

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

正弦波
永磁同步电动机

无刷直流电动机
矩形波

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 7

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

两种对比

- 无刷直流电动机 (BLDCM)
 - (1) 电枢绕组利用不充分
 - (2) 希望转子永磁体磁极能在工作气隙内产生接近矩形波或梯形波的磁场
 - (3) 通常采用霍尔器件作为电动机的转子位置传感器
 - (4) 控制电路比较简单
 - (5) 力矩脉动比较大
 - (6) 控制精度比较低
 - (7) 价格比较便宜

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 8

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

永磁同步电动机 (PMSM)

- (1) 电枢绕组利用好
- (2) 希望转子永磁体磁极能在工作气隙内产生接近正弦波形的磁场
- (3) 通常采用无位置传感器方式
- (4) 控制电路比较复杂
- (5) 力矩脉动小
- (6) 控制精度高、动态性能好
- (7) 价格比较贵

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 9

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

无刷直流电动机

无刷直流电动机是在有刷直流永磁电动机的基础上发展起来的宏观上看，无刷直流电动机与有刷直流永磁电动机基本上具有相同的运行机理：施加在电动机上的电压都是恒定不变的直流电压，输入电动机线圈的电流都是直流电流，作用在电枢线圈上的电压极性和通过电枢线圈的电流方向都是交变的，电枢线圈内的感应电动势的波形基本上是相似的。

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 10

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

下图是一个简单的三相绕组两极直流无刷电机模型，同样运用左手电磁力定则可以判断电机转动原理。

不难看出，在换相过程中，定子各相绕组在工作气隙内所形成的旋转磁场是跳跃式的，这就是为什么电磁力矩较大的原因。

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 11

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

有刷DC和无刷DC的直观对比图

家用直流变频空调产品售后培训材料—珠海格力客服中心 12

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

无刷直流电动机与有刷直流电动机一般性比较

项目	无刷直流电动机	有刷直流电动机
换向	借助转子位置传感器实现电子换向	由电刷和换向器进行机械换向
维护	由于没有电刷和换向器，很少需要维护	需要周期性维护
寿命	比较长	比较短
机械特性	平（硬），在负载条件下能在所有速度上运行	中等平（中等硬）。在较高速度上运行时，电刷摩擦增加，有用转矩减小
效率	由于没有电刷压降，所以效率高	中等
输出功率 / 外形尺寸比	由于电枢绕组设置在与机壳相连的定子上，容易散热。这种优异的热传导特性允许减小电动机的尺寸，所以尺寸比高	中等 / 低。电枢产生的热量消散在气隙内，这样增加了气隙温度，从而限制了尺寸比。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 13

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

无刷直流电动机与有刷直流电动机一般性比较

项目	无刷直流电动机	有刷直流电动机
转子惯量	低，因为永磁体设置在转子上，改善了动态响应	转子惯量高，限制了动态特性
速度范围	比较高，没有电刷 / 换向器给予的机械限制	比较低，存在电刷给予的机械限制
电气噪声	低	电刷的电弧将对附近的设备产生电磁干扰
制造价格	比较高	低
控制	复杂和价格贵	简单和价格不贵
控制要求	为了使电动机运转必须要有控制器，但同样的控制器可用于变速控制	对于一个固定的速度而言，不需要控制器，有变速要求的时候才需要控制器

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 14

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

对转子位置的判断目前应用最广泛的有两种方法，一是转子位置传感器，例如霍尔 I C，另外一种方法是检测无刷直流电机相电压，利用相电压的采样信号运算后得出。在无刷直流电动机中总有两相绕组通电，一相不通电，一般无法对通电绕组测出反电势。因此通常以剩余的一相作为转子位置检测信号用线，捕捉到反电势，通过专门设计的电子线路换相，反过来控制给定子绕组施加矩形波电压。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 15

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

我们直流变频空调风扇电机采用最多的是第一种，主要是电机运行环境不复杂，可以使控制器开发起来也容易。

空调电机

用霍尔IC的直流无刷电机

我们的HICs

室内机电机 室外机电机

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 16

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

霍尔 I C 传感器是根据霍尔效应原理产生的，霍尔效应现象就是导体或半导体中的任何带电粒子，在磁场中会运动到一边，形成一个与磁场力相平衡的电场力，于是此电场就有一个电压，采集该电压作为信号。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 17

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

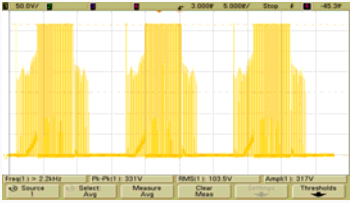
转子

定子及驱动电路板

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 18

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

无刷直流电动机的调速和有刷直流电动机一样，都是通过调节施加在电枢绕组两端的电压大小来调节。无刷直流电动机逆变器里的六个功率开关器件都是高频率开关元件，一般为20KHz，我们可以控制它在每个周期里的导通时间长短，来控制施加在电枢绕组两端电压的有效值大小，进而控制转速。这种调速方式专业术语为PWM调速。



家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 19

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

目前两款最具代表型号是FW30G-ZL和FN10B-ZL。前者为室外风机，后者为室内风机。

电机内部三相绕组，每齿绕制方向需同向，匝数相等，每相间隔两齿绕制，最后三个尾巴相接，三个头接驱动板。转子为8极注塑磁环。



家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 20

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

电机共有5根引线，线色代表及作用如下：

1	红	V _{DC}	DC200-370V
2	-	-	-
3	黑	GND	-
4	白	V _{CC}	DC15V
5	黄	V _{SP}	DC0~6.5V
6	青	FG	每转四脉冲

这5根引线插接到室、内外机主控板上，由主控板程序控制电机转速，由于采用了闭环控制，电机转速非常稳定。

★室内机FG信号为每转12脉冲

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 21

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

直流无刷电动机有哪些优点？

- 调速性能好

能在很宽的速度范围能运行，而且稳定。同一款电机可以满足不同空调系统的速度要求。
- 效率高

单相异步电动机效率最高40%~50%，而直流无刷永磁电动机效率一般可达到80%~90%，对提高空调空调能效等级有很大的帮助。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 22

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

永磁同步电动机

所谓同步电机就是它的旋转速度必定与输入电压的频率相互同步。旋转速度与输入电压频率的相互同步有两种方式：一种是电动机的旋转速度随着输入电压频率的变化而同步地变化；另一种是输入电压的频率随着电动机旋转速度的变化而同步地变化。前者就是传统的交流同步电动机它输入电压频率取决于外部电网或独立变频器的频率。后者则需要根据转子位置信号去控制定子各相电枢绕组的导通顺序和导通速率，也就是我们通常说的自同步永磁同步电机(PMSM)或正弦波永磁同步电动机。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 23

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

普通三相交流同步电动机运行原理是三相电枢绕组通入三相对称电流，会在气隙中产生一个幅值不变的圆形旋转磁场：

$$n_0 = 60f / p$$

自同步永磁同步电动机(PMSM)采用恰当的正弦脉宽调制(SPWM)或空间矢量脉宽调制(SVPWM)的逆变器来达到普通三相交流同步电动机的运行条件，使逆变器输出电压为三相对称脉宽调制电压，接到电动机的三相绕组后，产生三相对称电流，并最终形成幅值不变的圆形旋转磁场。由于其磁场为连续旋转磁场，所以输出电磁转矩脉动小，运行更为平稳。这种电机比无刷直流电动机还要优良，当然其开发难度也非常大，主要难点在控制器的开发。详细了解可以听明天的控制器讲座。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 24

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 25

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 26

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

• 步进电机

步进电机的功能是把输入的脉冲电信号转换为输出的角位移，亦即电源每输入一个脉冲电信号，电动机就前进一步，转过一个角度，其输出的角位移与脉冲数成正比，转速与脉冲频率成正比。步进电机按工作原理不同分为反应式、永磁式和混合式。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 27

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

我们公司通常使用四相八拍运行方式，步距角有7.5度和3.75度

换相顺序号	导线颜色	分配顺序							
		1	2	3	4	5	6	7	8
5	红	+	+	+	+	+	+	+	+
4	橙	-	-						-
3	黄			-	-				
2	粉红				-	-			
1	蓝						-	-	

旋转方向：从轴伸端看逆时针

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 28

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

维修原则

- 空调风扇电机故障不外乎内部原因和外部原因
- 内部原因指线圈断路、短路，内置驱动电路板损坏等
- 外部原因指主控板损坏，输出信号指令有误或电路保护
- 先外后内的原则

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 29

一、直流变频空调风扇电机原理及维修

检修方法

- 测量法
直接使用万用表测量主控板与电机引线端插接处的电压值，注意使用直流档。
- 运转法
使用直流稳压电源，对电机5根引线按前面所列值直接施加直流电，注意不要接错线色。观察电机是否正常运转。
开启按以下顺序进行：
 - 1、VSP调到0V
 - 2、VCC电源投入
 - 3、VDC电源投入
 - 4、调节VSP电压，使转速上升到希望值
 关闭时应该按4、3、2、1步骤执行操作

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 30

二、滚子式直流变频压缩机介绍

1. 直流变频压缩机介绍
2. 压缩机整体结构介绍
3. 直流变频压缩机的设计特点
4. 直流变频压缩机的主要技术参数
5. 压缩机各组件及相应零部件
6. 旋转式压缩机用电机介绍
7. 直流变频电机的介绍
8. 过载保护器
9. 直流变频压缩机的常见问题

二、滚子式直流变频压缩机介绍

1. 直流变频压缩机介绍

变频压缩机：通过采用变频调速技术进行能量调节，使制冷量和系统负荷协调变化，并使机组在各种负荷下都具有较高的能效比。这种调节方式具有节能、舒适、启动快速温控精度高及易于实现自动控制受到世人注目。

例如，对热泵型空调机，人们往往希望启动后尽快达到暖房，所以要求压缩机快速运转，当温度达到预定温度后，若仍高速运转，不仅功率消耗大，而且也增加了热损失，因而要降低压缩机转速，使与室内暖房负荷能协调运行。

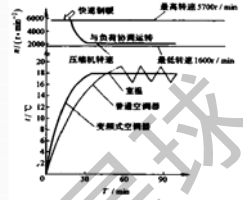
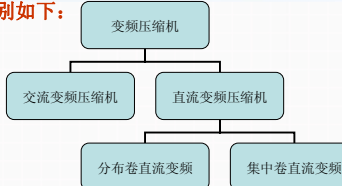


图 4-15 暖房运行特性

1. 直流变频压缩机介绍

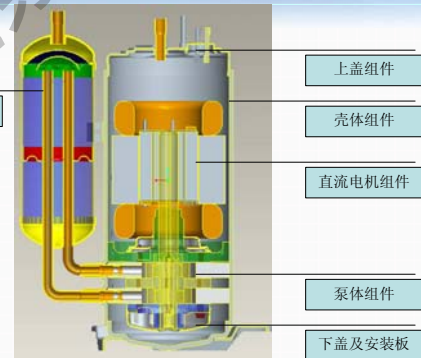
变频压缩机的主要类别如下：



直流变频器是将50HZ~60HZ固定频率的交流电转变成直流电，对直流电动机进行调速，调速范围更广，电机效率更高，压缩机更轻便，将其用于空调时，可以安装到室外机，使噪音更小，更舒适。

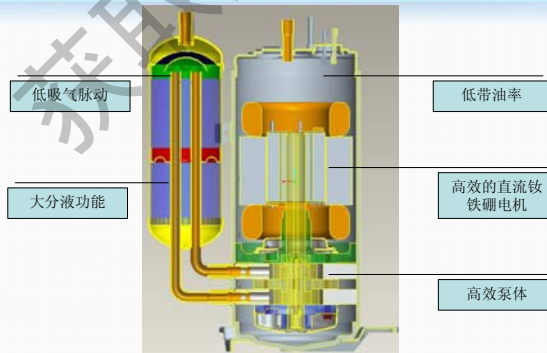
目前交流变频压缩机已经逐渐淡出市场，市场上绝大多数产品为直流变频压缩机

2. 直流变频压缩机结构介绍

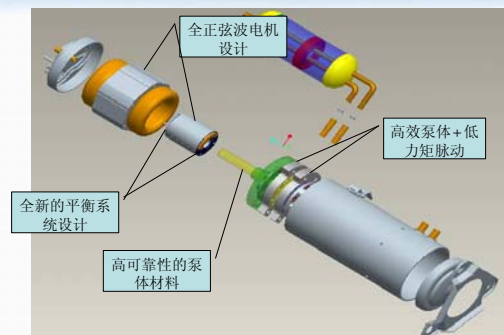


此为压缩机的六大组件

3. 直流变频压缩机主要设计特点



3. 直流变频压缩机主要设计特点



3. 直流变频压缩机主要设计特点-制冷量



• 定频压缩机冷量设计

压缩机的冷量一般根据空调设计的冷量的进行确定。普通能效的R22空调冷量为压缩机冷量的90%左右，高效能的空调冷量能达到压缩机冷量的95-98%。R410A压缩机冷量为空调冷量的95%~100%。根据压缩机的冷量，要同时考虑满足压缩机泵体的外径和电机的外径，泵体主要考虑排气容积与冷量的关系，电机主要从功率角度能否满足。最终确定下压缩机的排气量。

• 变频压缩机的冷量设计

变频压缩机的排气量与定频的概念是一致的，但是因为频率的增加，相同的排气量，冷量范围有了变化。

从空调匹配来看，一般压缩机的额定频率点选取在50Hz-75Hz比较理想。从中间制冷、最大制热等综合方面进行全面的考虑。

4. 直流变频压缩机的主要技术参数



参数	类别	解释
能效比	直流变频	能效比有很大提升，在额定工况下，比定频高0.2左右
	定频	较低
转速范围	直流变频	转速范围一般能保证在500rpm-7200rpm
	定频	转速较为固定，随工况有50转以内的波动
过负荷能力	直流变频	过负荷能力随频率而变化，高频和低频过负荷能力较低，受电压影响的波动小。
	定频	在过负荷工况下，电压一般为标准电压的85%。
退磁电流	直流变频	受磁体的影响，退磁电流一般规定在20A左右
	定频	无此项
静态磁链	直流变频	压缩机在不运转的时候，电机转子的磁链
	定频	无此项
加速/减速	直流变频	高频/低频运转的时候，加速度要比较低
	定频	直接开停

4. 直流变频压缩机的主要技术参数-能效比



R410A制冷剂压缩机性能系数的限制

气缸工作容积		<5.8	5.8-10	10-17	17-28	28-36	36-70
性能系数 (W/W)	单相	2.75	2.75	2.85	2.85	2.85	2.85
	三相					2.9	2.9
	交流变频	2.85	2.85	2.85	2.9	2.9	2.9
	直流变频	2.95	2.95	2.95	3.00	3.00	3.00

上表为国标中规定的压缩机性能限制（GBT15765-2006），从表中可以看出，R410A（环保冷媒）压缩机，随着直流变频电机的应用以及控制技术的提高，目前，压缩机的性能已经从传统定频能效比的2.75发展到了直流变频能效比的2.95。

4. 直流变频压缩机的主要技术参数-转速



◆ **定频压缩机的转速**一般与电源类型有直接的关系，而根据定频电机的特点，产生转子电流的必要条件是转子绕组切割定子磁场的磁力线。因此，转子的转速n必须低于定子磁场的转速 n_0 ，两者之差称为转差：

$$\Delta n = n_0 - n$$

所以，在我们国家的220V~60Hz的电源下，定频压缩机的实际转速一般为2800rpm~2880rpm之间。

◆ **变频压缩机的转速**主要与控制装置的控制原理有关，可以根据我们实际的运行工况，调低和调高压缩机的转速。跟各地区的电源没有关系，而且本身的有稳压装置，受电压波动影响小。

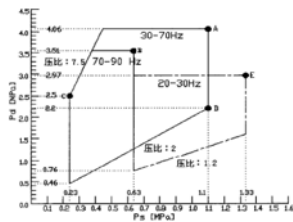
目前，变频压缩机的转速范围在900rpm~7200rpm之间进行调整。

4. 直流变频压缩机的主要技术参数-转速



◆ **变频压缩机的转速**主要与控制装置的控制原理有关，可以根据我们实际的运行工况，调低和调高压缩机的转速。跟各地区的电源没有关系，而且本身的有稳压装置，受电压波动影响小。

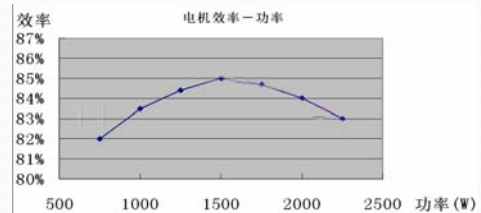
目前，变频压缩机的转速范围在900rpm~7200rpm之间进行调整。



4. 直流变频压缩机的主要技术参数-过负荷

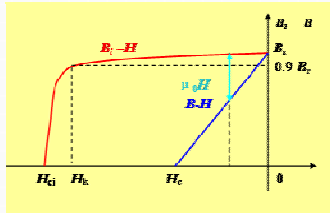


◆ **定频压缩机的过负荷能力**受电机的设计，影响较大，而且随着各种工况的变化，其电机效率也会变化，我们目前是在国标过负荷工况下，能满足正常电压的85%就可以了。



4. 直流变频压缩机的主要技术参数-退磁电流

退磁电流：压缩机在最恶劣工况条件下运行，电机转子温度最高，此时，能够造成电机转子永磁体不可逆退磁达到不可接受极限的最大绕组电流峰值，定义为压缩机电机的退磁电流。此退磁电流可通过电机反电势降低或磁体磁通降低试验进行测试。

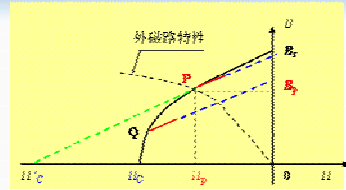


稀土永磁体的低温退磁曲线

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

4. 直流变频压缩机的主要技术参数-退磁电流

稀土永磁材料的退磁曲线



由上图可知，在电机定子绕组通电后，会产生外部磁场，若该磁场强度 H_p 在P点，则外部磁场去掉后，回复线按近似原曲线回复（该点切线），恢复后磁体剩磁接近原剩磁 B_r ，磁体不可逆去磁不大；若外部磁场强度 H_p 在Q点，则回复线按Q点切线回复后，剩磁与原来 B_r 相比降低较多，磁体不可逆去磁较大；若磁体不可逆去磁较大后，会造成电流增大，功耗增加，温升升高，磁体进一步去磁，电流进一步增大，功耗进一步增加。发生恶性循环，最终可能压缩机无法运转。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

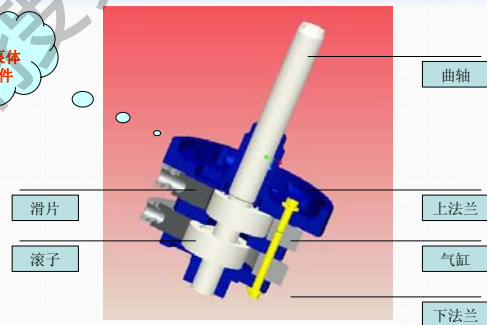
4. 直流变频压缩机的主要技术参数-其它

参数	类别	解释
转矩补偿	直流变频	通过加大电流来补偿压缩机的力矩，主要针对振动，由于压缩机运转一周负载转矩变化较大，会造成电机转速波动、电流变化，振动较大；转矩补偿是按压缩机转化曲线，在负载较大位置，通过提高绕组电流，增大电机转矩的方式，实现“负载大时，电机转矩大；负载小时，电机转矩小”，进而减小压缩机振动。
	定频	无
低频泵油	直流变频	通过定时升频来补充压缩机泵油，长期低频运行会造成压缩机供油不足，会产生泵体磨损严重，针对这种情况，控制中会采用定时升频运行一段时间。
	定频	无
弱磁控制	直流变频	通过反向电压，由于高频运行时，电机反电势过大，会造成控制器外加电压不够，无法高频运行的情况，此时，通过控制器，产生直轴去磁电流，抵消掉一部分永磁体产生磁场，减小电机产生反电势大小，进而实现高频运行。
	定频	无

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

5. 压缩机各组件及相应部件-泵体组件

此为泵体六大件



家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

5. 压缩机各组件及相应部件-泵体动画



压缩机的运动件包括

- > 滚子
- > 曲轴
- > 滑片
- > 转子
- > 主平衡块
- > 副平衡块

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

5. 压缩机各组件及相应部件-气缸

泵体设计中最关键的部件，涉及尺寸较多，精度控制

气缸形状

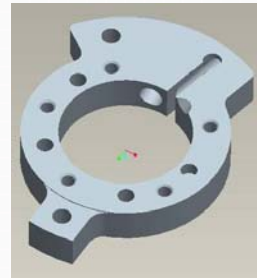
气缸形状主要有圆形，扇形，球拍形

气缸材料

灰铸铁，粉末冶金

发展趋势

扁平化设计、上法兰焊接



家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

5. 压缩机各组件及相应部件-气缸

•排气量计算

泵体的排气量为压缩机旋转一周所能排出的气体

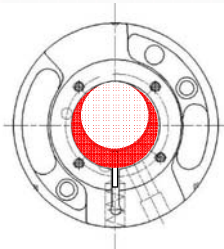
$$V_p = \pi(R^2 - r^2)L$$

R: 气缸的内径
r: 滚子的内径
L: 气缸的高度

•吸气容积计算

吸气容积VS随转角的变化而变化

$$V_s = A_s L$$

$$A_s = \frac{1}{2} R^2 (2 - \tau) \theta + R^2 e \left[(1 - \tau) \sin \theta + \frac{1}{4} \tau \sin 2\theta \right] - \frac{1}{2} A_x$$


家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 49

5. 压缩机各组件及相应部件-曲轴

•曲轴形状

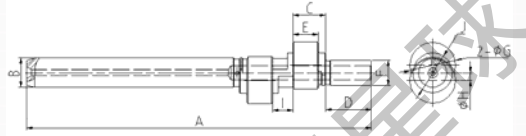
曲轴分大小轴和相同轴径两种。

•曲轴材料

曲轴有灰铸铁和球墨铸铁。

•趋势

目前有向大小轴及球墨铸铁发展的趋势。

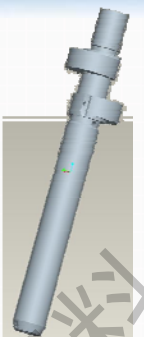


家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 50

5. 压缩机各组件及相应部件-曲轴

•关键尺寸

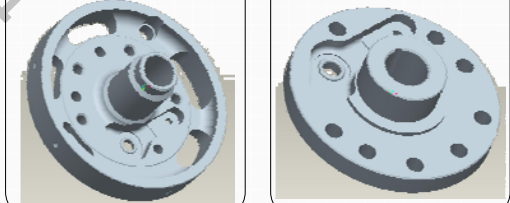
长轴径: 影响挠度
短轴径: 影响挠度
偏心径: 影响滚子厚度
偏心量: 影响泵体利用率
表面处理: 硫化、磷化、精研磨。



家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 51

5. 压缩机各组件及相应部件-上、下法兰

上法兰	下法兰
设计点: 内径、油路 排气孔大小、高度 材料: 灰铸铁、粉末冶金	设计点: 内径、油路 排气孔大小、高度 材料: 灰铸铁、粉末冶金



家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 52

5. 压缩机各组件及相应部件-滚子\滑片\消音器

滚子→
消音器←
滑片↓



培训材料——珠海格力客服中心 53

5. 压缩机各组件及相应部件-分液器

1. 分液器的用途

- ①把从蒸发器返回到压缩机的冷媒分离成气体和液体，仅使气体回到压缩机。
- ②使分液器中的润滑油回到压缩机。

注: 如果能保证蒸发器出口的冷媒总是气体的状态，也可以取消气液分离器。

2. 分液器的容量

- ① 制冷·制热两用 以最大冷媒充注量(加上施工现场的追加量)的状态，除霜运转的除霜前、除霜中和除霜后在气液分离器中积留的冷媒不超过气液分离器出口管末端为容量。
- ② 制冷用 以最大冷媒充注量的状态，在蒸发器空气吸入侧的过滤网的污垢被假设为最大状态(重叠着3张过滤网)的条件下进行制冷低温运转，在气液分离器中积留的冷媒不超过气液分离器出口管的末端为容量。

在无法用①、②确认时，可用下面的公式进行容量计算。(单位kg根据经验)

$$\text{气液分离器的有效容量} \div \text{最大冷媒充注量} \geq 0.6$$

$$\text{最大冷媒充注量} = \text{出厂时的冷媒充注量} + \text{最长配管时的冷媒追加量}$$

家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 54

5. 压缩机各组件及相应部件-分液器



3. 分液器的回油孔径

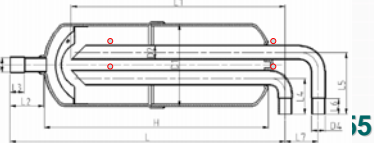
分液器基本上是把从蒸发器返回到压缩机的冷媒分离成气体和液体，仅使气体回到压缩机，但是被分离下来残留的液体冷媒中会溶有油，因此有必要使油回到压缩机，保证压缩机内的油量及给涡旋部的供油。

为了回油，分液器的出口管是设计成通到气液分离器底部的弯曲形状，再在弯曲部分的侧面设计一个回油孔，使带着油的液体冷媒回到压缩机。

回油孔选择过大，回油会变好，但是液体冷媒的回流也会变多，从而导致油被稀释（油的润滑作用降低）涡旋部会异常磨损，压缩机就可能出现故障。

回油孔选择过小，回到压缩机的液体冷媒会减少，但是回油也会减少了，压缩机内就会供油不足，由于涡旋部的供油不足，就会出现异常磨损，从而导致压缩机出现故障。

因此，回油孔径要保证压缩机内的油量且要抑制液体冷媒的回流使之达到油稀释的规定以下，有必要设计合适的孔径。



15

5. 压缩机各组件及相应部件-分液器



分液器的孔径是否合适，可以通过测定在各运转条件下的压缩机底部的温度（油的温度）和蒸发温度的差是否达到了下列的值来判断。

压缩机底部的温度 - 蒸发温度 $\geq 1.2^{\circ}\text{C}$

分液器的孔径是否合适，还可以通过在分液器及压缩机上装一个可以看到液面、油面的视镜，在除霜运转及关机后的初始运转时可以看到压缩机的油面来判断。

在压缩机的油面比规定的低，气液分离器的液面很高时，需要追加回油孔（直径1.0）使这部分混着油的冷媒液体回到压缩机。这个回油孔的追加要总是能保证油面。

加大下面的回油孔径的方法是有的，但是因为液面较低时总是冷媒液体回量很多，压缩机的油被稀释，SUNISO4GS、SAY-56T的润滑油在制热低温条件下产生两相分离，下部油浓度低的冷媒、上部油浓度高的冷媒液体滞留着，所以为增加压缩机的信数度，需要追加多个（油浓度的冷媒的位置）回油孔（直径1.0）来保证压缩机的油面。

- A 气液分离器的回油孔径（10HP） $\phi 1.0 \sim \phi 2.0$
 B 在A范围内压缩机的油面得不到保证时
 5HP 1.2 ϕ + 1.0 ϕ （必要时追加）
 10HP 1.5 ϕ + 1.0 ϕ （必要时追加）

家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

56

5. 压缩机各组件及相应部件-润滑油



压缩机主要有脂类油、醚类油以及矿物油等，

不同油类的特性如下：

制冷剂	HCFC		HFC	
	溶解性		非溶解性	
冷冻机油	矿物油	POE油	AB油	
耐水分解性	○	△	○	
吸湿性	○	△	○	
酸化稳定性	○	○	○	
润滑性	○	○	○	
相容性	○	○	×	
价格	○	△	○	

注：○ — 好， △ — 较好， × — 差

家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

57

5. 压缩机各组件及相应部件-润滑油



润滑油在各类制冷压缩机中起着十分重要的作用，主要体现在以下几个方面：

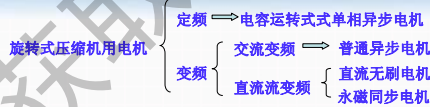
- ◆ **润滑作用。** 通过润滑油的注入减少了压缩机各运动副之间的摩擦和磨损，使得压缩机能耗降低，效率提高。
- ◆ **降低温度。** 摩擦产生的热量使零件温度升高，若温度升高太大，润滑油的粘度会降到允许的范围以外，破坏油膜的承载能力，甚至在零件的局部高温区油会炭化，影响零件的正常运动。有些零件受热后体积膨胀，严重情况下运动副会卡住。冷冻机油在压缩机中不断循环，因此也不断带走了制冷压缩机工作过程中产生的大量热量，使机械保持较低温度，从而提高制冷机的机械效率和使用寿命。
- ◆ **密封作用。** 冷冻机油还用于轴封及气缸和活塞间密封作用，提高轴封和活塞环的密封性能，防止制冷剂泄漏。
- ◆ **用作能量调节机构的动力。** 有些制冷压缩机中，利用冷冻机油的液压作为能量调节机构的动力，对制冷剂的制冷量进行自动或手动调节。

为了保证制冷循环系统的正常运行，润滑油必须满足以下性能要求：优良的与制冷剂共存时的热稳定性、有极好的与制冷剂的互溶性、良好的润滑性、优良的低流动性、无蜡状物絮状分离、不含水和机械杂质、有优良的绝缘性。

家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

58

6. 旋转式压缩机常用电机



> **单相异步电机：** 定子绕组通单相交流电产生脉振磁动势，气隙中脉振磁动势分解为正负序磁动势切割转子导条，使转子导条产生感应电动势和电流，两磁势相互作用产生旋转转矩，使转子旋转；

> **三相异步电机：** 定子绕组通三相交流电产生旋转磁势，气隙中旋转磁势切割转子导条，使转子导条产生感应电动势和电流，两磁势相互作用产生旋转转矩，使转子旋转；

> **直流无刷电机：** 定子铁芯上安放有多相绕组，转子上有永磁体，利用定子绕组的反电动势作为转子磁极的位置信号，各相绕组依次导通，定子绕组电流产生磁场和转子永磁体产生磁场相互作用产生旋转转矩，使转子旋转；无刷电机根据转速设定，调节占空比，进而调节绕组电压，调节转速，实现调速；

> **永磁同步电机：** 原理上同直流无刷电机，只是气隙磁密波形、电机反电动势波形，以及驱动控制方法不同而已。

家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

59

7. 直流无刷电机与直流电机区别



直流无刷电机



特点： 绕组(线圈)固定，磁极旋转，通过三相绕组的顺序换向产生旋转磁场，从而带动定子(磁极)旋转。

优点： 采用电子换向，不存在电刷老化问题，用于变速度控制。

缺点： 控制复杂。

直流电机



特点： 磁极固定，线圈旋转，线圈通过与之相连的电刷实现电流换向。

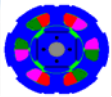
优点： 控制器简单。

缺点： 电刷机械换向易磨损老化；电磁噪音高。


家用直变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心

60

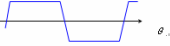

7. 直流无刷电机与永磁同步电机区别



无刷直流电机

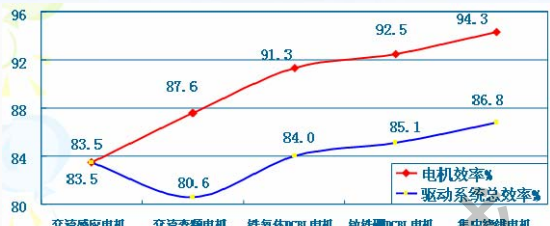


永磁同步电机






相似之处	定子为永磁磁极 三相（多相）交流电机对称绕组	
不同之处	永磁磁极产生梯形气隙磁场  绕组反电势波形为矩形波 控制器：电子换向—机械换向 控制器简单	永磁磁极产生正弦气隙磁场  绕组反电势波形为正弦波 控制器：矢量控制变频调速 控制器复杂

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 61

7. 电机开发的方向




年份	交流感应电机	交流变频电机	铁氧体DCBL电机	铁磁体DCBL电机	集中绕组电机
2008	83.5	83.5	80.6	84.0	86.8
2009	87.6	87.6	84.0	85.1	86.8
2010	91.3	91.3	84.0	85.1	86.8
2011	92.5	92.5	84.0	85.1	86.8
2012	94.3	94.3	84.0	85.1	86.8

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 62

8. 过载保护器（定频）

- 内置过载保护器**：内置过载保护器在密封压缩机的里面，可以直接感应到压缩机的温度和压力，对压缩机内温度反映很灵敏、直接，但坏了不能更换。
- 外置过载保护器**：在压缩机壳体的外面，一般在压缩机上盖上面，长时间暴露在空气中，容易损坏和生锈，但外置的损坏后能够更换，外置式过载保护器是通过感应压缩机壳体上的温度使过载保护器动作，实现它的温度特性。

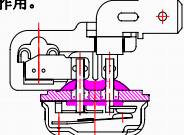
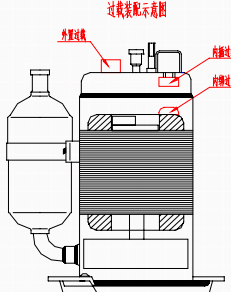




家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 63

8. 过载保护器（定频）结构和工作原理

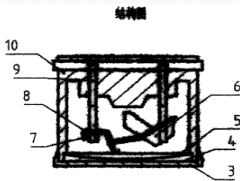
过载保护器一般是由接线柱、发热丝、触点、双金属片、动片和外壳组成，其最重要的零件是双金属片，保护器就是根据双金属片跳开和闭合来起保护作用。保护器里面还充满有惰性气体—氮气，主要是起灭弧和导热的作用。一般空调在正常工况下工作时，过载保护器不会动作，此时双金属片处于闭合状态，保护器在不动作的时候，只是作为一个导线，起导通的作用。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 64

8. 热保护器（变频）结构和工作原理

热保护器内部结构图如附图所示
 其与过载保护器的区别有如下两点：
 ◆热保护器内部流通的为弱电，过载保护器内部流通的为强电
 ◆热保护器只受温度影响，与电流无关；过载保护器为温度与电流相配合的。



10
9
8
7
6
5
4
3

工作原理：
 当感温双金属片5感应到温度超过设定温度后，就会断开，控制器就会断电，压缩机停机；
 当感温双金属片5感应到温度低于设定温度，就会重新接通，控制器恢复通电，压缩机重新启动。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 65

9. 直流变频压缩机的常见问题

不良现象	形成原因	具体分析
卡死 & 不启动	杂质	1. 焊渣落入，途径：上下盖环焊；三点焊接；分液器焊接
		2. 铁屑进入，途径：气缸非开放性砂眼破裂；返修机解剖；零件加工消磁不良，装配时吸附
		3. 铝屑；转子掉落
		4. 铜屑，塑料屑。
	磕伤	主要在零件加工、检测、搬运、装配、返修时候磕伤
毛刺	零部件去毛刺不良	
退磁	电机退磁	
其它	电机不良，定心不良	

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 66

9. 直流变频压缩机的常见问题

不良现象 形成原因 具体分析

启动异响	同轴度不良	1. 三点焊不良，涉及焊接参数包括电压，电流，焊接角度及冷却时间。焊点检测包括焊点直径大小，深度 2. 定位工装，涉及同轴度的定位工装；泵体夹装工装，壳体加工工装，气缸定位孔加工
	零件磨损	1. 匹配不良：滑片与气缸高度、厚度匹配；滚子与气缸的高度匹配；上下法兰与曲轴的间隙匹配； 2. 露装油或装配时无油启动时间过长、次数过多 3. 杂质进入引起磨损
	定心不良	上、下法兰定心不良主要有以下方面： 1. 零件加工本身的不良；上法兰内孔垂直度，曲轴同心度 2. 螺栓拧紧力矩 3. 杂质掉入

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 67

9. 直流变频压缩机的常见问题

不良现象 形成原因 具体分析

电流大	负荷大	同轴度不良、泵装配不良、杂质进入关键部位
	电机不良	主要涉及因素：焊分液器时火苗进入灼伤电机；漆包线损伤、接触不良、转子断条、叠片错位
无吸排气 & 不畅	零件磨损	同上，
	弹簧 & 阀片不良	安装不良、弹簧或阀片断裂
耐压 & 绝缘不良	电机不良	同上
泄漏		发生部位：环焊焊缝，三点焊焊点，上盖接线柱及排气阀，储液器焊接部位
外形不良		发生问题点：掉漆，标签位置，吸排气管变形，支架安装角度，胶塞脱落、接线柱损坏、生锈

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 68

9. 直流变频压缩机的常见问题-形成原因

滚动转子式压缩机使用中常见故障及分析

滚动转子式压缩机在出厂前试验及检验合格后，在给客户生产和消费者使用中仍然会出现很多问题，造成不良的主要问题如下：

✓ **制冷剂充注量**

当系统内充有过量的制冷剂时，将稀释润滑油而粘度降低，使压缩机的磨损部件如滚子，气缸，曲轴，滑片不能得到有效的润滑，使其磨损加剧；另外还会形成液击，对压缩机泵体产生致命的损坏。此种情况经常出现在一拖多等空调中。制冷剂充注量不足或系统中冷媒泄漏，电机散热不能被流动冷媒及时带走，如果是外置保护器，此时将不能及时保护，造成电机工作在高温下而影响寿命。

✓ **换热器表面脏以及安装位置通风不良**

蒸发器表面脏将使制冷系统的制冷能力降低及压缩机在高压比下运行，这直接影响压缩机的使用寿命。

冷凝器表面脏以及安装位置通风不佳，会使系统负荷增大，电机绕阻高温烧毁。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 69

9. 直流变频压缩机的常见问题-形成原因

✓ **系统内的水分和不凝性气体**

当空调系统及压缩机的润滑油中水分超标时，在系统运行的高温条件下，压缩机的零部件就会出现锈蚀现象，而且在毛细管或膨胀阀的位置会出现冰堵，影响压缩机的正常运行。不凝性气体的产生主要是没有完全抽真空和从低压侧泄漏。在安装和维修时没有净化整个制冷系统，其后果是使得整个制冷系统效率下降，系统压力增大。

✓ **压缩机开停过快**

由于异常原因，比如空调在低电压下使用，冷媒泄漏，异常负荷等，压缩机过载保护器频繁动作，使压缩机开停过快，润滑油就会被抽出压缩机并且无法回到压缩机中，压缩机的可靠性就会受到极大影响。

✓ **生产过程失误**

误用润滑油，误用制冷剂，误用过载保护器，以及生产中接错线均会对压缩机的可靠性产生较大影响。

上述介绍了压缩机在使用过程中出现的诸多问题，这些问题有时会同时发生。只有在设计、生产中采取相应的措施，找到问题的根本所在，才能真正的避开问题，防患于未然。

家用直流变频空调产品售后培训材料——珠海格力客服中心 70

