

科学图书馆·连锁反应系列

Discovering

ALTERNATIVE ENERGY

从风车到氢燃料电池

发现替代能源

[英] 萨莉·摩根 著 丛书主译 迟文成 周雪 译

上海科学技术文献出版社

“连锁反应”系列丛书
丛书主译 迟文成

CHAIN REACTIONS

从风车到氢燃料电池 ——发现替代能源

【英】萨莉·摩根 著
周 雪 译

上海科学技术文献出版社



图书在版编目(CIP)数据

从风车到氢燃料电池：发现替代能源 / (英)萨莉·摩根著；周雪译. —上海：上海科学技术文献出版社，2010.4

(连锁反应系列·物理)

ISBN 978-7-5439-4268-4

I. ①从… II. ①萨…②周… III. ①能源开发-普及读物 IV. ①TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 046900 号

Chain Reactions: From Windmills to Hydrogen Fuel Cells: Discovering Alternative Energy

© Harcourt Education Ltd. 2007

Chain Reactions: From Windmills to Hydrogen Fuel Cells by Sally Morgan

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2010 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有，翻印必究

图字：09-2009-435

责任编辑：杨建生

美术编辑：徐利

从风车到氢燃料电池·发现替代能源

[英]萨莉·摩根著 丛书主译 迟文成 周雪译

出版发行：上海科学技术文献出版社

地址：上海市长乐路746号

邮政编码：200040

经销：全国新华书店

印刷：常熟市华顺印刷有限公司

开本：740×970 1/16

印张：3.75

版次：2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

书号：ISBN 978-7-5439-4268-4

定价：18.00元

<http://www.sstlp.com>



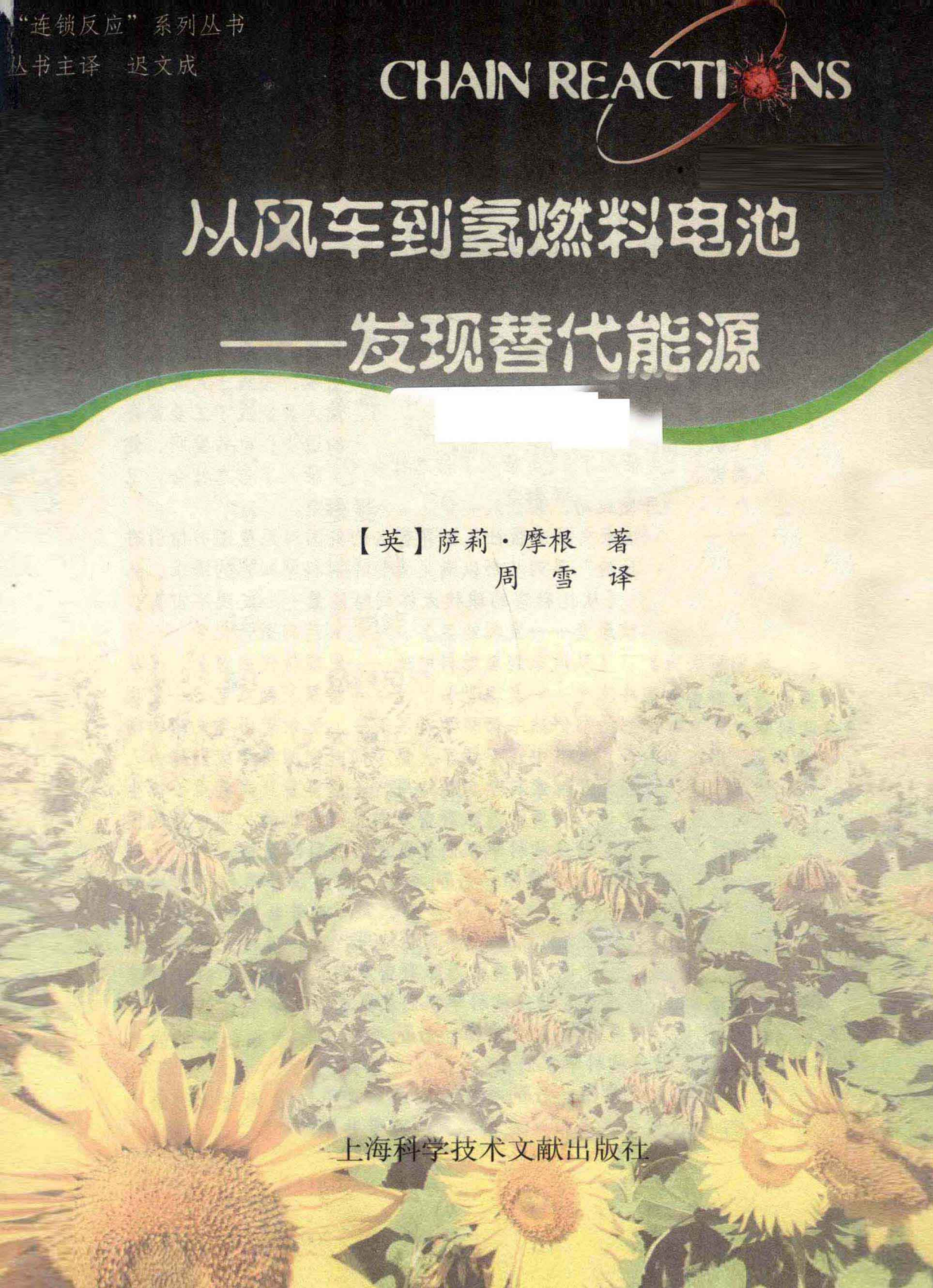
“连锁反应”系列丛书
丛书主译 迟文成

CHAIN REACTI  NS

从风车到氢燃料电池 ——发现替代能源

【英】萨莉·摩根 著
周 雪 译

上海科学技术文献出版社



主译的话

太阳光芒四射，大海潮起潮落，机器飞速运转，霓虹五颜六色……在这些再寻常不过的现象中，都蕴藏着许多科学奥秘。人类伴随着对科学奥秘的不断破解，从远古一路走来。钻木取火，完成了从古猿向类人猿的进化；利用石器和制造石器，打开了从类人猿向人类过渡的大门；青铜器和铁器冶炼术的出现，完成了人类从奴隶制到封建制社会的跨越；蒸汽机的发明，使人类完成了工业革命的飞跃；火药的出现，推动了人类社会极大的进步；电的发明，使人类进入了电器时代；计算机的创世，把人类带入了信息社会；卫星和飞船的开发成功，又把人类梦想带入了太空。

上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海尼曼图书馆引进了这套“连锁反应”系列丛书以满足青少年对科学知识的渴求。丛书共包括6册：《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》、《从蒸汽机到核聚变——发现能量》、《从火药到激光化学——发现化学反应》、《从风车到氢燃料电池——发现替代能源》、《从牛顿的彩虹到冷冻光——发现光》、《从希腊原子到夸克——发现原子》。本系列丛书俨然一部科学发展简史，记录着人类文明的印迹。更重要的是，丛书中还介绍了大量不同时期的科学家们鲜为人知的故事，他们为了探索科学实验结果，不惜冒着致残甚至丢掉生命的危险，因此说，人类从愚昧野蛮走向光辉灿烂的文明世界的慢慢征程中始终贯穿着这些科学家们求真求实的科学精神。

受上海科学技术文献出版社的委托，我组织并承担了这次翻译工作。在翻译过程中，每位译者和我一样有着共同的感受，我们不仅在做着翻译工作，同时也是一个再学习的过程，学习科学知识，学习科学家们为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。科学世界广袤精深、乐趣无穷，我们希望通过这套系列丛书能够培养更多青少年学习自然科学知识的兴趣，激发他们探索未知世界的热情，将来更好地为祖国建设服务。

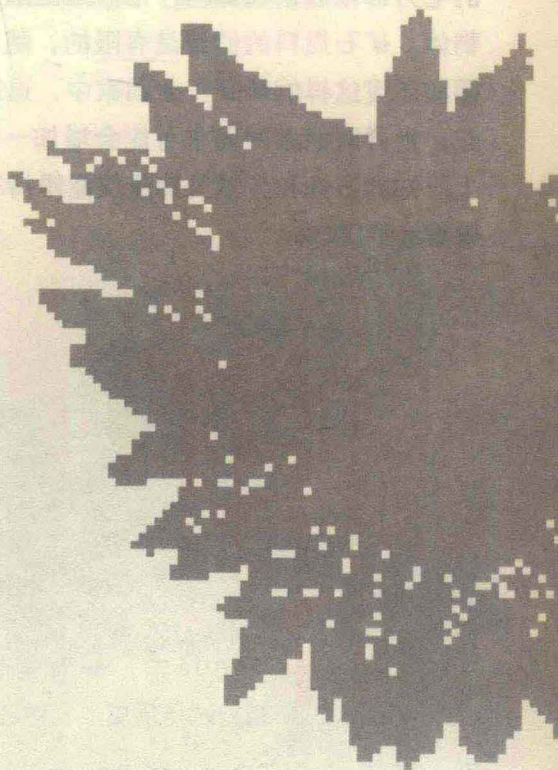
受译者专业知识所限，书中难免有纰漏之处，希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年12月于沈阳

目 录

- 4 矿石燃料与新燃料
- 8 风能
- 16 太阳能
- 26 水力
- 36 核能
- 42 地热能
- 46 生物能
- 50 燃料电池
- 56 大事年表
- 58 科学家小传



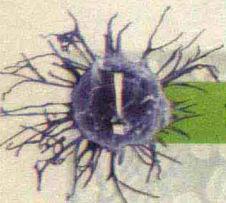
矿石燃料与新燃料

我们可以想象50年后的情景。欧洲及北美经历了记忆中最大的冬季暴风雪。报纸头条用大字标题宣布，石油和天然气储备正处于历史最低点。发电站燃料短缺，停电每天都在发生。夜间照明被迫停止，街道一片漆黑。加油站排起了长队，人们急切地等待那少得可怜的汽油配给。

如果我们继续依赖煤、石油和天然气供应电力，获取汽车燃料，这看似不可能出现的情况就有可能变成现实。当今世界能源消耗巨大。电脑、洗衣机、空调以及其他电器都需要电力供应。

矿石燃料

矿石燃料包括石油、天然气、煤和泥炭。目前世界上大部分的电力都依靠矿石燃料产生。这些燃料来自数百万年前死亡的生物体。矿石燃料的储量是有限的，随着需求的增加，特别是在中国和印度这样的新兴工业国家中，这些储备正在迅速减少。21世纪，世界对能源的需求可能会增加一倍以上。专家们估计，世界上已知的石油和天然气储量仅能维持30—60年，煤炭的储备也仅够维持约200年。



谈奇说妙

2004年，世界能源消耗增长了4.3%，这是历史上能源消耗增长最快的一年。

新燃料

我们迫切需要更多的利用可再生能源，如太阳能、风能和潮汐能。事实已经向我们敲响了警钟。20世纪70年代，中东的战争和动荡政局曾经引发能源危机，石油供应减少，价格上涨。这迫使许多国家认真考虑改用替代能源，如风能和太阳能。于是，首个商业性风力和太阳能发电站在美国建成。2005年，石油生产国的持续不稳定局面将石油价格推至历史新高，这使世界其他地方的经济增长面临风险。

气候变化是迫使我们放弃矿石燃料的另一个重要原因。发电站燃烧煤炭、石油和天然气产生热，这一过程会释放大量的二氧化碳。二氧化碳是造成全球变暖的主要温室气体之一。人类大量燃烧矿石燃料，会将更多的二氧化碳排放在大气中。2005年，大气中的二氧化碳含量创下历史新高。如果二氧化碳的排放得不到控制，人类将不得不承受全球变暖带来的一系列后果——气候变化、海平面上升、极端天气频繁出现。

这是
位于中国上海
的一个工业区。煤炭
为中国提供65%以上的
能源。预计到2025年，
中国的石油消耗预计将
从每天650万桶增至
1 420万桶。

解决气候变化问题

大部分发电站使用矿石燃料。如果居民和工厂节约用电，矿石燃料的燃烧就会减少。发电站应该更有效率地提高每吨燃料的发电量。减少机动车的使用也会有所帮助。然而，最为有效的方法是改用清洁能源发电及使用新型环保的汽车燃料。

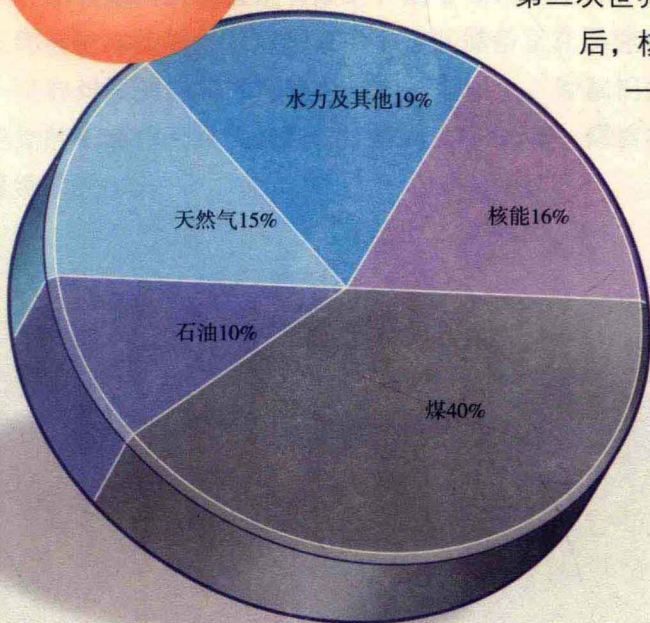
替代能源的历史

数百年来，人们使用了各种替代能源。例如，使用水力磨粮，利用风力和马力抽水。但主要的技术突破出现在18世纪后期和19世纪初，当时的发明者研究出了更好的办法利用这些能源。

可惜的是，替代能源一直无法超越矿石燃料，无法成为人们的首选。这一模式开始于18世纪60年代，当时苏格兰发明家詹姆斯·瓦特（James Watt, 1736—1819）改良了以煤做燃料的蒸汽机。19世纪80年代，煤炭和水力是用于大规模发电的第一能源，其次是石油和天然气。由于价格便宜，储量丰富，这些矿石燃料很快成为主要能源。

第二次世界大战（1939—1945）之后，核能出现，而其他能源几乎一直被忽视，直到最近几年才受到关注。

此图
为2005年供应
世界电力的能源
分布。

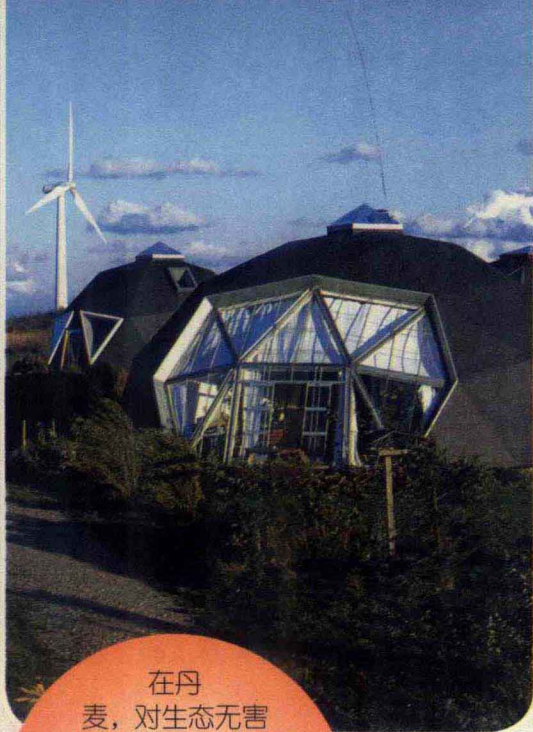


结合能源

这本书着眼于不同的替代能源，讲述它们如何发展，在未来如何发电。每个替代能源都有自己的故事，有些可以追溯到几千年前。单一的替代能源不可能取代矿石燃料，但如果不同的能源，如核能、风能和太阳能结合在一起，就会大有用武之地。

这本书说明了大量开发不同能源以及将它们结合使用的方法。举例来说，未来，我们的家可能会用很多的太阳能电池板搭建，屋顶上会有小型风力发电机。氢燃料电池用来发电，将会取代传统的锅炉，产生的废热还可以用来烧水。汽车也将改用燃料电池。

100多年前，许多研究风能和太阳能的科学家就曾警告说，总有一天世界上的石油和煤炭将会消耗殆尽。现在，科学家和能源公司不得不在油井枯竭之前竞相开发新的能源。



在丹麦，对生态无害的房屋已经建成。图中这所房子位于托鲁普生态村，它拥有自己的风力发电机，酷似圆屋顶的设计能够降低30%左右的热损耗。



科学评论

“总有一天，欧洲再也没有资源能够满足庞大的工业扩张。煤炭无疑将被用完。那时工业还能做什么呢？”

——奥古斯特·奥托（Auguste Mouchout，法国人，太阳能发动机的发明者），1860

最普遍的替代能源是风力。世界各地都可能刮起强风，而多数国家也都有适合建设风力发电厂的地方。到2010年，风能有可能提供世界1.5%的电力。随着成本的降低，这一比例可能还会上升。丹麦大约有10%的电力来自风力发电。蒙古的广阔平原风力强劲，是世界上风力资源最丰富的地方。

大约在公元前500年，波斯人就已经在船上使用风帆，这为制造最初的风力机提供了灵感。早期的风力机用帆聚集风力，推动磨石碾磨谷物。到了1000年，风力机的动力更强大。在中国及地中海东部，人们会利用风力抽水。

多年来，美国已建成600多万台机械风泵机用来抽水。图中的风泵机位于内华达州，世界其他地方还有几百万台类似的风泵机。

空中电机
(AERMOTOR)

AERMOTOR
CHICAGO



帆是三角形的，这有利于更好地捕获风能。帆被固定在直立的轴上，与磨石连接。19世纪前，这种设计在欧洲非常普遍。

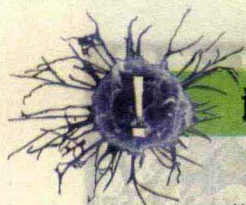
风力泵

19世纪，大量移民涌入北美干旱少雨地区，他们建立了数以千计的风力泵用来抽水。最受欢迎的是1854年设计的“哈勒戴（Halladay）风车”。这种风车有4个木制桨状翼板，这些翼板与木塔连接。1870年，钢制叶片出现，它更轻，可以被切割成更多符合空气动力学的形状，能够更有效地捕获风能。

发电

19世纪后期，电力被普遍使用。人们需要利用煤、木材或水来发电。而工程师想知道是否可以利用风能发电。

第一架大型风力发电机（又称风车）出现在美国俄亥俄州的克利夫兰，由查尔斯·布拉什（Charles F. Brush）设计建造于1888年，取名“布拉什电机”（Brush Machine）。它的风轮直径达到17米（56英尺），由许多个木质叶片组成。布拉什开创了风车设计的先河，首次使用变速箱控制叶片旋转的速度。这架风力发电机能产生12千瓦电力，发电量在当时首屈一指。而一架现代化的风力机发电量高达100千瓦。后来，风车叶片不断增多，并可以旋转着捕获风能。



谈奇说妙

19世纪后期，风力涡轮机的体积越来越大，这使它们更容易遭受强风的破坏。一些较先进的风力涡轮机因此设计了特殊的叶片，在有强风的时候，这些叶片可以像伞一样折叠起来，以防受损。

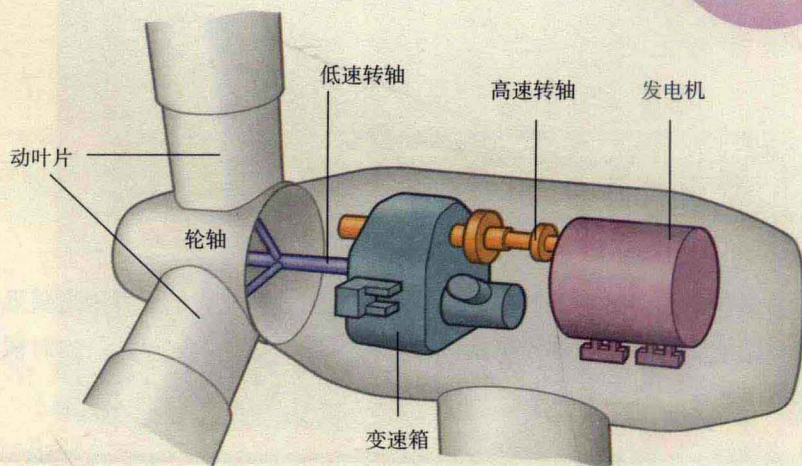
20世纪的风力涡轮机

第一次世界大战期间，风力涡轮机的叶片变长，能够产生更多的电力。20世纪30年代美国建造的“帕尔默·普特南机”（Palmer-Putnam Machine）是最大的试验机器之一。它的风轮直径长达50米（164英尺），发电量为1.25兆瓦。但制造材料过重降低了它的功率。

对风力涡轮机的研究终止于第二次世界大战（1939—1945），20世纪50年代，风力涡轮机的研究得以继续。其中最具影响力的是1956—1957年由丹麦的约翰内斯·朱尔（Johannes Juul）设计建造的风力发电机。这台水平轴风力发电机有3个叶片，发电量高达200千瓦。

许多设计制造风力涡轮机的工程师参考了航天技术的理念。航天工程师运用中空结构的设计，使用像铝这样的轻质材料制造机器，这些设计使机器更轻、更耐用。20世纪60年代，德国教授乌尔里希·胡特（Ulrich Hutter）首次使用轻质材料（如玻璃纤维和塑料）制造叶片。轻质材料价格便宜，在微风中就可以推动风轮。到1986年，风力发电机已经可以产生高达600千瓦的电量，这都要归功于叶片设计的改进和轻质材料的使用。

此图
为风力涡轮机的内部
结构

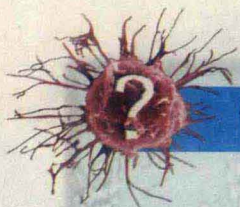




现代的戴瑞斯风力机（见下方题板）有4个弯曲的叶片围绕垂直轴旋转。它们不受风向的影响，并由钢缆固定，可以避免被大风损坏。

600千瓦的风力涡轮机叶片长达50米（164英尺），只有大风才能够转动如此长的叶片，但是几乎没有什么地方全年都刮大风。因此多数风力涡轮机的发电量被设计为55千瓦。

现代风力涡轮机大多是水平轴风力机，简称HAWTs。它有螺旋桨式的风轮围绕着一个水平轴旋转。风轮将流动的空气产生的能量转化为机械能，推动发电机发电。水平轴风力机的风轮叶片与轮轴连接。当风力过大时，制动器会控制叶片的旋转速度，从而防止机器受损。



什么是戴瑞斯设计？

1931年，法国人戴瑞斯（G.J.M.Darrieus）获得垂直轴风力机（VAWT）的专利。他设计的风轮有3个细长的弯曲叶片，这些叶片的上下端被固定在不停旋转的垂直轴上，看起来就像个巨大的打蛋器。这种设计不需要塔楼，风力机的变速箱和发电机都安放在地面，维护起来很方便。可是这种垂直轴风力机没有水平轴风力机的功率大，这是因为越靠近地面，风速就越小。这项设计一直没有受到关注，直到20世纪60年代，加拿大的工程师们发现了这一专利并制造了他们自己的戴瑞斯风力机。

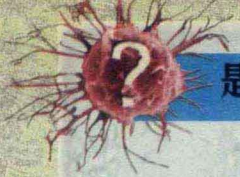
叶片的设计

风力涡轮机的叶片除了要尽量多地获取风能，还必须便宜、耐用、无噪音。叶片形状类似飞机的机翼，如果设计不当，叶片不但不能在风中顺畅地转动，反而会产生阻力。这会减慢速度，制造更多的噪音。叶片表面必须保持非常光滑才能减少阻力。

风力发电场的发展

虽然风力涡轮机的功率不断提高，但由于它的成本较高，人们还是更多地使用矿石燃料发电。然而，20世纪70年代的石油危机改变了一切。危机过后，丹麦和美国的加利福尼亚州很快建成了大型的风力发电场。美国政府修改税法，以此来鼓励人们发展扩大风力发电场。





是什么引发了20世纪70年代的石油危机？

石油危机开始于1973年10月，当时石油输出国组织（OPEC）中的阿拉伯成员国宣布，将对那些支持以色列进攻叙利亚和埃及的国家停止石油运输。随即减少对美国和欧洲部分地区的石油供应。与此同时，石油输出国组织决定将石油价格增加4倍。虽然这场危机在1974年3月得以解决，但西方经济已遭受严重影响。这次危机迫使西方各国政府不得不采取措施，减少其对中东石油的依赖。

这是美国加利福尼亚的风力发电场。布局对风力发电场非常重要，如果将独立的涡轮机随意地放在一起会产生湍流区，打断风的正常运动。工程师们利用计算机程序分析通过风力发电场的气流，并设计出理想的布局以获得最高的功率。

1981—1990年，美国建成了1.7万多家风力发电场。然而，这些早期的风力发电场设计有缺陷，维修成本过高。1945—1985年，美国税法再次调整，风能一夜之间没了市场。到1990年，只有少数风力发电厂存活下来。与此同时，风能的利用已经在欧洲（尤其是丹麦和德国）普及起来。

风能能否代替石油

今天，作为一种可再生能源，风能已经被大众接受。不同于矿石燃料，它不会造成空气污染。很多国家已经达成共识，要降低二氧化碳气体的排放，共同对抗全球变暖问题。风能可以帮助他们达到目标。

近30年来，石油和天然气的价格不断上涨。煤炭燃料既不如石油和天然气高效又会造成大气污染。而在这期间，每千瓦小时利用风力发电的成本却降低了将近50%。除此之外，风力涡轮机的建造成本也在降低。这就意味着，建设一家风力发电场比建一家小型发电厂更能节约成本。

海上风力发电场

陆地上可以修建风力发电厂的地方有限。风力发电场对风景的影响，发出的噪音和闪烁的灯光会引起附近居民的反感，他们经常反对在当地兴建风力发电场。由于海上的风力大，对居民影响小，工程师开始选择在海上建设风力发电场。1990年，世界上第一个实验性海上风力发电场在瑞典建成，全长250米（820英尺）。1年后，拥有11个涡轮机组的第一家大型海上风力发电场在丹麦沿岸的波罗的海投入建设。

在海上修建风力发电厂有很多好处，尤其是可以获得较持续的强风。但同时也存在很多技术难关需要攻破。例如，如何设计涡轮机才能够使它抵挡强风巨浪。此外，冬季的冰也是一大难题。工程师在涡轮机周围的水平面上放了很多圆锥用来破冰。

这是
位于丹麦哥
本哈根港的
海上风力发
电场所。

截至2005年，世界上最大的海上风力发电场是丹麦的尼斯坦德（Nysted）风力发电场，发电量高达165兆瓦特。

