

2011-03-09

证券研究报告

行业研究 / 深度研究

电力设备

增持/维持评级

分析师

唐晓斌

SAC 执业证书编号:S1000510120046

(0755)8236 4440

tangxb@mail.htlhsc.com.cn

联系人

祁禾

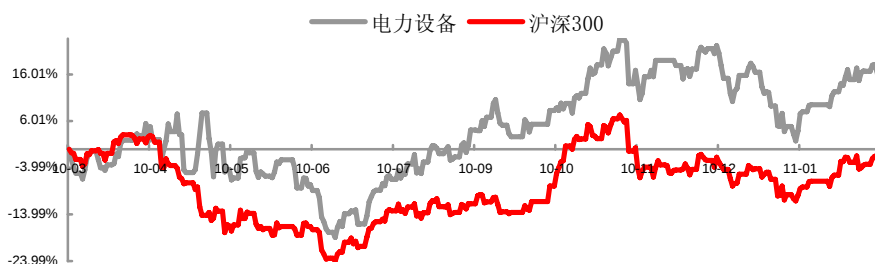
(0755)82492290

qihe@mail.htlhsc.com.cn

高压变频和中低压变频投资逻辑

- 变频器市场由于在节能减排,以及改善电机运行性能等领域具有明显的作用,所以从长期看,市场将持续增长。而伴随着市场需求的增长,以及技术的不断成熟,内资品牌与外资品牌的博弈也在发生着深刻的变化。
- 由于高压变频与中低压变频的驱动因素不同,这导致了两个细分行业的增速出现差异化。目前,高压变频以节能为目的,主要应用于大型水泵、风机中。在国家节能减排政策的引导下,高压变频近几年均出现了 40%以上的增长。而中低压变频则以改善电机运行性能为目的,属于更高层次的需求,所以增速平稳,近年来一直维持 15%~20% 的增长。
- 高压变频与中低压变频的价格占成套设备的比重不同,又导致了两个细分行业的竞争格局具有差异化。由于高压变频的成本占成套设备的比重较高,所以下游企业对价格更加敏感,这也导致了以性价比著称的内资品牌占据 80% 的市场份额。而中低压变频价格占成套设备比重较低,但其对性能要求高,所以下游企业更加重视产品的使用效果,从而使得外资品牌的市场份额达到了 70% 以上。
- 驱动因素的不同,以及下游企业需求定位的差异化,也致使高压和中低压变频行业内资品牌短期影响因素的不同。高压变频行业更多的是享受行业的快速增长,而中低压变频行业则更看重市场份额的提升。
- 从长期发展看,高压变频器最具增长潜力的子市场是高性能高压变频器,以及大功率高压变频器;而中低压变频的成长源于伺服系统,以及工业控制成套设备的延伸。
- 受益于高端制造、产品升级和人力成本上升,工业自动化系统(PLC/DCS、伺服、变频等)将进入长期景气周期。能够洞悉客户需求,快速进入新的细分市场,及时响应客户需求,以及提供全套服务的企业将从中脱颖而出。
- 重点关注:英威腾(002334)、汇川技术(300124)、合康变频(300048)、荣信股份(002123)。

最近 52 周行业表现



谨请参阅尾页重要申明及华泰联合证券股票和行业评级标准

目 录

投资逻辑	5
高压变频：节能为主	6
行业格局明确：替代进口完成	7
行业格局明确：合同能源管理提供附加值	8
中低压变频：优化性能与控制为主	10
大市场小公司：替代进口潜力还很大	11
大市场小公司：深耕渠道与品牌	12
发展方向	13
高压变频：大功率与高性能	13
中低压变频：高性能与伺服	15
重点公司关注	18
英威腾（002334）	18
汇川技术（300124）	18
荣信股份（002123）	19
合康变频（300048）	20
附录：变频技术介绍	21
转速调节	21
伺服系统	21
变频方式	22
发展方向	25
功率器件	26
风险提示	27

图表目录

图 1: 高压变频主要行业分布	7
图 2: 市场规模	7
图 3: 高压变频国内企业市场份额上升	8
图 4: 高压变频市场份额分布	8
图 5: 重点行业负债率	9
图 6: EMC 的先决条件	9
图 7: 中低压变频下游市场	10
图 8: 各中低压变频企业市场份额	11
图 9: 中低压变频外资市场份额	11
图 10: 中低压变频市场增长	12
图 11: 直销与经销比例	12
图 12: 高压和中低压变频企业数量	12
图 13: 新增高压变频器功率段分布	13
图 14: 高压变频器负载类型	14
图 15: 中低压变频器负载类型	15
图 16: 高压变频器负载类型	16
图 17: 中低压变频市场分布 (2008)	16
图 18: 伺服市场分布 (2008)	16
图 19: 高端装备/产品需求	17
图 20: 工业自动化需求	17
图 21: 伺服市场规模	17
图 22: 合康变频经营净现金流	20
图 23: 电动机转速公式	21
图 24: 伺服系统分类	21
图 25: 伺服系统分类	22
图 26: 变频调速时的 E/f 曲线	22
图 27: 异步电机变频调速时的控制特性	22
图 28: 交-直-交变频器结构	23
图 29: 矢量控制原理图	24
图 30: 单元串联多电平式	24
图 31: 三电平式	24
图 32: 半导体器件分类	26
表格 1: 高压变频和中低压变频行业发展方向	5
表格 2: 高压电机行业分布	6
表格 3: 高压电机市场容量	6
表格 4: 水泥厂合同能源管理模式	10
表格 5: 低压变频国内领先企业	11
表格 6: 变频发展趋势	13
表格 7: 西气东输特大功率变频器供货商	14
表格 8: 矿井提升机市场	15

表格 9: 高性能中低压变频器.....	15
表格 10: 伺服和变频对比	17

投资逻辑

变频器主要分为高压变频和中低压变频两个细分行业，未来发展空间广阔。

由于两个细分行业的驱动因素不同，以及变频器价格占成套设备的比重的差异，短期内，各个子行业的成长性，以及竞争格局的也将沿着各自不同的方向发展。

目前，高压变频以节能为导向，主要应用于大型水泵、风机。在国家节能减排政策引导下，高压变频近几年均出现了 40% 以上的增长。而中低压变频则以改善电机工作环境为目的，属于更高层次需求，所以增速平稳，近年一直维持 15%~20% 的增长。

同时，由于高压变频的成本占成套设备的比重较高，所以下游企业对价格更加敏感，这也导致了以性价比著称的内资品牌占据 80% 的市场份额。而中低压变频价格占成套设备比重较低，但其对性能要求高，所以下游企业更加重视产品的运行效果，从而使得外资品牌的市场份额达到了 70% 以上。

短期内，高压变频行业更多的是享受行业的快速增长；而中低压变频行业则更看重市场份额的提升。

从长期发展看，高压变频器最具增长潜力的子市场是高性能高压变频器，以及大功率高压变频器；而中低压变频的成长源于伺服系统，以及工业控制成套设备的延伸。

表格 1：高压变频和中低压变频行业发展方向

	高压变频	中低压变频
短期发展		
短期驱动因素	节能为导向，主要应用于大型风机、水泵	改善电机工作性能为目标
市场竞争格局	突出性价比优势，内资品牌占比 80%	注重产品性能，价格具次要位置，内资品牌占比不到 30%
行业增速	在国家节能减排政策引导下，行业需求超过 40%	更新换代持续时间长，行业需求增长 20%~30%
长期发展		
发展方向	高性能高压变频，以及大功率高压变频	伺服系统，以及工业控制成套设备

数据来源：华泰联合证券研究所

我们认为，高压变频由于价格因素影响较大，通用型高压变频的价格已经处于低点，目前只有前五家企业能够获得稳定的利润，未来行业整合加快。同时，高压变频将向高性能高压变频，以及大功率高压变频方向发展。

由于低压变频价格处于次要因素，所以企业毛利率相对较高。随着国产产品性能的不断成熟，内资品牌的市场份额将出现大幅提高。而在此过程中，具有技术优势的企业将获得更快的发展。而在国家大力发展高端制造业，以及原材料价格不断下降的背景下，伺服系统将成为内资品牌下一步着力发展的方向。内生性与外生性发展共存。

基于以上分析，我们认为重点关注：英威腾（002334）、汇川技术（300124）、合康变频（300048）、荣信股份（002123）。

高压变频：节能为主

目前中国发电总量的 66% 消耗在电动机上。提高电机本身的效率节能潜力不超过 5%，提高电机传动（变频）的效率，节能潜力达 30%。高压变频以节能为主，高压变频的市场启动很重要也是国家节能减排政策推动。

一般称 3kv 至 10kv 的电机/变频器为高压电机/变频器。对中国而言，高压变频器的等级分为 3kv、6kv 和 10kv 三种，对应的功率从 500kw 到 50000kw 以上的都有。工业的大功率设备一般都是高压设备，其分布于各行各业。

表格 2：高压电机行业分布

	风机	泵	牵引设备
电力	引风机、送风机等	循环水泵、凝结水泵	
冶金	通风机、除尘风机		冶金轧机
石化	压缩机、排风机	潜油泵、输油泵	
水务		供水泵、取水泵	
造纸		打浆机	
采矿	排放机	排水泵	提升机

资料来源：华泰联合证券研究所

由于我国工业模式学习苏联，所以电机设计时都留有很大的余量，大部分时候负荷没有达到电机的额定功率。若能在电机没有达到额定负荷时减速运行，则可以节省大量能量。高压电动机中近 70% 拖动的负载是风机、泵类、压缩机，其中一半适合调速。

表格 3：高压电机市场容量

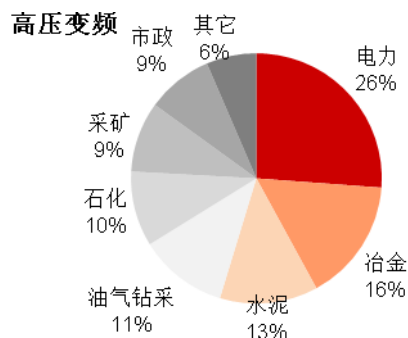
	单位	
电机装机总量	亿千瓦	7
交流电机容量		90%
其中高压电机容量		50%
其中适合变频调速		35%
未配置比例		80%
单位价格	元/kw	600
存量市场	亿元	529
5 年新增高压电机	万千瓦	4000
新增市场	亿元	240
合计	亿元	769

资料来源：华泰联合证券研究所

在下游市场中，电力、冶金和水泥是高压变频最大的市场。一个 60 万千瓦电厂包括风机、水泵在内，一共有 20 台辅机，其中 13 台可以应用高压变频。一座高炉需配备风机、水泵、冲渣泵等 10 台，都可配备高压变频器。一条 5000t/d 的水泥生产线，包括风机、磨煤机在内，共需 11 台辅机，都可配备变频器。

以 2008 年的高压变频市场为例，电力市场占 26%，冶金占 17%，水泥占 13%。电力、冶金和水泥是高压变频最大的市场。

图 1： 高压变频主要行业分布



资料来源：华泰联合证券研究所

行业格局明确：替代进口完成

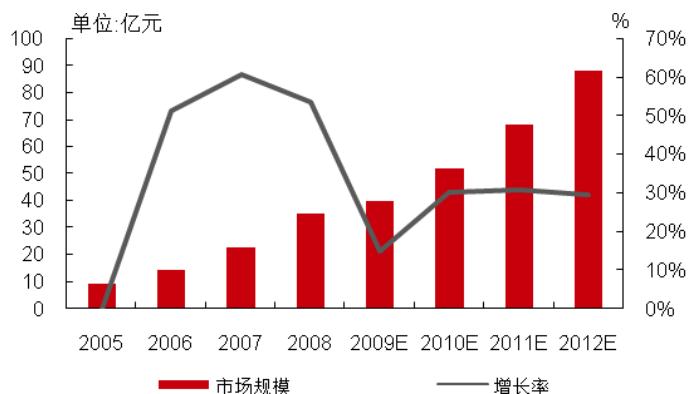
2005 年高压变频市场开始启动原因在于成本下降 + 政策配合。在 2005 年以前，高压变频器市场不足 10 亿，2010 年已经达 50 亿。技术的不断成熟（可靠性提高）是市场的催化因素之一，但成本下降和国家政策是关键因素。

成本下降方面，90 年代一台高压变频设备单位价格在 3000 元/kw 以上，极少企业会安装。2000 年后，利德华福等国内企业开始进行高压变频器的研发。2005 年后，随着国产产品的研发成功，高压变频器价格迅速下降到 700-800 元/kw 的水平，国内产品价格通常只有国外产品的一半。

国家层面，2005 年，为了配合《节能中长期专项规划》，国家发改委提出十大重点节能工程，其中第五项就是电机系统节能调速，鼓励推广变频调速技术。2005 年制定“十一五”规划时，国家提出“十一五”能耗要比“十五”下降 20% 的目标。

企业层面，从 03 到 06 年，中国经济连续四年保持了 10% 以上的增长。电力、钢铁、石化等大规模的建设创造了大量新增市场。企业效益较好，也有能力购置节能设备。同时中国的高压电机电压等级（3、6、10kv）与国外（3.3kv）不一样，国外产品不能简单配套，这也给了中国企业机会。

图 2： 市场规模



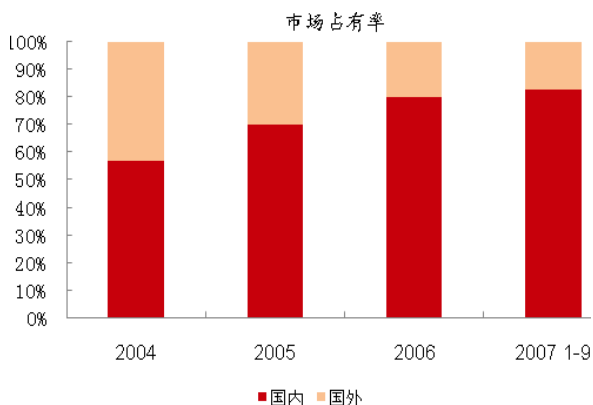
资料来源：华泰联合证券研究所

高压变频器行业 2006~2008 三年获得了井喷增长。09 年因为金融危机，电力、冶金等行业受到冲击，对高压变频器需求趋缓和延迟了交货，导致 09 年市场增速大幅下降，但仍保持了正增长。目前市场趋于稳定，未来需求增速保持在 30%以上。

国内厂商优势大。高压变频进入国内的历史不过 20 年，2000 年以前的高压变频器市场不到 5 亿元，由于价格高昂，除了少数国家重点工程外，企业很少安装高压变频设备。从 2005 年开始，国内高压变频器性价比明显上升，又刚好碰上国家“十一五”节能政策的出台，国内品牌逐渐抢占市场，享受到了行业增长带来的红利。

经过国内企业多年的努力，目前国内企业已经占据高压变频器 80%以上的市场份额。前五大企业市场份额超过 60%。竞争格局趋于稳定。只有前 5 大企业可以通过规模优势保持毛利。由此看来，龙头企业毛利将保持稳定。

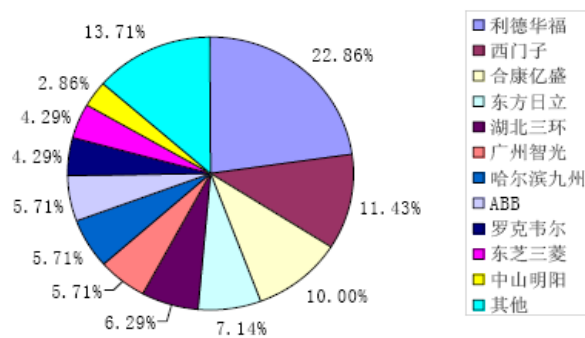
图 3： 高压变频国内企业市场份额上升



资料来源：2008 变频行业报告、华泰联合证券研究所

图 4： 高压变频市场份额分布

图 6-3 2008 年高压变频器行业市场份额（按订单金额）



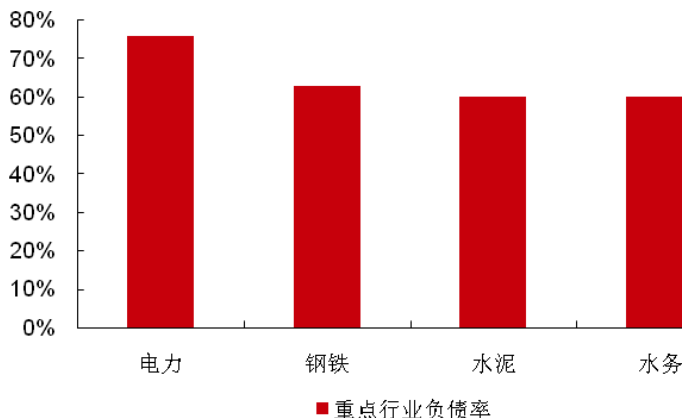
资料来源：招股说明书、华泰联合证券研究所

行业格局明确：合同能源管理提供附加值

合同能源管理（EMC）减轻企业变频改造初期投入的现金压力，可谓给变频产品销售提供附加值。EMC 现金消耗极大，上市公司手握大量现金，具有极大优势。

高压变频下游行业如电力、钢铁、水泥等近些年都面临着产能过剩、效益低下的问题。例如煤电价格倒挂造成火电厂大面积亏损，国家对钢铁、建材等行业拉闸限电。在经济效益不好，宏观调控前景不明的情况下，几台高压变频器数百万的投资会给企业现金流造成很大压力。

图 5： 重点行业负债率



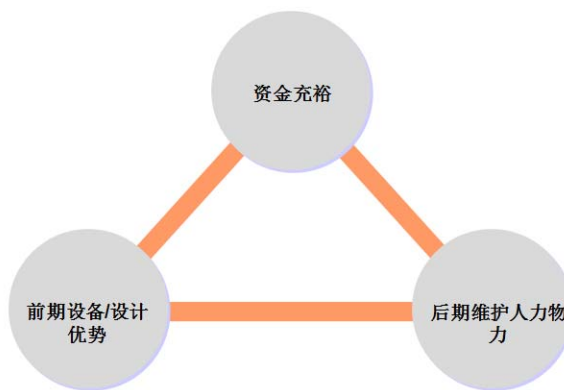
资料来源：华泰联合证券研究所

电力行业是高压变频最大的市场，但在煤电倒挂的情况下，电力行业的亏损成为常态。电力行业目前平均负债率在 70%以上，钢铁、水泥、市政水务等都在 60%以上。在原材料价格高企、产能过剩、宏观调控常态化的情形下，企业拿出大量现金来进行节能改造的意愿降低。

若采用合同能源管理（EMC），客户不需要承担节能改造的资金、技术风险（这些风险全部由节能服务公司承担），免费获得节能成果，而且在一定期限后还可获得全部设备的所有权。

EMC 考验的是企业的综合实力，而不仅仅是设备的生产能力。主要包含的能力有：设备生产、银行融资、企业诚信（按期回款）、使用维护等。

图 6： EMC 的先决条件



资料来源：华泰联合证券研究所

但对设备制造企业来说，EMC 会造成回款周期延长（>2 年），现金占有大，有坏账风险，影响企业扩张的速度。只有在市场推广比较艰难的时候，企业才会考虑采用 EMC 的模式。

表格 4：水泥厂合同能源管理模型

	单位	谨慎	中性	乐观
工作小时数	小时	4000	5000	6000
每小时节电	kwh	200	200	200
电价	元/kwh	0.5	0.5	0.5
每年节省电费	万元	40	50	60
设备企业分享	%	80%	80%	80%
每年收益	万	32	40	48
变频初始投资	万	100	100	100
第一年回收现金	%	32%	40%	48%
投资回收期	年	3.1	2.5	2.1

资料来源：华泰联合证券研究所

可见 EMC 第一年回收的现金只占总投资的 40%左右（若以项目公司形式，还将征收增值税和企业所得税，回收期更长）。而采用设备买卖的方式，通常半年就能收回所有货款。若客户的诚信不能保证，不能保证每个月按时支付节能款，对企业的现金流压力会更大，更加减慢企业扩张的速度。

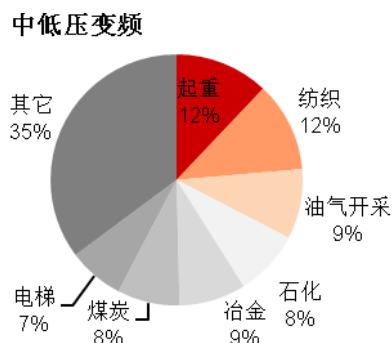
在下游客户效益下降，变频器厂家竞争越来越激烈的情况下，越来越多变频器厂家将会以 EMC 的型式销售变频器。但银行目前还很难对合同能源管理企业进行贷款。这时候手握大量现金的上市公司和市场经验丰富的企业将更容易扩张和把握扩张中的风险。优势企业还可以通过挑选下游客户，控制 EMC 执行过程中的汇款风险。

中低压变频：优化性能与控制为主

如我们上面分析，高压变频主要以节能为主。中低压电机功率一般都在 355kw 以下（高压电机普遍>2000kw），所以中低压节能效果不如高压电机显著。

但是中低压电机一般都处于生产线和生产工艺中重要环节（机床、轧钢、电梯等），此类型电机运动精度要求高（误差<0.02%）、运动方式复杂（正反转、急停、加速等），所以中低压电机对电机的性能和控制要求更高。

图 7：中低压变频下游市场



资料来源：华泰联合证券研究所

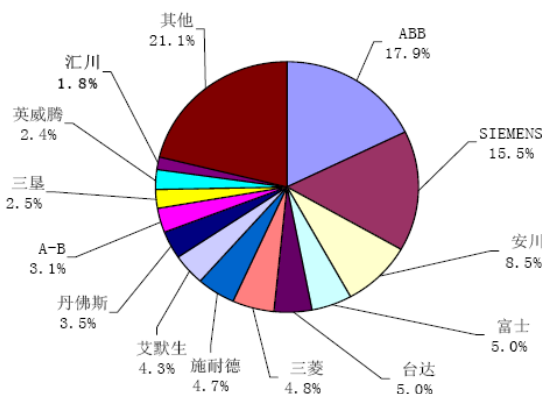
大市场小公司：替代进口潜力还很大

高压变频国内企业占据了 80% 以上的市场份额，但正好相反，国外企业占据了中低压变频市场 80% 以上的市场份额。**中低压变频市场符合大市场（>130 亿/年）+ 小公司（>200 家）和替代进口的特征。**

中低压变频器 60 年代已经在外面世，80 年代即获得广泛应用。中低压变频技术很早就成熟，但国内产商起步较晚，2000 年以后才开始进行相关研发，此时大部分市场已经为国外厂商所占据。

图 8：各中低压变频企业市场份额

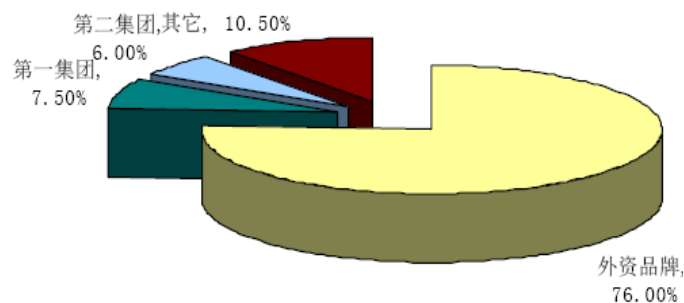
2008 年国内低压变频器市场份额（按销售收入计算）



资料来源：汇川技术招股说明书、华泰联合证券研究所

图 9：中低压变频外资市场份额

图 8：2008 年中国中低压变频器市场概况



资料来源：华泰联合证券研究所

尽管外资还占据绝对优势，但内资品牌的市场份额已从 2005 年的 15%、2006 年的 20% 迅速扩大到 2007 年的约 24%。内资品牌市场份额逐步提高。内资第一集团和第二集团优势明显。

表格 5：低压变频国内领先企业

第一集团	第二集团
英威腾	深圳安邦信
汇川技术	深圳四方
欧瑞传动（烟台惠丰）	深圳微能
成都希望森兰	山东新风光电子
	深圳正弦

资料来源：华泰联合证券研究所

在中低压变频器中，通用型的变频器已经有较多厂家能生产。但港口起重机、矿井提升机和冶金轧机对转矩控制精度和响应速度有较高的要求，同时还需要配备四象限能量回馈功能。在这些领域，外国企业占据极大优势，以汇川技术、英威腾为代表的内资企业在近年取得不小的突破。

由于中低压变频是工矿企业生产工艺所必须的配套技术，所以需求比较平稳，每年市场增长在 20% 的水平，虽然没有高压变频增速明显，但是内资中低压变频企业面临的机遇主要是替代进口。

图 10： 中低压变频市场增长



资料来源：华泰联合证券研究所

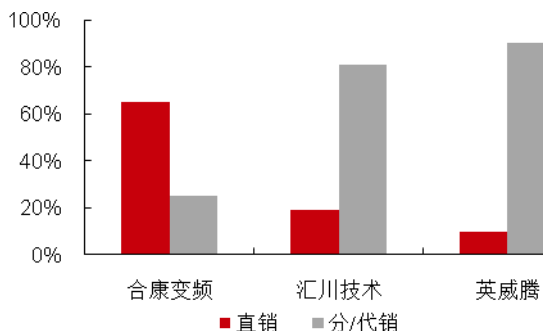
中低压变频市场在 2010 年出现井喷，市场增长到 150 亿，远远超出大家的预料。主要原因是由于金融危机，很多原本 2009 年交货的产品推迟到 2010 年，在 2010 年纺织等受金融危机影响大的行业的需求出现报复式增长。但预计 2010 年报复式的增长不可持续，以后还将以平稳增长为主。

大市场小公司：深耕渠道与品牌

中低压变频器下游客户/用途广泛、生产企业众多，光外资品牌就有 40 个，内资品牌大概 100 个，又有上千家从事代理销售和二次开发的公司。而高压变频企业相对集中，国内市场目前行业龙头不超过 10 个，品牌不超过 50 个，销售以直销为主。中低压变频器的市场规模也接近高压变频的 3 倍。

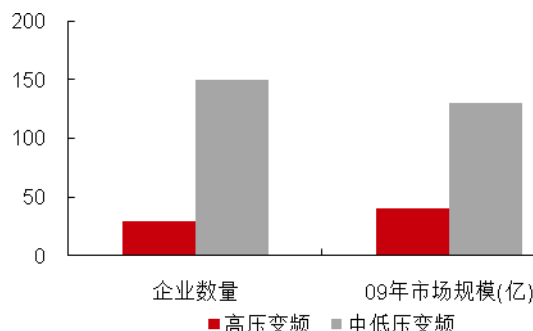
庞大的市场、分散的客户、众多的竞争对手，决定了中低压变频企业必须注重品牌与渠道的培养，从产品质量和个性化定制方面培育差异化竞争力。由于中低压变频器单台绝对金额不高（数千元），下游客户对价格没有像高压变频器这样敏感，更加看重品质与服务。

图 11： 直销与经销比例



资料来源：华泰联合证券研究所

图 12： 高压和中低压变频企业数量



资料来源：华泰联合证券研究所

在渠道培养方面，绑定下游大客户是非常有效的方式。例如深圳英威腾并凭借行业专用变频器成为世界港机巨头振华港机的第一家国产品牌供应商。2009 年向振华港机的销售收入已经占总销售收入 10% 以上。目前与湘潭平安电气（生产风机）签订了长期合作协议。汇川技术的产品也在振华港机进行测试。

由于国外企业如 ABB、西门子（欧美）、安川、富士（日本）等进入中国市场早，

已经在国内建立了比较庞大销售网络和市场口碑。中国企业必须拥有好的口碑和雄厚的资金才能抢占原先属于外资体系的营销网络（经销商）。

良好口碑可以让客户向经销商指定选购你的产品。口碑的建立靠良好的产品品质和一流的服务，目前处于国内低压变频第一集团的企业英威腾、汇川技术、欧瑞传动和希望森兰都具有这样的实力。

雄厚的资金可以让企业在市场拓展初期，议价能力比较弱的时候，忍受经销商比较苛刻的回款条件和反点数，从而渗透入更多的经销商渠道，实现扩张。上市公司无疑更具有资金实力。

英威腾和汇川技术是在红海中崛起的优秀企业，精通技术的团队保证了技术，良好的管理确保了品质，通过上市融资也储备了充足的资金。上市也迅速提升了企业的知名度。

发展方向

表格 6：变频发展趋势

价格	新产品/技术	销售模式趋势	市场份额
高压变频 趋于稳定	大功率, 三电平 同步电机	EMC（直销）	向前 5 集中
中低压变频 下降通道	伺服系统(高精度)	配套大客户（直销）	前国内龙头集中

资料来源：华泰联合证券研究所

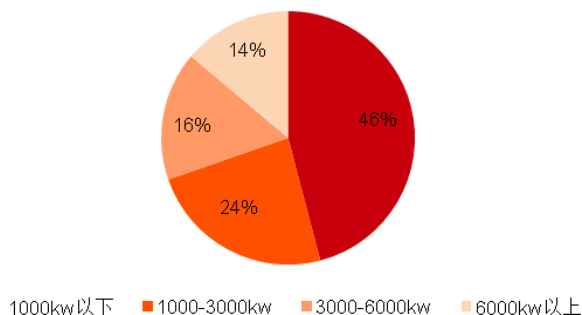
高压变频：大功率与高性能

大功率—水冷技术是关键

随着南水北调、西气东输等大工程的开展（8000KW 以上，大部分为 20000KW），和冶金、电力、建材等领域的上大压小逐步推进，大功率的高压变频器需求会越来越多。目前 6000kw 以上的大容量、超大容量高压变频器几乎被西门子、ABB、AB 等国外厂商垄断。大概有 14% 的高压变频器属于大功率变频器。

图 13：新增高压变频器功率段分布

2007 年新增高压变频器功率段分布



资料来源：华泰联合证券研究所

随着我国高压变频器技术的不断成熟，国产厂商正在逐渐进入大功率产品市场并逐步取代进口大功率变频器产品，进口替代的空间还很大。荣信股份、利德华福、智

光电气和合康变频是其中的佼佼者。广电电气属于大功率变频器的后起之秀。

表格 7：西气东输特大功率变频器供货商

	三菱东芝	荣信股份	广电电气
数量	12		
装机容量	20MVA	51MVA	25MVA
应用场合		电驱压气站	
备注		取代燃气驱动	

资料来源：华泰联合证券研究所

特大功率变频器关键是解决散热问题，通用高压变频器的风冷已经不能解决问题，需要采用水冷技术。水冷技术国内企业目前只有广电电气和荣信股份掌握。

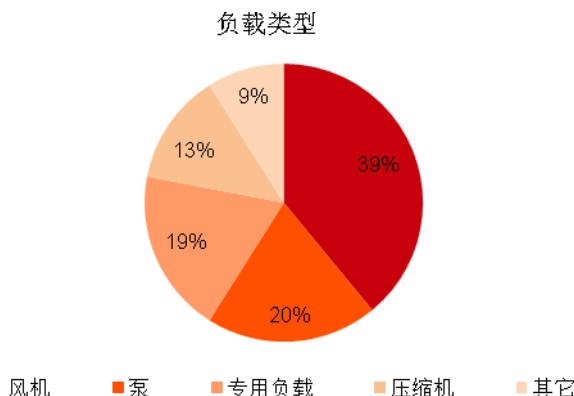
大功率产品的单价大概在 1000 元/KW 的等级，一台 20000KW 的变频器，售价在 2000 万左右。

高性能—同步电机及四象限能量回馈

高压变频器可以细分为通用型高压变频器和高性能（牵引型）高压变频器。高性能变频器可以实现精密控制和四象限能量回馈。高性能变频器的调速需求大于节能需求。通用型高压变频器国内已基本实现替代进口，但高性能高压变频器目前国内使用的基本为进口产品。目前国内企业中合康变频、利德华福可以生产。

利润高。以合康变频 2000kw 的高性能矿井提升机用高压变频器为例。售价 1000 万，单价高达 5000 元/kw，而通用变频器目前基本为 600 元/kw。高性能变频器单价是通用型的 10 倍。

图 14： 高压变频器负载类型



资料来源：华泰联合证券研究所

目前煤矿提升机的变频调速方式大部分为滑差电机调速、可控硅调速、基本都不是变频调速。与其他方式对比，变频调速调速范围宽广、节能幅度更高。普通的提速方式下，电机回馈的能量白白浪费在电阻上，也加重了变频器的散热难题。现在通过四现象的方式，将电能有效的回馈电网。之前制约高压变频调速推广的因素主要是价格，随着变频器的国产化，这个瓶颈已经消除。

专用负载需要用高性能变频器，约占市场份额 20%，主要为矿井提升机、高速机车牵引等。目前，矿井提升机每年市场需求在 30-50 套，金额在 4.5~7.5 亿左右。

表格 8：矿井提升机市场

全国矿井数量	个	15,000	15,000	15,000
变频器价格	万元/套	1,000	800	500
		乐观假设	中性假设	谨慎假设
改造比率		30%	20%	10%
市场总规模	亿元	450	240	75

资料来源：华泰联合证券研究所

从上表可以看出，矿井提升机的市场巨大，加上井下变频器的市场，煤炭行业是高压变频器新的蓝海。我们预计随着煤炭行业的进一步整合，实力雄厚的能源集团将更有能力与意愿投资变频器，矿井提升机用变频器未来每年的规模超过 20 亿元。

中低压变频：高性能与伺服

高性能—绑定大客户 开发高端市场

中低压高性能变频器主要集中在起重、冶金和电梯 3 个领域。这三个领域也是中低压变频应用市场最大的领域之一。目前国内企业如英威腾和汇川技术都已经实现了技术突破和实际供货，未来发展可期。

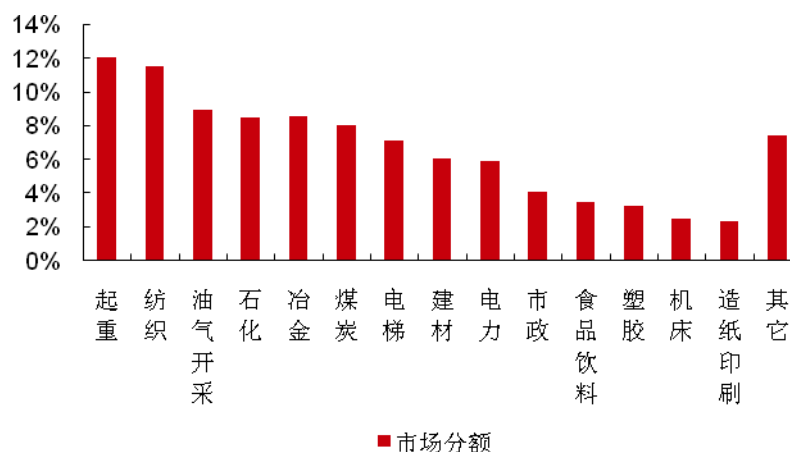
表格 9：高性能中低压变频器

功率	运行方式	份额	市场规模(亿)	国内代表企业
起重机械 大	闭环矢量，四象限	15.7%	13.5	英威腾
冶金轧机 大	高精度，高响应，过载	11.2%	9.6	英威腾
电梯 中低	高精度，高响应	9.3%	8	汇川技术、新时达

资料来源：华泰联合证券研究所

从下图可以看出，起重、冶金和电梯这三个中低压变频最高端的应用领域，也是中低压变频较大的下游市场。

图 15：中低压变频器负载类型



资料来源：华泰联合证券研究所

高性能的中低压变频器与下游设备的工作方式精密相关，具体而言就是与电机的运动模式相关，不同场合的电机运动模式差异极大（急停、加速、反转等）。通过捆绑下游大客户，开发出有针对性的产品是极好的销售方式。

英威腾和汇川技术与世界上最大的港口起重机生产商—振华港机合作，为振华港

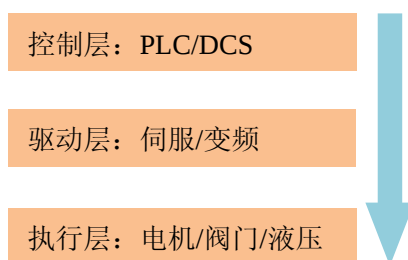
机开发定制化的中低压变频器；汇川技术收购了电梯生产商江南嘉杰的变频器生产企业－苏州默纳克合作，从而开发出电梯专用变频器。**英威腾与汇川都是与下游客户合作，从而直接、迅速的获得对应行业的控制系统经验。**根据招股说明书披露，英威腾已经与中冶科工下属企业合作，进军冶金中低压变频市场。

伺服—工业自动化 中低压变频精密控制拓展

中国目前工业自动化的程度仅为日本的 1/4，相当于日本 80 年代的水平。随着装备升级和劳动力成本上升，工业自动化还有显著的提升空间。日本著名工业机器人制造商安川机电表示，2010 年海外订单强劲的增长主要是由中国的需求产生的。

伺服系统是工业自动化的重要一环。伺服系统包括伺服驱动和伺服电机。

图 16： 高压变频器负载类型

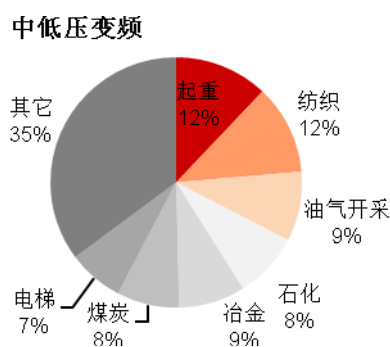


资料来源：华泰联合证券研究所

通俗一点讲，**伺服系统就是能精确控制运动部件的位置、速度、角度的系统。伺服系统门类很多，现在大家提到的基本都属于交流伺服。**除了控制系统不一样外，伺服的电机要求也比变频高很多，基本上为同步电机，功率在 12KW 以下。

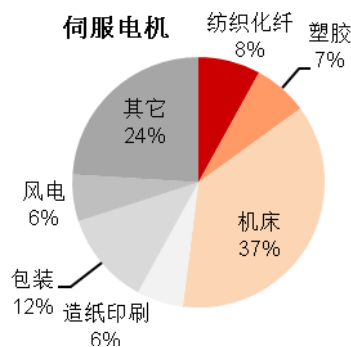
伺服系统是中低压变频的升级，在控制精度更高的场合用伺服，其余用中低压变频。所以伺服和变频有重叠，但不完全一样。

图 17： 中低压变频市场分布（2008）



资料来源：华泰联合证券研究所

图 18： 伺服市场分布（2008）



资料来源：华泰联合证券研究所

从上表可以看出伺服系统更多是在精密控制的领域得到应用（机床、包装、纺织等），而中低压变频则是在起重、油气开采、石化等精密度要求不高的重工业使用广泛。**随着产业升级，原来以使用中低压变频为主的纺织企业也逐渐过渡到使用伺服系统。**

表格 10：伺服和变频对比

	伺服	变频
控制系统价格	较高	较低
位置传感器	需要	不需要
电机功率	<12kw	<355kw
电机类型	同步	异步

资料来源：华泰联合证券研究所

左端是带伺服装置的纺织机。为了提高纺织服装的附加值，现在的纺织物结构越来越复杂，原来只需要用低压变频器控制的针线进给，精度已经不够了，现在需要用伺服装置来完成。右端是机械手，由伺服系统控制每个关节的动作。机械手可以代替简单的人的手工劳动，在汽车、半导体等生产线有广泛的应用。

图 19： 高端装备/产品需求



资料来源：华泰联合证券研究所

图 20： 工业自动化需求



资料来源：华泰联合证券研究所

伺服系统的市场规模也一直在增长，增速维持在 15% 左右，2010 年的伺服市场达到 30 亿。

图 21： 伺服市场规模



资料来源：华泰联合证券研究所

按照发达国家的经验，伺服的市场应该和中低压变频一样大。目前我国中低压变频市场每年在 150 亿，伺服只有 30 亿。从这一点上，伺服还有很大的增长潜力。

和火电脱硝这种政策性刺激产生的市场不一样，伺服市场是由产业自身的需求驱动的，产业升级换代是长期性的趋势，不会一蹴而就。企业的自动化改造投资也是一个渐进的过程。

重点公司关注

英威腾（002334）

公司已经从简单生产中低压变频器的企业，逐渐转变成为以运动控制为核心，充分发挥公司变频、伺服、运动控制器的协同效应，不断开拓新的领域。

公司通过不断的吸收、参股优秀的团队，已经将自身的业务拓展到伺服、运动控制领域。公司参股香港固高公司，以固高公司作为运动控制平台，未来可以应用于多种产品（可生产一体化伺服系统，代替 PLC）。而公司也将把上海御能作为伺服系统主要研发、生产平台，快速进入机床等新领域，伺服业务的利润也有望大幅增长。

目前，公司仍有 3 亿元超募资金尚未使用。未来，公司还将计划再搭建两个基础性技术平台，以及两个应用技术平台，以丰富公司的产品线。公司“外延式”的扩张仍将持续。

从 1~2 月经销商提交的订单情况看，低压变频的订货量增长同比超过 60%，超出市场预期。

公司 2010 年报预计，2011 年公司收入达到 8 亿元（不考虑上海御能的情况下），同比增长 58.8%。按照目前的行业发展，以及公司市场份额提升的背景下，公司传统业务收入有望超过 8 亿元是大概率事件。

2010 年上海御能净利润 700 万元，从公司收购公告看，上海御能 2011 年净利润至少达到 1700 万元。**伺服系统行业的快速发展，以及上海御能有充分的动力释放业绩，所以我们预计净利润有望超过 2,500 万元。**

综合考虑公司股权激励成本，我们预计公司 2011 年净利润有望达到 1.78 亿元，实现 EPS 1.46 元。目前，公司股价 57.98 元，对应 2011 年 P/E 为 39.7 倍。

考虑到公司后续仍有收购计划，以及 2012 年公司防爆变频器、电梯一体化机等新产品的放量，我们预计公司 2012 年有望实现 EPS 2.02 元，对应 2012 年 P/E 为 28.7 倍。

汇川技术（300124）

公司传统业务主要为低压变频器。随着伺服系统市场的兴起，公司将更多的精力放在了运动控制领域。

公司在技术方面见长，将工业控制作为通用技术平台，在低压变频业务快速增长的同时，不断寻求新的突破。**未来，公司在伺服系统，以及工业运动控制领域将有更加广阔的发展。**

公司在技术方面可谓是国内一流，通过“内生式”的持续增长，不断扩大自身的发展领域。公司将自身定位于高端，认为自己最主要的竞争对手为 ABB、西门子等外资知名品牌。

在伺服系统市场，公司通过自身的技术优势，不断开拓各个细分市场。尤其在注塑机领域的发展，也使得公司近几年伺服系统的收入出现爆发式的增长。从 2008 年收入 165 万元，到 2010 年有望达到 1 亿元。随着公司在起重机市场，以及机床领域的不断拓展，公司 2011 年伺服系统仍将出现快速的增长。**我们预计，公司 2011 年**

伺服系统的收入有望超过 2 亿元。

除了伺服系统外，公司也在积极需求新领域的发展。未来，公司在新能源汽车控制，以及光伏逆变控制系统都具看点。

我们预计，公司 2010~2011 年的 EPS 分别为 2.10、3.22 元。目前，公司股价 133.40 元，对应 2011 年 P/E 为 41.4 倍。

荣信股份（002123）

我们认为，未来电网 FACTS 将成为主流，DVR（动态电压恢复器）、UPFC（统一电能质量控制器）等新技术将会大规模应用。

公司以电力电子为通用技术平台，在 SVC、通用型高压变频等传统产品快速发展的同时，也在向其它领域积极拓展。**未来公司在专用高性能高压变频、串补、光伏逆变器、有源滤波，以及余热总包工程方面都将面临爆发式增长。**

其中，专用高性能高压变频、光伏逆变器、有源滤波是公司传统变频装置的延伸，而串补则是 SVC/SVG 业务的拓展。凭借公司雄厚的研发实力，以及在冶金、电力等行业丰富的营销网络，公司的新产品更容易被市场所接受，有望得到快速增长。

公司通过控股北京信力筑正新能源技术有限公司，已经完成了余热总包工程的跨行业拓展。信力筑正已经入选发改委、财政部公布的首批节能服务公司的备案名单中。未来信力筑正可以更加充分的利用金融杠杆，迅速扩大自身的业务。

同时，公司与信力筑正已经形成了良好的互补关系。信力筑正可以通过公司在冶金、电力等行业完善的销售网络获得更多的订单，而公司也可将自身的 SVC/SVG、高压变频等产品通过信力筑正进行打包销售。

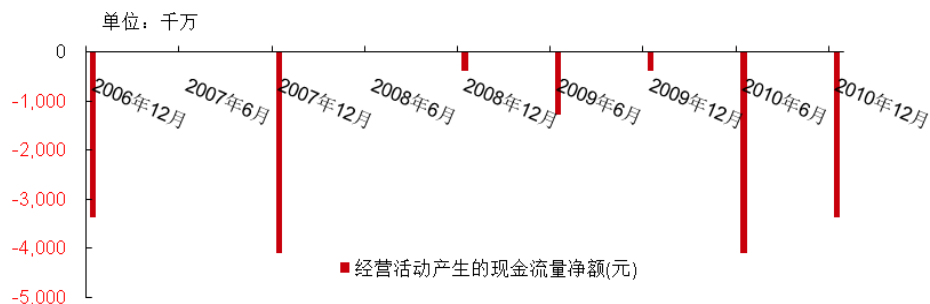
公司参与了中石油西气东输管线 24MVA 变频器项目的研制；同时，公司还参与了中海油 LNG 56MVA 特大功率变频器项目的研制。在大功率、高性能高压变频领域的丰富经验，也使得公司在矿井提升机变频市场具有广阔的发展空间。**我们测算，未来矿井提升机用变频器未来每年的规模超过 20 亿元。**而目前的市场规模则仅为 4~5 亿元，市场空间广阔。

我们预计，公司 2010、2011 年的 EPS 分别为 0.8、1.21 元。目前，公司股价 39.97 元，对应 2011 年的 P/E 为 33 倍。

合康变频（300048）

合康变频的高压变频器市场占有率排名第二（10%，2008 年数据），在国内企业中排名第二。合康的成长来自于过硬的技术外（清华技术团队），充足的现金也是支撑其扩张的重要因素。

图 22：合康变频经营净现金流



资料来源：华泰联合证券研究所

因为高压变频器单台金额大（百万），回款期长（1 年），若是合同能源管理（EMC），回款期会更长。合康数次的融资保证了其扩张。所以应收账款的周转速度和现金的充裕度是高压变频器企业扩张的关键。

我们判断，高压变频器竞争格局将保持平稳，目前价格已处于地位，下降空间有限。2010 年通用型高压变频器的价格在 600 元/kw 的水平，在这个价格水平，只有排名前五的企业才能实现盈利，所以我们认为这个价格将会保持。

公司已经开发出高性能的高压变频器（矿井提升机），2010 年实现销售收入 4,600 万，毛利高达 64%。由于交货时间推迟，所以我们预计 2011 年公司矿井提升机用高压变频的收入将出现明显增长。根据测算，未来每年矿井提升机用高性能变频器的市场规模有望达到 20 亿元，市场空间广阔。

公司还开发出针对煤矿的防爆变频器，2011 年上半年有望实现收入。公司也组建了专门针对煤矿企业的销售团队。

除了巩固在高压变频器的地位外，公司还准备进军中低压变频器市场。从理论上讲，高压变频器就是“变压器+低压变频器”，所以我们认为高压变频器企业进军中低压并不存在太大障碍。武汉的中低压变频器生产基地基本建设完成，将在 2011 年上半年实现销售。

我们预计，公司 2011~2012 年的 EPS 分别为 1.28、1.79 元。目前，公司股价 52.8 元，对应 2011~2012 年的 P/E 分别为 41.3、29.5 倍。

附录：变频技术介绍

转速调节

工业生产的大量动作需要靠电动机来完成，如传送带、起重机、风机、水泵等等。或是生产工序要求，或是节能需要，经常需要调节电机的转速。

电机节能方式

电机的损耗分为很多种，变频是通过改变电机的运行方式来节能，而有些损耗是由电机本身的结构决定的，调节电机转速并无帮助。

变频调速

在变频调速技术成熟之前，直流电动机的调速特性被公认为是最好的，只需要调节输入电压即可。但由于直流电机存在换向器，制造复杂，造价较高，所以目前仅用在调速性能要求较高的场合应用 - 如电动汽车和用直流电源(电池)供电的小型电机。

图 23： 电动机转速公式

$$n = n_0(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s)$$

f_1 :频率 P :电极对数 S : 转差率

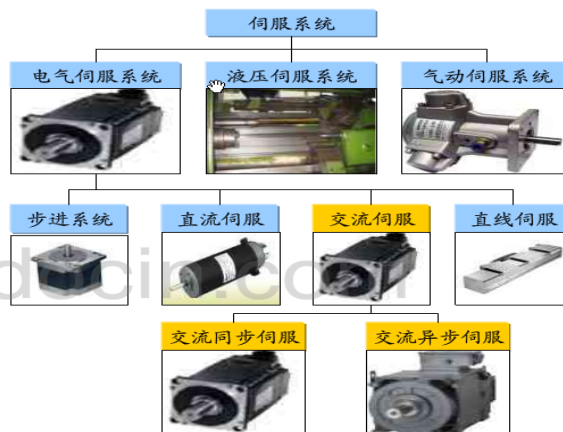
资料来源：华泰联合证券研究所

交流电机的转速由三个因素决定：转差率、磁极对数和供电频率。磁极对数一般由电机结构决定，难以调节；调节转差率会带来比较大的负面效果，要不就是电机效率较低，要不就是电机转矩下降，电机失去过载能力。同时调节转差率只能使转速在5%以内波动，调节范围狭小。所以最好的转速调节方法，就是调节供电频率。

伺服系统

未来发展方向：高精度、高速度、大功率。

图 24： 伺服系统分类



资料来源：华泰联合证券研究所

伺服系统的组成一般包括三块，如下图所示：

图 25： 伺服系统分类



资料来源：华泰联合证券研究所

更复杂的零部件加工需要更精确的运动控制，伺服系统能很好的满足这一要求。

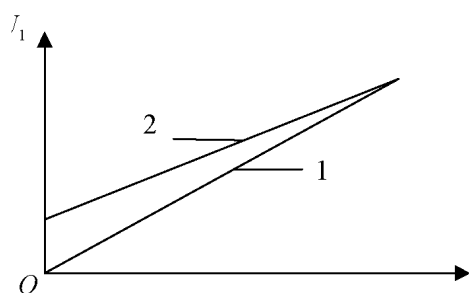
变频方式

频率的改变会带来主磁通（气隙磁通）的变化。频率降低，主磁通升高，会带来磁路过饱和，励磁电流增加，铁心过热，也是不允许的。频率升高，主磁通降低，会带来转矩的降低，电机负载能力下降。

所以理想的变频应该是频率降低时（基频以下），为了避免过载，要降低电压，保持磁通恒定。此称之为恒磁通调速，即 $E/f = \text{常数}$ 。频率升高（基频向上）时，由于电压不能高于额定电压，所以此时主磁通降低，负载能力降低。所以频率升高不适合拖动恒转矩负载。

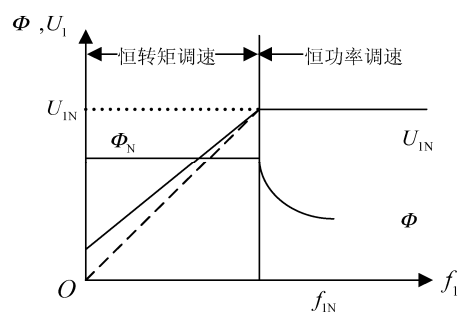
变频调速必须按照一定的规律同时改变其定子电压和定子频率。

图 26： 变频调速时的 E/f 曲线



资料来源：华泰联合证券研究所

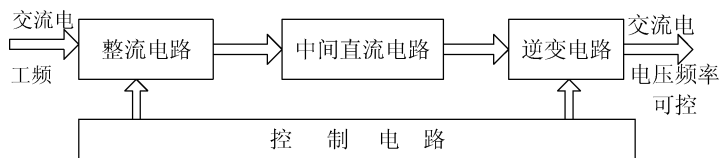
图 27： 异步电机变频调速时的控制特性



资料来源：华泰联合证券研究所

目前大部分的变频器都为交-直-交变频器，即工频交流通过整流器变成直流，然后再把直流变换成频率、电压均可控制的交流。

图 28： 交—直—交变频器结构



资料来源：华泰联合证券研究所

目前的变频器一般工作在 PWM 方式（脉冲宽度调制，Pulse Width Modulation, PWM）。在逆变电路部分同时对输出电压的幅值和频率进行控制的控制方式。PWM 通过高频对半导体开关元件进行通断，改变输出脉冲的宽度来达到控制电压的目的。

在 PWM 方式下，变频器按控制方式可分为 V/f （压频）控制、转差频率控制和矢量控制。

V/f 控制

V/f 控制同时调节电压与频率，使其比值保持不变，磁通恒定。 V/f 是一种转速开环控制，原理简单，控制电路简单，负载可以是通用标准异步电动机，通用性强，经济性好。但缺点是：1. 当频率升高时，为了保持磁通不变（否则过饱和），电压需下降，造成电机输出下降，负载能力减弱。这时候为恒功率工作模式。2. 当频率下降，电压同步下降到一定程度时，定子上面的阻抗压降就不可以忽略，需要适当提高逆变器的输出电压，保证异步电机的输出转矩，不影响电机的低频工作性能。3. V/f （压频）控制本身还是标量控制，没有考虑异步电机是一个多变量耦合关联的非线性系统，异步电机内转矩和磁链是电压和频率的函数，在高动态控制时（快速改变转矩），电机的动态响应性能较差，无法做到精确控制。同时偏离额定转速的低频状态下，难以保持磁链稳定，或者导致铜损和铁损增加。

矢量控制

矢量变换控制是 20 世纪 70 年代原西德 Blaschke 等人首先提出来的。其基本思想是把交流异步电动机模拟成直流电动机，能够像直流电动机一样进行控制。

采用矢量控制可以提高变频调速的动态性能。根据交流电动机的动态数学模型，利用坐标变换的手段，将交流电动机的定子电流分解为磁场分量电流和转矩分量电流，并分别加以控制。

然解耦的直流电动机的控制方式，对电动机的磁场和转矩分别进行控制，以获得类似于直流调速系统的动态性能。

可以说， V/f 调速只是间接的控制决定转矩和转速的量（气隙磁通），而矢量控制直接控制决定转矩和转速的电流和频率。同时矢量控制是闭环控制，精度更高，响应速度更快。

限制,尚难以实现这个等级的直接高压输出,而单元串联式的输出电压能够达到 10kV 甚至更高,单元串连结构决定了这类变频器很容易实现模块化设计,适合大批量生产,形成产业化规模,所以在我国得到广泛应用,尤其在风机水泵等节能领域,几乎已经形成垄断的态势。

发展方向

高压变频

1. 无速度传感器。无速度传感器矢量控制技术,是在不增加成本的情况下,大幅提高控制性能。高压变频器由于输出电压电流波形比较理想,相对低压变频器而言,实现无速度传感器矢量控制的难度有所降低。
2. 水冷却技术。在变频器工作时,流过变频器的电流是很大,变频器产生的热量也非常大。变频器的故障率随温度升高而成指数的上升,使用寿命随温度升高而成指数的下降。环境温度升高 10 度,变频器平均使用寿命减半。10kv 及以上的变频器,必须采用水冷技术。
3. 三电平变频器。因为 IGBT 目前最高耐压 3300v,中国目前大功率电机多为 6kv 和 10kv,要实现高压变频,只能采用功率器件串联的方式。随着高压大功率器件的发展,三电平高压变频器性能将会有大的提升,相对目前广泛应用的功率单元串联型高压变频器,三电平高压变频器的结构更简单,稳定性更好。并且随着功率器件价格下降,三电平高压变频器将具有成本优势。
4. 直接高压变频器(高-高)。高-低-高型变频器采用变压器实行输入降压,输出升压的方式,其实质上还是低压变频器,只不过从电网和电机两端来看是高压的,是受到功率器件电压等级技术条件的限制而采取的变通办法,需要输入,输出变压器,存在中间低压环节电流大,效率低下,可靠性下降,占地面积大等缺点,只用于一些小容量高压电机的简单调速。直接高压交-直-交变频器直接高压输出,无需输出变压器,效率高,输出频率范围宽,应用较为广泛。
5. 大功率变频器:电流源型。电流源型在低压变频器的发展中已然被淘汰,但在高压变频器中电流源型有一个非常重要的优势就是采用此结构对器件要求不高,同时可实现大容量应用,如西气东输项目中采用的功率达 2 万 kW 的西门子变频器就是采用电流源型,而电压源型就很难做到,而且电流源型也更易控制,所以电流源型在大容量领域还有一定的发展空间高性能变频器主要特点是控制性能好和能量回馈功能。

低压变频

1. 交流同步电机。

交流同步电动机已成为交流可调传动中的一颗新星,特别是永磁同步电动机,电机获得无刷结构,功率因数高,效率也高,转子转速严格与电源频率保持同步。同步电机变频调速系统有他控变频和自控变频两大类。自控变频同步电机在原理上和直流电机极为相似,用电力电子变流器取代了直流电机的机械换向器,如采用交一直一交变频变频器时叫做“直流无换向器电机”或称“无刷直流电动机(BLDC)”。传统的自控变频同步机调速系统有转子位置传感器,现正开发无转子位置传感器的系统。同步

电机的他控变频方式也可采用矢量控制，其按转子磁场定向的矢量控制比异步电机简单。

2. 能量回馈。

普通的变频器，整流侧使用二极管，电机在制动模式下，电能无法回馈回电网，只能在变频器内接电阻，把回馈能量消耗掉，但这样会造成效率下降和变频器过热。高性能变频器整流侧也采用功率器件，工作在双 PWM 模式下，能量可以回馈回电网。

功率器件

功率器件的发明使电力电子成为可能，变频调速是电力电子最大的应用领域。功率器件成本的下降是变频调速得到大规模的应用。

IGBT 广泛应用在各种电压源型 PWM 变频器中，具有开关快，损耗小，缓冲及门极驱动电路简单等优点，但电压电流等级受到导通压降限制。IGBT 目前做到 3300V，1200A。

GTO 是在晶闸管基础上发展起来的全控型电力电子器件，目前的电压电流等级可达 6000V，6000A。GTO 开关速度较低，损耗大，需要庞大的缓冲电路和门极驱动电路，增加系统的复杂性和成本，使其应用受到限制。

图 32： 半导体器件分类



资料来源：华泰联合证券研究所

目前市场上两大主流的 IGBT 供应商日本三菱和德国英飞凌市场份额和技术水平相当，虽然二者合计占到世界 IGBT 市场的 70-80%，但两者互为牵制，没有在 IGBT 市场形成垄断的可能。其次，TYCO 等中小品牌也陆续推出了较多新产品，其综合产品性能已经接近甚至达到三菱和英飞凌同类产品水平，纷纷通过降低价格、承诺更好的售后服务等方式扩大市场份额。再次，国产 IGBT 企业成长很快，由归国人员创办的几家 IGBT 企业虽然目前规模还不小，但很多产品已可以替代三菱和英飞凌。

风险提示

- 随着新进入者的增加，高压变频器单价在过去两年不断下滑。从 1000 元/kw 下降至现在 600 元/kw 的水平，企业毛利也受到打压。在目前的价格上，只要市占率前五的企业可以通过规模效应维持毛利，行业形成了一定软门槛。但若高压变频新进入者持续增加，高压变频器的单价继续下滑。
- 中国制造业的景气度下滑导致企业不愿意投资自动化产品。随着劳动力成本上升，企业有意愿投资自动化产品取代人力，但新的固定资产投资（自动化设备）是建立在未来企业前景看好的基础上。若企业判断制造业或简单加工业的产能出现向人力成本更低的地方转移（如西部或者外国），则不会进行进一步的投资。



华泰联合证券评级标准:

时间段 报告发布之日起 6 个月内
基准市场指数 沪深 300 (以下简称基准)

股票评级

买 入 股价超越基准 20%以上
增 持 股价超越基准 10%-20%
中 性 股价相对基准波动在 $\pm 10\%$ 之间
减 持 股价弱于基准 10%-20%
卖 出 股价弱于基准 20%以上

行业评级

增 持 行业股票指数超越基准
中 性 行业股票指数基本与基准持平
减 持 行业股票指数明显弱于基准

免责声明

本研究报告仅供华泰联合证券有限责任公司(以下简称“华泰联合证券”)客户内部交流使用。本报告是基于我们认为可靠且已公开的信息,我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性,也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更。我们会适时更新我们的研究,但可能会因某些规定而无法做到。

本报告所载信息均为个人观点,并不构成所涉及证券的个人投资建议,也未考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。本文中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。某些交易,包括牵涉期货、期权及其它衍生工具的交易,有很大的风险,可能并不适合所有投资者。

华泰联合证券是一家覆盖证券经纪、投资银行、投资管理和证券咨询等多项业务的全国性综合类证券公司。我公司可能会持有报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易,还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。

我们的研究报告主要以电子版形式分发,间或也会辅以印刷品形式分发。我们向所有客户同时分发电子版研究报告。

©版权所有 2011 年 华泰联合证券有限责任公司研究所

未经书面授权,本研究报告的任何部分均不得以任何形式复制、转发或公开传播。如欲引用或转载本文内容,务必联络华泰联合证券研究所客户服务部,并需注明出处为华泰联合证券研究所,且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

深圳

深圳市福田区深南大道 4011 号香港中旅大厦 25 层
邮政编码: 518048
电 话: 86 755 8249 3932
传 真: 86 755 8249 2062
电子邮件: lzrd@mail.htlhsc.com.cn

上海

上海浦东银城中路 68 号时代金融中心 45 层
邮政编码: 200120
电 话: 86 21 5010 6028
传 真: 86 21 6849 8501
电子邮件: lzrd@mail.htlhsc.com.cn