



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98102498.X

[43]公开日 1998 年 12 月 30 日

[11] 公开号 CN 1203335A

[22]申请日 98.5.9

[30]优先权

[32]97.5.10 [33]DE[31]197197728

[71]申请人 DSD 加气及加油站设备股份有限公司

地址 联邦德国柏林

共同申请人 曼弗雷德·克莱贝尔

[72]发明人 M·克里贝 A·霍布勒

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 林道棠

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 运输熔化硫方法及其相关运输设备

[57]摘要

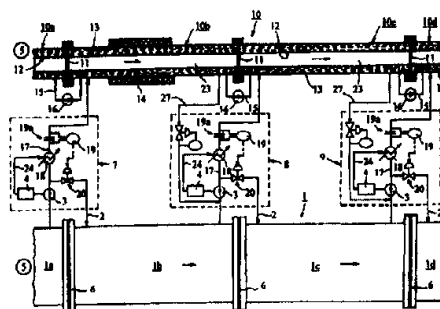
用液体热介质，用加热套管的管道（10）来运输熔化硫时，把液体热介质加热到硫熔点的温度，这样就会降低输送费用，减少技术费用和能量消耗。

a) 伴随石油管道中的石油作热介质，

b) 硫管（10）在油管（1）的运作段内至少要与泵站（7，8，9）中的一个相敷设，这些泵站是为提高油的输送压力而安装的。

c) 热介质石油至少要在泵站（7，8，9）中的一个站内再加热并达到应提高到的压力标准。

d) 熔化硫（23）应在泵站（7，8，9）中的一个站内再次把压力提升到足够运输的压力标准。



## 权 利 要 求 书

1. 输送熔化硫的方法，通过液态热介质加热管道（10）的表面，其温度要加热到硫的熔点之上，其特征在于：

- 5       a) 用伴随石油管道（1）中的石油作为热介质，
- b) 在石油管道（1）运作阶段内的硫管道（10）至少必须和为提高输油压力而中间安装的泵站（7，8，9）中的一个相联结敷线，
- c) 热介质石油至少必须在泵站（7，8，9）中的一个泵站内再次加热并达到应提高到的压力值，
- 10       d) 熔化硫（23）至少要在泵站（7，8，9）中的一个泵站使压力达到足够的输送压力标准。

2. 如权利要求1的方法，其特征在于，在输油和熔化硫（23）运作段的开端（5）处，将石油输送量的一部分分流，作为热介质加热后送入热套管（13），在动作的终点，部分石油量再输入石油的总体量中。

- 15       3. 如权利要求1的方法，其特征在于，热介质的加热要烧掉一部分石油。

4. 如权利要求2的方法，其特征在于，作为热介质的石油至少一部分通过用于石油总量的和/或熔化硫和/或热介质的泵驱动的余热来加热。

5. 如权利要求2的方法，其特征在于，作为热介质使用的石油及至少（7，8，9）泵站内一个泵站的热材料的一部分与石油总量混合，再把石油量的一部分分流，重新加热后作为热介质使用，再送入热套管（13）。
- 20       6. 如权利要求2的方法，其特征在于，热介质的分离的量根据其压力和量的大小进行调节。

7. 如权利要求1的方法，其特征在于，硫（23）的温度在通过热介质时应保持在120℃至160℃之间，最理想是保持在125℃至157℃之间。

- 25       8. 用带有液体热介质的热套管（13）的管道（10）输送熔化硫输送设备，其特征在于：

a) 输硫（23）管道（10）在输油泵（1）的运作段内至少要与提高输送压力的泵站（7，8，9）中的一个在输油管（1）内相联结敷线。

- b) 热套管（13）两接续部分（10a, 10b, 10c, 10d）在泵站（7，8，9）
- 30       中的一个泵站内通过输送泵（3，35）和热换器（18）的串联互相联结起来。

c) 输硫 (23) 管道 (10) 的两接续部分 (10a, 10b, 10c, 10d) 在泵站 (7, 8, 9) 中的一个泵站内通过输硫 (23) 泵 (16) 相互连结。

9. 如权利要求 8 的输送设备, 其特征在于, 在输油和熔化硫 (23) 的运作段的开端 (5) 为输送部分石油安装一个分管道 (17), 在运作段终点的热套管 (13) 根据流量再与石油管道 (1) 相联结。

10. 如权利要求 8 的输送设备, 其特征在于, 在选用燃烧发动机 (4, 33, 36) 作为输油泵的动力时, 或作为热介质的动力时, 燃烧发动机 (4, 33, 36) 的废气能量应可输送给为热介质的热交换器 (18)。

11. 如权利要求 10 的输送设备, 其特征在于,

10 a) 在带有为石油管道 (1) 的输送泵 (3) 的泵管道 (2) 内安装一个调节阀 (20)。

b) 热套管 (13) 通过用于硫 (23) 的管道段 (10b, 10c, 10d) 的热介质的管道 (27) 与运输泵 (3) 的入口侧相联结。

c) 石油管道 (1) 的泵管道 (2) 在运输泵 (3) 的压力一侧通过分离管道 (17) 和热交换器 (18) 与输硫 (23) 分段管道 (10b, 10c, 10d) 的热套管 (13) 相连。

d) 在分离管道 (17) 内安装一个热介质流量计 (19a) 通过此流量计, 使通过石油泵管 (2) 的调节阀 (20) 的分流量可以控制调节。

12. 如权利要求 8 的输送设备, 其特征在于, 热套管 (13) 的两个分段 (10b, 10c, 10d) 通过第二输送泵 (35) 及热交换器 (18) 相互联结起来。

13. 如权利要求 10 的输送设备, 其特征在于, 用于热介质的热交换器 (18) 在其初级侧至少要与以下热源之一相联结:

a) 输油泵 (3) 的燃烧发动机 (4)

25 b) 用于热介质的输送泵 (35) 的燃烧发动机 (36)

c) 以石油为燃料的燃烧室 (25, 26)

14. 如权利要求 8 的输送设备, 其特征在于, 输硫管 (10) 要安装在输油管 (1) 的上面。

## 说 明 书

## 运输熔化硫方法及其相关运输设备

5 本发明涉及一种用液体热介质加热运输管道外表面运输熔化硫的方法，液体热介质其温度要超过硫的熔点温度。

硫的熔点温度为 118 °C，温度约在 160 °C 以上时熔化硫的粘度明显增加。另外，硫的热胀系数很大，如果在已冻结的线段之间出现融化，那么当结冻时和再融化时则会导致管道的裂断。通过金某在 1997 年 1 月号“石油和天然气杂志”发表的文章“三年后世界将采用管道运输硫”的 59 页至 65 页，公开了  
10 这样一种方法。这一工艺用循环水作热介质，用于 41 公里的管道。循环水的温度在 120 °C-150 °C，压力在 2-5 巴，但它忽视了长距离运输的压力问题。封闭加热循环水所需的回水管道也使设备费用有所增加。为了使温度由于长距离运输和能量的消耗不会降到硫的熔点温度以下，那么热介质初始温度必须很高  
15 才行。沿运输管道平行铺设一条石油管线是不行的。

用水作热介质有其缺点，水有腐蚀作用，在寒冷地区如不加热水会结冰，管道会冻裂，水温在 100 °C 以上如不加压，水会部分蒸发，以至使水温降至沸点。

文章说可以用电力加热，我们可以得出结论说，其缺点更加明显，因为加  
20 热电阻的寿命是有限的，而要更换是非常困难实际上是不可能的。

提炼原油和加工天然气会产生大量的硫。提炼后的石油在距离达 5000 公里以上者用管道运输，通常情况下，人们将提炼所产生的液体硫用专用工具以公路、铁路和水路的方式进行运输或者就地以固体硫堆存。这样，在使之凝固和将来再熔化时就需要大量的能源。一个石油或天然气装置或普通规模的炼油  
25 厂根据原油或天然气质量的不同，每天会生产 100-1000 吨硫，这相当于加工提炼原料的 3-20%。

管道运输石油通常的方法是每 70-100 公里要安装具有所谓增压泵的泵站，即要安装增压站，以便使压力保持平衡。

美国专利 US-A-4 137938 公开了通过管道运输液体硫的方法，其管内为热  
30 载体安装了往返回热道线，用石油、乙二醇或类似的液体作为热载体，它们在

经一定距离后由加热管道取出，在加热后再送到加热管道而不需要铺设一条与输油管道平行的输硫管道，因此从这样一条输油管道内取出热载体也是不可能的。这样，想使用现已不存在的石油管道用燃烧石油来加热也是不可能的。专利虽然提到，可以沿运输硫的管道安装加热增压站，在增压站热载体可以再次加热，但是这些增压站只考虑到了硫运输所需的热量和动力。大批量输送泵油所需的动力是很大的，这里缺少如何运用输油管道沿线的增压站的大涡轮机的余热的可能性，比如如何利用大涡轮机的废热气的能源问题。

由于硫的输送线路在外面，而热载体的输送线路在内部，这样就产生了由于大量热量损失带来的热绝缘的问题。在已提到的文献中建议，硫在管道的外壁凝固，因为硫的导热性很差。这样做会导致以下三个问题：一，由于硫的凝固会使输送硫的管道容量损失一部分；二，硫的凝固其表面是不可能光滑的，而是不规则高凹不平，这样，会增大硫输送过程中的阻力；三，热量的平衡以及硫凝固层的厚度实际上都是不可控制的，更谈不上保持恒定不变了。

1984年9月，“管道工业”杂志曾发表文章，在39-41页中就加热提出过种种设想（内部加热，外部加热，用热水和蒸汽加热、通过加热电阻和感应偶合的电加热）就热绝缘也提出过种种设想（用聚氯脂，石棉化绝缘材料）。此文主要是讲了用冻胶或半固体颗粒作为置换载体使运输硫的管道得以排空并再次充料的问题。对本发明的一些基本问题在上述文章中没有进行讨论。

因此，本发明的目的是，发明一种本文开头所讲述的方法，使熔化硫就象输送石油那样，在费用可以承担的情况下，畅通无阻地进行输送，与此同时还不需要太大的技术费用和能源消耗。

上述目的是通过本文开始时提到的根据本发明的方法这样来实现的：

- a) 用伴随的石油管道的石油作为热介质；
- b) 为了提高石油的运输压力，输硫管道在输油管道的运动线段内至少要安装一台可控制开关的泵站；
- c) 热介质在至少一个泵站线段需要对石油再次加热并提高压力；
- d) 熔化硫至少要在一个泵站使之达到足够的输送压力。

石油没有冻结的危险，管道及管套也没有断裂或被腐蚀的危险。石油可以根据需要以任意量提供使用，为输油必铺设的现已有的运管线可用来作铺设输硫管用，这样就节省了大批经费。特别是通过输油泵站及其相应补充设备用热

介质使石油再次达到所要求的温度和压力。

这种操作由现有人员来进行是可能的。压力和温度所需的能源费用只是硫价的几分之几，因此是可以承受的，即使是硫价降到最低点，这些费用也是可以承受的。重要的是这种长达数千公里的输送是安全可靠的，也是可能的。也可使用相同的港口，可以考虑建立加油站，也就是使硫伴随着油同时平行输送。油作为热介质不需再运回，这样可以省掉第二条或第三条管道。

在任何情况下，人们都可以从本发明中就石油管道的总运筹和技术设备总体中得到好处。热介质和石油的总量相当于需输送石油的总量，这样，可以相应减少石油管道的直径，因此也就减少了相应的费用。

特别有益的是，将输油的一部分在输油和输送熔化硫输送线段的装料点就分开并加热后作为热介质并且将这一部分在输线段的终点又当作石油的总量。这就是说热介质只是“借用”输油的一部分，在完成任务后又作为石油提供使用。

热介质的流速并不要求与石油的流速一样快：它可通过选择管道的横切面在加热套管和硫输送管的很大范围内进行确定。

如果石油的一部分燃烧来加热热介质，那就更有好处了。

此方法至少一部分作为热介质的石油利用泵动力燃气轮机的余热来加热用来输送石油或输送熔化硫或作为热介质，这种方法使得能源的利用达到了理想的状态。在普通情况下，用燃气轮机作为动力，会产生温度很高的高温废气。这种高温废气的能源至今在单一运输石油时浪费了而且由于二氧化氮对环境造成严重污染。

另一个优点是，如果用来作热介质的石油与其热量的一部分在至少一个泵站内与石油的总量进行混合并将与石油的部分量分开在两次加热作为热介质使用并输送到加热套管，那么能源就利用得更充分。

以上述方法，又以用少量的石油把石油加热，也可以将石油的粘度降低，这样就可节约输油泵的管道。

本发明也涉及到用带加热套管的管道作为液体热介质输送熔化硫的输送设备问题。

为解决输送任务，根据本发明，其输送设备的特征是：

a) 在输油管道运作线段内的输硫管至少要铺设为提高输油管道内的输送

压力而安装的一个泵站，

b) 至少在一个泵站区域的加热套管的相连的两段通过输送泵和热交换器的串联相互连接起来。

c) 至少要在一个泵站的输硫管的相连的两段通过输硫泵相互连结起来。

- 5      如果在输油和输熔化硫运作线段的进料开端为输送石油的部分输量安装一个分流管，并且将运作线段终端的加热套管根据运输流量的大小重新与输油管予连接起来，那么就有特别的好处。

本发明的其他设备如按以下方式安装，也具有独到的长处：

- a) 在输油管的输送泵的泵管中安装一个调节阀  
 10      b) 加热管套通过输硫管段的热介质管道与输送泵的入口一侧相联结  
 c) 输油管道的泵管在运输泵的压力一侧通过一个分离管和一个热交换器与后面的输硫管段的加热管套相连接。

d) 在分离管内安装一个热介质流量计，以便调节通过调节阀进入输油泵管内的分流量。

- 15      如果把输送管安装在输油管上，这种结构将更加简单也更加节省。通过这种巧妙的机械相连可以产生一种穿越河流和沼泽的时候也能承受的结构。

本发明主题是其它有益结构由其它从属权利要求给出。以下根据图 1 至图 4 来讲解本发明的实施例和部分变化情况，它们所示的是：

- 图 1 示出运输设备和管道的一部分，有三个泵站，距离达 200 公里，局部  
 20      剖视图。

图 2 示出图 1 的纵切面图，右边有补充

图 3 示出根据图 2 的主题的变形

图 4 通过横座标和纵座标示出了将把根据本发明以后列举的实施例子中输硫管中压力和温度的变化情况的示意图。

- 25      在图 1 中，示出了输油管道 1，它由 1a,1b,1c 和 1d 四段组成，这四段轴向相互分离，而通过泵管 2 相互连结，每一段中安装一个输送泵 3，它由燃烧动力机（如燃气轮机）驱动。1a 段很短，在它前面就是进料始端 5。1b,1c 和 1d 段每段 50-100 公里长，向右方向实际上可以随意继续安装。夸大了直径和长度的比例并没有按比例示出。

- 30      在分离处 6 的范围内分别安装了泵站 7，8 和 9，这些泵站是由泵管道 2

和燃烧动力机 4 组成。这只涉及公知输油管道的结构。

在此与输石油管平行铺设管道 10 用作输送硫，它由 10a,10b,10c 和 10d 四段组成。四段的分离点 11 与分离点 6 的划分相同。管道 10 由用作输硫的内管道 12 和在此集中安装的热套管 13 组成。热套管 13 在它的全长中都用绝缘套 14 包裹，这里只标示出一小段。

10a 至 10d 各段的内管 12 在分离点 11 的附近各通过泵管道 15 与运输泵 16 相互连通。从一个分离点到下一个分离点压力将分别由 80 巴降到 12 巴，而通过输送泵 16 再提高到 80 巴，每管的开始硫的温度是 150 °C，至下一个分离点 11 时则降到 125 °C 左右。升温是以以下方式进行的：从每个输油泵 3 的压力侧由一条分离线 17 通过热交换器 18 各自引向加热套管 13 的开端部分。流量调节通过流量计 19a 对调节阀 20 起作用的调节仪 19 来进行，调节阀是安装在泵管道线上 2 上。温度的控制是通过温度探头 21 和对热量交换器 18 的调节杆（未示出）起作用的调节仪 22 来进行（见图 2）。这样，流动的熔化硫 23 的能量总量就得到了平衡。

15 从燃烧动力机 4 向每个热交换器 18 的初级侧引一条废气管虽不是必须的，但这样做是十分经济的。二者必须其一的或附加的安装加热石油的燃烧室 25 及 26 在图 2 和图 3 中标示出来。

对此泵站 7，8 和 9 的设备都一致。在泵站 8 和 9 还附加了一条通过回流管 27 完成把加热套管 13 的热介质冷却后输送到运输泵 3 的进口侧的回流，有关这方面的情况我们将按照图 2 进一步详细讨论。输油管 1 的每个分离点 6 的这侧其压力在 10-12 巴，这一压力通过输送泵 3 再升至约 80 巴。加热套管 13 的端头和运输泵 3 的入口侧面之间的压差大约是 2 巴。在图 1 中，泵管道 15 和输送泵 16 在泵站 7，8 和 9 之外。它们也可以安装在泵站 7，8 和 9 之内，如图 2 和图 3 所示。在图 2 和图 3 迄今所用的有关标示符号都无改变地被运用了。

在图 2 中，示出了在回流管 27 中装有调节阀 28 和压力传感器 29，通过这些装置将在运输泵 3 前管内 27a 的压力在调节仪 31 的调节下调到预定值，即在分离点 6 以前，略高于油压。

另外还作了如下的标示；通过管道 30 可在输送泵 3 的压力侧从石油即热 30 介质中取少量油作为燃料供给燃烧室 25，从燃烧室经过废气管 24 由燃烧气管

32 引向热交换器 18 的初级侧，其目的是生产所不足的热量。如果燃烧机 4 的废气热量不利用的话，那么燃烧室 25 就得单独担付起热交换器 18 的加热任务。

5 输送泵 16 用燃烧动力机 33 驱动，燃烧机的废气通过废气管 34 和 24 同时输向热交换器 18 的初级侧。这并非一定这样做，但这样做能节省能源。

在图 3 中石油输送的主流路线和热介质输送的主流路线相互分开，这样就需加带有燃烧发动机 36 的第三个输送泵 35 来作动力。这里也可从经过管道 37 的石油中取出少量的石油作为燃料供给燃烧室 26，从燃烧室由燃烧气管 38 经过废气管 24 引向热交换器 18。在回流管 27 中安装一个带有调节仪 40 的流量  
10 器 39。调节仪与调节阀门 41 连接，调节阀安装在分管道 42 中。分管道 42 把位于输送石油泵 3 的压力侧上的泵管 2 和回流管 27 连结起来。这样就可使漏损量或热介质体积的波动得以平衡。热介质量的波动是受温度影响决定的。

已经标示，燃烧发动机 4、33 和 36 以及燃烧室 26 的所有废气都输送到热交换器 18 的初级侧。把这种可能性视作是二者必择其一或附加性的都是可  
15 能的。

石油管线和硫管线可以在同一线段内同时在地地下或根据适当的绝缘在地上安装，热交换器 18 也可直接作为加热装置（加热器），以免再另外安装一个燃烧室。

图 4 所示的是以输送路线为横座标以及根据本发明举例的硫管道里的压力和温度变化为纵座标的示意图。  
20

通过内直径为 750mm 长 1000km 的石油管道，在流速为 1.75m/s 的情况每天输送泵油 30000 吨。与石油管道平行铺设一条内直径为 200mm，输送液体硫速度为 0.7m/s 的带有热套管的输硫管线。这相当于每天 10000 吨的硫量。为使硫保持液体状态，硫的温度必须保持在每次加温后达 155℃而在下一段加温前在 125℃之间。全长 1000km 平均分为每段长 100km 的 10 段，每一段都有一个升温站使硫的温度由 125℃升至 155℃，还要保持所需的压力。每段开始时流动压力为 80 巴，到本段终点时降为 12 巴，必须升压 68 巴。原油的升压是在相同的升温站进行的。温度和压力的变化过程在图 4 中以理想的方式标示出来，即从始发点 TLA 经过 10 个升温站 B1，B2……B9，B10 直到终点  
25  
30 TLE 或加油站 TK，这 10 个升温站是按上述的分段距离安装的。

要把硫从 125 °C 升温到 155 °C，每个升温站所需热量为  $1 \times 10^6 \text{KJ/h}$ 。这一热能由原油供给硫，原油从油管取出后在用油加热的热交换器里把温度从 135 °C 升至 765 °C，再供给热套管，热套管对中地将硫管道包严实。作为热载体的油要再加热所需的油量每天约为 3600 吨，即每小约 150 吨左右。热载体所需量大约是运输量每天 30000 吨的 12%，从输油管的开端内取用，即供给，而到终端时再输入到原油中。为硫管道加热套管的热载体所需的油量因此只能通过与输油管平行的另一输送管道来输送，以减少用管道输送原油所需的能量。在硫管道和热套管间构成的热载体的环形间隙为 50mm，即运输硫同轴导管的外直径为 300mm。运输硫管道每个升温站所需能量为 6MW，其中约 1MW 用于升压泵，其余约 5MW 用于热套管热载体的加温。在 1000km 的距离运输 1000 吨硫，按 10 个升温站计算，那么，所需能量是约 60MW。





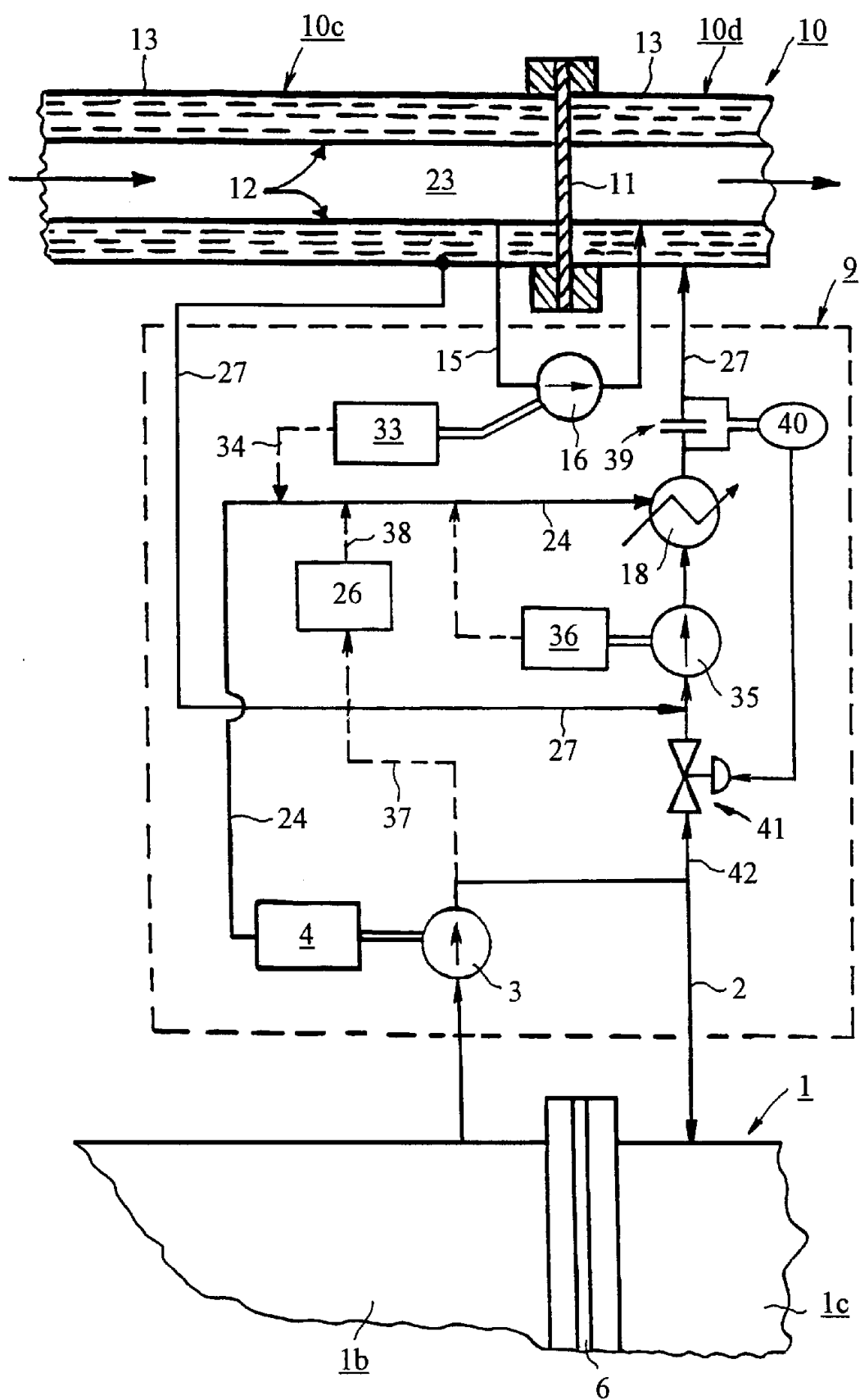


图 3

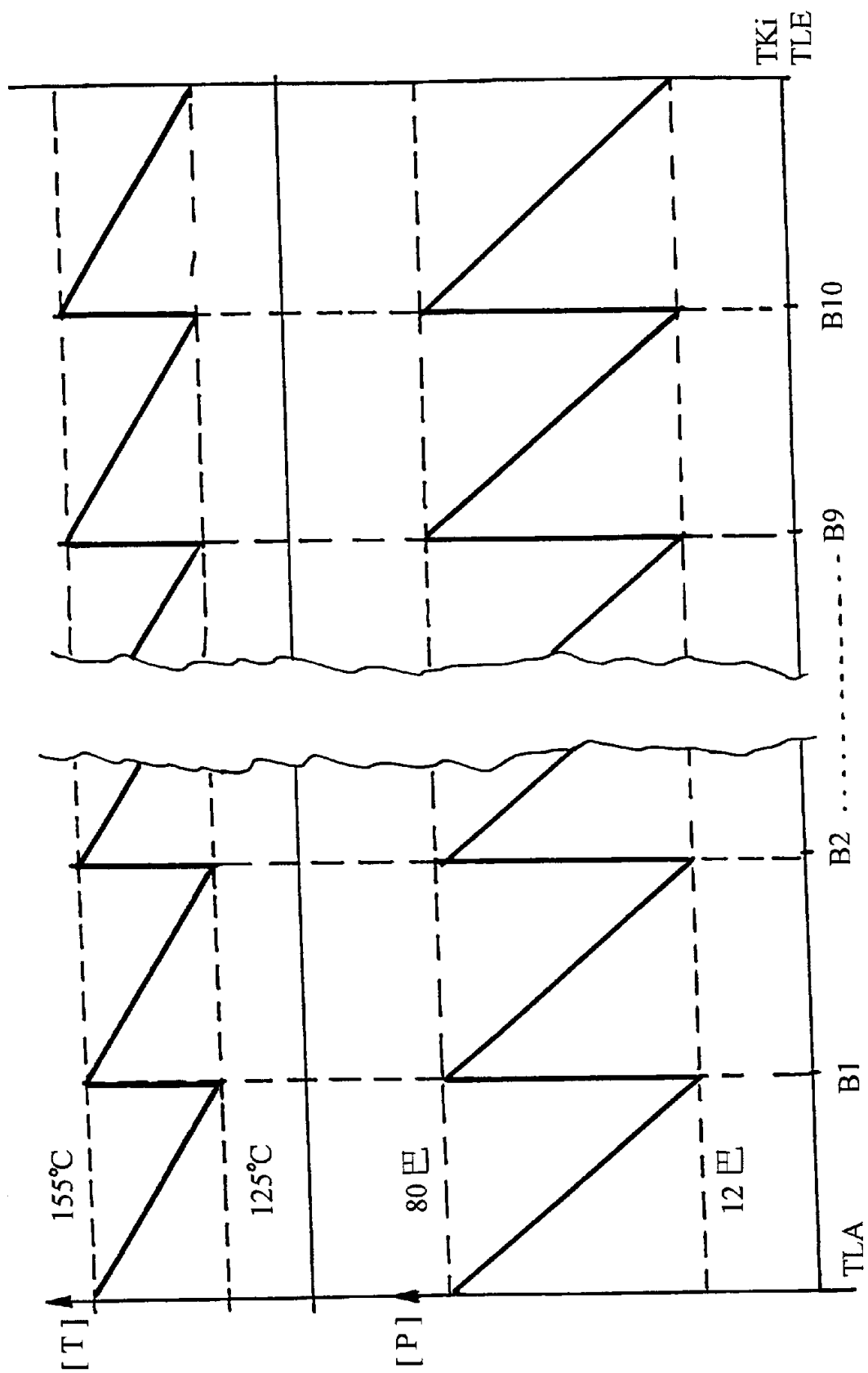


图 4