

站在高处 凝望远方

文 / 祁和生

中小型风力发电行业发展，在“十二五”期间的开端，其行情曾达到了有史以来的高点。由于受多种因素的影响，在整个“十二五”期间内没能在高点停留，遭遇连续几年大幅度下行。在2015年，市场仍未能遏制住下滑趋势，急速地滑到了低谷，整个行业陷入低潮。看似很被动。然而，世间的事物总是潮起潮落，春去春又会来。越是在最困难的时刻，越是要挺直脊梁，站在高处凝望远方。

大型风力发电行业，正处在国家能源战略发展的高速路上，处在新兴产业经济极为给力的地方，已经占据我国第三大电力供应优势地位。中小风电，作为大型风电、光伏发电的有力补充，它孕育着很大的发展空间。中小风电就是在形势发生逆转的情况下，为我国分布式微电网示范试验项目提供了试验样机，通过对并网型微电网和离网型微电网试验研究，已经验证了中小型风电机组在微电网中的应用是能够担当重任的，只是要等待时机的成熟。

2015年7月13日，国家能源局下发了《关于推进新能源微电网示范项目的指导意见》文件，旨在指导全国在新能源微电网的应用技术，一项风、光、热、储分布式新能源多能互补供电方式，就解释清楚了中小型风电在其中的必要条件与用途。今年10月，国家能源局开始考虑给予中小型风力发电系统在分布式并网领域应用的政策，这将是国家层面正式支持中小型风电发展的开端，今后甚至可能涉及到对中小型风电制造业发展的支持。对于本行业，它就像航行在海平面驶向岸边能看到桅杆的大船，它也像孕育在母腹中面临降生的胎儿，中小风电行业期盼已久的并网应用时机将要到来。

通过连续低潮的考验，让行业深深地体会到什么叫做危机感，也让行业尝试了面对危机时的应对措施。中小风力发电行业的当务之急是如何开展科技创新，如何控制产品质量，如何提高产品运行可靠性和安全性，还不能忘记做好售后服务，以应对“十三五”时期可再生能源发展的召唤。让我们共同努力，为迎接大好形势的到来而奋斗。



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网络收录，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 站在高处 凝望远方

产业综述

04 大力提升中小风电、太阳能应用比例，打造宜居宜业生态城镇
中国名片 常东来
07 国家能源局关于实行可再生能源发电项目信息化管理的通知

企业访谈

11 响应“三型” 发展“四化”
——记迎风飘扬的北京锦能公司

技术交流

15 通信基站供电系统投资成本对比分析 邱德杰
20 风电机组实际运行功率特性复杂性
25 能源互联网的关键技术有哪些
28 什么是最佳倾角
31 双向充电桩的关键技术分析



产品应用

- 34 中小风电在微网中的应用
- 40 新型水平轴 FD-10 风力发电系统介绍 石云岩
- 43 多台小型风电并网系统解决方案 刘宇

专题报道

- 46 上海致远 FD21-50 风力发电机组获得中国首张 SWCC 认证证书
- 47 大丰市海水淡化示范项目安装建设完成
- 48 上海致远 4 台 FD21-50 风力发电机组在加拿大成功投入并网运行
- 49 科华恒盛荣获第三届中国电源学会科技奖两项大奖

行业资讯

- 50 新能源智能农田灌溉系统为农业撑起一片蓝天 刘敬古
- 52 内蒙锡盟启动新能源通电设备升级改造
- 53 中国农村能源问题

海外市场

- 64 我和小型风电 Gus Sansone (美)

大力提升中小风电、太阳能应用比例， 打造宜居宜业生态城镇中国名片

文 / 中科恒源科技股份有限公司 常东来

一、中国已确立风能、太阳能等可再生能源 国家能源战略地位

能源安全是国家战略的重要组成部分，多元、低碳、高效和清洁是未来全球能源利用的发展趋势。保证能源供应，强化能源供应、经济和环境安全，发展低碳技术，大力开发利用新能源和清洁能源替代传统碳基能源，提升风能、太阳能等可再生能源综合应用率，对国民经济的可持续发展、对十八大提出建设美丽中国及建设生态城镇的宏伟目标具有重大的战略意义和现实意义。

（一）新城镇化中应用中小风能、太阳能等 新能源势在必行

1. 风电、光伏发电等可再生能源是中国未来20~30年内能源转型重心。当前，中国已明确风能、太阳能等可再生能源国家能源战略地位，光伏发电等可再生能源是中国未来20~30年内能源转型的重心。经济快速发展的中国是世界最大的电力装机和电力消费国、煤炭进口国、第二大石油进口国。然而，中国面临严重的能源和电力供给短缺、环境污染问题，中国常规能源储采只可维持20~30年，新能源市场将步入高速发展期。预计2050年中国可再生能源将占一次能源的40%，占电力需求的60%，预计光伏装机10亿kW，光伏装机比例为25.38%。

2. 十八大提出建设美丽中国、建设生态城镇的

战略目标。在未来二三十年里，如果城镇化率的提高保持目前水平，每年将有1000多万人口转移到城市。预计至2020年将带动25万亿元的城市基础设施建设投资和消费需求，建设节能环保、生态两型新城镇必将是城镇化过程中的投资主线。

3. 构建“生态城镇”群，提高中小风电、光伏发电等可再生能源综合应用率。推广应用风能、太阳能中小型化离网储能供电系统等公共基础设施，亦是十八大建设美丽中国、建设生态城镇的重要举措。展望未来，提高清洁能源占比、推行清洁能源经济发展模式，彻底解决雾霾的严重危害，是构建全球领先的“生态城镇”群，实现我国新城镇化宏伟目标的有效途径。其中：

绿色建筑占新建建筑比重由2012年的2%，到2020年提高到50%；可再生能源消费比重由2012年的8.7%，到2020年提高到13%；

新型城镇化基础设施建设中，明确优先采用分布式能源，大力推进可再生能源建筑应用；而中小风电系统具有显著的分布式应用优势，经济性较高。

（二）中国当前面临严重的能源供给和温室气体排放的双重压力

中国常规能源资源远远低于世界平均水平。再过30年，中国将无煤可挖，无油可采，无气可开！中国必须在今后20~30年内完成能源转型，发展中小风电、光伏发电等可再生能源是中国能源和环境

可持续发展的唯一出路。

建设节能环保、生态两型新城镇必将是城镇化过程中的投资主线，各级地方政府可以通过提高风能、太阳能中小型化可再生能源综合应用率，如发展风能、太阳能、地热能以及其它环保型混合发电能源设施，提供部分清洁的可再生能源，替代传统市电实现节能减排目标。

二、推动中小型风电分布式应用于新城镇建设的重要意义

中小型风电在分布式微电网中的应用，是一项不可忽视的新能源发展类型，在新城镇建设中可充分显示出它的价值和作用。中小型风电系统具有运输和安装条件好、技术先进可靠、占地少、易维护、风能利用率高等特点，符合我国国情的因地制宜、就地生产、就地消纳、分布储存的分布式可再生能源综合利用。

据悉，风能专委会及风能设备协会正在呼吁国家能源局出台相关补贴扶持政策，中小风电产业有望迎来蓬勃发展期。

1. 中小型风力发电系统在道路及景观照明、监控领域的应用。我国的城乡道路及景观照明一直是耗电大户，各地为在道路及景观照明和监控领域节能改造探索了各种办法。

中小型风光互补独立发电系统已在道路及景观照明、各类监控系统供电、通信设备供电等领域大量应用，是一项可以大规模推广应用的新能源应用技术。

2. 中小型风电在用户侧并网应用的产品技术。中小型风电在用户侧并网应用的产品技术，可视分布式并网用电单元。用户侧分布式并网系统可以采用多能互补技术模式，以推进风能发电技术实现自发自用、余电上网。

3. 中小型风电在联网型分布式微电网中的应用。中小型风电分布式微电网的建设，坚持因地制宜、多能互补的原则，采用风、光、储等多种发电形式组成局部配电网。中小型风电为主的新能源微

电网适用于我国广大城乡社区、机关、部队、学校、医院、商业、充电庄、工矿企业等。总之，中小型风电分布式微电网的发展对我国能源结构的调整有非常积极的意义。

4. 中小型风电分布式在独立（离网）型微电网的应用。独立型中小风电分布式微电网适用于大电网达不到的区域，如海岛供电、边防哨所、边防武警支队、海水淡化、农田灌溉、水上养殖、边远农村、移动通信基站、海上渔船等等。因此，中小风电分布式独立供电示范项目，屡屡获得财政部、能源局高度重视，作为中国消除“无电人口地区”的国家重器。在经过长达数年的不懈努力，终于为中国获得了广泛赞誉的国际声誉，目前正在通过丝绸之路经济带，辐射全球发展中国家和相关无电地区。

以中小风电独立型分布式发电系统组成局部供电网络，根据用户用电负荷满足电力供应，可以减少建设投资成本，提高供电效率，是具有大规模发展前景的新能源应用技术。

5. 风能、太阳能中小型综合互补应用供电系统的优势及其前景。与大型风电、大型光伏电站相比，风能、太阳能中小型综合互补应用更具优势。与大型电站建设项目相比，风能、太阳能中小型综合互补应用投资相对较少；建设无需占据大量土地；每套系统均为离网独立供电，所发电力能就地消纳；同时，通过小型风力发电机和太阳能光伏组件的综合应用，适宜在全国广袤的风能和太阳能资源非丰富区推广应用，优势显著。

从发展前景上看，随着系统中风电机组、光伏组件、蓄电池等关键部件在技术方面的高速发展和系统成本的迅速下降，风能、太阳能中小型综合互补应用供电系统的经济性、稳定性和可维护性进一步加强，其针对小型电源用户的优势愈加明显，由此带来的市场空间巨大。

首先，从发展趋势上看，风能、太阳能中小型综合互补应用供电系统替代传统供电系统成为必然，这种替代将带来巨大的市场空间。以城市道路照明为例。随着LED、蓄电池技术的快速进步，光伏组件和风力发电机在能效转换和稳定性上的持

续提高，相关部件成本的迅速下降，风光互补路灯的稳定性和经济性日益凸显，使传统路灯被风光互补路灯替代成为必然。这种替代将带来巨大的市场空间。仍以风光互补路灯系统为例，考虑到传统路灯的新能源改造、市政景观照明、公交候车亭照明、户外广告牌照明、道路监控系统，整个市政建设领域还要增加至少 2000 亿的市场空间，则总市场空间每年达 3000 亿。

其次，除替代传统路灯外，风能、太阳能中小型综合互补应用还将催生出全新的、更大的市场空间。伴随着风光互补供电系统集成技术的成熟、可靠性的增强以及社会认知度的提高，风光互补供电系统的应用领域能不断拓展，其应用将从最初单一的偏远地区无电户供电，发展到实现在三大产业范围内的应用。

未来 10 年，风能、太阳能小型化综合应用若能实现在以上领域的推广应用，可带来 1.8 万亿元的市场空间。考虑到对其他产业的 GDP 拉动，其市场价值可为 GDP 增长贡献 0.39 个百分点。这一应用，将避免全国性雾霾重度污染再次发生，将为我国节能减排事业和实现新能源、可再生能源的应用目标做出巨大贡献。

三、建议

风能、太阳能中小型综合互补应用空间巨大，但目前的问题是在整个清洁能源占比较低，推广应用力度不大，各方对规模化应用中小型风能、太阳能综合互补应用系统的重视仍然不够。另外，目前我国离网型新能源企业多为中小企业，企业规模普遍偏小、自主创新能力较低，且相关产业配套程度不高、集中度差，尚未形成有影响力的产业集群，社会认知度也不高，在现行政策条件和市场规则下，风能、太阳能中小型综合互补应用无法与大型风电、光伏并网电站建设得到同等的待遇和政策支持。

为此，我们建议：

1. 制定产业扶持政策，提升风光互补离网新能源占比。建议将“大力发展风光互补离网新能源”

列入国家《可再生能源中长期发展规划》以及各级各部门《“十三五”新能源产业发展规划》、《全国促进城镇化健康发展规划(2016 ~ 2020 年)》中，并专门编制《中小风电产业发展规划(2016 ~ 2020 年)》中，制定产业扶持政策支持对规模化应用，推广应用中小风电智能综合应用技术，提升风光互补系统在离网型新能源应用中的占比。

2. 颁行风能、太阳能中小型化综合应用供电系统的补贴政策。一是将中小风电产业应用，如风光互补供电系统中的关键部件、控制器、逆变器等纳入国家分布式补贴范畴；二是颁行节能量阶梯电价补贴政策。借鉴原“节能”政策补贴方式，颁行节能量阶梯电价补贴新政策。即在不同气候条件下，根据统一的计量方式和计量标准，核定系统的发电量、对应的阶梯电价补贴。

3. 鼓励推广应用中小风电产业各种应用系统产品及技术进步。鼓励各级政府出台推广应用中小风电产业各种应用系统产品的补贴政策，授权各级政府地方政府根据年度预算，决定风能、太阳能中小型综合应用项目的建设规模；鼓励各类资金参与项目投资与建设并给予项目贴息优惠扶持；对于政府投资或者资金来源于政府的新城镇公共基础设施项目，必须要求匹配一定比例的中小型风光互补新能源应用项目。

4. 发挥政府采购职能把符合要求的风能、太阳能小型化综合应用供电系统列入《节能产品政府强制采购目录》，纳入政府采购范围。列入《目录》的产品包括：风光互补路灯、农村道路太阳能路灯、风光互补森林防火监控系统、风光互补交通信号灯系统、风光互补道路监控系统、风光互补石油管油气管系统等。

5. 对于中小型风电分布式在独立（离网）型微电网特殊应用形态，出台专项补贴扶持政策。众所周知，光热发电、太阳能热水项目，由于缺少“并网计量”装置，补贴扶持政策迟迟不能出台，中小风电独立（离网）型微电网亦如此。但无论我们是否重视，这种应用形态对于新城镇建设具有极大的社会、经济价值，是不可或缺的重要组成部分。

国家能源局关于实行可再生能源发电项目信息化管理的通知

各省(区、市)、新疆兵团发展改革委(能源局),各派出机构,国家电网公司、南方电网公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司,各地方独立电网企业,中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国国电集团公司、国家电力投资集团公司、中国神华集团公司、中国长江三峡集团公司、华润集团公司、中国节能环保集团公司、中国广核集团公司,水电水利规划设计总院(国家可再生能源信息管理中心):

为贯彻落实《国务院办公厅关于创新投资管理方式建立协同监管机制的若干意见》(国办发〔2015〕12号)、《国务院办公厅关于运用大数据加强对市场主体服务和监管的若干意见》(国办发〔2015〕51号)、《国家能源局关于推进简政放权放管结合优化服务的实施意见》(国能法改〔2015〕199号)等文件要求,提升新能源行业管理水平,建立健全事中事后管理机制,规范可再生能源电价附加补助资金管理,现就实行可再生能源发电项目信息化管理工作的有关要求通知如下:

一、享受国家可再生能源电价附加资金补贴政策的新能源发电项目及其配套送出工程均纳入国家能源局可再生能源发电项目信息管理平台(登录国家能源局官方网站,以下简称“信息平台”)管理,包括风电、光伏发电、太阳能热发电、生物质发电、海洋能发电等已建成、在建和新建项目及其配套送出工程。信息平台是国家能源局信息管理系统的重要组成部分,由国家能源局委托国家可再生能源信息管理中心负责日常运行维护,信息平台相关数据版权和解释权归国家能源局所有。原“可再生能源电价附加信息管理平台”自2015年11月1日起停运。

二、各省级能源主管部门负责组织本省(区、市)内各级地方能源主管部门申请或复核信息平台工作账号,及时组织辖区内相关项目单位通过信息平台上报项目信息,并通过信息平台对风电、太阳能发电等新能源发电项目实行年度规模管理。对实行年度规模管理的新能源发电项目,各省级能源主管部门当年累计安排的项目新增规模不得超过国家能源局下达的年度规模,否则信息平台将不予接受。

三、对于申请办理核准(备案)的新能源发电项目,由具有核准(备案)权限的地方能源主管部门在受理核准(备案)申请时,登录信息平台生成该项目整个建设周期身份标识的唯一项目代码(以下简称“项目代码”),并在项目核准(备案)文件予以明确。项目代码作为政府监管项目建设及项目申报电价附加补助信息识别的依据。地方能源主管部门可利用信息平台跟踪和管理本地区新能源发电项目建设运行情况。



四、国家能源局各派出机构可通过信息平台查询新能源发电项目前期工作、核准（备案）、建设、并网及运营等项目全生命周期的相关信息、年度规模管理信息和配套接网工程衔接及建设进展情况，对电网企业公平无歧视接入新能源发电项目以及并网后的优先上网情况进行监管。

五、新能源发电项目单位应及时通过信息平台如实填报项目前期工作、核准（备案）、建设、并网及运营等项目全生命周期相关信息，并按照有关规定申报电价附加补助目录。对于因信息填报错误、填报不及时导致不能及时接入电网、纳入补贴目录及获得电价附加补贴的，由项目单位自行承担相关责任。

六、各电网企业应及时填报由电网企业投资建设的可再生能源发电项目接网工程建设进度，并在受理发电项目单位并网申请后登录信息平台对 ([相关信息进行复核。对于由发电企业投资建设、需申报补助目录的接网工程，发电企业应及时填报接网工程核准及投产信息并申报补助目录。个人分布式光伏发电项目原则上由受理项目申请的电网企业将相关信息打包后，通过信息平台报送，个人可登录 ([信息平台进行复核。

七、国家能源局组织国家可再生能源信息管理中心对可再生能源发电项目各阶段 ([信息进行统计汇总，并按时将行业发展情况对社会进行公开，引导产业持续健康发展。

信息平台自发文之日起上线试运行，试运行满一年后将自动转入正式运行。请各有关单位高度重视本项工作，按照职责分工加强协作，落实相关要求，加快推进可再生能源发电项目信息管理工作，促进新能源产业健康、稳定、快速发展。

附件：可再生能源发电项目信息填报说明

2015 年 9 月 28 日

国家能源局

可再生能源发电项目信息填报说明

一、填报流程

(一) 项目前期

1. 填报内容

由项目单位负责填报项目前期工作信息，主要包括项目名称、项目规模、建设地址、项目拐点坐标、资源测量情况、预计开工和并网时间等。

2. 填报流程

(1) 大型新能源基地项目

在基地规划审定前，由项目单位登录信息平台填报相关信息，提出纳入基地方案申请。

(2) 新能源示范项目

风电清洁供暖、国家先进技术光伏示范基地等新能源示范项目，在示范项目实施方案确定前，由项目单位登录信息平台填报相关信息，提出纳入示范项目实施方案申请。

(3) 风电项目（含分散式）

在省级能源主管部门制定本省（区、市）风电年度开发方案前，由项目单位登录信息平台填报相关信息，提出纳入风电年度开发方案申请。

(4) 光伏电站项目

在省级能源主管部门制定本省（区、市）光伏发电年度建设实施方案前，由项目单位登录信息平台填报相关信息，提出纳入光伏发电年度建设实施方案申请。

(5) 企业分布式光伏发电项目

在项目备案前，由项目单位登录信息平台填报相关信息。

(6) 太阳能热发电项目

在项目备案前，由项目单位登录信息平台填报相关信息。

(7) 生物质发电项目

在项目核准（备案）前，由项目单位登录信息平台填报相关信息。

(8) 个人分布式光伏发电项目、接网工程和公共独立系统

无需在项目前期工作阶段填报信息。

(二) 年度规模管理

对于需要进行年度规模管理的风电、太阳能发电等新能源项目，在完成项目前期工作信息填报后，需由省级能源主管部门通过信息平台实行年度规模管理工作，作为申报电价附加补助信息的重要依据。其中，申请纳入基地管理的项目，应根据审定的基地规划确定具体项目名单；对其他申请纳入年度开发（建设实施）方案和新能源示范实施方案的项目，应确定方案具体项目名单和列入规模。各省级能源主管部门当年累计安排的项目新增规模不得超过国家能源局下达的年度规模，否则信息平台将不予接受。未经省级能源主管部门通过信息平台审核确认的项目，将无法填报项目建设、运营等信息。

(三) 核准（备案）

具有核准（备案）权限的地方能源主管部门，在受理项目核准（备

案）申请时登录信息平台，对项目（不包括个人分布式光伏发电项目）进行确认，即时生成项目代码，并在核准（备案）文件中予以明确。已完成核准（备案）的项目需要项目单位通过信息平台完成项目前期信息补填后，平台自动生成项目代码。项目代码将作为政府监管项目建设及项目申报电价附加补助信息识别的依据。

新能源发电项目在核准（备案）后 10 个工作日内，由项目单位通过信息平台完成项目核准（备案）信息填报。个人分布式光伏发电项目原则上由电网企业按月代为填报项目备案信息，并打包报送至信息平台。个人可申请登录平台对相关信息进行复核。

(四) 项目建设

1. 填报受理要求

(1) 风电项目

在省级能源主管部门通过信息平台完成年度规模管理、生成项目代码后，经信息平台复核确认项目代码标识的核准规模与年度开发方案（基地方案、示范实施方案）中规模一致，方可填报项目建设信息。

(2) 太阳能发电项目

在省级能源主管部门通过信息平台生成项目代码、完成年度规模管理后，经信息平台复核确认项目代码标识的备案规模不超过累计获得的年度实施方案列入规模后，方可填报项目建设信息。

(3) 其他项目

在完成项目核准（备案）信息填报后即可填报项目建设信息。

2. 填报内容

（1）月度建设（投产）信息

风电、光伏发电项目单位需按月填报项目月度建设信息，主要包括发电设备投产情况、配套送出工程建设情况、工程月度投资等；电网企业需填报个人分布式光伏发电项目月度投产信息，主要包括经营范围内月度新增个人分布式光伏发电项目总数、投产容量等。个人可申请登录平台对相关信息进行复核。月度建设（运行）信息将作为国家年中调整建设规模和下年度开发、建设实施方案确定的重要参考依据。

（2）全部设备投产信息

所有新能源发电项目单位均需填报全部设备投产信息，主要包括项目投运时间、投运容量、总投资、投运设备明细等。

（3）并网申请受理信息

所有新能源发电项目单位均需填报并网申请受理信息，主要包括升压站并网申请日期、升压站并网验收日期、验收单位等，并提供并网申请和验收文件。

（4）竣工验收信息

所有新能源发电项目单位均需填报竣工验收信息，主要包括总投资、项目规模、用地费用、进站道路投资、融资成本等。

3. 填报流程

（1）填报月度建设（运行）信息

风电、光伏发电项目单位在项目主体工程（四通一平）开工后的每月前 10 个工作日内，通过信息

平台填报上月月度建设信息；省级电网企业在每月前 10 个工作日内，汇总个人分布式光伏发电项目投产信息，打包报送至信息平台。个人可申请登录平台对相关信息进行复核。

（2）填报并网申请受理信息

需申请并网的新能源发电项目单位在向电网企业提交并网申请后 2 个工作日内，通过信息平台及时填报项目并网申请信息，并在并网验收完成后 10 个工作日内通过信息平台填报项目并网验收信息。电网企业在受理项目单位并网申请后 10 个工作日内登录信息平台对申请受理相关信息进行复核。

（3）填报全部设备投产信息

新能源发电项目、接网工程、公共独立系统项目单位在全部设备投产后的 10 个工作日内，通过信息平台及时填报项目投产信息。

（4）填报竣工验收信息

新能源发电项目、接网工程、公共独立系统项目单位在竣工验收结束后的 10 个工作日内，通过信息平台及时填报竣工信息。

（五）项目运营

1. 填报受理要求

完成项目全部设备投产信息填报后，方可填报项目运营信息。

2. 填报内容

（1）月度运行信息

风电、光伏发电、生物质发电项目需填报月度运行信息，主要包括上网电价、上网电量、限电电量、结算电量、补贴拨付、设备退役信息等，并上传电力交易结算凭证。

（2）补贴清算信息

所有新能源发电项目均需按年

填报补贴清算信息，包括年度上网电量、应获得补贴金额、实际补贴拨付金额、清算补贴金额等。

3. 填报流程

（1）月度运行信息

风电、光伏发电项目、生物质发电项目正式开始商业运营后，项目单位需于每月前 5 个工作日内填报上月项目运营信息。

（2）补贴清算信息

所有新能源发电项目在每年 1 月前 5 个工作日内填报上年度补贴清算信息。

（六）项目运营结束

1. 填报内容

新能源发电项目结束运营后需填报项目运营结束信息，主要包括运营结束时间、结束方式、植被恢复情况等，并上传相关证明文件。

2. 填报流程

项目单位需于项目结束运营后的 10 个工作日内填报项目运营结束信息。

二、注意事项

1. 项目单位在项目升压站并网验收完成后即具备申报补助目录资格，应通过信息平台按照补助目录申报要求填报相关信息，并提交相关支持性文件。

2. 在项目完成核准（备案）后，项目单位不得擅自变更项目名称、规模等关键信息，如需变更须通过信息平台提出申请，并提供相关证明文件，经审核确认后方能变更。

3. 对于信息填报不及时或填报错误的项目，在信息补充更正前，不具备申报补助目录资格，不能领取可再生能源电价附加补助资金。

响应“三型” 发展“四化”

——记迎风飘扬的北京锦能公司

北京锦能伟业能源科技有限公司坐落于海淀区上地信息产业基地，注册资本金 5000 万，是国内最早专业从事太阳能发电、风力发电的产品研发生产、系统集成业务及运维服务业务，是拥有核心技术专利和自主知识产权的国家级高新技术企业，是风光互补新能源发电技术的率先倡导者与实践者。锦能公司集产品设计、生产、销售、施工为一体，建立了自己的研发中心、展示中心和生产基地，拥有较为雄厚的技术实力和丰富的工程设计、施工经验。自 2001 年来公司一直致力于太阳能发电、中小型风电设备和风光互补新能源发电技术的研发与创新，锦能的主营范围有：太阳能电池组件、太阳能智能控制器、太阳能风能互补（风光互补）控制器、太阳能市电互补控制器、太阳能 LED 光源等产品的研制、开发、生产及销售；太阳能光伏地面发电站、风光互补电站、分布式微电网网站的设计、研究、施工等业务；公司下设新能源研究院，主营：太阳能发电站、中小型风力发电、移动能源互联网、物联网、大数据等战略新兴产业的产业和行业研究、技术咨询、方案设计的规划论证以及新能源产业的各种定制服务。

公司依靠北京的地域优势、技术优势，吸引了一大批专业从事产品研制、开发的高端技术人才加盟，企业实力不断壮大，2013 年被评为全国“新能源百强企业”。锦能公司是全国工商联新能源商会副会长单位、全国能源互联网联盟副理事长单位、江苏省可再生能源企业协会副理事长单位，同时是国家能源局主持的《风光互补户外照明装置技术规范》的起草和编制单位，还是中国新能源产业研究院的发起单位。坐落于延庆八达岭经济开发区新能源谷的锦能创新广场也已正式运营。

锦能公司产品认证齐全，施工资质权威，项目

业绩众多，拥有一批专业的设计团队和施工队伍。先后通过了 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、OHSAS18001 职业安全管理体系、金太阳等多项国内、国际权威管理和产品专业资质认证，具备城市及道路照明工程专业承包三级施工资质、机电设备安装承包三级资质，电力施工总承包三级资质。锦能以专业敬业的服务精神，针对不同用户的实际使用需求，为客户设计策划出最优化的太阳能、风能发电技术和经济可行性方案。

自 2014 年起，公司在国家京津冀一体化大格局的号召下，以北京及华北地区本来的环境压力比较突出，治理雾霾、节能减排对于太阳能发电、风力发电的需求强烈为契机。北京和张家口联合申办冬季奥运会成功，也必将为锦能的发展提供难得的机遇。我们坚信，伴随着光伏、风电、天然气产业等清洁能源在中国的高速发展，现代化运维必将有着强劲的需求，并且将有极大的空间。随着电力体制改革的不断深入，随着国家对于发展清洁能源的政策不断落地，随着互联网+行动计划不断深入人心，锦能公司也必将迎来跨越发展的绝佳机遇。让我们携起手来，抢抓机遇，倾力合作，一起见证清洁能源产业在中国的发展和壮大！

“专业化、精细化、规范化、品牌化”，锦能公司在寻求稳健发展的进程中，积极响应政府建设“资源节约型、环境友好型”社会的号召，在小型风力发电机行业和新能源产业默默地耕耘着。锦能衷心希望与新能源领域的新老朋友和社会各界有识之士，共同推进太阳能光伏发电和风力发电的推广和应用，为人类节能低碳事业贡献自己的一份心力。

真诚希望有机会在小型风力发电机应用、风光互补系统和太阳能发电系统方面与您合作！

公司部分业绩（风光互补）

风光互补路灯篇（极寒地区）



内蒙古地区海拉尔市风光互补路灯项目



内蒙古地区锡林浩特市机场路一、二期项目

风光互补电站篇



内蒙古地区阿拉善盟拐子湖气象站风光互补发电系统



新疆地区昌吉北塔山国有林管理站太阳能发电系统

风光互补户用发电系统篇



内蒙古地区风光互补户用系统项目

风光互补交通设施篇



内蒙古地区赤峰市风光互补道路监控系统

风光互补通讯系统篇



新疆地区风光互补通讯基站系统

风光互补屋顶发电篇



北京市西城科技馆光伏发电项目

分布式光伏发电系统篇（屋顶）



世界银行北京阳光校园屋顶项目



通信基站供电系统投资成本对比分析

文 / 上海致远绿色能源股份有限公司市场部 邱德杰

1. 应用背景

目前, 在较偏僻且无市电地区的通信基站中供电系统的主要方式有以下几种: 风光互补供电系统、纯风能供电系统、纯光伏供电系统、柴储发电供电系统等。但具体采用哪种供电方式才能使整个基站的投资成本更优化, 目前还没有相关文献。本文采用静态分析法对各个供电系统的投资成本进行对比, 以便于在通信基站供电系统的选型中可找到理论依据。

本文中供电系统的投资成本是指: 在系统设计的寿命周期内, 项目总投资费用与通信负载总用电量的比值。它客观的反映了各种供电系统投资成本信息, 为系统设计及客户提供可靠的理论依据。

2. 投资成本分析依据

2.1 纯光伏供电系统计算方法

1. 根据负载功率 P_L 和日工作时间 H_L , 计算负载日用电量 W_L

$$W_L = P_L * H_L$$

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

P_L -- 负载功率 (kW)

H_L -- 负载日工作时间 (h/d)

2. 根据负载日用电量 W_L 计算出光伏组件日发电量 W_s

$$W_s = \lambda * W_L$$

W_s -- 光伏组件日发电量 (kWh)

λ -- 发电余量

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

3. 根据光伏组件日发电量 W_s 计算光伏组件容量 P_s

$$W_s = P_s * H_s$$

W_s -- 光伏组件日发电量 (kWh)

P_s -- 光伏组件容量 (Wp)

H_s -- 光伏组件有效光照时间 (h/d)

4. 根据光伏组件容量 P_s 计算光伏组件初期投资费用 E_{S1}

$$E_{S1} = C_{S1} * P_s$$

E_{S1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

C_{S1} -- 光伏组件初期投资每千瓦时总成本 (元/W)

P_s -- 光伏组件容量 (Wp)

5. 根据光伏组件初期投资费用 E_{S1} 计算光伏组件维护费用 E_{S2}

$$E_{S2} = E_{S1} * \eta_s$$

E_{S2} -- 在系统设计寿命周期内, 光伏组件维护费用 (元)

E_{S1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

η_s -- 光伏组件维护费用占比

6. 计算蓄电池组投资费用

$$E_B = C_B * W_B$$

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

C_B -- 蓄电池组成本 (元/kWh)

W_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组放电容量 (kWh)

7. 计算纯光伏供电系统投资每千瓦时总成本

$$C_s = (E_{S1} + E_{S2} + E_B) / W_{LT}$$

C_s -- 纯光伏供电系统投资每千瓦时总成本 (元/kWh)

E_{S1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

E_{S2} -- 在系统设计寿命周期内, 光伏组件维护费用 (元)

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

W_{LT} -- 在系统设计寿命周期内, 负载总用电量 (kWh)

2.2 纯风能供电系统计算方法

1. 根据负载功率 P_L 和日工作时间 H_L , 计算负载日用电量 W_L

$$W_L = P_L * H_L$$

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

P_L -- 负载功率 (kW)

H_L -- 负载日工作时间 (h/d)

2. 根据负载日用电量 W_L 计算出风力发电机组日发电量 W_w

$$W_w = \lambda * W_L$$

W_w -- 风力发电机组日发电量 (kWh)

λ -- 发电余量

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

3. 根据风力发电机组日发电量 W_w 计算风力发电机组输出功率 P_v

$$W_w = P_v * 24$$

W_w -- 风力发电机组日发电量 (kWh)

P_v -- 在平均风速 V 下, 风力发电机组输出功率 (kW)

4. 根据风力发电机组输出功率 P_v 查找到风力发电机组容量 P_w

5. 根据风力发电机组容量 P_w 计算风力发电机组初期投资费用 E_{w1}

$$E_{w1} = C_{w1} * P_w$$

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

C_{w1} -- 风力发电机组初期投资每千瓦时总成本 (元/W)

P_w -- 风力发电机组容量 (W)

6. 根据风力发电机组初期投资费用 E_{w1} 计算风力发电机组维护费用 E_{w2}

$$E_{w2} = E_{w1} * \eta_w$$

E_{w2} -- 在系统设计寿命周期内, 风力发电机组维护费用 (元)

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

η_w -- 风力发电机组维护费用占比

7. 计算蓄电池组投资费用 E_B

$$E_B = C_B * W_B$$

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

C_B -- 蓄电池组成本 (元/度)

W_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组放电容量 (kWh)

8. 计算纯风能供电系统投资每千瓦时总成本

$$C_w = (E_{w1} + E_{w2} + E_B) / W_{LT}$$

C_w -- 纯风供电系统投资每千瓦时总成本 (元/度)

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

E_{w2} -- 在系统设计寿命周期内, 风力发电机组维护费用 (元)

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

W_{LT} -- 在系统设计寿命周期内, 负载总用电量 (kWh)

2.3 风光互补供电系统计算方法

1. 根据负载功率 P_L 和日工作时间 H_L , 计算负载日用电量 W_L

$$W_L = P_L * H_L$$

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

P_L -- 负载功率 (kW)

H_L -- 负载日工作时间 (h/d)

2. 根据负载日用电量 W_L 计算出风力发电机组日发电量 W_w

$$W_w = \lambda * W_L * K_w$$

W_w -- 风力发电机组日发电量 (kWh)

λ -- 发电余量

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

K_w -- 风力发电机日发电量占比

3. 根据负载日用电量 W_L 计算出光伏组件日发电量 W_s

$$W_s = \lambda * W_L * K_s$$

W_s -- 光伏组件日发电量 (kWh)

λ -- 发电余量

W_L -- 负载日用电量 (kWh)

K_s -- 光伏组件日发电量占比

4. 根据风力发电机组日发电量 W_w 计算风力发电机组输出功率 P_v

$$W_w = P_v * 24$$

W_w -- 风力发电机组日发电量 (kWh)

P_v -- 在平均风速 V 下, 风力发电机组输出功率 (kW)

5. 根据风力发电机组输出功率 P_v 和风速 V 查找到风力发电机组容量 P_w

6. 根据风力发电机组容量 P_w 计算风力发电机组初期投资费用 E_{w1}

$$E_{w1} = C_{w1} * P_w$$

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

C_{w1} -- 风力发电机组初期投资每千瓦时总成本 (元/W)

P_w -- 风力发电机组容量 (W)

7. 根据风力发电机组初期投资费用 E_{w1} 计算风力发电机组维护费用 E_{w2}

$$E_{w2} = E_{w1} * \eta_w$$

E_{w2} -- 在系统设计寿命周期内, 风力发电机组维护费用 (元)

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

η_w -- 风力发电机组维护费用占比

8. 根据光伏组件日发电量 W_s 计算光伏组件容量 P_s

$$W_s = P_s * H_s$$

W_s -- 光伏组件日发电量 (kWh)

P_s -- 光伏组件容量 (Wp)

H_s -- 光伏组件有效光照时间 (h/d)

9. 根据光伏组件容量 P_s 计算光伏组件初期投资费用 E_{s1}

$$E_{s1} = C_{s1} * P_s$$

E_{s1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

C_{s1} -- 光伏组件初期投资每千瓦时总成本 (元/W)

P_s -- 光伏组件容量 (Wp)

10. 根据光伏组件初期投资费用 E_{s1} 计算光伏组件维护费用 E_{s2}

$$E_{s2} = E_{s1} * \eta_s$$

E_{s2} -- 在系统设计寿命周期内, 光伏组件维护费用 (元)

E_{s1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

η_s -- 光伏组件维护费用占比

11. 计算蓄电池组投资费用

$$E_B = C_B * W_B$$

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

C_B -- 蓄电池组成本 (元/度)

W_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组放电容量 (kWh)

12. 计算风光互补供电系统投资每千瓦时总成本

$$C_w = (E_{w1} + E_{w2} + E_{s1} + E_{s2} + E_B) / W_{LT}$$

C_w -- 纯风供电系统投资每千瓦时总成本 (元/度)

E_{w1} -- 风力发电机组初期投资费用 (元)

E_{w2} -- 在系统设计寿命周期内, 风力发电机组维护费用 (元)

E_{s1} -- 光伏组件初期投资费用 (元)

E_{s2} -- 在系统设计寿命周期内, 光伏组件维护费用 (元)

E_B -- 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

W_{LT} -- 在系统设计寿命周期内, 负载总用电量 (kWh)

2.4 纯柴储发电供电系统计算方法

1. 根据负载功率 P_L 和蓄电池充电功率 P_B 计算出柴油发电机组功率 P_D

$$P_D = (P_L + P_B) / \gamma$$

P_D -- 柴油发电机组功率 (kW)

P_L -- 负载功率 (kW)

P_B -- 蓄电池组充电功率 (kW)

γ -- 负载率

2. 根据柴油发电机组功率 P_D 计算出柴油发电

机组设备费用 E_{D1}

$$E_{D1}=C_{D1} * P_D * n_1$$

E_{D1} — 柴油发电机组设备费用 (元)

C_{D1} — 柴油发电机组设备单价 (元 /W)

P_D — 柴油发电机组功率 (kW)

n_1 — 在系统设计寿命周期内, 柴油发电机组更换次数

3. 根据柴油发电机组设备费用 E_{D1} 计算柴油发电机组维修费用 E_{D2}

$$E_{D2}=E_{D1} * \eta_3 * n_2$$

E_{D2} — 柴油发电机组维修费用 (元)

E_{D1} — 柴油发电机组设备费用 (元)

η_3 — 柴油发电机组维修费用占比

n_2 — 在系统设计寿命周期内, 柴油发电机组维修次数

4. 根据系统设计寿命周期负载总用电量 W_{LT} 计算柴油发电机组耗油费用 E_{D3}

$$E_{D3}=W_{LT} * \mu * C_{D2}$$

E_{D3} — 柴油发电机组耗油费用 (元)

W_{LT} — 在系统设计寿命周期内, 负载总用电量 (kWh)

μ — 柴油发电机组发电能力 (度 /L)

C_{D2} — 柴油费用(元/L), 包含运输及搬运费用。

5. 计算蓄电池组投资费用 E_B

$$E_B=C_B * W_B$$

E_B — 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

C_B — 蓄电池组成本 (元 /度)

W_B — 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组放电容量 (kWh)

6. 计算纯柴储供电系统投资每千瓦时总成本

$$C_D=(E_{D1}+E_{D2}+E_{D3}+E_B)/W_{LT}$$

C_D — 纯柴供电系统投资每千瓦时总成本 (元 /度)

E_{D1} — 柴油发电机组设备费用 (元)

E_{D2} — 柴油发电机组维修费用 (元)

E_{D3} — 柴油发电机组耗油费用 (元)

E_B — 在系统设计寿命周期内, 蓄电池组投资费用 (元)

E_{LT} — 在系统设计寿命周期内, 负载总用电量 (kWh)

3. 投资成本对比前提条件

根据上海致远在通信行业多年的运行经验及设备商提供的参考数据, 本文投资成本对比的前提条件适应于国内大部分地区。具体如下:

- 供电系统的使用寿命 T 为 15 年;

- 光伏组件折算总投资成本 C_{S1} 为 16 元 /W(根据通信行业集采价格标准包含光伏组件 5.5 元 /W, 组件支架 1.5 元 /W, 控制系统 2 元 /W, 运输费 1 元 /W, 地基施工及安装费 6 元 /W), 每年维护费用占光伏供电系统初期投资成本的 1.5%;

- 风力发电机折算总投资成本 C_{W1} 为 18 元 /W (根据通信行业集采价格标准包含风机及塔架 9 元 /W, 控制系统 2 元 /W, 运输费 1 元 /W, 地基施工及安装费 6 元 /W), 每年维护费用占风能供电系统初期投资成本的 1.5%;

- 蓄电池折算投资成本 C_B 为 2.2 元 / kWh(50% 放电深度);

- 根据柴油发电机厂家提供的设备单价 C_{D1} 为 4 元 /W(含开关电源), 柴油发电机组的维护周期为 250h, 维护费用是设备费用的 1.5%。柴油发电机组的使用寿命为 1000 小时;

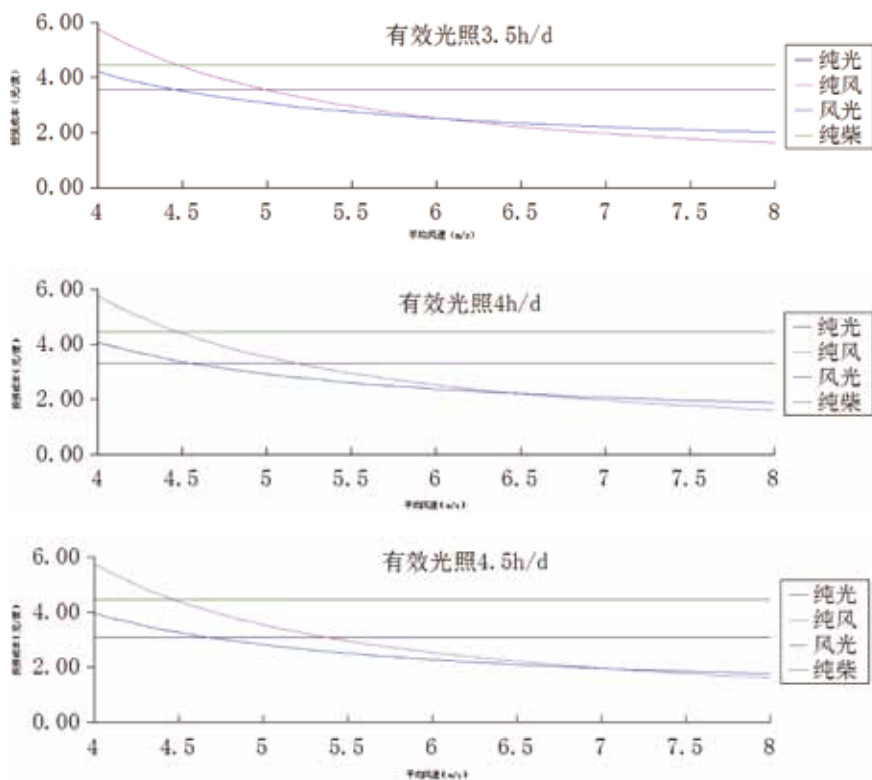
- 柴油折算费用 C_{D2} 为 10.1 元 /L (包含柴油购买成本 7.6 元 /L, 柴油运输及搬运费用为 500 元 /200L);

- 系统负载功率都按照 1kW 来计算, 并且根据移动通讯公司《通信基站新能源建设指导意见》, 新能源供电系统的总日发电量是负载总日用电量的 2 倍;

- 纯柴储供电系统采用分段供电模式, 12 小时柴油发电机组发电, 12 小时蓄电池组供电的方式;

- 各种供电系统以日有效光照时间为基准来进行对比分析, 常见的日有效光照时间 3.5h/d、4h/d、4.5h/d;

- 风力发电机组按照常见的风速区间 [4m/s~8m/s] 来进行对比分析。



4. 投资成本对比分析

根据投资成本分析的前提条件和计算公式，在不同风光资源下将各种供电系统的投资成本以图表形式进行对比分析如上图：

从图中可以看出：

1) 光照时间越小时，风光互补供电系统和纯光伏供电系统的每千瓦时总成本都会增加。

2) 纯风能供电系统在低于平均风速 4.4m/s 时，每千瓦时总成本最高；

3) 在高于平均风速 4.4m/s 时，纯柴储供电系统每千瓦时总成本最高；

4) 当有效光照时间为 3.5h/d 时，平均风速超过 4.4m/s 以上时，风光互补供电系统的每千瓦时总成本低于纯光供电系统每千瓦时总成本。

5) 当有效光照时间为 4h/d 时，平均风速超过 4.5m/s 以上时，风光互补供电系统的每千瓦时总成本低于纯光伏供电系统每千瓦时总成本。

6) 当有效光照时间为 4.5h/d 时，平均风速超过 4.6m/s 以上时，风光互补供电系统的每千瓦时

总成本低于纯光供电系统每千瓦时总成本。

5. 总结

通过对各种供电系统每千瓦时总成本的静态分析可以看出，

1) 纯柴储供电系统的每千瓦时总成本最高；
2) 在国内绝大部分无市电或者市电不稳定地区，风光互补供电系统是最优化的供电系统，并且可加柴油发电机或者市电作为后备电源，进一步提高系统供电的可靠性；

3) 各种系统投资成本分析不仅适应于通信行业，而且同时适应于监控行业、部队应用、户用供电系统等。

4) 由于前提条件中的数据只是根据上海致远在通信行业多年的运行经验及设备商提供的参考数据来假定的，故本文中的各系统投资成本分析只适应于国内大部分地区，具体项目的投资成本可根据本文的计算公式来计算分析。

风电机组实际运行功率特性复杂性

文 / 上海中认尚科新能源技术有限公司

目前，实际运行功率曲线考核风电机组性能受到业内人士的过度重视。国内大部分整机制造商都是通过的设计评估或设计认证，在认证时并未对风电机组功率曲线进行测试。因此，大部分制造商提供的担保功率曲线是通过设计仿真计算出来的理论功率曲线（静态功率曲线），但由于现场风况、传动链阻尼、系统测风等因素的影响，风电机组的实际功率曲线与理论曲线会存在差异。

实际运行功率曲线的外界影响因素很多，也极其复杂。因此，风电机组实际运行得到的功率曲线很难准确反映机组的出厂性能。也就是说，从一定程度上讲，风电机组实际运行功率曲线与出厂性能之间的相关性较差。另一方面，风电机组的实际运行功率曲线，因其可以反映机组的实际运行状态与机位的风况条件，对判断和处理机组故障十分有利。然而，业内人士对此却普遍关心较少。

风电机组的静态与动态功率曲线

功率曲线是风电机组的重要运行性能的表现形式。所谓功率曲线就是以风速（ V_i ）为横坐标，以有功功率 P_i 为纵坐标的一系列规格化数据对（ V_i, P_i ）所描述的特性曲线。

标准功率曲线是在标准工况下，根据风电机组设计参数计算给出的风速与有功

功率的关系曲线。标准功率曲线所对应的环境条件是：温度为 15°C ，1 个标准大气压（ 1013.3hPa ），空气密度为 $1.225\text{kg}/\text{m}^3$ 。标准功率曲线只是通过静态的模拟计算获得，而未考虑其他可能影响到风电机组功率曲线的因素，如图 1 所示。

在标准空气密度（ $\rho=1.225\text{kg}/\text{m}^3$ ）的条件下，风电机组的输出功率与风速的关系曲线称为该风电机组的标准功率曲线。

静态功率曲线忽略了风的湍流特性，是理想情况下的机组出力性能。在对风电机组进行仿真时还需要考虑控制策略的作用，以反映机组的实际运行状态，如变速变桨机组需要通过改变桨距角来控制输出功率的大小，在快达到满负荷与满负荷之间有明显的拐点，如图 1 所示。静态功率曲线是在风速恒定条件下得到的风电机组可以产生的电功率，但实际风速是不停地变化的。

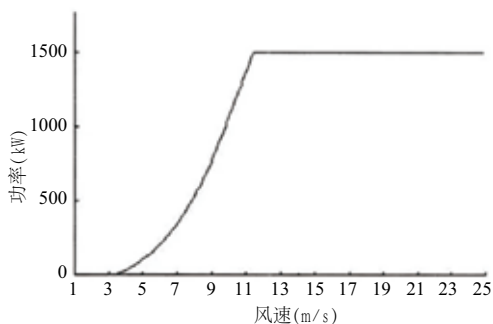


图 1: 1.5MW 风电机组静态功率曲线

动态功率曲线是考虑风的湍流特性而绘制的功率与风速关系曲线，每种风速下的功率是一定时间内的功率平均值。动态功率曲线在达到额定功率之前更平滑，无明显拐点，如图 2 所示，显然更符合机组平缓运行的实际情况。因此，风电机组动态功率曲线的满负荷发电风速高于静态功率曲线的满负荷发电风速。

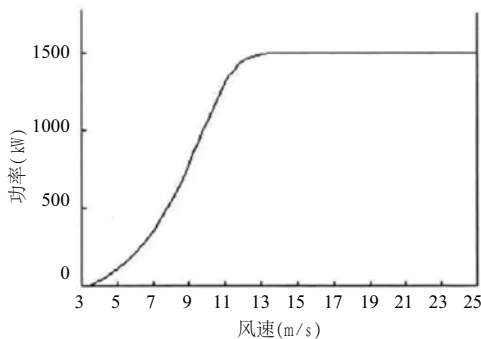


图 2: 1.5MW 风电机组动态功率曲线

风电机组实际运行功率曲线的考核

一、评估风电机组运行功率曲线的长期性和复杂性

受外部环境和控制策略的影响，风电机组实际测试的功率曲线与标准功率曲线存在着很大的偏差。

功率曲线是由机组发电功率与风速一一对应而形成的特性曲线。因风电机组叶轮质量较大，监控系统上显示的瞬时风速和风电功率不一致的情况会经常出现，且风况变化的随机性很大。从实践来讲，风速点的数据量过少，不具有评估价值。在短时间内，机组不能形成较为完整、准确的功率曲线。风电机组实际运行功率曲线的形成需要一个较长的时间过程，因此，评价功率曲线一定要

使用长期数据。同时，现场的功率曲线调整后所需的验证时间较长。

根据国家标准 GB/T18709 — 2002《风电场风能资源测量方法》和 GB/T18710 — 2002《风电场风能资源评估方法》制定的《风电场风能资源测量和评估技术规定》（发改能源[2003]1403号）中要求：“现场测量收集数据应至少连续进行一年，并保证采集的有效数据完整率达到 90% 以上”。这就是说，在获得风电机组的实际运行功率曲线时，不仅要考察每台机位的湍流强度等风况条件和地形条件，功率曲线形成的时间长短、数据的完整性，还需考虑有效数据完整率。例如：风电场限电后所生成的功率曲线数据，不能称之为有效数据；受到干扰和影响的数据因不能反映风电机组的真实性能，不能计入风电机组实际运行功率曲线的形成和统计之中。

风电机组运行功率曲线是通过散点分布图绘制而成。从严格意义上讲，功率曲线是测不准的，因为机组的实测功率曲线很离散且范围较宽。

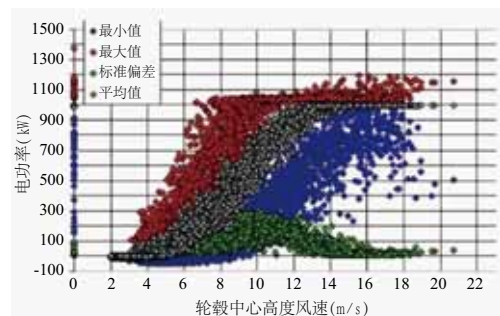


图 3: 风电机组功率特性测试的散点分布图

由图 3 可知，在满负荷风速以下的风速段，不仅同一风速机组功率的最大值和与最小值之间的偏差巨大，而且功率平均值也处在一个很宽的范围。由于功率曲线散点分布

的离散性，同一风电机组在不同时间的实际运行功率曲线一定是不同的。在其他条件完全相同的情况下，因主控的不同（包括主控参数，主控硬件，软件等）会造成功率曲线的不同。

由于风电机组的实际运行功率曲线受到风电场的风况和形成条件的影响，风电机组在不同风况和条件下形成的功率曲线是不同的。一台性能优异的风电机组，在风况较差的条件下，形成的功率曲线完全可能达不到其理论值，发电量低于其他同类型风电机组。

所以，我们在通过实际运行功率曲线考察风电机组性能时，应当考虑影响功率曲线的多种因素，并对环境、障碍物等影响因素给以严格的限制条件。根据负载的性质，负载的大小以及风电机组安装现场的风速、风向、地形等情况的不同，风电机组的功率曲线是一组而不是一条。也就是说，同一风电机组会因条件（如：时间、季节、位置、限负荷等）的改变形成一系列不同的功率曲线。

二、采用 61400-12 标准考核风电机组功率曲线所存在的问题

随着中国风电产业的迅猛发展，装机总量突飞猛进，越来越多的业主开始对风电机组功率特性进行测试。风电机组功率特性测试一般按照 IEC61400-12-1 进行。

风电机组的功率特性主要体现在机组的功率曲线、年发电量及功率系数。影响风电机组功率特性的主要外界因素有地形、空气密度、大气压强及风况等。进行功率特性测试应收集足够数量且覆盖一定风速范围和大气条件变化的数据，以精确地确定风电机组的功率输出特性。

（一）采用 IEC61400-12 评估实际运行功率曲线的难点

IEC61400-12 标准规定了功率曲线的测量评估方法。有如下要求：

（1）风速、电功率传感器应具有一定的采样频率和测量精度。

（2）要求对机位的地形条件进行评估，排除地形、障碍物对风电机组出力的影响。

（3）要求搭建标准的测风塔来测量风电机组的来流风速，并对测风塔测量的扇区进行规定，即保证测风塔测出的是被测机组的来流风速，而不是尾流。

（4）要求在计算平均风速时，考虑空气密度对风能的影响，要求进行风速修正，即修正到标准空气密度。

（5）评估方法是按照 10mins 的统计平均值来进行，即计算风电机组正常运行的每个 10mins 时间段内的平均风速、平均功率，再按照所有的 10mins 平均风速大小来排列分类，按照 0.5m/s 区分 1 个区间。最后在每个区间内再计算平均风速、平均功率，以此作为功率曲线的数据点。

（6）要求在每个 0.5m/s 内测到的 10mins 平均风速、功率数据，应超过规定的数量。

（7）要求对测量的不确定度进行评估。

由以上的规定条件和测定要求可知，功率曲线现场测试是相当复杂的。虽然，实际风电机组监控系统功率曲线的绘制方法是根据相应的国际标准进行，但风速、电功率采用的是机组自身的传感器，其测量精度难以达到 IEC61400-12 中相关标准的要求；没有排除地形、障碍物对功率曲线测量的影响；也没有对空气密度进行准确地修正。因此，风电场机组所形成的功率曲线难以准确反映风电机组的实际性能。

（二）采用 IEC61400-12-1 标准评估实际运行功率曲线实际操作存在的问题

依据 IEC61400-12-1 进行风电机组功率

特性测试，可以较为准确地评估出机组的运行状态估算出年发电量，通过进一步分析可以发现机组存在的问题。但通过对风电机组功率曲线实际测试过程的总结，发现以下几点问题：

(1) 依据 IEC 标准进行功率特性测试虽然准确地评估出单台机组的运行状态，但耗费了大量的人力物力及时间，如何准确、快速、低成本地测试风电场所有机组的性能是一个亟待解决的问题。

(2) IEC 标准采用 10mins 内的平均风速，但是在额定风速处曲线较为平滑，相对准确地确定额定风速存在一定难度。

(3) IEC 标准在估算年发电量时采用的是瑞利分布，若采用风电场实测数据进行威布尔曲线拟合，此时估算的年发电量或为更加准确。

(4) 国内风电场的地形普遍比较复杂，对于已投产后的风电机组如何进行场地标定是需要研究解决的问题。

(三) 采用 IEC61400-12-2 标准评估风电机组运行功率曲线所存在的问题

在接近满负荷发电时，湍流强度对机组功率曲线影响较大，如图 4 所示。

因此，IEC61400-12-2 标准特别阐述了湍流强度对功率曲线的影响。湍流导致风电机组在低风速段的实际功率曲线优于静态功率曲线；在高风速段，特别是额定风速段，

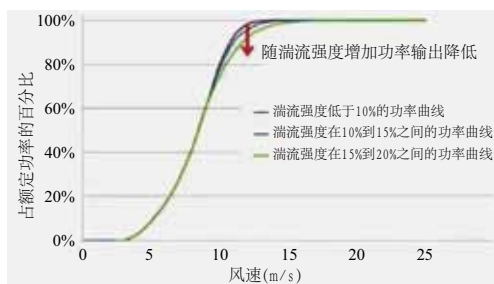


图 4：湍流对风电机组功率曲线的影响

实际的湍流功率曲线比静态功率曲线差。机组实际功率曲线的满负荷发电风速远高于静态功率曲线上的满负荷风速，如图 1 和图 2 所示。

风电场的瞬时风速与瞬时风能是不断变化的，而风能与风速的三次方成正比。因此，当采用一段时间内的平均风速和平均风能相对应时，其结果为：相对应的风速、风能与风电场实际情况是不一致的，后者高于前者。由此，在低风速段，动态功率曲线优于静态功率曲线。

但是，在高风速段，由于风电机组有额定功率的限制，控制系统使机组一直保持在额定功率附近不超过允许值，最终导致高风速时的能量被损耗掉了。因此，在高风速段，由于湍流的影响，动态风速下超过额定电功率的部分被削峰了，而低于额定电功率的部分又缺乏有效手段填平。因此，实际动态功率曲线在接近满负荷风速段低于静态功率曲线，如要求其完全满足静态功率曲线是不科学的。

IEC61400-12-2 标准推荐了一种技术方案：通过占额定功率的百分比动态湍流功率曲线来推导静态功率曲线。但该方案有一些假设，如：假设无论风速如何快速变化，风电机组的实际运行状态都能够快速变化并以最佳状态运行。然而，叶轮及机舱的质量很大，因其惯性的作用，在实际上是不可能达到的；另一个假定，时域内的动态风速转化到频域内是符合正态分布的，其正态分布函数就是平均风速和湍流强度。由此可见，该标准仅提供了评估风电场众多机组功率特性的一种思路和方法，对风电场机组实际运行功率曲线的技术评估具有一定的参考价值，但实用性不大。

因此，某些整机生产厂家在投标书中不提供机组的静态功率曲线，而只提供机组在

不同湍流强度下的动态功率曲线，这样，考核功率曲线更接近于机组的实际运行功率曲线，从而有利于功率曲线的考核。

功率曲线考核带来的隐忧

由于风电场实测机组功率曲线的复杂性、某些功率曲线考核的合同条款严重脱离风电机组的运行实况以及业内人士对功率曲线认知上的偏差，风电机组形成的实际运行功率曲线失去了应有的价值和作用。

即使性能完全相同的风电机组，在不同环境条件下，风电场实测功率曲线的偏差值，超过 10% 也是很正常的。实际运行功率曲线因湍流、尾流、地面粗糙度等多种因素的影响，在达到满负荷发电风速之前，同种风速的发电功率会有偏差，与合同要求不符，而这本应属于正常现象。

如果对同一风电场同种机型的一批机组长期运行的有效数据（主控的功率曲线相关参数设置正确，数据采样、筛选合理，软件形成符合规范等），且形成正常的一系列功率曲线进行综合分析和考察，将对考察这些机组实际效率有一定的参考价值。还可以通过同一机组在不同时期形成功率曲线之间的差异，判断机组故障，或风况变化。

但是，业内人士对功率曲线存在认知上的偏差，无论在何种地理位置和风况条件下均要求风电场机组所形成功率曲线上每一风速点的发电功率都不应低于合同保证值的 95%。更有甚者，要求机组在几天或一个月内存形成的功率曲线也要在合同保证值以上。例如：在机组过 240 预验收时，要求每台机组的实际运行功率曲线均要达到合同保证值，这显然违背了风电机组运行的基本规律。这样的要求，不仅使功率曲线的数据量极其庞大，而且，不造假是难以达到上述要求的。

为了让每台机组在短时间内均能形成相当“漂亮”的功率曲线，整机商只得采取适当的手段使机组在短时间内形成的功率曲线“相当好”，且每台机组、在每个风速段上机组的发电功率都达到，或超过合同要求，否则，整机厂商就要赔发电量、被扣款。殊不知，这样形成的功率曲线是不可能反映该机位的气象条件、地理条件和实际机组运行状况的，从而导致生成的功率曲线失去了其应有价值和实际意义。

因准确考核机组的实际运行功率曲线极其困难且复杂，且实测数据可能严重偏离其理论计算值。因业主对功率曲线的苛求，有的生产厂家为了使机组在投标中取胜，不仅机组实际生成的功率曲线折算出来的功率系数远高于理论最高值 0.593，而且，给出的标准功率曲线，在不少风速点的功率系数超过 0.6，有的风速段折算的功率系数已经达到了 0.8。

在签订风电机组合同时，一般功率曲线作为一项重要的保证条款，可向整机厂商索赔，且索赔金额较大，相关行业标准制订又相对滞后。如论证的结果是功率曲线不合格业主则可能得到一笔金额较大的索赔，或者因功率曲线争议而延迟出保。因此，在中国各种各样的功率曲线论证公司也应运而生，因功率曲线测试的复杂性，其准确和公正程度值得怀疑。

结语

同一生产厂家，同种型号机组的生产一致性是容易考察和做到的，而实际运行功率曲线则是反映机组的实际运行状态，因外界条件的不同存在差异，甚至差异很大，且难以准确测定。如何简便、有效地验证和考察机组的功率特性值得探讨。建议国家、行业出台相应的政策、法规以规范市场。🌱

能源互联网的关键技术有哪些

能源互联网关键技术是包括新能源发电技术、大容量远距离输电技术、先进电力电子技术、先进储能技术、先进信息技术、需求响应技术、微能源网技术，也包括关键装备技术和标准化技术。其中先进电力电子技术、先进信息技术是关键技术中的共性技术。

新能源发电技术

能源互联网关键技术是指可再生能源的生产、转换、输送、利用、服务环节中的核心技术，包括新能源发电技术、大容量远距离输电技术、先进电力电子技术、先进储能技术、先进信息技术、需求响应技术、微能源网技术，也包括关键装备技术和标准化技术。其中先进电力电子技术、先进信息技术是关键技术中的共性技术。

新能源不仅包括风能、太阳能和生物质能等传统可再生能源，还包括页岩气和小堆核电等新型能源或资源。新能源发电技术包括各种高效发电技术、运行控制技术、能量转换技术等。

在新能源发电技术方面，研究规模光伏发电技术和太阳能集热发电技术、变速恒频风力发电系统的商业化开发，微型燃气轮机分布式电源技术，以及燃料电池功率调节技术、谐波抑制技术、高精度新能源发电预测技术、新能源电力系统保护技术；研究动力与能源转换设备、资源深度利用技术、智能控制与群控优化技术和综合优化技术。

大容量远距离输电技术

大容量远距离输电是我国及世界能源革命的基础技术，是解决大型能源基地可再生能源发电外送的支撑手段。我国可以发展建设以特高压骨干网为基础，利用高压直流互联可再生能源基地，实现覆盖全国范围的交直流混合超级电网，提高我国供电的灵活性、互补性、安全性与可靠性。大容量远距离输电技术包括：灵活可控的多端直流输电技术、柔性直流输电技术、直流电网技术、海底电缆技术、运行控制技术等。直流电网技术是解决我国能源资源分布不均带来的电能大容量远距离传输问题、大规模陆上及海上新能源消纳及广域并网问题、以及区域交流电网互联带来的安全稳定运行问题有效的技术手段之一。

先进电力电子技术

先进电力电子技术包括高电压、大容量或小容量、低损耗电力电子器件技术、控制技术及新型装备技术。以 SiC、GaN 为代表的宽禁带半导体材料的发现，使得人类为取得反向截止电压超过 20kV 的限度成为可能。新型半导体材料制成的新器件（如 SiC 功率器件），与 Si 半导体器件相比，具有开关损耗低、耐高温、反向截止电压高的特点，在未来的输电和配电系统中有可能成为新一代高电压、低损耗、大功率电力电子装置的主要组成器件。

在控制策略方面,由于数字信号处理器性能的升级,使得系统控制策略灵活多样。多种非传统控制策略,如模糊控制、神经网络控制、预测控制等控制技术,可以适应电网暂态过程的复杂控制策略,一系列软开关控制方法、系统级并联控制方法,重复控制,故障检测等复杂算法被整合在 DSP 内实现,极大地增强了新型电力电子设备的灵活性与系统的可靠性。

先进储能技术

先进储能技术包括压缩空气储能、飞轮储能、电池储能、超导储能、超级电容器储能、冰蓄冷热、氢存储、P2G 等储能技术;从物理形态上讲,包括可用于大电网调峰、调频辅助服务的储能装备,也包括用于家庭、楼宇、园区级的储能模块。风电、光伏等可再生能源发电设备的输出功率会随环境因素变化,储能装置可以及时地进行能量的储存和释放,保证供电的持续性和可靠性。超导储能和超级电容储能系统能有效改善风电输出功率及系统的频率波动;通过对飞轮储能系统的充放电控制,实现平滑风电输出功率、参与电网频率控制的双重目标;压缩空气储能是一项能够实现大规模和长时间电能存储的储能技术之一。储能技术及新型节能材料在电力系统中的广泛应用将在发、输、配、用电的各个环节给传统电力系统带来根本性的影响,是电工技术研发的重点方向。

先进信息技术

先进信息技术由智能感知、云计算和大数据分析技术等构成,代表能源领域信息技术的发展方向。能源互联网开放平台是利用云计算和大数据分析技术构建的开放式管理

及服务软件平台,实现能源互联网的数据采集、管理、分析及互动服务功能,支持电能交易、新能源配额交易、分布式电源及电动汽车充电设施监测与运维、节能服务、互动用电、需求响应等多种新型业务。

1) 智能感知技术。

智能感知技术包括数据感知、采集、传输、处理、服务等技术。智能传感器获取能源互联网中输配电网、电气化交通网、信息通信网、天然气网运行状态数据及用户侧各类联网用能设备、分布式电源及微电网的运行状态参数,传感器数据经过处理、聚集、分析并提供改进的控制策略。IEC61850、IEEE1888 等标准可作为数据采集、传输标准的参考借鉴。利用基于 IPV6 的开放式多服务网络体系,支持端到端的业务,实现用户与电网之间的互动,而且可实现各种智能设备的即插即用,除了智能电表以外,还支持其他各种非电表设备的无缝接入。

2) 云计算技术。



云计算 (cloud computing) 是一种能够通过网络随时随地、按需方式、便捷地获取计算资源 (包括网络、服务器、存储、应用和服务等) 并提高其可用性的模式, 实现随时、随地、随身的高性能计算 [46-47]。互联网营销技术包括实现互联网营销的电子商务平台技术和相应的营销模式; 能源互联网将支持 B2B (business to business)、B2C (business to consumer)、C2C (customer to consumer) 等, 利用互联网强大的互联互通能力, 支持发电商 (含分布式电源与微网经营者)、网络运营商、用户、批发或零售型售电公司等多种市场主体任何时间、任何地点的交易活动。

3) 大数据分析技术。

大数据是指无法在一定时间内用传统数据库软件工具对其内容进行提取、管理和处理的数据集合。能源互联网中管网安全监控、经济运行、能源交易和用户电能计量、燃气计量及分布式电源、电动汽车等新型负荷数据的接入, 其数据量将较智能电能表数据量大得多。从大数据的处理过程来看, 大数据关键技术包括: 大数据采集、大数据预处理、大数据存储及管理、大数据分析、大数据展现和应用 (大数据检索、大数据可视化、大数据应用、大数据安全等)。

需求响应技术

需求响应是指用户对电价或其他激励做出响应改变用电方式。通过实施需求响应, 既可减少短时间内的负荷需求, 也能调整未来一定时间内的负荷实现移峰填谷。这种技术除需要相应的技术支撑外, 还需要制定相应的电价政策和市场机制。一般来说, 需要建立需求响应系统, 包括主站系统、通信网络、智能终端, 依照开放互联协议, 实现电

价激励信号、用户选择及执行信息等双向交互, 达到用户负荷自主可控的目的。在能源互联网中, 多种用户侧需求响应资源的优化调度将提高能源综合利用效率。

微能源网技术

微能源网是指一个城乡社区或园区、工厂、学校等可与公共能源网络连接, 又可独立运行的微型能源网络。微能源网实现园区内工业、商业、居民用户主要或全部使用可再生清洁能源发电, 灵活便利的充电设施, 太阳能、生物质发电或氢能等可再生能源通过能源路由器接入微能源网。各种可再生能源发电可由个人、企业以多种方式建设、运营, 当然, 节能服务方式建设、运维微能源网应是可重点探索的方式, 微能源网主体实现了用电、发电、售电等业务的融合。微能源网将可能为绿色城镇化和美丽乡村建设树立典范。

微能源网主要技术包括多能源协调规划、多能源转换、优化协调控制与管理、分布式发电预测等技术。

标准化技术

能源互联网标准体系可由规划设计、建设运行、运维管理、交易服务等标准构成。能源互联网需要首先构建标准体系, 分步骤推进标准体系建设。能源互联网涉及众多设备、系统和接口, 第一位的是能源互联网开放平台标准, 包括接口标准。

能源互联网在多环节涉及多种能源的转换、交易、服务及多元市场主体, 相应的技术标准规范、能源贸易法规, 须配套跟进, 确保能源互联网正常运行。

(来源: 能源圈)

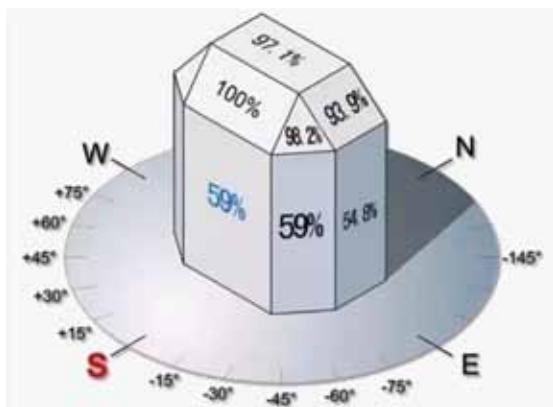
什么是最佳倾角

一、前言

什么是最佳倾角？

在我刚从事光伏电站设计时，我会毫不犹豫的回答，当然是全年发电量最多的倾角时最佳倾角！然而，随着接触项目的增加，特别是接触的分布式项目增加后，我却不敢轻易说“最佳倾角”的概念了。

地面电站的边界条件、要求基本相同，标准简单、统一；而分布式项目的屋顶却各不相同，业主的个性化需求明显，设计师也要为其量身定做“最佳倾角”。



二、对发电量特别关注的业主

发电量直接决定了项目的经济效益，往往是业主关注的第一要素。对于大部分项目而言，发电量最大的倾角就是“最佳倾角”。

对于追求发电量最大的这类项目，我们要用专业软件对不同角度的发电量进行测算。本文选择了不同纬度的4个点，说明倾角对发电量的影响，如图1。

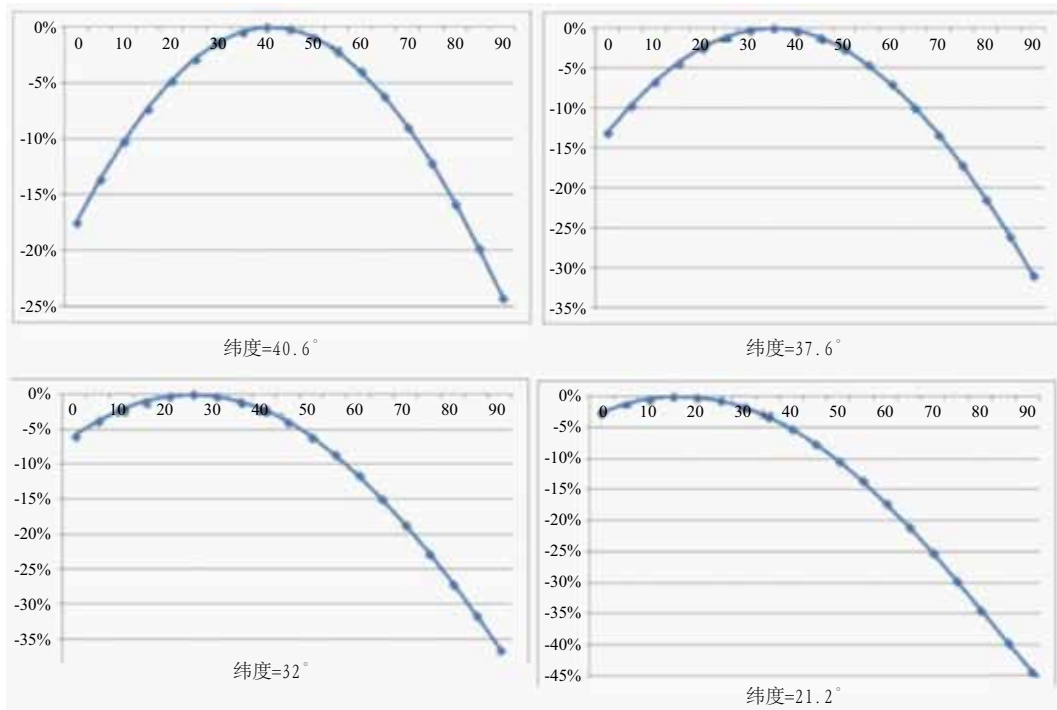


图1: 倾角为 0~90° 时，不同纬度倾斜面上的辐射量与最大值时的差值

从上图可以看出，不同纬度下，平铺（0°）和垂直（90°）时，倾斜面上辐射量与最佳倾角时的差值如下表。

表 1：倾斜面上的辐射量与最大值时的差值

纬度	40.6°	27.6°	32°	21.2°
平铺	17.5%	13.0%	5.9%	2.6%
垂直	24.2%	30.9%	36.5%	43.6%

从图 1 和表 1 可以看出：

1) 纬度越低的地方，平铺时发电量损失越少；纬度越高的地方，垂直时发电量损失越少。

2) 不同角度时倾斜面上的辐射量与最大值时的差值，呈抛物线形状。即，差值非均匀分布，而是在最大值附近，差值很小；离最大值越远，差值会快速增大。因此，在最大值附近，辐射量差值非常小。

图 2 为在最大值附近，不同倾角的辐射量差值。

从图 2 可以看出，在最大值附近 $\pm 5^\circ$ ，辐射量的差值在 3‰ 以内。

三、对装机量特别关注的业主

对于屋顶面积有限、使用成本高、项目电价高的项目，业主希望尽量增加装机容量。

增加装机容量→减少阵列间距→减少阵列倾角→减少发电量

此时，就要做一个详细的测算，是增加装机容量、减少发电量划算，还是尽量多发电划算。

以一个常规设计为例进行说明。假设混凝土屋顶、采用 265W 组件（尺寸为 1.65 × 0.992m）竖向布置，则宽度为 3.3m。

采用不同纬度的 3 个点进行测算，随着阵列倾角的变化，倾斜面上的辐射量、装机容量变化如下表。

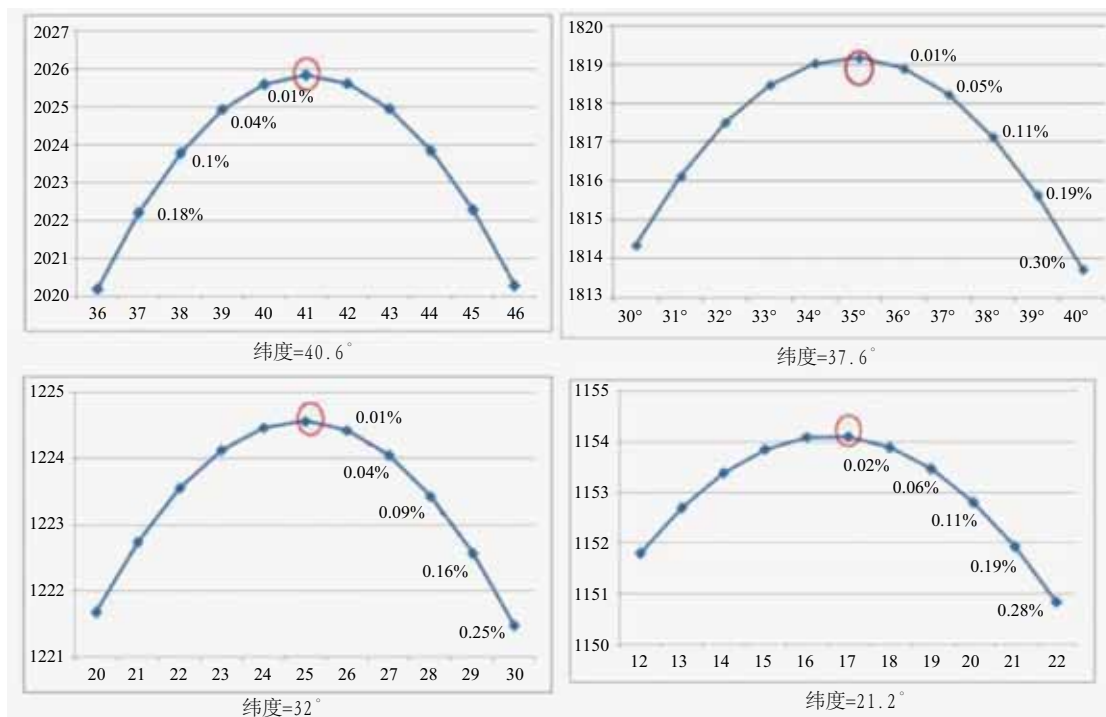


图 2：不同地点，最大值附近，倾斜面上的辐射量与最大值时的差值

表 2: 当纬度为 40.6° 时, 不同倾角下的发电量、装机量差值

倾角	发电量差值	装机量差值
36	-0.28%	6.60%
37	-0.18%	5.20%
38	-0.10%	3.80%
39	-0.04%	2.50%
40	-0.01%	1.20%
41	—	—

表 3: 当纬度为 32° 时, 不同倾角下的发电量、装机量差值

倾角	发电量差值	装机量差值
20	0.25%	8.5%
21	0.16%	6.6%
22	0.09%	4.8%
23	0.04%	3.1%
24	-0.01%	1.5%
25	—	—

表 4: 当纬度为 21.2° 时, 不同倾角下的发电量、装机量差值

倾角	发电量差值	装机量差值
12	-0.28%	-1.60%
13	-0.19%	-1.30%
14	-0.11%	-1.00%
15	-0.06%	-0.70%
16	-0.02%	-0.40%
17	—	—

从表 2~4 可以看出, 在纬度较高地区, 发电量最大的倾角附近, 略微降低倾角, 发电量会有小幅降低, 但装机容量会较大增加; 在纬度很低的地方, 降低倾角, 发电量降低, 装机容量也会略微降低。

在实际分布式项目中, 如果业主希望增加装机容量, 或者房屋租金较贵, 可以考虑适当降低阵列倾角。由于每个项目的电价、房屋租金各异, 具体提高发电量划算还是增加装机容量划算, 在实际项目中要详细计算。

因此, 对于追求装机容量的业主, “最佳倾角”可能是一个在发电量最大的基础上略微调低的角度。

四、对功率输出特别关注的业主

在某些自发自用项目中,

有的业主夏季用电量, 夏季发电量高可以提高自发自用比例;

有的业主冬季用电量, 冬季发电量高可以提高自发自用比例;

而有的业主则追求各月的发电量的均匀、稳定。

通过调整方阵倾角, 可以在一定程度上满足业主的个性化需求。

在纬度较高的地区, 当倾角不同时, 倾斜面上辐射量在各月份的月总辐射量变化如图 3。

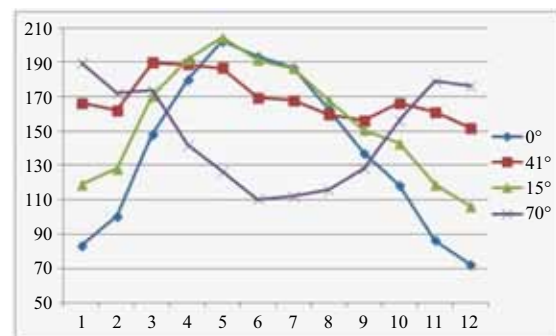


图 3: 纬度为 40.6° 时, 不同倾角时, 倾斜面上的月总辐射量

(下接第 33 页)

双向充电桩的关键技术分析

国网合肥供电公司的研究人员崔保艳、许建中,在2015年第10期《电气技术》杂志上撰文指出,随着全球能源危机的不断扩大,各国都将低碳经济发展的目光投向了电动汽车产业。但是电动汽车产业的发展应该与充电设施的发展同步协调进行,因此对于充电桩的设计及其关键技术进行探讨、研究就有非常重要的现实意义。作者基于实际参与的项目对双向充电桩实现电动汽车储能与配电网双向互动进行研究。

1. 双向充电桩概述

目前,我国已经研究出或者已经实施建设的充电设施基本上分为两类,一是充电桩,二是充电站。这两种充电设施的服务目的有所不同,充电站用于电动汽车的快速充电,充电的时间相对比较短;而充电桩主要用于电动汽车的慢速充电,充电的时间相对较长。

这两种充电设施在充电效率、环境要求等方面各有优势,具体选择时应该根据实际情况来合理采用。通常充电桩占用的土地面积较小,且管理成本也比较低,一般在城市的停车场、住宅小区等车流量和车辆停放密度比较大的区域进行建设,以满足电动汽车的充电需求。同时,充电桩一般采用的是慢充模式,电流比较小,安全性能较高,在一定程度上能够延长电动汽车电池的寿命。

双向充电桩主要指在微网的控制下来实现车载电池系统与光伏电网之间双向通信的一种直流充电设施。

2. 双向充电桩应用系统的相关技术指标分析

2.1 综合监控平台的技术指标

充电桩主要分散在停车场、小区等区域,地点相对分散,充电桩安装的数量相对较大,要求综合监控平台具备一定数据通信服务功能。同时为了方便、实时地显示充电状态,综合监控平台要有良好的人机界面,将充电桩各个状态的相关信息、计费管理系统输出的各个信息、用户自定义的相关充电参数等通过 web 方式以图、表等形式显示出来,方便用户的相关查询以及操作。为了保证系统信息、用户信息、交易信息等的安全,综合监控平台要有信息安全隔离的功能,保证系统的网络安全。

此外该平台其他的技术指标如下:具备高级应用策略的部署功能、系统的使用寿命要大于10年、系统的年可利用率不低于99.98%、主站各类设备的无故障运行时间(MTBF)要大于40000小时^[1]。

2.2 双向充电桩的技术指标

双向充电桩固定在电动汽车外,与电网相连,为非车载的电动汽车动力电池提供直流充电服务。双向充电桩的设计是本项目的技术核心和关键。双向充电桩的设计额定充放电功率为12kW,电池端电压最大值为500V,在充电或者放电时电流最大值为25A,功率因数必须大于0.99。双向充电桩的充电对象为锂离子蓄电池。双向充电桩的输出电流为直流,输出电压满足充电对象的电池制

式要求。其设计的充电方式分为手动和自动 2 种不同的方式，自动充电模式下系统必须接受电能质量控制系统的控制，手动充电模式下系统必须按照用户设定的充电参数进行。

在本项目中每个双向充电桩都必须自带供用户使用的操作器，以方便用户在使用充电桩进行充电时能够进行规范的操作，操作器可用于系统与用户之间的双向信息交流，也可用于系统在无人状态下进行自动信息化管理。充电桩接口应符合国标电动汽车传导式充电接口标准中关于直流充电接口的若干规定和技术标准。充电桩通讯系统中的外接口采用的是通用 CAN 通讯接口，通信协议采用的是国标电动汽车电池管理系统与非车载充电机之间的通信协议（暂行）中的相关规定和技术标准（充电对象为锂电池电动车），充电桩对充电过程中的非正常状态应具备相应的报警和保护功能。

2.3 电能质量治理系统的技术指标

电能质量治理系统的技术指标如下：

第一，对供电系统电网频率及其平衡的规定，为了减小电网频率波动对充电系统的影响，频率偏差限值为 $\pm 0.2\text{Hz}$ ，当系统容量较小时，偏差限值 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

第二，为了保证在系统负载变化的情况下电压偏差在合理范围内，系统采用的电压偏差技术标准如下：20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ ，220V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$ 和 -10% 。

第三，三相电压不平衡。电网正常运行时，负序电压不平衡度不超过 2%，短时不超过 4%，各相电压满足 GB/T 12325 的要求。接于公共连接点的每个用户引起该点负序电压不平衡度允许值一般为 1.3%，短时不超过 2.6%。

第四，公用电网谐波。6 ~ 220kV 各级公用电网电压（相电压）总谐波畸变率是：0.38kV 时为 5%，6 ~ 10kV 时为 4%，35 ~ 66kV 为 3%，110kV 时为 2%。用户注入电网的谐波电流允许值

在各级电网谐波电压的限值范围内。

第五，公用电网谐波在电力系统运行时广泛存在，但是结合国家技术标准对谐波存在指标的规定，间谐波电压含有率是：当电压在 1000V 及以下时，频率小于 100Hz 为 0.2%，100~800Hz 为 0.5%，当电压在 1000V 以上时，频率小于 100Hz 为 0.16%，100~800Hz 为 0.4%。单一用户间谐波含有率是：当电压在 1000V 及以下时，频率小于 100Hz 为 0.16%，100~800Hz 为 0.4%，当电压在 1000V 以上时，频率小于 100Hz 为 0.13%，100~800Hz 为 0.32%。

第六，电网波动和闪变对系统正常工作也有一定的影响和干扰。电力系统公共连接点在系统运行的较小方式下，以一周（168h）为测量周期，所有长时间闪变值 Plt 满足：在小于 110kV 时， $Plt=1$ ，在大于 110kV 时， $Plt=0.8^{[2]}$ 。

3. 双向充电桩应用系统的技术难点

3.1 综合监控平台的设计要点

综合监控平台的功能目标是实现电能质量的监控和双向充电桩各项数据及其状态的监控。为此，平台要对所有的设备进行统一管理，所有数据进行统一的采集、查看和分析，并提供设备运行状态实时监测、危险警告与通知、数据查询分析、设备运行总额和管理等功能。

此外，平台还要实现在不进行二次开发的条件下完成新增监控设备的接入功能。设备接入后数据采用分级存储方案，并进行分类汇总和统计。利用系统监测数据和事件信息，实现设备集中远程监控，为设备故障诊断提供必要的技术支持，也为电站综合管理提供全面的统计数据 and 各类统计报表。

3.2 双向充电桩的技术设计要点

充电桩的服务对象主要是锂离子蓄电池，充电机为电动汽车的低压辅助电源，用于在充电过

程中为电动汽车蓄电池管理系统供电。低压辅助电源应为直流 12V 和 24V，可以换档切换。充电桩通信方案为：利用 TCP/IP 或者 RS485 总线将数据上传至集中管理系统，将充电桩运行信息实时上传至能量管理系统，对整个光伏储能充电系统进行智能化控制，为电动汽车充换电整体安全运行提供有力保障^[3]。

3.3 电能质量治理系统的设计要点

电能质量治理平台的功能由一体化补偿系统实现，系统结构方案为：控制软件系统、SVG 型动态无功补偿装置、有源滤波器等电力电子装置。

电力电子装置安装在太阳能光伏电站中，实时采集发电系统及电网数据，并经过控制软件分析后向电力电子装置发送控制指令，电力电子装置接收指令后实现谐波抑制、电压波动补偿及无功功率补偿功能。

4. 结语

本文在对双向充电桩概述的基础上，主要对本项目中双向充电桩的整体设计方案和功能目标以及其中采用的关键技术进行了简要的探讨，希望能为相关从业人员提供一些有益的参考。

(上接第 30 页)

从图 3 可以看出，当倾角大时，冬季发电量较大；当倾角小时，夏季发电量较大；倾角对斜面上月总辐射量的变化影响十分明显。

为了考量不同倾角时，各月发电量输出的稳定性，对各月总辐射量的相对标准偏差进行计算，如下表。

表 5：纬度 =40.6 时，不同倾角下，各月总辐射量的相对标准偏差

0°	41°	15°	70°
33%	8%	21%	20%

表 6：纬度 =21.2 时，不同倾角下，各月总辐射量的相对标准偏差

0°	41°	15°	70°
19%	15%	17%	15%

从表 5、6 可以看出：

采用发电量最大时的倾角，各月总辐射量的

相对标准偏差最小，即不同月份的总辐射量相差最小，各月的发电量输出稳定性较好。

因此，对于夏季用电量大的用户，较小的角度是“最佳倾角”；对于冬季用电量大的用户，较大的角度是“最佳倾角”；对于追求全年各月输出稳定的用户，则发电量最大的角度才是“最佳倾角”。

五、小结

对于追求发电量的用户，倾斜面上辐射量最大的角度是“最佳倾角”；

对于追求装机量的用户，倾斜面上辐射量最大时略微调低的角度是“最佳倾角”；

对于夏季用电量大的用户，较小的角度是“最佳倾角”；

对于冬季用电量大的用户，较大的角度是“最佳倾角”；

对于追求全年各月输出稳定的用户，则发电量最大的角度才是“最佳倾角”。

(来源：分布式能源微网)

中小风电在微网中的应用

文 / 姚修伟

摘要：本文以中小型风电为主揭示了新能源在微电网中的应用方式和应用案例。这些案例是本行业经常乐道的话题，没有深度，不足为奇。真正要揭示清楚小风电在微电网中应用的关键内涵，需要以中小风电在微电网中提供电能的比例关系，对微电网削峰填谷的作用，对负载承载能力的解释。本行业所有案例都缺乏这样的解释，缺乏深度的研究，希望新建成的案例都以数据说话。

7月22日，国家能源局公布了《关于推进新能源微电网示范项目建设的指导意见》，《意见》高度评价了微电网对能源可持续发展的作用和重大意义，为微电网发展提供了政策保障，也为微电网发展注入一支强心针，微电网的产业化进程将明显加快。

中小型风电在微网中应用，是一项不可忽视的新能源发展类型，在特定的区域和环境中，可充分显示出它的价值和作用。采用中小风电电源以微网型式应用，大量的案例是在国外，而近几年来，中小型风力发电行业企业也参与了国内微网建设：以浙江东福山岛、内蒙陈旗赫尔洪得移民新村、西安世博园充电站、西藏日喀则拉孜县、山东日照龙官庄和宁夏盐县池等地项目为典型。

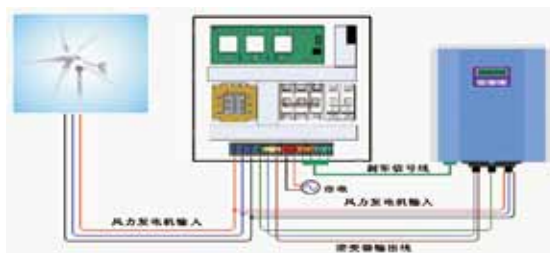
下面以中小风电在微电网中的应用模式和应用案例。

一、中小风电在微电网中的应用方式

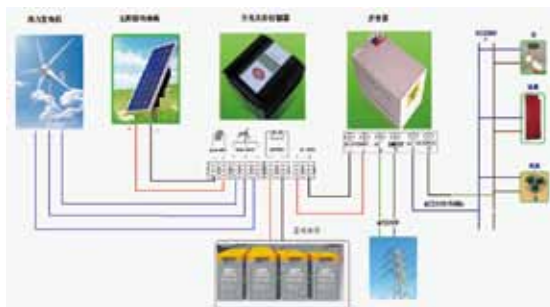
微电的应用运行模式基本有两种，一种是联网型运行模式（联网型运行模式也可以孤网运行），一种为离网型运行模式。中小型风电在微电网中的应用方式除了以联网型运行模式和离网型运行模式之外，又可以微微网应用模式运行，其连接方式与大型微电的模式样同。

1. 微微网中的应用方式

微微网也可以看作为家庭风力发电并网。它是在用户侧以低压（AC 220V）的形式接入家用电网，在智能控制前提下，自产自消，余电上网，双表计量，技术简单而效率高，对电网不会构成危害。



(A)



(B)

图 1：户用侧风光互补微微网供电系统示意图

它在项目中有独立小型风电系统的应用和风光互补系统的应用为多数。

这种应用形式具有需求侧响应和负荷侧调节功能的智能家庭用电，将成为未来智能电网的重要组成部分。家用电器和智能电表的结合将会使终端负荷积极参与电网的供需平衡，缓解供电侧的调节和调度压力，这种应用在欧美发达国家较为普遍。

2. 联网型微电网的应用模式

中小风电在联网型微电网中的应用主要以并网运行为主，也可以孤立运行。

其联网型的运行系统的一般结构示意图为(图2)：

3. 离网型(孤岛型)微电网的应用模式

离网型微电网供电系统一般适用于沿海有人居住岛屿、边远农牧区、移动通讯基站科考基地和边防哨所等电网难以延伸或与大电网供电不足的地区。其离网型微电网供电系统的一般结构示意图为(图3)：

智能微电网是规模较小的分散的独立系统，它将分布式电源、储能装置、能量转换装置、相关负荷和监控、保护装置汇集而成的小型发配电系统，能够实现自我控制、保护和管理的自治系统。

二、中小型风力发电系统在微网应用的特点

以中小风电应用的微电网主要以独立风电机组、风光互补或风光柴储为电源。

(1) 以独立风能供电的微网供电系统优点是系统发电量较高，机组占地少，减少弃风。缺点是小型风力发电机可靠性相对较低，系统综合造价相对较高。

(2) 风光互补系统是风能与太阳能的互补性强，在资源上弥补了风电和光电独立系统在资源上的缺陷。同时，风电和光电系统在蓄电池组和逆变环节是可以通用的，所以风光互补发电系统的造价可以降低，系统成本趋于合理。

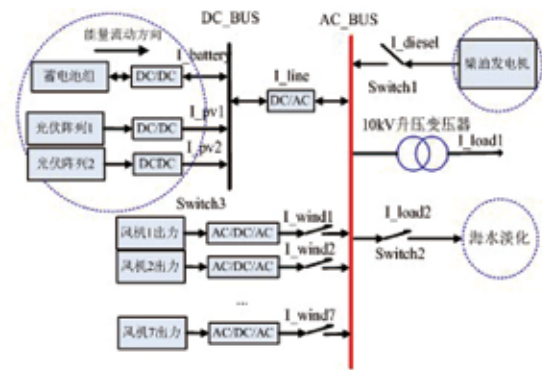


图3：离网型微电网运行系统示意图

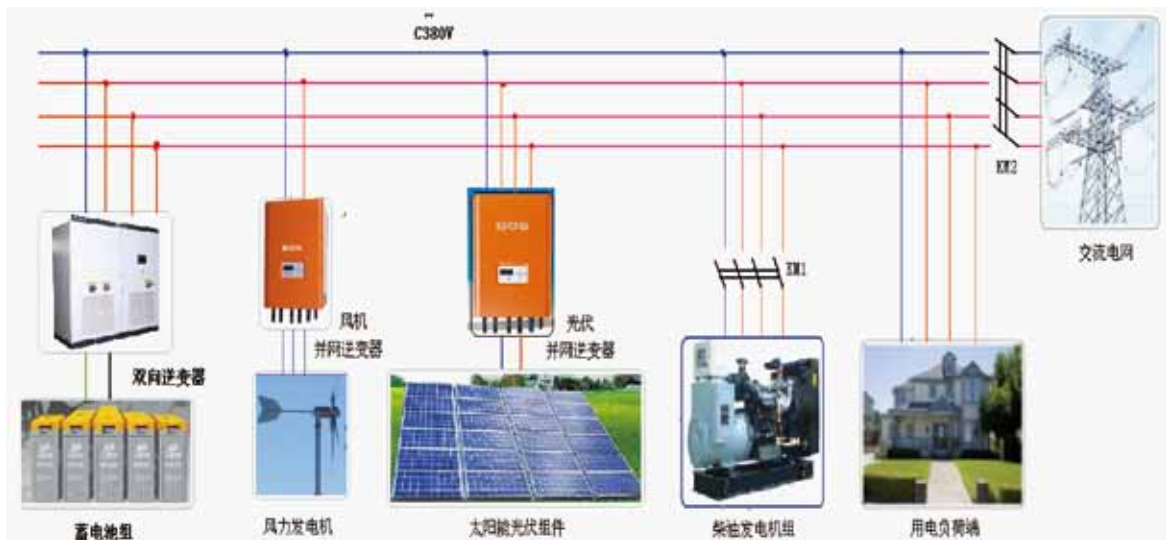


图2：并网模式的微电网运行系统示意图

(3) 风光互补发电系统可以根据用户的用电负荷情况和资源条件进行系统容量的合理配置,即可保证系统供电的可靠性,又可降低发电系统的造价。无论是怎样的环境和怎样的用电要求,风光互补发电系统都可作出最优化的系统设计方案来满足用户的要求。风光互补发电系统是最合理的电源系统。

三、中小风能微电网应用的领域

1. 家庭用电侧小型风力发电(风光互补)微电网系统

家庭用电侧小型风力发电(风光互补)微电网系统,满足智能家庭和需求侧响应,主要是为解决家庭自产自用,余电上网。功率一般在几千瓦或十几千瓦。而我国生产的设备大部分应用在欧洲和北美洲。



(A) 法国居民安装的并网系统



(B) 印度居民安装的并网系统

图4: 小型风电微微供电系统

这种微电网应用模式为新能源利用提供了最好的一种利用方式,其新能源应用比例比较高,弃风少,可以智能应用,就地消纳,可发挥出削峰填谷的作用。

2. 农村村落风光互补微网供电系统

现代新农村建设,需建立以绿色、低碳、宜居、宜业、可持续为特征的发展目标。这正是农业部正在创建“美丽乡村”的基本要素,需要加强农业生态环境保护,推进农业农村经济科学发展,提升社会主义新农村建设水平,也正是发挥中小风能应用的时候。

我国已经建成了多项以风能为主的可再生能源村落集中供电系统,但是这些系统都只提供照明和生活用电,用在生产方面只是少数。

(1) 西藏日喀则拉孜县查务乡吉角村风光互补微网供电系统



图5: 建于吉角村的微网供电系统

该项目属于独立运行的风光互补系统,每天发电量可达90kW.h,发电量远远超出了吉角村22户71位村民的用电需求,在项目建成后,村委打算购买水泵、LED路灯等生产生活用电设备,村民的日常生活相较以前极大的丰富起来,生产活动渐渐的多了起来,人均收入不断提升。用电不再是奢求,而是随用随取,开始享受绿色能源带来的光明和便利。

(2) 内蒙陈巴尔虎旗赫尔洪得移民新村微网项目

该项目是内蒙古自治区2010年建设的生态移民新村,有牧民100户、奶站1座、自来水泵站1



图 6: 赫尔洪得移民新村微电网发电系统

座、村委会办公点 1 处, 占地面积 12 万平方米, 移民新村通过一条 35kV 轻型化线路接入电网, 系统供电负荷由新能源承担, 并在电网无电时也能独立给新村供电。由蒙东公司和中国电科院共同承担的一项风光柴储微电网试验项目。

赫尔洪得移民新村微电网试点工程配置有 110kW_p 的光伏, 一套 HY-20kW 风力机和一套 HY-30kW 风力机, 42kWh 锂电池以及 PCS 等。其中 30kW 风力机和 80kW_p 光伏作为分布式电源, 用作并网发电和供新村一线供电。20kW 风力发电机组和 30kW_p 光伏作为微电网内的新能源部分, 主要作供新村一线用电和通过 PCS 对锂电池组充电用。

通过试点工程的建设, 解决农村智能配电网建设中分布式电源、储能与微网接入控制的关键技术问题, 探索分布式发电 / 储能及微电网在农村电网的接入和建设模式; 形成符合农网的分布式电源接入及微电网建设的技术原则, 为农村智能配电网的建设提供理论、技术及实践依据。

3. 应用于农业生产中的智能微电网系统

由于农村动力线路拉到田间是一件困难的事, 农业生产用电就成为一件奢侈。为解决农业生产动力, 中小风电以微网形式供应电力则成为最佳解决方案。有条件的地区可利用智能微电网技术实现风能、太阳能的“自产自用、盈余储能和余能上网”模式。这样的绿色能源, 不污染环境, 且能保证粮食安全。

(1) 日照石龙官庄风光互补智能提水节水灌溉项目

总装机容量为 20kW(含 4 台 2kW 风力发电机组与 40 块 280W 单晶硅太阳能板), 配套 40 块 12V200Ah 蓄电池、风光互补发电智能管理系统、3G 远程信息采集监控终端。该工程以 3.5kW 水泵实现全频, 半频, 定时自启动等自动切换, 提水扬程 50m, 上水管线长度 720m, 流量 24t/h, 日均提水量大于 140m³;



图 7: 风光互补微电网发电系统用于节水灌溉

(2) 宁夏盐池县风光互补温室大棚微电网供电系统

该项目建于 2011 年 8 月, 系统容量: 50KW (15KW 风电 + 35KW 光电), 用于 250m² 蔬菜大棚种植, 与 220Vac 市电并网, 年发电量约 60590kWh, 解决蔬菜大棚的自动喷灌, 自动感应空气温度和土壤湿度, 加热, 换气、照明的正常供电。系统安装后为蔬菜大棚用电难得到了有效的保证, 也节约了电力建设的成本, 为农民的提高经济收入。



图 8: 微电网在蔬菜大棚的应用

4. 中小风电在海岛微电网中的应用

(1) 东福山岛风光柴储微电网发电系统

东福山岛风光柴储独立微网发电系统, 配套



图 9: 东福山岛风光储柴微电网发电系统

7 台 HY-30kW 风力发电机总发电量接近 40 万千瓦时, 具有连续供电的能力; 以风光互补的方式配置供电, 风力发电为主, 光伏为辅; 不配置泄放负荷, 将海水淡化设施作为可调负荷消耗可再生能源剩余功率; 通过储能蓄电池及双向变流器, 在可再生能源充足的时期内, 实现柴发机组不运行的经济运行方式。

综合考虑最大化利用可再生能源, 减少柴油发电, 同时兼顾蓄电池使用特性最大化和延长使用寿命, 为偏远地区供电提供了一种新模式。

5. 中小风电微电网在充电站领域的应用

以中小风电和光伏为动力电源, 建设风光储



图 10: 小型风电在充电站的应用

微电动汽车充电站一体化系统, 主要为电动汽车充所用, 可以独立于主电网运行, 也可以对市电和风电进行智能管理, 可靠保证后端负载的稳定运行。我国在西安世博园建成的电动汽车充电站示范工程已投入运行多年, 为新能源在充电桩领域中的利用提供了样板。

6. 中小风电分布式微网在商业并网发电中的应用

2015 年 3 月 26 日, 金风科技在江苏大丰建成全国第一个商业化风光互补微电网项目。该项目度电成本达到 0.48 元。经过 3 个月时间的试运行, 就已为用户发电超 20 万度, 二氧化碳减排超 200 万吨, 每度电可比用户从原电网上用电节省 0.11 元左右, 为商业园区提供了 37% 的电力供应, 达到良好的经济、社会效益。



图 11: 江苏大丰商业化风光互补微电网供电系统

利用意大利商业并网补贴政策, 我国为意大利安装分布式微网项目。机组容量 60KW, 运行一年, 发电约 10 万千瓦时。



图 12: 安装于意大利商业分布式微电网供电系统



图 13: 100kW 独立运行机组分别安装于英国和韩国的分布式微网系统, 运行一年发电量近 14 万千瓦时

四、中小风电以微网形式应用的前景

对于我国来讲, 用中小型风电机组提供电源的地方非常广阔, 以微电网的形式应用, 其前景也会很乐观。将来的需求大概在以下领域。

1. 贫困地区扶贫对小型风电微网的需求

中国现有 8300 万人口生活在贫困线以下, 而且贫困人口大部分生活在风光资源蕴藏量丰富的地区, 用电问题也是改善贫困人口生活的一个主要课题, 利用风光互补供电系统解决贫困人口用电和生活问题的潜力很大。

如果采用家庭微网供电系统再配以并网电价扶持政策, 除了能解决贫困人口自身用电之外, 余电再上网, 就可解决这部分人一定的收入问题。

2. 偏远无电地区农村集中供电的需求

在偏远无电地区以集中供电模式解决农村用电是一个非常划算的事情, 以电网拉线方式, 由于其成本极高则得不偿失。我国还有很多这样的村庄, 以独立微电网形式解决这些村庄的用电还是有市场的。从技术上讲, 它已经不是什么难题。并切这种可持续发展模式, 对中国在内的所有发展中国家都有深远意义。

3. 农村养、种业用电对微电网的需求

在广大农村, 田间是没有动力线路的。以养殖业和种植业为主产业的农民正渴望采用中小风

电或风光互补为动力提供电源。当前, 我国进入全面建成小康社会和加快转变经济发展方式的关键时期, 最大的瓶颈是资源环境问题, 最大的短板也是资源环境问题。“绿水青山就是金山银山”这一论断深刻揭示了生态环境与经济发展的内在逻辑关系。以中小风电为主的微电网在农业种、养业的应用, 将大有可为。

4. 广大海岛、边防、移动通讯基站等以微网集中供电的需求

海岛、边防、移动通讯行业是当前中小风电应用最广的市场, 以微电网形式集中向这些领域继续渗透, 它的潜力还很大。以往的应用缺少智能和远程控制, 把智能和远程控制的概念加入其中, 它将发挥其应有的作用。

5. 新能源充电桩对微电网的需求

电动汽车是我国新兴产业发展的重点之一, 充电桩是能否实现电动汽车平稳发展的基础。以新能源为动力建设充电桩又是重点产业中的重点, 市场前景被全世界所看好。以风能微电网建设充电桩在我国还只是刚刚起步阶段, 而在国外已有不少先例。据报道, 北京希翼和美国 GE 公司合作, 曾在美国和欧洲投资兴建以小型风电为主的充电桩, 解决了电动车充电难问题。我国对充电桩的建设正在规划之中, 对中小风电以微电网形式解决充电桩建设定会有较大需求。

6. 分布式并网应用对中小风电供电系统的需求

可再生能源分布式利用给产业发展提出了新的挑战, 也将迎来新的发展机遇。分布式能源代表了我国能源结构调整的未来发展趋势, 新型城镇化的发展从客观上提出了传统的能源生产和消费模式转型的要求, 其战略意义巨大。风能在分布式能源供电系统具有广阔发展空间, 以中小风能为主体, 多能互补、梯级利用的分布式能源利用模式为其发展提供了契机。🌿

新型水平轴 FD-10 风力发电系统介绍

文 / 中科恒源科技股份有限公司 石云岩

10kW 风力机为小型风力机中的中坚力量，预计也是中国未来分布式并网发电的中坚产品。国内设计生产 10kW 风力机主要有 6 到 8 个企业，其中这些产品主要为：

- 上风向、定速运行、叶片高风速下自失速、被动偏航：这种风力机结构简单，便于维护，成本低，但发电效率低，功率稳定性差，超功率幅度及功率跌落幅度较大，所以适用于功率较小、不追求发电量及电源质量的离网型；

- 上风向、定速运行、定桨、被动偏航大风保护装置：大风保护装置部分风力机采用折尾、侧偏、仰头。此类风力机机构简单，便于维护，成本低，但折尾和侧偏机构由于其理论复杂性，且高风速下因受力不平衡造成振动较大，功率幅值和稳定性很难控制，发电效率较低；

- 上风向、变速运行、自适应被动变桨、自动偏航：此类风力机自适应变桨机械结构可靠性较差，负角度下叶片失速参数很难计算准确，可变因素较多，功率稳定性差。

中科恒源设计的 10kW 水平轴风力发电机组为三叶片、下风向、主动非实时变桨水平轴风力机，叶轮直径为 9m，轮毂中心距离地面的高度为 12m ~ 18m。风力机采用主动变桨和偏航控制，叶片自失速和发电机 / 功率电子变换系统。本机组由以下部件组成：风轮、叶片、变桨系统、刹车系统、发电机、机舱底架、偏航系统、机舱罩和导流罩、塔杆、地基、控制系统、逆变系统。

10kW 风力机可离网或者并网使用，离网时直接连接动力装置（如潜水泵），或者直接电池充电，并网时直接并入分布式电网（380ACV）。



技术特点：

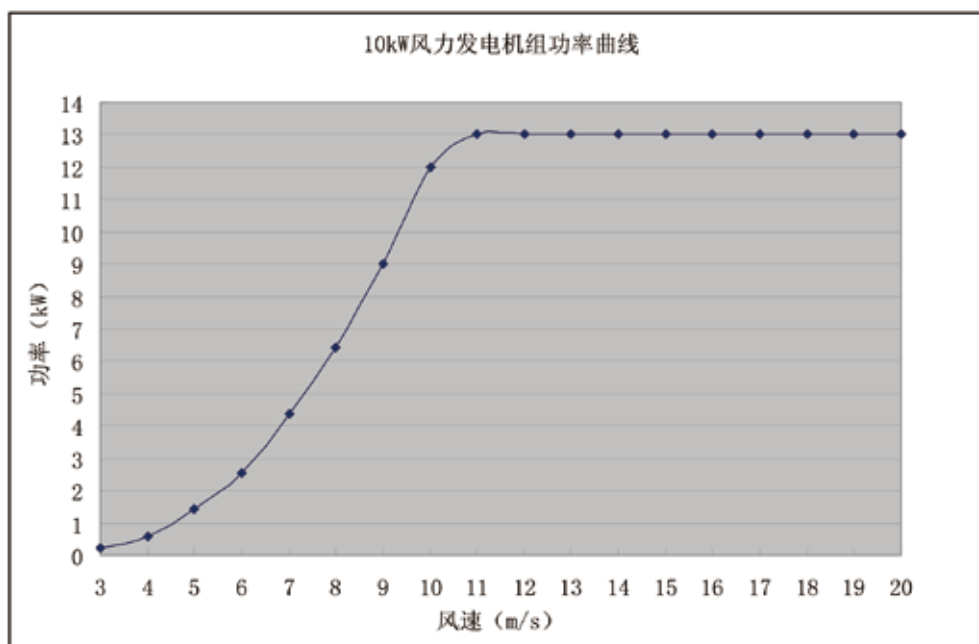
FD-10 风力发电机组的叶片、发电机、控制器等所有部件均为自主设计完成。叶片：发电效率高，整机能低风速发电，且发电效率高；主动非实时多级变桨系统：分级分阶段限制风轮吸收功率，在发电机允许吸收功率的前提下，减少变桨距工作强度，提高可靠性，动力装置采用进口部件，终身免维护；偏航系统：被动偏航，偏转轴承采用重载低温润滑脂工作温度-50℃ ~ 50℃；刹车系统：采用顺桨刹车、短路刹车、手动拉索刹车三种刹车保护，可靠性极高；风速检测：自主知识产权技术检测风速，无需风速仪等设备，实现整机安全切入切出；控制逆变系统：采用 MPPT 最优叶尖速比追踪控制，效率高。

塔杆拉索式设计：附加辅助杆后，可以在海岛或者高山等吊车无法到达的地方进行人工组配、吊装；终身免维护，设计使用寿命 20 年。

总体概述：

型号	FD-10
额定功率	10kW
切入风速	3m/s
额定风速	10m/s
切出风速	25m/s
极限风速	50m/s
叶片个数	3
风轮直径	8.5m
机身长度	1700mm
超速保护	顺桨空气刹车 + 短路刹车 + 手动拉索刹车
发电机	永磁发电机
传动方式	直驱
叶片材料	玻璃钢材料
海拔	额定工作海拔：≤ 1000m，极限海拔：4500m
工作温度和湿度	温度 -40~55℃，湿度：≤ 95%
环境	防盐雾、沙尘
控制器 mmpt 追踪精度	99%
控制器效率	≥ 95%

功率曲线：



不同风况下 10kW 风力机年发电量情况：

年平均风速	4m/s	5m/s	6m/s	7 m/s	8 m/s
年发电量	13419 kWh	26296kWh	39823kWh	51163kWh	59554kWh

桨距控制系统：

FD-10 风力机的叶轮使用一套独立的变桨电机和控制器来提供正常运行期间叶片安装角的调整。叶片角由轴承曲柄机构来调节，该装置安装在叶轮轮毂里，通过穿过主轴的连杆和机舱中推杆电机相连接。

FD-10 风力机的主动变桨控制器帮助风力机风轮能够当面临大风时，通过运行“漏”掉超额风力的方式，在伺服调节下达到额定功率。

刹车系统：

FD-10 风力机配备了三套刹车系统，在风力机超速或者出现故障后紧急刹车时使用。一套为变桨刹车，是变桨控制系统的延伸，在大风时利用变桨系统使叶片完全顺桨，达到制动的效果，此刹车系统完全独立于控制系统之外，如控制系统发生故障时，无条件顺桨刹车；第二套三相短路刹车，是利用发电机自身最大反转距制动，在高转速下限速，在低转速下直接制动；风力机本身配套了一套手动刹车装置，在塔杆底部手摇曲柄，使风力机叶片顺桨达到刹车效果。此三种刹车完全独立于控制系统之外，对风力机起保护作用。

控制并网系统

FD-10 风力机可以用位于塔杆底部控制器或计算机进行自动或手动控制。远程计算

机通过监控与数据采集系统也可以发出控制信号。风力机控制器上提供有当地闭锁的功能。

使用塔杆底部的控制器，可以停机、启动。紧急停机按钮在控制器面板明显位置，优于风力机的任何其它操作，可以使风力机在出现紧急情况时能立刻停机。

在部分负载下，叶片的安装角度保持固定，叶轮的转速由发电机 / 转换器控制系统来控制。达到额定风速时，叶片进入伺服状态，风力机的输出功率和叶轮转速由可变的叶片安装角结合发电机、转换器、扭矩、速度控制系统来控制。

风力机并网发电系统采用美国 TI 公司 32 位专用数字化 DSP 芯片控制，采用日本最先进的智能功率 IGBT 模块（IPM）组装，并采用电流控制型 PWM 有源逆变技术。其性能特点为：数字化 DSP 控制、原装日本三菱智能功率模块组装、MPPT 控制，适时追踪风力机的最大输出功率、纯正弦波输出、自动同步并网，电流谐波含量小、对电网无污染、无冲击，完美的保护和报警功能，配备 RS485 通信接口，实现远程数据采集和监视。

截至 2015 年 11 月上旬，中科恒源的新型 FD-10 型 10kW 风力发电机系统完成了并网试验和孤网运行状态下的提水试验。在 5 个月的运行中，为客户的提水工程提供了可再生电力供应，达到良好的经济效益和社会效益。🌱

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

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。

多台风机并网系统结构图



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）。

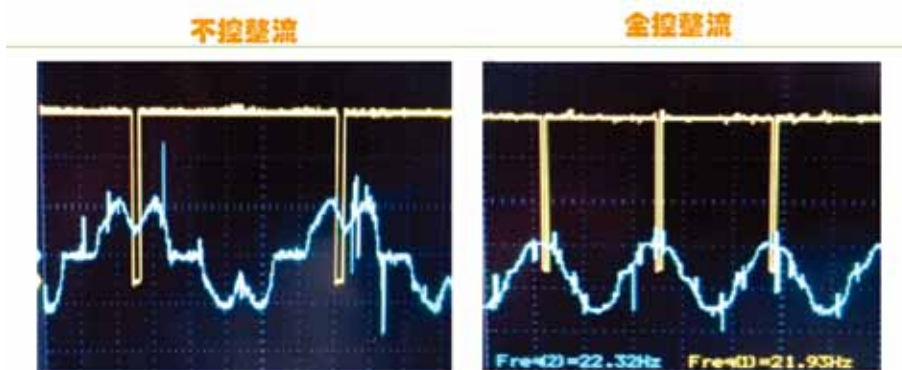


图 1：整流波形图

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。

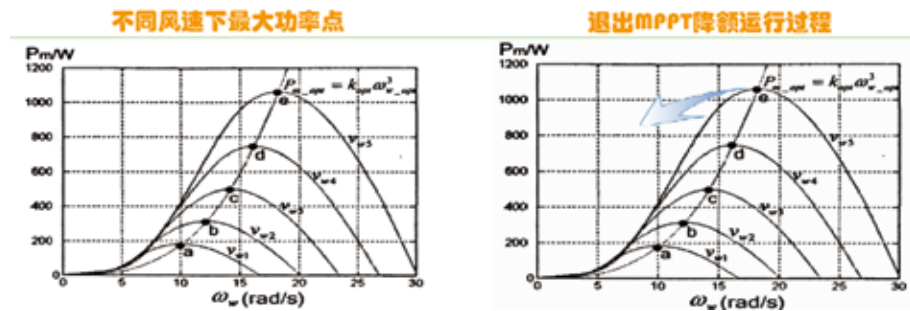


图 2：最大功率跟踪

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。

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。

总结

小风电并网一直未获得大力支持，很重要的原因：大家认为小风电发电不高、损耗占比高、没有适合小风电并网的方案等，离网系统中的应用已经说明小风电实际发电是充足的。目前小风电并网急要解决：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数十种解决方案。

上海致远（GHREPOWER）FD21-50 风力发电机组获得中国首张 SWCC 认证证书

【本刊上海致远通讯站消息】2013 年上海致远自主研发生产的 FD21-50 风力发电机组顺利通过 IEC 61400-11 和 IEC 61400-12-1 认证测试，获得全球权威检测认证机构 Intertek 的认证证书之后，上海致远积极向美国 SWCC 认证委员会递交申请书，并在 2015 年 2 月顺利通过了美国 small wind certification corporation(SWCC) 认证委员会审核，获得了 SWCC 认证证书，拿到了北美市场并网许可证，并同期与加拿大客户签订了首批 6 台 FD21-50 机型的订单。目前已经有 4 台 FD21-50 风力发电机组成功并网发电，后续项目还在积极进展中。



上海致远是目前中国首家获得 SWCC 证书的中小型风力发电机组生产厂商，为公司的风力发电机组开拓北美市场打下坚实的基础。作为全球风电市场政策最好的北美地区，对所使用的风电设备都有非常严格的入网标准。目前，获得同类设备入网资质的只有加拿大一家企业。经过两年的反复审查和现场验证、测试，SWCC 给予上海致远 FD21-50 机型高度的评价。

SWCC 认证覆盖了风电机组所有测试项目，包括功率曲线、机械载荷、噪音、电能质量、安全功能以及专门针对于风电机组的耐久性测试。此次上海致远 FD21-50 风力发电机组获得 SWCC 认证，体现了上海致远坚持高品质、新技术的宗旨，致力于通过技术创新和产品性能改善为其客户提供高质量、高性能、高可靠性产品，以满足全球对清洁能源日益增长的需求。

大丰市海水淡化示范项目 安装建设完成

【本刊青岛安华通讯员报道】日前，以 30kW 变桨距风力发电机为电源的新能源海水淡化系统在大丰港建成并投入使用，这是青岛安华新元风能股份有限公司与哈电集团在海水淡化领域强强合作打造的试验示范性项目，具有极其重要的意义！系统运行数据经试验示范获得成功，将可复制应用到印度尼西亚和马尔代夫的海水淡化工程中，更多的项目会在国内和世界各国陆续推广。

此次建成的风电新能源海水淡化系统，是安华新元在风力发电技术与淡化海水技术相耦合的集成创新，由 30kW 永磁直驱风电机组、储能系统及双向变流器组成的新能源微电网供电系统，经微电网能量管理系统协调控制，系统以并网运行为主，持续可靠的向海水淡化装置提供稳定的电能，海水淡化设备利用反渗透技术进行海水淡化；在网电出现故障或不能正常供电的情况下，该供电系统又可以独立供电运行；整个系统能够较好的解决弃风，减少燃煤消耗和温室气体排放量，改善民生，进而促进当地经济社会发展。

作为示范项目，它又特别适用于海岛、沙漠等偏远缺水、缺电地区，以离网形式提供电源。

海水淡化产业是中国鼓励发展的战略性新兴产业。符合国家产业政策导向，具有良好的市场前景。国家“十二五”发展规划也对新能源开发利用和海水淡化产业发展给予了强有力的政策支持，为该产业提供了广阔的发展空间。我们将与哈电集团一道，持续创新，将示范项目建设成精品工程，为今后的海岛新能源海水淡化推广应用创造条件，为更多的海岛居民送去随用随取的洁净淡水！



上海致远 4 台 FD21-50 风力发电机组在加拿大成功投入并网运行

【本刊讯】2015 年 9 月，上海致远绿色能源股份有限公司 4 台 FD21-50 风力发电机组在加拿大完成吊装调试，成功投入并网运行。这是上海致远 FD21-50 获得 SWCC 认证，拿到北美地区并网许可证后，在加拿大投入运营的第一批商业中小风力发电系统。上海致远不仅通过了加拿大客户严格的厂验审核，同时为该并网系统提供全套设备（包括风力发电机、控制系统、逆变系统及远程监控系统）。这些设备全部由上海致远自主设计研发、生产，并全程进行安装指导、调试及提供后续运维支持，获得了客户的高度评价。

随着第一批 FD21-50 风电机组的并网运行，上海致远在加拿大设立了控股子公司，未来将与合作伙伴共同拓展北美地区市场，这也是上海致远国际化战略中的又一里程碑。

上海 FD21-50 风力发电机组采用永磁直驱同步风力发电机组，风轮直径 21.5m，切入风速 3m/s，额定风速 9m/s，风能利用系数较高，风力发电机组具有机械和电磁两组刹车装置以及主动偏航等多重系统保护措施，保证风力发电机组在极端天气下能够自动调节，以确保风力发电系统能够正常运行。优化的低速永磁发电机技术和叶片良好的空气动力特性，将风力发电机组的噪音水平降低到最低限度。🌿





科华恒盛荣获第三届中国电源学会科技奖两项大奖

【来自科华恒盛通讯员消息】日前，在中国电源学会组织的第三届中国电源学会科学技术奖颁奖大会上，厦门科华恒盛股份有限公司《高电能质量节能型大功率不间断电源系统关键技术与产业化》和《太阳能光伏发电系统逆变器》两大项目分别荣获了本届中国电源学会科学技术奖暨科技进步特等奖和二等奖，这是科华恒盛电源产品获得的国家级科技奖励，为推动公司持续技术创新和产品应用具有重要的意义。

中国电源学会科学技术奖，是由国家科技部批准设立，代表我国电源行业最高水平，在全国范围内进行评选的科技奖励，由中国电源学会组织评审并颁发。其中，科技进步奖是授予国内外首创的重大技术发明，技术思路独特，技术上有重大创新，技术指标达到国际领先水平，推动电源及相关领域的技术进步，并已产生显著的经济效益或者社会效益的个人或组织。同时，通过本次特等奖的获奖项目将择优推荐参评下一年度“国家科学技术奖”。科华恒盛电源产品以其自主独特的技术思路和重大技术创新核心，凝聚了高效节能、智能管理、安全可靠、扩容能力强、管理专业化等多项优异性能。

科华恒盛技术中心负责人表示，科华恒盛电源产品自主研发的电源系统荣获国家级科技奖项，是科华恒盛在技术研发领域持续投入积累、不断创新成果。科华恒盛产品方案将继续致力于推动中国电力电子产业发展，助力各行业领域在“一带一路”、工业化与信息化建设、节能环保等事业发展建设。

目前，科华恒盛高电能质量节能型大功率不间断电源与太阳能光伏发电系统逆变器已经在金融、通信、交通、工业、政府与公共事业、数据中心、新能源等国内外高端用户广泛应用并获得充分认可。如今，科华恒盛产品方案已经服务于全球80多个国家和地区、为超过20多万的用户提供绿色电源保障。

新能源智能农田灌溉系统为农业撑起一片蓝天

文 / 青岛安华新元风能股份有限公司 刘敬古

“民以食为天”，作为人之根本的农业产业，是关乎一个国家或民族发展的重要因素，而支撑农业发展的水利灌溉又是其闭环链锁上重要的一环。受困于自然地形与电力供应的限制，单单在中国就有 53% 的干旱、半干旱地区面临着农业灌溉无动力保障的问题，严重制约着广大旱田农业生产和靠天吃饭农民的生活水平的提高，进而影响到国民经济的发展。我国农业由于农药、化肥、机油、塑料薄膜等有害物质的影响，土地、粮食、水源受不同程度的污染，粮食安全成为当前国家最为关注的课题，农业发展正在寻求减少化学污染的解决有效途径。合理的安排柴油机在农田中的作业量，以及以新能源发电作为农业灌溉电源越来越被国家和政府所重视，并相继纳入到政府工作试点工程中来。



图为农田干旱的严重情况

基于以上背景，青岛安华新元风能股份有限公司从企业的社会责任感出发，结合企业自身质量过硬的产品、领先的技术创新能力等优势，先天下之忧而忧，积极投身于新能源供电系统应用于农田水利灌溉的研究课题，创造性地提出了“风光互补提水新型智能农田灌溉系统”。把该系统融入农村能源电力供应，以高度位差提水，智能喷灌、滴灌，智能系统管理等技术特征，以新能源多能互补发电、新型智能农业灌溉系统提供了一套完整的解决方案。

该系统主要配置如下

编号	设备名称	备注
1	风力发电机及塔杆和配件	利用风资源发电，变桨距机组，折叠塔杆
2	太阳能电池板及支架	利用太阳能发电，单晶硅组件，热镀锌支架
3	风光互补控制器	能源侧整流限压，后机测给电池组充电
4	蓄电池组	储存电能，保证系统的间断用电
5	三相输出离网逆变器	保证稳定三相交流电输出
6	水泵抽水智能管理系统	控制管理水泵频率与工作时间，调度系统
7	三相水泵	现实水资源流通
8	农田喷灌管道与控制系统	实现农田的节水灌溉。

在不断优化论证该系统后，青岛安华与山东日照市属某水利公司于 2013 年签订战略合作协议，结合日照市委市政府政策主题与日照农业现状，将日照市周边村镇作为试点进行示范建设与应用。自 2013 年 5 月到 2015 年 5 月短短 2 年时间内，相继为日照市东港区，日照市岚山区，日照市莒县石龙官庄，日照市小港村，日照市后黄埠村等地区建设 7 所风光互补水泵提水农业灌溉项目，并建成了日照市节水农业示范县，日照市节水灌溉示范茶园等，得到当地政府和用户的一致好评，并顺利地进入系统复制推广阶段。

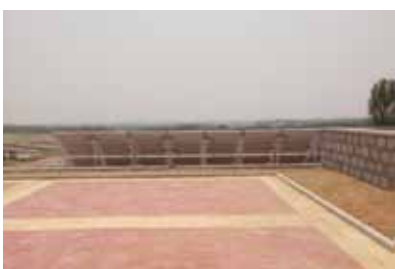
相关工程案例图片如下：



日照市节水农业示范县项目



日照市茶园灌溉示范项目



日照市风光互补农田灌溉示范项目



日照市农业用水滴灌喷灌示范项目

日照市蓝莓园风光互补提水系统示范项目

日照市山地农田灌溉示范项目

在一系列示范项目的建设和使用后，青岛安华自主创新的“风光互补提水新型智能农田灌溉系统”得到了示范用户的一致认可。参与合作的日照市属某水利公司也得到了政府有关部门的嘉奖，并得到日照市有关部门复制和迅速推广该项目的批示。截止发稿之日，青岛安华与日照市属某水利公司已在建和拟建的项目已达到12个。

该系统的开创与推广，迅速地解决了部分地区农业灌溉系统缺电和用电难问题，滴灌系统节省了水资源，

以可再生的风能和太阳能为动力，更是一劳永逸的保护了农村自然环境。同时，达到了经济效益，社会效益，环境效益多层丰收的效果。

我们相信，以新能源替代传统柴油机组发电系统在农村和农业领域的应用，必将成为我国广大农村复制和推广的样板。我们也将不遗余力的继续以企业的社会责任为己任，加快创新发展，使系统适应更多更复杂的环境，为中国乃至世界的农业发展做更大的贡献！

内蒙锡盟启动新能源通电设备升级改造

【本刊讯】2015年，内蒙锡盟启动新能源通电设备升级改造工程。招标文件称：锡林郭勒盟公共资源交易中心受锡盟相关旗、市、区党委农村牧区工作部、发改局的委托，拟采用公开招标方式采购“锡盟所属9个地区2015年新能源通电设备升级改造工程”。

此次招标共分为四个包，其中锡林浩特市1500W设备42套，2000W设备168套，2500W设备56套，3000W设备134套；苏尼特右旗1500W设备280套，2000W设备110套，2500瓦设备15套，3000W设备95套；苏尼特左旗2000W设备900套，3000W设备900套，升级设备200套；阿巴嘎旗2000W设备560套，3000W设备40套；东乌珠穆沁旗2000W设备700套；为、西乌珠穆沁旗1500W设备160套，2000W设备160套，2500W设备240套，3000W设备240套；正镶白旗2000W设备440套，3000W设备60套；正蓝旗2000W设备440套；乌拉盖管理区1500W设备35套，2000W设备33套，2500W设备17套，3000W设备135套。总计设备招标数量5860套，招标额约26138.98万元。

设备配置要求：1500W风光互补发电设备517套，要求1000W风电+500W光伏；2000W风光互补发电设备3311套，要求1000W风电+1000W光伏；2500W风光互补发电设备328套，要求1500W风电+1000W光伏；3000W风光互补发电设备1704套，要求2000W风电+1000W光伏。

2015年9月24日，锡林郭勒盟公共资源交易中心发布采购中标结果公告，呼和浩特市博洋可再生能源有限责任公司、上海致远绿色能源股份有限公司、南京欧陆电气传动有限公司、锡林郭勒盟鑫科新能源设备有限公司、山东佳利新能源科技有限公司、内蒙古华德新技术有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司等七单位中标。



中国农村能源问题

中国农村能源问题之一：农村能源状况的变迁

改革开放前夜的农村能源

1978年秋季的一个傍晚，我在所就读的煤炭子弟学校教室里的灯光下写作业。空荡的教室里只有我一个人，其余的四点半放学就都回家了。

这时数学老师进来，问我怎么还不回家。我说，家里没有电，只有油灯，我想在教室里做完作业再回去。

这个老师是住在工区里的，听了我的话，不知是难受还是感动，反正深有感触的样子。

现在提起这个事情，不是要叙旧，而是想说当时的农村能源问题。那时，父母在江苏省煤炭建设指挥部建井处工作，因为单位的员工宿舍没盖好，所以大部分干部工人都先租用农民的房子，我们家也是在九里山江山村居住。

江山村属于市郊，当时到徐州市中心，步行约需40分钟，也就三公里左右的路程。但是，村里既没有电，也没有自来水。搬到这里后，我学会了用十几米长的井绳吊着桶在井底打水，还尝到了用柴火做饭，烟熏得眼睛直流眼泪的情形。

那年是1978年，我十三岁，中国正处于改革开放的前夕。当时，中国的农村绝大多数都是这种状况。农村完全没有电，能烧得上煤的农村也很少。农民做饭以烧柴和秸秆为主，照明以油灯和蜡烛为主，吃水靠手动压水，或者直接从井里打水。当时占全国人口80%的农村地区，能源消费不到全国的30%，而其中的三分之二还是薪柴和秸秆。也就是说，当时农村使用的电力和煤炭还不到全国的10%。

改革开放初期的农村能源

最初的改革开放是从农村开始的，联产承包责任

制的实施以及乡镇企业的发展，解放了农民的积极性。要让农村的改革开放顺利进行，农村的能源问题当然首先要解决。1980年，时任国家副主席的邓小平首次把农村能源问题的重要性提到了议事日程。

那时，中央政府虽然很重视农村能源问题，但能够做的事情并不多。因为当时脆弱的国民经济连保障城市和工业电力消费的能力都不够，面对广袤的农村，我国当时的电力系统更加无能为力。于是，在1982年，“六五”计划提出了“因地制宜、多能互补、综合利用、讲求实效”农村能源建设方针；1983年和1984年的两份1号文件在农村能源方面，仅仅是指出，小水电、风电、沼气、太阳能、薪柴林能源开发带有紧迫性，必须抓紧。对当前农村兴起的小能源等产业，有关部门和地方要给予积极的指导和支持。这种停留在口头上的农村能源政策，也是不得已的办法。因为那时的中央财政根本不具备在农村铺设电网的财力，这些政策，实际上等于是让农村自己解决自己的能源问题。

改革开放的前十年，农村的能源情况还是没有大的改变。虽然靠近市郊的地方有些地方沾了乡镇企业的光，但绝大部分地区还是点油灯，烧柴火，喝井水。

改革开放中期：农网改造

随着改革开放的进行，乡镇企业如雨后春笋般地发展，农村的经济水平和农民的经济收入迅速提高，用电需求也迅速增大。到1995年，农村的能源消耗占到了全国能源消耗的一半，达到了6.5亿吨标准煤的水平，但其中，有高达3.8亿吨依然是薪柴、秸秆等所谓的非商品能源，占农村能源消费的比例依然60%。这时，农村电力不足已经严重阻碍了乡镇企业为主体的农村经济

发展。

于是，1998年，改革开放20年后，国家计委发布了《关于加快农村电网建设(改造)工作有关问题的通知》，国家开始逐渐投入了1800亿元资金对2309个县农村电网开展“两改一同价”(改革电管理体制、改造农村电网、实现城乡同网同价)建设改造，这种“送电下乡”的农村电气化改造工作不仅在数量上、更重要在质量上使得农村电力消费有了极大的提高。从1998年，到2007年的十年间，农村能源的消费一直呈逐年增加的趋势，从1995年的6.5亿吨增加到了2007年的9亿吨标准煤。农村的能源消费占全国能源消费的比例达到了35%。而其中的薪柴秸秆等非商品能源为4.2亿吨标准煤，低于农村能源消费总量的50%。

到2007年，改革开放进行了整整三十年。绝大多数农村都送上了电，煤油灯只是在农忙的时候，因为农业生产用电量大，村里停电的时候采用。富裕一些的地方用上了煤气罐来做饭，但其余的地方开始烧煤炉了，不过柴火还是做饭的常用燃料。一方面是薪柴总是有的，秸秆也是年年在地里，不做饭也要白白烧掉。

这三十年，农村的面貌发生了翻天覆地的变化。不仅农村的电网覆盖率大幅提高，在7亿农村人口中，完全无电人口减少到了不足2000万人。农民家里不但有了电灯，还有了电视、电话，甚至冰箱。

改革开放的第三个十年的农村能源消费：下降？

2007年以后，我国农村能源消费的统计数字出现了奇妙的现象。目前，最新的国家统计局的官方数字是2013年的数字。农村地区的能源消费从2007年的9亿吨降低到了2013年的3.5亿吨标准煤。而同期我国能源消费总量则从26亿吨提高到了30亿吨。也就是说，农村能源消费占全国能源消费的比例从2007年的35%，降低到了约12%。

农村消费能源的绝对数量从9亿吨降低到3.5亿吨，这是个令人难以置信的数字。虽然同期的国家统计局的数字倍受质疑。但这个结果并不表示农村的能源消费真正下降了，而是统计口径的变化。因为，我国同期的城镇化政策，导致了大量的“县改市”和“县改区”，总数约600个县从农村变成了城市，而这些地区，都是当

地经济最发达的地区，也是农村地区能源消费最大的地方。这些地方的能源消费，原本是计入农村能源口径的，但随着城镇化的目标完成，改计入了城市能源消费。

此外，大约3亿进城的农民工也被统计局计入了城市人口，而这些人口原本是按农村人口统计的。以上海浦东新区的大团镇邵村的一位胡姓村民为例，一家三口，女儿已经出嫁，并且在镇上打工。女儿在镇上的房子，每月的电费至少要80元以上，到了夏天开空调，大约一个月200元；全年电费支出约1500元左右，但女儿所消费的电力，统计的时候，已经不属于农村电力了，都进入了城镇用电的统计口径。老两口每月电费支出40元左右，一年500元，这个用电量当然不算大。但是如果考虑老两口的收入，电费就不算低了。该户人家有1.2亩地，老两口出租给了安徽来的人种，每年地租收入约2000元。电费支出约占该户收入的25%，所以，老两口一到晚上就早早地关灯睡觉了，虽然女儿给父母买了冰箱，也装上了空调，但老两口从来没有开过。

所以，农村的能源的需求量，与农民的收入是直接相关的。在年轻人大部分外出打工并计入国家“城镇化”的成果后，他们的电力消费就不再计算到农村能源消费中了。因此，国家统计局关于农村能源消费大幅下降的数据，从我们实地做的有限考察来看，很可能是真实的。

目前我国农村能源依旧落后

因此，虽然中国几乎实现了“村村通电”，但实际上，我国农村的能源问题依然比较严峻。

目前，我国西藏的无电人口比例还高达40%，宁夏等西北地区许多人还在用秸秆和牛粪做饭。“村村通电”虽然在我国大部分地区解决了“无电”的问题，但是，“缺电”的现象则比比皆是。在苏州，在佛山，在深圳，甚至在上海，“停二开五”，甚至“停三开四”的现象比比皆是。而即便在东部地区的富裕农村，一个300户的自然村，供电容量只有150kVA，平均每户分摊的容量不到500瓦，如果考虑学校，村委，社区中心等公共照明和一些小的工商户，每户可能只能分摊到二三百瓦的容量。许多人都有这样的经验：回家过年的时候，发现电灯忽明忽暗的情形，电视、冰箱都没有办法启动，

跳闸、断电的情形在农村更是司空见惯，这些就是由于农村的电力容量不足导致的。连号称经济发达地区的江浙农村都有这样的现象，更不要说偏远的山区了。

在浙江省经济最发达的杭州千岛湖区的威坪镇，傍晚也可以看到村庄上空升起阵阵炊烟，他们不是没有煤气罐，而是因为秸秆是不要钱的；而在上海浦东的大团镇，如果你在晚上8点钟以后走进任何一个村庄，你感觉发现所有的家庭窗户漆黑，没有灯光，不见人影，只有偶尔的几声狗吠。

目前，我国面临着第二次城镇化的高峰。这次城镇化，不再是人口从农村向城市的迁徙，而是立足于新农村和新城鎮的建设，这就意味着目前的农村地区的电力消耗将会猛增。据专家估算，仅新城镇带来的新增电力需求将达到3亿千瓦，占到我国现有电力装机容量的30%以上。如果这些新增电力全部用火电，中国的雾霾将导致我国绝大部分地区变成难以生存的地区。

如何能够让农村地区的人口不再使用薪柴与秸秆来做饭？如何使他们不仅能够实现电灯照明，而且能够不受电力约束来享受电视和电话带来的现代生活的便

利？如何能够使他们不再烧炕取暖，而采用空调，甚至在夏天能够享受空调带来的凉爽舒适？这不仅仅是改善生活质量，提高幸福生活指数，和提高农民尊严的问题。不仅仅是农村老人的俭朴的生活习惯导致他们不舍得用电，根本原因还是上面谈到的电费在农民中的收入占比过高的问题。

因此，要想提高农村地区的能源需求水平，首先要提高农民收入。或许，我们还要考虑，如何能够让农村的年轻人能够充分发挥他们的聪明才智在广阔天地里通过创业来实现他们的梦想，而不是把外出打工视作唯一的出路？当他们试图对家乡的土特产进行深加工，或者把家乡的手工艺品外销来使自己致富时，能否不再为电力发愁？

即便把外出的农民工都算成城市人口，我国依然有一半的人口居住在农村。农村、农民、农业的“三农”，等待解决的问题当然很多，否则每年中共中央的“一号文件”不会都讨论农村问题。但在农村亟待解决的很多问题当中，首当其冲最需要解决的问题，就是农村的能源问题。

中国农村能源问题之二：新能源在农村的应用分析

农村地区能源消费中的可再生能源发展现状

虽然我国农村地区的能源消费历史趋势中，各种能源的比例随年度变化数据不稳定，显得无规律可循，但有一个数据是大致稳定的，那就是，薪柴、秸秆、沼气等非商品能源的消费量。从1995年到2013年的18年间，一直稳定在2到3亿吨标煤之间；尤其是秸秆的消耗，一直维持在每年1.5亿吨标煤的程度。虽然，在2009年以后，由于雾霾问题的严重和可砍伐薪柴林数量的下降，薪柴的消费大幅下降，从2007年的1.3亿吨，下降到了2013年的7千万吨（标煤折算量）。但沼气的上升弥补了薪柴的下降水平。

薪柴、秸秆、沼气这几种能源，在国家统计局的分类中，被列为“非商品能源”，但它们还有一个特点，就是都属于可再生能源。也就是，它们每年都是可以通

过各种形式再生，而永远不会枯竭。当然，这三种目前都没有一种是“清洁能源”，也均不能算作“新能源”。而且，薪柴和秸秆还是最古老的“传统能源”，可以说人类利用它们的历史，与人类使用火的历史一样长。这种最简单、最古老的燃烧方法，是效率最为低下的使用方式。

我国政府在改革开放初期，就认识到农村能源主要以薪炭、秸秆不是长久之计，但在没有能力在广大的农村地区进行电网覆盖的情况下，很早就在农村推广沼气、太阳能、小水电等各种新能源，当时的初衷与现在在全国范围内推广新能源的初衷完全不同，当时并不是为了解决环境问题和能源短缺问题，而是为了弥补农村地区电网覆盖率不足的权宜之计。

但是，这些新能源在农村地区的推广，效果并不令人满意。

新能源在农村遇到的问题

沼气、太阳能、风能等新能源在农村的推广不理想，主要表现在已经建设的新能源设施利用不充分，而利用不充分的原因又主要是新能源设施由于维护缺失导致故障或停运，而又没有及时解决，最终遭到废弃。

这种情况，在沼气设施上表现得最为充分。沼气，是农村中应用比例最大的可再生能源，我国从1986年就开始在农村中推广沼气的使用。几乎以平均每年十亿元的力度在农村推广沼气池，政策和补贴投入都非常高。但据2009年3月人民网报道，黑龙江省农村沼气池废弃率竟高达百分之九十。也就是，90%的资金只是为沼气设施公司提供了一笔生意，而对于农村的沼气利用则只有10%的资金起到了作用。

黑龙江省的例子不是个例。全国农村的沼气消费，到2013年也仅仅达到了1100万吨标煤的程度，比十年前仅增加了20%。而期间每年十亿元政府资助加上带动的地方和民间投入所建设的沼气设施，绝大部分投入不久，就遭弃用乃至报废。

巨额补贴下，沼气推广依然不利的原因是多方面的：一方面，受生活习惯的影响，很多农村村民还不能彻底地废弃传统的烧柴做饭的方式；另一方面，沼气池修建的质量也是另一方面的原因，这是由于质量监管的缺失造成的，承建商只要顺利通过验收而拿到补贴，就不管以后的运行是否能够正常了。

此外，新能源设施的维护也是被忽视的问题。许多设施在刚刚建好的时候能够较好地发挥效用，但是一旦进入维护期，则报废量明显增大，时间一长，就废弃不用了。不仅沼气设施如此，太阳能，风能等，都有这个问题。

所有的新能源的运行维护都是有技术含量的，需要专业技术人才的专业维护，而这恰恰是农村地区最为缺乏的。而为农村安装这些新能源设施的，本来都是些专业公司，但由于新能源设施绝大多数是政府补贴的，而政府的装机补贴都是一次性的，因此，无法依赖政府为相关项目提供服务。而政府通常是通过招标委托第三方公司进行系统安装的，而这些公司在完成了安装任务后，由于没有资金给他们进行维护，甚至根本就没有人要求他们进行事后维护，系统运行中一旦出现问题，就会导致整个系统停止运行。

由于农村新能源的不普及，这些公司不可能针对个别的政府资助项目在每个农村设立维护站，甚至在同一个县域范围内、乃至同一个地级市范围内，都没有设立服务点，因此，就算有人愿意花钱让这些专业公司提供服务，他们为了这些数量极小的用户，也根本不可能提供及时的服务。

解决这个问题的途径有两个，一个，是当农村新能源大量普及后，随着业务量的增大，这些专业公司能够通过适当的收费进行维护，从而通过提供系统维护服务而获得正常的赢利。但是，这就要求政府在农村新能源领域的补贴，变装机补贴为能源输出补贴（如光伏与风力发电的度电补贴，沼气的流量补贴，地热的热量补贴，等等。），这样，系统安装公司才有可能、也有动力来为农村的新能源设施提供持续的服务。

第二个途径，就是培养当地农民的技术维护力量。这是一个值得采取的措施，但其根本，与通过专业公司提供服务一样，也是需要有人为这种服务支付费用的。虽然最终是这些农村能源的使用者，但是，形式上，可以由新能源系统的业主或者系统集成商和服务商提供。

农村地区新能源推广不利的原因

目前，我国农村地区的新能源系统的发展不理想，原因比较复杂。不能一味地责怪某个方面。以下给出一些简单的分析。

第一，政策的补贴方式过于简单粗放，花钱达不到效果。国家虽然立意很好，但由于给出支持政策前，考虑问题不周，因此，导致政策效果不好，甚至起到了鼓励造假的效果，也给了许多人钻政策空子、骗取政府资金的空间和机会。这方面除了沼气补贴的大量造假骗补外，还有2009年推出的“金太阳”光伏补贴政策，事实证明，虽然决策人的立意可能是好的，但是，结果成了一个恶法，不仅没有对光伏推广起到真正的推进作用，反而催生了一大批蛀虫和贪官，最终也害了这些官员，好在中国政府及时于2012年终止了这个早已被世界各国摒弃的愚蠢至极的“金太阳”补贴政策，顺应规律，改成了“度电补贴”。

第二，村民的习惯。在农村地区，农民的习惯也是阻碍一切新事物产生并推广的主要阻力。例如，沼气

烧饭虽好，但是，许多农民还是习惯于烧柴做饭。而当沼气的操作稍微复杂或者除了些小的故障后，农民的第一选择就是回到老路上去。这说明了新的东西在农村地区推广的难度，也要求，新能源设施的提供者，要更多地为农民考虑，简化操作，快捷维护。而旧习惯的打破和新习惯的养成，需要具备一定的文化知识和技术知识，因此，相关知识的普及和对农民的培训，就尤为重要，比在城镇地区要重要得多。

针对这个问题，除了政府应当发挥社会各个方面的力量进行科普活动，为新能源技术推广减少阻力外，尽快实现农村新能源应用的市场化，通过市场手段了促使市场进行新能源知识普及和技术培训，可能是更为重要的手段。如果大字不识几个的农妇能够熟练地应用手机来发送微信，那么，在农村中找到一批懂得维护新能源设施的人，当然应该是更加简单的事情。

其实，新能源在农村中遇到的问题虽然有农村地区的特殊原因，但也带有普遍性。上述问题，在专业能源公司建设的光伏电站、风力发电场上，出现得越来越多。许多问题不能都责怪电网弃光、弃风，而是系统维护的不到位，时间一长，运行率就越来越低，目前这种情况就一年比一年严重，每况愈下。

新时期农村地区能源利用的新问题

2013年以后，随着我国能源安全和环境安全问题的严峻，加上第二轮城镇化的高潮即将到来，农村能源问题再度成为了一个亟待解决的紧迫问题。如果说，最早的农村能源政策对于可再生能源的采用，是因为农村缺电和财政窘迫而迫不得已的措施，那么，在第二次城镇化高峰即将到来之际，在农村中推广新能源，就必将面临一个飞跃式的上升了。

目前，我国农村的大部分地区虽然已经有了电，但电力不足，大部分依然采取薪柴烧火做饭的方式。而随着农民生活水平的提高，以及城镇化率的迅速上升，农村地区的能源消费将大幅上升。

目前，我国新能源的应用也已经悄然发生了一个质变。首先，是光伏发电的成本急速下降，使得光伏电力成本已经接近甚至低于火力发电。这为农村地区的光伏发电的推广提供了最为坚实的基础。

事实上，从2013年以来，光伏发电在农村地区的应用已经获得了大幅度的上升。不仅在荒山、荒坡上出现了大量的光伏电站，而且，在田埂、地头、水面和蔬菜大棚以及农村建筑的屋顶，都出现了大量的光伏发电设施。而“光伏农业”、“渔光互补”的项目建设，也如雨后天春笋般大量涌现。而更为可喜的是，这些设施的建设，不再是依靠政府的装机补贴，而是由专业项目公司投资、建设并进行维护，他们的收入则来自电力销售。这说明，光伏发电在农村地区的使用，已经开始进入一个新的历史阶段。

当然，总体来说，农村的光伏发电项目的数量还是偏少，因此，上面所述的那些维护的问题可能依然存在。但是，在目前“半市场化”的光伏发电市场中，这些问题已经开始引起各项目公司的重视，并开始获得解决。

但是，在新的形势下，农村地区的新能源推广所面临的最大的问题，可能就是农村地区的新能源发电的投资回报率低的问题。

由于目前国家对农业生产用电的补贴，农业生产用电的价格是所有电力用户中最低的，因此，农民在进行农业生产时，可能更愿意使用电网的传统电力。而光伏发电的成本即便加上补贴，能够在一定时间内收回成本，但是，回报率远远不如商业建筑、工业建筑屋顶的分布式发电系统，因此，这是影响光伏在农村的应用的最大障碍。

这个问题的解决，不能依赖于国家改变农业用电的优惠政策，只能通过在农村建立新能源设施时，考虑更为广泛的发电方式，尽量因地制宜，降低农民对于新能源的使用成本，同时，利用农村的各项资源，尽量提供更为丰富的能源方式。微能源网是解决农村地区新能源的使用和推广的最佳方式。

农村微能源网：新时期农村地区新能源的最佳措施

所谓微能源网，指的是，在农村地区，无论村级还是镇级，建立一个综合性的农村能源网。这个网络内，通过光伏、风能、沼气、小水电、地热等各种方式，为农村地区提供电力、燃气、热能、制冷等各种能源方式。

农村地区目前的农业生产用电价格低，对于新能

源是阻力，但是，同时，农村地区的燃气供应因为距离偏远导致输气成本畸高，导致农民用气成本高，这也是为什么许多农民依然烧柴做饭的原因。将沼气的制备规范化、规模化，将目前基于农户的沼气利用设施变为以村镇为单位的小型沼气工厂，则不仅能够为当地的农民提供稳定和高质量的燃气，而且可以通过沼气带动内燃机或者燃气轮机发电，提供低成本的电力，而发电的余热可以利用来为村民提供暖气或者再通过溴化锂制冷来提供夏天的空调，同时，利用太阳能、风能为农民提供机动电力，而根据当地的条件来考虑是否能够采用小水电或者地热来进行电力和热能的提供。同时，小型沼气工厂还能够为农村提供生活污水处理，有关设施又能够成为有机消化秸秆的清洁设施，还能为农业生产提供液体和固体有机肥料，综合效益将比任何单一新能源利用方式高出许多，从而能够大大降低农村地区新能源的使用成本。

农村微能源网的方式，涉及到许多最前沿的技术，包括低成本高效率光伏发电技术，微型风力发电技术，小水电技术，沼气处理与综合利用技术，沼气发电设备（沼气微型燃气轮机、沼气和内燃机等）技术，沼气产生以及有机肥制造技术，以及微电网相关控制技术，等等。

相关技术虽然每一项都不是特别困难，但是，综合的应用还是需要相当高超的技术水平的。此外，结合蔬菜大棚的取暖技术，蔬菜生长的光线控制技术，养殖业的取暖和恒温养殖技术，也都与新能源的产生方式和利用方式有关。

由于农村微能源网可以充分利用农村地域广、地价便宜、资源丰富的条件，而且，农村能源的需求本身具有加大的分散性，这与光伏、风力等新能源的能量密度低具有很好的契合性，这是城市地区和工业区所不具备的特点。而农村的沼气资源也非常丰富，包括各种生活污水、畜禽的粪尿、秸秆等都是沼气生产的原料，而沼气工厂除了提供沼气供村民烧饭外，还能通过沼气的储存和发电来提供基准的电力。由于农村的公共服务设施的不到位，因此，对于能源的需求方式也是多样的，不仅需要电力，也需要取暖、制冷，这样，多种能源形式的综合利用不仅有必要，而且在农村可以低成本地实施。

鉴于文章的性质和篇幅，本文不对农村微能源网的技术特点进行展开。不过，农村微能源网与城市的分布式电力系统和微电网又有很大的区别。虽然主要的技术不存在技术上的障碍，但还有许多问题需要在不断实践中解决。

中国农村能源问题之三：农村新能源的挑战与机遇

新时期新农村的能源挑战

目前，我国农村地区的能源供应非常低，农业生产和农民生活的总电力装机容量仅 8000 万千瓦，平均每户的供电容量仅仅在 300 瓦左右。这个数据还说明，占据我国人口一半的农村地区，电力装机容量不到全国的十分之一。而上海城市的户均供电容量达到了 3 千瓦，是农村地区的十倍。这就是巨大的城乡差别在能源供应上的体现。

中国的农村虽然在上世纪八十年代初期的改革开放中，引领了中国的改革，率先启动了中国的经济引擎，但之后，随着改革开放的扩大，农村在国民经济的地位和作用一直在下降。而在从现在开始的历史时期，中央政府已经将农村定为整个中国经济发展的内需新来源。也就是说，农村不仅要继续为国民经济发展提供粮

食和食品保障，还要为中国经济的二次腾飞再次充当引擎的作用。

而要想使农村产生可观的内需，能源问题当然是首当其冲的问题。目前，当农村电气化的计划完成了对绝大部分农村地区的覆盖后，进一步的电力供应就因为投入产出不成比例而遇到了巨大的障碍。如此前所说，这些广阔的农村地区既是未来能源需求的源头地区，也是大量新增排放的潜在来源，而且，农村地区也最容易被由排放造成的气候变化所伤害的地区。

换句话说，农村的能源面临两个巨大的挑战：

第一个挑战是，农村地域广，用电分散，如果采用过去的电力模式，输电线路的成本和投入将十分巨

大，如果农村电价继续保持现在的优惠价格，电力的投入注定是无利可图，而且将面临巨大的亏损。如果是为了保障粮食供应，这样的农业生产用电价格倒贴还能够接受的话，那么，要为新农村的经济发展继续亏损下去，不是中央政府愿意不愿意的问题，而是能否承担得起的问题。

第二个挑战是，新农村和新城镇带来的农村地区的巨大能源需求，如果依然靠现有的能源结构来满足的话，那么，不仅中国的雾霾将毁灭整个中国，而且，石油的供应也将进一步紧张，并上升到影响国家安全的局面。试想一下，如果农村的灌溉等用电需求只能用柴油机来满足，而那不仅会加重大气污染，还要考虑柴油的运输和储存问题，而且，还会使得我国广大农村的电力供应直接与波斯湾石油市场的波动联系起来。

新能源在新时期农村的历史机遇

此前的文章中已经论述了所有的新能源都有一个能量密度和间歇性的问题，而这两个问题恰恰与农村的用电情况是吻合的。也就是说，在农村这两个弱点可能变成优势。也正因为如此，不少包括学者、经济学家和能源工作者都认为，可再生能源最适合在农村中进行利用。

实际上，无论是世界还是中国，风能、太阳能都是最早在农村或者偏远地区率先应用的。在光伏界现在的大佬中，如苗连生、高纪凡等，在 21 世纪初期，都有过在青藏高原或者内蒙大漠为牧民或者蒙古包安装光伏发电板和小型风机的经历。国外也是如此，亚利桑那州沙漠地区的太阳能住宅，冰岛的地热温室，安第斯山脉的高原上的风力农场，也是新能源最早应用的案例。

当然，这些当年的光伏拓荒者如今成了叱咤风云的光伏大佬后，当年那些在偏远地区进行新能源的推广的陈年旧事，虽然还会在喝茶时被不乏骄傲地提起，但却只是被当作“痛说革命家史”的噱头了。农户屋顶的小型光伏电站，早已与他们的宏伟发展目标相去甚远。他们现在只青睐一望无际的光伏地面电站或水面的渔光互补电站。

但是，最初的想法往往是最正确的想法。设法用可再生能源代替化石能源，为农村地区带来现代化的能

源，正是今后几十年能源工作者的一个明确的使命。但是，我们要明确的一点是，这样做的目的，不是要实现所谓的“跨越式”能源革命，而恰恰是为了避开这种“跨越式”的能源消费。

目前为止，可再生能源已经在农村地区的很多方面成功地得到了应用。包括，用太阳灶和沼气做饭，用光伏和小风力发电机提供照明和通讯，用太阳能热水器和地热进行供暖和制冷、用光伏电站进行抽水灌溉、光伏温室大棚种植蔬菜，等等。随着“光伏农业”和“渔光互补”项目的增加，新能源的应用还扩充到了农村的商店、农家乐餐馆、粮食烘干、谷物加工等农产品深加工，甚至健康服务，农村医疗所的药品冷藏等。

所有这些已经应用的案例证明，可再生能源在农村地区是可以大有作为的。这些农村里一个一个的小项目，正是农村电气化试图解决但又无法进一步解决的目标。

实际上，新能源在农村应用的意义远不止解决能源问题那么单一。村民们一边打着手机，一边在山上捡柴火，这样的场景，暗示着可再生能源的确可以用来改变农村的生活方式。

比方说，原来污染的油灯换成了电灯，使得孩子们能够有更多的机会看书和写作业，还吓跑了山上可能会来骚扰的野兽；通过收音机和电视机的国内国际新闻，将原来偏远山区的农民首次与北京甚至全世界建立了联系。如果一个村子能够自己决定电力供应，那么，许多农村的小产业、手工业者将更灵活地发展起来。

事实上，农村地区有了新能源之后，国家多个层次的需求都得到了满足。从国家需求层面来说，可以减少煤炭和石油的消耗，有利于环境保护和解决能源枯竭以及石油供应的问题；从民族关系的层面来说，鉴于大部分少数民族居住偏远，新能源为改善少数民族的生活状况提供了很好的机会；从家庭需求层面来说，新能源能够让农村的下一代接受更多的教育；从个人创业需求的层面来说，新能源将使得农民致富、或者城市的人在农村进行创业更加容易。因此，新能源在农村的应用，不管用什么标准来衡量，这都是了不起的成就。

而随着新农村和城镇化的步伐加快，农村能源的需求将进一步加大。这意味着，在农村进行新能源的建设也将变得更加规模化，当然也将具有更加好的盈利性。

中国农村能源问题之四：农村新能源的阻力与克服

新能源在农村应用的阻力

但是，尽管有很大的需求，尽管有很大的意义，但新能源在农村的推广并不是那么容易的。事实证明，在农村层面上，促成重大的能源方式的转变也相当具有挑战性。我国三十年来在农村的沼气推广工作的不成功，证明了这一点。

事实上，许多因素都阻碍着农村新能源的应用。

首先是文化的障碍。如果一个人像陈光标一样到农村给农民发现金，或者像大领导一样下农村对农民说些好听话，农民是一定会高高兴兴地接受的。但是，新能源不能像现金或好话一样简单地交给农民并获得接受，而是必须要针对具体的环境和具体的人群，把道理说清楚，让农民充分了解了，才有可能获得他们的认可和接受。绝大部分农民知道“城里人”用电的情形，他们知道城里人是不用沼气也不用太阳灶的。那么，为什么在农村他们就不得不建设沼气池和安装太阳灶，如果没有把道理讲通，很可能被认为这依然是一种对农村的歧视技术。在许多城市大规模使用太阳能热水器之前，农村使用热水器的也不多，直到许多城市屋顶安装之后，太阳能热水器在农村的安装才迅速普及。这就是文化的障碍。

其次，是习惯的障碍。用柴火做饭烧水，已经是几千年的习惯。换成沼气炉，没有烟熏得眼睛直流眼泪，对农民当然是好事；使用太阳灶，更加干净，还不用打柴，当然也是好事。但是，阴天下雨的时候怎么办？如果太阳灶的旋转机构出问题，烧一壶水，让农民不停地对着太阳调整太阳灶，如果烧饭的过程中沼气不足了，烧成了夹生饭，农民会觉得还不如去捡点柴火烧水方便，最多去买点蜂窝煤烧煤炉，至少心理有底。这就是习惯的障碍。

各个国家的历史经验都证明，如果单纯试图通过政府大张旗鼓地推行的措施大规模引入某种公共服务，包括新能源在内，并不见得会取得好的效果。在新能源给农民带来好处的同时，同时一定会带来新的不便，这些不便需要时间去适应或者去改变。这是很多新生事物

推广的前提条件。遗憾的是，所有的新技术一定会带来新的问题，所以，要想让一件“好的”东西被认可，并不是想当然就一定会被大家接受的，除了技术上的问题要解决外，还需要很多细致的“思想政治”工作要做。

第三，是技术专制主义的障碍。许多大型新能源公司在农村进行试点或示范项目时，不管当地的情况，忽视当地的产业状况，把当地政府官员的工作做通后，强行地安装了大片的光伏电池板，通过了验收和并网后，大功就告成了。所有的人，包括项目公司、批准项目的上级政府的官员、当地政府领导都皆大欢喜，为项目划上了句号。这些公司很少与新能源的真正用户——农民商量过项目的可行性，他们派市场人员走访政府和县政府，派技术人员到现场看一眼，然后就开始进行设计、施工。姑且将这些公司的做法称为“技术专制主义”，如果项目公司是外国公司，甚至可以称之为“技术帝国主义”。农民从这种方式中感受到的不是友善，而是一种“侵略”，至少是“侵犯”。这种项目往往得不到当地农民的配合，最终归于失败。

第四，是腐败的障碍。新能源的推广意味着政府的补贴。政府补贴的受益者，应当是农民，但首先享受利益的是设备提供商和项目公司。为了拿到补贴，有时设备提供商会想到行贿。而有时候，官员通过为村民争取的补贴使得村民可以用上了满意的电力，他们会要求村民“分享”部分补贴给他们。而村民认为这只是官员们又一个贪污的渠道，当然也不会热心来应用。如果光伏发电占了他们的土地，即便是荒山荒坡地，农民也会本能地认为有政府官员从中渔利了，也会产生抵触情绪。解决腐败问题也许很难，但只要做到公开透明，消除农民的疑虑，就会打消他们心中的一些误解和臆测，也会有利于项目的推进和成功。

第五，还有资金的障碍。农村地区的农民很少有自己具备安装新能源设施的资金。在政府补贴改为发电的度电补贴后，与大型地面电站和城市工业厂房的屋顶发电项目相比，项目公司也很难为农村的小型项目筹集到足够的资金。因此，目前大部分农村的新能源项目还是依赖于政府的示范项目的扶持资金，这也使得示

范项目建成后，不仅起不到“示范”的作用，反而示范项目本身不久就成为了文物，如果还没有成为废墟的话。

现在不少农村设立的村镇银行以及原来的农村信用社，其实可以考虑为农民在这方面提供一些资金。即便在美国的一战后，农村能源也十分落后，后来罗斯福新政鼓励美国农村成立“电力合作社”，使得农村的电力很快应用开来，我国的合作社和公社本来就有基础。鉴于农村的能源实现的最佳的方式绝对不是以家庭为单位的，也应该以村镇为单位，因此，某种形式的合作社还是必要的。这样，也更容易筹集到资金。

如何克服阻力？

与在农村推广其它的一些对农民有实际好处的新生事物一样，新能源在农村的应用，如果能够考虑到如下几点，将会减少阻力，获得成功。

首先，要让农民充分参与。通过耐心细致地讲道理，先让农民明白项目的意图，并且，明白地告诉农民项目实施后对他们有什么好处。现在，不少农村地区的农民对于农药、化肥的害处和环境污染已经有了深刻的认识，他们也愿意为了环境保护做出自己的一些努力。所以，让他们认识到新能源的好处并不是太困难的事情。

在农民认识到新能源的意义以后，还要让农民参与到项目的讨论、实施和维护中来。在当地农民中培训维护人员，是对项目运行最好的保障。加拿大不少油田都从农民中招聘高中生，进行培训后发给上岗证，由他们在油田中工作，从事油田的运行维护，这对于改善与农民的关系，尤其是发生泄漏时，处理对农民的赔偿等事宜上，减少很多支出。我国习惯于通过政府来对付农民，但如果仅后农村新能源的实施是商业公司的话，这些经验，用于我国的农村的新能源建设，一样可以奏效。

第二，要重视本地的市场和投资。占了农民的土地、水面或屋顶，如果仅仅供并网发电，农民对于这些东西就没有积极性。剪了电缆去卖的情况可能会越来越少，但是，无意的破坏和有意的忽视，则将成为常见的情景。如果农民家里的照明用的是你的电，如果他们的大棚的取暖或照明依赖于你的光伏电站，如果灌溉和供水需要你的店里，那么，所有的村民都会像保护自己的孩子一样保护你的电站。而如果你能够设法让当地的人参与到

电站的投资中来，那么，情况将会更加理想。其实，并不需要让农民们拿出太多的资金，只要有一小部分，让他们参与进来，就可以了。

第三，项目实施一定不要以“侵犯”的方式进行。

目前，不少光伏发电公司到农村做光伏电站，通常是通过县里与镇政府洽谈，然后选址后，就开始建设。一下子一片地上矗立起一片光伏电站，作为该项目公司当然很有成就感，但当地的农民看到这么大一片土地被占，而收益又和自己没有什么关系，心理上就先产生了抵触；如果要当地农村“自用为主”，强行让他们使用光伏所发的电力，那么，一旦系统出了问题电力中断，又没有及时维修恢复，农民的第一个选择一定是弃用这所谓的洋玩意儿，还是回到柴火烧饭和油灯照明上去，至少这样他们心里踏实。

反之，如果项目的调研阶段与农民进行了充分的沟通，把系统的原理至少给部分村民讲解清楚，使他们中间有人能够进行使用和维修，而项目的实施过程中也不要侵犯农民的利益，不要让他们习惯和文化产生太大的变化。那么，项目的建设过程中就不会遇到大的阻力。

第四，农村新能源的推广要因地制宜，不要一味求新。农村的情况比较复杂，各地的情况都不一样。不能单一片面地推行某一种新能源，例如，如果仅有光伏，那么，在阴天的时候，会给农民带来不便，而如果当地风力较大，可以使用小风电。附近有落差水力的时候，可以考虑将小水电结合。而沼气的使用，除了供燃烧外，还可以进行集中的发电，但一定要有规模化。太阳能热水器的安装，用于洗澡和供暖，也是需要保留的，有地热条件的，就应当尽量利用地热。只有充分发挥当地的新能源优势，因地制宜，才能使得农村新能源项目顺利实施，成功应用。这也就是为什么前面提到，要采用“农村微能源网”的方式进行农村新能源的推广应用的原因。

总之，农村新能源的推广，不宜采用“暴风骤雨”式的运动式推广，因为那样会被农民视为一种“入侵”；而应当采取“和风细雨”的潜移默化，让农民明白新能源使用后，给他们带来的切实好处。虽然这样可能项目的推进在开始得时候会比较慢，但是，一旦农民接受以后，项目的复制和推广就将非常顺利，因此，这个精力是必需要花的。

中国农村能源问题之五：农村新能源的意义

农村电气化的使命将以新能源来接续完成

考虑到可再生能源都具有能量密度低的弱点（见《低能量密度：光伏的弱点，还是优势？》），再考虑到农村用电也是低能量密度的特点，可再生能源入光伏、风力、沼气等，应当非常适合在农村环境中应用。但是，各国在考虑农村电力计划的时候，却没有一个国家采用可再生能源作为主要方案，反而都采取了将国家电网向农村延伸的方案，也就是各国的“农村电气化”的计划。这一方面当然是因为当时的可再生能源不具备商业价值，另一方面，也是因为当时的电力在城市和工业区起到了举足轻重的作用，让落后的农村能够使用代表着现代化的电力，当然是各国政府首先的选择。

事实上，各国政府采用国家电网向农村延伸的农村电气化计划的确取得了显著的成就。包括中国政府从1998年开始提出农村电气化方案后，农村的“无电人口”迅速下降，十年左右就从超过四亿人降低到了八千万人。

这是可以预料的。因为，在占中国总人口70%的农村人口中，绝大多数生活在靠近城市或城镇的地区，因此，初始阶段电网向农村的眼神能够很快速地覆盖大量农村人口。但是，随着农村电气化计划向偏远地区覆盖的时候，“二八”效应开始显现。电力部门发现，在起初几年覆盖了80%的农村人口的电网敷设工程，其实只占了需要敷设的电网数量的20%，而要给剩下的20%的农村人口送上电，则需要另外还有80%的工程量没有完成，而这80%的工作量还因为各种艰苦的自然条件使得敷设成本十分高昂。这是十分令人沮丧的。因此，近几年，农村电气化的进程变缓，是很自然的事情。

由于新能源的成本下降，在这些无电的农村地区采用新能源来实现电气化，要比国家电网向下延伸更为经济，这一点已经没有什么人会争议了。现在的争议焦点是，对于那些已经实现了“电气化”的农村，是否需要大力推广新能源？

实际上，那些现在已经实现了“电气化”、也就是已经通了电的农村，供电线路的容量是非常小的，农村的户均装机容量不到300瓦，之所以如此之小，一方面是因为现在的农村用电量的确很小（见《中国农村能

源问题系列文章之一：农村能源状况的变迁》），另一方面是因为农村的送电距离长，电力部门不愿意为了农村未来的电力需求预留多余的电力，那样的话，电缆的造价和敷设成本都将成倍增加。但是，我们不能因为农村现在的用电量小，就认为他们的用电量永远都小。恰恰相反，随着经济的发展和农村生活水平的提高，农民家中的电器一定会越来越多，用电量自然会越来越多。农村地区是我国未来新增电力需求的主要来源，也将成为我国未来电力需求的主要地区。

再过十年，我们会发现，农村的用电容量，会比现在增加四倍，也就是说，原本我们认为已经解决了农村的80%的电气化需求，到了那个时候，其实还只有20%；我们会发现，当我们安装了大量的“多余的”新能源来满足甚至超前满足农村的用电需求的时候，这些“多余的”容量空间往往很一年或半年之内就变得不再“多余”；我们会发现，“村村通电”只是“农村电气化”的第一步，远不是“农村电气化”的最终目标，更大的挑战还在后面。

如果说，“村村通电”是关系到民生的一个政治任务，电网公司可以拿着财政的资金不计血本地架设长途线路来为农村进行输电的话，那么，今后农村的新增电力需求如果要进行线路扩容，从商业上来说，这对于电网公司将是一个灾难。除了线路铺设的成本问题，农村电气化的大量需求还会带来了另外一个严峻的问题，那就是，巨大的用电需求的增加，就意味着新增排放的巨大增加。因此，如果农村（包括城镇化的农村）的用电需求还是用现有的火力发电驱动的电网延伸的话，将意味着大量的碳排放和粉尘排放的增加。考虑到农村地区的生态要比城市更容易受气候变化的伤害，因此，即便采用火电驱动的国家电网扩容能够经济地满足新农村或者是城镇化的用电需求，农村地区也承受不了由此而带来的气候变化和环境影响。同样重要的是，由于国家电网的电力来自大型火电厂，农村用电需求的增加所带来的环境恶化，如雾霾等，对于城市人口也一样会带来无法承受的后果。

考虑到农村地区的广袤性和远远低于城市的人口密度，采用“即发即用”方式在用户侧发电的新能源，

可以大大节约输电线路的成本，同时减少了输电损失。可以这么说，在农村地区每安装一兆瓦光伏电站，等于减少了两兆瓦的火电的排放，而绝对不是一比一的关系。

鉴于上述原因，农村电气化的责任，从此以后，不可避免地要落在新能源的身上。想方设法用各种新能源取代火力发电和长途输电线路，给农村地区带来电力和其它形式的能源，应当成为是今后几十年政府和社会为农村发展所制定的战略中的明确使命。

新能源将给农村带来什么？

在光伏发电刚开始能够应用的时候，所有的实际应用的示范项目都是在农村进行的，只不过当时所有的投资都是政府的资助项目，或者属于扶贫项目。

正如《中国农村能源问题系列文章之三：农村新能源的挑战与机遇》一文中所提到的，现在光伏界的不少先驱都有过在青海、西藏等地为农牧民安装光伏发电板的经历。这些样板或示范项目的影响其实要比人们想象的大得多。农村中最原始的能源，如薪柴、秸秆等，以现在的标准来看，都属于可再生能源，尽管它们不是清洁能源。但是问题不在这里。问题是，薪柴秸秆或者油灯蜡烛，虽然可以用来做饭、烧水、照明，但是，但却不是电力。

如果能源不是以电的形式让农民来使用，农村就不能进入现代化的社会，而停留在原始社会。没有电，农民就无法看到电视，听到广播，无法用电话，更不要说互联网。他们不能用冰箱，不能用空调。考虑到这些因素，因此在青藏高原上的蒙古包中，一家牧民用一头牦牛换来的光伏发电板加上一个小电视机和卫星接收机，使得他们在海拔四千米以上的荒无人烟的高原中，能够通过电视机看到来自北京的电视节目，这个牧民为自己的妻子和儿女所带来的欢乐和震撼，远非早已步入信息社会时代的城里人所能体验的。这就是当年那些光伏示范项目的效应，这就是电力给农村和农民带来的效应，这也就是为什么各国政府都把农村电气化作为一项非常重要的工作来做的原因。

有人会提出，随着时间的推移，依赖不持续、低产出、低能量密度的可再生能源为农村提供电力，是否会限制农村和农民的发展？这种担心不能说没有道理，但是，这种说法忽视了某个关键点。尽管可再生能源还

有不少缺陷，但它们代表了一条出路，一种途径。在已经引入过可再生能源的农村或者牧区，它们已经激发了农牧民接受现代技术、拥抱现代生活的意愿，这是农村进一步发展的动力和基础，而不是农村发展的最终目标。给农村地区和农民更多的能源选择，满足它们的需求，对于农村的自主发展是十分重要的。可再生能源，为农民，或者说农村地区的人口，提供了一个更具自主性的选择，他们可以明天就开始安装光伏电池板，几天或者几个月后就能够用上电。如果只能等待国家电网把线路铺过来才可能有电，那么，西藏林芝或者贵州凯里的偏远山村，何时能够用上电，就取决于当地政府为长途输电线路所作的长远规划、预算，甚至取决于整个国家的总体电力规划；那些地区的农牧民很可能需要无望地等上几年，甚至十几年，如果不是几十年的话。

更重要的是，能源不仅仅是能源而已，还是社会存在和发展的一个重要基础。如果农村能源能够不依赖于政府或者外界的因素而以可再生能源的方式实现能源自主，农村地区的人口能够独立自主地掌控自身的能源供应，那么，乡村和城镇的经济发展和文化发展就能够变得更加独立，至少不受电力短缺的限制。

有了自主的电力，农民可以有条件看电视、通电话、用电脑、上互联网；农民可以有更加明亮的照明，家里可以尽情使用空调；可以自己进行水源净化而用上自来水，可以进行污水处理从而改善周围的生态条件；可以自行设立天然气站来让自己的家里用上管道天然气；可以通过清洁不带来污染的灌溉和温室提高农作物产量。而那些有勇气或者有智慧的农民能够在农村做自己希望做的事情，无论是经商、做手工艺品、搞农产品深加工、或者办企业；那些有创造力的姑娘小伙子可以发挥自己的想象力进行各种形式的艺术创作，也许是剪纸、草编、泥塑、木刻、绘画、戏曲、二胡等传统民间艺术，也许是动漫、话剧、微电影、吉他、钢琴等更为新潮的艺术形式。

鉴于农村的良好的环境和山水秀色，在生活、交通和通讯条件改善后，更多的城市人会更加频繁地到农村旅游和居住，而这又会给农民带来更多的收入和财富。

总而言之，只要有了自主的能源，农村的生活条件可以更加接近城市生活——如果不是更好的话。🌱

来源：新能源圈（由新能源圈根据史珺博士的博客整理）

编者按：这是一封美国加州小型风电用户的来信。原文刊载在美国风能协会网站。

我和小型风电

作者 /Gus Sansone (美) 编译 / 徐涛

我当了多年的医院设施运营主管，负责运营、维护建筑物。我对建筑物系统省电的要求非常高，在如何让整个系统电力成本降至最低方面，我有很多经验，甚至有些偏执：不把成本降到最低不罢休。

起初，我是在自己家里进行的省电试验。在经过一番研究后，我认定小型风电设备是用电成本最低的，于是我先在家里安装了一台 10kW 的风电机组。从此之后，我再也不用给电力公司缴一大笔费用了。之前我每月付给南加利福尼亚电力公司 Edison 公司每月 100 美元的电费。

在加州，风能资源很充足，家庭和牧场原先完全可以使用中小型风电。政府政策也相当优惠，几乎等于免除了中小风电的初装费。我很难理解为什么加利福尼亚州这么多人放着充足、免费的风能不用，而依赖化石能源。

那么，如何解决冬天、夏天发电量和用电量不匹配的问题？在加州，冬天的风比夏天多，冬天的发电量往往有剩余；而用电量高峰出现在夏天，一到夏天，我和妻子以及孙子外孙们，总要用游泳池和 waterfall 按摩浴缸，这需要大量的电。我是如何解决这个问题的呢？州政府还有个非常棒的政策，叫做“净流量交换”。这个政策以一年为一个周期，允许用户把冬天过剩的发电记在账上，到了夏天再用。如果冬天的过剩电量不够夏天用的，我可以再从电网购电；如果一年下来，我的小风机发的电还有剩余，那么这些电就归市政所有。我认为这真是一个双赢的政策。



我一算，每年节省下来的电费大约 1200 美元。而且小风机的工作状态一直非常好。后来，我和妻子考虑更换家里的一些设备，把还在使用燃气设备换成电力的。

实际上，小型风电的表现可以更好。在相关政策的限制下，我所在的县 San Bernardino 规定设备的高度不能超过 60 英尺。据相邻县的小风电使用者说，如果高度达到 80 英尺，发电量可以增加 25%。我深以为然。我本人非常希望本县的相关政策能更开明一点，虽然我对 60 英尺高的小风电已经很满意了。

其实美国从二十世纪 20 年代起，就开始使用小型风电了。那时，农民用机器进行灌溉，有些不能连接电网的灌溉设备，就用风车提供电力。我想，不论风电设备发展到多大，多少兆瓦级，但小风电在老百姓心目中仍然占有重要的地位。在此，我也建议大家给自己安装小型风电，既能省了不少电费，又环保绿色，何乐而不为呢？🌱