

盐酸洗井法的应用与分析

王 平

(山西省地矿局第一水文地质队生产科)

盐酸洗井法在石油部门使用得比较广泛,而在水文井钻探工作中,考虑到水质及其他方面的地质要求,应用尚少。然而,在含水层主要为碳酸盐地层、含水层孔隙被碳酸盐类物质堵塞影响水并出水量的情况下,用盐酸洗井配合 CO_2 洗井或其他洗井法,其效果比较明显,很有发展前景。下面就我队在水文水井中所进行的盐酸洗井工作作一简单介绍。

(一) 概况

1984年9月,我队在山西某地完成了一个孔深256.04米、含水层孔径250毫米的水文钻孔。主要含水层在39.85~256.04米,其岩性主要是石灰岩、泥灰岩、白云质灰岩、裂隙度较小。钻孔位于黄河边。钻进过程中,循环冲洗液使用黄河水,施工时正值汛期,水中含砂量大,其中大部

分是碳酸盐杂质、粘土和石英颗粒。在冲洗液的循环过程中,它们与岩粉相混充填于含水层的孔隙;岩粉和泥灰岩在钻具的搅拌下常形成“泥皮”糊于井壁,结果使含水层被堵塞;完孔以后没有及时很好地冲孔清洗,因而钻孔出水量很小,仅为3600吨/日,远不能满足要求。随后,进行了两次 CO_2 洗井(用 CO_2 80瓶),效果不明显,反而使水井水位恢复变慢,原来约需半小时, CO_2 冲孔后需一天,其他洗井方法效果也不明显。在这种情况下,我们采用了盐酸洗井法配合 CO_2 洗井,取得了较好的效果。

(二) 酸洗井原理及影响酸化反应的因素

所述含水层是发育有0.3~7cm裂隙与小溶洞的碳酸盐岩石,裂隙里的充填物也多是碳酸盐类物质,把盐酸注入井中后,便与岩石、井壁

表 1

地 层 情 况	酸液用量 (米 ³ /米)	备 注
对渗透率差的地层	0.4 ~ 0.6	渗透率小的地层,排除反应物较困难,故盐酸的用量少。
中等渗透率的地层	0.8 ~ 1	
高渗透率的地层	1 ~ 1.5	
碳酸盐含量高,疏松地层	0.2 ~ 0.5	

糊层及裂隙中的充填物发生化学反应。反应结果,裂隙的部分充填物被溶解或颗粒变小,孔壁泥皮也溶解剥落。与此同时,裂隙和小溶洞也随之增大。这时再用 CO_2 进行洗井,就能将含水层裂隙中的杂物清除,疏通水路,出水量增大。

影响上述反应过程的因素较多,主要有:

1. 在含水层为碳酸盐的基岩裸眼中,盐酸与碳酸盐类岩石大面积接触,并发生化学反应,所产生的 CO_2 气体对反应速度有减慢作用。其原因是当 CO_2 气泡生成和逸出时,虽能促使溶液运动

并排除反应物,但大量 CO_2 气体的产生同时也会形成高压,从而阻碍反应的充分进行。

2. 含水层的岩石含碳酸盐愈多,岩石的裂隙及孔隙度越大,化学反应速度就越快。

3. 溶液中酸的浓度较大,溶液温度较高,反应带压力较小,都会加快反应速度。

4. 在盐酸溶液中加入某些化学添加剂,往往对酸化反应速度有影响。

(三) 盐酸的用量及灌注工艺

通常用25升的塑料桶将较浓的盐酸(30%)

运至现场,在地表用水箱将其稀释。根据以往的经验资料和实验室提供的数据,用浓度为13%的盐酸处理每米钻孔所耗盐酸量为0.2~1.5米³,视含水层的具体情况可参照表1确定盐酸用量(盐酸浓度为13%)

在一般情况下,盐酸洗井的最佳浓度为10~20‰。浓度过小,不能与含水岩层发生充分反应,其作用发挥不出来;浓度过大,大部分盐酸被浪费,仅起到过分扩大井径的作用,同时,还腐蚀运输管路。

我们处理的井孔,主含水层在121.98~256.04米孔段,静水位为4.29米,灌入盐酸前下入250米的钻杆。将盐酸注入钻杆内,用自由压入法使盐酸分散在含水层段(盐酸的比重大于水)。为了提高酸处理的效果,防止和减轻酸溶液对钻杆、水箱和部分井管的腐蚀,注入时在酸溶液中加入保护剂——福尔马林(CH_2O),浓度为40%,每立方米稀释盐酸中添加量约为6~7公斤(共用100公斤)。其作用原理是它的分子、离子或胶体颗粒贴附于金属表面,形成正电层,以防止酸溶液中的 H^+ 与金属直接接触而引起电化学反应,起到保护金属的作用。配制盐酸洗井液及灌注时应做好以下工作。

1.首先要根据钻孔情况计算出水、酸及添加剂的作用量。

2.配制时,将浓盐酸缓慢倒入配制箱的水中,切不可往浓酸里加水,以免酸液飞溅伤人。

3.将计算好的酸及添加剂加入水中后,仔细搅拌均匀,除去杂质沉淀后,即可灌入井中。如配制箱容积小,为节约灌注时间,可在严格掌握浓度的情况下,边配制边自由静压灌入。

4.灌注酸液前,最好能清洗井孔,使孔内杂物、泥浆、岩粉、泥皮等尽量排出孔外,以充分发挥酸洗的作用。灌注前我们曾进行过抽水及 CO_2 洗井,效果都比较好。

5.根据酸液浓度及井孔情况,本次进行酸处理的时间为15小时。确定酸化反应时间的主要依据,是井孔含水层的岩性和影响出水量的一些因素(含水层井段井径小,岩石渗透性差,杂物将出水裂隙堵塞,含水层表面被泥皮或岩粉糊住等)。

时间过长,酸化反应形成的沉淀物不易排出;时间过短,又会影响酸化处理的效果。表2列出了两种情况下酸浓度和酸化反应时间,以供参考。

表 2

井 径	含 水 层 的 裂 隙	出水量小 的原因	酸液浓度	酸化反应时间
小	小	泥皮	大	10~16小时
大		裂隙堵塞	小	16~24小时

6.酸处理完毕后,要及时将反应生成物排出孔外,我们采用了 CO_2 洗井并喷法(用 CO_2 48瓶井喷4次),然后用压风机试抽水。

(四) 酸化洗井的效果及其经济效益

盐酸— CO_2 洗井的效果是明显的。在该井终孔时,首先用14JD型深井泵抽水24小时,降深170米,涌水量为3600吨/日。这个涌水量远不能满足设计要求。而后又用 CO_2 80瓶井喷4次,压风机洗井37小时,效果仍不好。最后采用盐酸— CO_2 洗井,接着用压风机抽水4小时10分钟又用14JD深井泵连续抽水29小时,水位降深11.85米,涌水量达10080吨/日,约为原出水量的3倍。

从酸洗井后抽水取得的4个水样水质评价结果看,其pH值为7.3,总酸度依次为0.219、0.548、0.438、0.274毫克当量/升,显中性,总硬度为15.9(小于25德国度),各项数据都符合饮用水的标准,证明盐酸洗井并没有影响水质。整个酸洗过程消耗30%的盐酸5吨(每吨100元)加上其他添加剂的费用,共用材料费600元左右。

(五) 存在问题及建议

1.虽然对酸化洗井的基本原理有了初步认识,但出水量小的原因是多样的,如何针对具体情况选择合理的酸浓度和反应时间,尚无成熟的数据,有待进一步开展工作,总结经验。

2.酸洗过程中,在所配的酸溶液中最好加入一些稳定剂和表面活性剂。稳定剂一般用醋酸(CH_3COOH);其作用主要是去掉酸化过程中产生的不利于洗井的沉淀物。表面活性剂的作用主要是降低酸化反应产生的可溶性物质的表面张力及粘度,使酸溶液能顺利渗入岩石孔隙。

3.完善酸洗工艺的配套设备,以尽快推广。