

中小型风能设备与应用



主办：中国农机工业协会风能设备分会

2016年3月·第1期（总第21期）

特别关注 > P04

2015中小型风电行业经济发展状况

2015全国中小型风能设备行业年会暨分布式微电网专题论坛在京召开 > P06

IEA T27、SWAT和国际小风电 > P26

南极长城站可再生能源利用示范研究 > P48



全球领先的中小型风机电气控制系统

中小型风机安全控制，离/并网解决方案提供商



前端采集 / 独立安全控制模块



触摸屏式中央控制器



卸载控制器



并网逆变器



风机离网控制
充电一体机

»» 全套解决方案 »»

■ 前端采集 / 独立安全控制模块

读取汇集风机工况参数：风速、风向、机舱温度、发电机转速、温度以及电压，通过参与主动偏航、变桨、刹车等进行安全控制。/ 检测发电机输出电压，转子速度以及发电机极限温度。超过额定值即发出停机信号，与前端板实现冗余控制，符合 IEC61400-2 标准。

■ 触摸屏式中央控制器

根据前端控制模块采集到的参数，经系统控制软件运算，通过总线通讯方式对风力机组发送执行指令，可连接英特网对风机进行远程监控。

■ 风机离网控制充电一体机

1KW-5KW 可调功率曲线的风机充电控制一体机，植入最可靠安全的离网风机控制方案。可有选择地增配光伏组件接入。崭新设计的智能充电管理模块，使得电池寿命延长一倍，适应野外通信基站等严苛应用的要求。可应用于所有使用永磁同步发电机的离网系统 - 小型风力发电机、小型水力发电机、潮汐能电站等。

■ 卸载控制器

DSP 高速控制主控芯片，双闭环高精度控制，快速抑制阵风产生的瞬态高压。通过总线通讯方式接口对风机转速、电压、卸载功率等进行实时监控。

■ 并网逆变器

1KW, 1.5KW, 2KW, 3KW, 3.6KW, 5KW 逆变器已通过世界各大主要市场的安规、并网认证，如：CE、VDE0126、VDE4105、UL1741、CSA、G83、EN50438 等，与众多厂商配套出口全球，且提供完善的远程监控方案。

研究市场 转变思路 创一偶辉煌

文 / 杨校生

中小型风力发电设备行业发展，在“十二五”的开端，其行情曾达到了有史以来的高点。由于受多种因素的影响，没能在高点停留，连续大幅度下探，至今未能遏制下滑趋势，为什么？

我们要跳出圈外来看问题。宏观上，国家经济要发展，生态环境要保护，日常生活要低碳，全体人民要小康，这对于包括中小型风电的可再生能源的发展，是莫大的机会。

大风电抓住了机会，迅速发展成了规模，迄今装机8万多台，一亿多千瓦，已由过去的补充能源转变成了替代能源，不久的将来还将作为主力能源，为能源界刮目相看。光伏发电也抓住了机会，大有席卷之势，不可小觑。

与之比较，中小型风电主要用于生活设施，虽数量不少，但装机容量不大，影响不大，不易被上层社会注意。中小型风电不可盲目自大，不要心存幻想。在可再生能源大发展的新形势下，我们要甘于做新能源中的补充能源。同时要顺应市场要求，转变发展思路，跟上发展潮流，在将来风电市场中占据不可或缺的一席之地。其战术定位在打不了阵地战打游击、占不了大电网占小电网、搞不了集中式搞分布式，加上景观、道路、小型孤立电源系统总能占到一席之地。

在新形势下，大风电顺应市场要求，在性能、质量、服务、价格上下足了功夫。这几年技术性能提高了30%以上；可利用率达到95%~97%或更高；售后服务主动深入到各风场，甚至每台机组都可控在控；与此同时，机组成本价格下降了40%左右；这些情况，虽然不能照搬，但完全可作参照。

中小型风电，有些短板要加强。第一是要关注质量。质量要好，安全可靠，耐久，管用，不光要形象工程；多拿一些精力投在可靠性上，刻苦钻研，大力创新；能不能终生不掉叶片，终生不烧电机？难吗？

第二是要加强服务，服务要跟得上。大风电质保5年，出质保后继续服务。小风电怎么办？设备出点毛病在所难免。不出毛病不可能，服务跟上可以弥补。我们在大风电行业常说的一句话：完善的售后服务能在一定程度上弥补质量的瑕疵。若不及时修，今天坏一台，明天坏一台，累积在那里多难看，原来壮观的局面变得惨不忍睹，难免叫人不失信心。

第三是要转变思路，转向工程，或工程配套。道路照明完全可以和市电照明相竞争，那就与传统路灯去比拼；还可以研究并构建微网系统，为小社区提供一揽子电力解决方案；不要满足于等待用户上门，要主动出击，创造市场；还可以提供个性化服务，为用户量身定制合适项目；不要满足于给光伏项目配套，等等。

我们需要国家政策的支持，我们正在积极地争取国家有关部门的支持。但是，中小风电行业更重要的是苦练内功，让自己强大起来，自己强大了，再加上政策引导，就能如虎添翼，加快发展。国家政策是翅膀，而我们自己必须先变成一只老虎，那就能占领自己的一偶之地，什么也不怕。当然我们的最终目的是为国家的低碳发展做出应有的贡献。



主办：中国农机工业协会风能设备分会（风力机械分会）
协办：国际铜业协会（中国）
中国中小型风力发电产业联盟
中科恒源科技股份有限公司

专家委员会（按姓氏笔划排名）：
王大刚 王建平 刘长安 刘志璋
许洪华 朱瑞兆 肖占俊 吴永忠
李宝山 李景明 李 锋 张世惠
陈 严 郝先荣 贺德馨 俞红鹰
赵福盛 徐学根 都志杰 高瑞林
常东来 韩 镝

主编：祁和生
副主编：姚修伟
编辑部主任：李德孚
编辑部副主任：沈德昌
编辑：梁 伟 徐 涛 王文辉
电话：010-68596009 68513557
传真：010-68596006
邮箱：gaojian@cweea.com.cn

市场部主任：年方清
市场部：闫吉林
电话：010-68596008 68596007
传真：010-68596006
邮箱：fncy@cweea.com.cn
美术设计：吴培花

编辑出版：《中小型风能设备与应用》
编辑部
地址：北京市西城区月坛南街 26
号院 1 号楼 2012-2018 室
邮编：100825
网址：www.cweea.com.cn

版权声明：本刊为中国农业机械工业协会风能设备分会内部刊物，所刊内容未经许可，不得转载。来稿必须遵循有关法律法规、文责自负、不得一稿多投。本刊登载的学术论文将被中国知网《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社出版的《中国重要会议论文全文数据库》及 CNKI 系列数据库网络以协会年度论文集的形式出版。若不同意文章为数据库收录，请在来稿时向本刊声明，本刊将做适当处理。本刊录用稿件均视为同意在中国风能产业网或我会其它出版物刊登。



卷首语

01 研究市场 转变思路 创一偶辉煌

特别关注

04 2015 中小型风电行业经济发展状况

特别报道

06 2015 全国中小型风能设备行业年会暨分布式微电网专题论坛在京召开 梁伟

产业综述

23 《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》（征求意见稿）

技术交流

26 IEA T27、SWAT 和国际小风电 都志杰

30 多台小型风电并网系统解决方案 刘宇

33 风能系统的规划、设计、认证与架设 陈俊铭

40 中小型风力发电机组标准概况 王建平

42 风电设备海外市场准入及相关标准分析 张世惠等



产品应用

- 48 南极长城站可再生能源利用示范研究 何国庆
- 52 东营风光互补路灯展示项目建设情况介绍 代文平
- 54 电缆种类及选型计算

专题报道

- 58 农业行业标准《离网型风力发电机组运行质量检验规程》(送审稿)专家审定会在京召开
- 59 UGE 垂直轴风力发电机组安装在巴黎埃菲尔铁塔上安全运行一年多

行业资讯

- 60 美国能源部投资百万美元研发 3D 打印风电叶片

海外市场

- 61 美国 1000 个小型风电项目获 13 亿资金支持

国际动态

- 62 来自第七届世界小型风能高峰论坛的会议动态 沈德昌



2015 中小型风电行业经济发展状况

中国农业机械工业协会风能设备分会提供

近期，由中国农业机械工业协会风力机械分会对2015年中小型风力发电设备制造行业经济数据进行了统计。本次有23家整机生产企业上报了各自的数据，另有三家企业上报了部件生产数据。这23家企业上报数据为：生产数量69350台，生产容量80400kW；生产总值87000万元；销售数量达58600台，销售容量69878kW，销售额73210万元；出口数量9030万台，出口容量21400kW，出口额2690万美元。三家部件企业上报各种永磁发电机、控制器、逆变器等设备生产数量14270台，容量10200kW，销售数量11870台，容量8990kW，出口量800台，容量683kW。由于

每年上报材料的企业数增增减减，且不连续，其数据缺乏可比性，因此，我们提炼出长年连续提供数字的15家主要企业数据变动情况进行整理和综合分析，反映了整个行业经济发展状况的晴雨表。

1. 具可比性的行业经济发展数据

经整理和分析显示，2015年中小风电机组生产量约为81500台，与去年持平，生产机组的容量约为94360kW，比去年增加29%；销售量约为67500台，比去年减少11.3%，销售出的机组容量约为78600kW，同比增加23%；出口量约为12800台，同比增加9.2%，出

口机组的容量约达到30000kW，增加18.6%（详见下表）。

产品出口量与国内应用量的比例分别达到19%和81%，产品出口容量与国内应用容量比例分别达到38.2%和61.8%。

2. 海关总署显示的产品出口数据

2015年来源于海关总署的数据显示，中小型风电产品出口到海外112个国家或地区，出口量约14450台，出口额为2241.7万美元，比2013年增长4%。

海关统计的产品出口量与企业上报的产品出口量有较大出路，该数据在行业内可同样作为参考。

2015 年中小型风力发电行业产业发展情况表

项目	指标	增长率	项目	指标	增长率	项目	指标	增长率
产量(台)	81500	0	销售量(台)	67500	-11.3%	出口量(台)	12800	9.2%
生产机组容量(kW)	94360	29%	销售机组容量(kW)	78600	23%	出口机组容量(kW)	30000	18.6%
产值(万元)	87400	-1.8%	销售额(万元)	78800	1%	出口额(万美元)	3125.4	15.5%

3. 产业数据特征

2015 年的数据特征有以下特征。一是生产量与去年持平，而销售却比前一年减少 11.3%。我们分析，这可能是个别企业为 2016 年出货所作的准备，另一个可能是为销售出的产品维修服务作备份，个别企业的生产库存量相当大；二是 2015 年产品的功率比前一年有所增加，生产产品的容量、销售产品的容量和出口的容量都有所增加；三是产品生产和销售中增加了 200kW 和 300kW 机型。

4. 销售的产品构成

从 2015 年上报的销售数据分析，中小型风电产品从 100W 到 300kW 共有 20 个功率型号。其中，小于 1kW 的机型占整个销售总量的 70.8%，机型容量占总销售容量的 20.6%；1 ~ 50kW 机型占整个销售总量的 29.1%，机型容量占总销售容量的 71.8%；大于 50kW 的机型占整个销售总量的 0.1%，机型容量占总销售容量的 7.6%。产品中垂直轴机型比重占 14.5%，容量比重占 6.1%。

5. 影响产业发展的原因分析

我国产品市场构成多数仍以风光互补路灯为主，其次是以 5kW 以下机组为主导，产品研发以垂直轴机组开发热度增大，产品的利润空间仍然在缩小。在我国中小型风电政策没有明确指导的前提下，这种发展趋势不会有明显改观。

在“2015 年行业发展形势报告”中我们就分析过影响中小风电经济发展的原因有五点。（1）中小风电产品没有国家财政补贴政策，影响了国内市场需求；（2）受光伏产品价格降低、国家财政补贴和发电稳定性高的影响，冲击了中小风电国内外市场需求；（3）进入欧美、日本等发达国家的中小风电产品都需要在当事国取得检测和认证，为各国市场准入设立了技术壁垒，影响了产品出口；（4）中小风电制造成本仍然高企，消费者压价使供应商经营难度加大；（5）产品质量仍存在缺陷，没有得到消费者全面认可。

这种影响还将继续持续一段时间，除非在国内得到各级政府的定向政策扶持。





2015 全国中小型风能设备行业年会暨分布式微电网专题论坛在京召开

本刊编辑 / 梁伟

2015年12月17-18日，由中国农机工业协会风能设备分会主办，北京锦能伟业能源科技有限公司承办的“2015全国中小型风能设备行业年会暨分布式微电网专题论坛”在北京昆泰嘉禾酒店隆重举行，来自全国各地的近50家企业、院校、科研机构的100多位代表参加了会议。

国家可再生能源发展中心、农业部农业生态与资源保护总站、解放军总后营房部科训局、中国电力科学研究院新能源研究所的有关领导，中国可再生能源学会风能专委会都志杰教授、全国风力机械标准化技术委员会王建平秘书长等出席了会议。



中国农机工业协会风能设备分会副秘书长沈德昌主持开幕式



中国农机工业协会风能设备分会杨校生理事长致开幕词



北京锦能伟业能源科技有限公司邹传泉总经理致欢迎辞

中国农机工业协会风能设备分会理事长杨校生在致辞中表示：

“虽然形式非常严峻，但2015年中小风电还是有可圈可点之处。移动通讯行业对小型风电的利用呈现增长；内蒙古进行了牧民家庭供电系统改造的招标，为牧民家庭供电系统进行了升级改造；山东东营风光互补照明试点项目投入运行；还有许多发明和创新进入实用；市场需求仍在增长；这说明国内中小型风电的市场还有较大的空间，还有不可或缺的一席之地。”

当前，全社会对经济发展转型的要求越来越迫切，绿色发展、改善生态环境的理念越来越凸显，新能源将在能源领域占据越来越重要的位置。我国中小型风能设备行业也要适应市场变化，满足市场需求，不断进行技术创新，提升企业竞争力，提升产品质量，开拓新的应用领域，培养更多中小型风电用户，开拓更大的市场。”

12月17日上午开幕式过后，举行了“风能产业发展综述论坛”。

中国电力科学研究院何国庆博士介绍了《南极小型风电分布式发电》



2015年2月3日~2月19日，中国电力科学研究院与国家海洋技术中心对长城站能源利用情况进行了考察。

此次考察以充分利用长城站可再生能源为目标，对长城站风能资源和太阳能资源进行了调查和实测，并收集和分析了现有供电系统和用电情况，研究提出长城站可再生能源利用的可行性，确定可再生能源电站建设目标，以实现可再生能源作为柴油发电的补充，逐步减少长城站的柴油消耗量。

长城站位于西南极洲乔治王岛南端，站区南北长2km，东西宽1.26km，占地面积2.52km²，有各种建筑25座，夏季可容纳60人，冬季可供20

人左右考察。电源：3台120kW柴油发电机，负荷：日平均负荷50kW，运行：柴油发电机组长期低出力运行，年等效利用小时只有3650h，即只有40%的利用率。

根据考察期间实测数据分析，长城站月平均风速和日平均风速约7.4m/s，变化都比较平缓，风速满足威布尔分布，风资源较好。长城站月平均负荷变化比较平缓，2月平均负荷最大，约57kW，1月平均负荷最小，约44kW。日平均负荷变化也比较平缓，中午12:00和晚上18:00负荷较大，约55kW，凌晨2:00和4:00负荷较小，约46kW。

在分析长城站可再生资源 and 负荷特性的基础上，采用长过程仿真方法，基于风速和负荷的全年数据，以计及初投资和运行费用的综合经济成本最小为目标，以供电可靠性为约束条件，得出南极长城站供电系统容量优化配置方案，提出风力发电、储能、柴油发电及配电系统的设备选型与技术指标。初步确定采用5台10kW小型风力发电机组。初步确定采用600kWh磷酸铁锂电池、100kVA的PCS组成储能系统。新增采用1台低压柴油发电机组。

2014年11月，中国电科院联合北京计科，在西藏措勤建成包括640kW光伏、60kW风电、300kW柴电、960kW水电和6MWh混合储能的10kV多源互补发电系统，形成我国海拔最高、电源类型最多，100%可再生能源供电的县域微电网，已持续稳定运行1年。

在该项目中，采用了2台30kW小型风电机组，连续出现传动轴、变桨电机、UPS电源、逆变器损坏问题，1年中持续运行时间不足1个月。

长城站依靠远距离运油供能，经济性差且存在环境污染问题，亟需拓展能源供应渠道；风能资源丰富，太阳能资源较差，适合发展风力发电；交通不变，需要高可靠、易维护的小型风电机组和储能系统。

中国可再生能源中心任东明主任介绍了《可再生能源十三五规划制定及中小产业发展》



商品化可再生能源供应大概有4亿吨标准煤，大约占全部能源消费比重9.4%，但是有的可再生能源并没有纳入国家能源统计。如果把非商品化可再生能源统计在内，大约在4.68亿标准煤，比重超过10%。综合可再生能源在“十二五”期间的发展，规模还在扩大，比重在稳步增加，发电装机和电力供应总量也比较迅速，而且在部分地区已经开始发挥替代作用，但是在现有能源体系和设备来看还不足以支持可再生能源大规模发展，经济性也难以与传统能源竞争。展望“十三五”可再生能源将继续推动规模化发展，实现非化石能源增长目标，另外特别需要提升发展质量和效益。

农业部农业生态与资源环境保护总站李景明处长介绍了《农村可再生能源助推美丽乡村》



国务院农村综合改革工作小组发布了《关于开展农村综合改革示范试点工作的通知》（国农改〔2012〕12号），决定开展以美丽乡村建设等十项主要改革重点的示范试点；财政部发布了《关于发挥一事一议财政奖补作用，推动美丽乡村建设试点的通知》（财农改〔2013〕3号），决定将美丽乡村建设作为一事一议财政奖补工作的主攻方向，并启动美丽乡村建设试点；农业部发布了《关于开展“美丽乡村”创建活动的意见》

（农办科〔2013〕10号），在全国各地全面拉开美丽乡村的建设。坚持“因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益”的方针，结合不同区域的资源禀赋、气候特点、经济条件、生活习俗，根据农民需求，集成推广农村沼气、省柴节煤灶、高效低排生物质炉、架空炕连灶、太阳能热水器、太阳灶、小型风电等技术和产品，系统解决炊事、采暖、洗浴、照明等需求，增加清洁能源供应，提升生活用能品位，保护和改善农村生态环境，推进农村生态文明建设。

科学使用并逐步减少木、草、秸秆、竹等传统燃料的直接使用，推广使用电能、太阳能、风能、沼气、天然气等清洁能源，使用清洁能源的农户数比例 $\geq 70\%$ 。

农业部出台了美丽乡村建设国家标准，使美丽乡村建设从此有规可依，走上了标准化的轨道，这对美丽乡村建设来讲具有里程碑的意义，将用标准指导各地规范性开展美丽乡村建设。

组织各行业专家和单位，开展包括小风电在内的相关行业标准“十三五”发展规划和标准体系建设，希望有计划、按步骤、分阶段地开展标准制修订工作，逐步建立健全有关行业、领域和专业的标准体系。

农村可再生能源是美丽乡村建设的组成部分；鼓励因地制宜在开展试点中开展小风电推广与应用；农业部将继续配合小风电行业扩大推广与应用，支持产业发展壮大。

中国农机工业协会风能设备分会俞红鹰副理事长发言分析了《政策与产业导向》



为什么中小型风力发电机产业没有国家政策的支持？作为政策的制定者，他们主要考虑以下几个方面：

一、中小型风力发电机产品大规模推广应用的技术条件是否成熟？产品质量控制的认证体系是否健全？

二、中小型风力发电机产品能实际贡献多少发电量？能在整个新能源产业中发挥多少实际作用？

三、中小型风力发电机产业发展前景有多大？能带来多少人就业？

没有完善的产品认证体系保证，产业很难健康发展。我们每个有志于在中小型风力发电机产业发展的企业，必须对此有清醒的认识。

目前，在行业协会的努力下，国家能源局正在起草“关于进一步加快中小型风力发电机产业发展的指导意见”，这对中小型风力发电机产业发展具有里程碑的意义，但是，要使产业能够真正发展起来，一定要有配套的产品质量认证体系的保障。

台湾中小型风力机发展协会左峻德理事长就《两岸中小风电优质品互认的重要性》做了相关报告



2015年11月20日至24日四川成都“第六届海峡两岸标准计量检验验证认证及消费品安全研讨会”之两岸验证

认证合作工作组会议，针对风能的结论：梳理两岸新能源领域政策、技术法规、标准和验证认证体系；研究开展两岸新能源领域共通标准编制（小风机建筑一体化标准）；按照已确定比对报告大纲编写完成两岸小型风力发电机组标准、检测认证情况比对报告。

两岸中小型风力机产业合作已进入实质推动阶段，制定两岸中小型风力机共通标准、建立共同测试认证认可平台，将可扩大两岸中小型风力机市场规模并提升产业技术水准。

两岸中小型风力机共通表混制订，建议以与国际接轨为前提，纳入区域特性例如台风与乱流等因素；对于非两岸业者风力机进入两岸市场，亦应符合此一规范。两岸小型风电产业的共同推动，建议应进行：两岸第二部小型风力机共通标准技术推动（小风机建筑一体化标准）；两岸小型风电产品检测验证结果相互比对认可及共通标识推动工作。

中国农机工业协会风能设备分会杨校生理事长《研究市场 转变思路 创一隅辉煌》



中小型风电设备行业在“十二五”早期有机会，因为种种的原因没有抱住市场，连续大幅下探，跳出这个圈外，换一个角度来看，宏观上来讲，国家经济发展和生态环境保护等需求对中小型

风电是很大的机会。在可再生能源大发展的环境下我们要甘于做新能源中的补充能源。顺应市场需求，转变发展方向，跟上发展潮流，在将来风电发展中占据不可或缺的一席之地。具体来说要在设备的性能、质量、售后服务和价格上下足功夫。从大风电发展经验来看，十年间大风电设备性能提高了30%以上，利用率达到95%-97%，售后服务主动的深入到各风场，运行情况可控，成本下降了40%左右。中小型风机确实有很多短板需要加强，其中我们要特别关注质量，小风电更重要的是质量，要靠得住有耐久性，必须刻苦钻研大力创新，确保质量。其次服务要跟得上，完善的服务可以在一定程度上弥补质量的瑕疵。第三要转变思路，转向工程配套或系统开发，研究并构建微网系统，为小社区和小用户提供一揽子电力系统解决方案。同时我们的行业发展也需要政策支持，协会在积极的协助国家能源局起草中小型风电的相关政策，希望借助政策的力量推动中小风电的发展，为国家低碳发展做出应有的贡献。

12月17日下午，会议举行了两场对话。对话的主题分别为“政策与机遇”和“多能源互补及微电网”。



对话一 政策与机遇



广州红鹰风能科技有限公司俞红鹰总经理主持对话一



农业部农业生态与资源环境保护总站李景明处长

这几年中小风电的发展在产业规模和产业政策方面遇到了一些困境。我们现在面临的大的环境趋势是国家经济整体上下行，也就是“新常态”，发展速度出现了比较缓慢的状态。其次传统能源价格体系也出现了下行，对于可再生能源也是一种很大的冲击。另外实际上产业发展政策对一些有竞争的新型行业来说很关键，在我们起步阶段和产业规模相对较小的阶段，完全的市场化是有一定难度的，在制定政策时应该从政策层面给予支持。现在国家在很多的场合都在承诺绿色减排，政府肯定会出台一些推动清洁能源的政策，在这里面我们应该能找到我们的机会。现在看来行业存在大量的以中小企业为主发展起来的企业，需要全方位的转型升级。包括完善标准体系、完整的资质管理办法，引进一些大型的专业化的企业进来。



全国风力机械标准化技术委员会王建平秘书长

中小风电目前的困难是发展过程中的问题，现在在招投标过程中存在一定问题，但是如果我们的中小风电还是按照这种浮躁的市场机制去经营，不如做百年老店，建立企业文化和企业理念。真正的市场经济，不是靠政策，是靠企业一步一步干起来的，为什么国外好多双反事件，主要还是政府补贴太多的。不管是我们的检测认证还是标准如何配合，还是靠企业做百年老店的信念和努力。最关键的还是产品的质量，质量是产品的生命企业和的根本，尤其是我们的中小型行业。



内蒙工业大学能源动力工程学院刘志璋教授

在协会的大力支持下，我们在内蒙高寒地区和沿海地区建立了两个野外测试场。当初我们想，小风机的市场在哪呢？一个在北部边疆和北部边疆相邻的国家，他们都处于居住分散电力不够的境况，还有一个在沿海地区。依托这两个测试场这次我们有针对性的研究了适应盐雾腐蚀的风机、抗沙尘暴和抗低温的风机。我们的产业现在遇到了困难，还是社会需求的原因。市场最开始由政策主导打开，这些年市场基本饱和，下面就是更新的问题。下一步中小风电主要市场在分布式能源领域，这个市场需要的风机已经不是百瓦级的，应该是千瓦级的，中小型风电机应该向中型风电机发展。



北京鉴衡认证中心风电事业部吕波博士

我们作为认证机构也是在和中小风电行业一起学习和成长，也在思考怎么来更好的规范这个市场。质量很重要，其实在很多现场是很不规范的。最近我们按照国外的标准做了一套中小型风电的产品认证。在跟国内很多企业沟通的时候我们发现国内并没有对中小型风电的认证要求。我们希望在风电认证中的国际互认模式能够在中小型风电的领域应用起来，壮大我们的市场，提高竞争力。希望有关方面向海外市场特别是发展中国家多多推介中小型风电。



新高能科技（昆山）有限公司陈震良总经理

经过在国内做中小型风电的经验，我发现做认证的产品主要是为了走向国际市场，但是做了认证不见得能占领内需的市场。这里面有几个矛盾的现象比较奇怪，第一我们的市场还是世界第一，可是生产企业越来越少。市场上质量和价格都存在相当的混乱，好的产品不见得能够生存。第二市场的长久性如何保持，需要我们共同探讨。中国在发展光伏的时候都是出口，被迫养成了认证的习惯，基础很好。中小型风机认证还没有做的很好，而且我们的产品质量和测试技术也没有达到很高的水平。这些都是欧美地区经历过的阶段，只要我们先明确完成认证，把产业导向正轨，问题都会迎刃而解，还能够打通国际市场。



北京锦能科技有限公司邹传泉总经理

结合我这几年做项目的情况，谈谈对行业的感想。最开始第一个项目是在内蒙拐子湖的一个气象站，我搜索到这个需求信息，一看就是偏远地区。2009年我们去的时候用的是致远的风机，到现在效果也是不错的。接下来又做了呼伦贝尔的路灯项目，用的是西南风电的风机，但是保质期还没有到企业就退出中国市场了，这个机组的主要问题是润滑油的度数不够，导致风机轴承不能运转，到了冬季晚上零下20度以后风机基本上就停摆了，组件不能足以支撑电量，造成系统运行失常。再加上选址没有选好，有背风的地方，又有山峰房屋遮挡，冬季的时候冰雪覆盖不能融化，这个项目非常被动。但是也是因为这个项目我们对低温情况的处理积累了经验。第三个项目我们回到了内蒙农电，和红鹰合作一开始在人为和技术操作上都存在一定阻力，我们做了很多探索。目前来说这个项目在风光互补的领域算是一个比较好的案例。之后也连续做了几个项目。通过近几年和国内几家中小风电机企业合作的总体情况来看，我觉得产品可持续应用很重要，下一步即便是有相关政策出台，我们还是要靠企业本身的能力来做好，降低成本，提高质量，做好认证，中小风电行业还有很大的空间。



对话二

多能互补及微电网



中科恒源科技股份有限公司
常东来常务副总裁主持对话二



青岛安华新能源股份有限公司鲁中间董事长

目前来看我们都能感受到中小型风机市场有点不景气，但是再不景气还是有市场的，因为我们的行业前期主要以出口为主，近几年开始关注国内市场。分布式能源方面目前在国内主要用于跟农业的结合，现在很多大的农场主开始出现，这个市场的需求还是比较大的。中国是农业大国，小风电和农业的结合是一个趋势。第二个是在岛屿上的应用，分布式能源对岛屿供电是最优选择，我们在做风光柴互补，这种系统能够保证24小时供电。第三个是电信基站项目，也是一个大的市场，而且这个市场近五年以内会不断的扩大。在国外市场上我们也有一个感受，我在南非2010年做的第一个项目，推动比较困难，但是近几年开始出现苗头，产品在升级，纯离网已经不适应他的需要了，开始做分布式小型电站，我们谈论出一个分布式的离并网系统，实现无缝切换。总体来说国外中小风电比我们发展的要快。我还想谈一下中小风机并网问题，并网是可行的，但是取决于我们的产品质量，市场还是很大的，要靠大家共同努力。



东元电机风机事业部陈俊铭博士

风电机组在发展的过程中出现了很多类型，目前已经发展到大的到6兆瓦，小的2千瓦、3千瓦，这些中小型风机系统也会和光伏结合在一起。早期风机的设计都存在而定风速和而定功率，中小型风机也需要像大风机一样做风场和发电量的评估，考虑年平均风速等问题。在更业主的沟通中也要对其做必要的培训，从选址、架设等方面做到规范。



浙江华鹰风电设备有限公司俞铠技术经理

现在我们的风机应该用在哪里呢？如果算投资成本回收，没有政策补贴的话是很少有人用户去买的，像海岛等地区有特殊使用需求的不在意成本的。我们在做的一个海岛项目就是没有固定电源，与陆地交通也不方便，后来做了一个风光柴储的微网工程，包含风电210千瓦，光伏150千瓦，柴油发电100千瓦，储能200千瓦和海水淡化。我们在项目验收的时候也提出了一些问题，项目成本怎么回收，电价怎么确定，蓄电池更换也需要成本，其实这里少算了项目对当地旅游产业的拉动和对当地居民生活的改善。关于认证的问题，2011年我们的5千瓦机组在英国做了MCS认证，前前后后做了一年。做认证的时候也是因为英国客户需要认证才能拿到补贴，认证拿到手之后得到了1000台的订单。市场好的时候我们感受最深的是每个星期都有两批国外客户来看，现在很少有人用户的市场。现在这个阶段我们还是在坚持，把技术和产品保留下来，另外还需要一些补充，让企业生存下来才能等到市场复苏。



上海致远绿色能源股份有限公司俞卫副总经理

我们的产品大部分应用是在分布式能源和智能微电网，一般的应用是在海岛上或分布式能源。在浙江南麂岛有一个规模比较大的智能微电网，包括10台100千瓦的风机，835千瓦太阳能等。南麂岛总人口数不到1000人。这个岛完全可以靠太阳能和风电实现供电，保证居民和军方用电。珠海万山岛有一个风光柴储智能微电网项目，满足岛上常住人口和旅游人口用电需求，电费达到了3.28元，可以说在这样的岛上，微电网的发展前景毋庸置疑。但是这样的小岛还有多少？目前国家对于智能微电网和分布式能源的政策应该是越来越有倾向性的，但是还没有推的太快。分布式能源方面我们为一些企业和学校提供了设备，基本上是自发自用，国外也是采用这种模式，对于风资源比较好的高耗能企业这也是一种出路。现阶段我们需要一个明确的政策引导，市场才能快速的发展起来。



内蒙工业大学能源动力工程学院汪建文教授

参加这么多次年会我觉得每次年会都是在检查检讨自己，我们的行业对政策方面比较依赖，主要是以前政府关注的太多。这次在会上听到很多代表发言也表示我们应该自强自立，靠产品说话，这些工作要做，树立信心是第一位的，第二个我们现在不可否认的就是缺乏前期的认证、论证。论证就是这个项目的选取、系统的搭配以及设计的合理不合理。产品的认证更重要，但最终是落到，自己做好自己的事情。我们分布式能源功能系统用量也是很大的，内蒙古地区执行了一个265万千瓦的分布式系统。一些孤立的海岛和特殊地区也是需要分布式能源的。从国家战略上来说，分布式能源也是不可或缺的，所以说我们的中小风电前景还是很好的。



山东华业风能设备有限公司薛建成销售经理

中小风机虽然在经济性上不如兆瓦级机组，它的特点就是分布式和微电网的结合，微电网可以说是中小风电以后发展的一个主流方向。现在我们做的比较多的基站的供电系统和农牧民户用的供电系统都可以纳入到微电网的技术范畴里面。现在的微电网没有成熟的市场，目前的阶段是在探路。目前这些项目虽然成本造价很高，但是用上之后可以解决柴油机发电问题，随着产品标准化，很多海岛都会上多能互补的系统。从经济性上来讲，风光系统比较有优势，是符合市场经济的，并没有依托政策，真正是市场刚性需求。我们需要政策往前走，但是作为厂家来讲我们需要在产品上下功夫。国外也存在大批量应用的趋势，比如在美国现在仿照太阳能模式，联合税务基金的投资人把产业慢慢做大，在应用模式上做了突破，给市场带来了更大的空间。总的来说技术突破、产品性能的提升、找准细分领域、做好认证、设计基础的门槛、促进行业良性循环，多能互补也好，微电网也好会越来越体现出市场价值。



12月18日上午，大会举办行了“分布式微电网专题论坛”，7位行业专家为与会代表带来了中小型风电和分布式微电网相关的精彩演讲，最后，与会专家及领导都做了热烈的讨论，互动频繁，现场交流气氛热烈。



全国风力机械标准化技术委员会王建平秘书长 介绍《小型风电标准情况介绍》

电机组用发电机 第1部分：技术条件； 2部分：试验方法；小型风力发电机组用发电机 第1部分：技术条件； 2部分：试验方法；小型风力发电机组用控制器。

已有计划号的标准：

序号	计划号	标准号	标准名称
1	20151411-T-604	GB/T19068.1-2003	离网型风力发电机组 第1部分：技术条件
2	20151410-T-604	GB/T19068.2-2003	离网型风力发电机组 第2部分：试验方法
3	20151409-T-604	GB/T19068.3-2003	离网型风力发电机组 第3部分：风洞试验方法
4	20140779-T-604	GB/T10760.1-2003	离网型风力发电机组用发电机 第1部分：技术条件
5	20140780-T-604	GB/T10760.2-2003	离网型风力发电机组用发电机 第2部分：试验方法
6	20140781-T-604	JB/T6939.1-2004	离网型风力发电机组用控制器 第1部分：技术条件
		JB/T6939.2-2004	离网型风力发电机组用控制器 第2部分：试验方法
7	20151407-T-604	GB/T 17646-2013	小型风力发电机组 设计要求

国内目前已颁布实施风力机械标准 95 个；并网型风力发电机组标准 56 个，离网型风力发电机组标准 39 个。

2015年8月6日在呼和浩特召开了《小型风力发电机组》等六项国家标准征求意见会，并讨论完成了标准征求意见稿；小型风力发电机组（等同采用 IEC61400-2:2013）；小型风力发电机组 第1部分：技术条件；小型风力发电机组 第2部分：试验方法；小型风力发



中国可再生能源学会风能专委会都志杰教授 介绍《Wind Task27 最新进展》

IEA Wind Task 27 第六次面对面会议 2015 年 9 月 9 日至 11 日在美国 NREL) 的国家风能技术中心 (NWTC) 召开; 美国、西班牙、中国、爱尔兰和韩国等代表出席会议。其它国家的代表如日本和奥地利, 则视频参与; 中国大陆内蒙古工业大学一行专家由汪建文教授带队, 出席会议并做了发言, 跟其他与会代表进行了交流; 项目执行单位认为项目进展较慢, 需要延长一年的实施时间。所有的参与国基本都支持项目延长一年, 至 2017 年, 但经费是一个挑战。

奥地利没有关于中小风电的可靠数据。FiT 是 9 欧分 / kWh, 但是由于补贴被大风电拿走了, 小风电很难拿到。奥地利有 7 个小风电制造商, 四个产品在销售。University of Applied Sciences Technikum Wien 已经获批在屋顶测试小风电。研究的目的是提供给维也纳当局关于是否适合在都市发展小风电的意见; 韩国对小风电要求 KEA 认证。韩国的新的认证

强调可靠性。同时, 韩国的小风电产业试图说法 KEA 采用标识; 爱尔兰一共有 886 台风机接在电网上, <11KW。曾经 FiT 是 19 欧分 / kWh, 现在没有了。激励政策正在评估。也许针对小风电的激励政策会出现。小风电需要向政府证明它所能发挥的作用, 而这些作用相对其它产品是独有的。对寒冷的偏北地区, 小风电也许是个机会。

西班牙的小风电定义为 $\leq 100\text{KW}$ 。目标是到 2020 年达到 300MW。西班牙正在探索在都市安装小风电的实践。另一方面, 他们正在建立一个具有认证的小风机的清单, 为政府即将启动的项目做准备。一项具体的建议就是贴标识。

美国从 2009 年起, 美国产小风机的美国市场出现萎缩, 产品主要是用于出口; 同时进口的也减少。2014 年纽约州新增最多, 还出现了以租赁方式推广小风电的 United Wind。排在第二位的州是 Minnesota 州; 大陆和台湾的情况有专门报告。

爱尔兰: 介绍他们小风机在不同扰动强度现场数据分析结果: 在

18 个月里, 一个现场的风机 (5KW, 中心高 15.2m, 农村, 4.2m/s) 运行 9,385 小时, 发电 7,908 kWh; 而另一现场的风机 (5.5kW, 中心高 12m, 复杂地形, 4.1m/s) 运行 9,201 小时, 发电只有 3,750KWh。现场数据充分表明障碍物对风力发电机出力有非常大的影响。

在美国目前分布式发电风资源评估的方法缺乏精确度, 缺乏公共数据, 大多数依赖个人的经验, 也没有必要的培训, 缺乏反馈。

世界主要从事本课题 CFD 研究的专家, 通过面对面或视频联系在一起, 大家各自介绍在 CFD 研究时所采用的软件工具、仿真时网格的数量、模型的构造环境等等, 力图通过这样的方式是各国专家能通过互相交流, 形成合力, 促进本课题在 CFD 研究方面的进展: 讨论最终成果—编写《在都市 (强扰动) 环境下安装小型风力发电机的实践指南》。

第四次国际 SWAT (小型风力发电机检测机构联盟) 会议于 2015 年 9 月 14-16 日在 NREL 的 NWTC 举行。



**UL 美华认证有限公司中国区张世惠首席工程师
介绍《海外市场准入及相关要求》**

在新能源项目运作时，应意识到这些要求应在他们的日常业务中加以关注国际规范持续不断相应的提高。风电机组市场准入要求分成

三个主要的方面，在整个运作过程中是彼此不可分割的安全、性能、耐久性。

2011年美国国家电气规范®(NEC)新增了一条有小型风力发电机组的条款，即第694条，以防止上述伤害的发生。目前 NEC2011

已在全美国施行，在认证产品进入市场时，电气检查人员将检查产品是否带有 UL 标志。

2012年11月30日发布的 UL6142 第一版标准适用于小型风电机组安全，本标准对产品的评价包括评价所有功能和特点。



**Intertek 上海天祥公司黄飞经理
介绍《日本小风机市场的政策、测试以及认证要求》**

日本核事故之后也大力推广了一些可再生能源，目前对小风机有一个补贴政策，小于20千瓦的风

机可以拿到57.7日元的FRT，包含8%的消费税。为了获得这个FRT必须符合三个条件，第一个机组参数小于20千瓦，第二是相关认证，第三是符合相应标准。拿到FRT途径首先通过第三方机构测试，接下来申请认证，最后通过地方政府的

认可。大于20千瓦的风机得到的FRT是23.1日元。其中需要通过的测试包括功率特性测试、耐久测试、噪音测试、安全及功能测试、叶片静强度测试、发电机测试。认证步骤是设计评估、测试、工厂检查，最后发证。



自 1995 年至 2005 年的快速增长，我们看到增长背后的隐患开始积累。中国这 10 年的低成本的产品，与海外高价格的产品形成强烈的反差，全球从事小风电贸易的集成推广商纷纷从国内找寻小风电产品，从而实现了这 10 年的快速增长；在这个时期部分企业的产品质量确实很差，导致安装的产品状况百出，因此销售快速增长的 10 年也是客户信心快速下降的 10 年。

青岛安华新元能源股份有限公司鲁中间董事长 介绍《为南南合作提供风力发电系统的体会》

正是因为以上原因，导致了 2005 年到 2015 年这 10 年间，中国小风电进行了深度调整期，部分企业已经死掉，部分优质企业艰难的生存下来。但在这 10 年，尽管我们增长乏力，我们还是看到中国小风电部分优秀企业的成长；从产品的研发、质量控制、企业产品定位以及企业战略上都还上了一个新的台阶。

体会之一：缺电是困扰民众生活的大问题；体会之二：终端用户对我们的期望值很高，他们相信我们能提供给他们持续稳定的电能供给；体会之三：低价竞争是死路。转变思路，从单独的价格竞争；转变为价值竞争。体会之四：市场需求

类别多，企业没有必要什么型号都做，将产品先做精再做广是上上策。

进入 2016 年到 2025 年的这个黄金增长期，我们小风电企业应集中各家优势互相借力，共同应对不断增长的市场需求。（一）建议互通有无，实现强强联合；首先是产品的联合推广；每个企业找出自己最优的产品型号进行详细沟通，可以进行小规模交流讨论出来一价值模式。（二）分布式微电网，智能微网是趋势，系统整合优势互补，共同推进。（三）国家小风电的补贴政策需要在座的各位与协会一起发挥各自影响力，在不同的媒体和互联网上发出强有力的声音，共同大声呼吁。



整个风能系统规划非常重要，而且再好的风力机如无稳定的塔架也会受损，另架在不好的风场不仅

东元电机风机事业部陈俊铭博士 介绍《风能系统的规划、设计、认证与架设》

发电效益差也会有安全性的问题，所以风力机、塔架及风场必须是匹配的。在接触过的厂商中，不仅中小风力机厂商有此问题，大风力机厂商很多其实也面临此问题。因风力机一旦规划好，后续工作是完成它，能做的优化很小，因容量有限，

且牵一发而动全身，很多组件必须更改。中小风力机方面其实有很多不错的机型，只是因为不知道零组件的搭配、容量需求与场地问题等，所以厂商只要根据上述的方法加以修改及调整便能符合市场要求如功率曲线等，希望大家都能有所收获。



东营中小型风电机组野外测试中心代文平高级工程师介绍《东营风光互补路灯展示项目建设情况》

2014年底，国家商务部为保证我国对外援助的小型风力发电机组产品质量可靠，委托中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会在国内合适的地方建立一个小型风力发

电机组产品应用技术运行示范展示基地。为中小型风电机组生产企业提供产品实际运行的比对、测试、展示平台。为国家对外援助项目及商务出口推荐国产风电机组提供选型参考。在中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会积极协调下，项目确定在山东省东营市东营经济技术开发区执行。

山东省东营市东营经济技术开发区管委会对该项目给予了资金、展示场地等多方面的全力支持。经

各企业积极报名参与，风力机械分会考核、选择，共有国内9家企业入选一期项目。经风力机械分会和东营经济技术开发区确定由东营汇丰能源科技有限公司（东营中小型风电机组野外测试场）为项目施工单位。

项目地点一期工程位于东营经济技术开发区纬一路（方圆2#支路-滨海路）3000米路段。2015年5月底开工，7月底完工，9月份验收，路长约3000米，路灯数180杆（详见43页）。



中国农机工业协会风能设备分会常务副理事长祁和生在会议总结中表示：“通过此次年会，中小型

风电各界形成了一种共识，即当前中小风电面临一些瓶颈和问题，下一步需要行业内共同坚持奋斗，以

提高产品性能，保证产品质量和完善售后服务为原则，为创造中小型风电行业的未来继续努力。”

会议总结

2015年12月17~18日,“2015年中小型风能设备行业年会暨分布式微网发展论坛”在北京锦能伟业科技有限公司的协助下拉开帷幕。来自全国包括台湾在内的80余名代表参加会议。中国农业机械工业协会风能设备分会理事长杨校生对行业发展所受影响、发展机会、发展思路,对照大型风电的状况做了如何《研究市场,转变思路,创一偶辉煌》的主旨报告;14位专家针对行业发展的技术、质量、标准、政策、国际动态等要点做了报告;14位行业嘉宾对行业发展的热点进行了现场讨论。通过交流和总结,会议形成了发展理念,并达成比较一致的发展共识:

1. 会议提出了产品性能、产品质量是振兴中小风电市场的必然选择。何国庆博士的发言,鲁中间董事长的发言以及嘉宾对话都自觉对小风电产品的质量提出了要求,指出了产品质量的生命力,这是行业不得不面对的现实。要想振兴市场并得到国家政策支持,产品质量就是一道技术门槛。

2. 会议对《关于加快推动中小型风电分布式应用的指导意见》寄予厚望。它是行业发展的动力,但不是行业发展唯一的依赖,重要的是苦练内功,让自己强大起来,逐步地由“权力驱动”切换成“市场驱动”、再到“价值驱动”。如果有政策的引导,就能如虎添翼,加快发展。



3. 全国风力机械标准化技术委员会王建平秘书长的发言向我们宣布明年海峡两岸双方合作共同起草“强紊流小型风力发电机组安装规范”标准课题。海峡两岸将在小型风能行业继续深和合作。

4. 根据都志杰教授的提议应得到行业内的重视,我们应当对中小风型风电机组大小范围进行定义,学习丹麦认证管理方面的经验,拟定简易认证程序,不需要认证的产品只检测即可。随后,协会将牵头组织行业坐下来好好研究一下类似的问题,制定一个运行机制和认证指南,逐渐开展起来产品的检测、认证和标识工作,发布认证产品清单,建立中小风电优质产品目录,包括与台湾的共同标识和互认问题。

5. 会议动员行业内有条件的学校、研究机构、企业等积极参与IEA Wind Task27的研究工作,参与SWAT机构联盟。Task27开展的研究,很值得我们认真思考,否则

搞专业的人把机组安装到何处都搞不明白,何谈制造小风电?国外的研究机构已经有大量研究,我国有内蒙工业大学和山东大学正在参与研究,但我国与国际的研究深度有差距,我们需要更多的机构参与进去,与国际机构合作,为行业发展服务。

6. 中小风电在整体形势没有改观的情况下,行业应提高自律、避免价格竞争、研究市场发展方向、把握发展机遇,以分布式微电网作为小风电发展的主攻方向,在更多应用领域开展技术创新。在行业市场较被动的情况下,上海致远和广州红鹰两企业已在新三板上市,青岛安华、新高能源业绩也都不俗,主要还是产品质量起到的关键作用。越是艰难的时候越是要树立我们的坚强意志。

7. 小风电需要组成战略联盟,一起研究产品技术,使产品升级换代,形成“中国制造”优势,再次走出国门。🌱



《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》 (征求意见稿)

近日,为进一步落实《中共中央国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发[2015]9号文)及相关配套文件的有关要求,国家能源局起草了《可再生能源发电全额保障性收购管理办法(征求意见稿)》(下称《办法》),并向全社会广泛征求意见。

《办法》明确了可再生能源发电全额保障性收购的定义、责任主体、保障范围以及补偿办法等。《办法》规定,可再生能源并网发电项目年发电量分为保障性收购电量部分和市场交易电量部分:

“保障性收购电量部分通过优先安排年度发电计划、与电网公司签订优先发电合同(实物合同或差价合同)保障全额收购。”

“市场交易电量部分由可再生能源企业通过参与市场竞争方式获得发电合同,并通过优先调度执行发电合同。”

这一规定既可保障可再生能源项目的基本收益,还能充分发挥可再生能源电力边际成本较低的优势,使其通过市场竞争的方式落实优先发电权。

《办法》要求“保障性收购电量范围内,因电网调度安排导致的可再生能源并网发电项目限发电量视为可再生能源优先发电权或优先发电合同自动转让至系统内优先级较低的其他机组,由相应机组承担对可再生能源并网发电项目的补偿费用。”

此外,《办法》对可再生能源发电全额保障性收购工作中,所涉及的责任主体进行了安排。其中,国家能源主管部门会同价格主管部门和经济运行主管部门核定各类可再生能源并网发电项目保障性收购年利用小时数,并监管落实情况,电网具体落实保障性电量收购及结算工作。

近年来,弃风弃光一直是影响我国可再生能源产业健康持续发展的最大掣肘。《办法》是我国能源主管部门在新一轮的电力体制改革的背景下,进一步加大力度,落实《可再生能源法》等法律法规对可再生能源全额保障性收购的规定,保障非化石能源消费比重目标实现,推动能源生产和消费革命的重要举措。《办法》发布并实施后,将成为解决弃风弃光问题,促进风电、光伏等可再生能源行业有效发展的主要推动力。

可再生能源发电全额保障性收购管理办法

(征求意见稿)

第一章 总则

第一条 为贯彻落实《中共中央 国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发〔2015〕9号文)及相关配套文件的有关要求,加强可再生能源发电全额保障性收购管理,保障非化石能源消费比重目标的实现,推动能源生产和消费革命,根据《中华人民共和国可再生能源法》等法律法规,制定本管理办法。

第二条 本办法所指可再生能源发电包括风力发电、太阳能发电、生物质能发电、地热能发电、海洋能发电等非化石能源电力。

第二章 全额保障性收购

第三条 可再生能源发电全额保障性收购是指电网企业根据国家确定的上网标杆电价和保障性收购利用小时数,结合市场竞争机制,通过落实优先发电制度,全额收购规划范围内的可再生能源发电项目的上网电量。

第四条 各电网企业和其他供电主体(以下简称电网企业)承担其电网覆盖范围内可再生能源发电全额保障性收购的实施责任。

第五条 可再生能源并网发电项目年发电量分为保障性收购电量部分和市场交易电量部分。两部分电量均享有优先发电权。其中,保障性收购电量部分通过优先安排年度发电计划、与电网公司签订优先发电合同(实物合同或差价合同)保障全额收购;市场交易电量部分由可再生能源发电企业通过参与市场竞争方式获得发电合同,电力调度机构按照优先调度原则执行发电合同。

第六条 国务院能源主管部门会同经济运行主管部门对可再生能源发电受限地区,按照各类标杆电价覆盖区域,核定各类可再生能源并网发电项目保障性收购年利用小时数并予以公布,并根据产业发展情况和上网电价调整情况对各地区各类可再

生能源保障性收购年利用小时数按年度进行调整。可再生能源并网发电项目根据该小时数和装机容量确定保障性收购年上网电量。

第七条 不存在技术因素限制可再生能源发电情况的地区,电网企业应根据其资源条件保障可再生能源并网发电项目发电量全额收购。

第八条 生物质能、地热能、海洋能发电项目以及各类特许权项目、示范项目暂按可行性研究报告评审意见核定的利用小时数确定保障性收购年利用小时数;拥有分布式风电、太阳能发电的用户暂时不参与市场竞争,上网电量由电网企业足额收购。

第九条 保障性收购电量范围内,因电网调度安排导致的可再生能源并网发电项目限发电量视为可再生能源优先发电权或优先发电合同自动转让至系统内优先级较低的其他机组,由相应机组承担对可再生能源并网发电项目的补偿费用。计入补偿的限发电量最大不超过保障性收购电量与可再生能源实际发电量的差值。保障性收购电量范围内的可再生能源优先发电权不得主动通过市场交易转让。

因可再生能源并网线路故障、非计划检修导致的可再生能源并网发电项目限发电量由电网企业承担补偿。

由于可再生能源资源条件造成实际发电量达不到保障发电量以及因自身设备故障、检修等原因造成的可再生能源并网发电项目发电量损失由可再生能源发电项目自行承担,不予补偿。

可再生能源并网发电项目的补偿电价标准按项目所在地对应的可再生能源上网标杆电价执行。

第十条 电网企业协助电力交易机构负责根据电网实际运行情况,确定承担可再生能源并网发电项目限发电量补偿费用的机组范围,并根据相应机组实际发电量超过计划电量或合同电量部分大小分摊补偿费用。限发电量及补偿费用分摊情况按月统计报送国务院能源主管部门派出机构备案,按年

度结算相关费用。

第十一条 鼓励超出保障性收购电量范围的可再生能源发电量参与各种形式的电力市场交易，充分发挥可再生能源电力边际成本较低的优势，通过市场竞争的方式落实优先发电权，促进可再生能源多发满发。

对已建立电力现货市场交易机制的地区，鼓励可再生能源发电参与现货市场和中长期电力合约交易，优先发电合同逐步按现货交易及相关市场规则以市场化方式实现，参与市场交易的可再生能源发电量按照项目所在地的补贴标准享受可再生能源电价补贴。

第三章 保障措施

第十二条 国务院能源主管部门会同国务院财政部门，按照全国可再生能源开发利用规划，确定各省（自治区、直辖市）在规划期内应当达到的可再生能源发电量占全部发电量的比重。省（自治区、直辖市）能源主管部门指导电网企业制定落实可再生能源发电量比重目标的措施，并在年度发电计划和调度运行方式安排中予以落实。

第十三条 严格落实可再生能源优先发电制度，使可再生能源并网发电项目保障性收购电量部分通过充分安排优先发电量计划并严格执行予以保障。发电量计划须预留年内计划投产可再生能源并网发电项目的发电计划空间。

第十四条 电网企业应按照本办法与可再生能源并网发电项目企业在上一年末签订可再生能源优先发电合同。

第十五条 电网企业应按照节能发电调度原则，依据《电力市场运营基本规则》、《电力中长期交易基本规则》，优先执行可再生能源发电计划和可再生能源电力交易合同，保障风能、太阳能、生物质能等可再生能源发电享有最高优先调度等级，不得采取向优先级较低的发电项目支付费用的方式获取优先发电权。电网企业应在做好可再生能源功率预测预报的基础上，将发电计划和合同分解到月、周、日、小时等时段，优先安排可再生能源

发电。

第十六条 电网企业应建立完善适应高比例可再生能源并网的调度运行机制，科学安排机组组合，合理调整旋转备用容量，扩大调度平衡范围，改变按省平衡的调度方式，由区域电网调度机构统一安排运行方式，充分挖掘系统调峰潜力，在保证电网安全运行的前提下，促进可再生能源优先上网。

第十七条 风电、太阳能发电等可再生能源发电企业应加强功率预测预报工作，提高短期和中长期预测水平，按相关规定向电网企业或电力交易机构提交预报结果，确保保障性收购电量的分解落实，并促进市场交易电量部分多发满发。

第十八条 建立供需互动的需求侧响应机制，形成用户参与辅助服务分担共享机制。鼓励通过价格手段引导电力用户优化用电负荷特性，实现负荷移峰填谷。鼓励用户参与调峰调频等辅助服务，提高系统的灵活性和可再生能源消纳能力。

第四章 监督管理

第十九条 国务院能源主管部门及派出机构实施可再生能源发电全额保障性收购的监管责任。

第二十条 可再生能源并网发电项目的限发电量由电网企业协助电力交易机构按国家有关规定的进行计算统计。对于可再生能源并网发电项目限发电量及补偿费用分摊存在异议的，应提交国务院能源主管部门派出机构协调。

第二十一条 电网企业应将可再生能源并网发电项目限发电情况及补偿费用分摊情况按月统计报送国务院能源主管部门派出机构备案。对于发生限制可再生能源发电的情况，电网企业应及时分析原因，并保留相关运行数据，以备监管机构检查。相关情况由国务院能源主管部门及派出机构定期向社会公布。

第五章 附则

第二十二条 本办法由国家能源局负责解释。

第二十三条 本办法自发布之日起施行。



编者按：2015年9月IEC Wind Task27和SWAT会议在美国召开，都志杰教授代表我国参加会议并向全球介绍我国风电发展情况，同年12月18日，在“中小型风能设备行业年会暨分布式微电网应用论坛”召开之际，都志杰教授向大会介绍了两个会议的研究内容和关注焦点。

IEA T27、SWAT 和国际小风电

文 / 都志杰

1. IEA Wind Task 27 项目进展情况

IEA Wind Task 27 第六次面对面会议 2015 年 9 月 9 日至 11 日在美国 NREL 的国家风能技术中心 (NWTC) 召开；美国、西班牙、中国、爱尔兰和韩国等代表出席会议。其它国家的代表如日本和奥地利，则视频参与；我国大陆内蒙古工业大学一行专家由汪建文教授带队，出席会议并做了发言，跟世界各国与会代表进行了技术交流。

(1) 各国小风电基本情况

1) 奥地利。奥地利没有带来关于中小风电情况的可靠数据，但该国的 FiT (强制性收购) 电价补贴是 0.09 欧元 / 千瓦时，由于补贴全部被大风电项目拿走，则小型风电项目已很难拿到。奥地利有 7 个小风电制造商，四个产品在销售。

University of Applied Sciences Technikum Wien 已经获批在屋顶测试小型风电。研究的目的是提供给维也纳当局决策是否适合在都市发展小风电的意见；

2) 韩国。韩国对安装小型风电要求进行 KEA 认证，认证强调可靠性。同时，韩国的小风电产业试图说服 KEA 采用标识；

3) 爱尔兰。爱尔兰总共有 886 台风电机组接入到电网上，机型小于 11KW。其补贴政策曾经采用 FiT，补贴指标 0.019 欧元 / 千瓦时，但现在也没有了。激励政策正在评估，也许针对小风电的激励政策会出现。小风电需要向政府证明它所能发挥的作用，而这些作用相对其它产品是独有的。对寒冷的偏北地区，小风电也许是个机会。

4) 西班牙。西班牙的小风电定义为小于等于 100KW。目标是到 2020 年达到 300MW。西班牙正在探索在都市安装小风电的实践。另一方面，他们正在建立一个具有认证的小风机的清单，为政府即将启动的项目做准备。一项具体的建议就是贴标识。

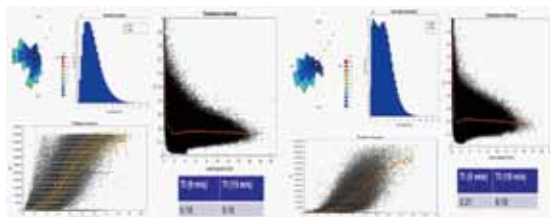
5) 美国。从 2009 年起，美国产小风机的美国市场出现萎缩，产品主要是用于出口；同时进口的也减少。2014 年纽约州新增最多，还出现了以租赁方式推广小风电的 United Wind。排在第二位的州是 Minnesota 州；

2. IEA T27 课题的研究进展

国际能源署的研究课题 IEA Wind Task 27，是唯一专门研究小型风力发电机组的课题，它已开展多年，计划到 2017 年完成。它最初的目的是研究给小风电贴标识。标识的内容包括年发电量、噪音等等，在它的网站上，全球经过测试并贴有标识的机组都有记录。在课题的基本任务完成后，课题研究做了延伸，主要是研究小型风电在城市风能扰动情况下的应用。在这次会议上，各国代表介绍了各自小型风电在城市扰动情况下应用的研究成果。

(1) 爱尔兰的研究成果。

爱尔兰研究小组介绍了小型风电机组在不同扰动强度现场数据分析结果。他们列举了两个典型现场数据，充分表明了障碍物对风力发电机出力的影响。爱尔兰研究人员对相似的小风电系统在 18 个月里的运行数据进行了监测和分析。第一个系统，功率 5KW 风电机组、中心高度 15.2m，地型较为开阔，在平均风速为 4.2m/s 情况下，18 个月中运行 9,385 小时，发电量 7,908 kWh；而另一现场的风电机组，功率为 5.5kW，中心高 12m，地形较为复杂，湍流较大，平均风速为 4.1m/s 情况下，18 个月中运行 9,201 小时，但发电只有 3,750KWh。，两者的发电量差别非常大。这充分表明，风电机组安装的位置和障碍物对风力发电机的运行输出影响很大。下图为爱尔兰研究人员



展示的结果。

(2) NREL Jason 的研究结果

NREL Jason 介绍了 NASA Building12 的监测结果和在美国召开的分布式发电风资源评估研讨会的情况。目前分布式发电风资源评估的方法缺乏精确度，缺乏公共数据，大多数依赖个人的经验，也没有必要的培训，缺乏反馈。

- 目前的反馈是低效的和不一致的
- 缺乏有效的低价的公共评估工具
- 对现有的工具和经验缺乏核实
- 对评估的过程和文件归档缺乏标准
- 高度依赖个人经验，缺乏培训和受教育机会
- 缺乏资金来支持评估的改进，缺乏反馈
- 不理解不同风资源评估方法对成本 / 收益的影响
- 缺乏现场优化的能力
- 风资源评估的花费必须反映项目的规模和价值



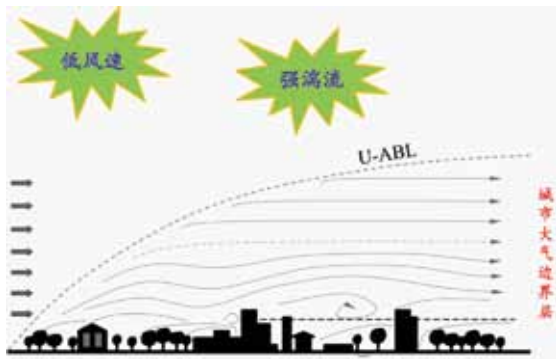
对分布式发电的选址评估是一项非常重要非常有意义的工作，值得高度重视。

(3) 对 CFD 的研究结果

世界主要从事本课题 CFD 研究的专家，通过

面对面或视频联系在一起，大家各自介绍在 CFD 研究时所采用的软件工具、仿真时网格的数量、模型的构造环境等等，力图通过这样的方式使各国专家能通过互相交流，形成合力，促进本课题在 CFD 研究方面的进展。

- 日本的 KONO 博士：高层建筑物屋顶安装的小型风力发电机水平方向比例影响的 CFD 研究；
- 西班牙的 Francisco TOJA：建筑屋顶边缘形状对风能潜力影响的 CFD 研究；
- 美国 NREL 的 Sang LEE：陆上风能应用仿真器研究；
- 内蒙古工业大学的王建文教授，贾彦教授和张立茹博士分别在会议上做了报告和发言：
 - 屋顶风力发电机微观选址的数值仿真研究
 - 带蓄电池和 EDLC 复合储能系统的功率平滑
 - 基于 ArcGIS 的风速预测



他们的数值仿真研究分析了：

- 1) 建筑物顶面形状对屋顶风力机安装位置和高度影响
- 2) 建筑物群布局方式对屋顶风力机安装位置和高度影响
- 3) 建筑密度对屋顶风力机安装位置和高度影响

· 美国 NREL 的 Jason: Portland 的 ZGF 建筑物上安装四台小型风机项目进行的具体介绍。

此次会议讨论了本课题期待的最终成果：编写《在都市（强扰动）环境下安装小型风力发电机的实践指南》。《实践指南》的基本内容提纲：

执行摘要

背景

定义

第一步：宏观选址，比如：风速至少 5 m/s，塔架最低不得低于 (...) 高度？现场有何障碍物 (...)？

第二步：微观选址，比如：首先要建立障碍物模型，然后把障碍物模型简化为可针对实际现场应用的简化模型决定塔架高度，考虑纬度等等

风资源评估——教育章，分别针对用户和评估师

包括风速(风频分布)、风向(频率,风向变化)、扰动、风切变、温度、气压、空气静稳定性(热梯度)。

影响风资源的因素：树、地形、建筑物、其它障碍物、当地气候。

Task Wind Task27 各阶段研究成果摘要：包括主要产出、发电量、可靠性等。

推荐建议：希望我国有关大学和研究机构的专家教授热情参与编写，企业可提供应用实例和数据。

项目执行单位认为 IEA Wind Task 27 研究项目进展较慢，需要延长一年的实施时间。所有的参与国基本都支持项目延长一年，至 2017 年，但经费是一个挑战。

3. 第四次国际 SWAT 会议

第四次国际 SWAT（小型风力发电机检测机构联盟）会议于 2015 年 9 月 14-16 日在 NREL 的 NWTC 举行。

(1) 标准

1) 美国：美国内政部 (IRS) ITC 的新政策，包括了小型风电，2015 年 2 月 2 日起生效。对于扫风面积小于等于 200m² 的小型风电机组，需满足 AWEA 标准 9.1-2009 和 IEC 61400-1/-12/-11 的要求。对于扫风面积大于 200 m² 的机组，要满足 IEC 61400-1/-12/-11 的要

2) NREL 的 Arlinda HUSKEY 介绍了 IEC -12-1 在功率性能测试方面的变化；

3) NREL 的 Robert PREUS 介绍了 IEEE 电气

标准 IEEE 1547 的变化。着重提到对小风电的影响:

a) 分布式与电网连接的标准。着重指出, 传统的大电网不仅提供了动力, 还提供了频率支持、电压支撑和电网的稳定性和惯性;

b) IEEE 1547 是分布式并网的基础;

c) 所有的分布式发电设备要求除了发电, 也应该提供类似的功能。

在认证测试实验室和认证机构 (Accredited Test Laboratories and Certification Bodies) 方面:

1) NREL 的 Arlinda HUSKEY 作了维护认证许可 (Maintaining accreditation) 方面的报告。

2) SWCC 的 Brent SUMMERVILLE 介绍了 SWCC 对中型风机的认证要求 (Mid-size Certification)。对中型风机的认证, 输出功率检测按 IEC 61400-12-1; 设计认证按 IEC 61400-1 (这是新的要求); 噪声检测按 IEC 61400-11;

3) Intertek 的 Anant JAIN 介绍了按 IEC 认证的设计评估方法 (Design Evaluation for IEC Certification);

4) 西班牙 CIEMAT 的 Ignacio 再次就并网 / 离网小风机测试问题 (Grid vs Battery Connected SWT Tests) 发表了他的看法。

测试实验室 (Accredited Test Lab) 专题方面:

1) 西班牙 CIEMAT Luis CANO 介绍了 IEC 61400-2 第三版的应用经验 (Experience applying IEC 61400-2 3rd edition standard)。

2) 美国 NREL 的 Tony JIMENEZ 回顾了美国区域小风电野外测试场建设项目 (RTC project overview);

3) West Texas A&M (WTAM) 大学的 Ken STARCHER 和 David CARR 介绍了该大学的野外测试场的发展和建设情况;

4) Endurance 的 David LAINO 介绍了 Windward Engineering 野外测试场的发展和建设情况;

5) Intertek 的 Anant JAIN 介绍了 Intertek 野外测试场的发展和建设情况;

6) Kansas State University (KSU) 的 Ruth DOUGLAS-MILLER 介绍了堪萨斯大学野外测试场

的发展和建设情况;

7) Appalachian State University 的 Brent SUMMERVILLE 介绍了 Appalachian 州立大学野外测试场的发展建设情况;

8) APRS World 的 James JARVIS 介绍了他们研发的专门用于可再生能源产业的数据记录及控制设备。

拉丁美洲国家的代表也以视频方式参加了会议和讨论:

1) 阿根廷 INTI 的 Mariano AMADIO 介绍了噪声检测和数据分析 (Acoustic analysis) 方面的工作和体会;

2) 阿根廷 INTI 的 Juan Pablo DUZDEVICH 介绍了阿根廷在安装人员指南和门户网站 (Consumers Guide, Installers Guide and Web Portal) 方面的工作。

关于 IEC RE, NREL 的 Jeroen VAN DAM 和 SWCC 的 Brent 介绍了 IEC RE 的总体情况和小型风力发电机分委员会的情况 (IEC RE Overview and Small Wind Turbine subcommittee)。最后, 大家讨论了 IEC RE 有关规定和标准对小风电设计和再认证方面的影响。

4. 机遇

4.1 联合国可持续发展 2030 议程

· 联合国可持续发展峰会 9 月 25 日会议正式



联合国 2030 年可持续发展 17 项目标

(下接第 32 页)

多台小型风电并网系统解决方案

文 / 合肥为民电源有限公司 刘宇

1. 概述

相比大型风力发电和光伏并网的备受瞩目，小型风力发电机并网已然“失宠”渐渐的淡出了我们的视线。作为全球最具影响力的风光互补控制电源供应商之一，为民电源持续创新探索，于2015年正式推出“多台小型风电并网系统解决方案”。方案智能稳定，风电控制器采用全控整流、MPPT跟踪风电发电曲线方式，有效提高风电发电的利用率和运行的稳定性，同时采用控制多台风电为一台并网逆变器供电，实时监控风电发电、

逆变器并网、风速、风向、风电转速等数据，通过GPRS传输到监控中心，真正意义上实现多台小型风电机组并网和无线监控一体化。

2. 电压型全控 PWM 整流器

目前整流方式主要分为两类：不控整流和全控整流。电压型全控 PWM 整流属于全控整流方式的一种，相比典型的不控整流有明显的优势。不控整流电路欲满足并网要求的母线电压，需要增加 BOOST 升压环节。由于电机侧采用不控整流方



式，因此在 AC/DC 环节并没有对电流波形实现全控制。

因此，不控整流发电机电流谐波较大，导致发电机运行震动，机测功率因数无法调整。电流较大时增加不必要的线损。为民电源经过长时间探索研究，研发出无速度传感器 PWM 全控整流控制器。全控型 PWM 整流器使发电机与直流母线能量可以双向流动，很好的实现了有功与无功电流的解耦控制。可以灵活的控制机测功率因数。因此，全控 PWM 整流控制器，使电流波形呈现高正弦度，发电机持续运行于高功率因数和低噪声状态，系统转换效率高、谐波含量小等优点，整流波形图如图 1（中黄色脉冲为发电机内部转子位置信号）。

3. 风力发电机 MPPT 控制

风力发电机转速随风速大小变化，大风情况下风力发电机空载转速非常高，不增加控制的话风力发电机很容易出现“飞车”的现象，所以在实际运行情况下不建议风力发电机空转。PWM 整流器可以控制能量的流动，具有 MPPT 跟踪功能。大风同时也可以控制风力发电机低转速低功率输出运行，正常运行时发电机将运行在最大功率点，如图 2 所示。又如发电机超容量运行时为了保证运行安全，整流器控制风力发电机功率点向左移动，使得功率减小的同时又降低转速保证运行安全。

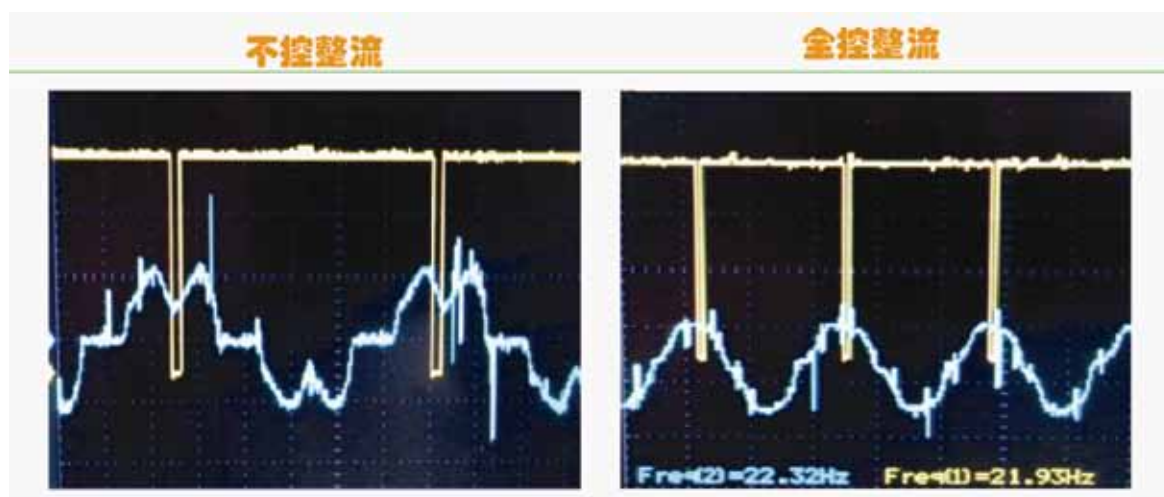


图 1：整流波形图

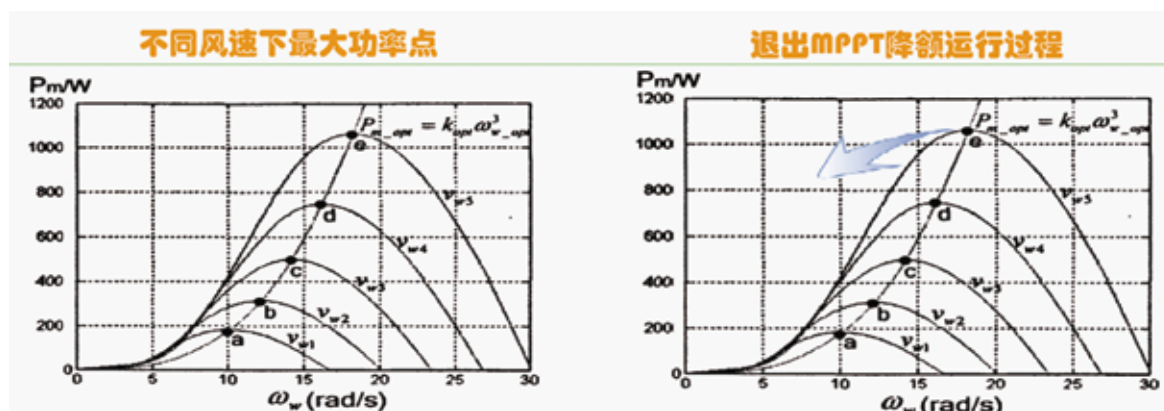


图 2：最大功率跟踪

4. 分布式风力发电机集中并网

针对小型风力发电集中并网系统，采用多台并联汇流。使用容量较大的并网逆变器，系统安装方便，并网损耗低。相比单台并网方式风力发电机功率大，启动风速高，风速要求相对稳定，因此并网逆变器多数处于小功率或等待并网状态系统损耗大。经过实地考察并进行数据记录，同一地区不同位置的风力发电机所受的风速截然不同。采用多台并联进行集中并网的系统方案，风力发电机其中一台能达到并网条件，并网逆变器即可成功并网，不会导致脱网，此集中并网式可最大化利用风力发电基地的发电量。

5. 并网系统集中监控

多台小型风电控制器通过 RS485 总线的方式，将风电运行数据传输到 HUB 监控采集器实时处理，并网逆变器则可通过 RS232 或者 RS485 方式将逆变器运行数据传送到采集器。HUB 监控采集器将控制器、并网逆变器和风速风向仪这些数据经过

无线 GPRS 模块实时传送到监控中心，方便用户第一时间查看到运行状态和实时数据，实现多台小型风电并网和无线输出一体化。

6. 总结

小型风电并网一直未获得大力支持，很重要的原因：大家认为小型风电发电不高、损耗占比高、没有适合小型风电并网的方案等，离网系统中的应用已经说明小型风电实际发电是充足的。目前小型风电并网急要解决：提高控制器和逆变器转换效率、减少系统损耗、根据当地平均风速，提高风电发电利用率。用户在选择新型方案时，需确保供应商在风光互补领域具备多年的数据积累、客户认可度高、对运维中出现的问题能够进行准确诊断并及时解决，同时具备持续创新的能力。为民电源凭借 10 多年来的风光互补系统研发和应用积累，以“稳定、高效、实用、多样”为原则，已持续为全球客户提供行业尖端技术和量身定做了解决方案。

(上接第 29 页)

通过了 9 月初由 193 个会员国共同达成的成果性文件，即《2030 年可持续发展议程》。

· 这一包括 17 项可持续发展目标和 169 项具体目标的纲领性文件将推动世界在今后 15 年内实现 3 个史无前例的非凡创举。

- 消除极端贫困
- 战胜不平等和不公正
- 遏制气候变化。

· 17 项可持续发展目标中超过一半的目标与能源有关，尤其是清洁的可再生的能源。2915 年 11 月 9-10 日 UNESCAP 在泰国曼谷召开了亚太区域贯彻实施《2030 年可持续发展议程》的专家咨询会。

这 17 项目标中大多数都与风电有关。

4.2 巴黎全球气候变化新协议

当地时间 12 月 12 日，法国，巴黎气候变化大会 12 日晚通过全球气候变化新协议。协议将为 2020 年后全球应对气候变化行动作出安排。当晚，《联合国气候变化框架公约》近 200 个缔约方一致同意通过《巴黎协议》。协议共 29 条，包括目标、减缓、适应、损失损害、资金、技术、能力建设、透明度、全球盘点等内容。

《巴黎协定》指出，各方将加强对气候变化威胁的全球应对，把全球平均气温较工业化前水平升高控制在 2℃ 之内，并为把升温控制在 1.5℃ 之内而努力。全球将尽快实现温室气体排放达峰，本世纪下半叶实现温室气体净零排放。

风能系统的规划、设计、认证与架设

文 / 台湾东元电机股份有限公司 陈俊铭

前言

人类自工业革命以来，对于能源的需求与日俱增。近年来由于能源的匮乏及石化原料所产生的二氧化碳排放问题与对环境污染所造成之全球气候异常，使得人们于撷取及使用能源的同时，需思索能否降低对环境的冲击，因而使得再生能源逐渐受到重视。

风力发电的发展在 19 世纪末便已开始。后来的石油危机，尤其是 1979 年的石油危机，油价由 15 美元飙升至 39 美元更刺激了再生能源的发展。于是从 1980 年起大量的厂商积极的投入，期间 1997 年 12 月的「京都议定书」与 2009 年 12 月的「哥本哈根气候变迁会议」更助长了风能的开发与使用。

一般谈及风能系统时，很多人都只针对风力机的部分，殊不知场地的选择与塔架的架设也影响甚巨，另外近年来世界各国已开始推行小风力机的认证(中大风力机认证由来已久)，而这中间也有一些习惯用语会涉及到风力机的性能，很多中小风力机厂商因不了解而常发生商业纠纷。

本文将从系统的规划与设计谈起，而后进到认证，最后再谈及场地的选择与架设的问题，祈望对风力机的发展能有帮助。

风能系统的规划与设计^[6,9]

依据 IEC61400-12[3] 的规定功率系数(power coefficient) C_p 是依据下列方程式计算出来的

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot V^3 \cdot A \cdot C_p \quad (1)$$

其中 ρ 为空气密度(一般用 1.225kg/m^3)、 $A = \pi r^2$ 为叶轮扫掠面积、 V 为风速。而功率 P 的量测点则在风力机的输出端与电网并联点间，并必须注明在何处，所以实际上此 C_p 并非单纯的叶片效率 C_{pb} ，而是还包含了机械效率 η_{mech} 、电气效率 η_{el} (包含发电机、并网系统及系统所使用的能量在内)。所以方程式(1)也可写成

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot V^3 \cdot A \cdot C_{pb} \cdot \eta_{\text{mech}} \cdot \eta_{\text{el}} \quad (2)$$

很多中小风力机厂商因不了解这点，且风力机又未经过风场测试，以致其功率曲线常以方程式(1)来计算，而其中的 C_p 则以叶片效率 C_{pb} 代入，导致在 AEP(年平均发电量)的表现上常有达不到的现象。

另方程式(1)及(2)中的 ρ (空气密度)及 V (风速)是与架设地点即风场有关。而 A (叶轮面积)、 C_{pb} (叶片效率)、 η_{mech} (机械效率)、 η_{el} (电气效率)则与风力机有关。可见风能的输出是与风力机及风场两者皆息息相关的。

表 1 及表 2 为 IEC 用来作为风力机分类(Class)的规范准则，一般都只是将之视为风力机的分类标准，但其实也隐藏着风力机与风场搭配的问题，即欲得到风力机之最佳输出必须风场与风力机的类别相同，否则便会有容量因素(CF Capacity factor)差及最大负载与使用年限的问题。

表 1: 中大型风机分类表^[1]

风力机分类		I	II	III	S
V_{ref}	(m/s)	50	42.5	37.5	由设计者 订定
V_{ave}	(m/s)	10	8.5	7.5	
V_{e50}	(m/s)	70	59.5	52.5	
A	I_{ref}	0.16			
B	I_{ref}	0.14			
C	I_{ref}	0.12			

表 2: 小型风机分类表^[2]

风力机分类	I	II	III	IV	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30	由设计者 订定
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6	
V_{e50} (m/s)	70	59.5	52.5	42	
I_{15} ()	0.18	0.18	0.18	0.18	
a ()	2	2	2	2	

风能系统的规划与设计，首先是 kW 数、分类(Class)与系统架构的订定，而后再根据前两者及切入、年平均、额定及切出风速等规划及计算出功率曲线、叶轮直径、转速范围、叶轮扭力、发电机及电力转换器容量等，也因如此，所以相同 kW 数但不同分类的风力机方会有不同的叶片长度。此时风力机的一些基本运转控制也随之底定(图 1)。

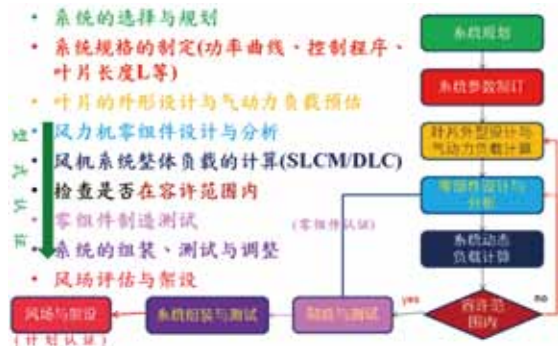


图 1: 风能系统设计流程

系统架构方面(图 2)主要为叶轮系统(包含叶片、轮毂、变桨系统等)、传动链(包含轴承系统、变速系统等)、发电机系统、并网系统(包含电力转换器、变压器等)及塔架地基等。图 3 为小风力机示意图。

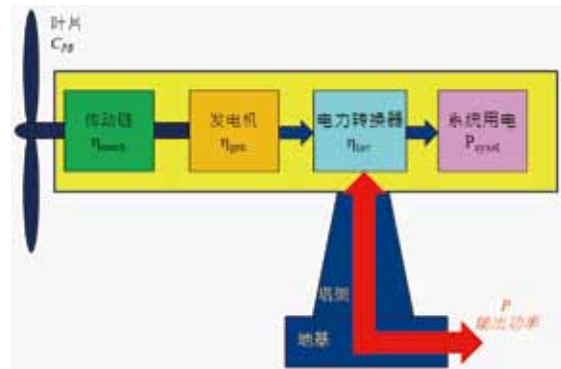


图 2: 风能系统设组件示意图

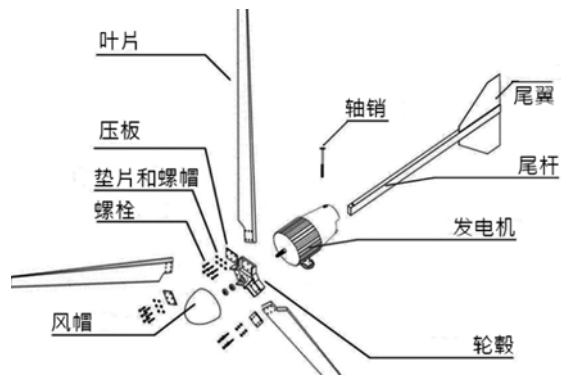


图 3: 小型风力机系统组件示意图

而后再根据规划及计算分析出来的数据再去做风力机零组件的设计与容量考虑。待所有的零组件初步设计好后，便会再用多物体动态方程式(如 GH-Bladed、FAST、FLEX 5、ADAMS-WT 等)配合控制策略，再依据 IEC 的设计载荷范例(DLC Design Load Case)计算及整理出系统的最大动态载荷及疲劳载荷，此时必须注意这些载荷必须再加上各种不同的安全系数(如材料、载荷、组件等，大小风力机有异)，而后再用有限元的软件(FEM 如 ANSYS、ABAQUS 等)对零组件做分析，如载荷过大则修改零部件或叶片直到通过为止。然后

才进行零组件的加工制造及测试^[4]，接着试组装及用动力平台作地面测试，等都通过后必须再进行实地运转测试(Field Test)，以做功率曲线验证、噪音量测、安全测试等，可见一台风力机的开发是非常繁琐的，其流程如图1所示。

小风力机的载荷计算一般会建议用简易载荷法(Simplified load model)来代替复杂的结构动态模型法(Structural Dynamics Model)。

风力机的叶片架构分为小及中大型不同，中大型用箱型梁及肋板架构，小风力机叶片内部会用发泡材，必须注意的是叶片载荷除了用极限风速外还必须再加上安全系数及样本测试不稳定系数，很多厂商忽略了这些系数，发泡材的部分必须饱满且与叶片外壳密合，主要是因叶片的破坏为挫曲，有密合可增加强度，以笔者采购过的多家厂商中，经拉力及实地运转测试(台风风速曾达63m/s)，只有一家厂商的叶片能过关，很多厂商因忽略了以上各点导致叶片在台风中受损。

风力机的传动链分为有齿轮箱及直驱两种，小风力机多采直驱如图3所示，中大型风力机早期因电力电子及稀土磁石成本等问题，多采变速箱设计(两点支撑)，后因大型化为了减重(主轴承及主轴)，而有三点支撑及紧凑型(Hybrid)的出现，接着因电力电子与稀土磁石成本的降低、LVRT(低电压穿越)、离岸运维、高变速比易受损等问题及要求，有走向永磁直驱或低速比变速的趋势。如图4所示^[8]。



图4：中大型风力机传动系统之分类与演化^[11-23]

在电力转换器方面，中大型风力机无疑的都是用背对背IGBT的型式，小风力机则因提供者多源自PV-Inverter，所以发电机三相输出多经二极管三相桥整先整成DC直流再接电力转换器。

另外因控制系统、电力转换器及并市电系统等运转都需要电力的供应及消耗，而低风速时风能所能提供的能量有限，不一定能满足运转所需。另为避免风力机起动后，马上抽载会导致风力机减速甚至停下来，所以风力机多会等到达一定转速后，才会开始发电输出，因此低风速起动及在低风速运转的迷思有必要深思。

前曾提及风力机的类别必须与风场的类别互相搭配，而这也是目前很多人在诟病风力机发电量不佳的原因，市售1kW以下的风力机很多是分类I的设计(叶片较短)，而小风力机所架设的高度低风速也低(图5)，多数是分类III跟IV的风场，将分类I的风力机架设在分类III跟IV的风场，其容量因子CF值(Capacity factor)(年发电量除(风机额定功率*24小时*365天))一定低也就是发电效益差^[7]。另如将分类III跟IV的风力机放到分类I的风场，虽然发电效益好但因风速高载荷较大，结构上会有问题，由此可见风力机与风场类别的选择正确与否与发电量及结构有绝对的关系。

风力机的行为与特性上大致可分成四类如图6所示，其特性也标示于图中，小风力机因架设高度低紊流高，风速不会固定随时在变化中，另因转动惯量小加减速快，导致其转速也随时在变化

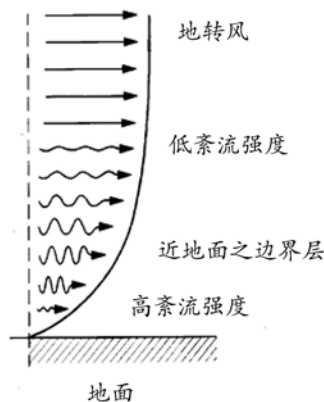


图5：风速及紊流随高度之示意图

很难固定在一个转速上，所以共振问题对小风力机而言较不是问题，只需注意其塔架振幅不要过大即可。但中大型风力机因其转动惯量大加减速慢，不易跳过共振频率，所以必须避开共振频率，故多在第一振频以下运转。在 IEC 61400-2 的规范中也清楚记载必须注意共振点处风力机的运转行为。所以当对大小风力机的运转行为有一了解后，便知如何对策了。其实振动不可怕，可怕的是对振动的不解及误解。



图 6: 风力机的行为分类与特性 [11-23]

另中大型风力机多有风速、风向及转速作参考，要让风力机叶片运转在最佳攻角处（即最佳效率处）较容易，所以方程式 (1) 中的 C_p 要达到 0.4 以上较容易，反观小型及微型风力机多无风速参考数据，要让风力机运转在最佳攻角处（即最佳效

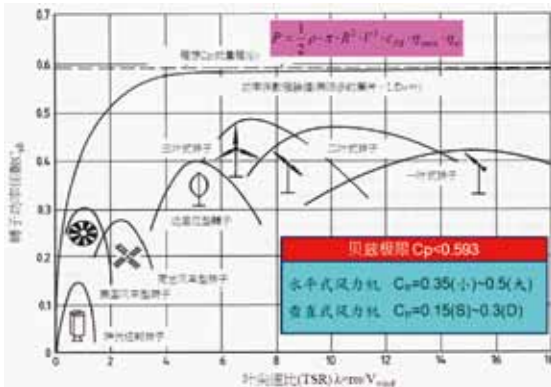


图 7: 风力机转子型式与效率

率处) 有其困难处，导致叶片的设计效率 C_{pB} 虽大于 0.4，但在实际运转中其 C_p 要达到 0.4 以上有困难，这是在制作无风速参考的小型风力机之功率曲线时必须注意的。

在作系统规划前必须先对各型风力机的效率有一了解方能达其目的，各型风力机转子的效率有其极限如图 7 所示，理论上可撷取之风能依据贝兹 (Betz) 理论 C_{pBmax} 最大为 0.593。

垂直轴风力机因其绕中心轴作 360 度的旋转，导致其输出为一正弦波型式 (sine curve) (图 8)，故其输出最大为贝兹极限 0.593 的一半 0.3 (升力型)，阻力型立轴式风力机则约 0.15。水平轴的输出为一直线，一般可达 0.35~0.5。

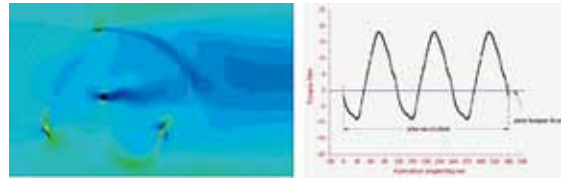


图 8: 垂直轴风力机的模拟及输出 [5]

小型风力机为了高风速好控制，早期都刻意采用失速型叶片（即 C_{pB} 较低者约 0.3~0.35）。近年因受最大功率点追踪 (MPPT) 观念之影响渐走向高效率叶片（尤其是微型风力机），再加上额定风速点的设计概念，导致此种微型风力机在低平均风速区发电效益不彰，这是目前为大家诟病的风光互补系统中风力机发电量差的主因，其实只要采用正确的设计概念就可将其消弭掉。

风力机的认证

目前因小风力机质量良莠不齐且输出功率曲线很多都未经过测试而由厂商自己绘制，造成各国政府在补助时的困扰，因此各国政府已渐要求小型风力机必须经过认证，以便在补助时能有所遵循且较安全。风能系统的认证分为 4 类：

- 零组件认证 (Component Certification): 效期 5 年，一般针对叶片、齿轮箱等；

- 原型机认证 (Prototype certification): 效期 3 年;
- 型式认证 (Type Certification): 效期 5 年;
- 计划认证 (Project Certification)。

认证的执行分为两方面，一是认证的规范，另一则为认证机构，过程则分为测试与设计评估，除非有另订，否则一般以 20 年为生命周期，所以机件的疲劳计算也必须以 20 年为标准，除非另有规定。

认证规范常用的有 IEC、GL 及 DNV 等。其中 IEC 61400-1[1] 适用于中大型风力机；IEC 61400-2^[2] 为小型风力机；IEC 61400-3 虽适用于离岸风力机但较属于计划认证。认证的执行则须经由认证机构来执行，如 GL、TÜV 等。风力机认证所使用的规范与执行机构不用相同，如认证机构为 GL，规范可为 IEC。

测试分为现场测试 (field test) 与零组件测试，现场测试主要为以下 4 部分：

- 功率量测 (Power performance)；
- 噪音 (Noise)；
- 安全与性能 (Safety & function test)；
- 耐久测试 (Duration test)。

零组件测试主要为叶片、变速箱及发电机等。小型风力机在零组件测试中一般会被要求一定要做叶片拉力测试，其他则看各国而定。

在设计评估方面中大型风力机必须用结构动态模型 (structural dynamics model) 及各种风况与 DLC 计算最大负载及疲劳。小型风力机则可以下列三种方式之一或其组合求得：

- 结构动力模型 (与大风力机雷同)；
- 简易负载计算法；
- 全尺寸负载测量与负载外插计算。

但一般多会用简易负载计算法进行。此时必须再将安全系数考虑在内。

另外还会做工厂查访及检查，如曾经 ISO9001 的认证则会较简单，此外还必须准备各种风力机的使用、安装及维修手册与材料表。所以认证过程是满繁琐的，但如先对这些过程及资料准备了解，则过程会较顺利，否则一年是很正常的。图 9 为日本小型风力机认证的参考。

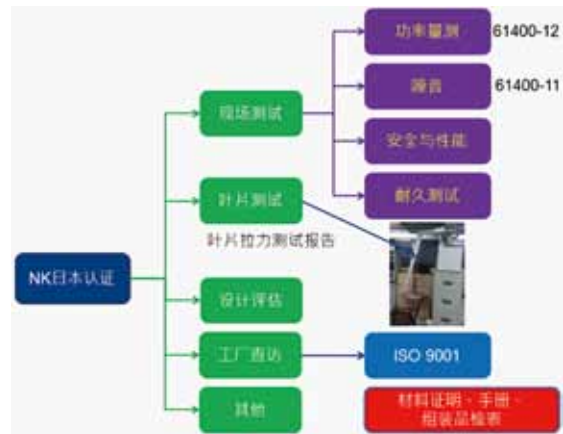


图 9：日本 NK 认证程序

风力机的选址与架设

大型风力机在架设时必须做选址的工作，选址主要是针对周遭环境 (如地形、障碍物等) 及风速变化 (如平均风速、极限风速及扰流等) 的影响，但小风力机却很少听过有作选址工作的，多是作发电量评估。

如图 5 所示越接近地面因受边界层及地形地物的影响，风速越低扰流则越强。大风力机因架设高度高，风速高扰流强度低。小风力机则相反，架设高度低，风速低，扰流强度高，以一般风速分布图 (NWP Normal Wind Profile) $V=V_{hub}(z/z_{hub})^{0.2}$ 来看，当大风力机 80m 处达 10m/s 时 (分类 I)，小风力机 8m 处的风速只有 6.3m/s (分类 IV)。当 8m 处达 10m/s 时则 80m 处已达 16m/s，几乎已达轻台的情况，所以小型风力机一般多为分类 III 及 IV，没必要作到分类 I，因为机会很少。另外因风场多为分类 III 及 IV 的，如架设分类 I 的风力机反而会造成发电效益差的现象。

早期小风力机多架设于野外，近年因政府补助及绿能的应用，在城里架设小风力机的现象越来越多，各种架设法应运而生如图 10 及图 11 所示。

最著名的例子为英国伦敦的 Strata SE1 (图 12 左) 及中东巴林的世界贸易中心 World Trade Centre (图 12 右)，但此两例已因振动、噪音、发电量比预期低很多及保险等问题而停滞。



图 10: 城市里建筑物架设风力机示意图
(IEA Wind Task 27 Proposal)



图 11: 风力机与建筑物结合范例



图 12: 风力机与建筑物结合之例子

目前国内外很多单位都在做这方面的研究，如台湾淡江大学土木系罗元隆教授、内蒙古工业大学汪建文教授团队、山东大学刘淑琴教授等 (图 13)。

一般会认为高楼是架设风力机的好地方，但此种场所易受上涌流的影响而处于涡流的范围 (如图 13)，这将造成水平轴风力机或风向仪机头摇摆不定无法对风。很多小型风力机的厂商并未意识到此点而将之误认为风向的不稳定，甚至常

被立轴业者拿来作宣传。另立轴一般架设高度较水平轴低，受扰流影响更大。

建筑物扰流及涡流也常会影响作为保护机制的摆尾 (Auto furl) 及可动旋角 (Passive pitch) 之运作，让其失效。因此小型风力机架设时最好先作场地评估。

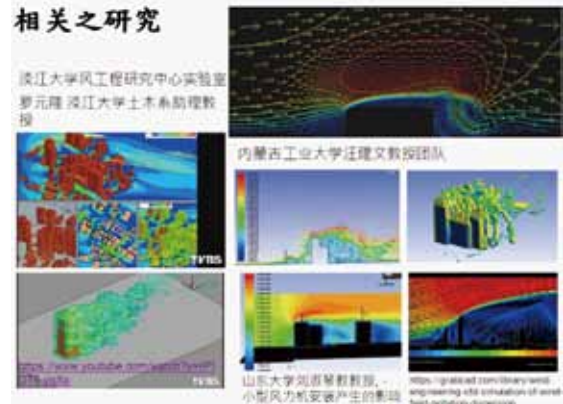


图 13: 建筑物扰流之相关研究

风能的发展与微电网

风力机的发展从 1887 年 Charles F. Brush 的木制 12kW 风力机开始，有各式各样水平及立轴的风力机出现，直到 1990 年后便集中于上风水平三叶式风力机，容量也越来越大 (图 14)，2015 年市场已以 5MW 为主流，但走的是集中式的发电必须靠电网传输。分布式能源系统的智能型电网研究



图 14: 风力机的发展 [10-23]

由来已久，但因各分布式能源（如太阳能、风能）的成本居高不下一直无法推广。

近几年因各国政府的再生能源奖励与补助、分布式能源系统成本的下降、能源的在地化、偏远地区的供电等导致分布式微电网的兴起，如再配合资通系统则可做到电力的调配与买卖，这是目前最热门的话题，但这中间必须注意各系统间之电压匹配以免有些系统被压抑无法供电又无法控制导致损坏，以笔者^[24]曾作过的简单之有市电补偿的风光互补系统便有此问题，常发生风力机与太阳能的电压不匹配而只有一个能充电，而且满多厂商都有此问题的。

结论

希望藉此篇幅能让更多的风力机厂商认知到整个风能系统规划的重要性，而且再好的风力机如无稳定的塔架也会受损，另架在不好的风场不仅发电效益差也会有安全性的问题，所以风力机、塔架及风场必须是匹配的。

在接触过的厂商中，不仅中小风力机厂商有此问题，大风力机厂商很多其实也面临此问题。因风力机一旦规划好，后续工作是完成它，能做的优化很小，因容量有限，且牵一发动全身，很多组件必须更改。中小风力机方面其实有很多不错的机型，只是因为不知道零组件的搭配、容量需求与场地问题等，所以厂商只要根据上述的方法加以修改及调整便能符合市场要求如功率曲线等，希望大家都能有所收获。🌱

参考数据：

1. IEC 61400-1: Wind turbines-Part 1: Design requirements. 2005
2. IEC 61400-2: Wind turbines-Part 2: Design requirements for small wind turbines. 2006
3. IEC 61400-12: Wind turbines-Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind Turbines, 2005

4. IEC 61400-23: Wind turbine generator systems-Part 23 : Full-scale structural testing of rotor blades. 2001

5. Dr L. Ma: BSc, MSc, PhD. <https://www.engineering.leeds.ac.uk/cfd/people/MaLin.html>

6. 陈俊铭：风能系统及技术的发展与应用，中国工程师学会会刊，Dec. 2014，工程 87 卷 06 期

7. 陈俊铭：风场的认知与风机的搭配，台电工程月刊，2011 年 3 月

8. 陈俊铭：风机大型化与内部结构的演化 机械工业杂志 333 期 p.76-83，2010 年 12 月

9. 陈俊铭：风机系统的规划与发展趋势 机械月刊，2010 年 10 月号第 423 期，p.90-100

10. SOURCE: IPCC (2011), "SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY"

11. MHI 公司网站

12. TECO 目录

13. AREVA 目录

14. ENERCON 目录

15. Harakosan 目录

16. GE Energy 目录

17. REpower systems AG 5M 目录

18. Vestas 目录

19. Gamesa 目录

20. Fuhrländer 目录

21. Clipper Windpower Plc. 目录

22. Areva 目录

23. Voith WinDrive 目录

24. 陈俊铭: iemusicchen@163.com



中小型风力发电机组标准概况

文 / 全国风力机械标准化技术委员会 王建平

1. 中国风力发电机组标准情况

1.1 已颁布实施风力机械标准 95 项

我国现已颁布的并网型风力发电机组标准 56 个，离网型风力发电机组标准 39 个。

1.2 正在制修 / 订过程中的标准

已有计划号的标准 7 项，其中：小型风力发电机组设计要求，已经审核通过，正在完善报批稿。其余几项标准已开过征求意见会，正在继续修改完善；

序号	计划号	标准号	标准名称
1	20151411-T-604	GB/T19068.1-2003	离网型风力发电机组 第 1 部分：技术条件
2	20151410-T-604	GB/T19068.2-2003	离网型风力发电机组 第 2 部分：试验方法
3	20151409-T-604	GB/T19068.3-2003	离网型风力发电机组 第 3 部分：风洞试验方法
4	20140779-T-604	GB/T10760.1-2003	离网型风力发电机组用发电机 第 1 部分：技术条件
5	20140780-T-604	GB/T10760.2-2003	离网型风力发电机组用发电机 第 2 部分：试验方法
6	20140781-T-604	JB/T6939.1-2004	离网型风力发电机组用控制器 第 1 部分：技术条件
		JB/T6939.2-2004	离网型风力发电机组用控制器 第 2 部分：试验方法
7	20151407-T-604	GB/T 17646-2013	小型风力发电机组 设计要求

已经上报的标准 2 项。

序号	标准号	标准名称
1	GB/T19115.1-2003	离网型户用风光互补发电系统 第 1 部分：技术条件
2	GB/T19115.2-2003	离网型户用风光互补发电系统 第 2 部分：试验方法

1.3 标准征求意见会

2015 年 8 月 6 日在呼和浩特召开了《小型风力发电机组》等六项国家标准征求意见会，并讨论完成了标准征求意见稿。

- 小型风力发电机组（等同采用 IEC61400-2: 2013）
- 小型风力发电机组 第 1 部分：技术条件
- 小型风力发电机组 第 2 部分：试验方法
- 小型风力发电机组用发电机 第 1 部分：技术条件
- 小型风力发电机组用发电机 第 2 部分：试验方法
- 小型风力发电机组用控制器

1.4 国际标准工作组情况

我国目前正在同等采纳《IEC/TC88 61400-2 小型风力发电机组标准》。

国际标准 IEC 61400-2 的主要变化：通过多次会议对标准进行讨论与修订，最终制定了 IEC61400-2 小型风力发电机组 的第三版，并于 2013 年 12 月份颁布，同时作为来自中国的专家，给出了符合中国国情的相关建议。

1.5 探索与台湾标准化机构合作制定标准工作

2013 年风标委与台湾标准化机构已经完成了海峡两岸“小型垂直轴风力发电机组”标准，并于当年 10 月正式颁布实施。“小型垂直轴风力发

电机组”标准的研究制定，不仅是对我国现有风力发电国家标准体系的有益补充，同时通过工作组的努力，也将为海峡两岸相关标准的合作积累了经验，并为在《海峡两岸标准计量检验认证合作协议》框架下，开展海峡两岸标准、计量、检验、认证合作，探索了道路。为海峡两岸标准协作填补了空白，开创了先例，是标志性成果，得到了海峡两岸质检标准部门的高度评价。

1.6 明年工作计划

强紊流小型风力发电机组安装规范

2. 未来工作安排

我国风力发电机组标准未来将依托国家重大科研项目，为中国风电行业提供标准支持！

- 建立和完善风力发电机组标准体系；
- 研究制定适合我国特殊气候条件的风力发电机组标准；
- 海上风力发电机组标准研究制定；
- 风力发电机组关键零部件标准研究制定；
- 修订现行的国家标准，提高标准水平；
- 积极采用国际标准，大力推进国家标准国际化；
- 积极开展国际标准和国家标准的宣贯工作；
- 积极开展国际交流与合作；
- 根据国家各部委的政策及要求，向有关部门提出风力发电标准化工作的建议和技术措施纲要。

风电设备海外市场准入及相关标准分析

文 /UL 美华认证有限公司 张世惠 黄一凌 周毛 张剑

摘要：考虑到全球温室气体排放量依然在持续攀升，所带来的危害是全球气候变化如气温的上升，导致世界上一些快速发展的城市，空气污染到了让人窒息的程度。随着巴黎“气候行动框架”国际社会的承诺，低碳高效的能源发展如风电等可再生能源得到重视，在世界上许多国家制定相应政策鼓励，包括大型及（中）小型风电机组接入电网以及分布式或微网补贴政策。

由于国际风能市场当前呈现出高速发展的趋势，给中国风电设备制造商走向海外市场带来了机遇。目前中国一些主要风电机组制造商对国际业务的拓展表现出很大兴趣。事实上自 2011 年以来，中国风电制造企业逐步在加快开发国际市场的速度，并加大海外投资力度。虽然近几年中国风电设备出口规模与国内市场相比相当有限，但仍显现出迅速增长的态势。

由于风能设备是一种靠旋转做功的机械设备，设备安全性及可靠性始终是世界范围内客户所关注的。不同国家有不同的风能设备市场准入要求及标准，以确保产品的安全可靠，因此本文将分析风能设备国际市场准入标准包括 UL 标准及服务以及与 IEC 标准的关系。

关键词：海外市场、准入、标准、认证服务

1. 海外市场准入要求分析

风电机组海外市场准入要求主要包括安全、性能和耐久性 3 个方面，这 3 个方面在风能设备的整个运作过程中是彼此不可分割的。

国际电工委员会 (IEC) 作为国际标准化组织之一为全球多数国家所接受，或等同采用其标准，如与风能设备直接相关的 IEC61400 系列标准。这些标准与上述 3 方面的内容都有关系。在北美风能市场准入要求主要采用 UL 标准、认证和标识。表 1 中显示的是这 3 个方面

全球不同地区及国家所涉及的标准。

在安全方面，IEC 包括 GL 更多地关注在机械和结构 (设计)、可靠性方面 (及性能)、风场评估和安

装运行维护等方面，而 UL 标准则更侧重从传统的电气和防火方面，评估这些风力发电机组和部件的安全。

要求	北美	亚洲	欧洲	其他国家
安全	UL 6141 UL 6142	---	---	---
性能	AWEA 9.1 GL Guidelines	IEC 61400-xx GL Guidelines	IEC 61400-xx GL Guidelines	中国
设计 / 安装 / 运行耐久性	AWEA 9.1 GL Guidelines	IEC 61400-xx ISO 81400-4 GL Guidelines	IEC 61400-xx ISO 81400-4 GL Guidelines	丹麦 / 德国 / 印度 / 英国 / 中国等

当然，世界各国市场进入法规及规范要求不只上述标准及认证程序，可能还包括产品的强制认证以及安全、能源效率和 EMC 等其他要求。UL 推出的全球市场准入服务 (GMA)，能够帮助中国的风能产品满足当地法规要求，且在符合成本效益的同时更快进入目标市场。

因此，投资方为了保证自己的投资及收益安全，需要第三方对风电机组及其零部件进行严格的电气安全、机械安全以及电磁兼容等进行型式试验和认证。这些试验和认证需要相应的规范和标准。

1.1 风能设备安全、性能有关的国际标准：

国际电工委员会 (IEC)：颁布的 IEC WT01: 2001 是目前为止在国际上最为认可的认证导则，规定了对风电机组进行一致性评估的流程与规则。根据 IEC WT01: 2001 进行风电机组型式认证主要包括的几个模块有：设计评估、型式测试、生产/工厂审查、制造质量、基础设计评估 (可选)。

1.2 风能设备安全、性能有关的区域性标准：

北美 (UL)：对于风能领域的安全标准 UL 涉足最早并具备国际领先的的优势。在风电领域的相关标准有 UL6140、UL6141、UL6142、UL6171，其中 UL6142 已经成为美国标准 (ANSI) 各机构和相关部门 (NEC、OSHA) 所认可和采纳的小型风电机组标准，于 2013 年 1 月正



图 1：UL 安全与 EMC 全球认证标识

式发布。UL6141 也将成为美国标准 (ANSI) 并很快得以发布。UL 认证标识已成为建立客户市场信心的标志。

欧盟 (EU)：根据欧盟标准要求，风电机组适用于 EN60034 测试标准，机组中的一些部件如偏航与变桨驱动电机也应满足该标准要求，变流器则需要满足 EN50178 标准。对于技术含量更高的主控系统，则需要满足更多的标准要求，如 EN60204，EN61010，EN61508 等，同时国外客户一般会要求主控系统进行安全功能评估。产品通过以上测试后，即可获得欧盟 CE 认证。

DNV/GL：DNV/GL 导则也是风电机组认证标准，认证流程与内容与 IEC WT01: 2001 类似。

欧洲其他国家：丹麦风电机组标准 DS472-1/-2，荷兰风电机组认证 NVN11400 等。这些标准的基本内容与 IEC WT01 或 GL 导则比较接近，只是考虑了当地的特殊要求。

其他地区：南美、澳洲等地区

国家主要参考 IEC 的规范要求。其他地区如非洲、东南亚、中东等地区目前一些国家参照 IEC 的规范要求或尚无明确要求。

1.3 中国国家标准 (GB)

按照中国国家能源局要求，型式认证需遵循国家标准《GB/Z 25458-2010 风力发电机组合格认证规则及程序》。对于风电机组安全要求的中国国家标准是 GB/T 18451.1 (最新版)，其他是与风电设备相关的型式试验、质量、安全及零部件标准。

1.4 零部件认证

对于零部件认证，在风电机组整机型式认证参考标准中也有明确的要求。因此，零部件的认证对于整机申请 IEC WT01 或 GL 导则型式认证也是有很大帮助的。

风能设备部件 UL 与 IEC 标准及相对应的国家标准详见表 1。

表 1: UL 与 IEC 标准及中国国家标准对应表 (参考)

风力发电机关键部件	UL 标准	IEC 标准	相应中国国家标准
叶片	UL SUB 6141	IEC61400-5 CD IEC 61400-23	GB/T25383-2010 GB/T25384-2010
控制系统	UL SUB 6140; UL 1741		GB/T19069-2003
变桨系统	UL SUB 6140; UL 1741		NB/T31018-2011(行标)
变流器	UL SUB 6141; UL 1741; UL 508C; IEEE 1547; IEEE 1547.1;	IEC 61400-21	GB/T25388-2010
发电机	UL 508; UL SUB 6140;	IEC10034	GB/T23479-2009 GB/T25389-2010
齿轮箱	UL 1004-1; UL1004-4	IEC 61400-4	GB/T19073-2008
滑环	UL SUB 6140; UL 508		
液压控制单元	UL SUB 6140; UL 508		JB/T10425-2004(行标)

1.5 电网接入标准的差异

风能设备在进入某个国家或区域市场时,需满足当地所在电网接入规范,如欧盟各个国家电网的接入标准,如德国 FGW TRx、BDEW、E.on、VDE 等标准、英国、西班牙等国标准,北欧的 Nordel 等,以及北美的 IEEE1547、FERC、WECC、UVIG 等。

在电网瞬态特性方面,在电网系统电压突变如跌落或高电压时,各国在风电场风电机组保持运行曲线运行要求方面,包括无功支持要求是不相同的。

在电网稳态工况下,电网频率、电压等参数在一定范围波动时,要求风电机组保持运行所谓电网适应性方面,各国规范也不尽相同,因此,在进入某个国家市场时,应研究当地电网的接入规范。

对于在配电网或独立微网中运

行的风电机组,包括中小型机组,由于配电网所有涉网设备多为向用户侧供电的要求而设计的,需要充分考虑反向电网送电带来的问题(本文篇幅有限此处不再赘述)。

对于中小型风电机组在配电网用户侧并网,对于机组电网适应性的要求,中小型机组相对大型机组可能增加成本问题明显,应充分考虑。

2. UL 小型风电机组安全、测试及认证标准

2.1 国际小型风能设备标准

小型风力发电机组通常安装在靠近家庭和小型企业的地方。没有经过认可的产品,有可能伤害它们的机主、安装人员或技术人员。随着风力发电技术和管理技术与我们日常生活的日趋一体化,我们必须确保这些技术是安全的,以支持风

能这一替代能源被广泛接纳。因此,各国小型风能设备享受相应刺激政策的前提是产品安全、可靠、高效率的,并符合当地产品标准和法规要求。

美国:小型风力发电机组要享受入网电价补贴政策,应满足 AWEA9.1 的性能和安全要求,并通过 SWCC 认证;此外,2014 版国家电气规范(NEC)(第 694 条)要求小型风力发电机组应满足 UL6142 标准要求。当地的电气检查人员在小型风力发电机组安装方面获得了具体指导,包括必须跟据 UL 标准进行认证,并且自 2011 年起,在认证产品进入市场时,电气检查人员将检查产品是否带有 UL 标志。

英国:小型风力发电机组要享受入网电价补贴政策,应满足 MCS006 的性能和安全要求,并通过英国 MCS-TUV、MCS-UL、MCS-ITS 等机构的认证。

日本：小型风力发电机组要享受入网电价补贴政策，小型风力发电机组应满足 JIS C1400-2 的性能和安全要求，并通过 JET、TUV、UL/DEWI 等机构的认证。

中国：小型风力发电机组应满足 GB/T17646 IDT/ IEC 61400-2 标准中性能和安全要求，并通过国家承认认证机构的认证。

2.2 UL 小型风能设备标准

2012 年小型风电机组安全标准 AWEA/ANSI/UL 6142 在美国颁布实施，该 UL 标准为美国国家标准协会 (ANSI) 和美国风能协会 (AWEA) 同时采用和冠名。

UL6142 第一版标准适用于小型风电机组安全，包括小型风电机组和电气部件用于独立运行（不联网）或并网应用。小型风电机组定义是用户和服务人员不进入风电机组运行和维护。仅评价厂家设定的控制与保护功能极限和响应时间，这些功能的电击和火灾风险评估。电气部件有关电力输送控制和保护功能以及与机械和结构极限相关部分参见 AWEA 和 IEC 以及 GL 有关规范。UL6142 标准中规定涉及风电机组产品安装部分，应参照美国国家电气规范 (ANSI/NFPA 70 National Electric Code)。UL6142 标准涉及的风电机组额定电压为 1500Vac 或更低。

UL6142 标准不涉及包括海上风电安装、危险位置、机械或结构完整性、确认厂家定义的控制和保护极限确保风电机组在它的安全机械和结构极限内以及梯子、卷扬机支撑、升降机固定装置、脚手架、

人员固定装置或其他人员承重功能部件的机械载荷。

风电机组所有部件和组件应在制造商设定正常电气和环境条件的额定工况下进行评估，同时应评估这些部件和组件在制造商确定的异常工况条件下的表现，如电网异常工况。

3. UL 测试和认证标准及与 IEC61400 系列标准差异分析

如上所述，UL 与 IEC 检测认证程序和要求不同，更侧重于客户使用安全角度进行检测、监督和认证。

UL 风电机组标准在安全方面与 IEC 的不同在电气要求方面如防护、防火等。在小型风电机组定义方面与 IEC 也存在差异，UL 标准定义是机舱外部维护。其他在小型风电机组定义方面包括输出电压等级 UL 标准是 1500Vac，而 IEC 是 <1000Vac 或 1500Vdc。

UL 6141 和 UL 6142 与 IEC 61400-1 和 IEC 61400-2 标准以及其他 IEC 横向和组成标准密切相关。UL 提出建议修订和扩展 IEC61400-1 的电气部分，由 UL 资深的风能专家 Tim Zgonena 负责领导这项工作。

目前正在根据委员会草案意

见，准备制定 CDV 版 (MT1 版)。UL 完全支持 IEC 标准而且已经提供了 UL6141 副本以帮助 IEC61400-1 的修订和扩展。

IEC 61400-1 MT1 版 电气项目的范围，包括：

- 扩展和确认控制、保护和电气相关的 IEC61400-1 条款
- 明确重要定义的要求
- 更加详细的参考适用的、必需的 IEC 横向和组成标准
- 提出风电机组安全运行所需特殊特征、功能和运行条件与机组故障等，定义在 IEC 61400-1 的适用范围内

· UL 授权使用 6141 作为 IEC MT1 的依据帮助开发电气部分

· UL 与 IEC 共同起草，并已分享加速开发概念，而且帮助预协调标准

UL 建议在 UL6141 和 UL6142 标准制修订编制过程中，尽可能避免与 IEC61400 定义的冲突。如上所述，UL6142 小型风电机组认证标准中与 IEC 标准明显差异是被认证风电机组是否允许运维人员进入，如果风电机组不允许或定义为不能进入机组内进行运维，则为小型风电机组。这与 IEC61400-2 中 200m² 的扫风面积定义是有差异的，见图 2。



图 2：大、小型风电机组 UL 标准差异示意图

4. UL/DEWI 的服务及经验分享

不同国家可能采用不同安全技术要求。对于主机厂来说，每销往一个国家就需要做一次认证，投入的时间和成本将非常高。这是风力发电机组厂商特别是小型设备主机厂所不愿看到的。如何有效的解决这个问题，帮助包括小型风力机厂商在内的客户，通过一次测试获得全球主要国家的准入资格，对于中国风电设备厂家十分重要。

UL 致力于风电产品的标准研发和风电产品的安全评估和认证工作。2012 年 UL 成功收购了德国狄威风能 (DEWI) 以及海上风电认证中心 (DEWI-OCC)。

UL/DEWI/OCC 提供基于 IEC 61400 系列标准的风能测量和风电机组测试服务以及 DAkkS 认可的陆上和海上风力发电机组和组件认证。因此，UL 不仅为进入北美市场的风电设备提供 UL 规范的认证服务，同时 UL/DEWI 能够为风电制造商、风电场以及相关利益人提供包括 IEC 规范在内的全方位一站式测试认证服务。

4.1 UL/DEWI 服务

针对风电机组包括小型设备的海外市场准入要求，UL/DEWI 提供以下服务：

一站式检测与认证服务：审查风电机组设计结构及其部件结构是否符合相关标准的要求。根据标准 UL 6142 对小型风电机组的结构和关键部件进行评估，侧重于机组电气安、控制和保护功能的考量；根据标准 IEC 61400 系列、AWEA9.1、MCS006 等对小型风电机组的载荷、功率曲线，行为测试和噪音等方面进行评估，侧重于机组的使用寿命、性能、功能以及环境友好性的考量。UL/DEWI 帮助客户做一次全面的测试，获取多个标准的测试报告和证书。

现场检查与贴标服务：对已经安装到风场，但还未获得第三方认证的风电机组，UL 可提供现场检查评估，验证是否符合相关标准要求。对与符合标准要求的机组，贴上 UL 现场认可的标贴。该标贴可证明该风电已经符合相关产品标准，与证书有等同的效果。

工程设计支持服务：参与设计评估、部件或子系统分析，分析设计差距，并提供相关信息帮助客户符合标准要求。

UL/DEWI 风电机组测试设施及试验场

UL / DEWI 与西德州农工大学合作联合组建位于德克萨斯州试验风电场。该风电场风资源丰富，50 m 处年平均风速为 8.2 m/s。在试验风电场，UL/DEWI 提供的服务包括功率曲线、机械载荷、噪音 / 振动、电网连接的电气特性等型式试验。UL/DEWI 建立的位于德国威廉港市附近的风力发电机组试验场（右下图），安装有欧洲各家制造商的十几种原型机。

4.2 项目经验分享

UL/DEWI 在中国北京、上海、广州、苏州设立了测试实验室和认证团队，为国内风力发电机组厂商提供更加便捷的沟通渠道。在中国，主要的大型风电机组制造商是 UL/DEWI 型式试验测试的重要客户，到目前为止已有 30 个机型获得过

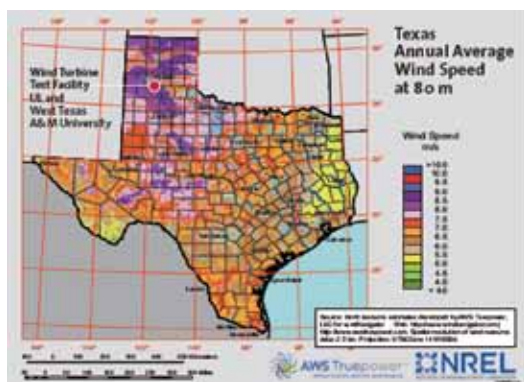


图 3：UL/DEWI 位于美国（左）及德国的风电机组试验风场

UL/DEWI 的型式试验测试报告有。国内有 10 几种风电机组零部件型号，如齿轮箱、叶片等，获得过 UL/DEWI/OCC 的设计评估或型式认证证书。

目前 UL 正在与国内的两个小型风机厂商开展认证项目，目标市场分别是美国和日本，预计项目很快能够完成。同时，我们也相信获得证书的产品能够在目的市场畅销。

4.2.1 进入日本市场 - JSWTA001 日本小型风电机组特性和安全有关的标准。UL 已签订合同正在协助国内某小风电机组厂家，进入日本市场进行与日本小型风电机组特性和安全有关标准的测试与认证。(图 4)

4.2.2 UL 认证证书。UL 已与国内某小风电机组厂家签订合同，进行进入美国市场的 UL 标准测试和认证，通过认证后，将颁发 UL 的证书。(图 5)

5. 结论

综上所述，UL/DEWI 不仅为进入北美市场的风电设备提供 UL 规范的认证服务，同时 UL/DEWI 能够为客户提供包括 IEC 规范在内的全球覆盖、全方位、一站式测试和认证以及尽职调查等服务，为中国客户进入国际市场提供有力帮助。

参考文献：

[1] 认证助风电“出海”，《风能产业观察》2014.8

[2] UL 6141 WIND TURBINE GENERATING SYSTEMS / UL 6142 UL Standard for Safety for Small Wind



图 4：客户风电机组示意图



图 5：客户风电机组示意图

Turbine Systems

[3] GB/T 18451.1 《风力发电机组 设计要求》/ IEC 61400-1 Design Requirements

[4] GL-2012, Guideline for the Certification of Wind Turbines

[5] IEA World Energy Outlook 2015

作者简介：张世惠，现任 UL 公司中国风能首席工程师，1984 年开始进入风电行业，已拥有风电从业经验近 32 年。曾任多个行业协会委员等职务。曾在华北电力科学研究院八达岭风电试验站工作近 20 年，曾任国家级专家和副总工程师，主要从事风电设备检测鉴定工作。之后先后加入国电龙源集团、中国风电集团，副主任和副总工程师等职。



南极长城站可再生能源利用示范研究

文 / 中国电力科学研究院 何国庆

1. 项目概述

2015年2月3日-2月19日，中国电力科学研究院与国家海洋技术中心对长城站能源利用情况进行了考察。

此次考察以充分利用长城站可再生能源为目标，对长城站风能资源和太阳能资源进行了调查和实测，并收集和分析了现有供电系统和用电情况，研究提出长城站可再生能源利用的可行性，确定可再生能源电站建设目标，以实现可再生能源作为柴油发电的补充，逐步减少长城站的柴油消耗量。

1.1 长城站地理位置：

长城站位于西南极洲乔治王岛南端，站区南北长2km，东西宽1.26km，占地面积2.52km²，有各种建筑25座，夏季可容纳60人，冬季可供20人左右考察。

1.2 长城站的供能现状：

电源：3台120kW柴油发电机

负荷：日平均负荷50kW

运行：柴油发电机组长期低出力运行，年等效利用小时只有3650h，即只有40%的利用率。



图 1: 长城站在南极的位置图

2. 优化设计与系统集成

2.1 风资源分析

根据考察期间实测数据分析, 长城站月平均风速和日平均风速约 7.4m/s, 变化都比较平缓, 风速满足威布尔分布, 风资源较好。特别适合风力发电。

2.2 太阳能资源分析

太阳能总辐射为 $234\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$, 资源很差, 基本不具利用价值。

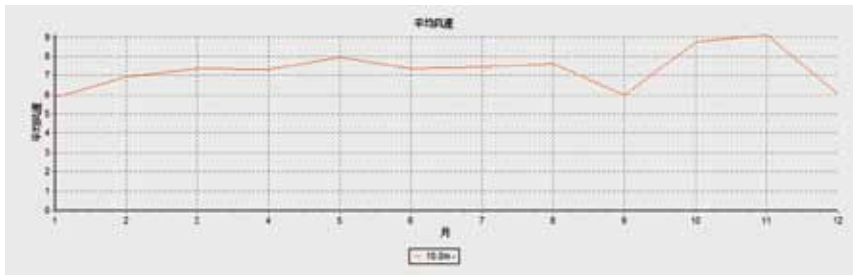


图 2: 风速的全年变化

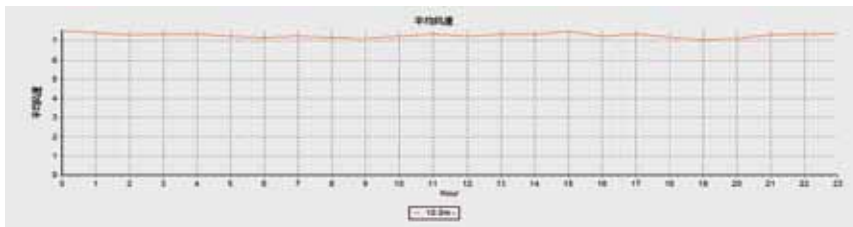
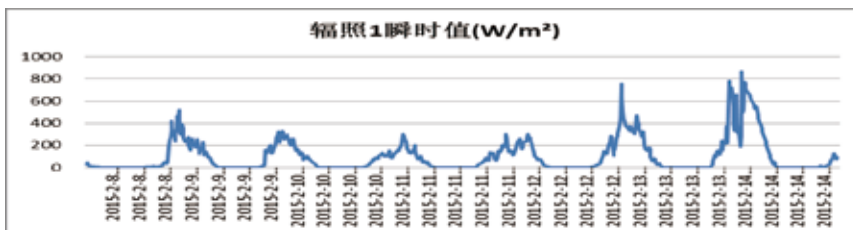
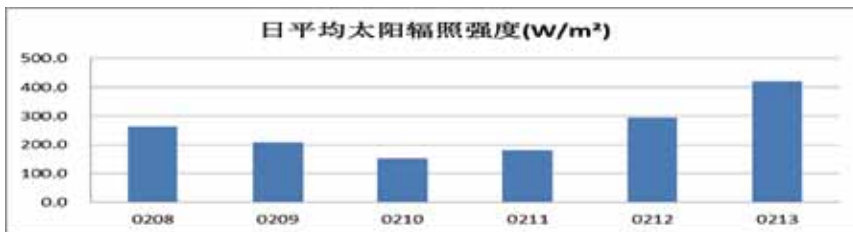


图 3: 风速的日变化



(a)



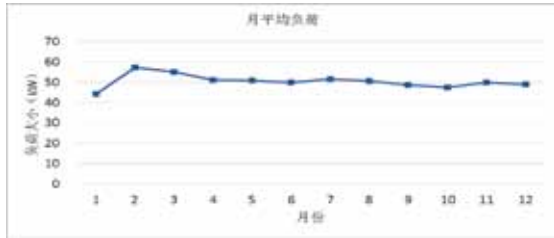
(b)

图 4: 太阳能辐照数据图表

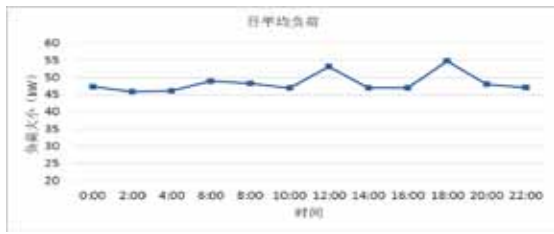
2.3 长城站的用电负荷分析

长城站月平均负荷变化比较平缓，2月平均负荷最大，约57kW，1月平均负荷最小，约44kW。

日平均负荷变化也比较平缓，中午12:00和晚上18:00负荷较大，约55kW，凌晨2:00和4:00负荷较小，约46kW。



(a) 月平无负荷



(b) 日平均负荷

图5: 用电负荷变化图表

2.4 长城站风力发电系统优化

在分析长城站可再生资源 and 负荷特性的基础上，采用长过程仿真方法，基于风速和负荷的全年数据，以计算出投资和运行费用的综合经济成本最小为目标，以供电可靠性为约束条件，得出南极长城站供电系统容量优化配置方案，提出风力发电、储能、柴油发电及配电系统的设备选型与技术指标。

2.5 系统集成

风力发电机组：初步确定采用5台10kW小型风力发电机组。

储能系统：初步确定采用600kWh磷酸铁锂电池、100kVA的PCS组成储能系统。

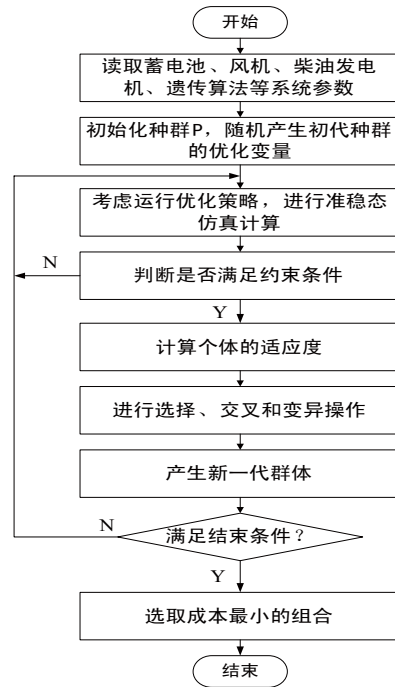


图6: 优化算法求解流程



(a) 小型风力发电机组



(b) 发电机组的功率曲线

图7: 小型风力发电机组及功率曲线图

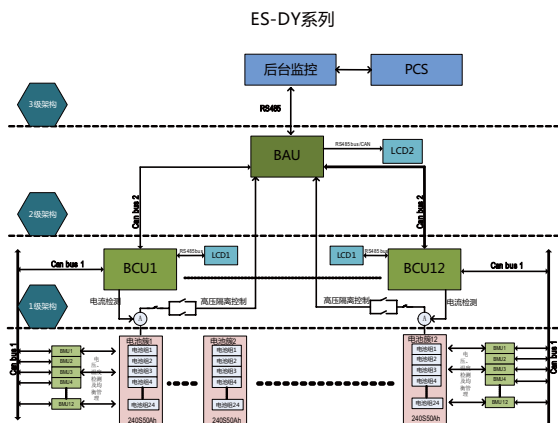


图 8: 磷酸铁锂电池 BMS 系统结构

柴油机组: 采用 1 台低压柴油发电机组。

配电系统:

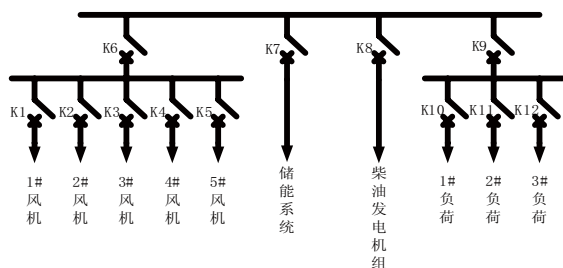


图 9: 系统配制

3. 系统运行与能量管理

3.1 系统拓扑结构

系统拓扑结构设计三种, 一是共交流母线结构; 二是共直流母线结构; 三是共交直流母线结构。最终选择一种方案。

3.2 系统运行控制

黑启动: 首先启动储能系统, 建立系统的同步基准电源, 然后启动重要负荷和风力发电系统, 最后投入系统内的一般负荷, 最终实现系统的稳定运行。

有功平衡控制: 为实现系统稳定运行, 需要满足系统的能量平衡约束, 即锂电池储能电池的

SOC 需要在规定的的安全区间运行, 其次需要满足系统的功率平衡约束, 从而实现系统的有功功率实时平衡。

无功平衡控制: 系统运行时, 风力发电系统和柴油发电机组均不参与系统无功功率调节, 系统的无功功率波动由储能 PCS 平抑, 实现系统的无功功率平衡。

4. 小型风电机组运行问题

在长城站应用需要解决:

高寒 (平均 -8°C , 最低 -30°C)

极端大风 (40.3m/s)

高可靠性

易维护性

从目前我国所采用的小型风力发电机组情况看, 其产品还存在不少的质量问题, 尤其是拿到南极地区使用, 质量这个短板, 需要制造企业不断努力进行不断优化改进, 提高质量水平。

5. 结论及建议

长城站依靠远距离运油供能, 经济性差且存在环境污染问题, 亟需拓展能源供应渠道;

长城站风能资源丰富, 太阳能资源较差, 适合发展风力发电;

长城站交通不变, 需要高可靠、易维护的小型风电机组和储能系统。

东营风光互补路灯展示项目建设情况介绍

文 / 东营中小型风电机组野外测试场 代文平

1. 东营风光互补路灯展示项目的背景和目的

2014 年底，国家商务部为保证我国对外援助的小型风力发电机组产品质量可靠，委托中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会在国内合适的地方建立一个小型风力发电机组产品应用技术运行示范展示基地。

为中小型风电机组生产企业提供产品实际运行的比对、测试、展示平台。

为国家对外援助项目及商务出口推荐国产风电机组提供选型参考。

在中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会积极协调下，项目确定在山东省东营市东营经济技术开发区执行。

山东省东营市东营经济技术开发区管委会对该项目给予了资金、展示场地等多方面的全力支持。

经各企业积极报名参与，风力机械分会考核、选择，共有国内 9 家企业入选一期项目。

经风力机械分会和东营经济技术开发区确定由东营汇丰能源科技有限公司（东营中小型风电机组野外测试场）为项目施工单位。

2. 东营风光互补路灯展示项目简介

项目地点：一期工程位于东营经济技术开发区纬一路（方圆 2# 支路 - 滨海路）3000 米路段。

工程时间：2015 年 5 月底开工，7 月底完工，9 月份验收

项目规模：路长约 3000 米，路灯数 180 杆。

参与企业：一期工程共 9 家国内企业参与展示。

每套路灯均为独立的风光互补供电系统，基础、灯杆灯头等委托一家企业统一施工建设；其他各家风机企业负责提供风力发电机组、光伏组件、蓄电池、控制器、逆变器及安装调试等。

各家风机企业、施工建设企业分别负责各自工程内容的工程交工后的质量保证和服务工作。

东营中小型风电机组野外测试场负责路灯项目的定期测试、数据采集、汇总工作。

3. 项目的技术要求

该系统每天按要求连续供电不少于 8 小时；

负载采用高亮 80W LED 光源，灯具功率不低于 94%；

路面照度达 22LX 以上，符合有关规范要求；

该系统具有降功率使用功能；保证前 4 小时满功率

工作，后 4 小时半功率工作；

该系统具有光控、时控双控功能；

该系统具有过载保护、短路保护功能；

应有良好的防雷接地措施，接地电阻应小于 4Ω；

灯杆高 11 米，灯杆及支架使用年限为 30 年；

机组须符合国家有关标准要求，抗风能力不低于 30m/s；

4. 项目完成情况

2015 年 10 月 19 日东营经济技术开发区组织相关专家对该项目进行了评审。



中小型风机出口测试基地项目初测数据

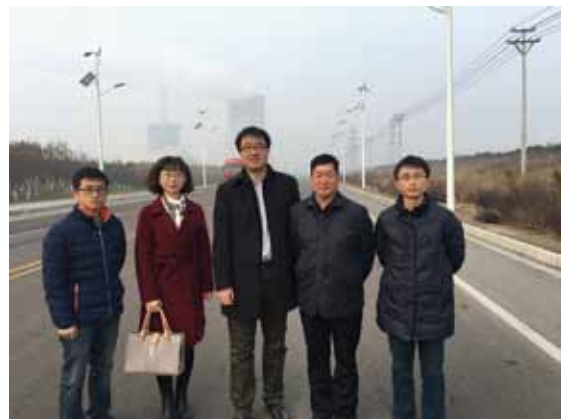
厂家	标段	满功率亮度	半功率亮度	亮灯时间	熄灯时间	数量
山东巨益	1	42.7	19.0	19:14	5:05	18
山东汇丰	2	48.3	18.7	19:12	5:06	24
北京国能	3	47.2	22.1	19:13	4:00	20
广州红鹰	4	43.2	23.3	19:10	5:00	24
新疆红鹰	5	48.5	26.0	19:14	5:05	24
山东恒丰	6	46.1	19.1	19:14	5:05	18
杭州瑞利	7	46.7	18.7	19:15	5:10	20
新高昆山	8	46.1	24.4	19:13	5:10	20
青岛安华	9	45.8	19.3	19:13	4:30	12

经相关专家评审,该项目各项指标全部合格,均达到竣工验收标准。

5. 项目展示成果

2015年9月澳大利亚费菲市议会议员杨逸飞一行参观了项目现场,表示了对我国小型风力发电机组及风光互补路灯有极大兴趣,目前正在进一步联系中。

2015年10月瑞典政府招商团一行参观了项目现场,表示了对我国小型风力发电机组技术的浓厚兴趣,并希望在新能源领域进行合作。🌱



商务部有关领导来现场参观指导项目情况

电缆种类及选型计算

来源 / 希能电力微信

一、电缆的定义及分类

广义的电线电缆亦简称为电缆。狭义的电缆是指绝缘电缆。它可定义为：由下列部分组成的集合体，一根或多根绝缘线芯，以及它们各自可能具有的包覆层，总保护层及外护层。电缆亦可有附加的没有绝缘的导体。

我国的电线电缆产品按其用途分成下列五大类：（1）裸电线；（2）绕组线；（3）电力电缆；（4）通信电缆和通信光缆；（5）电气装备用电线电缆。

电线电缆的基本结构：（1）导体 传导电流的物体，电线电缆的规格都以导体的截面表示；（2）绝缘 外层绝缘材料按其耐受电压程度。

二、工作电流及计算

电（线）缆工作电流计算公式：

单相

$$I=P \div (U \times \cos \Phi)$$

P- 功率 (W)；U- 电压 (220V)； $\cos \Phi$ - 功率因素 (0.8)；I- 相线电流 (A)

三相

$$I=P \div (U \times 1.732 \times \cos \Phi)$$

P- 功率 (W)；U- 电压 (380V)； $\cos \Phi$ - 功率因素 (0.8)；I- 相线电流 (A)。

一般铜导线的安全截流量为 $5 \sim 8A/mm^2$ ，铝导线的安全截流量为 $3 \sim 5A/mm^2$ 。

在单相 220V 线路中，每 1kW 功率的电流在 $4 \sim 5A$ 左右，在三相负载平衡的三相电路中，每

1kW 功率的电流在 2A 左右。

也就是说在单相电路中，每 $1mm^2$ 的铜导线可以承受 1kW 功率荷载；三相平衡电路可以承受 $2 \sim 2.5kW$ 的功率。

但是电缆的工作电流越大，每平方毫米能承受的安全电流就越小。

电缆允许的安全工作电流口诀：

十下五（十以下乘以五），百上二（百以上乘以二），二五三四三界（二五乘以四，三五乘以三），七零九五两倍半（七零和九五线都乘以二点五），穿管温度八九折（随着温度的变化而变化，在算好的安全电流数上乘以零点八或零点九），铜线升级算（在同截面铝芯线的基础上升一级，如二点五铜芯线就是在二点五铝芯线上升一级，则按四平方毫米铝芯线算），裸线加一半（在原已算好的安全电流数基础上再加一半）。

三、常用电（线）缆类型

线缆规格型号含义。

电线型号中：字母 B 表示布电线，字母 V 表示塑料中的聚氯乙烯，字母 R 表示软线（导体为很多细丝绞在一起）。还有铜芯符号、硬线（常见的单芯导体）符号省略没有表示。

常用线缆类型：BV- 表示单铜芯聚氯乙烯普通绝缘电线，无护套线。适用于交流电压 450/750V 及以下动力装置、日用电器、仪表及电信设备用的电线电缆。



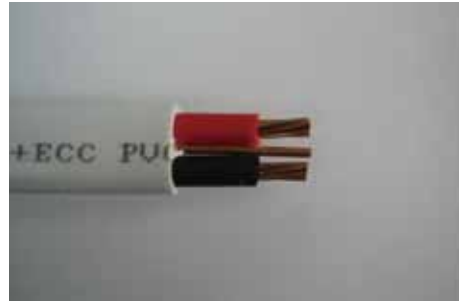
BVR- 表示聚氯乙烯绝缘, 铜芯(软)布电线, 常常简称软线。由于电线比较柔软, 常常用于电力拖动中和电机的连接以及电线常有轻微移动的场所。



BVV- 表示铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯圆型护套电缆, 铜芯(硬)布电线。常常简称护套线, 单芯的是圆的, 双芯的就是扁的, 常常用于明装电线。



BVVB- 表示铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯平型护套电缆。适用于要求机械防护较高、潮湿等场所可明敷或暗敷。



SYV- 实心聚乙烯绝缘射频同轴电缆。适用于闭路监控及有线电视工程。



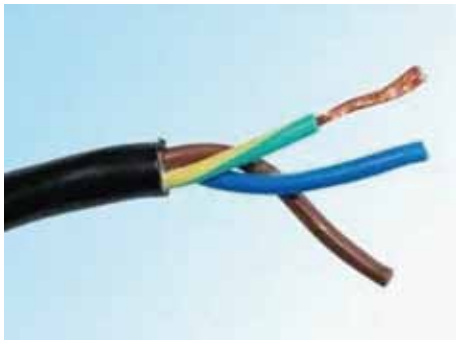
RG- 表示物理发泡聚乙烯绝缘电缆, 常用于同轴光纤混合网(HFC)中传输数据模拟信号, 以及视频传输, 通信系统及信号控制系统。

SYWV- 物理发泡聚乙烯绝缘有线电视系统电缆, 视频(射频)同轴电缆(SYV、SYWV、SYFV)适用于闭路监控及有线电视工程。



结构：（同轴电缆）单根无氧圆铜线 物理发泡聚乙烯（绝缘）（锡丝 铝）聚氯乙烯（聚乙烯）。

RVV- 表示铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套圆形连接软电缆。适用于楼宇对讲、防盗报警、消防、自动抄表等工程。



RVVP- 表示软铜芯绞合圆型聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软电线。适用于楼宇对讲、防盗报警、消防、自动抄表等工程。

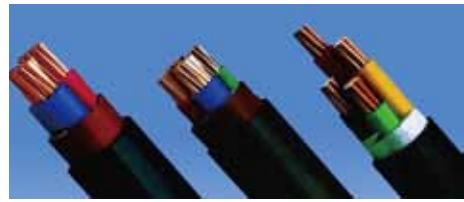


BVVP- 表示硬铜芯扁平型 PVC 绝缘 PVC 护套，铜网屏蔽电线。

RVS- 表示铜芯聚氯乙烯绞型连接电线。常用于家用电器、小型电动工具、仪器仪表、控制系统、广播音响、消防、照明及控制用线。



VV(VLV)- 表示铜（铝）芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，适用于敷设在室内、隧道、及沟管中，不能承受机械外力的作用，可直接埋地敷设。



线缆型号定义：聚氯乙烯绝缘屏蔽聚氯乙烯护套软电缆。

R- 连接用软电缆（电线），软结构；V- 绝缘聚氯乙烯；V- 聚氯乙烯绝缘；V- 聚氯乙烯护套；B- 平型（扁形）；S- 双绞型；A- 镀锡或镀银；F- 耐高温；P- 编织屏蔽；P2- 铜带屏蔽；P22- 铜带铠装；Y- 预制型、一般省略，或聚烯烃护套；FD- 产品类别代号，指分支电缆。将要颁布的建设部标准用 FZ 表示，其实质相同；YJ- 交联聚乙烯绝缘；V- 聚氯乙烯绝缘或护套；ZR- 阻燃型；NH- 耐火型；WDZ- 无卤低烟阻燃型；WDN- 无卤低烟耐火型；RV 铜芯聚氯乙烯绝缘连接电缆（电线）；-AVR 镀锡铜芯聚乙烯绝缘平型连接软电缆（电线）；RVB 铜芯聚氯乙烯平型连接电线；RVS 铜芯聚氯乙烯绞型连接电线；RVV 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套圆形连接软电缆；ARVV 镀锡铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套平形连接软电缆；RVVB 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套平形连接软电缆；RV-105 铜芯耐热 105℃ 聚氯乙烯绝缘连接软电缆；AF-205AFS-250AFP-250 镀银聚氯乙烯氟塑料绝缘耐高温 -60℃ ~ 250℃ 连接软电线。

四、电力线缆

适用于交流 50HZ，额定电压 0.6/1kV 及以下输配电线路上，供输配电能之用。环境温度 25℃，电缆导体工作温度不超过 70℃。

VV(VLV) 铜（铝）芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，适用于敷设在室内、隧道、及沟管中，不能承受机械外力的作用，可直接埋地敷设。

VY(VLY) 铜（铝）聚氯乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆，适用于敷设在室内、管道内、管道中。

VV22(VLV22) 铜（铝）芯聚氯乙烯绝缘聚钢带

铠装聚氯乙烯护套电力 VV22 电缆, 同 VV 型, 能直埋

在土壤中可承受机械外力, 不能承受大的拉力。
VV23(VLV23) 铜(铝) 芯聚氯乙烯绝缘钢带铠装聚乙烯护套电力电缆, 同 VV2 型。

ZRVV22 同 VV22 型, 适用于有阻燃要求的场合。

YJV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆; YJV 铜芯交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆; NHVV 同 VV 型, 适用于有耐火要求的场合。

KVV 聚氯乙烯绝缘控制电缆 用途: 电器、仪表、配电装置信号传输、控制、测量。

NH-*** 耐火电力电缆; ZR-*** 阻燃电力电缆; WDZ-*** 低烟无卤电力电缆。

五、线缆型号定义

1. 举例

BV4 单铜芯聚氯乙烯绝缘电线, 铜芯截面积 4mm^2 。

SYV 75-5-1(A、B、C): S: 射频, Y: 聚乙烯绝缘, V: 聚氯乙烯护套, A: 64 编, B: 96 编, C: 128 编, 75: 75Ω , 5: 线径为 5mm , 1: 代表单芯。

SYWV 75-5-1: S: 射频 Y: 聚乙烯绝缘 W: 物理发泡 V: 聚氯乙烯护套, 75: 75Ω , 5: 线缆外径为 5mm , 1: 代表单芯。

RVVP2*32/0.2 RVV2*1.0 BVR: R: 软线, VV: 双层护套线, P 屏蔽, 2: 2 芯多股线, 32: 每芯有 32 根铜丝, 0.2: 每根铜丝直径为 0.2mm 。

ZR-RVS2*24/0.12: ZR: 阻燃, R: 软线, S: 双绞线, 2: 2 芯多股线, 24: 每芯有 24 根铜丝, 0.12: 每根铜丝直径为 0.12mm 。

ZR-BVV 3x6.0: 表示 3 根截面 6mm^2 的铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯圆型护套电缆。

NH-VV 3x70+2X35: 表示 3 根截面积 70mm^2 铜芯 + 2 根 35mm^2 铜芯的耐火聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆。

2. 规格表示法的含义

规格采用芯数、标称截面和电压等级表示①

单芯分支电缆规格表示法。同一回路电缆根数 * (1* 标称截面), $0.6/1\text{kV}$, 如: $4*(1*185)+1*95$ $0.6/1\text{kV}$; ②多芯绞合型分支电缆规格表示法。同一回路电缆根数 * 标称截面, $0.6/1\text{kV}$, 如: $4**185+1*95$ $0.6/1\text{kV}$; ③多芯同护套型分支电缆规格表示法: 电缆芯数 * 标称截面 -T, 如: 4×25 -T。

六、其他常识:

1. 导线截面积计算公式 (导线距离 / 压降 / 电流关系)

铜线 $S=IL \div (54.4 \times U)$;

铝线 $S=IL \div (34 \times U)$;

I- 导线中通过的最大电流 (A), L- 导线长度 (m), U- 允许的压降 (V), S- 导线的截面积 (mm^2)。

2. 电线线缆基础知识

(1) 电线一扎长度: 100m , 正负误差 0.5m ;

(2) 电线型号: BV 单股, BVR 多股, BVV 双胶单股, BVVR 双胶多股;

(3) 电线常用规格: $1\text{m}^2/1.5\text{m}^2/2.5\text{m}^2/4\text{m}^2/6\text{m}^2/10\text{m}^2$ 等;

(4) BV/BVR 区别: BV 为单芯线, BVR 为多股, BVR 比 BV 贵 10% 左右;

(5) BVR 比 BV 的好处: a 水电施工方便, b 在板弯时不易把线折断;

(6) 国标 GB4706.1-1992/1998 规定的电线负载电流值 (部分);

(7) 家庭电路设计, 2000 年前, 电路设计一般是: 进户线 $4-6\text{mm}^2$, 照明 1.5mm^2 , 插座 2.5mm^2 , 空调 4mm^2 专线。2000 年后, 电路设计一般是: 进户线 $6 \sim 10\text{mm}^2$, 照明 2.5mm^2 , 插座 4mm^2 , 空调 6mm^2 专线;

(8) 电线重量: 1.5m^2 约重 2.2kg , 2.5m^2 约重 3.2kg , 4m^2 约重 4.8kg , 6m^2 约重 6.5kg ;

(9) 电线 2.5m^2 以下的多股线 (1m^2 , 1.5m^2) 包装标识为 BV(B), 单股则为 BV;

(10) 电线颜色有: 红色、黄色、蓝色、绿色、黑色、黄绿色 (地线)。

农业行业标准《离网型风力发电机组运行质量检验规程》（送审稿）专家审定会在京召开

受农业部农产品质量安全监管局的委托，农业部科技教育司于2015年12月18日在北京组织有关专家，对由中国农业机械工业协会风能设备分会等单位承担的农业行业标准《离网型风力发电机组运行质量检验规程》（送审稿）进行了审定。参加审定会的专家组由来自科研院校和推广部门的7名专家组成。

农业部农业生态与资源环境保护总站孙丽英副处长代表部科教司主持了本次会议。审定会上，专家组认真听取了标准编辑小组的汇报，在审查了标准送审稿及相关资料的基础上，对标准文本的部分内容提出了修改意见，并一致认为：所提供的标准送审稿文本符合GB/T 1.1《标准化工作

导则》和农业部农产品质量安全监管局下达的任务书要求；基于大量调研，根据行业发展需要，该标准提出了离网型风力发电机组的耐久性、耐候性、安全性的测试要求和方法，具有较强的规范性、科学性和可操作性，达到了国际先进水平；该标准的实施有利于离网型风力发电机组的产品质量监督，强化产品运行安全，规范市场行为，促进企业实施标准化生产和技术改造。

专家组对本标准送审稿文本无重大分歧，一致同意通过该标准技术评审。建议编制组按照与会专家提出的意见进行修改完善后，尽快以推荐性行业标准报农业部审批发布。



UGE 垂直轴风力发电机组安装在巴黎埃菲尔铁塔上安全运行一年多

北京希翼通讯员报道：2015年1月份 Urban Green Energy (UGE) 安装于巴黎埃菲尔铁塔上的两套 UGE-5M 型风力发电机组，经一整年运行，发电量达 10000 千瓦时，可满足铁塔首层商店的电力需求。

此次采用的 VisionAIR5 型风力发电机组“几近无声”（国际检测 12 米 / 秒风速下，噪音 38db），并被涂装成埃菲尔铁塔的色调，与铁塔浑然一体。经过综合考虑，这两套发电机被安装在距地面 400 英尺（约 122 米）高的塔身上，以便机组能够充分利用相对稳定的风力，最大限度地发挥其发电能力。

垂直轴风力发电机的发电能力经过 UGE 公司长达 10 多年的不断更新研究与制造，其风能利用系数 C_p 已经接近 0.35，高于其他同类产品 50% 左右，而且该种形式设计更适用于风力不稳定且



风向多变的城市区域，大大的增加了机组的稳定性，对于被安装的建筑物本身来讲，安全性和可靠性大大增加。

UGE 总裁尼克·布里特维克 (Nick Blitterswyk) 认为，这一改造项目为全球可再生能源产业起到了良好的宣传作用。他表示：“毫无疑问，埃菲尔铁塔是全球最著名的地标性建筑，当来自全世界的游客都能看到这些风力发电机时，我们就向清洁可靠的再生能源时代又迈进了一步。”

埃菲尔铁塔的绿色改造项目不仅限于风力发电，还包括一个面积达 10 平方米的太阳能光伏板，可满足两个展馆近一半的热热水需求，此外，还安装了节能 LED 灯光系统、热泵以及雨水回收系统

目前这两台 UGE 旋翼型垂直轴风力发电机组已经成功地安全运行一年零三天，即 368 天整，事实证明，UGE 垂直轴风力发电机想对比与其他风力发电机更加适合于安装于建筑顶部，其发电效率及安全性、稳定性比其他水平轴风力发电机更具有优势。

UGE-5M (VisionAIR5) 旋翼型垂直轴风力发电机已经在中国国内有了很多的安装案例，例如北京园博园风光互补电动汽车充电站系统中，使用了两台该类型的风力发电机组 +12KW 的太阳能光伏发电系统，可以满足该园区内酒店用于接送客人的电动汽车充电使用。另外该款风力发电机组在国家智能微网项目中也得到了各大科学研究院的认可。2013 年安装于江苏南京电力科学研究院，2014 年安装于上海电器科学研究院的智能微网项目中。其中安装于上海电器科学研究院 60 米高的主楼楼顶机组，经历了 2015 年第 13 号台风苏迪罗的考验。

美国能源部投资百万美元研发 3D 打印风电叶片

近日，美国能源部宣布了一项计划将投入巨资来借助 3D 打印技术将风力发电机的叶片制造成本再降低 5%。

去年 8 月，美国总统奥巴马和环境保护署宣布了一项新的清洁能源计划。这项计划的基本目标是减少对煤和石油等高碳能源的依赖，转向更加环保的可再生能源，如风能和太阳能等。目前美国风能正在蓬勃发展，为全美 1750 万家庭提供能源供应。最重要的是，风力发电的电价仅为 2.35 美分 / 千瓦时，比美国许多地方电力批发市场的平均价格都便宜。

正是看到了这一点，近日，美国能源部宣布了一项计划将投入巨资来借助 3D 打印技术将风力发电机的叶片制造成本再降低 5%。据能源效率和可再生能源办公室的风能、水能技术总监 Jose Zayas 称，这 5% 成本的节省意味着每年可以多制造 1.3 万个叶片，总体上意味着 7500 万美元的节约。

为了推动这个计划，该机构承诺将投资 100 万美元，其目标是在 2016 年中期以前开发出一个使用 3D 打印技术制造的展示叶片。需要强调的是，他们希望整个叶片都用 3D 打印技术制造完成。

能源效率和可再生能源办公室助理主任 David Danielson 称：“在过去，3D 打印是很很有意思，但它的速度太慢了，只适合制造巴掌大的部件。而现在我们希望能够将 3D 打印的部件扩展到 40 英尺那么大。”

当然了，美国能源部提出 3D 打印大尺寸对象的这个计划是很有底气的，因为他得到了两家在这一领域非常有经验的合作伙伴的支持。其中之一就是橡树岭国家实验室（ORNL），它是美国能源部下属最大的一家国

家实验室，在不久前该实验室已经使用 3D 打印技术创建了依靠太阳能或天然气来发电的住宅和汽车（下图）。



另一个伙伴则是 Sandia 国家实验室，这家机构自成立 60 多年来一直在为美国提供与国家安全问题相关的科技解决方案。该实验室甚至还曾经发明过增材制造技术——激光直接成型（LENS），这是一种能够打印复杂金属部件的粉末 3D 打印工艺；还有 Robocasting，这是一个通过加压针使陶瓷浆料注浆成型成为三维部件，然后在窑炉里烧制硬化。

在这两家机构的协助下，美国能源部希望能够使用 3D 打印技术使当前的制造方法更有效率，进而实现成本节约。

据了解，这种模具是用复合材料和钢结合制造的。不过目前尚不清楚将来美国能源部会使用什么样的 3D 打印工艺来制造风力发电机叶片。就让我们拭目以待吧。🌱

美国 1000 个小型风电项目 获 13 亿资金支持

美国分布式风能公司 United Wind Inc 获得 2 亿美元 (约合人民币 13 亿元) 资助, 支持分布在美国东北和中西部地区 1000 个小型风电项目。

该公司首席执行官 Russell Tencer 说, 这笔投资来自加拿大多伦多的一家私募基金 Forum Equity Partners。他希望风电能够拥有与太阳能领域相似的增长曲线。

这家位于纽约的创业公司从 2013 年起已开发了 26 个大项目。2015 年 10 月, 该公司获得 1350 万美元用于 WindLease 风电项目的扩展, 为住宅和商业用户提供 100KW 风力发电机。该项目金融资本由美国银行和纽约绿色银行提供。

本文采用实时汇率 1 美元 = 6.5507 人民币元 

(来源: 东方风力发电网)





图 1：第七届世界小型风能高峰论坛会场

来自第七届世界小型风能高峰论坛的会议动态

文 / 中国农业机械工业协会风能设备分会 沈德昌

世界风能协会举办的“第七届世界小型风能高峰论坛”在德国胡苏姆新能源展会、中国风能设备协会、德国风能协会和 100% 可再生能源组织的共同支持下，于 2016 年 3 月 17 日至 18 日在德国胡苏姆成功举行。世界风能协会秘书长史太芬先生和世界风能协会小型风能主管皮特森先生等主持了峰会各阶段的分会。出席峰会的主要嘉宾有：世界可再生能源署 Roland Roesch 先生、世界风能协会副主席孙忠烈先生、中国风能设备协会副秘书长沈德昌先生等。两天来有 23 位专家在会上进行演讲，近 40 人参加了会议。



图 2：世界风能协会秘书长史太芬主持峰会



世界风能协会
Jean 先生在峰会上做报告



中国风能设备协会
沈德昌研究员发言



丹麦小型风力机协会
Morten Petersen 先生发言

在两天来的论坛发言中，世界风能协会 Jean 先生就“2014 全球小型风力机发展报告”，对市场与技术的发展以及存在问题进行了阐述。小型风力机被应用在不同的市场环境中：如农村的离网应用、农村和都市的并网应用，小风电在电讯系统中应用等；每一种市场都是基于某些用户需求或政策的激励而形成的，不同用户对风力机有着各自的要求。在讲演中，他披露了当前全球小型风电机组市场规模下降情况和对风力机的技术要求，介绍了新兴市场取得小型风电应用的成功经验。

中国风能设备协会副秘书长沈德昌研究员介绍了“小型风力机在中国的发展”情况。他阐述了中国小型风电机组制造业发展情况和小型风电机组的市场变化情况，小型风电机组在促进中国边远农村建设中发挥的作用和当前中国小型风电机组的主要应用方式，介绍了中国企业开拓国外市场取得的进展。

在两天的小型风能高峰论坛中，共组织了五次讲演和嘉宾与听众的对话，与会代表积极参与，就各国专家关心的小型风力机面临的市场挑战、当前标准对小型风电产业的促进作用、小型风电机组在微网中应用以及小型风力机产品用户标签制度的实施等焦点问题进行了热烈的讨论。

在小型风能设备市场分析方面：德国小风能协会专家 Norman Gunser 介绍了德国小型风能设备发展情况；丹麦小型风力机协会 Morten V. Petersen 先生介绍了丹麦小型风能技术的发展情况；韩国风能工业协会孙忠烈先生介绍了韩国小型风能产业的发展情况，奥地利风能专家 Kurt Leonkhartsberger 先生介绍了奥地利小型风电新兴市场情况。

在标准、认证和专利方面：丹麦生态管理专家 Svend W Enevoldsen 先生发表了“小型风电工程 - 从概念到认证”的讲演，西班牙 IEA Task27 专家 Ignacio 先生介绍小型

风电国际用户标签工作开展情况，瑞典风能协会 Seven Ruin 先生介绍瑞典小型风电形势的改善情况，世界可再生能源署 Roland Roesch 先生介绍了世界可再生能源署的“激励小型风能的互动工具项目”。

在小型风能市场潜力预测方面：英国拉夫堡大学 Jon Sumanic-Leary 先生介绍了“用风力赋权方法对南半球小型风能在市场进行的评估”，比利时布鲁塞尔大学 Mark Runacrees 先生介绍了在温和风区对小型风能系统生存能力的评估，荷兰绿色收集组织的 Frits Ogg 先生介绍小型风力机在通讯基站的应用技术，荷兰代尔福大学 Vinit Digher 先生介绍了管道式风力发电机在都市区域应用的研究结果，荷兰风能解决方案机构 Jose Braakman-Groonenbroek 先生介绍了互补能源系统在 St. Helena 岛上应用取得的成果和教训。

在微型电网技术方面：德国 QiDo 能源发展公司的 Martina Dabo 女士介绍了“对不需要风测量桅杆

的微型风能项目银行能接受的风测量程序和测试、调试工作标准程序”；Pierre Pesnel Abadia 先生介绍了“为微网设计和优化的载荷谱评估和预测工具”；西班牙风能专家 Juan Carlos Ausin 先生介绍了“用智能电网控制能力把一个小型风电机组并入微网”的案例。

在技术发展方面：挪威 SINTEF 公司的 Mathias Haase 先生介绍了“微型都市风力机影响因素的参数研究”；以色列 EVR 发电机的风能专家 Eli Rozinsky 先生介绍了“通过采用轻型发电机提高机组效率来开拓小型风电机组新市场的设想”；德国 HTW saar 公司的 Daniel Lehser-Pfeffermann 先生介绍了垂直轴风力机的研发过程。

面对全球小型风电机组近年来销售下滑的形势，与会专家颇感关注。17 日研讨会结束后，世界风能协会秘书长史太芬在胡苏姆中国饭馆召集部分专家会议，研究对策。会上丹麦专家皮特森建议世界风能协会成立一个 3-5 人的小型风能专家咨询组，促进世界小型风电设备市场的发展、标准和用户标签制度的实施，中国专家表示支持这一提议并愿参与工作。会议还希望来自企业的专家能够参与咨询组的工作。

在同时举办的世界第七届胡苏姆新能源展览会上，共有 120 多家厂商展出了太阳能、风能、生物质能、柴油机节能和新能源汽车新产品。这也是世界风能协会参与主办的世界小型风力发电机组及其配套产品的重要展会，其中有来自欧洲、亚洲国家的 10 来家小型风电

机组生产企业参展，功率在 1kW 到 15kW 之间，其中水平轴风力机产品多于垂直轴风力机产品。另有一家风力提水机制造商参展。这次展会是全球新能源设备（包括：太阳能发电设备、小型风力发电设备、生物质能源设备和新能源汽车）产品技术的新展示。我国广州红鹰能源公司和浙江诸暨风力发电机公司参加了展出。

在世界风能协会等各有关国际

组织的支持下，这次峰会取得了成功，尽管今年参会人数低于去年。但是它为加强全球范围内小型风能供电系统以及小型风能与其他能源的混合供电系统的技术交流提供了良好的平台，为克服困难促进世界小型风能产业的发展起到了积极地推动作用。世界风能协会秘书长史太芬表示，世界风能协会将与国际可再生能源署合作，积极支持全球小型风能产业的健康发展。



- ① 新型的水平轴风电机组出现在展会上
- ② 广州红鹰公司 HYE 的展台颇受青睐
- ③ 在这次展会上新型垂直轴风力机产品参加了展出
- ④ 多叶片风轮式风力提水机露天展会

引领中小型风力发电产业 发展的信息服务平台

“中国风能产业网”、《中小型风能设备与应用》杂志是由中国农机工业协会风能设备分会主办的风能领域专业杂志和网站，旨在宣传贯彻国家有关风能产业的方针政策，加强行业之间的合作交流，进一步促进我国风能产业的健康发展。即是了解行业趋势、掌握最新资讯的重要窗口，也是行业沟通交流与合作贸易的最佳平台，更是厂商宣传企业形象、推广产品及服务的纽带和桥梁。



欢迎踊跃投稿：yaoxw@cweea.com.cn

地址：北京市西城区月坛南街26号院1号楼2012-2018室 邮编：100825

电话：010-68596008 68517467 传真：010-68596006 <http://www.cweea.com.cn>



www.chinawind.org.cn



2016北京 国际风能大会暨展览会

CHINA WIND POWER 2016

October 19-21, Beijing, China

China International Exhibition Center(New Venue)

2016年10月19-21日 中国国际展览中心（新馆）