

# 风能简报

2010年第12期 (总第12期)

上海玻璃钢研究院有限公司技术经济情报研究室

2010年9月30日

## 市场分析

- ◇ 全球风电总装机容量 2010 年有望达 200GW
- ◇ 中国风能呈几何级发展
- ◇ 央企亏本抢滩海上风电之分析
- ◇ 海上风电不是闪电战而是持久战

## 整机要闻

- ◇ 东海大桥风电启动“升级版”
- ◇ 大型风电整机技术多元化是发展趋势
- ◇ 苏司兰在华拟建大功率风机厂弥补业务短板
- ◇ 外资联姻央企分享风电大餐

## 叶片信息

- ◇ 风电叶片制造工艺现状及我国目前市场格局
- ◇ 南车时代新材风机叶片走向国际市场
- ◇ 欧文斯科宁推出 Ultrablade™ 高性能织物
- ◇ 碳纤维复合材料在风机叶片上的应用动向

## 海外动态

- ◇ 丹麦风电发展生变数 或放弃继续发展陆上风电打算
- ◇ Dow 为中国和北美风能客户增加产能
- ◇ 歌美飒扩张中国风机制造
- ◇ 风力发电提供了近 10%的英国电力

### 全球风电总装机容量 2010 年有望达 200GW

据悉，全球风能理事会（GWEC）预测全球风力发电装机容量在 2010 年有望增长约为 40GW，总装机容量达到 200GW，到 2014 年再翻一倍达到 400GW。

GWEC 秘书长 Steve Sawyer 于 2010 年 9 月 23 日在德国胡苏姆国际风能博览会表示，风电市场仍然具有良好的发展前景和市场竞争能力。

此次的国际风能博览会于 2010 年 9 月 21 日至 25 日在胡苏姆举行，共吸引了包括中国在内的 30 多个国家的 80 多家参展商，参观人数超过 3 万人，是世界上规模最大的风力发电交易会。

GWEC 在对外发布的消息中预测，2010 年新增装机约有一半来自于新兴经济体和发展中国家。美国市场由于经济危机导致订单数量缩减，中国市场发展势头强劲，欧洲市场则相对保持稳定。到 2014 年增长仍将主要来自于中国、美国和欧洲市场，同时会有更多的国家进入风力发电领域，特别是位于拉丁美洲、北非和撒哈拉以南非洲的国家。

（国际新能源网）



### 中国风能呈几何级发展

#### 两年投入 9000 多万欧元 歌美飒大力挺进中国风能市场

风能的发展是势不可挡的，没有人怀疑这一点，风能的发展前景是非常好的。日前，歌美飒董事长乔治·卡费特在“中国风能峰会”上指出，中国风能呈几何级地快速发展。

在 2009 年，中国在能源市场上稳固了其作为一个高速增长市场的地位，风能发电能力增加了一倍达到 13.7GW。相比 2008 年，这一数目增长了 113%，使得全国的发电能力达到 26GW，中国由此成为世界上最大的风力发电市场。

去年，中国政府通过了建设七个风力发电基地的计划。风电基地的选择标准是该地区有持续的风力并已经接入了现有的国家电网网络，该地风力发电设施的建设将受到鼓励并且会得到优惠政策的支持，并且生产的电力将直接与国家电网连接。

考虑到风力市场的规模，以及专家和领导者对环境和污染问题的重视以及再生能源计划的落实，中国新能源领域发展将随着新五年计划的出台得到进一步的加强。

“中国计划到 2020 年实现可再生能源达到能源消耗的 15%，同时减排 40%至 45%的目标，开发取之不竭的风能对中国来说非常关键。”乔治·卡费特表示，“接下来 5 年间，歌美飒将重点发展中国风能市场。2010 年至 2012 年期间，将在中国投资 9000 多万欧元以满足当地发展需求，在中国推广 G9X，G10X 机型以及海上风机系统。”

乔治·卡费特进一步说：“歌美飒的目标是强化其在中国风能领域前五大领军者之一的地位，在中国最具风能商机的地方，和本地合作伙伴一起满足客户对产品和服务的需要。”

“世界上十大风能制造商两大在中国市场发展。因此不管你是风能的供应商、开发商、合作伙伴，或者是其他的合作商，中国机遇很大。”摩根士丹利可再生能源投资业务主管黄守仪表示，“未来，风能方面的资本将进一步壮大。同时，还有更多的合作商和投资商参与进来，更多的公司进行可再生能源利用。”

（付碧莲）



## 央企亏本抢滩海上风电之分析

风电竞争日趋激烈，连本有希望取得利润回报的海上风电，如今也已走上低价竞争的末路。对于首轮 100 万千瓦海上风电超预期的低投标价格，业内人士皆大发感慨——必亏无疑！

国有大型发电企业的低价抢滩有其内在驱动力：国家发改委曾对新能源在电源结构中的占比做出强制规定，该比例的存在意味着，将来想申请更多的火电装机，就必须先提高新能源装机规模，而新能源装机的亏损可以通过火电装机盈利来弥补。

但是，大型发电企业的“圈海”早已完成，此前各地区在海上风电招商引资过程中都签有三方战略协议，早有“内定”的海上风电场利益集团关系是否会因此被重构？此轮海上风电招投标是在开场作秀么？

### 亏本抢滩

2010 年 9 月 10 日，我国首轮 100 万千瓦海上风电特许权项目招标在北京开标。参与竞标的企业以国企为主，华能、大唐、国电、华电、中电投五大发电央企及下属的新能源子公司均参与其中。

一份投标情况明细表显示，在此次的海上风电投标的 4 个项目中，除射阳外，其他 3 个地区都是中电投报出最低价。中电投报出的最低 0.6101 元/千瓦时的价格已接近陆地风电标杆上网电价。而由于底座要求更加坚固，需铺设海底电缆，以及维护工作需要专业船只和设备，海上风电的建设成本一般是陆地风电的 2-3 倍。

很显然，中电投在舍我其谁地延续其低价抢滩策略。

在此前刚刚结束的总计 280 兆瓦第二批光伏电站特许权招标项目中，中电投以 0.7288 元/千瓦时的最低价成为青海共和 30 兆瓦项目的最终中标者。而在 13 个招标的光伏电站项目中，中电投共中标 7 个项目，成为最大赢家。

价低者得志，紧随其后的海上风电的投标价格自然异常走低。

而国有大型发电企业对低价竞争有着更高的喜好和容忍度。在此次 4 个海上风电项目的分别投标中，前五位低报价者除中电投外，还包括大唐国际、大唐新能源、大唐联合体、中广核风力、国电电力、国电龙源电力、鲁能集团、河北建投新天绿色能源，以及中电投联合体，均有雄厚的国资背景。其中报价最高的龙源电力在滨海项目上的报价也不过 0.7016 元/千瓦时。

此前，海上风电只有上海东海大桥 10 万千瓦项目作为示范，其税后上网电价为 0.978 元/千瓦时，电价差距一目了然。对此，神华国华熟悉海上风电的某管理人士表示，“在地方政府补贴 0.17 元的情况下，海上风电要想盈利，上网电价至少要达到 0.80 元/千瓦时。”

在风电企业 CDM（清洁发展机制）补贴申请屡屡遭拒的情况下，低价竞争便更不可取。最近一次遭拒就发生在 9 月初，CDM 执行委员会（EB）再次拒绝注册中国提出的 10 个风电项目，而据了解，CDM 项目补贴收益占一般风电项目收益的 10%。

自从 2009 年 12 月，EB 宣布“砍掉”10 个中国风电 CDM 项目以来，已有数不清的中国风电项目分批次被拒签。其主要原因是，EB 对于中国风电项目是否在以低电价套取国际 CDM 资金补贴的疑虑一直没有消除。此次海上风电招标的低价竞争无疑将给 EB 提供更多的拒签理由。

而且，国有大型发电企业的低价抢滩，已经令“通过招投标试探海上风电电价底限”这一目标成为无稽之谈。

### 唯资源是从

不过，各大国企其亏本抢夺海上风电资源也有难言之隐。

2007年8月，国家发改委发布《可再生能源中长期发展规划》，为非水电可再生能源发电规定了强制性市场份额目标：从2010年到2020年，权益发电装机总容量超过500万千瓦的投资者，所拥有的非水电可再生能源发电权益装机总容量应分别达到其权益发电装机总容量的3%和8%以上。

从五大发电集团的电源结构看，截至2009年底，中电投和华能的风电装机占比最低，分别为1.47%和2.58%，其次是大唐，风电装机占比为3.43%。这可以解释中电投在新能源发电业务方面投资的生猛表现。

未来的趋势是，新能源在电源结构中的占比标准会越来越高，而优质资源是有限的，先下手为强，大型发电企业宁肯亏损也要完成“摊派”任务。而且，该比例的存在意味着，将来想申请更多的火电装机，就必须先提高新能源装机规模。

现在强制的新能源电源占比低，撬动的杠杆却很大，新能源装机的亏损可以通过火电装机盈利来弥补，这是大型发电企业敢于亏本抢夺新能源资源的根本原因。

另一方面，目前风电整机企业的销售大不如从前，但由于风电资源抢手，包括金风科技在内的一线风电设备供应商已开始从早期风电场勘探环节入手，切入风电资源，然后进一步投资、建设、运营，最后将建设好的风电场整体转让给大型发电企业。

风电设备供应商们敢于以BOT模式运营，看中的就是大型发电企业新能源装机的压力，毕竟风电的装机成本在可再生能源中依然是最低的，所以大型发电企业趋之若鹜。

“现在大型发电企业就是要装机容量，风电场建起来就行，发不发电以后再说，”业内人士表示，“将来减排的摊派指标会更高，完不成就得交高额碳税，因此风电场资产价格持续上涨。”

具体到本轮江苏省海上风电的竞争，其实早在2005年底就已经开始了。由于竞争激烈，地方政府也并不轻易将资源放手。

以本次招标中的江苏省东台市为例，该市发改委原副主任刘洪目前退居二线，专职负责该市的海上风电业务，他曾对媒体表示，“各路投资商通过各种渠道游说政府，表达（投资）意向和许诺条件的太多了。”

据了解，“条件”并非是“红包”，而是要满足当地政府的GDP欲望—想获得海上风电资源的大型发电企业，需要捆绑住风电设备供应商在当地投资建设产能。有知情人士对记者表示，“想知道谁能中标，就看看谁在当地有投资项目，风电场所在地必有大型风电制造基地。”

记者了解到，上海电气风电设备制造项目已经在东台落户，目的是为满足神华国华（江苏）风电有限公司20万千瓦风电项目建设要求。而在滨海，中电投早已投下巨资。

此外，2009年8月，大丰市政府、龙源电力与金风科技便签订合作协议，在大丰市风电产业园和海上（潮间带）风电场开发上开展全面合作。

2009年12月，射阳县人民政府、中广核中电风力发电有限公司、银河艾万迪斯风力发电有限公司就在射阳临港工业区建设海上风力发电成套机组项目和开发建设海上风场项目等事宜，签订三方《风电产业发展战略合作协议》。

值得注意的是，这些投资主体在此轮海上风电招标中的投标电价分别在各地区名列前茅，似乎一切早有安排。

从“三公”原则的角度出发，如果最终招标结果与上述战略投资协议的安排别无两样，海上风电的首轮招投标将彻底沦为一场作秀。最终结果如何，还需等待政府为我们揭晓答案。

（证券市场周刊）



## 海上风电不是“闪电战”而是“持久战”

随着国家首个海上风电特许权招标项目的启动，我国海上风电序幕正式拉开，沿海各省市热情高涨，纷纷制定本地区的规划。

水电水利规划设计总院预计：到 2015 年，我国海上风电累计装机有望达到 500 万千瓦；到 2020 年，累计装机有望达到 3000 万千瓦。各大发电、能源和风机企业秣兵厉马，决心抓住这一难得机会。

从世界各国经验来看，与陆上风电相比，海上风电装机规模不大、项目建设难以长期持续，因此业界有人认为，我国海上风电的争夺更像是“闪电战”。然而，金风科技认为：这不是一场“闪电战”，而是一场需经受时间和市场考验的“持久战”，风电机组的技术路线、性能、生命周期成本、运营维护等方面将接受苛刻的考核。

### 直驱永磁：可靠性、免维护突出

海上机组比陆地难以接近，维护成本很高，因此对机组的可靠性和免维护性能要求更高。

金风科技负责人对《中国能源报》记者说：“直驱永磁技术设计不仅在机舱内零部件少（如没有齿轮箱），而且发电机组转速低，在机组和变桨中也都采用了免维护和少维护的设计，可靠性大幅提高。风电巨头西门子、GE 等公司也纷纷涉猎永磁直驱领域。另外，金风科技针对中国沿海地区地质情况不同、风资源不同的环境特点，采用 S 类设计，即保证机组的高可靠性，又保证了投资商有较好的收益。”

摩根士坦利在其《亚太区风力发电研究报告》中称：“直驱风力发电机组在海上风电市场中具有竞争优势，因为减少的齿轮箱维护成本超过了增加的初始投资。同时，为了解决没有齿轮箱会增大风机重量和体积的问题，引入了永磁技术，永磁直驱技术还具有自身励磁的优势，大幅降低电的损失，可以提高总体效率 3-5%。”

彭博社新能源财经在其近期风电研究报告中也明确表示：“未来海上大风机 5.0MW 及以上将向直驱永磁方向发展。”

### 变换策略：5 兆瓦升至 6 兆瓦

海上风电机组的单机容量日新月异，有人形容为各企业的“军备竞赛”，这有其道理。因为海上风电场基础成本所占比重大，为分摊基础成本，就要求单机容量相对陆上机组容量更大。由于市场招标价格是不包括塔筒价格，塔筒越多，其成本及额外成本也会越高，这奠定了风机大功率化的基础。

为更好地适应市场需求和进一步降低海上风机基础成本，前不久，金风科技做出决定，将已在研制中的 5.0MW 直驱永磁机组研制容量升级至 6.0MW。据悉，2011 年金风科技将完成 6.0MW 永磁直驱风力发电机组的总体设计及零部件详细设计，2012 年 6 月底前首台样机安装。

据悉，6.0MW 机组采用的永磁直驱技术与金风科技已经进行小批量化生产的 2.5MW 机组技术路线基本相同。金风科技此次研制的 6.0MW 海上直驱永磁风机，能有效降低机舱重量和结构尺寸，与市场其他同级别产品相比，机组单件吊装重量更轻，具有单机容量大、千瓦配套费用低、发电效率高、市场竞争能力强等优势。

### 两项措施抗台风

此外，从抗台风的技术上来说，金风科技技术人员对记者表示：“金风科技主要采取两个措施：结构件、叶片、塔架等根据现场历史资料进行加强处理；从控制策略的角度考虑，一方面直驱机组在停机时处于自由状态，这对机组的载荷比较有利，大部分部件的载荷比叶轮锁定状态能够减少

10%-20%；另外，台风来临时，从控制上也会进行偏航处理，使最主要的部件载荷最小。”

今年7月份，金风科技在江苏大丰建立了综合海上风电产业基地，其中包括海上风电服务中心、备件中心，也是从运营的角度考虑，通过专业队伍，最短时间处理出现的问题。依托目前建立的江苏大丰生产基地，海上机组的运输成本也将得到最好的控制。

金风科技董事长武钢对记者表示：“海上风电的开发有很多风险因素在里面，整机厂商做海上风电一定要有丰富的陆上风电经验。海上风电对设备可靠性要求非常高，因为海上施工的成本比陆上高得多，维修一次就可能使得整个项目的投资回报打水漂。而机组设备的高可靠性是需要成熟的研发和不断试验来实现的。金风科技力求为客户打造产品生命周期内所耗成本最低的风电机组，成为风电领域的长跑冠军。”

（中国能源报）



## 整机要闻

### 东海大桥风电启动“升级版”

#### 将新装3.6兆瓦、5.0兆瓦两台试验风机

上海东海大桥海上风电将启动“升级版”测试，为二期工程扩大风力发电规模“探路”。记者昨天从承担东海大桥风电场施工安装任务的中交三航局获悉，该企业已承接东海大桥附近一台3.6兆瓦和一台5.0兆瓦试验风机的安装任务，比目前风电场3兆瓦风机在装机容量上又有新突破。

我国首个海上风电场—上海东海大桥10万千瓦海上风电示范项目，已于今年7月全部并网发电。34台3兆瓦风电机组每年可发电2.6亿千瓦时，可供20余万户居民用一年。中交三航局在该风电场的施工与安装中，通过自主创新，解决了在水深10米的近海深水段实施海上整体吊装过程中，风机整机与基础承台对接时的缓冲和精确定位等关键问题。

继成功实施东海大桥海上风电示范项目后，三航局又承接了东海大桥附近一台3.6兆瓦和一台5.0兆瓦试验风机的安装任务。据了解，这是规划中的东海大桥海上风电场二期工程的一部分。

二期工程位于东海大桥西侧，拟安装3.6兆瓦机组30台，按照南北方向间距1000米、东西方向间距800米布置，同时分别安装3.6兆瓦和5.0兆瓦海上风电样机各一台，工程总装机容量为11.66万千瓦。

近日，三航局又带着已有的技术专利，角逐我国首轮海上风电特许权项目招投标。此轮集中在江苏的海上风电特许权项目招标，除了海滨、射阳两个各装机容量30万千瓦的近海深水段项目，还有大丰和东台两个各装机容量20万千瓦的潮间带项目。目前，世界上暂无在潮间带建设风电场的先例，大丰和东台风电场将成为世界首创。

（何连弟）



### 大型风电整机技术多元化是发展趋势

一般来讲，投资建设风电场有三个因素比较关键，其一：风资源；其二：电价；其三：电网接入。上述三个方面对于可持续发展风电事业至关重要、缺一不可。

在风资源、电价和电网接入三个因素中，风资源与风电整机技术联系最紧密最直接。然而，风资源由于受到地理位置、年份、高度的影响，不同地点的风资源相差很大。正是由于风资源的多样

性决定了大型风电整机技术的多元化发展趋势。概括性地讲，风速高的地方安装高风速风机，风速低的地方安装低风速风机；地势平坦、交通便利的地方安装大容量风机；寒冷的地方要安装耐低温风机；风沙多的地方安装耐沙尘暴风机；气候湿润的地方或海上风电场安装耐腐蚀风机。具体说明如下：

### 第一 单机容量大小的多元化发展趋势

一般来讲，千瓦级风机安装在地势较高的山区、丘陵或兆瓦级风机不易运输到的地带；兆瓦和多兆瓦级风机可以安装在地势平坦的陆地和海上风电场，具体安装风机单机容量大小还与当地的地质、风况、安装高度等因素有关。由于地理位置、风况、交通等因素的复杂性和多样性，风机单机容量未来将呈现多元化发展态势，某种单机容量的装机份额决定于该机型适合的风电场市场份额、开发商发展进度等。

### 第二 高、中、低、微等多风速机型多元化发展趋势

不同地点的风资源差别较大，有的属于风资源非常丰富地带，有的属于风资源丰富地带，有的属于风资源可利用地带。某种风机装机市场份额取决于各类风资源的份额，我国中低速风资源占据的市场份额较大，未来中低速风机装机容量将有较大的增长空间。

### 第三 发电技术的多元化发展趋势

目前市场上的风力发电技术有双馈式风机、直驱式风机和研究中的超导式风机。其中，双馈式风机经过风电建设、运行的长时间考验，技术上是最成熟的风机，也是投资风险较小的风机。风机质量的关键在于整机系统设计的合理性、供货商的产品质量和生产商的生产管理技术。

直驱式风机被认为是有发展潜力的风机，目前兆瓦级风机已有多家厂商在小批量生产。但是，具体运行性能还有待实际来检验。今年上半年，一些地区沙尘暴时，风电场的一些直驱式风机停机离网就说明了这一点。因此，新技术诞生后一定要经过生产实际的长期检验，否则将给我们生产实际带来预料不到的损失。直驱式风机还处在发展的初级阶段，产品经过不断完善后，未来将占据一定的市场份额。

超导式风机被认为是风机行业的技术革命，也是距离实际应用最遥远的技术，这种技术与设想能否变成现实，还需要研究人员付出艰辛的努力，同时，也有待于生产实践的长时间运行考验。如果一切顺利，超导式风机在未来的市场格局中也将占据一席之地。

综上所述，由于风资源的复杂性和多样性，由于不同地点的风电开发进度的差异性，未来大型风电整机技术将呈现多元化的发展趋势。

（华夏新能源网）



## 苏司兰在华拟建大功率风机厂弥补业务短板

全球第三大风能发电公司印度苏司兰能源集团，没能在中国首轮风电招标中分上一杯羹，但是这家公司并不甘心。苏司兰董事长谭缙近日在北京抛出了一个掘金中国海上风电的计划。

“我们计划在中国投资 6.1MW 的风机制造工厂。”刚刚参加完天津达沃斯论坛后，谭缙在接受《第一财经日报》专访时表示，“中国首轮海上风电招标，竞标的企业并没有使用我们的产品。”

没有采购苏司兰的风机，是因为这家企业在中国的工厂目前生产的最大风机功率只有 2.1MW，尚满足不了海上风电对风机的功率要求。

9月10日，中国首轮 100 万千瓦海上风电特许权项目招标在北京开标，央企中国电力投资集团在 2 个项目中投出 0.6101 元/千瓦时最低电价，虽然这一价格被一些专家认为会让运营企业亏损，不

过谭缙依然认为中国海上风电前景非常好。

目前，欧洲海上风电普遍采用的是 3~5MW 机型。谭缙认为，中国的海上风电采用的风机最少应该是 3MW。

而这一功率的机型，目前国内风机制造商华锐风电、金风科技等几家企业都能够生产。此外，华锐风电等几家企业正处于 5MW 样机的制造阶段，更大功率的风机也处于研发阶段，如 8MW 的风机。

“我们正在国内替瑞能公司在中国寻找合作伙伴，希望与一家具有海上工程作业经验的中国企业合作，建设生产基地，生产 6.1MW 的风机，这些风机将全部供应给海上风电市场。”谭缙说。

现在，由于中国国内市场竞争非常激烈，苏司兰不得不将中国作为其全球风机供应基地。谭缙透露，公司计划从 2011 年开始通过中国工厂出口风机。这也是外资风机制造商企业第一次通过中国工厂出口风机，也是最大的一单。

谭缙说：“我希望将中国作为苏司兰风机制造基地，供应海外市场出口，因为中国的风机制造成本是全球最低的。”

(第一财经日报)



## 外资联姻央企分享风电大餐

全球风机制造商和风场开发商歌美飒公司日前在上海宣布，将在未来的两年内，投资 9000 万欧元，同时联合中广核风力发电有限公司（以下简称中广核）和大唐可再生能源公司（以下简称大唐能源），拓展在华风能业务。歌美飒称，到 2011 年，其在中国风机销量占其公司总销量将是 2009 年的两倍，达到风机总销量的 30%。

值得注意的是，歌美飒此举，是在其风机销售在华市场份额日益缩小，而中国政府补贴国内风电市场手笔日益加大的背景下，采取的最新应对措施。据记者了解，2006 年和 2009 年，歌美飒在华市场份额分别是 33% 和 4%，相比之下，金风科技在上述两个时期的市场份额分别是 23% 和 20%，国内目前风头很劲的华锐风电的市场份额已达 23%。

东方证券行业研究员邹慧表示，“风机厂商联合央企的目的可能有两个：第一，维护其在中国市场地位；第二，为未来争取其风机产品中标风场建设特许权招标，打下伏笔。毕竟，海外风机制造商在目前条件下，要在中国风电场扩张中取得稳定收益，仍较遥远。”

(中国产经新闻报)



### 叶片信息

## 风电叶片制造工艺现状及我国目前市场格局

目前国外风机叶片大量采用复合材料制造，并向大型化、低成本、高性能、轻量化、多翼型和柔性化方向发展。而国内的风机叶片起步晚，离高性能叶片的要求有一定的距离。目前国外大的风力机叶片厂家已积极抢滩中国，如 LM、Vestas、Gamesa 以及 Suzlon 等均已入驻天津，就地生产叶片，占据了很大的市场份额。国内的主要厂家如中复连众、保定惠腾等均有引进技术。国家对可再生能源的支持，加快了风力发电的发展速度，也为我国的大型复合材料叶片开发提供了一个不可多得的发展机遇。面临着巨大的市场需求和强劲的国际竞争，我国大型复合材料叶片有着巨大的

发展机遇与挑战。

### 一、风电叶片制造工艺发展现状

传统复合材料风力发电机叶片多采用手糊工艺制造。手糊工艺的主要特点在于以手工劳动为主，简便易行、成本低，但效率亦低、质量不稳定且工作环境差，多用于中小型叶片的成形。因此手糊工艺生产风机叶片的主要缺点是产品质量对工人的操作熟练程度及环境条件依赖性较大，生产效率低，而且产品质量均匀性波动较大，产品的动静平衡保证性差，废品较高。特别是对高性能的复杂气动外形和夹芯结构叶片，还往往需要黏接第二次加工，黏接工艺需要黏接平台或型架以确保黏接面的贴合，生产工艺更加复杂和困难。

叶片最新发展的成型方法是 RTM，即树脂转移模塑成型法。将纤维预成型体置于模腔中，然后注入树脂，加温加压成形。RTM 是目前世界上公认的低成本制造方法，发展迅速，应用广泛。应该指出的是 RTM 是该法的一个总称，其中可有多种分支。生产大型叶片多用的是 VARTM 和 SCRIMP 法。VARTM 即真空辅助 RTM 一边抽真空一边注入树脂，此时只用单面模具，另一面用真空袋。SCRIMP 即西曼复合材料熔塑成形法，为美国人西曼所发明，仅需单面模具且要求简单，另一面亦为真空袋，适用于制造大型复杂制件。TPI Composites 公司已用该法制造了 30m 长的叶片。Vestas 公司和 Gamesa 公司都采用了预充填的方法，该方法将预充填层切成合适的尺寸并放进上、下模段中，一个空心的翼梁也被分层覆盖在一个芯轴柄上。塑料薄膜被铺在三个模型之上，并利用真空法将多层纤维压缩在一起并挤走任何隐蔽的气泡。在真空状态时将模型加热到 120℃，环氧树脂聚合物将变成黏度非常低的材料，空气释放有助于预充填层固紧在一块，几分钟后，升温使环氧树脂聚合物固化，固化之后，将塑料薄膜移走，将叶片部件黏合成一体。

随着叶片技术的发展，热塑材料得到了应用。LM Glasfibre 公司用玻璃钢、碳纤维和热塑材料的混合纱丝制造叶片。这种纱丝铺进模具，加热到一定温度后，塑料会融化，并将纱丝转换成合成材料，这可能使叶片的生产时间缩短 50%。

### 二、我国风电叶片市场格局

#### 1、国内企业

2008 年 5 月，国内从事风电叶片的厂家数目仅为 30 个，而仅仅两年后，这一数字迅速上涨了 3 倍，达 120 余家。其中形成批量生产能力的企业有十几家，外资企业主要以维斯塔斯（Vestas）、GE、艾尔姆（LM）、哥美飒（GAMESA）为代表，国内企业以中航惠腾、中复连众、中材科技为代表。国内企业的市场份额占到 70%，这其中，大部分都是三家巨头的份额。”

据了解，企业数量迅速扩张的背后，是叶片的供不应求和高利润率。目前风电叶片行业的平均利润率超过 10%，但叶片仍处于供不应求的状态。

这种态势下，越来越多的企业蜂拥进入叶片制造业，整个行业的利润率正在逐渐摊薄。在行业看低的形势下，也成为叶片寡头们并购扩张和延长产业链的大好时机。

#### 2、国外企业

世界上多数主要大型风力发电机组制造商都自己生产叶片。在独立大型叶片制造企业中，丹麦 LM Glasfiber A/S 是一个世界上领头的风力机叶片制造商，并且是唯一以全球基础运营的供应商。LM 公司活跃在所有主要的风能市场上，在全球 8 个国家建有生产厂，具有在亚洲(印度有两个厂，中国有两个厂)、北美洲和欧洲可扩展的生产能力。LM 公司在乌鲁木齐、天津和秦皇岛建立了艾尔姆玻璃纤维制品有限公司，全球目前运行的风力机，每 3 台风力机就有一台配装该公司的叶片。

Vestas 集团，包括以前的 NEG Micon 是世界上最大的风轮机制造商，其产品在全球 6 大洲的 40 多个

国家运行，在他们制造的 44m 长、V-90 型 3.0MW 风电机中的叶片的梁采用了碳纤维。长期以来，Vestas 一直积极参与黑龙江省的风电开发。截至 2009 年 12 月底，维斯塔斯已在中国安装超过 2000MW 的风机，成为中国风电市场最重要的成员之一。西班牙歌美飒在他们旋转直径为 87m(G87)和 90m(G90)2MW 的风机的叶片中采用了碳纤维/环氧树脂预浸料，G90 叶片长 44m，质量约 7t。

### 3、风电叶片生产企业发展的方向

#### 抢占海上风电叶片市场

在未来 2-3 年，国内海上风电装机对叶片的需求不会如陆地风电大，但其对叶片质量的要求将确立符合资质企业的市场品牌地位。能供货海上风电就意味着叶片企业的综合实力是行业内最顶级的。目前中复连众给东海大桥风电场供货，中材科技尚在研发。2010 年下半年江苏风电场的招标结果公布会让市场看到国内叶片企业在海上风电市场的最新竞争态势。

#### 大型化区域化及智能化

随着风电机组单机容量的不断扩大，叶片的长度也从 20 米左右发展到 60 米以上，目前国际上正在研制的最大容量的风电机组是 10MW，其叶片长度达到了 75 米以上。各国存在不同的地域和气候特征，也给叶片的设计带来不同的要求。如我国三北地区的低温、高风沙，沿海地区的高温湿、多台风，风场低风速现象。这种区域化的特征要求开展抗台风叶片、低风速叶片、仿生叶片和低噪音叶片等一系列区域化技术的研究，下一阶段我国风电科研重点将是基于中国风资源特点的产品设计和技术研发。此外，智能化也是风电技术开发未来的趋势。风机叶片尺寸和重量的不断增长使风机的控制越来越困难，因此智能叶片技术也是新一代风电技术研究的重要方向之一。

### 三、风电叶片发展存在的问题

近年来，随着尺寸的不断增长，风机叶片在生产和制造过程中产生了一些在以往的中小型叶片生产中未曾碰到过的新问题。

叶片存在固化问题。在叶片的生产过程中，由于模具尺寸巨大，一般无法采用烘箱等传统的外部加热方式对其进行升温固化，只能在室温下进行，致使叶片固化周期较长，难以进行较连续化的生产。同时，利用光照进行固化处理的生产方式，受气候因素制约严重，一般只能选择在光照较充足的地方建立叶片生产基地。

叶片的运输问题。1.5MW 风电叶片长度可达 34~40m，质量达 5.8t，经长途运输到风力发电场，运输困难，一般都由专业大件运输公司承担运输任务，费用高昂，运输费可达 3 万元/片。有些地区甚至根本无法送达，长途运输问题甚至已成为制约风电发展的瓶颈之一。

#### 62 米长风机叶片的运输

戈德霍费尔 (Goldhofer) SPZ-P 3AAA 是专为运载风机叶片而设计的，能够运输长度范围在 20 米至 62 米的风机叶片。



戈德霍费尔 (Goldhofer) SPZ-P 3AAA 拖车

SPZ-P 3AAA 宽大的可延伸平顶具有 13 吨的承载能力，与车头的距离为 10 米，该位置恰是车架前横梁支撑风机叶片处。风机叶片延伸至其后十米时，就可移动拖车尾端的后横梁。


据戈德霍费尔 (Goldhofer) 公司称，该设计提高了拖车的机动性，使拖车的长度减少至 52 米。

该拖车拥有三排摆动轴，可提供  $60^\circ$  的转向角，与此同时，其液压悬架具有 60 厘米的轴冲程，这也就意味着在非公路运输中，风机叶片不会受到任何压力的冲击。



三排摆动轴

拖车的毛重为 62 吨，有效载荷为 38.3 吨，负载时甲板高度为 1 米。采用此拖车运输风机叶片完全符合维斯塔斯的运输要求。

(复材在线) 

## 南车时代新材风机叶片走向国际市场

靠自主创新和技术引进建立起来的中国风力发电装备制造企业，现在开始具备进军世界市场的能力。中国风力发电设备制造骨干企业之一的中国南车株洲电力机车研究所 2010 年 9 月下旬披露，其出口到智利、白俄罗斯的兆瓦级风力发电机叶片已经在上海港装船出海，这是其风力发电设备输出海外的第一步。

中国南车株洲电力机车研究所介绍，其属下企业南车时代新材此次出口智利、白俄罗斯的产品是采用先进复合材料制造、为 1.5MW 风电机组配套的两款叶片。这项技术，最早从海外引进，经过企业与国防科技大学合作消化吸收再创新，现已完全掌握了兆瓦级风电叶片先进复合材料应用、生产工艺、产品检测、维修服务等全套技术，在湖南株洲和天津建设的两大叶片生产基地具备年产 1000 套兆瓦级风电叶片的能力，叶片配套的风电机最大功率达到 3.0MW。

据悉，为兆瓦级风力发电机配套的巨型叶片，材质、翼型结构等与新材料科技、流体力学和空气动力学相关，要接受强风、暴雨、雷电、风沙等恶劣自然条件考验，技术高度密集。经过几年发展，中国具有自主知识产权的风力发电机叶片在国内很多复杂恶劣环境中的风电场表现出了较为优异的可靠性和稳定性，受到了海外市场的关注和肯定。

(中国风力发电网)



## 欧文斯科宁推出 Ultrablade™ 高性能织物

北京，2010 年 9 月 15 日—世界玻璃纤维增强型复合材料、住宅和商业建筑材料的领军企业，欧文斯科宁(NYSE:OC)今天推出 Ultrablade™ 高性能织物，以支持市场向更长、更轻、更高刚度风力发电机叶片转型。这一新型解决方案将于 2011 年 1 月正式上市，与使用传统的 E 玻璃复合材料相比，它使得设计人员能够将同等规格的 2.0MW 风力涡轮叶片中织物和树脂的重量减少近一公吨。

和标准织物相比，Ultrablade™ 高性能织物浸以环氧树脂能够实现：

- ① 樑重减少百分之十八，而长度保持不变；
- ② 叶片长度增加百分之六；
- ③ 叶片刚度提高百分之二十；
- ④ 叶片厚度减少百分之六，以提高气动效率并产生更高的扭矩来驱动涡轮机；
- ⑤ 叶片总重量减少百分之五，以减轻涡轮和涡轮塔的负荷，使涡轮在较低风速的情况下有效运作。

“Ultrablade™ 高性能织物解决方案使得设计人员获得了更大的施展空间，能够为目前的大型涡轮设计更长的叶片。” OCV™ 技术织物全球技术市场营销总监 Chris Skinner 博士说道。

“随着市场继续向需要更长叶片的大容量风力发电机转型，设计人员可以将多种得到改善的性能整合应用在叶片各个部位。” Skinner 博士表示，“他们可以根据重量要求增加叶片长度，同时保持恒定推力和涡轮塔的空间。即便在风速较低条件下，Ultrablade™ 织物解决方案也可以帮助提高叶片的气动升力、扭矩和能量输出。最终结果是使用高性能织物优化叶片设计，能够获得更高的年发电量。

欧文斯科宁 Ultrablade™ 织物是体现该公司能够为客户提供设计以及优化全方位复合材料体系系统性服务能力的最新成果。作为一家制造专利型玻璃纤维增强材料、化学浆料和全套织物解决方案的大型综合性公司，欧文斯科宁能够整合这些领域的专业优势，以优化在终端应用中的复合材料系

统的整体效能。

欧文斯科宁将在 Ultrablade™ 织物中使用独特的粉红色缝线，使其有别于市场中其他产品。自 20 世纪 50 年代起，欧文斯科宁就已经在其产品中使用粉红色标记，粉红色已成为创新、高效和优质的标志。

Ultrablade™ 织物解决方案将在欧文斯科宁全球多家工厂投入生产。在中国，此产品将在欧文斯科宁常州工厂和北京窦店工厂投入生产。

(华夏新能源网)



## 碳纤维复合材料在风机叶片上的应用动向

随着风力发电设备的大型化，要求减轻设备负荷，为此要求采用适应于大型叶片轻量化和高刚性化的 CF，为此除已大量采用的大丝束 PANCF 外，日铁复合材料公司已正式生产销售高性能沥青 CF 制的风电大型圆柱翼根，代替以往的螺旋桨，通过在螺旋圆柱翼上所安装的螺旋状叶片，可使风车高效捕风并旋转，即使弱风也能发挥较高的发电稳定性，而且噪音等级极低。

德国拜耳材料科学公司现正着手建设世界最大的多层碳纳米管 (MWCNT) 的生产装置，规模为 200 t/a，商品名为“BAYTUBES”，其纯度超过 95%，而且可以稳定再现。用它增强的塑料或金属铝，力学强度高，与以往的材料相比，密度是钢铁的 1/3 而强度相当，质量却只有钢的 50%，因此可改善能效和 CO<sub>2</sub> 排放量的平衡，在某些领域取代钢、钛等特种金属及 CFRP。在风力发电领域，若在大型 CF 与玻璃纤维增强的环氧树脂叶片中加入上述 MWCNT，则与未加入 CNT 的材料相比，达到同样的强度时，质量减轻 30%，抗冲击强度提高 10%~30%，耐疲劳性也提高 50%~200%，耐久性好，可延长叶片的寿命。为此，该公司正与加拿大阿尔基安公司、德国 PEAK 及 ZOZ 公司协作来开拓各方面的市场，包括 CNT 增强铝的高性能材料、体育用品等，预期 10 年内的销售额目标为 20 亿美元。

据报道，2005~2008 年全球 CF 风电叶片的平均增长率为 11 808.6 MW/a，相当于每年增设 5,904 座 2 MW 风机。若 2 kW 风电机组每片叶片以 12 t 计，需玻纤 6 t，CF 占 10%，则每片叶片的 CF 用量为 0.6 t，每座风机需 1.8 t CF，则年均需求量估计为 10,627 t。目前风电用大丝束 CF 的提供者是美国 ZOLTEK 公司，由于瑞典复合材料研究所及 OxconAB 公司开发了能将 12 k~48 k CF 展开成超薄 (48~80 g/m<sup>2</sup>) 的扁带，再经纬纱方式编织成织物，它极适用于单向交叉铺层，经测试其 CFRP 性能与采用 1 k~6 k CF 相同。为此，这种技术的开发无疑有助于大丝束 CF 的扩大应用。正是由于其市场的不断扩大，ZOLTEK 的产能计划由 2008 年的 13 000 t/a 扩大至 2010 年的 15,500 t/a。德国 SGL 集团的大丝束 PAN-CF 也将从 2008 年的 7,400 t/a，扩大到 2010 年的 14,000 t/a。由于我国风电的需求量很大，许多国际知名企业如 Vestas、Repower、Gamesa、EHN、Suzulon、Nordex、GE 及 LM 等，都相继登陆中国，这将大大提升我国风电的技术水平，但同时又将加剧企业间的竞争。

(罗益锋)



海外动态

## 丹麦风电发展生变数 或放弃继续发展陆上风电打算

由于过去大力发展风能，丹麦在环保人士心中一直是个典范。但如今这个国家也开始出现了反对风能扩张的迹象。

环保人士常把丹麦称作“风电天堂”，该国 1/5 的电力源自风能，正因如此，丹麦也成为当今很多致力于低碳转型的国家研究的范本。然而迫于国内逐渐壮大的反对压力，丹麦这个世界上风电场最密集的国家也不得不重新审视风电。

上个月，丹麦国有电力公司——Dong 能源公司透露，可能会放弃继续发展陆上风电的打算。

“每次我们修陆上风电场，群众总是不欢迎，我们承受了很大压力。” Dong 能源发言人表示，以后公司将把精力移至海上风电。

其他国家也出现了抑制风电过度扩张的迹象。今年夏天，法国也出台了限制风电发展的政策，法国的风电利益集团抱怨该国 1/4 的风电规划可能会因此搁浅。

根据彭博新能源财经发布的最新的风机价格指数，由于欧洲及世界其他地方需求锐减，新风机在全球市场中的价格从 2008 年的高点骤降了 15%。彭博风电分析师杨威廉指出，对风机价格的预测从来没像现在这样悲观，目前市场产能过剩的状况仍将持续较长一段时间。

然而谁都料想不到的是，在风电领域一直是先行者的丹麦立场也发生了变化。1980 年，丹麦政府开始对风电实施大规模的补贴政策，走在了所有欧洲国家的前面，该国的风电产业从此驶上了快车道。据丹麦风能协会的统计，目前丹麦国土上竖立着 4000 座陆上风机，无疑是世界上人均风机占有量最高的地方。

然而正是因为风电补贴，丹麦人承受着几乎算是欧洲最昂贵的电价，是英国人的两倍还多。在公众压力下，丹麦联合政府中最大的党派——左派政党不得不宣布收回长久以来对风电产业的恩惠政策。

补贴被砍可以说是丹麦放弃发展陆上风电最主要的原因，但普通民众对风电怨声载道也是实情。其实反对风电发展的声音也是最近才出现的，之前并没有多少人反对。今年年初，一个名为“与大型风机为邻”的反风电协会在丹麦成立，40 多个民间团体随后宣布加入。

这个协会的主席伯夷·詹森·欧迪谢德表示，风电场非常扰民，住在周围的居民常抱怨地产因此贬值，而且被风机转动的响声搞得夜不能寐。“越来越多的民间团体打电话要加入我们的阵营。”

(中国能源报)



## Dow 为中国和北美风能客户增加产能

Dow 系统公司已宣布计划加大在中国和北美的产能以满足当地的风能客户，主要是扩充在中国的浸液产品和在北美的胶粘剂的产能。

根据 Dow 系统的业务经理 Pepe Carnevale 所说，新产能将在 2011 年中时开始供应客户。

Dow 用于风能方面的 AIRSTONE™系列包含多种用于制造风机叶片的环氧产品（有浸液系统、手工浸渍增强材料、各类工具和胶粘剂）。

“我们的客户将获益于这项投资，它强化了公司在我们全球风能业务上的一贯承诺，”他说：“最近来自 Dow 的消息强调了我们的策略，即成为该行业中最有可能被选择的供应商和成长最快的参与者。”

Dow 系统公司最近开始向中国风能业的客户供应产自其天津新设备厂的 AIRSTONE 产品系列，同

时还通过公司位于武汉的加工厂向风能客户提供产品。

“特别是在中国和亚太地区，这次产能扩充帮助我们大大增强了我们使用本土加工就近满足客户需求的能力，”Dow 系统公司亚洲太平洋地区可持续能源和复合材料业务经理 Kenneth Chan 指出：“我们力求持续加强服务客户的水平，这次产能扩张还伴随着我们的知识、能力和研发投资所许可的产品种类的扩大。”

公司下一步将考虑在其他产品和地区推进产能扩张。

Dow 系统公司是 Dow 化学公司旗下的一个全球业务部，负责发展和规划聚氨酯和环氧系列产品。

(李抒)



## 歌美飒扩大中国风机制造

歌美飒 (Gamesa) 公司在中国至 2012 年的投资正增加到三倍，以便为其新风机系统的发展，扩张和调整它的生产制造中心。

该计划是在 2010 至 2012 年期间投资超过 9000 万欧元以上，从而在中国的总投资超过 1.3 亿欧元。

歌美飒的董事长 Jorge Calvet 说：“歌美飒的一大目标之一是巩固其在中国风能行业名列前茅的位置，并作为该地区风能业务方面最有潜力的制造商和服务维护运营商、以及风场开发商（和当地合作伙伴一起），参与行业的成长和满足客户的需求。”

根据歌美飒 2011 年的销售预测，在全部兆瓦销售中，中国风电市场占据将超过 30%（相比 2009 年的 15%）。

### 关于风机制造工厂

歌美飒刚刚开始建设其第六家风能制造工厂，该工厂坐落于内蒙古，将负责装配 G8X 风机的引擎舱，年产能为 500MW。该工厂将于 2011 年投入运营。

这家风机制造商最近还开始在中国吉林省大安市创办其第五家制造工厂。该风机企业将具备年产 500MW 的 G8X 风机的能力。

当这两家工厂在 2011 年投产后，歌美飒的年均风机生产能力将达到 1.5GW。

### 繁荣的市场

歌美飒目前在中国有 3185MW 的风电正在发展中。这包括和广东核能风电公司在辽宁 (576MW) 和黑龙江 (450MW) 开发建设风场的协议；以及和大唐可持续能源公司在辽宁的另一个 289.5MW 开发计划。

### 风电基地

在 2009 年，中国政府创建了七大风电基地，激励了当地的风电设备企业。

鼓励措施包括优惠政策和直接接入国家电网。这些风电基地预计将在 2020 年，达到中国风电发电总量的 74%。

(李抒)



## 风力发电提供了近 10% 的英国电力


9 月 6 日星期一，英国风电生产了 1860MW 的电力，大部分来自苏格兰，占当时总发电量的 4.7% 左右。国家电网还认为，如果把嵌入式风力发电（通过更小的风力发电场，把电力直接送入低电压电网）考虑进去，风力在 24 小时内生成英国大约 10% 的电力。这不包括其他可再生能源如水电的

贡献，根据 Elexon 的数据，水电贡献 4%。在 24 小时内英国总的耗电量为 809.5 亿千瓦时。

RenewableUK 总裁玛丽亚麦卡弗里表示：“我们正期待看到来自风电的贡献在未来十年中逐步增加到占英国耗电总量的 30% 左右。这一消息证实，不仅是我们已经建立的风场目前已开始供电，而且英国风力发电场的电力产量是欧洲最好的，可以和成熟的水电技术相比。

这些数字支撑了一种观点，即可再生能源—尤其是风能—不再是替代能源。它已具规模，并迅速增长。”

英国目前有 4616.05MW 风电装机容量，来自于 263 家风电场，另有 2716MW 正在建设，规划的 6126MW 已获批准。“如果我们把所有规划中的风能项目放入现有的和即将投产的项目中，我们将在第三季度实现我们 2020 年的目标。如果我们考虑海上风电的巨大潜力，那么把英国变成一个净能源出口国的计划似乎也是可能的。实现我们的目标，并释放出风能给英国所带来的巨大机会也是完全可以实现的，”麦卡弗里说。

(强华) 

---

地 址：上海市奉贤区金汇镇迎金路 88 号（工业园区浦星公路口） 传 真：021-57485600  
电 话：021-57485630 **Email** : shfrpio@sh163.net  
邮 编：201404 网 址：<http://www.shfrp.com>