

智能变频控制器行业及其下游智能变频空气能热泵 行业研究分析

作者：鲁向前

一、智能变频控制器及智能变频空气能热泵概述

1、智能变频控制器概述

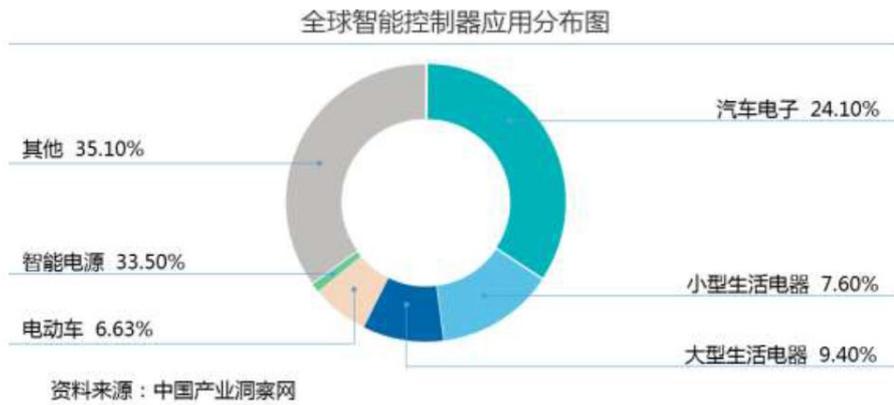
变频器是应用变频技术与微电子技术，通过改变电机工作电源的频率和幅度的方式来控制交流电动机的电力传动元件。变频器技术是强弱电混合、机电一体的综合性技术，既要处理巨大电能的转换(整流、逆变)，又要处理信息的收集、变换和传输，因此它的共性技术分为功率和控制两大部分。前者解决与高压大电流有关的技术问题和新型电力电子器件的应用技术问题，后者要解决的硬、软件开发问题，主要是基于现代控制理论的智能控制策略和全数字控制技术。

智能变频控制器是以自动控制技术和计算机技术为核心，集成微电子技术、电力电子技术、信息传感技术、显示与界面技术、通讯技术、电磁兼容技术等诸多技术而形成的高科技产品。作为核心和关键部件，智能控制器内置于设备、装置或系统之中，扮演“神经中枢”及“大脑”的角色。智能控制技术是一门诸多门类技术进行智能化、信息化、人性化、集成化的综合技术。

智能化控制发展至今已经有了 20 多年的历史，但在美国以及欧洲、亚洲乃至全世界仍然有着广阔的市场前景。随着智能控制热潮在世界范围内的日渐兴起，人们生活水平的不断提高以及智能电子技术不断的成熟，智能化控制已经成为未来生活潮流发展的最新方向。中国智能化控制产业的发展目前还处在初始阶段，智能化控制的普及化也将成为一种必然的趋势。

智能控制器广泛应用于家用电器、健康与护理产品、电动工具、智能建筑与家居、汽车电子等终端产品中。

全球智能控制器应用分布如下图所示：



2、智能变频空气能热泵概述

空气能热泵是由电动机驱动的，利用蒸汽压缩制冷循环工作原理，以环境空气为冷（热）源制取冷（热）风或者冷（热）水的设备，又称为空气源热泵，主要零部件包括热侧换设备、热源侧换热设备及压缩机等。空气能热泵利用空气中的热量作为低温热源，经过传统空调器中的冷凝器或蒸发器进行热交换，然后通过循环系统，提取或释放热能，利用机组循环系统将能量转移到建筑物内，满足用户对生活热水、地暖或空调等需求。

空气能热泵，作为热泵技术的一种，有“大自然能量的搬运工”的美誉，有着使用成本低、易操作、采暖效果好、安全、干净等多重优势。以无处不在的空气中的能量作为主要动力，通过少量电能驱动压缩机运转，实现能量的转移，能够逐步减少传统采暖给大气环境带来的大量污染物排放，保证采暖功效的同时兼顾节能环保的目的。相比太阳能、燃气、水地能(源)热泵等形式，空气能热泵不受夜晚、阴天、下雨及下雪等恶劣天气的影响，也不受地质、燃气供应的限制。

我国电网电压分为 220 伏、50 赫兹和 380 伏，50 赫兹。在这种电压条件下工作的空气能热泵统称为定频空气能热泵，目前市场上大多是此类产品。定频空气能热泵是通过控制压缩机的运转来制热(冷)，简单的说，就是对压缩机进行开或关。由于供电频率不能改变，定频空气能热泵的压缩机转速基本也不会变，如温度达到设定温度后压缩机就停止工作，反之就开始工作，只能依靠不断地“开、停”压缩机来调整温度。这样一开一关之间就会很容易造成水温不稳，忽冷忽热，并且会消耗较多电能，而且频繁启动对压缩机的使用寿命也有很大的影响。

智能变频空气能热泵是通过智能变频控制器能把 50 赫兹的固定频率，改变

为 20 赫兹—120 赫兹运转频率。是能根据环境，水温随时调整压缩机，风机供电频率，调节压缩机，风机转速，实现无级变速调节，从而做到合理使用能源。变频空气能热泵在系统启动时，电流较低，不会对电网和电度表产生冲击，能减少对室内其它正在使用电器的干扰。电压适应范围达到 120V—270V，解决了由于电压的不稳定而影响工作的难题。频率变化范围越宽，越能确保在绝大多数工况环境下不停机运行，节能优势也越明显。

智能变频空气能热泵应用于空调、地暖、生活热水等家电系统，具有全屋恒温、控制精确、舒适性高、制冷（热）快、高效节能等优点。

二、行业发展状况

智能控制器以自动控制理论为基础，集成了自动控制技术、微电子技术、电力电子技术、传感技术、通讯技术等诸多技术门类，20 世纪 40 年代首先在工业生产中得到了广泛的应用。20 世纪 70 年代后，微电子技术与电力电子技术的迅速发展，为智能控制器的小型化、实用化提供了坚实的技术基础，大大促进了智能控制器的普及应用。以全球白色家电产业为例，20 世纪 70 年代末期，智能控制器开始取代常规的机械结构式控制器；20 世纪 80 年代中期，智能控制器推广应用于白色家电中；到 20 世纪 90 年代中后期，智能控制式家电的总量突破白色家电总量的 50%。由于相关产业的成熟和专业化分工的细化，智能控制器产业逐渐发展成为一个独立行业。

变频控制技术作为电机驱动和调速控制的先进技术，从上世纪 80 年代初开始，随着电力电子技术、微机控制技术和半导体技术的发展，已经陆续应用到许多行业，如电力变换、电梯驱动和运行、电力机车的牵引、工业和家用的电机驱动等等。其最大的优点就是实现了电机的高效无极调速，实现了相对低能效交流电机到高效节能直流电动机的升级，从而实现节能减排、提高功效的目的。

1、变频控制技术在家电领域的应用与发展

采用变频控制技术的家用电器，从压缩机到整机的设计，在材料方面都会实现材料定额和成本的降低。直流变频技术方案既提高家用电器的使用能效，同时又降低了材料成本和耗能的技术。《蒙特利尔议定书》和《京都议定书》对近几

十年全球家电制造行业的技术发展导向可谓影响巨大。世界各国为应对这两个国际性的协定,纷纷出台法律法规,对家用电器的能效进行了最低限制或能效分级,强制推行节能和环保。截至目前,欧盟、美国、加拿大、巴西、澳大利亚、韩国等 37 个国家和地区已经大范围使用了国家能效等级标识。在最注重节能的欧盟国家,其空调的能效比标准从 2.2 到 3.2 划分为 7 个等级;美国最新的所谓 SEER13,是指空调的季节能效比限定标准为 3.81;日本目前的空调能效比要求更是高达 5.27。由于能效标准的逐步提高,全球家电市场对直流变频控制技术的需求也进一步加大。

2、变频空气能热泵产品相比较定频产品具有突出的节能环保和健康舒适的效果,其主要表现在以下几个方面:

(1) 制热(冷)快、低温制热效果好

变频空气能热泵产品实现了大功率和高效能,在系统起动后,或环境温度和设定温度相差较大时,以最大频率运转,频率可达 120 赫兹,迅速制热(冷),使水温迅速上升或下降到设定温度,可快速获得舒适的温度环境。当温度达到设定值后,自动转为低频率运转,制热(冷)效果明显。另外在冬季,由于环境温度低,空气能就会频繁化霜,空气能的制热能力会大幅下降。变频空气能能在除霜时,会采用高频率运转除霜,使除霜时间大大减少,因此大大提高了制热量。变频空气能对环境温度适应性强,低温运行性能好,通过无极变频调节技术,在-15 度低温环境下制热量”0”衰减,制热性能明显优于定频低温空气能。

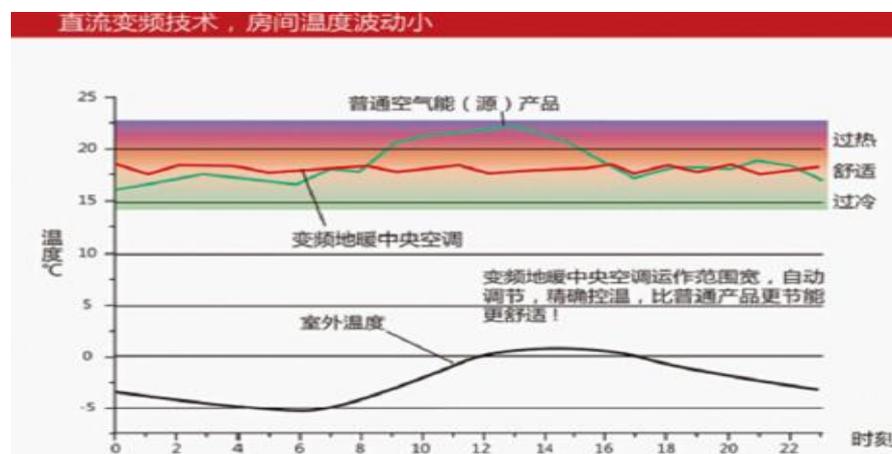
(2) 高效节能、噪音低、寿命久

变频空气能根据需要多少热(冷)量来决定压缩机与风机的运转频率,从而做到合理使用能源,由于压缩机不会频繁开启,会使压缩机保持稳定的工作状态,故不会消耗更多的电能。可使 COP 能效比定频空气能热泵产品整体节能 30%以上,同时对噪音的减少,延长空气能使用寿命,有相当明显的作用。

(3) 控温精确、舒适性高

变频空气能热泵产品在水温达到设定温度后,不会像定频空气能热泵产品那样停止运行,而会以较低的频率运转,以维持设定温度,特别是在为家庭提供制热(冷)时,它可以通过改变压缩机的转速来控制制热(冷)量。其制热(冷)量

有一个变化幅度，温度控制可精确到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。而定频空气能热泵产品是通过压缩机的反复启动和停止来维持设定温度，温差波动大，水温忽高忽低，所以室温会过冷或过热的现象。



(4) 采用 R410A 制冷剂更环保

变频空气能热泵产品都是采用 R410A 环保制冷剂，系统压力高，制热能效好，无毒，无异味，不会破坏臭氧层。定频空气能热泵产品一般都是采用 R22 的制冷剂，效率低，不环保，容易破坏臭氧层，在欧美，日本等发达国家属早已淘汰的制冷剂。

随着经济社会的不断发展，节能减排已经成为一个全球性话题，随着我国提出“十二五”期间单位 GDP 综合能耗降低 16% 的约束性指标以来，能源作为影响中国经济可持续发展的关键因素，已经引起各行各业的高度关注。智能变频控制技术在家电类产品中的应用更是备受关注。目前，直流变频技术已经成为世界家电行业的发展趋势。

三、行业市场空间

智能变频控制器行业的发展得益于两方面的推动：一是市场驱动，市场需求的增长和市场应用领域的持续扩大，使得智能控制器在工业、农业、家用、军事等领域得到了快速推广；二是技术驱动，作为自动控制技术、微电子技术、电力电子技术、传感技术、通讯技术的技术集成产品，随着相关技术的不断发展，智能控制器行业作为一个高科技行业得到了加速发展。智能控制器行业作为朝阳产业有着广阔的市场前景。

变频空气能热泵由于其优异的节能减排效果，面临着非常好的发展政策机遇。在节能减排、保护环境的要求日益迫切的大背景下，政府在全国和地方层面，从节能、大气污染防治、可再生能源利用等角度，都积极推出一些对于空气能热泵技术应用的鼓励政策。国际上，欧盟、日本等地区也在积极推进空气能热泵技术的应用。同时，居民对于热水需求量的增加，舒适供暖需求的增多，都有效地促进空气能热泵的应用和发展。

1、我国变频器市场空间巨大

我国是能耗大国，能源利用率较低，而能源储备相对不足。多年来国家大力提倡节约能源、保护环境，并重点支持发展变频调速技术。截止 2013 年年底，我国电动机总装机容量约 7 亿 KW，其中约 90%为交流电机，即 6.3 亿 KW，但配置变频器的电机不到 10%。我国变频器市场在过去 10 年内保持着 26.8%的高速增长。据机电产品市场杂志社调查报告的数字分析，我国变频器的市场潜力为 1200 亿~1800 亿元。

变压器按照电压等级可分为三类：

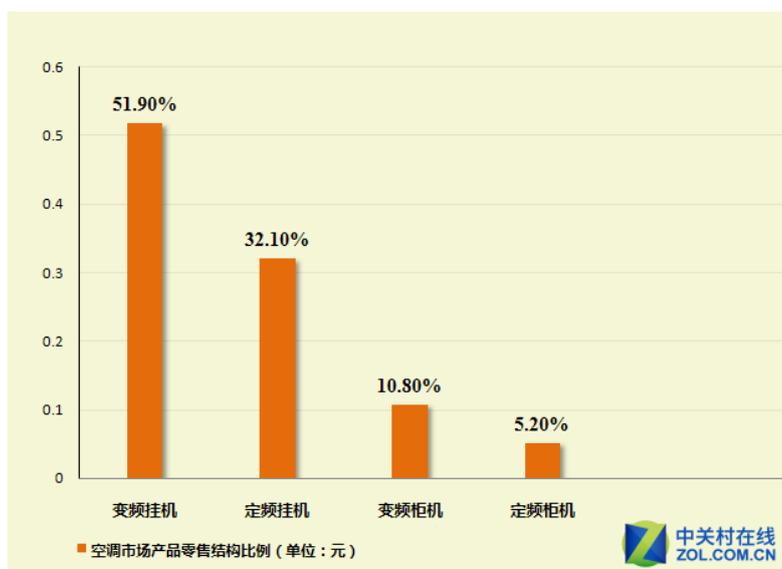
- (1) 高压变频器，输入电压为 3kv、3.3kv、6kv、10kv 等；
- (2) 中压变频器，输入电压为 690V、1140V、2300V 等；
- (3) 低压变频器，输入电压不高于 690V，常见的有 110V、220V、380V。

我国中低压变频器市场发展迅速。2013 年我国中低压变频器市场总量约 118.4 亿元。随着节能效果的显现以及国家政策的积极推行，变频器行业将继续保持增长，预计到 2014 年国内中低压变频器市场容量将超过 190 亿，其中低压变频器市场容量超过 160 亿，中压变频器市场容量超过 30 亿，由此可见中低压未来市场发展潜力。

2、变频控制器应用领域进一步拓宽

变频控制器产品结构中，空调变频控制器占据 80%左右的份额，冰箱、洗衣机共占不到 20%的份额。事实上，2014 年，应用于不同家电品类的变频控制器的发展态势并不相同。目前，变频机型在国内空调市场的销售额占有率超过 50%，虽然仍有一定的上升空间，但经过多年发展，配套这一领域的变频控制器供货已

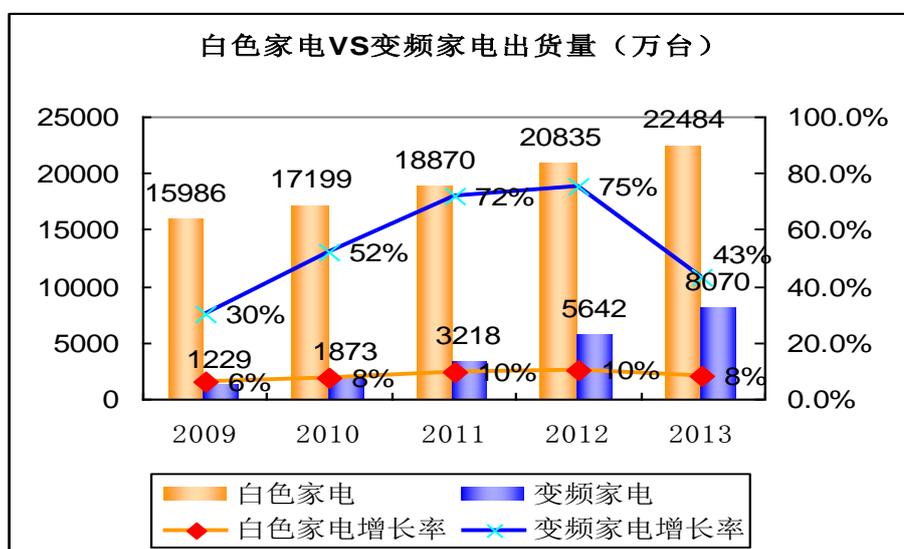
经处于相对饱和的状态，如何在开拓市场和规划生产规模中找到平衡点成为关键。在冰箱市场，消费者对价格的敏感度高，变频技术的普及遭遇成本压力，降低生产成本、压低供货价格成为变频控制器生产企业拓宽冰箱应用领域的必经之路。与空调、冰箱相比，变频技术在洗衣机制造领域的应用虽然起步较晚，但在 2014 年却表现出强劲的增长势头，吸引众多变频控制器生产企业加大在这个领域的产品开发与生产。



除了冰箱、洗衣机、空调 3 大传统应用领域，近年来，洗碗机、电风扇、微波炉、电磁炉、电饭煲、吸油烟机家电也开始启用变频技术，除了在节能、降噪方面发挥优势，配装变频控制器还能使家电增加功能，提升产品附加值。从整机厂方面了解的情况来看，目前在电饭煲行业推广的 iH 电磁加热技术，通过电流变频驱动电饭煲内胆直接快速发热，为煮饭提供大火力，让米粒受热均匀。在洗碗机行业，针对欧美市场的出口业务占据重要位置，而随着欧美国家新能效标准的推出以及客户需求的不断升级，对洗碗机能耗、水耗、噪声等关键性能指标提出新的要求，为此整机厂纷纷推出变频产品。此外，格兰仕开发出微波炉变频控制方案，已经向市场推出了变频微波炉，可提供多达 4 段光波变频，两段光波微波变频组合，实现 360° 立体加热；艾美特推出的 APP 直流变频电风扇，可实现 32 档无级调速，使电风扇更节能，吹出的风更柔和舒适。海尔推出的深腔变频吸油烟机，不仅能耗低、噪声小，拢烟效果也更加出色。

3、变频家电市场普及率持续提高

我国变频家电普及率十分低下，2013年白色家电产量为22,484万台，而变频家电销售比例仅占26.8%，为6,025万台，其中变频空调普及率为32.6%，变频冰箱为9.7%，变频洗衣机普及率8.9%，市场空间巨大。国家政策大力支持(家电下乡、以旧换新、节能补贴)，消费者认可度大增。具备了天时、地利、人和的发展环境。变频家电正处在全面推广应用的阶段。未来变频家电将快速增长，年增幅将超过50%，2015年，变频家电占白色家电比例将达36%，其中变频空调增长迅速，节能普及首当其冲。



数据来源：英伟特内部资料



数据来源：英伟特内部资料

4、智能家居市场发展潜力巨大

智能家居是在互联网影响之下物联化的体现。智能家居通过物联网技术将家中的各种设备连接到一起，提供家电控制、照明控制、电话远程控制、室内外遥控、防盗报警、环境监测、暖通控制、红外转发以及可编程定时控制等多种功能和手段。智能控制技术作为实现智能家居的核心技术之一，市场空间巨大。同时，智能变频空气能热泵系统实现空调、地暖、热水三大功能智能融合，提供健康舒适、节能环保的恒温系统，在智能家居领域将拥有巨大的市场潜力。

无线技术研究机构 Juniper Research 在 2012 年上半年公布的一份报告预测，2012 年全球的智能家居市场规模为 250 亿美元（约合人民币 1592 亿元）。结合 Juniper Research 公司预测的全球智能家居市场规模数据，2012 年，中国智能家居市场规模 150 亿元占全球智能家居市场规模的 9.4%。

2014 年 2 月 12 日 Juniper Research 公布最新研究报告称，到 2018 年，智能家居市场总规模将达到 710 亿美元，比 2013 年的 330 亿美元翻一番。结合千家网预测的 2018 年中国智能家居市场规模将达到 1396 亿元人民币这一数据对比分析，2018 年中国智能家居市场规模约占全球智能家居市场规模 710 亿美元（4332 亿元人民币）的 32%，中国将成为全球最重要的智能家居市场之一。

2012-2020中国智能家居市场规模（亿元）



数据来源：千家网《2012-2020年中国·智能家居市场发展趋势及投资机会分析报告》

四、国家相关行业政策

根据我国《国民经济行业分类》(GB/T4754-2011),智能变频控制器所属行业为“C39 计算机、通信和其他电子设备制造业”中的“集成电路制造(行业代码: C3963)”。集成电路制造行业属于《产业结构调整指导目录(2014 年本)》中鼓励类行业,同时属于《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(国发〔2010〕32 号)重点培育和发展的战略性新兴产业之“新一代信息技术产业。加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施,推动新一代移动通信、下一代互联网核心设备和智能终端的研发及产业化,加快推进三网融合,促进物联网、云计算的研发和示范应用。着力发展集成电路、新型显示、高端软件、高端服务器等核心基础产业。提升软件服务、网络增值服务等信息服务能力,加快重要基础设施智能化改造。大力发展数字虚拟等技术,促进文化创意产业发展。”

国家发改委 2014 年发布的《国家重点推广的低碳技术目录》,共包含有 39 项低碳技术,太阳能热泵分布式采暖系统技术名列其中,要求吸收式空气源热泵技术,该技术优化了吸收器的结构,提高了吸收式空气源热泵的换热效率。变频空气能热泵行业属于《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(国发〔2010〕32 号)重点培育和发展的战略性新兴产业之“节能环保产业”。

2013 年 9 月,国务院印发了《大气污染防治行动计划》。该计划设定了大气污染防治行动计划的目标,“到 2017 年,全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10%以上,优良天数逐年提高;京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物浓度分别下降 25%、20%、15%左右,其中北京市细颗粒物年均浓度控制在 60 微克/立方米左右。”同时,明确提出了鼓励空气源热泵的应用,“新建建筑要严格执行强制性节能标准,推广使用太阳能热水系统、地源热泵、空气源热泵、光伏建筑一体化和热电冷三联供等技术和装备”。

目前中国节能协会热泵专业委员会和国际铜业协会一起,也在积极协助全国人大、国家能源局和住建部等部门,论证空气源热泵技术,尤其是空气源热泵热水产品列入可再生能源范围的可行性,期盼能在国家“十三五建筑节能规划”中能得到落实。