

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 49/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480007283.7

[43] 公开日 2006 年 4 月 19 日

[11] 公开号 CN 1761848A

[22] 申请日 2004.1.23

[21] 申请号 200480007283.7

[30] 优先权

[32] 2003.1.24 [33] US [31] 60/442,215

[86] 国际申请 PCT/US2004/001931 2004.1.23

[87] 国际公布 WO2004/068046 英 2004.8.12

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.19

[71] 申请人 布里斯托尔压缩机公司

地址 美国弗吉尼亚州

[72] 发明人 约瑟夫·洛普雷特

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯宇

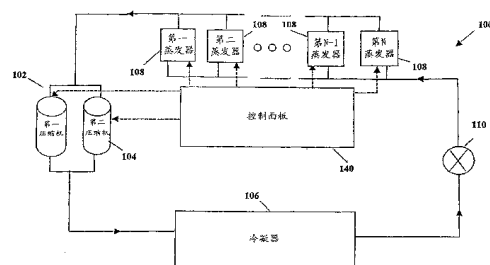
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于制冷系统中分级容量调制的系统和方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用于在制冷系统(100)中产生不连续的分级输出容量的控制系统。该制冷系统(100)优选是一种多蒸发器系统,它具有两台或更多台多级容量压缩机(102、104)。多级容量压缩机(102、104)可以是任何种类的能提供两种或更多种不同输出容量的往复式压缩机或涡旋式压缩机。这些压缩机(102、104)对总的系统容量的贡献可以相等或者可以不相等,但优选不相等,也就是说,一台压缩机提供的容量大于其它压缩机(一或多台)提供的容量。控制系统通过对压缩机(102、104)的运行和压缩机(102、104)提供的输出容量进行配置和控制,产生制冷系统(100)的分级容量。



1. 一种制冷系统, 包括:

- 多台压缩机, 所述多台压缩机具有多种预定运行配置, 其中所述多种
5 预定运行配置的每一预定运行配置都产生用于制冷系统的预定输出容量;
与所述多台压缩机流体连通的冷凝器;
至少一个与所述冷凝器和多台压缩机流体连通的蒸发器;
根据所述制冷系统所需的输出容量控制所述多台压缩机的控制系统,
该控制系统用于从多种预定的运行配置中选择一种预定运行配置, 以最有效
10 地满足所述制冷系统所需的输出容量;

其中, 所述多台压缩机的每一压缩机都具有多种不连续的输出容量,
并且所述多台压缩机的每种预定运行配置都包括一种用于所述多台压缩机的
的每一压缩机的运行状态和一种对于每一运行压缩机的不连续的输出容
量。

- 15 2. 按照权利要求 1 所述的制冷系统, 其中, 所述至少一个蒸发器包括
多个蒸发器, 并且所述多个蒸发器的总数量等于所述多种预定运行配置的
总数量。

3. 按照权利要求 2 所述的制冷系统, 其中, 所述控制系统包括储存多
种预定运行状态的存储器, 并且所述多种预定运行状态的顺序与所述存储
20 器中增加的输出容量的顺序相同。

4. 按照权利要求 3 所述的制冷系统, 其中, 所述多个蒸发器中的预选
数量的蒸发器由所述控制系统根据所述多台压缩机所选的预定运行配置控
制运行, 并且所述预选数量的蒸发器与用于所述多台压缩机的所选的预定
运行配置的顺序标识符相应。

- 25 5. 按照权利要求 1 所述的制冷系统, 其中, 所述多台压缩机的每一压
缩机包括具有第一不连续输出容量和第二不连续输出容量的两级容量压缩
机。

6. 按照权利要求 5 所述的制冷系统, 其中, 所述多台压缩机包括第一
压缩机和第二压缩机。

- 30 7. 按照权利要求 6 所述的制冷系统, 其中, 所述多种预定运行状态包
括八种运行状态。

8. 按照权利要求 7 所述的制冷系统, 其中, 所述八种运行状态被配置成用于为所述制冷系统提供八种不连续的输出容量级。

9. 按照权利要求 6 所述的制冷系统, 其中, 所述第一压缩机和第二压缩机是往复式压缩机。

- 5 10. 按照权利要求 5 所述的制冷系统, 其中, 所述第二不连续输出容量大于所述第一不连续输出容量, 所述第一压缩机的第二不连续输出容量大于所述第二压缩机的第二不连续输出容量。

11. 一种控制制冷系统中多台多级容量压缩机的运行方法, 该方法包括以下步骤:

- 10 提供制冷系统, 该系统具有连接在闭合的制冷回路中的多台多级容量压缩机、冷凝器和多个蒸发器;

确定该制冷系统所需的输出容量;

- 15 确定具有预定输出容量的所述多台多级容量压缩机的配置, 以满足被确定的所需输出容量, 所述多台多级容量压缩机的每一多级容量压缩机都具有多种不连续的输出容量, 其中, 被确定的所述多台多级容量压缩机的配置包括所述多台多级容量压缩机的每一压缩机的运行状态和每一运行的压缩机的不连续输出容量; 及

- 20 产生与所述被确定的所述多台多级容量压缩机的配置相对应的控制指令, 以控制所述多台多级容量压缩机, 从而产生用于所述制冷系统的所述预定输出容量。

12. 按照权利要求 11 所述的方法, 其中, 所述确定多台多级容量压缩机的配置的步骤包括从所述多台多级容量压缩机的多种配置中选择所述多台多级容量压缩机的一种配置的步骤, 其中所述多种配置的每一配置对应于所述制冷系统的一种预定输出容量。

- 25 13. 按照权利要求 12 所述的方法, 其中, 还包括将所述多台多级容量压缩机的所述多种配置存贮于表格中的步骤。

14. 按照权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述选择多台多级容量压缩机的配置的步骤包括从所述表格中选择所述多台多级容量压缩机的一种配置。

- 30 15. 按照权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述多个蒸发器包括用于所述多台多级容量压缩机的所述多种配置中的该多台多级容量压缩机的每一

配置的一个蒸发器。

16. 按照权利要求 15 所述的方法，其中，选择所述多台多级容量压缩机的一种配置的步骤包括选择与所述多个蒸发器中运行的蒸发器的数量相对应的所述多台多级容量压缩机的一种配置。

用于制冷系统中分级容量调制的系统和方法

5 相互参考的相关申请

本申请请求享有于 2003 年 1 月 24 日提交的美国临时申请 60/442,215 号的优先权。

背景技术

10 本发明总体上涉及一种具有分级输出容量 (stepped output capacities) 的制冷系统。更具体地说, 本发明涉及一种控制系统, 它能为具有两级或更多级容量的压缩机的制冷系统提供八种或更多种不连续的输出容量。

用两级容量压缩机 (dual capacity compressor) 可为制冷系统提供不同等级的输出容量。使用两级容量压缩机的一个缺点是制冷系统可能需要与
15 该压缩机的容量之一不同的输出容量, 因此, 根据所选择的压缩机配置 (configuration) 一方面可能导致产生的容量过大, 或者另一方面可能导致产生的容量不足。

此外, 用于制冷系统的不同等级的输出容量可通过控制设置在制冷系统内的多台单级容量的压缩机的运行获得。美国专利 4,384,462 ('462 专利)
20 号就公开了这样一种系统。'462 号专利涉及一种多级压缩机制冷系统, 它具有多台不同容量的压缩机和多个与压缩机相连的处于不同包壳 (enclosure) 内的蒸发器。这些压缩机具有单一容量, 并且能在“接通”状态与“断开”状态之间切换。压缩机以不同组合在“接通”和“断开”状态之间的切换将导致制冷系统处于 2^N 种不同等级或运行状态, 也包括所有
25 压缩机处于“断开”时的零状态。这种控制可根据系统的吸气压力的增大或减小来增加或减少制冷系统的特定运行状态。

此外, 制冷系统的不同等级的输出容量可通过对设置在制冷系统内的多台两级容量压缩机的运行进行排序而获得。这类系统中的一种被美国专利 4,501,125 ('125 专利) 号所公开。'125 号专利涉及一种温度调节系统。
30 该温度调节系统设置有两台与制冷回路中的蒸发器相连的两级压缩机。'125 号专利讨论了在使用两台两级压缩机时可获得四级冷却的情况。该系统根据查

找表格 (look-up table) 内的预定标准增加或减少冷却 (加热) 级或冷却 (加热) 状态。

因此, 需要一种在具有两台或更多台多级容量压缩机的制冷系统中提供分级输出容量的系统和方法, 以满足制冷系统所需的特定输出容量。

5

发明内容

本发明的一实施方式涉及一种具有多台压缩机的制冷系统。多台压缩机中的每一压缩机被配置成能提供多种不连续的输出容量。制冷系统还包括与多台压缩机流体连通的冷凝器和至少一个与冷凝器及所述多台压缩机
10 流体连通的蒸发器。控制系统用于控制多台压缩机的各台压缩机的运行 (启动或停机), 以便控制多台压缩机中的每一压缩机的多种不连续的输出容量中的一种不连续的输出容量。控制系统根据制冷系统所需的输出容量确定应运行的压缩机和多台压缩机中每一运行的压缩机的不连续的输出容量。

本发明的另一实施方式涉及一种控制具有至少一个蒸发器的制冷系统
15 中的多台多级容量压缩机运行的方法。该方法包括确定制冷系统所需的输出容量和确定用于产生被确定的输出容量的多台多级容量压缩机的配置步骤。被确定的多级容量压缩机的配置是从用于多台多级容量压缩机的、具有压缩机运行和压缩机容量的多种配置的表格中获得的。多种配置中的每一种配置都对应于制冷系统的一种输出容量。该方法还包括将被确定的
20 多台多级容量压缩机的配置应用于多台多级压缩机, 以在制冷系统中产生被确定的输出容量的步骤。

本发明的又一实施方式涉及一种制冷系统, 它具有多台压缩机、与多台压缩机流体连通的冷凝器、至少一个与冷凝器和多台压缩机流体连通的蒸发器、和根据制冷系统所需的输出容量控制多台压缩机的控制系统。所
25 述多台压缩机具有多种预定运行配置, 其中多种预定运行配置中的每一预定运行配置都可为制冷系统提供预定的输出容量。将控制系统配置成: 从多种预定运行配置中选择一种预定运行配置, 以最有效地满足所需的输出容量。多台压缩机中的每台压缩机都具有多种不连续的输出容量, 并且多台压缩机的每种预定运行配置都包括多台压缩机的每台压缩机的运行状态
30 和各运行的压缩机的不连续的输出容量。

本发明的再一实施方式涉及一种控制制冷系统中的多台多级容量压缩

机运行的方法。该方法包括提供具有连接在闭合的制冷剂回路中的多台多级容量压缩机、冷凝器和多个蒸发器的制冷系统和确定该制冷系统所需的输出容量的步骤。该方法还包括确定具有预定输出容量的多级容量压缩机的配置、以满足被确定的所需的输出容量的步骤。所述多台多级容量压缩机的每台多级容量压缩机都具有多种不连续的输出容量，并且被确定的多台多级容量压缩机的配置包括多台多级容量压缩机的每一压缩机的运行状态和每一运行的多级容量压缩机的不连续的输出容量。该方法还包括产生与被确定的多台多级容量压缩机的配置对应的控制指令，以控制多台多级容量压缩机产生用于制冷系统的预定的输出容量的步骤。

10 本发明的一个优点在于可提供各种不同的输出容量，以便更准确地与制冷系统所需的输出容量相匹配，从而可避免产生无用的过大的容量。

从下面结合附图并通过实例所示出的本发明原理对优选实施方式的更详细的描述中可更加清楚地看出本发明的其它特征和优点。

15 附图说明

图 1 示意地示出了本发明制冷系统的一实施方式；

图 2 的表格示出了输出容量的级和由本发明的控制系统产生的两台两级容量压缩机的相应配置；

图 3 的表格示出了由几种不同的压缩机配置所提供的输出容量；

20 图 4 是本发明控制过程的流程图。

只要可能，在全部附图中用相同的附图标记表示相同或相似的部件。

具体实施方式

在图 1 中借助于实例示出了可应用本发明的常规系统。如该图所示，
25 加热、通风和空调（HVAC）或制冷系统 100 包括第一压缩机 102、第二压缩机 104、冷凝器 106、一个或多个蒸发器 108、一个（或多个）膨胀装置 110 和控制面板 140。控制面板 140 可包括模拟-数字（A/D）转换器、微处理器、非易失性存储器和接口板。下面将更详细地描述控制面板 140 的操作。传统的制冷或 HVAC 系统 100 还包括许多其它在图 1 中未示出的特征。
30 为简化附图以便于说明，有意省略了这些特征。

在制冷系统 100 中，压缩机 102 和 104 压缩制冷剂蒸气并使被压缩的

制冷剂蒸气通过单一管路输送至冷凝器 106。压缩机 102 和 104 的输出端相互连接，以使来自各压缩机 102 和 104 的被压缩的制冷剂气化物在单一管路中混合，随后输送到冷凝器 106。另外，在压缩机 102 和 104 中只有一台压缩机运行的情况下，其他压缩机 102 和 104 的输出端被阀门（图中未示出）关闭或密封，以防止制冷剂通过未运行的压缩机 102 和 104 回流。压缩机 102 和 104 优选是任何类型的具有多级容量输出、即两种或更多种不连续的输出容量级的往复式或涡旋式压缩机。当然，应想到的是，本发明可使用能提供两种或更多种不连续的输出容量的任何类型的压缩机。

在本发明的另一实施方式中，从每一台压缩机 102 和 104 输出的经压缩的制冷剂气化物可分开输送并保持分开，直到输出的制冷剂气化物在冷凝器 106 中混合时为止。在本发明的又一实施方式中，从每一台压缩机 102 和 104 输出的经压缩的制冷剂气化物可以在独立的制冷剂回路中进行输送，即当制冷剂通过系统循环时，来自一台压缩机的经压缩的制冷剂气化物与来自另一台压缩机的经压缩的制冷剂气化物不混合。在该实施方式中，每一回路中的冷凝器和蒸发器可具有任何适当的布置，致使在仍维持独立的制冷剂循环的同时，进行必要的热交换。

在图 1 中，来自压缩机 102 和 104 的制冷剂气物流过或环绕冷凝器 106 中的热交换器盘管流动时与优选是空气或水的流体进行热交换。作为与所述流体进行热交换的结果，冷凝器 106 中的制冷剂气化物经相变而成为制冷剂液体。被冷凝的液态制冷剂从冷凝器 106 流过膨胀装置 110（一或多个）到达蒸发器 108。膨胀装置（一或多个）110 可以是任何种类的将高压液体转变成低压液体和气化物的合适的装置，例如膨胀阀或毛细管。

然后，根据制冷系统 100 的具体配置，将膨胀装置（一或多个）110 的输出提供给一个或多个蒸发器 108。可根据制冷系统 100 的特定冷却需求或输出容量需求（下面将更详细地讨论）将一个或多个蒸发器 108 关闭或停用。通过设置在停用的各蒸发器 108 的入口和出口处的阀门（图中未示出）可防止制冷剂液体和/或气化物进入停用的蒸发器 108。在本发明的另一实施方式中，从膨胀装置 110 接出的管路可连接到设有与各蒸发器 108 相连的适当的阀门的支路上。可将支路配置或控制成向适当的蒸发器 108 提供制冷剂。类似地，蒸发器 108 的输出端可连接到设有适当的阀门的支路上，而且可将该支路配置或控制成只用单一管路向压缩机 102 和 104 提供制冷

剂气化物。不管是在独立的管路上还是在支路上，蒸发器 108 的停用和阀门的关闭都可由中央控制系统控制或在各蒸发器 108 处单独地进行控制。

来自膨胀装置 110 的制冷剂液体和气化物流过或环绕各运行的蒸发器 108 的热交换盘管流动时与优选是空气的流体进行热交换，以降低空气的温度。由于与空气进行热交换，蒸发器 108 中的制冷剂液体相变成为制冷剂蒸气。蒸发器 108 中的制冷剂气化物通过吸气连接件流出蒸发器 108 并通过共用管路返回到压缩机 102 和 104，从而完成循环。在制冷系统 100 中的蒸发器 108 的数量可从一改变到 N，其中 N 最好是与压缩机 102 和 104 的分级输出的最大级数对应的数（下面将更详细地讨论）。但是，在本发明的另一实施方式中，蒸发器的数量可大于压缩机 102 和 104 的分级输出的级数，即 N 大于分级输出的最大级数。在此实施方式中，因为该实施方式中分级输出的级数和蒸发器的数量相同，蒸发器的输出与压缩机的输出不匹配。例如，如果图 1 所示的压缩机 102 和 104 是两台两级容量压缩机，则 N 优选为八（参见图 2），并在制冷系统 100 中可设置八个（或者可以更多）蒸发器 108。

在本发明的另一实施方式中，可增加压缩机 102 和 104 的台数和/或可增加由各压缩机 102 和 104 提供的容量数，以增加提供给制冷系统 100 的分级输出容量的总量（下面将更详细地讨论）。相应地，由于输出容量级数增加，所以能使用于制冷系统 100 中的蒸发器 108 处在最佳数量（N），从而能保持一个蒸发器与一种输出容量级的最佳比率。

控制面板 140 具有 A/D 转换器，以更适宜地接收来自系统 100 的象征系统 100 性能的输入信号。控制面板 140 还具有接口板，以将信号传输给系统 100 的部件，从而控制系统 100 的运行。例如，控制面板 140 可传输信号以控制运行的蒸发器的数量并控制压缩机 102 和 104 的运行。控制面板 140 还可包括许多在这里未讨论的其它特征和部件。为简化控制面板 140 以便于讨论，有意省略这些特征和部件。

控制面板 140 是使用控制算法（一或多种）或软件的控制系统的一部分，它用于控制系统 100 的运行并根据系统 100 的特定输出容量的需求确定和执行对于压缩机 102 和 104 的运行配置。另外，控制系统能利用控制算法（一或多种）开启和关闭阀门，从而使蒸发器 108 接入或运行及脱开或停用。在一实施方式中，控制算法（一或多种）可以是储存在控制面板

140 的非易失性存储器中的计算机程序或软件，并可包括由控制面板 140 的微处理器执行的指令组。虽然优选将控制算法包含在计算机程序（一或多种）中并由微处理器执行，但应理解到，控制算法也可由本领域技术人员用数字和/或模拟硬件来完成和实现。若用硬件实现控制算法，可改变控制面板 140 的相应配置，以增设必要的部件并去掉任何不再需要的部件。

本发明的控制系统通过控制在特定时间运行的压缩机 102 和 104 和通过控制运行中的压缩机 102 和 104 的输出容量来产生用于制冷系统 100 的不同级的输出容量。通过控制压缩机的运行和它们的输出容量，本发明的控制系统可产生用于制冷系统 100 的不同级的输出容量。图 2 示出了用于获取八种不连续的级的图 1 所示的压缩机 102 和 104 的运行配置。图 1 所示的压缩机 102 和 104 是两级容量压缩机，它具有提供压缩机 102 和 104 的总输出容量的一半的第一级和提供压缩机 102 和 104 的总输出容量的第二级。如图 2 中所看到的那样，通过在两种运行模式的一种中使一台压缩机 102 和 104 运行可产生或获得四种不连续的级；通过在两种运行模式的一种中使两台压缩机 102 和 104 都运行可产生或获得另外的四种不连续的级。可理解到，压缩机 102 和 104 的特定配置可与任何特定的步骤相关联，图 2 和 3 中所示的关联情况只是用于举例说明。但是这些步骤顺序最好与增加系统容量的顺序相同。

当在制冷系统 100 中添加另外的压缩机时，本发明的控制系统（及图 2 中的控制流程图）将被扩展，以便为新增压缩机（一或多台）提供附加的控制配置。例如，另外的新增压缩机能产生用于新增压缩机的第一级输出和第二级输出的新增级和将新增压缩机的输出与压缩机 102 和 104 中的一台或两台的输出相结合的新增级。类似地，如果用具有三种或更多种不连续的输出容量的多级容量压缩机取代压缩机 102 和 104 之一，则本发明的控制系统（及图 2 中的控制流程图）将被扩展，以便为新增压缩机容量提供附加的控制配置。

为了进一步说明本发明的控制系统的运行，将图 2 的输出容量级应用于几种不同的压缩机 102 和 104 的配置。图 3 提供了用于四种不同的压缩机配置的八级中的每一级的输出容量。这四种不同的压缩机配置包括：一台压缩机提供总系统容量的 40%、其它压缩机提供总系统容量的 60% 的配置，例如容量为两吨的压缩机和容量为三吨的压缩机；一台压缩机提供总

系统容量的 30%、其它压缩机提供总系统容量的 70%的配置,例如容量为一吨的压缩机和容量为二又三分之一吨的压缩机;一台压缩机提供总系统容量的 20%、其它压缩机提供总系统容量的 80%的配置,例如容量为一吨的压缩机和容量为四吨的压缩机;及每台压缩机都提供总系统容量的 50% 5 的配置,例如一对容量为两吨的压缩机。

从图 3 中可看出,若采用带有本发明的控制系统的不同容量的压缩机 102 和 104,由八级或八种配置可产生八种不同的输出容量。然而,若采用具有相同输出容量的压缩机 102 和 104,由八级或八种配置只能产生四种不同的输出容量。这是因为一些级产生相同的输出容量。因此,在本发明的 10 优选实施方式中,压缩机 102 和 104 具有不同的输出容量,以便获得最多的输出容量级。可根据制冷系统 100 的最大和最小需求及根据用户期望的特定输出容量级确定和选择压缩机 102 和 104 的特定的总输出容量。

图 4 示出了确定制冷系统 100 的适当输出容量的方法。该方法从确定制冷系统 100 所需输出容量的步骤 402 开始。制冷系统 100 的所需输出容量与蒸发器(一或多个)108 的冷却需求有关。这种冷却需求可以是待冷却 15 流体温度的函数、运行的蒸发器的数量的函数、两个或任何其它适当因素的结合。例如,在图 1 所示的制冷系统 100 中,冷却需求基于五个蒸发器 108 正在运行而其它三个蒸发器 108 不运行的情况。这可出现在例如建筑物内的情况中,其中每一蒸发器 108 都向建筑物的特定区域供冷。

20 当在步骤 402 中确定了制冷系统 100 的输出容量后,在步骤 404 中,控制系统确定压缩机 102 和 104 的配置,以最好地满足或最有效地满足所需的输出容量。控制系统评估储存的有关压缩机配置的信息,如图 2 中的信息,以确定适当的压缩机配置。可利用控制系统将有关压缩机配置的信息以任何快捷和容易检索的适当方式储存起来。可将信息储存在表格、数 25 据库或任何其它适当的配置中。在一实施方式中,控制系统可将运行的蒸发器 108 的数量与具有一种配置的相应步骤关联起来,以产生适当的输出容量。再回到上述五个蒸发器 108 运行的实例中,控制系统可选择级 5,该级与运行的蒸发器 108 的数量匹配并具有产生适当输出容量的压缩机配置。在另一实施方式中,控制系统可将所需的输出容量与各特定的配置和对应的 30 容量相比较,以确定哪一种配置和容量与所需的输出容量最匹配。例如,如果所需输出容量对应于 50%的总容量,控制系统将比较各个配置的输出

容量，以确定与提供 50% 所需的输出容量最为接近的配置。

最后，在步骤 404 中，控制系统采用确定后的压缩机配置并向压缩机 102 和 104 发出适当的控制信号。然后，压缩机 102 和 104 根据控制系统发出的控制信号按所需的配置运行，从而获得所需的输出容量。

- 5 虽然已参照优选实施方式描述了本发明，但本领域的技术人员应理解到，在不超出本发明的范围的前提下，可进行各种改变及对其部件进行等同替换。此外，在不脱离本发明的基本构思的前提下，可按照本发明的教导进行各种变换，以适应特定的情况或材料。因此，本发明不局限于以实施本发明的最佳方式公开的具体实施方式，本发明应包括落入所附权利要求范围内的所有实施方式。
- 10

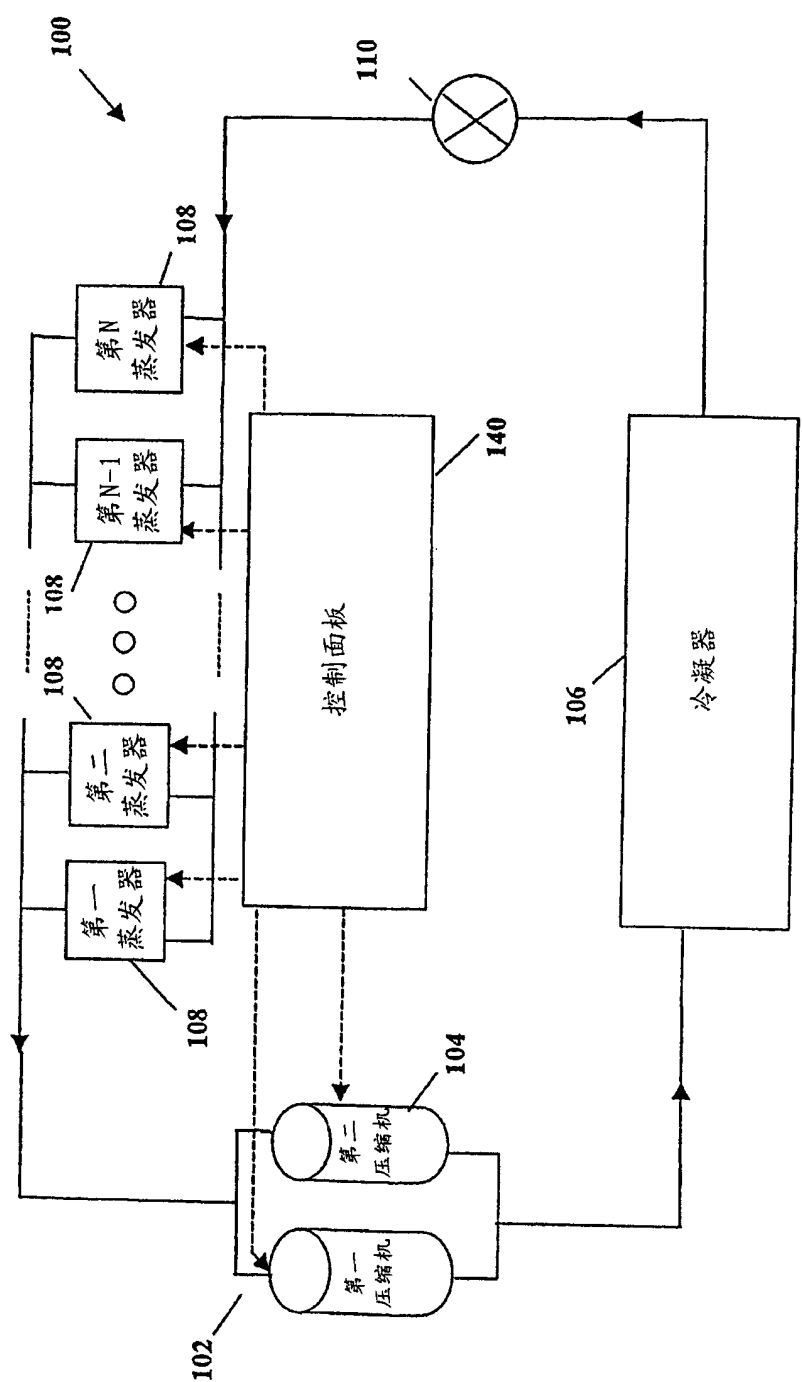


图 1

输出容量	压缩机配置
级1	第一压缩机(第一级)
级2	第二压缩机(第一级)
级3	第一压缩机(第二级)
级4	第二压缩机(第二级)
级5	第一压缩机(第一级)和第二压缩机(第一级)
级6	第一压缩机(第二级)和第二压缩机(第一级)
级7	第一压缩机(第一级)和第二压缩机(第二级)
级8	第一压缩机(第二级)和第二压缩机(第二级)

图 2

输出容量	压缩机配置	第一压缩机-40% 第二压缩机-60%	第一压缩机-50% 第二压缩机-50%	第一压缩机-30% 第二压缩机-70%	第一压缩机-20% 第二压缩机-80%
级1	C1 (1 st)	20%	25%	15%	10%
级2	C2 (1 st)	30%	25%	35%	40%
级3	C1 (2 nd)	40%	50%	30%	20%
级4	C2 (2 nd)	60%	50%	70%	80%
级5	C1 (1 st) & C2 (1 st)	50%	50%	50%	50%
级6	C1 (2 nd) & C2 (1 st)	70%	75%	65%	60%
级7	C1 (1 st) & C2 (2 nd)	80%	75%	85%	90%
级8	C1 (2 nd) & C2 (2 nd)	100%	100%	100%	100%

图 3

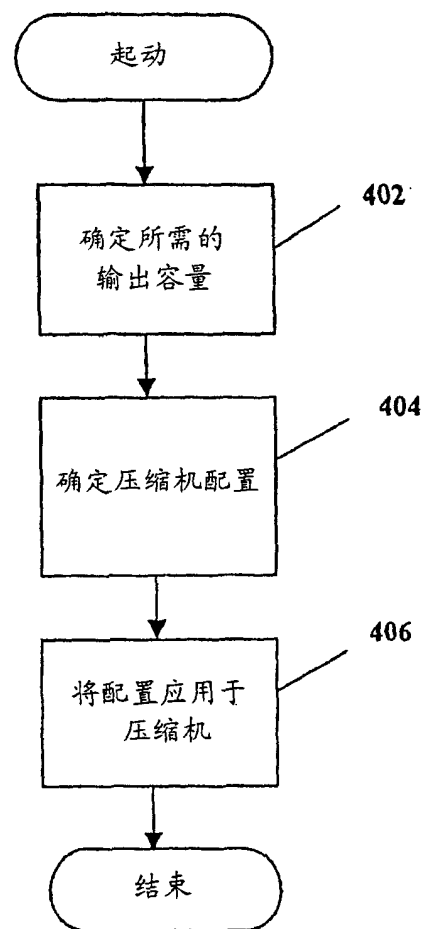


图 4