



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112361684 B

(45) 授权公告日 2021.09.07

(21) 申请号 202011371991.6

(22) 申请日 2020.11.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112361684 A

(43) 申请公布日 2021.02.12

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519000 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 周进 陈培生 张冠文

(74) 专利代理机构 北京细软智谷知识产权代理
有限责任公司 11471

代理人 尚文文

(51) Int. Cl.

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 1/10 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102706683 A, 2012.10.03

CN 105588271 A, 2016.05.18

CN 202432743 U, 2012.09.12

CN 108131804 A, 2018.06.08

US 2019/0078812 A1, 2019.03.14

JP 特开2004-293871 A, 2004.10.21

审查员 俞晓辉

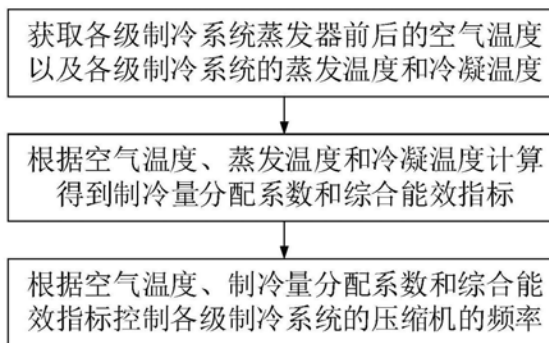
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置及空调机组

(57) 摘要

本发明公开了一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置和空调机组；属于两级变频压缩制冷领域。控制方法包括：首先获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度；然后根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标；最后根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。本申请方案根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度条件各级制冷系统压缩机的频率，能够解决两级变频压缩制冷系统的协调控制问题，在保证总制冷量达标的基础上，合理分配两级制冷系统的制冷量，达到能效最优。



1. 一种两级变频压缩制冷系统控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;

根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;

根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率;

所述获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级系统的蒸发温度和冷凝温度包括:

获取一级制冷系统中第一蒸发器前的第一空气温度、一级制冷系统中第一蒸发器后的第二空气温度和二级制冷系统中第二蒸发器后的第三空气温度;

获取一级制冷系统的第一蒸发温度和第一冷凝温度;获取二级制冷系统的第二蒸发温度和第二冷凝温度;

所述根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标包括:

根据所述空气温度分别计算得到一级制冷系统和二级制冷系统的制冷量;根据各级系统的制冷量计算得到制冷量分配系数;计算公式为: $\Phi 1 = c_p * Q * (TF1 - TF0)$; $\Phi 2 = c_p * Q * (TF2 - TF1)$;

$$\eta = \Phi 1 / \Phi 2 = (TF1 - TF0) / (TF2 - TF1);$$

其中, $\Phi 1$ 为一级制冷系统制冷量; $\Phi 2$ 为二级制冷系统制冷量; c_p 为空气比热容; Q 为风道内总风量; $TF0$ 为第一空气温度; $TF1$ 为第二空气温度; $TF2$ 为第三空气温度; η 为制冷量分配系数;

根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理想能效;根据所述制冷理想能效和制冷量分配系数计算得到综合能效指标;计算公式为: $E1 = 1 / (1 - TE1 / TD1)$; $E2 = 1 / (1 - TE2 / TD2)$;

$$E = (E1 * \eta + E2) / (\eta + 1);$$

其中, $TE1$ 为第一蒸发温度; $TD1$ 为第二冷凝温度; $TE2$ 为第二蒸发温度; $TD2$ 为第二冷凝温度; $E1$ 为一级制冷系统的制冷理想能效; $E2$ 为二级制冷系统的制冷理想能效; E 为能效综合能效指标。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

判断所述第三空气温度是否在预设温度范围内;

若不在;则根据所述制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率;若在,则根据所述综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述根据所述制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

比较所述制冷量分配系数与预设分配系数的大小关系;

根据比较结果以及所述第三空气温度与预设温度范围的最大值和最小值的关系控制各级制冷系统的压缩机的频率。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:当所述第三空气温度大于预设温度范围的最大值时;

若所述制冷量分配系数大于预设分配系数,提高二级制冷系统中的压缩机频率;
若所述制冷量分配系数不大于预设分配系数,提高一级制冷系统中的压缩机频率。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:当所述第三空气温度小于预设温度范围的最小值时;

若所述制冷量分配系数大于预设分配系数,降低一级制冷系统中的压缩机频率;
若所述制冷量分配系数不大于预设分配系数,降低二级制冷系统中的压缩机频率。

6. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述根据所述综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

记录当前时刻综合能效指标;

调节一级制冷系统中的压缩机频率降低第一预设频率值同时调节二级制冷系统中的压缩机频率升高第一预设频率值;

获取调节后的综合能效指标;

根据所述当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:所述根据所述当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率包括:

获取调节后的综合能效指标减去当前时刻综合能效指标得到的差值;

当所述差值大于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率降低第二预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率升高第二预设频率值;

当所述差值小于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率升高第三预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率降低第三预设频率值;

当所述差值绝对值不大于预设值时,保持各级制冷系统中压缩机的频率不变。

8. 一种两级变频压缩制冷系统控制装置,其特征在于,包括:

参数获取模块,用于获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;所述获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级系统的蒸发温度和冷凝温度包括:获取一级制冷系统中第一蒸发器前的第一空气温度、一级制冷系统中第一蒸发器后的第二空气温度和二级制冷系统中第二蒸发器后的第三空气温度;获取一级制冷系统的第一蒸发温度和第一冷凝温度;获取二级制冷系统的第二蒸发温度和第二冷凝温度;

参数计算模块,用于根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;根据所述空气温度分别计算得到一级制冷系统和二级制冷系统的制冷量;根据各级系统的制冷量计算得到制冷量分配系数;计算公式为: $\Phi 1 = c_p * Q * (TF1 - TF0)$;
 $\Phi 2 = c_p * Q * (TF2 - TF1)$;

$\eta = \Phi 1 / \Phi 2 = (TF1 - TF0) / (TF2 - TF1)$;

其中, $\Phi 1$ 为一级制冷系统制冷量; $\Phi 2$ 为二级制冷系统制冷量; c_p 为空气比热容; Q 为风道内总风量; $TF0$ 为第一空气温度; $TF1$ 为第二空气温度; $TF2$ 为第三空气温度; η 为制冷量分配系数;

根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理想能效;根据所述制冷理想能效和制冷量分配系数计算得到综合能效指标;计算公式为: $E1 = 1 /$

$(1-TE1/TD1)$; $E2=1/(1-TE2/TD2)$;

$$E = (E1 * \eta + E2) / (\eta + 1) ;$$

其中,TE1为第一蒸发温度;TD1为第二冷凝温度;TE2为第二蒸发温度;TD2为第二冷凝温度;E1为一级制冷系统的制冷理想能效E2为二级制冷系统的制冷理想能效;E为能效综合能效指标;

频率控制模块,用于根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

9.一种空调机组,其特征在于,包括:如权利要求8所述的装置。

一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置及空调机组

技术领域

[0001] 本发明涉及两级变频压缩制冷技术,特别地,涉及一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置及空调机组。

背景技术

[0002] 现有的单级变频压缩制冷控制技术已经相当成熟,但是在实际应用中存在大温差制冷需求,例如飞机地面空调,在35℃进风温度条件下,要求出风温度需达到2℃以下,这种情况若采用单级压缩制冷,不仅能效非常低,对压缩机而言也会带来很严重的负担,影响运行可靠性。

[0003] 对于大温差制冷需求,合理的做法是采用多级冷却系统,分段将送风温度将至设定,通常的做法是在前几级冷却系统设计为定频制冷系统,提供恒定制冷量,最后两级系统设计为变频制冷系统,根据用户的需求温度以及其他工况影响进行变频调节。将后两级设计为变频系统主要考虑的是最后一级的蒸发温度是最低的,需要变频技术实现防结霜控制,而倒数第二级使用变频控制是在最后一级控制系统进行防结霜控制时进行冷量补偿,因为防结霜控制的主要实现措施就是升高蒸发温度。

[0004] 在两级变频压缩制冷系统中,第一级制冷系统的蒸发温度要比第二级制冷系统要高,同时第一级制冷系统的制冷量也要比第二级大,其中最主要的原因是第一级制冷系统的换热温差比第二级要大。所以相对来说,第一级制冷系统的能效对整机的能效影响要大,从理论上来说,如果只从能效考虑,需要尽可能将第一级制冷系统的蒸发温度升高,但是第一级制冷系统的蒸发温度升高就会引起制冷量下降,这会导致两个结果:(1)第一级制冷系统的能效在整机能效影响占比被削弱;(2)为了达到总制冷量需求,第二级制冷系统的蒸发温度需要进一步降低进行补偿,这就造成第二级制冷系统的能效进一步减弱。因此两级变频压缩制冷系统在进行控制时,无法只调节其中一级制冷系统,需要两级制冷系统同时调节。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的不足,本发明提供一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置及空调机组,以解决两级变频压缩制冷系统在进行控制时,无法只调节其中一级制冷系统,需要两级制冷系统同时调节的问题。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0007] 第一方面,

[0008] 一种两级变频压缩制冷系统控制方法,包括以下步骤:

[0009] 获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;

[0010] 根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;

[0011] 根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0012] 进一步地,所述获取各级系统蒸发器前后的空气温度以及各级系统的蒸发温度和冷凝温度包括:

[0013] 获取一级制冷系统中第一蒸发器前的第一空气温度、一级制冷系统中第一蒸发器后的第二空气温度和二级制冷系统中第二蒸发器后的第三空气温度;

[0014] 获取一级制冷系统的第一蒸发温度和第一冷凝温度;获取二级制冷系统的第二蒸发温度和第二冷凝温度。

[0015] 进一步地,所述根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标包括:

[0016] 根据所述空气温度分别计算得到一级制冷系统和二级制冷系统的制冷量;根据各级系统的制冷量计算得到制冷分配系数;

[0017] 根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理想能效;根据所述制冷理想能效和制冷分配系数计算得到综合能效指标。

[0018] 进一步地,所述根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0019] 判断所述第三空气温度是否在预设温度范围内;

[0020] 若不在;则根据所述制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率;若在,则根据所述综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0021] 进一步地,所述根据所述制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0022] 比较所述制冷量分配系数与预设系数的大小关系;

[0023] 根据比较结果以及所述第三空气温度与预设温度范围的最大值和最小值的关系控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0024] 进一步地,当所述第三空气温度大于预设温度范围的最大值时;

[0025] 若所述制冷量分配系数大于预设分配系数,提高二级制冷系统中的压缩机频率;

[0026] 若所述制冷量分配系数不大于预设分配系数,提高一级制冷系统中的压缩机频率。

[0027] 进一步地,当所述第三空气温度小于预设温度范围的最小值时;

[0028] 若所述制冷量分配系数大于预设分配系数,降低一级制冷系统中的压缩机频率;

[0029] 若所述制冷量分配系数不大于预设分配系数,降低二级制冷系统中的压缩机频率。

[0030] 进一步地,所述根据所述综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0031] 记录当前时刻综合能效指标;

[0032] 调节一级制冷系统中的压缩机频率降低第一预设频率值同时调节二级制冷系统中的压缩机频率升高第一预设频率值;

[0033] 获取调节后的综合能效指标;

[0034] 根据所述当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率。

[0035] 进一步地,所述根据所述当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率包括:

[0036] 获取调节后的综合能效指标减去当前时刻综合能效指标得到的差值;

[0037] 当所述差值大于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率降低第二预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率升高第二预设频率值;

[0038] 当所述差值小于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率升高第三预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率降低第三预设频率值;

[0039] 当所述差值绝对值不大于预设值时,保持各级制冷系统中压缩机的频率不变。

[0040] 第二方面,

[0041] 一种两级变频压缩制冷系统控制装置,包括:

[0042] 参数获取模块,用于获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;

[0043] 参数计算模块,用于根据所述空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;

[0044] 频率控制模块,用于根据所述空气温度、所述制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0045] 第三方面,

[0046] 一种空调机组,包括:如上述技术方案所述的装置。

[0047] 本申请采用以上技术方案,至少具备以下有益效果:

[0048] 本申请技术方案提供了一种两级变频压缩制冷系统控制方法、装置和空调机组。控制方法包括:首先获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;然后根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;最后根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。本申请方案根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度条件各级制冷系统压缩机的频率,能够解决两级变频压缩制冷系统的协调控制问题,在保证总制冷量达标的基础上,合理分配两级制冷系统的制冷量,达到能效最优。

附图说明

[0049] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0050] 图1是本发明实施例提供的一种两级变频压缩制冷系统结构示意图;

[0051] 图2是本发明实施例提供的一种两级变频压缩制冷系统控制方法的流程图;

[0052] 图3是本发明实施例提供的一种两级变频压缩制冷系统控制装置的结构图;

[0053] 图4是本发明实施例提供的一种空调机组控制流程图。

具体实施方式

[0054] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和实施例对本发明

的技术方案进行详细的描述说明。显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施方式,都属于本申请所保护的范围。

[0055] 本发明所提到的两级变频压缩制冷系统的结构如图1所示,图中左边为一级制冷系统,右边为二级制冷系统。图中,11为一级制冷系统的压缩机;12为第一冷凝器;13为一级制冷系统的节流元件;14为第一蒸发器;21为二级制冷系统的压缩机;22为第二冷凝器;23为二级制冷系统的节流元件;24为第二蒸发器。

[0056] 参照图2,本发明实施例提供了一种两级变频压缩制冷系统控制方法,包括以下步骤:

[0057] 获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;

[0058] 根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;

[0059] 根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0060] 本发明实施例提供的一种两级变频压缩制冷系统控制方法,首先获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;然后根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;最后根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。本申请方案根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度条件各级制冷系统压缩机的频率,能够解决两级变频压缩制冷系统的协调控制问题,在保证总制冷量达标的基础上,合理分配两级制冷系统的制冷量,达到能效最优。

[0061] 作为对上述实施例的一种补充说明,获取各级系统蒸发器前后的空气温度以及各级系统的蒸发温度和冷凝温度包括:

[0062] 获取一级制冷系统中第一蒸发器前的第一空气温度、一级制冷系统中第一蒸发器后的第二空气温度和二级制冷系统中第二蒸发器后的第三空气温度;获取一级制冷系统的第一蒸发温度和第一冷凝温度;获取二级制冷系统的第二蒸发温度和第二冷凝温度。

[0063] 由于空气先经过一级制冷系统的蒸发器,再经过二级制冷系统的蒸发器,因此存在以下关系。第一空气温度大于第二空气温度大于第一蒸发温度大于第三空气温度大于第二蒸发温度。

[0064] 作为本发明实施例一种可选的实现方式,根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标包括:

[0065] 根据空气温度分别计算得到一级制冷系统和二级制冷系统的制冷量;根据各级系统的制冷量计算得到制冷分配系数;

[0066] 计算公式为: $\Phi 1 = c_p * Q * (TF1 - TF0)$; $\Phi 2 = c_p * Q * (TF2 - TF1)$;

[0067] $\eta = \Phi 1 / \Phi 2 = (TF1 - TF0) / (TF2 - TF1)$;

[0068] 其中, $\Phi 1$ 为一级制冷系统制冷量; $\Phi 2$ 为二级制冷系统制冷量; c_p 为空气比热容; Q 为风道内总风量; $TF0$ 为第一空气温度; $TF1$ 为第二空气温度; $TF2$ 为第三空气温度; η 为制冷分配系数。

[0069] 根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理

想能效;根据制冷理想能效和制冷分配系数计算得到综合能效指标。

[0070] 计算公式为: $E_1=1/(1-TE_1/TD_1)$; $E_2=1/(1-TE_2/TD_2)$;

[0071] $E=(E_1*\eta+E_2)/(\eta+1)$;

[0072] 其中,TE1为第一蒸发温度;TD1为第二冷凝温度;TE2为第二蒸发温度;TD2为第二冷凝温度;E1为一级制冷系统的制冷理想能效E2为二级制冷系统的制冷理想;E为能效综合能效指标。

[0073] 在实际控制过程中,根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0074] 判断第三空气温度是否在预设温度范围内;可以理解的是预设温度范围为需要的温度范围。

[0075] 若不在;则根据制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率;若在,则根据综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0076] 一些可选实施例中,根据制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0077] 比较制冷量分配系数与预设系数的大小关系;可以理解的是,预设系数为根据实际情况设置的一个界限值。根据比较结果以及第三空气温度与预设温度范围的最大值和最小值的关系控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0078] 具体地,当第三空气温度大于预设温度范围的最大值时;此时需要提高压缩机制冷量;若制冷量分配系数大于预设分配系数,提高二级制冷系统中的压缩机频率;若制冷量分配系数不大于预设分配系数,提高一级制冷系统中的压缩机频率。

[0079] 当第三空气温度小于预设温度范围的最小值时;此时需要降低压缩机制冷量。若制冷量分配系数大于预设分配系数,降低一级制冷系统中的压缩机频率;若制冷量分配系数不大于预设分配系数,降低二级制冷系统中的压缩机频率。

[0080] 另一些可选实施例中;根据综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0081] 记录当前时刻综合能效指标;

[0082] 调节一级制冷系统中的压缩机频率降低第一预设频率值同时调节二级制冷系统中的压缩机频率升高第一预设频率值;

[0083] 获取调节后的综合能效指标;

[0084] 根据当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率。

[0085] 进一步地,根据当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率包括:

[0086] 获取调节后的综合能效指标减去当前时刻综合能效指标得到的差值;

[0087] 当差值大于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率降低第二预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率升高第二预设频率值;

[0088] 当差值小于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率升高第三预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率降低第三预设频率值;

[0089] 当差值绝对值不大于预设值时,保持各级制冷系统中压缩机的频率不变。

[0090] 需要说明的是,本发明实施例中第一预设频率值和第二预设频率值以及第三预设频率值为根据实际情况设置的值;在实际控制过程中,三个的具体值可以相同也可以不同。

[0091] 一个实施例中,本发明还提供一种两级变频压缩制冷系统控制装置,如图3所示,包括:

[0092] 参数获取模块31,用于获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;具体地,参数获取模块获取一级制冷系统中第一蒸发器前的第一空气温度、一级制冷系统中第一蒸发器后的第二空气温度和二级制冷系统中第二蒸发器后的第三空气温度;参数获取模块获取一级制冷系统的第一蒸发温度和第一冷凝温度;获取二级制冷系统的第二蒸发温度和第二冷凝温度。

[0093] 参数计算模块32,用于根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;具体地,参数计算模块用于根据空气温度分别计算得到一级制冷系统和二级制冷系统的制冷量;根据各级系统的制冷量计算得到制冷分配系数;计算公式为:
 $\Phi 1 = c_p * Q * (TF1 - TF0)$; $\Phi 2 = c_p * Q * (TF2 - TF1)$;

[0094] $\eta = \Phi 1 / \Phi 2 = (TF1 - TF0) / (TF2 - TF1)$;

[0095] 其中, $\Phi 1$ 为一级制冷系统制冷量; $\Phi 2$ 为二级制冷系统制冷量; c_p 为空气比热容; Q 为风道内总风量; $TF0$ 为第一空气温度; $TF1$ 为第二空气温度; $TF2$ 为第三空气温度; η 为制冷分配系数。

[0096] 参数计算模块还用于根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理想能效;根据制冷理想能效和制冷分配系数计算得到综合能效指标。

[0097] 计算公式为: $E1 = 1 / (1 - TE1 / TD1)$; $E2 = 1 / (1 - TE2 / TD2)$;

[0098] $E = (E1 * \eta + E2) / (\eta + 1)$;

[0099] 其中, $TE1$ 为第一蒸发温度; $TD1$ 为第二冷凝温度; $TE2$ 为第二蒸发温度; $TD2$ 为第二冷凝温度; $E1$ 为一级制冷系统的制冷理想能效; $E2$ 为二级制冷系统的制冷理想能效; E 为能效综合能效指标。

[0100] 频率控制模块33,用于根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0101] 具体地,频率控制模块判断第三空气温度是否在预设温度范围内;若不在;则根据制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率;若在,则根据综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0102] 一些可选实施例中,根据制冷量分配系数控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:

[0103] 比较制冷量分配系数与预设系数的大小关系;

[0104] 根据比较结果以及第三空气温度与预设温度范围的最大值和最小值的关系控制各级制冷系统的压缩机的频率。

[0105] 当第三空气温度大于预设温度范围的最大值时;

[0106] 若制冷量分配系数大于预设分配系数,提高二级制冷系统中的压缩机频率;

[0107] 若制冷量分配系数不大于预设分配系数,提高一级制冷系统中的压缩机频率。

[0108] 当第三空气温度小于预设温度范围的最小值时;

[0109] 若制冷量分配系数大于预设分配系数,降低一级制冷系统中的压缩机频率;

- [0110] 若制冷量分配系数不大于预设分配系数,降低二级制冷系统中的压缩机频率。
- [0111] 另一些可选实施例中,根据综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率包括:
- [0112] 记录当前时刻综合能效指标;
- [0113] 调节一级制冷系统中的压缩机频率降低第一预设频率值同时调节二级制冷系统中的压缩机频率升高第一预设频率值;
- [0114] 获取调节后的综合能效指标;
- [0115] 根据当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率。
- [0116] 其中,根据当前时刻综合能效指标和调节后的综合能效指标控制各级制冷系统中压缩机频率包括:
- [0117] 获取调节后的综合能效指标减去当前时刻综合能效指标得到的差值;
- [0118] 当差值大于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率降低第二预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率升高第二预设频率值;
- [0119] 当差值小于零且差值的绝对值大于预设值时,控制一级制冷系统中压缩机频率升高第三预设频率值同时控制二级制冷系统中压缩机频率降低第三预设频率值;
- [0120] 当差值绝对值不大于预设值时,保持各级制冷系统中压缩机的频率不变。
- [0121] 本发明实施例提供的一种两级变频压缩制冷系统控制装置,参数获取模块获取各级制冷系统蒸发器前后的空气温度以及各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度;参数计算模块根据空气温度、蒸发温度和冷凝温度计算得到制冷量分配系数和综合能效指标;频率控制模块根据空气温度、制冷量分配系数和综合能效指标控制各级制冷系统的压缩机的频率。本发明实施例提供的控制装置能够解决两级变频压缩制冷系统的协调控制问题,在保证总制冷量达标的基础上,合理分配两级制冷系统的制冷量,达到能效最优。
- [0122] 一个实施例,本发明还提供一种空调机组,包括:如上述实施例提供的控制装置。该空调机组包括两级变频压缩制冷系统,该空调机组的控制流程如图4所示,符号说明:
- [0123] $\Phi 1$ 为一级制冷系统制冷量; $\Phi 2$ 为二级制冷系统制冷量; c_p 为空气比热容; Q 为风道内总风量; TF_0 为第一空气温度; TF_1 为第二空气温度; TF_2 为第三空气温度; η 为制冷分配系数。
- [0124] 参数计算模块还用于根据各级制冷系统的蒸发温度和冷凝温度分别计算得到各级制冷系统的制冷理想能效;根据制冷理想能效和制冷分配系数计算得到综合能效指标。
- [0125] 其中, TE_1 为第一蒸发温度; TD_1 为第二冷凝温度; TE_2 为第二蒸发温度; TD_2 为第二冷凝温度; E_1 为一级制冷系统的制冷理想能效; E_2 为二级制冷系统的制冷理想能效; E 为能效综合能效指标。
- [0126] 其中:
- [0127] $E_1 = 1 / (1 - TE_1 / TD_1)$; $E_2 = 1 / (1 - TE_2 / TD_2)$ 。
- [0128] 控制说明:
- [0129] 在各参数中存在如下关系:
- [0130] (1) $TF_0 > TF_1 > TE_1 > TF_2 > TE_2$;
- [0131] (2) $\Phi 1 = c_p * Q * (TF_1 - TF_0)$; $\Phi 2 = c_p * Q * (TF_2 - TF_1)$;

[0132] (3) 制冷量分配系数 $\eta = \Phi_1 / \Phi_2 = (TF_1 - TF_0) / (TF_2 - TF_1)$;

[0133] (4) 综合能效指标 $E = (E_1 * \eta + E_2) / (\eta + 1)$ 。

[0134] 在两级变频压缩制冷系统中,一级制冷系统的蒸发温度要比二级制冷系统要高,同时一级制冷系统的制冷量也要比二级制冷系统大,其中最主要的原因是一级制冷系统的换热温差比二级制冷系统要大。所以相对来说,一级制冷系统的能效对整机的能效影响要大,从理论上来说如果只从能效考虑,需要尽可能将一级制冷系统的蒸发温度 TE_1 升高,但是 TE_1 升高就会引起制冷量下降,这会导致两个结果:(1)一级制冷系统的能效在整机能效影响占比被削弱;(2)为了达到总制冷量需求,二级制冷系统的蒸发温度需要进一步降低进行补偿,这就造成二级制冷系统的能效进一步减弱。

[0135] 从上述分析中可以看出两个系统虽然各自分离,但是两者的蒸发温度并不能分离调节,这里介绍两级制冷系统的控制方法:

[0136] 1、检测当前时刻的各级蒸发器前后的空气温度: TF_0 、 TF_1 、 TF_2 ;

[0137] 2、检测当前时刻的各级蒸发温度和冷凝温度: TE_1 、 TD_1 、 TE_2 、 TD_2 ;

[0138] 3、计算各级制冷量 Φ_1 、 Φ_2 和总制冷量 Φ 以及制冷量分配系数 η ;

[0139] 4、计算各级理想能效: E_1 、 E_2 以及综合能效指标: E ;

[0140] 5、进入如下判断:

[0141] (1) $TF_2 >$ 设计最大温度 T_{max} 时,即出风温度高于需求上限值,需要提高制冷量,即进行升频:

[0142] (a) 当 $\eta >$ 设定分配系数 η_m 时(η_m 可取1.8~2.5),升高二级制冷系统的压缩机频率 dF , TE_2 下降;

[0143] (b) 当 $\eta \leq$ 设定分配系数 η_m 时,升高一级制冷系统的压缩机频率, TE_1 下降;

[0144] (2) $TF_2 <$ 设计最小温度 T_{min} 时,即出风温度低于需求下限值,需要降低制冷量,即进行降频:

[0145] (a) 当 $\eta >$ 设定分配系数 η_m 时(η_m 可取1.8~2.5),降低一级制冷系统的压缩机频率 dF , TE_1 升高;

[0146] (b) 当 $\eta \leq$ 设定分配系数 η_m 时,降低二级制冷系统的压缩机频率, TE_2 升高;

[0147] (3) 设计最小温度 $T_{min} \leq TF_2 \leq$ 设计最大温度 T_{max} 时,降低一级制冷系统压缩机频率 dF ,同时升高二级制冷系统压缩机频率 dF ,记录综合能效指标 E 的变化; $(E'$ 为此时此刻数值, E'' 为上一时刻数值);

[0148] (a) 若 $E' - E'' > \delta$:则执行降低一级制冷系统压缩机频率 dF ,同时升高二级制冷系统压缩机频率 dF ; $(\delta$ 大于0; δ 可取0.1~0.5);

[0149] (b) 若 $E' - E'' < -\delta$:则执行升高一级制冷系统压缩机频率 dF ,同时降低二级制冷系统压缩机频率 dF ;需要说明的是 dF 可取1~5Hz,虽然上述控制过程中,调节压缩机频率值都是 dF ,但是实际控制过程中,调节值可以不同。

[0150] (c) 其他情况,两级制冷系统压缩机频率保持不变。

[0151] 本发明实施例提供的空调机组能够解决两级变频压缩制冷系统的协调控制问题,在保证总制冷量达标的基础上,合理分配两级系统的制冷量,达到能效最优。

[0152] 可以理解的是,上述各实施例中相同或相似部分可以相互参考,在一些实施例中未详细说明的内容可以参见其他实施例中相同或相似的内容。

[0153] 需要说明的是,在本申请的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是指至少两个。

[0154] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0155] 应当理解,本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0156] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0157] 此外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0158] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0159] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0160] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

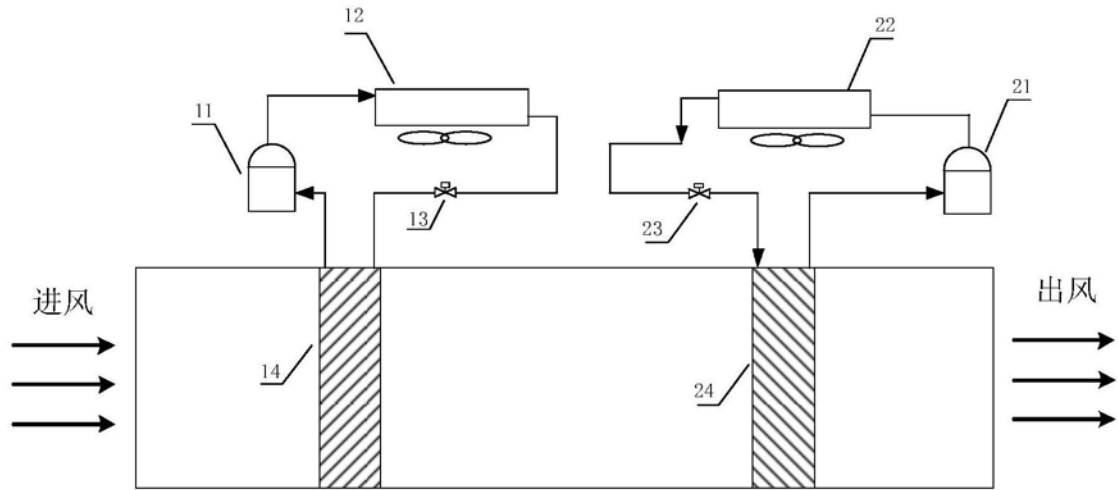


图1

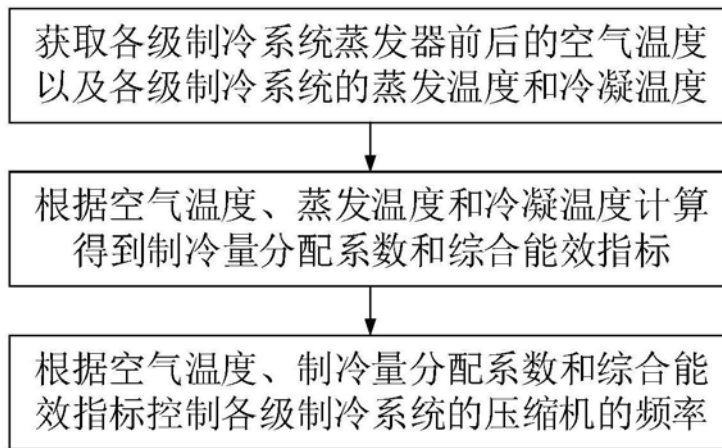


图2

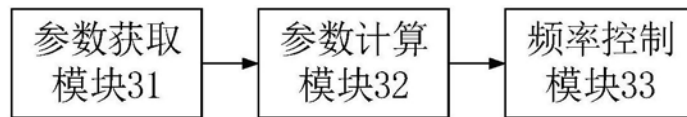


图3

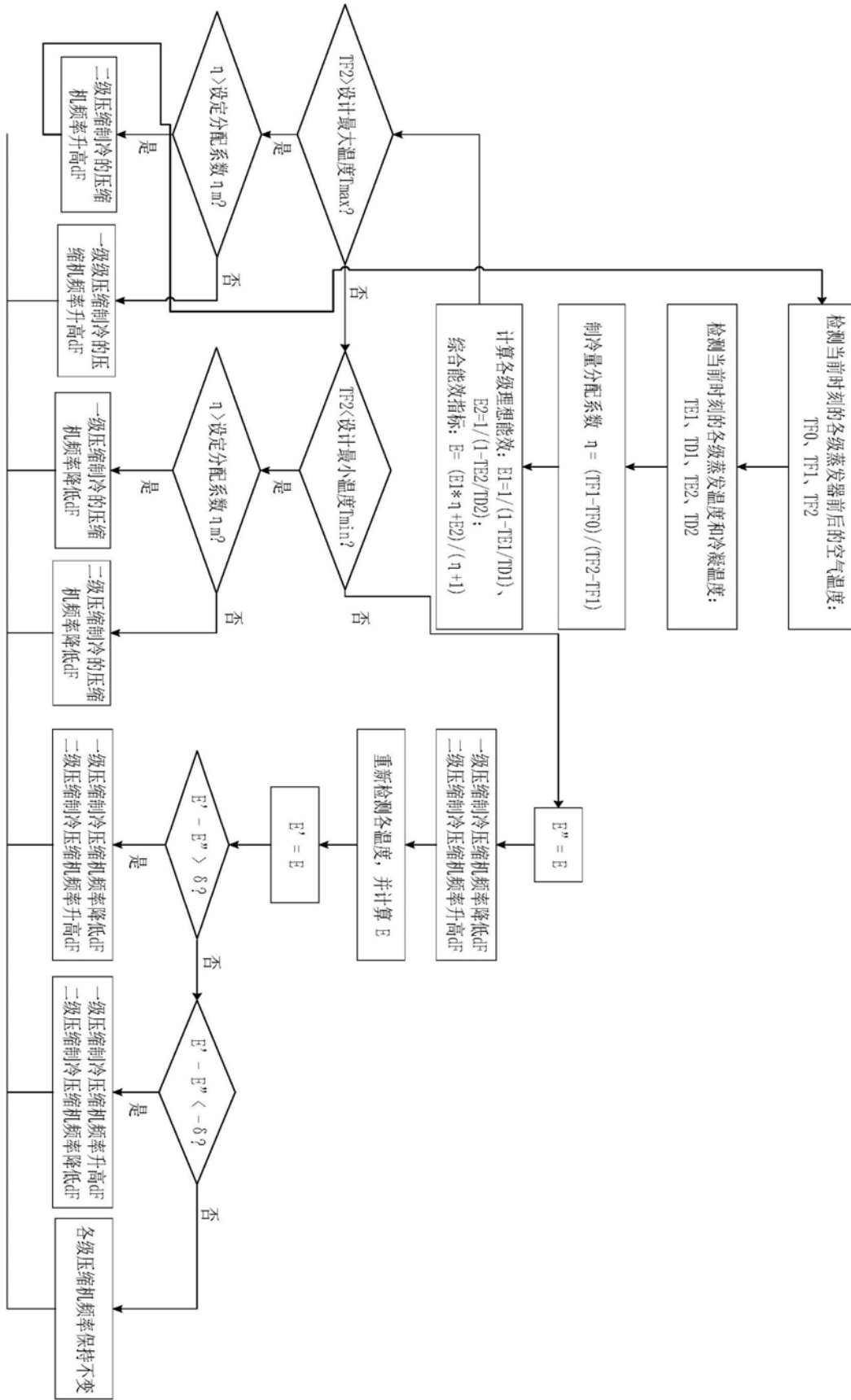


图4