



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204111486 U

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201420574113. 8

C02F 103/10(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 09. 30

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 中国石油天然气集团公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街 9 号

专利权人 中国石油集团工程设计有限责任公司

(72) 发明人 伦伟杰 张卫兵 张志贵 王晓勇

杨健 苏晓倩 底国彬 郑海英

赵董艳 刘炜

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理

有限责任公司 11138

代理人 关文魁

(51) Int. Cl.

C02F 9/06(2006. 01)

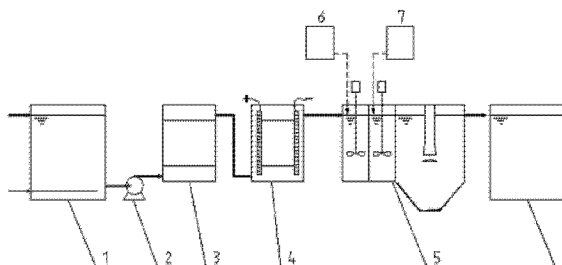
权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种处理煤层气采出水的设备

(57) 摘要

本实用新型公开了一种处理煤层气采出水的设备,属于污水处理技术领域。该设备包括:用于将所述煤层气采出水搅拌均匀的均质罐;与所述均质罐连通的用于降低 COD_{Cr} 的催化氧化器;与所述催化氧化器连通的用于去除氟离子、硫离子的离子去除器;与所述离子去除器连通的用于分离沉淀的絮凝沉淀罐;在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置;所述离子去除器中设置有电化学装置;所述电化学装置包括两个电极,在一个电极或者两个电极上具有催化剂层,所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的 IR-CF 催化剂。该设备可以有效去除煤层气采出水中硫化物、有机物等还原性物质,氟化物和悬浮物,可以达到中国标准 GB8978-1996 中的一级排放标准。



1. 一种处理煤层气采出水的设备,其特征在于,所述设备包括:用于将所述煤层气采出水搅拌均匀的均质罐;与所述均质罐连通的用于降低 COD_{Cr} 的催化氧化器;与所述催化氧化器连通的用于去除氟离子、硫离子的离子去除器;与所述离子去除器连通的用于分离沉淀的絮凝沉淀罐;

在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置;

所述离子去除器中设置有电化学装置;所述电化学装置包括两个电极,在一个电极或者两个电极上具有催化剂层,所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的 IR-CF 催化剂。

2. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述填料催化氧化装置中有催化剂柱,在所述催化剂柱中放置有能够催化氧气的氧化反应的催化剂。

3. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述均质罐通过泵和所述催化氧化器连通。

4. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述絮凝沉淀罐包括絮凝反应区和沉淀过滤区。

5. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述絮凝沉淀罐上还连接有絮凝剂加药装置和助凝剂加药装置。

6. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述絮凝沉淀罐后还设置有用于回收处理后的煤层气采出水的清水罐。

7. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,在所述均质罐中设置有搅拌装置。

8. 根据权利要求 7 所述的设备,其特征在于,在所述均质罐中的搅拌装置为曝气装置。

9. 根据权利要求 3 所述的设备,其特征在于,所述泵连接在所述均质罐的下部,并且所述泵连接在所述催化氧化器的下部。

10. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,在所述均质罐上部具有煤层气采出水进水口。

11. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,在所述催化氧化器上部具有煤层气采出水出水口,在所述离子去除器下部具有煤层气采出水进水口。

12. 根据权利要求 1 所述的设备,其特征在于,在所述絮凝沉淀罐沉淀过滤区上部具有上清液出水口,在所述絮凝沉淀罐沉淀过滤区底部具有沉淀排放口。

一种处理煤层气采出水的设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种处理煤层气采出水的设备,属于污水处理技术领域。

背景技术

[0002] 煤层气俗称“瓦斯”,它是成煤过程中生成、并以吸附状态赋存于煤层的自储式天然气。

[0003] 煤层气在采气过程中,会有部分水气被带入地表,称作采出水。煤层排水水质和水量因各地区水文地质条件不同而不同。通常,煤层气采出水具有较高的碱性,含有较多的钠、钡、重碳酸盐、铁,并具有较强的导电性,且其中富含杂质气体和有毒、有害物质。影响采出水水质的因素很多,不同地区甚至同一地区不同埋藏深度,其水质也不一样。我国适宜大规模开发煤层气的地区多分布在华北、西北干旱地区。若不对煤层气采出水做处理就对其进行粗放型外排,不仅污染了当地水资源与土地资源,更是对水资源极大的浪费,因此合理有效的处理煤层气采出水是我国的重点工程。

[0004] 中国的煤层气采出水主要分为三大类:(1) 局部地区的以悬浮物为主要污染物的采出水;(2) 在试生产阶段,通常采用压裂法提高煤层气的采收率,煤层气采出水中多含有压裂液,并由此造成采出水成分复杂, COD_{Cr} (采用重铬酸钾作为氧化剂测定出的化学耗氧量,按照《GB11914-89 化学需氧量的测定标准》测定),即重铬酸盐指数,反映了水中受还原性物质污染的程度)居高不下,增大处理难度;(3) 在开采阶段,采气常伴有大量矿化度、高盐、硬度等指标居高不下的采出水,这些都增加了我国煤层气采出水的水质水量变化波动性,从而导致其处理难度增大。

[0005] 与《污水综合排放标准 GB8978-1996》一级排放标准对比可以看出,煤层气采出水中超标的物质为 COD_{Cr} 、氟化物、硫化物以及悬浮物。

[0006] 目前,降低 COD_{Cr} 的方法为氧化法,分为氧化剂氧化法以及高级氧化法。由于煤层气采出水水质波动性大,添加氧化剂用以降低 COD_{Cr} 的方法并不可行,这是因为采出水水质的 COD_{Cr} 波动较大,而加药设备的加药量则是固定添加,这在很大程度上会造成氧化剂添加量的不够或过量,虽然加药设备的加药量可根据废水实际 COD_{Cr} 值做调节,但这需要详细的计算与调整,无法在现场设备运行时迅速调节。常用的高级氧化法为高温高压湿式氧化, Fenton 法, $O_3/UV/H_2O_2$ 等,这些方法运行成本比较高,设备结构复杂,不适用于小水量且地点比较分散的煤层气采出废水处理。

[0007] 传统的氟化物、硫化物处理方法多采用化学沉淀法,即将废水调节至一定 pH 值范围内,然后添加化学物质(如 $CaCl_2$),使废水中的 F^- 、 S^{2-} 与添加的化学物质中的阳离子(如 Ca^{2+}) 形成氟化物与硫化物的沉淀(如 CaF_2 、 CaS),这种工艺原理简单易懂,但是由于该工艺在运行过程中不断投入的化学物质,相应的药剂费用比较高,并且现场药剂运行、存储、配药等系统操作工作比较繁琐,对于小水量多点源的煤层气处理系统来说管理维护工作比较大。

[0008] 在实现本实用新型的过程中,本设计人发现现有技术中至少存在以下问题:现有

的废水处理方法不能够同时稳定地去除处理煤层气采出水中的硫化物、有机物等还原性物质（以 COD_{Cr} 表征），氟化物和悬浮物。

实用新型内容

[0009] 本实用新型所要解决的技术问题在于，本实用新型提供一种能够同时稳定地去除处理煤层气采出水中的硫化物、有机物等还原性物质（以 COD_{Cr} 表征），氟化物和悬浮物的处理煤层气采出水的设备。

[0010] 具体而言，包括以下的技术方案：

[0011] 本实用新型一方面提供了一种处理煤层气采出水的设备，所述设备包括：用于将所述煤层气采出水搅拌均匀的均质罐；与所述均质罐连通的用于降低 COD_{Cr} 的催化氧化器；与所述催化氧化器连通的用于去除氟离子、硫离子的离子去除器；与所述离子去除器连通的用于分离沉淀的絮凝沉淀罐；

[0012] 在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置；

[0013] 所述离子去除器中设置有电化学装置；所述电化学装置包括两个电极，在一个电极或者两个电极上具有催化剂层，所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的 IR-CF 催化剂。

[0014] 具体地，所述填料催化氧化装置中有催化剂柱，在所述催化剂柱中放置有能够催化氧气的氧化反应的催化剂。

[0015] 具体地，所述均质罐通过泵和所述催化氧化器连通。

[0016] 具体地，所述絮凝沉淀罐包括絮凝反应区和沉淀过滤区。

[0017] 具体地，所述絮凝沉淀罐上还连接有絮凝剂加药装置和助凝剂加药装置。

[0018] 具体地，所述絮凝沉淀罐后还设置有用于回收处理后的煤层气采出水的清水罐。

[0019] 具体地，在所述均质罐中设置有搅拌装置。

[0020] 具体地，在所述均质罐中的搅拌装置为曝气装置。

[0021] 具体地，所述泵连接在所述均质罐的下部，并且所述泵连接在所述催化氧化器的下部。

[0022] 具体地，在所述均质罐上部具有煤层气采出水进水口。

[0023] 具体地，在所述催化氧化器上部具有煤层气采出水出水口，在所述离子去除器下部具有煤层气采出水进水口。

[0024] 具体地，在所述絮凝沉淀罐沉淀过滤区上部具有上清液出水口，在所述絮凝沉淀罐沉淀过滤区底部具有沉淀排放口。

[0025] 本实用新型的另一方面提供一种处理煤层气采出水的工艺，所述工艺包括以下步骤：

[0026] 步骤 (1)，将所述煤层气采出水输送至具有搅拌装置的均质罐，通过所述均质罐的搅拌装置将煤层气采出水搅拌均匀；

[0027] 步骤 (2)，将步骤 (1) 中搅拌均匀的煤层气采出水输送至催化氧化器，在所述催化氧化器内对所述煤层气采出水进行氧化，以降低所述煤层气采出水的 COD_{Cr} ；

[0028] 在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置；

[0029] 步骤 (3)，将来自于步骤 (2) 的煤层气采出水输送至离子去除器，在所述离子去除

器中将所述煤层气采出水中的氟离子转化为沉淀,将硫离子转化为硫酸根;

[0030] 所述离子去除器中设置有电化学装置;所述电化学装置包括两个电极,在一个电极或者两个电极上具有催化剂层,所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的IR-CF 催化剂。

[0031] 步骤(4),将来自于步骤(3)中煤层气采出水及所述煤层气采出水中生成的沉淀一起输送至包括絮凝反应区和沉淀过滤区的絮凝沉淀罐,使沉淀在所述絮凝反应区进一步沉降,得到上清液与沉淀;在所述沉淀过滤区通过过滤使上清液与沉淀分离。

[0032] 具体地,步骤(4)中所得上清液被输送至清水罐回收利用或者直接排放。

[0033] 具体地,在步骤(4)中,在所述絮凝沉淀罐内加入絮凝剂以及助凝剂促进沉淀沉降。

[0034] 具体地,在步骤(4)中,所述絮凝剂为聚合氯化铝,所述助凝剂为聚丙烯酰胺。

[0035] 具体地,在步骤(2)中,所述电化学氧化装置所用阴极为石墨,阳极为钛涂钎电极。

[0036] 具体地,在步骤(1)中,所述均质罐的搅拌装置为曝气装置。

[0037] 具体地,在步骤(2)中,所述填料催化氧化装置中有催化剂柱,在所述催化剂柱中放置有能够催化氧气的氧化反应的催化剂。

[0038] 具体地,从来自于步骤(1)的煤层气采出水通过泵被输送至步骤(2)的催化氧化器。

[0039] 具体地,所述泵连接在所述均质罐的下部,并且所述泵连接在所述催化氧化器的下部。

[0040] 具体地,在步骤(1)中,所述煤层气采出水从所述均质罐上部进入所述均质罐。

[0041] 具体地,在步骤(4)中,所述上清液从所述絮凝沉淀罐的沉淀过滤区上部输出;所述沉淀从所述絮凝沉淀罐的沉淀过滤区的底部排出。

[0042] 具体地,在步骤(4)中,所述沉淀中除了包含有由氟离子转化得到的沉淀,还有悬浮物。

[0043] 本实用新型的有益效果是:通过均质、催化氧化、离子去除以及絮凝沉淀等步骤,有效去除煤层气采出水中有机物、硫化物等还原性物质、氟化物以及悬浮物,使经过处理的煤层气采出水中的 COD_{Cr} 值、氟化物及硫化物含量达到《污水综合排放标准 GB8978-1996》一级排放标准中的规定,避免环境污染,促进采出水的回收利用。同时,本实用新型的设备运行成本低、操作简单方便。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本实用新型实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1是本实用新型实施例1提供的处理煤层气采出水的设备的示意图;

[0046] 图2是本实用新型实施例2提供的处理煤层气采出水的设备的示意图。

[0047] 附图标记分别表示:

- [0048] 1、均质罐 ;2、泵 ;3、催化氧化器 ;4、离子去除器 ;
 [0049] 5、絮凝沉淀罐 ;6、絮凝剂加药装置 ;7、助凝剂加药装置 ;
 [0050] 8、清水罐。

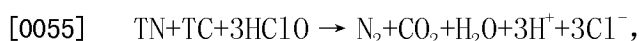
具体实施方式

[0051] 为使本实用新型的技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本实用新型实施方式作进一步地详细描述。

[0052] 本实用新型一方面提供了一种处理煤层气采出水的设备,包括:用于将所述煤层气采出水搅拌均匀的均质罐;与所述均质罐连通的用于降低 COD_{Cr} 的催化氧化器;与所述催化氧化器连通的用于去除氟离子、硫离子的离子去除器;与所述离子去除器连通的用于分离沉淀的絮凝沉淀罐;在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置;所述离子去除器中设置有电化学装置;所述电化学装置包括两个电极,在一个电极或者两个电极上具有催化剂层,所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的 IR-CF 催化剂。

[0053] 在上述设备中,均质罐的作用是搅拌均匀、缓冲。由于煤层气采出水的水量、水质波动比较大,为了使煤层气采出水能够平稳地、均匀地输送到后续设备,因此要先经过均质罐,利用均质罐中的搅拌设备将煤层气采出水搅拌均匀,达到后续设备工作的要求。优选地,搅拌装置选用鼓风曝气装置,通过曝气方式实现搅拌均匀。均质罐的容积可以根据水量和水质波动情况设计,本领域技术人员对此可以进行很多改变,只要能够实现搅拌均匀、缓冲的作用即可,例如煤层气采出水的进水流量较大时,可以加大搅拌的功率,实现均质罐中的煤层气采出水的均匀混合;反之亦反;再例如当煤层气采出水的污染物含量变化较大时,也可以适当增加搅拌的功率,以实现均质罐中的煤层气采出水的均匀混合;反之亦反。

[0054] 在上述设备中,催化氧化器的主要作用是去除煤层气采出水中的有机物、还原性无机物等还原性物质,降低 COD_{Cr} 。催化氧化器中设有电化学氧化和填料催化氧化装置。通过电化学氧化和催化氧化方法的共同作用有效降低 COD_{Cr} 。在本实用新型中,电化学氧化通过产生强氧化性物质而降解有机物。电化学氧化可以以石墨为阴极、钛涂钎电极为阳极,并通入直流电。由于采出水中本身含有大量离子,具有较强导电性,不需额外添加电解液。由于采出水中含有 Cl^- , Cl^- 在阳极失去电子后生成氯气 ($2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$),氯气溶于水后生成次氯酸 ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$),次氯酸和阳极周围的 OH^- 反应生成次氯酸根 ($\text{HClO} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^-$),随着次氯酸的积累,进一步发生反应生成氧气 ($12\text{ClO}^- + 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^- \rightarrow 4\text{HClO}_3 + 8\text{HCl} + 3\text{O}_2$),同时氢氧根失去电子也释放氧气 ($4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$);在阴极,氧气得到电子生成过氧化氢 ($\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$);次氯酸根和过氧化氢均为强氧化性物质,将煤层气采出水中的有机物降解,概括而言,在电化学氧化过程中,有机物发生的总反应为:



[0057] 其中 TN 表示总氮,TC 表示总碳。

[0058] 有机物降解产物为水、二氧化碳、氮气等无污染的无机物。二氧化碳、氮气等气体可以直接排放。此外,催化氧化器中还设有催化剂柱,催化剂柱内填充有催化氧化剂,在利用空气中的氧气进行氧化而降解有机物的过程中,该催化剂可以起到催化的作用,从而可

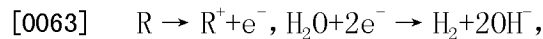
以提高氧气等对有机物的氧化降解速率。电化学氧化方法和催化氧化方法共同作用,有效去除有机物。

[0059] 同时,煤层气采出水中的还原性无机物也会在催化氧化器中氧化性物质的作用下被去除,有效降低 COD_{Cr} 值。例如 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} , S^{2-} 转化为 SO_4^{2-} , Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 的含量在排放标准中没有限制。

[0060] 该催化氧化装置运行成本低、操作简单,适合处理煤层气采出水中的还原性物质。

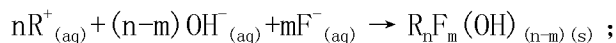
[0061] 在上述设备中,离子去除器的主要作用是去除煤层气采出水中的 F^- 和 S^{2-} 。离子去除器中设有电化学装置。所用阳极为以铁为主要成分的复合金属电极,阴极为石墨,并通入直流电。在离子去除器中还放置有复合催化剂。所用复合催化剂可以在电场作用下,形成可以与 F^- 反应生成沉淀的物质。离子去除器去除 F^- 和 S^{2-} 是多种机理共同作用的结果,设计人分析之后认为,一个具体工作原理如下(本实用新型并不限于此原理,只要采用了本实用新型所提供的技术方案即可):

[0062] (1) 在直流电场的作用下,离子去除器中发生如下电化学反应:

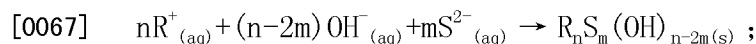


[0064] 其中 R^+ 代表反应体系中电解得到的阳离子,主要成分有金属、带有正电基团的高分子化合物等。

[0065] 电解得到的 R^+ 与采出水中 F^- 反应,生成不溶的物质而去除 F^- ,反应方程式如下:



[0066] 同样地, S^{2-} 也可以与 R^+ 反应生成沉淀而被除去,反应方程式为:



[0068] (2) 同时,溶液中的 OH^- 会在电场作用下失去电子而生成氧化能力很强的新生态 $[\text{O}]$,新生态 $[\text{O}]$ 将 S^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ;

[0069] (3) 此外,溶液当中还存在金属阳极电解产生的金属离子,这些金属离子与 OH^- 反应生成金属氢氧化物絮体,通过后续沉淀分离单元,可将金属氢氧化物絮体去除,从而去除水中金属离子,改善水质;同时这些氢氧化物本身具有一定吸附作用,更有助于氟离子与硫化物的去除。

[0070] 该离子去除器可以通过调节所通直流电电压来控制去除 F^- 和 S^{2-} 的效率,而且不涉及药剂的投加,节约成本,简化操作。

[0071] 在上述设备中,絮凝沉淀罐的作用是使在离子去除器中生成的絮状物从煤层气采出水中沉淀析出,经过过滤后得到可以达标排放的上清液。絮凝沉淀罐可以分为絮凝反应区和沉淀过滤区。通过与絮凝沉淀罐连接的絮凝剂加药装置和助凝剂加药装置,向絮凝反应区添加絮凝剂和助凝剂使上述絮状物充分沉淀析出。在沉淀过滤区使沉淀进一步沉降,过滤后得到上清液,而沉淀物从絮凝沉淀罐底部排出。添加的絮凝剂可以为聚合氯化铝,添加的助凝剂可以为聚丙烯酰胺。同时,煤层气采出水中的悬浮物也在絮凝沉淀罐中被除去。

[0072] 在上述设备中,搅拌装置在均质罐中的安装方式、电化学氧化装置及填料催化氧化装置在催化氧化器中的安装方式以及电化学装置在离子去除器中的安装方式没有特殊要求,本领域技术人员可以根据实际情况确定。

[0073] 利用上述设备,本实用新型另一方面提供了一种处理煤层气采出水的工艺,包括以下步骤:

[0074] 步骤 (1), 将所述煤层气采出水输送至具有搅拌装置的均质罐, 通过所述均质罐的搅拌装置将煤层气采出水搅拌均匀;

[0075] 步骤 (2), 将步骤 (1) 中搅拌均匀的煤层气采出水输送至催化氧化器, 在所述催化氧化器内对所述煤层气采出水进行氧化, 以降低所述煤层气采出水的 COD_{Cr} ;

[0076] 在所述催化氧化器中设置有电化学氧化装置和填料催化氧化装置;

[0077] 步骤 (3), 将来自于步骤 (2) 的煤层气采出水输送至离子去除器, 在所述离子去除器中将所述煤层气采出水中的氟离子转化为沉淀, 将硫离子转化为硫酸根;

[0078] 所述离子去除器中设置有电化学装置; 所述电化学装置包括两个电极, 在一个电极或者两个电极上具有催化剂层, 所述催化剂为上海乐泽环境工程有限公司生产销售的 IR-CF 催化剂。

[0079] 步骤 (4), 将来自于步骤 (3) 中煤层气采出水及所述煤层气采出水中生成的沉淀一起输送至包括絮凝反应区和沉淀过滤区的絮凝沉淀罐, 使沉淀在所述絮凝反应区进一步沉降, 得到上清液与沉淀; 在所述沉淀过滤区通过过滤使上清液与沉淀分离。

[0080] 在上述工艺中, 步骤 (4) 所得的清液可以输送至清水罐进行回收利用, 也可以直接排放。

[0081] 实施例 1

[0082] 本实施例提供一种处理煤层气采出水的设备及工艺。

[0083] 本实施例所要处理的煤层气采出水来自山西省保德县杨家湾镇花园村 3# 水池, 水质情况见表 1。

[0084] 表 1 煤层气采出水水质与排放标准对比

[0085]

监测项目	数据	GB8978-1996 一级指标	是否满足 排放标准
pH	7.3	6~9	是
COD_{Cr} (mg/L)	241.5	100	否
总铁 (mg/L)	36.2	无限制	-
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	5	15	是
氯化物 (mg/L)	2620	无限制	-
氟化物 (mg/L)	26.8	10	否
硫化物 (mg/L)	14.9	1.0	否
悬浮物 (mg/L)	200	70	否

[0086] 如图 1 所示, 图 1 为是本实施提供的处理煤层气采出水的设备的示意图。该设备包括: 用于将煤层气采出水搅拌均匀的均质罐 1; 与均质罐 1 连通的用于降低 COD_{Cr} 的催化氧化器 3; 均质罐 1 通过泵 2 与催化氧化器 3 连通; 与催化氧化器 3 连通的用于去除氟离子、硫离子的离子去除器 4; 与离子去除器 4 连通的用于分离沉淀的絮凝沉淀罐 5; 絮凝沉淀罐

5 上还连接有絮凝剂加药装置 6 和助凝剂加药装置 7。

[0087] 在均质罐 1 中有鼓风曝气装置（图中未示出）。在催化氧化器 3 中，有电化学氧化装置（图中未示出）和填料催化氧化装置（图中未示出）；其中，电化学氧化装置的阴极为石墨，阳极为钛涂钎电极，填料催化氧化装置所用填料为复合材料催化剂，型号为 DECOM-1，由上海乐泽环境工程有限公司提供，主要成分是纳米铁、铜、钛等金属以及高分子支撑材料，氧化剂是空气中氧气。催化氧化器运行条件见表 2。

[0088] 表 2 催化氧化器 3 的运行条件

[0089]

项目	单位	运行参数
隔室流速	$\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	5 ~ 10
进水 pH 值	-	6 ~ 9
运行电流	A	1.5 ~ 3

[0090]

运行电压	V	28 ~ 30
停留时间	min	20 ~ 40
进水 COD_{Cr}	mg/L	< 500
进水水温	$^{\circ}\text{C}$	< 50

[0091] 在离子去除器 4 中，有电化学装置，其中，电化学装置的阴极为石墨，阳极为以铁为主要组分的复合金属电极；复合催化剂的型号为 IR-CF，由上海乐泽环境工程有限公司提供。离子去除器 4 的运行条件见表 3。

[0092] 表 3 离子去除器 4 的运行条件

[0093]

运行参数	单位	进水
隔室流速	$\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	4 ~ 6
进水 pH 值	-	7 ~ 9
运行电流	A	1 ~ 2
运行电压	V	28 ~ 30
停留时间	min	20 ~ 60
进水氟化物	mg/L	< 30

进水硫化物	mg/L	< 20
进水水温	°C	< 20

[0094] 利用上述设备对煤层气采出水进行处理的工艺步骤如下：

[0095] 步骤 (1), 将所述煤层气采出水输送至具有搅拌装置的均质罐 1, 通过所述均质罐 1 的搅拌装置将煤层气采出水搅拌均匀；

[0096] 步骤 (2), 将步骤 (1) 中搅拌均匀的煤层气采出水输送至催化氧化器 3, 在所述催化氧化器 3 内对所述煤层气采出水进行氧化, 以降低所述煤层气采出水的 COD_{Cr} ；

[0097] 步骤 (3), 将来自于步骤 (2) 的煤层气采出水输送至离子去除器 4, 在所述离子去除器 4 中将所述煤层气采出水中的氟离子转化为沉淀, 将硫离子转化为硫酸根；

[0098] 步骤 (4), 将来自于步骤 (3) 中煤层气采出水及所述煤层气采出水中生成的沉淀一起输送至包括絮凝反应区和沉淀过滤区的絮凝沉淀罐 5, 通过絮凝剂加药装置 6 向絮凝沉淀罐 5 中的絮凝反应区加入絮凝剂聚合氯化铝, 通过助凝剂加药装置 7 向絮凝沉淀罐 5 中的絮凝反应区加入助凝剂聚丙烯酰胺, 使沉淀在所述絮凝反应区进一步沉降, 得到上清液与沉淀；在所述沉淀过滤区通过过滤使上清液与沉淀分离。

[0099] 处理后的煤层气采出水各项指标见表 4。

[0100] 表 4 处理后煤层气采出水水质与排放标准对比

[0101]

监测项目	数据	GB8978-1996 一级指标	是否满足 排放标准
pH	7.7	6~9	是
COD_{Cr} (mg/L)	66	100	是
总铁 (mg/L)	<0.2	无限制	-
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	5	15	是
氯化物 (mg/L)	2620	无限制	-
氟化物 (mg/L)	6.0	10	是
硫化物 (mg/L)	<0.4	1.0	是
悬浮物 (mg/L)	<10	70	是

[0102] 从表 4 数据可以看出, 初始煤层气采出水中超标的 COD_{Cr} 、氟化物、硫化物以及悬浮物经过处理后均达到《污水综合排放标准 GB8978-1996》中的一级排放标准, 因此处理后的煤层气采出水可以直接排放。其中, COD_{Cr} 降低了 73%, 氟化物含量降低了 78%, 硫化物含量降幅达到了 97% 以上, 悬浮物含量降幅达到了 95% 以上。此外, 处理后的煤层气采出水的总铁含量也明显降低, 由最初的 36.2mg/L 下降到 0.2mg/L 以下, 降幅接近 100%。可见, 本实用新型的设备及工艺不仅仅能有效降低煤层气采出水中超标物质的含量, 还能有效降低金属含量, 使处理后的煤层气采出水水质进一步改善。

[0103] 实施例 2

[0104] 本实施例提供一种处理煤层气采出水的设备。

[0105] 如图 2 所示,图 2 为是本实施提供的处理煤层气采出水的设备的示意图。本实施例的设备与实施例 1 的区别在于,在絮凝沉淀罐 5 后设置了清水罐 8。则煤层气采出水按照实施例 1 中的工艺处理后,从絮凝沉淀罐 5 输送至清水罐 8 进行回收利用。

[0106] 以上所述仅是为了便于本领域的技术人员理解本实用新型的技术方案,并不用以限制本实用新型。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

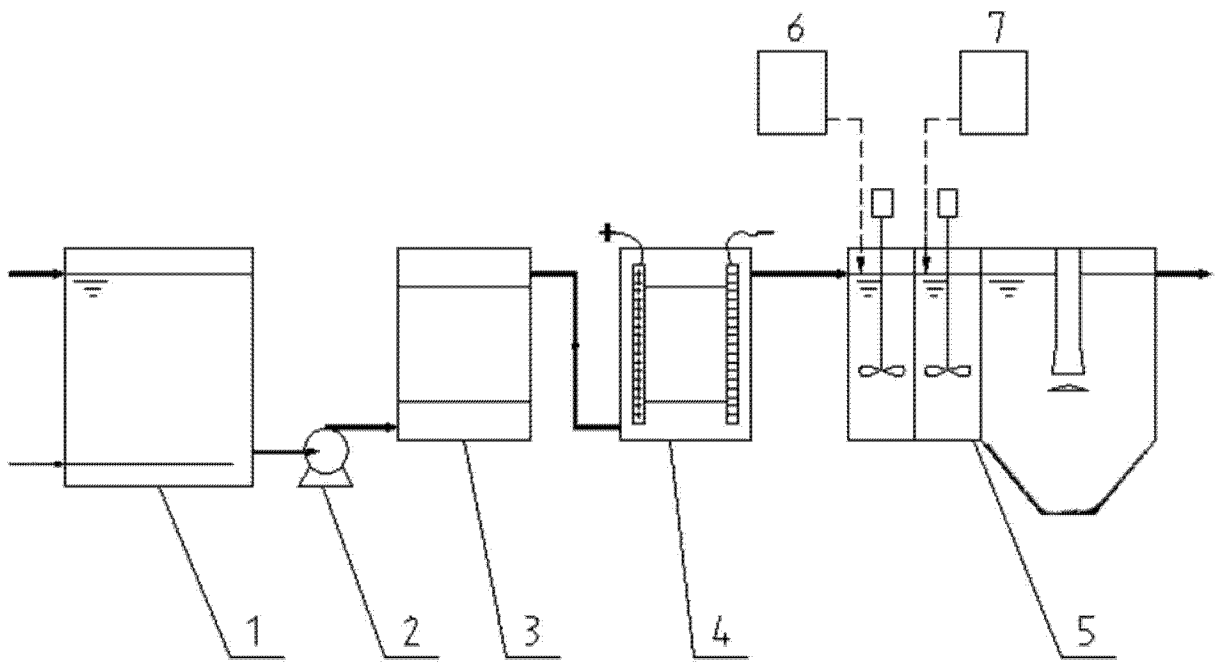


图 1

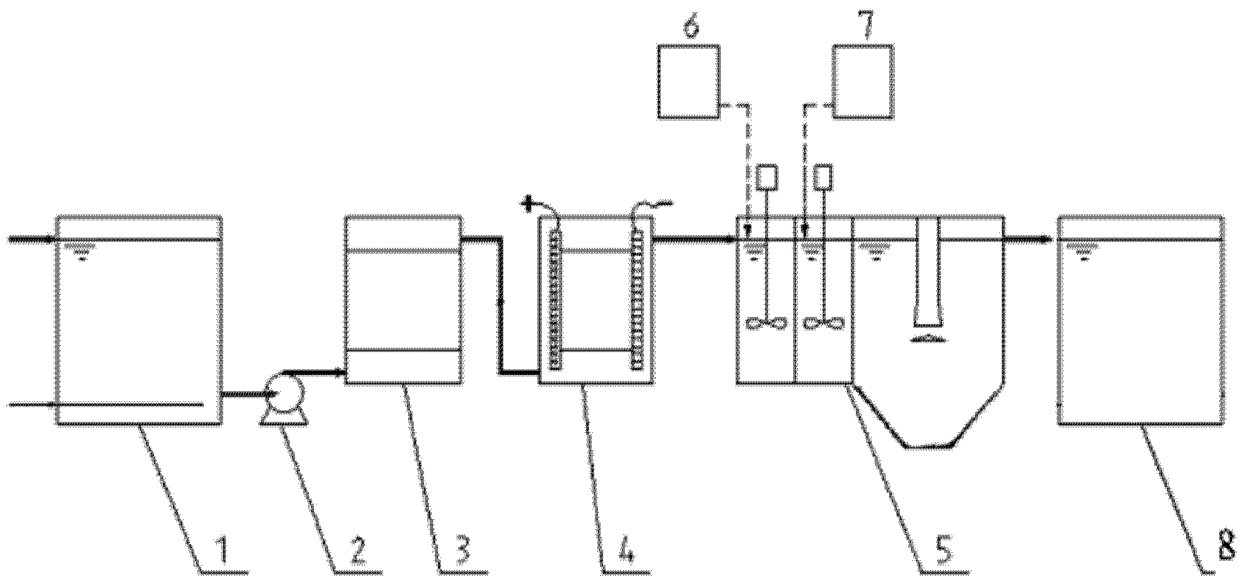


图 2