

我国地质找矿钻探技术装备现状及发展趋势分析

张林霞^{1,2}, 李 艺^{1,3}, 周红军^{1,3}

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质学会探矿工程专业委员会, 河北 廊坊 065000; 3. 《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部, 北京 100037)

摘要:在对我国地质找矿钻探技术装备发展经济环境分析的基础上,通过调研和统计数据,分析了我国地质找矿钻探技术和装备的现状与发展趋势,包括岩心钻机的生产、销售和使用情况,煤层气钻机的现状,施工单位对新技术、新装备的需求等。提出了我国地质找矿钻探技术及装备发展的建议。

关键词:地质找矿;钻探技术;钻探装备;现状;发展趋势;岩心钻机;全液压力头钻机;立轴式钻机;坑道钻机;煤层气钻机

中图分类号:P634 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2012)02-0001-08

Analysis on the Present Situation of Drilling Technical Equipment and the Development Trend of Geological Prospecting in China/ZHANG Lin-xia^{1,2}, LI Yi^{1,3}, ZHOU Hong-jun^{1,3} (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. The Mineral Exploration Engineering Chapter of the Chinese Society of Geology, Langfang Hebei 065000, China; 3. The Editorial Board of Exploration Engineering, Beijing 100037, China)

Abstract: Based on the analysis on the economic environment of development in drilling technical equipment of geological prospecting in China and by the investigation and statistical data, analysis was made on the present situation of drilling technical equipment and development trend of geological prospecting in China including production, sale and application of core drill; present situation of coal bed methane drill; the requirement of new technique and equipment in construction team. The development suggestions were put forward to drilling technique and equipment of geological prospecting in China.

Key words: geological prospecting; drilling technique; drilling equipment; present situation; development trend; core drill; full-hydraulic dynamic head drill; spindle core drilling machine; tunnel drilling machine; coal bed methane drill

1 概述

矿产资源紧缺已成为制约我国经济发展的“瓶颈”,加强地质工作,保证矿产资源的供给是我国当前及今后经济建设的一项重要任务。钻探工程是矿产勘查的重要技术方法之一,是能够直接从地下岩层获取实物样品的唯一手段,只有拿到实物样品才能验证矿藏的存在,只有通过大量的钻探工作量才能获得可信的储量。要实现攻深找盲和特殊景观地区的找矿突破,实现地质找矿突破战略目标,不仅要在找矿理论上有所突破,钻探工艺方法及钻探技术装备的突破更是关键^[1,2]。

为全面提升探矿工程行业地质找矿能力,促进我国探矿工程(岩土钻掘工程)技术的可持续发展和技术进步,近日,中国地质学会探矿工程专业委员会与《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部联合组织开展了全国地质找矿钻探技术装备情况调研工作。通过调查和了解目前我国地勘单位钻探技术装备,

尤其是核心装备——钻机的配备情况,摸清施工单位对新技术和新装备的需求,并进行综合分析评价,提出“十二五”及今后我国钻探技术装备发展的方向,为我国地质技术装备的研发与引进提出可供参考的建议。

本次调研范围重点针对17个矿业大省地勘局、3个涉及固体矿产钻探的工业部门、以及10个有代表性的地质钻探装备制造单位。受访地勘单位的钻探工作量总和超过了全国钻探工作量的40%,受访装备制造单位产销的地质岩心钻机更是占据了绝对的市场份额。因此,本次调研的成果具有相当的代表性和说服力。

2 地质找矿钻探技术装备发展经济环境分析

2.1 全球矿业投资快速增长

2010年全球矿业项目总投资比2009年增长21%,全球矿业已经走出低谷。2010年全球新登记

作者简介:张林霞(1960-),女(汉族),安徽凤台人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,中国地质学会探矿工程专业委员会秘书长,地质机械专业,从事探矿工程技术研究工作,河北省廊坊市金光道77号,zlx2096827@126.com;李艺(1962-),女(汉族),广西南宁人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志主编,探矿工程专业,从事探矿工程技术研究工作,liy@cniet.com;周红军(1968-),男(汉族),河北唐山人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志副主编,地质工程专业,硕士,从事探矿工程技术研究工作,zhj@cniet.com。

100多个矿业投资项目,总投资额超过600亿美元;非油气固体矿产勘查投资达到121亿美元,仅次于2008年138亿美元的记录,恢复了2009年因金融危机削减的勘查投资,2011年全球固体矿产勘查投资达到182亿美元,表明全球固体矿产勘查正在回到健康发展轨道^[3,4]。

2.2 系列利好政策及规划促进地质找矿事业持续发展

2011年10月19日,国务院常务会议通过了《找矿突破战略行动纲要(2011~2020年)》。《纲要》明确了今后一个时期我国地质矿产勘查工作的目标任务:通过实施找矿战略,实现新的重大突破,形成一批重要矿产资源战略接续区,建立重要矿产资源储备体系,为经济平稳较快发展提供有力的资源保障和产业支撑。

国土资源部为推进地质找矿突破、增强能源资源保障能力,适时推出了“公益先行、商业跟进、基金衔接、整装勘查、快速突破”的地质找矿新机制。

全国地质找矿“358”行动纲要实施周期为2011~2018年,为期8年“358”工作目标:3年有重大进展、5年有重大突破、8年重塑地质勘查开发格局。

2.3 国内固体矿产投资平稳增长,促进钻探工作量的提高

我国经济平稳增长有力地推动了地质矿产资源勘查产业,地质找矿工作迎来了难得的发展机遇,如今地质找矿工作如火如荼。

2009年我国油气和固体矿产勘查投入853亿元,增加20%,其中固体矿产勘查投入达303亿元,完成钻探工作量1600万m。

2010年固体矿产勘查投入资金331.81亿元,其中,社会资金投入235.14亿元,钻探工作量达1800万m。

2011年,全国地质勘查投入预计超过1200亿元,其中固体矿产勘查投入超过500亿元,同比增长30%。在矿产勘查投入中,财政投入和社会资金比例约为1:10,全年完成钻探工作量达2000多万m。

我国实施了《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要(2004~2010年)》。针对危机矿山接替资源枯竭的现实,从2004~2010年底,全国危机矿山接替资源找矿项目累计安排资金36亿元,累计安排坑探工作量53万m,钻探工作量达255万m。在实施的230个勘查项目中,217个矿山新增了资源储量,100多个危机矿山“起死回生”。新增的矿产资源储量,大大提高了我国矿产资源的保障和供应能力。

2011年,青海省地勘局不到3000人的队伍,完成了47万m的钻探工作量,整个地勘产值超过10亿元。云南省投入地质勘查资金突破23亿元,同比增长10%;完成钻探工作量突破110万m,同比增长10%;地质找矿取得了重大阶段性成果。其他部分地质找矿大省钻探工作量分别为:新疆地勘局140万m、山东地勘局157.6万m、贵州地勘局55.7万m、安徽地勘局49.4万m。

图1为17个省地勘局和3个行业部门3年来钻探工作总量调查统计及全国固体矿产钻探工作量与总资金投入额情况,可以看出,随着地勘资金投入的增加,钻探工作量也随之增加。钻探是解决资源环境问题最可靠的基础支撑,也是衡量地质找矿突破的重要指标。中国核工业地质总局地质找矿钻探工作3年的发展也具有一定的说服力,见图2。

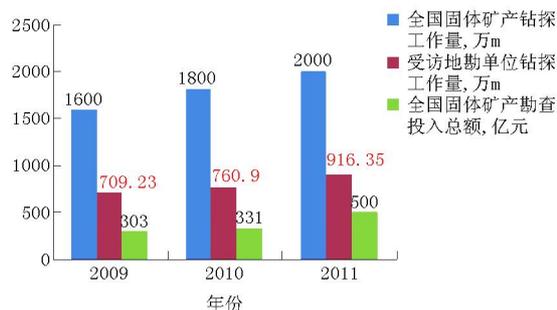


图1 全国固体矿产钻探与投入对比

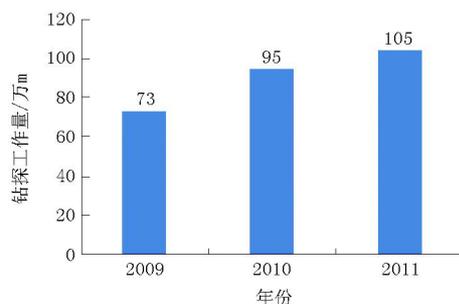


图2 中国核工业地质总局固体矿产钻探工作量

2.4 煤层气勘探开发成为新的热点,相关钻探装备需求旺盛

煤层气的勘探开发无论从环保角度、资源角度还是煤矿安全角度都具有重要意义。

我国煤层气资源丰富,埋深2000m以浅的煤层气地质资源量约36.81万亿m³,居世界第三位。但目前勘查程度低,探明地质储量的仅为预测资源总量的0.74%。煤层气的开发“十一五”期间才从零起步,施工煤层气井5400余口,形成产能31亿m³,2010年,煤层气产量15亿m³。2011年12月31

日,国家能源局发布了《煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十二五”规划》,《规划》制定了煤层气“十二五”的发展目标为:2015年,煤层气(煤矿瓦斯)产量达到300亿 m^3 ,其中地面开发160亿 m^3 ,煤矿瓦斯抽采140亿 m^3 ;“十二五”期间,新增煤层气探明地质储量1万亿 m^3 ,建成沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘两大煤层气产业化基地。《规划》拟定的“十二五”期间用于投资煤层气开发利用的各项投资共计达1200亿元,同时对煤层气开采及瓦斯发电等利用方式给予比目前更多的财政补贴^[5]。

煤层气的大规模勘探开发必将带动煤层气钻机设备需求量的增加。

3 地质钻探技术装备发展现状

钻探技术装备是钻探工程的重要组成部分,它随着钻探方法和钻探工艺的发展而变化,也直接影响着钻探技术水平的进步。钻探技术装备主要是指直接用于钻探施工的机械设备和装置,包括动力机、钻机、泥浆泵和钻塔等。这里主要对核心装备——钻机进行探讨。

3.1 国外地质钻探装备发展现状

3.1.1 全液压力头岩心钻机已成为主流机型

国外市场上全液压力头岩心钻机已经成为主流机型,已形成完整系列,具有如下结构特点:液压力头式回转机构、长行程的给进系统、液压绞车组成的提升系统、无级调速、机械化程度高、配套器具齐全、能做大范围钻孔角度调整的桅杆机构。

主要代表厂商有阿特拉斯·科普柯公司、宝长年公司,其系列全液压力头地表岩心钻机见表1。LF70型钻机可用直升机吊运,设计特点是拆开后的部件不超过554 kg,若干部件用轻合金制作,减轻总体质量。其设计为模块化、全液压、轻便、多功能,代表了最新的发展潮流。

表1 国外典型全液压力岩心钻机型号及钻深能力

生产厂家	钻机型号	N规格钻深能力/m
宝长年公司	LF70	705
	LF90	940
	LF140	1700
	LF230	2300
阿特拉斯·科普柯公司	CS10	800
	CS14/CT14	1200
	CS3001	1830
	CS4002	2450

3.1.2 新型中深孔钻机多为多功能钻机

随着复合钻探技术——即金刚石岩心钻探、空

气反循环连续取样钻探、空气潜孔锤取样钻探在一个钻孔中使用的钻进工艺的普遍应用,适用于该复合钻进工艺的多功能钻机得到快速发展。如:

加拿大国际钻探设备公司的CSR系列钻机,主要用于300~1000 m孔深进行反循环中心取样(CSR)作业,在美国、加拿大广泛用于金、铀和铁等地质矿产勘查;

美国雪姆公司的T系列钻机;

美国英格索兰公司的RD系列钻机;

澳大利亚U. D. R.公司的系列钻机。

3.1.3 自动化、智能化钻机在欧美地区成熟应用

阿特拉斯·科普柯公司研发成功的Diamec系列全自动钻机,为典型适合金刚石钻进的高转速低扭矩钻机,适用于地表或巷道内工作,包括DiamecU4APC、DiamecU6APC和DiamecU8APC型自动化钻机,其中DiamecU4APC型属第二代自动化钻机,真正实现了机台单人操作。该系列钻机的钻深能力为500~2000 m^[6]。

3.2 国内地质钻探装备发展现状

3.2.1 立轴式岩心钻机仍是主力机型

目前,我国地质钻探装备的设计和制造已具备一定的实力,立轴式岩心钻机在基本性能、技术水平上与国外基本接近。由于其造价低、操作简单、维修方便、可靠性较高,现仍然是国内地质岩心钻探的主力机型,占据了90%以上的市场份额^[7],几个典型产品见表2。

表2 国内典型立轴式岩心钻机系列及其钻深能力

型 号	钻孔深度/m	钻杆直径/mm
XY-8、XY-8B、HXY-8	<3000	50、60
XY-6B、HXY-6B	2000、1500	50、60
XY-5	1500、1000	50、60
XY-4、XY-44	1000、700	42、50
XY-2	530、385	42、50
CD-3、CD-2	1000、500	55.5

3.2.2 全液压力头岩心钻机正在飞速增长

“十一五”期间,我国地质岩心钻探装备得到了前所未有的快速发展。全国有十几个厂家开展了全液压力头岩心钻机的新一轮研发和传统立轴钻机的系列化工作,推进了地质岩心钻机、配套设备和钻杆钻具的现代化、系列化、专业化。国内相继研制成功的全液压力头岩心钻机有:中国地质科学院勘探技术研究所的YDX-4、YDX-5型;北京天和众邦勘探技术股份有限公司的CSD500、CSD1300、CSD1800、CSD3000型;山东省地质探矿机械厂的

XD-5、XD-6型;连云港黄海机械股份有限公司的HYDX系列;中国地质装备总公司的HCDU-5、HCDU-6、HCDF-6型;等等。见表3。

表3 国内典型全液压岩心钻机系列及钻深能力

生产厂家	钻机型号	N规格钻深能力/m
中国地质科学院勘探技术研究所	YDX-2、3、4、5	600、1000、1500、2000
北京天和众邦勘探技术股份有限公司	CSD500、1300、1800、3000	400、1000、1500、2300
山东省地质探矿机械厂	XD2、3、4、5、6	500、700、900、1200、2000
连云港黄海机械股份有限公司	HYDX-2、4、5、6、HCR-8	230、700、1300、1600、3000
中国地质装备总公司	HCDU-5、6	1500、2200

目前国产全液压力头岩心钻机已成系列并批量进入市场,钻进深度有300、600、1000、1500、2000、3000 m,钻机技术性能指标达到同类钻机国际先进水平,销售价格比进口钻机有一定优势,实现了我国地质岩心钻探设备技术升级和对进口装备的替代,为地质找矿和深部地质勘查提供了强有力的技术装备保障。

本次调查的数据表明,国内市场上的全液压力头岩心钻机中,国产的占到了70%以上,将逐步代替进口钻机。并且国产全液压力头岩心钻机已出口到亚洲、欧洲、南美洲、大洋洲的二十几个国家。

3.2.3 国产坑道钻机大规模发展

随着浅部资源越来越少,对老矿山进行深部和外围资源勘探的需求越来越迫切,而坑道勘探是利用地下井、巷进行勘探,相对于地表勘探能节省大量的钻探工作量,而且由于坑道内能进行全方位钻探施工,容易实现对危机矿山临近层资源的勘探,也是深部资源勘探的一种理想方法^[8]。

目前国内坑道勘探施工用的钻机主要有进口的阿特拉斯·科普柯公司的Diamec系列钻机、国产的XY系列岩心钻机和中煤科工集团西安研究院生产的ZDY高速系列钻机。Diamec系列钻机售价昂贵、配件服务周期长;XY系列岩心钻机钻进角度范围有限,在坑道中起下钻具困难。ZDY高速系列钻机是目前国内性价比合理、施工效率高且能满足坑道勘探需求的专用钻机,钻孔深度从75~1000 m,2011年投放市场达1000多台套,目前市场占有率达90%以上,是坑道钻机的主流产品,ZDY系列钻机技术参数见表4。国内坑道钻机销售量及其增长趋势见图3。国内有些单位看好这个领域的发展前景,已经开展了坑道钻机的研发工作,并小批量投放市场,其中代表性的产品有北京天和众邦勘探技

术股份有限公司推出的CKD600系列绳索取心坑道钻机,该钻机为国内第一台采用绳索取心钻探工艺方法的全液压力头坑道岩心钻机,多项性能指标已经达到目前国际先进水平。

表4 ZDY系列坑道钻机

机型	钻孔深度/m	终孔直径/mm	钻杆直径/mm	钻孔倾角/(°)
ZDY540	75	75	42	0~±90
ZDY650	100/150	75	50/42	0~±90
ZDY1200S	200	75	42/50	0~±90
ZDY1500T	250	94	63.5	0~±90
ZDY1900ST	300	94	63.5	0~±90
ZDY3200S	350/100	150/200	63.5/73	0~±90
ZDY6000S	600	150~200	89/73	0~±10
ZDY8000S	800	150~200	89	0~±10
ZDY10000S	1000	150~200	89	0~±10

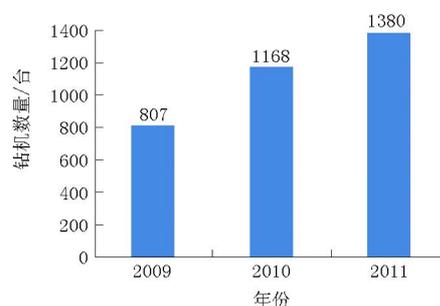


图3 近3年国内坑道钻机销量

3.2.4 煤层气钻机市场广阔

现行的煤层气钻探大多采用水源钻机、物探钻机或进口设备。进口煤层气钻机一般为全液压力头多功能车装钻机,自动化程度高,多功能、多用途,钻井效率高,可实现空气潜孔锤钻进、气举反循环钻进、跟管钻进等多种钻进工艺。但进口钻机购置费用高,维修成本也很高。国外典型全液压煤层气钻机型号及钻深能力见表5。

表5 国外典型全液压煤层气钻机型号及钻深能力

生产厂家	钻机型号	提升能力/kN	钻深能力/m
美国雪姆公司	T685WS	340	1000
	T130XD	590	2000
	T200XD	900	2800
德国宝峨公司	RB50	550	1500
阿特拉斯·科普柯公司	RD20	553	1500

国产煤层气钻机主要有散装和车装2种,散装的属于水源钻机,车装的属于多功能钻机。2008年石家庄煤矿机械有限责任公司研制生产了用于煤矿瓦斯抽采的SMJ5510TZY15/800Y型煤层气车载钻机,用 $\varnothing 114$ mm钻杆,钻井深度1500 m,最大开孔直径711 mm,提升能力达到800 kN。有关专家认为,

该钻机的研制成功,标志着我国煤矿瓦斯抽采关键装备实现了国产化,将改变此类设备主要依赖进口的局面^[9]。2009年连云港黄海机械股份有限公司研发出具有自主知识产权的MD-750型履带式煤

层气多功能钻机,与国外钻机相比结构简捷、性能优越、性价比高,是一款适合中国国情的煤层气钻机。此外一些相关厂家也陆续推出了煤层气钻机,见表6。

表6 国内典型煤层气钻机型号及钻深能力

生产厂家	钻机型号	装载形式	提升能力/kN	钻深能力/m
中国地质科学院勘探技术研究所	SDC-1000	全液压车装	462	1000
北京天和众邦勘探技术股份有限公司	CMD100	全液压车装	1000	2800
石家庄煤矿机械有限责任公司	SMJ5510TZJ15/800Y、SMJ5510TZJ25/1000Y	全液压车装	800、1000	1500、2000
宝鸡新时代石油机械厂	ZJ15/90	散装	90	1500
江汉石油第四机械厂	ZJ20/1470CZ	全液压车装	1470	2000
南阳二机石油机械厂	MZJ10/400、MZJ15/900	全液压车装	400、900	1000、1500
连云港黄海机械股份有限公司	MD-750	履带式	750	2200

通过全液压车装钻机的国产化及市场的逐步发展,全液压车装煤层气钻机在我国的市场应用将越来越广阔。

3.3 立轴式钻机与全液压动力头钻机对比分析

由于全液压动力头钻机转速范围宽,可无级调速,钻进平稳,同时其动力头通孔直径一般较大,能更好地满足不同钻进工艺方法的需要,搬迁、运移辅助时间短。例如,2006年新疆地质六队在黄山铜镍矿区施工了19个钻孔,设计孔深600~1400m,平均孔深905m,总进尺17162m。施工中采用了3种钻机,有进口的LF-90型和国产的YDX-3型全液压动力头钻机,以及XY-44、XY-5型立轴式钻机。钻进施工技术经济指标表明,全液压动力头钻机的机械钻速、台月效率和孔内事故时间等指标优于立轴式钻机^[10]。

对比分析及实践都证明^[11],桅杆式全液压钻机在1500m以浅取心钻孔施工中显示出优越的钻探效率和良好的机动性能。但随着钻孔加深,尤其在大于2000m的深孔取心钻探过程中,提下钻在整个钻探过程中所占时间和工作量的比例越来越大,桅杆式全液压钻机的综合钻探效率大打折扣,如何扬长避短,提高全液压钻机深孔提下钻效率,成为业内专家共同关注的焦点,并进行了有益的探索和尝试。如中国地质装备总公司与安徽313地质队联合研制的FYD-2200(HCDF-6)型分体式全液压岩心钻机和为汶川地震断裂带科学钻探项目(WFSD)研制成功的KZ3000型科学钻探深部取心钻探设备。

4 地质岩心钻机行业产销量分析

笔者调查了国内10个具有代表性的钻机生产

厂家近3年的地质岩心钻机的产能、国内外销售情况,调查结果及统计分析情况如下。

4.1 地质岩心钻机的销售情况(图4~6)

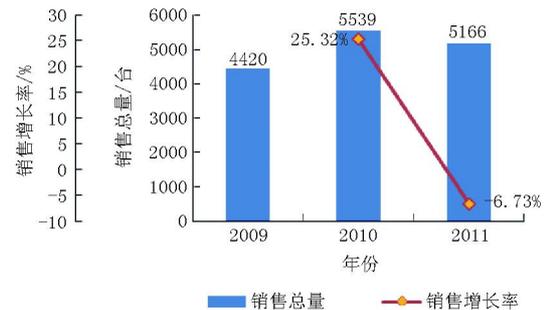


图4 国内厂家岩心钻机销售情况

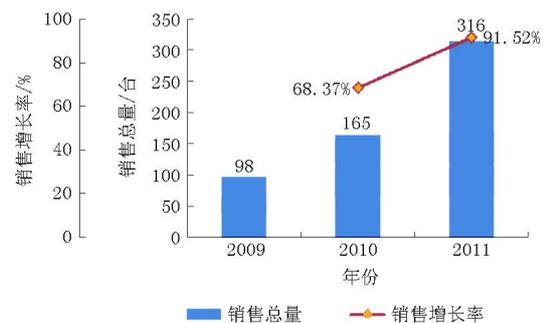


图5 国内厂家全液压动力头岩心钻机销售情况

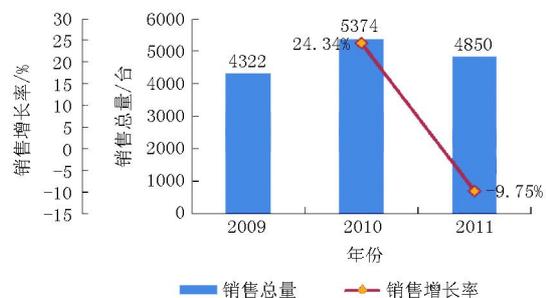


图6 国内厂家立轴式岩心钻机销售情况

分析图4~6可以看出,2010年国内岩心钻机

生产厂家立轴式岩心钻机销售总量(内销加出口)相对于2009年有24.34%的增长,但是2011年相对于2010年却下降了9.75%。国内岩心钻机生产商的全液压力头式岩心钻机在2009、2010和2011年分别实现了98台、165台和316台的销售数量,2010年和2011年的销售增长率分别为68.37%和91.52%。

4.2 全液压力头岩心钻机销售占比增长,立轴式钻机占比下降(图7~9)

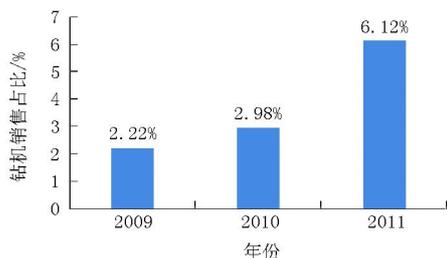


图7 国内厂家销售的岩心钻机总量中全液压力头岩心钻机占比

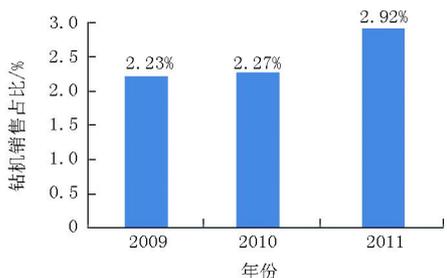


图8 国内市场全液压力头岩心钻机销售占比

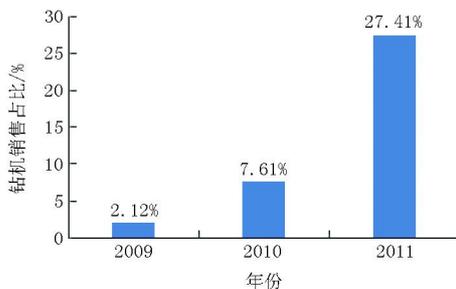


图9 出口市场全液压力头岩心钻机销售占比

分析图7~9可以看出,国内市场全液压力头岩心钻机2009、2010和2011年销售数量占国内市场岩心钻机销售总量(全液压力头岩心钻机+立轴式岩心钻机)比例分别为2.23%、2.27%和2.92%,呈现持续增长态势。中国地质调查局在编制“十二五”部署时,组织专家对勘查技术的需求做过一些分析,钻探提出到2015年我国全液压钻机比例要达到30%^[15]。可见,我国目前全液压力头岩心钻机的占比距离上述要求还有相当大差距,全液压力头岩心钻机还有很大的国内市场开拓空

间,保守估计,在未来5年内国内市场全液压力头岩心钻机销售数量将会保持70%以上的增长率,预计2015年国内全液压力头岩心钻机销售量达到2500台以上。出口市场上,全液压力头岩心钻机2009~2011年连续3年的占比为2.12%、7.61%和27.41%,同样呈现大幅连续增长态势。全液压力头岩心钻机销售数量占比的连续增长,带来的就是立轴式钻机销售数量占比的连续下降态势,这和我我国地勘单位装备升级和技术进步的情况是一致的,显示出了全液压力头岩心钻机对传统立轴岩心钻机的技术和市场替代趋势。

4.3 国内岩心钻机生产厂家积极开拓国际市场,出口呈现迅猛增长

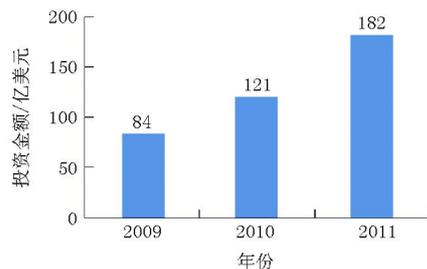


图10 有色金属全球矿产勘查投资(MEG)

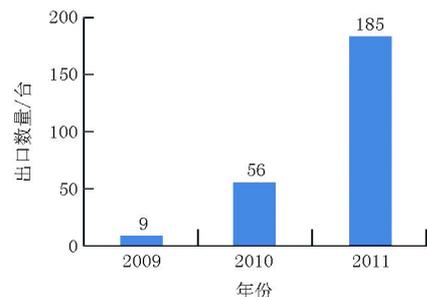


图11 国内厂家全液压力头岩心钻机出口数量

由图10、11可以看出,随着全球勘查投资的增长和我国全液压力头岩心钻机设计、生产技术的逐步成熟,不仅实现了对进口设备的替代,还走向国门,快速抢占国际市场。随着金属价格的上涨和市场条件的日趋稳定,大多数国际矿业企业在金融危机后迅速增加其矿产勘查投资预算,2009、2010和2011年加拿大金属经济集团(MEG)发布的有色金属全球矿产勘查投资分别为84亿、121亿和182亿美元,2009年全球勘查投资增长为44%,2010年增长超过了50%,预计未来5年内,全球矿产勘查投资平均增长率将保持在40%以上。金属经济集团统计的有色金属勘探范围包括贵金属和贱金属、钻石、铀及某些工业矿物,不包括铁矿石、铝、煤炭等其他固体矿勘查投资,如果加上这些矿产勘查投资,投

资金额增加1倍以上。一般来说,国外人力成本的高企促使各矿业企业更愿意增加勘探设备的投资以替代人力成本,国外矿业企业矿产勘查投资金额的20%以上将会投向地质岩心钻机(国内勘探单位勘查投资金额投向岩心钻机的比例一般在15%左右),因此国外地质岩心钻机市场容量巨大,国内一些有技术实力的厂商努力开拓国外市场,取得了良好的成绩,2009年、2010年和2011年出口全液压力头岩心钻机数量分别为9、56和185台,2010年和2011年出口增长率分别高达522.22%和230.36%,预计未来5年内,国产全液压力头岩心钻机出口复合增长率将保持在150%以上。

5 地勘单位在钻探技术及装备方面存在的问题

国内矿业大省的地勘单位对钻探新技术、新设备的推广应用非常重视并有强烈需求,由图12~14可以看出,调查统计的地勘单位2010年和2011年购置先进的、高效的全液压力头岩心钻机增长率分别为17%和20%,其购置的数量则占到了全国全液压钻机销量的大部分;而立轴式岩心钻机增长率从2010年的18.6%下降到2011年5.8%,其购置的数量仅占到了全国立轴式岩心钻机销量的小部分。近3年,地勘单位购置的全液压力头钻机仅占到岩心钻机购置总数的10%~11%,在总的岩心钻机保有量上,全液压力头钻机的比例更低,由此可见,即使是对钻探新技术、新设备的推广应用非常重视的矿业大省,其全液压岩心钻机的占比离文献[15]提到的30%的要求也还有较大差距,进一步说明我国的全液压力头岩心钻机还是有很大的市场开拓空间。

调查显示,目前地质找矿勘查工作中存在的主要技术问题有:

(1) 易斜地层钻孔弯曲难以控制;

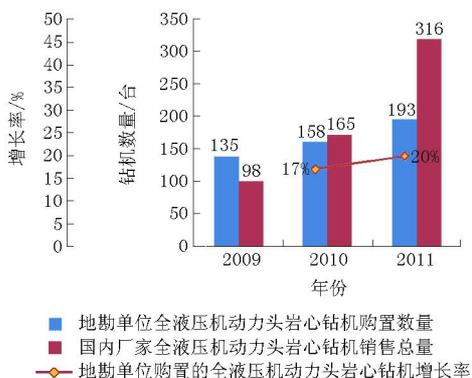


图 12 地勘单位全液压力头岩心钻机增长趋势

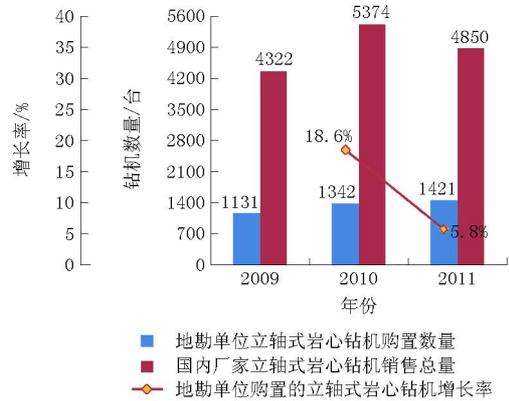


图 13 地勘单位立轴式岩心钻机增长趋势

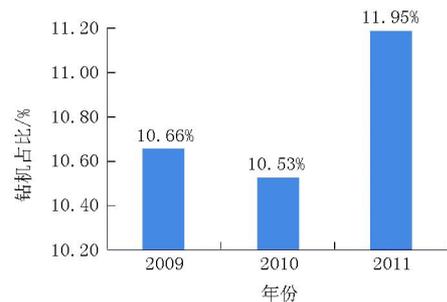


图 14 地勘单位购置全液压力头岩心钻机占比

(2) 复杂地层钻探中的地层开放性漏失,冲洗液难以解决坍塌、漏失、倾斜等护壁问题;复杂松散破碎地层钻进事故多、效率低、岩矿心采取率达不到要求;

(3) 超过1500 m深孔钻探设备及技术工艺水平不高;

(4) 有的地勘单位除全液压力头钻机外的其他所有钻机都承包给了个人,钻探技术水平参差不齐,都以普通钻进为主,遇到地层复杂且难度大钻探任务无法保证完成,钻探新技术、新工艺推广应用得不到重视,引进新设备积极性不高,有可能造成钻探市场竞争力减弱。

6 建议推广应用或引进的钻探技术和装备

调查表明,大多数地勘单位对引进和推广应用新设备、新工艺、新技术有迫切需求,建议和要求推广和引进的技术及装备如下:

(1) 引进全液压力头岩心钻机、超深孔立轴式岩心钻机、全液压力坑道钻机,普遍认为全液压力头式岩心钻机是今后的发展方向,但目前售价仍比较高,建议降低成本及销售价格;

(2) 由于林地、山地交通不便,涉及到林业保护等问题,急需引进便于搬迁的便携式全液压力岩心钻

机;

- (3) 新型有效的护壁堵漏材料;
- (4) 螺杆马达液压孔底动力钻进技术;
- (5) 复杂地层跟管钻进技术;
- (6) 液动、气动潜孔锤钻进技术;
- (7) 复杂地层钻进、取心技术;
- (8) 定向孔钻进技术;

(9) 在坚硬破碎等地层采用绳索取心冲击回转钻进方法有明显的技术优势,应进一步推广应用;

(10) 建议推广空气反循环中心连续取心钻进方法,提高钻探效率。

7 “十二五”期间地质找矿钻探装备发展建议

(1) 首先钻探设备要实现国产化和现代化,要提升自主创新能力,形成一批具有自主知识产权的高端名牌产品,以及适应用户需要的个性化产品。装备行业通过体制创新和机制转换,形成结构合理、加快发展的态势,实现全行业的持续、有效、协调发展。要有做成全球钻探设备强国,将中国创造和制造的钻探设备销售到世界各地的战略规划^[15]。

(2) 文献[15]提到的“十二五”期间对钻探技术及装备的要求:到2015年全国平均台月效率应达到800 m(国际水平在1000 m以上),台年进尺达到4000 m,全液压钻机比例达到30%,金刚石钻头平均寿命达40 m,钻杆使用寿命达10000 m。目标很高、任务很重,实现起来有相当难度。

(3) 钻探装备方面要实现全液压化、智能化和模块化、轻便化,提高以金刚石绳索取心技术为主体的新型钻探方法的效率和质量,解决我国西部特殊景观区资源调查需要的轻便高效钻探技术装备,发展直升机搬迁、易拆装的钻探设备及相关工艺技术方法^[15]。

(4) 要重点发展深部资源勘探的相关技术和装备,解决第二勘探空间安全、精确、低廉的成套设备。开展深部新型全液压力头系列岩心钻探设备和关键技术研发:

- 3500 m 以内深部地质钻探技术研究;
- 5000 m 以内深部地质钻探技术研究;
- 7000 m 以内深部地质钻探技术研究;
- 10000 m 以内深部地质钻探技术研究;
- 2000 m 车载水井钻机及配套工艺技术研究;
- 系列反循环钻探装备及配套工艺技术研究。

(5) 开展自动化、智能化钻进系统研究。

(6) 研究先进可靠适用的多功能、多工艺取心钻具及工艺。

(7) 高强度钻探管材、新一代超硬材料及岩石破碎工具、泥浆技术体系等的研究。

(8) 推广与示范如下新方法和新技术:金刚石绳索取心钻进技术、液动冲击回转钻进技术(硬岩、深孔钻进)、受控定向钻进技术(固体矿产易斜地层)、新型泥浆材料、多介质反循环钻探组合钻探技术(典型示范,野外矿区施工);

(9) 在西部干旱、半干旱缺水地区,大力推广节水钻探技术和空气泡沫钻探技术;

(10) 研制大型地下水资源勘探开发和抢险救援用快速成孔钻探技术装备;

(11) 积极开展超深孔科学钻探技术及科学钻探所用装备的研究。

参考文献:

- [1] 张林霞,等.探矿工程学科发展研究——2008~2009地质学科学术发展报告[M].北京:中国科学技术出版社,2009.
- [2] 王学龙,叶建良,张林霞.“十一五”期间探矿工程技术主要进展[A].第十六届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集[C].北京:地质出版社,2011.
- [3] Metals Economics Group's 21nd Corporate Exploration Strategies Study[Z].2011.
- [4] Metals Economics Group's 22nd Corporate Exploration Strategies Study[Z].2011.
- [5] 国家能源局.煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十二五”规划[Z].2011.
- [6] 左汝强.推进钻探技术与装备现代化 加快矿产资源勘查开发[J].地质装备,2008,(1).
- [7] 刘跃进.岩心钻探设备的现状与发展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1).
- [8] 殷新胜,魏欢欢,凡东,等.中深孔坑道勘探技术与装备的研究[A].第十六届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集[C].北京:地质出版社,2011.
- [9] 高加索.煤层气钻机的性能探析和发展方向[J].石油机械,2010,(6).
- [10] 孙建华,周红军,王汉宝,等.深孔岩心钻探装备配置应用技术趋势分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5).
- [11] 黄江波,朱江龙,刘跃进.我国钻探技术装备“十一五”回顾与“十二五”展望[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(1).
- [12] 张永勤.我国地质找矿取心(样)钻探技术设备现状及提高效能的分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(8).
- [13] 王江,彭一江,韩兰新,等.提高立式轴式岩心钻机绳索取心钻探效率的技术革新[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(S1).
- [14] 王达.深孔岩心钻探的技术关键[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,S1.
- [15] 王达.我国地质钻探设备发展战略探讨[J].地质装备,2009,(6).