



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113063216 A

(43)申请公布日 2021.07.02

(21)申请号 202010001179.8

F24F 110/10(2018.01)

(22)申请日 2020.01.02

(71)申请人 青岛海尔空调电子有限公司

地址 266101 山东省青岛市崂山区海尔路1号海尔工业园

申请人 海尔智家股份有限公司

(72)发明人 宋德跃 张铭 张晓迪 孙猛猛

(74)专利代理机构 北京瀚仁知识产权代理事务所(普通合伙) 11482

代理人 王天骥 宋宝库

(51)Int.Cl.

F24F 11/64(2018.01)

F24F 11/67(2018.01)

F24F 11/77(2018.01)

F24F 110/12(2018.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

空调外风机的转速控制方法

(57)摘要

本发明涉及空气调节技术领域,具体涉及一种空调外风机的转速控制方法。本发明旨在解决现有空调外风机存在的调节精度低的问题。为此目的,本发明的转速控制方法包括:在外风机启动后,获取压缩机与室外换热器之间的冷媒管路的压力值;比较压力值与预设压力阈值的大小;基于比较结果,选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量;其中,预设压力阈值基于室外环境温度确定。通过基于压力值与预设压力阈值的大小选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量,使得本申请的控制方法能够实现外风机的无极调速,使得外风机的转速与空调系统的压力值相匹配,减小外风机转速对空调系统的压力带来的影响,保证空调系统的稳定运行。



1. 一种空调外风机的转速控制方法,所述空调包括压缩机和室外换热器,所述室外换热器配置有所述外风机,其特征在于,所述转速控制方法包括:

在外风机启动后,获取所述压缩机与所述室外换热器之间的冷媒管路的压力值;

比较所述压力值与预设压力阈值的大小;

基于比较结果,选择性地控制所述外风机的转速提高或降低一个转速调节量;

其中,所述预设压力阈值基于室外环境温度确定。

2. 根据权利要求1所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,所述空调运行制冷模式时,所述压力值为高压压力值,所述预设压力阈值为预设高压阈值,“基于比较结果,选择性地控制所述外风机的转速提高或降低一个转速调节量”的步骤进一步包括:

当所述高压压力值大于所述预设高压阈值时,控制所述外风机的转速提高一个所述转速调节量;

当所述高压压力值小于所述预设高压阈值时,控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量。

3. 根据权利要求1所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,所述空调运行制热模式时,所述压力值为低压压力值,所述预设压力阈值为预设低压阈值,“基于比较结果,选择性地控制所述外风机的转速提高或降低一个转速调节量”的步骤进一步包括:

当所述低压压力值小于所述预设低压阈值时,控制所述外风机的转速提高一个所述转速调节量;

当所述低压压力值大于所述预设低压阈值时,控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量。

4. 根据权利要求2或3所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,在“控制所述外风机的转速提高一个所述转速调节量”的步骤之后,所述转速控制方法还包括:

判断所述外风机的转速是否大于其最高转速;

如果是,则控制所述外风机以所述最高转速运行。

5. 根据权利要求2或3所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,在“控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量”的步骤之后,所述转速控制方法还包括:

判断所述外风机的转速是否小于其最低转速;

若果是,则控制所述外风机以所述最低转速运行。

6. 根据权利要求1所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,在“在外风机启动”的步骤之前,所述转速控制方法还包括:

基于所述室外环境温度,确定所述外风机的初始转速;

基于所述初始转速,控制所述外风机启动。

7. 根据权利要求1所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,在“在外风机启动”的步骤之前,所述转速控制方法还包括:

获取室内环境温度;

计算所述室内环境温度与设定温度之间的差值;

在所述差值满足预设条件时,控制所述外风机启动。

8. 根据权利要求2所述的空调外风机的转速控制方法,其特征在于,所述转速控制方法还包括:

获取所述压缩机的排气温度；

基于所述排气温度和所述预设高压阈值，计算所述压缩机的排气过热度；

判断所述排气过热度与排气过热度阈值的大小；

基于判断结果，对所述预设高压阈值进行修正。

9. 根据权利要求3所述的空调外风机的转速控制方法，其特征在于，所述转速控制方法还包括：

获取所述压缩机的吸气温度；

基于所述吸气温度和所述预设低压阈值，计算所述压缩机的吸气过热度；

判断所述吸气过热度与吸气过热度阈值的大小；

基于判断结果，对所述预设低压阈值进行修正。

10. 根据权利要求1所述的空调外风机的转速控制方法，其特征在于，所述转速调节量大于所述外风机的转速误差。

空调外风机的转速控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及空气调节技术领域,具体涉及一种空调外风机的转速控制方法。

背景技术

[0002] 目前对空调外风机的转速控制基本上都是基于系统高低压压力或者室内机盘管温度来进行控制的。通常为实现转速控制,空调外风机选用直流风机,控制过程中,基于检测到的系统压力或室内机盘管温度的高低调整直流风机的转速,使该转速与当前的系统压力或盘管温度相适应。

[0003] 例如,公开号为CN109883019A的发明公开了一种空调系统风量的控制方法和装置,该申请通过根据所述系统实际压力对外风机的转速档位进行调节,实现减少冷媒和环境的换热量,保证空调系统的可靠性和舒适性的目的。但是该申请中将风机的转速分为多个档位进行调节,而实际应用中,为方便控制,通常档位设置不会太多,因此各个档位之间会由于空调外风机自身的转速区间较大(通常风机的转速区间在几百转至几千转之间)而导致转速差异较大,进而在调整风速的同时对空调系统的高低压力影响也较大,不利于空调系统的稳定运行。

[0004] 相应地,本领域需要一种新的空调外风机的转速控制方法来解决上述问题。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中的上述问题,即为了解决现有空调外风机存在的调节精度低的问题,本发明提供了一种空调外风机的转速控制方法,所述空调包括压缩机和室外换热器,所述室外换热器配置有所述外风机,所述转速控制方法包括:。

[0006] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,所述空调运行制冷模式时,所述压力值为高压压力值,所述预设压力阈值为预设高压阈值,“基于比较结果,选择性地控制所述外风机的转速提高或降低一个转速调节量”的步骤进一步包括:

[0007] 当所述高压压力值大于所述预设高压阈值时,控制所述外风机的转速提高一个所述转速调节量;

[0008] 当所述高压压力值小于所述预设高压阈值时,控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量。

[0009] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,所述空调运行制热模式时,所述压力值为低压压力值,所述预设压力阈值为预设低压阈值,“基于比较结果,选择性地控制所述外风机的转速提高或降低一个转速调节量”的步骤进一步包括:

[0010] 当所述低压压力值小于所述预设低压阈值时,控制所述外风机的转速提高一个所述转速调节量;

[0011] 当所述低压压力值大于所述预设低压阈值时,控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量。

[0012] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,在“控制所述外风机的转

速提高一个所述转速调节量”的步骤之后,所述转速控制方法还包括:

[0013] 判断所述外风机的转速是否大于其最高转速;

[0014] 如果是,则控制所述外风机以所述最高转速运行。

[0015] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,在“控制所述外风机的转速降低一个所述转速调节量”的步骤之后,所述转速控制方法还包括:

[0016] 判断所述外风机的转速是否小于其最低转速;

[0017] 若是,则控制所述外风机以所述最低转速运行。

[0018] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,在“在外风机启动”的步骤之前,所述转速控制方法还包括:

[0019] 基于所述室外环境温度,确定所述外风机的初始转速;

[0020] 基于所述初始转速,控制所述外风机启动。

[0021] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,在“在外风机启动”的步骤之前,所述转速控制方法还包括:

[0022] 获取室内环境温度;

[0023] 计算所述室内环境温度与设定温度之间的差值;

[0024] 在所述差值满足预设条件时,控制所述外风机启动。

[0025] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,所述转速控制方法还包括:

[0026] 获取所述压缩机的排气温度;

[0027] 基于所述排气温度和所述预设高压阈值,计算所述压缩机的排气过热度;

[0028] 判断所述排气过热度与排气过热度阈值的大小;

[0029] 基于判断结果,对所述预设高压阈值进行修正。

[0030] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,所述转速控制方法还包括:

[0031] 获取所述压缩机的吸气温度;

[0032] 基于所述吸气温度和所述预设低压阈值,计算所述压缩机的吸气过热度;

[0033] 判断所述吸气过热度与吸气过热度阈值的大小;

[0034] 基于判断结果,对所述预设低压阈值进行修正。

[0035] 在上述空调外风机的转速控制方法的优选技术方案中,所述转速调节量大于所述外风机的转速误差。

[0036] 本领域技术人员能够理解的是,在本发明的优选技术方案中,空调包括压缩机和室外换热器,室外换热器配置有外风机,转速控制方法包括:在外风机启动后,获取压缩机与室外换热器之间的冷媒管路的压力值;比较压力值与预设压力阈值的大小;基于比较结果,选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量;其中,预设压力阈值基于室外环境温度确定。

[0037] 通过基于压力值与预设压力阈值的大小选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量,使得本申请的控制方法能够实现外风机的无极调速,使得外风机的转速与空调系统的压力值相匹配,减小外风机转速对空调系统的压力带来的影响,保证空调系统的稳定运行。

[0038] 进一步地,通过基于室外环境温度确定预设压力阈值,可以保证预设压力阈值与当前室外环境温度相匹配,使得外风机转速调整后的空调运行在当前室外环境温度下的最佳的状态。

[0039] 进一步地,通过基于排气过热度修正预设高压阈值,然后基于修正后的预设高压阈值进一步调节外风机的转速,使得空调系统能够始终工作在较佳的状态,防止排气过热度过高或过低对系统运行造成不利影响。同样地,通过基于吸气过热度修正预设低压阈值,然后基于修正后的预设低压阈值进一步调节外风机的转速,使得空调系统能够始终工作在较佳的状态,防止吸气过热度过高或过低对系统运行造成的不利影响。

[0040] 进一步地,通过设置转速调节量大于外风机的转速误差,还使得每次外风机的转速调节都能够有效进行,避免转速“假调节”的现象出现。

附图说明

[0041] 下面参照附图来描述本发明的空调外风机的转速控制方法。

附图中:

[0042] 图1为本发明的空调的系统示意图;

[0043] 图2为本发明的空调外风机的转速控制方法的流程图;

[0044] 图3为本发明的空调制冷运行时外风机的初始转速-室外环境温度关系图;

[0045] 图4为本发明的空调制冷运行时预设高压阈值-室外环境温度关系图;

[0046] 图5为本发明的空调制冷运行时外风机的转速控制逻辑图;

[0047] 图6为本发明的空调制热运行时外风机的初始转速-室外环境温度关系图;

[0048] 图7为本发明的空调制热运行时预设低压阈值-室外环境温度关系图;

[0049] 图8为本发明的空调制热运行时外风机的转速控制逻辑图。

[0050] 附图标记列表

[0051] 1、压缩机;2、四通阀;3、室外换热器;4、电子膨胀阀;5、室内换热器;6、气液分离器;7、外风机;8、内风机;9、高压传感器;10、低压传感器。

具体实施方式

[0052] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非旨在限制本发明的保护范围。例如,虽然本实施方式是结合单联机进行介绍的,但是这并非旨在限制本发明的保护范围,在不偏离本发明原理的条件下,本领域技术人员可以将本发明应用于其他应用场景。例如,本申请还能够应用于中央空调,多联机空调等。

[0053] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所述装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0054] 此外,还需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地

连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 接下来参照图1,对本申请的空调结构进行描述。其中,图1为本发明的空调的系统示意图。

[0056] 如图1所示,本申请的空调包括通过冷媒管路连接的压缩机1、四通阀2、室外换热器3、电子膨胀阀4、室内换热器5和气液分离器6,室外换热器配置有外风机7,室内换热器配置有内风机8,优选地,为实现外风机7的调速,本申请中外风机7选择直流风机。按图1所示的连接状态,压缩机1的排气口与四通阀2的接口d连通,四通阀2的接口c与室外换热器3的进口连通,室外换热器3的出口与电子膨胀阀4的进口连通,电子膨胀阀4的出口与室内换热器5的进口连通,室内换热器5的出口与四通阀2的接口e连通,四通阀2的接口s与气液分离器6的进气管连通,气液分离器6的出气管与压缩机1的吸气口连通。其中,压缩机排气口所连接的冷媒管路上设置有高压传感器9,气液分离器的进气管所连接的冷媒管路上设置有低压传感器10。

[0057] 下面参照图2,对本申请的空调外风机的转速控制方法进行描述。其中,图2为本发明的空调外风机的转速控制方法的流程图。

[0058] 如图2所示,为解决现有空调外风机存在的调节精度低的问题,本申请的空调外风机的转速控制方法主要包括如下步骤:

[0059] S100、在外风机启动后,获取压缩机与室外换热器之间的冷媒管路的压力值;例如,在外风机启动后,通过压力传感器获取冷媒管路的压力值;其中,可参照图1,压缩机1与室外换热器3之间的冷媒管路随空调的运行模式不同而有所区别,当空调运行制冷模式时,压缩机1与室外换热器3之间的冷媒管路为压缩机1的排气口所连的冷媒管路,此时采集的压力为高压传感器9的压力;当空调运行制热模式时,压缩机1与室外换热器3之间的冷媒管路为压缩机1的吸气口、进一步为气液分离器6的进气管所连的冷媒管路,此时采集的压力为低压传感器10的压力。

[0060] S200、比较压力值与预设压力阈值的大小;例如,在一种较为优选的实施方式中,预设压力阈值基于室外环境温度确定,具体地,以制冷模式为例,预设压力阈值可按照如下方式确定:空调运行制冷模式时,调节空调的各个元器件的工作参数(如压缩机频率、膨胀阀开度、外风机转速等),使空调处于较佳的运行状态,记录此时压缩机排气口所连的冷媒管路上的高压压力,并将该高压压力作为当前室外环境温度下的预设高压阈值。制热模式与此类似,其将空调处于较佳运行状态时的低压压力作为当前室外环境温度下的预设低压阈值。在获取到压力值后,将该压力值与当前室外环境温度下的预设压力阈值进行比较,即制冷模式时,将高压压力值与预设高压阈值进行比较,制热模式时,将低压压力值与预设低压阈值进行比较。

[0061] S300、基于比较结果,选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量;例如,转速调节量可以为一个较小的转速值,如转速调节量可以为5-20rpm(Revolutions Per Minute,每分钟转速)中的任意值,该转速值远小于现有技术中各个风机档位之间的转速差值。在比较出压力值与预设压力阈值的大小后,便可以知道当前空调的高低压是否满足要求,从而在高低压不满足要求时通过调节外风机转速来改变其压力值。比如,在制冷模式

下,高压压力值大于预设高压阈值,证明此时压缩机的排气压力过高,不利于空调稳定运行,此时通过控制外风机的转速提高一个转速调节量,如转速提高10rpm,来提高室外机的换热量,降低压缩机的排气压力;当高压压力值小于预设高压阈值时,证明此时压缩机的排气压力过低,压缩机可能有液击的风险,此时通过控制外风机的转速降低一个转速调节量,如降低10rpm,来降低室外机的换热量,提高压缩机的排气压力。其中,改变外风机的转速可以通过调节外风机的直流电机的电压或励磁电流等方式进行,该调节方法现已较为成熟,在此不再赘述。

[0062] 通过基于压力值与预设压力阈值的大小选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量,使得本申请的控制方法能够实现外风机的无极调速,使得外风机的转速与空调系统的压力值相匹配,减小外风机转速对空调系统的压力带来的影响,保证空调系统的稳定运行。进一步地,通过基于室外环境温度确定预设压力阈值,可以保证预设压力阈值与当前室外环境温度相匹配,使得外风机转速调整后的空调运行在当前室外环境温度下的最佳的状态。

[0063] 下面参照图3、图4和图5,以空调运行制冷模式为例对本申请的转速控制方法进行说明。其中,图3为本发明的空调制冷运行时外风机的初始转速-室外环境温度关系图;图4为本发明的空调制冷运行时预设高压阈值-室外环境温度关系图;图5为本发明的空调制冷运行时外风机的转速控制逻辑图。

[0064] 如图5所示,在一种可能的实施方式中,步骤S100之前,转速控制方法还包括:获取室内环境温度;计算室内环境温度与设定温度之间的差值;在差值满足预设条件时,控制外风机启动。具体地,空调在收到制冷运行指令后,首先通过设置在室内的温度传感器获取室内环境温度,然后判断室内环境温度与用户的设定温度之间的大小,当室内环境温度与设定温度之差大于零时,证明此时室内环境温度未达到用户设定的温度,需要对室内进行制冷降温,此时控制压缩机、外风机、内风机、电子膨胀阀等必要元器件启动,空调开始制冷循环。当室内环境温度与设定温度之差小于等于零时,证明此时室内环境温度已经达到用户设定的温度,空调无需进行制冷,此时控制空调停机或不启动。

[0065] 在一种可能的实施方式中,步骤S100之前,转速控制方法还包括:基于室外环境温度,确定外风机的初始转速;基于初始转速,控制外风机启动。具体地,在室内环境温度与设定温度之差大于零时,即确定外风机需要启动时,需要空调制冷运行,此时通过设置在室外的温度传感器获取室外环境温度,然后基于获取到的室外环境温度,确定外风机的初始转速。其中,外风机的初始转速可以通过查图、查表或计算的方式确定。

[0066] 参照图3,在一种可能的实施方式中,可以事先通过试验确定出几个室外环境温度对应的外风机初始转速,然后基于室外环境温度与外风机的初始转速之间的对照关系拟合出一条曲线,当需要确定外风机的初始转速时,按照插值法从曲线上进行取值。例如,如图3中所示,当室外环境温度 $T_{oa} \geq 43^{\circ}\text{C}$ 时,令外风机的初始转速 $F_1 = F_{1\max}$;室外环境温度当 $T_{oa} < 10^{\circ}\text{C}$ 时,令外风机的初始转速 $F_1 = 0$,从而基于上述数据拟合出一条初始转速-室外环境温度温度曲线,当 $10 \leq T_{oa} < 43^{\circ}\text{C}$ 时,按照插值法进行取值。

[0067] 当然,上述示例仅仅用于说明确定外风机的初始转速的一种具体的拟合方式,本领域技术人员还可以采用其他方式确定外风机的初始转速。比如,在上述示例的启示下,可以采用多组室外环境温度与外风机的初始转速进行拟合,拟合出的曲线既可以是直线,也

可以是曲线或阶梯线等。

[0068] 参照图4,在一种可能的实施方式中,预设高压阈值可以按照如下方式确定:通过试验确定出不同室外环境温度下空调运行时较佳的压缩机出口压力值,并将该压力值作为该室外环境温度下的预设高压阈值,然后基于预设高压阈值与室外环境温度之间的对照关系拟合出一个自变量为室外环境温度,因变量为预设高压阈值的函数,当需要确定当前室外环境温度下的预设高压阈值时,将室外环境温度输入该函数即可确定预设高压阈值。

[0069] 如图4中所示,当室外环境温度 $T_{oa} \geq 43^{\circ}\text{C}$ 时,试验确定出压缩机工作时出口的较佳压力值 $P_{1tar} = 33\text{bar}$ 。当室外环境温度 $T_{oa} < 10^{\circ}\text{C}$ 时,确定出压缩机工作时出口的较佳压力值 $P_{1tar} = 13\text{bar}$ 。基于两组数据,可拟合出函数 $P_{1tar} = 0.67 \times T_{oa} + 6.3$ 。因此,当室外环境温度 $10 \leq T_{oa} < 43^{\circ}\text{C}$ 时,将该室外环境温度带入上述函数,即可确定当前室外环境温度下的预设高压阈值。

[0070] 当然,上述示例仅仅用于说明确定预设高压阈值的一种具体的拟合方式,本领域技术人员还可以采用其他方式确定预设高压阈值。比如,在上述示例的启示下,可以采用多组室外环境温度与对应的压缩机的出口高压压力值进行函数的拟合,或者也可以基于上述数据拟合出曲线,并基于插值法确定不同室外环境温度下的预设高压阈值。

[0071] 参照图5,在一种可能的实施方式中,如上所述,当空调运行制冷模式时,获取的压力值为压缩机的排气口所连的冷媒管路的高压压力值,预设压力阈值对应的为预设高压阈值,在这种情况下,步骤S300 进一步包括:当高压压力值大于预设高压阈值时,控制外风机的转速提高一个转速调节量;当高压压力值小于预设高压阈值时,控制外风机的转速降低一个转速调节量;当高压压力值等于预设高压阈值时,控制外风机保持当前转速。

[0072] 举例而言,当判断出高压压力值大于预设高压阈值时,证明此时压缩机的排气压力过高,不利于空调稳定运行,此时通过控制外风机的转速提高一个转速调节量,如转速提高10rpm,来提高室外机的换热量,降低压缩机的排气压力;当高压压力值小于预设高压阈值时,证明此时压缩机的排气压力过低,压缩机可能有液击的风险,此时通过控制外风机的转速降低一个转速调节量,如降低10rpm,来降低室外机的换热量,提高压缩机的排气压力。当高压压力值等于预设高压阈值时,证明此时压缩机的排气压力处于较佳的状态,因此保持外风机的当前转速即可。

[0073] 其中,较为优选地,转速调节量大于外风机的转速误差。本领域技术人员能够理解,任何直流电机在转动时都存在转动误差,该误差可以通过试验测得,或在出厂时已经标记在电机铭牌上或说明书中。通常,该转速误差很小,例如,申请人实测本申请中所采用的直流电机的转速误差为 $\pm 5\text{rpm}$,所以本申请中外风机的转速调节量可设置为大于 5rpm,如本申请中转速调节量可设置为10rpm,以便每次外风机的转速调节都能够有效进行,避免转速“假调节”的情况出现。当然,转速调节量的大小本领域技术人员可以基于实际采用的外风机进行确定,这种数值的改变并未超出本申请的保护范围。

[0074] 继续参照图5,在一种可能的实施方式中,在步骤S300之后,即对外风机的转速进行调整后,本申请的控制方法还包括:在控制外风机的转速提高一个转速调节量后,判断外风机的转速是否大于其最高转速;如果是,则控制外风机以最高转速运行。在控制外风机的转速降低一个转速调节量后,判断外风机的转速是否小于其最低转速;如果是,则控制外风机以最低转速运行。

[0075] 举例而言,本领域技术人员知晓,外风机的转速存在最大和最小值,当外风机的转速超出最大值或低于最小值时,容易引起外风机的故障和损坏。因此,当检测到的高压压力值大于预设高压阈值时,控制外风机的转速提高一个转速调节量后,需要判断外风机的转速是否大于最高转速,当转速大于最高转速时,控制外风机以最高转速运行,以防止外风机故障。同样地,当检测到的高压压力值小于预设高压阈值时,控制外风机的转速降低一个转速调节量后,需要判断外风机的转速是否小于最低转速,当转速小于最低转速时,控制外风机以最低转速运行,以防止外风机故障。其中,虽然本申请中没有就外风机的最高转速和最低转速的具体数值进行说明,但是这并不代表本申请无法实施,相反,本领域技术人员知晓,直流电机的最高转速和最低转速对于不同型号的风机有所不同,如直流电机的最低转速可以为零,也可以为大于零的任何数值。

[0076] 在一种可能的实施方式中,转速控制方法还包括:获取压缩机的排气温度;基于排气温度和预设高压阈值,计算压缩机的排气过热度;判断排气过热度与排气过热度阈值的大小;基于判断结果,对预设高压阈值进行修正。具体地,空调正常运转时,其排气过热度不能太高,也不能太低。如果太高,则会引起冷媒过热,对压缩机冷冻油有损害,可能会引起压缩机的冷冻油变质,影响系统正常运行。如果太低,则会冷媒压缩不充分,有液压缩的可能性,对系统不利,影响系统寿命。因此,在对外风机的转速进行调节的过程中,还可以进一步对预设高压阈值进行修正,进而通过修正后的预设高压阈值对外风机的转速进行调整,使空调系统能够始终工作在较佳的状态,防止排气过热度过高或过低对系统运行造成不利影响。

[0077] 举例而言,通过设置在压缩机排气口连接的冷媒管路上的温度传感器可以检测压缩机的排气温度,通过预设高压阈值可以确定其对应的饱和温度,此时排气过热度=排气温度-预设高压阈值对应的饱和温度。当计算出排气过热度后,比较排气过热度与预设的排气过热度阈值的大小,当排气过热度大于排气过热度阈值时,证明要么是压缩机的排气温度过高、要么是预设高压阈值对应的饱和温度过低(亦即预设高压阈值过低),此时可以对预设高压阈值 P_{1tar} 进行正向修正,如可以令 $P_{1tar}' = 1.02 \times P_{1tar}$ 。其中, P_{1tar} 为当前室外环境温度下的预设高压阈值, P_{1tar}' 为修正后的预设高压阈值。同样地,排气过热度小于排气过热度阈值时,证明要么是压缩机的排气温度过低、要么是预设高压阈值对应的饱和温度过高(亦即预设高压阈值过高),此时可以对预设高压阈值 P_{1tar} 进行负向修正,如可以令 $P_{1tar}' = 0.98 \times P_{1tar}$ 。其中, P_{1tar} 为当前室外环境温度下的预设高压阈值, P_{1tar}' 为修正后的预设高压阈值。当然,系数1.02和0.98并非唯一,本领域技术人员可以基于实际应用场景进行灵活调整,该调整并未偏离本申请的原理。

[0078] 下面参照图5,对空调运行制冷模式下的一种可能的控制过程进行描述。

[0079] 如图5所示,空调开机后以制冷模式运行,首先获取室内环境温度 T_{ia} 并与用户设定的温度 T_{set} 进行比较→当 $T_{ia}-T_{set} \leq 0$ 成立时,证明当前室内环境温度已经达到设定温度,控制空调停机;当 $T_{ia}-T_{set} \leq 0$ 不成立时,则证明需要运行制冷模式对室内进行降温,此时基于当前的室外环境温度确定外风机的初始转速 F_{li} 和预设高压阈值 P_{1tar} ,并基于初始转速 F_{li} 控制空调的外风机开始运行→外风机开始运行后,检测压缩机出口处的高压压力值 P_d ,并将其与预设高压阈值 P_{1tar} 进行比较→当 $P_d = P_{1tar}$ 成立时,控制外风机维持当前的转速 F_{li} ;当 $P_d = P_{1tar}$ 不成立时,进一步判断二者的大小→(1)当 $P_d > P_{1tar}$ 时,控制外风机的转速上升

10rpm,即 $F_{1i+1}=F_{1i}+10$,并判断 $F_{1i+1}>F_{1max}$ 是否成立→如果成立,则控制外风机以 F_{1max} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_d 与 P_{1tar} 的关系;如果不成立,则控制外风机以 F_{1i+1} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_d 与 P_{1tar} 的关系→(2)当 $P_d<P_{1tar}$ 时,控制外风机的转速下降10rpm,即 $F_{1i+1}=F_{1i}-10$,并判断 $F_{1i+1}<F_{1min}$ 是否成立→如果成立,则控制外风机以 F_{1min} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_d 与 P_{1tar} 的关系;如果不成立,则控制外风机以 F_{1i+1} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_d 与 P_{1tar} 的关系。

[0080] 下面参照图6、图7和图8,以空调运行制热模式为例对本申请的转速控制方法进行说明。其中,图6为本发明的空调制热运行时外风机的初始转速-室外环境温度关系图;图7为本发明的空调制热运行时预设低压阈值-室外环境温度关系图;图8为本发明的空调制热运行时外风机的转速控制逻辑图。

[0081] 如图8所示,在一种可能的实施方式中,步骤S100之前,转速控制方法还包括:获取室内环境温度;计算室内环境温度与设定温度之间的差值;在差值满足预设条件时,控制外风机启动。具体地,空调在收到制热运行指令后,首先通过设置在室内的温度传感器获取室内环境温度,然后判断室内环境温度与用户的设定温度之间的大小,当设定温度与室内环境温度之差大于零时,证明此时室内环境温度未达到用户设定的温度,需要对室内进行制热升温,此时控制压缩机、外风机、内风机、电子膨胀阀等必要元器件启动,空调开始制热循环。当设定温度与室内环境温度之差小于等于零时,证明此时室内环境温度已经达到用户设定的温度,空调无需进行制热,此时控制空调停机或不启动。

[0082] 在一种可能的实施方式中,步骤S100之前,转速控制方法还包括:基于室外环境温度,确定外风机的初始转速;基于初始转速,控制外风机启动。具体地,在设定温度与室内环境温度之差大于零时,即确定外风机需要启动时,需要空调制热运行,此时通过设置在室外的温度传感器获取室外环境温度,然后基于获取到的室外环境温度,确定外风机的初始转速。其中,外风机的初始转速可以通过查图、查表或计算的方式确定。

[0083] 参照图6,在一种可能的实施方式中,可以事先通过试验确定出几个室外环境温度对应的外风机初始转速,然后基于室外环境温度与外风机的初始转速之间的对照关系拟合出一条曲线,当需要确定外风机的初始转速时,按照插值法从曲线上进行取值。例如,如图6中所示,当室外环境温度 $T_{oa}\leq 7^{\circ}\text{C}$ 时,令外风机的初始转速 $F_2=F_{2max}$,当室外环境温度当 $T_{oa}\geq 21^{\circ}\text{C}$ 时,令外风机的初始转速 $F_2=0$ 。从而基于上述数据拟合出一条初始转速-室外环境温度曲线,当 $7<T_{oa}<21^{\circ}\text{C}$ 时,按照插值法进行取值。

[0084] 当然,上述示例仅仅用于说明确定外风机的初始转速的一种具体的拟合方式,本领域技术人员还可以采用其他方式确定外风机的初始转速。比如,在上述示例的启示下,可以采用多组室外环境温度与外风机的初始转速进行拟合,拟合出的曲线既可以是直线,也可以是曲线等。

[0085] 参照图7,在一种可能的实施方式中,预设低压阈值可以按照如下方式确定:通过试验确定出不同室外环境温度下空调运行时较佳的压缩机出口压力值,并将该压力值作为该室外环境温度下的预设低压阈值,然后基于预设低压阈值与室外环境温度之间的对照关系拟合出一个自变量为室外环境温度,因变量为预设低压阈值的函数,当需要确定当前室外环境温度下的预设低压阈值时,将室外环境温度输入该函数即可确定预设低压阈值。

[0086] 如图7中所示,当室外环境温度 $T_{oa}\geq 21^{\circ}\text{C}$ 时,试验确定出压缩机工作时出口的较佳

压力值 $P_{2tar}=14\text{bar}$,同理,当室外环境温度 $T_{oa}\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,确定出压缩机工作时出口的较佳压力值 $P_{2tar}=7\text{bar}$,经试验此时室外机蒸发温度比较高,机器不会结霜,且制热效果较佳。基于两组数据,可拟合出函数 $P_{2tar}=0.5\times T_{oa}+3.5$ 。因此,当室外环境温度 $7<T_{oa}<21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,将该室外环境温度带入上述函数,即可确定当前室外环境温度下的预设低压阈值。

[0087] 当然,上述示例仅仅用于说明确定预设低压阈值的一种具体的拟合方式,本领域技术人员还可以采用其他方式确定预设低压阈值。比如,在上述示例的启示下,可以采用多组室外环境温度与对应的压缩机的出口低压压力值进行函数的拟合,或者也可以基于上述数据拟合出曲线,并基于插值法确定不同室外环境温度下的预设低压阈值。

[0088] 参照图8,在一种可能的实施方式中,如上所述,当空调运行制热模式时,获取的压力值为压缩机的吸气口、进一步为气液分离器的进气管所连的冷媒管路的低压压力值,预设压力阈值对应的为预设低压阈值,在这种情况下,步骤S300进一步包括:当低压压力值小于预设低压阈值时,控制外风机的转速提高一个转速调节量;当低压压力值大于预设低压阈值时,控制外风机的转速降低一个转速调节量;当低压压力值等于预设低压阈值时,控制外风机保持当前转速。

[0089] 举例而言,当判断出低压压力值小于预设低压阈值时,证明此时压缩机的吸气压力过低,压缩机可能有液击的风险,此时通过控制外风机的转速提高一个转速调节量,如转速提高10rpm,来提高室外机的换热量,提高压缩机的吸气压力;当低压压力值大于预设低压阈值时,证明此时压缩机的吸气压力过高,不利于空调稳定运行,此时通过控制外风机的转速降低一个转速调节量,如降低10rpm,来降低室外机的换热量,降低压缩机的吸气压力。当低压压力值等于预设低压阈值时,证明此时压缩机的吸气压力处于较佳的状态,因此保持外风机的当前转速即可。

[0090] 其中,较为优选地,转速调节量大于外风机的转速误差。本领域技术人员能够理解,任何直流电机在转动时都存在转动误差,该误差可以通过试验测得,或在出厂时已经标记在电机铭牌上或说明书中。通常,该转速误差很小,例如,申请人实测本申请中所采用的直流电机的转速误差为 $\pm 5\text{rpm}$,所以本申请中外风机的转速调节量可设置为大于 5rpm ,如本申请中转速调节量可设置为10rpm,以便每次外风机的转速调节都能够有效进行,避免转速“假调节”的情况出现。当然,转速调节量的大小本领域技术人员可以基于实际采用的外风机进行确定,这种数值的改变并未超出本申请的保护范围。

[0091] 继续参照图8,在一种可能的实施方式中,在步骤S300之后,即对外风机的转速进行调整后,本申请的控制方法还包括:在控制外风机的转速提高一个转速调节量后,判断外风机的转速是否大于其最高转速;如果是,则控制外风机以最高转速运行。在控制外风机的转速降低一个转速调节量后,判断外风机的转速是否小于其最低转速;若果是,则控制外风机以最低转速运行。

[0092] 举例而言,本领域技术人员知晓,外风机的转速存在最大和最小值,当外风机的转速超出最大值或低于最小值时,容易引起外风机的故障和损坏。因此,当检测到的低压压力值小于预设低压阈值时,控制外风机的转速提高一个转速调节量后,需要判断外风机的转速是否大于最高转速,当转速大于最高转速时,控制外风机以最高转速运行,以防止外风机故障。同样地,当检测到的低压压力值大于预设低压阈值时,控制外风机的转速降低一个转速调节量后,需要判断外风机的转速是否小于最低转速,当转速小于最低转速时,控制外风

机以最低转速运行,以防止外风机故障。其中,虽然本申请中没有就外风机的最高转速和最低转速的具体数值进行说明,但是这并不代表本申请无法实施,相反,本领域技术人员知晓,直流电机的最高转速和最低转速对于不同型号的风机有所不同,如直流电机的最低转速可以为零,也可以为大于零的任何数值。

[0093] 在一种可能的实施方式中,转速控制方法还包括:获取压缩机的吸气温度;基于吸气温度和预设低压阈值,计算压缩机的吸气过热度;判断排吸气过热度与吸气过热度阈值的大小;基于判断结果,对预设低压阈值进行修正。具体地,空调正常运转时,其吸气过热度不能太高,也不能太低。如果太高,则会引起冷媒过热,对压缩机冷冻油有损害,可能会引起压缩机的冷冻油变质,影响系统正常运行。如果太低,则会冷媒压缩不充分,有液压缩的可能性,对系统不利,影响系统寿命。因此,在对外风机的转速进行调节的过程中,还可以进一步对预设低压阈值进行修正,进而通过修正后的预设低压阈值对外风机的转速进行调整,使空调系统能够始终工作在较佳的状态,防止吸气过热度过高或过低对系统运行造成不利影响。

[0094] 举例而言,通过设置在压缩机吸气口连接的冷媒管路上的温度传感器可以检测压缩机的吸气温度,通过预设低压阈值可以确定其对应的饱和温度,此时吸气过热度=吸气温度-预设低压阈值对应的饱和温度。当计算出吸气过热度后,比较吸气过热度与预设的吸气过热度阈值的大小,当吸气过热度大于吸气过热度阈值时,证明要么是压缩机的吸气温度过高、要么是预设低压阈值对应的饱和温度过低(亦即预设低压阈值过低),此时可以对预设低压阈值 P_{2tar} 进行正向修正,如可以令 $P_{2tar}' = 1.02 \times P_{2tar}$ 。其中, P_{2tar} 为当前室外环境温度下的预设低压阈值, P_{2tar}' 为修正后的预设低压阈值。同样地,吸气过热度小于吸气过热度阈值时,证明要么是压缩机的吸气温度过低、要么是预设低压阈值对应的饱和温度过高(亦即预设低压阈值过高),此时可以对预设低压阈值 P_{2tar} 进行负向修正,如可以令 $P_{2tar}' = 0.98 \times P_{2tar}$ 。其中, P_{2tar} 为当前室外环境温度下的预设低压阈值, P_{2tar}' 为修正后的预设低压阈值。当然,系数1.02和0.98并非唯一,本领域技术人员可以基于实际应用场景进行灵活调整,该调整并未偏离本申请的原理。

[0095] 下面参照图8,对空调运行制热模式下的一种可能的控制过程进行描述。

[0096] 如图8所示,空调开机后以制热模式运行,首先获取室内环境温度 T_{ia} 并与用户设定的温度 T_{set} 进行比较→当 $T_{set}-T_{ia} \leq 0$ 成立时,证明当前室内环境温度已经达到设定温度,控制空调停机;当 $T_{set}-T_{ia} \leq 0$ 不成立时,则证明需要运行制热模式对室内进行升温,此时基于当前的室外环境温度确定外风机的初始转速 F_{2i} 和预设低压阈值 P_{2tar} ,并基于初始转速 F_{2i} 控制空调的外风机开始运行→外风机开始运行后,检测压缩机出口处的低压压力值 P_s ,并将其与预设低压阈值 P_{2tar} 进行比较→当 $P_s = P_{2tar}$ 成立时,控制外风机维持当前的转速 F_{2i} ;当 $P_s = P_{2tar}$ 不成立时,进一步判断二者的大小→(1)当 $P_s < P_{2tar}$ 时,控制外风机的转速上升10rpm,即 $F_{2i+1} = F_{2i} + 10$,并判断 $F_{2i+1} > F_{2max}$ 是否成立→如果成立,则控制外风机以 F_{2max} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_s 与 P_{2tar} 的关系;如果不成立,则控制外风机以 F_{2i+1} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_s 与 P_{2tar} 的关系→(2)当 $P_s > P_{2tar}$ 时,控制外风机的转速下降10rpm,即 $F_{2i+1} = F_{2i} - 10$,并判断 $F_{2i+1} < F_{2min}$ 是否成立→如果成立,则控制外风机以 F_{2min} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_s 与 P_{2tar} 的关系;如果不成立,则控制外风机以 F_{2i+1} 运行,然后间隔10s后返回重新判断 P_s 与 P_{2tar} 的关系。

[0097] 综上所述,通过基于压力值与预设压力阈值的大小选择性地控制外风机的转速提高或降低一个转速调节量,使得本申请的控制方法能够实现外风机的无极调速,使得外风机的转速与空调系统的压力值相匹配,减小外风机转速对空调系统的压力带来的影响,在转速调整过程中,由于转速调节量数值小、调节精度高,因此相比于目前的外风机档位来说,整个空调系统的高/低压力基本不会出现太大波动,提高了系统运行的可靠性和稳定性。

[0098] 还需要说明的是,上述实施例中虽然将各个步骤按照上述先后次序的方式进行了描述,但是本领域技术人员可以理解,为了实现本实施例的效果,不同的步骤之间不必按照这样的次序执行,其可以同时(并行)执行或以颠倒的次序执行,这些简单的变化都在本发明的保护范围之内。比如,基于室内环境温度与设定温度之间的差值控制外风机启动的步骤可以省略;再如,基于室外环境温度确定初始转速的步骤可以在外风机启动前任何时间点进行;再如,修正预设高压阈值和预设电压阈值的步骤可以在本控制方法执行到任意步骤时进行。再如,本申请还可以应用于单制冷或单制热空调等。

[0099] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征作出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

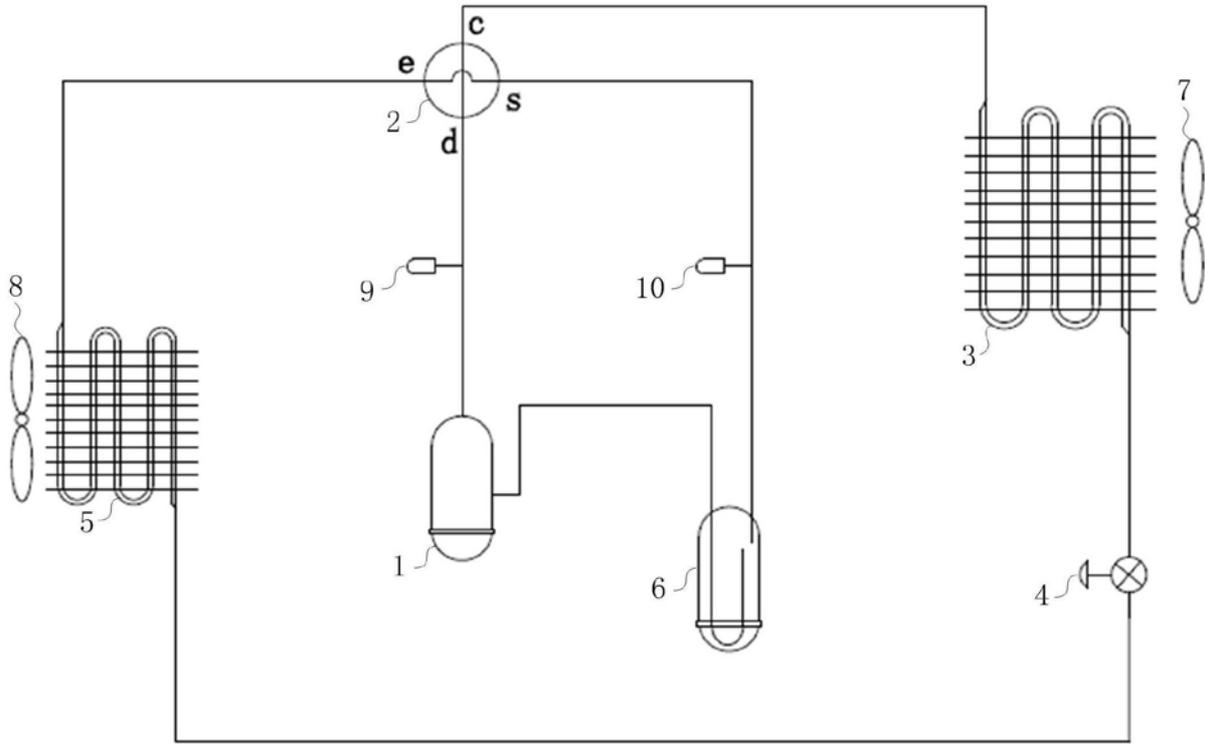


图1

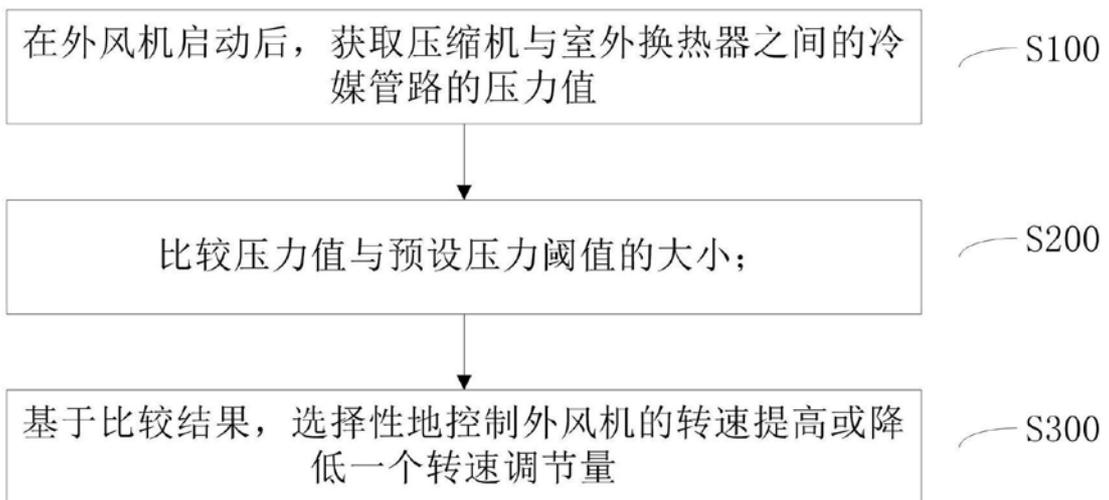


图2

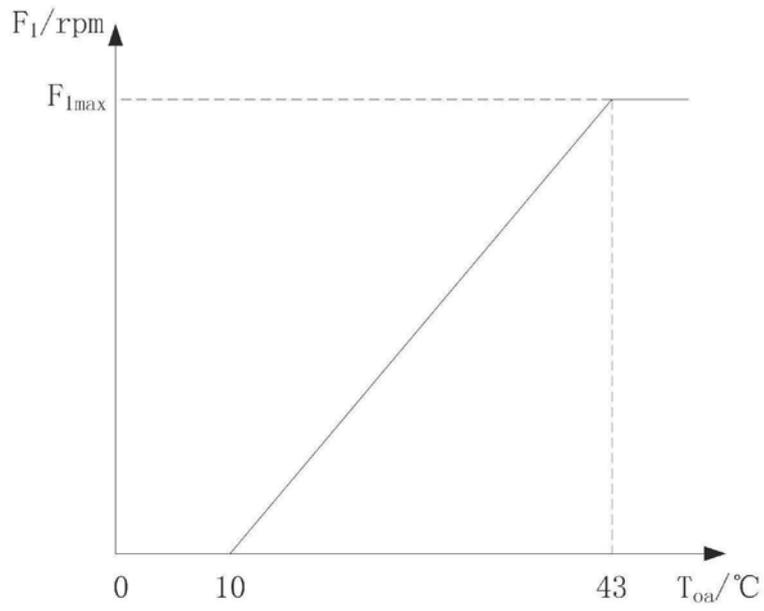


图3

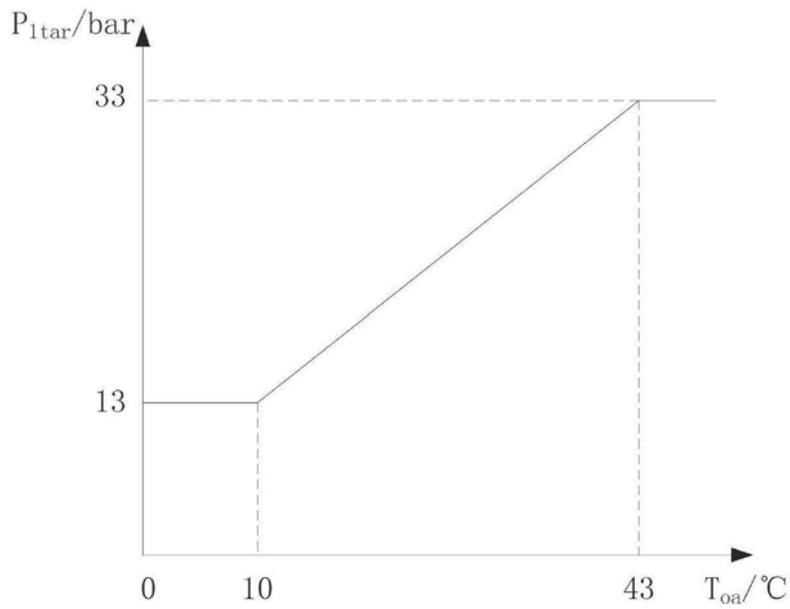


图4

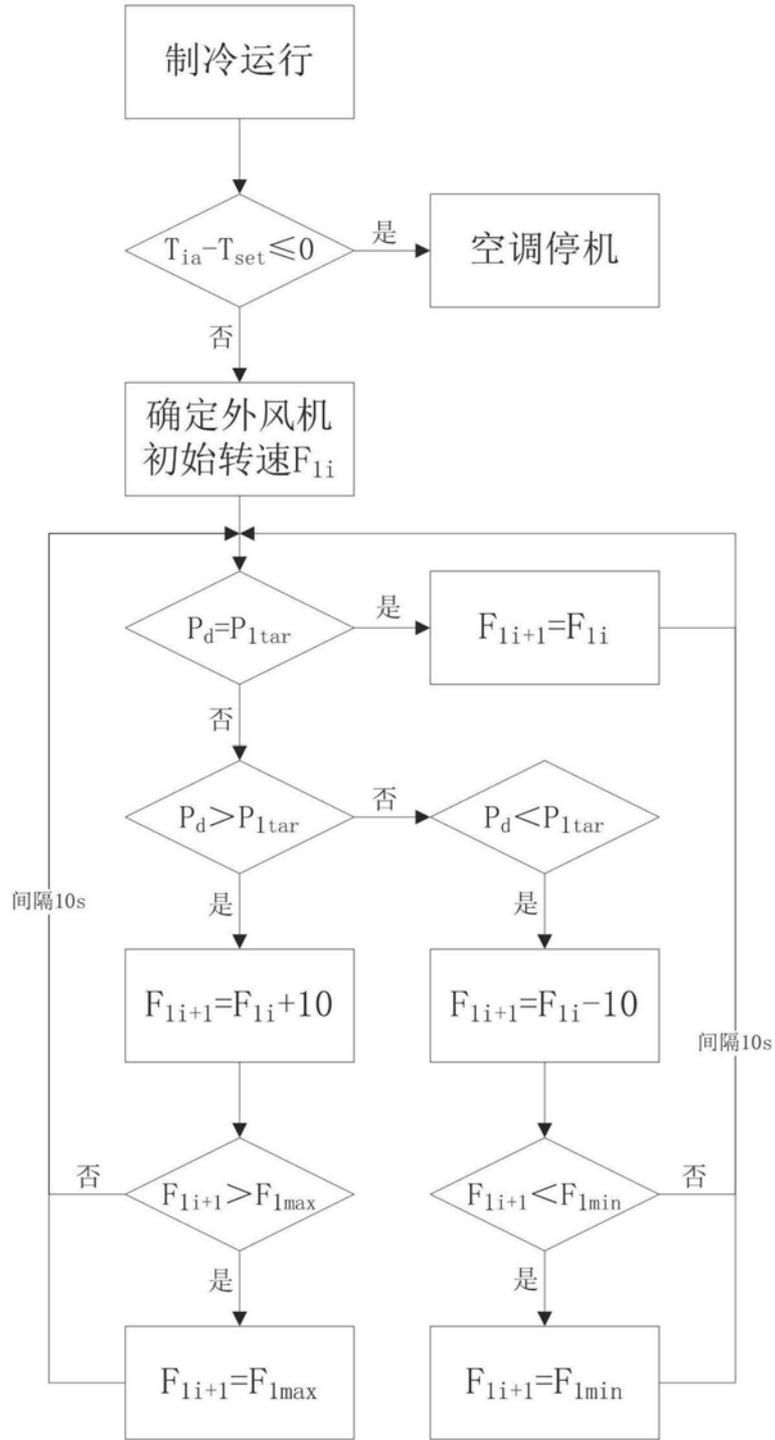


图5

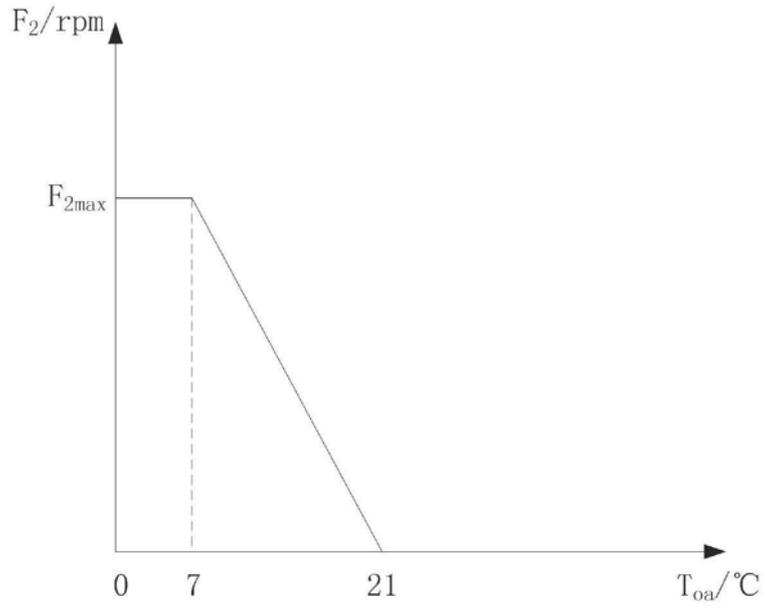


图6

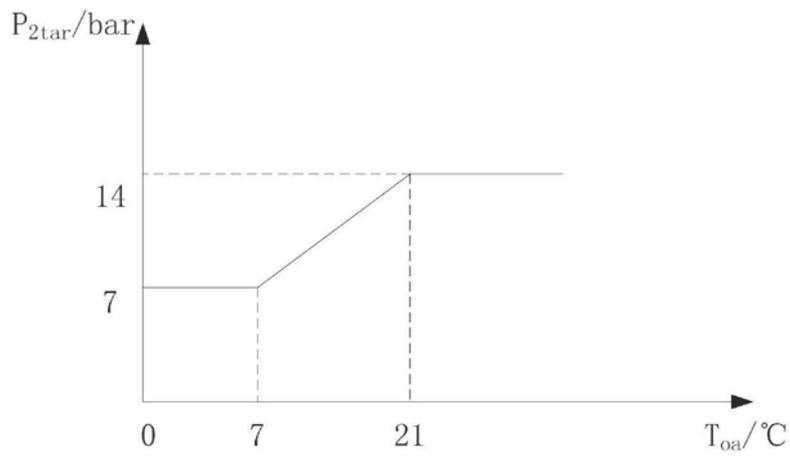


图7

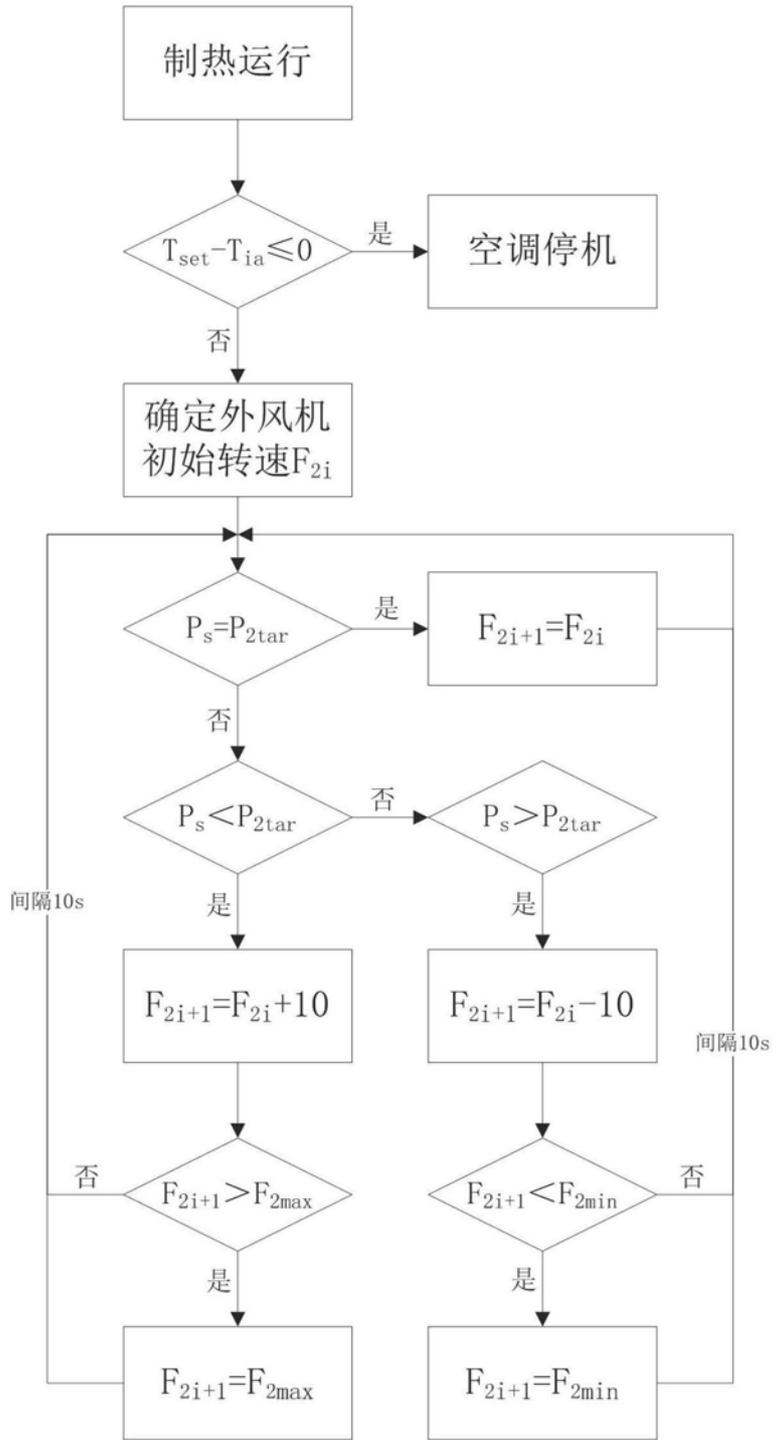


图8