

我国水井钻探装备的发展及应用

许刘万¹, 王艳丽¹, 左新明²

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 河北省地矿局国土资源勘查中心, 河北 石家庄 050081)

摘要:随着我国经济建设的进一步发展,水井钻机研制也呈快速发展的趋势,通过引进消化吸收国外先进的钻探设备与工艺,推动了我国水井钻机设备制造业水平的提高,缩小了与世界先进水平的差距。结合我国实情,全面论述了水井钻机的分类和使用特点、钻探新技术的推广应用情况,并对我国水井钻机发展进行了综合分析,提出了一些看法和设想。

关键词:水井钻机;转盘式钻机;全液压动力头式钻机;多功能钻机;钻进工艺

中图分类号:P634.3⁺1 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2012)04-0001-07

Development and the Application of Water Well Drilling Equipment in China/XU Liu-wan¹, WANG Yan-li¹, ZUO Xin-ming² (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. The Center of Land and Recourse Exploration, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

Abstract: With the further development of economical construction in China, the research on water well drilling rig is also rapidly developing with manufacturing level improving by introducing and digesting advanced equipments and technologies from abroad. The paper discussed the water well drilling rig about the classification, application features and drilling technology, analyzed the development of water well drilling rig in China with some constructive ideas put forward.

Key words: water well drilling rig; rotary type borer; all hydraulic power head type drilling rig; multi-function drill; drilling technology

0 引言

近年来,水井钻机在结构和性能方面都因其特定条件和要求,出现了钻机类型多样化和一台钻机多功能的特性。将全部设备组装在汽车或拖车上的水井钻机,便于自行或整体拖运的装载方式已成为新的潮流。从水井钻机行业市场情况、技术现状、发展前景看,国家政策环境、社会发展环境对水井钻机行业的推动和影响,市场需求供给等,都起到了决定性的作用。如国内抗旱打井、涉外打井以及其它领域需求,加大了企业在水井钻机行业的竞争格局。水井钻机研制属于多目标决策问题,科学合理的设计制造,更好地认识行业的历史和过去,做好现在和当前的各项工作,掌握技术前沿和发展趋势,使水井钻机研制水平得到整体提升。

1 水井钻机的类型

由于水井钻机型式多样化,应用领域不断扩大,除能有效地进行作业、满足负载、驱动方式较为理想外,如何最有效的完成设计孔深是关键。对钻凿水

井而言,孔深达到后只是完成了任务的一方面,而最重要的任务是成井工艺。通过长期的生产实践和科学研究,在钻机制造业中水井钻机已成为一个专门的部类。按水井成井方法的不同,水井钻机主要分为2类,即钢丝绳冲击式及回转式。

1.1 冲击式钻机

此种钻机是利用钻具本身的重力垂直往复运动冲击地层。结构性能简单,无冲洗液循环系统,岩屑排除与钻机本身无法同步,使得钻效特别低。作业时,电动机通过传动装置驱动冲击机构,带动钢丝绳使钻具作上下往复运动。向下运动时靠钻具本身重量使钻头切入并破碎岩层,向上运动则靠钢丝绳的牵引。冲击一段时间后,司钻人员凭经验再下抽砂筒将岩屑清出地面,也可用钻头与抽砂筒合成一体的钻具,使破碎岩层与清除岩屑同时进行,岩屑直接进入抽筒,存满后提升钻具,将岩屑倒出。这种钻机因结构简单、造价低廉,目前主要用在卵砾石层作业。该钻机属于发展最为古老的一种机型。施工效率低、出水量差,在钻井技术迅速发展的新形势下,

收稿日期:2012-01-04

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(二级),全国水井钻机情报网首席顾问,解放军68612部队、66259部队水井钻探技术顾问,深圳国炬煤层气技术公司钻探顾问,河北省科技厅评审专家库专家,中国地质科学院创新基地首批成员,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与推广工作,河北省廊坊市金光道77号, xuliwan@126.com。

这类钻机的应用范围越来越小,图 1 为传统的冲击钻机图片。但山东探矿机械厂在此基础上进行改制的冲击反循环钻机(图 2),因其在卵砾石地层和坚硬基岩地层钻进效率明显提高,这一完善创新成果得到了大家的认可,现在其在桩基工程中的应用较多。

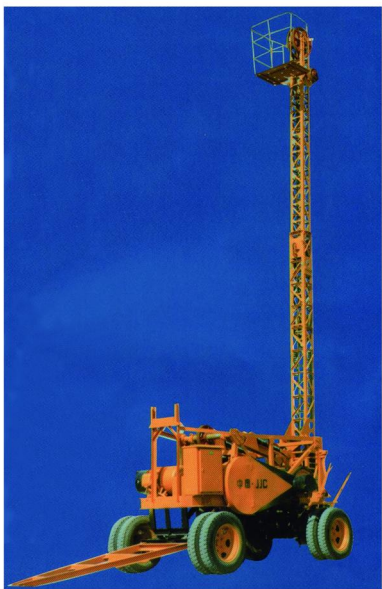


图 1 传统的冲击钻机

1.2 回转式钻机

该种钻机是依靠钻具的回转运动破碎岩层而成孔。如转盘式钻机、全液压动力头式钻机等。简单的回转式钻机只有钻进装置,结构完善的回转式钻机则有钻进装置和循环洗井装置 2 部分组成。通常这类钻机可采用多种钻进工艺。全液压动力头式由液压马达通过减速器驱动,并以沿塔架上下移动的动力头代替转盘式钻机上的转盘和水龙头,驱动钻杆和钻头旋转切削岩层。其特点是钻进速度快,钻



图 2 冲击反循环钻机

具的装卸和下井管较为简便,接长钻杆时无需提升钻具,减少了卷扬机、提升滑车、转盘、水龙头、方钻杆等一系列部件。回转式水井钻机已成为发展变化较快的一类机型。从满足水井钻进工艺技术要求来讲,顶驱型特别是全液压顶驱型水井钻机已成为当前发展的方向。根据行走方式和回转方式的不同又可分为如下几类。

1.2.1 散装式转盘钻机

图 3~5 为几种典型的散装式转盘钻机。

1.2.2 履带式全液压动力头水井钻机

图 6、7 为 2 种典型的履带式全液压动力头水井钻机。

1.2.3 拖车式水井钻机

图 8、9 为 2 种典型的拖车式水井钻机。

1.2.4 自走式水井钻机

图 10 为 QZ-200 型自走式泵吸反循环转盘水井钻机。



图 3 SPJ-300 型散装转盘钻机



图 4 SPS-600 型散装转盘钻机



图 5 RPS-3200 型地热钻机



图 6 DL-700 型履带式全液压水井钻机



图 7 KW 型履带式全液压水井钻机



图 8 SPJC-400D 型半挂式转盘水井钻机



图 9 S600 型拖挂式转盘水井钻机



图 10 QZ-200 型自走式泵吸反循环转盘水井钻机



图 11 SPC-600 型水井钻机



图 12 MJ-400 型车装水井钻机

1.2.5 车装式转盘钻机

图 11~14 为 4 种典型的车装式转盘钻机。

1.2.6 全液压动力头车装钻机

图 15~24 为部分进口全液压动力头车装钻机。

图 25~27 为国内制造的几种全液压动力头车装钻机。

2 我国水井钻进设备现状分析

目前我国生产的水井钻机,中浅孔 150~500 m、



图 13 滨州锻压机械厂 BZC-350C 型车装水井钻机



图 14 滨州锻压机械厂 BZC-400D 型车装水井钻机



图 17 美国雪姆公司 T200XD 型钻机



图 15 美国雪姆公司 T685WS 型钻机



图 18 美国 GEFCO 公司 SS185K 型钻机



图 16 美国雪姆公司 T130XD 型钻机



图 19 意大利土力公司 G-55 型钻机

中深孔 500 ~ 1000 m、深孔 1000 ~ 3700 m 的机型已经定型,可满足市场需求。

目前我国大量使用的转盘式水井钻机有:散装式 SPJ-300、SPS-400、SPS-600 型;车装式 SPC-300、SPC-600、BZC-350C、BZC-400D、BZC-

600A 型;拖车式 SPT-600、红星 S400、红星 S600 型。深水井及地热井用得最多的是散装式 STS-2600、RPS-3200、TSJ-1500/660、TSJ-2000/660、TSJ-2600/445、TSJ-3000/445、TSJ-3700/445 型钻机。出国施工配套的多为 SPC-600、BZC-350C、BZC-400D 型,但也有少数散装转盘钻机用于出国施工配套。在 20 世纪 90 年代之前,水井钻机多数由勘探所主持设计完成科研项目任务,后因



图 20 意大利土力公司 G-75 型钻机



图 21 德国宝峨公司 RB50 型钻机



图 22 德国宝峨公司 RB40 型钻机



图 23 瑞典阿特拉斯公司 RD20 型钻机



图 24 瑞典阿特拉斯公司 TH100 型钻机



图 25 石家庄煤矿机械公司 SMJ 型钻机



图 26 江苏天明机械集团 TMC90 型救援钻机



图 27 连云港黄海机械公司 MD-750 型钻机

势变化,各生产厂家在已有水井钻机的基础上派生了多种系列产品,参与市场竞争。

我国水井钻机整体水平与世界先进水平比较还有待提高,从近年来引进的各种钻机以及配套技术已充分说明了这一点。就钻进工艺来说,国外为适合各类地层,提高钻效、降低成本开发了多种钻进工艺,钻机的功能较多。而我国的水井钻机功能较少,工艺也还是以泥浆正循环钻进为主,普遍使用的是

转盘式钻机,古老的钢丝绳冲击钻机以及传统的钢粒、合金桶钻进工艺在水井施工中也还有应用。气动潜孔锤钻进工艺、空气泡沫钻进工艺、气举反循环钻进工艺等多工艺空气钻进现在还未达到推广普及,全液动力头多功能钻机的研制才刚起步。

为了缩小与国外先进水平的差距,近年来,随着市场的需求以及人们思想的转变,全液动力头式车装水井钻机的研制除国家列科研项目开展外,有

些企业也自主研发。尤其在解决干旱缺水地区施工,此种多功能水井钻机发挥的作用举足轻重,此外,国家对煤矿安全生产的高度重视,抢险救援等特殊用途井,对全液压动力头车装式多功能钻机的需求也加大。近几年中国煤炭地质总局大地公司,河南、山西、山东、陕西等省煤田地质局,山西晋城煤业集团蓝焰煤层气公司,山西阳泉新宇岩土工程公司,宁煤集团,解放军给水团等单位率先进口了国外这种多功能钻机。在我国的生产实际中发挥的作用充分说明了全液压动力头式水井钻机在我国钻探市场潜力很大,也是我国水井钻机发展必须要走的一条道路。

3 全液压动力头钻机与转盘钻机对比

全液压动力头钻机与转盘钻机对比见表1。

表1 全液压动力头钻机与转盘钻机性能对比

项 目	全液压动力头钻机	转盘钻机
回转机构	动力头既是水龙头又是提引器	需配水龙头、主动钻杆、提引器
给进机构	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	靠绞车实现加压、减压
钻进方法	实现多种钻进工艺方法容易	常规工艺方法,应用先进工艺方法较麻烦
辅助时间	少(加接钻杆,不到1 min)	多(加接钻杆3~5 min)
钻具拧卸	机械化	人员辅助操作,劳动强度大
操作台比较	集中控制	不能实现集中控制
工作人员	2人/台班	4~5人/台班
钻进效率	平均钻进速度快,综合钻进效率高,整个钻进成本低	相对要低

4 国内水井钻探施工领域相关钻机和配套技术

目前,在国内,回转钻机多以泥浆正循环钻进为

主,有些单位也已实现了气动潜孔锤和气举反循环组合钻进工艺。但进口的全液压动力头车装钻机大多数以正循环气动潜孔锤钻进为主,泥浆正循环为辅。同时国内一些单位仿制进口的该类钻机也只是走同样的路,尚不能在工艺上有所突破。当前随着这种钻机的应用范围进一步扩大,有些单位也在对进口和仿制的此类钻机上要求增加大口径反循环钻进工艺。勘探所自主创新研制的全液压动力头车装钻机,通过组织国内应用过此种钻机的专家、领导,认真对设计方案进行了论证,克服了该类进口和仿制钻机市场需求存在的若干问题,现已完成的SDC-1000型钻机,经过生产试验完善,已转让天津探矿机械厂投入批量生产。目前正在研制的有SDC-1500、SDC-2500型2种机型(图28)。SDC系列钻机的性能参数见表2。在国内率先实现了水井钻机的成套生产能力,能够满足用户提出的多领域钻探施工需求。无论从设备及各种钻探工艺配套,完全可以做到钻机到达施工现场,不需用户再购置其它任何物品即可开钻。从而改变了以前我国水井钻机不成套,厂家只供主机不负责钻进技术和配套的状况。



图28 勘探所自主研制的SDC-1500型水井钻机

表2 SDC系列钻机参数

型号	扭矩 /(N·m)	转速 /(r·min ⁻¹)	提升力 /kN	加压力 /kN	给进行程 /m	主卷扬机 拉力/kN	副卷扬 拉力/kN	车载设备(可选)
SDC-1000	13000	130	462	226	11.5	40	20	泥浆泵、泡沫泵、
SDC-1500	16000	130	603	200	12.5	40	20	空压机、孔口工具
SDC-2500	22000, 32000	140	1005	200	15.5	40	20	

SDC-1000、SDC-1500、SDC-2500型全液压动力头车装钻机,主要配套工艺有泥浆正循环钻进、正循环气动潜孔锤钻进、反循环气动潜孔锤钻进、气举反循环钻进。

5 发展我国水井钻机的几点设想

(1) 建议企业以市场为导向,开拓新产品,完善已有产品,学习国外先进技术,缩短产品生产周期,

降低制造成本,以满足用户需求。

(2) 钻机设计应以液压技术为主,尽可能开发多功能钻机。如何使钻机在施工过程中缩短辅助时间,提高钻进效率,降低工人劳动强度,减少施工成本,这是体现钻机先进性的技术关键。

(3) 研制钻机必须做到设备与钻井工艺紧密结合,成套钻机出厂运抵施工现场就具备立即开钻的条件。从根本上改变水井钻机不成套,只重视主机

而忽视辅机的现状,真正发挥水井钻机的成套生产能力。

(4)建立相应的水井钻机管理机构。为了搞好新产品,必须建设钻机测试基地,加强管理,按照国家对水井钻机的标准严格检验产品质量,未经检测不允许出厂。

(5)尽快培养高素质水井钻机专门人才,这是水井钻机快速发展之本。这包括培养熟悉钻井工艺发展的总体方案设计人才,增加液、电知识的设计人才。要给技术人才创造良好的工作环境,鼓励创新及奖励政策。

(6)我国的水井一般正常使用5~8年后井的出水量就会下降,有时由于自然灾害或使用中不小心有异物落入井中等也会造成井的损坏。据我国水利部门统计,农村灌溉井每年的更新率是井总数的10%。这些报废井中,一般浅井修复的价值不高,但深度在数百米以上的铁管井损坏后修复再利用的价值比较高。为此,遇到水井损坏时一定要修井的意识。

6 结语

我国水井钻机经过数年的设计实践,完全有能力研制出具有国内特色、优质、高效的转盘钻机和全液压力头钻机,除了需要认真总结以往研制钻机的经验,结合国内具体情况进行创新外,还要吸取国外钻机的优点,保证设计钻机技术方案的先进性与

合理性,在达到性能先进的条件下追求实用、可靠、动作灵活。要追求自动化、液压化、多功能化,尽可能选用通用件,而且要做到钻进工艺同设备有机的结合,以利于提高钻机整体技术水平,进一步扩大水井钻机的应用范围,为国民经济建设服务好。

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] 许刘万.水文水井钻探工艺及设备发展情况[J].地质与勘探,2000,(4).
- [3] 杨惠民,等.钻探设备[M].北京:地质出版社,1988.
- [4] 杨为智.水文水井钻机系列[A].地质矿产部.探矿工程科技进步100例[C].北京:地震出版社,1998.
- [5] 史亚楠,刘庆礼,张西坤,等.水井钻机的选型与配套[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9).
- [6] 张绪芬,刘海波,朱卫民.SQY-1型水文水井定深取样器的研制与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(7).
- [7] 许刘万,曹福德,葛和旺.中国水文水井钻探技术及装备应用现状[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1).
- [8] 张金昌.我国水文水井钻机发展综述[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(9).
- [9] 唐绍武.SPJT-300型车装水文水井钻机中间车的改进[J].煤炭技术,2008,(3).
- [10] 臧臣坤,张金昌,冯起赠.全液压力头水井钻机国产化若干问题[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2).
- [11] 贺彩宏.阿特拉斯·科普柯TH-10水井钻机助力地源空调[J].工程建设与设计,2008,(6).
- [12] 李旭文,王亚平,张志斌.RPS3000地热水井钻机特点分析[J].地质装备,2005,(3).

□ 本刊编辑部获国土资源部直属机关“巾帼建功”先进集体荣誉称号

本刊讯 “三八”节前夕,国土资源部表彰了“巾帼建功”先进集体和个人,本刊编辑部荣获“巾帼建功”先进集体荣誉称号。

编辑部女同志相对较多,因此近年来积极开展“爱岗敬业,巾帼争先”活动,鼓励大家勤勤恳恳,爱岗敬业,扎实工作,乐于奉献和帮助,在人员少、任务重、办刊条件有限的情况下,积极挖掘员工潜力,团结协助,克服各种困难和不利条件,不但确保了杂志按时保质的出版发行,近年来还建设了探矿工程专业门户网站——探矿工程在线网,定期组织召开“探矿工程学术论坛”,全方位地为探矿工程专业技术的学术交流服好务,为学科的发展发挥了重要作用,在探矿工程专业领域具有较强的影响力和权威性。

“巾帼建功”先进集体荣誉称号,既是肯定和荣誉,更是鼓励和鞭策,全体编辑人员将继续加强学习,不断提高自身的综合素质和职业道德,努力工作,争取取得更大的成绩。



杂志承办单位——勘探所副所长冉恒谦(左一)、地调科研处副处长谢文卫(右一)与编辑部全体同志合影