

油田污水处理及防垢技术发展现状

吴华军,涂庭婷,杜宇洋,崔梦龙

(西安石油大学 机械工程学院,陕西 西安 710065)

摘要:随着我国社会经济的发展,社会各个领域对石油的需求量越来越大。在石油开采中,注水开采技术也越来越得到开采者的青睐,但它会产生大量的废水,含有较多的原油和污染物质,若不将这些污水经过处理后再排放,就会对社会环境造成很大的污染。同时,结垢问题也是采油过程中所面临的严重问题之一,如果处理不好就将会给环境和油田开采带来最为严重的问题。后者轻则油气的产量降低,重则油井停产。

关键词:油田污水;防垢技术;处理技术

1 油田污水结垢原理

1.1 不同成分水混合引起结垢

不同油田污水的结垢主要是以硫酸盐垢和碳酸盐垢为主。形成该类污垢的主要原因是海水中含有大量的硫酸根离子和碳酸根离子,而地下水含有钙离子和镁离子,随着海水汇入地层导致两类离子结合形成大量污垢,此种污垢坚固,密度大,具有极强的粘附力,黏附在管道壁上导致污水排放的效率大大降低。

1.2 化学条件变化引起结垢

由于油田污水里有较多的无机垢及成垢离子存在化学平衡状态,因此,如果化学平衡被破坏了,就会出现垢的产生或者溶解现象。根据调查研究发现,影响化学平衡的因素,主要包括温度、压力、pH值和总矿化度。

(1)温度。硫酸钙和碳酸钙的形成是两组化学反应,由于温度的升高正向形成垢的速率增大,同时温度升高会导致硫酸钙和硫酸镁在水中的溶解度大大降低,更加促进了垢物质的产生。在一般情况下,获得油污水都会使用油水分离的方法,然而加热是分离油水最有效的方法,导致处理后的水汇入油井后温度急速增加,所以加大了硫酸钙和碳酸钙等污垢的产生机会。(2)压力。碳酸钙的形成是可逆反应, $2\text{Ca}^{2+}+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{H}^++\text{Ca}_2\text{CO}_3$,当压强降低时 CO_2 会大量逸出,该可逆反应正向进行的速率增大,反应方向向产生碳酸钙的方向进行,从而产生碳酸钙。根据硫酸盐垢的溶解表可以得出,压强降低,其在水中的溶解度大大降低,使硫酸盐垢大量析出,产生沉淀。但是在油田开采过程中,很多环节都无可避免压强的降低,例如集输管线、分离器等,所以压力降低是产生污水垢的一个重要原因。(3)pH值。通过热力学方面的知识可以看出,水中的结垢离子大多都处于一个动态平衡的状态,当水中的pH值发生变化时就会打破它们的平衡,促进方程式 $2\text{Ca}^{2+}+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{H}^++\text{Ca}_2\text{CO}_3$ 的反应,从而加速污垢的形成。加速原理是:当水中的pH值增大时,即 OH^- 增多, $\text{HCO}_3^-+\text{OH}^-=\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_3^{2-}$,从而有利于形成碳酸钙垢。虽然水中pH值减小会阻碍碳酸钙的形成,但是 H^+ 越多会加大腐蚀性,腐蚀管道加大危害。所以结合两者的危害,在一般情况下将pH值保持在6.6~7.9之间。(4)总矿化度。当矿化度越高时,硫酸盐垢与碳酸盐垢两种盐垢在水里的溶解度就越大,进而减少结垢。

2 目前油田污水处理及防垢技术的现状分析

2.1 油田污水处理技术

(1)物理处理技术。物理处理技术也是目前我国最为常见的油田污水处理技术,其具有低成本和低功耗的特点使其在我国较为普及。但也有非常大的局限性,即只能做低层次的简单处理,利用一些器械对油水和杂质进行简单处理,成效并不显著。目前我国最为常见的几种处理技术为离心处理、电磁处理和气浮法三种。离心处理主要是利用离心机的高速旋转形成离心力场,实现对油水混合物的分离。电磁法主要是利用电磁场对难溶的沉淀杂质进行电离分解,且具有一定的防垢性。气浮法主要是利用空气使其在油水混合物中产生气泡,使油水混合物中的乳化油、分散油等攀附在气泡上随气泡脱离油水混合物并回收。

(2)化学处理技术。与物理处理技术不同的是,化学处理技术能对油田污水做出深层次的处理,在处理一些特定的杂质时效果显著。但也具有高成本造价昂贵等缺点,在处理不当或者失误时甚至会造成二次污染。常用的方法有转换法,pH法等,转换法是通过特定的化学试剂将油田污水中的易溶杂质转换为另一种难溶杂质,然后进行处理将其从油田污水中分离出去。pH法则主要是测量好油水混合物的pH值后加入对应的酸碱液进行处理,也有较好的防垢作用但其缺点是一些油水混合物的pH值难以测量且其酸碱区间较小,难以准确把握其各自用量,如遇处理不当可能会生成更难以处理的二次污染。

(3)生物处理技术。生物处理技术是三者中应用范围最少的,因其尚还处于起步阶段,但其是三者中就业前景最好的一种处理技术,各国目前都投入大量的资金以求能在生物处理技术发展中走在前端。因其同时兼顾物理与化学处理技术的优点的同时摒弃掉二者的缺点,能在有效保证效果的同时降低成本,拥有非常广阔的发展未来。目前常见的生物处理技术主要是利用微生物对油田污水进行净化。其原理是利用特定的微生物具有的亲附性来达到除垢效果的。从生物处理技术的效果来看,其独特的除垢作用让其成为三者中的佼佼者,不仅仅有较高的效率其净化程度也可可见一斑,可预见其对于推动我国石油发展有着重要的意义。

2.2 油田防垢技术

(1)物理法。物理法防垢主要是利用特定器械来达到阻垢效果,现如今常见的防垢方法有超声波防垢法,电磁防垢法等。超声波防垢法主要是用油垢在特定频率的超声波下难以形成的特点来达到防垢效果的,目前看来包含超声波处理法的物理场防垢法仍是时代主流与主要发展方向。电磁防垢法主要是利用电磁铁产生的电磁场来达到防垢效果的,但因其具有造价昂贵且效果不显著的特点逐渐被取代。

(2)化学法。化学法防垢主要是利用特定试剂减缓或阻止油垢的形成。常见的方法有pH法与加入阻垢剂的方法,pH法主要是利用一些油垢喜好的一些特定的pH环境入手,一些油垢在某些pH环境下难以或者无法形成,故达成防垢目的。防垢剂法顾名思义,就是在需要添加的油水混合物中加入特定的防垢剂来有效防止油垢的形成,是目前主流的化学防垢的方法,但是高成本与可能的二次污染仍然是化学除垢需要克服的主要难题。

(3)工艺法。工艺法防垢主要是利用改变油垢的外部形成条件来达到防垢效果的。主要方法有水源的正确选择,正确控制内外部压力,正确的分段式采油井等。在具体使用这些方法时,因为各自有各自的利弊存在,所以根据实际情况采用不同的工艺往往能达到意想不到的结果。

3 结束语

根据上文分析,发现油田污水含有大量的成分,只靠单一污水处理和防垢技术处理是显然不够的,应该将多种技术综合运用,把各种技术的优势发挥出来,使其达到协同作用,达到污水处理的最佳效果,减少环境污染和采油作业的正常进行。