

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4期 2006年01月15日

文章导读

风行中国

- 风电虚热：行业存在不小风险，企业亟需谨慎防范1
- 风电市场为啥迟迟做不大.....4

海外来风

- 美国开发商计划新增风电机组 900MW.....7
- 德国 REpower 公司预期 06 年机组新安装量增长 25%7
- 2005 年德国 Nordex 公司业务量增长 67%8
- 印度 Suzlon 公司在中、韩两国拿下大单.....8
- 英国风电行业的创纪录年：英国装机容量突破 1GW.....8
- 西班牙风力发电现状.....9

纵深 · 研究

- 中国可持续能源项目：《促进风电产业发展国际经验报告》12

纵深·技术

永磁悬浮风力发电机国内外技术发展及专利简介 18

编者的话：适逢新年，本刊将停刊一期，其后正常出刊。新年里，我们在努力工作的同时，将更多倾听您的意见和要求，力争使《第一情报·风力发电》更上一层楼。在此，先恭祝您：狗年进步，事业旺旺；佳节愉快，万事胜意。同时感谢您对《第一情报·风力发电》的支持和关注！

风电虚热：行业存在不小风险，企业亟需谨慎防范

2005年12月19日，中电投宣布投资15亿元，向新疆金风科技股份有限公司订购30万千瓦风电机组，用于装备其在江苏大丰和甘肃安西的两个风电项目。这是迄今为止我国最大的一笔国产风电设备采购合同，也是中电投首次涉足可再生能源的开发利用。

至此，中国五大国有发电集团——华能、大唐、国电、华电、中电投——全部启动了各自的风电项目，成为可再生能源领域最具实力的参赛者。这些一直在传统的火电、水电领域激烈争锋的电力巨头，如今不约而同地把战火集中到新能源，尤其是风力发电领域。

同时，越来越多的民企和外资也开始投身风电，但它们只是小规模地试探，边投资边观望。不过，中国风能协会副理事长施鹏飞提醒，“尽管看起来十分红火，但风电的钱并不好赚。”至少在最近几年，“中电投”们大规模的风电投资不仅难以产生预期的利润，而且有可能给它们带来亏损和麻烦。

风电特许权招标：中标上网电价明显偏低，企业难有盈利空间

通过参与风电特许权招标获得进入风电市场的机会，相对于更为普遍的由企业自主选择风电场进行开发的传统投资模式，这种方式更为便捷和有保障。但较当前风电开发的实际成本而言，包括中电投在内，中标的上网电价明显偏低，企业难有盈利空间。

目前国内每千瓦风电装机容量的成本约为8000-10000元，比火电机组高1-2倍，折合每千瓦时风电的成本约0.4-0.5元。在已经进行的第三批风电特许权招标中，中标电价为0.42-0.52元/千瓦时，这与风电成本不相上下。如果加上设备故障、风力不足等风险因素导致的费用增加，实际成本很可能将超过上网电价，整个项目陷入亏损，成为赔本的生意。

按照特许权招标的惯例，上网电价是最核心的竞争要素，报价最低的企业通常会获胜，此次中电投也未能例外。中电投此次开发的江苏大丰20万千瓦和甘肃安西10万千瓦两个风电项目，属于2005年进行的第三批风电特许权招标项目。

在这两个项目中,中电投的中标电价分别是0.4877元/千瓦时和0.4616元/千瓦时。

中电投没有透露是否对江苏大丰和甘肃安西项目的盈利前景有把握。不过该公司副总经理张晓鲁对降低成本格外强调。她表示,这两个项目全部采用了国产机组,国产化率达到95%,部分原因就是降低设备造价。

“公司还将与部件分包商协商,协助金风公司降低部件的采购价格。同时,我们将采用专业化、集约化的管理模式,降低风电的造价和管理成本,提高获利能力。”

特许权争议：短期盈利并不重要，获得资源就拥有主动

从2003年开始,国家发改委推出风电特许权招标项目,按照一份内部文件的说法,“旨在通过风电开发权招标的方式,引入竞争机制,降低风电上网电价,并推进风电设备国产化。”到目前为止,国家共进行了3批9个风电项目共计130万千瓦装机容量的特许权招标。

表：国家风电特许权招标项目部分第一、二批概况

批次	项目名称	装机容量 (万千瓦)	中标企业	中标电价 (元千瓦时)	风电机组制造商
第一批	江苏如东	10	华睿集团	0.4365	丹麦 Vestas 公司
	广东惠来	10	广东粤电集团	0.5013	新疆金风科技股份公司
第二批	如东二期	15	龙源电力集团	0.519	GE 能源集团
	吉林通榆	20	龙源电力集团	0.509	西班牙 Gamesa 公司
	内蒙古辉腾锡勒	10	北京能源投资集团	0.426	新疆金风科技股份公司
	江苏东台	20	国华能源投资公司	0.4877	未定
	江苏大丰	10	中国电力投资集团	0.4877	新疆金风科技股份公司
	甘肃安西	20	中国电力投资集团	0.4616	新疆金风科技股份公司
	青岛即墨	15	未定		

资料来源：《经济观察报》，2006年1月2日

2003年实施风电特许权招标以来,除第一批中的江苏如东项目由民营企业华睿集团获得外,其余都是国有电力公司中标,中标电价都是最低电价。在尚未揭晓的青岛即墨风电项目招标中,很多企业感到无利可图,纷纷退出竞争,最后只剩下一家国有电力公司坚持到最后。

“ 特许权招标对于降低电价、发展国产风电设备发挥了很大作用，但实际运作中出现了一些扭曲，最明显的就是以最低电价来选择中标企业。” 施鹏飞告诉本报，中标企业为降低成本，必然向设备制造商压价。在成本难以大幅下调的情况下，设备制造商必然以降低质量为代价来压缩成本，使风电项目的风险增大，甚至难以正常运行，并最终导致恶性循环。

中电投在为江苏大丰和甘肃安西两个风电项目选择设备制造商时，就曾要求金风公司大幅降低报价，并提供为期 20 年的产品保修服务，这在整个风电制造行业都没有先例。

中标电价偏低，也使风电投资企业在项目融资时遭遇难题。国家发改委能源局在一份特许权招标工作总结中披露，华睿集团中标的江苏如东一期项目因电价偏低（0.4365 元/千瓦时），银行认为风险大，贷款目前尚未完全落实。

“ 事实上，对中电投等国有企业而言，风电项目短期内能否盈利并不重要，” 中国风能协会秘书长秦海岩认为，这些企业最看重的是从战略上进入到新能源领域，并占有一定资源——资源是有限的，谁先获得谁就拥有了主动权。

据了解，目前正在进行最后修订的《可再生能源法》实施细则中，决策层的最新意见是以特许权招标项目的中标电价为基准核定上网电价，而非之前确定的以火电上网电价为基准。如果这一意见获得通过，风电行业的上网电价比目前水平将明显下降。

“ 这样做会把刚刚兴起的风电产业一下子掐死了。” 施鹏飞说。他认为，应把上网电价提高到 0.6 元/千瓦时左右的水平，这一价格基本能保证风电项目 10% 的资本金内部收益率，略高于火电的投资回报，可鼓励企业投资风电。

“ 事实上，对中电投等国有企业而言，风电项目短期内能否盈利并不重要，” 中国风能协会秘书长秦海岩认为，这些企业最看重的是从战略上进入到新能源领域，并占有一定资源——资源是有限的，谁先获得谁就拥有了主动权。

风电虚火：不计成本一哄而上，应引起整个行业警惕

除了参与特许权竞标，更多的企业通过自主选择风电项目的方式进入风电领域。

在 2005 年，风电开发的热潮开始兴起，新增风电装机容量将超过 50 万千瓦，未来 5 年内规划建设的风电超过 500 万千瓦，总投资额超过 500 亿元。

在这些雄心勃勃的投资计划中，国有发电公司占据了 70% 以上的比重。中电投副总经理张晓鲁透露，该公司仅 2006 年就将开工建设 5 个风电项目，装机约 40 万千瓦。神华集团旗下的国华能源投资公司也计划 2010 年风电装机 100 万千瓦。

这些企业很大程度上是试图抢占尽可能多的优质风能资源。以国华能源投资公司为例，该公司已先后与河北尚义县、山东烟台市、河北黄骅市签订了合作开发风电场的协议，初步控制了将近 850 万千瓦规模的风资源。

“中国风电的发展形势很好，但同时也出现了偏热、偏快的趋势。”国家发改委能源局副局长吴贵辉在一次内部会议上表示。国家发改委副主任张国宝也担心行业过热，企业盲目投资，尤其是在风电设备制造行业。

风电投资领域高涨的热情，目前已经传递到上游的风电设备制造行业。一方面，国外知名的风机制造企业，如丹麦 Vestas 公司、美国 GE 能源集团、西班牙 Gamesa 公司纷纷在中国设立组装厂或研发中心，争抢中国市场；另一方面，20 多家国有制造企业，如上海电气、大连重工、中航二集团、航天科技集团、湘电股份、特变电工等纷纷投身风机制造业，不惜花费重金向国内企业购买许可证，并在引进技术时相互抬价，使得本身并没有多少技术含量的许可证价格翻了数倍。

据说，德国一家风机制造企业每周都会接到一两家中国公司购买许可证的申请。按照目前被人为拉高的行情，国内企业引进该公司的技术生产 100 台风机，需要向外方交纳 1 亿元的使用费，这使风机造价激增 30% 以上。

“即便高价购买了许可证，国内企业买到的也只是一张组装图，拿不到核心技术。”中国风能协会秘书长秦海岩提醒，这种不计成本地一哄而上应引起整个行业的警惕。

（摘编自《经济观察报》，2006 年 1 月 2 日）

风电市场为啥迟迟做不大

近几年，随着我国能源的持续紧张，合理地开发利用绿色新能源就成为摆在我们面前的重要课题。中科院专家提出：风能、太阳能、潮汐能的开发可以有效

缓解我国的能源供应困局，其中，产业化条件最为成熟的首推风力发电。但是目前我国风力发电产业举步维艰。虽然大大小小的风电场遍布全国，却并不因“发电”而受人关注，有些甚至成为当地供人观赏的旅游景点。在历经 20 年漫长的“试验期”后，风力发电尚无法扛起缓解国家能源紧张的大旗。

价低使风电陷入怪圈

我国风能资源丰富，储量超过 32 亿千瓦，可开发的装机容量约 2.53 亿千瓦，居世界首位。可 2004 年全国风力发电装机容量仅 76.4 万千瓦，占全国电网总装机容量的 0.17%。对此，中国风能协会副理事长施鹏飞认为，风电价格偏低的现状，将影响整个产业的健康、可持续发展。

在内蒙古朱日河、辉腾锡勒等几个大型风力发电场，美国、丹麦等国的进口设备几乎一统天下。仅有的三台国产风机尽管价格低，却根本没法用，设计能力是 600 千瓦，用起来只能达到几十千瓦。发电设备国产化水平低成为目前公认的风电产业化阻碍因素之一。直到今天，进口设备垄断国内市场的局面仍在持续，设备国产化水平低的根源在于风电市场没有做起来。风电市场的这种现状，导致风电产业陷入“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”恶性循环的怪圈。

扶持政策难落实

目前在我国，已初步具备产业化条件的风力发电迟迟无法迈出关键一步，关键在于缺乏“绿色政策”来护航。专家表示，由于电价、贷款、税收等优惠政策与扶持措施不到位，我国的风电产业化进程从市场这个源头便被束缚住了。对于一个产业而言，市场是起跑线，可是因为缺乏投入和开发，风电始终没有市场。内蒙古是我国利用风力发电最早、规模最大的省区之一，由于风力资源得天独厚，设备年有效利用达到 2400 小时左右，每度电成本已经降至华东、南方一些电网火电成本以下。然而这种良好态势却一直受电力市场分割的制约，只在蒙西电网内销售。另外，在进口风电设备时，根据有关规定，300 千瓦以下的机组可以减半关税，而目前的主流机组均达到 600 千瓦以上，这使关税优惠的政策也无法落到实处。业内专家坦言，《可再生能源法》于 1 月 1 日正式实施，这对新一轮风电竞争至关重要，但并不意味着所有阻碍就自动消除了。事实上，当前国内电力市场的分割与壁垒依然十分严重，这不利于中国未来的替代能源发展战略。

一哄而上警惕“绿色泡沫”

目前，我国风电装机容量约有 100 万千瓦。根据国家发改委的能源中长期发展规划，到 2010 年，我国风电装机容量要达到 500 万千瓦，且所有项目的机组本地化率要达到 70%，否则不予核准。也就是说，“十一五”期间，全国新增风电装机容量约 400 万千瓦，未来 5 年内平均每年要增加 80 万千瓦。对此，专家认为，我国的风电产业刚刚起步，应该走得稳些、好些，目前国内对风力发电的复杂程度明显估计不足。资料显示，目前我国已建成 40 多个风电场，然而风电装机容量仅占全国电力装机的 0.14%，风力发电设备主要依靠进口。要知道风电机组在野外恶劣的天气下运行 20 年，即使在技术相对成熟的欧美国家也难免出现故障，更何况我国的风电设备发展才刚开始。

风电是个非常有前景的产业，但鼓励开发并不等于“揠苗助长”。目前在我国，风电产业的专业人才奇缺。等国内风电设备产业的开发、制造能力都有所提高的时候，发展的步子可以迈得大一些，一哄而上的风电建设可能会造成“绿色泡沫”。目前，广东、福建、山东、河北、甘肃、新疆等省区都在规划风电项目，江苏省近千公里的海岸线，几乎县县都在规划建设 10-20 万千瓦的风电场。各自布点、小规模的风电场不易于管理，发电密度不高，难以形成规模效应。国家应加强对风电等新能源的整体布局规划，避免低端重复建设。

国内数十家有能力开发生产大型风力发电设备的企业都在观望，等待国内风电市场能做大、能有钱可赚。所以，设备国产化水平低的根源在于风电市场没有做起来。风电市场的这种现状，导致风电产业陷入“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”恶性循环的怪圈。

（摘编自《市场报》，2006 年 01 月 09 日 第四版）

美国开发商计划新增风电机组 900MW

美国两个最大的风力发电开发商 FPL 和 PPM 公布了购买共计 900MW 容量的风力发电机组并在次年安装的计划。在这两桩交易中的第一笔，西门子发电设备公司将为 FPL 公司提供总容量 600MW、单机 2.3MW 的风机，并将在 2006 年年初运达。这是美国首度安装西门子的机组。第二笔是 GE 能源为 PPM(Scottish Power 集团的分支机构) 提供总容量为 300MW 的机组，并在 2006 年投入使用。这两桩交易标志着美国风电行业发展的新阶段，其中 PPM 期待 2005 年单独安装机组量达到 670MW。

(摘编自《Renewable Energy World》杂志 2005 年 Nov-Dec 期新闻)

德国 REpower 公司预期 06 年机组新安装量增长 25%

德国风力发电机制造商 REpower 计划在 2006 年较 2005 年多安装 50 台风力发电机，预计销售额将从 4 亿欧元 (4.8 亿美元) 提升至 4.5 亿欧元。

REpower2005 年超额完成了机组安装量的目标，共安装 201 台新机组 (原安装目标为 200 台)，这在 2004 年 66 台的基础上向前迈了一大步。

该公司称，2005 年的安装量已经很高，因为存在恶劣的天气条件和主要部件 (如：齿轮箱、转轴等) 的供应瓶颈这些客观状况，这些因素也导致了 25 台机组延期至 2006 年进行试运行。

2005 年 REpower 最高的销售额是在法国新安装的总容量为 129.5 MW 的工程项目，其次是在德国总容量为 101 MW 的项目，之后是英国 34 MW、意大利 30 MW 和葡萄牙 20 MW 等。其余的风电机则安装于日本、中国、澳大利亚、比利时等地。

(摘编自 REpower 公司 2006/1/4 新闻 <http://www.repower.de/>)

2005 年德国 Nordex 公司业务量增长 67%

Nordex AG 在 2005 年超额完成了预先计划的业务，就在 2005 年 10 月刚提升了财政目标之后，在 2005 财政年度中接到订单量升至 3.948 亿欧元，相比前一年 2.364 亿欧元的业务量增长 67%。

来自德国以外的订单占据了大约 62%，再一次成为公司新业务中的最大份额。事实上，这对 Nordex 而言，订单数量多过国内尚属首次。光来自法国的订单即价值 1.776 亿欧元（占据 45%），这归功于公司在法国成功的项目开发活动。

2005 年，Nordex 售出的风电机组总数是 219 台，总容量为 416MW（前一年的数量是 138 台，容量为 241.2MW），增幅逾 70%。每两个订单中至少有一个是需要公司的大型机组 N80/N90（单机容量分别是 2.5MW 和 2.3MW）。

在 2005 财政年度的前三个季度，面临市场的强大需求，Nordex 将其 10 月份的新业务量预计从 3 亿欧元提升至 3.5 亿欧元。

（摘编自 Nordex 公司 2006/1/4 新闻）

印度 Suzlon 公司在中、韩两国拿下大单

目前世界排名第六风力发电机制造商，印度本土企业 Suzlon 宣布：已经接到中国和韩国两个项目的订单，提供价值 4960 万美元的风电机。

在这两宗交易中较大的那笔是 Suzlon 为内蒙古的一个风电场提供 40 台 1.25MW 的风电机，其次是为韩国 Jeju 岛屿提供 7 台 2.1MW 的风电机，总容量为 14.7MW。

（摘编自 <http://www.earthscan.co.uk/>）

英国风电行业的创纪录年：英国装机容量突破 1GW

2005 年将作为英国风电行业值得记载的一年，共有 18 个新项目、共计 500MW 容量的机组联网运行。这意味着 2006 年起，风力将占据英国 1% 的电力供应。

尽管有了这样的进步，要达到英国政府提出的 2010 年可在生能源达到电力供应 10% 的目标还有很长一段路要走，还需兴建大量的机组。尽管存在反对声，英国风能协会最近进行的民意调查显示，75% 的威尔士民众赞成兴建更多的风电

场满足国内对能源的需求。英国风能协会的 CEO，Marcus Rand 表示：风能已经真正的进入了英国社会，我们期待英国再启动 6GW 的风电新项目，岸上或离岸项目举头并进，到 2010 年它们都能投入运行。

(摘编自 <http://www.earthscan.co.uk/>)

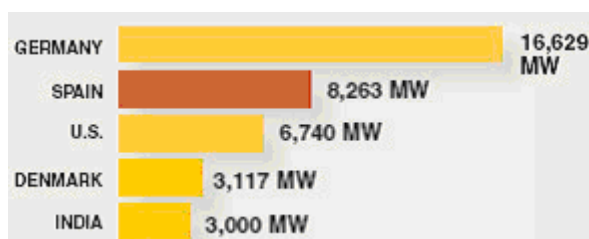
西班牙风力发电现状

编者按：2005 年 12 月 14 日，美国《技术评论》杂志（麻省理工学院下属机构所办刊物，据说是历史最悠久的技术刊物）与西班牙贸易委员会合作，首次在其网站 www.technologyreview.com 刊登全面介绍该国风力发电产业的文章《西班牙风力发电》。作为对西班牙风力发电成功经验的解析以及该国活跃在该产业领域重点企业的追踪，我们将分三次对该文刊载。本次为第一部分，主要对其现状进行扫描。

经过过去 20 年的发展，风力发电技术已经走向成熟，成熟的技术带来成本降低、效能提高。今天，如丹麦、德国等国家已经做出示范，在某些地区，风能已经并入当地电网并为这些地区提供超过 20% 的电力需求。

现如今，西班牙也加入到风力发电强国行列中。拥有 90 亿瓦的装机容量，2005 年西班牙位列全球第二，落后于 160 亿瓦的德国，但领先于 65 亿瓦的美国。同时，包括设备制造商和风电场运营商在内的多家西班牙风电公司，在全球范围内处于领导地位。比如全球第二大风机制造商 Gamesa Eólica，全球最大的风电场拥有商和运营商 Iberdrola，全球最大的风电场营造商与开发商 Acciona Energía 等。此外，基于国内已有的工业基础，许多公司蜂拥而起，在复合材料、钢铁、电子元器件、风力数据计测等领域发展能满足风力产业的各种技术。

图：全球风电装机容量前五位国家



(注：此五国总和约占全球风电总装机容量 67%；资料来源：美国风能协会，2004 年)

风力发电机在西班牙中部地区较集中安装,特别是 Castile La Mancha、Castile 和 Leon 地区。但西班牙风电最初从南部的 Andalusia 省发展起来,并逐步扩展到北部地区,扩展到大西洋沿岸的 Galicia 地区和与法国接壤的 Aragon 地区。目前来看,风力发电给很多地区带来了更多的经济发展机遇,这些机遇既有来自于风机制造,也有来自于风电场运营。

图：西班牙风电厂区域分布



资料来源：西班牙风力发电

装机量年增长 30%，政府在鼓励私人投资、技术研发、电网发展等方面的明确承诺，这些为西班牙发展风电产业提供了良好机遇。在强劲的风势席卷下，西班牙风电产业正朝向提升经济和技术增长的方向迈进。

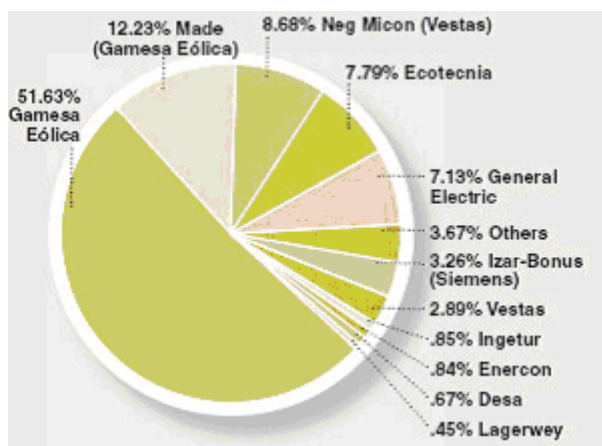
在风电产业方面，西班牙之所以能从其他欧洲大国中脱颖而出，按照欧洲风能协会主席 Corin Millais 的观点，是因为在一些国家的经济扩张中，环境因素还没有成为主驱动力。而西班牙做到了。

Corin Millais 认为，区域发展、经济部署等方面存在很多挑战，驱动经济发展需要增加能源消耗。而相比于北欧一些国家，风电在西班牙经济中发挥了更多的基础性作用。

有关数据支撑了上述观点。在 20 世纪 90 年代末西班牙执行第一个可再生能

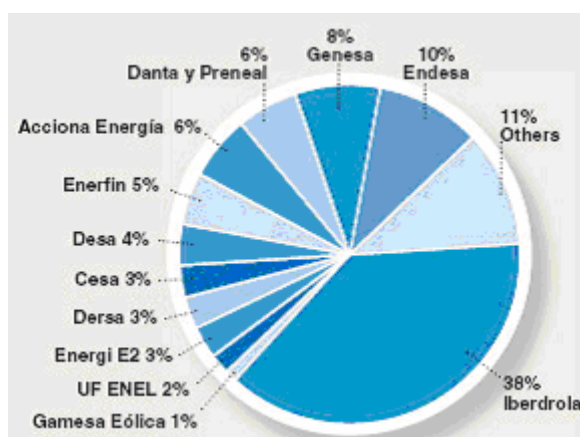
源计划的时候，能源需求预计每年增长 1.2%。而实际上，需求增长达到 3-4%。对风电需求的增长也较预计快很多，年装机容量增长率达到每年约 30%。当前，据西班牙政府估算，300-400 家西班牙企业与风能产业相关，并提供了约 3 万个工作岗位，而此数据预计到 2010 年将翻番。

图：西班牙风机制造商市场份额分布



资料来源：能源工程师协会（Association of Energy Engineers，AEE），2004 年

图：西班牙风电场开发商市场份额分布



资料来源：能源工程师协会（Association of Energy Engineers，AEE），2004 年

西班牙政府提升风能产业出于两方面考虑。第一，减少对进口石油的依赖。在 OECD 和欧盟的国家中，以往的西班牙对进口石油相当依赖，而处于多变的国际油料市场中，这个国家的经济将相当脆弱。因此，在可再生能源计划中，西班牙重点聚焦如何提该国的能源独立性问题。第二，和欧盟的指标相匹配，降低二氧化碳的排放。根据西班牙能源多样化与节约协会（IDAE）的数据统计，如果满足西班牙电力需求总量的 30%来自于可再生能源，并且这其中又有一半来自于风能，那么，到 2010 年全国将减少二氧化碳排放 7700 万吨。

过去几年，全球风力发电产业迅猛发展。这一迅猛发展的势头也在西班牙得到体现：1999年，当时西班牙政府确定的风力发电目标是到2011年全国范围内达到90亿瓦的装机容量。而现在看来，计划执行到一半的2005年，此目标已经超额完成，并已并入电网。而这一成绩的取得主要是在2000年之后这段时间，1999年到2000年这段时间内，只完成了8亿瓦。有鉴于此，2005年8月，西班牙政府修正了它的目标，这一目标被设定为200亿瓦。

当前，风能满足西班牙约6%的电力需求，而在美国，美国风能协会(AWEA)实现这一目标的年限是在2020年。在西班牙的Navarra地区，风能满足该地区约一半的电力需求。西班牙可以自豪地说，风电产业是西班牙最具活力的产业之一。

纵深·研究

中国可持续能源项目：《促进风电产业发展国际经验报告》

编者按：1999年3月，在中美两国相关专家的一系列会议和咨询后，大卫与露西·派克德基金会和能源基金会启动了“中国可持续能源项目”，旨在通过推动能源效率和可再生能源，帮助中国过渡到可持续能源的未来。www.efchina.org网站则承载了该项目中基金申请、研究交流、发展经验探讨等功能。2005年11月，由资源解答中心编撰的《促进风电产业发展国际经验报告》首次公开，汇总了风力发电机组本地化的策略、潜在利益、主要问题和障碍、激励政策、建设意见等内容。现选编该报告摘要如下。

与其他国家一样，中国不仅希望扩大可再生能源在国内能源消费中的比例，还希望发展相关的设备产品以满足可再生能源应用的需要。本报告阐述了各国风机国产化的原因，以及为实现风机国产化所采取的不同方式。本报告的核心部分是十二个国家在促进本国风机国产化进程中所采取的措施、成功的经验以及失败的教训。本报告出版的目的是为中国提供一些可参考的经验，以帮助其实现风机

国产化。

当今，市场上主要的风机制造企业均起步于上世纪 70 年代后期。当时丹麦、荷兰、德国、美国等国家都开始了风机制造的技术研究和产品开发工作，这些国家的企业是第一批涉足风机制造领域的企业。随后的企业则采取了与上述第一批企业不同的风机国产化发展思路，包括建立合资企业、技术转让、鼓励国外风机制造企业将其生产基地转向本国等。

风力发电机组本地化的策略

风机生产技术包括零部件生产和整机系统生产。从传统意义上来说，这些相关技术的获得主要通过以下三种途径：1) 从国外引进先进技术；2) 企业自主研发；3) 企业与国内相关科研院所共同开发。实际上，从国外引进技术和风机产品是很容易实现的，但是很难引进真正的核心制造技术。在这种情况下，很难促进国内技术进步。因此，一个关键问题摆在了政府面前，即要明确本地风机国产化的真正目标是什么？是扩大就业，增加原材料需求？还是引进国外先进技术，然后通过消化和吸收变成自己掌握的技术以实现风机产品的国产化？

风力发电机组本地化的潜在利益

风机本地化无疑将会成为推动当地经济发展的一只新生力量。风机本地化的实现可以为当地创造新的就业机会；当地可以通过销售风机产品获得利润；当地生产的风机产品可以出口海外市场；可降低当地风电场购买风机产品的成本，进而降低风力发电成本，提高当地风力发电能力等。除以上直接效益外，风机产品本地化还将带来一些间接效益。同时，由于风机制造技术较为复杂，因此掌握该项技术也是一国技术实力的体现。

风力发电机组本地化的主要问题和障碍

经过多年的发展，如今风机制造产业已逐渐成为了一个比较成熟的行业，风机单机容量越来越大，技术也越来越复杂，因此对于想进入风机制造领域的国家和企业来说，无疑将面临很多困难和挑战。目前市场上的很多风机制造商已积累了多年的研发、生产制造、销售等方面的经验，同时这些企业也通过兼并等方式使其自身规模不断扩大，占据了全球大部分市场份额。另外，由于自身技术能力的限制以及产品质量控制的要求，在新的国家和地区很难在风机制造技术方面取

得突破，特别是风机的本地化生产。另外，通常国家标准会要求风电场必须安装使用先进的风力发电系统，这样一来，那些刚起步的企业就会因其产品在技术上缺乏竞争力而被排除在外。除上述因素外，缺乏技术工人、缺乏拥有自主知识产权的先进技术、世贸组织对其成员国的一些规定也是风机本地化发展的障碍。

风力发电的激励政策

为实现风机本地化的目标，多数国家会通过下表所列的直接政策来推动风电行业的发展，特别是风机本地化生产制造。此外，在那些已成功实现风机本地化的国家都有这样一个共同特点，除直接政策外，政府都采取了一些间接政策，包括营造稳定、具有一定规模的风电市场和提供连续稳定的投资环境，以吸引投资者投资建设风电场和从事风机技术的研发工作。

直接政策
对本地化率的要求
政策要求使用国产化风力发电机组，要求国产化率必须在国内风电场所安装的机组中达到一定的比例。这样一来，该政策将吸引那些致力于投资风电产业的企业将其生产基地转向该地区，或在当地采购风机机组零部件。
对本地风机制造和本地化率的优惠政策
通过激励政策而不是强制政策鼓励提高本地化率和本地化制造，向选用国产风机产品的投资商提供低息贷款，或者向将生产基地转向当地的企业提供税收上的优惠政策
关税激励政策
通过进口关税的设置，鼓励进口风机零部件而不是进口风机整机系统，为当地的生产制造企业和总装企业营造更好的市场空间。
税收激励政策
优惠的税收政策将鼓励更多的当地企业进入风电行业，降低企业的营业税或所得税也能够增加当地企业的国际竞争力
出口援助支持
出口援助支持可以由风机制造商所在国家为购买风机的国家提供的为企业提供的低息贷款，或是一揽子援助计划
认证和检测体系
符合国际标准要求的国家级检测和认证体系对于帮助消费者建立对风机产品的信心是非常有益和有幫助的，特别是对于风机这样用户不熟悉的产品
研究、开发和示范项目
对风机技术基础研究的可持续投入、特别是对示范和商业化项目的支持，对于风力发电行业的本地化发展起着重要的作用，特别是在私营风机企业与公共研究机构进行合作的时候，基础研究的投入显得尤为重要。

间接政策
固定电价政策
固定电价政策给予了风电一个长期的、能保证一定的盈利空间的固定电价，从而为风电场投资商以及风电制造企业营造了一个长期稳定的市场，鼓励他们对风机生产和技术改进长期投资。
强制可再生能源目标
政策规定来自可再生能源的电量必须在所用电量中占有一定的比例，可以根据市场和资源情况进行具体设计。
政府招标或特许权政策
政府部门直接与风电开发商签订长期购电协议，以减轻在不稳定的政策环境下风电企业的经营风险。
财政激励政策
从非可再生能源电力收取一定的费用，或直接从用户支付的电费中收取一定的费用（通常称为系统运营费），建立一个专门的基金支持可再生能源的发展。
税收激励政策
税收激励政策能够有效地促进对可再生能源的投资，不论是对投资风电技术的企业减免所得税，或是减免财产税。
绿色电力市场
一些国家鼓励用户自愿以较高价格购买可再生能源电力，以支付可再生能源电力的额外成本并支持对新的可再生能源发电项目的投资。

案例研究结论

本报告总结了 12 个国家在制定促进风力发电机组国产化方面的成功经验和存在的问题。这些国家包括：丹麦、德国、西班牙、荷兰、美国、加拿大、英国、澳大利亚、印度、日本、巴西和中国。在大量案例研究的基础上，本报告总结出了一系列如何促进风机产业本地化的成功经验。

通常，有吸引力的当地风电市场是推动风机制造业本地化发展的前提条件。丹麦、德国、西班牙、美国和印度等国家的风机制造企业都是从其本国的风电市场起步。稳定的国内市场为风机制造企业提供必需的产品检测基地，以便确定其技术类型和制造业的发展方向，同时也为企业提供了一个基本的市场，为其制定长远的发展战略提供保障。

风机产业本地化的发展离不开具备一定规模且稳定的市场。对于刚起步的地区，年风电装机容量应连续三年以上保持在 150 - 200 兆瓦的水平。年风电装机容量至少在 500 兆瓦以上才能对风机产业本地化发展的起到有力的推动作用（CanWEA，2003）。1994 年以来，德国的风电市场都保持在年新增风力发电

装机容量 200MW 以上的水平，丹麦和西班牙在 1997 年也达到了这一水平。目前，德国和西班牙的风电市场保持在年新增装机容量 500 兆瓦以上。而美国和英国的风电市场需要很不稳定，根据这两个国家的发展情况可以看出，缺乏稳定的市场，要实现风机制造业的本地化发展是非常不易的。

间接政策旨在为风电发展提供稳定的且具备一定规模的市场，间接政策对于推动风电行业发展以及风机制造的本地化发展是至关重要的。要营造稳定、具有一定规模的当地风电市场就需要强有力的政策支持。丹麦、西班牙和德国等国家分别通过实行稳定的、可盈利的固定电价政策，培育了本国的风机制造业。其他一些国家，包括加拿大、英国、印度、日本、中国和巴西，则实施了或正在实施由政府主导的风电特许权招标项目。美国的生产税减免政策（Production Tax Credit）也成功地推动了本国的风电发展，同时，丹麦、德国、美国、澳大利亚、印度、中国和巴西等国还广泛地应用政府贷款和赠款支持风电场的投资和建设。

当今的风电行业发展已相对成熟，风力发电机组正日趋向大容量高技术方向发展。在这样的大环境下，政府提供的支持对那些新进入风电行业的企业非常重要。西班牙、加拿大、中国和巴西等这些处于起步阶段的国家，主要采取对本地化率的要求和其他激励政策。西班牙的促进本地化发展的优惠政策帮助本国风机制造企业 Gamesa 公司迅速成长并开始进军海外市场，同时，该政策也促进了外国企业进入西班牙市场，在当地设立风机制造厂，从而创造了大量的就业机会。澳大利亚、印度和中国等国广泛采用关税激励政策，与进口整机设备相比，进口风机零部件的关税较为优惠，关税优惠政策在支持本地化的生产制造方面取得很好的效果。加拿大实施了一项给公司向当地员工的工资支出进行税收减免的激励政策，鼓励大型的风机制造企业将加拿大设厂，以增加当地就业机会。在丹麦风电产业发展的初期，产品标准和质量认证体系也起到非常重要的作用，由于其他国家的产品缺乏竞争力，产品标准和质量认证体系的实施效果是基本上强制要求使用丹麦产的风机。

对中国的建议

在实现风力发电机组国产化的进程中，中国能借鉴很多国家的经验。

明确发展风机本地化的国家目标。明确发展的近期目标和长期目标是制定有效政策的前提。首先，要明确中国是否满足于仅仅在本地进行风机的生产，这样

的本地化生产虽然能够为中国带来更多的就业机会和一些经济收益,但是几乎不可能实现与大型风机制造技术相关的核心技术、知识产权或者制造技术的转让。实际上,外资企业虽然在中国投资建厂制造风机产品,但真正先进和核心的技术几乎不可能转让给中方。这种“技术转让”虽然可以给中国带来经济利益,但是对中国的风机制造技术的贡献则微乎其微。与之对应的是,中国可以考虑真正发展本国风电制造产业。

实施间接政策以保证强劲和稳定的风电市场增长率。实现风机产业本地化的关键是真正建立起一个具有一定规模且稳定的国内风电市场。事实证明,长期、稳定的固定电价政策是最成功的风电激励政策,同时,其他一些政策,包括强制市场份额或配额制、政府实施的项目招标和特许权政策等,只要实施得当也是非常有效的。

实施直接政策以鼓励本地化生产。中国可以通过制定相关的激励政策来增加在国内生产制造的吸引力,促进风电产业的发展。这些激励政策应包括:支持在本地设厂生产的风机制造企业、大力支持风机制造企业将进口风机改为在当地建立其生产基地。同时,不论是风机总装厂还是风机零部件生产企业都应有直接激励政策给予支持。前面提到的直接激励政策,只要实施得当,都能够有效地促进风机本地化发展。

制定促进本地风电产业发展的具体计划。就中国的情况而言,应结合自身情况统筹制定促进风机本地化的近期发展计划和长期发展规划。在参考过去在促进风电产业发展方面的研究的基础上,评估风机产业国产化所产生的效益,评价中国风机制造业的竞争优势,同时,为政府部门的决策提供详细的政策建议。

永磁悬浮风力发电机国内外技术发展及专利简介

现行的风力发电机多为螺旋桨式结构，由于结构上的原因，一般都是定向安放，需要4级以上的风力才可以运行发电。对于2级以下的微风状态，基本上很难正常工作，这使得风能的利用和技术推广受到一定限制。随着永磁风力发电机的产生，使发电机的结构得到简化，效能提高，各种损耗也有明显的降低。它具有在额定的低转速下输出功率较大、效率高、温升高、起动阻力矩小、建压转速低等优点。在此基础上，研究人员又引入了磁力传动技术和磁悬浮技术，研制成了更为先进、高效的永磁悬浮风力发电机。

相关专利列举

以“(磁+悬浮)*风*(发电+风电)”及“wind and (turbine? or generat?) and (magnet? and levitat? or MAGLEV or breeze)”为检索策略，对中国知识产权局网站及欧洲专利局网站进行检索，现列举检索到的相关专利：

1、磁悬浮永磁风力发电机

申请号：CN99243654.0 申请日：1999.08.25

公开号：CN2407504 公开日：2000.11.22

申请人：赵克 发明人：赵克

摘要：一种磁悬浮永磁风力发电机，它采用了磁力传动技术和磁悬浮技术，从系统上解决了风力发电机向大功率发展中遇到需启动风力达一定大的难题，同时，通过磁力传动技术和磁悬浮技术的结合，克服了永磁转子风力发电机输出特性偏软的缺点。该磁悬浮永磁风力发电机，它是由原动力传送装置，磁力传动调速装置，磁轮，磁悬浮永磁发电机等几部分组成的。因其启动风力小的特点，它可广泛用于各种交通工具，工厂，农村，城市住宅小区，高层建筑等领域。

主权项：一种磁悬浮永磁风力发电机，它包括：原动力传送装置、磁力传动调速装置、磁轮、磁悬浮永磁发电机等几部分。其特征在于：原动力传送装置中的磁轮，与由不同规格大小、不同转速比的磁轮组成的磁力传动调速装置，保持着一定的间隙；同时，磁力传动调速装置中的磁轮，与安装在磁悬浮永磁发电机

转轴上的磁轮，也保持着间隙；在转轴与磁悬浮永磁发电机的端盖之间，安装有磁悬浮装置。

2、新型永磁风力发电机

公开号：CN2561165 公开日：2003.07.16

申请号：CN02271412.X 申请日：2002.06.27

申请人：白晶辉 发明人：白晶辉

摘要：本实用新型公开了一种新型永磁风力发电机，其特征在于发电机部分中的发电机定子绕组，其结构采用双线并绕的形式进行绕制，两个绕组的头尾通过开关器件串联在一起，控制电路 B 通过 D1、D2 对由运算放大器 IC1 组成的电压比较电路进行供电，运算放大器 IC1 组成的电压比较电路对发电机定子绕组 L1 和 L2 上的电压进行检测，并输出信号，通过对开关器件 J1、J2 的通、断，改变发电机定子绕组 L1 和 L2 为串联或并联。

主权项：一种新型永磁风力发电机，其特征在于发电机部分中的发电机定子绕组，其结构采用双线并绕的形式进行绕制，两个绕组的头尾通过开关器件串联在一起，控制电路 B 通过 D1、D2 对由运算放大器 IC1 组成的电压比较电路进行供电，运算放大器 IC1 组成的电压比较电路对发电机定子绕组 L1 和 L2 上的电压进行检测，并输出信号，该信号通过三极管 Q1 进行放大，驱动开关器件 J1、J2，通过由 IC1 组成的比较电路对输出电压进行控制，通过对开关器件 H、J1、J2 的通、断，改变发电机定子绕组 L1 和 L2 为串联或并联。

3、微风风力发电机

公开号：CN2604819 公开日：2004.02.25

申请号：CN03233662.4 申请日：2003.03.19

申请人：谢建国 发明人：谢建国

摘要：本实用新型公开了一种微风风力发电机。发电机(3)的轴伸上通过轴承安装风叶轮，其特征是：立柱顶端设置铰联轴承，垂直于铰联轴承对称安装发电机和风向标，两者处于同一轴线上；风向标端部安装一风向舵。由于本实用新型采用了风向标结构，大大提高风能的利用率；采用永磁发电机，使得利用微风成为可能，为风力发电的普及创造了条件。

主权项：一种微风风力发电机，发电机的轴伸上通过轴承安装风叶轮，其特

征是：立柱顶端设置铰联轴承，垂直于铰联轴承对称安装发电机和风向标，两者处于同一轴线上；风向标端部安装一风向舵，铰联轴承的顶部设置导电板，其与碳刷配合并通过导线将电力传导出去。

4、Magnetically levitated windmill

公开号：US6700216 公开日：2004-03-02

申请号：US20030378422 申请日：20030303

发明人：VANN CHARLES S (US)

摘要：风力发电机叶片采用磁悬浮，因此与支撑件没有物理接触，避免了摩擦。并且，电磁阻是根据不同的叶片转速分布。当叶片停止转动，磁路不产生电磁，没有摩擦和电磁阻力组织叶片的旋转，叶片可以在接近于零的风速中启动旋转。由于叶片获得了旋转动量，电磁发电机逐渐加速运行，使风力发电机在不停转的条件下产出最大的发电功率。

主权项：一个风力发电机，包括一个固定的结构支架，附加于结构支架的两个或多个悬浮磁体，悬浮磁体使驱动磁体悬浮排列成一个圆环形，在圆环上附有一些叶片，此处，有风吹过便使叶片围绕轴旋转，与支架没有物理接触。

5、MAGLEV WIND POWER GENERATOR

公开号：WO0144656 (A1) 公开日：2001-06-21

申请号 WO2000KR01478 申请日：20001216

同族专利：KR2000012683 发明人：CHOI JAE-SIK (KR)

申请人：CHOI JONG CHUL (KR); CHOI JAE SIK (KR)

摘要：一种磁悬浮风力发电机，利用了风力和磁悬浮力，风力发电机的叶片中自带的永磁材料由于磁体的排斥力在悬浮状态旋转。发电机具有一个轴支撑架，一个垂直而向上地立于支撑件上的中心轴，大量叶片装配件，轴向地嵌入于中心轴，在其上下表面具有永磁材料，使表面相对轴向产生排斥力，一个飞轮位于轴支撑架和最低位置的风机叶片装配件之间，并嵌入于中心轴，飞轮一边装有一电机，所产生的旋转力从飞轮带传递至链条上。

主权项：一种磁悬浮风力发电设备，主要包括一个轴支撑架、一个中心轴、空心柱形的大量叶片装配件、一个飞轮和一个电机。中心轴与轴支撑架垂直并在其上方与其连接；叶片装配件轴向嵌入于中心轴，该处的永磁材料与上下表面连

接，则使轴向各表面产生相互排斥的力；飞轮位于轴支撑架和最低位置的风机叶片装配件之间，并与中心轴连接；飞轮一边装有电机，所产生的旋转力从飞轮带传递至链条上。

6. OMNI-DIRECTIONAL WIND TURBINE ELECTRIC GENERATION SYSTEM

公开号：WO2005108785 公开日：2005-11-17

同族专利：US2005248160 (A1) 发明人：WATKINS PHILIP G (US)

申请号：WO2005US15401 申请日：20050503

申请人：GLOBAL WIND TECHNOLOGY INC (US); WATKINS PHILIP G (US)

摘要：一个全方位风力发电系统，包括对应于风向标载风的风轮，在它表面会产生空气动力提升力，在另一面产生阻力，这两种力产生的力矩形成了旋转，电机与风轮直接共轴相连，不在其中设置动力传递连接。

主权项：一种由风力驱动的发电系统，包括：支撑结构、一个带有旋转中心轴的风轮、由风轮驱动的一根轴、带有发电机转子和定子的电机，其中的定子相对于上述支撑结构固定，转子与上述轴相连并有上述轴驱动旋转，上述风轮、上述轴、上述电机转子共轴并互相直接连接。

7. WIND POWER GENERATOR

公开号：JP2005094936 公开日：2005-04-07

申请号：JP20030325469 申请日：20030918

发明人：KAMAIKE KUNIHIRO

申请人：KAMAIKE KUNIHIRO; MIZOGUCHI HIDEAKI

摘要：需解决的问题：提供一种风力发电机，可以在宽泛的风速范围（接近于零风速的微风至超过额定风速的强风）内进行风力发电。解决方案：一个（圆形）框架 3H 的安置辐射于水平轴风力发电机 1H 的叶片 21H-23H 外部，永磁体 41-43 置于叶片 21H-23H 向外辐射方向的外侧端部，大量电磁体 M1-M12 置于（圆形）框架 3H 内圆周表面、永磁体 41-43 的对面，控制单元 7 用于控制电磁体 M1-M12 电力供应，当测量单元 6 测量到的风速或者叶片 2H 的旋转速度低于或者高于极限水平，不能向电磁体 M1-M12 提供动力，控制单元 7 使电磁体

M1-M12 产生极性抵抗永磁体 41-43。这也同样可以应用于垂直轴风力发电机上 1V。

8、WIND POWER GENERATOR

公开号：JP11299202

公开日：1999-10-29

申请号：JP19980104459

申请日：19980415

发明人：MIYAZONO KUNIAKI; MATSUMOTO KAZUNORI; MIYAKE HIROSHI

申请人：MATSUSHITA SEIKO KK

摘要：需解决的问题：提供一种风力发电机，可以在即使只有微风的情况下发电，将风能转化为电能的时候不使用增速箱，电机结构简单、低速旋转但具有较高的发电效率。解决方案：风力发电机的构成是：一个平圆形基座 3，与传输轴 2 连接，传输轴 2 根据外来的风力旋转，一些永磁材料 9 安装于基座 3 外围部分经过轭套部分 8 的低表面，线圈 11 置于永磁体 9 的反面经过第二个轭套部分 10，由此在永磁体旋转之时，线圈 11 中产生电压。因此，风力发电机能够产生电力，甚至在微风的情况下，电机的发电效率也得到了改进。

重点企业：美国环球风能科技有限公司

上述第 6 篇专利 WO2005108785 的申请人美国环球风能科技有限公司 (Global Wind Technology Inc . , GWT)，是一家创新型再生能源科技公司，拥有世界上先进的风能应用技术，该公司风力发电机的主要特点即是垂直轴、磁悬浮技术、新型风轮、发电机和控制系统。该公司于 2004 年面世的无阻尼风力发电机产品，利用了磁悬浮原理，直接驱动发电机运转发电，从而避免了电机的机械阻力和摩擦阻力。该技术的应用使风力发电机的风能利用率提高，使风力发电的成本有望和火力发电的成本相媲美，并且可以改善电网的稳定性。

作为一家风力发电机组的设备提供商，GWT 积极参与各种专业展会，活跃在国际风力发电舞台上。最近的一次，是在 2005 年 5 月，GWT 参加了在美国举行的 WINDPOWER 2005 EXHIBITION。而在 2004 年底，在第六届中国国际高新技术成果交易会上，它向国内企业展示了磁悬浮原理无阻尼风力发电机技术和产品。

同时，GWT 在中国成立了环球动力设备（中国）有限公司，从美国总部引

