



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106587453 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(21)申请号 201611255713.8

(22)申请日 2016.12.30

(71)申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

(72)发明人 赵瑞玉 朱成君 李宁峰 朱晓菲

(74)专利代理机构 青岛联信知识产权代理事务所 37227

代理人 傅培

(51)Int.Cl.

C02F 9/06(2006.01)

C02F 103/10(2006.01)

C02F 101/30(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

三元复合驱废水的处理方法

(57)摘要

本发明提出一种三元复合驱废水的处理方法,属于油气田开发中难降解有机废水处理领域,能够简单便捷、经济有效的处理三元复合驱废水。该技术方案包括对三元复合驱废水依次进行沉降处理和电催化氧化处理;将电化学处理后的三元复合驱废水再分别进行粗滤和微滤过滤处理,得到符合回用标准的处理水。本发明能够应用于三元复合驱废水以及其他含聚合物污水的处理过程中。

1. 一种三元复合驱废水的处理方法,其特征在于,包括以下步骤:  
对三元复合驱废水依次进行沉降处理和电催化氧化处理;  
将电化学处理后的三元复合驱废水再分别进行粗滤和微滤过滤处理,得到符合回用标准的处理水。
2. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,在沉降处理中,沉降时间为5-50小时,沉降温度为10℃-80℃,优选沉降时间为12-36小时,沉降温度为20℃-60℃。
3. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,在电催化氧化处理中,采用由一级或二级电催化氧化器组成的电催化氧化单元进行处理。
4. 根据权利要求3所述的处理方法,其特征在于,所述电催化氧化器的电极为惰性电极,极板间距为1-15cm,槽电压为1-20V,处理温度为15℃-80℃。
5. 根据权利要求3所述的处理方法,其特征在于,所述电催化氧化器包括二维电催化氧化器、三维电催化氧化器或其组合中的任意一种。
6. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,在粗滤处理中,利用石英砂和海绿石进行两级过滤。
7. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,在微滤过滤处理中,利用滤芯孔径为1-8 $\mu\text{m}$ 的陶瓷烧结管进行过滤。
8. 根据权利要求1-7任一项所述的处理方法,其特征在于,所得到的处理水中含油 $\leq$ 5mg/L,悬浮物 $\leq$ 5mg/L,粒径中值 $\leq$ 2 $\mu\text{m}$ 。

## 三元复合驱废水的处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于油气田开发中难降解有机废水处理领域,尤其涉及一种三元复合驱废水的处理方法。

### 背景技术

[0002] 三元复合驱(ASP)是油田原油开采生产后期提高采收率的重要方法之一,但是三元复合驱采出水中残留相当量的聚合物100-1000mg/L、表面活性剂和碱性物质,这使得三元复合驱废水粘度高、pH值高、悬浮物含量高、原油乳化严重,从而造成ASP废水除油、除悬浮物困难。常规的油田采出水处理工艺与药剂不适应,无法达到处理水质的要求。

[0003] 国内从20世纪末就开始对三元复合驱废水进行了的各种研究。例如,可“采用一级曝气气浮沉降-二级曝气气浮沉降-一级石英砂-磁铁矿双层滤料过滤-二级海绿石-磁铁矿双层滤料过滤”四段处理工艺来处理三元复合驱废水;或者如专利CN101798149A公开的三元复合驱采出水的处理方法,包括:(1)对三元复合驱采出水进行水质测试,用pH调节剂调节其pH值到9-12.5之间,向三元复合驱采出水中按照4000mg/L-11000mg/L的投加量加入处理剂;处理剂为氯化镁、硫酸镁和硝酸镁中的一种或几种镁盐的任意比例混合物;(2)处理剂投加时对三元复合驱采出水进行搅拌,搅拌速度100转/分钟-300转/分钟,搅拌时间为2分钟-15分钟,然后静置沉降10分钟-30分钟;(3)用石英砂过滤进行后续处理;又或者如专利CN101659482A公开的处理三元复合驱采油废水的方法,包括:(1)取碱厂废渣白泥和盐酸或稀硫酸,按比例将白泥在盐酸或稀硫酸中浸泡,过滤,所得滤液即为需要的处理剂;(2)对三元复合驱采油废水进行水质测试,若pH值不在9-12之间,则用pH调节剂调节其pH值到9-12之间,然后根据三次采油废水含油量和悬浮物含量向三次采油废水中按照7000mg/L-10000mg/L的投加量加入制备的处理剂;(3)处理剂投加时对三元复合驱采油废水进行搅拌,然后静置沉降10-30分钟;(4)用石英砂过滤进行后续处理。

[0004] 但采用以上处理方法的弊端在于:处理工艺流程长、复杂,或者处理剂剂量过大,或者需要加酸性处理剂,但这无疑增加了水处理系统的腐蚀风险。因此,基于上述原因,油田急需简单经济有效的三元复合驱废水处理方法。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述技术问题,本发明提出了一种工艺简单、经济有效的三元复合驱废水的处理方法。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0007] 一种三元复合驱废水的处理方法,包括以下步骤:

[0008] 对三元复合驱废水依次进行沉降处理和电催化氧化处理;

[0009] 将电化学处理后的三元复合驱废水再分别进行粗滤和微滤过滤处理,得到符合排放标准的处理水。

[0010] 作为优选技术方案,在沉降处理中,沉降时间为5-50小时,沉降温度为10℃-80℃,

优选沉降时间为12-36小时,沉降温度为20℃-60℃。

[0011] 作为优选技术方案,在电催化氧化处理中,采用由一级或二级电催化氧化器组成的电催化氧化单元进行处理。

[0012] 作为优选技术方案,所述电催化氧化器的电极为惰性电极,极板间距为1-15cm,槽电压为1-20V,处理温度为15℃-80℃。

[0013] 作为优选技术方案,所述电催化氧化器包括二维电催化氧化器、三维电催化氧化器或其组合中的任意一种。

[0014] 作为优选技术方案,在粗滤处理中,利用石英砂和海绿石进行两级过滤。

[0015] 作为优选技术方案,在微滤过滤处理中,利用滤芯孔径为1-8 $\mu\text{m}$ 的陶瓷烧结管进行过滤。

[0016] 作为优选技术方案,所得到的处理水中含油 $\leq 5\text{mg/L}$ ,悬浮物 $\leq 5\text{mg/L}$ ,粒径中值 $\leq 2\mu\text{m}$ 。

[0017] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

[0018] 本发明所提供的三元复合驱废水的处理方法在通过沉降、电催化氧化以及过滤等步骤后即可实现三元复合驱废水的有效处理,在上述步骤中,无需通过加酸来调节原水的pH值,也无需加入额外的处理剂进行处理,整个流程工艺简单,所处理得到的处理水也可有效满足后续回用或其它处理要求。

### 具体实施方式

[0019] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 本发明实施例提供了一种三元复合驱废水的处理方法,包括以下步骤:

[0021] S1:对三元复合驱废水依次进行沉降处理和电催化氧化处理;

[0022] 三元复合驱废水中主要含有驱油剂(聚合物、表面活性剂和碱)、油类、悬浮物等,驱油剂中的聚合物分子可使水中的悬浮物和油类进一步分散乳化,使得各种物质在水中的存在状态更加稳定,更不容易被有效处理。同时,由于三元复合驱废水中这些物质的存在,使得其粘度高、油乳化严重,导致污水携带固体悬浮物能力强、油滴和固体颗粒上浮或下沉阻力大。

[0023] 因此,在本步骤中,先对三元复合驱废水进行沉降处理,即利用密度差,通过重力作用先将上浮物与下沉物进行分离,其中,上浮物可以包括油类以及密度较小的悬浮物等,下沉物可以包括泥沙与密度较大的悬浮物等。可以理解的是,在进行沉降处理时,所采用的装置可以为常规的重力沉降罐,当然并不局限于此,还可以是其它适合的罐体,只要能够实现其作用即可。

[0024] 在将上浮物与下沉物分离后,接下来对含有上浮物的三元复合驱废水进行电催化氧化处理,其目的在于降低三元复合驱废水的粘度,并进一步除去其中所含的油类以及密度较小的悬浮物等物质。

[0025] S2:将电化学处理后的三元复合驱废水再分别进行粗滤和微滤过滤处理,得到符

合回用标准的处理水。

[0026] 在对含有上浮物的三元复合驱废水进行电催化氧化处理后,三元复合驱废水的粘度虽得到降低,且其中所含的油类以及密度较小的悬浮物等物质也被进一步除去,但此时这些物质去除的并不完全。因此,在本步骤中,还需对其进行进一步的粗滤以及微滤过滤处理,其中,在经过粗滤过程过滤掉剩余的油类以及悬浮物后,利用微滤过滤可过滤掉粒径大于 $2\mu\text{m}$ 的悬浮物,以使其可满足后续回用或其它不同处理目的的需要。

[0027] 在一优选实施例中,在沉降处理中,沉降时间为5-50小时,沉降温度为 $10^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ ,优选沉降时间为12-36小时,沉降温度为 $20^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ 。本实施例中,为了能够使上浮物与下沉物得到有效分离,对沉降的时间以及温度进行了限定,其中,沉降时间还可以为10、15、20、25、30、35、40、45小时等,沉降温度还可以为 $20^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}$ 、 $40^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}$ 、 $60^{\circ}\text{C}$ 、 $70^{\circ}\text{C}$ 等,本领域技术人员可结合实际情况进行调节。可以理解的是,上述沉降时间和温度的设定可结合实际情况中所采出的三元复合驱废水的实际情况而定,例如,沉降温度可优选 $20^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ ,沉降时间可优选12-36小时。

[0028] 在一优选实施例中,在电催化氧化处理中,采用由一级或二级电催化氧化器组成的电催化氧化单元进行处理。本实施例中通过进行电催化氧化处理,可使沉降后得到的含上浮物的三元复合驱废水在电催化氧化器表面中发生电化学反应,不仅可降低废水的粘度,还可以使水包油型乳状液破乳,使悬浮物-表面活性剂-聚合物形成的胶团破胶,释放出包裹的原油与悬浮物,从而使释放的原油与悬浮物得以上浮,以更好地除去。

[0029] 在一优选实施例中,所述电催化氧化器的电极为惰性电极,极板间距为1-15cm,槽电压为1-20V,处理温度为 $15^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ 。在本实施例中,给出了电催化氧化处理中所需的参数,本领域技术人员可根据实际处理的三元复合驱废水的情况对上述参数在给出的范围内进行相应的调整。在可选的实施例中,处理温度为 $20^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}$ 、 $40^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}$ 、 $60^{\circ}\text{C}$ 、 $70^{\circ}\text{C}$ 等。

[0030] 在一优选实施例中,所述电催化氧化器包括二维电催化氧化器、三维电催化氧化器或其组合中的任意一种。需要说明的是,所谓的三维电催化氧化所采用的电极是三维电极,即在传统的二维电极板间填充颗粒状或碎屑状的工作电极材料,并使所填充的电极材料表面带电而成为第三电极,从而在其表面发生电化学反应。相比于二维电催化氧化,三维电催化氧化能够提供的反应表面更大,处理效率更高。但在面对不同组成、pH值的三元复合驱废水的实际情况下,本领域技术人员可根据实际情况进行调整,例如可以是二维电催化氧化器,也可以是三维电催化氧化器,或是一级二维电催化氧化器与一级三维电催化氧化器的组合。

[0031] 在一优选实施例中,在粗滤处理中,利用石英砂和海绿石进行两级过滤。在本实施例中,需要对电催化氧化处理后的三元复合驱废水进行粗滤,正如之前所提到的,电催化氧化处理可将悬浮物-表面活性剂-聚合物形成的胶团破胶,释放出包裹的原油与悬浮物,从而使释放的原油与悬浮物得以上浮,这样通过粗滤可将这部分上浮的物质加以去除,以提高处理效率。在本实施例中,所使用的过滤介质为石英砂和海绿石,可以理解的是,本实施例并不局限于此,还可以使用本领域中能够与石英砂或海绿石进行相互替代的其它介质进行粗滤。

[0032] 在一优选实施例中,在微滤过滤处理中,利用滤芯孔径为1- $8\mu\text{m}$ 的陶瓷烧结管进行过滤。在本实施例中,为了确保所得到的处理水中不含或仅含有相当少的粒径小的杂质,采

用滤芯孔径为1-8 $\mu\text{m}$ 的陶瓷烧结管进行过滤。可以理解的是,所使用的滤芯孔径还可为2 $\mu\text{m}$ 、3 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ 、5 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 、7 $\mu\text{m}$ 的陶瓷烧结管。可以理解的是,本实施例并不局限于此,还可以使用本领域中能够与陶瓷烧结管进行相互替代的其它介质作为滤芯。

[0033] 在一优选实施例中,所得到的处理水中含油 $\leq 5\text{mg/L}$ ,悬浮物 $\leq 5\text{mg/L}$ ,粒径中值 $\leq 2\mu\text{m}$ 。在本实施例中,所得到的处理水均满足各项指标,因此,可满足用于后续的不同需要。

[0034] 为了更清楚详细地介绍本发明实施例所提供的三元复合驱废水的处理方法,下面将结合具体实施例进行描述。

[0035] 实施例1

[0036] 将三元复合驱废水60 $^{\circ}\text{C}$ 沉降36小时后,泵入两级二维两级电催化氧化器处理,每级15min共30min后,进行石英砂与海绿石两级粗滤,粗滤出水再进行一级微滤后,得处理水1。

[0037] 实施例2

[0038] 将三元复合驱废水60 $^{\circ}\text{C}$ 沉降36小时后,泵入两级三维电催化氧化处理单元,处理15min后,进行石英砂与海绿石两级粗滤,粗滤出水再进行一级微滤后,得处理水2。

[0039] 实施例3

[0040] 将三元复合驱废水60 $^{\circ}\text{C}$ 沉降36小时后,泵入由一级二维电催化氧化器与一级三维电催化氧化器组成的两级电催化氧化处理单元,每级处理时间为15min共30min后,进行石英砂与海绿石两级粗滤,粗滤出水再进行一级微滤后,得处理水3。

[0041] 性能测试

[0042] 对上述实施例1-3所处理得到的处理水1-3的主要指标进行了测试,结果参见表1。

[0043] 表1主要指标测试结果

[0044]

项目	ASP废水	实施例1	实施例2	实施例3	达标指标
粘度/mPa.s	6.5	2.1	1.1	1.8	$\leq 3.0$
油/mg/L	186	2.3	1.0	1.5	$\leq 5.0$
聚合物/mg/L	980	970	960	955	/
悬浮物/mg/L	75	4.3	2.6	3.1	$\leq 5.0$
粒径中值/ $\mu\text{m}$	11.9	2.0	1.6	1.8	$\leq 2.0$
pH值	9.2	9.2	9.2	9.2	6.5-9.5

[0045] 结合表1测试结果可知,实施例1-3中的处理水的粘度、油量、聚合物量、悬浮物量、粒径中值和处理水pH值等各项指标均得到有效改善,且符合行业标准,因此,满足了油气田开采出的三元复合驱废水在处理后可用于后续回用或其它不同处理目的的需求。