

中国水文水井钻探技术及装备应用现状^{*}

许刘万¹, 曹福德², 葛和旺³

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 东北煤田地质局 103 勘探队, 辽宁 辽阳 111000; 3. 内蒙古第五地质勘查开发院, 内蒙古 包头 014014)

摘要: 论述了我国水文水井钻探技术在地下水资源(特别是深层地下水资源)开采与利用中的重要作用。针对水文水井钻探技术特点及在该领域的钻探技术水平, 结合我国水文水井钻机发展应用现状, 用实际应用事例进行分析, 提出了我国水文水井钻探技术及装备应用的想法和建议。

关键词: 地下水资源; 水文水井钻探; 钻进工艺; 钻探装备

中图分类号: P634.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)01-0033-06

Current Situation of Application of Drilling Technology and Equipment for Hydrological Well/XU Liu-wan¹, CAO Fu-de², GE He-wang³ (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. No. 103 Team of China Northeastern Coalfield Geological Bureau, Liaoyang Liaoning 111000, China; 3. No. 5 Institute of Geological Exploration and Development in Inner Mongolia, Baotou Inner Mongolia 014014, China)

Abstract: The important function is detailed on drilling technology for hydrological well applied in exploitation and utilization of underground water resources, especially in deep layer. In view of the characteristics and level of drilling technology for hydrological well, and present situation of development and application of hydrological well drilling rig in China, some opinions and proposals on application of hydrological well drilling technology and equipment are put forward with field cases analyzed.

Key words: underground water resources; hydrological well drilling rig; drilling technology; drilling equipment

水文水井钻探是探测和开采地下水资源的重要手段之一。近年来, 由于我国工农业生产发展的需要, 大量的开发利用地下水资源, 地下水位逐年下降, 建井越来越深, 成本越来越高。因此, 建井技术、钻探设备、成井工艺也需要随之提高、更新。如何结合我国水文水井钻探技术特点, 尽快研制有独特风格而在主要技术指标上又能赶超世界先进水平的新颖钻探设备以及创造先进的钻井工艺, 已成为从事水文水井钻探技术工作者的一项光荣而艰巨的任务。

1 我国水资源现状

我国是水资源贫乏的国家, 缺水已成为一个社会问题, 也是一些地区贫穷落后的一个重要原因。

根据世界各国平均人口占用水量(包括地表水及浅层地下水), 中国约为世界人均水资源量的 1/4, 被联合国列为 13 个贫水国家之一。而中国北方地区人口占用水量仅为南方地区的 1/5。中国水资源存在三大难题: 北部地区缺水、南部地区

洪涝及城市与工业地区水污染。我国西北、华北地区的缺水面积相当于国土面积的 50%, 全国 600 多个城市有 400 多个供水不足, 其中严重缺水的城市 100 多个, 月缺水量达 1500 万 t。因为缺水全国工业产值平均每年减少 2000 多亿元。由于大量集中开采浅层地下水资源, 造成一系列生态环境问题, 包括地下水污染、河道常年断流、城市地面沉降、沿海海水入侵、地下水咸化、洼地干枯萎缩, 浅层地下水(即地表水)天然补给速度低于过分开采速度等。中国城市水资源缺乏原因分析主要是大中型城市流动人口剧增, 生活污水相应增多, 供需关系紧张。水资源时空分布极不平衡, 每年夏季由于天气酷热, 自然造成用水高峰期, 一旦久旱无雨, 使得可供水资源进一步减少。供水设施建设与经济发展不成比例, 造成城市供水量严重不足, 经济发展的事实说明, 缺水不仅严重影响人民群众的基本生存, 更是造成长期贫穷的主要原因。

解决缺水地区人畜饮用水问题已迫在眉睫。水资源是重要的矿产资源, 国家“十一五”计划纲要强

^{*} 本文为“2006 中国(上海)国际地质科技论坛”报告之一

收稿日期: 2006-12-05

作者简介: 许刘万(1954-), 男(汉族), 陕西人, 中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师, 全国水井钻机情报网顾问, 探矿工程专业, 从事水文水井、工程钻探设备、各类钻具及钻探工艺的研究、推广工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, 13903168519, xuliuw@126.com。

调水资源的可持续利用和开源节流并重,要求合理利用地下水资源。国土资源战略中亦要求把地下水资源的勘查、开发和有效利用放在突出位置,尤其要把“加强西北重要工业、农牧业开发区、重要城市、黄土高原等缺水地区和地方病重灾区,防病改水及地下水勘查”,“优化地下水资源利用布局”特别列入“十一五”计划纲要中。

为了解决好我国严重缺水问题,许多专家积极献计献策,共同为开采地下水“把脉会诊”,国家正在加大宣传与教育提高全社会对地下水循环规律的认识,遵循地下水与地表水多次相互转化、相互调剂的关系,提高水资源总利用率,开展深层地下水井及地热井钻探新技术研究,积极促进科技成果转化,包括研制不同类型的深水井钻机和与之配套的新技术工艺方法,加强已有科技成果的综合深入研究,坚持科研与生产单位之间的密切结合,集中优势技术力量,尽快研究解决目前我国深层地下水和地热井钻探技术难题,使地下水资源开发工作能够上一个新台阶。

2 水文水井钻探的特点及工艺要求

水文水井钻探与固体矿床岩心钻探、石油钻井比较具有以下特点。

(1) 钻孔直径大。一般直径在 150 ~ 800 mm 之间,由于口径大,钻进过程中产生的岩屑多,当采用正循环钻进方法时,就需要有大排量的冲洗液设备将岩屑排至地表。

(2) 钻孔深度小。一般在数十米至数百米之间,特殊的超过千米,而地热井多在千米以上。因而除深井和地热井需要大型钻机外,一般水文水井钻探均用中小型钻机。

(3) 钻孔垂直度有一定要求。因钻(井)孔上部需要安装水泵,下部安装过滤器,所以要求钻孔在 100 m 以内偏斜 $\leq 1^\circ$, 1000 m 以内偏斜 $\leq 5^\circ$ 。

(4) 水文水井钻探属大口径钻进,而且主要是在松散的卵砾石层、砂砾石层以及砂土、粘性土等地质层钻进。这些地层胶结性差,易坍塌,冲洗液易漏失。也有部分钻(井)孔在基岩层中钻进,而这些基岩又多为裂隙溶洞地层。在不深的钻孔中常常遇到迥然不同的数种地层,这就要求所采用的钻进工艺和钻具对各种不同地层有一定的适应性。

(5) 水文水井钻探工期短,流动性大,搬迁频繁,要求钻进工艺所使用的钻探设备不能过于笨重。

(6) 水文水井钻探的目的是提供水文钻孔或水

井,其价值一般不及油井或固体矿床钻孔,在配套方面远不如油井设备配套复杂,而且地层压力、井底温度都不如油井的高,因而要求所采用的钻进工艺,较油井或固体矿床钻孔的设备投资少,钻探成本低。

由于水文水井钻探的上述特点,决定了钻进工艺和钻探设备的要求,即要求达到快速钻进的目的,所选择的钻进工艺必须是:设备轻便,易于搬迁,有足够的岩屑排除能力,钻进效率高,能控制钻孔偏斜,保证钻孔质量;所使用的钻具要求成本低,寿命长,易于加工,便于推广。

3 国内外水文水井钻进工艺及钻具分析

3.1 钢丝绳冲击钻探

这是一种古老的钻探方法,用于钻进卵砾石、致密性基岩效果较好,但钻进粘土、淤泥、砂岩、花岗岩时钻速慢,钻进细砂、流砂层比较困难。这种钻进方式突出的优点是:钻探设备少,操作简单,易于搬迁,用水量少,钻开含水层时不易堵塞和污染含水层,不需附加供水设备和泥浆。缺点是在一般地层钻探效率较低,故除卵砾石和漂石层外,不常采用。国外基本上被淘汰,而我国仍有许多地方在应用,但多数在迫不得已情况下才使用或多数在一些个体打井队运用。

3.2 回转钻探

3.2.1 冲洗液正循环钻进

在钻进工艺上又分为清水钻进和泥浆钻进。清水钻进用于稳定地层,泥浆钻进用于次稳定或不稳定地层。在我国冲洗液泥浆钻进目前使用最为普遍,可是国外则要求采用多种钻进工艺,并能快速完成钻井。

3.2.2 空气钻进

在钻进工艺上分为:纯空气钻进,用于稳定地层;雾化清水钻进,用于湿润地层;雾化泥浆钻进,用于不稳定地层;粘性泡沫钻进,用于大直径钻孔;充气泥浆钻进,用于漏失地层。使用空气的最大特点是机械钻速成倍提高,因为空气比液体轻得多,故对孔底的压力降低。此外还可以在钻井液漏失地层和供水困难地区使用,其钻进冲排岩屑的压力是泥浆钻进的 50% 左右,对于地层的淤塞与污染少;清除岩粉情况好,急剧地减少钻具磨损,提高钻头进尺;不需要考虑粘土供应和泥浆制备等有关工作,从而简化了工作程序。在水文水井钻探中得到了很好的应用。20 世纪 80 年代初地矿部曾立项进行空气钻进研究,在河北保定、北京房山等地进行空气钻进水

井生产实验,由于干旱缺水,效率比运水打钻提高 1 倍。由于空气钻进有许多优点,近年来此种工艺方法已在我国干旱缺水地区得到推广应用。在美国、加拿大等国家,空气钻进采用最多。实践证明,空气钻进法在水文水井钻进中具有很大的发展前途。

3.2.3 反循环钻进

按冲洗介质的类型不同,可分为空气(包括泡沫、雾气等)反循环与冲洗液反循环;以返水原理来分可分为泵吸、射流、气举反循环 3 种,其钻进效率变化曲线对比见图 1。

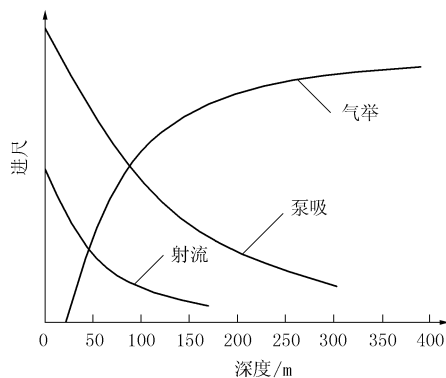


图 1 三种反循环钻进方法效率变化图

从图 1 可以明显看出,3 种反循环钻进方法的特点:泵吸、射流反循环钻进工艺在 50 m 以内孔段效率很高,随着钻孔的加深钻进效率逐渐降低;气举反循环钻进工艺,10 m 以内孔段不能使用,50 m 以内孔段钻进效率低,随着孔深的增加,钻进效率逐渐提高,但到了 200 m 以上的孔深,钻进效率增长就不太明显。通过对上述钻进效率曲线的观察,有利于我们在实际工作中能够合理地选用钻进方式,充分发挥其特点。由于反循环钻进具有钻进效率高,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,已成为国内外钻进水井以及大口径工程施工孔的主要技术方法之一。其中应用最多的是气举反循环钻进,气举反循环钻探技术还在地热井以及煤矿瓦斯排放井中得到广泛应用,目前此项技术达到的最大孔深为 3600 m。而泵吸、射流反循环钻进除在水井钻探中开孔外,多用于桩基施工钻进方面。

在国外,德国的水文水井钻探主要是采用气举反循环钻进,而美国气举反循环钻进技术主要用于较深钻孔和一些复杂地层钻进。

对于水文水井钻探来说,采用气举反循环钻进方法还有其特殊的意义,即可以避免对含水层的堵

塞和污染。因为冲洗介质不与含水层接触,使得洗井时间明显缩短,并可以直接利用双壁钻具进行抽水试验。

3.3 冲击回转钻进

在工艺上分为液动潜孔锤和气动潜孔锤钻进工艺,适用于钻进基岩硬地层,其钻进速度比回转钻进高 50% ~ 100%。

液动潜孔锤耗用功率较大,目前主要应用于小口径岩心钻探。

我国气动潜孔锤已有几个厂家生产,直径在 110 ~ 350 mm 范围。目前阿特拉斯·科普柯(张家口)建筑矿山工程设备有限公司也生产各种型号的气动潜孔锤,并且美国英格索兰公司还在我国上海独资生产螺杆式空气压缩机,供应亚太地区。这些均可满足生产施工配套,并为推广应用气动潜孔锤钻进技术奠定了基础。气动潜孔锤技术在我国已趋于成熟,如山西第二水文地质工程地质勘察院近年来采用气动潜孔锤钻进技术先后施工水井多眼,最大孔深 700 余米,取得的经济效益非常显著。由于这种方法采用压缩空气代替水作为洗井介质,有利于在干旱、缺水和寒冷地区及永冻地层凿孔,特别适用于极硬、中硬地层中全面钻进。另外这一技术已在我国煤矿抢险、瓦斯排放井中得到推广应用。气动潜孔锤冲击钻探在不同条件下钻进方法见图 2。

3.4 其他钻井方法

除了上述所列的钻进方法取得了明显的进展外,其它诸如绳索取心钻进、定向钻进等也得到了应用。在松软地层中还广泛地使用无冲洗液钻进法:如螺旋钻进法、钻斗钻进法、抓斗钻进法。因此,只有根据不同的地质、地理和技术条件发展各种钻进方法,才能提高水文水井钻进的经济效益。为有利于水文水井钻探方法选择,笔者建议参考表 1 所列。

4 水文水井钻探设备发展和应用现状

近年来水文水井钻机的结构和品种,随着钻进方法的发展也在不断地变化。钻机本身不但随着方法而变化,同时它的机械化程度也在不断的提高。

4.1 国内外水井钻机对比

由于我国整个机械制造业的能力和技术水平与世界先进水平相比还有一定的距离,因此水井钻机的发展水平也落后于世界先进水平。

(1)从钻进工艺来看,国外为了适应不同的地层并提高钻进效率,发展了多种钻进工艺,向多种钻机发展。我国目前水井钻机的工艺相对来说还少

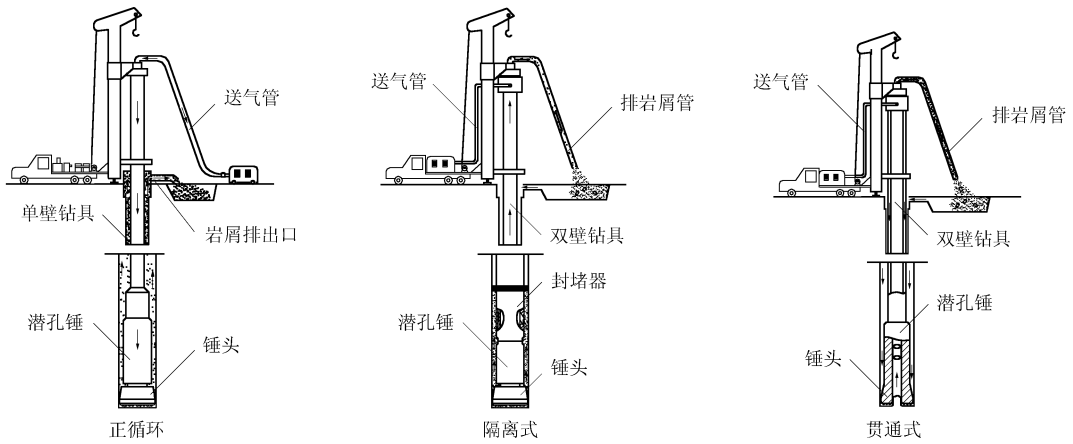
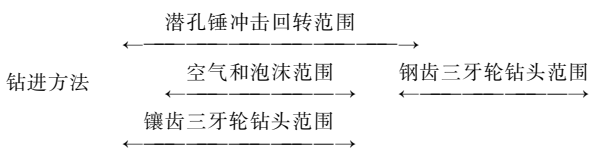


图 2 气动潜孔锤冲击钻探不同条件下钻进方法示意图

表 1 水文水井钻探方法选择指南

地质成因	火成岩与变质岩	沉积岩	
岩石类型	花岗岩、片麻岩、玄武岩、石英岩、深色火成岩	石灰岩、砂岩、泥质岩	粘土、砂、砾石
硬度	坚硬~硬	硬~中硬~软	松散
含水层与水量	含水层为裂隙及风化层结合部,通常水量贫乏	含水层极不稳定,属中等含量,含水层多属发育很好的裂隙及溶洞	砂:较高~中等 砾石:含水量丰富
水井筒	口径/in	4~8(Ø101.6~203.2 mm)	6~12(Ø152.4~304.8 mm) 8~24(Ø203.2~609.6 mm)
	深度/m	50~200	50~1000 50~1000
简要设计	套管	仅用于开孔或只是表层	用于开孔,表层或钻深 一般全井深用
	滤水管	不下	取决于地层类型 需要
	填砾	不用	地层结构稳定的不用 需要或自然充填



些,比较普遍采用的是泥浆正循环转盘式钻机,古老的钢绳冲击钻机还在使用。就空气钻进来说,钻凿基岩十分有效的潜孔锤工艺现在还只是部分单位在应用。国外发展的多功能水井钻机在我国还是缺门产品。

(2) 由于液压传动具有无级调速、易于操纵、简化结构等优点,新的全液压钻机已成为国外水井钻机的主流产品,得到了广泛的应用。而我国只是将液压技术运用在水井钻机的辅助装置上。对于全液压力头式车装水井钻机而言,我国为了缩小同国外先进水平的差距,1979年,地矿部曾下达科研项目,由勘探技术研究所和上海探矿机械厂共同研制一台 SDY-600 型全液压力头式车装水文水井钻

机,1980年并被列为国家重点新产品研制项目,1986年通过部级鉴定。20世纪80年代初期我国电力系统引进了美国 T4W 全液压力头式车装水井钻机,建设系统还引进了德国 B3A 全液压力头式车装水井钻机,煤炭系统引进了法国 R28 全液压力头式车装水井钻机。1992年华北油田水电厂曾仿制成了德国 B3A 型全液压力头式车装水井钻机。1993年和1995年由勘探技术研究所和天津探矿机械厂、张家口探矿机械厂分别完成了部管项目 SJDC-300 型多功能机械动力头式车装钻机、FD-300 型全液压力头式车装钻机,在这期间美国英格索兰公司和我国宣化风动机械厂还合作生产有关型号的全液压力头式车装水井钻机(注:瑞典的阿特拉斯·柯普科公司已收购了英格索兰公司的钻机部)。这些都为我国发展全液压力头式车装水井钻机起到了促进作用。但由于我国的实际情况,全液压力头式车装水井钻机未能全面推广使用。主要原因是我国的液压元件质量不高、品种规格不全,液压油泵和马达质量还不过关等,妨碍了我国全液压力水井钻机的发展。

随着国家对煤矿安全生产的高度重视,煤矿瓦斯排放井、抢险等特殊用途井,对全液压力头式水井钻机的渴望更大。中国煤炭地质总局大地公司引进的美国雪姆 7685WS、山东煤田二队引进的雪姆 T130XD、山东煤田一队引进的阿特拉斯·柯普科集团的 RD20、河南煤田豫中勘察工程公司引进的宝峨 RB50 全液压力头式车装水文水井钻机,以及韩国独资大一机电烟台有限公司生产的 DL-300、500、700、1200 系列全液压力头履带式水井钻机,都已说明全液压力头式水井钻机在我国钻探市场潜力很大。同时中国地质调查局也已列项研制多功能全

液压力头车装水井钻机,这也是我国水井钻机发展必须要走的一条道路。

(3)比较先进的国家水井钻机由于广泛采用液压传动,特别是主传动采用液压驱动,使得钻机的结构发生了很大变化,如全液压力头式水井钻机,因用油缸、链条加减压钻进,取消了主动钻杆、绞车、天车、游动滑车等一系列笨重复杂的机构,使钻机结构简化。相对来说我国水井钻机仍普遍使用复杂笨重的结构。

(4)从操纵的方便程度来看,我国水井钻机与国外相比还有一定距离,特别是国外先进的水井钻机配有特别齐全的仪表,能够随时掌握整个钻机各个部件的工作情况以及井下状况,而我国还做不到。在零部件和材料工艺性方面,自动化程度以及产品“三化”(系统化、标准化、通用化)方面,我们还有许多工作要做。现在各生产厂家在搞钻机产品时基本还是面面俱到,重新设计加工,周期长、质量差、效率低。

(5)从整体性能来看,我国水井钻机的钻井口径一般较大,多在 500 mm 以上,而国外则小于 500 mm。国外水井钻机采用的工艺方法多,再加上自动化程度高,所以钻进速度比较高。

4.2 全液压力头钻机与转盘钻机性能比较

(1)全液压力头是回转器又是水龙头也是提引器,而转盘钻机必须有水龙头、方钻杆、提引器。

(2)给进结构在升降钻具时起到绞车功能,在钻进时起到加压与减压功能,转盘钻进不可以。

(3)能实现各种钻进方法:如各种回转钻进法,螺旋钻进法,跟管钻进法。转盘钻机有些方法无法实现。

(4)加接单根钻杆时间不到 1 min,而转盘钻机至少需要 3~5 min,明显浪费时间。

(5)钻具升降及拧卸可实现机械化,塔上无人操作,下套管困难时动力头可帮助压入,但转盘钻机不能。

(6)操作台可集中控制,钻进参数便于用仪表显示,提高钻进质量,减少孔内事故,转盘钻机不好实现。

(7)机台每班工作人员 2 人就可完成,转盘钻机一般 4~5 人。

(8)平均钻进速度快,综合钻进效率高,整个钻进成本低。施工完后搬迁迅速,工作环境好,工人劳动强度低,而转盘钻机则相反。

4.3 中国水文水井钻机行业基本情况

(1)中国水文水井钻机自行设计与制造,始于 20 世纪 60 年代,基本结构为钢丝绳冲击钻机和转盘式钻机。70~80 年代研制完成了半液压式和全液压力头式车装水井钻机,拖挂式水井钻机,钻机种类有所增加。90 年代至今研制的车装式水井钻机和深水井钻机型号有了明显的增加,使得我国中浅孔 150~500 m、中深孔 500~1000 m、深孔 1000~3500 m 水文水井钻机均已齐备。实现了由进口、仿制到自主研制的转变,由冲击钻机为主到回转钻机为主的转变,由散装的中浅孔钻机为主到车装钻机和散装钻机中深孔为主的转变。

(2)中国现有各种钻机制造工厂初步估计 400 多家,其中水井钻机厂家有 200 多家,钻深能力达到 600 m 以上的有 15 家,钻深能力达到 1000 m 以上的有 4 家。目前生产的水井钻机型号有 60 多种,钻深能力 600 m 以上的钻机型号有 20 多种。

(3)中国现有水井钻机行业产品普遍为低水平机械结构,钻机的整体发展水平普遍低于其他机械制造行业。企业数量众多,相互低水平竞争。重复生产型号及同档次产品众多,大型特种产品少,中小型产品普遍多。对于国家制订的水井钻机标准,厂家不能很好地贯彻执行,导致生产的钻机性能低,钻深能力弱,钻进工艺保守,使深层地下水资源不能有效地开采,严重影响了人口不断增加和经济发展对用水量的需要。

4.4 中国水文水井钻机应用效果及现状

水井钻机作为开采地下水资源的必要设备,国内外在此领域随着钻进技术的迅速发展,水井钻机也在不断的创新。我国转盘式水井钻机已成为各类钻机发展变化较快的一类机型,而全液压力头式车装水井钻机还只是我国发展的方向。古老的钢丝绳冲击钻机,由于对含水层不利而且钻进效率极低,现此类钻机市场占有率很低,只是有些个体打井队还在使用。后来发展的少数冲击反循环钻机,主要用于钻进卵砾石基桩工程中。

我国水井钻机经过 40 多年的发展,特别是改革开放以来,在广泛吸收国外产品技术的基础上,结合我国的实际情况研究开发的不同结构和装载方式多样、适应多种钻进工艺的水井钻机,已基本满足了国内水文水井及地热井施工的需要,并有少量出口。

目前我国大量使用的转盘式水井钻机有 SPJ-300 型、红星 400 型、SPC-300ST 型等,也有少数用于出国施工配套。

从应用效果来看,1967 年由上海探矿机械厂和

地质机械仪器研究设计院研制成功的 SPJ-300 型散装转盘钻机,是我国最早的专用水文水井钻机,该机结构简单、操作方便、解体性好,非常适应我国地形复杂不便整体搬运的特点。投产后畅销不衰,已销售 8100 多台,创产值 12 亿多元。1974 年由天津探矿机械厂和地质仪器设计院研制成功了 SPC-300H 型车装转盘式水井钻机(SPC-300D/ST 型),该钻机结构紧凑,机动性好,备钻迅速,钻进以回转为主,冲击为辅,采用曲轴超越离合器式冲击结构,主卷扬机通过液压助力器制动,用卸扣油缸卸开锁接头第一扣等先进技术,获全国科技大会奖,现已生产销售 940 台,创产值 4 亿多元。1975 年由郑州勘察机械厂、勘探技术研究所和陕西勘察院及华北勘察院研制的红星 400 型拖挂式水井钻机,也成为水井施工选用的热门钻机,市场占有率数千台,创产值十几个亿。

上述 3 种机型是我国应用面广、产销量最大的水文水井钻机主要机型,在这一领域众所周知。同时在 20 世纪 90 年代桩基施工有循环钻进所用大口径钻机,绝大部分都是利用 SPJ-300 型钻机的零部件研制开发的。

水文水井钻机系列的研制成功并推向市场,为我国地下水资源开发提供了技术先进的设备,为工农业的发展和地质钻探事业作出了贡献,取得了巨大的社会效益。

近年来我国水文水井钻探施工除常见的散装式转盘钻机和拖挂式转盘钻机外,还可以看到的有自走式转盘钻机、车装式转盘钻机、履带式全液压力头钻机等。

4.5 对发展我国水文水井钻机的几点建议

(1) 加强水文水井钻机的“三化”工作,建议小型生产企业不要跟在一些专业性企业后边搞简单的模仿和重复生产,要根据市场和自己产品的实际情况,搞出自己的特色,尽可能和一些有经验的企业合作,学习国外的先进经验,生产某一部件进行配套,向“三化”方面靠近,缩短产品的生产周期,降低制造成本,克服各个企业什么部件都搞的弊病。

(2) 加强总体方案、设计理念、设计理论研究,建立整套钻机技术、经济评价体系,建立井架特别是底座结构仿真优化设计理论,减轻钻机质量。理顺技术人员工作环境,鼓励创新。

(3) 应广泛采用液压技术促进钻机的机械化、自动化、智能化单元技术的开发,更加努力的发展多功能钻机。

(4) 加强钻机生产单位与高校、科研院所的良性合作,建立开放型的技术合作。国外这方面的合作很普遍,国内钻机生产上目前成功的技术合作相对较少,致使一部分技术人才流失,一部分开展重复的工作。

(5) 从我国水井的寿命来看,成井质量问题普遍偏低,尤其一些小型井队施工的水井存在的问题更多,造成的损失更大。现修井技术已成为世界范围内水井工程的重要行业分支,水井数量越多,修井工作量越大,而且修一眼井比打一眼的成本要低得多。目前石油上都有专门的修井钻机,而我国水井修井钻机可以说还是空白,一些修井队的修井设备还只能自拼凑合,希望厂家对这一行业引起重视。从实际情况看,大量废、旧管井的修复利用,对地下水资源的保护具有深远的意义,是一项利国利民的有益工程。

(6) 加强水井钻机技术研发的协作和领导,充分发挥集团公司的支持与市场推动作用,集各路智慧和经验,在搞好新产品的同时,提高老产品的技术性能,而且还要加速钻机测试基地的建设,规范管理,认真按照国家对水井钻机的标准来检验产品质量,并必须经过严格的检测方能出厂,这样才能对水井钻机技术的提高起积极推动作用。

(7) 建议我国在设计水文水井钻机时应把重点放在钻机总体结构、钻机性能、工艺要求及使用效果上。首先把钻进工艺作为主要依据,这样不仅保证了钻机的性能和工艺方法的配合,也就是说一台好的钻机性能,完全靠先进的钻进工艺来体现。再是随着液压技术在水文水井钻探设备中的广泛应用,我国应加快全液压水文水井钻机的研制与推广工作,并根据钻进用途不同研制特殊的钻探装置,如废、旧水井修复钻机等,力争在勘探与开发地下水资源方面和扩大海外市场方面作出更大的成绩。

5 结语

总结我国水文水井钻探技术取得的成功经验,依靠科技进步和创新,进一步提高地下水资源开发利用水平,缩短同国外先进技术的差距,这是本文论述的主要目的。从一些发达国家看:供水系统主要是开采地下水,而且着重开发利用深层地下水。如美国 90% 人口饮用地下水,为了很好地开发利用地下水,还专门成立了地下水协会和水井协会,并办有水井杂志。深层地下水由于补给面积较大,较远处

(下转第 43 页)

(1)降低制造成本与售价。要实现全液压岩心钻机的普遍采用,必须降低其造价与售价。整套设备售价一定要控制到立轴式钻机成套售价的 2 倍左右。

(2)保证钻机的可靠性。应选用工程机械大行业成熟的基础元件,尤其关注专业核心部件,如动力头、液压卡盘、卷扬机等。

(3)维修保养要简单、方便。充分考虑我国国情、使用者的技能状况和使用条件现状。

(4)拥有自主知识产权。

4.2 全液压岩心钻机的设计思路

中深孔主流机型应确定为使用 S75 钻具钻深 300~2000 m 为好,应该会有一定的批量,适于产业化制造。拟采用模块组合设计,以绳索取心钻进工艺为基本工艺方法,把对复合钻探工艺的适应性、灵活变换的装载方式有机的结合起来。

要做到在同一钻孔中就能方便快捷的变换钻探工艺方法,实现主机设备的多功能化;在制造不同装载方式的相同能力钻机时做到大多数部件(模块)的通用、互换;装载方式多样化——滑橇或拖车、履带、车装。

4.3 新型机械传动钻机开发和传统立轴钻机的改进

可以看出目前的全液压钻机继承了许多立轴钻机的优点,那么我们完全可以从现在的全液压钻机的结构中吸取其优点,应用到机械传动岩心钻机的开发与改进中,如果我们做到了,那么这种新型的机械传动钻机将在一定时期内具有很强的市场竞争力。需要解决的问题主要有以下 3 点。

(上接第 38 页)

的天然降雨经过多层次的岩土层过滤渗流,会补给被开采的深层地下水位,水源补给网面积广阔、浩大,且不易受地表水的污染入侵,开采后,不需处理,可马上使用;同时深层地下水距地表较远,其间夹杂着多层次的岩层结构,使得地表水仍能留在地表松散层间,不会发生地表沉降,这些都充分说明了开采深层地下水的长远优点。我国也已开始向这一方向发展,尤其进入 20 世纪 90 年代,随着全球环境保护意识的增强,除大力开展深水井钻探技术和装备的研究外,地热开发与直接利用已兴起新的高潮,市场前景广阔,海内外投资者愈来愈多,在商业发展的同

(1)合理加大给进行程,将现在给进行程 500 mm 左右加大到 1700 mm 左右,实现一根钻杆只倒一次杆。

(2)钻塔提升轴线能与回转器轴线在重合的状态下绕另一与其垂直的轴线同步旋转,以方便斜孔的就位与施工。

(3)能安排较方便的操作位置在卡盘上加接钻杆,实现钻具不提高孔底加接钻杆。

4.4 关于产业化制造

关于“地专产品”的产业化制造过程,在这里提出几个需要重点关注的问题,供同行讨论。

(1)充分认识“地专产品”的特殊性。如批量小、可靠性要求高、恶劣的使用环境等。

(2)在机械大行业中“寻找”、“筛选”适用于“地专产品”的基础部件和零件是提高产品可靠性、降低制造成本的有效途径。

(3)对有一定批量的“主流产品”的专用核心部件、专用附属设备、专用工具,建立“专业”生产线,做到行业配套。如液压卡盘、动力头、卷扬机、夹持器、水龙头、泥浆泵、履带行走装置等等。

(4)针对产品升级步伐的加快,要重视新型钻探设备装配条件的技术改造和测试条件建设。

参考文献:

- [1] 王达. 探矿工程(地质工程)未来 20 年科技发展战略研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(1).
- [2] 左汝强. 钻掘工程国内外发展水平与差距及建议(上)[J]. 探矿工程, 2003, (1).
- [3] 左汝强. 钻掘工程国内外发展水平与差距及建议(下)[J]. 探矿工程, 2003, (2).

时,也推动了全国范围内地热勘探开发工作。气举反循环钻进技术与泥浆正循环钻进技术、潜孔锤空气钻进技术三者联合使用,构成了多工艺水井、地热井钻探技术方法,必将在水资源开发方面创立新的贡献。

参考文献:

- [1] 耿瑞伦. 应用空气钻进技术钻采地下水[A]. 严重缺水地区地下水勘察论文集[C]. 北京:地质出版社, 2003.
- [2] 杨惠民,等. 钻探设备[M]. 北京:地质出版社, 1988.
- [3] 杨为智. 水文水井钻机系列[A]. 地质矿产部科学技术司. 探矿工程科技进步 100 例[C]. 北京:地质出版社, 1998.