

第一情报·风力发电

InfoLib EXPRESS



上海情报服务平台

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

第59期

2009年5月5日

文章导读

风行中国

- 我国风电机组整机制造逐步完善.....1
- 我国成功研制风电风机叶片关键材料.....1
- 我国跻身世界风电装机容量超千万千瓦大国行列.....2

海外来风

- 欧盟风电产业优势凸显.....3
- 德英法三国风电机组市场快速扩展.....4
- 美国政府就海上风电管辖权事务签订协议.....5

风电专利

- 国家知识产权局4月公布的风力发电相关专利概述.....6

纵深·现状

- 针对国外风-光混合供电技术及系统的系列介绍.....11

我国风电机组整机制造逐步完善

2009年4月初，中国可再生能源规模化发展项目（CRESP）办公室副主任罗志宏表示，金风科技、浙江运达、华锐风电、上海电气、东方汽轮机5家企业已完成了新产品设计和关键零件研发采购工作，生产或即将生产出样机。风电机组国产化项目实施已取得重要阶段性成果。

为了促进中国可再生能源规模化发展，中国政府与世界银行、全球环境基金共同开展了CRESP项目，由国家能源局负责实施。CRESP项目将700万美元赠款支持实施了“风电机组国产化”子项目，经过公开招标和评审，并报国家能源局批准，确定了金风科技、浙江运达、华锐风电、上海电气、东方汽轮机等5家企业为项目承担单位。2008年下半年，5家企业分别获得了120万美元至150万美元不等的赠款，采取联合设计和自主开发的方式研发风电机组。

金风科技与德国Vensys公司联合设计开发2.5兆瓦直驱型变桨变速风电机组，已完成样机的设计工作和关键零部件的研发采购工作，将于今年6月完成样机生产、车间检测和吊装工作，装机地点选择在北京官厅水库风场。

浙江运达自主开发了1.5兆瓦双馈式变速恒频风电机组，安装于中节投张北风电场，自2008年5月并网发电以来，已通过现场3000小时运行考核。

华锐风电与奥地利Windtec公司联合设计开发3兆瓦双馈式变速恒频风电机组。目前已完成样机的装配和厂内测试，安装在江苏大丰风电场，正在进行现场调试，即将并网发电。

东方汽轮机厂与奥地利Windtec公司联合开发2.5兆瓦双馈式变速恒频风电机组，计划7月完成样机装配工作，样机将安装与内蒙古茂名风电场。

（摘编自中国电力企业联合会网站2009/04/13新闻）

我国成功研制风电风机叶片关键材料

由中科院长春应化所与常州天晟新材料股份有限公司共同承担的江苏省重大科技成果转化项目——Strucell结构泡沫研发成功。3月19日，国内首个以该

成果为载体的产业化基地在常州落成。中国可再生能源学会风能专业委员会主任陈雪松表示，Strucell 结构泡沫芯材在中国的诞生具有里程碑意义，全球结构泡沫芯材产业格局将因此而发生新变化。

结构泡沫芯材是一种轻质、高比强度、高比刚度、绝缘、隔热、隔音的高分子结构材料，可广泛应用于风能、高速铁路、轨道交通、船艇、航空航天等领域。特别是随着世界可再生能源风电行业的崛起，使风能叶片主材料的结构泡沫芯材价值大幅提升，产业迅猛发展，形成了供不应求的局面。目前，世界上只有少数几家公司拥有生产结构泡沫芯材的技术，垄断了技术和市场。

中科院长春应化所结合聚合物基体树脂制备技术、发泡体系与工艺、发泡装备等多个方面开展技术攻关，在基体树脂合金化、复合化等方面突破了相容性和分散的技术关键，为高强度、低密度结构泡沫的成功研发奠定了重要基础。在此基础上，长春应化所与常州天晟新材料股份有限公司、四川大学高分子科学与工程学院共同开展了联合攻关，推出了具有自主知识产权的结构泡沫芯材产品，并通过了国际风电领域最高认可资质——德国劳氏船级社（GL）认证，综合性能达到国际先进水平。

（摘编自中国新能源网 2009/04/07 新闻）

我国跻身世界风电装机容量超千万千瓦的大国行列

截止到 2008 年 12 月底，全球的总装机容量已经超过了 1.2 万亿千瓦。2008 年，全球风电增长速度达到 28.8%，新增装机容量达到 2700 万千瓦，同比增长 36%。2008 年，欧洲、北美和亚洲仍然是世界风电发展的三大主要市场，三大区域新增装机分别是：887.7、888.1 和 858.9 万千瓦，占世界风电装机总容量的 90% 以上。从国别来看，美国超过德国，跃居全球风电装机首位，同时也成为第二个风电装机容量超过 2000 万千瓦的风电大国。中国风电发展依然强劲，2008 年是连续第四年年度新增装机翻番，初步计算，实现风电装机容量 1221 万千瓦，超过印度，成为亚洲第一、世界第四的风电大国，同时跻身世界风电装机容量超千万千瓦的风电大国行列。

（摘编自中国气象报社 2009/04/03 新闻）

欧盟风电产业发展优势凸显

奥地利风力能源协会表示, 尽管国际金融危机对奥地利出口行业造成了比较大的影响, 但奥地利风电产业的繁荣仍在继续。受益于近年来风电在国际电力市场份额的增大, 对风力发电设备和产品的需求也不断增长, 风电控制系统、叶片器材、发电机和能源转换系统, 以及整套风电实施解决方案等奥地利风电产业主要出口产品拥有了更多市场。2007年奥地利风电产业出口额达到了2.5亿欧元, 2008年又增长了20%, 出口额首次突破了3亿欧元。奥地利风力能源协会主席斯蒂芬·汉驰表示, “奥地利风电产业的繁荣并非偶然, 它可以被看作是欧盟风电产业整体发展的缩影。”

在国际金融危机背景下, 欧洲许多产业部门形势不容乐观, 但风力发电部门却充满发展机遇。根据国际能源机构预计, 到2030年风力发电可提供全世界电力需求的9%。欧洲风力能源协会表示, 目前风力发电满足了欧洲电力需求的4%, 总计有6.5万兆瓦风力发电量输入了欧洲电网, 到2020年, 欧洲风电在整个电力市场的份额将达到14%—18%, 为欧盟创造35万个新就业岗位。这意味着未来20年欧洲有巨大的风电市场, 对风电设备的需求也将同步快速增长。因此, 风力发电仍然被欧盟看做是绿色、可靠、有市场潜力的新能源形式, 并主动选择加大对风电市场的投资。仅2008年欧盟对风电的投资总额就超过了110亿欧元, 风力发电能力增加了8484兆瓦, 创造了16万个工作岗位, 风电产业已经成为欧盟发电能力增长最快的领域之一。

值得一提的是, 在欧盟和各成员国政府的政策鼓励下, 欧盟风电企业不断提升风力发电技术和设备等级, 有效降低了生产成本, 保障了其在国际市场的优势地位。以奥地利为例, 奥地利风力能源协会预计, 如果企业对风电技术创新的成果能够得到有效应用和推广, 通过技术进步和设备生产规模化、系列化和标准化, 未来10年内, 奥地利陆上风力发电机设备的平均造价可以在目前的水平上降低20%以上, 海上风力发电机设备的平均造价可以降低40%以上, 从而使风电产业的总体成本大幅下降。考虑到欧盟承诺到2020年将其温室气体排放量在1990

年的基础上至少减少 20%，并且愿意同其他主要排放国一道将减排目标提高到 30%，未来相当长一段时间，风电在欧盟相较于其他电力能源形式的竞争优势将更加明显。

(摘编自中国自动化网 2009/04/02 新闻)

德英法三国风电机组市场快速扩展

欧洲风能协会最新评估资料显示，目前，欧盟风能开发占有所有可再生能源开发之首，仅 2008 年欧盟风能发电能力占欧盟电力供应的 4.1%，而这一比例在 2000 年时还不到 1%。

德国：

2008 年，德国风能设备出口额达 32 亿欧元，是国际金融危机爆发以来德国最大的盈利产业。

自 1991 年德国通过了《输电法》之后，可再生能源生产的电力可以依法进入供电公司输电网，同时规定其价格不低于当地平均电价的 90%。至 2008 年，德国的风力发电已占全国发电总量近 9%，位于德国中部地区的萨安州因地势和产业发展的原因，成为全德国风力发电最多的州，其风电比例已达 43%。

德国最新开发的电力风车塔身高近 200 米，直径 10 多米。当这种风车上安装巨型机头后，总重量约 75 吨，额定功率为 6 兆瓦，每年供电 1800 万千瓦时，可以满足近 5000 户家庭的电力需求。目前，德国风力发电及并网的装机容量约占世界同行装机总容量的 35%，2008 年德国风能设备出口额达 32 亿欧元，是国际金融危机爆发以来最大的盈利产业。德国环境能源厅提出了到 2020 年至少要达到 20%，2030 年至少要达到 45% 的风电发展目标。该厅 2006 年统计为风力发电 74 太瓦时，预计到 2010 年可达到 92 太瓦时，2020 年达到 156 太瓦时，2030 年达到 249 太瓦时。据此，到 2020 年德国风力发电可占能源供给总份额为：陆上风电为 31%，海上风电为 19%，预计海上风电发电量将会大大比例增长。

法国：

2002 年，法国电力生产中核电占 76%，水电和太阳能发电占 11%，火力发电占 10%，风力发电占 0.13%。但从 2003 年开始风力发电便有了突飞猛进的发展。

在拓展风力发电产业过程中，法国首先选择以陆地为主的电站项目，随后再

扩展到海上。按照计划，法国 2007 年已完成 7 个项目，风力发电量新增约 280 兆瓦，计划 2010 年达到 4000 兆瓦。今后 10 年内将投资 150 亿欧元，兴建 5000 座至 6000 座风力发电站。

英国：

英国政府今年年初宣称，将在该国周围海域新建一大批风力发电场，到 2020 年，其风力年发电量可达到目前全国年发电量的三分之一。按照计划，到 2020 年，英国将利用风能发电 25000 兆瓦。英国目前每年的煤炭、核能、煤油气发电量为 750000 兆瓦。

（摘编自北极星电力新闻网站 2009/04/16 新闻）

美国政府就海上风电管辖权事务签订协议

2009 年 4 月 10 日，美国内政部长 Ken Salazar 和联邦能源管理委员会主席 Jon Wellinghoff 签署了一份谅解备忘录，内容包括美国外大陆架的新能源发展项目批准过程中双方职责的明确和相关手续的精简。

美国风能协会（EWEA）首席执行官 Denise Bode 在一份声明中说：“我们对 Salazar 部长和 Wellinghoff 主席的领导感到高兴，这份协议有助于消除海上风电发展的官僚主义障碍，这也是我们国家清洁能源未来发展的关键因素。这两个重要结构所采取的关键步骤将有助于美国巨大的海上风力资源开发开辟道路，为沿海城市的电力消费者带来清洁能源的好处。”

（摘编自 EWEA 网站 2009/04/10 新闻）

风电专利

国家知识产权局 4 月公布的风力发电相关专利概述

利用国家知识产权局网站的“中国专利检索”作为专利信息源，由检索策略“(((风力 OR 风能) AND 发电) OR 风电)/ABST”和“PD=200904”共检索出专利 119 项。经分析筛选，得到风力发电相关专利 104 项，其中发明专利 52 项，实用新型专利 52 项：

申请号/专利号	名称	申请人/专利权人	申请日	公开日 /公告日
200810121784.8	风力发电机行星架的浇注系统	宁波日星铸业有限公司	2008.10.17	2009.04.01
200810068971.4	车辆行驶风能发电的方法	董燕伟	2008.11.04	2009.04.01
20071020187.1	一种风力发电机蜂巢叶片的制作方法	贵阳多元佳华工贸 有限公司	2007.09.27	2009.04.01
200810029142.5	N 层球形空腔涡轮式风力发电机	龚炳新	2008.07.01	2009.04.01
200810121162.5	应用竹质桨叶的风里发电机组	浙江运达风力发电工程 有限公司	2008.09.29	2009.04.01
200710046712.7	三级齿轮传动装置	上海驰风机电科技 有限公司	2007.09.29	2009.04.01
200680053864.3	用于减小受到风轮面不对称加载的风力涡轮机的部件的 疲劳负载的方法与控制系统	维斯塔斯风力系统 有限公司	2006.03.16	2009.04.01
200780009216.2	电机，特别是发电机	西门子公司	2007.01.26	2009.04.01
2008101070050.4	风力发电塔筒专用卷板机	南通恒得利机械制造 有限公司	2008.11.07	2009.04.08
200710202269.8	风力发电机安装专用作业平台	大连理工大学；北京科瑞 因工程机械有限公司；大 连益利亚工程机械 有限公司	2008.11.13	2009.04.08
200810202785.5	低密度高强度纳米聚氨酯风轮叶片复合材料	上海世鹏聚氨酯科技发 展有限公司	2008.11.14	2009.04.08
200810073881.4	组合式垂直轴风力发电机组	吴积善	2008.11.04	2009.04.08
200810137520.1	同轴双转子通用风力发电机	哈尔滨工程大学	2008.11.13	2009.04.08
200810218901.2	一种小型风力发电系统	冯可健；冯献民；冯泽民	2008.11.05	2009.04.08

200810218901.2	一种小型直驱永磁同步风力发电机及其小型风力发电系统	冯可健;冯献民;冯泽民;赵少俊	2008.11.07	2009.04.08
200810218945.5	小型直驱永磁同步风力发电机及其小型风力发电系统	冯可健	2008.11.07	2009.04.08
200810155103.X	并网变速恒频风力发电机组运行控制方法	东南大学	2008.10.15	2009.04.08
20081022.8951.9	大型法兰成型设备及成型工艺	大连华锐股份有限公司	2008.11.19	2009.04.15
200810234500.6	加工风电主轴的专用回转台	无锡桥联风电科技有限公司	2008.11.20	2009.04.15
200810105935.0	风力发电机塔架结构用钢及其生产方法	首钢总公司	2008.05.06	2009.04.15
200710163933.2	廉价高效制取清洁能源的方法及装备	孔德凯	2007.10.12	2009.04.15
200710163957.8	太阳能风能工业炉	钟显亮	2007.10.12	2009.04.15
200810200719.4	具有方向选择性并通过热平衡检测流速的方法	上海第二工业大学	2008.09.27	2009.04.15
200710046856.2	多风机并联型风光互补并网发电系统	上海万德风力发电股份有限公司	2007.10.09	2009.04.15
200810236204.X	无齿槽电机	徐晓明	2008.11.25	2009.04.15
2008.10162151.1	兆瓦级风力发电机的定子线圈全自动拓扑涨形机	高培庆;金群力	2008.11.27	2009.04.15
200710181808.4	圆柱鼠笼形风力发电机	贺志刚	2007.10.13	2009.04.15
200810041334.8	一种小功率太阳能风能发电系统	上海耀江太阳能科技有限公司	2008.08.04	2009.04.15
200780010447.5	使用管道输送和存储风生成的能量的改进方法	本·M·埃尼斯;保罗·利伯曼	2007.01.31	2009.04.15
200810153611.4	大型风力发电机组增速机主机架加工工艺	天津赛瑞机器设备有限公司	2008.11.28	2009.04.22
200810238865.6	利用自然能向电动汽车功能的系统和方法	吴速	2008.12.03	2009.04.22
200810172320.X	利用自然风制取氢能的清洁生产方法及设备	包头市丽程科技有限责任公司	2008.11.03	2009.04.22
200810219194.9	一种柔性外圈式风力发电机	广州红鹰能源科技有限公司	2008.11.18	2009.04.22
200710113507.8	可折叠式风力发电装置	中国海洋大学	2007.10.19	2009.04.22
200810169777.5	用于优化风力涡轮之间的尾流交互作用的系统和方法	通用电气公司	2008.10.16	2009.04.22
200810209575.9	高效风力发电机组	丛树茂	2008.11.28	2009.04.22
200810209595.6	三脚架支撑塔接风力发电机组的组成方法	杨清太	2008.12.03	2009.04.22
200810217733.5	高空风力太阳能联合发电机	胡世曦	2008.12.02	2009.04.22
200710134025.0	太阳能热气流发电装置	易际平	2007.10.18	2009.04.22
200810068968.2	偏航刹车片	贵州新安航空机械有限责任公司	2008.10.31	2009.04.22

200810051503.6	一种处理风电场静态功率等值分散性问题的等效风速法	东北电力大学	2008.11.27	2009.04.22
200810180041.8	风电功率预测系统及其方法、电网系统	北京方鸿溪科技有限公司	2008.11.20	2009.04.22
200810217779.7	多源光电一体化供电储能节能的方法和装置	东莞市科圣特电子科技有限公司;张瑞棉	2008.12.01	2009.04.22
200810237843.8	风力电动车	李世林	2008.03.17	2009.04.29
200810239439.4	一种太阳能风力发电装置	王瑞明	2008.12.02	2009.04.29
200820069351.8	环氧树脂组合物、复合材料及其制备方法	北京玻璃钢院复合材料有限公司	2008.12.10	2009.04.29
200710176275.0	一种水平轴风车及风电机组叶片的制作方法	中国科学院工程热物理研究所	2007.10.24	2009.04.29
200810209600.3	基于达里厄型风力发电机的扰流式气动刹车装置	哈尔滨工程大学	2008.12.04..	2009.04.29
200810183184.4	阻风集能板式风力发电装置	刘雄	2008.12.15	2009.04.29
200810209598.X	双层叶片无主轴风力发电机	哈尔滨工程大学	2008.12.04	2009.04.29
200810209599.4	一种垂直轴风力发电机功率测量装置及功率测量方法	哈尔滨工程大学	2008.12.04	2009.04.29
200810229241.8	风力发电机变桨轴承试验方法	瓦房店轴承集团有限责任公司	2008.11.26	2009.04.29
200810243026.3	风电转盘轴承综合性能实验台	南京工业大学;南京工大数控科技有限公司	2008.12.08	2009.04.29
200820047683.6	一种主翼、副翼随风向变动转角的风车叶片	王誉燕;廖岳威	2008.05.13	2009.04.01
200820095503.1	耐台风小型风力发电机	深圳市建筑科学研究院有限公司	2008.07.11	2009.04.01
200820126915.7	自动调整叶面迎风角度的风力发电装置	王瑞明	2008.06.30	2009.04.01
200820068317.9	风力发电增速装置	陈定方;何毅斌;陆忠华	2008.07.08	2009.04.01
200820090418.6	应用相变材料的机房通风节能设备	上海尼瑞通能源科技有限公司	2008.07.10	2009.04.01
200820109077.2	一种旋流动力机	李启山;李容毅;冷涛	2008.07.08	2009.04.08
200820093426.6	风力发电机	深圳市兰普源照明科技股份有限公司	2008.04.09	2009.04.08
200820087592.5	自然能路灯	陶钧炳	2008.05.15	2009.04.08
200820035746.6	硅橡胶绝缘风能发电机专用电缆	安徽江淮电缆集团有限公司	2008.04.30	2009.04.08
200820010623.7	风力发电机滑环刷架集电装置	大连宜顺机电有限公司	2008.02.03	2009.04.08
200820035958.4	大型风电主轴轴端大法兰锻粗装置	江阴风电法兰制造有限公司	2008.05.23	2009.04.15

200820035959.9	大型风电主轴无冒口、无锭尾锻造用操纵机夹钳钳口	江阴风电法兰制造有限公司	2008.05.23	2009.04.15
200820089282.7	新型风力发电机	杨双来	2008.02.19	2009.04.15
200820049123.4	风力发电机半球形风叶的改进结构	肖伟南	2008.06.13	2009.04.15
200820050757.1	风力发电机的双层式组合风叶结构	肖伟南	2008.07.16	2009.04.15
200820050851.7	一种小型风力发电机	广州红鹰能源科技有限公司	2008.07.18	2009.04.15
200820060050.9	立轴式风力发电机	张晋珠	2008.06.20	2009.04.15
200820068295.6	一种风力发电装置	魏锦章	2008.07.07	2009.04.15
200820116475.7	风力发电装置	六逸科技股份有限公司	2008.06.23	2009.04.15
200820121500.0	集风型筒式水平轴发电系统	宁波银风能元科技股份有限公司	2008.07.15	2009.04.15
200820150667.X	立体可调节组合式预应力锚栓	马人乐	2008.07.01	2009.04.15
200820050007.4	分布式风光互补路灯系统	广州红鹰能源科技有限公司	2008.07.01	2009.04.15
200820050006.X	小型风力发电机集电环构件	广州红鹰能源科技有限公司	2008.07.01	2009.04.15
200820058702.5	风力磁浮发电机	孙立蓉	2008.05.21	2009.04.15
200820041811.6	风力发电机的主轴	无锡宝南机器制造有限公司	2008.07.17	2009.04.22
200820121984.9	一种卧式风力发电机的风叶	黄信桥	2008.07.31	2009.04.22
200820014549.6	风力发电偏航减速齿轮箱	大连华锐股份有限公司	2008.07.31	2009.04.22
200820041806.5	风力发电机的偏航机构	无锡宝南机器制造有限公司	2008.07.17	2009.04.22
200820041812.0	风力发电机的变桨机构	无锡宝南机器制造有限公司	2008.07.17	2009.04.22
200820065374.1	建筑物高处及巷道风能发电系统	彭其明	2008.01.21	2009.04.22
200820121973.0	空气力学塔式风力发电系统	宁波银风能源科技股份有限公司	2008.07.24	2009.04.22
200820121987.2	一种卧式风力发电机	黄信桥	2008.07.31	2009.04.22
200820121988.7	一种风力发电机的防绕装置	黄信桥	2008.07.31	2009.04.22
200820118416.3	新型自供能源数控节能装置	李军平	2008.06.06	2009.04.22
200820095184.4	充电装置	深圳市阳光富源科技有限公司	2008.07.04	2009.04.22
200820117788.4	功率单元复合连接方式的风力发电电力变换装置	张皓	2008.06.18	2009.04.22

200820045671.X	一种基于双转子发电及的变速恒频风力发电系统	华南理工大学	2008.03.31	2009.04.22
200820081070.4	一种风力发电电动汽车	起建通	2008.04.15	2009.04.29
200820053802.9	一种风力发电设备用弹性支撑元件	株洲时代新材料科技股份有限公司	2008.07.22	2009.04.29
200820116468.7	水平式风力发电机的支撑改良结构	蔡信雄	2009.06.16	2009.04.29
200820035111.6	带切角的竹层积材组装的风力发电机片体	江苏天奇物流系统工程 有限公司	2008.04.11	2009.04.29
200820126845.5	一种垂直风力发电机风叶及风轮	北京希翼新兴能源科技 有限公司	2008.07.02	2009.04.29
200820068178.X	车船用风力发电机	武汉福来商贸有限公司	2008.06.30	2009.04.29
200820115560.1	移动式风力发电装置	峻豹科技有限公司; 陈世雄	2008.07.24	2009.04.29
200820127750.5	浮力式风力发电装置	峻豹科技有限公司; 陈世雄	2008.07.18	2009.04.29
200820126404.5	风力发电机锚环	李晓庆	2008.06.27	2009.04.29
200820121155.0	风力发电增速齿轮箱	杭州发达齿轮箱集团 有限公司	2008.07.08	2009.04.29
200820117927.3	风电导电装置	施奈德电器(中国)投资 有限公司	2008.05.29	2009.04.29
200820040109.8	风力发电机用异型铜排	江苏申港电磁线有限公 司	2008.06.27	2009.04.29
200820040180.3	一次成型三层绝缘薄膜平包风力发电机定子绕组线	江苏申港电磁线有限 公司	2008.06.27	2009.04.29
200820050552.3	风力发电变频器冷却机	广州德众液压管道技 术有限公司	2008.07.11	2009.04.29
200820126507.1	用于垂直轴风力发电机的磁悬浮装置	北京希翼新兴能源科 技有限公司	2008.06.27	2009.04.29
200820037655.6	双凸极永磁风力发电机系统	江苏火电电力设备制 造有限公司;东南大学	2008.06.27	2009.04.29

更多信息请登陆国家知识产权局网站 <http://www.sipo.gov.cn/sipo/> 查询。

针对国外风-光混合供电技术及系统的系列介绍

编者按：延续上期对于风-光混合供电系统的关注，本期将对微电网的结构模型做图例解析，同时，在上期夏威夷群岛风-光-柴油混合供电系统结构介绍的基础上，本期就其经济性能进行详细介绍。

理论模型：微电网

目前，国际上对微型电网的定义各不相同。美国电气可靠性技术解决方案联合会（CERTS-Consortium for Electric Reliability Technology Solutions）给出的定义为：微电网是一种由负荷和微型电源共同组成的系统，它可同时提供电能和热量的转换；微电网内部的电源主要由电力电子器件负责能量的转换，并提供必需的控制；微电网相对于外部大电网表现为单一的受控单元，并可同时满足用户对电能质量和供电安全等的要求。欧盟微电网协会（European Commission Project Micro-grids）给出的定义是：利用一次能源；使用微型电源，分为不可控、部分可控和全控三种，并可冷、热、电三联供；配有储能装置；使用电力电子装置进行能量调节。中国科学院电工研究院结合我国电网的实际状况，给出定义：发电系统类型可为微型燃气轮机（Micro-Turbine）、内燃机（Gas Engine）、燃料电池（Fuel Cell）、太阳能电池（PV Panel）、风力发电机（Wind Generator）、生物质能（Biomass Energy）等；系统容量为20kW~10MW；网内的用户配电电压等级为380V，或者包括10.5kV；如与外部电网进行能量交换，电压等级由微电网的具体应用等情况而定。

由法国微电能量实验室（LMP）、法国电力实验室（PEL）的Benoit BIDOGLIA教授建立的可再生能源的混合发电系统模型，其发电能源为光伏能和风能等，负载形式为交流负载或直流负载，储能元件为电池组、氢、电网。

图1中蓝色为直流电通道，红色为热能通道，因此该系统模型为热电双联产。图2中黄色为系统中能源部分，包括与传热和输电通道相联的太阳能、燃料电池、

发电机组，以及仅负责输电的风能、电网和新能源（氢）。图 3 中红色为负载部分，包括耗热耗电的家庭用电、转储、电解装置以及在运行过程中仅耗电的电网。图 4 中绿色为储能部分，包括负责输热输电的储氢设备和燃料电池，以及负责输电的电网、电池组和 supercap。

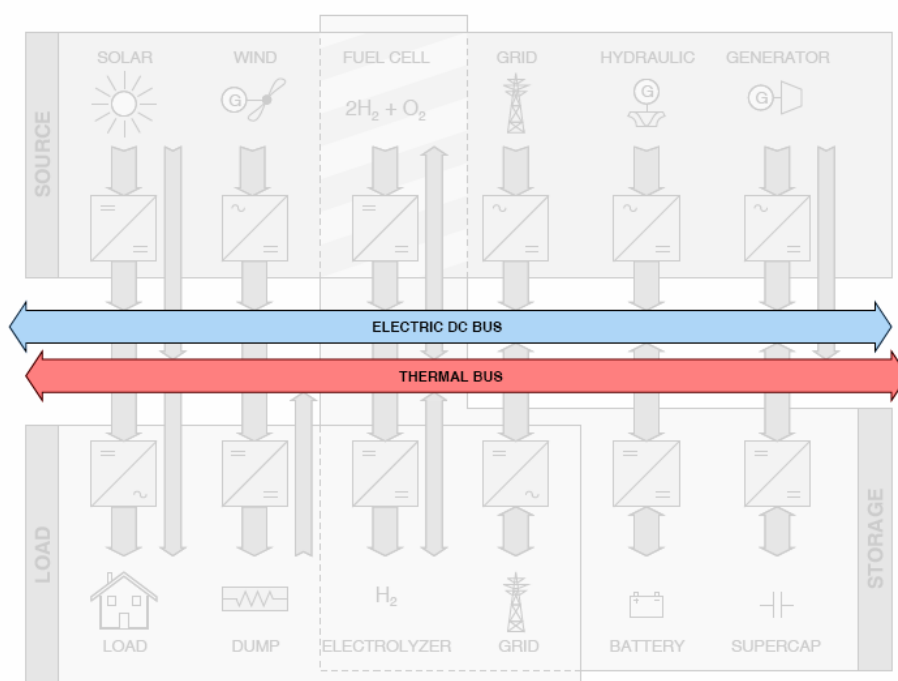


图 1 电力和热能传输的通道。

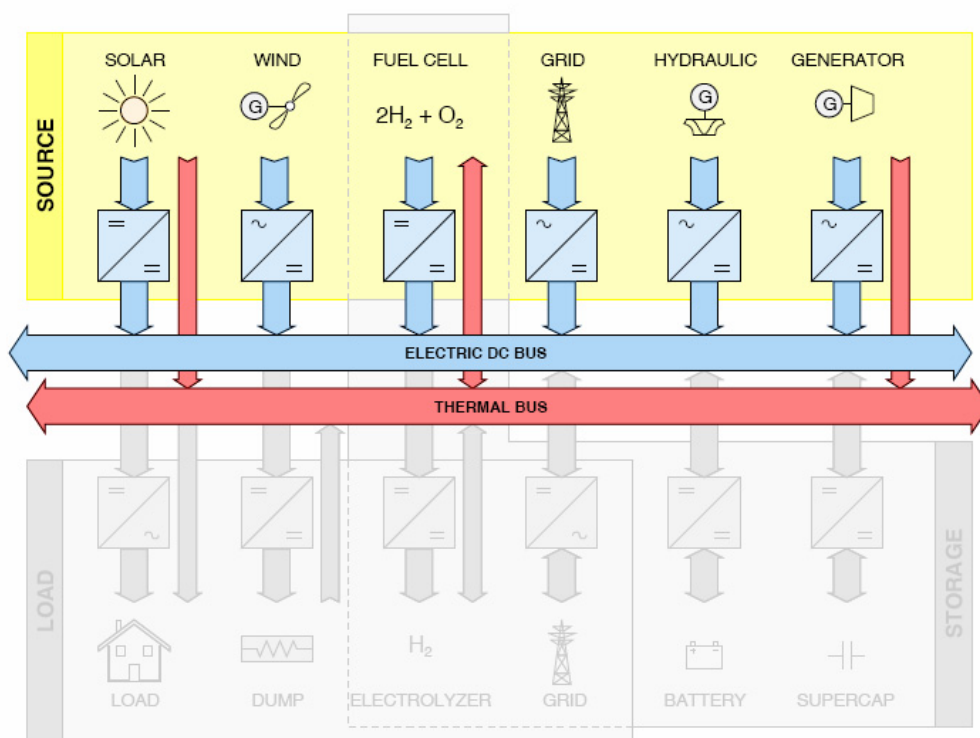


图 2 系统模型中能源部分

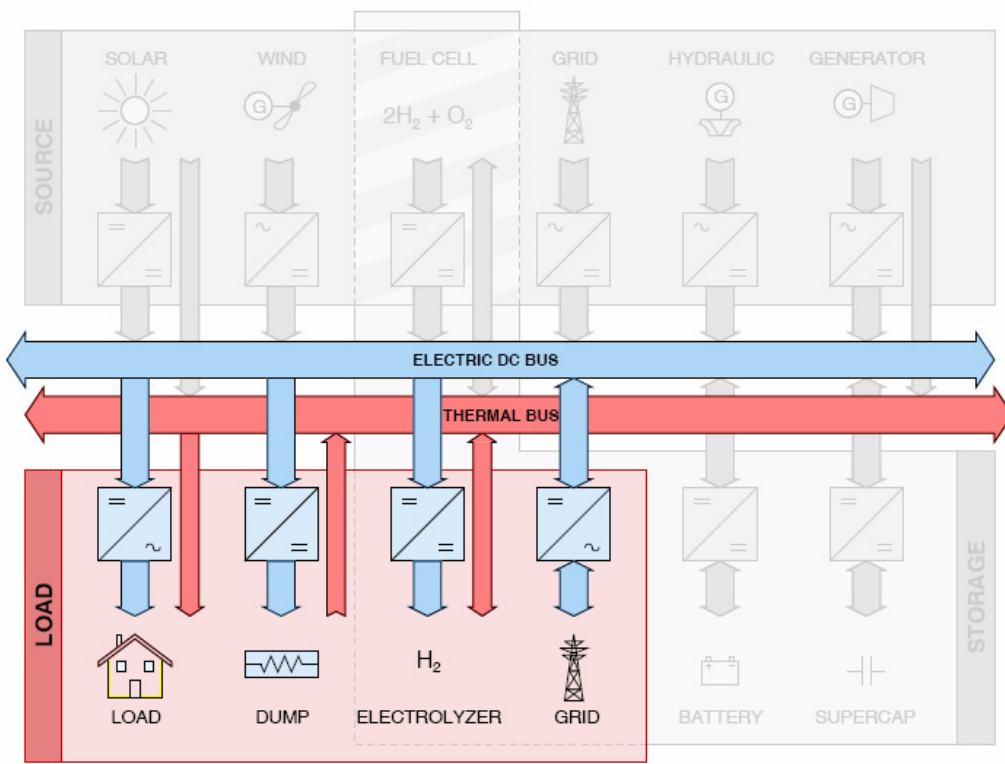


图 3 红色部分为模型中负载部分

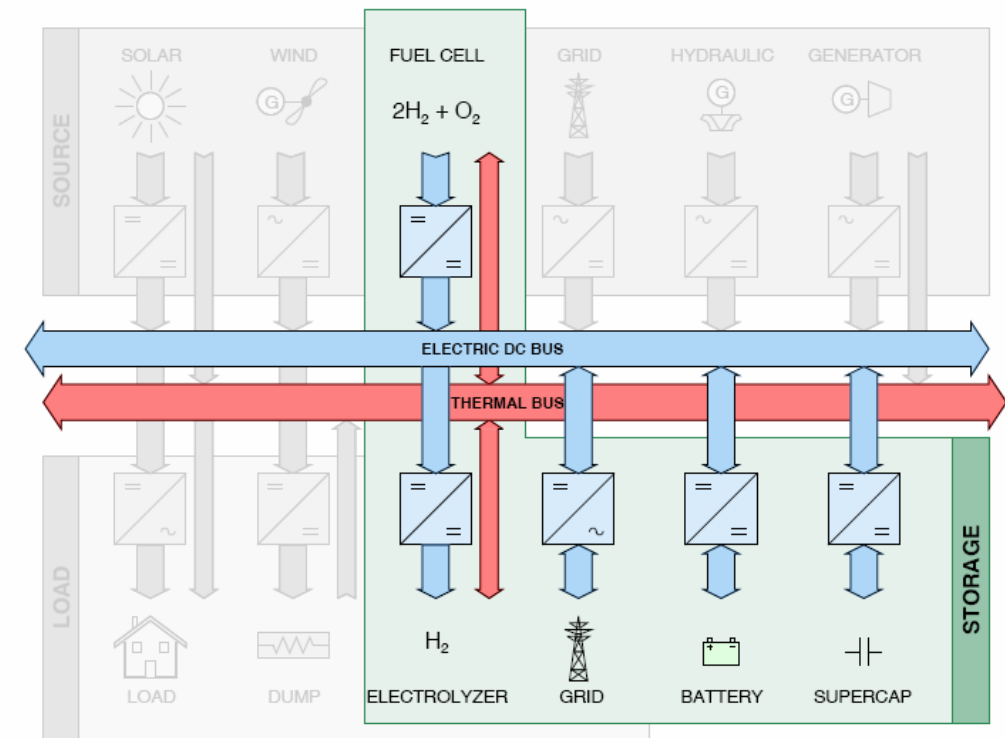


图 4 系统模型中的储能部分

模型采用水电解制氢（见图 5），该方法突出优势在于操作简单，不受资源的限制，产品纯度高，氢气可在现场制备，不需要运输和储存。而模型中的燃料电池是将化学反应的化学能直接转化为电能的电池装置，燃料电池不是储能设备，而是发电装置。简单的氢燃料电池就是在氢和氧发生反应生成水时，将反应产生的化学能转化为电能。

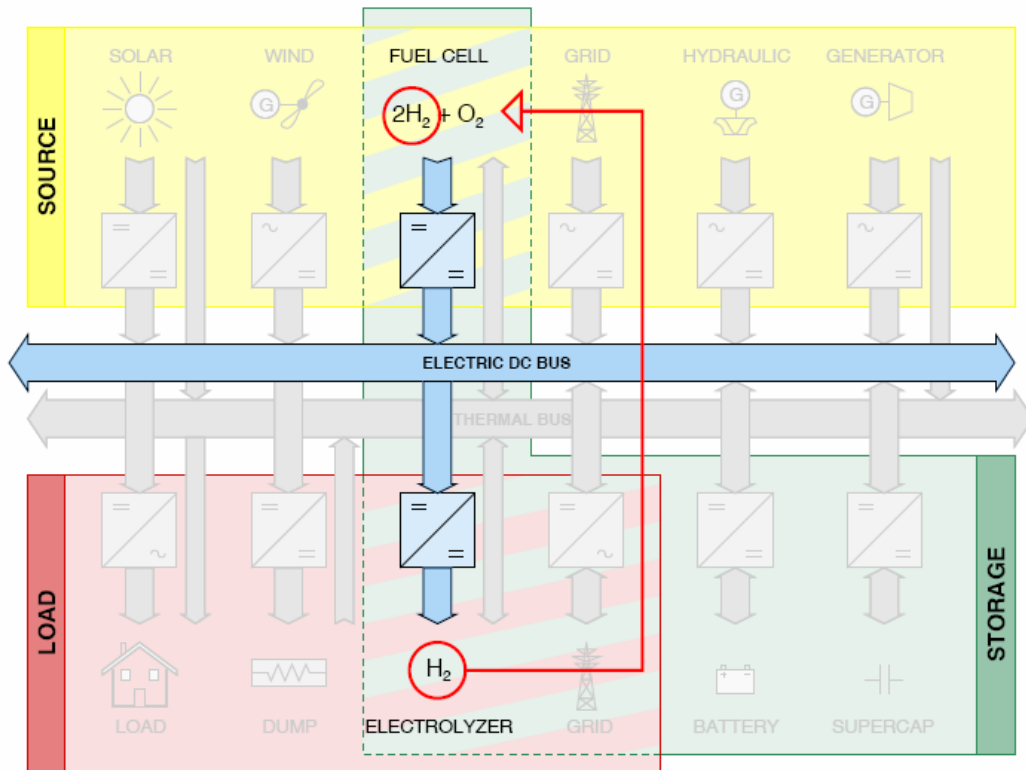


图 5 水电解制氢和燃料电池

夏威夷群岛风-光-柴油混合发电系统经济性能分析

夏威夷日发电量为 360kWh 的风能/太阳能混合发电系统建立于 1996 年 6 月，系统包括风力发电机组、PV 模块、电池、变频器、数据采集和控制，以及柴油发电机。本文提供了其 8 年来运行、保养、维修和更换（OMR&R）纪录，以及由此得出的电力生产成本。

1. 混合发电场结构

由 3 台 Bergey 风力发电机生产的交流电是通过一根 500m 长的地下传输到

电力室单元拥有一组变频器/控制器，从而实现风能在电池电压下提供直流电流。光伏阵列包括 40 ASE 美国 GP-8 模块，在 245Wp 标准测试条件（STC）下，高峰额定输出为 9.8kVA。根据现有操作条件，在 1000W/m² 下实际输出模块预期范围是 225W 至 232W。参考上限值对输入变频器的电量进行估值。该模块分为四排朝向正南方的电力分阵列（朝向赤道），安装角度大约 30°（北纬+10°）。直流电力通过一根长 60 米的地下电缆传输到电力室。

原来的 240VAC 单相机组 Koehler 柴油发电机（组）的额定功率为 36kW。该机组与电池组相邻，一起位于符合电池制造商的通风准则的建筑物内。

30kW 静态（固态）变频器/控制器是由澳大利亚先进能源系统公司（ASE）制造的，是一台真正的正弦波逆变器，可以与发电机组平行运行，因此其供电负荷大于普通系统。

储能方面则选用具有成本效益的 240VDC 铅蓄电池组，存储容量为 428kWh，20 小时内的放电率达到 1785 安培小时。这些由 Trojan 电池公司生产的 120 块电池分成 10 组安排，每组 12 块电池，组成系列 24VDC 系列高密度聚乙烯面板。制造商表示，维护适当的情况下，这些深放电电池可以实现 1500 次 80% 放电周期。行业标准规定，电池在正常使用寿命中必须提供 2142000 安培小时（1785×0.8×1500）。另外，在电池制造行业通用标准中还规定，产品的保质期为 5 至 7 年。

电池，风力发电机组和光伏阵列通过变频器供应负荷的能源平衡式为：

$$kW_{site} = \eta I (kVA_w + kVA_{pv} - kVA_{batt})$$

其中 ηI 是变频器效率，电池电流（Abatt）在放电过程中为负值。数据分析表明，年平均用电量 301kWh/day 中，光伏阵列占了 41.8kWh/day，风力发电机组占了 205kWh/day。也就是说，Kahua 的用电量中大约 82% 都来自可再生能源。

2. 夏威夷系统的 OMR&R 重点

表 1 给出了 OMR&R 记录中的维护重点。光伏阵列是其中唯一免维修的部分；风力发电机组和柴油机组是维修的重点。8 年 OMR&R 也用来确定维修人力的分配和维修工作的要求。经验丰富的技术人员需要每周平均 4 小时完成所有维修。风力发电机重绕工作则需要在场外的电工车间进行。

按规定运行 14 个月 AES 变频器，出现了逆变器自己产生的射频干扰问题，

解决方案是增加一个廉价的铁氧体 EMI 滤波器。其次是确保逆变器在 12 个月的保质期直至确定其控制面板和元件需要更换。自 1998 年 8 月以来变频器的使用性能一直良好。

	周	月	季度	年	其他
风力发电机		视察	降下叶片检查; 更换叶片皮带	加固所有连接部位; 重绕交流发电机	控制器板寿命: 46个月
光伏阵列		除草	视察		
蓄电池	10加仑蒸馏水或雨水	视察		加固所有连接部位	
柴油机组 (寿命: 8407小时)	检查所有流体	换油400小时	燃料/空气过滤: 1500小时		启动电池寿命: 2年
逆变器		视察		加固所有连接部位	控制电池寿命: 2年

表1: 夏威夷风能/光伏混合发电系统维护要求 (基于8年的长期记录)

原先的KoehLer柴油发电机组, 是一组额定功率为36kW的240VAC单相单元, 安装在符合电池生厂商通风准则的建筑内, 位置紧邻电池组。经过三年半8407小时运行, 机组达到使用寿命后更换使用了60kWOnan机组。

两年后一组电池 (及120块) 失效并被更换, 随后四年其中三块电池先后失效。其余116块电池 (96.7%) 继续使用了8年。

3. 电力生产成本

电力生产成本 (COE) 估算必须包括成本回收加上运营、保养、维修和更换 (OMR&R) 的经常成本以及燃料成本。今后将会为可再生能源电力生产提供环境信贷。

$$COE(\$/kWh) = CC + OMR\&R + Fuel - Environmental\ Credit$$

$$CC = Capital\ Cost\ Amortization(资本成本分摊)$$

$$OMR\&R = Operations(运营) + Maintenance(保养) + Repair(修理) + Replacement(更换)$$

对于商业企业来说, 服务收费应该等于COE和适当利润之和。在农村, 在考虑收费时需要把社会福利考虑在内 (比如, 补贴)。

$$收费 = COE + Profit(利润) - Subsidy(补贴)$$

夏威夷混合能源发电场的柴油发电机的发电成本总结于表 2。为优惠贷款而估算的资本成本已经将 15 年以上的 0.75%年利率和 2%的年通货膨胀率考虑在

内。

CC (资本成本分摊)+更换成本	0.185\$/kWh	原始资本+设备更换
保养 + 修理	0.068\$/kWh	
燃料	0.125\$/kWh	1.5\$/US gallon
COE	0.378\$/kWh	

表2: 夏威夷柴油发电机组发电成本估算 (1997年-2003年)

表3为夏威夷混合能源发电场可再生能源部分发电成本总结。需要强调的是夏威夷风能发电机组充电相对于向电网供电量来说很小的比例 ($\approx 8\text{kW}$ vs. 500kW), 他们的市场也是这样的情况, 购买价格 ($\$/\text{kW}$) 相对高于电网。

Kahua Ranch 可再生能源资源: 年平均量		风能: 9m/s 太阳能: 5.2sun-peak hours
CC	0.190\$/kWh	优惠贷款 (0.75%/15年)
OMR&R	0.247\$/kWh	劳动力 (美国标准): 45% 电池更换: 25% 风力发电机保养: 27%
燃料	0.000\$/kWh	
COE	0.437\$/kWh	

表3: 夏威夷风能/太阳能混合发电成本估算 (1997年-2003年)

表 2 和表 3 是优惠贷款下的发电成本估算结果, 适用于发展中国家的农村地区。表 4 是在同样 15 年期限下 5% 和 10% 商业贷款下的估算结果。表 4 最后一行包括燃料价格 $\$2/\text{US-gallon}$ 的发电成本以及相应的可再生能源发电成本。

	I: 0.75%	I: 5%	I: 10%
柴油发电机组COE@1.5\$/gallon	0.38\$/kWh	0.45\$/kWh	0.54\$/kWh
风能/光伏发电 COE	0.44\$/kWh	0.50\$/kWh	0.59\$/kWh
柴油发电机组COE@2\$/gallon	0.42\$/kWh	0.49\$/kWh	0.58\$/kWh

表4: 不同贷款条件和燃料价格下, 柴油发电和可再生能源发电的发电成本估算

本馆所信息咨询与研究中心

朱文韵 撰稿

瞿丽曼 编审

联系电话 64455555-8418、8437; 64379318