

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：基于变频技术的中央空调系统设计

学生姓名：胡志凯

学 号：201810300187

系 部：电梯工程学院

专 业：电梯工程技术

班 级：电梯 1181 班

指导老师：何晨曦

二 〇 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、中央空调系统介绍.....	2
二、系统工作原理.....	2
三、中央空调与家用空调对比分析.....	4
(一) 普通家用空调的基本工作原理.....	4
(二) 中央空调的工作原理.....	4
四、四通阀在中央空调中的应用.....	5
五、 温度传感器在中央空调中的应用.....	6
六、中央控制系统分析.....	8
(二) 末端风机的控制量.....	8
七、中央空调常见问题分析.....	10
(一) 吸气温度过高	10
(二) 吸气温度过低.....	10
八、成果.....	11
参考文献.....	12
致 谢.....	13

基于变频技术的中央空调设计

[摘要]

因为节能减排的目的，对中央空调控制系统实施改造。首先分析了中央空调系统的运行现状，概括了中央空调系统的构成及变频节能原理，继面运用 PLC 及变频控制相结合的温差法控制方案对原有系统进行改造，提出了设计方案，改变了变频器的参数设置，并进行了节能分析。最后提出了中央空调运用变频调速控制拥有很好的实用价值及发展前景。

[关键词] 中央空调 可编程逻辑控制器 变频技术 改造

一、中央空调系统介绍

1. 冷水机组

这是中央空调的“制冷源”，“心脏”，通往各个房间循环水由冷水机组进行“内部交换”，降温为“冷却水”。

2. 冷却水塔

用于为冷水机组提供冷却水。

3. 外部热交换系统

由两个循环水系统组成：

(1) 冷冻水循环系统

由冷冻泵和冷冻水管道组成。从冷水机组流出的冷冻水由冷冻泵加压送进冷冻水管道内，在各个房间内进行热交换，带走房间内热量，使房间内的温度降低。

(2) 冷却水循环系统

由冷却泵和冷却水管道和冷却塔组成。冷水机组进行热交换，是水温冷却的同时，必将释放大量的热量。该热量被冷却水吸收，使冷却水温度升高。冷却泵将升了温冷却水压入冷却塔，使之在冷却塔中与大气进行热交换，然后再降了温的冷却水，送回到冷水机组。如此不断循环，带走冷水机组释放的热量。

4. 冷却风机

安装于所需要降温的房间内，用于将由冷冻水冷却了的空气吹入房间，加速房间内的热交换。大、中型中央空调由 3 部分组成：

(1) 制冷、制热站；

(2) 空调水管网系统；

(3) 空调末端装置(空调机组，风机盘管和新风机组等)。

二、系统工作原理

1. 中央空调系统原理：

有风系统工作原理、水系统工作原理、盘管系统工作原理等，简单介绍如下：

(1) 中央空的有风系统原理分析：

室外的新鲜空气受到风处理机的吸引进入风柜，并经过过滤降温除湿后由风道送入每个房间，这时的新风不能满足室内的热湿负荷，仅能满足室内所需的新风量，随着室内风机盘管处理室内空气热湿负荷的同时，多余出来的空气通过回风机按阀门的开启比

例一部分排出室外，一部分返回到进风口处以便再次循环利用。如图：

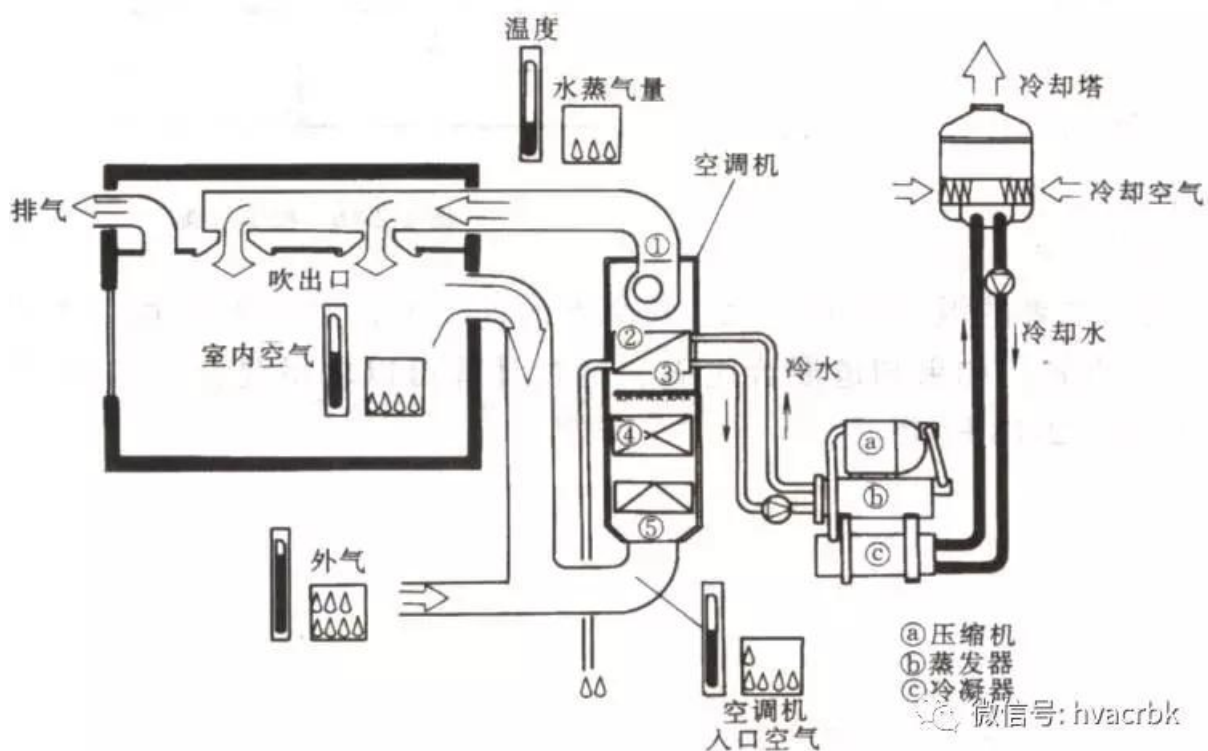


图 1 空气循环系统

(2) 中央空调原理的盘管系统工作：

室内的风机盘管工作时吸入一部分由风柜处理后的新风，再吸入一部分室内未处理的空气经过工艺处理后，由风口送出能够吸收室内余热余湿的冷空气，使室内温度湿度达到所需要的标准，如此循环工作。如图：

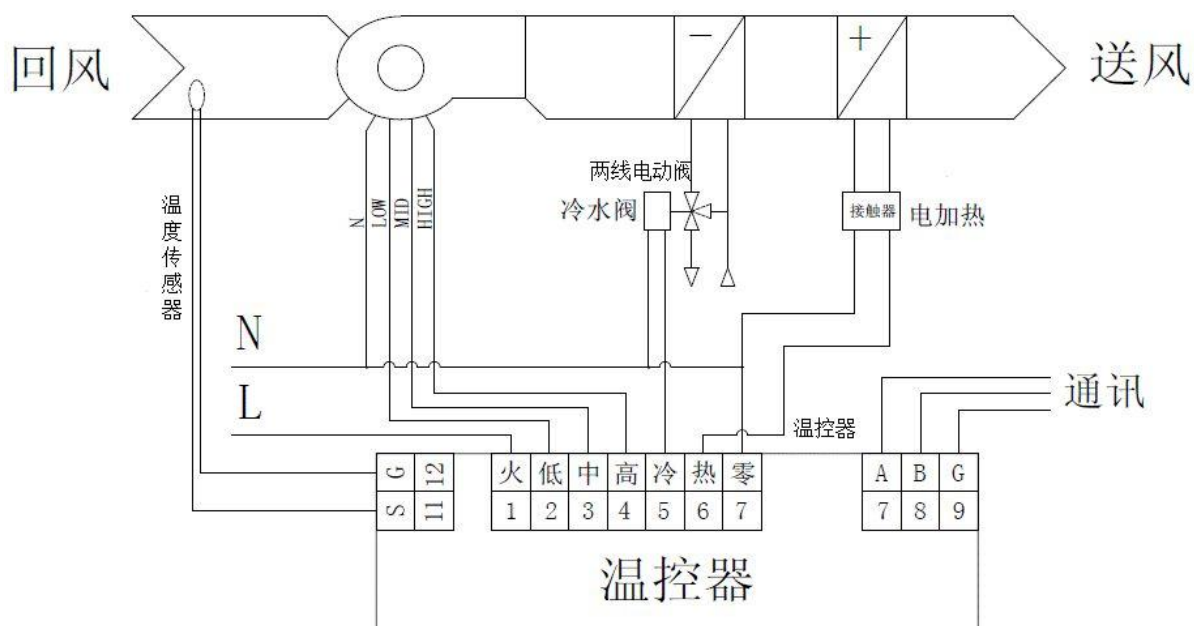


图 2：盘统系统工作原理图

三、中央空调与家用空调对比分析

(一) 普通家用空调的基本工作原理

图 3 是普通热泵型家用空调器的原理图。它主要包含：室内换热器、室外换热器、压缩机、毛细管、气液分离器和四通阀等部件。

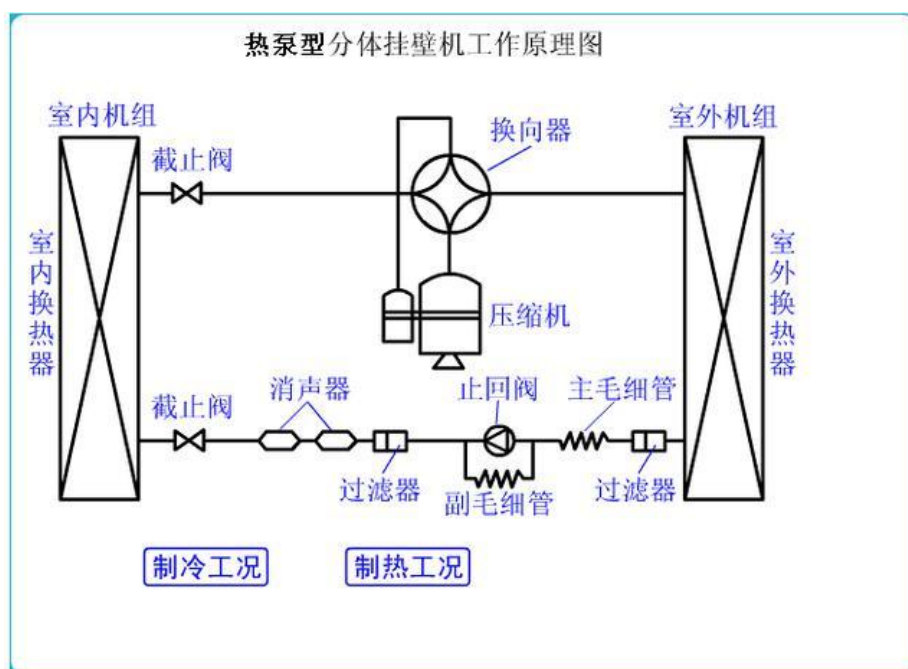


图 3 普通热泵型家用空调器原理图

当热泵型空调器运行于制冷工况时，四通阀换向使图中实线接通。这时，室内换热器成为蒸发器，而室外换热器成为冷凝器。从室内换热器来的低温低压过热气经四通阀和消声器进入气液分离器。分离出液体后，干过热气被压缩机吸入压缩成为高温高压的气体排出，气体经四通阀进入室外换热器放热冷凝，成为过冷液。过冷液经毛细管阻力降压后成为低温低压两相流体，进入室内换热器蒸发吸热(此时室内空气被降温)，再一次经四通阀和气液分离器进入下一循环：图中过滤器主要用于制冷剂与压缩机油的分离，以保证换热器的换热。为防止制热时因除霜导致室内舒适性下降，采用了热气旁通不间断制热除霜方式。除霜时，运行原理基本与制热相同，只是将融霜电磁阀打开。从压缩机出来的高温高压的过热气有一部分被分流到室外换热器的人口，迅速把室外换热器的温度提高到 0°C 以上，融掉室外换热器上的霜层，使换热器保持良好的换热。

(二) 中央空调的工作原理

图 4 为中央空调原理图。

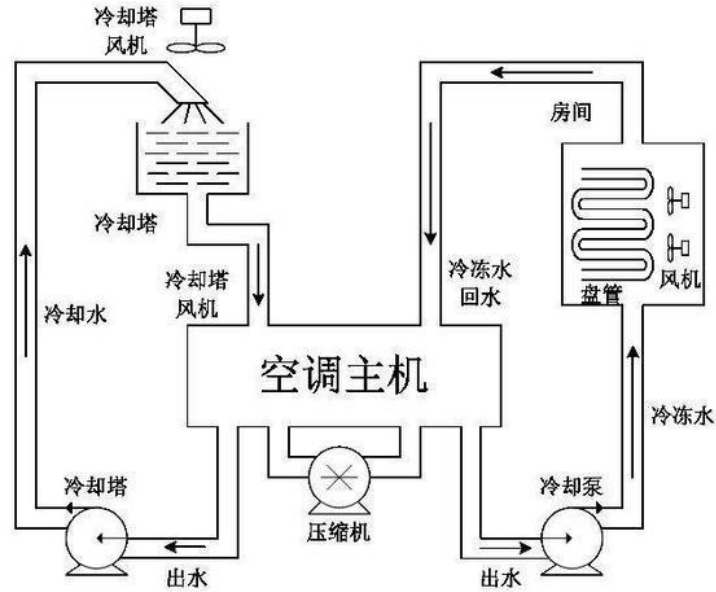


图 4 中央空调原理图

中央空调的制冷剂循环和普通家用空调完全相同，即：制冷时机组的风冷换热器为冷凝器，机组的水冷换热器为蒸发器；制冷剂经压缩机压缩成为高温高压过热气体，在风冷换热器中冷凝放热，成为过冷液，再经节流装置阻力降压后变成低压低温两相流体进入水冷换热器蒸发吸热（此时载冷剂被冷却），最后再回到压缩机进入下一循环。制热时机组的风冷换热器为蒸发器，机组的水冷换热器为冷凝器；制冷剂经压缩机压缩成为高温高压过热气体，在水冷换热器中冷凝放热（此时载冷剂被加热），成为过冷液，再经节流装置阻力降压后成为低压低温两相流体进入风冷换热器蒸发吸热，最后再回到压缩机进入下一循环。中央空调的制冷剂循环与普通家用空调和 VRV 形式的家用中央空调的不同在于：中央空调并没有直接将制冷剂作为输送介质送到用户的换热器中，而是通过水冷换热器将制冷剂的冷 / 热量传给专门的输送介质——载冷剂送到用户端。这种载冷剂一般为水。中央空调的载冷剂循环为：从各用户换热器返回的高 / 低温（供冷时为高温，供热时为低温）回水在集水器中混合，经空调水泵加压送入水冷换热器中换热成为低 / 高温（供冷时为低温，供热时为高温）载冷剂进入分水器，再由分水器分流进入各空调空间的供水管路，供水在各房间的换热设备（譬如：风机盘管）中向空调空间释放冷 / 热量后成为高 / 低温回水由回水管路回到集水器中，进入下一循环。

四、四通阀在中央空调中的应用

工作原理：四通阀不同于普通直动式电磁阀，它必须在一定压力下才能正常工作，四通阀由三个部分组成：先导阀，主阀和电磁线圈，电磁线圈可以拆卸，先导阀与主

阀焊接成一体。当电磁阀线圈处于断电状态，如图一，先导滑阀在右侧压缩弹簧驱动下左移，高压气体进入毛细管①后进入右端活塞腔，另一方面，左端活塞腔的气体排出，由于活塞两端存在压差，活塞及主滑阀左移，使排气管(S管)与室外机接管(C管)相通，另两根接管相通，形成制冷循环。当电磁阀线圈处于通电状态，如图二，先导滑阀在电磁线圈产生的磁力作用下克服压缩弹簧的张力而右移，高压气体进入毛细管①后进入左端活塞腔，另一方面，右端活塞腔的气体排出，由于活塞两端存在压差，活塞及主滑阀右移，使排气管(S管)与室内机接管(E管)相通，另两根接管相通，形成制热循环。

结构：中间位置，由四通阀结构不难发现，当主滑阀处于中间位置状态时，如上图所示，E、S、C三条接管相互通气，产生中间流量，此时，压缩机高压管内的冷媒可以直接流回低压管。设计中间流量的目的是当主滑阀处在中间位置时，能起到卸压的作用，使系统免受高压破坏。

四通阀串气故障的形成：四通换向的条件是活塞两端的压力差($F_1 - F_2$)必须大于摩擦阻力 f ，否则，四通阀将不会换向。换向所需的最低动作压力差是靠系统流量来保证的。当左右活塞腔的压力差大于摩擦阻力 f 时，四通阀换向开始，当主滑阀运动到中间位置时，四通阀的 E、S、C 三条接管相互导通，压缩机排出的冷媒从四通阀 D 接管直接经 E、C 接管流向 S 接管（压缩机回气口），使压力差快速降低，形成瞬时串气状态（中间流量状态）。此时，若压缩机的排气流量远大于四通阀的中间流量，便可以建立足够大的换向压力差而使四通阀换向到位；反过来，若压缩机的排气量小于四通阀的中间流量，则四通阀换向所需的最低动作压力差便不能建立，即 $F_1 - F_2 < f$ ，四通阀不能继续换向而停在中间位置，形成串气。

五、温度传感器在中央空调中的应用

空调温度传感器为负温度系数热敏电阻，简称 NTC，其阻值随温度升高而减小，随温度降低而增大。25℃时的阻值为标称值。NTC 常见的故障为阻值变大、开路、受潮霉变阻值特性变化、短路、插头和座接触不好或漏电等，引起空调的 CPU 检测端子电压异常变化而产生空调故障。

空调常用的 NTC 有室内环境温度 NTC、室内盘管（热交换器）温度 NTC、室外盘管（热交换器）温度 NTC 等三个，较高档的空调还应用室外环境温度 NTC、压缩机吸气、排气温度 NTC 等。NTC 在电路中主要有如图一所示两种用法，温度变化使 NTC 阻值变化，

CPU 端子的电压也随之变化，CPU 根据电压的变化来检测空调的工作状态并发出指令。

（一）传感器作用分析

1. 室内环境温度 NTC 作用

室内环温 NTC 根据人工设定的工作状态，检测室内环境的温度变化使 CPU 自动开停压缩机或改变压缩机的工作频率（变频空调）。

定频空调（非变频）使室内温度温差变化范围为“设定值 + (-) 1”℃，即若制冷温度设定为 24℃时，当温度降到 23℃压缩机停机，当温度回升到 25℃压缩机工作；若制热设定 24℃时，当温度升到 25℃压缩机停机，当温度回落到 23℃压缩机工作。值得说明的是一般空调的温度设定范围为 15℃—30℃之间，因此一般的空调在低于 15℃的环温下制冷不工作，高于 30℃的环温下制热不工作。

变频空调根据人工设定的工作温度和室内温度的差值进行变频调速，差值越大压缩机工作频率越高，因此，压缩机启动以后转速能很快提升。

2. 室内盘管温度 NTC

室内盘管 NTC 的主要作用是在制冷时进行过冷（低于+3℃）保护检测、制冷缺氟检测；制热时进行防冷风吹出、过热保护检测等。

空调制冷 15 分钟自动检查室内盘管的温度，若降温达不到 20℃（或 CPU 的设定值）则自动诊断为缺氟而停机保护。若因某些原因使室内盘管温度降到+3℃以下，为防盘管结霜也停机（过冷保护）

制热时室内盘管温度底于 32℃内风机不吹风（防冷风吹出保护），高于 58℃外风机停转，高于 62℃压缩机停转（过热保护）；有的空调制热通过盘管 NTC 自动控制内风机风速；自动切换电辅热等。

3. 室外盘管温度 NTC

调第一次化霜为 CPU 定时（一般在 50 分钟），以后化霜则由室外盘管 NTC 控制。一般为-11℃要化霜制热时化霜温度检测，制冷冷凝温度检测。制热化霜是热泵机一个重要的功能，一般的空，+9℃则恢复制热。

制冷时冷凝温度达 68℃停压缩机，代替高压压力开关的作用；变频空调制冷则降频阻止盘管继续升温。

4. 传感器故障分析

传感器出现故障表现为不能准确地检测温度，阻值变大，误判温度过低；阻值减小，误判温度过高。还有的表现为开路或短路，导致保护停机。

室内、外盘管 NTC 损坏率最高，故障现象也各种各样。室内、外盘管 NTC 由于位处温度不断变化及结露或高、低温的环境，所以其损坏率较高。

主要表现在电源正常而整机不工作、工作短时间停机、制热时外机正常内风机不运转、外风机不工作或异常停转，压缩机不启动，变频效果差，变频不工作，制热不化霜等。化霜故障可代换室外盘管 NTC 或室外化霜板。变频空调不正常首先考虑上述两个 NTC。电源正常而空调不工作时也要考虑到查室内环温 NTC。空调工作不停机或达不到设定温度停机，也要先查室内环温 NTC；变频空调达不到制冷效果，工作不正常也会和它有关。因室内环温 NTC 若出现故障会使得 CPU 错误地判断室内环温而引起误动作。

六、中央控制系统分析

中央空调系统的外部热交换由 2 个循环水系统来完成。循环水系统的回水与进(出)水温度之差，反映了需要进行热交换的热量。因此，根据回水与进(出)水温度之差来控制循环水的流动速度，从而控制了热交换的速度，是比较合理的控制方法。

(一) 冷冻水循环系统的控制

由于冷冻水的出水温度是冷冻机组“冷冻”的结果，常常是比较稳定的。因此，单是回水温度的高低就足以反映房间内的温度。所以，冷冻泵变频调速系统，可以简单地根据回水温度进行如下控制：回水温度高，说明房间温度高，应提高冷冻泵的循环速度，以节约能源。反之则反。总之，对于冷冻水循环系统，控制依据是回水温度，即通过变频调速，实现回水的恒温控制。由于冷却塔的水温是随环境温度而变的，其单测水温不能准确地反映冷冻机组内产生热量的多少。所以，对于冷却泵，以进水和回水间的温差作为控制依据，实现进水和回水间的恒温差控制是比较合理的。温差大，说明冷冻机组产生的热量大，应提高冷却泵的转速，增大冷却水的循环速度；温差小，说明冷冻机组产生的热量小，可以降低冷却泵的转速，减缓冷却水的循环速度，以节约能源。

(二) 末端风机的控制量

1) 调节风量

在中央空调系统中，冷、暖的输送介质通常是水，在末端将与热交换器充分接触。

2) 控制方式的建立

在室内适当的位置，安装手动调节控制终端，如图 4 所示，调速电位器 v_r 和运行开关置于控制终端盒内，变频器的集中供电由空气开关控制，需要送电时在配电控制

室直接操作。调整频率设定电位器，可以改变变频器的输出频率，从而控制风机的送风量，关闭时断开即可，此方式成本低廉，随意性强。

当室外温度变化，或者冷/暖输送介质温度发生改变时，将可能造成室温随之改变，对环境舒适要求较高的消费群体，则可以采用自动恒温运行方式。选择内置 pid 软件模块的变频器。控制终端的方式同手动方式。电位器用来设定温度(而不是调整频率)。变频器通过采集来自反馈端 vpf/ipf 的温度测量值，与给定值作比较，送入 pid 模块运算事自动改变 u、v、w 端子的输出频率，调整送风量，达到自动恒温运行。

送风机的分布可能不是均匀的，对于稍大的室内空间，则可以采用“区域温度平均法”策略调节送风量，以满足特殊需要量场所。

为降低成本，个别的变频器可能没有内置 pid 软件模块，选用外加 pid 调节器即可。

(三) 应用方案的系统考虑

1. 共振(动):

选择末端送风机时，应考虑测试其在全转速范围的共振转速点，应避免电机工作于这样的转速区，通过设定变频器的回避频率及其宽度值，则可以避免电机运行于该转速区域。

2. 节能:

风机属于平方转矩负载，应用时，选择风机、泵类专用变频器(亦称为节能型变频器)较好，并将其转矩曲线(v/f)设定为“平方转矩”，这样可以达到较好的节能效果。

3. 安装:

变频器应装于末端机的“隔离室”内，除保证良好的散热外，还应让其不置身于潮湿环境下。亦需考虑中央空调在制冷或制热时末端机自身的温度影响。

4. 频率限制:

电机转速较低时，散热效果较差:转速过大，则会引起因风速过高而造成的不适当状态，如制冷时，可能因风速过大，致使使冷凝水不能被吸水盘完全接收，造成外漏。应选择适宜的上、下限频率，下限频率以不小于 15hz 为宜，上限频率不要超过 60hz，根据最大风速确定。

5. 载波频率:

将变频器的载波频率适当提高，可以降低电机运行噪音，提高环境质量。

七、中央空调常见问题分析

（一）吸气温度过高

主要是因为吸气过热度增大造成，注意吸气温度高不代表吸气压力高，因为吸气是过热蒸汽。

一般情况下压缩机缸盖应是半边凉、半边热。若吸气温度过高则缸盖全部发热。如果吸气温度高于正常值，排气温度也会相应升高。

吸气温度过高的原因主要有：

1. 系统中制冷剂充注量不足，即使膨胀阀开到最大，供液量也不会有什么变化，这样制冷剂蒸汽在蒸发器中过热使吸气温度升高。

2. 膨胀阀开启度过小，造成系统制冷剂的循环量不足，进入蒸发器的制冷剂量少，过热度大，从而吸气温度高。

3. 膨胀阀口滤网堵塞，蒸发器内的供液量不足，制冷剂液体量减少，蒸发器内有一部分被过热蒸汽所占据，因此吸气温度升高。

4. 其他原因引起吸气温度过高，如果回气管道隔热不好或管道过长，都可引起吸气温度过高。

（二）吸气温度过低

主要是蒸发器供液量偏大导致吸气过热度低造成的。

1. 制冷剂充注量太多，占据了冷凝器内部分容积而使冷凝压力增高，进入蒸发器的液体随之增多。蒸发器中液体不能完全气化，使压缩机吸入的气体中带有液体微滴。这样，回气管道的温度下降，但蒸发温度因压力未下降而未变化，过热度减小。即使关小膨胀阀也无显著改善。

2. 膨胀阀开启度过大。由于感温元件绑扎过松、与回气管接触面积小，或者感温元件未用绝热材料包扎及其包扎位置错误等，致使感温元件所测温度不准确，接近环境温度，使膨胀阀动作的开启度增大，导致供液量过多。

PS：压机结霜——原因一：如上；原因二：制冷剂充注量不足，会从蒸发器一直结到压缩机上（注：需核实）；原因三：由于外部原因制冷剂在蒸发器蒸发不足甚至不蒸发，此时会严重结霜，甚至造成湿压缩。（如中央空调回风不足或者空调箱过滤网严重堵塞，冷水机组主机压机回气管会结霜，排气温度也很低）

八、成果

目前，中央空调系统节能技术改造项目市场分布不仅广泛，而且数量众多，这为进行节能改造市场化应用推广奠定了基础前提。根据不完全统计显示，在业已投入运行的中央空调系统中，至少有 70%以上未进行过任何形式的节能优化改造，而且普遍具有非常好的节能挖掘潜力空间（一般都有 30%以上的可挖掘节能空间）。

大力推广与实施应用中央空调系统节能改造技术，不仅具有非常好的经济效益回报，而且也强势有力地推动了全社会对能源有效利用率认识的提高。它也将可能给风险资本投资运作在该类型节能改造工程项目上开辟出一条新的方向。

参考文献

- [1]王铁军. 空调器变频调能技术[J]. 安徽工学院学报, 2010, 56(4): 45-48.
- [2]郭琼. PLC 应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2019:89-96.
- [3]李援瑛. 中央空调操作与维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012:112-130.
- [4]吴木荣. 浅谈中央空调系统节能改造[J]. 电源世界, 2010, 5(08): 55-58.
- [5]杨振彪. PLC 在中央空调控制系统中的节能应用[J]. 广东科技, 2011, 12(16):50-51.
- [6]刘金珉. 先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真[M]. 北京. 电子工业出版社, 2016:123-146
- [7]孙增. 智能控制理论与技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018:65-87.
- [8]马宁,孔红. S7-300PLC 和 MM440 变频器的原理与应用[M]. 北京 机械工业出版社,2019:215-265.
- [9]赵媛媛. 变频器的回焊炉调速控制[J]. 农机使用与维修, 2020(05):35-36.
- [10]关越,陈玲. PLC 译码指令在变频器七段速控制中的应用[J]. 电子世界, 2017(08):142-143.

致 谢

随着毕业设计尾声的临近，我的大学生活也即将画上句号。在这里，首先感谢我的指导何晨曦老师，老师给予我的悉心指导和严格要求。在我毕业设计写作期间，老师不仅给我提供了专业知识上的指导，而且给予我日常生活上的关怀。没有您这样的帮助和关怀，我不会这么顺利的完成毕业设计，借此机会，向您表示由衷的感激！