



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 91105631.9

[51]Int.Cl⁶

C01B 21/04

[45]授权公告日 1996年2月28日

[24]颁证日 95.10.29

[21]申请号 91105631.9

[22]申请日 91.7.22

[30]优先权

[32]90.7.23 [33]US[31]556,835

[73]专利权人 联合碳化工业气体技术公司

地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 H·R·绍布

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

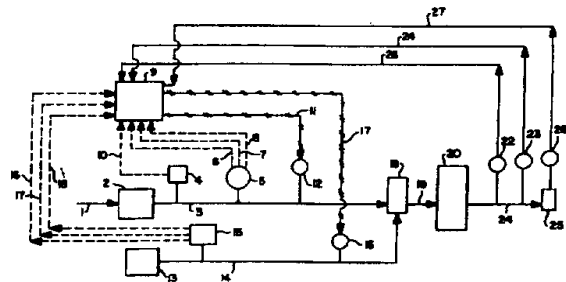
代理人 罗才希

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 一种生产高纯氮气的改进系统和改进方法

[57]摘要

用膜或变压吸附系统进行空气分离，将由此得到的粗氮气流通入催化燃烧系统，使残余氧与氢气反应以生产高纯氮气产品。根据瞬时粗氮气流量和纯度控制所用的氢气量，并调节氢气的吸收以响应氮气产品纯度反馈从而使该氮气产品中过量氢气减至最少。装置流速的跟踪控制限制了流速变化的最大速率以确保稳定操作。



权 利 要 求 书

1. 一种用于生产高纯氮气的改进系统，它包括：

(a) 一种膜或变压吸附系统(2)，它能将空气分离成为一种含残余氧气的部分纯化的氮气气流(3)和一种富氧的排出气流(3a)；

(b) 将空气原料供给该膜或变压吸附系统进行分离的管线(1)；

(c) 一种催化燃烧系统(18, 20)，它适用于使该部分纯化氮气流(3)中所含的残余氧气与氢气流反应；

(d) 将氢气流通到该催化燃烧系统的管线(14)；

(e) 将部分纯化氮气流从该膜或变压吸附系统通到该催化燃烧系统(18, 20)的管线(3)；

(f) 氧气分析装置(4)，它能连续测定该部分纯化氮气流(3)的氧气纯度并提供与之成正比的输入工艺变量信号(10)；

(g) 氮气流流量计装置(5)，它能测定该部分纯化氮气流(3)的流速，并提供一个与之成正比的输入工艺变量信号(6, 7, 8)；

(h) 计算机控制装置(9)，它适用于对该输入工艺变量信号作出响应而发出相应的输出控制信号以控制该部分纯化氮气流(3)的流速，该计算机控制装置(9)也适用于发出输出控制信号以控制氢气流(14)的流速，结果使该氢气流量与含有最少量过量氢气的部分纯化氮气流(3)中氧气反应所需的氢气流量相一致；

(i) 氢气流流量计装置(15)，它能测定通入该催化燃烧系统(18, 20)的氢气流(14)的流速，并向该计算机控制装置(9)提供一个与之成正比的输入工艺变量信号(5a, 5b, 5c)；

(j) 控制阀装置(12, 16)，它分别控制送至该催化燃烧系统的部分

纯化的氮气(3)和氢气(14)的流量，控制该阀以响应来自该计算机控制装置的输出信号(11, 17)；

(k)管道(21)，从该催化燃烧系统将精制的氮气产品气体通到下方的应用之处；

(1)氢气分析器装置(23)，用于测定该精制氮气产品气体(21)的氢气含量，并向该计算机控制装置提供与之成正比的输入工艺变量信号(24)，以控制送入该催化燃烧装置(18, 20)的氢气流速。

2. 权利要求1的系统，其特征是该空气分离系统包括一个膜系统。

3. 权利要求1的系统，其特征是该空气分离系统包括一个变压吸附系统。

4. 权利要求1的系统，其特征是该计算机控制装置(9)响应来自氢气含量分析装置(23)的工艺变量输入信号(24)而向氢气控制阀装置(16)发出输出信号(17)，以控制精制氮气产品(21)中的过量氢气低至500—1000ppm范围。

5. 权利要求1的系统，还包括气体压力监测装置(26)，用于测定来自该催化燃烧系统的精制氮气产品气体的压力，并向该计算机控制装置(9)提供一个与之成正比的输入工艺变量信号(27)。

6. 权利要求5的系统，其特征是该计算机控制装置(9)调配至以不超过每分钟±2%的变化率控制精制氮气(21)的流速增或减至一预定的点。

7. 权利要求 1 的系统,其特征为该系统包括一个就地系统。

8. 一种用于生产高纯氮气的改进方法,它包括:

(a)将空气原料通入一种膜或变压吸附系统,在该系统中使其分离成为一种含残余氧气的部分纯化氮气流和一种富氧的排出气流;

(b)从该空气分离系统排出含残余氧气的部分纯化的氮气流及一种富氧排出气流;

(c)将该部分纯化氮气和氢气气流通入一种催化燃烧系统,使该部分纯化氮气流中所含残余氧与该氢气反应以生成水;

(d)从该催化燃烧系统中回收高纯的、经精制的氮气流,该高纯氮气的残余氧含量很低;

(e)测定该部分纯化氮气流的氧纯度,并提供一个与之成正比的输入工艺变量信号;

(f)测定该部分纯化氮气流的流速,并提供一个与之成正比的输入工艺变量信号;

(g)将该输入信号送至计算机控制系统,该系统对该输入工艺变量信号作出响应,发出相应的输出控制信号以控制部分纯化氮气流的流速,并发出输出控制信号以控制该氢气流的流速,结果使该氢气流量与含有最少量过量氢气的部分纯化氮气流中氧气反应所需的氢气流量相一致;

(h)测定通入该催化燃烧系统的氢气流的流速,并向该计算机控制装置提供一个与之成正比的输入工艺变量信号;

(i)分别控制送至该催化燃烧系统的部分纯化氮气和氢气的流速,以响应来自该计算机控制装置的输出信号;

(j)测定从该催化燃烧系统回收的精制氮气产品气体的氢气含量,并向该计算机控制装置提供一个与之成正比的输入工艺变量信号,用于控制送入该催化燃烧装置的氢气流速,由于整个系统对改变的条件能作出快速响应,从而能方便地生产高纯氮气产品,该精制氮气流中氢气含量减至最少。

9. 权利要求 8 的方法,其特征为该空气分离系统包括一个膜系统。

10. 权利要求 8 的方法,其特征为该空气分离系统包括一个变压吸附系统。

11. 权利要求 8 的方法还包括测定来自该计算机控制装置的精制氮气产品气体的压力,并向该计算机控制装置提供一个与之成正比的输入工艺变量信号。

12. 权利要求 8 的方法,其特征为该计算机控制装置通过向该氮气和氢气控制阀装置发出输出信号以响应与该精制氮气产品气体的氢气含量相对应的输入工艺变量信号,使该精制氮气产品中过量氢气保持最少量,在 500—1000ppm 的范围内。

13. 权利要求 8 的方法,还包括测定来自该催化燃烧系统的精制氮气产品气体的压力,并向该计算机控制装置提供一个与之成正比的输入工艺变量信号。

14. 权利要求 13 的方法,其特征为该计算机控制装置适用于增加或减少该精制氮气的流速,直至达到一个预先设定的点,该流速变化每分钟不超过 $\pm 2\%$

15. 权利要求 8 的方法,其特征为该高纯氮气生产工艺在就地地进行。

一种生产高纯氮气的改进系统和改进方法

本发明涉及氮气的生产。更详细地说，它涉及一种用膜方法和生成成本低、纯度高的氮气的系统。

多年来，已采用基于低温蒸馏法的空气分离技术进行高纯氮的生产。因为扩建这种低温蒸馏工厂经济上有利，大吨量氮气用户可通过用户就地安装的低温工厂的氮气管道供应氮气。小吨量用户，即每天 2—30 吨或更少，通常用液氮车将液氮从集中设置的液氮生产厂供给用户所在地。氮气液化费用，及将液氮从低温工厂远距离运送到用户所在地的费用将大大增加供给用户的液氮成本。

因此，近年来，该技术主要研究课题是发展小吨量空气分离工厂以在用户所在地有效地生产低成本的氮气。最近研制的变压吸附 (PSA) 和膜技术能有效降低低纯度、小吨量氮气生产系统的成本。另一方面，由于该系统过高的成本和动力要求的实际限制，不能用这种 PSA 或膜系统经济地生产高纯度氮气。

研制的膜或 PSA 系统和方法技术上要求能降低就地生产高纯氮的成本。现在用以降低就地生产高纯氮成本的一种方法包括使膜或 PSA 系统与痕量氧清除系统相结合以用于氮气产品的最终纯化。在该方法中，用膜或 PSA 系统进行最初的空气分离以生产约含 1000—50000ppm 氧气的氮气。然后用一个催

化剂系统,例如一个催化去氧系统除去多余的氧以生产残余氧含量为 10ppm 或更少的纯化的氮气产品流。虽然该方法比单用膜或 PSA 系统能以更低的成本就地生产高纯氮气,但是所节省的费用仅仅够得上用卡车向用户所在地供应液氮的费用。这主要由于除去部分纯化氮气流中氧所需的与氧反应的氢气成本相当高。然而,若在用户所在地能得到低成本的氢气供应流及更有效利用氢气的设备,该方法与车装液氮方法相比更具有工业实用性。

目前许多工业应用,特别在石油化学工业中需要高纯氮气,也能就地得到低成本的氢气。然而,可得到的这种低成本氢气通常是不纯的,并含各种烃。由于使用这种不纯氢气对氮气最终纯化所用的催化剂体系的操作不利,因此需纯化这种不纯的氢气,并以有效而可行的方式将所得到的高纯氢气用于该催化剂体系以就地进行氮气的最终纯化。

可渗透膜系统固有的简单性强烈促进和要求技术上发展系统和有关工艺以就地生产高纯氮气。尽管膜系统固有的简单性,本技术领域普通技术人员也会认为就地的 PSA 系统有特定的综合的工艺操作,它比膜系统更合适。用于就地生产高纯氮气的经改进的整个膜和 PSA 系统其技术要求包括研究最终生产氮气的催化剂系统的使用方法,研制以工业上可行、有效的方式有效利用氢气而生产氮气的设备。

在低温空气系统操作中,可用一种催化去氧系统从惰性气(氩气)流中催化除去氧气。在含任何量氧气的粗氩气流中加入氢气时,当该混合物通过钨催化剂时,氢气与氧气将结合生成水。常用的系统在相对恒定的流量和氧气浓度下操作。氢气的

控制不严格,因为在催化去氧系统中精制该粗氫气流,接着再冷凝后容易除去过量的氫气。这样一种系统通常在高于完全除氧所需化学计量比 1%(10000ppm)至 2%(20000ppm)“过量”氫气浓度下操作。

在非低温(即,膜或 PSA)催化去氧系统(用于从空气中分离氮气并进行纯化)的操作中,生产的高纯氮气一般含有少于 5ppm 的氧气,通常少于 1ppm。可是,在如上所述的低温工艺操作中,最好在该高纯产品中含最少量过量的氫气,无需昂贵的有效设备就能以最终的高纯氮气产品中基本上完全除去剩余的氫气。因此,在技术上有必要研制一种方法,以使催化去氧系统反应中所用的氫气量能被精确地引入该催化去氧系统中,从而使高纯氮气产品中过量氫气含量减至最少。

因此,本发明的一个目的是提供一种改进的系统和方法,用于就地生产高纯氮气。

本发明的另一个目的是提供一种改进的综合系统和方法,利用膜或 PSA 系统就地生产高纯氮气。

本发明的再一个目的是提供一种方法和系统用于空气的非低温分离,并生产含最少量过量氫气的高纯氮气产品。

在下文中,详细描述了本发明的这些和其它一些目的,在所附的权利要求中特别指出了本发明的新颖特征。

本发明利用一种改进的膜/催化去氧控制系统和方法,结合外加氫气的前馈和反馈控制以对变化的操作条件作出快速响应。从而使高纯氮气产品中过量氫气减到最少量。

在下文中将参照本发明实施方案的附图对本发明作进一步描述。

通过一种新型控制系统和方法可实现本发明目的,该方法利用一种“向前看”的控制系统测定膜或 PSA 氮气流量和纯度,根据瞬时膜或 PSA 氮气流量和纯度自动控制待注入氢气量的催化去氧系统。若氢气注入速率超出预先设定的限度,还可用氮气产品纯度反馈信号进行校正。在几分钟时间内,调节该反馈信号可控制氢气注入速率的较小的变化。该闭合回路反馈自动补偿了流量和/或氧气纯度测量中的微小偏差。另外,在装置流量条件的宽范围内,装置的运载能力可保持对纯度的严密控制。

本发明能使用于生产粗氮气的非低温空气分离系统、膜或 PSA,及用于提纯或精制该氮气的催化去氧系统成为一个整体,从而使高纯氮气产品中所含“过量”氢气减至最少。在宽的流量和氧气纯度范围内实施本发明而生产这种高纯氮气,可保持最少量的“过量氢气”,该氢气量为 0.05%(500ppm)至 0.1%(1000ppm)。如上所述,该高纯氮气的残留氧含量通常少于 5ppm,典型的是少于 1ppm。

参照附图,进气线 1 用于将空气原料送入非低温空气分离系统 2,该系统 2 可为一种渗透膜系统或 PSA 系统,通常在约 100—150 磅/英寸² 压力范围内能生产粗氮气流。一富氧排出流经由管线 3a 自该空气分离系统移走。通过管线 3 从该空气分离系统除去粗氮气流,其中所含氧气浓度一般约为 1—3%。用常规的氧气分析器 4 测定氧气纯度。该氧气分析是连续的,具有少量样品和分析器响应延迟线,所以能快速测定氧气浓度或纯度的变化。用孔板流量计测试装置 5 测定粗膜或 PSA 氮气流量,该装置可测定孔板压差,实际的管线压力和氮气温度。测试装置 5 向计算机控制系统 9 发送合适的信号,通常分别用数字 6、7 和 8 表示。

氧气分析器 4 也向该计算机控制系统 9 发送一个输入氧气纯度信号,用数字 10 表示。

根据计算的粗氮气流速,用程序控制计算机控制系统 9,将一个输出信号用数字 11 表示发送到自动控制阀 12。于是,通过计算机控制系统调节控制阀 12,以限定所要的最大气体流速,在所要氮气量减少时降低该装置的流速。

用氢气供应设备提供催化去氧反应所用的氢气。该气体可由二个来源供应。可用液态氢气储罐和有关的蒸发装置,或来自合适气体供应储器的气态氢气源,或其它可得到的设备供应催化去氧反应所用的氢气。氢气供应源及在特定工作地点提纯可得到的不纯的低成本氢气所用的设备不属于本文所述发明和权利要求范围内。根据来自膜或 PSA 系统的瞬时粗氮气流速及氧气浓度,用程序控制计算机控制系统 9 以测定理论上所需的氢气流量。本领域技术人员众所周知,要用 2 份体积的氢与 1 体积的残余氧进行反应。在实施本发明时,用孔板流量计测试装置 15 测定通过管线 14 所输送的来自氢源 13 的氢气流速,它分别向计算机控制系统 9 发送输出信号 S_a 、 S_b 和 S_c , 代表孔板压差、实际管线压力及氢气温度。用程序控制该计算机控制系统 9 以计算氢气流量,并通过输出信号 17 调节氢气流量控制阀 16,使实际的氢气流速与理论上所需的氢气流量(用于与来自非低温空气分离系统的粗氮气流中所含的残余氧气反应的氢气流量)保持相等。

来自管线 3 的粗氮气和来自管线 14 的氢气通常在混合室 18 中混合,并经管线 19 送至下方的催化去氧容器 20,其中含有钯催化剂,用以使该氢气与粗氮气流中所含氧气反应生成水。已纯化的氮气流从该催化去氧容器 20 经管线 21 排出,以回收高纯度,基本上不含氧的氮气产品。最好在混合室 18 中的粗氮气

流中加入少量过量氢气以保证完全除去氧气。在粗氮气流流量和/或纯度发生变化时,该“过量”氢气可用作缓冲剂,以保证完全除去氧气。如上所述,在已纯化的氮气产品流中过量氢气的量变化范围通常为约 500—1000ppm。

来自催化去氧容器 20 的管线 21 中经精制或经纯化的氮气流冷却和干燥(未标出)后,用痕量氧气分析器 22 和氢气分析器 23 连续监测已精制的氮气纯度。将来自氢气分析器 23 的输入信号 24 送至计算机控制系统 9,与来自痕量氧气分析器 22 的输入信号 28 一起,当需要时,用于激发输出信号 17 变化以调节该氢气流速。每当精制的氮气流中氢气浓度降至 500ppm 以下时,计算机控制系统 9 中的控制回路会另外增加一点氢气。另一方面,若所用的氢气浓度超过 1000ppm,该控制回路会减少一点外加的氢气。可以理解,这种控制回路调节操作非常慢,由于氢气分析器取样时间及系统的纯度滞留时间。

也可用氢气分析器 23 的反馈输入信号 24 对粗氮气或氢气流流量和纯度测量中的小变化进行自动校正。由于环境温度影响及电子设备本身的限制,一般的测试信号会随时间而发生小的漂移。通常由于这种变化发生很慢,使氢气分析器 23 反馈控制回路能补偿这种变化。

为能严密控制过量氢气,必须测定该系统的流量,并控制在约±1%范围内。因为该装置在不同的流量、压力、温度和纯度值下操作,可以认为在所有潜在的工艺条件下确保±1%的总误差几乎是不可能的。用氢气分析器 23 反馈控制 24 回路进行调节,即使精制的氮气流氢气纯度下降超过 500—1000ppm 单位,也能补偿该误差。

管线 21 中的精制氮气流与氮气管线系统 25 相连接以向所要的使用点供应气体。在优选实施方案中,用压力计或传送器 26 连续监测管线中的气体压力,它与计算机控制系统 9 相连接并向计算机控制系统 9 发送输入信号 27,以自动开关调节该装置流量的计算机控制回路。当该管线压力升高超过预先设置的点时,分别将计算机控制系统 9 的输出信号 11 和 17 送入氮气流量控制阀 12 和氢气流量控制阀 16 以降低该装置的流量。若管线压力下降到预先设置点以下则增加该装置流量。由于要求严格限定管线中过量氮气,故产品流速变化限于每分钟约 2%。本发明的这种理想特征可确保在进一步调节之前使该系统的流量和压力稳定并处于控制条件下。在所用流速下降比装置流速下降更快的情况下,则管线压力升至某值,此时自动管线通风阀可限制该管线中的最大压力,在此期间,该装置流量下降直到管线压力下降及该通风阀关闭。在所用流速增加超过该装置流速时,该管线压力将下降。压力下降使计算机控制系统 9 发出信号以使该装置流速每分钟增加约 2%。一旦管线压力高于一个最小值,该装置流速则稳定在该点。通过控制逻辑调节流速变化以使最大的流速变化保持在 $\pm 2\%$ 之内,从而保证经精制的氮气中氢气浓度最好保持约 500—1000ppm。

实施本发明所用的膜、PSA 和催化燃烧系统和工艺可理解为是已知的可各自地构成工业上有用的技术的。通过本文公开并请求保护的这些技术的独特结合,就地生产高纯氮气的技术是一种实用的工业方法,它可代替用液氮车从集中设置的液氮工厂向用户所在地提供该地所用的较少吨量液氮。

技术人员众所周知,现有技术中可获得的膜系统,能选择性

渗透气体原料混合物中所含的更易渗透的组份，该气体原料混合物含有上述组份和不易被吸附的组份。任何类型的膜，如复合膜、不对称膜或任何其它形式的膜结构均能用于实施本发明。适用于本发明空气分离目的的这种膜通常含有分离材料，它能选择性渗透氧气（作为空气中更易渗透的组份）以及氮气（作为不易渗透组份被回收，即作富氮非渗透气体）。但是，用一种膜系统从空气中先分离氮气（其中氮气是更易渗透组份），而除去富氧气流，富氮气流作为可渗透气体被回收也包括在本发明范围内。

如上所述，在实施本发明时，PSA 系统也适用于空气分离目的，这取决于给定的高纯氮气生产应用所固有的具体要求和操作条件。本领域技术人员都知道，该 PSA 系统含有一种或多种吸附材料层，能选择性吸附气体原料混合物中所含的更易吸附的组份，该气体原料混合物含有上述组份及不易吸附的组份。可以认为该 PSA 系统采用各种循环工序，其中各层通常依次进行吸附—解吸循环，吸附压力高时，当气体原料混合物引入该层时，从该层排出不易吸附的组份，在较低的解吸压力下该层复原时，从该层排出更易吸附的组份。当 PSA 系统用于空气分离以回收氮气（作所要产品）时，通常所用的吸附层能选择性吸附氧气（作空气中更易吸附的组份），用 PSA 系统选择性吸附氮气（作更易吸附组份）也包括在本发明范围。然而公知的 PSA 系统一般包括每层中进行循环工序中的许多特定步骤，在具体实施方案中所用的 PSA 工序循环细节如压力平衡、清洗和再加压步骤，均未超出本发明范围，无需在这里详细叙述。

在实施本发明实施方案中所用的催化燃烧系统和工艺，在现有技术中通常称为“催化去氧”系统，同样包括公知的现有技

术,以进一步降低在膜或 PSA 系统中经空气分离所得到的部分提纯氮气流中的氧气浓度。该催化去氧系统通常采用一种贵金属催化剂。如由氧化铝基片所支持的铂或一种铂—钨催化剂。因此该催化燃烧氮气纯化操作能以一种或多种催化步骤进行,采用一种合适的,市场上可买到的催化剂,能从待纯化的氮气流中方便地除去氧气,使残留的氧气含量降至所要的低浓度。

在该实施方案中,用膜进行最初的空气分离操作,部分已纯化氮气的氧气浓度通常低达约 1000—50000ppm,典型的是 10000—30000 ppm,在实施本发明中所产生的高纯氮气流其残余氧含量约少于 5000ppm,在本发明的特定实施例中,该残余氧含量约少于 5 ppm,通常少于 1ppm。通常将从用户所在地得到的任何低纯度的气流纯化为约含 95+% 氢气的反应物氢气。在特定的应用中通常按用户所需的最终氮气产品纯度来改变所用的氢气的实际纯度的限定。本领域技术人员知道,采用任何大小的高纯氮气生产装置,本发明都是有利的,这取决于与给定用途有关的各种技术和经济因素,但从经济观点考虑,对于每小时 5000—50000 立方英尺的高纯氮气生产装置,本发明将特别有吸引力。可以认为本发明对精炼或其它石油化学设施特别有价值,由于易得到低成本的氢气源,并可方便地用它作反应物,在最终的纯化操作中以经济上有吸引力的低成本生产高纯氮气。如本文所述和请求保护的,简便的反应物纯化操作的实施,能以工业上可行的方式,使得到的低成本,不纯氢气能符合使用要求。

氢气反应物气流中存在的任何杂质,如果在该催化剂系统中不反应的话,当然会存留在最终的氮气产品气流中。若该氢气

反应物气流含有这种杂质,且数量相当大,该杂质在催化剂系统中会有不利影响,并且会使氮气产品中存在的杂质量难以接受。由于上述原因,在催化剂系统中最好使用比较高纯度的氢气,即95%。

本领域技术人员知道,对本发明细节可作各种变化和修改而不会偏离如所附权利要求规定的本发明范围。因此,用于实施本发明的可渗透膜通常能用于位于外壳内的膜组件中以形成包含膜系统主要元件的膜组件。参照本发明,可以理解一个膜系统包括一个膜组件或多个该组件,它们或平列操作,或串联操作。该膜组件能以合适的中空纤维形式构成,或以螺旋绕组、打褶平面膜配置,或以任何其它所要的构形。使膜组件收缩具有一个空气进料侧面和一个对置的渗透气体的出口侧。对中空纤维膜而言,空气原料能加到孔内侧,或加到中空纤维的其它侧面。

还知道可用能选择性渗透气体原料即空气或不纯氢气中更易渗透组份的任何合适材料作空气分离膜和氢气纯化膜的膜材料。这些材料通常为纤维素衍生物,例如乙酸纤维素、乙酸丁酸纤维和类似物,聚酰胺和聚酰亚胺,包括芳基聚酰胺和芳基聚酰亚胺;聚砜;聚苯乙烯和类似物。复合膜,如在聚砜基片上的乙基纤维素可作为分离层(决定复合膜分离特性)的材料方便地用于许多空气分离和其它应用,它能适合给定用途的特定性能要求和操作条件。

实施本发明所用的PSA系统通常由一些吸附层组成,该吸附层根据适于实际所用层数的工艺循环、给定用途的适用操作条件和性能要求进行操作。每层所用的吸附材料可为任何合适的吸附材料,它能选择性吸附空气原料中更易吸附的组份,且能

使该空气原料的不易吸附的组份从该层中排出。沸石分子筛材料,如 5A 和 13X 材料是合适的吸附层材料,可用于从空气原料中选择性吸附氮气。另一方面,碳分子筛以不同的吸附机制起作用,当用于空气分离应用时,结果能选择性吸附氧气(作更易吸附组份),而氮气作空气原料中不易吸附组份而被回收。

本领域技术人员都知道,任何众所周知的,市场上可得到的催化去氧催化剂均可用于最终的氮气纯化操作。当用膜和PSA系统时,可用一种或多种催化剂步骤以使待纯化的氮气流中存在的氧气与氢气发生所要的反应。由于该反应实质上是放热的,通常在高达约 500℃ 的反应温度下发生该反应,可方便地用合适的热交换装置以有效利用反应放出的热量。

本文描述的发明与就地生产设施有关。为达到本发明目的,通常认为该就地设施意味着在需要高纯氮气的用户所在地的合适位置安装如本文公开和请求保护的分离和反应系统独特结合的设施。但是,不应狭义解释该用户所在地,它不受具体用户所在地的地界线限定。相反,将该就地的膜、PSA 或反应系统设置在用户所在地外围或在某些别的合适地点,邻近但不正好在该用户所在地,与上述地点有关处,也包括在本发明范围内。任何合适的地点均可认为构成就地操作以实现本发明目的,相反,一个地区性的液氮厂可设置在该地区的一个方便的地点但可离用户所在地很多英里,从该处用液氮车向用户所在地供应液氮。

鉴于提炼厂和其它工业区对高纯氮气的需要量增加,为安全和确保产品质量起见,对于再生、钝化或清洗操作,均需要或要求氧气含量低,本发明提供了最理想的方法和系统,以经济上可行的低成本,方便地进行就地生产,从而能满足上述要求。因

此,本发明具有明显的技术进步性,一则它能进一步扩大极方便和实用的膜技术的日益增长的应用范围,而且,在特定用途中,利用变压吸附技术以满足重要的工业需要。由于使极为合适的操作得以进行,同时使高纯氮气产品流中过量氢气含量减至最少,在应用高纯氮气的工业实践中,本发明增加了采用极理想和方便的非低温空气分离技术,即膜和 PSA 技术的工业可行性。

说明书附图

