

自旋转高压喷射洗井技术

冉德发, 叶成明, 李炳平, 张福存, 陈永良

(中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 071051)

摘要: 自旋转高压喷射洗井技术具有喷射速度高、喷射压力大, 喷头能够自动旋转, 作业不污染环境, 不腐蚀设备, 清洗效率高, 成本较低等特点, 非常适合对水文水井、地温空调井、地热井等所成供水管井的清洗和疏通, 达到增加水井出水量或回灌井回灌的目的。介绍了高压喷射装置的结构原理及其应用效果。

关键词: 自旋转; 高压喷射; 洗井

中图分类号: P634 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2013)04-0010-03

Well Washing by High Pressure Auto Rotate Jet/RAN De-fa, YE Cheng-ming, LI Bing-ping, ZHANG Fu-cun, CHEN Yong-liang (Center for Hydrogeology and Environmental Geology Survey, CGS, Baoding Hebei 071051, China)

Abstract: Because of the high jet speed and great pressure, well washing by high pressure auto rotate jet technology is very suitable to the washing of water supply tube well like water well, geothermic conditioner well and geothermal well with the advantages of auto rotate, no-pollution to the environment and equipments, high washing efficiency and low cost; and water yield can be increased or recharge well recharged. The paper introduces the structure principle and the application effects of high pressure jet equipment.

Key words: auto rotate; high pressure jet; well washing

0 引言

高铁锰水质地区的地下水多富含铁、锰、钙、镁离子, 铁质井管的滤水孔极易遭受电化学腐蚀, 腐蚀的结果就是在滤水孔周围集结了一层碳垢(又称铁细菌)。随着腐蚀的加剧, 碳垢不断积累, 最终会将滤水孔完全堵塞, 致使水源井出水量明显减小。这种碳垢牢牢地附着在井管内壁上, 且质地非常坚硬, 用常规的洗井方法很难彻底的清除。针对这些问题, 我们研究了自旋转高压喷射洗井技术, 可以通过旋转的高压水流将水井管壁上的碳垢完全冲掉。同时, 高压水流震动敲击井壁, 使井管外壁的砾料层重新排列, 进一步疏通了水路, 达到增大水井出水量的目的。

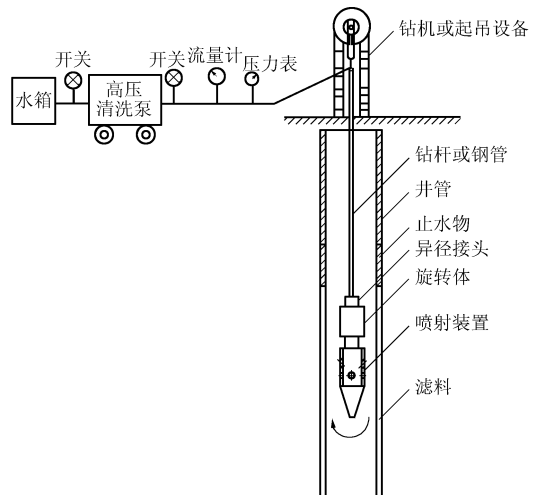


图1 自旋转高压喷射洗井设备安装及原理示意图

1 自旋转高压喷射洗井的原理与特点

1.1 自旋转高压喷射洗井的原理

自旋转高压喷射洗井技术是利用特制的喷嘴在高压水作用下形成冲刷孔壁(管壁)的喷射流, 同时喷嘴在喷射流的作用下高速旋转, 以强大的水马力破坏吸附在孔壁上的泥皮、扰动管外的滤料、有效清除管壁上的锈垢, 达到增加水井出水量的增产技术。自旋转高压喷射洗井设备安装及原理参见图1。

1.2 自旋转高压喷射洗井的特点

- (1) 利用清水冲刷清洗, 不污染环境, 不腐蚀设备, 可除去用化学清洗难溶或不能溶的结垢;
- (2) 喷射速度高、喷射压力大;
- (3) 喷头由低速到高速做自动旋转;
- (4) 能清洗形状和结构复杂的对象, 能在复杂环境、恶劣有害的场合进行清洗;
- (5) 清洗效率高, 成本较低。

收稿日期: 2012-11-27; 修回日期: 2013-03-18

基金项目: 地质调查项目“全国地方病严重区地下水勘查及供水安全综合研究”(1212011121155)

作者简介: 冉德发(1959-), 男(汉族), 河北顺平人, 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心教授级高级工程师, 钻探工程专业, 从事水、工、环地质调查项目的研究与开发工作, 河北省保定市七一中路1305号, randefa@163.com。

2 高压喷射装置的组成与技术性能

由我单位研制的高压喷射装置,包括喷头、喷嘴、旋转体、连接杆、特制接头等。其材质为高强度不锈钢,强度高、耐磨、抗腐蚀;丝扣联接采用 3/4NPT 扣型,具有连接强度高,密封性好,安全可靠等特点。高压喷射装置及专用工具见图 2 所示。



图 2 高压喷射装置及专用工具

其技术性能如下:高压喷射装置是自旋转喷头,强大的旋转射流可覆盖较大的区域进行有效清洗,射流反冲力驱使头部旋转,根据压力的高低,内部离心速度控制使喷头旋转速度保持在 10 ~ 300 r/min。喷射装置及喷头总成最高工作压力可达 100 MPa,自旋转体外径 76 mm,每个喷头安装喷嘴 6 只。

3 高压喷射装置有关参数计算

根据实际工作中已知条件、采用的设备和相关公式,对在不同的喷射流量、不同喷嘴直径下,高压喷射装置喷射速度、喷射压力等参数分别进行了计算。

依据公式:

$$d = \sqrt{q / (0.658 \sqrt{pn})} \times \eta$$

式中: d ——喷嘴直径, mm; p ——喷射压力, bar; q ——喷射流量, L/min; n ——喷嘴个数; η ——喷嘴效率系数,对喷枪喷嘴 $\eta = 1.05 \sim 1.10$,对柔性喷杆 $\eta = 1.2 \sim 1.30$ 。

对上述公式进行变换推导,最后得出: $q\eta^2 = d^2 \times 0.658 \sqrt{p} \times n$ 。

代入已知条件,计算结果如表 1 所示。

从表 1 可以看出,通过供给喷射装置不同的喷射流量,分别产生不同的喷射压力,进而产生不同的喷射速度。在喷嘴直径 0.8 mm、喷嘴个数 6 个时,当流量以 10 L/min 为单位每增加一个数量级时,压力几乎成倍增加,而喷射速度以匀速逐级递增;在喷嘴直径 2 mm、喷嘴个数 6 个时,当流量以平均 50 L/min 增加时,喷射压力以 1.56 倍递增,喷射速度以平均 1.46 倍增加。

表 1 高压喷射装置有关参数计算结果

喷嘴直径 /mm	喷射流量 /($L \cdot \min^{-1}$)	喷射压力 /MPa	喷射速度 /($m \cdot s^{-1}$)
0.8	20	8.53	111
	25	13.32	138.8
	30	19.18	166.6
	40	34.10	222
	50	53.28	277.8
	60	76.74	333
2	60	1.96	53.19
	120	7.85	106.4
	150	12.27	133
	200	21.80	177
	250	34.10	221

注:喷嘴个数为 6。

通过表 1 比较,在喷嘴数量一定时,尽量使用喷嘴直径较小的喷头,这样就可降低对喷射设备的能力要求,降低设备的一次性投入,同时,还可达到较高的喷射压力和喷射速度。

4 生产应用情况

4.1 应用领域

我单位研制的自旋转高压水射流洗井技术适用于以下方面:

- (1)第四系地层铸铁管、无缝钢管、卷焊管(直缝和螺旋钢管)所成供水管井、地温空调抽水井及回灌井;
- (2)非裸孔成井的地热井和地热回灌井;
- (3)不适用于塑料管井、水泥管井及严重锈蚀的钢质井管管井。

4.2 应用实例

2011 ~ 2012 年,先后在河北保定某供水公司地温空调井和吉林省地质环境监测站某地热井处理中进行了自旋转高压水射流洗井技术实际应用,取得了较好的应用效果。

河北保定某供水公司地温空调回灌井经过高压喷射洗井后,达到了以下效果:(1)水井出水量增加 5.2 m³/h,昼夜增加 124 m³,稳定动水位上升了 0.38 m;(2)回灌时间增加,由清洗前的 13 min 增加到清洗后的 40 多分钟。后来经过 3 次回访,回灌井基本能够维持正常使用。在此之前,施工方曾采用拉活塞等其它方式进行洗井,没有取得任何效果。图 3、图 4 为该地温井高压旋喷洗井现场。

2012 年 3 ~ 4 月,应用高压水射流洗井技术对吉林省地质环境监测站某地热井进行处理,水井水量采用高压喷射处理前为 0.7 m³/h,处理后,经过采用与处理前相同的潜水泵抽水试验,水量达到接近



图3 高压旋喷洗井装备



图4 远程控制仪表

2 m³/h,增加了近2倍。图5、图6为该地热井高压旋喷洗井现场。



图5 喷射设备



图6 地表喷射演示

水文水井、地温空调井、地热井等所成水井,清洗过滤管结垢效果十分理想,其效果比采用传统的化学工艺和机械工艺清洗的效果要优越很多。该洗井方法使用清水洗井而无需洗井液,是一种绿色环保工艺高效的清洗方法。

自旋转高压喷射洗井技术可以应用于松散地层供水管井增水、水井使用过程中因化学、电化学和细菌作用使滤水管腐蚀结垢、滤料胶结而造成水井出水量减小甚至不出水的水井增水与清洗,为今后更广泛应用提供了良好的技术支撑。但同时也还存在一些问题,如管路丝扣联接处密封不好,造成喷射时流体泄漏,压力降低,影响喷射效果;另外,该方法对桥式滤水管不太适合,其不能直接冲刷过滤孔眼,也不能对过滤管外边的滤料进行扰动并重新排列。需要今后不断研究和完善。

参考文献:

- [1] 王建国,万建仓,沈慧. 钻井工程[M]. 北京:石油工业出版社,2006.
- [2] 高殿荣,吴晓明. 工程流体力学[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [3] 陈怡,段德培. 气举反循环钻进技术在地热深井施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(4):23-24,28.
- [4] 任良治,田正权,邝光升,等. 静观ZK1号地热井的施工及开发利用计划[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):48-50.
- [5] 杨红东,郑传峰,计胜利,等. 水压式凿岩破碎冲击器的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):74-77.

5 结语

应用实践证明,自旋转高压水射流洗井技术具有效率高、无污染、低强度和节省材料的特点。对

我国深水油气勘探开发能力跨入世界先进行列

《中国矿业报》消息(2013-03-30)《2012年中国海洋石油总公司可持续发展报告》(以下简称《报告》)日前在北京发布,该《报告》显示,中国海油以“海洋石油981”平台为核心,打造了以“五型六舰”为主体的作业能力达到3000m水深的联合作业船队,这标志着我国深水油气资源勘探开发能力和大型海洋装备建造水平跨入世界先进行列。

《报告》显示,除了举世瞩目的第六代深水半潜式钻井平台“海洋石油981”在南海成功实现首钻之外,中国海油还努力打造深水半潜式钻井平台系列。

在深水技术方面,2012年中国海油承担的863计划“深水高精度

地震关键技术研究”、“深水海底管道铺设技术”等6个课题已顺利完成,并通过国家验收。同时,中国海油还启动了863计划“深水油气田勘探开发关键技术与装备”项目,“中国海油深水工程技术中心”也被国家能源局认定为国家级深水工程技术中心。

中国海油现已具备了深水配重、干/湿保温、防腐、节点涂敷等深水管道一体化技术服务能力,以及深水钻井作业技术支持和服务能力。特别值得指出的是,多功能环保船“海洋石油255/256”的建成投产,使中国海油初步具备了深水溢油应急处理能力,有力地支持了深水战略。