

水文地质钻探冲洗液的选用

郑继天, 李小杰, 关晓琳

(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:水文地质钻探工作中, 钻探冲洗液对含水层的淤堵和对出水量的影响一直是值得关注的问题。优质冲洗液的泥皮薄而韧, 有利于洗井, 洗井时间短。优质冲洗液在钻进过程中泥皮形成快, 而不侵入含水层的空隙通道, 固相扩散半径小, 提高出水量, 有利于对水文地质参数的评价。在条件允许的情况下, 水文地质钻探冲洗液选择按照先后顺序可排列如下: 低密度冲洗介质、无固相冲洗液、粗分散冲洗液、细分散冲洗液、清水。本文简要介绍了水文地质钻探冲洗液的要求、选型和性能指标控制, 为使用和管理好水文地质钻探冲洗液提供一些参考。

关键词:水文地质钻探; 冲洗液; 含水层; 出水量

中图分类号: P634.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2016)10-0242-03

Selection of Drilling Fluid for Hydro-geological Drilling/ZHENG Ji-tian, LI Xiao-jie, GUAN Xiao-lin (Center for Hydrogeology and Environmental Geology, CGS, Baoding Hebei 071051, China)

Abstract: In hydro-geological drilling, the influence of drilling fluid on aquifer clogging and water yield of the aquifer has been the problem that we care about. The thin and tough mud cakes, which are formed by the high quality drilling fluid, are good for well washing with high performance. In the drilling process, high quality drilling fluid can quickly form mud cake on the borehole wall. This in turn prevents free water from invading into the pore channels of the aquifer. So that solid phase diffusion radius is small and water yield is high. It is good for the evaluation of hydro-geological parameters. When conditions permit, the hydro-geological drilling fluids can be ranked according to following order of priority: low density washing medium, solid free drilling fluid, coarse dispersion drilling fluid, fine dispersion drilling fluid and water. This paper briefly introduces the requirements, type selection and performance index control of the drilling fluid used for hydro-geological drilling, and we hope to provide some reference for the use and management of the drilling fluid in the hydro-geological drilling.

Key words: hydro-geological drilling; drilling fluid; aquifer; water yield

1 概述

在水文地质调查工作中, 钻孔浅、口径大。钻探孔深以 100 ~ 300 m 居多, 只有少数钻孔深度达到 500 m。钻孔口径多在 300 ~ 500 mm。所以, 水文地质钻探工作场地分散, 而且每个场地施工周期短, 有的几天就要搬家。施工单位考虑施工时人力、财力、物力因素, 对水文地质钻探冲洗液的重视程度远不如地质岩心钻探。

在水文地质钻探中, 经常遇到第四系砂、卵、砾石松散地层, 孔壁易坍塌地层, 需要泥浆作冲洗液。一般情况下, 水文地质技术人员认为清水钻进为最优选择, 冲洗液钻进并不受欢迎。主要争议是冲洗液封堵含水层裂隙, 影响钻孔出水量。

在甘肃省张掖市甘州区平原堡勘探孔(地质调

查项目, 成井深度 462 m, 2014 年施工), 2 层含水层均在百米以上, 前期通过拉活塞、空压机、水泵洗井等方法后, 进行了抽水试验, 结果上层含水层单位涌水量仅为 4.1 L/(s·m); 之后又在该孔上层含水层内运用 Packer 分段封隔、振荡洗井, 再次进行抽水试验, 上层含水层单位涌水量达到 33.33 L/(s·m), 增加了 7 倍多。

从上面的例子可以看出, 冲洗液对出水量影响还是很大的。

2 冲洗液影响出水量的因素

所有的冲洗液都对水文钻孔出水量有影响, 只是不同类型的冲洗液对含水层的损害程度不同, 出水量的影响也不同。冲洗液对含水层出水量的影响

收稿日期: 2016-06-28; 修回日期: 2016-07-07

基金项目: 国土资源部公益性行业科研专项“浅层地下水多层多参数监测技术研发与示范项目”之课题 2“小口径机动惯性泵采样设备研发”(编号: 201411083-2)

作者简介: 郑继天, 男, 汉族, 1956 年生, 教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事水文水井钻进成井技术及地下水污染调查取样技术研究工作, 河北省保定市七一中路 1305 号, 1015672458@qq.com。

主要有以下几种因素。

(1)固相对含水层出水量的影响。冲洗液在孔内循环时,对孔壁形成压力,与地层存在压差。在压差的作用下,冲洗液中含有的固相颗粒或携带的固相颗粒,侵入含水层孔隙内,造成孔隙淤堵,使其渗透性降低。如能在孔壁表面快速形成泥皮,则可阻止或减少固相侵入量,起到保护含水层的作用。

(2)孔壁泥皮对含水层出水量的影响。钻进过程中,冲洗液不断地向地层孔隙渗透,随循环不断进行形成泥皮,并逐渐增厚达到一个稳定厚度。钻进时,通常希望泥皮致密、有韧性、坚固不易破坏,孔壁不坍塌,钻进顺利;成井后洗井时,希望泥皮容易破坏,最好能自动脱落,不影响出水量。往往事与愿违,成井时,虽然经过冲孔、换浆、破坏泥皮等工作,但由于洗井是在井管内进行,管外又充填了砾料,虽然采用了化学洗井、旋喷洗井、空压机振荡等方法,但泥皮的破坏还是远远不够的,部分的泥皮还在影响着含水层出水量。

(3)滤液对含水层出水量的影响。当含水层中含有易于与碱或盐反应的成分时,遇到冲洗液中含盐、含碱滤液易发生膨胀、分散、运移和沉淀而堵塞含水层孔隙。钻进这类地层,想办法改善冲洗液性能和滤液性质,降低滤失量,可起到保护含水层的作用。

(4)压差对含水层出水量的影响。孔内液柱与地层间的压差,与冲洗液的滤失有一定关系,一般来说,压差越大滤失量越大,对含水层的损害也越大。因此,在选用冲洗液时,选用低密度的冲洗液,力求液柱压力与地层压力相平衡,在有条件的情况下,采用欠平衡钻进,可起到保护含水层的作用。

本文举例中的钻孔所使用的冲洗液是用红粘土加烧碱配置,密度大,粘度大,滤失量大,固相含量较高,这些性能指标对保护含水层都是不利的。这种冲洗液虽然能保证孔壁不坍塌,具有护壁性,但是由于在孔壁上形成的泥皮和在压差作用下冲洗液中的固相渗入地层而堵塞含水层。在成井后,虽经常规洗井,但孔壁上形成的泥皮、渗入到含水层堵塞含水通道的固相颗粒很难清除掉,影响了水文钻孔的出水量。

3 水文地质钻探冲洗液要求

通过实验室研究和实践证明,水文地质钻探冲

洗液应满足以下要求:(1)有良好的护壁能力和良好的流变性能,悬浮和携带岩粉能力强,保证钻进工作顺利进行;(2)对含水层损害小,渗透恢复率高;渗透恢复率指水文、水井钻探过程中含水地层的孔隙和裂隙被冲洗液污染堵塞后的恢复程度。要求选用的冲洗液的渗透恢复率应不低于80%;(3)在孔壁上形成的泥皮和渗透到含水层孔隙内的固相颗粒便于破坏和解淤,易于洗井;(4)无毒,不污染环境;(5)配置简单,成本低。

4 水文地质钻探冲洗液类型选用

目前,水文地质钻探施工单位基本还是延用清水钻进、细分散冲洗液、粗分散冲洗液、不分散冲洗液等。

(1)清水钻进。清水钻进是最受欢迎的一种方法。采用清水作冲洗液,不加入任何物质而将钻屑作为固体悬浮物,随着钻进工作的进行,地层中的粘性土逐渐与水混合、水化,产生自然造浆现象。这种冲洗液护壁和携粉能力差,事故多,钻进效率低,成井困难;孔壁不易形成致密泥皮,冲洗液中的固相颗粒容易渗入地层,导致含水层淤堵。

(2)细分散冲洗液。细分散冲洗液是由水、粘土和一般处理剂配置而成。这种冲洗液是在分散剂的配合下,粘土高度分散来获得冲洗液所需要的流变特性和滤失量要求。它配制简单,通常只需加入少量的分散剂和降失水剂就可以满足一般地层的要求,具有一定的护壁能力;成本低,可以利用当地粘土和水,经过加入纯碱简单处理,即可获得较高携带能力的冲洗液。所以它在水文水井钻探中得到广泛的应用。这种冲洗液细颗粒固相含量高,粘度较大,流动性差,容易受粘土和可溶性盐类的侵污。在水文钻探中,这种冲洗液对含水层出水量的影响,要具体情况具体分析。若冲洗液在钻进过程中能迅速在孔壁形成一层薄的低滤失量的泥皮,封闭钻头钻穿地层的孔隙和裂隙,对含水层保护是有利的;反之,固体颗粒将进入到含水层直至阻塞。也就是说,细分散冲洗液若使用管理得好,对含水层淤塞小,洗井容易,作为水文地质钻探冲洗液是可以的。

(3)粗分散冲洗液。粗分散冲洗液是在细分散泥浆的基础上发展起来的,水文地质钻探多数使用的是钙处理冲洗液。细分散冲洗液经过钙处理后,高度分散的粘土颗粒变粗,成为适度絮凝的粗分散体系。它既能满足滤失量的要求,又具有较低的粘

度和切力,有利于防止孔壁坍塌,有较强的抗侵污能力且使岩盐溶解较少。尤其在钻进有粘土侵的地层时,粗分散冲洗液仍能保持稳定的性能;能保持低的滤失量,容易洗井;又由于粘土颗粒在冲洗液中呈絮凝颗粒存在,粒度相对较大,不易进入到含水层的孔隙中,对含水层损害较小。在水文地质钻探中,是一种较好的冲洗液。

(4)不分散低固相冲洗液。冲洗液中除了造浆粘土分散外,一些无用固相颗粒利用高分子絮凝剂絮凝成团,而不分散在冲洗液中,而后配合机械除砂、除泥装置将它们除去。该类冲洗液不仅具有流动性好、固相含量低、护壁性能好的特点,而且高分子聚合物在孔壁能形成薄而坚韧的泥皮,对细小的渗透性孔隙有良好的封堵作用,对含水层有保护作用。但使用成本较高和冲洗液管理较复杂,制约了它在水文地质钻探中的应用。

(5)无固相冲洗液。无固相冲洗液既对含水层有较小的封堵作用,又有较好的护壁作用,洗井时冲洗液容易从含水层中洗出。我单位曾对植物胶类无固相冲洗液在水文钻探中应用进行过试验研究,也取得了一些认识。植物胶类无固相冲洗液在钻进过程中在孔壁上形成吸附膜,起到护壁作用,封堵含水层的孔隙。其缺点是价格较昂贵。无固相冲洗液可作为水文地质钻探重要钻孔冲洗液的选择类型。

(6)低密度冲洗介质。包括泡沫、泡沫泥浆、空气、气水混合物等。利用低密度冲洗介质钻进,是一种欠平衡钻进方法,冲洗介质的压力小于含水层的压力。这种冲洗液不会对含水层造成淤堵。水文地质钻探中推荐使用低密度冲洗介质。

5 水文地质钻探冲洗液性能指标控制

无论使用哪种类型的冲洗液,性能指标的控制是非常重要的。控制得好,钻进顺利,对含水层的影响又小。

钻遇孔壁稳定的粘性土层、基岩层,可选用清水、细分散或无固相冲洗液,密度控制在 $1.0 \sim 1.08 \text{ g/cm}^3$,粘度控制在 $15 \sim 25 \text{ s}$,滤失量 $< 23 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 4\%$ 。

钻遇砂土层及粉、细、中、粗砂层,可选用细分散、粗分散冲洗液,密度控制在 $1.0 \sim 1.15 \text{ g/cm}^3$,粘度控制在 $16 \sim 30 \text{ s}$,滤失量 $< 20 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 10\%$ 。

钻遇卵砾石、漂石层,可选用细分散、粗分散冲

洗液,密度控制在 $1.15 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$,粘度控制在 $30 \sim 60 \text{ s}$,滤失量 $< 20 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 8\%$ 。

钻遇流砂、涌水地层、坍塌掉块地层,可选用加重冲洗液,密度控制在 $1.2 \sim 1.7 \text{ g/cm}^3$,粘度控制在 $30 \sim 80 \text{ s}$,滤失量 $< 15 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 8\%$ 。

钻遇水敏地层,可选用钾基泥浆、聚合物冲洗液,密度控制在 $1.08 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$,粘度控制在 $20 \sim 30 \text{ s}$,滤失量 $< 15 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 4\%$ 。

钻遇漏失岩层,可选用泡沫冲洗液,控制密度 $< 1 \text{ g/cm}^3$,基浆粘度控制在 $20 \sim 30 \text{ s}$,基浆滤失量 $< 15 \text{ mL/30 min}$,含砂量 $< 4\%$ 。

钻遇基岩层、孔壁较稳定的粘性土层,可选用空气、雾化气、泡沫液、气-水混合物等。无水、干孔或地层稳定选用空气钻进;地层潮湿或空气钻进需要捕尘时,采用雾化气钻进;孔壁较稳定但漏失的地层采用泡沫钻进;储水层选用气-水混合物钻进。

6 结语

冲洗液是钻进中的“血液”,在水文地质钻探工作中,要重视冲洗液的作用,用好冲洗液,管理好冲洗液,为水文地质调查提供更准确的资料。

通过生产实践,我们认识到优质冲洗液形成的泥皮薄而韧,有利于洗井,洗井时间短。优质冲洗液在钻进过程中泥皮形成快,而不侵入含水层的空隙通道,固相扩散半径小,提高出水量,有利于对水文地质参数的评价。

在条件允许的情况下,水文地质钻探冲洗液按照先后顺序可排列如下:低密度冲洗介质、无固相冲洗液、粗分散冲洗液、细分散冲洗液、清水。

参考文献:

- [1] 阮文军,黄有魁. 钻井冲洗液对水井出水量影响规律的模拟试验研究及其应用[J]. 地质与勘探, 2015, (11): 12-15.
- [2] 曹增国. 如何选用水文水井钻探泥浆[J]. 地下水, 1985, (1): 44-48.
- [3] DZ/T 0260—2014, 地热钻探技术规程[S].
- [4] DZ/T 0148—2014, 水文水井地质钻探规程[S].
- [5] 田宁宁,王凯军. 大有利用前景的水资源: 浅层地下水[J]. 环境保护, 2001, (7): 45-46.
- [6] M. D. 卡母拜尔. 集水井的设计[J]. 国外探矿工程情报(水文水井技术专集), 1985, (3): 22-25.
- [7] 张益飞. 苏南地区复杂地层地热钻井冲洗液研究与应用[J]. 地质与勘探, 2013, (11): 42-45.
- [8] 胡继良. 复杂地层地质钻探冲洗液研究与应用[R]. 北京探矿工程研究所, 2011.