



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107345737 A

(43)申请公布日 2017. 11. 14

(21)申请号 201710425858.6

(22)申请日 2017.06.08

(71)申请人 苏州制氧机股份有限公司

地址 215100 江苏省苏州市吴中区胥口镇  
新峰路288号

(72)发明人 顾群超

(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429

代理人 王菊花

(51) Int. Cl.

F25J 3/04(2006.01)

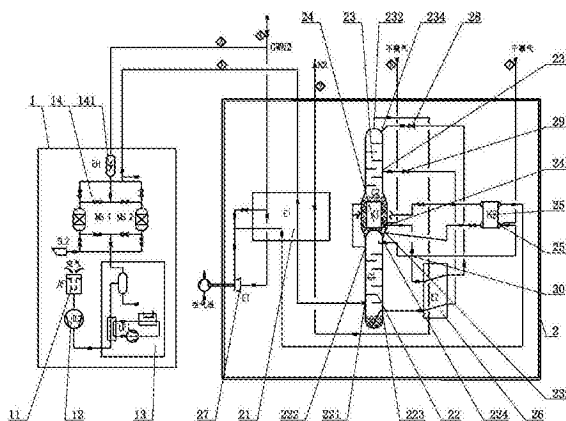
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法

(57)摘要

本发明公开了一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机,包括通过管路互相连接的进气预处理装置和制氮装置,进气预处理装置包括空气过滤器、空气压缩机、预冷机组以及纯化器;制氮装置包括用于热交换的主换热器、用于冷却的过冷器、精馏塔、主冷凝蒸发器、辅冷凝蒸发器及膨胀机,精馏塔包括下塔、上塔,下塔设有空气入口,该空气入口通过管路并经过主换热器与纯化器连通。本发明还提供了一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方法,采用富氧液空在主冷凝蒸发器及辅冷凝蒸发器中逐级蒸发,实现在获得相等压力的高纯气氮产品下,与常规双塔单冷凝返流膨胀高纯制氮机相比,能够降低空气压缩机排压、降低电耗,同时能够降低加工空气量,从而降低综合能耗。



1. 一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,包括通过管路互相连接的进气预处理装置和制氮装置,其中:

所述进气预处理装置包括依次通过管路连通的除去灰尘及机械杂质的空气过滤器、将外部空气进行压缩的空气压缩机、对空气压缩机输出的空气进行冷却的预冷机组以及净化预冷机组输出空气的纯化器;

所述制氮装置包括用于热交换的主换热器、过冷器、精馏塔、主冷凝蒸发器、与主冷凝蒸发器通过管路连通的辅冷凝蒸发器及膨胀机,其中:

所述精馏塔包括相互连通的下塔、上塔,主冷凝蒸发器设于下塔和上塔之间并与上塔连通;

所述下塔设有供空气进入的空气入口,该空气入口通过管路并经过主换热器与纯化器连通;

所述下塔、上塔分别设有第一回流液氮入口、第二回流液氮入口;所述主冷凝蒸发器、辅冷凝蒸发器分别设有第一液氮出口、第二液氮出口;所述下塔顶部还设有供分离后的气氮排出的第一气氮出口,第一气氮设有两条管路,其中一条管路与主冷凝蒸发器连通;另一条管路与辅冷凝蒸发器连通;主冷凝蒸发器的第一液氮出口的管路与辅冷凝蒸发器的第二液氮出口的管路汇合形成液氮汇集区;液氮汇集区设有两条管路,其中一条管路经过过冷器与第二回流液氮入口连通,另一条管路与第一回流液氮入口连通;

所述下塔底部还设有供富氧液空流出的第一富氧液空出口,其通过管路并经过过冷器与上塔上设置的第一富氧液空入口连通;

所述上塔顶部还设有供二次分离后的第二气氮出口,该第二气氮出口通过管路并经过过冷器、主换热器与高纯氮输出端连通;

所述主冷凝蒸发器还设有供富氧液空流出的第二富氧液空出口,其与辅冷凝蒸发器、主换热器、膨胀机通过管路依次连通;

所述膨胀机还设置有第三富氧空气出口,其通过管路并经过主换热器与纯化器连通,并且膨胀机入口与主换热器膨胀后通道之间设有旁通调节阀。

2. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,主换热器还设置有污氮气输出的污氮气排出管。

3. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,所述主冷凝蒸发器、辅冷凝蒸发器均设置有不凝气体排出管。

4. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,所述过冷器与上塔上设置的第二回流液氮入口之间的管路上还设置有第一节流阀。

5. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,所述过冷器与上塔上设置的第一富氧液空入口之间的管路上还设置有第二节流阀,所述主冷凝蒸发器富氧液空流出的第二富氧液空出口与辅冷凝蒸发器入口之间的管路上还设置有第三节流阀。

6. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,所述纯化器包括分子筛吸附器和电加热器。

7. 根据权利要求1所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机,其特征在于,所述双塔双冷凝返流膨胀制氮机还包括PLC远程监控系统。

8. 一种在前述权利要求1-7中任意一项所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方

法,其特征在于,该方法包括:

原料空气经空气过滤器除去灰尘及机械杂质,然后在空气压缩机中被压缩到所需设定压力,被压缩的空气经预冷机组冷却,然后进入自动切换的纯化器清除水、二氧化碳和乙炔以及其它碳氢化合物,出纯化器的空气温度为20℃;

空气经过主换热器与返流气体换热,被冷却至液化温度,通过空气入口进入下塔参与空气分离;

下塔中的空气被初步分离成氮气和富氧液空;

下塔中的塔顶获得纯氮,气氮从第一气氮出口排出,分为两路:一路被主冷凝蒸发器冷凝成液氮从第一液氮出口流出,另一路被辅冷凝蒸发器冷凝成液氮从第二液氮出口流出;两路液氮在液氮汇集区汇合,汇合后的液氮分为两部分:第一部分液氮经过冷器冷却后喷入到上塔顶部,作为上塔的回流液;第二部分液氮返回下塔作为回流液;

下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷通过第一富氧液空入口进入上塔,作为上塔原料;

上塔富氧液空经二次分离后得到的纯气氮从第二气氮出口排出,气氮经过过冷器复热、主换热器换热后输出;

上塔底部的富氧液空进入主冷凝蒸发器中蒸发,并被分为两部分:第一部分富氧空气作为上塔的上升蒸汽;

第二部分富氧液空通过第二富氧液空出口流出、降压进入辅冷凝蒸发器中蒸发成富氧空气,富氧空气经主换热器复热、进入膨胀机膨胀,膨胀后的富氧空气分为两部分:

膨胀后的第一部分富氧空气通过第三富氧液空出口流出,进入主换热器复热后送入纯化器作为再生气使用;

膨胀后的第二部分富氧空气排放至双塔双冷凝返流膨胀制氮机外。

9. 根据权利要求8所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方法,其特征在于,该方法更加包括:

原料空气从纯化器排出时,空气被分为两部分:第一部分空气经过主换热器与返流气体换热,被冷却至液化温度,通过空气入口进入下塔参与空气分离;

第二部分空气进入双塔双冷凝返流膨胀制氮机的仪表空气系统作为仪表气和密封气。

10. 根据权利要求8所述的双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方法,其特征在于,该方法更加包括:

所述第一部分液氮经过冷器冷却喷入到上塔顶部包括:第一部分液氮经过冷器冷却并经过第一节流阀减压后再喷入到上塔顶部;

所述下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷通过第一富氧液空入口进入上塔,包括:

所述下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷并经过第二节流阀调节压力后通过第一富氧液空入口进入上塔。

## 双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及机械设备领域，尤其涉及一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法。

### 背景技术：

[0002] 随着经济发展，科技研发民用工业，都离不开气体工业与低温技术，全球特别是中国的经济增长，使空气分离市场前景看好、形势乐观。石化、电子、化纤、多晶硅等工业的发展需要高纯氮气走越来越多。制氮设备属于国家鼓励发展的节能环保范畴。

[0003] 氮气的化学性质不活泼，在平常的状态下有很大的惰性，不容易与其它物质发生化学反应。因此，氮气在玻璃、炼油、冶金、电子、化学工业中广泛地用来作为保护气，其应用前景非常广阔，是需求急速增长的一种工业气体。

[0004] 随着氮气的广泛应用，对高纯氮的需求也越来越高，如专利申请号为“ZL201020297154.9”的专利文献中提供的技术方案采用其空气分离工艺流程，主要提供的是氮气压力为1-3barg的产品，当产品氮气压力每需要提高0.1barg，则空压机排气压力需相应提高0.2barg。如果用户需要氮气压力为3-4barg的产品，则需要更大压力的空缩压缩机，空气压缩机的能耗也随之增加，因此加工空气量增大，综合能耗也随之增加。

### 发明内容：

[0005] 本发明旨在解决上述问题，提供一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法。

[0006] 为达成上述目的，本发明所采用的技术方案如下：

[0007] 一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机，包括通过管路互相连接的进气预处理装置和制氮装置，其中：

[0008] 所述进气预处理装置包括依次通过管路连通的除去灰尘及机械杂质的空气过滤器、将外部空气进行压缩的空气压缩机、对空气压缩机输出的空气进行冷却的预冷机组以及净化预冷机组输出空气的纯化器；

[0009] 所述制氮装置包括用于热交换的主换热器、过冷器、精馏塔、主冷凝蒸发器、与主冷凝蒸发器通过管路连通的辅冷凝蒸发器及膨胀机，其中：

[0010] 所述精馏塔包括相互连通的下塔、上塔，主冷凝蒸发器设于下塔和上塔之间并与上塔连通；

[0011] 所述下塔设有供空气进入的空气入口，该空气入口通过管路并经过主换热器与纯化器连通；

[0012] 所述下塔、上塔分别设有第一回流液氮入口、第二回流液氮入口；所述主冷凝蒸发器、辅冷凝蒸发器分别设有第一液氮出口、第二液氮出口；所述下塔顶部还设有供分离后的气氮排出的第一气氮出口，第一气氮设有两条管路，其中一条管路与主冷凝蒸发器连通；另一条管路与辅冷凝蒸发器连通；主冷凝蒸发器的第一液氮出口的管路与辅冷凝蒸发器的第二液氮出口的管路汇合形成液氮汇集区；液氮汇集区设有两条管路，其中一条管路经过过

冷器与第二回流液氮入口连通,另一条管路与第一回流液氮入口连通;

[0013] 所述下塔底部还设有供富氧液空流出的第一富氧液空出口,其通过管路并经过过冷器与上塔上设置的第一富氧液空入口连通;

[0014] 所述上塔顶部还设有供二次分离后的第二气氮出口,该第二气氮出口通过管路并经过过冷器、主换热器与高纯氮输出端连通;

[0015] 所述主冷凝蒸发器还设有供富氧液空流出的第二富氧液空出口,其与辅冷凝蒸发器、主换热器、膨胀机通过管路依次连通;

[0016] 所述膨胀机还设置有第三富氧空气出口,其通过管路并经过主换热器与纯化器连通,并且膨胀机入口与主换热器膨胀后通道之间设有旁通调节阀。

[0017] 进一步的实施例中,主换热器还设置有污氮气输出的污氮气排出管。

[0018] 进一步的实施例中,所述主冷凝蒸发器、辅冷凝蒸发器均设置有不凝气体排出管。

[0019] 进一步的实施例中,所述过冷器与上塔上设置的第二回流液氮入口之间的管路上还设置有第一节流阀。

[0020] 进一步的实施例中,所述过冷器与上塔上设置的第一富氧液空入口之间的管路上还设置有第二节流阀,所述主冷凝蒸发器富氧液空流出的第二富氧液空出口与辅冷凝蒸发器入口之间的管路上还设置有第三节流阀。

[0021] 进一步的实施例中,所述纯化器包括分子筛吸附器和电加热器。

[0022] 进一步的实施例中,所述双塔双冷凝返流膨胀制氮机还包括PLC远程监控系统。

[0023] 根据本发明的改进,还提出一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方法,该方法包括:

[0024] 原料空气经空气过滤器除去灰尘及机械杂质,然后在空气压缩机中被压缩到所需设定压力,被压缩的空气经预冷机组冷却,然后进入自动切换的纯化器清除水、二氧化碳和乙炔以及其它碳氢化合物,出纯化器的空气温度为20℃;

[0025] 空气经过主换热器与返流气体换热,被冷却至液化温度,通过空气入口进入下塔参与空气分离;

[0026] 下塔中的空气被初步分离成氮气和富氧液空;

[0027] 下塔中的塔顶获得纯氮,气氮从第一气氮出口排出,分为两路:一路被主冷凝蒸发器冷凝成液氮从第一液氮出口流出,另一路被辅冷凝蒸发器冷凝成液氮从第二液氮出口流出;两路液氮在液氮汇集区汇合,汇合后的液氮分为两部分:第一部分液氮经过冷器冷却后喷入到上塔顶部,作为上塔的回流液;第二部分液氮返回下塔作为回流液;

[0028] 下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷通过第一富氧液空入口进入上塔,作为上塔原料;

[0029] 上塔富氧液空经二次分离后得到的纯气氮从第二气氮出口排出,气氮经过过冷器复热、主换热器换热后输出;

[0030] 上塔底部的富氧液空进入主冷凝蒸发器中蒸发,并被分为两部分:第一部分富氧空气作为上塔的上升蒸汽;

[0031] 第二部分富氧液空通过第二富氧液空出口流出、降压进入辅冷凝蒸发器中蒸发成富氧空气,富氧空气经主换热器复热、进入膨胀机膨胀,膨胀后的富氧空气分为两部分:

[0032] 膨胀后的第一部分富氧空气通过第三富氧液空出口流出,进入主换热器复热后送

入纯化器作为再生气使用；

[0033] 膨胀后的第二部分富氧空气排放至双塔双冷凝返流膨胀制氮机外。

[0034] 进一步的实施例中,该方法更加包括:

[0035] 原料空气从纯化器排出时,空气被分为两部分:第一部分空气经过主换热器与返流气体换热,被冷却至液化温度,通过空气入口进入下塔参与空气分离;

[0036] 第二部分空气进入双塔双冷凝返流膨胀制氮机的仪表空气系统作为仪表气和密封气。

[0037] 进一步的实施例中,该方法更加包括:

[0038] 所述第一部分液氮经过冷器冷却喷入到上塔顶部包括:

[0039] 第一部分液氮经过冷器冷却并经过第一节流阀减压后再喷入到上塔顶部;

[0040] 所述下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷通过第一富氧液空入口进入上塔,包括:

[0041] 所述下塔底部的富氧液空从第一富氧液空出口流出,经过冷器过冷并经过第二节流阀调节压力后通过第一富氧液空入口进入上塔。

[0042] 本发明的双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法,采用带预冷机组的全低压分子筛吸附流程,有效防止水分、二氧化碳进入冷箱中低温设备,运行压力低,安全可靠;另外采用富氧液空在主冷凝蒸发器及辅冷凝蒸发器中逐级蒸发,实现在获得相等压力的高纯气氮产品下,与专利申请号为“ZL201020297154.9”的专利文献中提供的常规双塔单冷凝返流膨胀高纯制氮机相比,能够降低空气压缩机排压、降低电耗,同时能够降低加工空气量,从而降低综合能耗,保护环境。

## 附图说明

[0043] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,附图不意在按比例绘制。在附图中,在各个图中示出的每个相同或近似相同的组成部分可以用相同的标号表示。为了清晰起见,在每个图中,并非每个组成部分均被标记。现在,将通过例子并参考附图来描述本发明的各个方面的实施例,在附图中:

[0044] 图1为本发明其中一个实施例的双塔双冷凝返流膨胀制氮机的整体结构示意图。

[0045] 图2A为本发明其中一个实施例的双塔双冷凝返流膨胀制氮机制氮方法(进气预处理)的工作原理示意图。

[0046] 图2B为本发明其中一个实施例的双塔双冷凝返流膨胀制氮机制氮方法(制氮和分级蒸发上塔富氧液空)的工作原理示意图。

## 具体实施方式

[0047] 为了更了解本发明的技术内容,特举具体实施例并配合上述所附图式说明如下。

[0048] 如图1结合图2A、图2B所示,该双塔双冷凝返流膨胀制氮机,包括通过管路互相连接的进气预处理装置1和制氮装置2。

[0049] 进气预处理装置1包括依次通过管路连通的除去灰尘及机械杂质的空气过滤器11、将外部空气进行压缩的空气压缩机12、对空气压缩机12输出的空气进行冷却的预冷机组13以及净化预冷机组13输出空气的纯化器14。如此,尽可能减少原料有害杂质进入主冷

凝蒸发器24、辅冷凝蒸发器25。

[0050] 在本实施例中,采用带预冷机组13的全低压分子筛吸附流程,有效防止水分、二氧化碳进入冷箱中低温设备,运行压力低,安全可靠。

[0051] 制氮装置2包括用于热交换的主换热器21、用于冷却和/或复热的过冷器26、精馏塔、主冷凝蒸发器24、与主冷凝蒸发器24通过管路连通的辅冷凝蒸发器25及膨胀机27。

[0052] 精馏塔包括相互连通的下塔22、上塔23,主冷凝蒸发器24设于下塔22和上塔23之间并与上塔23连通。在本实施例中,上塔23、下塔22采用全铝结构高效对流筛板,塔板结构设计合理,并采用特殊工艺制作,充分保证塔板的水平度,塔板效率高,使产品氮提取率高。

[0053] 下塔22设有供空气进入的空气入口221,该空气入口221通过管路并经过主换热器21与纯化器14连通。

[0054] 下塔22、上塔23分别设有第一回流液氮入口224、第二回流液氮入口234;主冷凝蒸发器24、辅冷凝蒸发器25分别设有第一液氮出口241、第二液氮出口251;下塔22顶部还设有供分离后的气氮排出的第一气氮出口222,第一气氮设有两条管路,其中一条管路与主冷凝蒸发器24连通;另一条管路与辅冷凝蒸发器25连通;主冷凝蒸发器24的第一液氮出口241的管路与辅冷凝蒸发器25的第二液氮出口251的管路汇合形成液氮汇集区30;液氮汇集区30设有两条管路,其中一条管路经过过冷器26与第二回流液氮入口234连通,另一条管路与第一回流液氮入口224连通。

[0055] 下塔22底部还设有供富氧液空流出的第一富氧液空出口223,其通过管路并经过过冷器26与上塔23上设置的第一富氧液空入口231连通。

[0056] 上塔23顶部还设有供二次分离后的第二气氮出口232,该第二气氮出口232通过管路并经过过冷器26、主换热器21与高纯氮输出端连通。

[0057] 所述主冷凝蒸发器24还设有供富氧液空流出的第二富氧液空出口233,其与辅冷凝蒸发器25、主换热器21、膨胀机27通过管路依次连通。膨胀机27还设置有第三富氧空气出口,其通过管路并经过主换热器21与纯化器14连通,并且膨胀机27入口与主换热器21膨胀后通道之间设有旁通调节阀。

[0058] 如此,上塔23底部富氧液空在主冷凝蒸发器24中蒸发后得到上塔23所需的上升蒸气;未蒸发的富氧液空进入辅冷凝蒸发器25中蒸发。富氧液空在主冷凝蒸发器24、辅冷凝蒸发器25中分级蒸发,在下塔22塔顶气氮冷凝温度相同的前提下,可提高主冷凝蒸发器24的蒸发压力,即提高上塔23的工作压力。反之,与双塔单主冷返流膨胀流程相比,在得到同等的上塔23氮气压力时,可降低下塔22的操作压力,即降低了原料空压机的排压,达到降能降耗的目的。

[0059] 优选地,主换热器21还设置有污氮气输出的污氮气排出管。

[0060] 优选地,主冷凝蒸发器24、辅冷凝蒸发器25均设置有不凝气体排出管。

[0061] 在某些优选的实施例中,为保证装置工况的相对稳定,过冷器26与上塔23上设置的第二回流液氮入口234之间的管路上还设置有第一节流阀28;过冷器26与上塔23上设置的第一富氧液空入口231之间的管路上还设置有第二节流阀29;主冷凝蒸发器24富氧液空流出的第二富氧液空出口233与辅冷凝蒸发器25入口之间的管路上还设置有第三节流阀。在本实施例中,第一节流阀28、第二节流阀29、第三节流阀均采用空分冷箱内专用的耐低温且具备良好调节性能的气动阀。

[0062] 在某些实施例中,如图1所示,纯化器14包括分子筛吸附器和电加热器141。分子筛吸附器选用长周期分子筛吸附器,采用先进的气流分布装置和结构,简单可靠的防偏流装置,使得床层结构简单、可靠;电加热器141采用独特的立式棒状设计,故障率低,方便更换。

[0063] 优选的,为减少工人劳动强度,双塔双冷凝返流膨胀制氮机还包括PLC远程监控系统。

[0064] 如图1结合图2A、图2B所示,本实施例还提出一种双塔双冷凝返流膨胀制氮机的制氮方法,该方法包括:

[0065] 步骤1、进气预处理:

[0066] 原料空气经空气过滤器11除去灰尘及机械杂质,然后在空气压缩机12中被压缩到所需设定压力,被压缩的空气经预冷机组13冷却,然后进入自动切换的纯化器14清除水、二氧化碳和乙炔以及其它碳氢化合物,出纯化器14的空气温度为20℃;

[0067] 出纯化器14的空气分为两部分:第一部分空气经过主换热器21与返流气体换热,被冷却至液化温度,通过空气入口221进入下塔22参与空气分离;第二部分空气进入双塔双冷凝返流膨胀制氮机的仪表空气系统作为仪表气和密封气。

[0068] 步骤2、制氮:

[0069] 空气通过空气入口221进入下塔22参与空气分离;下塔22中的空气被初步分离成氮气和富氧液空;

[0070] 下塔22中的塔顶获得纯氮,气氮从第一气氮出口222排出,分为两路:一路被主冷凝蒸发器24冷凝成液氮从第一液氮出口241流出,另一路被辅冷凝蒸发器25冷凝成液氮从第二液氮出口251流出;两路液氮在液氮汇集区30汇合,汇合后的液氮分为两部分:第一部分液氮经过冷器26冷却后并经过第一节流阀28减压后再喷入到上塔23顶部;作为上塔23的回流液;第二部分液氮返回下塔22作为回流液;

[0071] 下塔22底部的富氧液空从第一富氧液空出口223流出,经过冷器26过冷并经过第二节流阀29调节压力后通过第一富氧液空入口231进入上塔23,作为上塔23原料;

[0072] 上塔23富氧液空经二次分离后得到的纯气氮从第二气氮出口232排出,气氮经过冷器26复热、主换热器21换热后输出至高纯氮输出端。

[0073] 步骤3、分级蒸发上塔富氧液空:

[0074] 上塔23底部的富氧液空进入主冷凝蒸发器24中蒸发,并被分为两部分:第一部分富氧空气作为上塔23的上升蒸汽;

[0075] 未被蒸发的第二部分富氧液空通过第二富氧液空出口233流出、降压进入辅冷凝蒸发器25中蒸发成富氧空气,富氧空气经主换热器21复热、进入膨胀机27膨胀并制取膨胀机27运行所需冷量,膨胀后的富氧空气分为两部分:

[0076] 膨胀后的第一部分富氧空气通过第三富氧液空出口流出,进入主换热器21复热后送入纯化器14作为再生气使用;

[0077] 膨胀后的第二部分富氧空气排放至双塔双冷凝返流膨胀制氮机外。

[0078] 在本实施例中,整套工艺流程采用国际先进的ASPEN软件模拟计算、仿真,该软件经有关技术人员将数十套国内外运行稳定的参数回归处理,来保证模拟计算结果与实际运行的参数吻合。

[0079] 与专利申请号为“ZL201020297154.9”的专利文献中提供的常规双塔单冷凝返流



膨胀高纯制氮机相比,现有技术主要提供氮气压力1-3barg的产品,当产品氮气压力每提高0.1barg则空压机排气压力需相应提高0.2barg。应用本发明后的技术方案后,当产品氮气压力每提高0.1barg则空压机排气压力需相应提高0.12barg,可明显节能。

[0080] 本发明增加了辅冷凝蒸发器25,利用上塔23的富氧液空在主冷凝蒸发器24及辅冷凝蒸发器25中逐级蒸发的原理,在相同的空气压缩机12排量、排压条件下,产品氮气的压力可提高0.5barg;应当理解,在相同的产品氮气压力条件下,空气压缩机12的排压可降低1.5barg。空气压缩机12可降低电耗7-10%,节能效果明显。比如,用户需3500Nm<sup>3</sup>/h-3.2barg的高纯氮气,常规双塔单冷凝返流膨胀高纯制氮机的流程需用6300Nm<sup>3</sup>/h-9.5barg的空压机,应用本制氮方法后空压机为6000Nm<sup>3</sup>/h-8barg。

[0081] 进一步的,用户需3500Nm<sup>3</sup>/h-3.2barg的高纯氮气,如果采用常规的单塔单冷凝返流膨胀高纯制氮机的制氮方法,需用7500Nm<sup>3</sup>/h-4.8barg排压的空压机,与本制氮方法比较,空气压缩机12增加2.2%的能耗,因加工空气量增大,综合能耗增加3%。

[0082] 从而,本发明的双塔双冷凝返流膨胀制氮机及其制氮方法,采用带预冷机组13的全低压分子筛吸附流程,有效防止水分、二氧化碳进入冷箱中低温设备,运行压力低,安全可靠;另外采用富氧液空在主冷凝蒸发器24及辅冷凝蒸发器25中逐级蒸发,实现在获得相等压力的高纯气氮产品下,与专利申请号为“ZL201020297154.9”的专利文献中提供的常规双塔单冷凝返流膨胀高纯制氮机相比,能够降低空气压缩机12排压、降低电耗,同时能够降低加工空气量,从而降低综合能耗,保护环境。

[0083] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

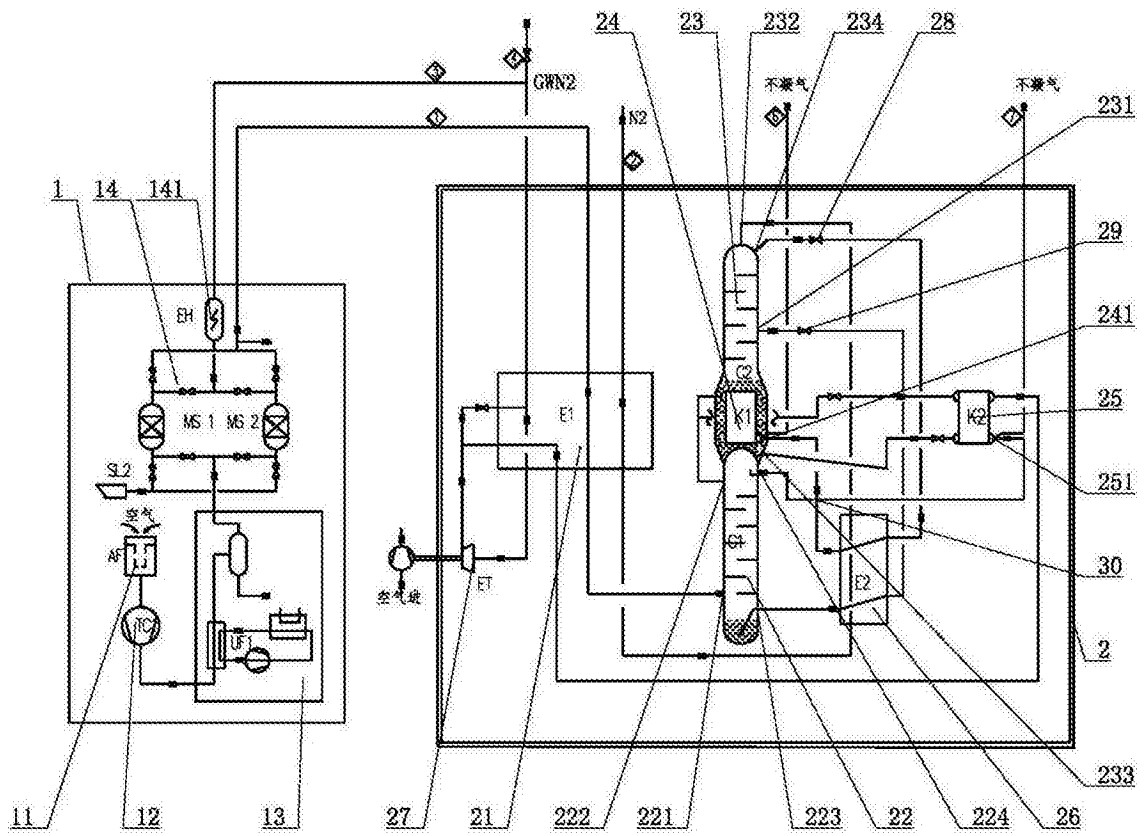


图1

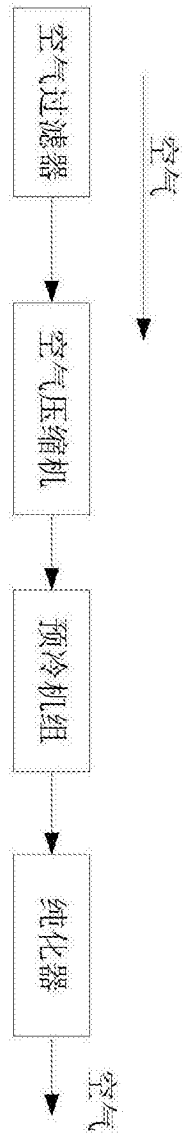


图2A

