



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105582782 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201511020054. 5

(22) 申请日 2015. 12. 28

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 赵睿恺 邓帅 赵力 何俊南

刘一楠 邵亚伟 倪佳鑫 王志

张莹 赵晴 许伟聪 卢培 张晶

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 李丽萍

(51) Int. Cl.

B01D 53/04(2006. 01)

H02J 7/35(2006. 01)

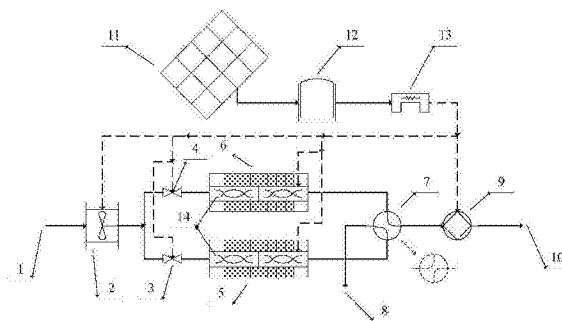
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统
及控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,包括空压机、真空泵、多个吸附床、电阻丝、电控阀和四通换向阀;吸附床的吸附腔内装有吸附剂填料和电阻丝;采用太阳能光伏电池板将光能转化为直流电输出并储存在蓄电池内,蓄电池发出的直流电经逆变器转为交流电并为空压机、真空泵、电阻丝和电控阀供电,采用多个吸附床轮流进行二氧化碳的吸附和脱附过程。采用电阻丝加热吸附剂加快了二氧化碳脱附的过程。太阳能光伏产生供电,减少了对化石燃料的消耗和二氧化碳的二次排放;采用多腔体吸附碳泵实现了从空气中持续性分离二氧化碳;蓄电池可以增加对碳泵供电的连续性。本发明精巧灵活,非常适合太阳能丰富地区的分布式运行碳泵的需求。



1. 一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,其特征在于:

由太阳能光伏发电单元和变电吸附碳泵单元组成;

所述太阳能光伏发电单元包括太阳能光伏电池板、蓄电池和逆变器;

所述变电吸附碳泵单元包括空压机、真空泵、多个吸附床、电阻丝、电控阀和四通换向阀;所述吸附床的吸附腔内装有吸附剂填料和电阻丝;

所述太阳能光伏电池板将光能转化为直流电输出并储存在蓄电池内,蓄电池发出的直流电经逆变器转为交流电并为空压机、真空泵、电阻丝和电控阀供电,所述变电吸附碳泵单元采用多个吸附床轮流进行二氧化碳的吸附和脱附过程,从而实现在空气中连续地进行二氧化碳分离过程。

2. 根据权利要求1所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳捕集系统,其特征在于:

所述空压机的进口与外界空气的管道入口相连,所述空压机的出口与一输气管道相连,自所述输气管道的出气口后分为并联的多条支路,支路的条数为双数倍数;

每两条支路为一组,每条支路上自所述输气管道的出气口一端依次设有电控阀和吸附床;同一组支路上的两个吸附腔的下部出口均连接至一四通换向阀的两个进口,所述四通换向阀的一个出口通向大气,所述四通换向阀的另一个出口连接到所述真空泵,所述真空泵的出口连接有用于高浓度的二氧化碳排出的管道出口;

所述太阳能光伏电池板通过电线依次连接至所述蓄电池和所述逆变器;

所述逆变器通过电线分别与所述真空泵、空压机、电阻丝和电控阀相连。

3. 根据权利要求2所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,其特征在于:所述吸附腔由多个腔体并联组成。

4. 根据权利要求3所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,其特征在于:所述吸附腔由2-20个腔体并联组成。

5. 一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵的控制方法,其特征在于:使用如权利要求2所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,并包括以下步骤:

步骤一、外界空气或是含高浓度二氧化碳的烟气通过管道入口输至所述空压机,通过空压机加压后的气体经过输气管道出气口后由多条支路分散输送;每组支路包括支路A和支路B;

步骤二、设定每一组支路上的两个电控阀的状态是:支路A上的电控阀处于打开状态时,支路B上的电控阀处于关闭状态;压缩空气通过打开的电控阀进入支路A上的吸附床的吸附腔进行二氧化碳吸附,支路A中余下的没有被吸附的气体经过该组支路上的四通换向阀的一个出口排到大气;与此同时,支路B上的吸附床的吸附腔内的电阻丝短间接通电流加热吸附腔内的吸附剂填料,在所述真空泵的运转下处于真空状态,吸附腔内的二氧化碳脱离了吸附剂填料,释放出的高浓度的二氧化碳经过该组支路上的四通换向阀的另一个出口后再通过与真空泵出口相连的管道出口排出,同时该吸附腔内的温度逐渐下降至常温,实现了二氧化碳从空气中的分离;

步骤三、经过一段时间的运行,对每组支路上两个电控阀的开启和关闭状态进行切换,并将该组支路上的四通换向阀顺时针转90度,此时,支路A上的吸附床进行高浓度的二氧化碳脱附过程,支路B上的吸附床进行二氧化碳的吸附过程;

重复执行步骤二和步骤三,利用两条支路的切换完成周期性吸附与脱附,实现了从空

气中持续性分离二氧化碳。

6. 根据权利要求5所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵控制方法,其特征在于:所述吸附剂填料为活性炭、金属有机框架材料、沸石、硅胶中的任何一种材料或者是上述材料的改性材料中的任何一种。

7. 根据权利要求5所述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵控制方法,其特征在于:所述电阻丝对吸附腔内的吸附剂填料的加热温度控制在75°C-200°C之间;所述空压机在二氧化碳吸附过程中维持吸附腔内的压力处于正压状态,压力范围为1.014bar-10bar。

一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能辅助碳泵技术领域,尤其涉及一种太阳能光伏辅助空气进行变电吸附法的碳泵系统。

背景技术

[0002] 全球性化石能源的紧缺以及温室效应的加剧给环境和社会发展带来了诸多负面效应。根据国际能源署的目标,在2050年之前全球气温升温应严格控制在2℃之内,实现目标的关键在于控制温室气体的排放量。目前在全球规模下进行空气运行碳泵系统是减少温室气体排放的最有效的措施。由于空气中二氧化碳浓度(大约385ppm)较低,导致从空气中捕捉二氧化碳具有特殊的挑战。空气碳泵既可以在二氧化碳排放源地捕捉,又可以在分布远离排放源的捕捉空气二氧化碳,具有分布式运行的优势。被捕捉的二氧化碳可以结合可再生能源用于合成碳氢燃料等。

[0003] 传统碳泵技术较为关注系统的可行性,不考虑能耗,造成相关技术的开发面临商业化困境。例如商业化较成熟的溶液吸收法,其捕捉能耗较高,通常捕捉每吨二氧化碳耗能大约3-4MJ/ton。吸附法碳泵在单位捕捉能力、能量要求等方面比吸收法具有优势。吸附法碳泵有变压吸附、变温吸附和变电吸附三种方式,其中变电吸附过程简单,采用电阻丝加热吸附剂加快了二氧化碳脱附的过程,适合小规模分布式的系统。变电吸附的变电过程由电阻丝和真空泵运行实现,其耗电由外界供应。

[0004] 太阳能是取之不尽、用之不竭的可再生能源,清洁无毒且无环境污染,一直受到世界各国的广泛关注。太阳能光伏发电在偏远地区独立用户的供电系统得到了大量应用,作为主要的清洁能源,太阳能光伏发电的好处显而易见。然而,单独的太阳能光伏系统,由于时间和地域的约束,很难全天候利用太阳能资源,需要使用大容量和长寿命的储能电池来实现电力的充分储存和稳定输出。其中锂离子电池具有环保、安全、比能量高、寿命长和免维护等特点,作为光伏发电单元的储能电池具有长远意义。

[0005] 因此,以全新的降低能耗的出发点,开发一种通过利用太阳能光伏发电辅助实现从空气中捕捉二氧化碳的系统,是有效缓解温室气体排放的一个理想技术方案。

[0006] 关于吸附碳泵,现有发明主要呈现以下特征:

[0007] 1.以运行可行性为出发点,一些发明者在材料领域摸索,尝试在二氧化碳吸附材料角度进行创新。例如,CN103861557A专利文献中提出了一种新型固态胺二氧化碳吸附剂,首次添加表面活性剂的方法来降低二氧化碳在固态胺吸附剂内的扩散阻力,提高胺的利用率,进而提高材料的二氧化碳的吸附性能。该新型吸附剂集成了吸附法和吸收法对碳泵的功效,具有高容量,高选择性、高速率及低再生能耗的特征。CN103203220A专利文献中提出一种利用苯胺与Y型分子筛进行聚合反应,得到固体颗粒;将固体颗粒进行碳化反应,得到二氧化碳吸附剂,该材料合成简单,性能优于活性炭。CN103120931A专利文献中提出一种笼形二氧化碳吸附材料及其制备方法,该方法包括蒙脱石的酸化改性以及笼形二氧化碳吸附材料的合成,该复合材料中有机胺有效负载量在10~60%之间,具有良好的吸附和脱附能

力,且稳定性良好。CN104492370A专利文献中公开了一种改性蒙脱石二氧化碳吸附材料及其制备方法,该方法采用无机插层剂插层处理,将无机物插入到蒙脱石的晶层中,提高蒙脱石的比表面积。CN104056598A专利文献中公开了一种MOFs基二氧化碳吸附剂,包括MOFs,和负载于MOFs的孔道中和表面的有机胺,所述MOFs和有机胺的质量比为0.1~10:1。W02013US66281和US09144770专利文献中提出一种改性活性炭用于二氧化碳泵的吸附材料,该材料把氧化镁注入到活性炭中,其中氧化镁含量约占材料总质量的15%。EP20080772173专利文献中提出一种中空纤维吸附材料,该材料以聚合物为基体,可以用于烟气二氧化碳的捕捉。类似的吸附合成材料的国内外专利文献包括:W02013US60721、W02008US84237、US07288136、CN104437383A和CN102500324A等专利文献。但是,以上专利文献中披露的技术方案只是在材料合成角度的创新,在具体二氧化碳吸附过程、循环和系统并没有涉及。此类技术方案仍然会面临实用化的困境,因为对低能耗材料的盲目追求,容易导致对工艺的错误理解,材料捕集能耗降低,工艺能耗上升。

[0008] 2. 还有一些专利停留在装置单体层面,缺乏全局考虑。比如一些发明者尝试在二氧化碳吸附塔结构上进行创新。例如公告号为CN203990246U专利文献中提出了一种二氧化碳变压吸附塔,采用了矩形结构的气体吸附通道,并用过折流板隔开,形成折流式固定吸附塔。该结构具有气体均匀性好、气体流程长、吸附剂利用率高和床层稳定等优势。AU20070902503(CN101795750A)专利文献中提出一种独立式结构的吸附塔和汽提塔,其适于从燃烧化石燃料的发电站的废气流中捕获二氧化碳。这些专利在吸附塔结构进行创新,并没有在能耗和辅助等方面提出改进措施。该类专利仍然会面临实用化的困境,过多追求吸附捕集装置结构的优化,但实际市场化产品很难做到理想的优化加工要求,该类发明的申请特征很难在捕集能耗降低方面有所突破。

[0009] 3. 以运行可行性为出发点,一些发明者尝试吸附碳泵与其他碳排放系统集成。例如CN104437060A专利文献中提出一种糖厂二氧化碳回收活化利用方法及设备,将吸附碳泵运用到制糖厂的碳排放系统中,实现了系统的集成并减少了碳排放。US09023244专利文献中提出一种采用变温吸附捕集制氢厂的烟气中的二氧化碳,该方法相较于传统的MDEA吸收法具有更高的二氧化碳纯度。US08496908专利文献中则提出一种变压吸附用于蒸汽甲烷重整法制氢厂的重整气体分离,吸附气体为氢气,尾气二氧化碳和水蒸气。这些专利把吸附碳泵与糖厂和制氢厂等碳排放源系统集成,解决了减少碳排放的目的,但是在能耗和辅助等方面没有提出改进措施。因此,这些专利也会面临实用化的困境。

[0010] 4. 另一方面,众多研究者将太阳能与碳泵技术相结合,使太阳能热利用用于吸收法碳泵的热耗辅助中。例如,US2010/0005966A1(W02007AU00994)、CN103372371A和CN103990372A专利文献中都提出太阳能热利用与吸收法碳泵集成的系统。不同的是,US2010/0005966A1专利文献中提出太阳能集热场产生热能直接用于燃煤电厂吸收法(乙醇胺)碳泵。CN103372371A专利文献中提出一种利用太阳能集热器产生的热能,先驱动有机朗肯循环发电,再为燃煤电厂吸收法(乙醇胺)碳泵供能的系统,从而实现了能量的梯级利用,又降低了碳泵能耗。CN103990372A专利文献中提出一种太阳能闪蒸海水淡化辅助燃煤发电进行氨法碳泵的系统。类似太阳能热利用技术与吸收法碳泵的专利文献还有CN104154521A、CN104607001A和CN103752142A等专利文献。CN104307308A专利文献中提出一种利用光伏辅助燃煤机组脱碳的工艺系统,由光伏系统加热吸收法碳泵系统减少汽轮机

抽汽。以上这些专利的特征是将太阳能热利用的多种形式与吸收法碳泵的多种溶液类型相结合,然而吸收法碳泵的再生能耗高,成为限制碳泵技术发展的重要障碍。

[0011] 5.关于碳泵概念,在生物领域研究的是生物圈的碳平衡,例如W02007/014349专利文献中提供了隔离水性环境中的二氧化碳的方法,该方法产生的PM以明显高于由生物碳泵中的其它成分产生的PM的速率沉降。另外,化工领域有一种脱碳泵的概念,只是一种泵,例如CN101560991专利文献中提供了一种脱碳泵防漏技术,应用于密封物体之间的接触面,防止不必要的泄露。CN201988310U专利文献中涉及一种合成氨脱碳闪蒸气回收装置,包括脱碳泵、高压闪蒸气吸收塔、洗涤器和分离器等,该装置充分回收了脱碳闪蒸气中的氢、氮有效气体,增加了合成氨产量,同时也回收了二氧化碳气体以增加尿素产量。本专利所提的碳泵是指一种热力学中的低能耗碳捕集系统,而非生物和化工领域的概念。

[0012] 综合以上可以看出,现有相关专利并不能达到上文所述的开发理想系统的目标,目前亟需开发一种通过利用太阳能辅助低能耗的空气吸附法的碳泵系统。

发明内容

[0013] 针对上述现有技术,本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种通过利用太阳能辅助低能耗的空气吸附法碳泵的系统,可以满足全年从空气分离二氧化碳的需求。

[0014] 为了解决上述技术问题,本发明提出的一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,由太阳能光伏发电单元和变电吸附碳泵单元组成;所述太阳能光伏发电单元包括太阳能光伏电池板、蓄电池和逆变器;所述变电吸附碳泵单元包括空压机、真空泵、多个吸附床、电阻丝、电控阀和四通换向阀;所述吸附床的吸附腔内装有吸附剂填料和电阻丝;所述太阳能光伏电池板将光能转化为直流电输出并储存在蓄电池内,蓄电池发出的直流电经逆变器转为交流电并为空压机、真空泵、电阻丝和电控阀供电,所述变电吸附碳泵单元采用多个吸附床轮流进行二氧化碳的吸附和脱附过程,从而实现在空气中连续地进行二氧化碳分离过程。

[0015] 本发明一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵的控制方法,是使用上述太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,并包括以下步骤:

[0016] 步骤一、外界空气或是含高浓度二氧化碳的烟气通过管道入口输至所述空压机,通过空压机加压后的气体经过输气管道出气口后由多条支路分散输送;每组支路包括支路A和支路B;

[0017] 步骤二、设定每一组支路上的两个电控阀的状态是:支路A上的电控阀处于打开状态时,支路B上的电控阀处于关闭状态;压缩空气通过打开的电控阀进入支路A上的吸附床的吸附腔进行二氧化碳吸附,支路A中余下的没有被吸附的气体经过该组支路上的四通换向阀的一个出口排到大气;与此同时,支路B上的吸附床的吸附腔内的电阻丝短间接通电流加热吸附腔内的吸附剂填料,在所述真空泵的运转下处于真空状态,吸附腔内的二氧化碳脱离了吸附剂填料,释放出的高浓度的二氧化碳经过该组支路上的四通换向阀的另一个出口后再通过与真空泵出口相连的管道出口排出,同时该吸附腔内的温度逐渐下降至常温,实现了二氧化碳从空气中的分离;

[0018] 步骤三、经过一段时间的运行,对每组支路上两个电控阀的开启和关闭状态进行切换,并将该组支路上的四通换向阀顺时针转90度,此时,支路A上的吸附床进行高浓度的

二氧化碳脱附过程,支路B上的吸附床进行二氧化碳的吸附过程;

[0019] 重复执行步骤二和步骤三,利用两条支路的切换完成周期性吸附与脱附,实现了从空气中持续性分离二氧化碳。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0021] (1)太阳能光伏产生的电能用于空气碳泵的耗电部件,减少了对化石燃料的消耗,实现了利用可再生能源辅助运行空气碳泵的过程。

[0022] (2)采用双腔体或多腔体吸附碳泵实现了从空气中持续性分离二氧化碳。

[0023] (3)太阳能光伏发电单元添加蓄电池可以实现空气碳泵供电的连续性。

[0024] (4)变电吸附采用电阻丝加热吸附剂加快了二氧化碳脱附的过程,缩短了二氧化碳的分离循环周期。

附图说明

[0025] 图1为本发明太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统示意图;图1中:1-外界空气管道入口,2-空压机,3-第一电控阀,4-第二电控阀,5-第一吸附床的吸附腔,6-第二吸附床的吸附腔,7-四通换向阀,8-大气,9-真空泵,10-管道出口,11-太阳能光伏电池板;12-蓄电池;13-逆变器,14-电阻丝。

[0026] 图2为多床空气吸附碳泵的工作流程图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例对本发明技术方案作进一步详细描述,所描述的具体实施例仅对本发明进行解释说明,并不用以限制本发明。

[0028] 本发明提出的一种太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统的设计思路是为了满足全年从空气分离二氧化碳的需求,以太阳能光伏发电和变电吸附空气碳泵技术为核心,该系统由太阳能光伏发电单元和变电吸附碳泵单元组成;所述太阳能光伏发电单元包括太阳能光伏电池板、蓄电池和逆变器;所述变电吸附碳泵单元包括空压机、真空泵、多个吸附床、电阻丝、电控阀和四通换向阀;所述吸附床的吸附腔内装有吸附剂填料和电阻丝;所述太阳能光伏电池板将光能转化为直流电输出并储存在蓄电池内,蓄电池发出的直流电经逆变器转为交流电并为空压机、真空泵、电阻丝和电控阀供电,所述变电吸附碳泵单元采用多个吸附床轮流进行二氧化碳的吸附和脱附过程,从而实现在空气中连续地进行二氧化碳分离过程。

[0029] 实施例,以双吸附床为例,本发明的太阳能光伏驱动变电吸附空气碳泵系统,如图1所示,该系统太阳能光伏发电单元和变电吸附碳泵单元。

[0030] 所述变电吸附碳泵单元包括空压机2、真空泵9、两个吸附床,每个吸附床内均包括吸附腔,吸附腔内装有吸附剂填料和电阻丝14。所述空压机2的进口与外界空气(也可以是含高浓度二氧化碳的烟气)的管道入口1相连,所述空压机2的出口与一输气管道相连,自所述输气管道的出气口后分为并联的多条支路,支路的条数为双数倍数(本实施例中包括有两条支路,一路为支路A,另一路为支路B),两条支路为一组,支路A上自所述输气管道的出气口一端依次设有第一电控阀3和第一吸附床的吸附腔5;支路B上自所述输气管道的出气口一端依次设有第二电控阀4和第二吸附床的吸附腔6第一、第二吸附床的吸附腔5和6的下

部出口均分别连接至一四通换向阀7的两个进口,所述四通换向阀7的一个出口通向大气8,所述四通换向阀的另一个出口连接到所述真空泵9,所述真空泵9的出口连接有用于高浓度的二氧化碳排出的管道出口10。

[0031] 本实施例中,第一、第二吸附床的两个吸附腔5和6可以采用多个腔体并联组成;其中,每个腔体的进气口都有电控阀控制;采用多腔体并联中同时吸附和脱附的腔体下游管路分别集中后再进入四通换向阀7。根据实际需要,腔体的个数可以是2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20个。

[0032] 本发明中,所述吸附剂填料为活性炭、金属有机框架材料、沸石、硅胶中的任何一种材料或者是上述材料的改性材料中的任何一种(改性材料可以增加对二氧化碳吸附能力)。空压机的运行要保证进行吸附的空气处于正压状态,压力范围为1.014bar-10bar,这样使外界空气稳定的输送到吸附腔体中,从而完成吸附填料的二氧化碳吸附过程。电阻丝对吸附腔体内的固体填料的加热温度控制在75℃-200℃之间。

[0033] 所述太阳能光伏发电单元包括太阳能光伏电池板11、蓄电池12和逆变器13,所述太阳能光伏电池板11通过电线连接至所述蓄电池12,蓄电池12可以为锂电池等,蓄电池12通过电线连接到所述逆变器13;所述逆变器13通过电线分别连接到所述变电吸附碳泵单元中的真空泵9、空压机2、每个吸附腔内的电阻丝14和支路A及支路B上的第一、第二电控阀3和4等耗电部件。太阳能光伏板的大小和蓄电池的容量取决于吸附碳泵单元中所有耗电部件的总功率、当地太阳能辐射资源和相应的运行策略要求等。

[0034] 本发明中太阳能光伏发电单元的工作流程是:在天气晴朗的时候,太阳能光伏电池板11利用太阳能实现光能向电能的转换,产生的直流电通向蓄电池12(例如锂电池等)中进行电能储存。储存电能的蓄电池12可以全天候供应电能。蓄电池12产生的直流电经过导线连接通向逆变器13,实现了直流电向交流电的变换。经逆变器13变换后的交流电可以向吸附空气碳泵单元中耗能部件(例如空压机2、真空泵9、电阻丝14和电控阀3等)供电。

[0035] 本发明中变电吸附碳泵单元的工作流程是:外界空气或是含高浓度二氧化碳的烟气通过管道入口1输至所述空压机2,通过空压机2加压后的气体经过输气管道出气口输送到系统内,并由多组支路分散输送;每组支路包括支路A和支路B;此时通过设定每一组支路上的两个电控阀的状态,即当支路A上的第一电控阀3处于打开状态时,支路B上的第二电控阀4处于关闭状态;压缩空气通过打开的第一电控阀3进入支路A上的第一吸附床的吸附腔5进行二氧化碳吸附,支路A中余下的没有被吸附的气体经过该组支路上的四通换向阀7的一个出口排到大气8;与此同时,支路B上的第二吸附床的吸附腔6内的电阻丝14短间接通电流加热该吸附腔内的吸附剂填料,在所述真空泵9的运转下处于真空状态,吸附腔内的二氧化碳脱离了吸附剂填料,释放出的高浓度的二氧化碳经过该组支路上的四通换向阀7的另一个出口后再通过与真空泵9出口相连的管道出口10排出,同时该第一吸附床的吸附腔6内的温度逐渐下降至常温,实现了二氧化碳从空气中的分离;

[0036] 经过一段时间的运行,对每组支路上第一、第二电控阀3和4的开启和关闭状态进行切换,并将该组支路上的四通换向阀7顺时针转90度,此时,支路A上的第一吸附床的吸附腔5内进行高浓度的二氧化碳脱附过程,支路B上的第二吸附床的吸附腔6内进行二氧化碳的吸附过程;利用两条支路双吸附腔的吸附脱附的运行切换,完成周期性吸附与脱附,实现了从空气中持续性分离二氧化碳。

[0037] 若双腔体吸附碳泵变为多腔体,则每个腔体的进气口都安装电控阀,采用多腔体并联中同时吸附和脱附的腔体下游管路分别集中后再通向四通换向阀7。其工作流程如图2所示,在t时间内电控阀控制一部分的腔体在二氧化碳吸附,另一部分的腔体在二氧化碳脱附(电阻丝先加热吸附填料,然后真空泵抽取二氧化碳)。经过t时间后,四通换向阀7顺时针转90度,电控阀控制原来吸附的腔体开始进行脱附过程,原来进行脱附的腔体开始变为吸附过程。再经过t时间后,四通换向阀7再顺时针转90度,电控阀控制原来进行脱附的腔体开始变为吸附过程,原来吸附的腔体开始进行脱附过程。如此周期性的吸附与脱附可以实现了从空气中多床持续性分离二氧化碳。

[0038] 采用双腔体(或多腔体)吸附碳泵和添加蓄电池的措施实现了空气中持续性分离二氧化碳的过程。太阳能光伏产生的电能用于空气碳泵的耗电部件,减少了对化石燃料的消耗和碳泵运行的二次排放,实现了可再生能源与空气碳泵的集成。变电吸附采用电阻丝加热吸附剂加快了二氧化碳脱附的过程,缩短了分离循环的周期。本发明精巧灵活,非常适合太阳能资源丰富地区的分布式空气碳泵系统的运行。

[0039] 尽管上面结合图对本发明进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨的情况下,还可以作出很多变形,这些均属于本发明的保护之内。

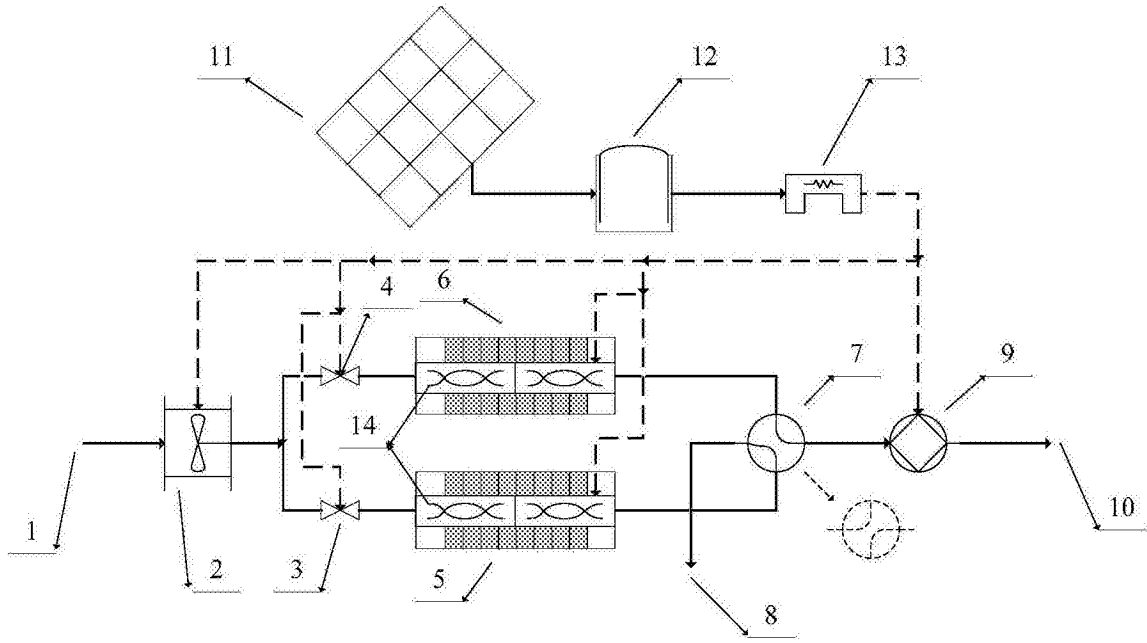


图1

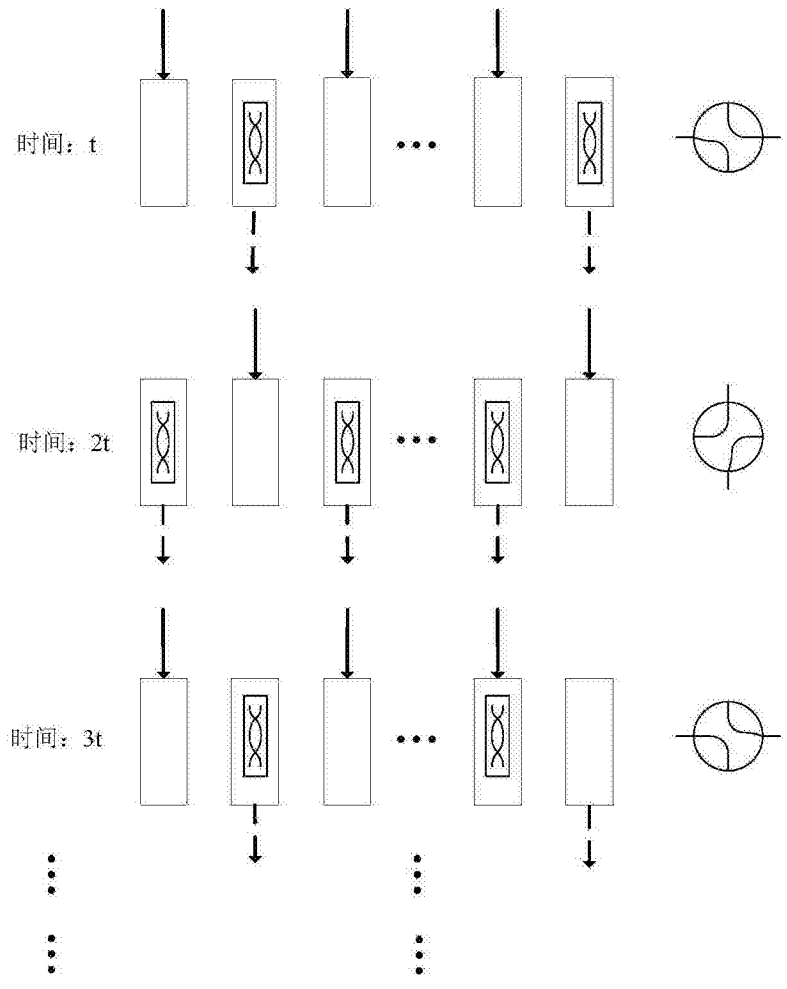


图2