

LM 公司为下一步的发展做准备

LM 公司正在为未来做准备。鲍勃·玛肯茨 (Bob Mackenzie) 被任命为临时首席执行官。

第3页

测试需要更专业的风力环境

一座新的风洞实验室已经建成。LM 公司正致力于为应用空气动力学创建一个科研环境。

第5页

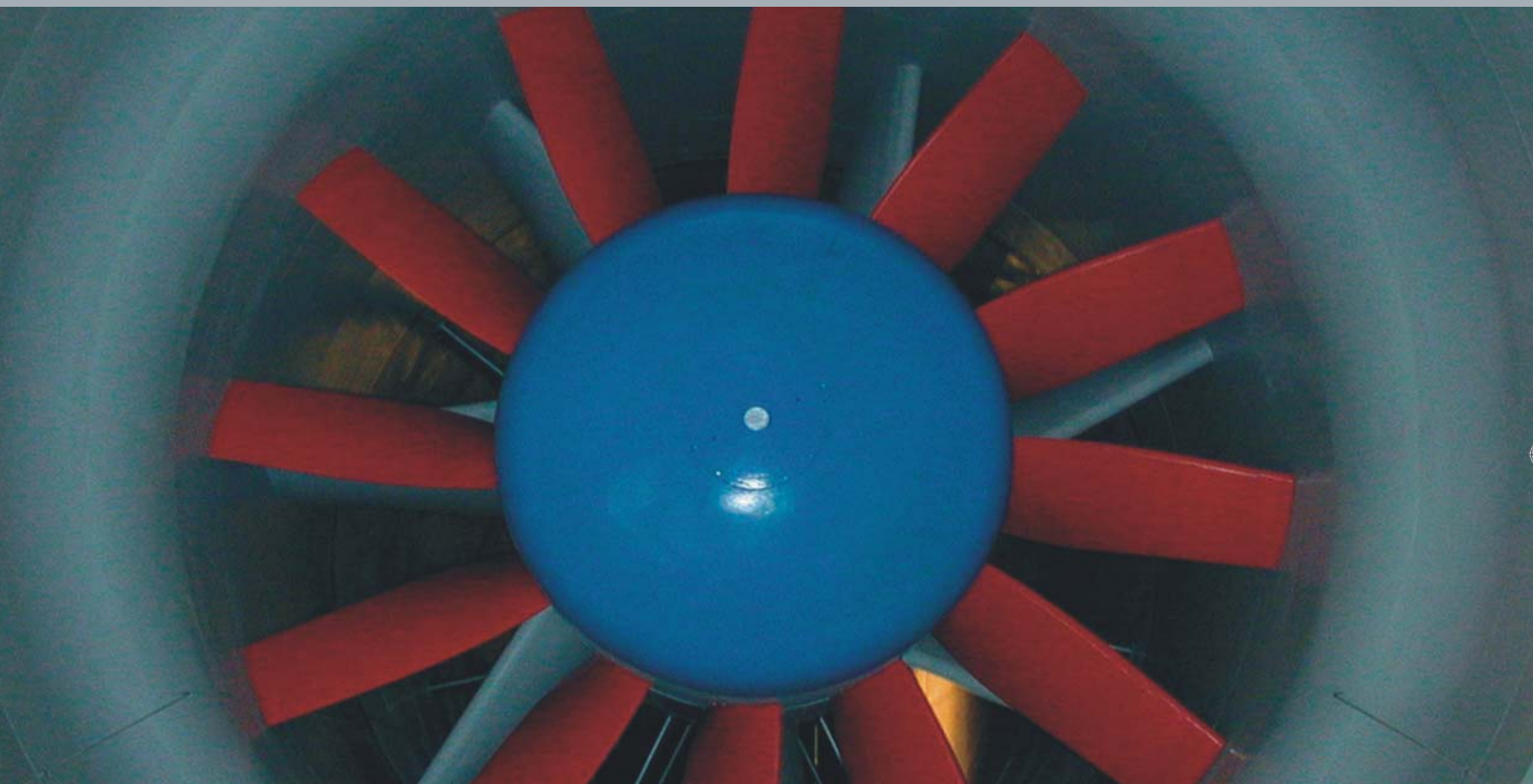
采用航空技术的雷电保护

一项应用于航空业中的先进技术改进了风机叶片的雷电保护。

第6页

新闻简报

2005年9月



LM 公司新风洞实验室使用的鼓风机目前正在研制中。一旦完成，它的直径为3.2米，功率将是1000kW。（模型照片）

Lunderskov的40级风力

从 2006 年中开始，LM 公司的研究人员将能采用每小时 375 公里的风速对叶片进行测试。这样的风速比历史上记录的最强的飓风还要快 2 倍，超过叶尖的最大速度（每小时275公里）。

LM 公司正在大力扩建其试验设施，新增建的一座风洞实验室，投资超过2500

万丹麦克朗。

新建的风洞实验室将成为将来开发叶片的主要设施。它是世界上第一座专门用于叶片测试的风洞实验室。借助它，LM 公司可以高度精确地模拟风机运行中所处的复杂条件。

公司高度重视在空气动力学方面的研究，我们的研发部对此给予厚望，盼望用它测试新叶片的轮廓及和特殊的空气动力学特性。我们希望研究成果为2007年前生产的新叶片进行空气动力学上的改进。

更多内容请见第4 - 5页



“LM公司必须扩大并不断赢得市场份额，这就需要进行战略性投资。”

2

新建工厂和扩建的试验设施

新闻简报

首席执行官Bob Mackenzie

风力发电产业的竞争力正在不断加强。各国政府越来越重视风力发电，尤为重要，正在采取措施，这是大势所趋。我们注意到风力发电技术正在成为整个电力产业的一个组成部分。

众多的迹象表明，风力发电产业日趋成熟。世界风力发电市场以每年16%的速率增长，在这种条件下，LM公司必将以其成功的商业模式赢得无限的商机。

不过，在这样一个不断增长、竞争激烈的产业中，不论是为了扩展业，还是增加或者仅仅保持其市场份额，LM公司都必须进行战略性的投资。因此最近我们在研究和生产设施上投入巨资。

目前我们正在丹麦建设一座独一无二的风洞实验室，有了这座实验室，我们可以进一步改进LM叶片，生产出更多的电能。建立一个专门用于空气动力学方面的研究环境，可以使我们为客户端提供更专业的技术和产品。

我们正在加拿大加的斯佩市(Gsape)建设一座新的生产厂，按照早先的计划，明年初它便可以投入生产。这样，我们在北美市场，包括美国北达科他州(North Dakota)已有的工厂，供应能力将达到900MW。

作为风力发电市场的一支主要力量，我们不能忽视亚洲市场上的增长势头。在中国，未来10年里，政府的发展可再生能源的宏伟目标将在风力发电方面创造巨大的需求量。

在目前风力发电装机容量居世界第四位的印度，市场前景继续看好，印度及其邻国——巴基斯坦、伊朗、孟加拉和泰国——不断增长的需求将为LM公司在该地区的发展提供巨大商机。我们建在中国和印度的工厂使我们在亚洲的发展也处于极为有利的地位。

LM公司的发展正在进入一个新纪元，在这个时候投资对保持公司的成功是至关重要的。我们只有继续努力降低风力发电的成本，才能为现在和将来的股东，为我们的客户创造价值。我们认为改进叶片的空气动力学性能以及实现本土化、保持有价格竞争力的生产能力是实现这一目标的关键因素。

世界市场新闻 (World Market Update 2004)，BTM咨询公司

短消息

成绩斐然的2005年上半年

从去年同期亏损200万到今年盈利2700万丹麦克朗，LM公司在2005年上半年的税前收益增长额达到2900万丹麦克朗；净营业额达到10.99亿丹麦克朗，同比增加20%。销售上的这一增长预计下半年晚些时候会被部分抵消。

发电生产税津贴(PTC)延长到2007年

在美国，对风力发电业实行的减税，即所谓的发电生产税津贴(PTC)延长2年。对LM公司来说，这就意味着相比当初市场起伏不定时期，我们能够更长时间地挽留我们高素质的美国雇员。从2006年初开

始，我们在北达科他州的工厂将雇用50%以上的新员工，并在培训和教育上加大投入。

LM 公司为下一步的发展做准备

LM 公司的所有者道蒂·汉森公司 (Doughty Hanson & Co) 正在为LM公司迎接未来的机遇做准备。采取的第一个措施就是对LM公司首席执行官职位 (CEO) 的交接安排。

Bob Mackenzie被任命为临时首席执行官，他负责招聘新的首席执行官接替 Anders D. Christensen: “我希望与风力发电产业最专业的人士合作。我坚信LM公司在这样一个增长迅猛而且竞争激烈的产业中有着巨大的潜力。LM公司在风力发电方面的专业技术以及分布在主要市场区域中的生产基地使LM公司成为风机制造商的良好合作伙伴。”

是什么原因使您决定出任临时首席执行官?

“几年前，LM公司在北欧以外市场的销售额还只占销售总额的30%，如今，北欧以外市场的销售额占到了销售总额的70%。这是LM公司辛勤努力的成果。风力发电产业日益全球化，而巨大增长潜力的龙头就在北美和亚洲市场。我们注意到一些世界上最大的工业集团已经着手这一市场。这就意味着这一产业的环境正在迅速变化，而LM公司则进入了一个新时代。

公司计划在大约2年内上市，因此需要任命一位新的CEO，这个人应当具有在国际间的产业拓展经验，以领导公司迎接未来。我真切地感到参与到这一产业的发展中是一件充满挑战却又令人神往的事情。”

在未来的两年里您认为公司将会面对哪些挑战?

“我认为LM公司的经营模式非常适合



2005年7月Bob Mackenzie成为LM公司临时首席执行官。

于这一产业。叶片是风机最关键的部件，随着风机尺寸加大，需要的投资随之增加，能否提供专业的技术显得越来越重要了。拥有这样的专业技术，加上在主要风力发电市场上进行本土化生产，以及与风机制造商紧密合作，使LM公司在这一产业中的地位得以巩固。为了保持这一地位并确保未来的发展，我们将不断投入巨资。”

对新任CEO的要求是什么?

“LM公司需要一位具有跨国经验的CEO，在迅速发展的产业中，他应当有能力实施全球化生产，并使公司有效应对各

种挑战。风力发电是一个商机无限，然而非常需要策略的产业。就我本人来讲，我很希望投入到这一产业中去——目前担任临时CEO，之后成为LM公司的监事会成员。”

寻找LM公司新任CEO的工作顺利地进行。

资料

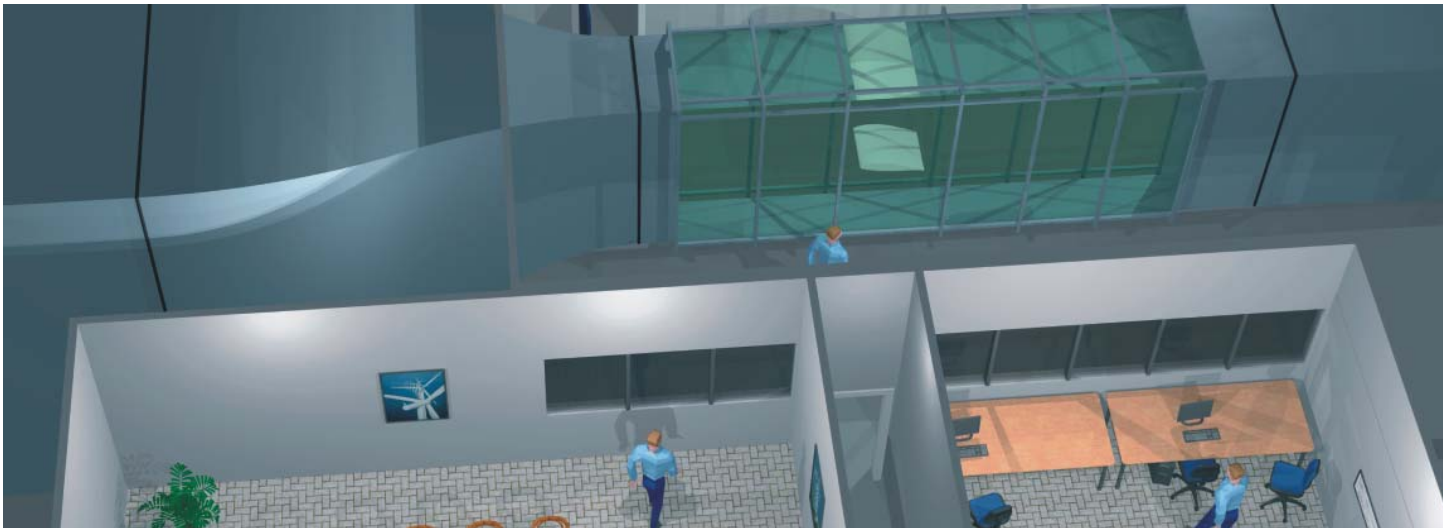
Robert David Mackenzie, 又名Bob Mackenzie, 曾在汉森公司 (Hanson plc)、皇家烟草公司 (Imperial Tobacco) 和国家卡帕有限公司 (NCP) 担任一系列高级管理职务，现任英国 PHS 集团的非执行董事长。



测试需要更专业的风力环境

4

新闻简报



LM 公司建立风洞实验室的准备工作只用了短短六个月的时间，现在实验室终于初具形态，按计划将在2006年中期最后竣工。项目经理Peter Fuglsang就这一新试验室回答有关问题。

为什么要建立LM公司自己的风洞实验室？

“叶片的空气动力学设计是在航空业的模型和计算的基础上发展起来的。但是航空业中的模型和计算有一个缺点：不确定性很大。与飞机的试验叶片相比，叶片的根部要厚得多，我们必须考虑停转、粗

糙度等问题，并采用不同的空气动力学附加装置。因此需要利用风洞验证我们的计算结果。有了我们自己的风洞，在使用上就可以不受任何限制，随时进行试验，从各个方面对空气动力学设计进行研究。这样一来，我们在开发阶段将能够基于更多环节做大量试验。现在我们使用的风洞实验室的常常被预定满，我们不能根据试验需要来支配。以后不同了，我们可以按照测试叶片的特殊要求定制自己的风洞。与现今进行此类试验的普通风洞相比，我们的风洞在测量中达到的精度更高。”

您说风洞是“定制”的，是什么意思？

“我们的风洞是与专家合作设计而成。风洞试验腔的风速和风洞的实际尺寸是按

照叶片在实际使用中所处的条件计算出来的，其中试验腔的设计是重中之重。我们千方百计地减小了试验腔内壁对测量结果的影响。这就意味着我们能够再现动态的运行状态，如不同冲角下的停转等。这对建立不同方案，找出有效控制叶片负荷（比如振动）的因素是非常关键的。”

请您描述一下试验的情形？

“每一个风洞试验通常需要30分钟，试验叶片被置于 25°C 恒温 and 每小时375公里的风速之下。被测物体通常是长1.35米的叶片段 - 它们是为试验专门制作的。我们从不同的冲角，测量作用在这个试验叶片模型上的力。实际上为了测量升力，我们在表面上钻了一些小孔，小孔的直径约0.3mm。我们利用这些小孔测量风压的分布，以计算升力。我们还采用了一个平衡装置测量升力和阻力。我们采用的另一种测量阻力（空气阻力）的方法是：用一个传感器扫描试验叶片的表面。总之，得到准确、可靠的结果对我们来说是非常重要的



彼得·福戈尔（Peter Fuglsang）简历：

2004年9月加入LM公司研发部，负责空气动力学设计。他原先曾在Risø 国家实验室的空气弹性学设计部工作10余年，从事风力涡轮机空气动力学的应用研究。



让叶片获得更多的能量

LM公司的风洞实验室：

封闭返回系统

试验段尺寸：高×宽×长：1.35m×2.70m×7m

试验段风速：375公里/小时，即0.3马赫

风机功率：1000 kW

低紊流

雷诺数：弦长0.90m的试验叶片为6百万

恒温控制

运行能耗优化

LM公司风洞实验室有着独特的试验腔。它是专为模拟风机的叶片在运行中所处的复杂环境而设计的。借助专门研制的试验腔及其控制室中的设备，我们能够进行详尽的空气动力学测量和分析。

的，因而针对同一参数我们要用不同的方法进行测量。也就是另外记录作用在试验段内壁上的风压，判断内壁里哪处影响测量值。”

重点对空气动力学的研究对未来的叶片设计有什么影响？

“首要和最重要的是，我们可以在整体上优化叶片的空气动力学设计，以增强叶片发电能力。我们不但将为每种叶片研制新系列的试验叶片，而且还将引入特殊的附加装置。从长久考虑，我想我们的叶片将开发成‘智能型’的，它们将能够对运行所处的条件自行测量，然后自动进行动态调整。甚至，叶片还能够自动调整其流线形状以适应实际的气流状况，比如说启动不同的副翼或支翼，或者让叶片吸入或呼出空气。我们有很多的想法，我们期待着不断尝试，使这些想法变成现实。很幸运，新建的风洞实验室将给我们提供这样的机会。”

过去的20年里，风力发电的价格降低了80%。风力发电整体竞争力的显著提高，主要归功于风机尺寸上的加大。仅在过去的四年间安装的风机的平均输出功率，就从745千瓦提高到1.3兆瓦，提高了约70%。发电能力之所以能够如此迅速地提升，原因之一就是转子及其风机及其部件大小的不断增长和改进。

一台风力发电机需要在其整个20年的使用周期里生产出尽可能廉价的电能。因此，转子叶片的空气动力学性能，也就是将风能转化为电能的能力，是设计风机时需要考虑的一个重要参数。

完美的组合方案

空气动力学设计确定风机叶片的宽度、厚度和弯度。这一设计的关键是找出航空业和叶片强度之间最佳的组合方案。设计的目标是使叶片从风能中获取尽可能多的能量，同时使负载保持在最低。

对电能成本的直接影响

在计算风能的成本时需要考虑几个方面。主要目的是在提高风机发电量的同时，将投资成本和运行成本降至最低。在LM最近两期的新闻简报中，提到了叶片的投资和维护是怎样影响总体成本的。

在过去的20年间，LM公司在设计、材料和生产效率方面进行了持续改进。然而，随着风机越来越先进，风机的部件和系统越来越优化，要想更大幅度降低风力发电的成本，就将面临着越来越大的挑战。LM公司的研究与开发经理弗兰克·V·尼尔森

(Frank V. Nielsen)说：“我们的明确目标是提高客户的竞争力以及风力发电的总体盈利性。今天，借助各种工具我们已经取得了长足的进步。然而，我们的使命感要求我们要主动地进行改进，以实现显著的改观。所以我们开展了一个大规模的运动，着重解决一体化空气动力学设计这一课题。要想对风力发电的价格起决定性的影响，最直接的途径就是增加风机叶片在整个使用寿命周期里的年发电量，而要增加发电量，叶片是关键。正是基于这个原因，我们才斥资建设我们自己的风洞实验室，并建立我们自己的空气动力学应用领域的研究环境。”

“在今后的五年里，我们的目标是在不对成本产生实质影响的前提下提高叶片的发电量。为此，我们将采用一体化的设计思路，以便在负荷和年发电能力之间达到最佳组合效果。这样一来，我们的客户便可以在不增加任何成本的情况下给他们的风机安装上效率更高的转子。”

1: 世界市场新闻 (World Market Update 2004), BTM 咨询公司

技术术语

空气动力学附加装置：通过安装失速条、涡流发生器、翼板扰流装置等改进叶片的空气动力学性能。

冲角：(攻角)是指来风与叶片剖面弧形之间的夹角。冲角加大，升力就随之增大，直到试验叶片在达到10-15°之[角]时停转。

尾流：是指紧随试验叶片后的气流。

负荷：是指风力涡轮机不同部件在运行中受到的所有负荷。通常需要区分极限负荷(由于风力太大，涡轮机必须停机的负荷)和疲劳负荷(当涡轮机运行时的负荷)。

升力：是指叶片在空气中快速旋转而产生的力。这种力使风机能够飞起来，使涡轮机叶片能够转起来。

粗糙度：由附在叶片主刃上的昆虫、冰或磨损和破损引起。如果叶片表面变得粗糙，会影响其性能。

停转：由于冲角(或风速过大)使气流与叶片负侧分离的现象。

采用航空技术的雷电保护

6

新闻简报

叶片的雷电保护并不是避免雷击，而是确保雷击的力量被雷电保护系统吸收。LM 公司一向重视进一步改进雷电保护技术。我们最近的一项应用就是对航空工业上的方案进行了改进。

LM 公司生产的叶片的雷电保护是借助从叶片两面延伸到叶尖的一组接收器实现的。这些接收器嵌在叶片里面，其作用是把雷电的能量通过叶片内部的导电系统向下传导至风机塔柱。

LM 公司最新的一项雷电保护技术在设计上增加了叶片截获所受雷击的面积。此项改进是专为不断加长、加宽的叶片而做的。这项新技术同样可以应用于对碳纤维叶片的有效保护。碳纤维叶片对雷电保护的要求极为苛刻。可靠的雷电保护对于风机的运行至关重要，因此，将来智能叶片（比如说内装电子监控装置的叶片）的市场前景十分看好。从这方面来说，我们的最新技术也将起到重要作用。

用天线疏导雷电

特殊设计的导雷系统可以增加截获雷

击的面积。这种特殊设计的导雷系统起到了防雷天线的作用。导雷系统上安装的许多小金属块形成了电离空气通道，将雷电传导至接收器。

以往截获雷击采用的是在叶片漆面或凝胶面下安装金属导轨或金属网的方法。然而，LM 公司的新系统则是在叶片的表面截获雷击，这就避免了雷击损坏叶片表面和外层面结构。与安装在表面之下的防护系统相比，LM 公司的新系统的优点极为显著。它免去了检修之劳，节省了由于维修和停产造成的高昂费用，尤其是海上风力发电场。

有效保护技术的新用途

导雷系统在航空上已经应用多年。它用来保护装在飞机头部的雷达天线罩。雷达天线罩的材质采用玻璃纤维，以便雷达的数字信号不受阻挡。如果天线罩中除了雷达天线之外，还安装有重要的飞行控制仪器，就必须对飞机的这一部分进行有效的雷电保护。为此，人们对导雷系统进行了反复精细的试验，以确定其雷电传导能力是否符合要求。



导雷系统

导雷系统是由一组安装有小金属块的窄金属带构成的。金属带之间互相隔开，形成充满电离空气的传导通道，将雷电引开。LM 公司已经为此项新技术申请了国际专利。

航空上应用的导雷系统受到1至2次雷击后就需要更换，所以必须进行改进才能应用到叶片的避雷防护上。

也就是，必须制订全新的导雷系统设计方案，使导雷系统能够应用于风机叶片。LM 公司的工程师、避雷防护专家拉尔斯·波·汉森（Lars Bo Hansen）说：“风机的使用寿命是20年，导雷系统必须在这样长的时间里有效地工作。为了确保叶片的性能并降低噪音，我们的技术方案在空气动力学方面必须尽量完美。导雷系统还应该很容易地安装到叶片上，在生产中是这样，在日后的维护时也是这样。”

德国北方的一座REpower 5兆瓦风机样机上安装的是世界上最长的叶片，在这些叶片上，这种专门设计的导雷系统已经在发挥着重要的作用。

与其它地方所使用的风力发电系统不同的是，专门研制的导雷系统能够截获对叶片表面的雷击，从而节省高昂的维修费用。



LM 大型叶片成功用于中国风力发电站项目



LM 公司在中国的风力发电市场上处于非常有利的地位。需求量很大，前景十分看好。

中国的风力发电场在规模和数量上均呈增长态势。年初，中国通过了关于可持续能源生产的新法规。这意味着风力发电市场快速增长的趋势将持续下去。LM公司在中国市场上占据着有利的位置。至2004年底，我们公司向中国提供的叶片约占当时中国770MW的总装机容量的一半。

2005年5月中旬，GE能源公司在上海南汇风力发电场的首批11组 1.5 兆瓦的风机投入运行，与邻近的崇明岛风力发电场相结合，组成了中华人民共和国第一座发电量能与传统发电场媲美的风力发电场。这两座风力发电场是上海电力公司下属的上海风力发电公司建设的。

这两座发电场的风机上安装的LM34.0P叶片是在天津的工厂生产的。这是我们对华东地区大量供货的一部分。

风力发电是电力供应的一个组成部分

中国政府制订了在2020年实现可持续能源占全国总电力供应量10%的目标，为了促进这一目标的实现，全国人民代表大会常务委员会2005年初通过了中国的第一个关于可持续能源的法规。法规规定了中国的企业如电力公司有义务购买风力电能并为此创造条件。在这种背景下，BTM咨询公司预测从2005年至2009年这段时期，中国市场上将有约 2.4 兆瓦风力发电的装机容量需求。鉴于至2004年底已有769兆瓦的装机容量，这就意味着在未来的 5 年里中国风力发电的装机容量将增加2倍。

中国LM公司总经理林启说：“我们面对的是一个极有活力的市场，来自政府方面的积极信号和中国对这种能源日益增长的需求，使我们在未来的几年里对这一市场寄予厚望。我们的客户很高兴能够从我们这里以本土的条款购买到本土生产的叶片。因此，我们一定要尽全力保持我们在这些新技术领域的竞争优势。”

更大的叶片，更多的电能

林启说：“风力发电日益受到重视，我们注意到市场日益需要更大的叶片。我们目前生产的叶片大多是兆瓦级的，如34-37米长的叶片。LM公司在制造这样的叶片方面在全世界有着丰富的经验。我们期望在不远的将来更大型的叶片能够在国内生产中占更大的比例。”



林启从2004年9月起任LM中国公司的总经理

更深远的获益

一项由欧盟资助的研发项目致力于发展替代能源，此能源技术将会创造海上风能的新机遇。苏格兰东海岸是这一研发项目最重要的示范工程。

该项目的发起者及业主是Talisman能源公司。这是一家国际石油和天然气生产商。该公司将安装的两台REpower Systems 5兆瓦风机，都用于一项旨在验证远离海岸深水风机可行性的五年计划的研究。

这两台风机将安装在位于莫雷三角港Talisman 能源公司的贝阿特里斯油田海上钻井平台附近，因此可以利用附近现有的基础设施。该项目距离海岸线约25公里，位于水深40米处，它将成为海上风力发电场的新景观，对风机的可靠性有极高的要求。通过和 REpower Systems公司紧密合作，LM 公司已开发研制了世界上最大型的风力发电机叶片，未来将用于海上风电厂。目前这种 LM 61.5P 叶片安装在德国北部的一个 5MW 的风机上，它配有一套有效

的雷电防护装置，该装置是由避雷系统、多接收器以及LM 叶片监视系统所构成。它既保证了运行的可靠性，同时也保证了叶片最大限度地生产电能。

Talisman能源公司预期这两台示范机组将于2006年夏到。如果试运行的发电产量、成本和对环境的影响方面均令人满意，Talisman能源公司计划在该地点建设一个规模庞大的海上风力发电场，总容量将为1GW，由200台风机组成。

装有LM 61.5P叶片的REpower 5MW风机是专为在海上使用而设计的。试验风机安装在易北河口附近的陆地上。



你知道吗……

每个星期，一个连续运转的61.5米长叶片的顶端划过的距离相当于地球赤道的周长。这就意味着在20年的连续运转中，叶片顶端划过的距离相当于从地球到月球往返46次。