

第一情报 · 风力发电



InfoLib EXPRESS



上海图书馆上海科技情报研究所
上海情报服务平台 www.istis.sh.cn

试刊第6期 2006年02月28日

文章导读

风行中国

- 专家建言：中国风电发展潜藏危机.....1
- 风力发电，春风难度三道关.....2
- 广东风电面临“政策饥渴”.....4
- 100万千瓦风电目标迟5年 几个大公司不能市场化.....5
- 国电集团将增40万千瓦风电规模.....6
- 华能中电又一风力发电机组并网发电.....6
- 香港首座商业级风力发电机组启用.....6
- 我国首个兆瓦级风力发电机组落户常州.....7

海外来风

- 2005年全球风电市场又创新高，增长达43%.....7
- 日本开发出5千瓦风力无芯发电机.....10
- REpower公司的5M风机顺利完成第一年的运行.....11

纵深·研究

- 加拿大的风电发展状况及其相关政策.....11
- 西班牙风力发电现状3：挑战与全球市场拓展.....15

海上风电场

- 北美海上风电现状和展望.....17

专家建言：中国风电发展潜藏危机

风电产业腾飞的源头是风电机组。目前我国只能够成批生产国外 10 年前主流技术的产品，技术差距还在拉大，自主开发新产品的能力更是薄弱

风电产业如同刚学迈步的婴儿，目前的状态是谁给的奶少才能让谁领养，这个婴儿吃不饱

现在风电领域存在很大风险，不是装金子的大桶，而是熔炉

自去年 2 月《可再生能源法》通过以来，我国的风电事业表面上形势很好，实则危机四伏，面临很大风险。

风电产业腾飞的源头是风电机组。只有培育出高质量的风电机组制造业，才能保障风电产业的健康持续发展。我国生产的风电机组虽然比国外同类型产品成本低约 20%，但我们目前只能够成批生产国外 10 年前主流技术的产品，技术差距还在拉大，自主开发新产品的能力更是薄弱，远远不能满足市场需求。2004 年当年国产机组只占 18%，2005 年也只有 28%。

风力发电机组设备看起来很简单，实际技术很复杂，主要难度是机组在野外应可靠运行 20 年，经受住各种极端恶劣天气和非常复杂的风力交变载荷，没有实践经验的积累是很难想象的。美国波音公司、西屋公司，中国的直升机研究所和火箭研究院都涉足过风电机组开发，均未成功，都是对风电技术的困难估计不足。

要使风电产业链的源头风电机组制造业成长起来，必须要培育健康稳定的市场。只有有了健康稳定的市场前景，才能吸引和聚集人才，认真攻关，尽快掌握国外当前主流技术。国外发生过 Micon 公司在全世界几千台齿轮箱因质量问题被迫更换，国内进口 Nedwind 公司 50 多台机组在新疆达坂城安装后至今不能发电的教训，应当牢记。

而要培育起健康、广阔的风电市场，除了国家的科研和产业支持的资金外，必须从政策和法规上给予风电项目比常规电源项目投资回报率略高的上网电价。2004 年我国风电只有 11 亿千瓦时，占当年总电量 2.2 万亿千瓦时的 0.05%。

按风电高于常规发电平均上网电价每千瓦时 0.25 元测算，其差额部分在全国分摊还不到 1 厘钱。这样，给予风电合理的较高电价是完全可行的，其结果是能够较快培育出本国的风电设备制造能力，从长远看经济效益也是显著的。

但是，按照国家有关部门出台的政策，是对风力发电实行政府指导价，“按照招标形成的价格确定”。从目前已执行的风电特许权招标项目看，几乎全都是以最低价中标的上网电价（每千瓦时 0.382 到 0.519 元）。与当前风电实际的成本对照，这些项目将全部是亏损的。不合理的低价必然影响工程质量，当地政府引进亏损项目更不利于地方经济发展。投标商为了本企业的某种利益不惜亏损投不合理的低价力争中标是可以理解的，然而政府必须从整个新兴产业健康成长考虑。

风电产业如同刚学迈步的婴儿，目前的状态是谁给的奶少才能让谁领养，这个婴儿吃不饱，还要跟成年人（煤电）赛跑，产业可能夭折。

因此，《可再生能源法》的实施细则的制定和决策要透明，印发的办法要明确具体，真正能够操作实行，才能将风电发展纳入法制的轨道，实现加快发展。

同时，开发商和制造商要静下心来认真干，积累经验，保证质量，要真的快、真的多。现在这个领域存在很大风险，不是装金子的大桶，而是熔炉，跳进去就得像孙悟空在太上老君的炼丹炉里面耐得住煎熬，方能锻炼出火眼金睛，否则就是灰烬。开发商认真做好前期工作，冷静投资，制造商确保产品质量，千万不能为追求形式上的指标而放松对质量的控制，时刻牢记风电是对未来 20 年野外恶劣条件的投资，能否有回报取决于今天是否一丝不苟，现在宁可少宁可慢但要好，为的是可持续的多和快。

（摘编自《人民日报》2006/2/23 新闻）

风力发电，春风难度三道关

第一关：政策扶持不到位

风能开发项目前期投入巨大、电价昂贵，在产业起步阶段由政府扶持是世界上通行的做法，而我国的风电在商业化重要关头时，缺乏政策扶持。从我国已投产风电项目来看，建设资金主要依靠外国政府贷款和部分国内贷款，风电企业普遍负债较高。现在投资风电的企业基本上都利用国内贷款，目前贷款利率和其它

工业项目相同，同为 6%左右。专家认为，风电作为可再生能源开发利用项目，国家应适当降低贷款利率。

内蒙古对风能的开发利用，是从发展小型风力发电机解决农牧民用电需求开始。1986 年，内蒙古电管局成立风电办，并开始了大型风电



场的建设。右图为内蒙古的辉腾锡勒草原上的风电场，装机容量 6.85 万千瓦，共 94 台风机，是内蒙古最大的风电场，年发电量 1.3 亿千瓦时。虽然近年风电发展已经进入快车道，但是其中的困难也让内蒙古电力感到了头痛。

第二关：自主开发水平低

据中国风能协会统计，2004 年我国风电装机设备利用的市场份额中，国内企业生产的设备只占 18%，进口设备占 82%。辉腾锡勒电场的 94 台风机中仅有 1 台国产机，这台风机 2000 年投入发电，中途出现故障后返修，直到 2004 年才重新使用。这表明：大型风力发电设备国产化水平低，技术人才奇缺。

根据国家风电发展规划，2020 年风电装机容量要达到 2000 万千瓦，因而带动国内风电设备行业的发展显得尤为迫切。去年 7 月，国家发改委发出《关于风电建设管理有关要求的通知》明确规定，设备国产化率达不到 70% 以上的风电场不允许建设，进口设备关税不能减免。对于设备成本占总成本 60%—70% 的风电来说，采用国产设备对降低成本效果明显。但是，从目前的情况看，国产设备研发多数处于起步阶段，技术、产品性能是否稳定尚需考验。

业内人士普遍认为，设备国产化水平低的根源在于风电市场没有做起来，产业陷入“成本高—电价低—市场小—投资少—相关产业滞后—科研投入不足—成本难以下降”的循环圈。例如，已成为国际主流机型的兆瓦级机组在我国尚处于研制阶段，使得我国风电开发的成本一直居高不下。

第三关：价格机制欠完善

目前，我国风电价格平均上网电价是每度 0.5—0.6 元之间，火电则只有 0.3 元多。对于电网公司来说，风电高于火电的价差，需要在电网范围内分摊。我国电力市场的地区分割，也影响了风电进入目标市场。内蒙古与新疆风力资源总和

占全国陆上风能资源总量的 80%，受电力市场分割制约，风电只能在新疆电网、蒙西电网内销售。而这些地区煤炭资源富集，火电的成本远远低于风电。风电缺乏竞争优势，这必然影响发电企业和电网公司对风电投入的积极性。因此，上网电价高于火电，电力市场的地区分割，导致风电缺乏竞争优势。

制约因素不少，但风力发电毕竟是一项可以促进经济社会可持续发展的事业。面对这项事业，内蒙古正迎难而上。北方联合电力公司是内蒙古最大的发电企业，建设和经营着内蒙古主要的风力发电项目，公司计划到 2010 年，将新开辟 5 个风电场，使风电总装机容量达到 100 万千瓦。随着国家政策的不断调整、完善，风电事业的投资经营环境正在改善，发展前景十分广阔。

（摘编自《人民日报》2006/2/23 新闻）

广东风电面临“政策饥渴”

对于广东集华风能有限公司来说，风能投资“先驱者”的江湖地位如此快就“退居二线”实在意料之外。1998 年集华风能在广东汕头的投资领商业运作的风气之先，此前新疆和广东的风能项目都只是联合国的示范点；当年项目一期 1.7 万千瓦的装机容量在国内都屈指可数，而现在该风电场装机容量扩充到 3 万千瓦，却已经退居行业内中等以下规模。伴随“先驱退位”的是广东越刮越热的风电投资潮。“劲风能解广东能源之困”是政府、专家、投资者乃至媒体共同的冀望。但记者在采访中也感受到，在外部发展环境如火如荼的同时，行业内人士却有种“政策饥渴”，最迫切期待的是激励政策早日兑现。

“国家《可再生能源法》的颁布，对风电发展的宏观环境非常有利，但是对于投资者来说，关键是配套政策要细化、要落实、要兑现。”集华风能有限公司总经理陈德东称，风电发展还处于艰难时期。主要因为配套政策不完善，尤其是电价方面，导致投资回报期特别长，一般都要在十几年以上。

目前广东风电的上网电价是每千瓦时 0.528 元。从表面看，风电的收购价格比火电高，实质上按这个价格投资者依然亏损，因为风电一次性投资的设备成本很高。这也是现在风电投资者几乎都是国有股份公司、国有电力企业和外资，而民营资本一直在观望的原因。从风电发展较快的欧美国家来看，风电企业从政府得到的补贴比我们多，风电价格远高于火电。这其中，除了国家财力的原因，还

有能源战略、资源观念的差异。

早在 2002 年，广东省就曾出台《促进我省风电发展的意见》，制定了包括就近上网、全额收购、税收优惠等激励政策。但是据风电企业反映，这些国家和地方的优惠政策“看上去很美”，而拿到手的很少。例如国家对于风电企业实行增值税减半政策，税率可降至 8.5%，但实际上风电企业执行的税率比普通能源企业还高。原因在增值税抵扣环节，由于风电企业不采购任何原材料，日常消耗少，根本没有进项抵扣，而其他能源企业的日常成本高，抵扣后的最终税率往往在 4% 左右。

风电企业属于高新技术企业，但是高新技术企业享受的“两免三减半”政策对风电企业却不适用。因为按规定只有在高新技术产业园区内的企业才可以享受，而风电企业的特殊性决定其不可能位于高新技术园区内。另外，关于增值税返还的政策也由于涉及地方财力，要实现返还非常难。

（摘编自《人民日报》2006 年 2 月 23 日新闻）

100 万千瓦风电目标迟 5 年 几个大公司不能市场化

我国曾宣布到 2000 年年底风电装机达到 100 万千瓦，但这个目标整整延迟了 5 年，直到去年才实现。风电专家施鹏飞将这一延迟归咎为政策不到位。据了解，我国风电发展目标是到 2020 年风电装机达 2000 万千瓦；2030 年风电规模 1 亿千瓦；2050 年前后达到或超过 4 亿千瓦的装机容量，相当于 2004 年全国电力装机总容量。对于这个宏伟前景，施鹏飞却不是很乐观。他认为，在目前很多实施细则和国家鼓励风电发展的政策没有出来的前提下，风电要实现市场化相当难。他建议开创个体(或合作集资)办风电的新兴市场，采取丹麦和德国的模式，分散建设，推广风能的利用。而不是仅靠几个国有大公司。这样，不仅能充分有效地利用风能资源，调动多方积极性和资金力量，也可以避免大量征地引发的种种纠纷和集资困难。

据估计，中国风能总量为 10 亿千瓦，有开发价值的为 1.6 亿千瓦，装机容量接近 10 个三峡大坝工程，有很好的开发前景。如果按各大公司圈地的方式开发风能，会遭到广大农民的反反对，不利于风力资源的开发。

（摘编自中国青年报 2006/2/16 新闻）

国电集团将增 40 万千瓦风电规模

龙源电力集团公司近日表示，2006 年将新增 40 万千瓦风电规模。龙源电力集团公司是中国国电集团公司的全资企业，拥有国电集团主要的风电资产，目前已成为国内最大的风电开发投资公司，拥有风电运行装机容量 41.6 万千瓦，23 个风电场遍布国内 10 个省区，占全国风电总装机容量的 40% 以上。

据规划，到 2010 年风电装机容量达 300 万千瓦，到 2020 年风电装机容量达 700 万千瓦，明确在新疆、甘肃、内蒙古、河北、东北、东南沿海建设 6 个百万级风电基地。届时，在国电集团发电总装机容量中，风电的比例将从现在的 1.2% 提高到 4%。公司将加强政策研究，积极争取国家相关部门和各级政府的支持。截至目前，龙源电力集团公司已同甘肃、新疆、内蒙古、河北等 12 个地区的政府签订多个风电场开发协议，预计开发容量 300 万千瓦，其中 2006 年将开工建设 50 万千瓦的项目。

同时，公司将用 3-5 年时间在风能资源丰富区，采用新疆金风科技生产的兆瓦级大型风力发电机组，开发建设约 80 万千瓦的国产化示范风电场。此采购框架合同已于近日签订。龙源电力也积极参加国家风电特许权项目的竞争，相继取得了江苏如东 15 万千瓦和吉林通榆 20 万千瓦等项目的开发经营权。

（摘编自 2006/2/15 中国证券报新闻）

华能中电又一风力发电机组并网发电

2006 年 2 月 27 日，华能中电长岛风力发电有限公司南、北长山风电项目——32 台 850 千瓦总装机容量为 2.7 万千瓦风电机组全部调试完毕，并网发电。风机发电后，年发电量可达 5980 万千瓦时。按火力发电每度电消耗 361 克煤计算，一年可以节约标准煤 2 万多吨。长岛目前已有风电机组 62 台，总装机容量 4.8 万千瓦，年发电量可达一亿千瓦小时。

（摘编自中国新能源网 2006/2/27 新闻）

香港首座商业级风力发电机组启用

香港第一座商业级风力发电机组 2006 年 2 月 23 日正式投入运转使用。据介

绍，矗立在香港南丫岛大岭村山脊上的风力发电机组，每年可为 250 个家庭提供电力。港灯公司兴建这座容量为 800 千瓦的风力发电机组，以作为发展可再生能源的试点项目。

(摘编自中国新能源网 2006/2/24 新闻)

我国首个兆瓦级风力发电机组落户常州

国内首个兆瓦级风力发电机组日前在常州诞生，并将于上半年在相关的测试基地完成试装。常州轨道车辆牵引传动工程技术研究中心(简称常牵中心)预计在两年中投资 2.5 亿元，建设华东地区功率最大的国产风机试验基地。

据悉，常牵中心是集铁路牵引系统、辅助电源系统产品研究和生产的省级高新技术企业，拥有较强的研发、生产、检测能力。经过考察，中心与盐城射阳合作，开发出专门用于沿海滩涂风力发电的机组。常牵中心通过引进、转让德国和我国沈阳有关科研单位的兆瓦级以下风机生产技术，率先攻克了 1.5 兆瓦风机技术难关，填补了国内空白。

(摘编自中国新能源网 2006/2/16 新闻)

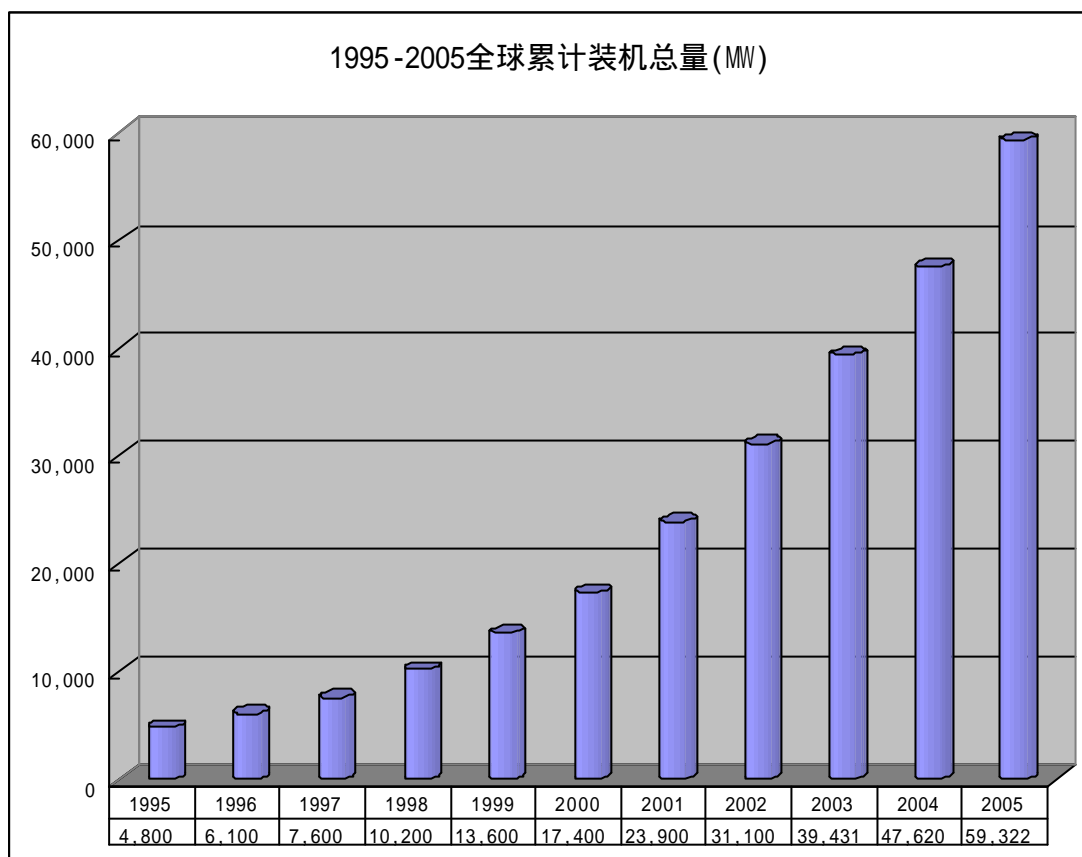
海外来风

2005 年全球风电市场又创新高，增长达 43%

2005 年的全球风能产业又创新高，据 2006 年 2 月 17 日全球风能协会(GWEC)公布的数据，2005 年全球新装机组容量达 11769MW，这表明全球市场年增长 43.4% (前一年新装机组容量达 8207MW)。目前全球风电机组的累计安装总量达到 59322MW，与 2004 年相比增长了 25%。这些新安装设备的总价值超过 120 亿欧元(折合 140 亿美元)。

GWEC 主席 Arthouros Zervos 称：“这些数字证实了正确的政策框架对全球风电的可持续发展以及新兴市场的开辟而言非常重要。有 48 个政府已经引入法规扶持可再生能源的发展，但扶持力度还需加强，因为风能的开发利用将惠及全

球”。相关图片如下所示。

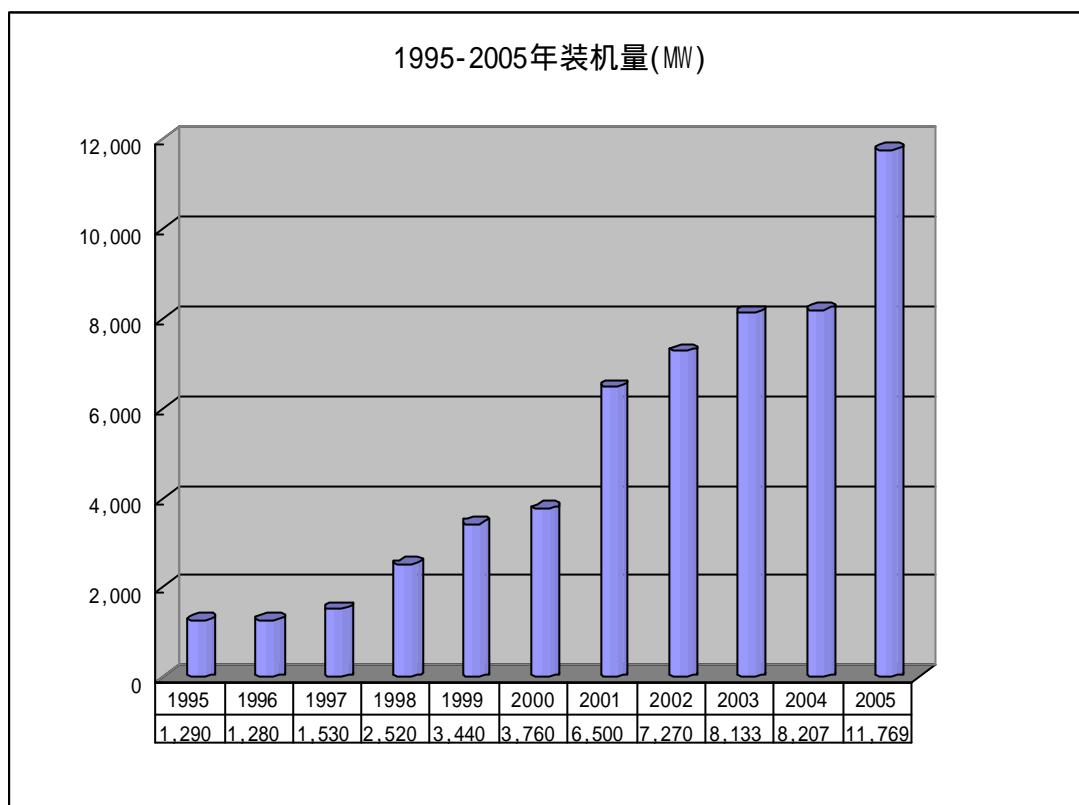


资料来源：GWEC，上海科技情报研究所整理汇编

欧洲仍然领先于全球市场，以 2005 年末 40500MW 的总安装量占据了全球 69%的份额。2005 年欧洲风电容量增加 18%，提供的电力占欧盟总电力消耗的 3%。欧洲风能协会(EWEA)Policy Director 政策事务总监 Christian Kjaer 说：“欧洲市场已经达到欧委会 5 年前设定的 2010 年装机量达 40000MW 的目标。而且，这样的增长也正在很多国家发生，包括葡萄牙、法国这样的新兴市场。到 2010 年，仅风能一项就将为欧盟减少京都议定书中所规定的温室气体排放量的 1/3。”尽管欧洲地区保持了持续的增长，总发展趋势表明风能产业正逐渐摆脱对主要市场的依赖，其它地区正开始赶上欧洲的发展步伐。2005 年欧洲市场的增长占据全部新装容量的一半左右，自 2004 年 3/4 的份额中跌落。

北美 2005 年占据了全球近 1/4 的市场，总安装容量增长了 37%，这主要归功于美国和加拿大两国的需求。美国风能产业以 2500MW 的增量打破了之前年增长纪录，使得该国具有最多的新风电机组。加拿大也以 53%的增长量向人们显

示出惊人的发展速度。



资料来源：GWEC，上海科技情报研究所整理汇编

全球风电设备装机容量(MW)—地区分布			
	截至 2004 年底	2005 年	截至 2005 年底
非洲与中东	252	97	349
亚洲	4785	2352	7135
欧洲	34647	6316	40904
南美和加勒比海地区	207	6	213
北美	7169	2670	9832
太平洋地区	7169	2670	9832

资料来源：GWEC，上海科技情报研究所整理汇编

亚洲也经历了安装量逾 49% 的大幅增长，使大陆地区装机总量逾 7135MW。2005 年，亚洲大陆地区的新安装机组占全球 20%。印度仍然是其中最大的市场，新装机容量达 1430MW，累计安装容量为 4430MW。

澳大利亚在 2005 年的市场发展几乎翻倍，新安装容量为 328MW，使累计安装容量达 708MW。澳大利亚风能协会首席执行官 Dominique Lafontaine 说“2007

年实施的州际市场机制和州政府建立排放贸易框架将对风电行业的持续增长起到积极的金融促进作用”。

南非市场显得较为年轻，增长较为稳定，新装机容量较 2004 年翻倍，主要的发展国家是埃及(230 MW,增长自 2004 年的 145 MW)和摩洛哥 (64MW，增长自 2004 年的 145MW)。

国际风能协会主席 Arthouros Zervos 教授说：“风能为人们提供的不仅仅是电力，对经济发展的支持也是潜移默化，改善能源供应的安全性，减轻烃类物质的价格波动。创造就业机会，有利于二氧化碳排放量的减少。没有政策支持，恐怕风能将处于竞争劣势，这是由于几十年来大量金融、政策和结构对传统发电技术支撑而形成世界电力市场的扭曲格局。”

(摘编自 GWEC 全球风能协会于 2006/2/17 公布的新闻)

日本开发出 5 千瓦风力无芯发电机

据日经 BP 社报道，日本 Sky Electronics 日前开发成功了风力发电机“SKY-G600” 将从 2006 年 2 月中旬开始照单生产(BTO)。额定输出功率在 300rpm 时为 5 千瓦。能够产生大约为老机型“SKY-G450”2.5 倍的电力。价格为 120 日元。普通发电机为了加大与线圈交链 (linkage) 的磁密度，通常采用在铁芯上缠绕线圈的方法。而包括 G600 在内的“SKY 发电机”系列则采用了转子及定子均不使用铁芯的无芯构造。这样，便可降低齿形力矩 (Cogging Torque)、减少噪音及振动。原来的无芯发电机在额定输出功率上从未超过 1 kW，不过由于《京都议定书》已经开始实施等原因，高功率发电机的需求越来越大，因此开发了此次的发电机。

在低速旋转时也可产生高电压的原因是利用稀土类磁石形成了多极构造。而且还与普通发电机不同，采用了转子在定子外侧旋转的外转子构造。该构造的电气性接触较少，从而能够提高耐用性。G600 的外径为 60mm，宽为 83mm。重量为 95kg。由于尺寸较小，所以还可设置在大厦的屋顶上。此外，还可用于小规模的水力发电。

(摘编自 www.chinapower.com.cn 2006/2/21 风电行业新闻)

REpower 公司的 5M 风机顺利完成第一年的运行

2005 年 2 月 2 日,600 位客人应邀出席 REpower 公司为萨克森州 Brunsbüttel 配建的 5M 机组的投运仪式,其中前任联邦政府环境部长 Jürgen Trittin、REpower 首席执行官 Fritz Vahrenholt 和 REpower 首席运行官 Matthias Schubert 共同启运了机组。样机在第一年的运行中平均可靠性达 95.1% (塔架总高约 120 米,转叶直径为 126 米,额定功率为 5 兆瓦),因而被视作顺利运行。

尽管来自政治、科学和商务方面广泛的测量工作、检察和众多参观者,使得样机对公众的供电未达 1300 万千瓦小时,自运行起所测得的性能指标已经超过了该公司研发阶段的计算值,Matthias Schubert 表示:“我们对于运行性能和测量结果非常满意,这表明样机已经达到了我们预期的目标”。

截至 2006 年 2 月 2 日,今年该款机组将进一步安装于陆上或海上风电场。今年规划中接下去的步骤是:为客户 E.ON/Essent 和下萨克森能源供应商 EWE 再建设两台 5M 的机组。夏季,机组有可能被运至海上,安装于深 44 米,苏格兰海峡外 25 公里处的摩瑞湾附近。这个示范工程将成为海上风电市场发展的重要里程碑,加强风能今后的竞争优势。

(编译自 Repower 公司网站 2006/2/2 新闻)

纵深·研究

加拿大的风电发展状况及其相关政策

编者按:风力发电是全球发展最快的能源方式,预计 2008 年全球风力发电达到 9.5 万兆瓦,2013 年达到 19.4 万兆瓦。除了一些环境脆弱的地区,全球的风能资源,大约是全球电力消费总量的 5 倍。在刚过去的 2005 年,加拿大风电新装机容量增长了 53%,这样的速度甚至超过了大力开发风电的亚洲的发展速度,现根据中华人民共和国驻多伦多总领馆经济商务室张炳词于 2005 年 3 月公布的加拿大风电发展状况及其相关政策调研报告,摘编如下。

一、加拿大风力发电概况

加拿大风力资源丰富，加拿大潜在的风力资源约为 4850 亿千瓦。有资料说：单单魁北克北部地区 Nunavik 的风力资源就可以满足加拿大全国电力需求的 40%。加拿大的风电发展潜力很大。根据其他国家的经验，加拿大风力发电能力可以达到 5 万兆瓦，满足全国 20% 的电力需求。据加拿大风能协会估计，风能工业到 2010 年可为全加拿大提供 3000 兆瓦的稳定能源，创造 8 万到 16 万个工作机会和 100 亿至 200 亿加元的产值，每年还能减少 1500 万吨至 2500 万吨的废气排放，从而极大地改善居民的居住与生态环境。

近几年来，加拿大的风力发电业发展很快。2004 年初，加拿大风力发电的装机总容量为 327 兆瓦。每年发电 8.5 亿度，约为全国电力需求的 0.2%；可供 10 万个家庭使用；每年可减少火力发电的二氧化碳排放量 85 万吨。截止到 2004 年 12 月份，加拿大风力发电装机容量已经达到 444 兆瓦，比年初增长 35.8%。加拿大的风力发电场分布在阿尔伯塔省、萨斯喀彻温省、安大略省、魁北克省、爱德华王子岛省、新斯科沙省、育空地区等 7 个省和地区。魁北克省和阿尔伯塔省是加拿大风力发电的中心，装机容量分别是 113 兆瓦和 269 兆瓦。

加拿大除了使用大型的涡轮风力发电机发电以外，也十分重视小型风能的利用。在加拿大，小型风能系统按照功率和用途可分 100 瓦以下照明、100 瓦-10 千瓦灌溉及导航、10-50 千瓦移动通信及野营这三类。最近，一些加拿大公司正在尝试把小型风能系统的电力并入电网。

二、风能技术与风电价格

除了风力资源总量外，更值得关注的两个因素是风能转化成电能的效率和风电的价格。风能技术日渐成熟，1 兆瓦风力机组的能量利用率可达到 30%，每年发电 2600 兆瓦时，可供 320 个家庭使用。高质量、现代化的风力涡轮机的可靠性达到 98% 以上。风力涡轮机组的寿命可达 20-25 年，在使用期间，需要更换一些零件。

加拿大可以制造风力涡轮机组件，如浆叶、风塔、涡轮机舱。但在加拿大境内还不能制造风力发电机、齿轮箱、控制系统，也不生产风力涡轮机整机。加拿大的风电成本逐年降低。不到十年前风电成本还高达 3 毛钱。当前，在加拿大风力较大的地区，每度风电的成本为 6-12 分钱。在一些成规模的风场地区，成本

还可能更低。

风力发电没有燃料成本，随着发电效率的提高和发电规模的扩大，运营成本每年可降低 3%-6%。根据英国政府和美国能源部预计：2020 年风电的成本每度可降低为 3.4-5.5 美分。近年来，石油、天然气等常规能源的价格持续上涨，风电的吸引力逐渐增强，前景看好。在加拿大北部等边远地区采用风力发电，可减少这些地区燃料的运输量，降低高昂的能源价格，同时也可以减少对环境的影响。

三、加拿大的风力发电政策

政府的鼓励政策，对各国风电行业的发展至关重要。加拿大的联邦政府和省政府也采取了一系列的鼓励政策。

3.1、联邦政府的鼓励政策：

1) 风力发电激励方案 (WPPI)：该方案在 2001 年底提出，政府财政给予风力发电补贴，总预算为 2.6 亿加元。每度电的补贴额约为风力发电成本与常规发电成本差额的一半。该方案的目的是为实现 2007 年新增风力发电 1000 兆瓦的目标。一方面可减少温室气体排放，一方面可提高风电的市场竞争力。WPPI 的适用条件是：风力发电场在 2002 年 4 月 1 日到 2007 年 3 月 31 日之间投产；在风电项目投产后十年内有效；装机容量应在 500 千瓦以上，在北部和偏远地区，标准降低为 20 千瓦。预计该计划可拉动投资 15 亿加元。到 2010 年每年可减少温室气体排放 300 万吨。不过也有人认为该方案的支持力度不如其他国家政府。具体补贴金额如下表。

表：加拿大风力发电激励方案 (WPPI)

风力发电厂投产日期	为期十年的财政补贴
2002 年 4 月 1 日到 2003 年 3 月 31 日	1.2 分/千瓦时
2003 年 4 月 1 日到 2006 年 3 月 31 日	1 分/千瓦时
2006 年 4 月 1 日到 2007 年 3 月 31 日	0.8 分/千瓦时

2) 政府采购目标：联邦政府承诺到 2005 年，对再生能源，包括风电的购买量达到电力总需求 20%。

3) 加速折旧的 43.1 条款：对可再生能源的设备，包括风能设备加速折旧，每年达 30%。

4) 市场鼓励计划：根据“关于气候变化的 2000 行动计划”，联邦政府共拿出 2500 万加元，鼓励可再生能源市场的发展，预计在 2010 年，形成再生能源的

市场竞争力，同时降低发电行业的温室气体的排放。MIP 计划的资助截止日期为 2006 年 3 月 31 日。

5) 加拿大再生与永久能源费用：是促进可再生与永久能源发展的鼓励费用种类。投资者可以全额抵消与投资相关的无形成本，例如可行性研究和资源评估。

3.2、加拿大各省级政府的鼓励措施：

1) 可再生能源总量标准：即可再生能源要在各省电力需求中要达到一定使用比例。在阿尔伯塔省、安大略省、爱德华王子岛省、新斯科莎省等地，已经制定了 RPS。例如：安大略省政府已经承诺 2007 年前提供 1350 兆瓦的可再生能源，占全省电力产量的 5%；到 2010 年达到 2700 兆瓦，占全省电力产量的 10%。

2) 方案要求：2004 年初，魁北克省、新布瑞斯韦克省、萨斯喀彻温省对各自省份再生能源的开发项目提出了方案要求。魁北克省提出的风能开发目标为 1000 兆瓦；新布瑞斯韦克省为 100 兆瓦；萨斯喀彻温省为 150 兆瓦。曼尼托巴省、不列颠哥伦比亚省和纽芬兰省也将开始开发风能发电项目。

3) 绿色能源政府采购计划：各省政府承诺在其电力需求中，购买一定比例的可再生能源，包括风能。阿尔伯塔省、安大略省已有此类计划。

4) 税收优惠计划：各省对再生能源的发展提供税收优惠。安大略省、BC 省正在实行。

除了这些框架性的鼓励政策，加拿大风能协会还积极鼓励一些省、市级政府在特定领域制定相关的配套实施细则，以便更有效地发挥这些鼓励政策的作用。这些领域是国有土地政策、电力传输与联网政策、环境评估政策、建筑法规与电业标准。

四、中加风能合作

随着中国经济的快速发展，对能源的需求不断增长，但传统的火力发电对环境的污染很严重，所以开发风能等清洁能源的必要性超过以往。加拿大在在风能技术和管理方面具有自身的一些优势：一是世界领先的中小型风力设备；二是风力发电机浆叶的制造工艺，加拿大制造的风力发电机浆叶每年出口达 500 万加元。现正在开发一种高达 2 兆瓦的超大风力发电机浆叶的制造工艺；三是管理系统；四是风能评估、工程设计、建设和维护。在“中加气象合作备忘录”的框架下，加拿大不仅为中方提供高级专家的培训，并免费向中国气象局提供“威斯特”风能

仿真系统，提高中国风能普查和风场的评估能力。

西班牙风力发电现状 3：挑战与全球市场拓展

编者按：作为《西班牙风力发电》连载的最后一部分，本篇接着西班牙风力发电现状概述、西班牙模式和涡轮风机技术革新之后，对其产业发展带来挑战性的四点问题以及近期全球市场拓展做一勾勒。此次连载虽然结束了，但对西班牙风电的关注，我们仍在继续，并将在今后的文章中继续体现。

前进中的挑战

当前，阻碍西班牙风力发电进一步成功发展的因素有能源利用的多样性选择、电网网格、中央控制和气象预测等四方面。

对风电的批评更多指向能源资源固有的可变性而带来的风电的问题。不过，这样的批评本身也有问题。对风电的一个准确定位是，风电不应该成为替代核电或煤电的一种能源资源，而确实应该是一种能源补充。

事实上，西班牙风电已经满足了 6% 的国内能源需求，而在条件好的情况下，比如大风天气，这一满足已经达到了 15%。按照西班牙能源机构，IDEA 的前主任 Garcia 的话说，西班牙风电整体系统已经得到很大提高，这包括在冬夏两季用电高峰时节。Garcia 说，在夏季用电高峰，风电给电网的电力提供了最高 15-16% 的支持，而系统的稳定性也得到很大的提高。

此外，电网网格也是一个问题。一般而言，与核电等其他电力形式提供的千兆瓦电力功率相比，一个风电场还没有这么大，最多是数百兆瓦的量级。此外，风机一般安装在远离中心人口区域，这些因素都给电力传输线路带来挑战，并需要其升级完善。

西班牙也面临同样的问题。对西班牙政府而言，升级传输系统是当务之急，政府计划到 2011 年能达到传输 2 万兆瓦的目标。其中，特别需要关注的是加强西班牙和法国（并由此延展出来的西班牙和欧洲其他国家）电力分享机制。理想状态是，当法国有能源需求时，西班牙出口电力以满足其需要，反之亦然。但是，当前两国的电力传输系统还没不能全面具备在完全容量要求下的双向电力传输

的条件。

这里的双向电力传输如何理解？Garcia 举例说，这和丹麦与德国的情况类似。两国间有相应的双向电力传输机制，当风吹到丹麦，则丹麦出口风电给德国；而当风不是吹在丹麦境内，则德国出口风电给丹麦。Garcia 认为，欧洲应该建立起这样的相互连接的电力传输系统。

还有一个挑战是对全国范围内的包括所有风电场进行中央控制，这就类似于现在已经存在的传统电厂的管理方式，以此来达到西班牙风电的宏伟目标。此外，风机企业也要突破技术难题，比如电网电压的微小下降，这样共同实现 2 万兆瓦的目标。

再一个因素就是更具体的气象预测。气象数据帮助电力公司和风电场更准确地预测风的高企或减弱。有了每小时提供的气象数据，电力公司就知道何时期望风电场提供更多的电力供应，而何时需要从其他能源资源上获得冗余。

为减少风电预测方面的不准确性，西班牙风电场运营商正联合系统运营商，为获得气象预测而开展了一个项目。他们使用包括统计和物理方法在内的 7 种不同的预测模型。目前，从项目开始的第一年情况看，数据精确度在提高。同时，西班牙方面也相信，这方面工作的努力，能帮助达到 2010 年全国 15% 的电力供给的目标而做出贡献。

拓展全球市场

根据西班牙风能协会（Spanish Wind Energy Association, AEE）的判断，即使不包括那些正在规划中的海上风电场项目，西班牙已经具备风力潜力以满足 3 万兆瓦的安装容量需求。尽管没有人希望风电替代其他能源形式，但风电确实是能源的一种重要选择。西班牙风能协会预测，如果西班牙相关风电企业——开发商和设备制造商——能达到政府 2010 年 2 万兆瓦的目标，那么，届时风电就能满足全国约 15% 的能源需要。甚至，在风力资源相当丰富的判断下，由风电提供全国一半的能源需求也是一种可能。尽管这一数字某种程度上有些误导，但西班牙风电确实存在巨大潜力。

在支撑国内风电发展目标、满足国内需求的同时，西班牙风电企业也在眼睛向外，寻求机会。而对于外部市场，一些企业已经成为这个产业的先头部队。

比如，Gamesa Eólica 公司，2004 年在美国伊利诺伊州开设风电场，而之后

又将其新的北美办公室设在了费城。同时,中国成为其最大份额的设备销售市场,这中国这个市场上,所有的公司都盯着这个国家迅速发展的更多能源的工业化需求。此外,Iberdrola 正开设或计划开设欧洲其他国家和拉美国家的风电场,而 Acciona Energía 也正承接着一个工程项目。总体上,西班牙风电企业在包括美国、葡萄牙、法国、意大利、印度、澳大利亚、日本、古巴和中国等国家施展能力。

海上风电场

北美海上风电现状和展望



北美地区发展风力发电的国家主要是美国和加拿大,2004 年风电机组安装容量占全球的 15.2%。截止 2004 年底,美国风电机组安装总容量为 6763MW,加拿大为 444MW;美国 2004 年当年新增机组容量为 389MW,加拿大为 123MW。海上风力发电在北美起步较晚,就目前而言,已经投入运行的电场极为有限,但无论如何,美国和加拿大已经跨出了这一步,并且有了相关的规划和政策支持,其前景十分看好。左图展示的是北美一海上风电场的两台机组。

图片出处：<http://www.massclimateaction.org/CapeWind/CapeWindHearings1.pdf>

美国：厚积薄发

美国风能生产税抵减法案(The Wind Energy Production Tax Credit, PTC)有效期的临近曾使 2004 年美国风力发电机组安装量有了明显下降,目前该法案有效期的延长再次燃起了开发商或投资商的投资热情,像 Winergy LLC 这样的开发商则持有 21 个海上风电项目的提案。此外,2004 年美国能源部(DOE)于推出了风能计划,着力引导科研向海上风电开发等新型应用领域发展,确保风电产业

的持续增长。在该风电计划中，与 AWS Scientific, Inc.签订了转包合同，以获得更为准确的海上风电环境评估，帮助在特定条件下更精确地匹配于设计负载条件，降低工程施工和运行的风险和成本。

美国海上风电的发展目标首先锁定浅滩，然后发展至深水；主要采用单机容量为 5MW 或更大的风机。目标在 2012 年，4 级浅滩的电价为 5 美分/kWh。目前正在研制深水技术，技术进步的同时，也将注重成本控制，确保海上风电健康发展。在今后十余年中，美国计划有大量的风电机组有待安装，然而可能只有一部分项目得到落实。作为美国首座海上风电场，美国东北部鳕鱼岬（Cape Cod）的鳕鱼岬海上风电场（Cape Wind）现已建设完毕；皇后区西北面的长岛电力局（the Long Island Power Authority, LIPA）已经提出计划开发 140MW 的风电场，位于长岛市南海岸，开发商将负担所有的项目成本，并将在 15-20 年后通过与 LIPA 协议收购电力来收回成本。

2001 年 11 月，Cape 风能协会在波士顿提出建造鳕鱼岬海上风电场，位于美国马萨诸塞州海岸，引起了当时整个行业的激烈争论。此后经过一段时间的艰苦工作和稳步争取，终于获得全面批准。之前曾有预测指出：Cape Wind 项目是美国海上风电未来发展的试金石，如果获准，该项目必将快速受到大批开发商追逐，能源公司也将更新其发展计划，在这其中分得一块蛋糕；如果项目遭到否决，则会立即停止美国行业内的潜在发展，预期中的开发上也将顾虑到失败的可能而停止推进项目进程。

这个备受争义的项目由美国陆军工程兵团评阅，Cape 风能协会着手开发。美国陆军工程兵团作为应用过程中的一部分，考虑了开发所需的 14 个可能场地，如果有任何其它场地合适，项目开发上将立刻开展充分的调研。这将为整个项目的进程增加时间但又作为核准程序中的一部分必须完成。设计和工程建设方面，该电场由 170 个变桨距上风向的三叶式风力发电机组组成，风电机的排列力求使电场达到 454MW 这个最大的总容量，相应所需的风速在 14m/s 至 25m/s。平均风速 9m/s 的话，风能传输至电网的年发电量达 1.5GWh。

加拿大：政策助推

顺应全球风力发电的发展趋势，加拿大风电产业迅猛发展。风力机组安装总量从 1994 年的 19MW 发展至 2004 年的 444MW，2006 年 1 月的 682MW。在 1999

年之前，加拿大的风电发展受到很大制约，但 1999 年之后则进入一个快速发展期。2004 年的新增装机容量达到 123MW，较前一年增长了 38%。这样的增长在之后几年还将延续。各省政府已经正式通过了 2077.5MW 的机组投产，仅魁北克一个省就即将引进机组 1343MW。在 British Columbia 省的 Queen Charlotte 岛，正在兴建一个 Nai Kum 海上风电项目，该项目是北美海上风电项目中最大的一项，总容量达 700MW，与德国 ABB New Ventures 工程开发公司合作完成。先期阶段的 10 个风电机已经在 2005 年完成安装。将近 680MW 的主体工程计划在 2008 年投入运行。该工程类似于美国的 Cape wind 海上风电场，将决定加拿大海上风电的发展前景。

加拿大风力发电欣欣向荣的局面将在今后几年中得到延续，但该国海上风电市场还有一段艰难的路要走。已通过审批即将投入建设的项目也可能中途取消，就像 Belgium 项目就在开始建设前几个月决定延期建设，但风机制造已经开始，且将在今后几年中增加产品数量。同时政府在政策和金融方面的支持也对工程项目而言至关重要，目前的一些主要扶持政策是：WPPI(风电激励政策)、MIP(市场激励政策)、CRCE(可再生能源支出减免)、PT(政府采购目标)等。

作为一个刚起步的新兴产业，面临的问题主要有电场选址、电场联网的可靠性、风电相关制造业的改进、监测问题、传输中的障碍等。随着该产业的逐步进展，相信不仅在技术方面，在规划、协调等其它方面，前景都将更加看好。

*注：风力能源生产税抵减法案：美国联邦政府的风力能源生产税抵减法案（The Wind Energy Production Tax Credit, PTC）是于 1992 年经国会通过，总统批准生效，针对风力科技产生的电力，提供生产税抵减（每千瓦小时可享有美金 1.5 分的抵免，并可随物价指数变动调整）。该法案实施后，在过去 5 年间被长有效期两次，每次国会均拖延至该法案有效期届满后，才再予表决通过延长，而延长的效期期间又均属短期性。因为，国会没有在法案有效期届满前，及时表决通过延长有效期，以致影响产业稳定投资发展。

本馆所信息咨询与研究中心

张蓓文、曾原 撰稿
曾原 编审

联系电话 64455555-8904、8902 ;64334774

