

## 御风而行——荣信股份助力我国风电产业发展

○ 学生记者 王磊

### 荣信的自主创新之路

荣信电力电子股份有限公司是国家发改委支持的高新技术企业，上市公司，中国高压大功率电力电子领域的领军企业和国内最大的高压无功补偿设备SVC制造商。

荣信股份的前身为鞍山创联电力电子有限公司，成立于1995年。成立之初，荣信就明确了“以高新技术引领企业发展”的基调，依托强大的自主创新能力和不断超越自我的精神，十余年间，从最初只有4名员工迅速发展为拥有员工千余人，年产值超过10亿元、市值超过100亿元的企业；从最初的学习国外先进技术，到自主创新研发高端技术，再到世界领先的SVC制造商，荣信用自己的智慧与努力，让世界见证了中国民族装备制造业的不断发展与壮大，在促进民族经济发展的同时也将脚步迈向了国际市场。

发展至今，荣信股份的产品已从最初的单一产品发展到多个系列数十个技术分支产品：

○ 柔性交直流输配电系列：高压无功补偿装置SVC、静止无功发生器SVG、串联补偿器TCSC、有源滤波器APF等；

○ 电机变频调速与节能系列：高压变频器HVC、高压软起动器VFS等；

○ 新能源技术系列：光伏逆变器、风电变流器等；

○ 矿井安全自动化与节能系列：矿用智能瓦斯排放器MABZ、矿用防爆变频器、矿用防爆SVG等；

○ 数字式电力自动化系列：继电保护装置、配网自动化系统、电子互感器与合并单元等；

○ 定制电力技术系列：高、中、低压固态开关SSTS、故障限流器FCL等；

○ 工业余压、余热发电技术等。

全线产品已具备从发电、输配电到客户端为客户提供电能质量、优化控制与节能降耗等系统化解决方案的能力，广泛服务于电力、冶金、煤



炭、有色金属、石化、风力发电、太阳能发电、电气化铁路、船舶等领域，产品出口至德国、意大利、土耳其等欧洲国家，印度、越南、泰国等亚洲国家，尼日利亚、埃及等非洲国家以及巴西等南美洲国家。

目前，荣信已形成国内领先的研发技术力量，建有省级企业技术中心和省级工程研究中心，并与清华大学、北京交通大学、华北电力大学、西安交通大学等国内电力电子行业顶级高校建立了密切的技术合作关系。荣信还建成了世界先进水平的电力电子试验基地，下设电力电子试验室、风电设计研究院、国际合作研发中心等研发机构，拥有66kV/16000kVA高压变电站、各容量等级电力电子产品系列全载实验中心等设施，能够满足从系统仿真（RTDS）到全载试验的全过程检验检测需要。

同时，荣信是国内率先通过德国TUV、欧盟CE、瑞士SGS公司ISO9001质量管理体系认证、

ISO14001环境管理体系认证和OHSAS18001职业健康安全管理体系认证的高科技企业，产品设计规范完全符合国际标准。企业具备强大原始自主创新能力，拥有各类专利40余项、软件版权10余项；承担了中国国家级重大科研项目23项，并成为两项国家标准的制定单位。

### 进军风电领域的先行者

随着我国新能源产业迅速发展，荣信股份于2007年率先进入风电领域。

荣信股份能够为风电建站提供从规划、可研、评估到场内设计、升压站设计以及设备制造、工程施工等系统解决方案，其自主研发的动态无功补偿装置SVC、静止型无功发生器SVG、风电变流器等装置，均达到国际先进水平，在风电领域发挥着至关重要的作用。

### SVC

目前国内风电行业应用的SVC，60%以上由荣信股份提供。荣信SVC能够稳定风电场节点电压，降低风电功率波动对电网电压的影响。在系统发生短路故障情况下，SVC的动态无功调节能力可以加快故障切除后风电场内部和接入点电压的恢复过程；在风速变化情况下，SVC可以使风电场电压的波动明显降低，对风电设备安全运行和稳定电能质量作用十分显著，是风电并网不可或缺的保障。

### SVG

作为无功补偿的另一重要分支，SVG在响应速度、稳定电网电压、降低系统损耗、增加传输能力、提高瞬变电压极限、降低谐波等方面性能优越，并能够节省占地面积。在风电系统故障期间，机组需要大量无功功率来完成电压的恢复。通常，风电机组出于对自身保护的需要，在遭受大扰动后风电场将与系统解列，退出运行。这种情况不利于大型风电场系统稳定。荣信SVG能够有效帮助风电场在电网发生故障后恢复电压，提高风电场的故障穿越能力，确保风电机组连续运行及电网安全稳定，对风电并网具有十分重要的意义。

### 风电变流器

风电变流器属于风电机组中最为核心的部件

之一，也是风电机组国产化的最大瓶颈之一。荣信股份凭借在电力电子领域的雄厚技术和研发实力，在国内率先突破变流器在研发、生产、制造等方面的一系列技术难题，研制出基于IGBT和PWM变流技术的直驱型风电变流器。

目前世界风力发电市场上典型的风力发电系统有以下几种：

失速型风力发电系统、双馈型变速恒频风力发电系统以及永磁直驱型变速恒频风力发电系统。

其中，失速型风电系统结构简单，可靠性高，成本较低，适于大批量生产。但是风速波动会直接转化为电磁转矩的变化。对系统造成机械应力；不能有效地利用风能，效率低；不能向电网提供无功支持；

变速恒频风电系统，具有可以在较宽转速范围内运行，能够实现最大风能捕获，可对输出有功功率和无功功率进行控制等优点，但多级齿轮箱仍然维护量较高，在电网故障如电压跌落时产生较大的过流，可能造成变流器的损坏，以及实现低电压穿越与动态无功支持的控制策略相对复杂等问题；

永磁直驱型变速恒频风力发电系统，由于省去了齿轮箱，使得系统效率、寿命和可靠性大大提高，维修量大大降低。与双馈型变速恒频风电系统相比，更容易实现低电压穿越功能。近年来随着永磁材料性能的不提高、价格的下降，永磁直驱型变速恒频风力发电系统+全功率变流器已经成为一种更具趋势性的方案。

我国“十一五”规划已经将大力发展风电产业作为重点发展产业，并将“大功率风电机组研制与示范”列为国家科技支撑计划重大项目，其中包括“1.5MW以上直驱型风电机组控制系统及变流器的研制及产业化”等16个课题的研究。荣信1.5MW直驱型风电变流器的研发，从起步就站在了风电变流技术的前沿。

### 前沿：荣信1.5MW风电变流器

风电变流器为大型成套装备，属国家重点发展和推广的电力电子节能技术产品。荣信1.5MW直驱型风电变流器的研发内容具体包括：变流器主电路设计，变流器整流单元设计，变流器逆变单元设计，变流器制动单元设计，变流器操作盒硬件、软件设计，PLC选型及编程，变流器控制机

硬件、软件设计，变流器整流单元结构设计，变流器逆变单元结构设计，变流器制动单元结构设计，总体布局设计等。

在直驱型风力发电系统中，全功率变流器是永磁同步发电机与电网之间的桥梁。永磁同步发电机发出的交流电是随着风的变化而变化的，不能直接接入电网。变流器的机侧对幅值和频率变化的交流进行PWM整流，整流后的直流经变流器的网侧进行PWM逆变，将直流逆变成幅值和频率稳定的交流，经滤波器、升压变压器并入电网。其系统原理如图1所示：

风电变流器的机侧接入永磁发电机的两个绕组，根据主控系统转矩指令，机侧1#绕组控制系统控制1#桥单元，机侧2#绕组控制系统控制2#桥单元，进行PWM整流，从而实现变流器对永磁同步发电机的控制。变流器的网侧输出接到升压变压器并网，根据直流电压和主控下无功功率，网侧控制系统采用矢量控制技术控制三个桥单元，将有功和设定的无功经滤波器送入电网。如果单独运行网侧逆变单元，可以作为静态无功发生器（SVG）使用，对电网进行无功补偿。控制系统采用三个DSP分别对变流器的电机侧1#绕组、电机侧2#绕组和电网侧进行控制，在三个DSP之间采用高速串行总线进行通讯以协调机侧和网侧之间的工作。

产品结构如图2所示，其控制系统原理如图3所示。

荣信1.5MW直驱型风电变流器产品具有如下技术特点：

多DSP分布控制、具有极强的实时性；双PWM整流，四象限运行；有功无功充分解耦，可以根据电网需求进行无功补偿；良好的电网适应能力；长寿命直流支撑电容；采用光纤隔离技术，有效防止电磁干扰；具有过压、欠压、过流、短路、开路、过速、过热、过湿、通讯、防雷等完善的保护功能；标准通讯接口，如CAN Bus、Profibus、RS485、光纤接口等，具有远程控制功能；液冷方式使设备具有高可靠性、高环境适应性，运行更加稳定；符合工业现场运行的要求；模块化的设计，缩短了维护时间等。

目前，该项目前期技术已被列入国家科技支撑计划，并已申请多项国家专利和软件著作权。主要成果为：

1、一种可变电电压等级恒功率输出的变流器，



图1：直驱型风力发电系统

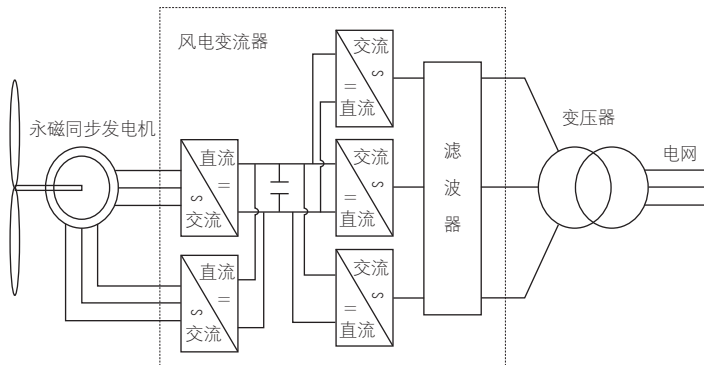


图2：主回路示意图

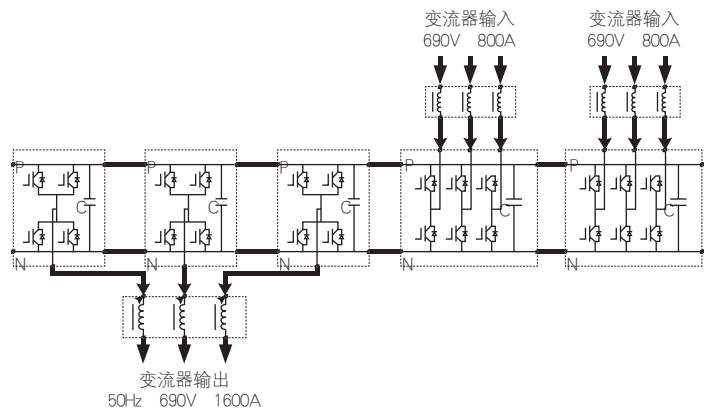
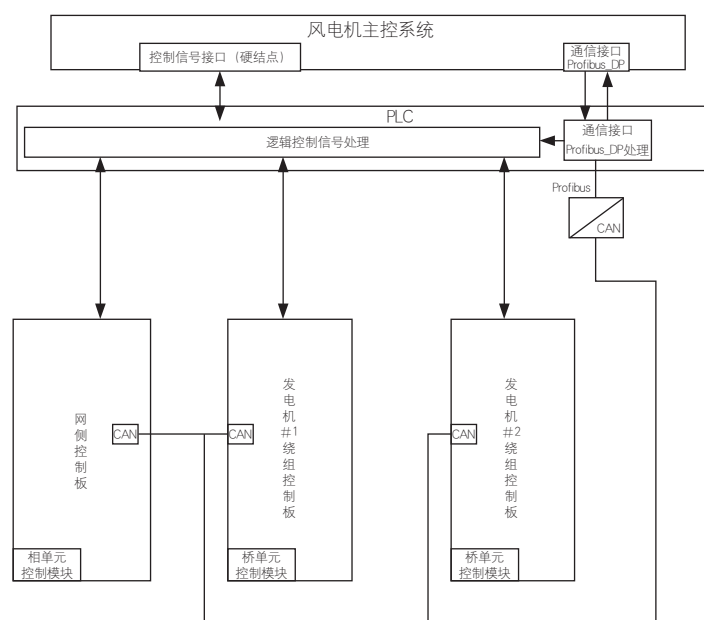


图3：控制系统原理图



整体技术达到国际同期先进水平，拥有全部自主知识产权；

2、能够实现四象限运行的变频调速技术，该项技术已应用在“在矿井提升机中应用的高压变频调速系统”中，应用研究领域具有自主知识产权，为我国进一步将大功率电力电子技术应用于输电和配电系统提供了宝贵经验；

3、IGBT功率器件的选型、三电平PWM变流技术，该项技术已成功应用在公司开发的SVC、SVG、大功率变频调速装置等新产品中，其整体技术达到国际先进水平，取得多项国家专利。

4、一种低功耗的变流器全负载试验方法，该方法结构简单、制作成本低、能量损失较小。可解决在有限的厂内电源容量的条件下进行大型变流器出厂的全负载试验问题，并可验证变流器的全负荷通过能力，功耗只有试验功率的2~3%，解决了只有电源容量足够的情况下才能做变流器全负载试验的局限性。

### 未来：助力核心技术及装备的国产化

我国风电建设的大力发展，为风电设备制造业创造了一个持续规模化的市场发展空间。目前给国内主要风电整机厂商供货的变流器企业主要是国际企业，国内的风电变流器还在风场小规模应用阶段。

随着国产兆瓦级风电机组的迅速增长，直驱型风力发电机组在整体风电市场的份额也有大幅的增长。由于与直驱型风电机组配套的为全功率型变流器，所以全功率变流器的份额也将会随之加大，并且在增速上将快于双馈型变流器。

1.5MW风电变流器产品为目前主流1.5MW风电机组的关键配套产品，市场发展空间巨大。而作为机组核心关键技术的变流技术与装备的国产化，不仅可以在技术方面保护机组可靠运行，保障电网安全稳定，而且可以为风电设备制造企业带来显著的经济效益。虽然目前国产变流器的市场份额还小，但国产化将成为必然趋势。

荣信股份作为国内高压大功率电力电子行业的领军企业之一，将在原有技术优势和市场基础之上，进一步加大在风电、光伏等新能源领域的研发步伐。同时也将与国内其他企业和科研机构一道，共同推进关键领域核心技术以及重要装备国产化的进程，为我国在以新能源为驱动的新一轮经济发展中取得新成就而不断提供助力。