

# 变频压缩机在冰箱中的节能技术初探

## Energy conservation technology of frequency conversion compressor in refrigerator

任祯 徐昊

REN Zhen XU Hao

松下冷链(大连)有限公司 辽宁大连 116600

Panasonic Appliances Cold Chain (Dalian) Co., Ltd Dalian 116600

### 摘要

冰箱应用的压缩机与冰箱的能耗关系密切,变频压缩机可以有效降低冰箱的能耗,实现冰箱的节能。基于此,本文从变频压缩机发展及其工作原理入手,对变频压缩机在冰箱中的节能技术进行了分析,首先介绍了变频压缩机的节能原理,然后阐述了节能技术的应用效果,最后分析了节能技术的应用方式,技术人员可以通过直冷单循环制冷系统、无霜冰箱系统以及风直冷多循环系统实现冰箱的节能。

### 关键词

变频压缩机;冰箱;节能技术

### Abstract

The compressor applying in refrigerator have a close relationship with the energy consumption of refrigerators. Inverter compressors can effectively reduce the energy consumption of refrigerators and achieve energy savings in refrigerators. Based on this, starting from the development and working principles of variable frequency compressors, the energy saving technology of inverter compressors in refrigerators was analyzed. Firstly, the energy-saving principle of inverter compressor was introduced. Secondly, the application effect of energy-saving technology was clarified. Lastly, the application of energy-saving technologies were discussed as well. The technicians could achieve refrigerator energy savings through the systems of direct cooling single-cycle refrigeration, frost-free refrigerator, and wind-cooled multi-circulation.

### Keywords

Inverter compressor; Refrigerator; Energy saving technology

## 1 引言

传统的冰箱压缩机为单相电机,属于定频压缩机,主要通过绕组来控制电机的运行,其功耗约为2~3W。在节能减排理念提出之后,冰箱的定频压缩机受到了广泛关注,大部分研究学者都对冰箱的电机进行了分析研究,意在降低定频压缩机的功耗,比如“e-PTC”启动器,能够有效降低压缩机运行的功耗,而变频压缩机的出现则进一步提升了冰箱的节能效果。因此,对于变频压缩机的研究分析具有一定的理论意义。

## 2 变频压缩机分析

在冰箱的发展历程中,压缩机的技术升级对冰箱节能效果的影响是最为重要的,是压缩机的发展带动了冰箱的发展。就目前的技术而言,压缩机的电机性能及结构性能有

了很大的提升,其制冷效率已经达到COP2.0的水平,在很大程度上降低了冰箱的能耗。不仅如此,压缩机的制冷量及绝热效率等方面的优化也能使冰箱达到节能的目的。其中,压缩机的制冷量主要由压缩机的转速决定,而压缩机对转速的控制可以通过变频技术来实现。因此,变频压缩机在冰箱节能技术方面发挥着关键作用。

变频压缩机主要通过模拟三相交流电机的运行方式,利用三个绕组的差异性工作状态实现对电机的控制。在不同的工作状态下,绕组的频率及波形长度有所不同,其转速也有所差异。当频率相对较高的时候,电机转速随之增加,变频压缩机的功率增加,相应的制冷量升高;当频率相对较低的时候,电机转速随之降低,变频压缩机的功率降低,相对应的制冷量减少。

在实际的变频压缩机制造过程中,制造企业会应用永磁材料作为转子的制造材料,以此提升变频压缩机的效率。在变频压缩机运行的过程中,永磁材料主要通过充磁处理来保障其性能。工作人员可以通过电子控制技术进行电机器的设计,实现绕组磁场的优化,以此提升变频压缩机的运行效率。另外,变频压缩机的控制系统涉及到变频板的设计,变频板的功耗会对变频压缩机的COP参数造成较大的影响,变频板的功耗越大,则表明变频压缩机的运行效率越低。因此,在变频压缩机的制造过程中,制造企业需要注重变频板的设计,降低其功耗,提升变频压缩机的节能效果<sup>[1]</sup>。

## 3 变频压缩机在冰箱中的节能技术分析

### 3.1 变频压缩机的节能原理

在实际的冰箱制冷系统设计过程中,冰箱的蒸发器和冷凝器在设计方案明确之后,不可以进行更改,这就使得冰箱的蒸发面积以及冷凝面积不会出现变化。而对于冰箱的制冷系统来说,制冷量及散热量与冰箱的蒸发和冷凝有直接的关系,蒸发和冷凝的温度差会影响冰箱的散热量,从而

对冰箱的负荷造成影响。与此同时,冰箱的负荷还会受到环境温度的影响。变频压缩机可以通过转速的变化提供不同的制冷量,如果变频压缩机的转速相对较低,制冷量也比较少,可满足低温环境下冰箱对于负荷的需求;如果变频压缩机的转速相对较高,制冷量也比较高,则可满足高温环境下冰箱对负荷的需求。

因此,在冰箱制冷系统的蒸发器和冷凝器固定的基础上,变频压缩机制冷量降低之后,很容易使蒸发器和冷凝器发生匹配过大的现象,在很大程度上提高了冰箱的蒸发温度和冷凝温度,降低蒸发温度、冷凝温度与环境温度之间的差值,从而提升变频压缩机的制冷效率,才能实现冰箱的节能。

### 3.2 节能技术的应用效果

通过变频压缩机的节能原理可知,当制冷量相对较小时,变频压缩机能够产生较高的蒸发温度,从而提高制冷效率。一般来说,冰箱的运行环境相对复杂,而变频压缩机的节能技术可以应用于低温及高温等多种环境下。在低温环境下,冰箱附近的热负荷相对较小,消耗的电量随之降低;在高温环境下,冰箱附近的热负荷相对较大,压缩机需要进行长时间的运行,不仅工作效率低,消耗的电量也比较大。有研究学者对变频压缩机和定频压缩机在冰箱中的节能效果进行了分析,分析的结果显示:在变频压缩机的运行中,会根据冰箱不同的温度环境,设定相应的制冷量参数,通过制冷量参数的调节,使变频压缩机的制冷量和冰箱的热负荷相对应,降低冰箱的能源损耗,保障冰箱在任意温度环境下都有良好的节能效果。

### 3.3 节能技术的应用方式

第一,直冷单循环制冷系统。在目前应用较为广泛的电脑温控冰箱中,主要通过开关电源实现对控制板的设计,这类冰箱的控制板功耗能够控制在0.2W以内,24小时的耗电量为0.0048kW·h。在机械温控冰箱中,功率主要由压缩机运行产生,功耗约在2W左右,24小时的耗电量为0.48kW·h,能耗相对较大。因此,变频压缩机能够通过直冷单循环制冷系统转变电机的运行转速,提升自身的运行效率。具体而言,变频压缩机可以在低速运转的状况下,提升制冷系统的蒸发温度,避免控制板出现功耗,实现冰箱的节能。

第二,无霜冰箱系统。和直冷冰箱系统相比,无霜冰箱系统更为复杂,包括制冷系统、风道系统以及化霜系统等多个子系统,变频压缩机的运行时间控制难度较大。有研究学者将化霜累计时间控制不变,对变频压缩机的运行进行分

析,当变频压缩机保持在1600RPM的低转速运行时,在蒸发温度提高2℃的同时,变频压缩机的效率提升了10%,有效实现了冰箱的节能。

第三,风直冷多循环系统。冰箱的风直冷多循环系统具备一定的独立性,冰箱的冷藏室及冷冻室均保持独立运行状态,冷藏室和冷冻室应用的蒸发器采用并联的连接方式,充分体现了多循环制冷系统的优势。在该制冷系统中,可以根据不同冷冻室的能量需求,进行制冷系统运行时间的调节,降低变频压缩机的运行时间,降低电量及能耗。这种节能技术能够确保变频压缩机的运行状态满足冰箱的制冷需求,有助于制冷效率的提升,实现了变频压缩机制冷量的高效控制<sup>[2]</sup>。

## 4 结论

综上所述,变频压缩机可以有效提高冰箱的制冷效率,降低冰箱的能耗,值得推广应用。通过本文的分析可知,变频压缩机在应用的过程中,充分利用自身的可调节性,保障制冷系统的制冷量和冰箱的热负荷向对应,提升变频压缩机的运行效率,降低冰箱的能耗,使冰箱在多种环境温度下具备良好的节能效果,促进了冰箱的节能技术发展。

#### 参考文献

- [1] 何其宝, 范培珍, 何睿. 变频冰箱的节能效益研究[J]. 现代制造技术与装备, 2017(09):46-47.  
[2] 赵利华. 探讨变频压缩机在冰箱节能中的技术研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(07):105.

(上接77页)

度曲线,制冷控制过程和 $16^{\circ}\text{C}$ 环境温度时的控制过程一样,只是由于环境温度较高,箱体散热较快,相对于 $16^{\circ}\text{C}$ 环境温度时的温度曲线,其制冷的时间更长,波动的频率要缓慢,冷藏室也是在第一个制冷周期就可以稳定在目标范围 $2^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

综合以上分析,采用双感温探头温控器的优点有:

(1) 可以消除环境温度对冰箱温度控制的影响,能够准确的控制冷藏室温度在设计范围内,避免了箱内温度过低结冰和温度过高的问题。

(2) 在高温环境使用时,蒸发器温度逐步升高直至稳定,在避免冷藏室温度过低的同时,达到节能的效果。

(3) 设计时由于不用考虑温控器断开温度与压缩机最大制冷能力的安全余量,可以用较小的压缩机或者用较小面积的蒸发器,降低了成本。

基金项目:

广东省科技计划项目(2017B090901071)