

◀专题综述▶

胜利油田采出水处理技术的现状与发展

卢明昌*

(中国科学院力学所)

摘要 在深入调查油田现场实际情况的基础上,对胜利油田采出水处理技术的现状做了详细的论述。针对现有采出水处理工艺技术尚存在一定的局限性和许多不足之处,提出了胜利油田今后应在加强工艺技术完善配套研究、加强电絮凝技术攻关研究、进行高效过滤技术攻关研究、加强污泥回收利用技术和防腐技术研究等方面进一步开展工作。

关键词 胜利油田 采出水 水处理 应用 发展

随着胜利油田进入高含水、特高含水期开采,采出水量大幅度增长,相应的采出水处理及利用工程系统也日益庞大,已成为油田地面工程投资的重要组成部分^[1]。胜利油田广泛依托国内外新技术、新工艺,经过多年的试验研究,已找到一条处理污水、回注油层的有效途径。由于采出水水质日趋复杂和地层的复杂多变,现有采出水处理工艺技术尚存在一定局限性和许多不足之处,甚至采出水处理的一些关键性问题还没有得到很好的解决。其技术的应用和发展问题值得研究和重视。

胜利油田采出水处理技术现状

目前,胜利油田采出水处理工艺按出路和去向不同,可分为回注水处理、达标外排处理和回用锅炉处理三大类。其中,回注水处理是重点和难点。其主流程中按除油设备的不同可分为重力流程(常压立式除油罐)、浮选流程(浮选机)、压力流程(卧式压力粗粒化除油罐)、旋流器流程及组合流程;每种主流程一般都配套密闭及“三防”加药(缓蚀剂、杀菌剂、防垢剂)、收油、排泥等辅助流程。近年来,经过一系列的科技攻关,研究开发了适应各种水质特点的多项污水处理工艺技术。

1. 重力混凝沉降除油工艺

该工艺技术主导设备为常压立式除油罐。近年

来,经过对重力沉降除油罐,建立动态模型试验台,借助计算机进行工艺参数优化,提高效率;对排泥结构进行改进,增加反洗、斜底滑泥及多点排泥系统;内部结构增加轻型聚结网、斜管分离功能,改造后的重力混凝沉降除油罐,较常规除油罐提高处理效率15%左右。该技术已在胜利油田十几座站得到推广应用。

2. 压力密闭除油工艺技术

该工艺技术将聚结除油、斜管沉降分离及化学混凝除油技术联合应用于压力除油罐,提高除油效率20%,已在胜利油田推广100余台,处理后污水含油<30 mg/l,悬浮物<50 mg/l。该工艺所用设备占地面积小,操作简单,隔绝空气效果好,处理效率较高。

利用相关技术开发的压力聚结小间距侧向流除油罐、压力旋流交叉波纹板沉降罐和压力聚结格网反应侧向流除油沉降一体罐获国家实用新型专利。

3. 气浮选除油工艺

目前油田已采用的气浮选工艺有诱导浮选,溶气浮选,射流微压气浮选工艺,其主导设备为浮选机或气浮罐,配套投加化学药剂等工艺措施。该工艺所用设备占地面积小,污水停留时间短,在相适应的浮选药剂的作用下,除油除悬浮物效果较好。特别适用于油水密度小的稠油采出水或乳化程度高的油田采出水处理。

* 卢明昌,教授级高级工程师,生于1957年,1983年毕业于华东石油学院油气储运专业,在职攻读博士学位,从事油田地面规划计划及投资管理,任总经济师。地址:(257094)山东省东营市。电话:(0546) 8557175。

(收稿日期:2002-10-08;修改稿收到日期:2002-12-05)

4. 液-液旋流除油工艺

近年来,研制开发的液-液旋流分离技术,已在胜利油田6个联合站成功推广应用。其主导设备水力旋流器具有结构紧凑、体积小、质量轻、投资少和除油效率高等特点,特别适合海上油田的开发。该技术获中国石化集团公司科技进步三等奖。当来水含油 $<1\ 000\text{ mg/l}$ 时,处理后水中含油 $<50\text{ mg/l}$,且为密闭处理流程,不需其它密闭隔氧措施^[2]。它在吉林、青海、南阳等油田也得到一定程度的应用。

5. 压力过滤技术

污水过滤的主导设备为各种型式的过滤罐。近年来,有关科研和工程技术人员在滤罐内部结构、滤料的筛选及操作自动化技术等方面做了大量工作,取得一定成效。目前可供选择的滤料有石英砂、核桃壳、金刚砂和石榴石等。其内部结构采用了不锈钢筛管和滤头。配套的阀门多采用进口阀,自动化操作系统采用了PLC控制器等,滤罐的性能得到了较好改善。

6. 低渗透油田注入水精细处理技术

精细过滤技术主导设备过滤器主要有憎油纤维束过滤器、金属膜过滤器等。该类设备当来水含油 $<15\text{ mg/l}$,悬浮物 $<10\text{ mg/l}$ 时,出水含油 $<5\text{ mg/l}$,悬浮物 $<3\text{ mg/l}$,粒径 $\leq 2\ \mu\text{m}$ 。

近期胜利油田准备进行美国HGL集团的微过滤器的现场试验。据说,这种过滤器体积小,可不间断地流动、过滤,过滤效率高,速度快,内部自动清洗滤层,不需外部反冲洗操作。可去除颗粒范围为 $1\sim 250\ \mu\text{m}$ 。该设备的滤层材料为数层不锈钢网,并夹带不锈钢金属棉,滤层薄,易清洗。

7. “三防”及天然气密闭配套技术

由于一般油田采出水矿化度较高,pH值 $6\sim 7$,且含有多种有害成分,因此必须在对其进行净化处理的同时进行防腐蚀、杀菌、防垢等稳定处理。目前通常采用投加“三防”药剂和对全流程实行密闭的工艺技术,对于常压污水罐通常采用天然气密闭隔氧措施,取得一定“三防”效果。

8. 水质改性处理技术

针对油田采出水多数pH值偏低,矿化度高,腐蚀结垢严重等问题,该技术采用复合碱等化学药剂调整采出水的酸碱度,使其pH值 >7 ;破坏水中的化学平衡, HCO_3^- 不断的离解为 CO_3^{2-} 和 H^+ ,从而在水中产生 CaCO_3 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,并通过絮凝剂的作用快速沉淀去除。pH值的升高,形成了不利于SRB等细菌生存的水体环境,且氢的去极化

过程减弱,腐蚀速度变缓。采用该技术可实现采油水处理的全面达标。

存在的主要问题

1. 各种工艺技术不尽完善

胜利油田采出水处理工艺技术在现场应用过程中表现出许多不足之处,还不够完善配套。例如各种立式混凝沉降罐,其内部结构多为普通钢板及蛇纹石等材料构成,由于采出水的腐蚀、结垢,少则 $1\sim 2\text{ a}$,多则 $3\sim 5\text{ a}$,即无法正常使用,且不利于维修更换,从而失去作用。又如诱导浮选工艺,由于国产电动机和变速器不能满足需要,且国内也没有效果较好的浮选药剂,导致浮选机不能长期正常运转,无法达到应有的处理效果。正是由于各种工艺技术都有尚不尽完善之处,所以在对各种工艺技术的评价上,就不可能使大家达成共识,造成工艺技术选择的随意性。同一个单位,水质情况相同或相近,但是所采用的采出水处理工艺技术却是五花八门,各种工艺技术“轮流坐庄”,无实质性改进,因此很难实现水质的全面达标。

2. 采出水过滤技术不过关

目前油田采出水预处理阶段,基本可以达到设计目标,处理后水中含油 $\leq 50\text{ mg/l}$,采出水处理的最后处理设施为压力滤罐,主要问题是滤料不能满足采出水过滤要求,石英砂滤料易污染,且比重很大很难清洗再生;国内核桃壳滤料生产厂家无统一生产标准规范,导致滤料的几何形状、粒径、亲水性、抗油浸、表面吸附及易冲洗性、硬度、韧性、耐磨和腐蚀性等达不到要求,无法长期正常使用。近年来采用的双层滤料,上层一般为核桃壳或无烟煤,下层为石榴石、金刚砂,因存在来源受限,加工工艺复杂,容易发生混层与流失现象,从而限制了其应用规模。滤罐的自动反冲洗系统,自动调节阀价格高,寿命短,自动化仪表及操作系统因管理维修跟不上,也很难长期运行。

3. “三防”药剂的现场适应性差

现有的缓蚀剂、絮凝剂现场使用效果并不理想。目前缓蚀剂主要类型有季胺盐类、咪唑啉类和脂肪胺类。尽管有些药剂室内试验评价较好,但与现场实际情况相差甚远。主要原因是室内试验多为静态挂片,且试片为表面均匀光洁的A3钢,缓蚀剂易于均匀成膜,而现场为高速流动状态,且管壁表面光洁不一,各处不同程度地附着油、泥沙等杂物,不具备使缓蚀剂均匀成膜的条件,因此难以达

到理想的缓蚀效果。特别值得一提的是在流程不能密闭隔氧的条件下,缓蚀剂的效果更差。

4. 采出水改性处理带来的问题

采出水经过改性处理后虽然实现了水质达标,但由此而产生的大量污泥由于尚无成熟的配套技术和可利用的途径,日积月累,堆积如山,粉尘四散,造成地面环境的严重污染。同时改性处理后的采出水注入油层,与地层水的pH值不同,成分不同,虽然其对油层造成的伤害程度尚无定论,但随着注入水量的不断增多,已出现了注水区块回注压力的不断增高,应引起有关工程技术人员的高度关注。

发 展 方 向

1. 加强工艺技术的完善配套研究

对现有各种工艺技术在生产运行中暴露出的问题和不足进行专题研究,如工艺流程、设施结构、工程材料、自动化控制等具体问题,使每种工艺更加完善配套。同时对每种工艺技术的适应性进行论证和现场试验,做到根据油水物性和水质特点选择相适应的工艺技术。使工艺技术的选择应用规范化,避免盲目性和随意性。

2. 应加强电絮凝技术的攻关研究

电絮凝废水处理技术是目前较先进的水处理技术。在美国,已对几十种废水表现出良好的处理效果,处理费用比采用化学处理剂费用明显降低。可以通过采用各种形状的阴极和阳极提高污染物去除率,降低投资和操作费用。

3. 进行高效过滤技术的攻关研究

现有过滤技术的突出问题是滤料的适应性。最有效提高过滤器性能的途径是改善滤料性能。由此,微孔陶粒滤料应运而生。陶粒滤料由人工造粒形成,可以根据水质特点需要,制造出各种性能的陶粒,其几何形状为球形,十分接近过滤理论计算要求的理想球形。使滤料过滤过程与过滤理论的描述十分接近,有利于控制和提高过滤效率,便于反洗再生。经室内试验表明,对油田采出水过滤处理,该滤料除油、除悬浮物效率更高。下一步应扩大在胜利油田试验和现场应用研究。

4. 加强污泥回收利用技术研究

应对污泥的快速沉淀、回收处理和有效利用综合研究。需在对污泥成分及物理、化学性质进行分析的基础上,采取有利措施进行沉降、回收、脱水后,对干化污泥经焚烧回收利用热量后外运铺路,

若有机成分较多也可研究有机物的回收再利用技术。亦可考虑用作其它建筑材料或送城市垃圾处理场回收利用。

5. 进一步加强防腐技术研究

胜利油田东辛采油厂采出水矿化度在30 000~80 000 mg/l,其中 Cl^- 含量接近总矿化度的一半,pH为6~7。在现有防腐技术条件下,污水罐罐底平均使用寿命不足5 a,高压注水管线实施H87内涂,平均使用寿命5~6 a,水井管柱平均使用寿命不足3 a,套管有的只5~6 a,即因腐蚀穿孔变形而造成水井报废,给油田开发生产造成巨大的困难和经济损失。因此,加强防腐技术的研究将产生巨大的生产效益和经济效益。

一是油田污水缓蚀剂的研究。鉴于现有缓蚀剂存在的不足,应研制开发新型高效缓蚀剂,使其具有更强的适应性,能够适应现场被保护表面的实际条件。或者通过有效清洗手段,使现场被保护表面满足缓蚀剂的要求。对水中含氧量不达标的油田,还要研制耐氧缓蚀剂或先期解决除氧问题。

二是防腐新材料的研究。近年来胜利油田在低压系统大量推广应用了玻璃钢管道、钢骨架复合管、容器环氧玻璃鳞片内涂、水泥砂浆复合衬里等防腐技术;在高压注水系统进行了高压玻璃钢管道、钢管内壁热喷涂玻璃釉、水井管柱镍磷镀等防腐技术的现场应用试验,均取得显著的防腐效果和经济效益。但是上述技术都不同程度地存在着一定的局限性,特别是高压注水系统的防腐技术仍处在现场实验阶段,还不具备普遍推广的条件。因此,需进一步加强防腐新材料的研制和现场应用研究。

三是采出水腐蚀率检测评价研究。目前采出水腐蚀率定量指标为平均腐蚀率,而油田采出水对金属的腐蚀多为局部腐蚀,即点蚀或坑蚀,平均腐蚀率已不能客观反映金属设施腐蚀损坏的程度。应根据油田腐蚀的特点建立客观实际的采出水腐蚀率检测评价体系,研究和完善简便易行、符合客观实际的采出水腐蚀率检测方法,特别应将点蚀率作为评价采出水腐蚀性的重要指标,油田防腐研究的重点也应放在对采出水造成的局部腐蚀的研究上。

参 考 文 献

- 1 戴颂周,卢明昌.高含水原油旋流预脱水及污水除油新工艺.油气田地面工程,1996,15(4):21~25
- 2 刘树亮,吕成魁,鞠武.高含水原油旋流预脱水及污水除油试验与研究.石油机械,2001,29(9):9~12

(本文编辑 赵连禄)