

## 主题：风能专题分析（各厂家竞争态势）（转）

### 一、世界风电发展现状与经验

风力发电具备大规模商业化运作的条件：风力发电在可再生能源中技术最为成熟，过去20年里风力发电成本下降了80%，成为发电成本最接近火电的新能源。这使得风力发电具备了大规模商业化运作的基础。至2006年底，全球风电装机容量约为7422万千瓦，当年风电新增装机1500万千瓦。预计到2020年风力发电量比重可升至12%。

欧洲是风电发展的领先地区：

风力发电的领先国家有德国、西班牙、美国、印度、丹麦等，它们同时也是风电设备的制造大国。欧洲是世界上主要的风电市场和设备供应商。2006年全球风电装机容量7422万千瓦，其中欧盟25国总量为4855万千瓦，占65%。在全球风电制造业中，欧洲企业占据主导地位，在2006年全球已安装的风机中，欧洲企业生产的产品份额占85%，在2006年当年新增份额中占据75%，逐步形成了以丹麦的Vestas、西班牙的Gamesa、德国的Enercon、Siemens和Repower为代表的一批世界级风电制造企业。

目前，欧洲是世界各国风电制造企业的重要技术供应商，向世界各地输出技术已经成为欧洲风电产业的主要发展方向。世界风机双馈齿轮驱动技术、无齿轮直驱技术和混合驱动技术三大技术都是首先在欧洲发展起来的。我国30多家风电制造企业的原始技术均来自欧洲。欧洲以外的大型风电制造企业有美国的GE Wind和印度的Suzlon等。

世界风电设备技术发展的特点具体表现为以下三点：

单机容量不断增大；变桨变速恒频型风电机组取代失速型风电机组；发电机驱动方式由直驱式和混合式取代双馈式。

风电发展较快的国家，如德国、丹麦、印度等国的风电产业都无一例外的得益于政府对风电产业的政策支持。政府通过财政资助、税收优惠、专项低息贷款、国际援助项目等措施积极培育国内风电市场和风电设备制造企业。

### 二、我国风电发展现状？

我国风力资源储量：“三北”地区和东南沿海储量丰富。我国风能资源总储量为32.26亿千瓦。陆地10米高度层实际可开发的风能储量为2.53亿千瓦，近海地区可开发风能储量为7.5亿千瓦，共计10亿千瓦以上。

我国风电发展规划与相关政策：从2005年开始，我国加快了风电发展速度，不断出台各种扶持政策，促进风电产业发展。这些政策以《可再生能源法》为基础，主要涉及技术要求、国产化要求、价格扶持、上网保障、税收优惠、专项资金、产业发展等方面。有效的促进的风电产业的快速发展。国内企业逐步取代外国企业在国内的市场份额：随着我国风电装机容量的不断增长，国内有20多家企业陆续进入到风电设备生产领域，并逐步取代了外国企业在国内的市场份额。

国外风电设备制造企业在中国建厂情况：在中国努力扶持国内风电设备生产企业的情况下，国外企业开始转而实行在中国建立风电零部件生产基地的策略，主要生产叶片和齿轮箱等工艺要求较高零部件。

### 三、风电技术特点及发展趋势

目前大型风力发电机均采用水平轴式设计，即转动轴与风向平行。水平轴式风力发电机包括叶轮（由叶片和轮毂构成）、齿轮箱、发电机、塔架、基座、控制系统、制动系统、偏航系统等。其工作原理是由风力带动叶轮转动，叶轮通过主轴连结齿轮箱，叶轮产生的动

能经齿轮箱加速后带动发电机发电。

1、变桨变速恒频型风电机取代失速型风电机。

传统失速型风电机启动风速约为2.5-4 米/秒，风速12-15 米/秒时达到额定的输出容量。风速若超过25m/s，固定攻角的叶片就完全失速。

变桨调节技术是指根据风速的变化调整风轮叶片的安装角，当风速大于额定风速时，风机组仍可以保持稳定的输出功率。变速恒频风电机可根据风速变化调节发电机转速，以适应风速变化引起的风电机功率的变化，最大限度的利用风能，因而效率较高，同时可以较好的调节系统的有功功率、无功功率。因此变桨变速恒频型风电机将逐步取代风能转换效率较低的失速型风电机。

2、发电机驱动方式由直驱式和混合式取代双馈式。

风力发电机组中风轮驱动发电机的方式有三种方式：

第一种为双馈式，即风轮轮毂通过多级齿轮增速箱驱动双馈异步发电机；第二种为直驱式，由风轮直接驱动多极同步发电机；第三种为混合式，由风轮通过单级增速装置驱动多极同步发电机。直驱式在传动链中省掉了齿轮箱，降低了机械故障的概率和定期维护的成本，同时提高了风电转换效率和运行可靠性，但是电机的设计成本也有所增加。混合式驱动方式旨在综合上述两种驱动方式的优点，改进直驱式的不足。从国际市场来看，直驱式和混合式的市场份额逐步增大。

#### 四、我国风电发展现状

（一）我国风力资源储量：

“三北”地区和东南沿海储量丰富据中国气象科学研究院估算，我国风能资源总储量为32.26 亿千瓦。陆地10 米高度层实际可开发的风能储量为2.53 亿千瓦，近海地区可开发风能储量为7.5 亿千瓦，共计10 亿千瓦以上。风能资源丰富的地区主要集中在以下地区：

东南沿海和附近岛屿是风力资源最丰富的地区。东南沿海地区有效风能密度在200W/m<sup>2</sup>以上，沿海岛屿风能密度在500W/m<sup>2</sup>以上，可利用小时数为7000-8000小时。新疆北部、甘肃北部和内蒙古地区，如阿拉山口、达坂城、辉腾锡勒、锡林浩特的灰腾梁等，有效风能密度在200W-300W/m<sup>2</sup>，可利用小时数为5000-7000小时。

黑龙江、吉林东部，河北北部和辽东半岛的有效风能密度为200W/m<sup>2</sup>，可利用小时数为5000 小时，也是风能较丰富的地区。

上述地区是我国风能资源较丰富，风场条件较好，具有开发前景的主要区域。

目前中国已经建成的风电场平均利用小时为2300 小时，主要位于西北、华北、东北及东南沿海。我国并网风电建设规模较大的省份为：内蒙古、河北、吉林、辽宁、广东、新疆、黑龙江、宁夏、山东、甘肃等。

（二）、发展风电的政策支撑

1、风电价格扶持：《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》，风力发电项目的上网电价实行政府指导价，电价标准由国务院价格主管部门按照招标形成的价格确定。可再生能源发电项目上网电价高于当地燃煤机组标杆上网电价的部分等费用，通过向全国电力用户统一征收电价附加的方式解决。各省级电网企业按其销售量占全国的比例，分摊全国可再生能源电价附加额，其实际支付的可再生能源电价附加与其应承担的电价附加的差额，在全国范围内实行统一调配。

2、税收优惠：《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》，对包括大功率风力发电等新型能源设备在内的十六个领域，在条件成熟时，由有关部门制定专项进口税收政策，对

国内生产企业为开发、制造这些装备而进口的部分关键配套部件和原材料，免征进口关税或实行先征后返，进口环节增值税实行先征后返。同时，取消相应整机和成套设备的进口免税政策。为鼓励企业增加研发投入，《意见》还提出将加大企业研发投入税前扣除等激励政策的力度。

3、我国风电发展的具体目标：2007年8月国家发改委公布了《可再生能源中长期发展规划》，提出了风电发展的具体目标：

到2010年，全国风电总装机容量达到500万千瓦。重点在东部沿海和“三北”地区，建设30个左右10万千瓦等级的大型风电项目，建成1~2个10万千瓦级海上风电示范项目。到2020年，全国风电总装机容量达到3000万千瓦。建成若干个总装机容量200万千瓦以上的风电大省。建成新疆达坂城、甘肃玉门、苏沪沿海、内蒙古辉腾锡勒、河北张北和吉林白城等6个百万千瓦级大型风电基地，并建成100万千瓦海上风电。

### （三）、国内风机设备发展现状

随着我国风电装机容量的不断增长，国内有20多家企业陆续进入到风电设备生产领域，并逐步取代了外国企业在国内的市场份额。

国内风电设备的制造企业中，以新疆金风、东方汽轮机、大连华锐、浙江运达为代表，通过引进和消化国外风电设备生产企业的技术，形成了较大的生产规模。2006年，我国新增风电装机容量133.7万千瓦，其中内资企业占41.2%，外资企业占55.1%，合资企业航天安迅能（CASC-ACCIONA）占3.7%。内资企业的市场占比较2005年提高了11.8个百分点。

国内未来风电设备市场将以1.5MW以上机型为主：我国目前的风电机组仍以750千瓦为主。截至2006年，我国风电机组1MW以下得机组占总装机容量的70%，1MW-2MW之间的风电机型只占26%，2MW以上机型占4%。

根据国家发改委规划，我国未来的风电新增装机将以1.5MW、2MW机型为主，1MW以下机型所在比重将逐渐降低。因此具备1.5MW以上机型生产能力的企业将具有更强的市场竞争力。

国内企业中只有新疆金风、东方汽轮机和大连华锐具备1.5MW风电机组的生产能力，并都在研制2MW以上机型。2007年10月，湘电股份率先研制成功了2MW永磁同步风力发电机。同时该公司与日本原弘产合资（各占50%）的湖南湘电风能有限公司，生产的2兆瓦直驱式风力发电机组在内蒙古大唐国际卓姿风场正式并网发电，标志着湘电股份成为兆瓦级风电机组市场的有力竞争者。

#### 1、国内风电整机生产厂商

**新疆金风科技**：主要生产机型：600kW、750kW、800kW和1.5MW直驱式风力发电机组。大部分整机零部件依靠外购，正在研制2MW以上机型。2006年完成风力发电机销量445,200kW。

**大连华锐**：主要生产机型：1.5MW变速恒频双馈式风力发电机组。正在研制2MW以上机型。2006年完成风力发电机销量75,000kW。

**东方汽轮机**：主要生产机型：1.5MW变速恒频双馈式风力发电机组。2006年完成风力发电机销量9,000kW。

**湘电股份**：主要生产机型：2MW直驱风力发电机。2007年10月整机正式并网发电。2008年预计产能为160台。

**华仪电气**：主要生产机型：600kW、750kW、800kW，正在研制1.5MW以上机型。

**天威保变**：投资2.5亿用于风电整机项目。从英国GH公司引进1.5MW风力发电机组设计技术。预计2010年实现整机投产。

**长征电器**：合资设立艾万迪斯银河风力有限公司，投资3亿元，研制2.5MW风力发电机组。预计2009年实现整机投产。

**卧龙电气**：公司发行3.5 亿可转债用于风电设备国产化项目，将成为浙江上虞地区风电厂的主要设备供应商。

**银星能源**：公司具备1.5MW 风电机组的生产能力，并与宁夏发电集团合资设立公司，从事风力发电。

## 2、国内风电设备零部件生产企业：

风力发电机组组件共可分为叶片系统、电力系统、传动系统与控制系统。其中主要零部件有：叶片、齿轮箱、发电机、轮毂、主轴、电控系统、塔架等。在所有零部件中，叶片、轮毂、齿轮箱、发电机四个部件占到了总成本的50%。由于上述部件的技术要求较高，目前以进口产品为主，但国内已经有厂家开始生产。

**叶片**：材料为玻璃纤维增强树脂和碳纤维。随着风电机组单机容量不断加大，所需叶片的长度增加，制造难度也不断加大。兆瓦级的叶片是目前供应较为紧张的零部件。

**轮毂**：由球墨铸铁在零下40 摄氏度低温条件下铸造成形，是将叶片连接到主轴上的部件。风电机组对轮毂在低温条件下的抗疲劳性能要求很高。

**齿轮箱**：变速恒频双馈式风电机组的重要部件。风电机组对齿轮箱的质量要求较高，如果发生故障，维护成本很高，因此目前国内风机中多采用进口齿轮箱。国内能够生产风电齿轮箱的企业有南京高速齿轮箱厂、重庆齿轮箱厂和杭州齿轮箱厂等。

**发电机**：技术壁垒相对较低，国内生产厂家目前已经可以生产1.5MW 变速恒频发电机和2MW 直驱式永磁发电机等高端产品，进口替代性较强。

**轴承**：目前风电设备行业中最紧缺的零件。国内风电机组生产企业所需轴承主要来自瑞典 SKF、德国 Schaeffler 以及美国的 Timken 公司。国内企业已经开始研制风电机组轴承，但出于产品质量的担心，风电设备企业还未大量应用国产轴承。

### 国内风电零部件生产厂商

东方汽轮机是国内唯一批量铸造轮毂的企业

湘电股份 可生产1.5MW 变速恒频双馈式发电机和2MW 直驱式永磁发电机。

上海电机厂生产800kW 以下风力发电机。（其它厂家省略）

## 3、国外风电设备制造企业在华建厂情况

国外风电设备生产企业占我国风电新增装机容量的比重逐年下降：从2005 年70%下降到2006 年的55.1%，2007 年所占比重将进一步下降。其主要原因是：

发改委规定风电设备的国产化率要达到70%以上。

国内风电机组整机的售价低于国外风电机组价格，国外生产企业更加注重欧洲和北美地区的市场争夺。

在中国努力扶持国内风电设备生产企业的情况下，国外企业开始转而实行在中国建立风电零部件生产基地的策略，主要生产叶片和齿轮箱等工艺要求较高零部件。

丹麦 LM 天津、乌鲁木齐两个厂，生产1.5MW 风机叶片。

印度 Suzlon 天津，1.25MW，1.5MW 风电机组的总装，叶片、机舱罩、轮毂、控制系统、发电机的生产。

丹麦 Vestas 天津 2MW 风机叶片，整机组装。

美国 GE 在沈阳生产1.5MW 风电机组；在南京与南京高速齿轮厂合作生产1.5MW 风机齿轮箱。

西班牙 Gamesa 天津，2MW 风机叶片，发电机生产，整机组装。

德国 Nordex 山东东营，1.5MW 风机叶片，整机组装。

4、国内风电发展模式：项目建设，2003年开始施行特许权招标：是指政府在选定风电场建设项目后，规定项目建设规模、工程技术要求等条件，通过公开招标将风电项目的经营权交给中标的投资企业。

目前我国风电电价分方式：

(1) 政府审批电价，即按照风电项目的可行性研究结果核定的电价，截止2005 年该类上网电价最高1.2 元/kWh，最低0.46 元/kWh。

(2) 招标电价，2003 年到2006 年共有11 个风电特许权项目招标，中标上网电价最高0.519 元/kWh，最低0.382 元/kWh。

国产化要求：从2006 年开始，特许权招标开始采用项目投资企业和风电设备制造企业捆绑招标的方式。每个投资商必须与一个风电设备制造企业联合投标，风电设备制造企业须向招标方提交承诺函，保证提供国产化率达到70%的风电机组。投资商在中标后，只能采用投标书中确定的风电设备制造企业提供的设备。投资商与风电设备制造企业捆绑招标和国产化率70%的要求，保障了国内风电设备制造企业的市场空间，促进了风电设备的本土化生产。目前至少有5 家世界大型风力发电设备制造商开始本土化制造的准备工作。

## 5、中国风电发展前景：

### (1)、风电设备制造企业的发展前景

盈利水平还有较大的提升空间：国内市场风电机组的价格为7000—8000 元/千瓦。一台1.5 兆瓦的风电机组的售价约为1050 万至1200 万元。由于目前大多数风电整机生产厂商的零部件都为外购件，风电整机的毛利率仅为10%。相比之下，国外市场上风电机组的售价一般为9000-12000 元/千瓦，国外生产厂家的毛利率为15%-20%。我们认为我国风电设备制造企业的盈利水平还有较大的提升空间。

两种发展战略：风电设备制造企业的上游是风电机组零部件生产厂商，下游是风电项目投资商（多为大型电力公司和其下属专门从事风力发电项目投资的电力公司）。为提高盈利能力，掌握市场的主动权，风电设备制造企业开始形成向上游或下游扩展的两种发展战略。

战略一：向上游零部件制造业扩展，提高风电机组的毛利率。采用这种战略的代表企业有东方电机和湘电股份。目前，国内风电整机生产企业所需零部件大都从外部购买，致使毛利率较低。

**东方电机**：目前已经自主生产轮毂、发电机，并在天津设立了叶片厂，将于2007 年底投产，2008 年将达到300 套风机叶片的产能。

**湘电股份**：参股公司湖南湘电风能有限公司生产2MW 直驱式风力发电机组。湘电股份已研制成功了2MW 永磁同步风力发电机，可以替代从 ABB 进口的发电机。2008 年湘电股份形成180 台发电机的产能，以满足风电整机的生产需要。此外公司还积极筹划进入风电机组轴承生产领域。

战略二：向下游风电项目投资领域扩展，争取市场的主动权。采用这种战略的代表企业有金风科技和华仪电气。

**金风科技**：风电机组生产采取自主设计风电机组和零部件，外购零部件进行整机组装的方式。公司未来的发展方向将向风电项目投资领域扩展，不仅向风电项目投资商提供风电场规划、项目可行性评估、设备安装调试、项目工程监理等服务，还将利用自身经验直接从事风电场的投资开发。

**华仪电气**：凭借在风电场勘测方面的优势，同过风力资源勘测项目与风电场经营者达成风电设备采购协议，并积极合资参与风电场的开发建设。

未来主要竞争者：

**东方电气** 主要生产机型为1.5 兆瓦变速恒频双馈式风电机组，2006 年完成风力发电机销量9000 千瓦，预计2007 年生产1.5 兆瓦风电机组200 台，2008 年生产600 台。在手订单150。

**湘电股份** 主要生产机型为2 兆瓦直驱式风电机组，2007 年两台整机并网发电，2008年预

计产能160 台。在手订单15亿元。

**金风科技** 主要生产机型为600 千瓦、750 千瓦。开始生产1.5 兆瓦直驱式风电机组。正在研制2 兆瓦以上机型。2006 年风力发电机销量445200 千瓦，预计2007可生产1.5 兆瓦风电机组80 台，2008 年生产200 台。在手订单150 亿元。

**大连华锐** 主要生产机型为1.5 兆瓦变速恒频双馈式风电机组，2006 年风力发电机销量75000 千瓦,预计2007 年生产300 台，2008 年生产600 台。在手订单150 亿元。

东方电气股份有限公司的优势：

**具备1.5MW 机组批量生产能力：**东方电气下属东方汽轮机厂于2004 年与德国 Repower 公司签订风电机组生产许可证协议，公司目前已经形成1.5MW 变速恒频双馈式风电机组的批量生产。预计2007 年公司将生产风电整机200 台套。2008 年将达到600-800 台套。

**零部件自产能力强：**公司注重提高零部件的国产化率，已经自主生产轮毂、发电机、变频器，而且在天津设立的叶片厂将于2007 年底投产。虽然风电机组目前的毛利率只有8%，但随着零部件的自产化率的提高和生产规模扩大，未来的毛利率可增加到15%左右。

订单充裕，市场占有率有望大幅提升。风电整机在手订单150 亿元，其中今年新增订单60 亿元。第四批风电项目特许权招标中，内蒙古锡盟灰腾梁30万千瓦风电特许权项目由北方联合电力有限责任公司和以中广核能源开发有限责任公司为主的联合体同时中标，分别采用华锐风电科技有限责任公司和东方汽轮机厂的设备。这充分证明了东方电气风电设备的竞争力。

**市场资源优势：**东方电气集团与五大电力公司的长期合作关系，为公司未来在风电领域的发展提供的有利的支持。

湘潭电机股份有限公司的优势：

**形成2MW 直驱式风电机组批量生产能力：**湘电股份与日本原弘产合资（各占50%）的湖南湘电风能有限公司（以下简称风能公司），成功生产出2 兆瓦行业研究直驱式风力发电机组。风能公司现有风电机组订单115 台，总金额约13.42亿元。公司预计2008 年产量可达到160 台。按照国内风电机组7000 元/千瓦的价格估算，每台价格约为1400 万元。利润率为8%。

**自主生产2 兆瓦永磁同步风力发电机：**湘电股份生产的2 兆瓦永磁同步风力发电机是目前国内单机功率最大的风力发电机。与传统机型（双馈异步式）相比，具有效率高、维护简单、上网电源质量好等优点。2 兆瓦永磁同步风力发电机批量生产后，售价为320 万元/台，毛利率约为35%。扣除当期费用后每台净利润大约在80 万元左右。2008 年该型号电机产能有望达到180 台，预计2008 年利润贡献可达1.44 亿元。

**与大唐集团联手发展风电产业：**湘电股份与大唐集团结成稳固的战略联盟，合作开发风电产业。2007 年8 月，湘电股份与其风电战略合作伙伴中国大唐集团共同出资（股权比例：湘电股份70%，大唐集团30%）组建了“湘电福建风能有限公司”，在福建漳州地区打造沿海及海上风力发电机组的研发和制造基地。该项目总投资额为2.5 亿元，初步设计产能为100 台套。

**技术实力较强：**湘电股份是国家发改委“863 计划”确定的兆瓦级风电产业化基地。公司的企业技术中心在全国438 家技术中心评比中排名第98 位。

新疆金风科技股份有限公司的优势：

国内最早的风电设备制造企业，技术成熟，产业化程度高。自1998 年成立以来，不断吸收国外风电机组设计和生产技术，成为国内风电设备企业的龙头企业。截至2006 年末，金风科技的国产风力发电机组总装机数量1676 台，装机容量138.86 万千瓦。

**产业化程度高：**公司目前有德国、北京、新疆三大研发基地，新疆、北京、包头三大兆

瓦级风电机组制造基地，以及新疆、承德、宁夏三大750 千瓦风电机组总装厂。公司成熟机型是600kW、750kW，研发机型包括2500kW 和3000kW。预计2007 年可生产1.5 兆瓦风机80 台，2008 年可生产200 台。

**市场占有率高：**2006 年金风科技在中国新增风电装机市场占有率达到33.29%，位列第一。随着掌握风电整机技术的企业数量增加，金风科技的市场占有率将逐步下降，但仍具有较强的竞争力。2006 年第四批风电项目特许权招标中，内蒙古包头巴音20 万千瓦风电特许权项目由以龙源电力集团公司为主的联合体中标，将全部采用新疆金风科技股份有限公司的设备。

**建立了完整的零部件采购体系：**金风科技所需零部件由供应商按照金风科技的技术标准提供。公司已经建立起完整的零部件采购体系，而且国产化率逐步提高。除兆瓦级叶片、主轴轴承、制动器等少数部件仍需进口外，其他零部件基本实现了国产化。

**积极向下游产业发展：**金风科技在加强兆瓦级风电机组的研制和生产的同时，积极向风电技术咨询服务和风电场投资领域发展。

## 五、风电产业发展模式和投资建议

**风电发展模式：**特许权招标。2003 年起，国家发改委开始推行风电特许权项目招标，大规模商业化发展风电。特许权招标使风电上网价格明显下降，改变了风电场电量销售的困境，促进了风电设备的国产化。

**风电设备制造企业的发展前景：**国内市场风电机组的平均价格为7000—8000 元/千瓦。由于目前大多数风电整机生产厂商的零部件都为外购件，风电整机的毛利率仅为10%。我们认为我国风电设备制造企业的盈利水平还有较大的提升空间。为提高盈利能力，掌握市场的主动权，风电设备制造企业开始形成向上游或下游扩展的两种发展战略。

**投资建议：**从2007 年至2020 年，风电设备制造业将出现较快的发展，年复合增长率将超过19%。但随着竞争趋于激烈，只有资金实力、技术实力最强和市场资源最丰富的3 到5 家企业将成为最后的赢家。看好的上市公司有：东方电气、湘电股份、金风科技。

**结论：**从2007 年至2020 年，风电设备制造业将出现较快的发展，年复合增长率将超过19%。但随着竞争趋于激烈，只有资金实力、技术实力最强和市场资源最丰富的3到5 家企业将成为最后的赢家。

补充一点，本人认为上市公司中东方电气、湘电股份、金风科技、华仪电气、天威保变是最有实力胜出的企业，长征电器有可能，其他的诸如 ST 棱光，天奇股份、金山股份基本属于凑热闹。个人观点，仅供参考，不构成投资建议。

**注：**风电设备除了需要风电轴承外，还需要那些部件？风电机组所需要的零部件还包括，齿轮箱、发电机、叶片、轮毂四个大部件，而这些部件可以占到总成本的50%。由于这些的部件的技术要求也比较高，所以目前仍然以进口为主。分别来看一下各个零部件的介绍。

**齿轮箱：**变速恒频双馈式风电机组的重要部件。风电机组对齿轮箱的质量要求较高，如果发生故障，维护成本很高，因此目前国内风机中多采用进口齿轮箱。国内能够生产风电齿轮箱的企业有南京高速齿轮箱厂、重庆齿轮箱厂和杭州齿轮箱厂等。

**发电机：**技术壁垒相对较低，国内生产厂家目前已经可以生产1.5MW 变速恒频发

电机和2MW直驱式永磁发电机等高端产品，进口替代性较强。

**叶片：**材料为玻璃纤维增强树脂和碳纤维。随着风电机组单机容量不断加大，所需叶片的长度增加，制造难度也不断加大。兆瓦级的叶片是目前供应较为紧张的零部件。

**轮毂：**由球墨铸铁在零下40摄氏度低温条件下铸造成形，是将叶片连接到主轴上的部件。风电机组对轮毂在低温条件下的抗疲劳性能要求很高。