

风力12在中国



EWEA

THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION

CREIA



主编:李俊峰 副主编:时璟丽 施鹏飞 喻捷



化学工业出版社
环境·能源出版中心

风力 12 在中国

主编：李俊峰 副主编：时璟丽 施鹏飞 喻捷



化学工业出版社
环境·能源出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

风力 12 在中国/李俊峰主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 10

ISBN 7-5025-7817-X

I. 风… II. 李… III. 风力发电-研究-中国
IV. TM614

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 124493 号

风力 12 在中国

李俊峰 主编

时璟丽 施鹏飞 喻捷 副主编

责任编辑: 王斌

责任校对: 李丽

封面设计: 许永松

*

化学工业出版社 出版发行
环境·能源出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

方嘉彩色印刷有限公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 131 千字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7817-X

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

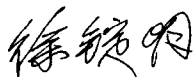
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

稳定、可靠和清洁的能源供应是人类文明、经济发展和社会进步的保障，煤炭、石油、天然气等化石能源支持了19世纪和20世纪近两百年的人类文明的进步和发展。然而，化石燃料的大量消耗，不仅让人类面临资源枯竭的压力，同时也感觉到了环境恶化的威胁。21世纪是科技、经济和社会快速发展的世纪，也将是从化石燃料时代向具有持续利用能力的可再生能源时代过渡，逐步开创一个人类摆脱化石燃料桎梏的能源新时代的世纪。

可再生能源的开发和利用在中国的能源供需平衡中占据十分重要的战略地位。中国可再生能源的年开发利用总量为6000万吨标准煤，包括传统利用方式可再生能源的年利用总量超过3亿吨标准煤，在能源结构中占15%左右。到2004年底，中国已经拥有水电发电装机1.08亿千瓦、并网风电装机76万千瓦、生物质发电200万千瓦，建造1400多万座农村户用沼气池和2300多座大中型沼气工程，形成约50亿立方米沼气的生产能力，安装太阳能热水器6500多万平方米、太阳能光伏发电系统6.5万千瓦，同时在地热、海洋能源和其它可再生能源技术的开发利用方面进行了积极的探索，并且形成了一定规模的可再生能源技术装备制造能力，为可再生能源的大规模开发和利用奠定了基础。2005年全国人大出台了《中华人民共和国可再生能源法》，国家发展和改革委员会正在编制可再生能源中长期发展规划，可再生能源的战略地位和作用越来越受到重视。

风力发电是近期内技术成熟、具有大规模发展潜力的可再生能源技术，在远期有可能成为世界重要的替代能源。中国政府一直关注和支持风能的开发利用，制定实施了一系列的政策，经过二十多年的发展，风力发电从无到有，从小到大，在边远地区推广了20多万台小型风力发电机，为无电地区农牧民送去了光明，并培育了世界上最大的小风机产业和市场；建设了43个并网风电场，总装机为76万千瓦，并计划到2010年，并网风电装机达到500万千瓦；通过成功实施风力发电特许权项目，大幅度地降低了风电上网电价，初步培育了中国的风电产业，目前已经具备750千瓦及以下风机的制造技术，兆瓦级风电机组开始试运行。风力发电已经进入发展的快车道。

《风力12在中国》这本书，从技术、历史和未来发展的角度，全面地回顾了中国风电发展的历程以及经验和教训，对中国未来风电发展前景做出了较为科学的预测，提出了努力的方向。我们希望通过政府、企业和研究机构的共同努力，促进我国风电事业更为迅速地发展，使书中描述的前景变成现实。



国家能源领导小组办公室副主任
国家发展和改革委员会能源局局长 徐锭明

亲爱的读者：

前不久，为了发起青年们设计一件倡导可再生能源的T恤，绿色和平在北京的高校中举办了绿色和平全球T恤展和中国风力发电场图片展。展览的第一站是北京航空航天大学。展览进行中，有一个老者坐着轮椅，由家人推行，认真地逐幅观看我们的摄影师在新疆、宁夏、张家口、内蒙和吉林拍摄的风电场的照片。他对年轻的志愿者说：看到这些照片我很激动，过去在内蒙研究了30多年风力发电机，今天看到这些大风力发电场，就像梦一样。

借这个报告发布之际，我们希望首先向这些中国风力发电的先行者致敬！

2004年底，中国已名列全球装机容量第10名。作为一个疆土大国，中国有着巨大的风能潜力，这些能量足够替代中国整个的电力供应。2005年由绿色和平和欧洲风能协会出版的《风力12》，将中国列入全球下一阶段最有希望的市场。

从20世纪全球环境运动兴起，资源的可持续成为一个议题。80年代以来，气候变化为全球关注，能源再次成为焦点。进入21世纪，石油危机、气候变化已不再是纸上预言。

为了石油，一些国家万里征战。气候变化催生了一年甚似一年的洪水、干旱、酷暑、飓风、北极冰山融化、物种灭绝等自然灾害，在这些自然灾害的后面，是一个个夭折的生命、破碎的家庭和受到重创的经济。

新技术的成熟，为我们提供了一个发展和保护环境共生共存的道路。在我们目力能及之处，风能就是这样的一个理想能源。欧洲的发展已经给了我们很多信心，西班牙和印度的后继崛起更为发展中国家扬起风帆。随着规模的扩大，风电的成本正在显著降低。即使不考虑化石燃料的外部成本，风能也有望在10年内具备与传统能源的竞争力。

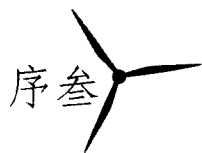
自成立始，绿色和平就一直致力于推动一个可持续的、和平发展的社会。目前，气候变化与可再生能源是我们的6个全球项目之一。我们在中国开展这项工作仅两年不到，但是，在这短短的时间里，我们已经看到中国完成了第一部可再生能源法的立法，以及第一部国家的可再生能源长期规划。

因为气候变化，因为能源危机，一场能源革命正在悄悄展开。随着中国经济的持续发展，中国的能源需求将持续上升。机遇和挑战同时选择了中国。

我们希望，和中国一起鼓动风潮！在新的世纪，以我们的勃勃雄心结束一个依赖化石能源的时代，开启新的工业文明！



绿色和平可再生能源政策顾问 苏思樵 (Steve Sawyer)



风能给全球带来安全

25年前，世界上安装了第一台风力发电样机，自那以后，风能的开发走过了漫长的历程。二十多年来，风机技术不断进步，发展速度加快，风场规模扩大。与二十年前相比，单个风机的出力达到原来的二百倍，一个现代化风电场的发电量已经与一个常规电厂的发电量相当。

今天，全球都面临着能源挑战，气候变化、日益增长的能源需求、能源安全问题得到广泛关注。风电能够帮助我们应对这些问题，她是现代社会成熟的最具效率的能源技术之一。与常规电厂相比，风电场还具有建设周期短的优势。

风能安全、清洁，资源丰富，取之不竭。不同于化石能源，风能是一种永久性的大量存在的本地资源，可以为我们提供长期稳定的能源供应。她没有燃料风险，更没有燃料价格风险，风能的利用也不产生碳排放。

《风力12》为全球的风电行业描绘了一个蓝图。她告诉我们一个在2020年全球电力供应的12%来自于风电的蓝图，没有任何技术、经济和资源方面的障碍会阻止我们实现这一蓝图，并且，这一设想是建立在2020年全球电力需求增加三分之二的基础上。

《风力12》明确分析了中国风电开发对全球风电发展的重要性，在最初的报告中，曾设想到2020年中国潜在风电装机量达到1.7亿千瓦。

欧洲风能协会一直与其中国合作伙伴中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会一起共同推动中国的风电开发。

据国际能源机构预测，正常情况下，从2002年到2030年，全球电力需求将翻一番，同期能源供应领域的投资将增加60%。在这种设想下，全球将新增电力装机48亿千瓦，其中OECD国家将新增装机20亿千瓦，这48亿千瓦装机以及更新输电网和相关基础设备的投资将达到10万亿欧元，到2030年，估计全球45%的碳排放将来自于发电。而《风力12》向我们展示了另外一种发展愿景，指出到2030年，全球风电装机可以达到27亿千瓦。今日的中国已经开始在全球风电开发的领跑团队中扮演重要角色。

欧洲风能协会主席
全球风能理事会会长 Dr. Arthouros Zervos

主编：李俊峰

副主编：时璟丽 施鹏飞 喻捷

参加编写人员：杨校生 吴运东 武钢 于午铭

许洪华 史立山 李宝山 王承煦

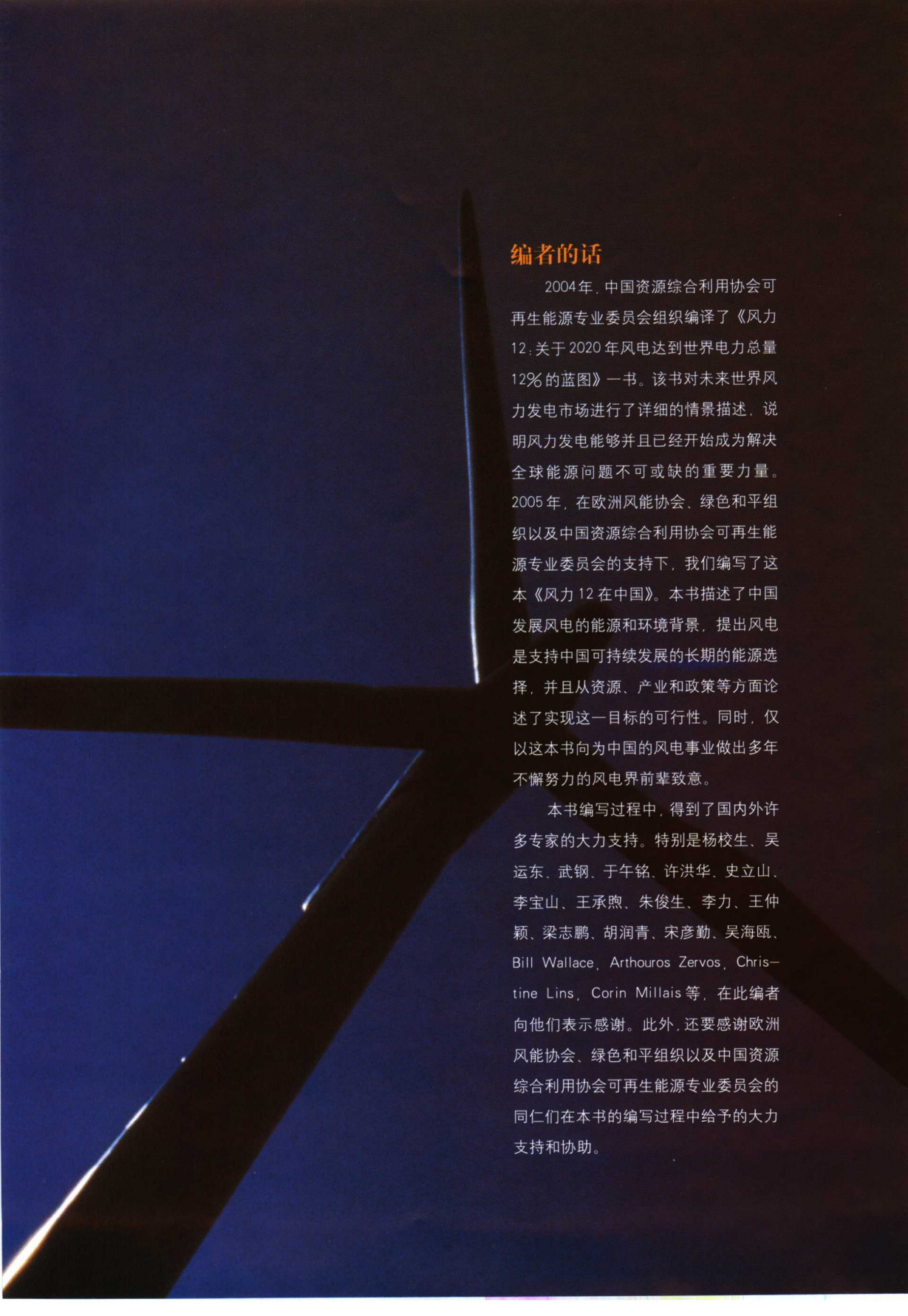
朱俊生 李力 王仲颖 梁志鹏

胡润青 宋彦勤 吴海瓯 等

组织编写单位：中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会

支持单位：绿色和平组织 欧洲风能协会

供图及摄影：欧洲风能协会 胡威 翟灿雄



编者的话

2004年,中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会组织编译了《风力12:关于2020年风电达到世界电力总量12%的蓝图》一书。该书对未来世界风力发电市场进行了详细的情景描述,说明风力发电能够并且已经开始成为解决全球能源问题不可或缺的重要力量。2005年,在欧洲风能协会、绿色和平组织以及中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会的支持下,我们编写了这本《风力12在中国》。本书描述了中国发展风电的能源和环境背景,提出风电是支持中国可持续发展的长期的能源选择,并且从资源、产业和政策等方面论述了实现这一目标的可行性。同时,仅以这本书向为中国的风电事业做出多年不懈努力的风电界前辈致意。

本书编写过程中,得到了国内外许多专家的大力支持。特别是杨校生、吴运东、武钢、于午铭、许洪华、史立山、李宝山、王承煦、朱俊生、李力、王仲颖、梁志鹏、胡润青、宋彦勤、吴海瓯、Bill Wallace, Arthouros Zervos, Christine Lins, Corin Millais等,在此编者向他们表示感谢。此外,还要感谢欧洲风能协会、绿色和平组织以及中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会的同仁们在本书的编写过程中给予的大力支持和协助。

执行总结

本书是对中国和世界风力发电技术、产业、市场的全面回顾和发展前景的展望。涉及的主要内容包括：

- 风力发电的驱动力；
- 国内外的经验；
- 技术发展的趋势；
- 我国风电开发的潜力与面临的问题等。

从而得出了如下结论：

目前，我国能源面临最突出的矛盾是国内优质能源供应不足。受国内石油资源限制，2010年我国石油进口量将达到1.6亿吨，2020年将增加到2.2亿~3.6亿吨。2010年后，石油对外依存度将超过50%，到2020年石油对外依存度将达到52%~68%。我国天然气需求增长旺盛，进口天然气数量也将迅速增长。即使按目前预计的能源进口量，2020年仍将有至少2亿吨标准煤的能源缺口，如果要减轻我国对石油和天然气进口的依赖，2020年的能源缺口将为4亿~5亿吨标准煤，可再生能源将作为主要的替代能源之一，而风力发电则是可再生能源技术发展的重点。

能源困局不是中国独特的问题，美国、日本、欧洲和印度都是如此。面对化石燃料日益枯竭的威胁，人们都在讨论后续能源的接续问题：美国的氢经济、日本的阳光计划、欧盟2050年可再生能源50%的战略目标，都是破解能源困局的思路。在各种各样的选择中，风电也许是最值得考虑的选择。欧洲风能协会和绿色和平组织的《风力12：关于2020年风电达到世界电力总量12%的蓝图》中的观点，也许过于乐观，但是它毕竟给人们提出了一种可能。也许仅仅依靠发展风电不能完全解决这些问题，但是它可能是解决问题的主要技术选择之一。

欧洲和印度风电发展的成功经验给了中国有益的启示，并网风力发电是近十年来国际上发展速度最快的可再生能源技术，年均增长率超过25%，2004年新增装机760万千瓦，全球累计风电装机达到4791万千瓦。欧洲是世界风电发展最快的地区，2004年全球新增风电装机的72.4%在欧洲，15.9%在亚洲，6.4%在北美。2010年世界风力发电装机将超过1.2亿千瓦。国际上风力发电发展的驱动因素主要有能源安全、气候变化等，各国政府采取了各种激励政策进行积极引导，主要包括：长期的保护性电价政策，配额政策，建立公共基金，特

许招标经营政策以及其他投资、财税、金融政策等，通过营造市场和扩大市场规模，来鼓励产业的快速发展。尤其是德国、丹麦、西班牙等欧洲国家和印度已经建立了较为完善的风电产业链。

中国的风力发电取得了可喜的成绩，在20世纪60年代就开始研制有实用价值的新型风力机，70年代以后，发展较快，在装机容量、制造水平及发展规模上都居于世界前列。离网式小风机对解决边远地区农、牧、渔民基本生活用电发挥了重大作用。全国累计生产各类小风机20多万台，总容量6万多千瓦，小风机的年产量、产值和保有量均列世界之首。中国西部地区已有20多万户农牧民安装了小风机，为接近100万农牧民提供了电力。

到2004年底，中国并网风电装机总容量为76.4万千瓦，其中2004年新投入运行的风机容量为19.7万千瓦，年增长率达到34%，装机容量居世界第10位。中国已经基本掌握单机容量750千瓦及以下大型风力发电设备的制造技术，正在开发兆瓦级的大型风电设备，2005年样机已经开始试运行。中国已经建成了43个风电场，安装1291台风力发电机组，掌握了风电场运行管理的技术和经验，培养和锻炼了一批风电设计和施工的技术人才，为风电的大规模开发和利用奠定了良好的基础。

为了扶持风电技术和产业的发展，中国政府采取了一系列的国家行动，并制定出台了一系列的经济激励政策。这些行动主要有：乘风计划、双加工程、国债风电项目、风电特许权项目、支持技术研究开发、产业化专项支持项目等。主要的国家政策有：国家把包括风力发电在内的可再生能源纳入国家能源中长期发展战略和规划、计划；制定可再生能源法，为包括风电在内的可再生能源发展提供了法律和政策保障；制定国家产业化政策支持风电发展；风力发电被列入国家清洁发展机制项目的优先领域；制定关于风电上网的具体规定；出台税收优惠政策；制定技术标准和规范等。在这些政策和国家行动的支持下，中国风力发电商业化的发展已经露出了一丝晨曦。

风力发电技术的发展趋势是：①单机容量不断增大，利用效率提高，世界上主流机型已经从2000年的500~1000千瓦增加到2004年的2~3兆瓦，2004年底5兆瓦的风机进入试运行阶段，并已经开始10兆瓦风机的设计和研制；②机组桨叶增长，具有更大的捕捉风能的能力；在风机尤其是叶片设计和制造过程中，广泛采用了新技术和材料，既减轻重量，降低费用，又提高了效率；③塔架高度上升，在50米高度捕捉的风能要比30米高处多20%；④变桨距调节方式迅速取代失速功率调节方式，变速恒频并网机组能随风速大小随意旋转，已经发展成为当今主流产品，无齿轮箱系统的市场份额在迅速扩大；⑤海上风力发电技术取得进展，丹麦、德国、西班牙、瑞典等国都在建设大规模的海上风电场项目。同等容量装机，海上比陆上成本增加60%，但电量增加50%以上，并且，每向海洋前进10千米，风力发电

量增加30%左右。随着风电技术水平的不断提高,经济性也逐步提高。

中国幅员辽阔,海岸线长,风能资源丰富。对于风能的技术可开发量,长期以来,一直采用的是中国气象科学研究院的估算数据,即全国陆地上可开发利用的风能约2.53亿千瓦(依据地面以上10米高度风力资料计算),海上可开发利用的风能约7.5亿千瓦,共计约10亿千瓦。但是可供经济开发的风能储量有多少尚需进一步查明。2003年,国家发展和改革委员会开始组织开展全国的风能资源调查,预计花3~5年的时间得到全国风能资源的更为科学准确的数据,2005年末中国气象局将完成全国风能资源评估的初步成果。此外,根据国际研究机构的初步测算,不包括新疆、西藏等西部地区,中国风能密度在300瓦/平方米以上的陆地面积超过65万平方公里,可以安装风力发电机37亿千瓦;风能密度400瓦/平方米以上的陆地面积超过28万平方公里,可以安装14亿千瓦的风力发电装备。如果考虑海上,我国风力发电的技术潜力可能超过20亿千瓦。

风力发电是可再生能源技术中成本降低最快的发电技术之一,在未来15年内,随着市场发展和技术进步,可以达到与煤电相竞争的水平,随着市场发展和技术进步,风电价格显著下降。在过去5年里,其成本下降约20%。风电成本随平均风速的增加而降低。在一个资源好的场址,风电成本已经能与新建火电厂相竞争。根据国外测算,平均风速为7米/秒的场址,如果投资为每千瓦700欧元,则风电可以与天然气发电竞争。从世界风电产业发展历程来看,风电在产业化和国产化达到一定规模后,其价格就可以表现出相当的优势。如在欧洲一些地区,每千瓦时风电的综合成本已降到4~6.3美分,而煤电是7.3~24.3美分,天然气电是5.2~9.4美分,核电是11.4~15.3美分。中国也有数据显示,目前在风能资源丰富的内蒙古、新疆等地,风电设备的有效利用小时可达到2400小时左右,每千瓦时风电成本已降至0.4~0.5元左右,低于沿海地区的火电成本。2020年,中国的风力发电基本上可以和清洁的煤电相竞争。

未来中国电网建设将为风电大规模发展提供可靠的保障,欧洲的实践已经证明,风电并网引起的一系列对电网技术的要求、对电网现有网架结构的要求以及给电网管理带来的问题远远比人们怀疑和推测的要少。一般的理论推断,风力发电的比例在整个电网中不能超过10%,实际上,随着电网系统的增强和风力发电预测技术的发展,风力发电在整个电网中的比例还没有明确的技术极限,即风力发电发展不会对电网运行安全产生在技术上难以逾越的障碍。随着电力工业的发展,在经历了电网从省级电网发展到大区电网的积累后,中国跨大区电网互联工程大步推进。中国已经进一步明确了建立全国统一电网的目标,充分考虑了未来包括风力发电在内的可再生能源发电大规模开发和远距离的输送问题,同时通过农网和城网的改造工程,中国低压电网接受可再生能源电力的能力也在增强,分散性风力发电上网的

困难正在逐步解决。因此，未来中国电网建设将为风电大规模发展提供可靠的保障。

风力发电能够成为中国电源结构的重要组成部分，发展风电有利于调整能源结构。目前中国的电源结构中75%是煤电，排放污染严重，增加风电等清洁能源比重刻不容缓。尤其在减少二氧化碳等温室气体排放、缓解全球气候变暖方面，风电是有效措施之一。从长远看，中国常规能源资源人均拥有量相对较少，为保持经济和社会的可持续发展，必须采取措施解决能源供应。中国风能资源丰富，如果能够充分开发，按目前估计的技术可开发储量计算，风电年发电量可达几万亿千瓦时。据官方和专家的推算，中国2020年需要10亿千瓦的发电装机，4万亿千瓦时的发电量，之后如果按照人均2千瓦，达到中等发达国家生活水平的基本要求，在2050年中国需要大约30亿千瓦的发电装机和12万亿千瓦时的发电量。庞大的装机和发电量需求，给风力发电的发展提供了足够的空间。

中国政府提出的风电规划目标是，到2020年风电装机达到2000万~3000万千瓦，这一数字受到许多专家的质疑，根据目前中国各地方提出的风电发展规划目标，这一数字有可能突破。专家的观点是到2020年风电装机可以达到3000万~4000万千瓦的水平，2030年达到1亿千瓦。2020年之后风电超过核电成为第三大主力发电电源，在2050年前后达到或超过4亿千瓦，超过水电，成为第二大主力发电电源。

实现发展目标，从现在开始需要采取相应的行动，在风力发电问题上，要不要发展已经有了明确的答案，现在摆在面前的问题是如何发展。急需做的几件事是：

① 政策准备 可再生能源法已经出台，正在紧锣密鼓地制定配套实施细则，计划是在2006年1月1日，即可再生能源法实施之日前，将一些重要的配套细则颁布出来，使可再生能源法得以有效地实施。

② 查清资源 将根据现有的气象台站资料和风电场资料，初步估算各省及全国风能资源总储量、可开发储量和经济可开发储量，并绘制各省及全国风能资源分布图和风能区划图，用于指导风电场宏观选址，对潜在风电场址按照经济性指标进行评价，作为制定风电发展规划的依据。

③ 产业发展 将继续支持风电技术和装备的国产化和本地化，到2010年，使中国成为世界上重要的风机制造基地。

④ 人员和机构准备 需要建立若干个培训中心、技术研发、设计与开发中心、检测和认证中心、零部件制造、系统集成，建立一个完整的产业链，需要培养制造商、开发商、科研与开发、运行服务商、普通工人和高级技工等。

● 引子——破解能源困局	1
0.1 世界性的难题	2
0.2 中国的窘境	5
0.2.1 众所周知的问题	6
0.2.2 增长迅速的需求	9
0.3 风电的角色	10
● 壹 国际的发展经验	12
1.1 初识风电	12
1.2 发展的动因	14
1.2.1 石油危机的拉动	14
1.2.2 气候变化的升温	16
1.3 成功的经验	17
1.3.1 国家政策	17
1.3.2 数字的启示	19
1.3.3 产业保障	21
1.3.4 国家成功案例	22
1.3.5 企业成功案例	27
● 贰 风电的社会效益和环境效益	29
2.1 风电的环境效益	29
2.2 风电的社会效益	31
2.3 风电的环境问题	34
● 叁 风电的成本与价格	35
3.1 风电的成本	35
3.2 与传统能源比较	36
3.3 中国风电成本现状	37
3.4 风电上网电价	39
● 肆 中国的发展历程	41
4.1 离网式风电	41
4.2 并网风电	43
4.3 政策扶持	49
● 伍 我们自己的故事	53
5.1 内蒙古	53
5.2 新疆	56
5.3 广东	58
5.4 辽宁	61
5.5 丹南风电	63
5.6 龙源	65
● 陆 风电设备的制造商	66
6.1 欧洲制造业先行者	66

6.2 中国风机制造业	66
6.2.1 整机制造	68
6.2.2 叶片	71
6.2.3 控制系统	71
6.2.4 发电机	72
6.2.5 齿轮箱	72
6.2.6 金属结构件	72
6.3 成功案例	73
6.3.1 金风科技 具有发展前途的骏马	73
6.3.2 中航惠腾 风机的翅膀	75
柒 我国风能资源之谜	76
7.1 陆上2.5亿千瓦, 还是更多?	76
7.2 近海风能资源7.5亿千瓦?	82
7.3 有多少可用的风能资源?	82
7.4 有结论吗?	84
捌 风电技术发展	85
8.1 技术特色	85
8.2 风机造型	86
8.3 构造部件	87
8.3.1 风轮	87
8.3.2 动力传输	89
8.3.3 控制系统	91
8.4 发展趋势	93
玖 风电场建设与运行	98
9.1 微观选址	98
9.2 基础设施建设	100
9.3 调试与运行	100
9.4 电网	102
拾 我们需要多少风电	105
10.1 规划和发展目标	106
10.1.1 政府的目标	106
10.1.2 专家的推算	107
10.2 面对的问题	108
10.3 怎么办	109
10.3.1 政策准备	109
10.3.2 查清资源	109
10.3.3 产业发展	110
10.3.4 人员和机构准备	110



零 引子——破解能源困局

2002 年欧洲风能协会和绿色和平发表了风力 12 的研究报告，全面评述了世界范围内发展风电的资源条件、技术基础和政策环境，提出了 2020 年风电在全球全部发电装机中占据 12% 宏伟目标，并且指出中国 2020 年风电装机有可能达到 1.7 亿千瓦。包括中国在内的，全球为风电事业奋斗着的人们为之振奋。但是人们在振奋之余，不免有许多的疑问，风电能不能在世界的发电装机中达到 12%，除了丹麦、德国、西班牙、美国和印度，下一个风电的市场中心在哪里，中国的风电装机能不能达到 1.7 亿千瓦。为了回答种种疑问，消除人们对发展风电的疑虑，中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会组织国内部分从事风电的专家，撰写了这本《风力 12 在中国》的小册子，试图按照科学的态度评述我国 2020 年乃至 2050 年风电的前景。

发展可再生能源是当今世界一个共同的趋势，2005 年 7 月 8+5 世界领袖峰会，把可再生能源作为应对气候变化和解决世界能源问题的重要技术手段；欧盟各国开始立法提出了 2020 年和

2050 年不同阶段的可再生能源发展目标，同时跟进的有澳大利亚、日本、加拿大等发达国家，甚至还有印度、巴西、泰国等一批发展中国家。进入 21 世纪突如其来的能源短缺，催生了共和国第一部关于特殊能源技术发展的国家法律——《中华人民共和国可再生能源法》，提出了中国发展可再生能源的制度框架。风电是可再生能源技术中最成熟的一种，对于应对那些与传统能源有关的迫在眉睫的环境和社会影响，风电是个切实可行、立竿见影的解决方案。在全世界，风电正迅速并持续地发展着。然而，为什么发展风电？不同的国家有着不同的答案。

0.1 世界性的难题

能源是支持世界经济发展的重要因素和战略资源。人类社会发展的历史与能源的开发和利用水平密切相关。每一次新型能源的开发都使人类经济的发展产生质的飞跃。在 21 世纪，世界能源结构也正孕育着重大的转变。20 世纪的两次世界范围内的石油危机，使人们意识到寻求和发展可以替代化石燃料的其它能源的重要性和紧迫性，世界经济的发展也对能源供应提出了稳定持续增长的要求。

针对对今后世界能源的需求和一次能源结构问题，许多机构进行了预测研究，其中国际能源机构(IEA)2004 年对 2030 年的世界能源需求的预测结果见表。

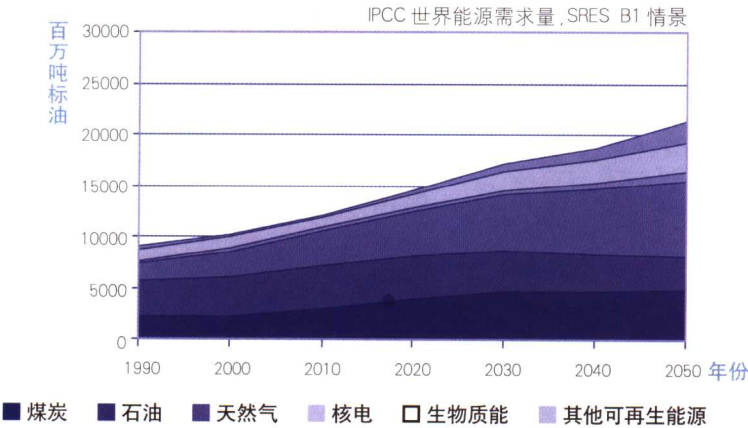
国际能源机构 IEA 对 2030 年的能源需求预测					(单位: 百万吨标油)
时间	1971 年	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年
煤炭	1449	2355	2702	3154	3606
石油	2450	3604	4272	5020.5	5769
天然气	895	2085	2794	3498.5	4203
核电	29	674	753	728	703
水电	104	228	274	320	366
其它可再生能源	73	233	336	477	618
总计	5000	9179	11131	13198	15265

政府间气候变化专业委员会(IPCC)的预测研究采用了情景分析的方式，反映了各国专家、研究机构对未来社会经济发展和能源资源及技术发展的不同看法，因此它得出的是未来世界能源需求和一次能源发展的基本范围，见下表：

政府间气候变化专业委员会（IPCC）的世界能源未来情景分析						（单位：百万吨标油）
能源种类	2000	2010	2020	2030	2040	2050
煤炭	2228	3003~4235	3836~5504	4666~7186	4738~8227	4872~9457
石油	3854	4214~5280	4223~6922	4050~9201	3625~11273	3273~13903
天然气	2473	2928~3481	3653~4922	4471~6813	5402~9486	6619~13369
核电	230	268~371	327~726	359~1275	547~1933	911~2930
生物质能	1139	897	900~1470	1280~2080	1890~3070	2870~4600
其他可再生能源	271	300~360	370~550	530~960	760~1960	1140~3990
总计	10193	12100~13400	14100~17000	16500~21400	18900~26400	21300~31200

下图是 IPCC 研究结果中比较居中的方案，也是目前得到广泛认可的分析结果。

IPCC 能源情景之一



虽然不同机构的预测数据有差别，但基本结论是共同的：

- 能源需求和供应将持续上升，2030 年世界能源需求将从