



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108043172 A

(43)申请公布日 2018.05.18

(21)申请号 201711361244.2

(22)申请日 2017.12.18

(71)申请人 洛阳健阳科技有限公司

地址 471000 河南省洛阳市中国(河南)自由贸易试验区洛阳片区高新区丰华路6号银昆科技园1#楼四层402-77

(72)发明人 杨雄 魏渝伟

(74)专利代理机构 河南广文律师事务所 41124

代理人 王自刚

(51) Int. Cl.

B01D 53/047(2006.01)

C10L 3/10(2006.01)

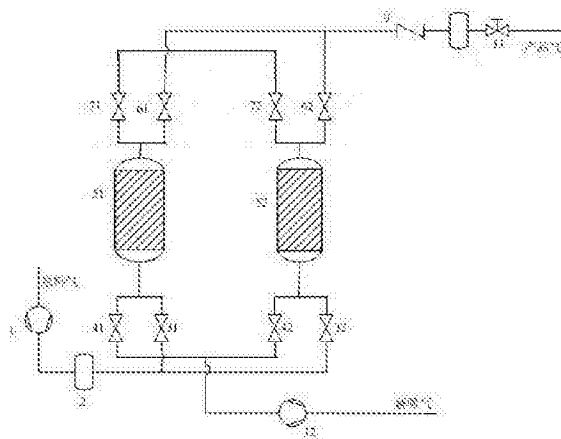
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法

(57)摘要

本发明介绍了一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,实现甲烷、氮气的分离,使得两组吸附机构分别处于不同的工作状态,第一组吸附机构进行升压步骤、吸附步骤时,第二组吸附机构进行降压解吸步骤,然后均进入均压步骤;接着一组吸附机构降压解吸,二组吸附机构升压步骤、吸附步骤;接着同时均压;如此循环。本发明由于一个吸附塔升压均压,另一个吸附塔降压均压,吸附步骤后的产品气可以直接进入需要升压均压的吸附塔实现均压,使得完成吸附步骤后的吸附塔可以直接进入真空状态,避免了部分抽真空过程;进入升压均压步骤的吸附塔的产品气可以再次进入吸附步骤,被更多地除去其中的氮气,提高了提纯效果。



1. 一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,通过变压吸附的方法实现甲烷、氮气二元组分的分离,吸附塔内装填的吸附剂为HEU型沸石分子筛;其特征是:变压吸附工艺流程包括升压步骤、吸附步骤、降压均压步骤、降压解吸步骤、升压均压步骤;所述升压步骤,具体为原料气从吸附塔进气端进入,吸附塔内压力逐渐上升的过程;所述吸附步骤,具体为原料气从吸附塔进气端进入,氮气被吸附剂吸附,未被吸附的甲烷从吸附塔排气端排出的过程;所述降压均压步骤,具体为吸附塔通过均压阀相互连通,气体从高压的吸附塔流入低压的吸附塔实现使得高压吸附塔得以降压均压的过程;所述降压解吸步骤,具体为气体从吸附塔抽真空降压或者降为常压实现解吸的过程;所述升压均压步骤,具体为吸附塔通过均压阀相互连通,气体从高压的吸附塔流入低压的吸附塔实现使得低压吸附塔得以升压均压的过程;

使用的装置包括两组吸附机构,并使得两组吸附机构分别处于不同的工作状态,第一组吸附机构进行升压步骤、吸附步骤时,第二组吸附机构进行降压解吸步骤;然后第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入降压均压步骤和升压均压步骤,第一组吸附机构得到降压均压,第二组吸附机构得到升压均压;然后第一组吸附机构进行降压解吸步骤;第一组吸附机构进行升压步骤、吸附步骤;接着第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入升压均压步骤和降压均压步骤,第一组吸附机构得到升压均压,第二组吸附机构得到降压均压;升压均压后的吸附机构进入升压步骤,降压均压的吸附机构进入降压解吸步骤;如此循环工作;

其中第一组吸附机构的工作方式为:原料气由压缩机压缩,经进气缓充罐和进气控制阀流入第一组吸附机构的吸附塔即第一吸附塔,即为升压步骤;然后第一吸附塔内的吸附剂吸附原料气中的强吸附组分氮气后,富甲烷气体作为产品气经第一产品气控制阀从第一吸附塔的排气端流出即为吸附步骤;在吸附剂吸附饱和前结束吸附步骤;吸附步骤结束后关闭第一产品气控制阀,打开第一吸附塔的第一均压控制阀对第一吸附塔进行均压,即为降压均压步骤;同时第二组吸附机构的吸附塔即第二吸附塔的第二均压控制阀也打开,进行升压均压步骤,直至第一吸附塔和第二吸附塔压力平衡;第一吸附塔经均压降后,第二吸附塔的残留气体即废气由真空泵经第一抽真控制阀从第一吸附塔中抽出或者降为常压从第一吸附塔中排出,即为降压解吸步骤;降压解吸步骤后,关闭抽第一真空控制阀,然后第一吸附塔进入升压均压步骤,打开第一吸附塔的第一均压控制阀,同时打开第二吸附塔的第二均压控制阀,第二吸附塔进入降压均压步骤,直至第一吸附塔和第二吸附塔压力平衡;然后第一吸附塔进入升压步骤,第二吸附塔进入降压解吸步骤;如此循环;

第二组吸附机构的工作方式为:原料气由压缩机压缩,经进气缓充罐和进气控制阀流入第二组吸附机构的吸附塔即第二吸附塔,即为升压步骤;然后第二吸附塔内的吸附剂吸附原料气中的强吸附组分氮气后,富甲烷气体作为产品气经第二产品气控制阀从第二吸附塔的排气端流出即为吸附步骤;在吸附剂吸附饱和前结束吸附步骤;吸附步骤结束后关闭第二产品气控制阀,打开第二吸附塔的均压控制阀对第二吸附塔进行均压,即为降压均压步骤;同时第一组吸附机构的吸附塔即第一吸附塔的第一均压控制阀也打开,进行升压均压步骤,直至第二吸附塔和第一吸附塔压力平衡;第二吸附塔经均压降后,第二吸附塔的残留气体即废气由真空泵经第二抽真控制阀从第二吸附塔中抽出,即为降压解吸步骤;降压解吸步骤后第二吸附塔进入升压均压步骤,打开第二吸附塔的第二均压控制阀,同时打开

第一吸附塔的第一均压控制阀,第一吸附塔进入降压均压步骤,直至第二吸附塔和第一吸附塔压力平衡;然后第二吸附塔进入升压步骤,第一吸附塔进入降压解吸步骤;如此循环。

2. 根据权利要求1所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征在于:对于含水及二氧化碳的原料气,所述甲烷与氮气分离装置的吸附塔底部加有部分脱水和脱二氧化碳的吸附剂。

3. 根据权利要求1所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征在于:第一吸附塔、第二吸附塔设置为一个或者多个。

4. 根据权利要求1所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述吸附步骤过程中的压力为绝对压力0.1MPa~2MPa,所述降压解吸步骤中解吸压力为绝压0.01MPa~0.1MPa。

5. 根据权利要求1所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置,包括压缩机、进气缓充罐、产品气缓充罐、真空泵、第一组吸附机构、第二组吸附机构;

第一组吸附机构包括第一进气控制阀、第一抽真控制阀、第一吸附塔、第一产品气控制阀、第一均压控制阀;

第二组吸附机构包括第二进气控制阀、第二抽真控制阀、第二吸附塔、第二产品气控制阀、第二均压控制阀;

所述进气缓充罐一端与压缩机连接,另一端通过第一进气控制阀、第二进气控制阀分别与第一吸附塔、第二吸附塔下端连接,第一吸附塔、第二吸附塔的下端分别为第一吸附塔、第二吸附塔的进气端;所述第一吸附塔、第二吸附塔的进气端分别通过第一抽真控制阀、第二抽真控制阀与真空泵相连;

所述第一均压控制阀、第二均压控制阀,一端通过同一管道相互连通,另一端分别与第一吸附塔、第二吸附塔的上端连接;第一吸附塔、第二吸附塔的上端分别为第一吸附塔、第二吸附塔的出气端;

所述第一产品气控制阀、第二产品气控制阀一端分别与第一吸附塔、第二吸附塔出气端连接,另一端均与产品气缓充罐连接。

6. 根据权利要求5所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括单向阀,单向阀设置在产品气缓充罐和第一产品气控制阀、第二产品气控制阀之间。

7. 根据权利要求5所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括产品气流量调节阀,产品气流量调节阀设置在产品气缓充罐的出气端。

8. 根据权利要求5所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括真空泵控制阀、排气旁路和旁路排气阀;真空泵控制阀设置在真空泵前端,和第一抽真控制阀、第二抽真控制阀相连;排气旁路从真空泵控制阀和第一抽真控制阀、第二抽真控制阀之间引出,旁路排气阀设置在排气旁路上。

9. 根据权利要求5所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述的第一吸附塔、第二吸附塔设置为一个或者多个。

10. 根据权利要求5所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,其特征是:所述的吸附步

骤过程中的压力为绝对压力0.1MPa~2MPa,所述降压解吸步骤中解吸压力为绝压0.01MPa~0.1MPa。

一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体分离与净化领域技术,特别是一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,能用于天然气及煤层气的提纯。

背景技术

[0002] 天然气是一种以甲烷为主的清洁能源,近年来随着经济的发展和人们生活水平的提高,越来越多的人关注环境问题,以天然气为一次能源越来越受到重视,在一次能源中所占比例也越来越高。

[0003] 天然气主要以管道的形式供给,一般要求天然气热值在31.4MJ以上(甲烷浓度在95%以上)。然而目前常规天然气以及非常规天然气(煤层气、页岩气)等采集过程中往往含有大量的杂质气体,如氮气、二氧化碳、硫化氢等。

[0004] 变压吸附由于投资小,运行费用低等优势在气体分离领域方面受到广泛的关注。专利CN85103557A描述了一种变压吸附浓缩煤矿瓦斯的技术,以活性炭为吸附剂,在吸附压力为0.5-1.0 MPa的条件下可以将甲烷提浓到95%以上。采用该技术在河南焦作矿务局建成我国第一套处理煤层气气量为1.2 万 m^3 /天的浓缩工业试验装置,成功地将煤层气中的 CH_4 体积分数从30.4%提高到63.9%,增加置换步骤后,可进一步提高到99.4%。然而该变压吸附分离法采用吸附甲烷的方法在,在低压侧获取高浓度的甲烷气体。采用该方法对甲烷进行提纯,会导致产品气压力低,需要额外升压确保进一步的输送与利用,而吸附过程中升压后的能量白白浪费。对于杂质气体氮气较低的高浓度甲烷原料气,如采用吸附甲烷的方法进行富集则需要吸附剂具有较大的吸附容量。

[0005] 采用吸附氮气的方法对甲烷浓度较高的含甲烷气体进行富集是一种十分理想的方法,采用该方法可以实现甲烷在高压侧提纯,从而便于进一步的压缩与利用,降低运行费用。然而 N_2 、 CH_4 的动力学半径非常接近分别为3.64、3.82,且沸点也十分接近,均为非极性气体,而常规的沸石分子筛均优先吸附甲烷气体。基于以上原因采用吸附氮气的方法吸附分离氮气和甲烷一直是变压吸附分离过程中的一个难点。

[0006] 碳分子筛可通过调节孔径控制甲烷和氮气在孔道内的传质速度,从而实现分离。但由于碳分子筛表面极性较低且有较强的疏水性能,对甲烷具更强的吸附性能,导致吸附剂对氮气的选择性大大降低。研究者利用碳分子筛针对 N_2/CH_4 的双组分气体开展了分离研究,指出了 N_2 在吸附剂上的吸附速率远大于 CH_4 ,然而吸附剂的平衡吸附量却是 CH_4 大 N_2 ,从而影响了 CH_4/N_2 混合气体的分离能力。从研究结果来看,其平衡分离性能表现出的甲烷平衡分离能力大大高于动力学分离能力,直接影响其对氮气和甲烷二元组分的分离性能。

[0007] 一种新型HEU型沸石分子筛是一直十分适合于甲烷氮气的吸附剂,通过孔道尺寸的调节可将沸石分子筛调整为氮气平衡选择型和氮动力学选择型的吸附剂。目前在变压吸附分离甲烷氮气方面的研究主要基于天然沸石和碳分子筛方面。本发明通过采用人工合成新型HEU型沸石分子筛对含有少量杂质气体氮气的富甲烷气体进行吸附提纯。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是提供一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,采用该方法可克服传统沸石分子筛在分离甲烷和氮气混合气体中选择性吸附甲烷,以及传统氮气选择型吸附剂碳分子筛的缺点,优先吸附甲烷和氮气混合气中的氮气,可以将甲烷浓度为30-80%的含氮天然气富集到95%以上,且回收率超过80%。

[0009] 为了实现解决上述技术问题的目的,本发明采用了如下技术方案:

一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法,通过变压吸附的方法实现甲烷、氮气二元组分的分离,吸附塔内装填的吸附剂为HEU型沸石分子筛;其特征是:

该HEU型沸石分子筛对氮气具有选择性吸附特性,该HEU型沸石硅铝比($Al_2O_3:SiO_2$)为10,该HEU型沸石的骨架是由两个8元环和一个10环组成,其孔道结构尺寸分别是4.0-5.5Å和4.4-7.2Å、4.1-4.7Å,由于金属阳离子离子半径不同,进入孔道后位置不同,通过调节HEU型沸石分子筛中的阳离子组成可精确控制沸石分子筛中的孔道结构,可将该沸石分子筛调整为氮气平衡选择型和氮气动力学选择型,能优先从氮气和甲烷的混合气中吸附氮气,从而克服传统沸石分子筛优先吸附甲烷以及传统氮气选择型吸附剂碳分子筛存在的甲烷平衡选择性的缺点;所述HEU型沸石分子筛中阳离子为Li、Na、K、Mg、Sr、Ce中的一种或多种阳离子的组合;所述HEU型沸石分子筛,是现有技术的分子筛,例如可以是中国专利申请201610588084.4制备的HEU型沸石分子筛。

[0010] 变压吸附工艺流程包括升压步骤、吸附步骤、降压均压步骤、降压解吸步骤、升压均压步骤;所述升压步骤,具体为原料气从吸附塔进气端进入,吸附塔内压力逐渐上升的过程;所述吸附步骤,具体为原料气从吸附塔进气端进入,氮气被吸附剂吸附,未被吸附的甲烷从吸附塔排气端排出的过程;所述降压均压步骤,具体为吸附塔通过均压阀相互连通,气体从高压的吸附塔流入低压的吸附塔实现使得高压吸附塔得以降压均压的过程;所述降压解吸步骤,具体为气体从吸附塔抽真空降压实现解吸的过程;所述升压均压步骤,具体为吸附塔通过均压阀相互连通,气体从高压的吸附塔流入低压的吸附塔实现使得低压吸附塔得以升压均压的过程;

使用的装置包括两组吸附机构,并使得两组吸附机构分别处于不同的工作状态,第一组吸附机构进行升压步骤、吸附步骤时,第二组吸附机构进行降压解吸步骤;然后第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入降压均压步骤和升压均压步骤,第一组吸附机构得到降压均压,第二组吸附机构得到升压均压;然后第一组吸附机构进行降压解吸步骤;第一组吸附机构进行升压步骤、吸附步骤;接着第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入升压均压步骤和降压均压步骤,第一组吸附机构得到升压均压,第二组吸附机构得到降压均压;升压均压后的吸附机构进入升压步骤,降压均压的吸附机构进入降压解吸步骤;如此循环工作;

其中第一组吸附机构的工作方式为:原料气由压缩机压缩,经进气缓充罐和进气控制阀流入第一组吸附机构的吸附塔即第一吸附塔,即为升压步骤;然后第一吸附塔内的吸附剂吸附原料气中的强吸附组分氮气后,富甲烷气体作为产品气经第一产品气控制阀从第一吸附塔的排气端流出即为吸附步骤;在吸附剂吸附饱和前结束吸附步骤;吸附步骤结束后关闭第一产品气控制阀,打开第一吸附塔的第一均压控制阀对第一吸附塔进行均压,即为

降压均压步骤;同时第二组吸附机构的吸附塔即第二吸附塔的第二均压控制阀也打开,进行升压均压步骤,直至第一吸附塔和第二吸附塔压力平衡;第一吸附塔经均压降后,第二吸附塔的残留气体即废气由真空泵经第一抽真控制阀从第一吸附塔中抽出或者降为常压从第一吸附塔中排出,即为降压解吸步骤;降压解吸步骤后,关闭抽第一真空控制阀;然后第一吸附塔进入升压均压步骤,打开第一吸附塔的第一均压控制阀,同时打开第二吸附塔的第二均压控制阀,第二吸附塔进入降压均压步骤,直至第一吸附塔和第二吸附塔压力平衡;然后第一吸附塔进入升压步骤,第二吸附塔进入降压解吸步骤;如此循环;

第二组吸附机构的工作方式为:原料气由压缩机压缩,经进气缓充罐和进气控制阀流入第二组吸附机构的吸附塔即第二吸附塔,即为升压步骤;然后第二吸附塔内的吸附剂吸附原料气中的强吸附组分氮气后,富甲烷气体作为产品气经第二产品气控制阀从第二吸附塔的排气端流出即为吸附步骤;在吸附剂吸附饱和前结束吸附步骤;吸附步骤结束后关闭第二产品气控制阀,打开第二吸附塔的均压控制阀对第二吸附塔进行均压,即为降压均压步骤;同时第一组吸附机构的吸附塔即第一吸附塔的第一均压控制阀也打开,进行升压均压步骤,直至第二吸附塔和第一吸附塔压力平衡;第二吸附塔经均压降后,第二吸附塔的残留气体即废气由真空泵经第二抽真控制阀从第二吸附塔中抽出,即为降压解吸步骤;降压解吸步骤后第二吸附塔进入升压均压步骤,打开第二吸附塔的第二均压控制阀,同时打开第一吸附塔的第一均压控制阀,第一吸附塔进入降压均压步骤,直至第二吸附塔和第一吸附塔压力平衡;然后第二吸附塔进入升压步骤,第一吸附塔进入降压解吸步骤;如此循环。

[0011] 进一步的,所述甲烷与氮气分离工艺流程中吸附塔的数量大于等于2个。

[0012] 进一步的,对于含水及二氧化碳的原料气,所述甲烷与氮气分离装置的吸附塔底部加有部分脱水和脱二氧化碳的吸附剂。

[0013] 进一步的,所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置,包括压缩机、进气缓充罐、产品气缓充罐、真空泵、第一组吸附机构、第二组吸附机构;

第一组吸附机构包括第一进气控制阀、第一抽真控制阀、第一吸附塔、第一产品气控制阀、第一均压控制阀;

第二组吸附机构包括第二进气控制阀、第二抽真控制阀、第二吸附塔、第二产品气控制阀、第二均压控制阀;

所述进气缓充罐一端与压缩机连接,另一端通过第一进气控制阀、第二进气控制阀分别与第一吸附塔、第二吸附塔下端连接,第一吸附塔、第二吸附塔的下端分别为第一吸附塔、第二吸附塔的进气端;所述第一吸附塔、第二吸附塔的进气端分别通过第一抽真控制阀、第二抽真控制阀与真空泵相连;

所述第一均压控制阀、第二均压控制阀,一端通过同一管道相互连通,另一端分别与第一吸附塔、第二吸附塔的上端连接;第一吸附塔、第二吸附塔的上端分别为第一吸附塔、第二吸附塔的出气端;

所述第一产品气控制阀、第二产品气控制阀一端分别与第一吸附塔、第二吸附塔出气端连接,另一端均与产品气缓充罐连接。

[0014] 进一步的,所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括单向阀,单向阀设置在产品气缓充罐和第一产品气控制阀、第二产品气控制阀之间。

[0015] 进一步的,所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括产品气流量调节阀,产

品气流量调节阀设置在产品气缓充罐的出气端。

[0016] 进一步的,所述第一吸附塔、第二吸附塔设置为一个或者多个。

[0017] 进一步的,所述吸附步骤过程中的压力为绝对压力0.1MPa~2MPa,所述降压解吸步骤中解吸压力为绝压0.01MPa~0.1MPa。

[0018] 进一步的,所述沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还包括真空泵控制阀、排气旁路和旁路排气阀;真空泵控制阀设置在真空泵前端,和第一抽真控制阀、第二抽真控制阀相连;排气旁路从真空泵控制阀和第一抽真控制阀、第二抽真控制阀之间引出,旁路排气阀设置在排气旁路上。设置真空泵控制阀、排气旁路和旁路排气阀;使得在降压解吸步骤也可以不用抽真空,直接打开抽真控制阀和旁路排气阀通过将吸附塔的气体排出,使得吸附塔压力降低,从而进行降压解吸。

[0019] 通过采用上述技术方案,本发明具有以下有益效果:

(1)、采用人工合成的HEU型沸石分子筛作为吸附剂可以在甲烷与氮气的混合组分中优先吸附氮气,克服了传统沸石分子筛以及活性炭选择性吸附甲烷只能在低压侧富集甲烷的缺点。

[0020] (2)、采用本专利中的HEU型沸石选择吸附氮气的方法对甲烷进行提纯,可克服传统优先吸附氮气的碳分子筛对于甲烷吸附量远大于氮气,以及对氮气吸附速度慢的缺点,可有效提高甲烷氮气混合气富集过程中的富集效率。

[0021] (3)、由于第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入升压均压步骤和降压均压步骤,一个吸附塔得到升压均压的同时,另一个吸附塔得到降压均压;降压解吸步骤步骤后,吸附步骤后的产品气可以直接不用抽真空就可以直接进入需要升压均压的吸附塔,并且实现均压,则可以使得完成吸附步骤后的吸附塔可以直接进入真空状态,避免了部分抽真空过程;而且由于吸附步骤后的吸附塔实际处于带压状态,其压力应大于等于气体缓充罐的压力,通过和需要降压均压的吸附塔压力平衡,也使得产品气可以更多地排出,降低了降压解吸步骤的能源消耗,也使得产品气可以更多地得到利用,而不是被抽出排掉。

[0022] (4)由于第一组吸附机构和第二组吸附机构同时分别进入升压均压步骤和降压均压步骤,一个吸附塔得到升压均压的同时,另一个吸附塔得到降压均压;也使得进入升压均压步骤的吸附塔的产品气可以再次进入吸附步骤,可以被更多地除去其中的氮气,提高了提纯效果。

附图说明

[0023] 图1是本发明实施例一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法的装置流程示意图。

[0024] 图中:1-压缩机、2-进气缓充罐、31-第一进气控制阀、32-第二进气控制阀、41-第一抽真控制阀、42-第二抽真控制阀、51-第一吸附塔、52-第二吸附塔、61-第一产品气控制阀、62-第二产品气控制阀、71-第一均压控制阀、72-第二均压控制阀、9-单向阀、10-产品气缓充罐、11-产品气流量调节阀、12-真空泵,13-真空泵控制阀,14-旁路排气阀。

[0025] 图2 是本实施发明中Mg型HEU在25℃时N₂与CH₄吸附速率对比。

[0026] 图3是图1基础上增加了真空泵控制阀、排气旁路和旁路排气阀的装置流程示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本专利进一步解释说明。但本专利的保护范围不限于具体的实施方式。

[0028] 应当注意的是,下述实施例中描述的技术特征或者技术特征的组合不应当被认为是孤立的,它们可以被相互组合从而达到更好的技术效果。在下述实施例的附图中,各附图所出现的相同标号代表相同的特征或者部件,可应用于不同实施例中。

[0029] 一种沸石分子筛分离甲烷与氮气的方法的装置,该HEU型沸石分子筛平衡阳离子为Mg和Na的混合的沸石分子筛,采用申请号201610588084.4实施例9的方法制备,所述分离装置包括压缩机1、进气缓充罐2、产品气缓充罐10、产品气流量调节阀11、真空泵12、单向阀9、第一组吸附机构、第二组吸附机构;

第一组吸附机构包括第一进气控制阀31、第一抽真控制阀41、第一吸附塔51、第一产品气控制阀61、第一均压控制阀71;

第二组吸附机构包括第二进气控制阀32、第二抽真控制阀42、第二吸附塔52、第二产品气控制阀62、第二均压控制阀72、

所述进气缓充罐2一端与压缩机1连接,另一端通过第一进气控制阀31、第二进气控制阀32分别与第一吸附塔51、第二吸附塔52下端连接,第一吸附塔51、第二吸附塔52的下端分别为第一吸附塔51、第二吸附塔52的进气端;所述第一吸附塔51、第二吸附塔52的进气端分别通过第一抽真控制阀41、第二抽真控制阀42与真空泵12相连;

所述第一均压控制阀71、第二均压控制阀72,一端通过同一管道相互连通,另一端分别与第一吸附塔51、第二吸附塔52的上端连接;第一吸附塔51、第二吸附塔52的上端分别为第一吸附塔51、第二吸附塔52的出气端;

所述第一产品气控制阀61、第二产品气控制阀62一端分别与第一吸附塔51、第二吸附塔52出气端连接,另一端均与单向阀9一端连接,所述单向阀9另一端与产品气缓充罐10连接、所述产品气缓充罐10还与产品气流量调节阀11相连。

[0030] 本实施例中第一吸附塔51、第二吸附塔52的数量分别为一个。

[0031] 下面以第一吸附塔51为例对分离过程进行说明。

[0032] (1)原料气经压缩机1进气缓充罐2,从第一进气控制阀31进入第一吸附塔51,完成第一吸附塔51的升压步骤;

(2)升压步骤结束后,第一产品气控制阀61打开,未被吸附的气体即富甲烷气体作为产品气从第一吸附塔51的排气端经单向阀9、产品气缓充罐10、产品气流量调节阀11后进入产品气管路,即为吸附步骤;在吸附剂吸附饱和前结束吸附步骤;

(3)吸附步骤结束后,此时关闭第一产品气控制阀61;之后,打开第一均压控制阀71和第二均压控制阀72,将第一吸附塔51和第二吸附塔52连通,实现第一吸附塔51和第二吸附塔52的均压,即为降压均压步骤;直至第一吸附塔51和第二吸附塔52压力平衡;

(4)均压结束后,关闭第一均压控制阀71和第二均压控制阀72,打开第一抽真控制阀41对第一吸附塔51抽真空,此时抽出的气体即第一吸附塔51的残留气体即为废气;

(5)降压解吸步骤后,关闭抽真空控制阀,第一吸附塔51进入升压均压步骤,完成吸附步骤的第二吸附塔52对第一吸附塔51进行升压均压,此时打开第一均压控制阀71和第二均

压控制阀72,第二吸附塔52进入降压均压步骤,直至第一吸附塔51和第二吸附塔52压力平衡;然后第一吸附塔51进入升压步骤(1),第二吸附塔52进入降压解吸步骤;如此循环。

[0033] 沸石分子筛分离甲烷与氮气的装置还可以包括真空泵控制阀13、排气旁路和旁路排气阀14;真空泵控制阀13设置在真空泵前端,和第一抽真控制阀41、第二抽真控制阀42相连;排气旁路从真空泵控制阀13和第一抽真控制阀41、第二抽真控制阀42之间引出,旁路排气阀14设置在排气旁路上。设置真空泵控制阀13、排气旁路和旁路排气阀14;使得在降压解吸步骤也可以不用抽真空,直接打开抽真控制阀和旁路排气阀14通过将吸附塔的气体排出,使得吸附塔压力降低,从而进行降压解吸。

[0034] 本流程的循环时序如表1所示。塔一和塔二分别为第一吸附塔和第二吸附塔。

[0035] 表1 两塔循环时序表

塔一	升压	吸附	降压均压	降压解吸		升压均压
塔二	降压解吸		升压均压	升压	吸附	降压均压

本实施例中原料气为甲烷与氮气的混合气甲烷体积分数为30-80%,余下部分为氮气;本实施方案中装填吸附剂为人工合成新型HEU型沸石分子筛;本实施例中Mg和Na交换的HEU型沸石分子筛在25摄氏度时对于甲烷与氮气的相对吸附量如图2所示,为氮气选择吸附型。本实施方案中工艺参数如下:最高吸附压力200kPa,最低解吸压力10kPa;本实施例中富集后的产品气甲烷体积分数大于95%,回收率超过70%。

[0036] 本文虽然已经给出了本发明的实施例,但是本领域的技术人员应当理解,在不脱离本发明精神的情况下,可以对本文的实施例进行改变。上述实施例只是示例性的,不应以本文的实施例作为本发明权利范围的限定。

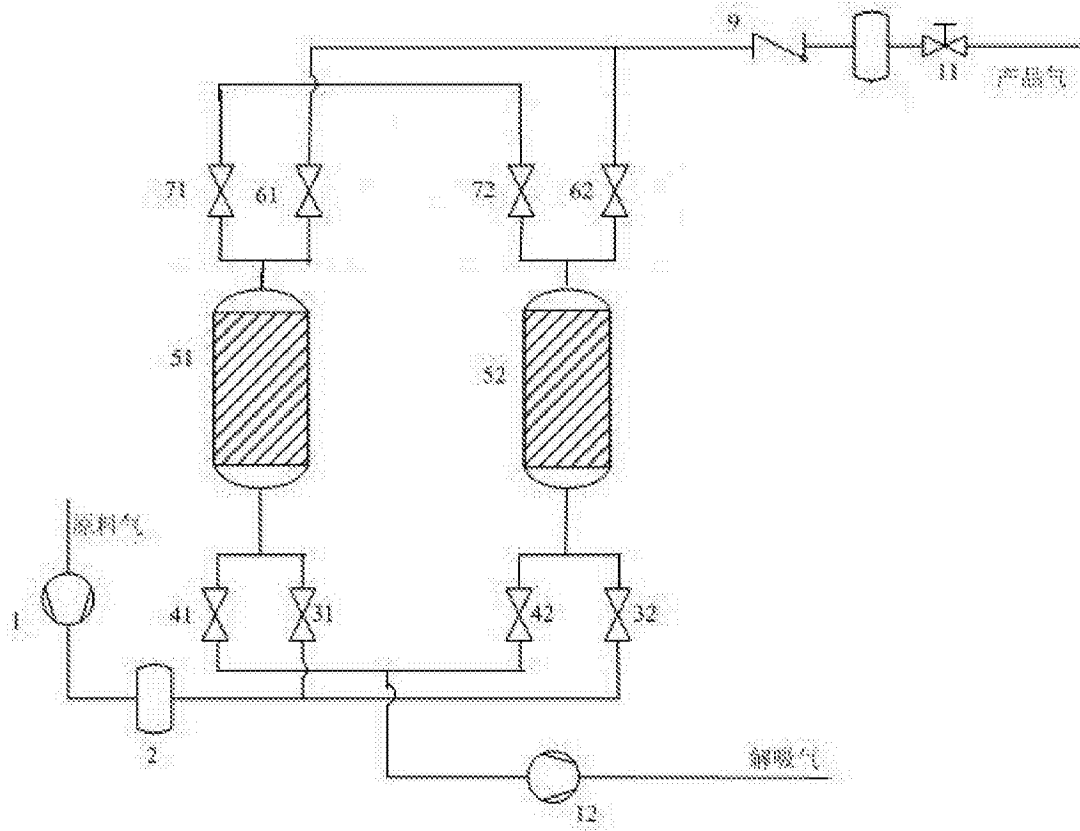


图1

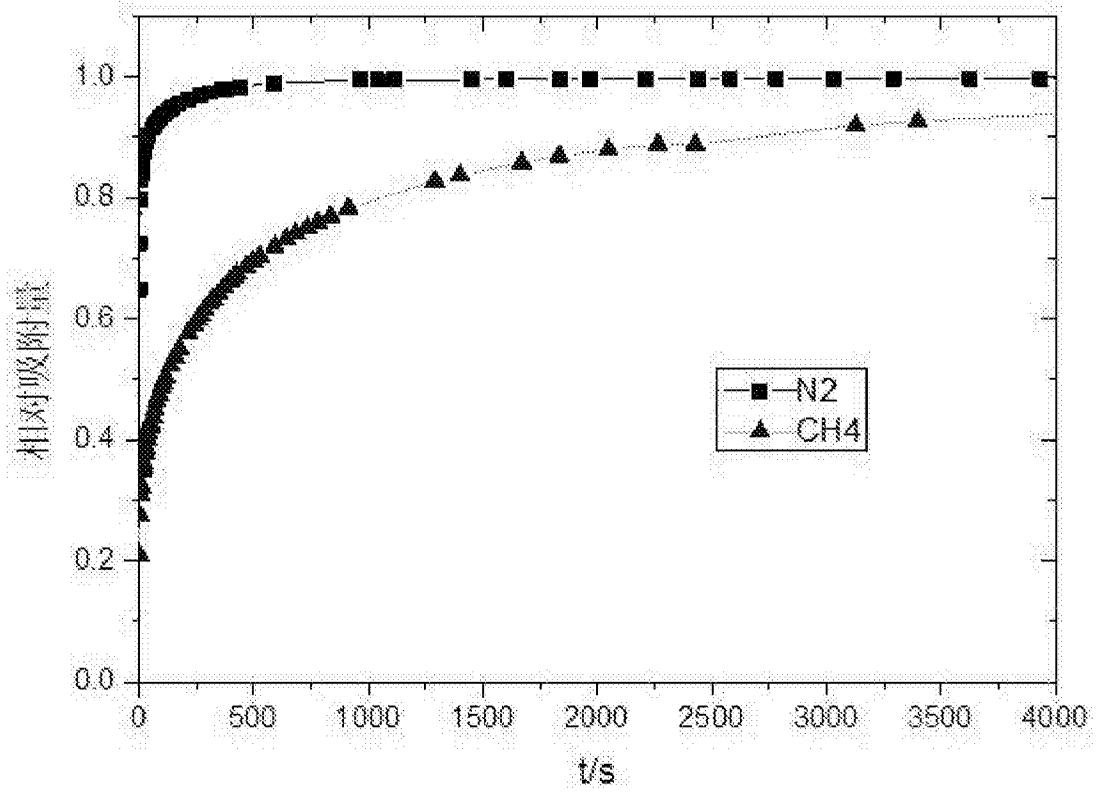


图2

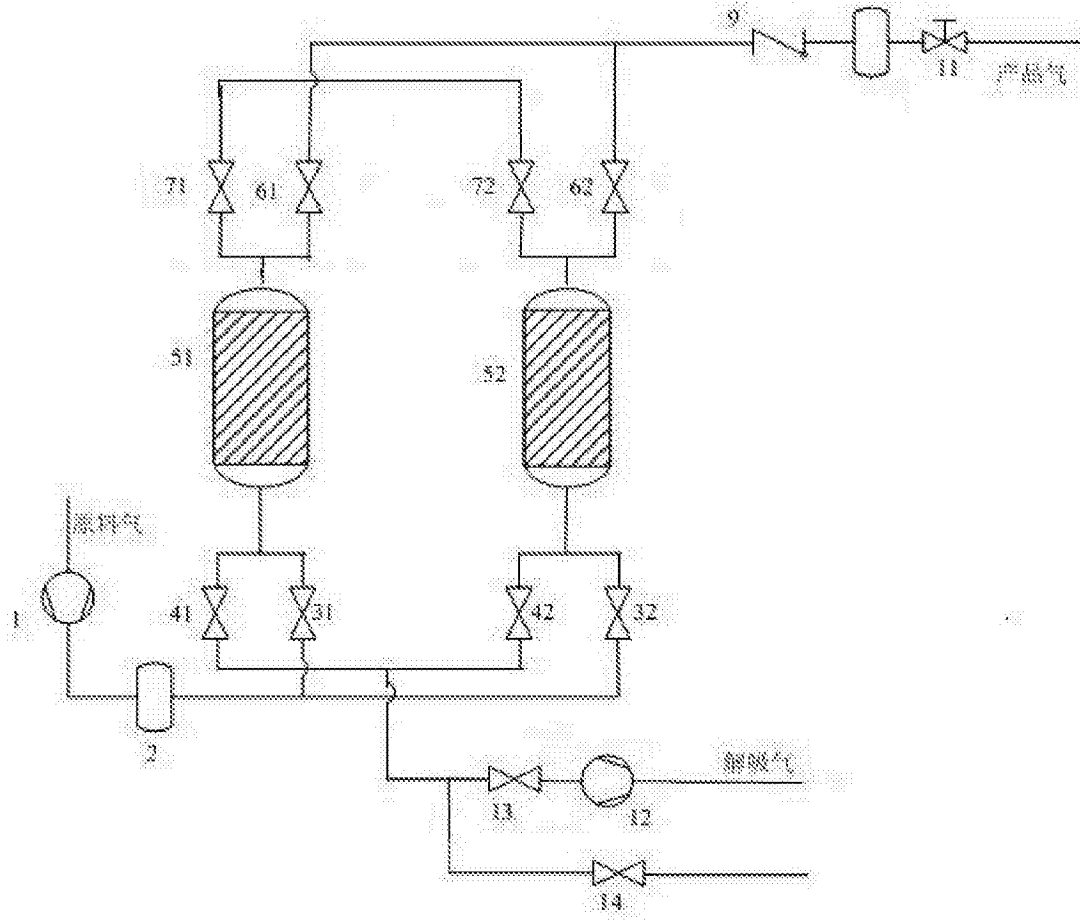


图3