂为主要原料的 LBM - GLA 冲洗液体系，历经三开取心钻进 471.72 m（897.66 ~ 1369.38 m）、扩孔钻进 692.22 m（638.01 ~ 1330.23 m）、侧钻 124.34 m（675.05 ~ 799.39 m）并全面钻进 570.41 m（799.39 ~ 1369.80 m），四开取心钻进 489.98 m（1369.80 ~ 1859.78 m），五开取心钻进 340.22（1859.78 ~ 2283 m），目前正在进行侧钻补心（已钻进 20 余米），施工总进尺 2800 m。从施工情况看，该体系较好地满足了孔壁稳定和施工工艺要求，为该项目的实施提供了技术支持。

2. LBM - GLA 冲洗液体系在四川米易及及坪磁铁矿矿区钻探施工中的应用

该矿区主要探明米易县及及坪白马钒钛磁铁矿区的磁铁矿（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ号矿体厚度），其矿体上部多为深灰色橄榄辉长岩或石英角闪正长岩石破碎带，厚度十几米到几十米不等，坍塌、掉块引发的事故频发，给钻探施工带来极大困难，钻探效率低。原来施工的三个钻孔，事故率分别为 30.3%、46.9% 及 100%，台月效率 432.71 m、208.62 m 和 0 m（钻孔报废），之后的三个钻孔采用 LBM - GLA 体系，事故率明显降低，分别为 5.3%、



图1 汶川地震科钻孔2号孔现场

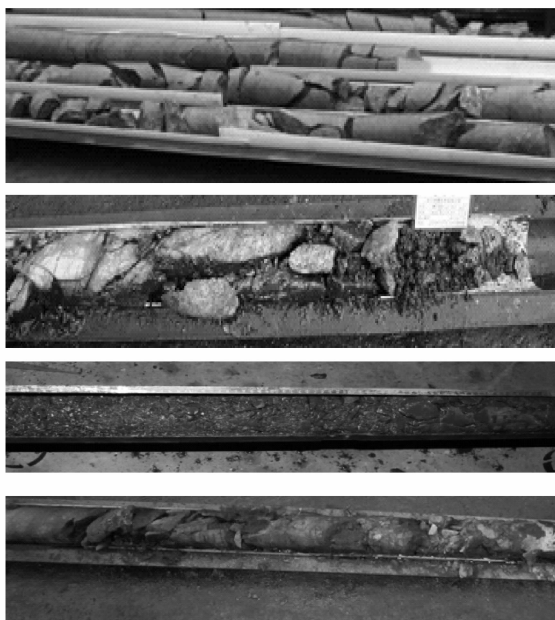


图2 2号孔所钻岩样

4.1%和6.1%，台月效率显著提高，分别为520.10 m、921.96 m和668.12 m。

3. 低摩阻抗盐侵饱和盐水冲洗液体系在柴达木盆地西部千米科学深钻施工中的应用

施工中曾因地层复杂造成钻孔报废，后采用低摩阻饱和盐水冲洗液体系。该体系具有很好的抗盐钙侵能力，钻遇盐层时泥浆性能稳定；具有较强的抑制能力，解决了钻孔缩径现象；具有良好的悬浮能力，泥浆比重达到1.82，其性能依然保持稳定；具有良好的润滑性能，有效降低了摩擦阻力；泥浆成本下降47.7%。

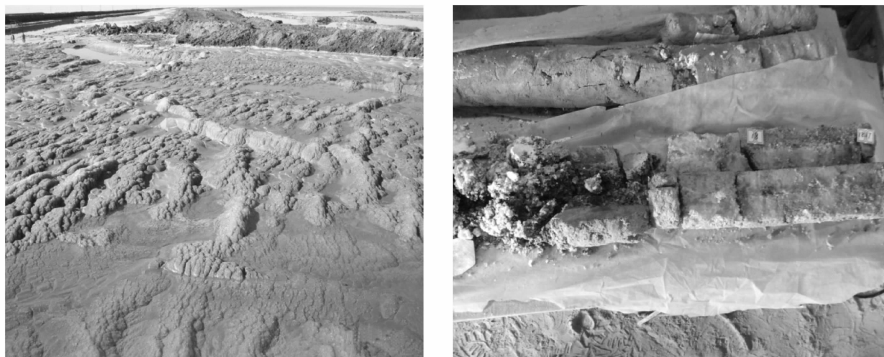


图4 低摩阻抗盐侵饱和盐水冲洗液体系

4. 接枝淀粉聚合物冲洗液体系在武山钼矿孔钻探施工中的应用

该矿区地层受强烈的地质构造作用，断裂和节理裂隙十分发育，岩层破碎严重，地表

裸露部分多为强风化层，呈沙粒及碎石状。地层软硬不均，岩层变化极快，部分钻孔有流沙地层。钻探中，经常出现坍塌、掉块、缩颈现象。孔深 500 m 后经常出现卡钻事故；钻具磨损严重。



甘肃有色地质勘查局天水总队采用接枝淀粉冲洗液体系，有效解决了该矿区破碎地层的孔壁不稳定性问题。现场应用证明，该体系携带及沉淀岩粉的能力强；孔内阻力小，起下钻通畅；钻杆内壁不结泥皮；护壁效果好，无缩颈、坍塌现象发生。采用该体系创造了该矿区施工以来的三个之最：钻孔深度最深（810 m）、施工速度最快、施工最顺利。

5. 优质低固相聚合物冲洗液体系在新疆尼勒克吉伦台-塘坝煤炭矿区钻探施工中的应用

该矿区施工遇到的主要问题：多个钻孔在电测时发生黏附卡钻，给单位带来了巨大的经济损失（见下表）；在粉煤、破碎的砂岩等不稳定地层钻进时，岩粉不易沉淀，经常需要排浆换浆，提高了时间成本、泥浆材料成本，并对环境造成很大的破坏。该孔采用项目研究的优质低固相聚合物冲洗液体系解决了上述问题，12 天完成 804 m 钻孔施工，创造了台月效率 2010 m 的突破。



序号	时间	矿区孔号	孔深 m	事故经过	事故损失
1	2009/11/16	ZK2002	1226	停机修泥浆泵	173 根 S75 钻杆
2	2010/7/22	ZK1804	1228	电测完管内提钻提不动	171 根 S75 钻杆
3	2010/7/24	ZK2204	1207	停机修钻机	178 根 S75 钻杆
4	2010/7/27	ZK2302	745	停机换泥浆	不清楚
5	2010/8/8	ZK2004	1144	电测前停止冲扫	178 根 S75 钻杆
6	2011/4/25	南湖井检 2 号孔	452	冲孔待电测	75 根 S75 钻杆
7	2011/5/27	吉轮台塘坝 ZK622	808	冲孔待电测	184 根 S75 钻杆

6. 优质钾基冲洗液体系在黑龙江鸡西荣华煤矿区钻探施工中的应用

黑龙江鸡西荣华煤矿地质条件复杂。400 m 以后，地层主要以泥岩为主，缩径严重，属强水敏性地层，同时还有易坍塌煤层。黑龙江鸡西矿业公司在此施工，施工钻孔在孔深 400 m 左右，由于地层缩径严重，多次发生抱钻事故，最终导致钻孔报废。后采用项目设计的优质钾基冲洗液体系，彻底解决了地层缩径问题，施工十分顺利。

三、推广转化方式

- (1) 通过承担地调项目和横向项目合作的方式，进行现场示范钻探；
- (2) 举办专题技术交流会；开展技术咨询、培训和上门指导服务；
- (3) 参加行业展会、在行业技术刊物、网络等媒体上刊登广告进行宣传。

技术依托单位：北京探矿工程研究所

联 系 人：胡继良 王新萍

通讯地址：北京市海淀区学院路 29 号中国地质大学探工楼

联系电话：010-82321976

电子邮件：hujl@bjiee.com.cn wxp@bjiee.com.cn

天然气水合物钻探低温泥浆制冷技术

一、成果概述

1. 成果简介

本成果来源于中国地质调查局项目“青藏高原冻土带天然气水合物调查评价”-子课题“天然气水合物孔底冷冻取样方法及钻进工艺研究”；科技部国际合作与交流专项“天然气水合物孔底冷冻取样方法与取样器研究”

为解决冻土区天然气水合物钻探取样低温泥浆制冷技术难题，研究了天然气水合物钻探低温泥浆制冷技术，并研发了天然气水合物钻井泥浆制冷系统。该成果可实现钻井泥浆动态强制制冷，制冷泥浆能力 160 L/min，制冷泥浆温差 2~4℃。该成果成功应用于中国陆域天然气水合物科学钻探工程，解决了水合物钻探取样泥浆制冷难题。

2. 基本原理

天然气水合物是由水分子和气体分子在低温（0~10℃）和高压（>10 MPa）下形成的具有笼状结构的似冰雪状结晶化合物，因其中气体分子以甲烷为主，故又被称为甲烷水合物或“可燃冰”。由于水合物特殊的热物理性质，在天然气水合物钻探取样中，钻井液循环温度必须严格控制，抑制水合物在钻进过程中发生分解。如果钻井液循环温度高于水合物层温度会引起水合物分解，带来一系列问题，如大量气体分解，井径扩大，导致井喷及井塌事故。特别在钻进冻土层时，如果钻井液循环温度过高，还会导致冻土消融，导致井壁失稳，甚至引起地面不均匀沉降使钻塔倾斜等。

国外在冻土层天然气水合物钻井中，钻井液冷却至零度以下或零度左右的低温状态，加拿大 Mallik 天然气水合物钻井使用平板式泥浆制冷装置，美国阿拉斯加天然气水合物钻井使用 Drillcool 公司研制的螺旋板式泥浆冷却装置。由于水合物具有重要的战略意义，上述技术对我国封锁。随着我国冻土区天然气水合物调查研究工作的逐渐深入，水合物科学钻探工程也逐步展开，研制具有自主知识产权的天然气水合物钻探低温泥浆制冷技术具有重要的现实意义和应用价值。

根据冻土水合物钻探取样工艺要求，在中国地质调查局和科技部项目的支助下，研究天然气水合物钻探低温泥浆制冷技术。

天然气水合物钻探低温泥浆制冷系统能够实现强制制冷钻井泥浆，动态平衡钻进过程中泥浆进出井温差，始终维持钻探过程中泥浆进井温度低温状态（≤2℃），满足水合物钻探取样工艺要求。

系统由载冷剂制冷部分、低温泥浆制冷部分和温度检测部分组成，如图 1 所示。

载冷剂制冷部分主要由制冷机组（1）、制冷机组水泵（2）和载冷箱（3）组成，实现制冷载冷剂乙二醇。

低温泥浆制冷部分主要由载冷剂泵（4）、换热器（5）和制冷泥浆泵（6）组成，实

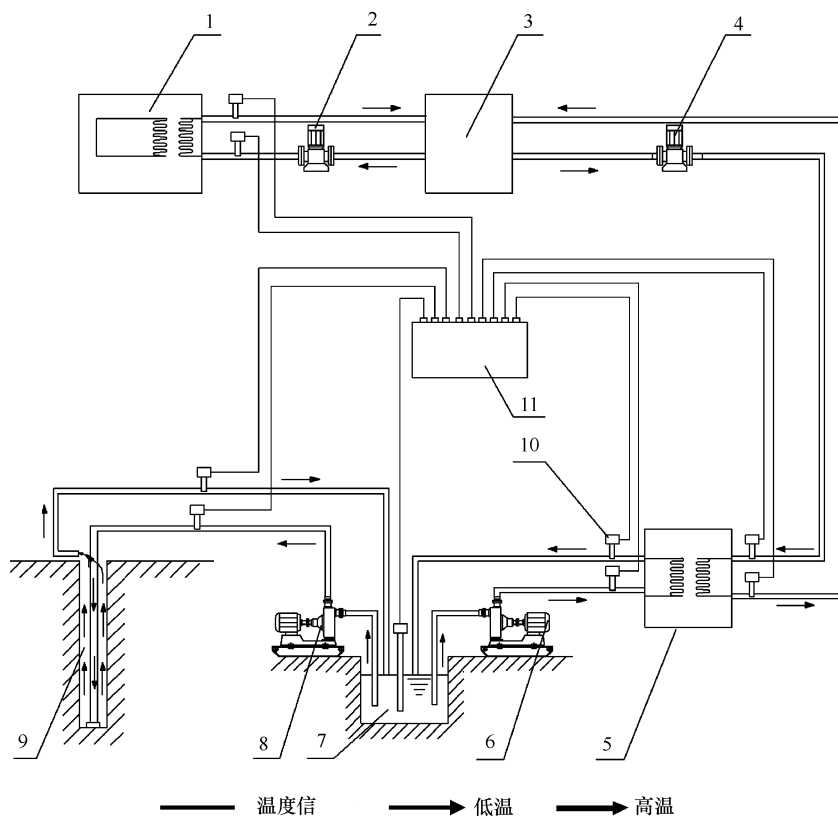


图1 同轴套管式泥浆对流换热器工作原理图

1—制冷机组；2—制冷机组水泵；3—载冷箱；4—载冷剂泵；5—换热器；6—制冷泥浆泵；
7—泥浆池；8—钻探泥浆泵；9—钻井；10—温度传感器；11—温度检测仪

现动态强制制冷泥浆。

温度检测部分由系统9个温度传感器和温度记录仪组成，能够实时检测系统关键点温度，以掌握系统工作状态，并及时调整系统控制参数。

系统关键技术是同轴对流强制冷却技术，并采用同轴套管式泥浆对流换热器关键部件实现，如图2所示。换热器由内管和外管组成，内管为泥浆循环通道，内外管环状空间为低温乙二醇冷却液循环通道，通过二者的逆向流动，实现强制对流换热，动态制冷泥浆。

系统的工作流程：

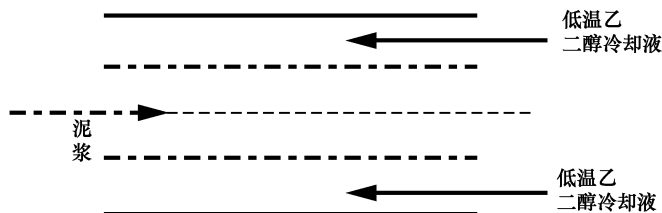


图2

1) 制冷载冷剂：通过制冷机组（1）和制冷机组水泵（2），循环制冷载冷箱（3）中的乙二醇。

2) 制冷泥浆：载冷剂泵（4）将制冷后的乙二醇注入换热器（5）内管，制冷泥浆泵（6）将泥浆池中的高温泥浆注入换热器（5）内外管环状空间。通过低温乙二醇和高温泥浆在换热器中的逆向强制换热，动态制冷泥浆。制冷后的泥浆经钻探泥浆泵（8）注入钻孔（9），经地层换热后的高温泥浆再次回到泥浆池，经制冷泥浆泵（6）再次进入换热器（5）进行动态强制制冷，从而保证泥浆进井温度始终满足水合物钻探工艺要求。

3) 温度检测：通过系统中的温度传感器（10），并在温度检测仪（11）上集中显示9个关键点温度，监测泥浆制冷系统的运行状态，并及时调整系统运行参数，从而满足不同的钻井工况条件。

3. 技术特点

1) 动态制冷泥浆：可实现动态制冷泥浆，始终保证钻井泥浆低温状态（ $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ），满足水合物钻探取样要求。

2) 独立系统：系统为一套独立系统，不与现有钻探系统发生连接冲突，与现有钻探装备具备良好的兼容性。

3) 自动控制制冷温度：可根据钻探工况的不同要求，如正常钻进、提下钻工况，随时调整制冷温度，满足泥浆制冷要求。

4) 制冷效率高：系统制冷能力满足水合物钻探泥浆流量要求，最高可达 160 L/min ，始终平衡钻井泥浆进出井能量增量。

5) 高原适应性好：系统可在冻土水合物赋存的高原地区工作，海拔高度最高达 5000 m ，工作稳定可靠。

4. 技术指标

表 1 钻探低温泥浆制冷系统技术指标

制冷泥浆量（L/min）	160
制冷泥浆温差（ $^{\circ}\text{C}$ ）	2 ~ 4
制冷泥浆进井温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	$\leq 2^{\circ}\text{C}$
系统总功率（kW）	42

二、应用实例

本成果成功应用于中国陆地冻土区天然气水合物基本所有科学钻探工程，解决了水合物钻探取样泥浆制冷难题，使用本系统钻孔 10 个，使用本系统的钻探工作量近 5000 m 。

2009 ~ 2011 年应用于祁连山冻土区天然气水合物科学钻探工程 DK2 - DK8 井。

2010 ~ 2011 年应用于漠河盆地冻土区天然气水合物科学钻探 MK - 1 和 MK - 2 井。

2011 年应用于羌塘盆地冻土区天然气水合物科学钻探 QK - 1 井。

经野外恶劣工况条件检验，系统能够实现制冷泥浆，保证泥浆进井温度满足水合物科学钻探要求的低温状态。

特别是，系统于 2009 年成功应用于祁连山冻土区天然气水合物科学钻探工程，解决了制冷泥浆难题。首次钻获中国冻土区水合物实物样品。目前，系统仍在祁连山、漠河和羌塘水合物科钻现场工作，发挥着重要的作用。



图 3 系统应用于祁连山冻土区天然气水合物科学钻



图 4 系统应用于漠河盆地冻土区天然气水合物科学钻探工程

三、推广转化方式

天然气水合物钻井泥浆制冷系统应用领域广泛，既可应用于水合物勘探开发领域，还可应用于深部石油钻井和地热钻井领域，解决钻井泥浆制冷问题。成果推广方式主要采取转让专利、联合办厂和部分自主生产模式。

技术依托单位：吉林大学

联系人：孙友宏 郭威

通讯地址：长春市西民主大街 6 号

邮政编码：130026

联系电话：13804339751

电子邮件：syh@jlu.edu.cn guowei6981@jlu.edu.cn

地质调查钻探泥浆数据库研究

一、成果概述

随着我国钻井工程和探矿工程的技术进步和发展，钻探（井）工程所用的钻井液（泥浆）材料的品种和类型日益增多。据不完全统计，目前我国生产和应用的泥浆材料已达到上千个品种，再加上人们在泥浆材料的开发和应用中积累的大量经验和数据，已形成了一笔宝贵的财富。如何充分利用这些资料实现资源共享，优化资源配置，避免重复劳动，进而促进新技术、新材料的研究开发和推广应用，这是一项基础性的工作。

通过本项目的研究，初步建立了功能完善的钻探泥浆数据库管理系统。成果内容包括以下几个方面：

- （1）系统地收集了当前国内泥浆材料、配方等各类数据，并进行了科学的归类、规范和整理。目前泥浆数据库已录入 747 种的各类泥浆材料数据，并按照国际统一分类标准进行了分类，实现了计算机数据库的查询与管理。
- （2）系统收集了国内 279 个泥浆材料及其处理剂生产厂的厂家信息、生产信息材料信息和配方信息等资料，并实现了计算机数据库的查询与管理。
- （3）建立了功能完善的泥浆数据库管理系统。对所收集的泥浆材料和使用等数据信息（包括：材料类型、名称、代号、生产厂家、参考价格、推荐配方、适用地层等等），实现了计算机管理，能够很方便地实现数据添加、修改、删除、各种角度和条件的查询、打印等功能。
- （4）泥浆数据库管理系统还提供了学习钻井液（泥浆）基本知识和使用管理系统的在线学习子系统，更增强了数据库系统的实用性。



图 1 地质调查钻探泥浆数据库主界面

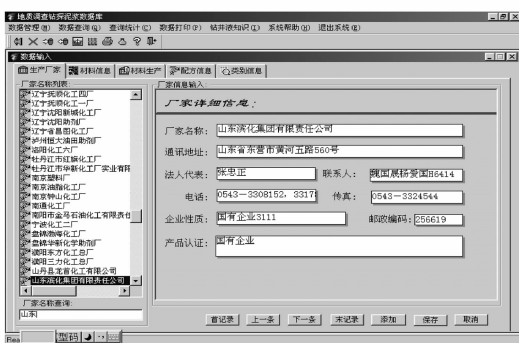


图 2 地质调查钻探泥浆数据库功能页

上述研究工作，改变了在钻探（井）泥浆资料 and 信息的获取方面的书本式、字典式查阅方式，为在更大范围内实现资源和信息的共享创造了条件，这是一项既符合国土资源大调查对信息的需求，也完全符合国土资源部关于“数字国土”规划总体要求工作的基础性研究工作。

二、应用实例

钻探泥浆数据库软件开发完成后，邀请了计算机专家和用户代表对泥浆数据库软件进行了试用测试和应用评价。通过对软件系统的七个大功能模块的分析，详细测试了数据维护模块和数据多功能查询模块。测试表明，数据维护模块能够完整地实现数据添加、数据修改和数据删除功能。数据查询模块有从不同出发点进行查询的功能，给用户提供了从不同方向进行数据查询的途径；数据库软件中的组合查询和模糊查询比较有特色。

特别是数据维护和数据查询两大模块测试结果与预期结果相符，在整个测试过程中系统运行顺畅，没有出现“死机”现象，表现了软件有较好的稳定性。

三、推广转化方式

本项目成果属软件类研究成果，并于 2002 年获得成都理工大学科技成果二等奖。本着科技成果推广应用，服务社会的要求，可根据用户的需要进行技术推广或技术转化。

技术依托单位：成都理工大学 环境与土木工程学院

联系人：陈礼仪 王胜

通讯地址：四川省成都市成华区二仙桥东三路 1 号

邮政编码：610059

联系电话：13658056638

电子邮件：cly@cdut.edu.cn

地质灾害防治环保泥浆研究

一、成果概述

本项目主要针对地质灾害防治勘察工程的特殊地层条件，确立了以植物胶为基本体系的研究思路，不仅有效地解决了第四系覆盖层、松散破碎地层，深厚砂卵石地层的钻进和取心问题，而且较好地兼顾了钻探泥浆的环保性能要求，形成了以 KL 植物胶为主体的新型环保泥浆体系。

本项目所取得的研究成果为解决复杂地层钻进中的护心与取心问题，保护岩心质量和完整度，提高岩心采取率，确保地质灾害防治勘察的地质资料的准确性和完整性；在钻进中保护孔壁，减少或防止孔内垮塌、缩径、漏失等事故，维持孔壁稳定，满足地质灾害防治的钻探工作要求，实现快速安全地完成地质灾害防治和调查的工作任务；在满足地质灾害防治钻探工作的前提下，研究具有环保功能的泥浆类型，减少或防止环境污染，泥浆中应不含重金属等有害离子，能实现自动降解，为地质灾害防治工程中的钻探工作提供了有力的技术保障。项目成果内容包括以下几个方面：

(1) 经过原材料筛选确定的 KL 植物胶具有原料易得、来源丰富、性能稳定等优势，且已形成规模生产，来源有保证。

(2) KL 植物胶型环保泥浆配方组分简单，配制方便，现场操作性强，有利于进行推广应用。

(3) 现场试验证明 KL 植物胶型环保泥浆具有优良的流变特性，润滑、堵漏、悬浮排除岩屑和抗剪切稀释能力强，可实现取心率高，且冲洗液呈浅黄色，既可有效保护岩心又不会污染岩心，能很好地满足地质钻探对取心质量的需要。

(4) 与交联剂交联改性的瓜尔胶无黏土冲洗液相比，KL 植物胶型环保泥浆无须交联剂交联，大大简化了配制操作流程，而且后者在黏弹性方面优于前者，并可与 SM 植物胶冲洗液相媲美。

(5) KL 植物胶型环保泥浆在性能上具有足够的时间稳定性，能满足循环钻进的要求，从而降低成本。

(6) 试验表明，KL 植物胶型环保泥浆主要原材料和泥浆体系均符合环保要求，可实现自然降解，对人畜无害，对环境无污染，具有显著的环保性。

二、应用实例

在 KL 植物胶型环保泥浆体系研究过程中，不同使用要求的现场试验点进行了现场应用，无论是水利水电工程地质勘探钻遇的泥沙层、泥砾层、砂卵石层、卵砾石层等松散破



图1 KL 植物胶的现场搅拌



图2 KL 植物胶的取心效果

碎地层，还是地质灾害防治滑坡勘察的滑坡崩积石层、块石土、基岩强风化层、滑坡崩积碎石层都获得了比较好的取心效果，取心率全部达到了地质方面的质量指标要求，实现了快速安全钻进的目标要求。

三、推广转化方式

本项目成果属应用型研究成果，具有新颖性和创新性，于2010年4月取得了国家发明专利。可根据用户的需要进行技术推广或技术转化。

技术依托单位：成都理工大学 环境与土木工程学院

联系人：陈礼仪 王胜

通讯地址：四川省成都市成华区二仙桥东三路1号

邮政编码：610059

联系电话：13658056638

电子邮件：cly@cdut.edu.cn

新型甲酸盐钻井液体系研究

一、成果概述

随着钻探（井）技术的发展，对钻井液性能提出了越来越高的要求，特别是完成地质大调查任务和科学钻探工程的实施，以及定向钻进和小井眼钻井技术的发展，使传统钻井液体系的应用受到了挑战，急需寻求一种新的钻井液体系以适应上述工作任务的要求。

本项目对甲酸盐无固相、低固相钻井液体系开展了系统的研究工作，从理论入手，针对该钻井液技术特点，完成材料的选择和配制工艺技术研究，进行了系统的性能测试和评价，提出了优化配方方案。测试和应用充分表明，甲酸盐钻井液体系完全能满足现代钻井技术要求，是一种很有发展前途的新型钻井液体系。该研究成果对保障小口径金刚石绳索取心钻进和对钻井液性能有特殊要求（抗高温、高密度）的超深钻探、科学钻探等工程的顺利实施具有独特的应用效果。项目成果内容包括以下几个方面：

（1）提出了以甲酸盐、黄原胶和高温处理剂为基本组分的甲酸盐无固相钻井液体系，在此基础上完成了具有不同密度和黏度特点的四组优化配方，可供现场选择使用。

（2）为满足钻井液的环保性能要求，采用“一护两磺”手段，提出了具有环保特点的甲酸盐低固相钻井液体系方案，有创新性。

（3）为提高甲酸盐钻井液体系的抗温性，特别是满足大陆科学钻探钻井液的抗高温要求，首次采用抗温聚合物 + 表面活性剂的综合处理技术，使钻井液体系抗温达到了150℃的目标要求，具有创新性。

（4）现场应用表明，甲酸盐钻井液体系完全能适应小口径金刚石绳索取心钻进的技术要求，具有良好的润滑减阻性能，对岩矿心有明显的保护作用，而且不结垢，起下钻顺利，畅通无阻，充分显示了该钻井液体系用于小井眼金刚石绳索取心钻进，保护岩矿心，提高采取率的独特优点，具有特殊的推广价值。

二、应用实例

甲酸盐钻井液体系研究成功后，进行了现场应用试验。试验表明，甲酸盐钻井液体系对特殊矿种的勘探取心有较好的适应性。除在护孔、防塌、携带和悬浮岩屑有明显的效果外，而且完全能适应金刚石绳索取心钻进的各项技术要求，具有良好的润滑减阻性能，对岩矿心有明显的护心作用，而且钻具不结垢，起下钻顺利，畅通无阻，充分显示了该钻井

液体系在金刚石绳索取心钻进、超深钻井、高密度、抗高温等特殊要求的钻探工程中具有独特的优点和应用前景，具有创新性和推广价值。

成果应用实例照片之一：

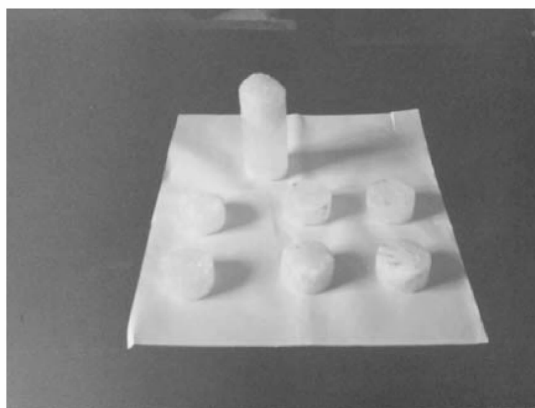


图1 对钾盐矿原状岩心的抑制性试验



图2 甲酸盐钻井液体体系的取心效果

三、推广转化方式

本项目成果采用的钻井液技术的手段独特，形成的甲酸盐无固相、低固相钻井液体系配方方案具有新颖性。本项目成果获成都理工大学 2004 年度科技成果二等奖。可根据用户的需要，进行技术推广或技术转化。

技术依托单位：成都理工大学 环境与土木工程学院

联系人：陈礼仪 王胜

通讯地址：四川省成都市成华区二仙桥东三路 1 号

邮政编码：610059

联系电话：13658056638

电子邮件：cly@cdut.edu.cn

新型胶凝固结材料研究

一、成果概述

钻孔漏失是地质勘探工作中常遇的现象。特别是西部地区严重缺水，复杂的地层条件使得钻孔冲液和漏失现象更为严重。由于钻孔漏失严重，堵漏无效，钻探用水常常供应不上，导致孔内事故频繁，辅助钻进时间增多，钻进效率低下，施工成本增高。如何实现安全、快速、高效地钻探，满足地质勘探工作的需要，这就对钻探技术提出了更高的要求。

本项目研究立足国内外胶凝材料技术的发展前沿，运用“胶凝材料”理论，以工业固体材料为主要原料，研究出具有高可泵性、高固结性、快速凝结、强度可调、耐久性好和抗污染能力强，能满足复杂地层快速安全钻进、地下工程灌浆、抢险救灾加固等工程要求的新型胶凝固结材料。项目成果内容包括以下几个方面：

(1) 以“胶凝材料”理论为指导，根据国内原料资源情况，探索硅钙型、硅铝型、硫铝型材料的性能特点，原料来源，形成比较，以求得到性能更加合适的新型胶凝固结材料。实现主要原料来源广、性能可靠、物美价廉的目标要求。

(2) 根据主要原料的不同性能特点，主要通过外加剂技术的合理应用，对不同主体原料和配体原料进行性能优化设计，全面改善甲料、乙料性能，实现了材料浆液流动性、凝结时间、抗压强度、固结性和耐久性等合理配置。实现了材料适应能力强，应用范围广，使用方便，价格合理的综合技术要求。

(3) 在实现产品基本定型的基础上，通过反复试用，重点在材料的配比，工艺流程、技术要点、经济技术指标和应用效果等方面取得实际数据，通过反复改进，反馈不断调整和改善产品性能，以求材料综合性能更加完善。

二、应用实例

通过在不同使用要求的现场初步试验，证明了新型胶凝固结材料的高水速凝固结特性，较好地满足复杂地层快速钻进、地下工程灌浆、抢险救灾加固等工程的使用要求，同时也为进一步改善和提高胶凝固结材料性能提供了方向，打下了坚实的基础。

三、推广转化方式

本项目成果属应用研究型成果，本着科技成果推广应用，服务社会的要求，欢迎相关单位进行技术咨询。可根据用户的需要进行技术推广或技术转化。

技术依托单位：成都理工大学 环境与土木工程学院

联系人：陈礼仪 王胜

通讯地址：四川省成都市成华区二仙桥东三路1号

邮政编码：610059

联系电话：13658056638

电子邮件：cly@cdut.edu.cn



图1 从钻孔内取出“固结岩心”

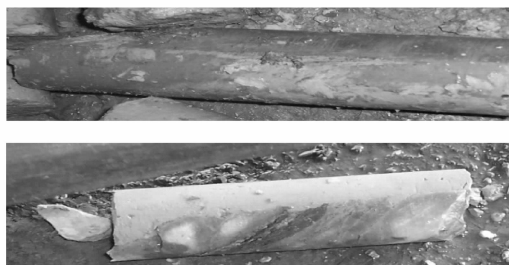


图2 材料孔内固结情况1



图3 材料孔内固结情况2

新疆大黄山豫新煤业瓦斯抽采技术

一、成果概述

近年来,新疆大黄山豫新煤业有限责任公司为有效治理矿井瓦斯,提高矿井生产能力,保障安全生产,在治理矿井瓦斯方面取得了很好的成绩,所采取的措施主要以瓦斯抽放为主,并以合理调配风量的综合治理为根本方法,强化布置多方位立体钻孔抽放区域瓦斯、针对性预抽等综合瓦斯治理措施是行之有效的。在现有条件下必须尽可能使用顺层、穿层钻孔预抽、边掘边抽、边采边抽技术以及合理调配工作面风量,不断采用新技术新工艺新方法,进一步提高瓦斯综合治理技术含量,力争以最小的投入获取最大的效益,实现矿区瓦斯治理“技术、经济、安全、高效”一体化。

二、应用范围及应用实例

(一) 具体做法

在综合分析矿井瓦斯主要来源和抽放效果的前提下,对矿井瓦斯抽放系统、抽放方法、方式进行改造优化和完善。

(1) 增大地面固定式抽放泵的能力,将 $90\text{ m}^3/\text{min}$ 的抽放泵更换为两台额定抽放流量为 $500\text{ m}^3/\text{min}$ 的抽放泵(一台运行,一台备用)。同时,将矿井抽放主管路更换为两趟 $\phi 377$ 的钢管,采空区抽放管路也更换为 $\phi 377$ 的钢管,使矿井瓦斯抽放系统的能力得到大幅提高。

(2) 结合现场实际,对矿井瓦斯抽放方法进行优化,在井下的主要采煤工作面和掘进工作面各设置一台移动式瓦斯抽放泵(采煤工作面为 $60\text{ m}^3/\text{min}$,掘进工作面为 $90\text{ m}^3/\text{min}$ 的抽放泵),与地面固定式抽放泵形成接力抽放。并且,依据瓦斯来源和抽放难易程度的不同,分别对采面上隅角和采空区的瓦斯实施“低负压、大流量”和煤层瓦斯实施“高负压、低流量”抽放。

(3) 完善矿井瓦斯抽放方式,形成了“采(掘)前预抽、架后采空区抽放、上隅角插管抽放、采面前部煤层卸压抽放和邻近采空区抽放”等多层面全方位的、有特色的三维综合抽放方式。

目前,掘进工作面已形成了“掘前预抽煤层瓦斯、掘中交叉布置上下顺层孔和挂耳预抽煤层瓦斯,以及掘后对待掘煤层布置下行顺层孔预抽煤层瓦斯”等综合抽放方式。同时,将煤层预抽钻孔的布置方式由“扇形集中布置”改变为“三花眼顺层孔”,并对钻孔进行编组循环强抽。

采煤工作面已形成了“近距穿层钻孔抽放架后采空区瓦斯、邻近采空区抽放、上隅角插管抽放采空区瓦斯和采面煤壁前方抽放卸压瓦斯”等综合抽放方式。

(4) 加大抽放钻孔数量,对煤层和采空区的瓦斯实施大范围、高密度抽放。井下每

月施工的抽放钻孔总长度由矿井抽放系统改造前的 5000 m 左右增加到改造后的 25000 ~ 28000 m。

（二）取得的效果

目前井下主采工作面 +735 采煤工作面比以前回采的 +733 采煤工作面采深大，但其供风量却降低到 $790 \text{ m}^3/\text{min}$ 左右（+733 采面配风量达到 $2200 \text{ m}^3/\text{min}$ ），回风流瓦斯浓度稳定在 0.3% ~ 0.35%，上隅角瓦斯浓度稳定在 0.4% 左右。

优化抽放方式以前，掘进巷道每掘 150 ~ 200 m，均会出现瓦斯超限，防突指标超等现象，每隔 100 m 就需打通风上山。优化后，掘进巷道连续掘进 800 ~ 1000 m，也不再存在瓦斯超限、防突指标超等现象，而且不用再打通风上山，提高了巷道掘进速度和质量。

目前，大黄山矿通风系统稳定，各个地点的风量能够满足矿井安全需求，且风流瓦斯浓度均低于 0.5%。

矿井利用井下抽出的瓦斯进行发电，公司已于 2008 年 12 月建成一期 8 台 500GF-T 型燃气发电机组，年发电量约为 1202 万千瓦时，为企业减少电费开支约 600 万。

三、推广转化方式

瓦斯抽放的实施彻底改善矿井生产技术条件，确保矿井安全生产，提高矿井产量，创造良好的经济及社会效益，丰富和发展大黄山瓦斯抽放理论和技术，为国内及新疆类似煤层条件发展抽放技术提供借鉴。建议采取专题经验介绍、现场演示等方式，加快成果推广。

技术依托单位：新疆大黄山豫新煤业有限责任公司

联系人：张永强

通讯地址：新疆阜康市大黄山煤矿

邮政编码：831509

联系电话：13899621321

电子邮件：xmb3366027@sina.cn

第六部分 仪器设备

“慧磁”钻井中靶导向系统

一、内容概述

1. 研究背景

2004 年，我国在煤层气水平井钻进工程中最先使用了磁中靶技术，即美国 Vector Magnetism 公司的产品。该公司自 1989 年开始研究磁中靶技术，至今已经历 20 余年，仍在不断在完善解。在 2004 ~ 2008 年期间，由于是独家技术，该产品并不对外销售，仅提供技术服务。至 2009 年以后，该产品以硬件销售、软件按工作量收费的方式进行市场扩张，至今已在中国境内售出 20 余套，形成了 5000 余万元的市场。此外，该技术在国内外仅限于垂直井与水平井对接模式，平行井模式被独家授权给斯伦贝榭公司。

为打破国外公司的技术堡垒，解决困扰工程人员的中靶问题，中国地质调查局 2008 年立项了“高精度定向钻进中靶系统研究”项目。该项目旨在通过试验研究建立起定向钻进中靶模型，引导钻进进入靶区，实现精确中靶。通过勘探技术研究所三年来的研究，目前已顺利完成“高精度定向钻进中靶系统研究”项目全部内容，成功开发出“慧磁”（SmartMag）钻井中靶导向系统。

2. “慧磁”钻井中靶导向系统的组成和基本原理

“慧磁”钻井中靶导向系统（英文为“SmartMag Drilling Target-hitting Guide System”）采用磁测场定位技术引导定向钻进进入设定的靶区。“慧磁”钻井中靶导向系统主要由磁接头、井底探管、仪器主机和笔记本电脑等组成（如图 1 所示）。

测井前，先将磁接头连接在钻头与螺杆之间，探管放入靶点溶腔内。当水平井钻进至距靶点约 40 ~ 70 m 时（视不同需求），开始进行测量工作。靶点内探管先捕捉旋转磁接头发出的信号，再通过绞车电缆传输到地表的仪器主机。电脑通过解析信号，最后计算出

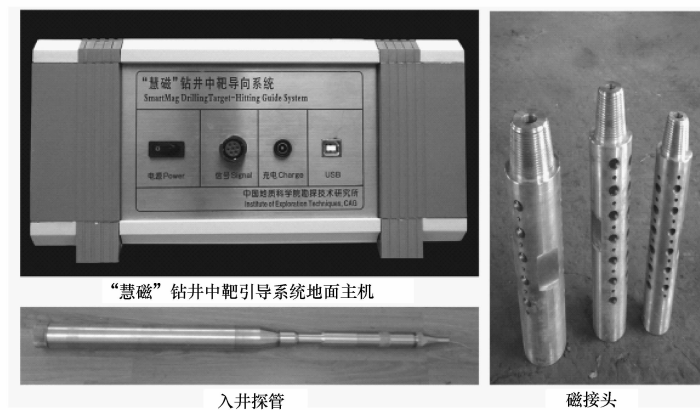


图 1 “慧磁”钻井中靶导向系统

钻头当前的位置参数。司钻根据结果操作钻机调整工具面角，纠正钻进方向，使其靠近靶点目标（如图2所示）。

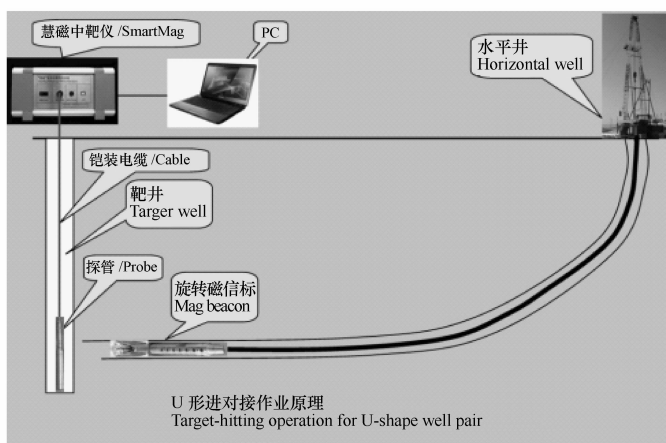


图2 对接井作业示意图

3. “慧磁”钻井中靶导向系统的应用领域

- 煤层气 U 形井组对接
- 水溶采矿井组的对接中靶
- 地质勘探井的避障钻进
- 蒸汽辅助重力采油平行井控制
- 通风井与巷道的对接
- 超深非开挖铺管工程

4. “慧磁”钻井中靶导向系统的技术优势

- 克服了传统 MWD 产生累计误差的固有缺陷营造人工磁场，克服天然磁场的干扰；
- 采用传统 MWD 系统即使实现了连通，其中靶精度也不可获知。而“慧磁”可获知 MWD 惯性偏差，提供预纠偏指导；
- 距离靶点越近，测量精度越高。

5. “慧磁”钻井中靶导向系统的技术参数

- 最大测量井深：2500 m
- 最大测量距离：70 m
- 探管外径：60 mm
- 探管长度：80 cm
- 适应井温：-25℃ ~ 85℃
- 软件操作系统：Windows XP, Vista, Windows 7

二、应用实例

自 2009 年 9 月底，“慧磁”钻井中靶导向系统第一次应用于实际钻进应用，到 2011 年 9 月，“慧磁”已成功引导 29 个井组到达靶点，成功率百分百。

1. 土耳其贝帕扎里

2009 年 9 月~2010 年 9 月, 在土耳其贝帕扎里天然碱矿工地“慧磁”共引导完成 23 个井组的对接作业。施工单位为东北煤田地质局 103 地质队。

2. 江西九二盐矿

2010 年 6 月, “慧磁”系统首次应用于国内的江西赣州九二盐矿。该矿区有一对老井 C308 和 C307, 由于事故原因, 到 2010 年 2 月才开始进行定向对接施工。到 2010 年 5 月斜井 C308 分支四次未能与 C307 对接。5 月 28 日, “慧磁”中靶导向系统对老孔轨迹进行测量, 发现轨迹在 C307 左侧 34.7 m, 第二天分支。6 月 2 日, 通过“慧磁”钻井中靶导向系统的跟进实时测量, C308 顺利与 C307 对接。

3. 湖南衡阳建滔 16 井

湖南衡阳建滔 16 井, 于 2010 年 7 月开始与 15 井进行对接施工。先后分支多次均未能中靶。2011 年 2 月 27 日, “慧磁”钻井中靶导向系统对最后一次分支孔进行轨迹测量, 发现斜井轨迹在目标井左侧 20.2 m 处。井队重新磨孔分支。鉴于 15 井下部溶腔复杂, 为安全起见, 探管下到了套管以下 16 m, 即中心管以上 20 m, 并以此为靶点。3 月 5 日早晨, “慧磁”钻井中靶导向系统显示钻头距靶点还有 13.5 m。但钻进了 13 m 后, 没有任何连通迹象, 再钻进 0.5 米后, 泥浆没有上返, 两井连通。

4. 广州市龙归硝盐矿

2011 年 8 月, 湖南地勘局 417 地质队在施工龙 20 对接井组时分支二次均未能中靶。后启用“慧磁”钻井中靶导向系统对老孔进行测量, 重新后撤分支, 一次钻进连通。

5. 湖北应城盐矿

2011 年 9 月 16 日~27 日, 泰安化工地质工程勘察院采用“慧磁”钻井中靶导向系统施工 3 对盐井, 均为一次中靶连通。

三、推广转化方式

“慧磁”钻井中靶导向系统将对国土资源调查重点项目(如页岩气平行井项目、天然气水合物探采项目等)提供全程跟踪式技术服务。同时, 利用国土资源行业的优势和本土化服务的优势, 向全社会提供优质、低价的钻井工程服务, 与国外同类产品竞争。目前成果转化处于初级阶段, 采用了两种商业推广方式: 产品销售和中靶技术服务。除此之外, 可利用该技术积极开拓境外定向钻井工程市场, 扩大我国定向钻进技术在国际钻井市场中的影响, 期望取得远期、潜在的效益。

技术依托单位: 中国地质科学院勘探技术研究所

联系人: 谢文卫

通讯地址: 河北省廊坊市金光道 77 号

邮政编码: 065000

联系电话: 0316-2096501 13700368287

电子邮件: 13700368287@139.com

全自动动态钻井液抑制性和流变性测定仪

一、成果概述

高温高压钻井液抑制膨胀性测试仪和全自动泥浆流变性测定仪是北京探矿工程研究所研制的新型钻井液性能评价测试仪，该仪器可在钻遇复杂地层时，对容易引起孔壁坍塌、缩径等现象的水敏性地层的抑制膨胀性进行模拟测试评价，同时可对钻井液的流变性进行快速、准确的测试。

主要性能特点

(1) 实现高温高压动态膨胀量测试，采用性能稳定，测量范围大的耐高温高压的非接触线位移传感器及其互感器，能够在 250℃，1000 PSI (7 MPa) 下精确测量连续的线性位移值，测试最大膨胀位移 20 mm，最小分辨率 0.01 mm。

(2) 实现大剪切范围，高精度的钻井液黏度的自动测试，剪切速率范围 0.01 ~ 1700 (RPM)，黏度测试范围 2 cp (600 RPM) ~ 10 cp (0.01RPM)。



图 1 高温高压膨胀量测定仪

二、应用实例

1. 全自动泥浆流变仪在中海油服油田化学研究院的应用

(1) 300 厘泊标准硅油测试数据 (实测温度 24.5℃，对应标准黏度 296.2 厘泊)

序 号	转速 (转/分钟)	直读值 (六速黏度计)	黏度值
1	3	3.0	295.6
2	6	6.0	297.1
3	100	99.2	296.1
4	200	198.6	296.4
5	300	296.1	296.6
6	600	598.9	296.4

2. 高温高压膨胀量测试仪在中国石油大学（北京）的应用

试剂：饱和盐水下，基准土样品的厚度：9.1 mm

时间（分钟）	膨胀量（mm）	膨胀率	温度（℃）	压力（PSI）
0	0	%	24	300
10	0.02	0.22%	80	300
20	0.04	0.44%	105	300
30	0.05	0.55%	110	300
40	0.07	0.77%	110	300
50	0.09	0.99%	110	300
60	0.12	1.32%	110	300
70	0.15	1.65%	110	300
80	0.19	2.09%	110	300
90	0.25	2.75%	110	300
100	0.36	3.96%	110	300
110	0.48	5.27%	110	300
120	0.61	6.70%	110	300
130	0.76	8.35%	110	300
140	0.94	10.33%	110	300
150	1.18	12.97%	110	300
160	1.18	12.97%	110	300
170	1.18	12.97%	110	300
180	1.18	12.97%	110	300
190	1.18	12.97%	110	300

三、推广转化方式

（1）召开专业技术研讨会、参加行业展会、在行业技术刊物、网络等媒体上刊登广告进行宣传。

（2）开展技术咨询、培训和上门服务。

技术依托单位：北京探矿工程研究所

联系人：赵建刚 韩天夫

通讯地址：北京海淀区学院路29号

邮政编码：100083

联系电话：010-82326470/82321596

电子邮件：ZHAOJG@cugb.edu.cn HANTF309@sina.com

CQ-1 型磁球定向单点测斜仪

一、内容概述

该仪器的测量系统是应用两个同心球面上动点与静点在几何空间的经纬关系设计的浮动偏重磁球为测量敏感元件、同时实现顶角和方位角的测量，它无轴承、顶尖、框架，具有机构简单、能耐振、精度高、测程大、功能多、测量结果直观、操作维修简易特点，适用于非磁性（铁、钴、镍等为磁性物质）钻孔段测量孔斜变化，及时检查施工质量的轻便新型测斜仪器。

（一）主要技术性能指标

- （1）顶角 θ ： $0^{\circ} \sim 100^{\circ}$ ；分度值 1° ；误差 $\leq \pm 1^{\circ}$ 。
- （2）方位角 α ： $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ；分度值 2° ；误差 $\leq \pm 2^{\circ}$ 。
- （3）使用温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}\text{C}$ 。
- （4）压力密封： 5.0 MPa 。
- （5）定时钟：工作时间最短 15 分钟、最长 110 分钟，时差 2 分钟。
- （6）外形尺寸： $\phi 42 \times 890 \text{ mm}$ 。

（二）结构原理

磁球测斜仪主要由提引接头、外管、尾锥、缓冲材料、定时机构和磁球系统等组成，如图一所示。

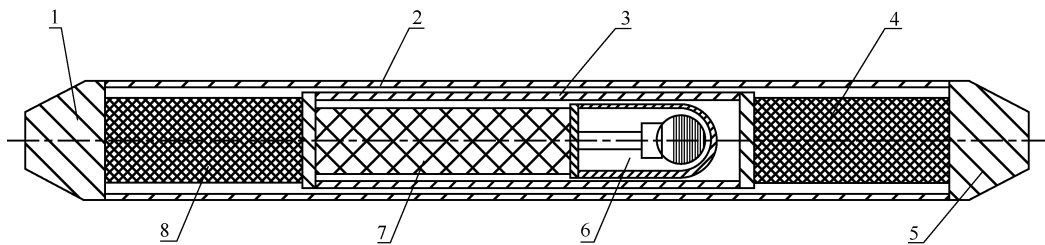


图 1 磁球测斜仪结构图

1—提引接头；2—外管；3—内管；4~8—缓冲材料；5—尾锥；6—磁球系统；7—定时机构

磁球测斜仪测量钻孔顶角和方位角由磁球系统来完成，其测量原理如图二、三所示，（1）内装高能磁材的光滑磁球，球的重心位于其铅垂轴线下部，磁球保持恒水平指向磁北。在球上部的圆周线上，刻有 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 方位角度数，在球下部以 O' 点为圆心均匀刻有 100 圈同心圆刻线，每圈 1° ，表示顶角度数 $0^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。底壳（2）为透明体半球，球底中心处刻一“十”字线，交点为 A' ，从 A' 引一与仪器轴线平

行的线，即为定向标记线。

当仪器垂直时（见图二），磁球的纵轴线 OO' 与仪器轴线 AA' 重合，此时顶角为 0° ，无方位角值。当仪器倾斜时（见图三）， AA' 与 OO' 相交形成夹角， A' 点重合于磁球下表面某一点，此时 O' 、 A' 在磁球表面上的弧距（同心圆个数）即为顶角；使用方位角读数器上的直线来连接和延长 O' 、 A' 两点，延长 O' 、 A' 两点连线至一方位读数（方位角刻度在磁球的中部； $0^\circ \sim 360^\circ$ ；分度值 2° ），即可读出方位角。如图三所示： θ 为 40° ， α 为 45° 。

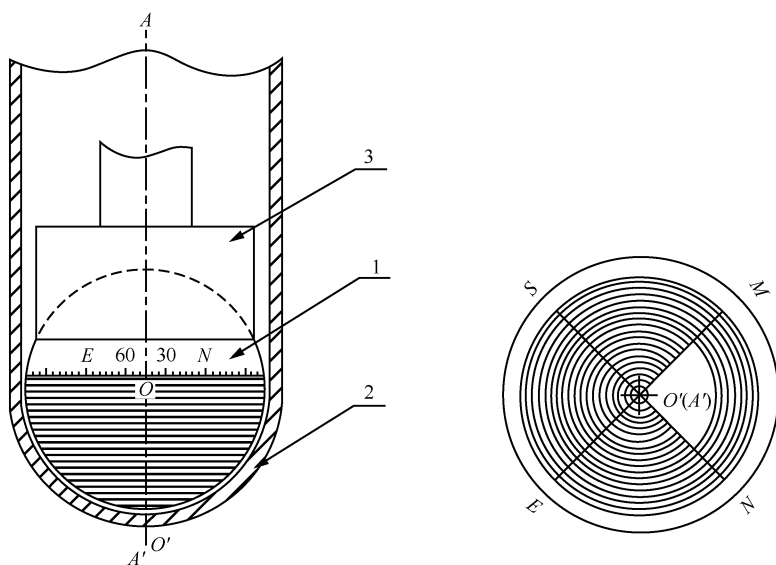


图2 仪器垂直时测量原理图

1—磁球；2—底壳；3—压盖

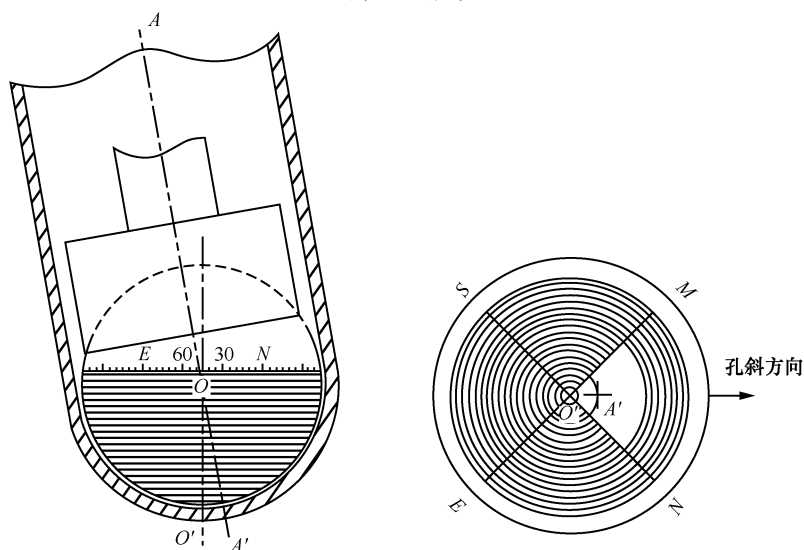


图3 仪器倾斜时测量原理图

该仪器的结构简单，而磁球的加工精度很高，磁材的磁能量很大，磁球与底壳之间间隙很小，其间注满透明液体，保证磁球能灵活转动，当仪器稳定后，压盖（3）通过定时锁卡机构压紧磁球，即可读出顶角和方位角值，并可用相机拍照存档，如图4所示的照片。

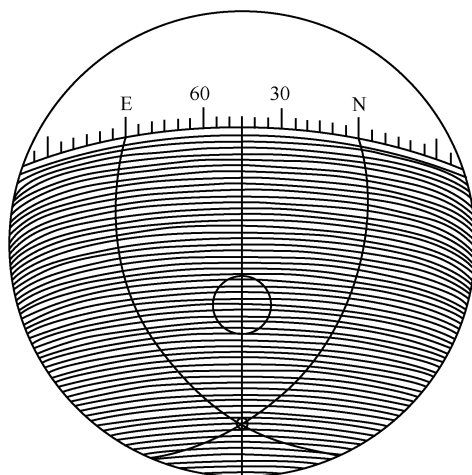


图4 相机拍摄的存档照片

二、推广转化方式

技术服务，产品销售。

技术依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路139号

邮政编码：611734

联系电话：028-66529383

电子邮件：gqf28@163.com

EPM-100A 型岩石点荷载强度测试仪

一、内容概述

点荷载仪是一种用于岩石点荷载试验、测定岩石点荷载强度指数的测试仪器。根据岩石点荷载强度指数，可以计算确定岩石的单轴抗压强度和抗拉强度，判定岩石的各向异性，确定风化带，预估凿岩速度，对岩石进行分级等等。点荷载仪是一种适合于施工现场使用的测试仪器。点荷载测试对岩样的制备要求较低，可以是工程勘探的岩心试样，也可以是稍加修整的不规则试样。试样制备不需专门机械加工，与常规测试相比，具有测试速度快，试验周期短，方法简便，成本低廉的特点。可广泛应用于地质、矿山、水电、铁路和交通等建设工程的现场试验之中。岩石点荷载试验已于1972年由国际岩石力学学会试验方法委员会正式列为测定岩石强度的方法之一。岩石点荷载强度指数及其试验测试方法已正式列入我国的国家标准之中，并在我国的国家标准和许多部门规范中得到广泛应用。

（一）技术性能参数

（1）测试范围：

单轴抗压强度 R_b : 0.10 ~ 300 MPa

点荷载强度指数 (I_s (50)): 30 MPa

（2）千斤顶最大出力: 100 kN

（3）加载点最大间距: 90 mm

（4）读数方式: 液晶显示，电子峰值记忆

（5）测力误差: $\leq 1\%$ F.S

（6）电源: 12V $\times$ 1.3Ah 蓄电池供电，充满电后，可连续工作30小时以上。

（二）结构及特点

EPM-100A 型岩石点荷载强度测试仪由液压加载系统（主要包括手动油泵、千斤顶、油箱、回油阀）、电子测力系统和压头组成。该仪器通过了原地质矿产部组织的专家鉴定，居国内领先水平，主要具有以下特点：

（1）采用卧式结构，加力方便，稳定性好。

（2）反力架采用圆筒状构造，对中性好，不偏心，结构坚固、紧凑，能够满足高强度、大岩心试样的测试要求。

（3）千斤顶、油泵、油箱等构件都装于圆筒外壳体上，选用优质高强材料加工，结构紧凑合理，外形美观，重量轻，携带方便。

（4）加载锥头用硬质合金材料制造，强度高、经久耐用。

（5）采用应变式传感器和液晶显示仪表构成独立的电子测力系统，显示仪表以单片机为基础，传感器信号经前置放大后进行 A/D 转换，单片机对数据进行采集和处理，处



理结果送液晶显示器显示，电子峰值记忆，具有分辨率高、测试精度高、读数方便的特点。

(6) 仪器采用蓄电池供电，方便野外使用。

二、推广转化方式

技术服务，产品销售。

技术依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

MS-1 型锚索预应力测量系统

一、内容概述

MS-1 型锚索预应力测量系统是由中国地质科学院探矿工艺研究所研制成功的新型自动化锚索性能测量仪器。该系统是国家“八·五”科技攻关课题和原“地矿部百名跨世纪科技人才培养计划”的研究内容之一。

（一）技术指标

- （1）检测通道数：1 ~ 30
- （2）分辨率： $\leq 0.05\% F \cdot S$
- （3）传感器精度等级：0.3、0.5、1.0、
- （4）供电电源：蓄电池或 $\sim 220V \pm 10\%$

（二）性能特点

（1）实现了多路预应力检测与数据远传、存储、打印和超限报警，既可单点检测，也可多点巡回检测，检测时间间隔可以通过键盘任意设定。

（2）检测结果同时以数据表格和曲线图形式输出，直观方便。

（3）显示仪表通用化，互换性好，测量结果不受信号线长短的影响（2 km 以内），抗干扰能力强。

（4）传感器采取了零点和温度双重补偿措施，漂移小，采取了多重密封措施，防潮、防水性能可靠，能满足野外环境恶劣、温差大和长期监测的需要。

（5）系统可扩展性强，测力范围与检测通道数可根据用户要求扩展，特别适合对大型锚固工程进行远距离长期自动监测。

（6）监测程序在 Windows 95/98/2000/NT 系统下运行，中文菜单提示，人机界面友好，操作简便，易于掌握。

（三）主要用途

MS-1 型锚索预应力测量系统由锚索预应力传感器、通讯接口适配器、便携式计算机及配套软件、打印机、三脚架等组成。预应力、位移信号在传感器内实现放大和 A/D 转换，计算机通过 RS232C 标准串口与通讯适配器连接，通讯适配器再与多路传感器相连，从而实现了计算机与传感器之间的数据交换。

MS-1 型锚索预应力测量系统有效地解决了目前在锚索预应力检测中普遍存在的信号不能远距离传输、以人工测读为主、自动化程度低，以及防潮、防水、抗干扰性能差的问题。该测量系统可以广泛用于建筑、水电、矿山、公路和铁路等边坡、地质灾害防治工程以及城市深基坑锚索的预应力长期监测，同时还可用于锚索的基本试验、验收试验和蠕变试验，以及桩基、桥梁试验等大力值的测量场合。

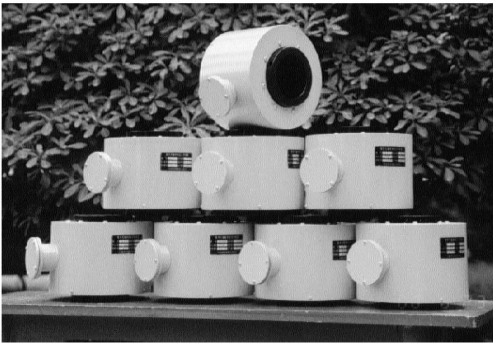
(四) 锚索预应力传感器选型指南

锚索预应力传感器选型指南						
预应力传感器	BHR300	BHR500	BHR1000	BHR1500	BHR2000	BHR3000
额定承载力 (kN)	300	500	1000	1500	2000	3000
空心直径 (mm)	18	70	96	115	132	170
高度 H (mm)	72	165	170	180	220	280
适用锚具型号	$\phi 15-1$	$\phi 15-3$	$\phi 15-5$	$\phi 15-8$	$\phi 15-10$	$\phi 15-15$
		$\phi 15-4$	$\phi 15-8$	$\phi 15-9$	$\phi 15-14$	$\phi 15-22$

注：上表没有的规格，可根据用户的要求加工。

二、应用实例

MS-I 型锚索预应力监测系统由中国测试技术研究院（法定计量单位）检定，并出具测试报告。该系统在广安-邻水高速公路边坡、绵阳-广元高速公路地质灾害防治工程、福建省福（州）-宁（德）高速公路八尺门滑坡、三峡库区地质灾害防治工程、广西龙滩水电站等许多重要工程中使用表明，系统精度高、操作简便、抗干扰能力强。专家鉴定认为，该系统达到国内领先水平。



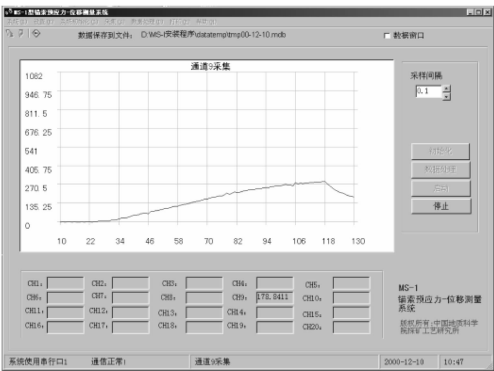
数字式锚索预应力传感器



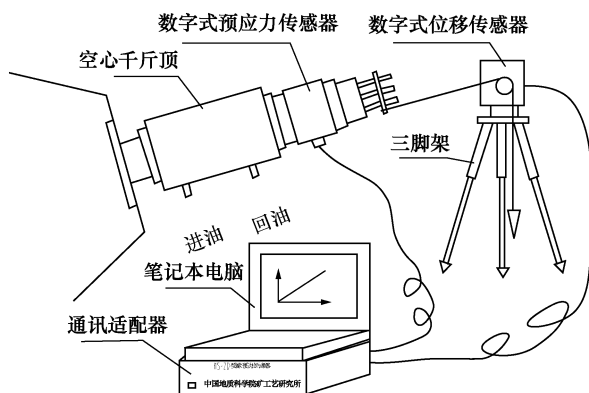
MS-1 型锚索预应力测量系统可以进行锚索预应力的自动测量、记录与数据传输



BMS-2 读数表与数字式锚索预应力传感器配合可以进行人工手动测量



MS-1 系统数据采集主界面



MS-1 系统进行锚索基本试验



安装完毕用于长期监测的锚索
预应力传感器

三、推广转化方式

技术服务，产品销售。

依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所

联系人：郭启锋

通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号

邮政编码：611734

联系电话：028 - 66529383

电子邮件：gqf28@163.com

小直径电磁波随钻测量系统

一、内容概述

采用定向钻进钻出多分支孔，对深孔钻进来说可以较大幅度的节约成本。实时检测钻进轨迹，一旦发现孔斜，立即进行纠斜，即实时监测与控制钻孔轨迹，容易钻达设计的目标。因而，随着深孔钻进任务的增多，随钻测量技术得到快速发展。

随钻测量技术分为有线与无线两种，无线随钻测量系统使用方便，是随钻测量技术的发展趋势。目前国内外较为成熟的无线随钻测量系统有两种，即泥浆脉冲与电磁波随钻测量系统。

电磁波随钻测量系统无活动部件，容易制作；不依赖于泥浆，应用范围广；数据传输速率高，可适应井下需要传输的信息越来越多的勘探技术发展要求；既可从井下向地面传输数据，也容易实现从地面向下传输指令从而控制井下钻具；其制造成本较低，也较容易做成小直径仪器，特别适合于地质勘探钻孔以及要求钻孔直径小、使用其他随钻测量工具无法施工的场所。

电磁波随钻测量系统可以单独用于各种定向钻进钻孔，也可以作为滑动导向或旋转导向的信息传输通道。其应用领域包括地质勘探、科学钻探、石油钻采、煤田地质与煤层气钻孔、大深度长距离非开挖工程等。

电磁波随钻信号传输始于 1980 年，位于美国加利福尼亚西湖村的地质科学电子公司 GEC（Geoscience Electronics Corporation）研制出电磁钻杆传输系统，首次应用于穿越河流的钻进中。改进后应用于大口径的石油钻井，后来，又用于澳大利亚含气的煤层钻进中。法国地质服务公司（Geoservices）在 1982 年研制出自己的 EM-MWD。根据发表的文献，1996 年前日本和俄罗斯也研制出自己的 EM-MWD。现在美国、加拿大、英国有 10 多家公司生产电磁随钻测量系统。

电磁波双向随钻信号传输比单向传输困难很多，因此发展较为缓慢。在 1994 年 11 月—1996 年 4 月期间，美国首次进行了双向电磁波信号传输原理性试验。Pro Technics International Inc. 为 Gas Research Institute 进行了从地面向井下发射电磁波信号的野外试验，证明无论是采用电天线还是磁天线都可将信号传输到地下。2006 年，美国能源部国家能源技术实验室与 San Antonio, Texas-based E-Spectrum Technologies Inc. 合作研制出具有数据融合性能的电磁波双向信号传输系统，该系统能够较好地接收处理微弱信号，提高了系统的接收能力与精度，这标志着电磁双向信号传输技术走向成熟。根据目前已查阅到的资料，国外生产电磁波双向随钻测量系统的公司已发展到 5 家。其中只有 1 家愿意卖产品给中国，售价 150 万美元，另需 100 万元人民币的维护费。

国内有多家石油钻井院所在研究单向电磁波随钻测量系统，而在地质勘探方面，中国地质大学（武汉）在国家“863”课题与地质调查项目的资助下，不仅研制出小直径单向

电磁波随钻测量系统，还在国内首次进行了电磁波双向信号传输系统的研究，成功研制出外径为 65 mm 的双向电磁波随钻测试样机，并在水井钻孔内进行了试验且获得成功。同时获得国家发明专利与实用新型专利各 1 项。

在地质调查项目—“地质勘探小直径导向钻进关键技术研究”以及“页岩气及定向钻进技术的研究与应用”的支持下，进一步改进提高了单、双向电磁波随钻信号传输系统的性能，为在地质勘探钻进生产中推广应用打下了良好的基础。

本科研组研制的电磁波随钻测量系统为专利产品，已获得授权的专利有：

(1) 发明专利，一种极低频或超低频电磁波随钻双向遥传系统，专利号：ZL200710051683.3。

(2) 实用新型专利，极低频电磁波随钻遥传井下发射天线，专利号：ZL2007200

电磁波随钻测量技术参数如下：

地面电磁波发射功率 > 1000W；

井下发射功率 > 100W；

发射频率 3 ~ 15 Hz；

在正常地层情况下，推广产品可用于 1000 m 深度的地质钻探及其他钻进工作。

二、应用实例

(1) 最初研制的电磁波随钻测量系统曾在河南新乡市水井钻井工地进行过试验，试验深度单向电磁波信号传输 400 m，双向电磁波信号传输 340 m，地面接收信号强度 0.2V。在 200 m 内信号应答正常，证明从地面可控制井下钻具。

(2) 在地质调查项目的支持下，电磁波双向信号传输系统已进行技术应用扩展，与地科院探矿工艺研究所合作研制“地质勘探小直径导向钻进系统”，现已研制出试验样机，并在年内进行孔内试验。

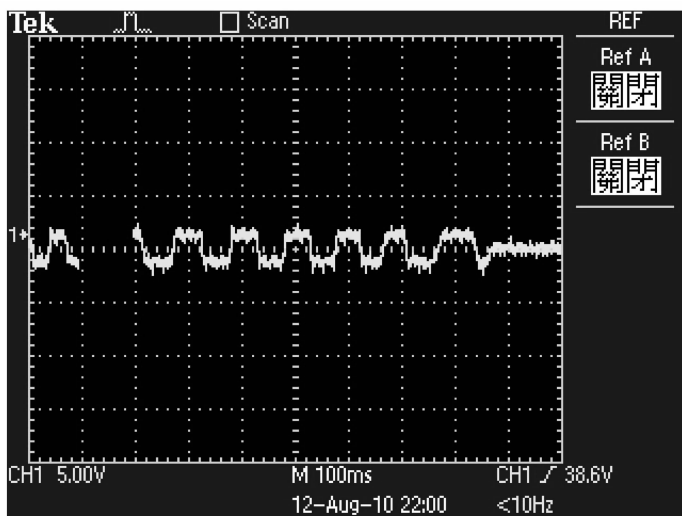


图2 电磁波试验样机地面接收信号

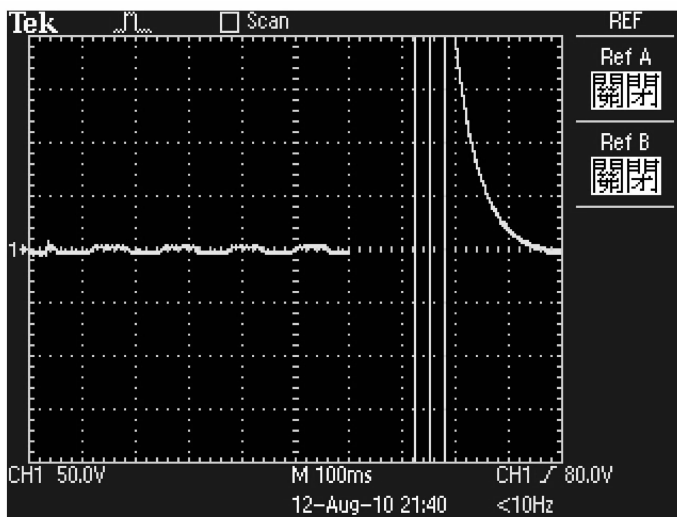


图3 双向电磁波随钻测量系统发送与接收信号对比

三、推广转化方式

(1) 电磁波随钻测量系统分为单向和双向信号传输，适用于不同需求的客户。单向电磁波随钻测量系统适用于仅从孔内向地面传输信号的用户。

单向电磁波随钻测量操作简单，使用方便，造价较低。拟采用产品销售或技术转让的方式进行推广应用。

(2) 双向电磁波信号传输随钻测量系统适用于需要向井下传输指令的用户，操作较为复杂，其造价也较昂贵。

拟采用租赁服务的方式进行推广应用。拟制造 5 ~ 10 套双向电磁波随钻测量系统，结合导向钻进技术，与地质科学院探矿工艺研究共同组建服务队伍，进行现场推广服务。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）

联系人：姚爱国

通讯地址：湖北省武汉市鲁磨路 388 号中国地质大学工程学院

邮政编码：430074

联系电话：13035112786

电子邮件：yaoaiguocug@126.com

钻孔测斜仪

一、内容概述

钻孔测斜仪是测量钻孔顶角和方位角的专用仪器，其测量数据用于对钻孔施工质量进行判断，以及对钻孔轨迹进行计算，同时也可指导定向钻进施工等。根据测量原理主要分为两大类：一种是利用地磁场定向的测斜仪，主要适用于没有磁性干扰的钻孔测斜；另外一种是利用陀螺定向的测斜仪，主要适用于有磁性干扰的钻孔测斜。根据测量原理不同，探矿工艺研究所研制了 CA 型磁性钻孔测斜仪和 DTC 型陀螺钻孔测斜仪。

CA 型钻孔测斜仪（图 1）是专为地质钻孔测斜而开发的产品，其测量方式为无缆自动存储式，采用掌上电脑（PDA）进行数据处理，PDA 与井下仪器数据交换采用蓝牙无线方式进行，方便野外使用。它采用磁阻传感器测量大地地磁场的原理测量方位角，加速度计测量大地加速度的原理测量顶角。该仪器适用于无磁性干扰的各种岩石钻孔、隧道钻进等钻孔等进行方位角和顶角的测量，其主要技术指标如表 1 所示：



图 1 CA 型钻孔测斜仪

表 1 CA 型钻孔测斜仪技术参数

顶角测量范围与精度	$0 \sim 70^\circ \pm 0.2^\circ$
方位角测量范围与精度	$0 \sim 360^\circ \pm 2^\circ$ （顶角 $> 3^\circ$ ）
工作温度	$-10^\circ\text{C} \sim 75^\circ\text{C}$
耐水压	15 MPa
外形尺寸	$\phi 33 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ （外径 $\times$ 长度）

DTC 型钻孔测斜仪（图 2）是一种新型精密测斜系统，其核心惯性体部分采用了航空尖端技术，仪器采用加速度计传感器和动力调谐陀螺等高新技术产品作为其测量元件，组成捷联式惯性导航系统，通过动力调谐陀螺测出地球自转速率分量，加速度计测出地球重力场分量，再通过相关计算得到该点处的顶角和方位角值。对方位角的测量不受磁性干扰，且各测点间数据没有关联，消除了以往陀螺测斜仪的累计误差，提高了测量精度。



图2 DTC 型陀螺测斜仪

该仪器适用于非磁性和强磁异常钻孔以及在钻杆、套管内进行顶角和方位角的测量,也可用于其他工程,如管道、定向开窗等进行顶角、方位角的测量。其主要技术指标如表 2 所示:

表 2 DTC 型钻孔测斜仪技术参数

顶角测量范围与精度	0 ~ 70° ± 0. 2°
方位角测量范围与精度	0 ~ 360° ± 2° (顶角 > 3°)
工作温度	- 10℃ ~ 75℃
耐水压	25 MPa
外形尺寸	φ46 mm × 1800 mm (外径 × 长度)

二、应用实例

钻孔测斜仪器在武警黄金三总队、遵义化工勘察院、地矿系统、煤田系统、建材等单位的地质找矿和勘探中得到了应用，仪器性能稳定可靠，其重量轻、配套设备少、操作简便，极大地减轻了野外作业强度，提高了钻孔测斜效率，陀螺测斜仪则解决了磁性矿区的测斜问题。

三、推广转化方式

技术服务、产品销售。

依托单位：中国地质科学院探矿工艺研究所
联 系 人：郭启锋
通讯地址：四川省成都市郫县成都现代工业港（北区）港华路 139 号
邮政编码：611734
联系电话：028 - 66529383
电子邮件：gqf28@163. com

多功能定向钻探软件系统

一、内容概述

依据定向钻探钻孔轨迹设计理论与轨迹分析监控技术原理，利用计算机强大的数据计算、数据处理与图形绘制功能，研制开发出集钻孔自然弯曲规律分析、初级定向钻孔设计、钻孔轨迹坐标定位、受控定向钻孔轨迹设计与定向控制参数设计、三维空间钻孔轨迹动态演示、钻探工程设计与综合技术图自动生成等多项功能于一体的定向钻探工程计算机软件系统。

该软件系统以钻孔轨迹分析监控和定向钻孔轨迹控制参数设计为主，参照地质勘探规范，兼顾钻孔结构设计和钻孔地质设计书、钻孔地质柱状图等钻探工程综合技术文件的自动生成，软件系统以 Windows 2003、Microsoft Office 2003 和 AutoCAD 2004 为开发平台，支持高级别版本，系统运行硬件环境采用主频：双核 2.6 GHz 以上；内存：2G 以上；硬盘：视数据量而定，推荐不小于 80G。为方便野外工作人员使用，软件总体结构摒弃了下拉菜单主界面方式，各个功能模块采用外部彼此独立、内部紧密联系的总体结构方式如图 1，系统各模块功能目标明确，操作步骤采用文字空格光标和功能键提示方式。各功能模块均设计有数据录入界面，并可以保存在统一的数据库文件中便于相互调用。



图 1 多功能定向钻探软件系统功能

二、应用实例

该软件系统可用于钻探工程钻孔轨迹分析计算、初级定向钻孔设计和受控定向钻孔轨迹设计与监控、三维空间钻孔轨迹动态演示和地质钻探技术图表的自动绘制。软件系统采用已完成的大量定向钻孔设计和实际数据进行了调试验证，并推广应用于安徽、山东等地矿区的定向钻探工程中，应用结果表明，软件功能设计符合钻探工程实际需要，定向钻孔轨迹设计计算速度快、精度高，钻探工程技术图表绘制简便，图形美观，在地质勘探钻探工程特别是深部钻探工程中具有广阔的应用前景。

三、推广转化方式

多功能定向钻探软件系统已申报获批国家计算机软件著作权。软件系统可作为商业化产品出售，也可根据实际需要提供现场技术服务、人员培训、技术咨询，如有进一步开发需求，也可技术转让或技术入股联合开发。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）工程学院、安徽省地质矿产勘查局 313 地质队

联系人：吴翔

通讯地址：武汉市洪山区鲁磨路 388 号

邮政编码：430074

联系电话：02767883530

电子邮件：wubox@126.com

车载式地层热物性原位测试仪

一、内容概述

成果简介：针对我国地源热泵系统盲目根据经验进行设计的现状，以及浅层地热资源调查与评价的迫切需要，研发先进的岩土热物理性能原位测试技术和设备，解决地源热泵系统因利用经验值设计而带来的投资过大或使用效果不满足要求的问题，也为全国进行浅层地热资源调查和评价提供了必不可少的测试设备。研制的测试仪可进行储热和取热两种工况的测试。采用电动三通分流调节阀或者加热器辅助热泵工作，保证输入地下或提取的热量恒定，为应用恒热流传热模型进行数据分析创造了必要条件。人机交互界面和控制系统可实现设备的多种控制和报警功能，能够实时监控实验曲线的变化及进行数据处理。测试仪温度测试精度为 A 级，压力测试误差 $<1\%$ ，流量测试误差 $<0.1\%$ 。本项目研究的测试方法和设备在国内属于领先水平，国际上属先进水平。成果推广后，将大大提高我国浅层地热资源调查与评价能力，使地源热泵系统设计更加稳定可靠。具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。

基本原理：该原位测试仪的总体结构主要包括液路循环系统、数据采集和控制系统以及电气控制系统等。测试时，在将要埋设地下换热器的现场钻孔打井，测试用井深与实际工程设计井深一致，在钻孔中埋设 HDPE 地下热交换器并按设计要求回填。测试仪工作时，钻孔中的埋管换热器与热泵机组、循环水泵和膨胀水箱相连，组成一个封闭系统。根据实际工程需求，选择制冷或供暖模式连续运行数十小时（一般要求测试稳定后不低于 48 h），通过各种传感器测量的循环流体的温度、流量等数据，利用传热模型计算地层的平均热传导系数和钻孔热阻。由于钻孔换热器结构采用和实际工程相同的结构和材料，因此，所得的数据也最贴近工程设计需要。

技术特点：①研制的测试仪可进行储热和取热两种工况的测试。利用电动三通分流调节阀或者加热器辅助热泵工作，可实现恒热流传热模型的计算条件，为地源热泵系统的设计提供了可靠的计算参数；

②测试仪的系统界面功能强大，可实现对设备的多种控制和报警功能，可根据试验需要进行多参数的设定和实时监测。

技术指标：①水-风热泵机组：制热功率：1.8 kW；额定制热量：8.2 kW；制冷功率：1.7 kW；额定制冷量：6.9 kW；

②变频循环水泵：扬程 30 ~ 60 m；流量：0 ~ 2.5 m³/h；功率：0.55 kW；

③膨胀水箱：工作压力： ≥ 0.5 MPa；

④温度传感器：选用 PT1000 铂电阻，测温范围：-20℃ ~ 60℃；精度：A 级；

⑤压力变送器：量程：0 ~ 0.8 MPa；电信号输出：4 ~ 20 mA；误差： $<1\%$ ；

⑥流量计：现场显示及远程传输；信号输出：4 ~ 20 mA；误差： $\pm 0.1\%$ ；

⑦地层热导率：误差： $\pm 5\% \sim 10\%$ ；⑧钻孔热阻：误差： $\pm 5\% \sim 10\%$ 。

二、应用实例

成果应用的范围：该测试仪可进行地源热泵系统工程中地下热交换井换热能力、土壤或岩石平均热传导系数等热物理参数的测试以及检测交换井周围温度场的变化等，可广泛应用于我国浅层地热资源评价和地源热泵系统设计等领域。

已推广应用情况、效果：测试仪研制完成后，已经为吉林省图书馆、吉林建工学院等十余个地源热泵系统工程进行了地层热物性参数测试。此外还为吉林省和内蒙古包头地区浅层地热调查与评价做了大量岩土热响应试验。此外，在研究成果的基础上，已为河南、湖南、长春等地的相关单位加工组装了 5 台岩土热物性测试仪。

应用前景及市场预期：地源热泵系统工程技术规范（GB 50366 - 2009）规定：当地埋管地源热泵系统的应用建筑面积在 $3000 \sim 5000 \text{ m}^2$ 时，宜进行岩土热响应试验；当应用建筑面积大于等于 5000 m^2 时，应进行岩土热响应试验。而据统计，2005 年，我国地源热泵系统的应用面积约为 3000 万 m^2 ，到 2007 年上升至 8000 万，截至 2008 年年底，应用面积已经超过一亿 m^2 ，地源热泵系统在城市示范工程中单体规模达 80 万 m^2 。由于地源热泵市场发展非常迅猛，因而对岩土热物性的测试需求必然很大。此外，国土资源部要求大力推进浅层地热能开发利用，敦促各省市加快浅层地热能勘察评价速度，建立全国范围内的浅层地热能数据库，这些都和地层热物性原位测试密不可分。显而易见，课题研究的成果有着非常广泛的应用前景。据初步估算，国内每年市场需求量约为 20 台，每台单价 40 万元，每年将会创造 800 万元的产值。此外利用车载式地层热物性原位测试仪，还可以进行区域性甚至是全国性的土壤热物性参数大调查，对方便合理地利用我国地热资源，减少其他能源消耗以及 CO_2 减排等方面都将会产生巨大的社会效益。

三、推广转化方式

主要通过会议交流、技术咨询和现场服务等方式推广。

技术依托单位：吉林大学

联系人：孙友宏 王庆华

通讯地址：长春市西民主大街 6 号

邮政编码：130026

联系电话：13804339751

电子邮件：syh@jlu.edu.cn