



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109868167 B

(45) 授权公告日 2021.03.16

(21) 申请号 201910236265.4

(22) 申请日 2019.03.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109868167 A

(43) 申请公布日 2019.06.11

(73) 专利权人 长沙而道新能源科技有限公司

地址 410205 湖南省长沙市长沙高新开发
区尖山路39号长沙中电软件园一期9
栋7楼A7130室

(72) 发明人 不公告发明人

(51) Int. Cl.

C10L 3/10 (2006.01)

审查员 吴敏蓉

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种沼气发电的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种沼气发电的方法,在发电之前先进行沼气净化,使得沼气品质满足发电参数要求,以获得较高的发电效率。沼气先以12~15m/s的流速通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气。预处理管道用于干燥,除去沼气中的大部分水分,第一管道用于吸附除去大部分二氧化碳和小部分硫化氢,第二管道用于吸附除去硫化氢和小部分二氧化碳,第三管道用于吸附除去残余二氧化碳和硫化氢,最后再经过末尾管道吸附除去残余水分,净化后的沼气中水、硫化氢、二氧化碳等含量低,用其进行发电的发电效率高。

1. 一种沼气发电的方法,其特征在于,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

(1) 将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

(2) 将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

(3) 将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

(4) 沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为12~15m/s和6~8m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.5~1m/s;

步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为30~40:10~12:100;

步骤(2)中,活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:20~30mL,浸渍时间为15~20小时;

步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:10~12:0.3~0.6:1~1.2:2~3;

步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为20~30:5~8:100;

步骤(1)中,活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:20~30mL,浸渍时间为15~20小时;

步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入5~6倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌2~3小时,用蒸馏水冲洗至中性,800~1000W微波处理5~7分钟即可;

步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:90~100℃反应15~18小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:80~90℃反应8~10小时;

步骤(3)中,第一次干燥的工艺条件是:60~70℃干燥5~8小时;第二次干燥的工艺条件是:50~60℃干燥5~8小时;

净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电。

一种沼气发电的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及清洁能源技术领域,特别地,涉及一种沼气发电的方法。

背景技术

[0002] 沼气技术在我国可持续发展战略中占据着非常重要的地位,沼气是有机物在厌氧环境中,在一定的温度、湿度和酸碱度等条件下,通过微生物发酵作用,产生的一种可燃气体。沼气是一种充分利用农业或工业生产废弃物的清洁能源,可用于日常煮饭、照明,还可用于沼气发电、沼气热能加工等。

[0003] 其中,沼气发电是随着大型沼气池建设和沼气综合利用的不断发展而出现的一项沼气利用技术,是集环保和节能于一体的能源综合利用新技术,具有创效、节能、安全和环保等特点,是一种分布广泛且价廉的分布式能源。

[0004] 沼气是一种优质可再生生物质能源,是多种气体的混合物,一般含甲烷50~70%,其余为二氧化碳和少量的氮、氢和硫化氢,但是沼气发电对沼气的要求较高,在引入贮气柜或沼气发电机之前必须先进行净化处理,使得沼气质量达到发电参数要求,比如必要的脱水、脱硫处理等。这是因为沼气中水分对发电机组有影响,严重时可能引起爆缸爆震,缩短发电机组寿命,同时由于水蒸气的存在,还降低了沼气热值,降低发电效率;水蒸气与沼气中的硫化氢共同作用会形成高强腐蚀的硫酸,对发电机缸体等金属零部件有较强腐蚀性,将严重损害发动机缸体的使用寿命,同时还会造成大气污染,影响人体健康。所以必须对沼气中的水和硫化氢进行脱除。另外沼气中的二氧化碳也会影响沼气燃烧发电效率。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种沼气发电的方法,以解决沼气品质不满足发电参数要求以及影响发电效率等技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0007] (1) 将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0008] (2) 将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0009] (3) 将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0010] (4) 沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为12~15m/s和6~8m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.5~1m/s。

[0011] 优选的,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为20~30:5~8:100。

[0012] 优选的,步骤(1)中,活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:20~30mL,浸渍时间为15~20小时。

[0013] 优选的,步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为30~40:10~12:100。

[0014] 优选的,步骤(2)中,活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:20~30mL,浸渍时间为15~20小时。

[0015] 优选的,步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入5~6倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌2~3小时,用蒸馏水冲洗至中性,800~1000W微波处理5~7分钟即可。

[0016] 进一步优选的,所述火山石粉末是将火山石在100~110℃温度下焙烧3~4小时,冷却至室温,研磨过80~100目筛得到。

[0017] 优选的,步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:10~12:0.3~0.6:1~1.2:2~3。

[0018] 优选的,步骤(3)中,所述羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度10~20%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径范围为60~80nm,粒径范围为2~3mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.06~0.08,反应温度为60~80℃,反应时间为3~5小时。

[0019] 优选的,步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:90~100℃反应15~18小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:80~90℃反应8~10小时。

[0020] 优选的,步骤(3)中,第一次干燥的工艺条件是:60~70℃干燥5~8小时;第二次干燥的工艺条件是:50~60℃干燥5~8小时。

[0021] 优选的,步骤(4)中,任一管道的高度为直径的3~5倍,管道的填充量以压实为准。

[0022] 优选的,净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0023] 本发明具有以下有益效果:

[0024] 本发明在发电之前先进行沼气净化,使得沼气品质满足发电参数要求,以获得较高的发电效率。沼气先以12~15m/s的流速通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为12~15m/s和6~8m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.5~1m/s。预处理管道用于干燥,除去沼气中的大部分水分,第一管道用于吸附除去大部分二氧化碳和小部分硫化氢,第二管道用于吸附除去硫化氢和小部分二氧化碳,第三管道用于吸附除去残余二氧化碳和硫化氢,最后再经过末尾管道吸附除去残余水分,不需要借助重力分离装置等专用设备即可实现对沼气的净化,净化后的沼气中水、硫化氢、二氧化碳等含量低,用其进行发电的发电效率高。

[0025] 沼气先以较快的流速通过预处理管道,除去大部分水分即可,最后通过末尾管道

的流速较慢,有助于除去残余水分。在通过第一管道、第二管道和第三管道时流速应当更慢,给予充足的反应和吸附时间,实现硫化氢和二氧化碳的有效脱除。

[0026] 第一处理剂是以碳酸钾、偏硼酸钠四水合物制成的第一混合液浸渍活化火山石粉末而得,浸渍后的活化火山石小颗粒的微环境中为有水环境,碳酸钾、偏硼酸钠可与二氧化碳反应,以除去大部分二氧化碳,碳酸钾还可与硫化氢反应以除去小部分硫化氢;活化火山石小颗粒富含微孔,对气体有吸附作用,由于浸渍作用吸附在微孔表面的碳酸钾、偏硼酸钠具有与二氧化碳、硫化氢的反应性,故吸引二氧化碳、硫化氢靠近发生反应并吸附。

[0027] 第二处理剂是以N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物制成的第二混合液浸渍活化火山石粉末而得,浸渍后的活化火山石小颗粒的微环境中为有水环境,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠可与硫化氢反应,以除去大部分硫化氢,N-甲基二乙醇胺还可与二氧化碳反应,以除去小部分二氧化碳;活化火山石小颗粒富含微孔,对气体有吸附作用,由于浸渍作用吸附在微孔表面的N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠具有与硫化氢、二氧化碳的反应性,故吸引硫化氢、二氧化碳靠近发生反应并吸附。

[0028] 第三处理剂是以 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸等为原料制备得到,通过硅氧共价键与羟基改性活性剂键合形成离子液体,可捕获周围的残余二氧化碳和硫化氢,实现硫化氢和二氧化碳的有效脱除。

[0029] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将对本发明作进一步详细的说明。

具体实施方式

[0030] 以下对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以根据权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0031] 本发明涉及的纳米级羧基聚苯乙烯微球,购自瑞安市伊普西隆生物科技有限公司。

[0032] 实施例1:

[0033] 一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0034] (1) 将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0035] (2) 将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0036] (3) 将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0037] (4) 沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为12m/s和6m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.5m/s。

[0038] 其中,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为20:5:100。活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:20mL,浸渍时间为15小时。

[0039] 步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为30:10:100。活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:20mL,浸渍时间为15小时。

[0040] 步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入5倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌2小时,用蒸馏水冲洗至中性,800W微波处理5分钟即可。火山石粉末是将火山石在100℃温度下焙烧3小时,冷却至室温,研磨过80目筛得到。

[0041] 步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:10:0.3:1:2。羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度10%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径为60nm,粒径为2mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.06,反应温度为60℃,反应时间为3小时。

[0042] 步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:90℃反应15小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:80℃反应8小时。第一次干燥的工艺条件是:60℃干燥5小时;第二次干燥的工艺条件是:50℃干燥5小时。

[0043] 步骤(4)中,任一管道的高度为直径的3倍,管道的填充量以压实为准。

[0044] 净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0045] 实施例2:

[0046] 一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0047] (1)将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0048] (2)将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0049] (3)将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0050] (4)沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为15m/s和8m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为1m/s。

[0051] 其中,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为30:8:100。活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:30mL,浸渍时间为20小时。

[0052] 步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为40:12:100。活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:30mL,浸渍时间为20小时。

[0053] 步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入6倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌3小时,用蒸馏水冲洗至中性,1000W微波处理7分钟即可。火山石粉末是将火山石在110℃温度下焙烧4小时,冷却至室温,研磨过100目筛得到。

[0054] 步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙

烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:12:0.6:1.2:3。羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度20%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径为80nm,粒径为3mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.08,反应温度为80℃,反应时间为5小时。

[0055] 步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:100℃反应18小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:90℃反应10小时。第一次干燥的工艺条件是:70℃干燥8小时;第二次干燥的工艺条件是:60℃干燥8小时。

[0056] 步骤(4)中,任一管道的高度为直径的5倍,管道的填充量以压实为准。

[0057] 净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0058] 实施例3:

[0059] 一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0060] (1)将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0061] (2)将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0062] (3)将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0063] (4)沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为15m/s和6m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为1m/s。

[0064] 其中,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为20:8:100。活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:20mL,浸渍时间为20小时。

[0065] 步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为30:12:100。活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:20mL,浸渍时间为20小时。

[0066] 步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入5倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌3小时,用蒸馏水冲洗至中性,800W微波处理7分钟即可。火山石粉末是将火山石在100℃温度下焙烧4小时,冷却至室温,研磨过80目筛得到。

[0067] 步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:12:0.3:1.2:2。羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度20%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径为60nm,粒径为3mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.06,反应温度为80℃,反应时间为3小时。

[0068] 步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:100℃反应15小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:90℃反应8小时。第一次干燥的工艺条件是:70℃干燥5小时;第二次干燥的工艺条件是:60℃干燥5小时。

[0069] 步骤(4)中,任一管道的高度为直径的5倍,管道的填充量以压实为准。

[0070] 净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0071] 实施例4:

[0072] 一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0073] (1)将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0074] (2)将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0075] (3)将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0076] (4)沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为12m/s和8m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.5m/s。

[0077] 其中,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为30:5:100。活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:30mL,浸渍时间为15小时。

[0078] 步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为40:10:100。活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:30mL,浸渍时间为15小时。

[0079] 步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入6倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌2小时,用蒸馏水冲洗至中性,1000W微波处理5分钟即可。火山石粉末是将火山石在110℃温度下焙烧3小时,冷却至室温,研磨过100目筛得到。

[0080] 步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:10:0.6:1:3。羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度10%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径为80nm,粒径为2mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.08,反应温度为60℃,反应时间为5小时。

[0081] 步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:90℃反应18小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:80℃反应10小时。第一次干燥的工艺条件是:60℃干燥8小时;第二次干燥的工艺条件是:50℃干燥8小时。

[0082] 步骤(4)中,任一管道的高度为直径的3倍,管道的填充量以压实为准。

[0083] 净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0084] 实施例5:

[0085] 一种沼气发电的方法,包括沼气净化和发电两个步骤,沼气净化的具体方法如下:

[0086] (1)将碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水混合配制得到第一混合液,利用第一混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第一处理剂,备用;

[0087] (2) 将N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水混合配制得到第二混合液,利用第二混合液浸渍活化火山石粉末,过滤,得到第二处理剂,备用;

[0088] (3) 将 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球混合,硅烷化反应,反应结束后加入2-溴丁酸继续反应,第一次干燥,然后甲苯洗涤除去纳米级羧基聚苯乙烯微球,第二次干燥,得到第三处理剂,备用;

[0089] (4) 沼气先通过填充有硅胶的预处理管道,然后依次通过分别填充有第一处理剂、第二处理剂和第三处理剂的第一管道、第二管道和第三管道,最后通过填充有硅胶的末尾管道,引出净化沼气;其中,通过预处理管道和末尾管道的流速分别为14m/s和7m/s,通过第一管道、第二管道和第三管道的流速均为0.6m/s。

[0090] 其中,步骤(1)中,碳酸钾、偏硼酸钠四水合物与水的质量比为25:6:100。活化火山石粉末与第一混合液的质量体积比为1g:25mL,浸渍时间为18小时。

[0091] 步骤(2)中,N-甲基二乙醇胺、偏钒酸钠二水合物与水的质量比为35:11:100。活化火山石粉末与第二混合液的质量体积比为1g:25mL,浸渍时间为18小时。

[0092] 步骤(1)和步骤(2)中所述活化火山石粉末的制备方法如下:将火山石粉末边搅拌边缓慢加入5.5倍重量的质量浓度30%硫酸水溶液中,继续搅拌2.5小时,用蒸馏水冲洗至中性,900W微波处理6分钟即可。火山石粉末是将火山石在105℃温度下焙烧3.5小时,冷却至室温,研磨过90目筛得到。

[0093] 步骤(3)中, γ -氨丙基三乙氧基硅烷、乙醇、羟基改性活性炭、纳米级羧基聚苯乙烯微球、2-溴丁酸的质量比为1:11:0.4:1.1:2.5。羟基改性活性炭是将活性炭与质量浓度15%的过氧化氢水溶液混合反应而得,其中,活性炭的孔径为70nm,粒径为2mm,活性炭与过氧化氢水溶液中所含过氧化氢的质量比为1:0.07,反应温度为70℃,反应时间为4小时。

[0094] 步骤(3)中,硅烷化反应的反应条件为:95℃反应16小时;加入2-溴丁酸后继续反应的反应条件为:85℃反应9小时。第一次干燥的工艺条件是:65℃干燥7小时;第二次干燥的工艺条件是:55℃干燥6小时。

[0095] 步骤(4)中,任一管道的高度为直径的4倍,管道的填充量以压实为准。

[0096] 净化后的沼气引入压力可控的沼气存储罐,然后采用沼气内燃发电机组进行发电,本发明使用的沼气内燃发电机购自济南济柴环能燃气发电设备有限公司,机型为400GF-Z。

[0097] 对比例1

[0098] 在步骤(1)中制备第一处理剂时略去碳酸钾,其余同实施例1。

[0099] 对比例2

[0100] 在步骤(1)中制备第二处理剂时略去N-甲基二乙醇胺,其余同实施例1。

[0101] 对比例3

[0102] 略去步骤(3)并相应地在步骤(4)中略去第三管道,其余同实施例1。

[0103] 对比例4

[0104] 在步骤(3)制备第三处理剂时略去纳米级羧基聚苯乙烯微球,其余同实施例1。

[0105] 对比例5

[0106] 在步骤(4)中略去预处理管道,其余同实施例1。

[0107] 对比例6

[0108] 在步骤(4)中略去末尾管道,其余同实施例1。

[0109] 试验例

[0110] 分别采用实施例1~5或对比例1~6的方法进行沼气发电,以未净化沼气作为对照,检测沼气净化后的水、二氧化碳和硫化氢含量,并统计发电效率,结果见表1。

[0111] 表1. 沼气净化效果和发电效率

[0112]

	沼气中水含量(%, 体积)	沼气中二氧化碳含 量(g/m ³)	沼气中硫化氢含量 (g/m ³)	发电效率 (kW·h/m ³)
沼气未净化	5	8.9	5.3	1.51
实施例 1	≤0.01	≤0.02	≤0.01	2.72
实施例 2	≤0.01	≤0.02	≤0.01	2.71
实施例 3	≤0.01	≤0.02	≤0.01	2.75
实施例 4	≤0.01	≤0.02	≤0.01	2.76
实施例 5	≤0.01	≤0.02	≤0.01	2.78
对比例 1	≤0.01	1.6	1.4	1.82
对比例 2	≤0.01	2.2	1.9	1.79
对比例 3	≤0.01	1.1	1.1	1.98
对比例 4	≤0.01	0.9	0.8	2.03
对比例 5	1.1	≤0.02	≤0.01	2.23
对比例 6	0.8	≤0.02	≤0.01	2.34

[0113] 由表1可知,实施例1~5中沼气净化后其中的水、二氧化碳和硫化氢含量低,利用其进行发电的发电效率高。对比例1在步骤(1)中制备第一处理剂时略去碳酸钾,对比例2在步骤(1)中制备第二处理剂时略去N-甲基二乙醇胺,对比例3略去步骤(3)并相应地在步骤(4)中略去第三管道,对比例4在步骤(3)制备第三处理剂时略去纳米级羧基聚苯乙烯微球,影响沼气中二氧化碳和硫化氢的脱除效果,进而影响发电效率;对比例5在步骤(4)中略去预处理管道,对比例6在步骤(4)中略去末尾管道,影响沼气中水的脱除效果,进而影响发电效率。

[0114] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。