

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 10 月 24 日 (24.10.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/217147 A1

- (51) 国际专利分类号:
F25B 1/10 (2006.01) **F25D 17/02** (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/078404
- (22) 国际申请日: 2024 年 2 月 23 日 (23.02.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310432817.5 2023 年 4 月 21 日 (21.04.2023) CN
- (71) 申请人: 广东美的暖通设备有限公司 (**GD MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道, Guangdong 528311 (CN)。上海美控智慧建筑有限公

- 司 (**SHANGHAI KONG INTELLIGENT BUILDING CO., LTD**) [CN/CN]; 中国上海市青浦区崧泽大道国家会展中心办公楼 C 栋, Shanghai 201702 (CN)。
- (72) 发明人: 岳宝 (**YUE, Bao**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道, Guangdong 528311 (CN)。祝用华 (**ZHU, Yonghua**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道, Guangdong 528311 (CN)。袁永莉 (**YUAN, Yongli**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道, Guangdong 528311 (CN)。
- (74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (**AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE**); 中国北京市海淀区学清路 38 号 (B 座) 21 层 2108, Beijing 100083 (CN)。

(54) **Title:** CONTROL METHOD AND APPARATUS FOR DOUBLE-HEAD UNIT, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种双机头机组的控制方法、装置和存储介质

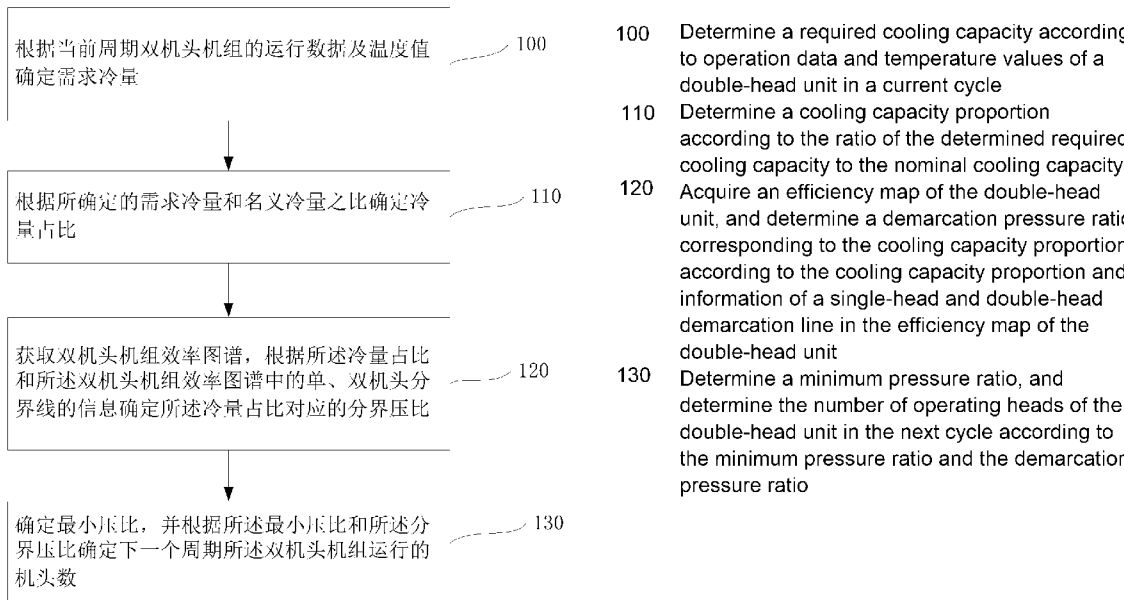


图 1

(57) **Abstract:** A control method and apparatus for a double-head unit, and a storage medium. The method comprises: acquiring operation data and temperature values of the double-head unit in a current cycle to determine a required cooling capacity; determining a cooling capacity proportion according to the ratio of the determined required cooling capacity to the nominal cooling capacity; acquiring an efficiency map of the double-head unit, wherein in the efficiency map of the double-head unit, the abscissa represents the cooling capacity proportion, and the ordinate represents a pressure ratio; determining a demarcation pressure ratio corresponding to the cooling capacity proportion according to the cooling capacity proportion and information of a single-head and double-head demarcation line in the efficiency map of the double-head unit; and determining a minimum pressure ratio, and determining the number of operating heads

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

of the double-head unit according to the minimum pressure ratio and the demarcation pressure ratio.

(57) 摘要: 一种双机头机组的控制方法、装置和存储介质, 所述方法包括: 获取当前周期双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量, 根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比; 获取双机头机组效率图谱, 其中, 所述双机头机组效率图谱中横坐标为冷量占比, 纵坐标为压比; 根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息确定所述冷量占比对应的分界压比; 确定最小压比, 并根据所述最小压比和所述分界压比确定所述双机头机组运行的机头数。

一种双机头机组的控制方法、装置和存储介质

本申请要求于 2023 年 04 月 21 日提交中国专利局、申请号为 202310432817.5、发明名称为“一种双机头机组的控制方法和装置”的中国专利申请的优先权，其内容应理解为通过引用的方式并入本申请中。

5

技术领域

本文涉及空调技术，尤指一种双机头机组的控制方法、装置和存储介质。

背景技术

- 10 离心式冷水机组以其容量大、效率高在大中型建筑空调系统中得到广泛应用，在一些应用场景中，单机组容量可达 1000 冷吨以上，机组可能由 2 台或多台压缩机提供循环动力。由于运行时功耗较高，对于双(多)机头的冷水机组，其运行节能具有重要的意义。一些技术中，对于空调水系统的优化控制常以机组启停等方式对机组进行控制，对于机组本身的运行能效关注度不高，针对性的优化控制方案不多。对于双(多)机头机组常采用机头
- 15 同增同减的方式以解决不同压头间压-流平衡问题，故在一些负荷工况下机组能效较低。另一方面，常规的多机头变频离心式冷水机组运行策略主要从降低变频离心式压缩机启动和关闭时的压比等可靠性方面进行优化，并未根据变频离心式压缩机在变工况变负载时的效率曲线，以机组最优能效为目标进行控制策略优化。在实际使用中，冷水机组大部分时间处于部分负荷运行，因此，亟待需要一种通过改善多机头变频离心式冷水机组的运行控制
- 20 方法，以有效提高机组的部分负荷能效，从而降低机组运行能耗和运行费用。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本公开实施例提供了一种双机头机组的控制方法，所述方法包括：

- 25 根据当前周期双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量；根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比；
- 获取双机头机组效率图谱，其中，所述双机头机组效率图谱中横坐标为冷量占比，纵坐标为压比；根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息，确定所述冷量占比对应的分界压比；
- 30 确定最小压比，并根据所述最小压比和所述分界压比确定下一个周期所述双机头机组运行的机头数；其中，所述最小压比为理论最低冷凝压力和理论最高蒸发压力的比值。
- 一种示例性的实施例中，所述双机头机组效率图谱包括单机头运行时的第一效率等高线和双机头运行时的第二效率等高线；
- 所述单、双机头分界线通过以下方式确定：
- 35 确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点；
- 确定所述双机头机组效率图谱中，相同效率值的第一效率等高线和第二效率等高线在小冷量比例侧的等高线交界点；
- 根据所述最大流量与最高压比点，及所述等高线交界点，确定所述单、双机头分界线。

一种示例性的实施例中，所述相同效率值是图谱上效率最高或次高的效率值。

一种示例性的实施例中，所述双机头机组效率图谱通过以下步骤确定：

获取所述双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱；

5 将所述第一效率图谱中数据的横坐标乘以 50%，纵坐标不变，得到所述双机头机组在单机头运行模式下的第二效率图谱；

将所述第一效率图谱和第二效率图谱叠加，得到所述双机头机组在单机头运行和双机头运行时的双机头机组效率图谱。

一种示例性的实施例中，所述确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点，包括：

10 确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大冷量占比；

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最高压比；

根据所确定的最大冷量占比与所确定的最高压比确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点。

一种示例性的实施例中，所述确定所述冷量占比对应的分界压比，包括：

15 确定所述双机头机组效率图谱中所述单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标值，以及所述最大流量与最高压比点的第二横坐标值；

在所述冷量占比大于所述第一横坐标值且小于所述第二横坐标值的情况下，再根据所述冷量占比确定相应的分界压比。

20 下一个周期下一个周期一种示例性的实施例中，所述根据所述最小压比和分界压比确定下一个周期所述双机头机组运行的机头数，包括：

在所述最小压比大于或等于分界压比的情况下，下一个周期所述双机头机组开启一个机头，进入单机头运行模式；

在所述最小压比小于分界压比的情况下，下一个周期所述双机头机组开启两个机头，进入双机头运行模式。

25 一种示例性的实施例中，所述方法还包括：

在当前所述双机头机组运行的是单机头运行模式，确定出下一个周期开启双机头运行模式的情况下，在满足切换的时间间隔时，切换为双机头运行模式；

在当前运行的是双机头运行模式，确定出下一个周期开启单机头运行模式的情况下，在满足切换的时间间隔时，切换为单机头运行模式。

30 本公开实施例还提供了一种双机头机组的控制方法，应用于离心式冷水机组，所述方法包括：

根据双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量；根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比；

35 获取双机头机组效率图谱，其中，所述双机头机组效率图谱中横坐标为冷量占比，纵坐标为压比；所述双机头机组效率图谱包括单机头运行时的第一效率等高线和双机头运行时的第二效率等高线；

根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息，确定所述双机头机组效率图谱中所述单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标值，以及最大流量与最高压比点的第二横坐标值；其中，所述单、双机头分界线通过以下方式确定：确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点；确定所述双

5 机头机组效率图谱中，相同效率值的第一效率等高线和第二效率等高线在小冷量比例侧的等高线交界点；根据所述最大流量与最高压比点，及所述等高线交界点，确定所述单、双机头分界线；

在所述冷量占比小于或等于所述第一横坐标值的情况下，下一个周期双机头机组开启一个机头；在所述冷量占比大于或等于所述第二横坐标值的情况下，下一个周期双机头

10 机组开启两个机头。

一种示例性的实施例中，所述确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点，包括：

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大冷量占比；

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最高压比；

15 根据所确定的最大冷量占比与所确定的最高压比确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点。本公开实施例还提供了一种双机头机组的控制装置，包括存储器和处理器；所述存储器用于保存用于双机头机组的控制程序，所述处理器用于读取执行所述用于双机头机组的控制程序，执行上述实施例中任一项所述的方法。

本公开实施例还提供了一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，所述计

20 算机可执行指令被处理器执行时进行上述实施例中任一项所述的方法。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

附图概述

附图用来提供对本公开实施例技术方案的理解，并且构成说明书的一部分，与本公开

25 实施例的实施例一起用于解释本公开实施例的技术方案，并不构成对本公开实施例技术方案的限制。

图 1 为本公开实施例的一种双机头机组的控制方法流程图；

图 2 为本公开实施例的另一种双机头机组的控制方法流程图；

图 3 为本公开实施例的双机头机组的控制装置示意图；

30 图 4 为一些实施例中的离心压缩机效率图谱；

图 5 是一些示例性实施例中双机头机组效率图谱及切换分界线示意图；

图 6 是一些示例性实施例中确定双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点示意图；

图 7 是一些示例性实施例中双机头机组控制方法示意图；

图 8 是一些示例性实施例中双机头机组控制方法流程图。

详述

5

本公开实施例描述了多个实施例，但是该描述是示例性的，而不是限制性的，并且对于本领域的普通技术人员来说显而易见的是，在本公开实施例所描述的实施例包含的范围内可以有更多的实施例和实现方案。尽管在附图中示出了许多可能的特征组合，并在具体实施方式中进行了讨论，但是所公开的特征的许多其它组合方式也是可能的。除非特意加以限制的情况以外，任何实施例的任何特征或元件可以与任何其它实施例中的任何其他特征或元件结合使用，或可以替代任何其它实施例中的任何其他特征或元件。

10

本公开实施例包括并设想了与本领域普通技术人员已知的特征和元件的组合。本公开实施例已经公开的实施例、特征和元件也可以与任何常规特征或元件组合，以形成由权利要求限定的独特的发明方案。任何实施例的任何特征或元件也可以与来自其它发明方案的特征或元件组合，以形成另一个由权利要求限定的独特的发明方案。因此，应当理解，在本公开实施例中示出和/或讨论的任何特征可以单独地或以任何适当的组合来实现。因此，除了根据所附权利要求及其等同替换所做的限制以外，实施例不受其它限制。此外，可以在所附权利要求的保护范围内进行多种修改和改变。

15

此外，在描述具有代表性的实施例时，说明书可能已经将方法和/或过程呈现为特定的步骤序列。然而，在该方法或过程不依赖于本文所述步骤的特定顺序的程度上，该方法或过程不应限于所述的特定顺序的步骤。如本领域普通技术人员将理解的，其它的步骤顺序也是可能的。因此，说明书中阐述的步骤的特定顺序不应被解释为对权利要求的限制。此外，针对该方法和/或过程的权利要求不应限于按照所写顺序执行它们的步骤，本领域技术人员可以容易地理解，这些顺序可以变化，并且仍然保持在本公开实施例的精神和范围内。

20

25

本公开实施例提供了一种双机头机组的控制方法，如图 1 所示，该方法包括如下步骤 100- 130：

步骤 100. 根据当前周期双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量；

步骤 110. 根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比；

30

步骤 120. 获取双机头机组效率图谱，根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息确定所述冷量占比对应的分界压比；

步骤 130. 确定最小压比，并根据所述最小压比和所述分界压比确定下一个周期所述双机头机组运行的机头数。

35

在本实施例中，温度值包括蒸发器进口水温度值、蒸发器出口水温度值、冷凝进口水温度值、冷凝出口水温度值。

一种示例性的实施例中，在获取双机头机组运行数据、蒸发器进口水温度值 EWT_e 、蒸发器出口水温度值 LWT_e 、冷凝进口水温度值 EWT_c 、冷凝出口水温度值 LWT_c 一系列温度值后，根据下面的 4 个方程进行联合求解，可以计算出冷却水流量和冷冻水流量：

$$Q_c + P = Q_c; \quad (1)$$

$$Q_c = m_{\text{flow_c}} C_p (EWT_c - LWT_c); \quad (2)$$

$$Q_c = m_{\text{flow_e}} C_p (EWT_e - LWT_e); \quad (3)$$

$$P = C_p \Delta T_c m_{\text{flow_c}} - C_p \Delta T_e m_{\text{flow_e}} + \Delta; \quad (4)$$

- 5 上述公式中, Q_c 表示冷量, P 表示压缩机功耗, Q_c 表示冷凝排热量, C_p 表示水的比热容, EWT_c 表示蒸发器进口水温度值, LWT_c 表示蒸发器出口水温度值, EWT_e 表示冷凝进口水温度值, LWT_e 表示冷凝出口水温度值, $m_{\text{flow_c}}$ 表示冷却水流量, $m_{\text{flow_e}}$ 表示冷冻水流量, Δ 表示误差系数, 误差系数 Δ 在理论上是一个接近于 0 的数, $\Delta T_c = EWT_c - LWT_c$, $\Delta T_e = EWT_e - LWT_e$, ΔT_c 表示冷凝进口水和出口水温度值
- 10 差; ΔT_e 表示蒸发器进口水和出口水温度值差。

在本实施例中, 根据上述计算出冷却水流量后, 根据冷凝进口水温度值、冷凝出口水温度值、冷却水流量和水的比热容, 采用公式:

$$Q_c = m_{\text{flow_c}} C_p (EWT_c - LWT_c) \text{ 计算出冷凝排热量 } Q_c。$$

- 根据上述计算出冷冻水流量后, 根据蒸发器进口水温度值, 蒸发器出口水温度值、冷
- 15 冻水流量和水的比热容, 采用公式:

$$Q_e = m_{\text{flow_e}} C_p (EWT_e - LWT_e) \text{ 计算出冷量 } Q_e。$$

- 一种示例性的实施例中, 如图 4 所示的离心压缩机效率图谱, 横坐标表示流量因子, 纵坐标表示压头因子。横坐标的流量因子是压缩机运行制冷剂流量除以额定制冷剂流量的比值, 该流量因子无量纲; 纵坐标中的压头因子是压缩机运行压比除以最大压比 (最大压
- 20 比是压缩机设备所能达到的最大值)。压缩机效率图谱是压缩机厂家通过实验测定或其他方法得到的技术数据, 表征压缩机运行在不同的制冷剂流量 (对应冷量) 和不同压比下的效率。在不同的频率和导叶开度下对应的压缩机效率不同, 形成等效率线。图 4 中, $IGV=10^\circ$, $IGV=30^\circ$, $IGV=50^\circ$ 表示不同的导叶开度; $N=60\%$, $N=70\%$, $N=80\%$, $N=90\%$, $N=100\%$ 表示不同的频率百分比, $\eta_{\text{rel}}=50\%$, $\eta_{\text{rel}}=70\%$, $\eta_{\text{rel}}=90\%$, $\eta_{\text{rel}}=95\%$, $\eta_{\text{rel}}=100\%$ 表示不同
- 25 等效率线。

在压缩机厂家制作压缩机效率图谱时使用了流量 (因子) 来表征制冷量, 由于实际运行时制冷剂流量参数难以实测 (系统中一般没有安装流量计), 因此, 使用冷量机组制冷量与额定制冷量之比即冷量占比作为横坐标。

根据图 4 所示的离心压缩机效率图谱可确定,通过冷量占比和压比值可以表征压缩机效率。

基于上述分析,在计算出需求冷量后,可以计算冷量占比和压比;

步骤 1、通过用户设定温度、进口水温度和冷冻水流量计算得到需求冷量:

$$5 \quad Q_{e_set} = m_flow_e * C_p * (EWT_e - LWT_{e_set})$$

其中, Q_{e_set} 为需求冷量, m_flow_e 为冷冻水流量, C_p 为水的比热容,

4.1868kJ/kg.K, EWT_e 为蒸发器进口水温度值, LWT_{e_set} 为设定的蒸发器出口水温。

步骤 2、根据所计算的需求冷量和名义冷量进行相除确定冷量占比:

$$f_Q = Q_{e_set} / Q_{nom};$$

10 其中, f_Q 为冷量占比, Q_{e_set} 为需求冷量, Q_{nom} 为名义冷量, 该名义冷量是压缩机自带的值, 是个已知量。

如图 5 双机头机组效率图谱及切换分界线所示,双机头机组效率图谱包括单机头运行时的第一效率等高线和双机头运行时的第二效率等高线;图 5 中的虚线表示双机头运行时的第一效率等高线,实线表示单机头运行时的第二效率等高线,在第一效率等高线和第二效率等高线两者叠合的效率图谱中,确定某个临界点切换至单机头运行以实现节能。比如 A 点和 C 点是临界点,线段 AC 是分界线。

一种示例性的实施例中,双机头机组效率图谱通过以下步骤确定:

步骤 1.获取双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱;

20 由于双机头机组的两个机头一模一样,且冷量占比是无量纲的参数,因此双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱与单机头机组的效率图谱是相同的;

步骤 2.将所述第一效率图谱中数据的横坐标乘以 50%,纵坐标不变,得到双机头机组在单机头运行模式下的第二效率图谱;

25 本步骤的实现过程是相当于对第一效率图谱进行缩放,横坐标方向缩小为原来的一半,纵坐标方向不变。这样做的原因是:冷量占比等于需求冷量除以名义冷量(固定值),在绘制双机头机组效率图谱时,无论双机头机组运行于单机头模式还是双机头模式,均是以双机头运行模式下的名义冷量来计算冷量占比,而双机头机组运行于单机头模式时的需求冷量是运行于双机头模式时的 50%,因此双机头机组在单机头运行模式下的第二效率图谱可以通过对双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱进行上述变换得到。

步骤 3. 将第一效率图谱和第二效率图谱叠加, 得到双机头机组在单机头运行和双机头运行时的双机头机组效率图谱。如图 5 所示, 第一效率图谱(双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱)为虚线, 第二效率图谱(双机头机组在单机头运行模式下的第二效率图谱)为实线, 将单机头的效率曲线(实线)与双机头的效率曲线(虚线)叠合在同一坐标系下, 形成图 5 所示的双机头机组效率图谱。

一种示例性的实施例中, 双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点(即图 5 中 A 点)的确定过程如下:

第一步、确定双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大冷量占比;

在本步骤中, 该效率图谱上横坐标冷量占比的最大值是冷量的最大值除以额定冷量来确定。该额定冷量是压缩机的产品参数, 是已知值。单机头运行时的最大冷量占比是效率图谱上横坐标的一半。

第二步、确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最高压比;

在本步骤中, 该最高压比可以通过效率图谱上的值来确定。比如图 6 中, 最高压比是 5。

第三步、所确定的最大冷量占比线(图 6 中的线 1)与所确定的最高压比线(图 6 中的线 2)的交点作为双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点(A 点)。

一种示例性的实施例中, 该单、双机头分界线通过以下方式确定:

第一步、确定双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点;

第二步、确定双机头机组效率图谱中, 相同效率值的第一效率等高线和第二效率等高线在小冷量比例侧的等高线交界点;

第三步、根据所述最大流量与最高压比点, 及所述等高线交界点, 确定所述单、双机头分界线。在本实施例中, 该相同效率值是双机头机组效率图谱上效率最高或次高的效率值。具体的该单、双机头分界线的实现过程如下: 如图 5 所示, 该单、双机头分界线通过两个点确定, 第一点为单机头运行时最大流量与最高压比点, 即 A 点; 第二点为在小冷量比例侧等高线交界点, 即 B 点。在确定了 A 点和 B 点两点后, 根据两点可以通过直线公式得到单、双机头分界线, 具体如下:

已知直线过 A (x1,y1), B(x2,y2), 则直线为 $y-y_1=(y_2-y_1)/(x_2-x_1)*(x-x_1)$, 得到 $y=ax+b, a=(y_2-y_1)/(x_2-x_1), b=y_1-x_1*(y_2-y_1)/(x_2-x_1)$ 。

在确定上述的 a、b 后, 得到冷量占比对应的分界压比分界线:

$$P_r=a*f_Q+b;$$

其中， P_r 表示分界压比， f_Q 表示冷量占比， a 、 b 分别为所述单、双机头分界线的斜率和截距。

一种示例性的实施例中，根据最小压比和分界压比确定双机头机组运行的机头数，包括：

- 5 在最小压比大于等于分界压比的情况下，双机头机组开启一个机头；
在最小压比小于分界压比的情况下，双机头机组开启两个机头。其中，最小压比的具体计算过程如下：

由于存在热阻，蒸发温度低于冷冻水出水温度，故理论最高蒸发压力可以通过冷冻水出水温度设定值 LWT_{e_set} 计算得到：

$$10 \quad Pe_max = \exp(21.29919 + (-2087.7908 / LWT_{e_set} + 239.6562)) / 1000$$

其中， Pe_max 为理论最高蒸发压力， LWT_{e_set} 为冷冻水出水温度设定值，单位为 $^{\circ}C$ ， Pe_max 单位为 kPa 。同理，由于存在热阻，冷凝压力高于冷却水出水温度对应的制冷剂饱和压力，故理论最低冷凝压力可以通过冷却水出水温度 (LWT_c) 计算得到：

$$Pc_min = \exp(21.29919 + (-2087.7908 / LWT_c + 239.6562)) / 1000$$

- 15 其中， Pc_min 为理论最低冷凝压力， LWT_c 为冷凝出口水温度值，单位为 $^{\circ}C$ ，其可以用冷凝温度替代，或者使用冷凝进口水温加上设计水温差， Pc_min 单位为 kPa 。

最小压比为：

$$Pr_min = Pc_min / Pe_max;$$

- 20 上述公式中， Pr_min 为最小压比， Pc_min 为理论最低冷凝压力， Pe_max 为理论最高蒸发压力。

- 一种示例性的实施例中，根据所述最小压比和分界压比确定双机头机组运行的机头数，方法还包括：在当前运行的是单机头运行模式，而确定下一个周期开启双机头运行模式的情况下，在满足切换的时间间隔时，则切换为双机头运行模式；在当前运行的是双机头运行模式，而确定下一个周期开启单机头运行模式的情况下，在满足切换的时间间隔时，则
25 切换为单机头运行模式。

一种示例性的实施例中，如图 7 所示，从机组运行数据中获取当前运行状态，双机头效率图谱确定切换分界值；从机组运行数据中输入水流量或计算水流量，进一步计算出需求冷量；根据所确定的切换分界值和需求冷量确定运行的机头数；根据需求冷量、当双机头切换界线值确定出运行的机头数后，根据转速-导叶耦合控制方法进行调整。

- 30 一种示例性的实施例中，当双机头切换界线值确定出运行的机头数后，根据转速-导

叶耦合控制方法进行调整。转速-导叶耦合控制核心思想为在加载时尽量先使导叶开度开至最大再调节转速，卸载时则先调节转速（直至喘振转速限制），再调节导叶开度。例如：当确定下一个周期双机头机组切换的运行模式后，根据转速-导叶耦合控制方法进行调整，具体如下：

5 第一步、根据当前周期的压比和进口导叶开度分别确定喘振转速和阻塞转速；

第二步、在所述机头加载时，将导叶开度设置为最大开度，调节所述机头的转速至阻塞转速；

第三步、在所述机头卸速时，将所述机头的转速设置为喘振转速，调节导叶开度。其中，喘振转速和阻塞转速可根据当前周期的压比与导叶开度通过如下公式实时计算得到：

10 阻塞速度 $Spd_choke = a + b \cdot Pr + c / Pr^2$

喘振速度 $Spd_surge = a + b / IGV + c \cdot Pr + d / IGV^2 + e \cdot Pr^2 + f \cdot Pr / IGV$

其中， Pr 表示压比， IGV 表示进口导叶开度， $a \sim f$ 表示拟合系数，它们为根据压缩机型号确定的系数，预先写入控制程序。

15 本公开实施例提供了另一种双机头机组的控制方法，如图 2 所示，该方法包括如下步骤 200- 230：

步骤 200. 根据当前周期双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量；

步骤 210. 根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比；

20 步骤 220. 获取双机头机组效率图谱，根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息，确定所述双机头机组效率图谱中所述单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标值，以及最大流量与最高压比点的第二横坐标值；

步骤 230. 在所述冷量占比小于或等于所述第一横坐标值的情况下，在下一个周期所述双机头机组开启一个机头；在所述冷量占比大于或等于所述第二横坐标值的情况下，在下一个周期所述双机头机组开启两个机头。

25 其中，步骤 200 和步骤 210 的方法分别与步骤 100 和步骤 110 的方法相同。步骤 220 中的双机头机组效率图谱与步骤 120 中的双机头机组效率图谱相同。

在步骤 220 中，双机头机组效率图谱中单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标如图 5 中的 C 点所示，最大流量与最高压比点的第二横坐标如图 5 中的 A 点所示；

30 在冷量占比大于所述第一横坐标且小于所述第二横坐标的情况下，再根据冷量占比确定相应的分界压比。在冷量占比小于或等于第一横坐标 C 点的情况下，双机头机组开启一个机头；在冷量占比大于或等于第二横坐标 A 点的情况下，双机头机组开启两个机头。

本公开实施例提出了一种双机头机组的控制装置，如图 3 所示，装置包括：存储器 310 和处理器 320；

存储器 310 用于保存用于双机头机组的控制程序；

处理器 320 用于读取执行用于双机头机组的控制程序，执行上述任一实施例的双机头机组的控制方法。

本公开实施例提出了一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，计算机可
5 执行指令被处理器执行时进行上述任一实施例的离心冷水机组的控制方法。

本公开实施例提供了又一种双机头机组的控制方法，该控制方法的流程示意图如图 8 所示，具体实现流程如下：

步骤 701. 获取双机头机组运行数据及温度值确定冷量占比；

步骤 702. 根据所确定的冷量占比计算相应的分界压比；

10 步骤 703. 确定最小压比，并根据最小压比和分界压比确定双机头机组运行的机头数。

步骤 704. 根据机头开启数按照转速-导叶耦合 PID 控制运行参数；

步骤 705. 将运行参数，发给执行器，通过执行器控制机组运行参数。

本公开实施例所提出的一种双机头机组的控制方法，基于物理特性且结合 PID 控制，
理论解释性强，控制效果稳定，易于实施，无需更改/添加任何硬件；根据最佳运行效率
15 的压缩机转速和进口导叶控制机组，机组控制方法更简单，该控制方法可以实现低负荷工
况下的高能效运行。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、装置
中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。在硬件实施方式中，
在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分；例如，一个
20 物理组件可以具有多个功能，或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。某些
组件或所有组件可以被实施为由处理器，如数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者
被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机
可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或
暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息
25 （诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易
失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、
EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、
磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算
机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算

机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

权 利 要 求 书

1. 一种双机头机组的控制方法，应用于离心式冷水机组，所述方法包括：

根据当前周期双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量；根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比；

5 获取双机头机组效率图谱，其中，所述双机头机组效率图谱中横坐标为冷量占比，纵坐标为压比；

根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息，确定所述冷量占比对应的分界压比；

10 确定最小压比，并根据所述最小压比和所述分界压比确定下一个周期所述双机头机组运行的机头数；其中，所述最小压比为理论最低冷凝压力和理论最高蒸发压力的比值。

2. 如权利要求 1 所述的双机头机组的控制方法，其中，

所述双机头机组效率图谱包括单机头运行时的第一效率等高线和双机头运行时的第二效率等高线；

所述单、双机头分界线通过以下方式确定：

15 确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点；

确定所述双机头机组效率图谱中，相同效率值的第一效率等高线和第二效率等高线在小冷量比例侧的等高线交界点；

根据所述最大流量与最高压比点，及所述等高线交界点，确定所述单、双机头分界线。

20 3. 如权利要求 2 所述的双机头机组的控制方法，其中，所述相同效率值是图谱上效率最高或次高的效率值。

4. 如权利要求 1 所述的双机头机组的控制方法，其中，

所述双机头机组效率图谱通过以下步骤确定：

获取双机头机组在双机头运行模式下的第一效率图谱；

25 将所述第一效率图谱中数据的横坐标乘以 50%，纵坐标不变，得到双机头机组在单机头运行模式下的第二效率图谱；

将所述第一效率图谱和第二效率图谱叠加，得到所述双机头机组在单机头运行和双机头运行时的双机头机组效率图谱。

5. 如权利要求 2 所述的双机头机组的控制方法, 其中, 所述确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点, 包括:

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大冷量占比;

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最高压比;

5 根据所确定的最大冷量占比与所确定的最高压比确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点。

6. 如权利要求 5 所述的双机头机组的控制方法, 其中,

所述确定所述冷量占比对应的分界压比, 包括:

10 确定所述双机头机组效率图谱中所述单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标值, 以及所述最大流量与最高压比点的第二横坐标值;

在所述冷量占比大于所述第一横坐标值且小于所述第二横坐标值的情况下, 再根据所述冷量占比确定相应的分界压比。

7. 如权利要求 6 所述的双机头机组的控制方法, 其中, 所述根据所述最小压比和分界压比确定下一个周期所述双机头机组运行的机头数, 包括:

15 在所述最小压比大于或等于分界压比的情况下, 下一个周期所述双机头机组开启一个机头, 进入单机头运行模式;

在所述最小压比小于分界压比的情况下, 下一个周期所述双机头机组开启两个机头, 进入双机头运行模式。

8. 如权利要求 7 所述的双机头机组的控制方法, 所述方法还包括:

20 在当前所述双机头机组运行的是单机头运行模式, 确定出下一个周期开启双机头运行模式的情况下, 在满足切换的时间间隔时, 切换为双机头运行模式;

在当前运行的是双机头运行模式, 确定出下一个周期开启单机头运行模式的情况下, 在满足切换的时间间隔时, 切换为单机头运行模式。

9. 一种双机头机组的控制方法, 应用于离心式冷水机组, 所述方法包括:

25 根据双机头机组的运行数据及温度值确定需求冷量; 根据所确定的需求冷量和名义冷量之比确定冷量占比;

获取双机头机组效率图谱, 其中, 所述双机头机组效率图谱中横坐标为冷量占比, 纵坐标为压比; 所述双机头机组效率图谱包括单机头运行时的第一效率等高线和双机头运

行时的第二效率等高线；

根据所述冷量占比和所述双机头机组效率图谱中的单、双机头分界线的信息，确定所述双机头机组效率图谱中所述单、双机头分界线与横坐标轴的交点的第一横坐标值，以及最大流量与最高压比点的第二横坐标值；其中，所述单、双机头分界线通过以下方式确定：确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点；确定所述双机头机组效率图谱中，相同效率值的第一效率等高线和第二效率等高线在小冷量比例侧的等高线交界点；根据所述最大流量与最高压比点，及所述等高线交界点，确定所述单、双机头分界线；

10 在所述冷量占比小于或等于所述第一横坐标值的情况下，在下一个周期所述双机头机组开启一个机头；在所述冷量占比大于或等于所述第二横坐标值的情况下，在下一个周期所述双机头机组开启两个机头。

10. 如权利要求 9 所述的双机头机组的控制方法，其中，所述确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点，包括：

确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大冷量占比；

15 确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最高压比；

根据所确定的最大冷量占比与所确定的最高压比确定所述双机头机组效率图谱中单机头运行时的最大流量与最高压比点。

11. 一种双机头机组的控制装置，包括存储器和处理器；其中，所述存储器用于保存用于双机头机组的控制程序，所述处理器用于读取执行所述用于双机头机组的控制程序，
20 执行如权利要求 1-8 中任一项所述的控制方法，或如权利要求 9-10 中任一项所述的控制方法。

12. 一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，其中，所述计算机可执行指令被处理器执行时进行如权利要求 1-8 中任一项所述的双机头机组的控制方法，或如权利要求 9-10 中任一项所述的双机头机组的控制方法。

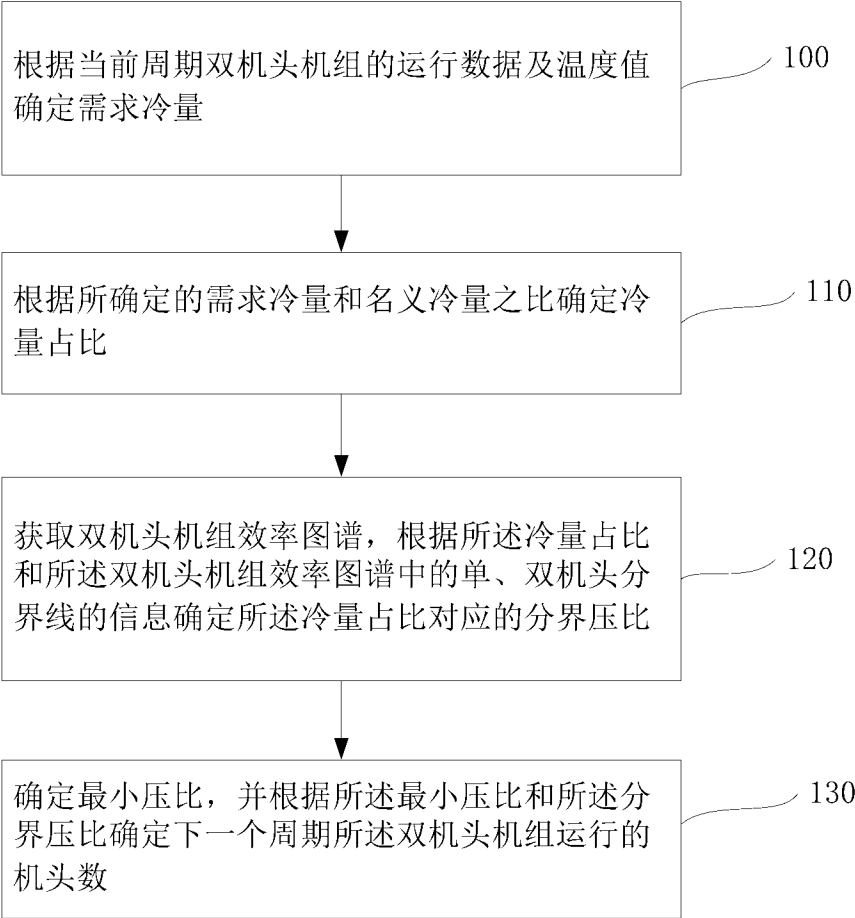


图 1

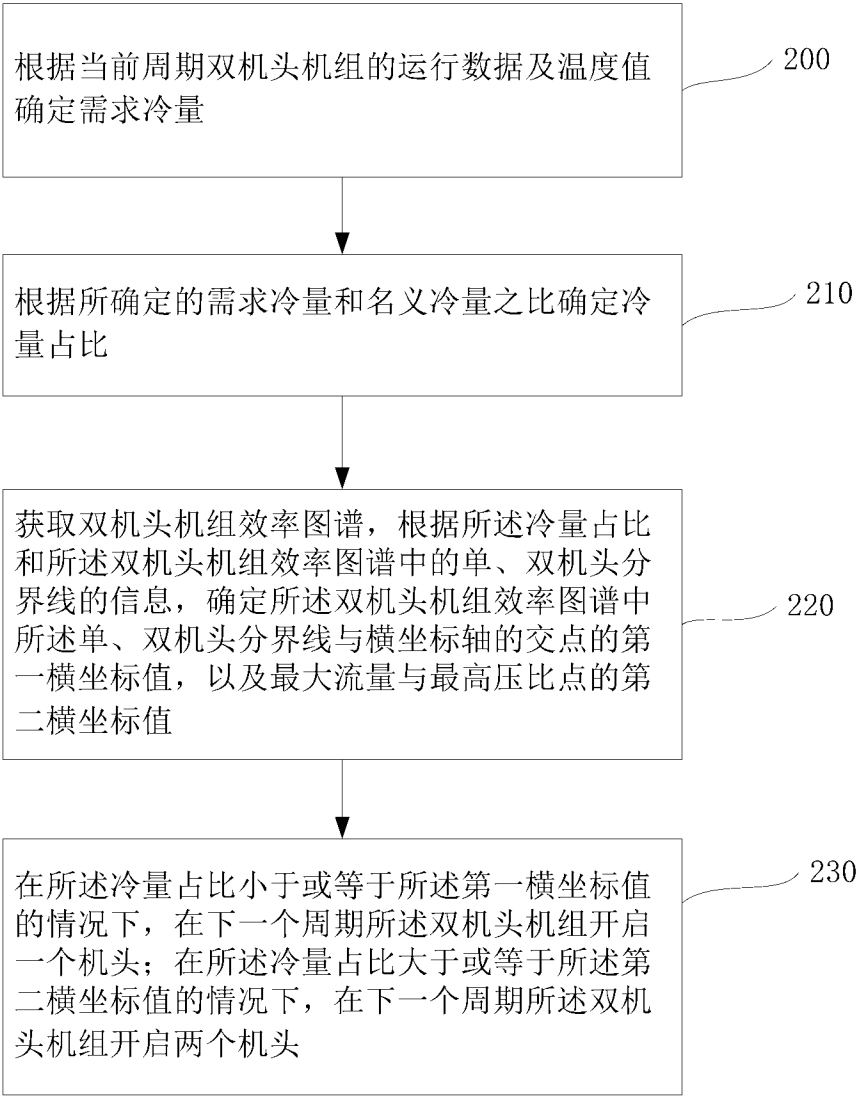


图 2

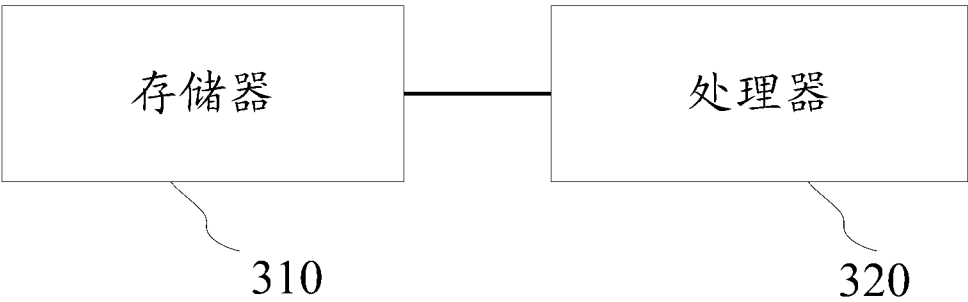


图 3

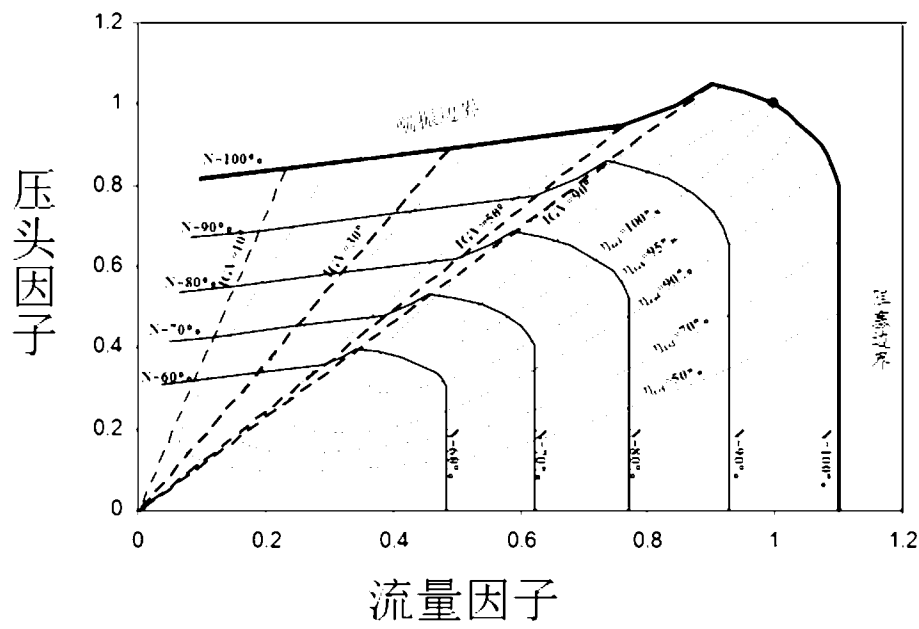


图 4

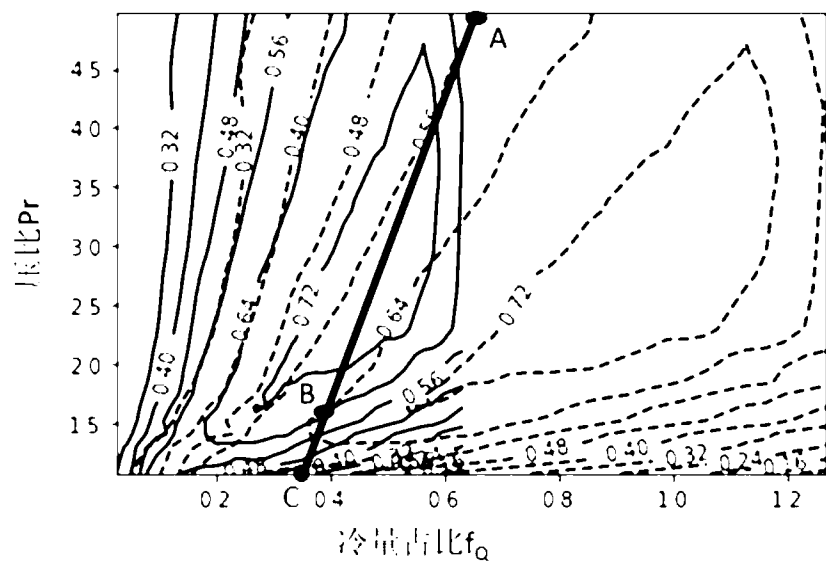
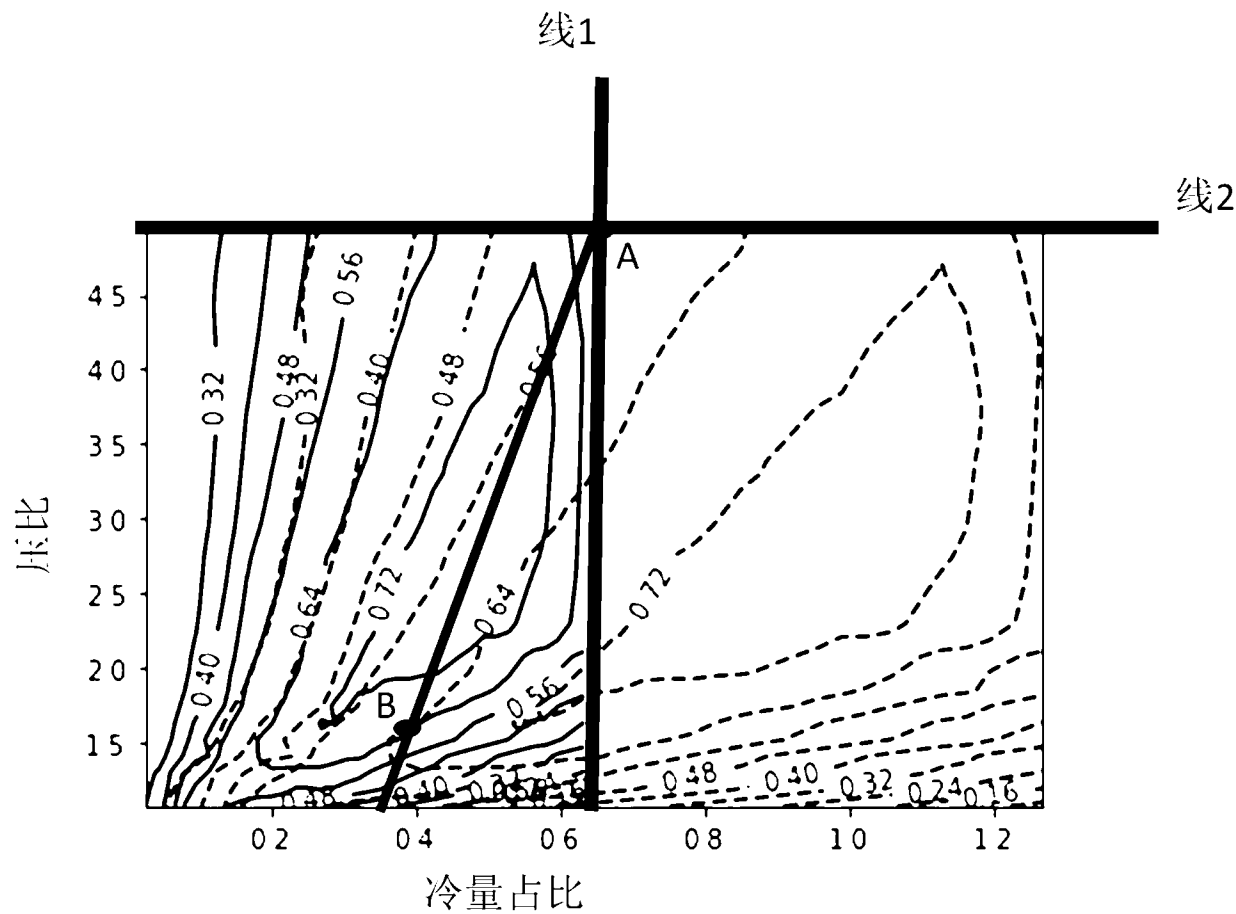


图 5



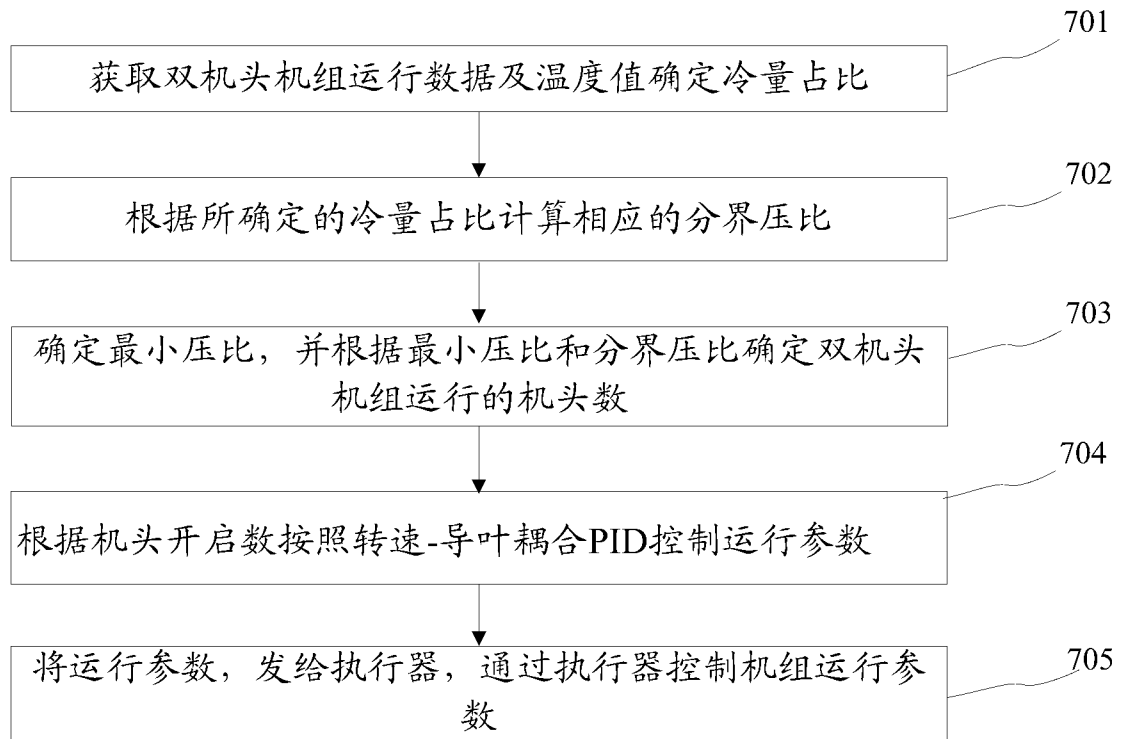


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/078404

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F25B1/10(2006.01)i; F25B49/02(2006.01)i; F25D17/02(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: F25B, F25D, F24F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, CNKI, ENTXTC, VEN: 压缩机, 多, 双, 两, 机头, 负荷, 冷量, 流量, 效率, 压比, 压缩比, 压头, 温度, 数据, compressor, multi+, double, two, number, load, capacity, flow, efficiency, pressure, volume, ratio, temperature, data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116182419 A (GUANGDONG MIDEA HEATING & VENTILATION EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 30 May 2023 (2023-05-30) description, specific embodiments, and drawings	1-12
A	CN 106225362 A (DUNHAM-BUSH YANTAI CO., LTD.) 14 December 2016 (2016-12-14) description, paragraphs [0045]-[0086], and figures 1-4	1-12
A	CN 112747489 A (QINGDAO HISENSE HITACHI AIR CONDITIONING SYSTEM CO., LTD.) 04 May 2021 (2021-05-04) entire document	1-12
A	CN 113297812 A (ZHEJIANG KING CO., LTD.) 24 August 2021 (2021-08-24) entire document	1-12
A	CN 110953686 A (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) 03 April 2020 (2020-04-03) entire document	1-12
A	CN 107036351 A (YIMIKANG LENGYUAN ENERGY SAVING TECHNOLOGY (SHANGHAI) CO., LTD.) 11 August 2017 (2017-08-11) entire document	1-12
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 April 2024		Date of mailing of the international search report 23 April 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114593475 A (QINGDAO HAIER AIR CONDITIONER ELECTRIC CO., LTD. et al.) 07 June 2022 (2022-06-07) entire document	1-12
A	US 2010186433 A1 (BITZER KUHLMASCHINENBAU GMBH) 29 July 2010 (2010-07-29) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/078404

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116182419	A	30 May 2023	None			
CN	106225362	A	14 December 2016	None			
CN	112747489	A	04 May 2021	None			
CN	113297812	A	24 August 2021	None			
CN	110953686	A	03 April 2020	None			
CN	107036351	A	11 August 2017	None			
CN	114593475	A	07 June 2022	None			
US	2010186433	A1	29 July 2010	KR	20110110812	A	07 October 2011
				WO	2010085593	A2	29 July 2010
				WO	2010085593	A3	18 November 2010
				EP	2389516	A2	30 November 2011
				EP	2389516	A4	06 January 2016
				EP	2389516	B1	10 January 2024
				JP	2012515880	A	12 July 2012
				US	2018003423	A1	04 January 2018
				US	11635243	B2	25 April 2023

A. 主题的分类

F25B1/10(2006.01)i; F25B49/02(2006.01)i; F25D17/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: F25B, F25D, F24F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS,CNXTX,CNKI,ENTXTC,VEN:压缩机,多,双,两,机头,负荷,冷量,流量,效率,压比,压缩比,压头,温度,数据, comp-
ressor,multi+,double,two,number,load,capacity,flow,efficiency,pressure,volume,ratio,temperature,data

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116182419 A (广东美的暖通设备有限公司 等) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 具体实施方式及附图	1-12
A	CN 106225362 A (烟台顿汉布什工业有限公司) 2016年12月14日 (2016 - 12 - 14) 说明书第[0045]-[0086]段, 图1-4	1-12
A	CN 112747489 A (青岛海信日立空调系统有限公司) 2021年5月4日 (2021 - 05 - 04) 全文	1-12
A	CN 113297812 A (浙江国祥股份有限公司) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 全文	1-12
A	CN 110953686 A (珠海格力电器股份有限公司) 2020年4月3日 (2020 - 04 - 03) 全文	1-12
A	CN 107036351 A (依米康冷元节能科技(上海)有限公司) 2017年8月11日 (2017 - 08 - 11) 全文	1-12
A	CN 114593475 A (青岛海尔空调电子有限公司 等) 2022年6月7日 (2022 - 06 - 07) 全文	1-12

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年4月18日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

郭云枝

电话号码 (+86) 010-62086973

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2010186433 A1 (BITZER KUHLMASCHB GMGH) 2010年7月29日 (2010 - 07 - 29) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/078404

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	116182419	A	2023年5月30日	无			
CN	106225362	A	2016年12月14日	无			
CN	112747489	A	2021年5月4日	无			
CN	113297812	A	2021年8月24日	无			
CN	110953686	A	2020年4月3日	无			
CN	107036351	A	2017年8月11日	无			
CN	114593475	A	2022年6月7日	无			
US	2010186433	A1	2010年7月29日	KR	20110110812	A	2011年10月7日
				WO	2010085593	A2	2010年7月29日
				WO	2010085593	A3	2010年11月18日
				EP	2389516	A2	2011年11月30日
				EP	2389516	A4	2016年1月6日
				EP	2389516	B1	2024年1月10日
				JP	2012515880	A	2012年7月12日
				US	2018003423	A1	2018年1月4日
				US	11635243	B2	2023年4月25日