



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101802480 A

(43) 申请公布日 2010.08.11

(21) 申请号 200880106389.0

(22) 申请日 2008.08.27

(30) 优先权数据

0757456 2007.09.10 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.03.10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2008/051533 2008.08.27

(87) PCT申请的公布数据

W02009/034283 FR 2009.03.19

(71) 申请人 乔治洛德方法研究和开发液化空气
有限公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 L·阿利迪热斯 T·沙波诺
S·塞凯拉 T·维纳尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 吴鹏 马江立

(51) Int. Cl.

F17C 5/06 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

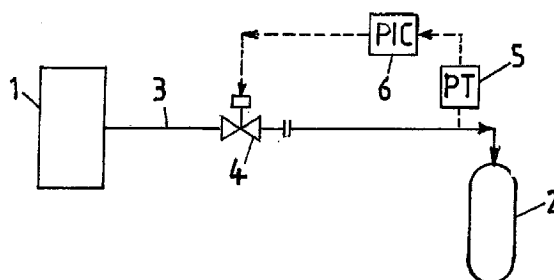
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页
按照条约第19条的修改 2 页

(54) 发明名称

用于填充加压气体容器的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种从压力 P_1 下的至少一个气体源填充压力 P_2 下的气体容器的方法, P_1 大于 P_2 , 所述容器和所述至少一个气体源经由能将气体从一者传输到另一者的管线连接, 该填充以如下流率发生, 即, 在填充结束时, 该流率低于起始流率, 其中, 所述方法包括多个相继进行的填充步骤 1 到 i , 以填充流率 D_1 到 D_i 进行其中每个步骤, 各步骤持续时间 t_1 到 t_i , i 是等于或大于 2 的整数, 步骤 $i-1$ 的流率大于步骤 i 的流率, 其特征在于, 相继进行的填充步骤 1 到 i 被设计、以便造成对容器的有控制的加热, 使所述容器中的热耗散最大化而不会使容器中的温度增加到高于容器所容许的最大温度; t_i 的总和介于 1 和 7 分钟之间, 优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间, 更优选地介于 2 和 4 分钟之间。



1. 一种用气体填充容器的方法,其中将容器从压力 P_1 下的至少一个气体源填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ,所述容器和所述至少一个气体源经由能将气体从一者传输到另一者的管线连接,该填充以如下流率发生,即,在填充结束时,该流率低于起始流率,该方法包括多个相继进行的填充步骤 1 到 i ,以填充流率 D_1 到 D_i 进行其中每个步骤,各步骤持续时间 t_1 到 t_i , i 是等于或大于 2 的整数,步骤 $i-1$ 的流率大于步骤 i 的流率,其特征在于,相继进行的填充步骤 1 到 i 被设计,以便造成对容器的有控制的加热,使所述容器中的热耗散最大化而相应地不会使容器中的温度增加到高于罐所容许的最大温度;以及 t_i 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

2. 根据权利要求 1 所述的填充方法,其特征在于, i 是介于 2 到 20 之间的整数,优选地 i 是 2、3、4 或 5。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的填充方法,其特征在于,该方法包括三个相继进行的填充步骤,其中第一填充步骤具有流率 D_1 、持续时间 t_1 ,第二填充步骤具有流率 D_2 、持续时间 t_2 ,第三填充步骤具有流率 D_3 、持续时间 t_3 ,其中 $D_1 > D_2 > D_3$,时间 $t_1+t_2+t_3$ 的总和介于 1 和 7 分钟之间、优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间、更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的填充方法,其特征在于,以连续减小的流率进行所述相继进行的填充步骤,所述连续减小的流率分别具有不同的减小速率。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的填充方法,其特征在于,对气体源和 / 或容器和 / 或能将气体从一者传输到另一者的管线进行冷却。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用设置在能进行气体传输的所述管线中的开 / 关阀来调节填充所述容器所用的速率。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用设置在能进行气体传输的所述管线中的可变流量调节阀来调节填充所述容器所用的速率。

8. 根据权利要求 7 所述的填充方法,其特征在于,使用具有不变或可变作用的 PID(比例、积分、微分)调节器来控制可变流量调节阀。

9. 根据权利要求 7 所述的填充方法,其特征在于,使用具有预测作用的调节器来控制可变流量调节阀。

10. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用并行设置在能进行气体传输的所述管线中的、具有不同流动断面的一组开 / 关阀来调节填充所述容器所用的速率。

11. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用压缩机的供电频率的变化或使用压缩机的气力供给频率的变化来调节填充所述容器所用的速率。

12. 根据权利要求 1-11 中任一项所述的方法,其特征在于,相继进行的填充步骤中的第一填充步骤设计成达到但不超过容器中的、等于容器所容许的最大值的气体温度。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,将随后的填充步骤(在第一填充步骤之后)设计成保持容器中的气体温度等于容器所容许的最大值。

14. 根据权利要求 1-13 中任一项所述的方法,其特征在于,该方法包括计算随时间变化的最佳填充速率曲线的步骤,所述最佳曲线被预先计算,以便获得最小总填充时间,该最小总填充时间随下列因素而变化:罐的特性(几何形状和 / 或热阻);周围环境条件(尤其是周围环境温度);源气体的条件(特别是填充气体的压力和温度);以及任何限制条件

(尤其是罐的最大容许壁温和可能的最大填充速率)。

15. 根据权利要求 1-14 中任一项所述的方法,其特征在于,该方法包括计算随时间变化的最佳填充速率曲线的步骤,所述最佳曲线被预先计算,以便获得最小总填充时间,该填充曲线位于分别是“下限”和“上限”的两个界限曲线之间,所述两个界限曲线被计算且对应于根据下列值、相对于填充时间的被传输的气体量:

作为总时间的百分数的 填充时间	作为被传输的总物质量 的百分数的下限	作为被传输的总物质量 的百分数的上限
0	0	0
10	12	35
20	25	48
30	37.5	58
40	48	67
50	58	75
60	68	83
70	75	88
80	82.5	92
90	91	96
100	100	100

用于填充加压气体容器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及加压气体容器的填充。特别地，本发明涉及对车辆的气体罐的填充，所述车辆利用燃料电池运行或具有利用氢进行操作的内燃机。

背景技术

[0002] 文献 EP 1 818 597 描述了一种填充方法，该填充方法包括使用两个相继进行的填充步骤（第二填充步骤的填充速率低于第一步骤的填充速率）。该填充方法设计成用于改进测量（例如压力和温度测量）的可靠性和在填充期间传输的气体量的准确性。该方法尽管确实能实现被传输质量的相对准确的测量，但是，其对于提高填充速度并不令人满意。

[0003] 车辆的车载氢罐或容器必须在最多几分钟内、优选地在少于 5 分钟内被填充，以便使填充与用户对车辆的日常使用相协调，即，以便使车辆不能使用的时间最少。

[0004] 罐的快速加压造成气体被加热到高的温度，这可能会损坏罐壁。因此，不超过罐制造商给定的该温度限值非常重要。

[0005] 气体加热的原因一方面是由于 Joule-Thomson 效应，即，由于氢源与罐之间的压力差造成的加热，另一方面是由于接收罐中的气体的压缩。Joule-Thomson 加热沿着管线和附件、特别是阀、软管和管道、包括填充回路而发生。关于通过气体压缩发生的加热，这是由于经由供给气体在罐中引入了焓：由于被压缩，罐中的气体温度升高。这些现象的组合效应就是热量的释放。

[0006] 在该加热的同时，存在从气体向其罐壁并然后向罐的环境的热耗散。该耗散取决于气体的热性质、罐、周围环境温度和起始填充条件。根据填充期间所用的流率如何变化，加热效应将比耗散效应更显著或更不显著。

[0007] 对于计算填充期间罐中气体状况随着某些参数（例如起始条件、环境和罐的特性）和填充操作变量（在整个填充操作期间供给气体状况和填充期间的流率）的变化，存在数学模型。

[0008] 例如下面三篇文献给出了这种数学模型的详细信息：

[0009] [1] K. Barral, E. Werlen, P. Pisot 和 P. Renault, “Thermal Effects related to H₂ fast filling in high pressure vessels depending on vessels types and filling procedures: modeling, trials and studies”, European Hydrogen Energy Conference (欧洲氢能会议) EHEC, Grenoble (法国), 2003 年 9 月；

[0010] [2] S. Pregassame, K. Barral, L. Allidieres, T. Charbonneau 和 Y. Lacombe, “Operation feedback of hydrogen filling station”, Hydrogen and Fuel Cells 2004 Conference and Trade Show (2004 氢与燃料电池会议及贸易展) (Toronto, 2004 年 9 月)；

[0011] [3] K. Barral, S. Pregassame 和 P. Renault, “Thermal effects of fast filling hydrogen compression in refueling stations”, 15th World Hydrogen Energy

Conference(第15届世界氢能会议),Yokohama(日本),2004年6月。

[0012] 这种模型可被用于以数学方法将优化问题公式化。

[0013] 具体地,本发明人特别提出确定随时间变化的填充速率曲线,以便总填充时间最短——已知罐的特性、周围环境条件(例如周围环境温度)、源气体条件(例如压力和温度)和任何限制条件(例如罐的最大壁温和最大填充速率)。

[0014] 本发明人已经能够确定,当从至少一个加压气体源填充给定罐时,当所有其它条件恒定时,存在最佳填充速率曲线,以便使用于填充给定物质量所需的时间最短。令人惊讶的是,该最佳曲线对应于热耗散的最大化。

[0015] 本发明可涉及该最佳速率曲线的形式和应用。在他们的研究期间,本发明人已能够确定,根据最佳填充速率曲线,该速率随时间而减小,且能够通过一系列坡度减小的直线、即通过一系列不同的减小的速率来接近该最佳速率曲线。事实上,本发明人已经发现,当在填充开始时的填充速率高于填充结束时的情况下,填充时间可被减少。借助于填充开始时的高流率以及然后较低的流率,加热可被控制且能量耗散最大化。更特别地,值得荣耀的是,本发明人已经开发出了一种利用加压气体填充容器的新方法,该方法包括具有不同流率的至少两个填充步骤。

[0016] 重要的是应注意到,当存在单个气体源、例如加压罐(当源变空,其压力减小)时,自发地实现填充开始时的高速率和趋于填充结束时的低速率。但是,为了限制加热和为了经济方面的原因,气体源在实践中由一定数量的处于不同压力下的源形成。这种情形要求积极地控制填充,以便以希望的流率变化进行填充。

[0017] 可在XY平面内示意性地表示填充曲线,其中,X轴是填充时间,表示为总时间的百分数,Y轴是被传输气体量,表示为希望的总物质量变化的百分数。由于接收罐的容积不变,因此,被填充的罐中的密度可代替物质量作为量度。由于温度变化相比于压力变化相对较小,因此,重要的是应指出,该曲线与压力随时间的变化曲线相比并无显著区别。

发明内容

[0018] 因此,本发明涉及一种用气体填充容器的方法,其中,将该容器从至少一种在压力 P_1 下的气体源填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ;所述容器和所述至少一种气体源经由能将气体从一者传输到另一者的管线连接,其特征在于,以如下流率进行填充,即,在填充结束时的流率低于起始流率。

[0019] 更具体地,本发明涉及一种如上所述的填充方法,其特征在于,该填充方法包括多个相继进行的填充步骤1到i,以填充流率 D_1 到 D_i 进行其中每个步骤,各步骤持续时间为 t_1 到 t_i ,i是等于或大于2的整数,步骤i-1的流率大于步骤i的流率, t_i 的总和介于1和7分钟之间,优选地介于1分30秒和5分钟之间,更优选地介于2和4分钟之间。在一有利的实施例中,容器在少于3分钟内被填充。

[0020] 图4示出了当前使用的用于快速填充的罐类型的这种XY图的一个示例。分别是“下限”和“上限”的两条曲线限定了最佳填充区。

[0021] 图5的表格详细列举了与这些限值相关的被传输物质量值(随时间变化)。作为参考,图4还示出了绘制为点划线的曲线 $X=Y$ 。该 $X=Y$ 曲线非常接近以恒定压力坡度填充所对应的曲线。

[0022] 虚线曲线示出了变化最优的一个填充示例,其中,该变化通过应用两个速率近似得到:第一高速率(在总填充时间的前 20%内传输物质量的 40%)和第二较低速率。

[0023] 表述“加压气体容器”在本发明中应理解为是指任何气体罐,特别是罐车(citerne)类型的、移动式罐,最特别地是车载罐(réservoir devéhicule),需要被快速填充和使气体能被保持在压力下。在本发明的一个具体实施例中,表述“加压气体容器”应理解为是指一定数量的罐,例如特别是并行放置的多个气瓶,具有相同或不同的容量。

[0024] 表述“加压气体源”在本发明中应理解为是指本领域技术人员所能得到的任何源,具有如下类型:气体管线、精炼罐、运罐车(camion citerne)、基于氢化物的氢的存储罐、压缩机输送回路、或气站罐(citerne de stationservice),它们可组成用于根据本发明的加压气体容器的供气源。在本发明的一具体实施例中,表述“加压气体源”应理解为是指一定数量的加压气体源,例如特别是处于增加的压力下的一系列罐,或者是通过一个或多个压缩机加压的罐。

[0025] 换句话说,表述“加压气体容器”表示能用气体填充的任何容器,表述“加压气体源”表示能填充容器的任何气体源。

[0026] 表述“能将气体从一者传送到另一者的管线”应理解为是指本领域技术人员所用的、用于将气体从气体源传送到容器的任何类型的管线。特别地,这涵盖了能够承受高压的管线。

[0027] 表述“填充速率”在本发明中应理解为是指每单位时间内填充容器的气体的量。

[0028] 根据本发明,容器以减小的速率被填充,即,与填充结束时相比,加压容器在填充开始时以较高的速率被填充: $D_1 > D_2 > D_3 > D_4 > D_5 \dots > D_i$ 。以填充速率 D_1 进行第一填充步骤、持续时间 t_1 ,以填充速率 D_2 进行第二步骤、持续时间 t_2 ,等等。换句话说,填充速率在填充开始时高,然后减小,由此防止加压容器中的气体压力的过大增加、和防止所述容器中的气体温度增加到罐所容许的最大温度以上。此外,利用流率调节的该填充方法具有容易实施且不昂贵的优点。优选地,如上所述的该填充方法包括 2 到 20 个具有减小的填充速率 D_1 到 D_{20} 、持续时间为 t_1 到 t_{20} 的相继进行的填充步骤,时间 t_1 到 t_{20} 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

[0029] 更加优选地,如上所述的该填充方法包括 2、3、4 或 5 个具有减小的填充速率 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 和 D_5 、持续时间为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 和 t_5 的相继进行的填充步骤,时间 $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5$ 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

[0030] 在一具体实施例中,如上所述的填充方法仅包括两个相继进行的填充步骤,其中第一填充步骤具有流率 D_1 、持续时间 t_1 ,第二填充步骤具有流率 D_2 、持续时间 t_2 ,其中 $D_1 > D_2$,时间 t_1+t_2 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

[0031] 在另一具体实施例中,如上所述的填充方法包括三个相继进行的填充步骤,其中第一填充步骤具有流率 D_1 、持续时间 t_1 ,第二填充步骤具有流率 D_2 、持续时间 t_2 ,第三填充步骤具有流率 D_3 、持续时间 t_3 ,其中 $D_1 > D_2 > D_3$,时间 $t_1+t_2+t_3$ 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

[0032] 在本发明的一个实施例中,如上所述的填充方法的特征在于,所述相继进行的填

充步骤以连续减少的流率进行,分别具有不同的减少速率。

[0033] 如上所述的一系列不同的、减少的流率使得在实践中能够尽可能接近最佳流率曲线,即,最短填充时间。因此,本领域技术人员将能知晓每个填充步骤的持续时间 t_i 。该时间 t_i 可以相同,也可以不同。

[0034] 在本发明的一个具体实施例中,如上所述的填充方法可与冷却填充设备的装置相关。具体地,可以通过进一步略微降低加压容器中的气体的温度来进一步提高填充速度。因此,本发明还涉及一种如上所述的方法,其中设备全部或部分地被冷却。特别地,气体源和/或容器和/或连接气体源与容器的管线可被冷却。出于实践方面的原因,在一有利的实施例中,在填充期间通过位于填充回路中的热交换器来冷却气体。

[0035] 根据本发明,可通过本领域技术人员所知的用于调节流率的任何构件来控制填充速率。特别地,可通过科里奥利 (Coriolis) 流量计、管线中气流阻力方面的压力差、或物质质量随时间的变化来测量流率。使用数学模型,还能够估计流率随该方法的其它容易测量的变量——特别是压力——的值和/或值的变化而发生的改变。因此,罐中或气体的压力的减小被记录,和/或加压气体容器中的压力的增加使得能够计算被传输的量,在测量了温度的情况下,该计算更加准确。在根据本发明的方法的一个实施例中,通过设在能进行气体传输的所述管线中的开/关阀来调节填充所述容器所用的速率。

[0036] 表述“开/关阀”在本发明中应理解为是指用于以离散/不连续的方式来调节通过所述管线的流体的流动速率的装置,其特征在于,它仅包括两种状态,打开(即,使流体全部通过)或者关闭(即,使流体不能通过)。

[0037] 在该实施例中,通过相继地打开和关闭开/关阀来调节流率。为了获得高的流率,阀处于打开的阶段将长于阀处于关闭的阶段。相反,为了获得较低的流率,阀处于关闭的阶段将长于阀处于打开的阶段。另外,在该实施例中,开/关阀的打开和关闭可取决于平均流率测量、加压气体容器中和/或气体源中和/或连接源与容器的管线中的压力。因此,可以使用瞬时流率测量,其在给定时间窗中被计算,还考虑了流率为零的时间段,以便获得对于特定时间窗的平均流率。例如,如果该平均流率高于希望流率,则与阀打开相比,该阀将保持关闭更长的时间。特别地,可随时间测量容器中的压力增加,和/或可随时间测量气体源中的压力减小。例如,当容器中的压力增加太多时,必须减小填充速率,因此,与阀打开相比,阀将保持关闭更长的时间。该调节可由操作员手动地进行,但是当然优选使用自动化的控制系统,估计或测量被传输量、气体容器中、气体源中和/或连接源与容器的管线中的压力、以及根据是否需要增加或减少填充速率来打开或关闭所述阀。在该实施例中,操作员作为设定点应用一系列流率坡度,并可尽可能接近于最佳流率曲线。

[0038] 在根据本发明的方法的另一实施例中,使用设在能进行气体传输的所述管线中的可变流量调节阀来调节填充所述容器所用的速率。

[0039] 表述“可变流量调节阀”在本发明中应理解为是指能以模拟方式调节通过所述管线的流体的流率的装置,其特征在于,阀的打开和关闭可被逐渐地调节。为了获得高的流率,操作员将阀完全打开,为了减少流率而稍微关闭该阀。

[0040] 该实施例还可包括对加压气体容器中的气体温度的直接测量,由此使得能够通过将温度保持在容器所能容许的最大值来接近最佳在线填充速率。在该实施例中,通过本领域技术人员已知的任何构件、特别是通过具有不变或可变作用的PID(比例、积分、微分)调

节器来调节流率,因为PID调节器可具有不变和/或可变的参数(比例、积分或微分作用)以补偿系统的非线性。

[0041] 另外,在另一种调节类型中,可使用具有预测作用的调节器来控制可变流量调节阀。术语“预测作用”应理解为特别涉及基于模型的控制运算法则,使得能够预测系统的行为,并总是应用合适的流率以减少超过最大温度的危险。

[0042] 理想地,优选使用更完整、更先进的控制系统,其通过使用数学模型而在填充进程中优化流率:特别是根据容器的形状和尺寸的变化以及当前与进口处的气体状况有关的信息来计算最佳流率曲线,然后改变为了遵循该曲线的流率,由此得到最短填充时间。在实践中,可能难以进行这种非常细微的调节。为此,优选使用连续的流率坡度,以便最好地接近预先确定的最佳流率曲线。

[0043] 此外,在根据本发明的方法的另一实施例中,通过并行设置和连接到能进行气体输送的所述管线中的一组具有不同流率的开/关阀来调节填充所述容器所用的速率,以便一个特定流率对应于一个开/关阀,且根据希望的填充速率来控制一个或其它阀的打开和/或关闭。

[0044] 在该具体实施例中,能进行气体输送的管线为并行设置的不同的开/关阀提供供给。这些阀中的每一个提供一特定的填充速率,具有较高或较低的值。因此,根据哪个阀被打开,填充速率将不同。优选地,一次只有一个阀打开,但是为了得到高的流率,可以同时打开多个阀,以便多个填充速率相加,以获得与每个打开的阀的填充速率的总和相对应的较高的最终速率。因此,根据该具体实施例,操作员能够应用随时间减小的一系列不同的流率坡度以便最好地接近最佳流率曲线。

[0045] 在另一实施例中,使用压缩机的供电频率的变化或使用压缩机的气力供给频率的变化来调节填充速率。

[0046] 根据本发明的再一具体实施例,根据容器的温度来调节填充容器所用的速率,该温度可通过本领域技术人员已知的任何构件进行测量或估计。

附图说明

[0047] 通过阅读对于仅为了说明性目的而给出的具体实施例和非限制性示例的详细说明将能更好地理解本发明。

[0048] 图1、2和3示出了用于实施根据本发明的方法的具体实施例的设备;

[0049] 图4示出了时间优化的快速填充(绘制出被传输物质量随时间的变化)的示例;

[0050] 图5示出了一表格,该表格详细列举了被传输物质量值(随时间变化)的示例,所述值与界定时间优化的填充的上限和下限相关;

[0051] 图6和7分别示出了在根据本发明的两个填充示例中被传输物质量和温度的变化。

具体实施方式

[0052] 图1示出了用于实施用气体填充容器2的方法的设备,其中,将该容器从压力 P_1 下的气体源1填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ;所述容器2和所述气体源1经由能将气体从一者传输到另一者的管线3连接。使用设在所述管线3中的开/关阀4来调节填充容器2的气体

的流量。该开 / 关阀 4 的打开和关闭取决于平均流率,与容器 2 中的加压气体的压力 P_2 的增加相关,这通过使用压力变送系统 5 或 PT(压力变送器)在容器 2 的入口处测量输送管线 3 中的压力来进行估计,所述压力变送系统 5 或 PT 耦合到控制阀 4 的打开和关闭的压力指示器 6 或 PIC(压力指示器控制器)。

[0053] 图 2 示出了用于实施用气体填充容器 12 的方法的设备,其中,将该容器从压力 P_1 下的气体源 11 填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ;所述容器 12 和所述气体源 11 经由能将气体从一者传输到另一者的管线 13 连接。使用设在所述管线中的可变流量调节阀 14 来调节填充容器 12 的气体的流量。该调节阀 14 的打开和关闭取决于气体传输速率,这使用流量变送系统 15 或 FT(流量变送器)进行测量,该流量变送系统 15 或 FT 耦合到控制阀 14 的打开和关闭的流量指示器 16 或 FIC(流量指示器控制器)。

[0054] 图 3 示出了用于实施用气体填充容器 22 的方法的设备,其中,将该容器从压力 P_1 下的气体源 21 填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ;所述容器 22 和所述气体源 21 经由能将气体从一者传输到另一者的管线 23 连接。使用并行设置且与所述管线 23 连接的一组三个具有不同流率的开 / 关阀 24、25、26 来调节填充容器 22 的气体的流量,以便根据填充速率控制与一个开 / 关阀 24、25、26 相对应的一个特定流率、以及每个阀的打开和 / 或关闭,所述填充速率使用流量变送系统 27 或 FT(流量变送器)进行测量,该流量变送系统 27 或 FT 耦合到控制阀 24、25、26 的打开和关闭的流量指示器 28 或 FIC(流量指示器控制器)。

[0055] 示例

[0056] 示例 1:通过相继进行的填充步骤和离散调节来用气体填充容器

[0057] 在压力下用 1.08kg 氢填充 47 公升的 III 型瓶(由具有铝衬的复合物制成)而不会超过最大温度 72°C。

[0058] 为此,使用保持在 400bar 压力和 25°C 温度下的集管(collecteur)作为加压氢源。

[0059] 根据两种不同的协议填充所述瓶。

[0060] 第一协议与传统填充相对应,包括在 5.1g/s 的恒定平均流率下填充,该流率在这里与压力升高速率(118bar/min)相关,该压力升高易于测量,由于瓶中气体的压力的线性升高,使用开 / 关阀,该开 / 关阀的打开和关闭速率改变,从而由于流量激增而使瓶中的压力以线性的方式升高。所用的压力升高与所能应用的最大恒定流率相对应,以便用气体填充整个瓶而不会超过 72°C 的最大温度。通过遵循该协议,在 3.1 分钟内填充该瓶,瓶中达到的最大温度为 72°C。

[0061] 然后通过根据本发明的方法应用 3 个连续流率在不同条件下进行相同的填充操作。如在前一情形中那样,这些流率与压力升高的速率相关。应用对应于 220bar/min(10.6g/s)的第一流率 D_1 ,然后应用对应于 150bar/min(6.8g/s)的第二流率,最后应用对应于 80bar/min(3.2g/s)的第三流率。通过遵循该协议,瓶中的压力由于流量激增而稳定地在区间内以线性的方式升高,以接近最佳非线性填充曲线。很快达到最大温度,但该最大温度在填充期间保持不变。最后,仅在 2.5 分钟后完全填充该瓶。

[0062] 因此,时间节约显著:与传统方法相比,气体传输加快 25%。图 6 示出了该示例中在填充期间被传输物质量和温度的变化。

[0063] 示例 2:通过相继进行的填充步骤和模拟调节来用气体填充容器

[0064] 在压力下用 1.4kg 氢填充 36 升的 IV 型瓶(由具有聚合物衬的复合物制成)而不会

超过最大温度 85℃。

[0065] 为此,使用保持在 900bar 压力和 -20℃温度下的集管作为加压氢源。

[0066] 根据两种不同的协议填充所述瓶。

[0067] 第一协议与传统填充相对应,包括在 5.95g/s 的恒定流率下填充,具有瓶中气体的近似线性的压力升高,使用模拟阀。5.95g/s 的流率与所能应用的最大恒定流率相对应,以便使用气体填充整个瓶而不超过 85℃的最大温度。通过遵循该协议,在 195 秒内填充该瓶,瓶中达到的最大温度为 85℃。

[0068] 然后通过根据本发明的方法应用 3 个连续的流率坡度在不同条件下进行相同的填充操作。应用 14.4g/s 的起始流率以每分钟 60%的减小速率进行 65 秒,然后应用每分钟 8.6%的第二流量减小速率 65 秒,最后应用每分钟 1.3%的第三流量减小速率直到填充完成。很快达到最大温度,但该最大温度在填充期间保持不变。最后,仅在 175 秒后填充该瓶。

[0069] 因此,时间节约显著:气体传输加快 10%。图 7 示出了该示例中在填充期间被传输物质质量和温度的变化。

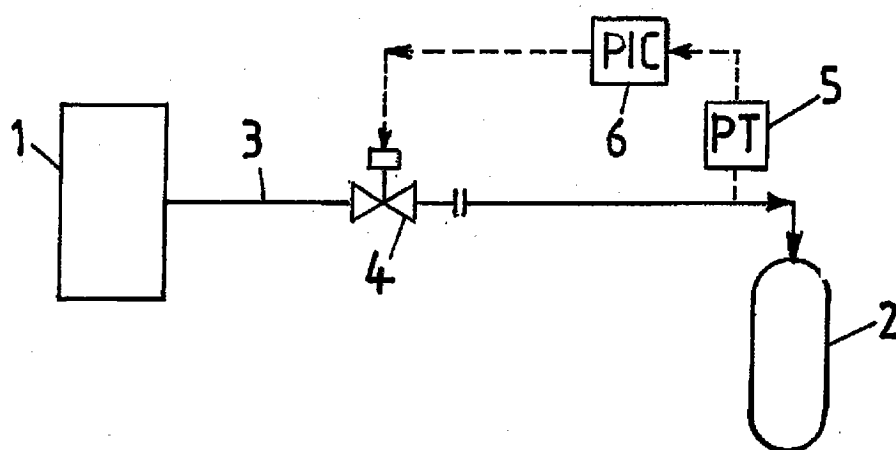


图 1

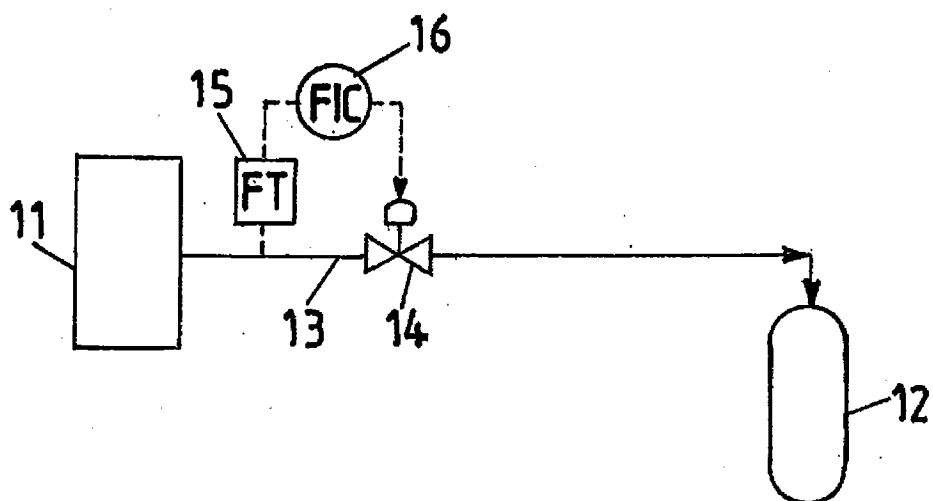


图 2

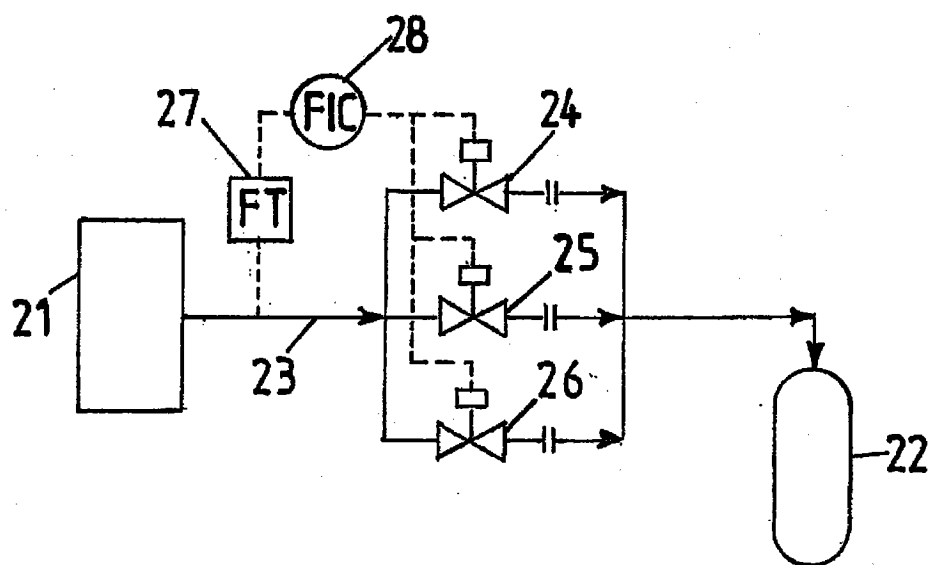


图 3

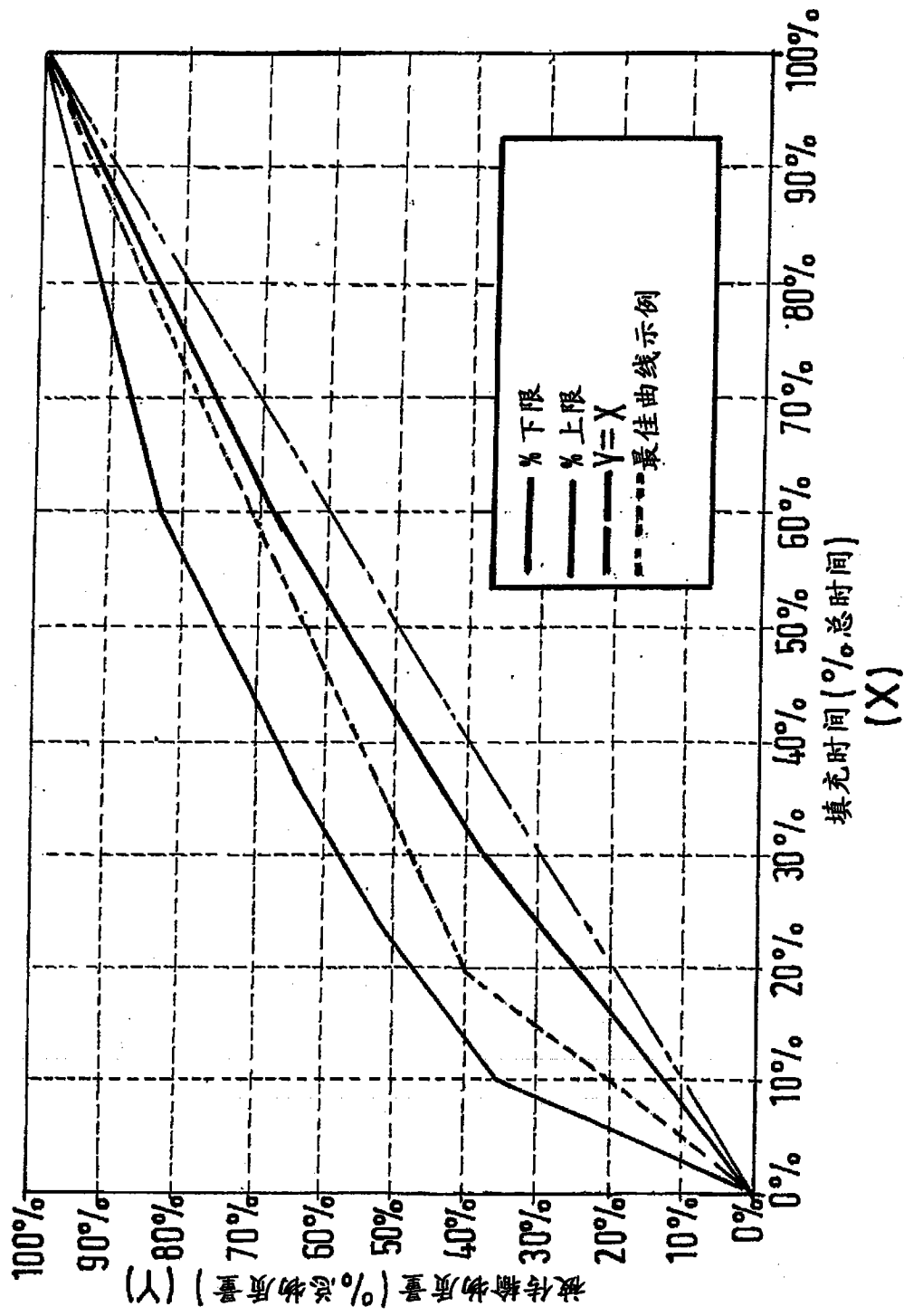


图 4

%时间	%被传输物质质量下限	%被传输物质质量上限
0%	0.0%	0.0%
10%	12.0%	35.0%
20%	25.0%	48.0%
30%	37.5%	58.0%
40%	48.0%	67.0%
50%	58.0%	75.0%
60%	68.0%	83.0%
70%	75.0%	88.0%
80%	82.5%	92.0%
90%	91.0%	96.0%
100%	100.0%	100.0%

图 5

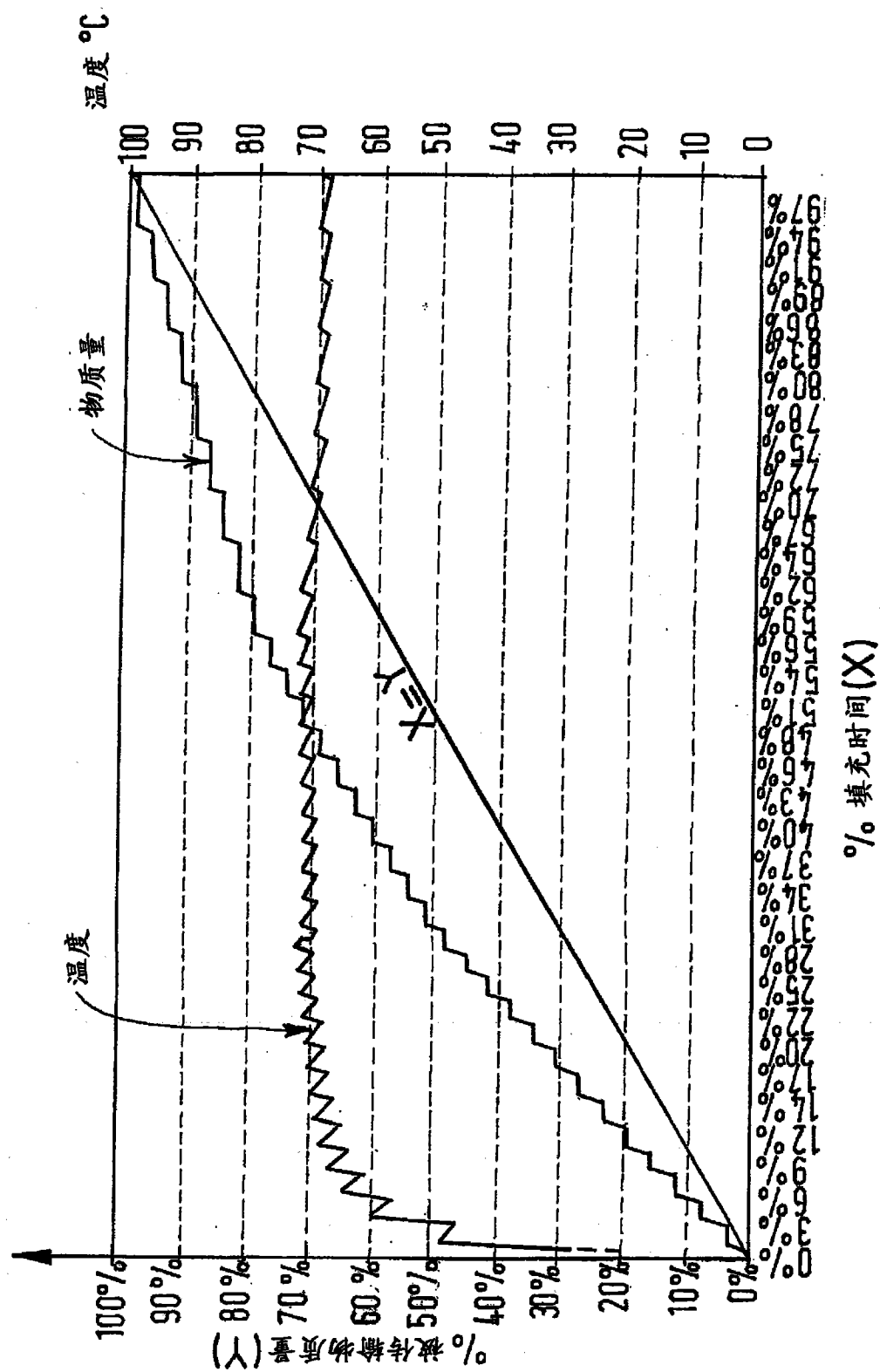


图 6

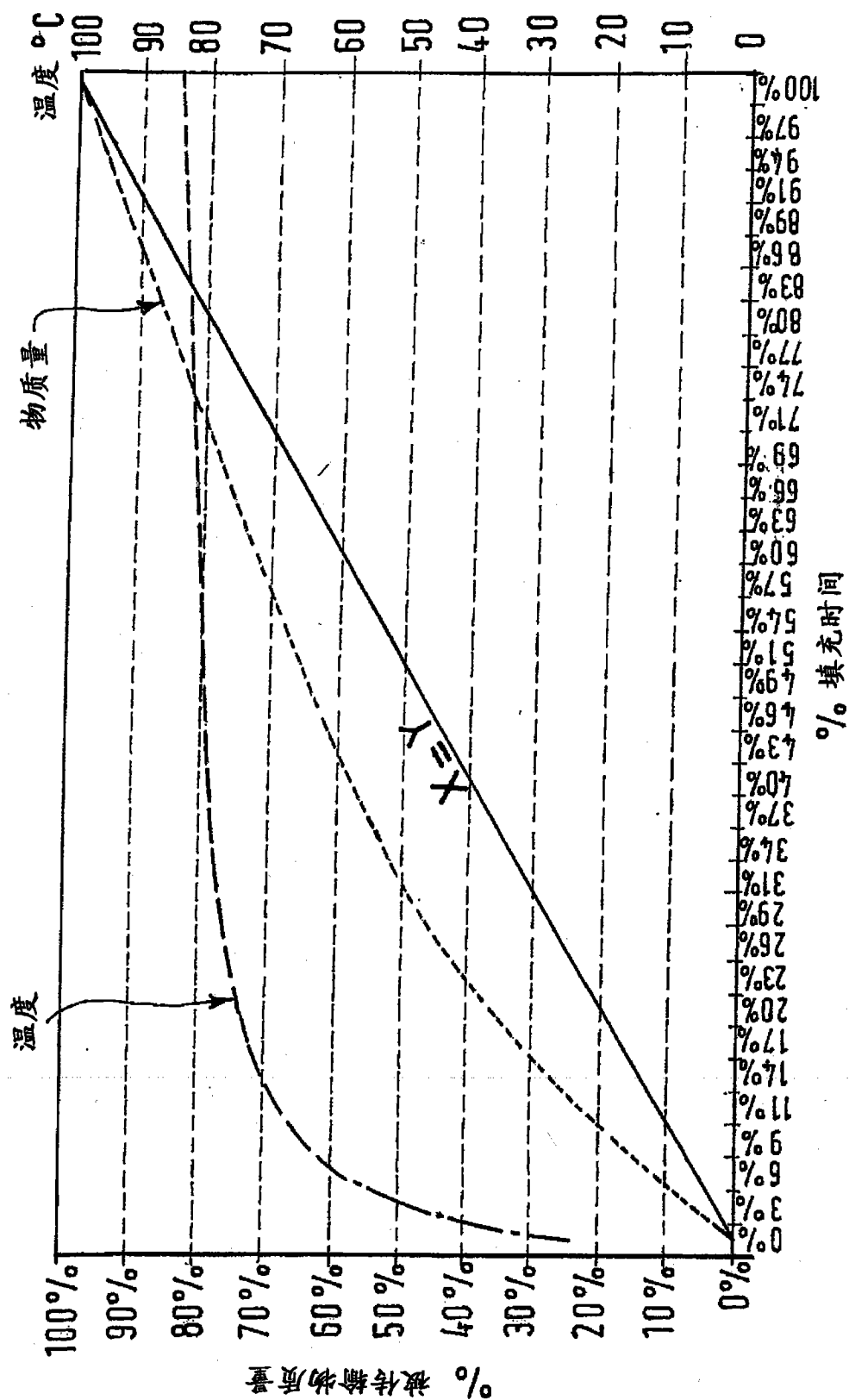


图 7

1. 一种用气体填充容器的方法,其中将容器从压力 P_1 下的至少一个气体源填充到压力 P_2 , P_1 大于 P_2 ,所述容器和所述至少一个气体源经由能将气体从一者传输到另一者的管线连接,该填充以如下流率发生,即,在填充结束时,该流率低于起始流率,该方法包括多个相继进行的填充步骤 1 到 i ,以填充流率 D_1 到 D_i 进行其中每个步骤,各步骤持续时间 t_1 到 t_i , i 是等于或大于 2 的整数,步骤 $i-1$ 的流率大于步骤 i 的流率,其特征在于,相继进行的填充步骤 1 到 i 在流率和持续时间方面被设计,以便造成对容器的有控制的加热,使所述容器中的热耗散最大化而相应地不会使容器中的温度增加到高于罐所容许的最大温度;根据测得或估计到的容器温度来调节填充流率;以及 t_i 的总和介于 1 和 7 分钟之间,优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间,更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

2. 根据权利要求 1 所述的填充方法,其特征在于, i 是介于 2 到 20 之间的整数,优选地 i 是 2、3、4 或 5。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的填充方法,其特征在于,该方法包括三个相继进行的填充步骤,其中第一填充步骤具有流率 D_1 、持续时间 t_1 ,第二填充步骤具有流率 D_2 、持续时间 t_2 ,第三填充步骤具有流率 D_3 、持续时间 t_3 ,其中 $D_1 > D_2 > D_3$,时间 $t_1+t_2+t_3$ 的总和介于 1 和 7 分钟之间、优选地介于 1 分 30 秒和 5 分钟之间、更优选地介于 2 和 4 分钟之间。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的填充方法,其特征在于,以连续减小的流率进行所述相继进行的填充步骤,所述连续减小的流率分别具有不同的减小速率。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的填充方法,其特征在于,对气体源和 / 或容器和 / 或能将气体从一者传输到另一者的管线进行冷却。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用设置在能进行气体传输的所述管线中的开 / 关阀来调节填充所述容器所用的速率。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用设置在能进行气体传输的所述管线中的可变流量调节阀来调节填充所述容器所用的速率。

8. 根据权利要求 7 所述的填充方法,其特征在于,使用具有不变或可变作用的 PID(比例、积分、微分)调节器来控制可变流量调节阀。

9. 根据权利要求 7 所述的填充方法,其特征在于,使用具有预测作用的调节器来控制可变流量调节阀。

10. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用并行设置在能进行气体传输的所述管线中的、具有不同流动断面的一组开 / 关阀来调节填充所述容器所用的速率。

11. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的填充方法,其特征在于,使用压缩机的供电频率的变化或使用压缩机的气力供给频率的变化来调节填充所述容器所用的速率。

12. 根据权利要求 1-11 中任一项所述的方法,其特征在于,相继进行的填充步骤中的第一填充步骤设计成达到但不超过容器中的、等于容器所容许的最大值的气体温度。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,将随后的填充步骤(在第一填充步骤之后)设计成保持容器中的气体温度等于容器所容许的最大值。

14. 根据权利要求 1-13 中任一项所述的方法,其特征在于,该方法包括计算随时间变化的最佳填充速率曲线的步骤,所述最佳曲线被预先计算,以便获得最小总填充时间,该最小总填充时间随下列因素而变化:罐的特性(几何形状和 / 或热阻);周围环境条件(尤

其是周围环境温度) ;源气体的条件 (特别是填充气体的压力和温度) ;以及任何限制条件 (尤其是罐的最大容许壁温和可能的最大填充速率) 。

15. 根据权利要求 1-14 中任一项所述的方法, 其特征在于, 该方法包括计算随时间变化的最佳填充速率曲线的步骤, 所述最佳曲线被预先计算, 以便获得最小总填充时间, 该填充曲线位于分别是“下限”和“上限”的两个界限曲线之间, 所述两个界限曲线被计算且对应于根据下列值、相对于填充时间的被传输的气体量:

作为总时间的百分数的 填充时间	作为被传输的总物质量 的百分数的下限	作为被传输的总物质量 的百分数的上限
0	0	0
10	12	35
20	25	48
30	37.5	58
40	48	67
50	58	75
60	68	83
70	75	88
80	82.5	92
90	91	96
100	100	100