

我国钻探技术与装备开发引进应用新格局

许刘万,王艳丽,伍晓龙

(中国地质科学院勘探技术研究所,河北廊坊 065000)

摘要:随着国外钻探技术与装备在我国近年来引进应用,大大促进了国内钻探技术水平的提高。从钻探工艺方法到装备的全面配套都有了新的发展,应用领域不断扩大。根据钻探工作者目前所关心的钻探新工艺及新设备,紧密结合生产施工需求,从使用角度对我国引进的新型钻探设备消化吸收提出了建议,以利于研究单位和生产厂家借鉴。

关键词:钻探技术;钻探装备;开发引进;消化吸收;应用领域

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)S1-0012-04

1 钻探技术应用领域基本概况

近年来,我国钻探技术水平取得了较大的进步和发展,在科学发展观的引导下,钻探技术与装备的开发引进及消化吸收,为施工单位和企业 in 市场竞争中提出了迫切需要解决的新课题。对于有些单位钻探技术与装备更新换代方面发展相对缓慢,水平还停留在上世纪末的水平。这里面除了决策者的重视程度和单位的经济实力原因外,还有难以摆脱的外部环境因素影响等,大大降低了单位购买和厂家的研发能力,使得落后的钻探技术水平严重制约了单位的发展。随着国内外工程招标和新的低碳经济建设项目对钻探水平要求越来越高,面临的竞争压力将会越来越大。为了改变技术落后造成的竞争力不足,除了加强人才的培养和理论体系、技术创新外,必须加大装备技术的更新力度。也是提高工作效能、单位效益,实现安全生产、体现以人为本的需要。在国内外市场一体化融合的过程中,经济效益好的大型单位应带头推行装备革命,依靠先进的装备抢占市场,促进产业结构调整;依靠先进的装备深化技术服务能力,提高钻探工作效率,促进行业技术创新。

由于钻探市场的巨大变化和发展,除了钻探技术的不断进步外,主要是形成了应用领域的新格局。如钻探技术既应用于地质勘探,也应用于水井、地热井、煤层气井、大口径瓦斯排放井、矿山抢险救援井,尤其针对中国城市空气污染问题突出,各地政府正面临既要保增长又要环保达标的问题,天然气大有用武之地。国家对天然气产业的投资热情持续升

温,页岩气革命鼓舞人心,钻探技术与装备也正处于转型时期,这就引起了许多施工单位和厂家规划未来,如何开发引进新型钻探技术投身到这一领域中去。所以结合国情实行开发引进,这也是大家最为关心的事。

2 地质勘探领域的发展应用

众所周知,地质工作是经济社会发展重要的先行性、基础性工作,而且服务于经济社会的各个方面。然而《国务院关于加强地质工作的决定》为地质勘探工作的开展带来了好的机遇,国家对矿产资源勘探的投入也不断加大,工作任务迅速增加,地质钻探技术装备需求猛增,各单位采购更加积极。同时为方便施工单位对新技术和新设备的需求和掌握,上级主管部门曾经举办了各种学习班,加大推广新技术,这一切措施都对我国地质技术装备的研发与引进起到了推动作用。从市场供应来看呈现出品种多样、厂商众多、需求旺盛的新局面。从大多数地勘施工单位使用来讲仍然以国产装备为主,并且立轴式岩心钻机占据了主导地位。

虽然传统的钻机、钻具、仪器在地勘施工中承担了大量的生产任务,但因效率低、工人劳动强度大、施工成本高等问题,还不能满足地质勘探市场新的需求。在此情况下,国外先进的地质技术装备进入我国地质勘探市场,不仅提供了高新技术,关键是促进了我国地质勘探技术水平的提高。进口的钻机大多数为中深孔全液压动力头式,主要为阿特拉斯·科普柯公司的CS1000P6、CS-14型,宝长年公司的

收稿日期:2013-06-30

作者简介:许刘万(1954-),男(汉族),陕西白水人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,探矿工程专业,从事水文水井、工程钻探设备及各类钻具和钻探工艺的研究,多工艺空气钻进技术推广,进口全液压动力头车装钻机、国产各类钻机、机具的配套研究等工作,河北省廊坊市金光道77号,13903168519@126.com。

LF-70、LF-90 型,山特维克(原澳大利亚 UDR)公司的全液压中深孔岩心钻机。

这些设备以其优良的机械性能和工艺适应性在地质勘探领域起到了很好的示范作用,并得到了用户好评。在使用中钻孔质量及钻进效率与立轴式钻机比较优势明显。特别是进口设备配套的钻具使用

寿命也比国产的高 2 倍以上,岩心采取率以及可靠性均比国产的高。存在的主要问题是购置价格昂贵,售后服务不够及时,施工进度会受到影响,用户有后顾之忧。

目前国内常用的岩心钻探设备如表 1 所示。

表 1 地勘队伍目前施工机台设备配套情况

孔深/m	钻 机	钻 塔	泥 浆 泵	动 力
400	XY-2、XD-2、HYDX-2、CSD500、CS500	A 形塔、四角塔,13 m	BW-150	电机/柴油机
600	XY-4、YDX-2、XD-3、LF70、CS1000P4	A 形塔、四角塔,13 m	BW-160/10	电机/柴油机
1000	XY-4、YDX-3、CSD1300、HYDX-4、XD-4、LF90、CS1000P6、CS14	A 形塔、四角塔,13/18 m	BW-160/10、BW-250	电机/柴油机
1500	XY-5、YDX-5、CSD1800、HYDX-5、XD-5、LF140、CS3001	A 形塔、四角塔,13/18 m	BW-350、BW-250	电机/柴油机
2000	XY-6、XY-8、YDX-5、CSD3000、HYDX-6、CD-6、FYD2200、LF230、CS4002	A 形塔、四角塔,13/18 m	BW-300/16、BW-280/12	电机/柴油机
3000	XY-8、XY-9、XD-35DB、KZ3000	K 形塔、四角塔,24/31 m		电机

目前金刚石绳索取心钻探工艺在我国已经得到普遍应用,除深孔施工钻杆还存在可靠性问题外,其它应用效果还比较满意;绳索取心液动潜孔锤钻进新技术已得到大面积推广,产生的经济效益和社会效益非常显著。定向钻进工艺、空气反循环连续取样高效钻探技术也已成为大家关心使用的热点,同时也是地调科研项目当前推广示范的主要内容。

矿产作为能源和工业原料具有不可取代性;矿业被公认为是具有持续发展特点的支柱产业;再加上国家对深入研究地球科学和环境变化科学的高度重视,超深井钻探不断兴起,如江苏东海的科钻一井(CCSD-1)、汶川地震科学钻探井、松科钻探 1 井和 2 井等充分说明了在地质勘探领域钻探工程的重要性。

3 钻探生产(开采)领域

3.1 应用领域

随着国民经济建设的需求形势变化,钻探技术的应用领域亦有新的拓展。主要包括以下 3 个方面。

3.1.1 与地质矿产有关的(地质是目的、钻探是手段)

(1)地质勘探:石油、煤炭、冶金、黄金、核工业、钾盐、水文等。

(2)矿井生产技术服务:注浆、通风、排水、堵水、瓦斯排放、救援等。

(3)直接生产井:石油、天然气、煤层气、天然气水合物、页岩气、水井、地热井、盐井等。

3.1.2 与工程建设有关的(钻探施工过程尤为重要)

(1)工程勘察:市政、水电、铁路、环评、地质灾害。

(2)工程施工:桩基础及地基托换、非开挖、地源热泵、锚杆、地质灾害治理等。

3.1.3 其它

广泛应用的是水井、油气井、钻孔采煤等。从全世界看 70%~90% 城市生活饮水依靠地下水,而我国 80% 以上湖泊已非净水。这样钻采地下水资源在世界钻探工业界一直占有非常重要的地位。原因是人口激增、工农业迅速发展、生活要求高标准;使得地表水不可避免污染和土地沙漠化侵袭等。现在我国已加大治理,虽有改善,但还需做大量的工作,解决边远山区、干旱缺水地区人畜基本生活用水。除上述水井以外,与水井有关的还有地热井、矿泉水井,这是人们公认的清洁环保能源,在 21 世纪得到国家重点扶持。现阶段我国地热井开发技术在孔深 2000~4000 m 已日趋成熟,并在全国不少地方实施。

石油与天然气井逐年增加,况且小油气田、浅层油气田、煤层气井越来越引起世界许多国家的重视,海上油气田的勘采也是越来越多。各国石油天然气钻机的数量和钻进深度更加与日俱增。我国石油钻机的发展,驱动型式由机械、液力向电驱动方向发展。电驱动钻机由直流电向交流变频方向发展。钻机混合驱动形式——液电、机电。钻机的近代技术:液控盘式刹车;交流变频驱动;顶部驱动系统;液压驱动钻机。钻机今后的发展趋势:数字化、信息化、自动化、智能化;高适应性;高经济性;高可靠性;高移运性;大型化。钻机控制系统由模拟式控制系统

逐步转化为数字式控制技术,并朝着智能化控制方向发展:智能化;网络化;开放化。我国煤层气参数井、生产井用钻机种类:有些单位选用水井钻机、小型石油钻机、进口全液压动力头钻机、国产全液压动力头钻机。

在开采可溶性矿产盐卤井的同时,现已扩大到芒硝、碱等矿产。利用水力破碎或化学浸析的矿产也通过钻孔采矿,这种新型采矿技术,相对矿山巷井法采矿和露天采矿来说,有其自身的优点和很好的经济意义。

3.2 引进新型钻探生产装备的意义

根据以上钻探所涉及的领域及其发展背景,从我国实际国情出发,并着眼当前及未来长远计划,开

发引进若干新型钻探设备是非常必要的,也是十分迫切的。主要是在市场竞争越来越激烈的今天,开发与引进新型钻探设备是相当一部分施工单位及制造厂家生存与发展的举措,积极调整经营思路和发展战略,不断拓宽国内外市场业务,在向高难度钻探施工进军的同时努力扩大施工范围,除了已有的钻机外,进一步提高钻机的先进性,不断增强施工实力,为钻探业进步和发展做出更大的贡献。如我国煤田系统、地矿系统、部队集水团等单位现在引进的国外不同性能结构的钻机(见表2),都充分说明了这一点。为满足不同用户的需求,有些企业和科研单位仍在不断消化吸收开发新产品。

表2 国内进口的特殊多功能全液压动力头钻机情况

国家及公司	钻机型号	用途领域
美国雪姆公司	T685WS;T130XD;T200XD;T685WS-C(履带式)	煤层气井、矿山抢险救援井、水井、页岩气勘探井
美国钻科公司	SS-70;SS-120PR;SS-185K;SS-200K;	煤层气井、浅层油气井、矿山抢险救援井、水井、地热井
瑞典阿特拉斯·科普柯公司	RD20;T3WDH50;T3WDH70;DH60(空气反循环)	煤层气井、水井、勘探井、空气反循环连续取样
德国宝峨公司	RB50R2;RBT90	煤层气井、水井、大口径特殊井
意大利土力公司	G-55;G-75	煤层气井、水井、地热井、页岩气勘探井

3.2.1 对我国水井、地热井以及新能源钻探设备的推动作用

目前国内在1000 m内水井施工选用设备种类繁多,水平参差不齐。有用岩心钻机改造的,也有国内设计制造的,也有从国外引进的。在地热井方面来说,用户选择钻机的范围较少,除从本行业的厂家考虑外,有条件的还选用石油上有关钻机。另外,随着常规能源枯竭的加快,世界各国在美国页岩气革命的带动下将目光转向了页岩气,更是将页岩气视为解决能源需求紧张、发展清洁能源的最有效途径。我国也是如此,同时对厂家也带来了机遇,从长远看无疑要以国内为主来发展这一领域的施工设备。但从我国水井、地热井以及新能源钻探设备的飞速发展看,通过在这些领域设备的研究与引进应用,实现了发展自主创新从引进到研发生产阶段。一些落后的机型除生产厂家已放弃外施工单位也趋于淘汰,学习国外先进的技术追求高水平的钻探设备已成为生产厂家发展的方向。

3.2.2 我国这一领域钻探设备与国外产品的差距

总体水平与国外先进水平相比差距还较大,主要表现在以下几个方面。

(1)在常规的水井钻机方面,国外已普遍采用全液压动力头车装式或履带式钻机,传统式转盘钻机目前在发达国家已很少制造和应用。而我国目前

还以这类钻机为主,不能很好地满足钻进工艺的要求,通用性和标准化程度极差。

(2)国外流行的全液压动力头式钻机,我国研制和应用仍处于起步阶段,适用于多功能的钻机可以说还是空白,难以满足反循环钻进、定向钻进等多种钻进工艺发展的需要。

(3)钻机的标准化、系列化、通用化程度不高,产品系列不完善,装载型式单一,缺乏国外拼装式(模块)设计的先进钻机。

(4)钻机的控制系统、运行和工况的监测系统落后、钻进参数监测仪表还不够完善。

3.2.3 对发展我国钻探设备及技术创新建议

由于我国目前钻探设备与技术方法还比较落后,出现的问题如钻探效率低、成本高,严重制约了钻探技术水平的提高。因此,加强各种资源的勘探开发力度,大力推进钻探技术与装备的现代化,研究开发先进钻探技术和装备已迫在眉睫,而且也是钻探施工单位的共同心声。

(1)研发各种全液压动力头钻机及配套技术,解决我国资源钻探中的关键问题,形成具有我国自主知识产权的、先进的全液压动力头钻探装备系列,加快研制页岩气和大口径瓦斯排放井特殊钻机,积极研制新型的水井及地热井钻探设备,改进钻探工艺,提高钻机的机械化、自动化水平,缩小同国外先

进水平的差距,实现我国钻探技术跨越式发展。

(2)在研发钻探设备的前提下,首先应对配套的工艺加深了解。尽可能实现多工艺,克服以往设备研制同钻探工艺结合甚少的弊端。从钻探技术飞速发展对设备的要求看,常规的泥浆正循环已满足不了施工要求,导致新研制的产品推广受到限制。

(3)加快培养高素质钻探技术人员及先进钻探设备的推广应用,已成为我国目前许多单位必须认真对待的问题,当施工中要实现多工艺钻探方法以及先进的设备操作难度加大时,钻工的技术水平是否跟的上,购置新产品时就要考虑,不然会影响生产。

4 搞好钻探技术创新,不断推广钻探新工艺

钻探工作的快速突破进一步实现了资源的快速转化,钻探施工领域不断扩大,使钻探装备不断更新换代,性能实现新的跨越。配套工艺日臻完善,装备水平越来越高,这些均为用户施工提供了技术支撑。面对新的形势,施工超深、超难,要想在市场上占有一席之地就必须投入资金更新装备、购置满足施工要求的配套设备与机具,完善配套设施。新的形势,新的任务,新的要求,对施工单位来说就要积极应对。只有这样钻探技术创新才能满足快速发展的需要,才能实现专业优势向产业优势的转换,才能切实把生产能力转化为经济效益。

从国内外钻探技术水平对比来看,目前许多单位购置的国外几家公司的多功能钻机,除了设备性能先进外,关键配套的工艺都是以多工艺空气钻进为主,一方面钻进效率高,另一方面在干旱缺水地区施工解决了钻探技术难题。现在国内钻机生产厂家和施工单位都已认识到多工艺空气钻进技术的优越性。所谓多工艺空气钻井技术,就是根据地层条件,因地制宜分别采用气动潜孔锤钻进、气举反循环钻进,而这些技术都是经过生产实践检验成熟技术,只需在现有设备机具条件下进行配套,就可迅速投入生产应用。与常规钻探技术方法相比,气动潜孔锤钻进效率可提高十几倍,气举反循环钻进效率可提高2~3倍,钻探成本降低50%以上。随着多工艺空气钻进技术科研成果的转化,以及大力推广应用,产品不断丰富,服务领域不断扩大。该技术除在水井、地热井广泛应用外,近年来已在大口径煤矿瓦斯排放井、大口径煤矿冷气井、大口径矿山抢险救援井、煤层气井、油气田井、太阳能井、地源热泵井、回灌井、地质勘探及各种大口径工程施工孔采用,范围

越来越广。

为满足不同领域施工需要,我们已经研发出不同结构的气水龙头、150~225 t的大通孔石油水龙头,适应不同钻机的双壁气盒子。Ø89、102、108、114、127、140、168、178、194、219 mm等多种规格的石油摩擦焊双壁钻杆。用于转盘钻机的双壁主动钻杆已从常规的108 mm×108 mm、133 mm×133 mm到168 mm×168 mm、178 mm×178 mm、190 mm×190 mm、210 mm×210 mm、220 mm×220 mm、245 mm×245 mm,均为石油整体式结构。中高压反循环气动潜孔锤,集束式正、反循环气动潜孔锤,气举反循环钻进用各种牙轮钻头、滚刀钻头、镶齿连续取心四牙轮钻头,以及反循环排堵装置、取样装置、旋流器、分样器、孔口密封装置、卸扣装置、附属配套工具、各种打捞工具,并且还有适应多种钻进工艺的泡沫剂等。为进一步推广应用我们还建立了科研室供大家学习了解。

5 结语

在国民经济建设中钻探工程行业是一项必不可少的技术方法。过去、现在和将来,在人类物质文明创建中具有不可取代和持续发展的特点。“十二五”期间,我国对矿产能源和现代化建设的需要,开发、引进新型钻探设备势在必行、刻不容缓。这也是国家在关键技术方面谋求快速发展、缩短差距、赶上世界先进水平的必由之路,也是推动我国钻探技术水平迈向新台阶最好的途径。

参考文献:

- [1] 黄振群. 试谈我国钻探设备的发展方向[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1992, 17(1): 105-111.
- [2] 张伟. 21世纪大陆科学深钻技术发展展望[J]. 探矿工程, 1999, (S1): 169-171, 183.
- [3] 许刘万,等. 多工艺空气钻进技术及其新发展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(10): 8-14.
- [4] 马家骥. 我国石油钻机的发展与对策[J]. 石油机械, 2001, 29(5): 1-5.
- [5] 张金昌. 地质岩心钻探技术及其在资源勘探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8): 1-6.
- [6] 许刘万,等. 我国水井钻探设备的发展及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(4): 1-7.
- [7] 苏长寿,等. 系列高效液动锤的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(3): 27-31.
- [8] 杜贵亭. 钻探技术在超大瓦斯抽排井施工中的应用[J]. 中国煤层气, 2010, 7(4): 31-35.
- [9] 许刘万,等. 我国地热资源开发利用及钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(4): 1-5.