

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

F04C 29/00

F04C 29/04



## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98806972.5

[45] 授权公告日 2003 年 7 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1114762C

[22] 申请日 1998.7.7 [21] 申请号 98806972.5

[30] 优先权

[32] 1997. 7. 10 [33] DE [31] 19729498.7

[86] 国际申请 PCT/EP98/04207 1998.7.7

[87] 国际公布 WO99/02863 德 1999.1.21

[85] 进入国家阶段日期 2000.1.7

[71] 专利权人 KT 柯尔斯滕技术开发有限公司

地址 德国格恩斯多夫

[72] 发明人 冈特·柯尔斯滕

[56] 参考文献

EP394777A2 1990.10.31 B60S3/00

US4758138A 1988.07.19 F04C18/16

WO9621109A1 1996.07.11 F04C29/00

审查员 宋鸣镛

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

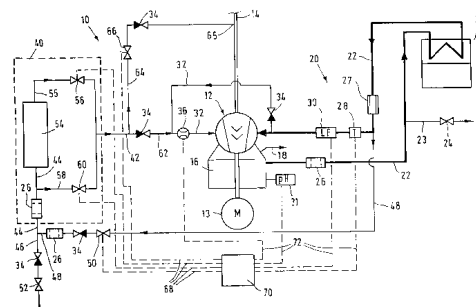
代理人 顾红霞 朱登河

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称 压缩机系统

[57] 摘要

本发明涉及一种压缩机系统，该系统包含由冷却水路(20)注入冷却的压缩机(12)和装在冷却水路(20)中用于确定冷却水导电率的测量器件(30)，该系统还包含用于提供非脱盐水和脱盐水的供水源(40)和控制装置(70)。当导电率超过上限时，控制装置(70)控制从供水源(40)给冷却水路(20)提供脱盐水。当导电率低于下限时，从供水源(40)给冷却水路(20)提供非脱盐水。这样控制了冷却水的 pH 值和盐的含量，从而减小了冷却水的腐蚀和其中的沉淀。



1. 一种包含在冷却水路（20）中被注水冷却的压缩机（12）的压缩机系统，其特征在于：

5           冷却水路（20）中装有测量冷却水导电率的测量器件（30）；  
          提供非脱盐水和脱盐水的供水源（40）；

          控制装置（70），用于控制从供水源（40）给冷却水路（20）供水，当导电率超过上限时使脱盐水注入，当导电率低于下限时使非脱盐水注入。

10

2. 如权利要求 1 所述的压缩机系统，其特征在于：供水源（40）包含接受非脱盐水的脱盐装置（54）、绕过脱盐装置（54）的旁路（58）以及把脱盐装置（54）或旁路（58）连接到压缩机的阀（56，60）。

15           3. 如权利要求 1 或 2 所述的压缩机系统，其特征在于：支管（48）从冷却水路（20）连通到供水源（40）的供水管（44），通过该支管（48）可以将来自冷却水路（20）的水供给供水源（40）。

20           4. 如权利要求 3 所述的压缩机系统，其特征在于：设置有从供水源（40）到压缩机（12）进气导管（14）的进水管（64）。

          5. 如权利要求 2 所述的压缩机系统，其特征在于：用离子交换器或反向渗透装置作为脱盐装置（54）。

25           6. 如权利要求 1 所述的压缩机系统，其特征在于：压缩机（12）包含滑动轴承，并且供水源（40）的水通过连接导管（62）直接注入滑动轴承。

30           7. 如权利要求 4~6 中任一项所述的压缩机系统，其特征在于：该控制装置（70）在压缩机开始工作前该装置使供水源（40）的水注入

压缩机（12）的轴承，以及在压缩机开始工作后使其注入进气导管（14）。

5           8. 如权利要求 1 所述的压缩机系统，其特征在于：在冷却水路（20）中装有温度传感器（28），用于测量导电率时对温度进行补偿。

          9. 如权利要求 1 所述的压缩机系统，其特征在于：供水源（40）与饮用水网相连。

10           10. 如权利要求 1、2、4-6、8-9 中任一项所述的压缩机系统，其特征在于：设置有与控制装置（70）相连的用于测量冷却水 pH 值的 pH 值测量器件（31），控制装置（70）对供水源（40）进行控制以使其 pH 值保持在 6.5 至 7.5 的范围内。

## 压缩机系统

### 5      技术领域

本发明涉及一种压缩机系统，该系统带有在冷却水路中被注水冷却的压缩机。

### 背景技术

10        这种压缩机装置是用于压缩气体介质的，尤其是空气，以用作压缩气体。与油相比，用水进行密封、润滑和冷却压缩机，具有不损害健康和污染环境的优点。专利 DE4447097 给出了一种水冷压缩机系统，其中的压缩机是螺旋式压缩机。冷却水被注入到压缩机的转子区域，并在离开压缩机时与压缩空气分离。接着把在压缩机中加热的水  
15        导引到冷却部位，然后把冷却了的冷却水过滤后再供给压缩机。在此过程中，由于冷却水的蒸发或空气中的水汽吸收到冷却水中都可改变冷却水的各种参数：如果冷却水的蒸发引起水的盐度相对增加，则沉淀物的沉积量增大，从而可能导致密封间隙和密封环的损坏和缺陷。通过极化的方法能使沉淀物的形成处于低水平，然而，这并不能阻止  
20        盐度的增加。另一方面，如果由于冷却水从空气中吸收了水汽而盐度下降，冷却水吸收游离二氧化碳的缓冲能力降低。冷却水中没有被缓冲（束缚）的二氧化碳具有很强的侵蚀性和腐蚀性。冷却水的蒸发、冷却水从空气中吸收水汽或吸收了铜离子或铁离子后，其 pH 值也可能发生变化，从而冷却水具有腐蚀性。

25

专利 DE821993 和 US722524 中，压缩机使用蒸馏水用于冷却，蒸馏水相当贵，并且考虑到其 pH 值也相当难以处理。

### 发明内容

30        本发明的目的是提高注水冷却压缩机系统中水的质量。

按照本发明，提供一种包含在冷却水路中被注水冷却的压缩机的压缩机系统，其中：冷却水路中装有测量冷却水导电率的测量器件；提供非脱盐水和脱盐水的供水源；控制装置，用于控制从供水源给冷却水路供水，当导电率超过上限时使脱盐水注入，当导电率低于下限时使非脱盐水注入。

在本发明的压缩机系统中，冷却水路中安装了测量冷却水导电率的装置及用于提供没有脱盐和脱了盐的水，即非去离子水和去离子水的水源。还装有一个控制装置，当导电率超过上限时，就把脱盐水引入冷却水路；当导电率低于下限时，就把非脱盐水引入冷却水路。这样，可以控制冷却水的盐度，以使冷却水的导电率保持在一个预定的范围。由于导电率也可用于近似衡量水的 pH 值，从而可通过控制水的导电率来控制冷却水的 pH 值以使其不向酸性或碱性的范围偏移，而是维持在中性范围内。

当导电率低于下限时，非脱盐水注入到冷却水中，从而增加冷却水的导电率，使导电率又回到下限值以上。控制冷却流体的导电率高于一下限值，可避免水的 pH 值快速下降。因而，例如，可使水的 pH 值保持在 6.5 以上。这样，冷却水将不具有侵蚀性，从而可使冷却循环中由于冷却水引起的腐蚀大大减小。

当导电率超过上限时，则向冷却水中加入脱盐水，从而减小冷却水的导电率。当导电率降到上限以下后，再停止加入脱盐水。借助于溶解在冷却水中的盐，冷却水能吸收二氧化碳。二氧化碳是在空气压缩时吸入的，具有很强的腐蚀性。但冷却水的盐度不是一成不变的。当盐的浓度超过一定值后，盐开始以颗粒形状在冷却水中析出，从而使密封间隙、轴承密封、滑动轴承等受到损坏。因此，必须控制冷却水的盐度，其值可由导电率的上限确定。

这样，控制冷却水的导电率在一个确定的范围内能起到两方面的作用：第一，可以避免冷却水酸度过大，因而可避免冷却水循环内的腐蚀；第二，冷却水的盐度维持在一个限度内因而不出现沉淀，从而避免冷却水路中运动部件的损坏或缺陷。结果压缩机系统内的冷却水路和压缩机本身可少使用耐蚀材料。由于冷却水路几乎没有沉淀物析出，因此压缩机的密封间隙可以设计得很窄。所以，例如，可使用滑动轴承。这样，按照本发明采取的冷却水控制方式，给气体压缩机系统增加效率和延长寿命提供了先决条件。

同时，供水源中包含脱盐装置，用于给供入的非脱盐水脱盐。并且，提供了旁路用以绕过脱盐装置，及用于将脱盐装置或旁路连接到压缩机的阀。当冷却水导电率超过上限值时，调节阀使脱盐装置中脱了盐的水供给压缩机和冷却水路。如果非脱盐水要供给冷却水路，调节阀使非脱盐水通过旁路绕过脱盐装置，以非脱盐水的状态供给压缩机和冷却水路。供给脱盐装置或绕过脱盐装置的非脱盐水，例如，可选用来自公共饮水网的饮用水。脱盐装置优先选用离子交换器或反向渗透装置。

导电率的总控制采用闪变调节方式或连续调节方式。导电率更适合的范围是在 25℃ 的 10~20 $\mu$ S/cm。

在一个优选的实施例中，有一根从冷却水路到供水源入口的回流管，通过它冷却水路的水能回流到供水源。在需要时，从冷却水路来的冷却水能在供水源的脱盐装置中脱盐。这形成一个封闭的冷却介质循环，在那里冷却水在一个在脱盐装置中平行于压缩机的管中被脱盐，再注入到冷却水路中。这样，冷却水形成循环。由于冷却水路中的水一般仅相对较小程度的脱盐，来自外部的，例如饮用水，非脱盐水仅给脱盐装置带来很小的负担。

在本发明的一个优选实施例中，把供水源的水导入压缩机的气体

进入导管。这样，来自供水源的水不进入冷却水路而是进入压缩机的气体进入导管，大致提供被压缩机压缩的压力的压力，导管中大致有一个大气压力。在这种情况下，供水源的水在那里可不被压缩而引入到冷却水路中。

5

在一个优选的实施例中，压缩机安装的是滑动轴承，供水源的水直接注入到滑动轴承中。在压缩机开始工作之前，就把水注入到滑动轴承。这样保证了压缩机开始工作时滑动轴承中充满了水，即被润滑了。当压缩机开始工作时，可以避免包含有干摩擦和滑动摩擦的混合摩擦状态。压缩机开始工作后，冷却循环中的压力增加到压缩机的压力。这是从供水源来的水根本不能直接引入到冷却水路中的原因。供水源来的水仅有很小的过剩压力，因此，压缩机开始工作后，从供水源来的水引入到气体进入导管。

10

在一个优选实施例中，冷却水路中还装有温度传感器，用于检测导电率时补偿温度。由于水的导电率强烈依赖于温度，对于正规的检测来说需要对检测到的导电率进行温度补偿。所以，温度传感器安装在导电率传感器位置的附近。

15

优选地，供水源与饮用水网连接，从而在任何安装位置都可得到供给供水源的非脱盐水。通过加入这一类水可增加冷却水的盐度，进而增加其导电率。饮用水网的系统水压足够用于给供水源供水，及以非脱盐水或脱盐水的状态注入气体进入导管，或在压缩机开始工作之前注入到压缩机。

20

25

#### 附图说明

参照附图将对本发明的实施例详细描述。

图 1 是用于产生无油压缩空气的压缩机系统 10。

30

### 具体实施方式

5 压缩机系统 10 包含由电机 13 驱动的、注水冷却螺旋式压缩机 12。螺旋式压缩机 12 通过进气导管 14 吸入空气，并把空气压缩到约 8~10bar。在压缩机 12 中压缩了的空气被导入一个沉积或沉淀舱 16，需要使用压缩空气时可从这里通过压缩空气导管 18 将其导出。

10 压缩机系统 10 还包含冷却水路 20，冷却压缩机 12 的冷却水在其中被冷却和净化。在压缩期间，冷却水通过水喷嘴注入到压缩机的旋转区域，用以密封压缩机 12 中的密封间隙及吸收和散失压缩机 12 工作期间产生的热量。

15 冷却水在沉淀舱 16 中从压缩空气中再分离出来，通过冷却水导管 22 引入冷却装置 24。在位于沉淀舱 16 和冷却装置 24 之间的冷却水导管 22 中装有颗粒过滤器 26，杂质和细小的颗粒从冷却水中过滤出去。冷却水流入冷却装置 24，在这里被螺旋式压缩机 12 加热了的冷却水再次冷却。之后，冷却了的冷却水通过极化装置 27，在极化装置 27 中的两个电极之间施加的电压使溶解在冷却水中的天然矿物质转变成相应的氢氧化物，从而避免了沉淀和结水垢。在冷却水导管 22 中还装有温度传感器 28 和导电率传感器 30。流过导电率传感器 30 的冷却水通过 20 冷却水导管 22 到达压缩机 12，其中，冷却水一方面通过喷嘴喷到螺旋式压缩机 12 的旋转区域，另一方面通过轴承导管 32 喷到螺旋式压缩机 12 的滑动轴承中。在轴承导管 32 中安装了回流阀 34 和流量继电器 36。

25 当冷却水路 20 中的冷却水过多时，冷却水可以利用排水阀 25 通过排水管 23 从冷却水导管 22 中排水。

30 在沉淀舱 16 中装有 pH 值传感器 31，用来测量沉淀舱 16 中冷却水的 pH 值。

压缩机系统 10 还包含供水源 40，需要时可以从这里给冷却水路提供循环水。通过供水源 40 的排水管 42，供水源 40 也用来给冷却水路 20 提供脱盐水和非脱盐水。

5            从与饮用水网连接的导管 46 来的水或从支管 48 来的冷却水可  
选择地通过供水管 44 给供水源 40 供水。支管 48 是从冷却水导管 22  
中介于极化装置 27 和温度传感器 28 之间的地方分支出来的，以使一  
部分冷却水通过支管 48 绕过压缩机 12 分流到供水源 40。支管 48 中装  
有控制阀 50、带有朝向供水源通道的回流阀 34 和颗粒过滤器 26。饮  
10    用水导管 46 上装有截止阀 52 及连续朝向供水源 40 方向的回流阀 34。

          饮用水导管 46 和冷却水支管 48 向供水管 44 排水，供水管 44 中  
也装有颗粒过滤器 26。供水管 44 最终给脱盐装置 54 供水，脱盐装置  
可以是混合床离子交换器。脱盐装置 54 还可以是反向渗透装置。在混  
15    合床离子交换器 54 中使用了强酸和强碱交换剂，把需要处理的水中的  
几乎所有阳离子和阴离子全部去掉。这样，去离子水，即脱盐水，其  
导电率约为 25℃时 0.1~0.2 $\mu$ S/cm。因此，供给的非去离子水在脱盐装  
置 54 中达到了去离子的效果，即脱掉了 90%以上的盐份。这样，从脱  
盐装置 54 的排水管 55 排出的去离子水具有低的盐度，从而具有低的  
20    导电率和低的 pH 值。

          在脱盐装置的排水管 55 中装有控制阀 56，通过它排水管 55 可以  
打开或关闭。

25            平行于脱盐装置 54 安装了旁路 58，它把供水源 40 的供水管 44  
与供水源 40 的排水管 42 连接起来，而绕过了脱盐装置 54。在旁路 58  
中也安装了控制阀 60。通过饮用水供水管 44 或冷却水支管 48 流向供  
水源 40 的水，根据阀 56 和 60 的状态，或者通过脱盐装置 54 流至排  
水管 42，或者绕过脱盐装置 54 直接流到排水管 42。

30

排水管 42 依次分成两个支管：第一个分支是，排水导管 42 通过连接管 62 与冷却水路 20 的轴承导管 32 相连，从流量继电器 36 的上游流入排到轴承导管 32。在连接管 62 中也安装了回流阀 34，水流的方向选定在朝向轴承导管 32 的方向。第二个分支是进水管 64，把来自与供水源 40 连接的排水管 42 的水引入到进气导管 14 上的进水口 65。进水管 64 也安装了回流阀 34 和控制阀 66。

沉淀舱 16 中安装了测量 pH 值的 pH 值传感器 31。但是，测量到的 pH 值的结果并不总是可信的，因而不能作为主要的控制变量。

薄膜过滤器 26 能防止冷却系统及脱盐装置 54 中未受抑制的细菌的生长。

控制装置 70 通过电气控制线 68，可以全部控制四个控制阀 50，56，60，66，也就是四个阀可用开关控制。压缩机系统 10 的四个传感器 28，30，31，36 通过测量线 72 与控制装置 70 相连，因此传感器 28，30，31，36 的测量数据通过控制装置 70 被接收和输入。

在压缩机 12 工作期间，在冷却水路 20 中循环的冷却水受到很多能改变冷却水成分和性质的因素的影响。这期间，化学的、电化学的、物理的过程都可产生影响。因此，尤其是冷却水的 pH 值和盐度发生变化。例如，在夏季的几个月中，特别是热带地区，进入压缩机 12 和沉淀舱 16 的冷却水路的空气中含有大量水汽，以冷凝水的形式析出。因此，考虑其盐度，冷却水可能被稀释了，以致于冷却水的相对盐度下降。但是，当非常干燥的冷空气被压缩时，从冷却水中排出的蒸发水，被受热的压缩空气吸收和散失掉。因而，水的相对盐度增加。冷却水的盐度过高，将导致沉淀产生，即析出沉淀物。沉淀能使压缩机 12 的密封间隙、密封、阀门等发生损坏或缺陷。如果盐度过低，考虑到对吸进气体中二氧化碳的吸收，冷却水的缓冲能力降低。如果冷却水的缓冲能力降低，就不能从压缩空气中充分地吸收二氧化碳。冷却水中

没有被缓冲的游离二氧化碳则降低 pH 值,从而冷却水具有侵蚀性和腐蚀性。

5 与腐蚀性相关的冷却水的 pH 值应尽可能呈中性,即 pH 值应约为 7。但是,无论如何 pH 值也不能超出 6.5~7.5 的范围,因为即使在 6.5 和 7.5 这些值也会发生腐蚀。

10 一般地,通过测量水的导电率来确定其盐度。在本发明的实施例中,冷却水的导电率应一直保持在  $10\sim 20\mu\text{S}/\text{cm}(25^\circ\text{C})$ 。控制装置 70 接收导电率传感器 30 测量的导电率数据,并对其评价及转换成相应的控制参量和指令。

15 根据温度传感器 28 测量的温度值,控制装置 70 对导电率传感器 30 测量的导电率值作出补偿,即进行校正。由于水的导电率与温度密切相关,因此这是十分必要的。

20 如果导电率超过上限值  $20\mu\text{S}/\text{cm}$ ,控制装置 70 就打开脱盐装置 54 中排水管 55 的控制阀 56,这样,非脱盐水流过供水管 44 和脱盐装置 54 被脱掉盐份。脱盐水,即去离子水经过供水源排水管 42 和进水管 64 流到进水口 65,在这里脱盐水进入进气导管 14。因而,流入的脱盐水与吸入的空气一起进入压缩机 12,并最终在沉淀舱 16 与压缩空气分离。经过这一路线,脱盐水回流到冷却水路 20,使冷却水盐度发生改变。这样,脱盐水进入冷却水路 20,直到导电率传感器测量的导电率又回到导电率的上限值  $20\mu\text{S}/\text{cm}$  以下。

25

如果导电率低于下限值  $10\mu\text{S}/\text{cm}$ ,从饮用水导管 46 来的非脱盐水,不是进入脱盐装置 54,而是打开控制阀 60 经过旁路 58 直接到达排水管 42。非脱盐水同样也经过进水管 64 进入进气导管 14。

30 如果导电率低于供水源 40 的下限值并且必需脱盐水时,可把从导

管 46 来的饮用水或者从支管 48 来的冷却水进行脱盐。如果超过导电率的上限，即如果冷却水的盐度以一个不希望的方式增大，按照正常的操作，则把从供水源 40 的支管 48 来的冷却水脱盐。在这个过程中，脱盐装置 54 承担了很小的负担，延长了其再生周期。通过控制饮用水导管 46 和支管 48 上相应的控制阀 50 和 52，可以控制进入供水源 40 的水。

pH 值传感器 31 连续探测着沉淀舱 16 中冷却水的 pH 值。如果 pH 值低于 6.5，供水源 40 就给冷却水路提供非脱盐水，直到 pH 值又超过 6.5。但是，如果 pH 值超过 7.5，则给冷却水路 20 提供在脱盐装置 54 中脱了盐的水。但对 pH 值的不断校正仅是为了达到使冷却水的导电率保持在预定值。这意味着，与控制 pH 值相比，应优先使导电率保持在预定值。

在压缩机 12 开始工作前，即在转子开始转动前，为避免压缩机开始工作时高磨损的混合摩擦，压缩机 12 的滑动轴承必须充满水。但由于冷却水路 20 中还没有加压，冷却水路 20 中的冷却水不能充满滑动轴承。

为了在压缩机 12 开始工作之前使压缩机 12 的滑动轴承充满水，可使用饮用水导管 46 提供饮用水，而饮用水的压力一般约为 3.5bar。饮用水在供水源 40 中保持已知的状态，即它的导电率约在 10~20 $\mu$ S/cm 的范围内。只有在压缩机 12 的滑动轴承充满水之后，压缩机 12 的转子才能开始工作。

不能在压缩机开始工作之后再给滑动轴承提供从饮用水网准备的水，由于在压缩机内工作压力很快会达到 8~10bar，而饮用水 3.5bar 的压力太低达不到给滑动轴承供水的目的。因此，压缩机 12 开始工作后，通过轴承导管 32 提供给压缩机 12 的滑动轴承的冷却水对滑动轴承起到润滑作用。这一点是可能的，因为冷却水的压力一直约为压缩

机 12 的工作压力。

5        由于滑动轴承对水润滑作用的失效非常敏感，因此利用流量继电器 36 监控通过轴承导管 32 流向滑动轴承的水的流量。一旦继电器 36 显示水流量太小，控制装置 70 就切断电机 13 的电源，压缩机 12 的转子停止转动。

10       当导电率超过上限  $20\mu\text{S}/\text{cm}$  并且加入了脱盐水后，导电率在一预定的时间内仍没有发生足够的改变时，则可以认为脱盐装置 54 丧失了脱盐能力。此时，控制装置 70 通过显示器件（图中没有示出）显示脱盐装置 54 的失效，如果需要的话，切断压缩机 12 的电机 13 的电源。

15       如上所述，通过测量导电率来控制冷却水的盐度，尽管存在气候条件、饮用水的质量及安装地点不同等因素，也能给压缩机系统提供对质量要求非常高的冷却水。因此，即使密封间隙非常窄的压缩机也能投入运行。并且，通过间接控制冷却水的 pH 值可以避免压缩机系统受到腐蚀。所以，在延长系统寿命的同时可以更少的使用稀有昂贵的材料。

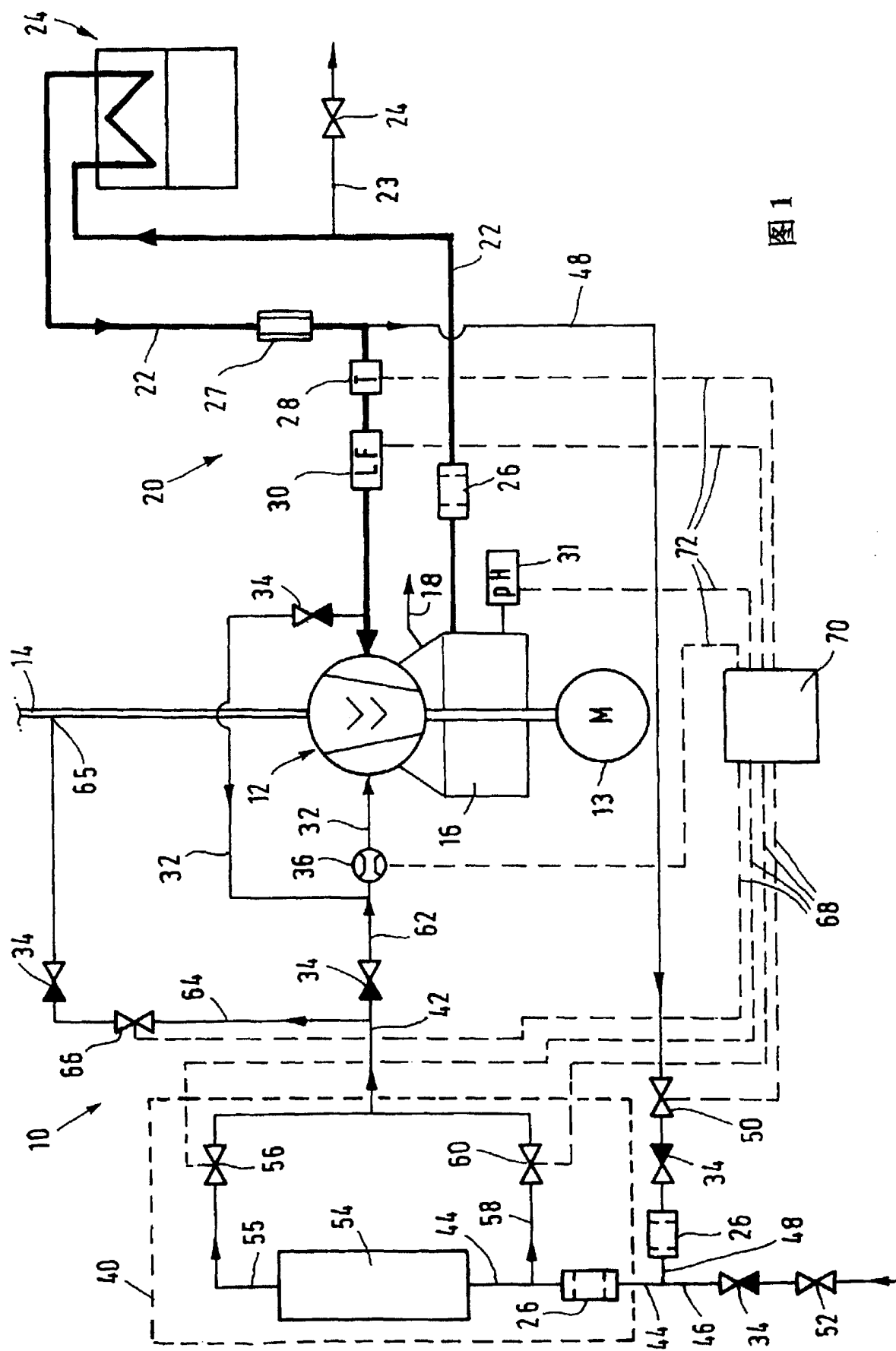


图1