

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25J 1/02 (2006.01)

C10L 3/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03823357.6

[45] 授权公告日 2009 年 1 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100455960C

[22] 申请日 2003.9.30 [21] 申请号 03823357.6

[30] 优先权

[32] 2002.9.30 [33] US [31] 60/414,806

[86] 国际申请 PCT/US2003/031252 2003.9.30

[87] 国际公布 WO2004/031670 英 2004.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.30

[73] 专利权人 BP 北美公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 杰弗里·H·萨夫楚克

小里查德·约内斯

帕特里克·B·沃德

[56] 参考文献

US6389844 B1 2002.5.21

CN1293232A 2001.5.2

WO0181845 A1 2001.11.1

Large LNG Plants – optimizing train size. A. AVIDAN, ET, AL. < URL: <http://www.phillips66.com/lng/> >. 2002

MODULAR AND BARGE – MOUNTED PROCESS PLANTS. JAMES H R. AICHE NATIONAL MEETING. 1982

审查员 吴玉莹

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 樊卫民 郭国清

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 4 页

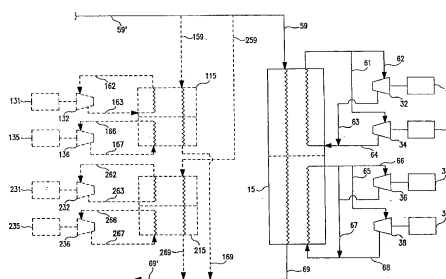
[54] 发明名称

模块化 LNG 过程

[57] 摘要

本发明公开了一种有效经济地设计、构造、或操作轻质烃气体液化过程以液化所选量的轻质烃气体的方法。该方法包括用于液化初始量的轻质烃气体(59)的轻质烃气体液化运载列车(15)、和所述轻质烃气体液化列车的一个或多个任选的后续模块化扩充段(115, 215), 其用于液化附加选择量的轻质烃气体(159, 259), 其量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量。该运载列车包括设备, 如轻质烃原料气预处理设备、制冷剂压缩设备、低温换热设备、进出服务设备、其他液化设备、和液化产品存储和运输设备。这些设备中的至少部分用作共用设备。这些共用设备的使用允许后续扩充段或模块的建造以增加总装置产量, 相对于现有方法的轻质烃液化过程的设计、构造或操作中, 这可以减少需要的资本成本和空间, 而现有方法的过程要求建造完

全液化列车和所有的相关组件和相关设备。



1. 一种用于液化所选量的轻质烃气体的轻质烃气体液化方法，所述方法包括轻质烃气体液化运载列车以液化初始量的轻质烃气体和所述轻质烃气体液化运载列车的一个或多个任选的后续扩充段，其用于液化附加选择量的轻质烃气体，其量高达该方法的轻质烃气体的所选最大量，该方法包括：

a) 建造轻质烃气体液化运载列车用于液化初始量的轻质烃气体，该运载列车包括用于轻质烃气体预处理以除去酸性气体、汞和水中的至少一种的设备；用于制冷剂压缩的设备；用于低温换热的设备；用于进出服务的设备；用于轻质烃气体液化的设备；用于液化的轻质烃气体产品的存储和运输的设备；和 C_3+ 烃去除设备；

b) 在运载列车中安置至少部分设备，用于该运载列车和一个或多个后续的任选的模块化扩充段的共同使用，其用于液化高达所选最大量的轻质烃气体；

c) 建造至少部分运载列车设备用于所需的模块化扩充的共同使用，通过将高达所需最大产量的一个或多个后续的任选扩充段加到运载列车来实现所述模块化扩充，以液化所选最大量的轻质烃气体，该运载列车的共用设备被设计成具有足够的尺寸，以液化在被建造并在一个或多个任选的扩充段中扩充为所需产量的运载列车中的所选最大量的轻质烃气体；和

d) 在运载列车中处理轻质烃气体，以产生液化的轻质烃气体。

2. 如权利要求 1 所述的方法，还包括如下步骤：

e) 建造运载列车的一个或多个扩充段以增加所需的运载列车产量，以液化附加选择量的轻质烃气体，其量高达所选最大量的用于该方法的轻质烃气体，所述扩充段通过使用在被建造并在一个或多个扩充段中扩充到所需产量的运载列车中的共用设备从而能够生产液化的轻质烃气体；和

f) 使用运载列车和利用共用设备的一个或多个扩充段将轻质烃气

体处理为液化的轻质烃气体。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中共用设备包括酸性气体去除设备。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中共用设备包括汞去除设备。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中共用设备包括脱水设备。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中共用设备包括制冷剂压缩设备和低温换热设备。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中共用设备包括 C₃+烃去除设备。

模块化 LNG 过程

相关申请

本申请有权并据此要求在 2002 年 9 月 30 日提出的美国临时申请序列号 60/414,806 的优先权，该临时申请的内容以全文引入本文以供参考。

发明领域

本申请涉及液化可变选择量的轻质烃气体的方法，其使用装置设备生产液化轻质烃气体，所述装置设备包括初始轻质烃气体液化运载列车以及公共的共用设备，该运载列车其可以通过将与一个或多个任选的扩充段相关的装置设备加入到该运载列车来扩充。

背景技术

在世界的远离任何轻质烃气体市场的地区，发现许多轻质烃气体储量。这种轻质烃气体被称为天然气。这种天然气可以包含为轻汽油沸腾范围物质的冷凝物以及 C_3 - C_5 气态烃和甲烷。

通常，这种天然气还包含不希望的大量水、酸性气体化合物如硫化物、二氧化碳等，液化后产生液化轻质烃气体，其典型地主要包括甲烷，常常被称为液化天然气(LNG)。

当这种气体被液化时，液化装置的产量主要由可用的气体市场、运输到该市场的可用性等来决定。因此，在许多情况下，希望随着市场扩大增加液化过程在增量阶段的产量，以保持与可用市场的平衡。因此，轻质烃气体液化过程在本文称为天然气液化过程或 LNG 过程，典型地安装在列车中。本文使用的术语“列车”是指能预处理和液化天然气的一系列容器。在将气体加入到液化区之前，希望该气体被处

理以将酸性气体和水去除到非常低的水平。列车还包括压缩设备，用于压缩制冷容器等所需的制冷剂。列车为用于生产所选量的液化天然气的综合过程。以前，工业上按照需要通过加入一个或多个额外的列车(其中每个列车包括自身的气体预处理设备、液化设备、以及液化产品运输和存储设备)来扩大装置产量，以满足现有的市场需求等。这种列车在以前设计为可生产某些量的液化产品，但在设计中没有考虑列车将来的扩充。

在图 1 中，示意性地显示了轻质烃气体液化系统和过程(列车)的实施方案。所示的系统 and 过程包括制冷低温换热器 15。如图所示，压缩制冷剂通过涡轮机 31、33、35 和 37 被供应到低温换热器 15，所述涡轮机分别轴连接到制冷剂压缩机 32、34、36 和 38。高压制冷剂通过高压制冷剂线路 61 和 62 被供应到压缩机 32 和 34。在高压制冷剂完成作为制冷剂的目的并温热到基本上气体状态后，这些线路典型地从低温换热器 15 返回高压制冷剂。压缩高压制冷剂通过线路 63 和 64 供应到低温换热器 15。低压制冷剂通过低压制冷剂线路 65 和 66 被供应到压缩机 36 和 38。在低压制冷剂完成作为制冷剂的目的并温热到基本上气体状态后，这些线路典型地从低温换热器 15 返回低压制冷剂。压缩的低压制冷剂通过线路 67 和 68 被供应到低温加热器 15。这没有什么重要性，除了需要在需要时可以在不同压力下从压缩机 32、34、36 和 38 生产制冷剂，并在需要时在制冷过程的不同点将其传输到低温换热器 15。在高压和低压制冷剂环路中可以使用相同或不同的制冷剂，这是本领域技术人员所熟知的。

另外，已按需要被处理以除去酸性气体和水的入口轻质烃气体通过线路 59 加入到低温换热器 15。通过线路 69 生产液化轻质烃气体产品。典型地，天然气或其他轻质烃气体流通过线路 40 引入到酸性气体去除容器 10。所示的酸性气体再生器 11 通过线路 41 和 42 与酸性气体去除容器 10 流体连通。被处理气体典型地从容器 10 通过线路 43 回收。回收的气体通过线路 44、45 和 46 被传输到指定的脱水容器 20、21 和

22。典型地，容器 10 为胺水洗涤器，按本领域技术人员已知的技术来操作。胺水可从以下物质中选择：例如二甘醇胺(DGA)、二乙胺(DEA)、甲基二乙醇胺(MDEA)、甲基乙醇胺(MEA)、SULFINOL(Shell Oil Company 的商标)、活化甲基二乙醇胺(aMDEA)、及其组合。通过容器如酸性气体去除容器 10，二氧化碳典型地被除去到低于约 60ppm 的水平，而硫典型地被除去到低于约 4ppm 的水平。

如图所示，这种酸性气体去除容器的一般操作对本领域技术人员来说是熟知的。因为每节列车已按照市场需求的要求被典型地单独建造，所以为每节列车提供酸性气体去除容器和相关的酸性气体再生器是共同的。对于这种列车的其他组件和相关基础设备，也是如此。

因为胺水方法产生了在水中相对饱和的气体，并且因为水比甲烷在高得多的温度下凝固，甲烷构成了待液化的天然气流的大部分，所以有必要将至少大部分水从气流中除去。被处理的水饱和的气体从酸性气体去除容器 10 经线路 43 被回收，由此它分别通过线路 44、45 和 46 被传输到脱水容器 20、21 和 22。水通过脱水容器 20、21 和 22 被选择性地除去以产生在线路 54、55 和 56 中的脱水气体。然后将来自容器 20、21 和 22 的脱水气体合并，并通过线路 59 传输到低温换热器 15。典型地，这些脱水容器包含吸附材料如分子筛、活性氧化铝或类似物。这种材料可有效地从入口气态流中将水除去到极低水平，从而提供适于低温换热器 15 液化的气态流。典型地，在每个列车中放置三个容器，以满足对进气脱水的要求。该过程还可使用吸附材料来除去其他杂质如汞。

在使用脱水容器 20、21 和 22 时，两个容器通常用于将水从相关原料气流 44、45 或 46 中除去，而一个容器通过热再生气体被再生。这种结构绘于图 1 中，其中通过从入口气流 44 和 45 中除去水，脱水容器 20 和 21 用于产生相对不含水的气流 54 和 55。在所绘结构中，脱水容器 22 被热再生气体再生，其中再生气体通过线路 70 进入容器，

通过线路 71 离开。所有脱水容器 20、21 和 22 都具有能力在脱水或再生模式(为了简单而未显示)下操作,如图 1 所示,通过容器 22 和工艺流 70 和 71 进行操作。典型地,在每个列车中放置三个容器以满足对进气脱水的要求。

酸性气体去除容器可通过多种技术容易地再生,这对于本领域技术人员来说是熟知的。一个经常使用的技术是在容器 11 上使用再沸器进行再生。

预计多种再生方法在本发明的范围之内。对于所用的制冷过程或容器的具体类型不要求新颖性。本发明的方法据认为可用于任何类型的液化方法,所述方法要求轻质烃气体作为进入流。

显然,上面讨论的制冷方法的单独列车的构造导致了在每节列车中复制共用设备的大量资本的支出,所述共用设备有例如脱水容器、酸性气体去除容器和制冷剂压缩和低温液化设备。因此,继续搜索涉及为了减少这些重复容器的不必要费用的系统和方法的研究。

发明概述

根据本发明,现已发现,这些容器所需的费用可以通过如下方法来减少,该方法用于设计有效经济的轻质烃气体液化过程,在初始运载轻质烃气体液化列车中液化所选量的轻质烃气体,并在所述轻质烃气体液化列车的一个或多个任选的后续扩充段中液化附加选择量的轻质烃气体,其量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量。该方法包括:

a) 设计轻质烃气体液化运载列车用于液化初始选择量的轻质烃气体,运载列车包括如下设备,它们用于轻质烃气体预处理以除去酸性气体和水、制冷剂压缩、低温换热、进出服务、轻质烃气体液化、和液化轻质烃气体产品的存储和运输;

b) 设计运载列车中的至少部分设备用于运载列车和所述运载列车的任意后续的任选模块化扩充段的共同使用;和

c) 设计至少部分运载列车设备用于所需的模块化扩充的共同使用, 通过将一或多个后续任选的扩充段加入到运载列车中来实现所述模块化扩充, 直到达到液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体所需的最大产量, 运载列车的共用设备被设计成具有足够的尺寸以液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体, 该共用设备在运载列车中建造、或者在运载列车中建造并在一个或多个任选的扩充段中扩充以达到所需产量。

还已发现, 通过有效且经济地构造轻质烃气体液化过程的方法实现了改进, 用于液化在初始轻质烃气体液化运载列车中所选量的轻质烃气体, 并构造所述轻质烃液化列车的一个或多个任选的后续扩充段以液化附加选择量的轻质烃气体, 该量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量。该方法包括:

a) 建造轻质烃气体液化运载列车用于液化初始选择量的轻质烃气体, 运载列车包括如下设备, 其用于轻质烃气体预处理以除去酸性气体和水、制冷剂压缩、低温换热、进出服务、轻质烃气体液化、和液化轻质烃气体产品的存储和运输;

b) 在运载列车中安置至少部分设备用于运载列车和任选的后续扩充段的共同使用;

c) 建造至少部分运载列车设备用于所需的模块化扩充的共同使用, 通过加入高达所需最大产量的后续扩充段来实现所述模块化扩充, 以液化最大量的轻质烃气体, 或初始建造部分共用的运载列车设备, 其具有足够的尺寸以液化最大量的用于过程的液化轻质烃气体, 所述共用设备在运载列车中建造、或在运载列车中建造并在一个或多个任选的扩充段中扩充为所需产量。

还已发现, 通过有效且经济地操作轻质烃气体液化过程的方法实现了改进, 用于液化所选量的轻质烃气体。该过程包括用于液化初始量的轻质烃气体的轻质烃气体液化列车、和所述轻质烃液化列车的一个或多个任选的后续扩充段, 其用于液化附加选择量的轻质烃气体,

该量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量。该方法包括：

a) 建造轻质烃气体液化运载列车用于液化初始选择量的轻质烃气体，该运载列车包括如下设备，其用于轻质烃气体预处理以除去酸性气体和水、制冷剂压缩、低温换热、进出服务、轻质烃气体液化、和液化轻质烃气体产品的存储和运输；

b) 在运载列车中安置至少部分设备用于运载列车和任意后续的任选的模块化扩充段的共同使用；

c) 建造至少部分运载列车设备用于所需的模块化扩充的共同使用，通过将高达所需最大产量的一个或多个后续任选的扩充段加到运载列车来实现所述模块化扩充，以液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体，运载列车的共用设备被设计成具有足够的尺寸以液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体，所述共用设备在运载列车中建造、或在运载列车中建造并在一个或多个任选的扩充段中扩充为所需产量；和

d) 在运载列车中处理轻质烃气体，以产生液化轻质烃气体。

在实施方案中，本发明还涉及有效且经济地操作轻质烃气体液化过程的方法，用于液化所选量的轻质烃气体。该过程包括用于液化初始量的轻质烃气体的轻质烃气体液化列车、和所述轻质烃液化列车的一个或多个后续扩充段，其用于液化附加选择量的轻质烃气体，该量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量。该方法包括：

a) 建造轻质烃气体液化运载列车用于液化初始选择量的轻质烃气体，该运载列车包括如下设备，其用于轻质烃气体预处理以除去酸性气体和水、制冷剂压缩、低温换热、进出服务、轻质烃气体液化、和液化轻质烃气体产品的存储和运输；

b) 在运载列车中安置至少部分设备用于运载列车和所述运载列车的后续模块化扩充段的共同使用；

c) 建造至少部分运载列车设备用于所需的模块化扩充的共同使用，通过将高达所需最大产量的一个或多个后续扩充段加到运载列车来实现所述模块化扩充，以液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体，

运载列车的共用设备被设计成具有足够的尺寸以液化所选最大量的用于过程的轻质烃气体,所述共用设备在运载列车中建造、或在运载列车中建造并在一个或多个扩充段中扩充为所需产量;

d) 在运载列车中处理轻质烃气体,以产生液化轻质烃气体;

e) 建造运载列车的一个或多个扩充段以增加所需的运载列车产量,以液化附加选择量的轻质烃气体,其量高达用于过程的轻质烃气体的所选最大量,所述扩充段通过使用共用设备能够生产液化轻质烃气体,所述共用设备在运载列车中建造、或在运载列车中建造并在一个或多个扩充段中扩充到所需产量;和

f) 使用运载列车和利用共用设备的该一个或多个扩充段将轻质烃气体处理为液化轻质烃气体。

附图简述

图 1 为使用一个液化列车来液化轻质烃气体的过程的示意图。

图 2 为本发明的一个实施方案的示意图,其使用酸性气体去除设备作为共用设备,其中运载列车包括设备和相关管道(以实线绘出),该运载列车的后续扩充段(模块)包括设备和相关管道(以虚线绘出)。

图 3 为本发明的一个实施方案的示意图,其使用脱水设备作为共用设备,其中运载列车包括设备和相关管道(以实线绘出),该运载列车的后续扩充段(模块)包括设备和相关管道(以虚线绘出)。

图 4 为液化设备的一个实施方案的示意图,其中运载列车包括制冷剂压缩和低温换热设备、和相关管道(以实线绘出),后续扩充段(模块)包括制冷剂压缩和低温换热设备、和相关管道(以虚线绘出)。

优选实施方案描述

在附图的描绘中,为了简单,没有显示完成所示流动所必需的许多泵、阀等,这是本领域技术人员已知的。

本发明提供了在轻质烃气体液化过程的操作中改进的效率和经济性,通过使用初始轻质烃气体液化运载列车来液化所选量的轻质烃气

体，使用一个或多个后续模块化膨胀段液化高达所选最大量的液化轻质烃气体，通过如下方法实现，其包括设计这样的过程来包括某些设备，它们对于初始运载列车和后续的扩充段是共用的。所显示的术语“轻质烃气体液化列车”或“列车”是指那些用于液化设备和压缩制冷剂用的设备等(如图1所示)的气体进料的预处理和后处理使用的那些单元和设备。这种酸性气体设备可以包括酸性气体去除设备、脱水设备、汞或其他杂质去除设备、和制冷剂压缩和低温换热设备、和相关管道。

用于去除酸性气体和脱水的容器典型地包括吸收容器和再生容器，以分别再生在酸性气体去除用容器或脱水用容器中使用的介质。例如，在酸性气体去除部分，需要吸收容器和再生容器。如果这些设备在每节列车是重复的(如同本领域内以前实施的)，那么每节列车将包括吸收容器和再生容器。很明显，如果在设计并建造初始运载列车时，设计并建造该列车以包括用于酸性气体吸收容器中的胺水的再生器，其尺寸足以容纳当希望附加扩充段时所需的附加吸收容器，这样就实现了经济性。理想地，该设备位于如下区域，其对于所有必要的设备是相等地可到达或至少可以到达，使得附加的酸性气体去除容器可以被安置以服务于运载列车和附加扩充段，并保持与再生容器流体连通，来再生和循环酸性气体吸收用的胺水溶液。例如，这些容器可以共同地与气体定位，由此酸性气体被除去，然后传输到合适的液化设备。这导致仅仅单个胺水再生容器的建造，并允许建造仅一个附加酸性气体吸收容器用于每个后续的液化扩充段。

类似地，当脱水容器被使用时，典型地为每节列车建造三个脱水容器。两个容器典型地用于吸附水，第三个容器通过可逐出水分的热气体再生。当已知待生产的估算最大量气体时，那么多个脱水容器可以在一起放置在同一地点，以将减少酸性气体含量的气体脱水，所述气体通过除去酸性气体而产生，从而产生具有减少酸性气体含量的脱水轻质烃气体流。已知这种容器的再生时间基本上小于在线脱水

时所需的时间。以前的实践为每节列车提供了三个脱水容器，使得两个容器在使用，而另一个容器在再生。如果容器位于共同地点，那么在扩充时仅仅需要加入一个额外容器。单个容器就足够了，因为在任意给定时间运行的两个容器将操作足够长时间，以提供再生第三个容器的时间。当第三个容器再生时，来自可能变得失效的其余容器中的一个的气流可以绕行到再生容器，然后使变得失效的该容器进行再生。通过以这种方式使用容器，可以使用多个容器而无需为各个脱水容器制造再生用的第二容器。这些容器可以成组使用，其中在组中可用的容器数等于一个数字，该数字等于每个容器的运行时间除以再生时间得到的数字，它是忽略任何分数后的整数加一。这个数字限定了可以使用的容器数，一个附加容器用于再生。如果再生时间等于运行时间的三分之一，那么可以使用四个容器而不是六个容器来服务三个列车，后者按照现有技术通常被建造。类似地，在建造对接设备、液体天然气存储和运输设备、 C_3+ 烃去除设备等时实现了改进。

根据本发明，这些设备在第一运载列车中制成一种形式，由此它们可以通过必要的模块增加或具有一定的尺寸来扩充，以操作大量的轻质烃气体，这将通过液化过程处理。

典型地，这种过程通过添加列车和前述的复制在每节列车中每节列车需要的所有设备来扩充。根据本发明，共用设备被第一液化运载列车和后续的模块化扩充段使用。初始的液化运载列车被设计成使共用设备具有一定的尺寸，能够操作起始运载列车和增量扩充的组合所期望的最大产量，加入了模块化扩充段来增加产量。例如，小于全部量的压缩制冷剂可以在开始时加入到后续的模块化扩充段中。这允许在存在需要通过设备生产的所有液化天然气的市场前加入扩充段。当市场扩大时，它还允许该系统的迅速扩充，以将全部压缩制冷剂料包括到另一个后续的模块化扩充段。

图 2 说明了酸性气体去除单元(AGRU)的段扩充，其中实线表示运

载(新的或现有的)列车,虚线表示用于一个或两个段扩充所需的任选的未来扩充设备和相关管道。如图 1 的前述,每个列车典型地包含酸性气体去除容器 10 和酸性气体再生器 11。根据本发明,希望用于初始运载列车和后续扩充段用的酸性气体去除所需的设备在公共区域排列,或至少处于合理的流体流通中,以努力减少资本支出和改进总装置布置。例如,如果希望增加设备产量,可以安装酸性气体去除容器 110 和酸性气体再生器 111 以及相关的管道,从而增加初始 AGRU 的产量。通过添加酸性气体去除容器 210 和酸性气体再生器 211 以及相关的管道可以进一步得到列车扩充。根据装置操作条件和参数,使用一个酸性气体再生器可以消除对于多个酸性气体再生器的需要,这将进一步减少本领域先前已知的全部列车扩充段所需的资本支出和空间(不动产)。尽管未在图 2 中显示,根据轻质烃原料气中酸性气体的量,任选地可以将酸性气体再生器 11 制成一定大小,使得它能处理未来扩充用的所有再生需求,从而消除对于酸性气体再生器 111 和 211 的需要。

在图 2 所示的两个扩充段实施后,可使用三个酸性气体去除容器 10、110 和 210 以从入口气体流中去除酸性气体,所述入口气体流通过线路 40'(40 分)加入。入口气体可以通过线路 40、140 和 240 传输到任意或所有的酸性气体去除容器 10、110 和 210。所示的酸性气体去除容器可以利用胺水溶液,这是本领域通常已知的,并按照联系图 1 所讨论的进行操作。具有减少的酸性气体含量的气流通过线路 43、143 和 243 回收,在那里它们合并形成流 43'(43 分),然后继续通过过程的剩余部分。

希望多个列车扩充段由图 2 所示的酸性气体去除设备提供服务。如图所示,该设备能满足用于运载列车和附加扩充段的酸性气体去除需要,在三个再生容器 11、111 和 211 中或者在前述的一个适当制成一定尺寸的再生容器内发生再生。新鲜的胺通过线路 42、142 和 242 产生,并分别传输到容器 10、110 和 210 的上部。用过的胺通过线路 41、141 和 241 传输到容器 11、111 和 211,从而形成环路。如果希望设计

并操作仅一个酸性气体再生容器，来自酸性气体再生容器的新鲜胺通过离开再生容器的下部的一个主要线路(为了简化而未显示)运送，将通过线路 42、142 和 242 适当地分配。类似地，用过的胺将通过线路 41、141 和 241 离开酸性气体去除容器 10、110 和 210，合并到一个主要线路(也未显示)中，进入单个酸性气体再生容器的上部。在每个实施方案中，再生的胺水溶液在连续的基础上被提供到每个容器的上部，用过的胺溶液从容器的下部回收，传输回去进行再生。

当使用一个再生容器时，容器必须制成一定大小，以提供足够的新鲜再生胺水以从气流中去除酸性气体化合物，所述气流加入到操作中的酸性去除容器 10、110 和 210。一个再生容器的尺寸制造需要很少的额外费用以提供足够的再生产量，从而提供足够的再生胺来服务所有四个容器。因此，通过简单地增加单个酸性气体去除接触容器可以实现额外的扩充。只要存在大量的再生能力，由于仅要求增加单个酸性气体去除容器而不是酸性气体去除容器和再生容器，以显著减少的资本成本就可以得到气体产量的增加。

在图 3 所示的优选实施方案中，显示了适用于给轻质烃气体流脱水的容器排列，其中实线表示运载(新的或现有的)列车，虚线表示用于一个或两个段扩充所需的可能的扩充设备和相关管道。入口气流通过线路 43'(43 分)容纳，可以通过分别线路 44、45、46、47 和 48 传输到不在再生模式中的脱水容器 20、21、22、120 和 220。几乎不含水的产品流分别通过工艺线路 54、55、56、57 和 58 回收。每个容器可设计为用于脱水或再生模式的操作，这为了简化而没有全部显示。例如，如图 3 实线所示，容器 20 和 21 为脱水模式，而容器 22 为再生模式，其中解吸气通过线路 70 引入容器 22，通过线路 71 离开。尽管未在图 3 中绘出，每个容器根据适当的阀和管道而设计，使得所有的脱水容器可以在脱水或再生模式下操作，如通过前面实施例所述的。

在图 4 所示的优选实施方案中，显示了适于轻质烃气体液化的低

温换热器和相关的压缩机、涡轮机和管道，其中实线表示运载(新的或现有的)列车，虚线表示用于一个或两个段模块化扩充所需的可能的扩充设备和相关管道。在 ARGU 中处理并被脱水的气流通过工艺线路 59'(59 分)容纳，可以分别通过线路 59、159 和 259 分配到低温换热器 15、115 和 215。

如图所示，压缩制冷剂分别通过涡轮机 31、33、35、37、131、135、231 和 235 被供应给低温换热器 15、115 和 215，所述涡轮机分别轴连接到制冷剂压缩机 32、34、36、38、132、136、232 和 236。高压制冷剂通过压缩制冷剂线路 61、62、162 和 262 供应给压缩机 32、34、132 和 232。在高压制冷剂完成作为制冷剂的目的，并温热到基本上气体状态之后，这些线路典型地从低温换热器 15、115 和 215 返回高压制冷剂。压缩的高压制冷剂通过线路 63、64、163 和 263 供应给低温换热器 15、115 和 215。低压制冷剂通过低压制冷剂线路 65、66、166 和 266 供应给压缩机 36、38、136 和 236。在低压制冷剂完成作为制冷剂的目的并温热到基本上气体状态之后，这些线路典型地从低温换热器 15、115 和 215 返回低压制冷剂。压缩的低压制冷剂通过线路 67、68、167 和 267 供应给低温换热器 15、115 和 215。这没有什么重要性，除了制冷剂可以从压缩机 32、34、36、38、132、136、232 和 236 按需要以不同的压力生产，并按需要适当地在制冷过程中的不同点传输到低温换热器 15、115 和 215。可以在高压和低压制冷剂回路中使用相同或不同的制冷剂。

尽管未在图 4 中显示，汞或其他杂质的去除设备典型地用于轻质烃液化过程。对于汞去除，有两种方法来完成这个任务：非再生系统或再生系统。

在非再生系统中，气相中的元素汞被汞捕获材料如硫捕获，所述材料将挥发性汞固定为非挥发性硫化汞(HgS)的形式。最常见地，将活性炭用汞固定化合物如硫化学处理或浸渍。汞被化学吸附到非再生碳

上, 该非再生碳必须定期更换。

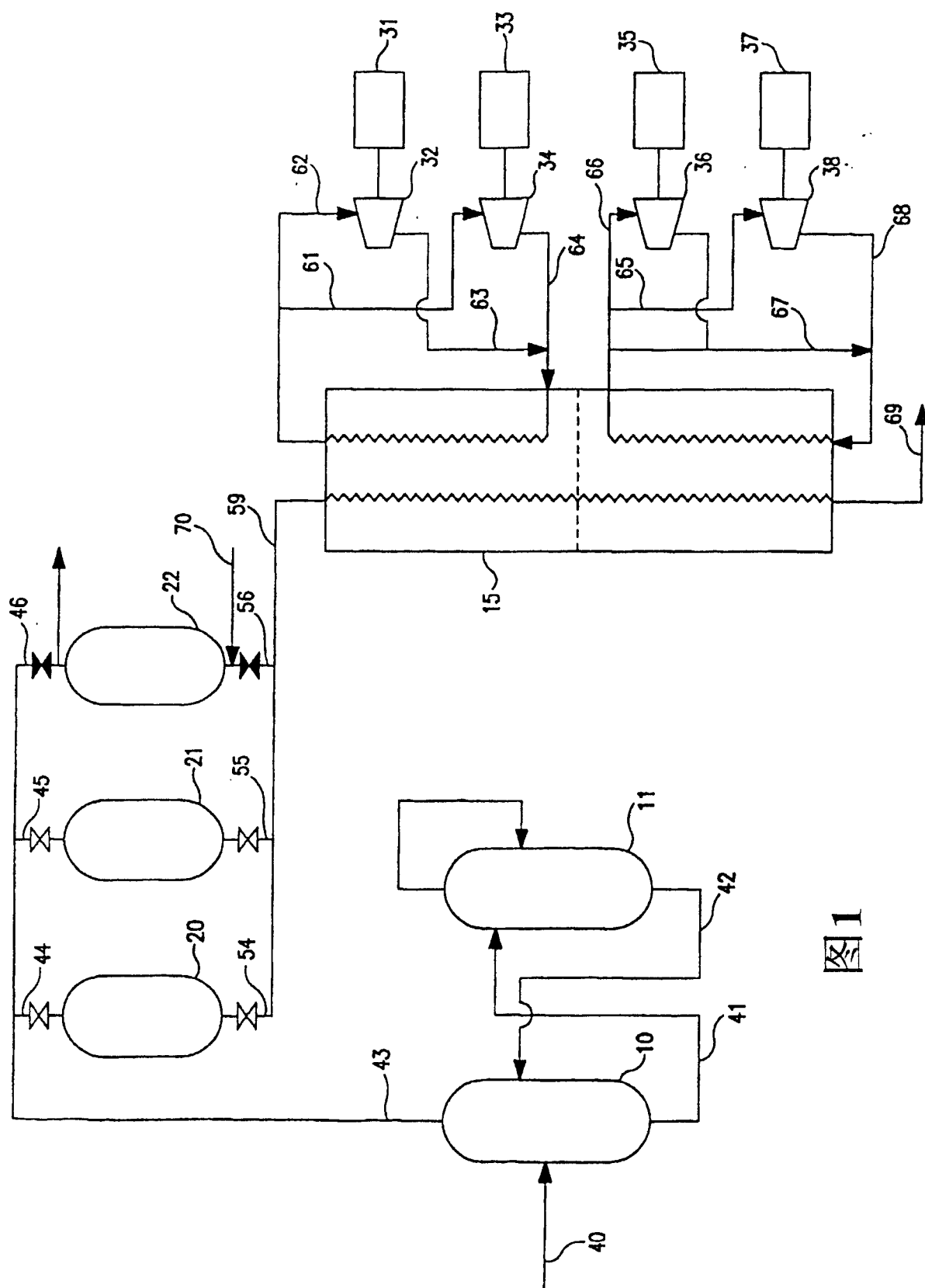
在再生系统中, 气相中的元素汞被汞捕获材料如银捕获。银被负载在氧化铝或沸石(分子筛)、或其他惰性载体上。将该材料放置在分子筛单元内, 汞在再生循环过程中被脱附。

根据本发明, 显示了改进系统和方法, 用于生产制冷过程用的天然气, 其通过酸性气体去除和脱水处理, 包括运载列车和多个段扩充。在观察图 2 至 4 后, 本领域技术人员将易于理解, 在空间(不动产)和资本支出方面的节约可通过本发明的模块化扩充得到。

根据本发明, 实现了改进的效率和经济性, 包括在轻质烃气体液化过程的运载列车中的共用设备, 其可以被通过模块化或使用该共用设备的后续扩充段使用, 所述共用设备设计用于初始在液化过程中处理的轻质烃气体的所需最大产量。这导致过程的整个操作在最大产量时的大量节省, 并提供了在逐渐扩充过程中的很大便利性。例如, 在轻质烃气体流的处理中, 如上面讨论的通过加入再生部分达到了改进的经济性, 所述再生部分具有适合的大小来再生胺水, 用于所有的酸性气体去除容器, 在包括组合的所有列车的过程最大产量时预计使用它们。尽管可能有许多年不能达到这个产量, 但是参照通过使用每节列车的第二再生容器和第二酸性气体去除容器相比, 与由此带来的节省比较, 较大容器的额外成本相对较小。类似地, 使用上面讨论的脱水容器导致了大量节省。例如, 甚至当初始仅使用两个容器时, 以这种方式添加用于操作的第三容器允许增加第二列车, 但是增加了仅单个脱水容器, 而不是常常需要的一对脱水容器。还如图 2-4 所述, 如果所需的产量增加不要求全部液化设备, 可以增加额外的液化设备, 其具有减少的轻质烃气体流和减少量的压缩制冷剂来提供液化轻质烃气体流, 其量足以满足当前的要求。类似地, 对接设备、进出、 C_3+ 烃去除设备等都被设计用于模块化扩充或具有一定大小来容纳初始时的最大设备尺寸, 当需要过程扩充时导致的效率和经济性通过减少设备重

复达到。

尽管本发明已参照某些优选实施方案进行了描述，但是应指出，所述的实施方案是说明性的，而不是限制性的，在本发明的范围内许多变化和修改是可行的。基于对上述优选实施方案的回顾，许多这样的变化和修改被本领域技术人员认为是显而易见的且是希望的。



一
圖

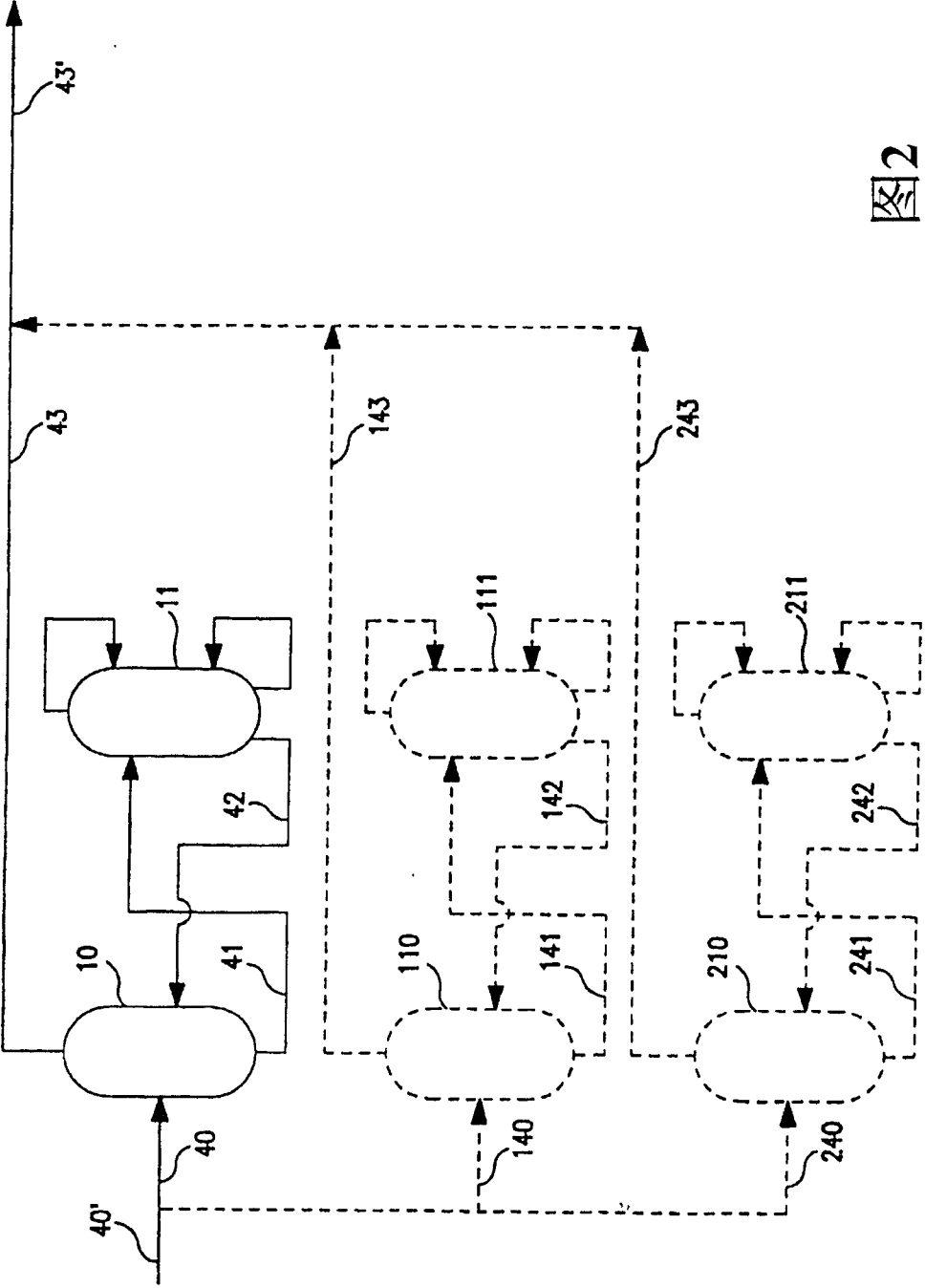


图2

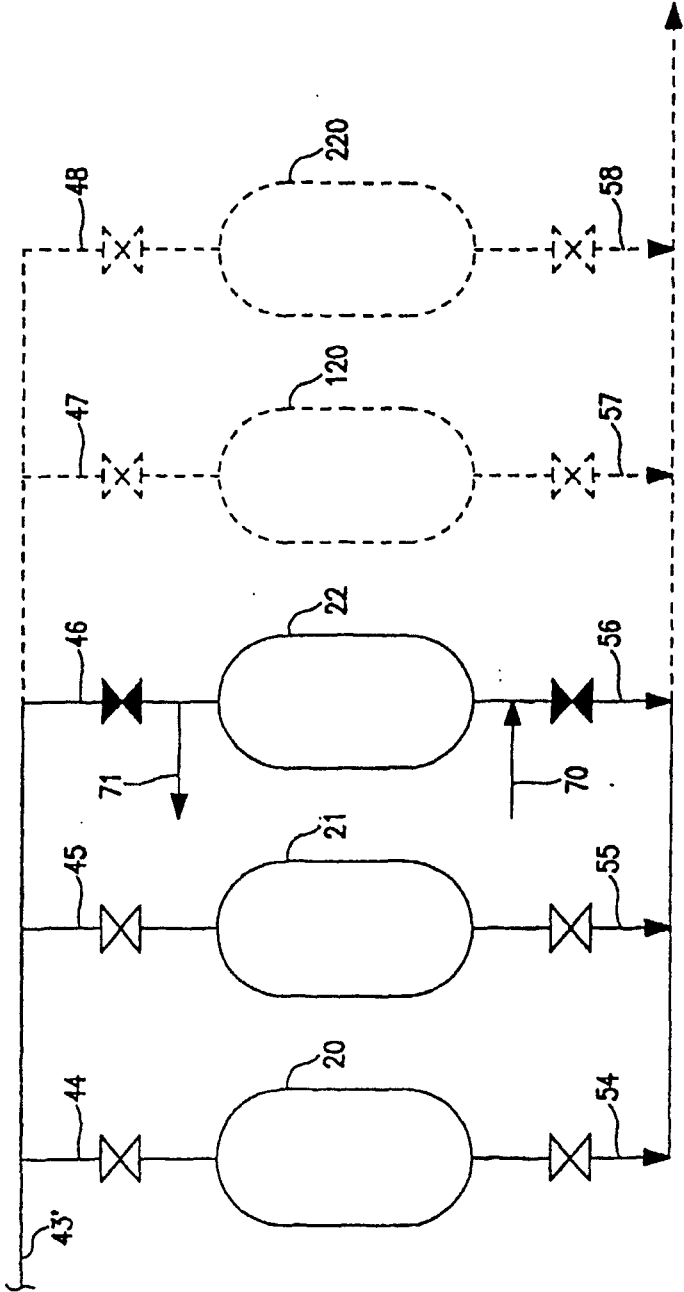


图3

