(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210974290 U
(45)授权公告日 2020.07.10

(21)申请号 201921370265.5

(22)申请日 2019.08.22

(73)专利权人 长江大学
地址 430100 湖北省武汉市蔡甸区蔡甸街大学路111号

(72)发明人 柳建新 李华洋 董沅武 陈金建 颜回香 高旭东 王厉强

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104
代理人 陈家安 冯超

(51)Int.Cl.
C02F 9/12(2006.01)
C02F 103/10(2006.01)

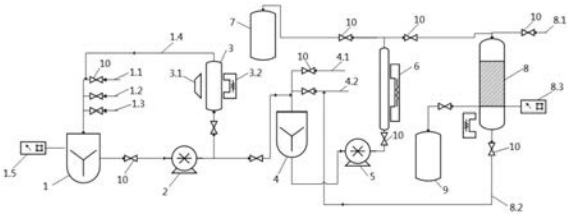
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

用于净化复合驱采油污水的撬装系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种用于净化复合驱采油污水的撬装系统，它包括循环罐，所述循环罐上方连接有光催化剂CNPs进入管、盐酸管和污水管，所述循环罐侧壁上设置有循环管，循环管另一端与循环罐上方连通；所述污水泵通过管线与磁性纳米搅拌罐顶部连通，所述磁性纳米搅拌罐下方通过管线依次连接有第二污水泵和管式磁分离器，所述管式磁分离器通过管线分别连接有清水罐和回收罐；所述回收罐上方连接有碱液管，所述回收罐一侧通过管线连接有污泥罐。本实用新型具有结构简单、处理效率高、自动运行等特点，便于实现装置的小型化和撬装化，用于远离污水处理厂的油田作业现场和海上油田的污水处理。



CN 210974290 U

1.一种用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:它包括循环罐(1),所述循环罐(1)上方连接有光催化剂CNPs进入管(1.1)、盐酸管(1.2)和污水管(1.3),所述循环罐(1)侧壁上设置有循环管(1.4),所述循环管(1.4)另一端与循环罐(1)上方连通;所述循环管(1.4)上依次安装有污水泵(2)和光催化管(3);所述污水泵(2)通过管线与磁性纳米搅拌罐(4)顶部连通,所述磁性纳米搅拌罐(4)上方连接有盐酸进料管(4.1)和净水剂ANPs进料管(4.2),所述磁性纳米搅拌罐(4)下方通过管线依次连接有第二污水泵(5)和管式磁分离器(6),所述管式磁分离器(6)通过管线分别连接有清水罐(7)和回收罐(8);所述回收罐(8)上方连接有碱液管(8.1),所述回收罐(8)一侧通过管线连接有污泥罐(9),所述回收罐(8)下方设置有净水剂CNPs回流管(8.2),所述净水剂CNPs回流管(8.2)与净水剂ANPs进料管(4.2)连通。

2.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述循环罐(1)上设有浓度和液位检测器(1.5),所述光催化剂(C)NPs进入管(1.1)、盐酸管(1.2)和污水管(1.3)上分别设置有控制阀(10)。

3.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述循环罐(1)和污水泵(2)之间的循环管(1.4)上设置有污水阀(11);所述光催化管(3)两侧分别设置有高压汞灯(3.1)和电磁铁(3.2)。

4.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述污水泵(2)与光催化管(3)之间的管线上设置有控制阀(10);所述污水泵(2)与磁性纳米搅拌罐(4)之间的管线上设置有控制阀(10)。

5.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述盐酸进料管(4.1)、净水剂ANPs进料管(4.2)、碱液管(8.1)和净水剂CNPs回流管(8.2)上均设置有控制阀(10)。

6.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述管式磁分离器(6)与第二污水泵(5)、清水罐(7)和回收罐(8)连接的管线上分别连接有控制阀(10)。

7.根据权利要求1所述用于净化复合驱采油污水的撬装系统;其特征在于:所述回收罐(8)一侧上设有pH/电导率检测器(8.3);所述回收罐(8)与污泥罐(9)的管线上连接有控制阀(10)。

用于净化复合驱采油污水的撬装系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及含油污水进行处理技术领域，具体涉及一种用于净化复合驱采油污水的撬装系统。

背景技术

[0002] 近年来，我国大部分油田已陆续进入三次采油阶段，其中复合驱采油技术是最为典型的化学驱采油工艺。复合驱在提高采收率的同时也极大增加了采出液处理的难度。复合驱采出液的成分复杂，同时含有驱油剂(聚合物、表面活性剂和碱)、原油、固体悬浮物等，其中表面活性剂可大幅度降低油水界面张力促使原油以尺寸在100um以下的乳化油形式存在，而水溶性聚合物的存在也会进一步提高乳状液的稳定性、减缓了固体悬浮物的沉降速度。因此复合驱采出液具有黏度高和乳化稳定性强的特征，相比于常规水驱的采出液，其处理的难度大大增加。

[0003] 现有的复合驱污水处理技术有如下几种：

[0004] 1、重力分离法：其主要原理是在重力的作用下，利用油水的密度差促使油水自动分离。这种方法比较常见，在油田污水处理工艺中应用较成熟，主要处理成分较为简单的油田污水。如专利CN200710100015.5公开了“一种油田三元复合驱含油污水处理工艺”通过投加絮凝剂，利用重力进行沉降，再利用过滤装置过滤，处理后的采出液能达到含油≤30mg/L，含悬浮物≤30mg/L。又如专利CN201420682385.X公开了一种“复合驱驱油实验采出液破乳装置”通过构成热水循环系统，为采出液提供破乳环境，依靠重力作用使浑浊的采出液实现分层。重力分离法的优点是处理量大、运行费用低、管理方便。缺点是污水停留时间长、占地面积大，基建投资高，难以实现乳化油的深度净化。

[0005] 2、气浮法：气浮法的工作原理使是在含油污水中引入或释放大量微小气泡，这些微小气泡在上浮过程中捕捉并黏附在细小油珠和带油杂质颗粒上，加速油珠和带油杂志颗粒在污水中的上浮，聚集在液面上的油污由撇油器进行回收。如专利CN201520806107.5公开了“一种三元复合驱含油污水处理装置”属于气浮选污水处理装置，通过使用气浮筒，旋涡稳定器等设备可提高含油污水除油效率，处理量达到15m^3/h，净化后污水含油量小于50mg/L。又如专利CN200510042643.3公开了一种“含油污水一体化动态平衡处理的方法及其装置”通过采用气浮法水处理设备与含油污水管路串联使污水得以除油处理。该法的优点是除油效率高，但工艺流程复杂，油滴与气泡的碰撞概率低，存在死角，且所收油品含水率大。

[0006] 3、高级氧化法：高级氧化法是利用氧化剂对采油污水中污染物进行氧化分解。如专利CN201420514917.9公开了一种“用于油田三元复合驱含油污水处理的高级氧化装置”利用臭氧氧化原理，使用了臭氧罐、紫外灯等装置，臭氧进入罐体后，经紫外灯照射，臭氧与紫外灯管发生催化反应产生羟基自由基催化聚合物降解，处理后污水浊度为25NTU，粘度降低到2mPa.s以下。又如专利CN201720653193.X公开了“一种污水处理系统的接触氧化装置”通过使用反应池、空气泵等装置实现污水的接触氧化。该法的优点是工艺较为简单，但氧气

在水中溶解度小，氧气利用率低，处理效果不理想，且设备占地面积大。

[0007] 4、磁选分离技术(以下简称磁分离)：是利用外加磁场增加絮凝作用，使油吸附在磁性颗粒上，再通过磁分离装置将磁性物质及其吸附的油从水中分离，从而达到快速油水分离的目的，是一种高效、节能、省地、磁种回收利用率高的技术。目前磁分离技术只有少数不成熟的含油污水磁性吸附装置。以下为几类传统磁分离方法：

[0008] (1)离心分离法：借助于离心力，使比重不同的物质进行分离的方法。由于离心机等设备可产生相当高的角速度，使离心力远大于重力，于是溶液中的悬浮物便易于沉淀析出：又由于比重不同的物质所受到的离心力不同，从而沉降速度不同，能使比重不同的物质达到分离。如专利CN201220667771.2公开了“一种高速磁分离污水处理机”利用磁盘式污水处理机、刮板等装置，采用离心的原理，使油污分离。又如专利CN201721227431.7公开了“一种超磁分离污水处理装置”通过使用磁性转盘、吹扫装置等实现污水处理和磁种回收。该法的优点是处理量大，管理方便。缺点是：占地面积大，基建投资高，同时由于污水中的污物是直接粘在磁体表面，刮板很难将其刮干净，去污效果不理想，且磁盘对水流的离心力较大，无法实现高速运转去污的要求。

[0009] (2)辊筒式磁分离法：辊筒是指机械中圆筒状可以转动的物体，机械中常用动力源(例如电机)驱动辊筒，带动其他材料前进，或是利用辊筒产生压力对材料进行加工。如专利CN200820128290.8公开了一种“双辊筒履带式高速磁分离污水处理机”利用去污履带、搅拌槽、刮刀等装置，污物附着在履带上，履带向前不断移动，刮刀挂掉表面污物。又如专利CN200820128289.5公开了一种“辊筒式高速磁分离污水处理机”利用磁分离辊筒、电动机、刮刀等装置实现污泥去除。缺点是装置结构复杂，污物去除不净，且难以回收，同时难以去除细微杂质颗粒，污水处理不全面，易造成二次污染。

[0010] (3)过滤法：过滤技术是利用多孔介质或过滤网从水中分离不溶解固体的技术，主要是采用粒状材料为滤料(如石英砂、核桃壳和无烟煤等)通过润湿聚结和碰撞聚结作用，除去污水中的油和悬浮物。如专利CN201720876744.9公开了“一种新型磁分离污水处理装置”通过使用磁性过滤器过滤污水回收污泥。又如专利CN201721579288.8公开了“一种含油污水的磁性吸附处理装置”通过使用过滤网持续阻挡沉降物通过来实现污水处理。该法的优点是出水水质好。缺点是运行费用较高，需要经常更换过滤网，且过滤网适应负荷变化能力弱，易堵塞。同时，由于滤料粒径受到限制无法进一步减小粒料粒径来提高过虑精度和效率。

[0011] 综上所述，目前现有的复合驱污水处理装置是在常规水驱污水净化装置基础之上发展起来的，一般由重力沉降装置和气浮装置组合而成，难以适应复合驱污水处理的要求，而磁分离装置结构复杂、处理效率较低，难以适应油田污水处理的需要。因此现有的油田污水处理工艺已经不能满足复合驱污水的处理要求，现场实施中难以达到直排污水含油量低于5mg/L的国家标准。

[0012] 目前以表面改性的磁性纳米材料为基础的水处理剂由于处理效率高、可循环使用而获得广泛关注，如专利CN201510410429.2公开了一种用于去除污水中重金属离子的磁性纳米材料，专利CN201810953663.3公开了一种用于乳化油废水处理的磁性纳米絮凝剂，专利CN201210384114.1公开了一种用于污水处理的磁性纳米催化剂，专利CN200410026699.5公开了一种用于污水处理的光催化磁性纳米材料，但均没有与之相适应的可工业化的水处

理装置介绍。而传统的水处理装置并不完全适合这些新型的水处理剂，如(1)传统的水处理装置一般不考虑水处理剂的回收及重复使用；(2)传统的水处理装置主要基于重力沉降分离而不是磁性分离；(3)传统的水处理装置体积较大，无法实现小型化和撬装化。而现有的适合磁性纳米水处理剂的装置结构较为复杂，操作繁琐，磁性水处理剂无法在线回收重复使用，不利于装置的撬装化，如专利CN201820944409.2、CN201610843497.2等公开的装置。

[0013] 因此开发出适合这类新型磁性纳米水处理剂的撬装化装置具有十分重要的意义，同时对于实现复合驱含油污水的快速深度净化具有特别的适应性。

发明内容

[0014] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足，提供了一种用于净化复合驱采油污水的撬装系统；该系统具有结构简单、处理量大、除油效率高、水处理剂可循环使用等优势；可实现装置的小型化和撬装化，便于在远离污水处理厂的偏远矿区、海上油田使用。

[0015] 为实现上述目的，本实用新型所设计一种用于净化复合驱采油污水的撬装系统；它包括循环罐，所述循环罐上方连接有光催化剂CNPs进入管、盐酸管和污水管，所述循环罐侧壁上设置有循环管，所述循环管另一端与循环罐上方连通；所述循环管上依次安装有污水泵和光催化管；所述污水泵通过管线与磁性纳米搅拌罐顶部连通，所述磁性纳米搅拌罐上方连接有盐酸进料管和净水剂ANPs进料管，所述磁性纳米搅拌罐下方通过管线依次连接有第二污水泵和管式磁分离器，所述管式磁分离器通过管线分别连接有清水罐和回收罐；所述回收罐上方连接有碱液管，所述回收罐一侧通过管线连接有污泥罐，所述回收罐下方设置有净水剂CNPs回流管，所述净水剂CNPs回流管与净水剂ANPs进料管连通。

[0016] 进一步地，所述循环罐上设有浓度和液位检测器，所述光催化剂CNPs进入管、盐酸管和污水管上分别设置有控制阀。

[0017] 再进一步地，所述循环罐和污水泵之间的循环管上设置有污水阀；所述光催化管两侧分别设置有高压汞灯和电磁铁。

[0018] 再进一步地，所述污水泵与光催化管之间的管线上设置有控制阀；所述污水泵与磁性纳米搅拌罐之间的管线上设置有控制阀。

[0019] 再进一步地，所述盐酸进料管、净水剂ANPs进料管、碱液管和净水剂CNPs回流管上均设置有控制阀。

[0020] 再进一步地，所述管式磁分离器与第二污水泵、清水罐和回收罐连接的管线上分别连接有控制阀。

[0021] 再进一步地，所述回收罐一侧上设有pH/电导率检测器；所述回收罐与污泥罐的管线上连接有控制阀(回收罐的主要作用是通过调pH值至碱性，将净水剂ANPs表面吸附的污染物解吸附，通过电磁铁促使干净的ANPs快速与污染物分离，由于纳米粒子粒径极小，仅靠重力分离作用可能需要十几小时，因此需要用外加磁场加快分离作用，大概需要1-5min可完成分离)。

[0022] 上述光催化剂CNPs和净水剂ANPs分别为用于降解表面活性剂、聚合物等有机物的光催化磁性纳米粒子(CNPs)和用于吸附乳化油、聚合物、固体悬浮物的氨基化磁性纳米粒子(ANPs)。上述两种纳米处理剂可以购于市面，它们具有比表面积大，催化活性强、吸附效率高等特点，可高效对污染物进行降解和吸附，有利于对复合驱污水进行深度净化。

[0023] 本实用新型的原理

[0024] 本实用新型的核心装置为光催化管、管式磁分离器和回收装置，与传统的污水处理装置相比，其结构简单，没有复杂的机械结构，容易维护。同时能根据处理污水中所含污染物的浓度十分便利地调节药剂用量，达到最佳处理效果。电磁铁作为外部磁场，可便利的控制污染物与污水的分离。首先处理剂CNPs与循环污水在循环罐中进行混合，并光催化管重发生光化学反应，催化降解污水中的表面活性剂和聚合物；达到处理要求后电磁铁吸附CNPs；污水泵将不含表面活性剂和聚合物的污水通过污水泵泵入搅拌罐，污水与处理剂ANPs在搅拌作用下充分混合，并通过调整盐酸加量使污水pH值达到中性或弱酸性；随后混合液通过污水泵进入管式磁分离器，ANPs携带乳化油在外加磁场的作用下实现油水分离，清水进入清水罐，油泥在污水的冲刷作用下进入回收罐；污泥经碱液调节pH值为碱性后，实现药剂ANPs与油泥的分离，达到药剂再生重复使用的目的。

[0025] 本实用新型的有益效果：

[0026] 1)本实用新型中光催化管和管式磁分离器与传统的污水处理装置相比结构简单，没有复杂的机械结构，装置成本低廉，清理维护十分便利。

[0027] 2)本实用新型配套使用两种自制纳米处理剂均为超顺磁核壳型结构，可使其在外加强磁场作用下携带污染物从污水中分离，撤去磁场后又可在污水中迅速分散，可实现污染物的快速分离，有利于提高污水处理的能力。

[0028] 3)本实用新型使用的管式磁性分离器使用管式结构，相比传统的罐式结构体积更小，效率更高。可根据污水处理量灵活调整管道的数量、长度和直径，适应不同的处理要求。

[0029] 4)本实用新型用电磁铁作为磁场源，可快速、便利的控制污染物的聚集和分离。

[0030] 5)本实用新型产生的含有处理剂ANPs的污泥经调节pH为碱性后，可实现药剂与油泥的分离，达到药剂重复再生的目的。

[0031] 6)本实用新型具有结构简单、处理效率高、自动运行等特点，便于实现装置的小型化和撬装化，用于远离污水处理厂的油田作业现场和海上油田的污水处理。

附图说明

[0032] 图1为用于净化复合驱采油污水的撬装系统的示意图；

[0033] 图中，循环罐1、光催化剂CNPs进入管1.1、盐酸管1.2、污水管1.3、循环管1.4、液位检测器1.5、污水泵2、光催化管3、高压汞灯3.1、电磁铁3.2、磁性纳米搅拌罐4、盐酸进料管4.1、净水剂ANPs进料管4.2、第二污水泵5、管式磁分离器6、清水罐7、回收罐8、碱液管8.1、净水剂CNPs回流管8.2、PH/电导率检测器8.3、污泥罐9、控制阀10、污水阀11。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步的详细描述，以便本领域技术人员理解。

[0035] 如图1所示的用于净化复合驱采油污水的撬装系统；它包括循环罐1，循环罐1上方连接有光催化剂CNPs进入管1.1、盐酸管1.2和污水管1.3，循环罐1侧壁上设置有循环管1.4，循环管1.4另一端与循环罐1上方连通；循环罐1上设有浓度和液位检测器1.5，光催化剂CNPs进入管1.1、盐酸管1.2和污水管1.3上分别设置有控制阀10；

[0036] 循环管1.4上依次安装有污水阀11、污水泵2、光催化管3;污水泵2通过管线与磁性纳米搅拌罐4顶部连通,光催化管3两侧分别设置有高压汞灯3.1和电磁铁3.2;污水泵2与光催化管3之间的管线上设置有控制阀10;

[0037] 磁性纳米搅拌罐4上方连接有盐酸进料管4.1和净水剂ANPs进料管4.2,污水泵2与磁性纳米搅拌罐4之间的管线上设置有控制阀10;

[0038] 磁性纳米搅拌罐4下方通过管线依次连接有第二污水泵5和管式磁分离器6,管式磁分离器6通过管线分别连接有清水罐7和回收罐8;回收罐8上方连接有碱液管8.1,回收罐8一侧通过管线连接有污泥罐9,回收罐8下方设置有净水剂CNPs回流管8.2,净水剂CNPs回流管8.2与净水剂ANPs进料管4.2连通。

[0039] 盐酸进料管4.1、净水剂ANPs进料管4.2、碱液管8.1和净水剂CNPs回流管8.2上均设置有控制阀10;管式磁分离器6与第二污水泵5、清水罐7和回收罐8连接的管线上分别连接有控制阀10;回收罐8一侧上设有pH/电导率检测器8.3;回收罐8与污泥罐9的管线上连接有控制阀10。

[0040] 上述管式磁分离器购于市面,由管式磁性吸附装置、塑料管道和分支管道,其塑料管道外表面设置有电磁铁);根据实际情况,该撬装系统与单片机连接,由单片机进行数据采集和控制,可自动完成污水处理和药剂的重复使用。

[0041] 上述用于净化复合驱采油污水的撬装系统的使用方法:

[0042] 1)复合驱污水经进入循环罐1,经浓度检测器检测,向污水中加入盐酸调至最适pH值,同时添加光催化剂CNPs,将混合后的污水通过污水泵2泵入光催化管3,开启高压汞灯3.1,完成光催化降解有机污染物的过程,循环液返回循环罐实现污染物的持续降解并完成污水与药剂的混合过程。当循环罐上浓度检测器检测合格后,打开光催化管3上的电磁铁3.2,将磁性的光催化剂CNPs完全吸附在光催化管3的管壁上,实现CNPs与污水的分离。

[0043] 2)关闭污水泵2和光催化管3之间的控制阀10,打开污水泵2和磁性纳米搅拌罐4之间的控制阀10;催化降解后的污水被污水泵2泵入磁性纳米搅拌罐4,向磁性纳米搅拌罐4中添加盐酸调至最适PH值,同时通入净水剂ANPs,经搅拌混合后,净水剂完成对乳化油的吸附,污水通过第二污水泵5泵入管式磁分离器6,打开管式磁分离器6上的电磁铁,将含有磁性净水剂ANPs的油泥吸附在磁分离管管壁上,清水经控制阀10流入清水罐7中,完成污水的净化;

[0044] 3)关闭清水罐7的控制阀10,打开管式磁分离器8和回收罐8之间的控制阀10,关闭管式磁分离器8上的电磁铁,污水将附着的油泥冲刷到回收罐8中,并向其中通入碱液调至最适PH值,净水剂ANPs与油泥分离进入水层,此时油泥将会出现油滴在上、净水剂ANPs和少量污水在下的分层。打开净水剂CNPs回流管8.2上的控制阀10,在重力作用下,底部的净水剂ANPs和少量污水通过回收管流入磁性纳米搅拌罐4中完成回收和重复使用,当电导率检测器检测到液位下降到油层时,关闭净水剂CNPs回流管8.2上的控制阀10,打开回收罐8和污泥罐9之间的控制阀10,油泥流入至污泥罐12,从而完成油泥的回收。

[0045] 油田污水通过本装置综合处理,最终达到排放回注的标准,清水达标后直接进入油田注入水系统,回收的油泥定期由罐车装载集中处理。

[0046] 其它未详细说明的部分均为现有技术。尽管上述实施例对本实用新型做出了详尽的描述,但它仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部实施例,人们还可以根据本实施

例在不经创造性前提下获得其他实施例,这些实施例都属于本实用新型保护范围。

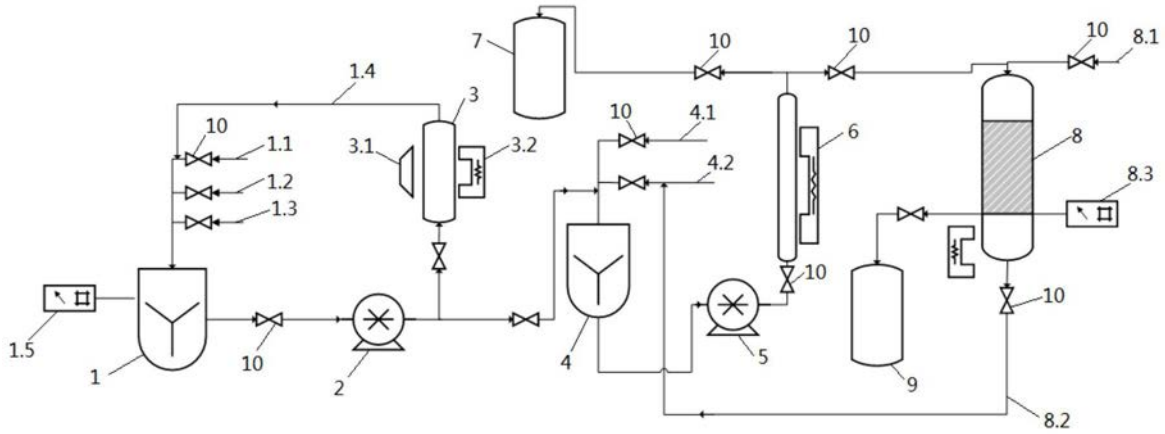


图1