

中小型风能设备与应用



主办：中国农机工业协会风力机械分会

2017年12月·第2期（总第26期）

特别报道 > P04

2017年全国中小型风能设备行业年会在京举行

- > P07 《推进并网型微电网建设试行办法》对中小风电行业发展的影响
- > P26 内工大某组合建筑屋顶风力机微观选址的数值计算研究
- > P40 新能源产业发展的思考



中小型风力发电配套电源设备专业供应商

—提供各种中小型风力发电离网系统和并网系统配套电源及解决方案



中小型风力发电机组控制器国家标准主持制定单位
公司十二年的专注，保证了我们服务的专业！

合肥为民电源有限公司
Hefei Win Power CO.,Ltd.

地址：安徽省合肥市高新区天达路71号华亿科学园C1栋 电话：0551-65278258
传真：0551-65278288 E-mail:sales@win-power.cn 网址：www.win-power.com

CE CQC TUV ISO9001



为民电源
WIN POWER

产业报国 精品为民

2018年的发展理念

□ 祁和生

2017年即将过去，2018已经招手，中小风电产业在行业期盼中就这样默默地度过，中间的链接虽没能擦出激烈的火花，但某些局部的闪光点，也让人们看出今后的希望。2018年，行业的发展采纳哪一种理念，会掀起怎样的波澜，是整个行业需要关注的焦点。

最新召开的党的十九大会议，关于绿色发展的论述牵动了全国人民对“宁要青山绿水，不要金山银山”的思考。在绿色发展理论指导下，国家有关部门对分布式、微电网建设的一系列文件的公布对中小风电产业发展将产生重大影响。中小风电作为可再生能源发电电源，已开始成为绿色发展理念中具有一定价值的技术手段之一，或将成为今后电力市场分布式利用选用的设备目标。

2017年，中小型风电以分布式微电网发展为主战场，以示范试验作为研究手段，在经济性、安全性、环保性的技术层面下，开启了可再生能源发电应用的先河，最终目的在于节能环保、绿色可持续发展。大量研究成果为2018年的应用提供了可信数据。

经济性：在一套完整的系统中，分布式能源作为用电侧的供能主体，以不同种类的能源之间能够协同互补；在电网侧，系统对用电负荷进行监测和控制；在控制系统层面，电源需要进行内部调度以及和外部的沟通，实现高度自治；蓄冷、蓄热和电储能使得微电网兼具安全性以及灵活性。按照是否与大电网联接，包括解决海岛和偏远地区的用电问题、节约化石能源指标和减排指标，并网型则为用户的供能安全添加了一份保障，以期达到最佳经济效果。如“江苏大丰商业化智能微电网项目”，该系统根据用户的实时用电负荷，智慧自主调节风力机、光伏、储能等设备的发电状态，以及动态智能调节输变电设备对应实时工作，从而提升发电量、电能质量和用电效率。并可根据用户用电情况，通过大数据分析，指导用户科学用电节电，使每度电比用户从原电网上用电便宜0.11元左右，达到了用电低成本的目标。

安全性：采用先进的控制技术以及电力电子装置，把供能单元和它所供能的负荷以及储能等设备连接形成一个微型的完整电网，形成一个功能齐全的局域性能源网络，以不干扰输配电系统的方式“孤网运行”；也可以通过一个公共连接点与大电网并网连接，通过大电网补充缺额，发电量小时可以将多余电量输送给大电网。必要时，两种模式间可以进行切换，以充分维护微电网和大电网的安全稳定运行。

环保性：采用风能发电分布式微电网应用的意义在于其清洁用能，以能源可再生替代化石能源消耗。2017年在海岛和边远山区安装应用的微电网项目，除解决了用户用电问题，减少了柴油的用量，保持了生态环境原始状态，避免设备的噪音和空气污染，还减少了油料的长途运输带来的成本增加。生态效益、经济效益得到充分展现。

在示范作用的带动下，在十九大绿色发展理论指导下，2018年将是一个有前瞻的一年。在国家行为推动下，中小风能分布式微电网建设将不在少数，市场可期。本行业要转变发展的观念，以质量、安全、性价比、绿色可复制作为主攻目标，撸起袖子加油干！

让我们展望2018，冀希望于2018。



主办：中国农机工业协会风力机械分会（风能设备分会）
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：年方清
编辑部副主任：沈德昌
编辑：徐 涛 王润茁
电话：010-68596009 68513557
传真：010-68596006
邮箱：gaojian@cweea.com.cn

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 2008-2022 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 2018 年的发展理念

特别报道

04 2017 年全国中小型风能设备行业年会在京举行 王润茁

产业综述

- 07 《推进并网型微电网建设试行办法》对中小风电行业发展的影响
- 09 国家发展改革委关于全面深化价格机制改革的意见
- 15 国家发展改革委 国家能源局关于印发《推进并网型微电网建设试行办法》的通知
- 18 国家电网关于促进分布式电源并网管理工作的意见（修订版）
- 20 关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见
- 23 国家发展改革委关于印发北方地区清洁供暖价格政策意见的通知

技术交流

- 26 内工大某组合建筑屋顶风力机微观选址的数值计算研究 汪建文
- 30 显著提高风力机性能的叶片喷气襟翼技术 申振华 王建明 徐志晖
- 33 基于一种小型垂直轴风力发电机的风光互补照明系统的配置分析 王中伟 杨磊



产品应用

- 40 新能源产业发展的思考 俞红鹰
- 47 中型风力发电机在分布式/微电网中的应用 薛建成

专题报道

- 50 不忘初心，扬帆起航
——讲述上海致远风电机组进军日本市场背后的“故事”
- 52 燃起了牧民致富梦想
——南京欧陆电气服务内蒙古牧民新能源发电纪实
- 54 中国边防第一大风光柴互补电站发电运行

行业资讯

- 56 2017年第二次 IEA T27 会议简报 都志杰
- 60 认真贯彻中共十九大精神发展清洁能源推进绿色发展
- 61 小风电应用将产生大作为

国际动态

- 62 国际小风电市场和中小型风电相关标准概况 都志杰



2017 年全国中小型风能设备行业年会在京举行

□ 王润苗



中国农业机械工业协会风力机械分会理事长杨校生

10月18日下午，由中国农机工业协会风力机械分会主办的“2017年全国中小型风能设备行业年会”在北京国际展览中心W101室隆重举办。会议重点探讨了我国中小型风电产业的发展形势及存在的问题，并对2017年度工作进行了总结，来自全国各地的近30家企业、大专院校、科研机构和关注中小风电投资机构、保险机构的60位代表参加了会议。

中国农业机械工业协会风力机械分会理事长杨校生在致辞中说：“2017年中小型风电仍然在低谷运行，大部分企业经营状况不佳，形势比较严峻。但在市场严峻情况下也有亮点，2017年有数家企业经营情况有较大幅度的增长，两家企业销售量甚至成倍增长，这说明行业集中度在提高。”



广州红鹰能源科技有限公司总经理俞红鹰

会上，与会代表就产业发展、“十三五”规划与风电可持续发展、“中国制造 2025”与企业发展战略等、企业面临的重大问题展开了深刻全面的分析与讨论。

广州红鹰能源科技有限公司总经理俞红鹰以《新能源产业发展的思考》为题做了专题演讲，提出了中小风电不要期待国家补贴，可与其他可再生能源设备甚至传统能源设备在平等的市场环境下开展竞争，这一全新观点和独到见解得到了与会代表的一致认可和高度评价。



中国农业机械工业协会风力机械分会技术顾问都志杰

中国农业机械工业协会风力机械分会技术顾问都志杰教授就《国际小风电市场和中小型风电相关标准概况》做了演讲，重点对世界小型风电市场及政策情况、国际电工委员会 IEC62257-7-2 标准的编写情况和 IEA Task27 进展情况做了详细解读。都教授的演讲内容是当前全球中小型风力发电行业研究重点，是国际上中小风电基础研究发展动向，也是我国中小风能行业发展研究的短板，要提高我国中小型电的应用效率，需要行业内各研究机构、生产企业、使用部门密切关注各种风电标准和湍流在风力发电机组应用上的重要性。



内蒙古工业大学能源动力学院汪建文教授

内蒙古工业大学能源动力学院汪建文教授做了《内工大某组合建筑屋顶风力机微观选址的数值计算研究》的演讲，介绍了他带领的团队在风电领域微观选址方面的初步研究成果，给与会代表上了一堂专业技术课。《建筑屋顶风力机微观选址的数值计算研究》是我国中小风电行业在该领域唯一的基础研究项目，他们的研究成果可以为我国风电机组在微观选址方面提供技术支撑，使我国在安装应用中提高效率、减少失误、少走弯路。



内蒙古工业大学能源动力学院汪建文教授



贺德馨研究员讲话



分会副秘书长吕青源

山东华业电气有限公司营销部总经理薛建成所做的《中小型风机在分布式、微电网中的应用》的演讲，针对当前中小风电设备制造行业如何在分布式微电网中进行布局同与会代表进行了交流，并分享了他们在市场应用中所取得的经验。

为了进一步推进中国风能设备行业的发展，与会代表还讨论了成立“中小风电行业测试联盟”的可行性，相关人员介绍了初步拟定的《测试联盟章程》，其中规定了联盟的性质、宗旨、任务、组织架构、会员单位的义务和权力以及联盟组织的管理等。

中国风能行业老前辈贺德馨研究员对联盟的组成提出了几点建议。首先，经过对机构设置的考虑，初步打算将行业联盟（或改称为联谊会）挂靠在中国农业机械工业协会风力机械分会；其次，联谊会秘书处的工作人员来源需要慎重考虑；最后，他语重心长地提出，参加联谊会的人员或机构要不忘初心，始终以国家的风能事业为重点任务，始终保持为人民服务为宗旨，要制定一个完善的、正式的联谊会章程，争取尽早成立。对此，与会代表表示，要在行业老前辈、专家和领导的指导下，尽快落实中小风电测试联谊会的组织架构和机构的成立。

分会副秘书长吕青源向参加联谊会的代表转达联谊会成立后的工作任务。一是组织联谊会成员对莱芜风洞进行功能测试；二是按照国际标准要求以风力发电机组实物对风洞进行一次完整的测试过程。

本次会议由中国农业机械工业协会风力机械分会沈德昌研究员主持，并得到上海中怡保险有限责任公司的大力支持。

《推进并网型微电网建设试行办法》 对中小风电行业发展的影响

□ 中国农业机械工业协会风力机械分会

为促进微电网建设，2017年7月24日，国家发改委、能源局印发《推进并网型微电网建设试行办法》，鼓励各地政府对微电网发展给予配套政策支持，《办法》规定，微电网电源以当地可再生能源发电为主，或以天然气多联供等能源综合利用为目标的发电型式，鼓励采用燃料电池等新型清洁技术。

微电网建设要求地方能源管理部门应会同有关部门，做好微电网项目与配电网规划、城乡总体规划的衔接。电网企业应为微电网提供公平无歧视的接入服务。

《办法》的发布，为中小风电项目建设带来了发展时机，为中小风电项目建设提供了应用场所，对于处于尴尬境地的中小风电产业发展将带利好。

从技术角度讲，微电网要具备微型特征。以电压等级在35千伏及以下，系统容量（最大用电负荷）不大于20兆瓦；微电网要求具备清洁特征。电源以当地可再生能源发电为主，其可再生能源装机容量占比要求在50%以上；微电网要求具备自治特征。其内部要保障负荷用电与电气设备独立运行的控制系统，具备电力供需自我平衡运行和黑启动能力，独立运行时能保障重要负荷连续供电（不低于2小时）。微电网与外部电网的年交换电

量一般不超过年用电量的50%；微电网要具备与电网和用户的友好特征。与外部电网的交换功率和交换时段具有可控性，可与并入电网实现备用、调峰、需求侧响应等双向服务，满足用户用电质量要求，实现与并入电网的友好互动，用户的友好用能。

微电网适应于中小风电在内的新能源、分布式电源和电动汽车等快速发展，满足多元化接入与个性化需求。实现对负荷多种能源形式的高可靠供给，是实现主动式配电网的一种有效方式，使传统电网向智能电网过渡。微电网运营主体鼓励电源、用户积极参与负荷管理、需求侧响应。鼓励微电网内建立购售双方自行协商的价格体系，构建冷、热、电多种能源市场交易机制。

对于微电网项目单位来讲，通过发行企业债券、专项债券、项目收益债券、中期票据等方式实现直接融资可以说是一个重大的制度创新和突破，直接利好微电网项目的发展。通过债券市场为微电网项目发展融资，一方面是通过规范化的资本市场来融资，保障中小投资者的利益，在降低微电网企业融资成本的同时，也降低了该类企业的融资难度；另一方面，债券市场可以根据微电网企业自身发展实际，金融机构开发出有针对性的债

券产品，来满足这类企业的融资需要。《办法》又规定，鼓励地方政府和社会资本合作（PPP），以特许经营等方式开展项目建设和运营。

对于中小风电行业来讲，《办法》将对于中小风电产业发展提供市场空间，并产生重大影响。一直以来，中小风电设备在并网应用方面由于缺乏国家政策相应扶持，国内市场近年来逐年萎缩。而国家在实施以分布式微电网建设应用方面，肯定了中小风电在其中能起到的作用，给予了一定的试验示范项目，在无声中让中小风电设备供应商参与了微电网建设上的市场竞争。

国家《能源“十三五”规划》对大力发展农村清洁能源也做出了明确规定。一是要“采取有效措施推进农村地区可再生能源开发利用，促进农村清洁用能，加快推进农村采暖电能替代；二是鼓励分布式可再生能源与设施农业发展相结合，大力推广应用太阳能热水器、小风电等小型能源设施，实现农村能源供应方式多元化，推进绿色能源乡村建设。而推进并网型微电网建设则是促进农村清洁能源发展建设的主要手段。

《推进并网型微电网建设试行办法》是将能源“十三五”规划中适合于中小风能和其他可再生能源发电项目的形式化。《办法》出台之前，国家电网公司《关于做好分布式电源并网服务工作的意见》为分布式接入公共电网系统工程建设开辟了绿色通道，相关国家标准



也为分布式微电网建设提供了技术条件。《办法》出台之后，给中小风电以及其他可再生能源产业予以相应的定位，为微电网项目建设指明了投融资来源及解决办法，给中小风电产业发展带来难得的机遇。中小风电技术在我国并网型微电网建设领域将成为市场的主要方向。

面对并网型微电网建设中小风电项目面临以下几方面的挑战：

第一：面对微电网建设，中小风电不是唯一的可用于项目的风能设备，大型机组也可用于其中，与中小风电构成竞争；

第二：光伏发电设备成本低，具备很高的安全性、可靠性和发电性能，对中小风电设备行业形成了强有力的冲击。可喜的是，光伏发电可以与风力发电形成绝好的能源互补搭配利用；

第三：鉴于微电网的特征要求，中小型风能发电系统在微电网中的应用，前两项特征正适合了中小风电技术的应用优势。但需要中小风电智能控制满足“电力供需自我平衡运行和黑启动能力以及独立运行时的连续供电能力”；满足“与外部电网的交换功率和交换时段具有可控性，可与并入电网实现备用、调峰、需求侧响应等双向服务，满足用户用电质量要求，实现与并入电网的友好互动，与用户的友好用能的能力”。面对微电网需要多样化，配电网入网对机组的要求，机组还需要面对多变的配电网环境和要求，甚至整体机组单元的变流和功率控制都要做到与配电网相适应，这对中小风电系统的整体技术创新是个不小的挑战。

第四：噪音控制，配电网接入往往意味着机组要安装在接近生活和生产区域的位置，对噪音的要求将更加严苛，认证的标准也将更加严苛。

第五：面对多元化的客户。分布式应用所面临的客户可能是任何法人主体和投资主体，如农村、农业、农户、工矿、基站、勘探、交通、部队、学校等等，甚至银行、保险对项目的渗透都有可能。这些多元的、分散的客户意味着更大的沟通和协调成本，挑战的难度更大。🌱

“准许成本 + 合理收益”为核心的科学定价制度初步建立，价格杠杆作用进一步发挥，公平竞争审查制度逐步推行，市场价格监管和反垄断执法力度持续加强，对激发市场活力、增强发展动力、保障改善民生发挥了积极作用。但是，制约资源要素自由流动的价格机制障碍还没有完全消除，资源环境成本在价格形成中还没有充分体现，公平竞争的市场价格环境还不够完善，企业反映突出的价格收费问题还需要着力有效解决，民生价格稳定长效机制还不够健全，损害群众利益的价格违法行为还时有发生。站在新起点、迈进新时代，必须以敢于担当的精神和一往无前的勇气，纵深推进价格改革。

二、总体要求

（一）指导思想。深入贯彻落实党的十九大精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，主动适应我国社会主要矛盾转化，坚持稳中求进工作总基调，坚持贯彻落实新发展理念，坚持以供给侧结构性改革为主线，围绕坚决打好防范化解重大风险、精准脱贫、污染防治的攻坚战，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用和更好发挥政府作用，加快价格市场化改革，完善价格形成机制，强化价格监管，维护公平竞争，打破行政性垄断，防止市场垄断，有效发挥价格机制的激励、约束作用，引导资源在实体经济特别是生态环保、公共服务等领域高效配置，促进经济高质量发展，更好适应人民日益增长的美好生活需要。

（二）基本原则

——坚持市场规律。围绕使市场在资源配置中起决定性作用，着力破除限制资源要素自由流动的价格机制障碍，加快完善主要由市场决定价格的机制，逐步确立竞争政策的基础性地位，提高资源配置效率，激发市场活力，促进社会主义市场经济体制不断完善。

——坚持问题导向。聚焦当前经济社会发展的深层次矛盾问题，聚焦企业反映强烈、人民群众关心的突出问题，以提高供给体系质量为主攻方向，抓重点、补短板、

强弱项，着力构建有利于经济转型发展、生态环境保护、公共服务优化、民生保障改善的价格机制和价格环境。

——坚持改革创新。落实新发展理念，改革价格形成机制，使价格充分反映市场供求关系、资源稀缺程度，加快环境损害成本内部化，增强价格反应灵活性。按照放管结合、并重的要求，加强和创新价格事中事后监管，维护市场价格秩序。建立促进新技术新业态新模式发展的包容审慎的价格监管新方式。

——坚持保障民生。牢固树立以人民为中心的发展思想，坚持在发展中保障和改善民生，抓住人民最关心最直接最现实的价格问题，妥善处理提高市场效率和保障社会公平的关系，保持民生商品和服务价格基本稳定，保障人民群众基本生活和合法价格权益。

——坚持统筹推进。把价格机制改革放在经济社会发展大局中统筹谋划，坚持正确方向，把握好时机、节奏和力度，妥善处理政府和市场、短期和长期、加法和减法、供给和需求的关系，因地制宜，稳慎推进，以进促稳，务求实效。

（三）主要目标。到 2020 年，市场决定价格机制基本完善，以“准许成本 + 合理收益”为核心的政府定价制度基本建立，促进绿色发展的价格政策体系基本确立，低收入群体价格保障机制更加健全，市场价格监管和反垄断执法体系更加完善，要素自由流动、价格反应灵活、竞争公平有序、企业优胜劣汰的市场价格环境基本形成。

三、进一步深化垄断行业价格改革

按照“管住中间、放开两头”的总体思路，深化垄断行业价格改革，能够放开的竞争性领域和环节价格，稳步放开由市场调节；保留政府定价的，建立健全成本监审规则和定价机制，推进科学定价。

（四）进一步推进价格市场化。结合有序放开发用电计划，扩大市场形成发电、售电价格的范围，加快推进电力市场交易，完善电力市场交易价格规则，健全煤

电价格联动机制。坚持市场化方向，进一步完善成品油价格形成机制。深化非居民用天然气价格市场化改革，适时放开气源价格和销售价格，完善居民用气价格机制，加快上海、重庆天然气交易中心建设。扩大铁路货运市场调节价范围，健全铁路货运与公路挂钩、灵活反映市场供求的价格动态调整机制，研究公平公开的路网结算价格政策，为社会资本进入铁路建设、运营领域创造有利的价格政策环境。

（五）强化网络型自然垄断环节价格监管。建立健全以“准许成本+合理收益”为核心、约束与激励相结合的网络型自然垄断环节定价制度，准确核定成本，科学确定利润，严格进行监管，促进垄断企业技术创新、改进管理、降低成本、提高效率，维护消费者、经营者合法权益。加快制定出台分行业定价办法、成本监审办法，强化成本约束，完善价格形成机制。对输配电、天然气管道运输、铁路普通旅客列车运输等重点领域，实行严格监管，全面开展定价成本监审，科学合理制定价格。积极借助第三方力量参与成本监审。逐步建立健全垄断行业定价成本信息公开制度。

四、加快完善公用事业和公共服务价格机制

区分竞争性与非竞争性环节、基本与非基本服务，稳步放开公用事业竞争性环节、非基本服务价格，建立健全科学反映成本、体现质量效率、灵活动态调整的政府定价机制，调动社会资本积极性，补好公用事业和公共服务短板，提高公共产品供给能力和质量。

（六）深化公用事业和公共服务价格改革。加快理顺城市供水供气供热价格。研究逐步缩小电力交叉补贴，完善居民电价政策。巩固取消药品加成成果，进一步取消医用耗材加成，优化调整医疗服务价格；加快新增医疗服务价格项目受理审核，促进医疗新技术研发应用；扩大按病种、按服务单元收费范围和数量。进一步研究完善机动车停放服务收费政策。按照体现公益性要求，研究制定国家公园价格政策，加快建立健全自然资源、

风景名胜、历史遗迹等景区门票科学定价规则。

（七）建立健全价格动态调整机制。科学界定财政补贴、使用者付费边界，综合考虑成本变化、服务质量、社会承受能力，依法动态调整公用事业和公共服务价格。督促企业严格履行成本信息报送和公开义务。逐步建立健全城市供电、供水、供气、供热等领域上下游价格联动机制。完善政府和社会资本合作（PPP）项目价格调整机制，促进政府和社会资本合作模式推广。

五、创新和完善生态环保价格机制

坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，创新和完善生态环保价格机制，推进环境损害成本内部化，促进资源节约和环境保护，推动形成绿色生产方式、消费方式。

（八）完善生态补偿价格和收费机制。按照“受益者付费、保护者得到合理补偿”原则，科学设计生态补偿价格和收费机制。完善涉及水土保持、渔业资源增殖保护、草原植被、海洋倾倒等资源环境有偿使用收费政策，科学合理制定收费办法、标准，增强收费政策的针对性、有效性。积极推动可再生能源绿色证书、排污权、碳排放权、用能权、水权等市场交易，更好发挥市场价格对生态保护和资源节约的引导作用。

（九）健全差别化价格机制。完善高耗能、高污染、产能严重过剩等行业差别（阶梯）电价、水价政策，鼓励各地结合实际扩大政策实施覆盖面，细化操作办法，合理拉开不同档次价格，倒逼落后产能加快淘汰。全面推行城镇非居民用水超定额累进加价制度，严格用水定额管理，合理确定分档水量和加价标准。

（十）完善可再生能源价格机制。根据技术进步和市场供求，实施风电、光伏等新能源标杆上网电价退坡机制，2020年实现风电与燃煤发电上网电价相当、光伏上网电价与电网销售电价相当。完善大型水电跨省跨区价格形成机制。开展分布式新能源就近消纳试点，探索通过市场化招标方式确定新能源发电价格，研究有利于



储能发展的价格机制，促进新能源全产业链健康发展，减少新增补贴资金需求。完善电动汽车充换电价格支持政策，规范充换电服务收费，促进新能源汽车使用。

（十一）制定完善绿色消费价格政策。围绕倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，制定完善节能环保价格政策。定期评估完善居民用电用水用气阶梯价格政策。按照补偿成本并合理盈利的原则，逐步调整污水处理、垃圾处理收费标准，探索实行差别化收费制度，推进污水、垃圾减量化、资源化。鼓励有条件的地区探索建立农村污水、垃圾处理收费制度。鼓励缺水地区健全支持再生水回收利用的价格政策。完善北方地区清洁供暖价格政策。根据成品油质量升级进程，制定国 VI 标准价格政策。

六、稳步推进农业用水和农产品价格改革

围绕实施乡村振兴战略和推进农业供给侧结构性改革，扎实推进农业水价综合改革，积极稳妥改革完善粮食等重要农产品价格形成机制，有效反映市场供求关系，促进农业节水和发展方式转变。

（十二）全面推进农业水价综合改革。坚持“先建机制、后建工程”的原则，在总体不增加农民负担的前提下，扎实推进农业水价综合改革，结合大中型灌区续建配套节水改造、高标准农田建设、新增千亿斤粮食田间工程、农业综合开发等项目建设，统筹农业水价形成机制与精准补贴和节水奖励机制、工程建设和管护机制、用水管理机制的协同推进。鼓励有条件的地区率先完成改革。

(十三) 完善稻谷、小麦最低收购价政策。围绕确保国家粮食安全、口粮绝对安全，坚持市场化改革取向和保护农民利益并重，稳定政策框架，增强政策灵活性和弹性，分品种施策，分步骤实施，逐步分离政策性收储“保增收”功能，激发市场活力，同步建立完善相应的补贴机制和配套政策。研究完善糖料价格政策。

(十四) 深化棉花目标价格改革。完善新疆棉花目标价格政策，合理确定目标价格水平和定价周期，优化补贴办法，探索开展“保险+期货”试点，促进新疆棉花优质稳定发展。

七、着力清理规范涉企收费

积极服务实体经济发展，清理规范各类涉企收费，建立健全收费监管长效机制，减轻实体经济负担。

(十五) 严格行政事业性收费管理。加强行政事业性收费标准管理，取消不合理收费项目，降低偏高收费标准。建立健全收费政策执行情况报告和后评估制度。严格落实收费公示公开制度，推进网络等便捷高效的公示公开方式，强化社会监督。

(十六) 清理规范经营服务性收费。取消违法违规收费项目，进一步放开发具备竞争条件的收费。建立政府定价收费项目清单制度，实现全国一张清单、网上集中公开、动态调整管理，清单外一律不得政府定价。健全市场调节收费行为规则，加强收费行为监管，督促收费主体严格按照公平、合法、诚信、公开原则确定收费标准，提供质价相符的服务。加强行业协会、行政审批中介服务、电子政务平台等收费行为监管。

八、有效促进市场竞争公平有序

健全规则、强化执法、创新方式，持续加强市场价格监管和反垄断执法，维护市场价格秩序，积极营造公平竞争市场环境。

(十七) 全面实施公平竞争审查制度。强化联席会议工作机制，促进公平竞争审查制度落地。严格审查增

量，对涉及市场主体经济活动的规章、规范性文件等审查实现全覆盖，防止出台新的排除限制竞争的政策措施。逐步清理存量，稳妥有序清理废除妨碍统一市场和公平竞争的规定和做法。加大问责力度，探索建立公平竞争审查考核机制。

(十八) 推进反价格垄断执法常态化精准化。对涉嫌价格垄断行为及时启动反垄断调查，依法查处达成实施价格垄断协议、滥用市场支配地位等行为，纠正滥用行政权力排除限制竞争的规定和做法。密切关注产能过剩行业、知识产权等重点领域排除限制竞争行为，坚决纠正滥用行政权力或市场优势地位排除限制竞争行为。依法查处滥用知识产权排除限制竞争行为，研究制定标准必要专利定价机制。加强反垄断执法经济学分析和市场竞争评估。

(十九) 加强和创新市场价格监管。围绕群众关注的重点领域价格违法问题，持续加强市场价格监管，形成长效监管机制。按照建设大平台、构建大格局、提供大服务的要求，充分发挥全国12358价格监管平台作用，广泛动员社会力量参与监督，积极运用大数据等信息化手段，提升价格监管水平。完善价格应急处置机制，及时妥善处理各类价格突发事件。全面推行“双随机、一公开”监管方式，规范价格执法行为。探索推进“互联网+”等新技术新业态新模式包容审慎的价格监管。完善提醒告诫和价格承诺等预防性监管措施。完善价格社会监督网络，依托社会信用体系建设，构建经营者价格信用档案，对价格违法的失信行为实行联合惩戒。坚持民生导向、源头治理，逐步建立健全制度完善、组织健全、规范高效的价格争议纠纷调解体系。

九、切实兜住民生底线

坚持以人民为中心的发展思想，按照兜底线、织密网、建机制的要求，注重长效，综合施策，保障低收入群体基本生活，不断增强人民群众获得感和幸福感。

(二十) 做好稳价工作。健全价格监测分析预警机

制，密切跟踪分析国内外价格总水平和重要商品价格走势，及时提出调控建议。加强民生商品价格监测预警，研究完善价格异常波动应对预案，健全重要商品储备制度，丰富调控手段，提升调控能力，防范价格异常波动。逐步构建覆盖重要商品和服务的价格指数体系，合理引导市场预期。加强价格与财政、货币等政策手段的协调配合，充分发挥政策合力，努力保持价格总水平基本稳定。

（二十一）完善价格补贴联动机制。认真执行并适时完善社会救助和保障标准与物价上涨挂钩的联动机制，根据物价上涨情况，及时发放价格临时补贴，有效化解物价上涨影响，保障低收入群体基本生活，建设有力有效的民生保障长效机制。

（二十二）加强价格改革中的民生保障。科学制定价格改革方案，广泛听取社会意见，认真开展社会风险评估，深入梳理风险点，制定低收入群体保障预案，完善配套政策，保障低收入群体生活水平不因价格改革而降低。把握好改革方案出台的时机和力度，并注重与工资、社会救助和保障等标准调整相结合，确保平稳推进。

十、保障措施

价格改革涉及面广、政策性强，各方面高度关注。必须科学设计方案，狠抓改革落实，加强法制保障，强化宣传引导，有力有序有效地将各项措施落到实处，确保改革取得实效。

（二十三）加强组织实施。各地发展改革（价格）部门要牢固树立“四个意识”，提高政治站位，坚定改革信念，敢于担当，锐意攻坚，抓住“牛鼻子”，敢啃“硬骨头”，打好价格改革攻坚战。结合实际科学制定改革方案，周密部署，精心实施，细化改革任务分工，建立健全台账制度，以“钉钉子”精神，一个时间节点一个时间节点往前推进，一项一项抓好落实。加强部门协同、上下联动，形成工作合力。鼓励基层探索创新，做好典



型经验总结推广。强化调度督查，压实压紧责任，一抓到底，确保每项改革举措落地生根。

（二十四）加强能力建设。深入学习、深刻领会党的十九大精神特别是习近平新时代中国特色社会主义思想，用新的思想武装头脑、指导实践。强化价格理论和政策研究，深入开展调查研究，加强系统谋划，丰富政策储备。深化国际交流合作，充分借鉴国际成熟经验。完善成本调查、监审制度，推进成本工作科学化精细化。加强价格信息化建设，提升价格调控监管服务水平。

（二十五）加强法制保障。积极推动《价格法》《反垄断法》等法律法规修订，完善政府定价、市场价格监管、反垄断执法等方面规章制度，巩固价格改革成果，规范政府和市场价格行为。动态评估、及时修订中央和地方定价目录，加快完善价格听证办法。制定完善重点领域市场价格行为规范、监管规则和反垄断指南。及时清理废止不符合法律法规、不适应改革形势的政策文件。

（二十六）加强宣传引导。统筹利用传统媒体、新兴媒体，加强新闻信息发布，准确、客观解读价格改革政策。创新开展新闻宣传，提升新闻宣传能力，以群众喜闻乐见的方式，讲好价格改革故事。积极回应社会关切，合理引导社会舆论和市场预期，为全面深化价格机制改革营造良好舆论氛围。

（来源：国家发展改革委）

国家发展改革委 国家能源局关于印发 《推进并网型微电网建设试行办法》的通知

发改能源〔2017〕1339号

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团发展改革委、能源局，国家能源局各派出能源监管机构，中国电力企业联合会，国家电网公司、中国南方电网有限责任公司，电力规划设计总院、水电水利规划设计总院：

为有力推进电力体制改革，切实规范、促进微电网健康有序发展，建立集中与分布式协同、多元融合、供需互动、高效配置的能源生产与消费体系，特制定《推进并网型微电网建设试行办法》，现印发你们，请按照执行。

特此通知。

附件：推进并网型微电网建设试行办法

国家发展改革委

国家能源局

2017年7月17日

附件：

推进并网型微电网建设试行办法

为推进能源供给侧结构性改革，促进并规范微电网健康发展，引导分布式电源和可再生能源的就地消纳，建立多元融合、供需互动、高效配置的能源生产与消费模式，推动清洁低碳、安全高效的现代能源体系建设，结合当前电力体制改革，特制定本办法。

第一章 总则

第一条 微电网是指由分布式电源、用电负荷、配电设施、监控和保护装置等组成的小型发配用电系统。

微电网分为并网型和独立型，可实现自我控制和自治管理。并网型微电网通常与外部电网联网运行，且具备并网切换与独立运行能力。本办法适用于并网型微电网的管理。

第二条 微电网须具备以下基本特征：

(一) 微型。主要体现在电压等级低，一般在35千伏及以下；系统规模小，系统容量（最大用电负荷）原则上不大于20兆瓦。

(二) 清洁。电源以当地可再生能源发电为主，或以天然气多联供等能源综合利用为目标的发电型式，鼓励采用燃料电池等新型清洁技术。其中，可再生能源装机容量占比在50%以上，或天然气多联供系统综合能源利用效率在70%以上。

(三) 自治。微电网内部具有保障负荷用电与电气设备独立运行的控制系统，具备电力供需自我平衡运行和黑启动能力，独立运行时能保障重要负荷连续供电（不低于2小时）。微电网与外部电网的年交换电量一般不

超过年用电量的 50%。

(四)友好。微电网与外部电网的交换功率和交换时段具有可控性,可与并入电网实现备用、调峰、需求侧响应等双向服务,满足用户用电质量要求,实现与并入电网的友好互动,用户的友好用能。

第三条 微电网应适应新能源、分布式电源和电动汽车等快速发展,满足多元化接入与个性化需求。结合城市、新型城镇及新农村等发展需要,鼓励利用当地资源,进行融合创新,培育能源生产和消费新业态。

第四条 微电网源-网-荷一体化运营,具有统一的运营主体。微电网项目在规划建设应依法实行开放、公平的市场竞争机制,鼓励各类企业、专业化能源服务公司投资建设、经营微电网项目;鼓励地方政府和社会资本合作(PPP),以特许经营等方式开展微电网项目的建设和运营。电网企业可参与新建及改(扩)建微电网,投资运营独立核算,不得纳入准许成本。

第五条 微电网运营主体应满足国家节能减排和环保要求,符合产业政策要求,取得相关业务资质,可自愿到交易机构注册成为市场交易主体。

第二章 规划建设

第六条 微电网发展应符合能源发展规划、电力发展规划等国家能源专项规划及其相关产业政策。地方能源管理部门应会同有关部门,做好微电网项目与配电网规划、城乡总体规划的衔接。

第七条 电网企业应为微电网提供公平无歧视的接入服务。

第八条 按照《企业投资项目核准和备案管理条例》、《政府核准的投资项目目录》等有关规定,推进“放管服”等有关工作。新建及改(扩)建微电网项目根据类型及构成,由地方政府按照核准(备案)权限,对微电网源-网-荷等内容分别进行核准(备案)。

第九条 省级投资主管部门和能源管理部门根据微电网承诺用户、运营主体情况等,组织行业专家按照微

电网相关标准进行评审,并将符合标准的微电网项目予以公示,享有微电网相关政策支持。

第三章 并网管理

第十条 国家发展改革委、国家能源局会同有关部门拟定微电网并网相关管理办法和行业技术标准,指导、监督并网管理工作。

第十一条 微电网并入电网应符合国家及行业微电网技术标准,符合接入电网的安全标准。

第十二条 省级能源管理部门应征求电网企业等相关市场主体意见,制定公布微电网并网程序、时限、相关服务标准及细则。

第十三条 微电网并网前,应由运营主体按照电力体制改革以及电力市场规则有关要求,与并入电网企业签订并网调度协议、购售电合同,明确双方责任和义务,确定电能计量、电价及电费结算、调度管理方式等。

第十四条 微电网接入公用配电网及由此引起的公用配电网建设与改造由电网企业承担。因特殊原因由项目业主建设的,电网企业、项目业主应协商一致。

第四章 运行维护

第十五条 微电网运营主体(或委托专业运营维护机构)负责微电网内调度运行、运维检修管理,源-网-荷电力电量平衡及优化协调运行,以及与外部电网的电力交换。

第十六条 微电网运营主体要建立健全运行管理制度,保障项目安全可靠运行。微电网的供电可靠性及电能质量应满足国家及行业相关规范要求,且不低于同类供电区域电网企业的供电服务水平。

第十七条 微电网的并网运行和电力交换应接受电力调度机构统一调度,向电力调度机构上报必要的运行信息。

第十八条 并入电网的微电网可视为可中断系统,

不纳入《电力安全事故应急处置和调查处理条例》(国务院令 599 号)对电网企业的考核范围。

第五章 市场交易

第十九条 微电网运营主体应依法取得电力业务许可证(供电类),承担微电网内的供电服务。微电网内分布式电源通过配电设施直接向网内用户供电,源-网-荷(分布式电源、配网、用户)应达成长期用能协议,明确重要负荷范围。

第二十条 微电网运营主体要鼓励电源、用户积极参与负荷管理、需求侧响应。鼓励微电网内建立购售双方自行协商的价格体系,构建冷、热、电多种能源市场交易机制。

第二十一条 微电网运营主体在具备售电公司准入条件、履行准入程序后,作为拥有配电网经营权的售电公司(第二类售电公司),开展售电业务。

第二十二条 微电网运营主体负责微电网与外部电网的电力电量交换,按照市场规则参与电力市场交易,承担与外部电网交易电量的输配电费用。相应的价格机制由国务院价格主管部门研究制定,具体由省级价格主管部门组织实施。微电网应公平承担社会责任,交易电量按政府规定标准缴纳政府性基金和政策性交叉补贴。

第六章 政策支持

第二十三条 微电网内部的新能源发电项目建成后按程序纳入可再生能源发展基金补贴范围,执行国家规定的可再生能源发电补贴政策。鼓励各地政府对微电网发展给予配套政策支持。

第二十四条 鼓励微电网项目单位通过发行企业债券、专项债券、项目收益债券、中期票据等方式直接融资,参照《配电网建设改造专项债券发行指引》(发改办财金〔2015〕2909号),享有绿色信贷支持。

第二十五条 省级能源管理部门应会同相关部门研究制定微电网所在地区需求侧管理政策,探索建立微电

网可作为市场主体参与的可中断负荷调峰、电储能调峰、黑启动等服务补偿机制,鼓励微电网作为独立辅助服务提供者参与辅助服务交易。省级价格主管部门应研究新型备用容量定价机制,由微电网运营主体根据微电网自平衡情况自主申报备用容量,统一缴纳相应的备用容量费用。

第七章 监督管理

第二十六条 微电网项目和配套并网工程完工后,项目单位应及时组织竣工验收,并将竣工验收报告报送省级能源管理部门和国家能源局派出能源监管机构。

第二十七条 省级能源管理部门组织建立微电网的监测、统计、信息交换和信息公开等体系,开展微电网建设运行关键数据等相关统计工作。微电网运营主体应积极配合提供有关信息,如实提供原始记录,接受监督检查。

第二十八条 省级能源管理部门要密切跟踪微电网建设运行,建立健全考评机制,加强对微电网可再生能源就地消纳、能源综合利用效率、节能减排效益等考核与评估。如不满足本办法中相关要求及行业标准的微电网项目,不享有微电网相关权利与政策支持。

第二十九条 国家能源局派出能源监管机构负责对微电网运营主体准入、电网公平开放、市场秩序、交易行为、能源普遍服务等实施监管;会同省级能源管理部门建立并网争议协调机制,切实保障各方权益。

第三十条 微电网项目退出时,应妥善处置微电网资产。若无其他公司承担微电网内用户供电业务的,由电网企业接收并提供保底供电服务。

第八章 附则

第三十一条 本办法由国家发展改革委、国家能源局负责解释。各省级政府可依据本办法制定实施细则。

第三十二条 本办法自发布之日起施行,有效期 3 年。

国家电网关于促进分布式电源并网管理工作的意见（修订版）

一、总则

1. 为深入贯彻落实公司“四个服务”要求，促进分布式电源加快发展，完善分布式电源并网管理，提高并网服务水平，制定本意见。

2. 本意见在《国家电网公司关于做好分布式电源并网服务工作的意见》基础上，明确分布式电源并网全过程管理的职责分工、流程衔接和工作要求。

3. 国家电网公司所属各相关单位应按照本意见开展相关工作。

二、适用范围

4. 本意见所指分布式电源，是指在用户所在场地或附近建设安装、运行方式以用户侧自发自用为主、多余电量上网，且在配电网系统平衡调节为特征的发电设施或有电力输出的能量综合梯级利用多联供设施。包括太阳能、天然气、生物质能、风能、地热能、海洋能、资源综合利用发电（含煤矿瓦斯发电）等。

5. 本意见适用于以下两种类型分布式电源（不含小水电）：

第一类：10千伏及以下电压等级接入，且单个并网点总装机容量不超过6兆瓦的分布式电源。

第二类：35千伏电压等级接入，年自发自用电量大于50%的分布式电源；或10千伏电压等级接入且单个并网点总装机容量超过6兆瓦，年自发自用电量大于50%的分布式电源。

6. 接入点为公共连接点（附件1）、发电量全部上网的发电项目，小水电，除第一、二类以外的分布式电源项目，本着简便高效原则做好并网服务，执行公司常规电源相关管理规定。

三、接入申请受理

7. 地市或县级公司营销部（客户服务中心）负责受理分布式电源（附件2）接入申请，协助项目业主填写接入申请表（附件3），接收相关支持性文件和资料。

8. 地市公司营销部（客户服务中心）负责将接入申请资料存档，报地市公司发展部。地市公司发展部通知地市经研所（直辖市公司为经研院，下同）制订接入系统方案。工作时限为2个工作日。

四、接入系统方案确定

9. 地市经研所负责研究制订接入系统方案。接入系统研究内容深度按国家和公司有关要求（附件4）执行，参考《分布式电源接入系统典型设计》。工作时限第一类项目为30个（其中分布式光伏发电单点并网项目10个工作日，多点并网项目20个）工作日，第二类项目为50个工作日。

10. 地市公司营销部（客户服务中心）负责组织相关部门审定380伏接入项目接入系统方案，出具评审意见。工作时限为5个工作日。

11. 地市公司发展部负责组织相关部门审定35千伏、

10 千伏接入项目 (对于多点并网项目,至少一个并网点为 35 千伏、10 千伏接入) 接入系统方案,出具评审意见和接入电网意见函。工作时限为 5 个工作日。

12. 地市或县级公司营销部 (客户服务中心) 负责将 380 伏接入项目的接入系统方案确认单 (附件 5), 或 35 千伏、10 千伏接入项目的接入系统方案确认单 (附件 5)、接入电网意见函 (附件 6) 告知项目业主, 工作时限为 3 个工作日。负责受理并安排接入系统方案咨询。

13. 380 伏接入项目, 项目业主确认接入系统方案后, 营销部负责将接入系统方案确认单及时抄送地市公司发展部、财务部、运检部。项目业主根据确认的接入系统方案开展项目核准 (或备案) 和工程建设等工作。

14. 35 千伏、10 千伏接入项目, 项目业主确认接入系统方案后, 地市公司发展部负责将接入系统方案确认单、接入电网意见函, 及时抄送地市公司财务部、运检部、营销部、调控中心、信通公司, 并报省公司发展部备案。项目业主根据接入电网意见函开展项目核准 (或备案) 和工程设计等工作。

15. 公司为自然人分布式光伏发电项目提供项目备案服务。对于自然人利用自有住宅及其住宅区域内建设的分布式光伏发电项目, 地市公司发展部收到项目接入系统方案确认单后, 根据当地能源主管部门项目备案管理办法, 按月集中代自然人项目业主向当地能源主管部门进行项目备案, 备案文件抄送地市公司财务部。

五、接入系统工程建设

16. 地市 (县) 公司负责公共电网改造工程建设 (包括随公共电网线路架设的通信光缆及相应公共电网变电站通信设备改造等)。

17. 公司为公共电网改造工程建设开辟绿色通道 (附件 7)。

18. 35 千伏、10 千伏接入项目, 项目业主在项目核准 (或备案) 后、在接入系统工程施工前, 将接入系统

工程设计相关资料 (附件 8) 提交地市或县级公司营销部 (客户服务中心)。地市公司营销部 (客户服务中心) 负责将接入系统工程设计相关资料存档, 组织发展部、运检部、调控中心等部门 (单位) 审查接入系统工程设计, 出具答复意见 (附件 9) 并告知项目业主、抄送调控中心, 工作时限为 10 个工作日。项目业主根据答复意见开展接入系统工程建设等后续工作。若审查不通过, 提出修改方案。

六、并网验收与调试

19. 地市或县级公司营销部 (客户服务中心) 负责受理项目业主并网验收及并网调试申请, 协助项目业主填写并网验收及并网调试申请表 (附件 10), 接收相关资料 (附件 11)。

20. 地市公司营销部 (客户服务中心) 负责并网验收及并网调试申请资料存档, 并报地市公司财务部、调控中心、运检部。工作时限为 2 个工作日。

21. 并网验收及并网调试申请受理后, 地市公司营销部 (客户服务中心) 负责安装关口计量和发电量计量装置。工作时限为 8 个工作日。

22. 并网验收及并网调试申请受理后, 380 伏接入项目, 地市公司营销部 (客户服务中心) 负责办理与项目业主 (或电力用户) 关于购售电、供用电和调度方面的合同签订工作, 签订的合同抄送地市公司财务部、调控中心, 报省公司交易中心备案。35 千伏、10 千伏接入项目, 购售电合同与调度协议同步签署, 地市公司营销部 (客户服务中心) 商调控中心确定签署日期, 地市公司营销部 (客户服务中心) 负责办理与项目业主 (或电力用户) 关于购售电和供用电方面的合同签订工作, 签订的合同抄送地市公司财务部, 报省公司交易中心备案, 地市公司调控中心负责办理与项目业主 (或电力用户) 关于调度协议方面的签订工作。工作时限为 8 个工作日。

23. 电能计量装置安装、合同与协议签订完毕后,

(下转第 22 页)

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家发展和改革委员会
中华人民共和国财政部
国家能源局

关于推进北方采暖地区城镇 清洁供暖的指导意见

一、工作要求

（一）指导思想。

全面贯彻落实党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神和习近平总书记对推进北方地区冬季清洁取暖工作的重要讲话精神，按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的方针，以满足群众取暖需求为导向，推进供暖供给侧改革，大力推进清洁能源利用，加快推进北方采暖地区城镇清洁供暖工作。

（二）基本要求。

规划引领。科学编制北方采暖地区城镇供热专项规划，制定规划目标，明确技术路线，完善保障措施，统筹安排热源、热网、热用户等各环节的规划内容，合理布局设施建设。

重点推进。京津冀及周边地区“2+26”城市重点推进“煤改气”“煤改电”及可再生能源供暖工作，减少散煤供暖，加快推进“禁煤区”建设。其他地区要进一步发展清洁燃煤集中供暖等多种清洁供暖方式，加快替代散烧煤供暖，提高清洁供暖水平。

因地制宜。各地区要根据经济发展水平、群众承受能力、资源能源状况等条件，科学选择清洁供暖方式，加快燃煤供暖清洁化，因地制宜推进天然气、电供暖，在可再生能源资源富集的地区，鼓励优先利用可再生能源等清洁能源，满足取暖需求。

企业为主。各地要加强对清洁供暖工作的引导和指导，加强统筹协调，制定完善支持政策。发挥企业主体作用，引入市场机制，鼓励和引导社会资本投资建设运营供暖设施。

二、重点工作

（三）编制专项规划。

各地要根据当地能源供给条件、经济发展水平、环境保护、区域气候等特点，组织编制和修订供热专项规划。供热专项规划要包含清洁供暖专项内容，科学制定近远期发展目标和措施，选择适合当地的清洁供暖技术路线，合理规划热源、管网布局，建立供暖设施建设项目库。严格按照专项规划合理安排建设时序，加快建设清洁供暖项目，有序推进项目落地。

（四）加快推进燃煤热源清洁化。

有计划、有步骤地实施燃煤热源清洁化改造，逐步提高清洁热源比例。具备改造条件的燃煤热源应当逐步实施超低排放改造，鼓励采取第三方提供改造、运营、维护一体化服务的合同能源管理模式实施改造；不具备改造条件的燃煤热源，应当因地制宜采用工业余热、“煤改气”“煤改电”、可再生能源、并入城市集中供热管网等其他清洁热源进行替代。

（五）因地制宜推进天然气和电供暖。

京津冀大气污染传输通道城市和“禁煤区”，应结合当地条件加快发展天然气供暖和电供暖，宜气则气，宜电则电，避免重复建设。在天然气资源落实的条件下，因地制宜选择天然气分布式能源、燃气壁挂炉、燃气热电联产、燃气锅炉等多种方式，推进天然气供暖。在部分地区，宜将燃气锅炉作为集中供暖区域的调峰和应急保障热源。在电力资源充足地区，优先发展用户终端电供暖方式，综合运用各类热泵、高效电锅炉等多种方式推进电供暖，积极发展电供暖与蓄热相结合供暖模式。

（六）大力发展可再生能源供暖。

大力推进风能、太阳能、地热能、生物质能等可再生能源供暖项目。将可再生能源供暖作为城乡能源规划的重要内容，重点推进，建立可再生能源与传统能源协同的多源互补和梯级利用的综合能源利用体系。加快推进生物质成型燃料锅炉建设，为城镇社区和农村清洁供暖。

（七）有效利用工业余热资源。

立足本地区工业余热资源现状，结合清洁供暖需求，充分利用工业余热资源供暖，建设工业余热高效采集、高效输送、充分利用供暖体系。健全工业余热资源供暖运营体制机制，挖掘工业余热的供暖潜力，大幅降低供暖成本。工业余热热源必须协调配置清洁化备用热源和调峰热源，保障供暖系统安全稳定、运行可靠。

（八）全面取消散煤取暖。

城市主城区、城乡结合部及城中村要结合旧城改造、棚户区改造以及老旧小区改造等工作全面取消散煤取暖，采用清洁热源供暖。其他尚未进行改造或暂不具备改造条件的地区，鼓励以“清洁型煤+环保炉具”替代散煤。

（九）加快供暖老旧管网设施改造。

建立老旧管网运行状况检测评估机制，及时摸底排

查，制定改造计划，重点加快改造严重漏损或存在安全隐患的管网和热力站设施，降低供暖输配损耗，解决影响供暖安全、节能和节费方面的突出问题。

（十）大力提高热用户端能效。

进一步推进供热计量收费，严格执行供热计量相关规定和标准，做好供热计量设施建设、使用、收费等工作，促进热用户端节能降耗。推进建筑节能，新建建筑严格执行建筑节能标准，在有条件的地区推行超低能耗建筑和近零能耗建筑示范，加快推进既有居住建筑节能改造，优先改造采取清洁供暖方式的既有建筑。

三、保障措施

（十一）加强组织领导。

各地住房城乡建设部门要加强与发展改革、财政、价格、环境保护、能源等部门协调配合，形成合力，加大监督、指导和协调力度，结合各地实际，出台推进城镇清洁供暖的具体政策措施并抓好落实，探索形成推进清洁供暖的长效工作机制。城市人民政府有关主管部门要切实履行职责，确定目标和任务，制定实施方案，组织落实好各项具体工作。

（十二）加大资金投入。

以“2+26”城市为重点，开展北方地区冬季清洁取暖试点，中央财政通过现有资金渠道，支持试点城市推进清洁方式取暖替代散煤燃烧取暖。各地应结合本地实际，研究出台支持清洁供暖的政策措施，统筹使用相关财政资金，加大对清洁供暖工作的支持力度。鼓励各地创新体制机制、完善政策措施，引导企业和社会加大资金投入。

（十三）完善支持政策。

各地要研究制定推动清洁供暖的支持政策，将清洁供暖作为重点支持的民生工程，通过价格、补贴、投融

资等政策支持和引导，有效降低清洁供暖项目建设及运营成本。对供暖负荷达到一定规模的超低排放燃煤热电联产项目，在实施电力调度时，在燃煤机组中优先调度保障供热；对工业余热利用项目出台支持政策降低购热成本。


（十四）发挥市场机制作用。

进一步放开城镇供暖行业的市场准入，鼓励社会资本进入清洁供暖领域，利用政府和社会资本合作（PPP）模式建设运营清洁供暖项目，保障合理的投资回报，充分调动社会资本参与清洁供暖项目建设的积极性。支持专业化、品牌化供暖企业通过兼并、收购、重组等方式合并小、散、弱供暖企业，提高供暖质量服务水平。优

化区域集中供暖，推动建立“一网多源”供暖格局，加强供热区域内不同热源的互联互通和环网联网运行，合理划分基础热源和调峰热源，实现热力系统最优调度，提高供暖保障能力，降低供暖能耗。

（十五）加强监督检查。

省级住房城乡建设主管部门要会同有关部门，建立有效的督查制度，加强对本地区城镇清洁供暖工作的监督检查。住房城乡建设部制定城镇清洁供暖评估考核体系，组织第三方机构对各地实施情况和效果进行评估，确保清洁供暖工作顺利推进。

（来源：住房城乡建设部网站）

（上接第 19 页）

380 伏接入项目，地市公司营销部（客户服务中心）负责组织相关部门开展项目并网验收及并网调试，出具并网验收意见（附件 12），并网调试通过后直接转入并网运行。35 千伏、10 千伏接入项目，地市公司调控中心负责组织相关部门开展项目并网验收工作，出具并网验收意见（附件 12），开展并网调试有关工作，调试通过后直接转入并网运行。若验收或调试不合格，提出整改方案。工作时限为 10 个工作日。

24. 分布式电源涉网设备，应按照并网调度协议约定，纳入地市公司调控中心调度管理。分布式电源并网开关（属用户资产）的倒闸操作，须经地市公司和项目方人员共同确认后，由地市公司相关部门许可。其中，35 千伏、10 千伏接入项目，由地市公司调控中心确认和许可；380 伏接入项目，由地市公司营销部（客户服务中心）确认和许可。

七、国家补贴资金管理

25. 地市或县级公司财务部门每年 9 月 30 日前，负


责将属地下年度可再生能源补助资金年度预算报送省公司财务部门。省公司财务部门审核汇总后于每年 10 月 10 日前报总部财务部。

26. 公司总部财务部负责按季向财政部请求拨付补助资金，并在收到财政部拨付补助资金后，及时拨付给省公司。省公司财务部收到资金后及时拨付地市或县级公司。地市或县级公司财务部门负责在收到补助资金后，按照结算周期及时向项目业主（或电力用户）支付补助资金。

八、并网信息管理

27. 发展部（公司新能源和分布式电源领导小组办公室）负责分布式电源并网信息归口管理（附件 13）。

九、并网咨询服务

28. 营销部（客户服务中心）负责分布式电源并网咨询服务（附件 14）归口管理，提供并网咨询服务包括 95598 服务热线、网上营业厅、地市和县公司营销部（客户服务中心）。（来源：国家能源局）

国家发展改革委关于印发北方地区 清洁供暖价格政策意见的通知

发改价格〔2017〕1684号

各省、自治区、直辖市发展改革委、物价局、电力公司，中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司，国家电网公司、内蒙古电力公司：

为贯彻落实党中央国务院关于推进北方地区清洁供暖的决策部署，加快推动清洁供暖工作，按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的方针，我们制定了《关于北方地区清洁供暖价格政策的意见》，现予印发，请按照执行。

附件：关于北方地区清洁供暖价格政策的意见

国家发展改革委

2017年9月19日

附件：

关于北方地区清洁供暖价格政策的意见

为贯彻落实党中央国务院关于推进北方地区清洁供暖的决策部署，经研究，现就有关价格政策提出以下意见。

一、总体要求

北方广大农村地区、一些城镇以及部分大中城市的周边区域，还在大量采用分散燃煤和散烧煤取暖，既影响了居民基本生活的改善，也加重了北方地区冬季雾霾天气。推进北方地区冬季清洁取暖，是重大民生工程、民心工程，关系北方地区广大群众温暖过冬，关系雾霾天能不能减少，是能源生产和消费革命、农村生活方式

革命的重要内容。

要按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的方针，遵循因地制宜、突出重点、统筹协调的原则，宜气则气，宜电则电，建立有利于清洁供暖价格机制，综合运用完善峰谷价格、阶梯价格，扩大市场化交易等价格支持政策，促进北方地区加快实现清洁供暖。

二、完善“煤改电”电价政策

具备资源条件，适宜“煤改电”的地区，要通过完善峰谷分时制度和阶梯价格政策，创新电力交易模式，健全输配电价体系等方式，降低清洁供暖用电成本。

（一）完善峰谷分时价格制度

鼓励利用谷段低价电供暖，提高电力系统利用效率，降低“煤改电”用电成本。一是推行上网侧峰谷分时电价政策。鼓励北方地区省级价格主管部门按照当地大容量主力燃煤机组的边际发电成本确定谷段上网电价，在上网电价平均水平不变的前提下确定峰段上网电价，报国家发展改革委同意后实施。二是完善销售侧峰谷分时时段划分。对采暖用电部分，适当延长谷段时间（原则上不超过2小时），优化峰、平、谷价格时段划分。三是适当扩大销售侧峰谷电价差。在销售侧平均水平不变的情况下，进一步扩大采暖季谷段用电电价下浮比例。

（二）优化居民用电阶梯价格政策

合理确定采暖用电量，鼓励叠加峰谷电价，明确村级“煤改电”电价政策，降低居民“煤改电”用电成本。一是合理确定居民采暖用电量。相关省份根据当地实际，合理确定居民取暖电量。该部分电量按居民第一档电价执行；超出部分计入居民生活用电，执行居民阶梯电价。二是鼓励叠加峰谷电价。鼓励省级价格主管部门在现行居民阶梯价格政策基础上，叠加峰谷分时电价政策，并在采暖季适当延长谷段时间。三是明确村级“煤改电”电价政策。农村地区以村或自然村为单位通过“煤改电”改造使用电采暖或热泵等电辅助加热取暖，与居民家庭“煤改电”取暖执行同样的价格政策。

（三）大力推进市场化交易机制

鼓励清洁供暖用电量积极参与电力市场交易，在缓解弃风弃光扩大用电的同时，降低电采暖用电成本。一是推动可再生能源就近直接消纳。鼓励北方风电、光伏发电富集地区，在按有关规定完成保障性收购的前提下，鼓励电蓄热、储能企业与风电、光伏发电企业开展直接交易，建立长期稳定且价格较低的供用电关系。二

是促进跨省跨区电力交易。北京、天津等行政区域内电力资源不足的，要在确保电网安全的前提下，打破省间壁垒，通过跨省跨区电力交易的方式扩展低成本电力资源。三是探索市场化竞价采购机制。

支持具备条件的地区建立采暖用电的市场化竞价采购机制，由电网企业或独立售电公司代理用户采购市场最低价电量，予以优先购电保障。具体方案由省级价格主管部门、电力运行主管部门商能源部门、电网企业制定。四是合理制定电采暖输配电价。参加电力市场交易的采暖用电，峰段、平段执行相应电压等级的输配电价，谷段输配电价按平段输配电价的50%执行。

三、完善“煤改气”气价政策

天然气资源有保障，适宜“煤改气”的地区，要通过完善阶梯价格制度，推行季节性差价政策，运用市场化交易机制等方式，综合降低清洁供暖用气成本，重点支持农村“煤改气”。

（一）明确“煤改气”门站价格政策。实行政府指导价的陆上管道天然气供农村“煤改气”采暖用气门站价格，按居民用气价格执行；供城镇“煤改气”采暖用气门站价格，按现行价格政策执行。

（二）完善销售价格政策。居民“煤改气”采暖用气销售价格，按居民用气价格执行。同时，进一步完善居民阶梯气价制度，可对采暖用气单独制定阶梯价格制度。

（三）灵活运用市场化交易机制。鼓励供热企业与上游供气企业直接签订购销合同，通过交易平台确定或协商确定购气价格。

四、因地制宜健全供热价格机制

科学合理制定供热价格，协调好不同供暖方式的比价关系，既让企业有积极性开发清洁供暖项目，也让居

民可承受，保障清洁取暖顺利推进。

(一) 完善集中供热价格政策。适宜采取集中供暖的地区，通过热电联产、大型燃煤锅炉、燃气锅炉、生物质锅炉、地热供暖等方式集中供暖的，必须按照超低排放要求进行环保改造并达到规定的排放（回灌）标准后供热。地方价格主管部门要统筹考虑改造运行成本、居民承受能力，合理制定居民供热价格。采用背压式热电联产机组供热的，在认真核定成本的基础上，科学合理确定热力或供热价格。加快推进供热计量收费，推行两部制热价。大型燃煤锅炉环保改造、燃煤锅炉改为燃气锅炉，导致热力生产成本增加较多的，可以通过适当调整供热价格的方式疏导，不足部分通过地方财政予以补偿。

(二) 试点推进市场化原则确定区域清洁供暖价格。区域性集中清洁供暖，原则上由政府按照供暖实际成本，在考虑合理收益的基础上，科学合理确定供热价格。在具备条件的地区，试点推进市场化原则确定区域清洁供暖价格，由供暖企业按照合理成本加收益的原则，在居民可承受能力范围内自行确定价格。

(三) 加强供热企业成本监审和价格监管。有权限的价格主管部门，根据成本监审办法的要求，加强对属于网络型自然垄断环节的热力管道输送环节成本监审，剔除不合理成本，逐步推行成本公开，强化社会监督，合理制定热力输送价格。



五、统筹协调相关支持政策

清洁供暖是一项系统工程，在实行价格支持政策的同时，其他相关政策要协同推进，形成合力。

(一) 加大财政支持力度。以“2+26”城市为重点，开展北方地区冬季清洁取暖试点。中央财政通过现有资金渠道，支持试点城市推进清洁方式取暖替代散煤燃烧取暖，鼓励地方政府创新机制，完善政策，引导企业和社会加大投入，实现试点地区散煤供暖“销号”，并形成示范带动作用。各地应结合本地实际，研究出台支持清洁取暖的政策措施，统筹使用相关政府资金，加大对清洁取暖工作的支持力度，并向重点城市倾斜。落实供暖企业向居民供暖相关增值税、房产税、城镇土地使用税优惠政策。

(二) 探索多元化融资方式。大力发展绿色金融，在风险可控的前提下，加大对清洁供暖企业和项目的支持力度。支持通过企业债、低息贷款等方式解决清洁供暖项目融资问题。鼓励社会资本通过政府和社会资本合作（PPP）模式参与清洁供暖项目投资建设运营，多渠道解决项目融资问题，降低融资成本。

(三) 扩大市场准入。进一步放开供暖市场准入，大力支持有实力、有信誉的民营企业进入清洁供暖领域，不断挖掘具有发展前景、经济性良好的新型清洁供暖技术。

(四) 做好供应保障。电网企业要合理调整投资结构，加大与清洁供暖相关的配电网改造力度，保障清洁供暖用电稳定。上游供气企业要及早谋划部署，确保气源充足供应，同时根据居民用气实际情况重新核定居民用气比例，确保居民气量充足稳定供应。各级供气企业要切实承担分级储气责任，加快储气设施建设进度，保障冬季用气高峰天然气安全稳定供应。

北方地区各级价格主管部门要切实增强对推进“煤改电”“煤改气”重要性的认识，加强组织领导，科学制定本地区具体政策方案，周密部署，精心实施，为加快推动北方地区清洁取暖，保障和改善民生，营造良好的价格政策环境。

内工大某组合建筑屋顶风力机微观选址的数值计算研究

根据汪建文教授在 2017 全国中小型风能设备行业年会演讲 PPT 整理

1 选题背景及研究意义



HEA WIND Task 27
第一专门研究小型风电机组的课题
日期：2017 (在法国) 研究了中小风电机组的微观选址



城市建筑屋顶风力机的微观选址
风电场风力机的微观选址
意义远超过风电机组的效率大
对分布式风电机组意义重大

2 研究现状及课题主要内容

2.2 课题主要内容

已有研究	CFD 模型 几何建模	规则的六面体 翼型特征	标准A-C 通风效率 集风效率
------	----------------	----------------	-----------------------

- 建筑数值模型的构建
 - 全尺寸建筑模型，混合网格
 - 城市大气边界层湍流模型，U-A-B-L
- 建筑屋顶风力机的微观选址
 - 屋顶风流场特性（定性）
 - 初步探索A-B-C-D-E-F
 - 提出一种城市环境屋顶风力机微观选址数值分析方法

3 研究现状及课题主要内容

2.1 研究现状

科研机构	日本建筑协会, ARI 欧洲科技研究联盟合作组织, COST 德国工程协会, VDI 各大高校	研究方法	理论分析 实验分析 现场实测
------	--	------	----------------------

主要成果	1. CFD方法 S.I.E. COST, VDI, 绿色建筑设计标准 同济大学, 住建部	2. 翼型特征 丹麦奥尔堡大学, Madsen (2006) 墨尔本理工大学, 宋海强 (2012) 美国南加州大学, Anst (2011)	3. 集风效应 山东大学 (2005) 清华大学, Zhou (2011) 浙江大学, 李行飞, 孙康 (2012-2015)
------	---	--	--



RANS: 边界条件: 计算域: 网格格式: 精度:

定性地阐述单栋建筑或建筑群的屋顶风流场特征: 风速、风向、湍流、回流。

分析了单栋建筑或建筑群屋顶的风机效应——风能捕获量。

3 CTB建筑数值模型构建

3.1 物理模型及相关参数

Engineering Technology Building Block B, CTB for short, was modeled by BIM

内工大校园某平原“回”字形建筑物，建筑中心有镂空区域，后者区域存在高楼；建筑外部尺寸：长(L)×宽(W)×高(H，建筑最高点)~60m×100m×20m。

③ ETB建筑数值模型构建

3.1 物理模型及相关参数



A区



屋顶+区风力机安装参考布点

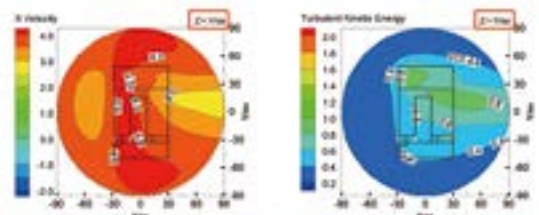
$$L_x \times M_y \times N_z = 60m \times 17m \times 15m$$

8行×15列
75个参考分析点

④ ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.1 ETB建筑屋顶风流特性

4.1.3 平面流场特性



高风险区域首推进风侧风向扩大，总体高风险区域仍位于迎风侧迎风点位置；
各区域风流程度呈先增加后降低趋势，高度越高区域风流程度降低越明显；

④ ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.1 ETB建筑屋顶风流特性

4.1.1 流场特性

4.1.2 立面流场特性

4.1.3 平面流场特性

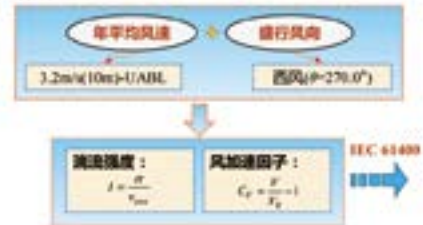


④ ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.2 ETB建筑屋顶风力机微观选址——初步预测

4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

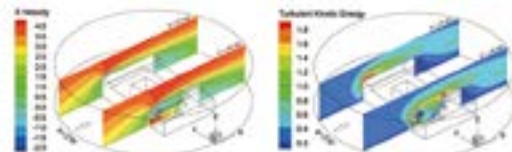
分析思路：



④ ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.1 ETB建筑屋顶风流特性

4.1.2 立面流场特性



T=27.5℃(距中心面0.5m), T=27.5℃(距中心面0.5m)的室内速度与湍流动能

在ETB建筑屋顶附近由前侧点到后侧点，风速区域高度范围总体呈逐渐放大趋势，湍流动能较大区域发生在上游位置。

④ ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.2 ETB建筑屋顶风力机微观选址——初步预测

4.2.1 湍流强度

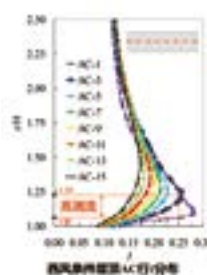


表 有参考分析点各高度层相对高度范围估计

Points	WT	Points	WT	Points	WT	Points	WT
AA1	1.05	AB1	1.05	AC1	1.05	AD1	1.05
AA2	1.05	AB2	1.05	AC2	1.05	AD2	1.05
AA3	1.05	AB3	1.05	AC3	1.05	AD3	1.05
AA4	1.05	AB4	1.05	AC4	1.05	AD4	1.05
AA5	1.05	AB5	1.05	AC5	1.05	AD5	1.05
AA6	1.05	AB6	1.05	AC6	1.05	AD6	1.05
AA7	1.05	AB7	1.05	AC7	1.05	AD7	1.05
AA8	1.05	AB8	1.05	AC8	1.05	AD8	1.05
AA9	1.05	AB9	1.05	AC9	1.05	AD9	1.05
AA10	1.05	AB10	1.05	AC10	1.05	AD10	1.05
AA11	1.05	AB11	1.05	AC11	1.05	AD11	1.05
AA12	1.05	AB12	1.05	AC12	1.05	AD12	1.05
AA13	1.05	AB13	1.05	AC13	1.05	AD13	1.05
AA14	1.05	AB14	1.05	AC14	1.05	AD14	1.05
AA15	1.05	AB15	1.05	AC15	1.05	AD15	1.05

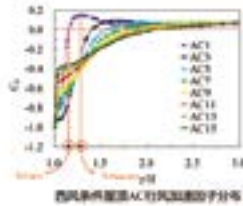
高于1.05~1.45m的建筑高度范围属非高风险区，原则上可作为风力机安装高度范围。

4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.2 ETB建筑屋顶风力机微观选址——初步预测

4.2.2 风加速因子

初始风加速因子 $C_{i,init}$ $[C_i > 1]$
最大风加速因子 $C_{i,max}$ $[C_i > 1]$



以AC行为例， $C_{i,max}$ 依次为：
1.08H, 1.53H, 1.64H, 1.85H,
1.98H, 2.06H, 2.14H, 2.25H,

前两点处屋顶加速效果最显著，
后两点效果次之，后两点加速效果最弱。

初步选择 **前两点** 为屋顶风力机适宜的安置位置。

4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

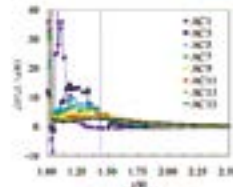
4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.1 速度梯度较大区域

以西风为例

中心差分—后导数

最大梯度区域



在西风 ($\theta=270.0^\circ$) 条件下
屋顶A区5行的风速梯度高
度范围是进行 **后导数**：

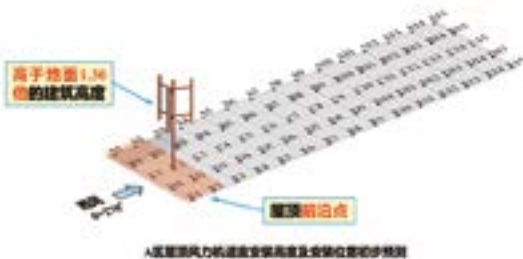
- $[AC1]_{AC} \leq 1.43$
- $[AC2]_{AC} \leq 1.56$
- $[AC3]_{AC} \leq 1.44$
- $[AC4]_{AC} \leq 1.37$
- $[AC5]_{AC} \leq 1.31$

屋顶AC行参考点
速度梯度点的中心差分—后导数

4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.2 ETB建筑屋顶风力机微观选址——初步预测

4.2.3 初步预测结果

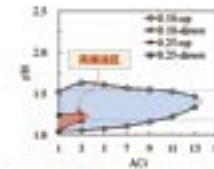


4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.2 涡流强度较大区域

以西风为例



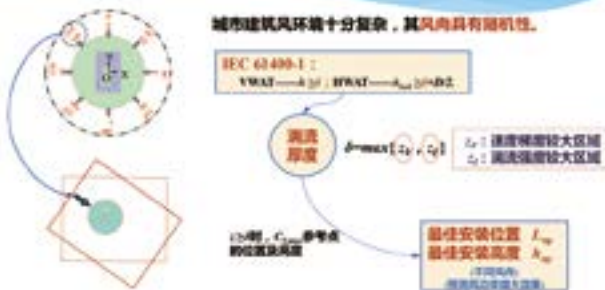
靠近边缘处涡流强度小，
且中高涡流区域逐渐由
后导数向中心点演化。

- $[AC1]_{AC} \leq (1.29, 1.71)$
- $[AC2]_{AC} \leq (1.19, 1.66)$
- $[AC3]_{AC} \leq (1.18, 1.66)$
- $[AC4]_{AC} \leq (1.12, 1.49)$
- $[AC5]_{AC} \leq (1.05, 1.45)$

屋顶A区AC行涡流强度及涡流分布

4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

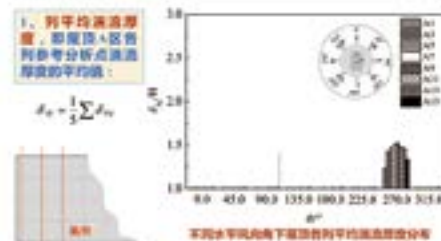
4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测



4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.3 涡流厚度 $\delta = \max\{C_1, C_2\}$



各水平风向角下屋顶15列平均涡流厚度分布规律基本相似，即屋顶各参考点各点的涡流厚度随距离点、后导数向中心点逐渐减小，各风向角下屋顶最大涡流厚度大多发生在中心点附近。

不同水平风向角下屋顶各列平均涡流厚度分布

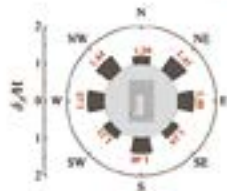
4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.3 潮流厚度

2. 平均潮流厚度，即屋顶A区所有参考点的潮流厚度的平均值：

$$\bar{d}_A = \frac{1}{24} \sum d_{iA}$$



4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

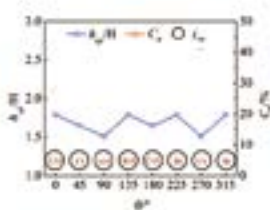
4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.4 精确预测结果

拟安装风力机：



C_p 、 C_{Tmax} 时对应参考点的位置及高度



4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.3 ETB建筑屋顶风力机微观选址——精确预测

4.3.4 精确预测结果

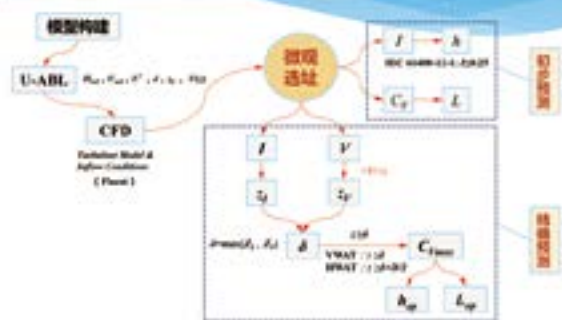
综合8个风向考虑，可总结得出：



~屋顶风力机最佳安装位置及安装位置精确预测

4 ETB建筑屋顶风力机微观选址

4.3 建筑屋顶风力机微观选址数值分析方法确认



5 结论

5.1 结论

1 ETB建筑数值模型的构建

- 建筑全尺寸模型，细化网格
- 考虑置换高度的半对数U-ABL入流条件

2 ETB建筑屋顶A区风力机微观选址

- 定量地分析
- 屋顶风力机微观选址——初步预测
安装高度为楼面以上1.7m的建筑高度，安装位置为屋顶最佳点
- 屋顶风力机微观选址——精确预测
确定安装高度为风力机的最佳安装高度区域为楼面以上1.41~1.7m的建筑高度，最佳安装位置为最佳+最佳位置
- 提出一种屋顶风力机微观选址的数值研究方法
一种基于城市天气条件室内建筑屋顶风流场特性分析的屋顶风力机微观选址的数值研究方法

3 ETB建筑屋顶潮流特征分析

- 定性地分析
- 揭示了建筑屋顶潮流场的分布规律：流场特性、屋顶立面及平面特征参数



硕士期间发表论文

- 王强, 汪建文, 侯亚丽. 集装箱屋顶风力机的微观选址及功率预测研究[J]. 太阳能学报, 2015, 36(4): 812-817. (EI: 20153001062213)
- 王强, 汪建文, 侯亚丽, 罗坤, 高志勇. 基于U-ABL理论屋顶风力机微观选址数值方法探究[J]. 特种机械学报, 2015, 33(9): 773-778.
- WANG Qiang, WANG Jianwen, HOU Yali. Micrositing of Container Roof Mounted Wind Turbine Using Neutral Equilibrium Atmospheric Boundary Layer[A]. AEH[C], Xiamen, 2015: 197-201.
- 王强, 汪建文, 侯亚丽. 基于不同潮流模型建筑风场流场特征精确性的研究[J]. 工程热物理学报, 2016. (已录用)

显著提高风力机性能的叶片喷气襟翼技术

□ 沈阳航空航天大学 申振华 王建明 徐志晖

风力机叶片翼型采用（涡轮化）大弯度设计能显著提高风力机的气动性能，这个概念已为众多专家和业内人士所认可。翼型的大弯度设计可以通过两种途径来实现，一种是实体弯度，一种是气动弯度。前者包括本身弯度较大的单体翼型或者在原有翼型基础上附加一个实体附件，即襟翼以组合成一个（更）大弯度的翼型；而后者则不必改变翼型的外部形状，（因而只需在现有翼型中选择，减少了叶片气动设计的难度，）只需在已有翼型的基础上完成叶片的内部设计，由气动喷气方式实现翼型的大弯度设计。

1. 关于襟翼

说起襟翼，人们首先想到的自然是飞机机翼尾部的后缘襟翼，如图 1a 所示，后缘襟翼是在机翼后缘安装的活动翼面，平时紧贴在机翼下表面上。使用时，襟翼沿下翼面安装的滑轨后退，同时下偏，如图 1b 所示。后缘襟翼不仅增加了机翼的面积，而且下偏后大大增加了翼型的弯度，使机翼的升力几乎成倍增加，这在飞机的起飞和着陆时是非常有用的。另一种襟翼就是格尼（Gurney）襟翼，见图 1c，实际上就是在翼型的尾缘处垂直加一块平板，其高度约为翼型弦长的 2%~4%，它产生的增升效果非常明显，而实施又很方便，其实它也是通过增大翼型弯度来增加升力的。实际上增加翼型

升力不一定只能将翼型做成大弯度的“实体”翼型，而且也可以将其做成“虚拟”的而实现气动弯度，即不必改变翼型本身的外部形状，而是利用一股射流以与弦线成一定角度 θ 向斜下方喷出，从而迫使气流转弯，同时这股射流对翼型上表面的气流产生引射作用，从而抑制了翼型上表面的气流分离，这就是喷气襟翼，如图 2 所示。喷气襟翼虽不改变翼型的外部形状，但增升效果显著，取决于喷气速度、喷气孔在翼型弦线所处位置及喷气方向等。



图 1a: 机翼上的后缘襟翼



图 1b: 机翼的后缘襟翼



图 1c: 格尼 (Gurney) 襟翼



图 2: 喷气襟翼示意图

2. 喷气襟翼在风力机叶片上的应用

2.1 风力机模型

目前水平轴风力机叶片所使用的翼型弯度都很小，一般小于弦长的 4%，根据风力机的涡轮属性，这无疑大大限制了其潜在做功能力的发挥。本文作者除了设计了 18%、21%……70% 等不同厚度的专用翼型外，还另辟蹊径，开发了适用于水平轴风力机的专用喷气襟翼翼型，如图 2 所示。它在翼型的 95% 弦长处压力面上开一系列与弦线成某个角度 θ 的小孔，使得气流通过空心叶片从该孔中喷出，以气动方式模拟襟翼增大翼型弯度的作用。需要注意的是，这股气流不是靠鼓风机供气，而是靠自然风“被动”喷气，将去除整流罩的空心轮毂前方的空气（自然风）引入，并通过风轮旋转的离心力所产生的局部低压吸入且加速该气流通过空心叶片，再从上述各孔中以一定角度 θ 喷出，以此构成喷气襟翼，如图 2 及图 3 所示。这种方法的突出优点是无需消耗任何额外的动力，无需改变现有翼型的外部形状，并且会取得意想不到的效果。不必担心去除整流罩的后果，有资料做了系统的研究，表明整流罩对风力机性能没有影响。

作为概念研究，为了模型制作的简单性，实验件的叶片做成直的，因而模型的启动风速较高，故实验风速范围定为 7 ~ 16m/s，风速间隔为 1m/s；同样的原因，叶片安装角调节范围定为 $6^\circ \sim 14^\circ$ （角度太小，风力机难以起动，安装角调节间隔为 2° ）。在上述条件下，对叶片原型及在叶片不同部位采用被动喷气襟翼的风力机模型进行一系列对比实验，主要比较它们在不同安装

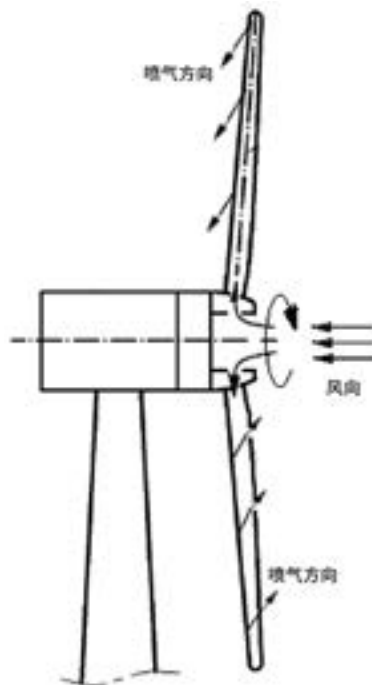


图 3: 装有喷气襟翼翼型叶片的风力机示意图

角、不同尖速比或风速时的功率及功率系数。下面分别介绍叶片在不同安装角情况下原型（即关闭喷气孔）和不同位置喷气时风力机模型的风洞实验结果，所有数据均未进行堵塞修正。

2.2 叶片实验件模型

本实验考虑到需要叶片中心通气，故分别选用厚度较大的 NACA4424 和 NACA63421 翼型。作为概念性研究，并且为制作方便起见，选定叶片是直的，等弦长 50mm，展长 260mm，风轮直径 0.6m。叶片是中空的，在 95% 弦长位置开有通气缝（孔），一股射流可以从缝中以与弦线方向成一定角度 θ （例如 45° ）向斜下方喷出，如图 2 所示，以模拟襟翼的作用。沿叶片展向均布开有 12 条长方形的缝，每组 4 条，分为叶尖段、叶中段、叶根段，如图 3 和图 4 所示。实验时，如用胶带封闭所有的喷气孔，则为叶片原型；如果只是打开叶尖段四孔，则只有叶尖喷气起作用，即“叶尖喷气”，以此类推。叶片实验件的三维图如图 4 所示。

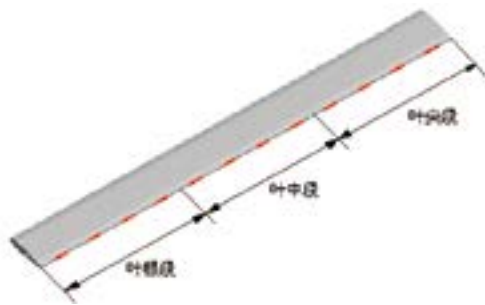


图 4: 叶片实验件

3. 实验结果分析

本文作者团队就喷气襟翼风力机做了大量风洞模型实验，图 5 及图 6 中示出翼型原型为 NACA63421 翼型时的实验结果(未做堵塞修正)。由于实验件叶片为直的，所以实验时模型很难启动，一般只在 9m/s 时才能工作。从这些数据可见，无论是叶尖襟翼，还是叶中或叶根襟翼，喷气的作用都十分显著，功率的提高率很大，均有二位数以上的增长。还需指出的是，见图 5 及图 6，喷气襟翼还降低了风力机的启动风速。有资料指出，降低启动风速 0.5m/s，就可提高风力机的年发电量 AEP 达 6%~7%，这是因为在通常的启动风速附近，由于风速较低，本身的风能密度很小，似乎无关大局而未受关注，但是按照风频曲线，它却往往处于年度风频最大的范围内，风能的累积效应不可低估！

喷气襟翼的另一组实验则是采用 NACA4424 翼型，

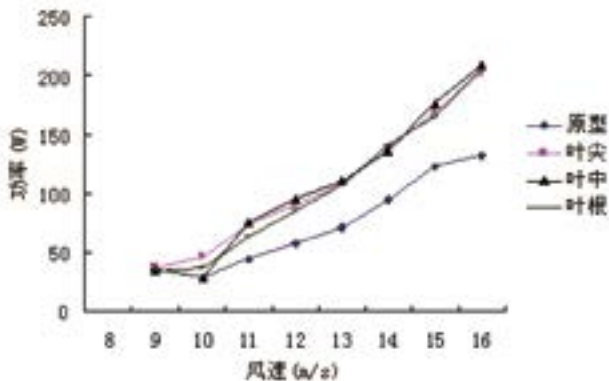


图 5: 安装角 10° 时的输出功率与风速的关系

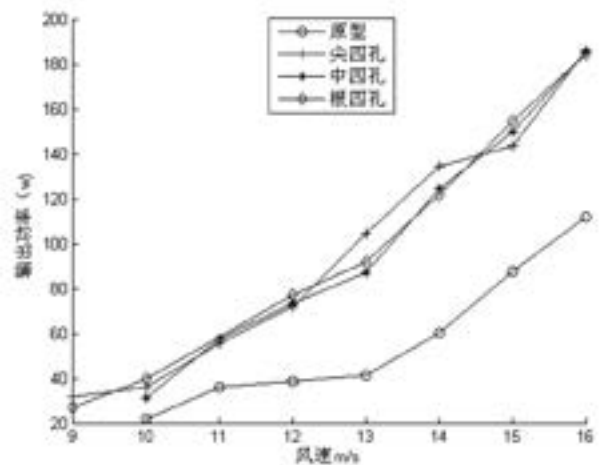


图 6: 安装角 12° 时的输出功率与风速的关系

实验结果见图 7。图中数据点为实验数据，而实线为对应的拟合曲线。从图中可见，无论在叶片那一部位喷气，无论尖速比 λ 是多少，喷气襟翼都能大大改善风力机的气动性能，提高风力机的功率系数 C_p 值，特别是叶尖的喷气作用尤其显著！同时也可看到，喷气襟翼还使得风力机的启动风速降低，如上所述，这对于提高风力机的年发电量 AEP 是相当有利的。

4. 结论和讨论

大量实验结果表明：

(1) 喷气襟翼翼型，无需改变叶片的气动外形，无需消耗任何额外的能量，安装该翼型叶片的风力机都

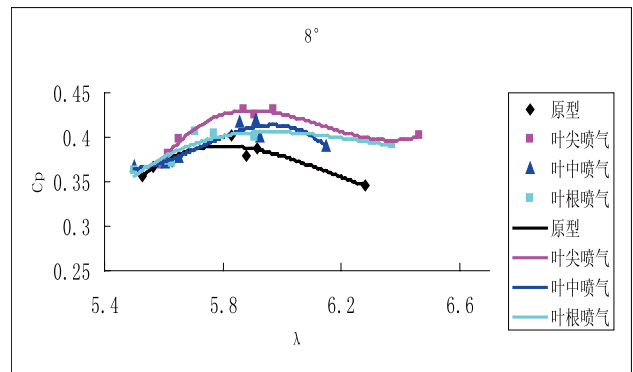


图 7: 安装角 8° 时喷气襟翼风力机 C_p 随 λ 的变化

(下转第 39 页)

基于一种小型垂直轴风力发电机的风光互补照明系统的配置分析

□ 山东中车同力钢构有限公司 王中伟 杨磊

摘要: 通过分析垂直轴风力发电机的结构性能特点, 采用优先法, 对风光互补路灯系统的配置方案进行了分析。首先根据负载需求初步选定风力发电机容量; 其次计算出与选定风力发电机相匹配的太阳能电池板的容量; 进而计算出蓄电池的容量大小, 来确定整个风光互补照明系统的配置方案。

关键词: 风光互补 照明系统 风力发电机

1. 前言

近30年来, 我国经济保持了快速稳定的持续增长, 对能源的需求不断加大, 而常规能源的储备越来越少; 同时, 在国际上我国也面临着巨大的节能减排压力^[1]。因此, 采用新技术大力拓展清洁、环境效益好的新能源, 将是未来能源开发的主题。

太阳能和风能是取之不尽的可再生能源, 其在时间上具有较大的差异性: 白天太阳光最强时, 风一般小, 晚上没有太阳光, 只有微弱的月光, 但风一般较大; 夏季一般风力较小而阳光较强, 冬季风大而阳光较弱; 阴天一般风大, 晴天阳光强。风光互补发电系统对风能和太阳能有很好的互补利用特性, 可最大化利用太阳能和风能资源^[2]。

2. 风光互补照明系统结构

风光互补发电系统主要由小型风力发电机组、智能风光互补控制器(或分体式光伏控制器和风力发电机控制器)、太阳能组件(单晶硅或多晶硅)以及连接件、风光互补专用胶体蓄电池、逆变器等组成, 其系统拓扑图如图1所示。

目前, 太阳能发电技术比较稳定成熟, 大型风力发电技术也趋于完善, 但小型风力发电技术, 尤其是微风电技术还有很大的提高空间, 所以离网风光互补发电系统使用的风力发电机, 其机构设计和选型成为影响整体稳定性的关键因素。下面将重点分析小型垂直轴风力发电机在风光互补系统配置计算中的应用, 并按风力发电机优先法进行配置^[3]。

3. 小型垂直轴风力发电机的结构形式

小型垂直轴式风力发电机转动轴与地面垂直, 设计较简单, 叶轮不必随风向改变而调整方向^[4]。小型的垂

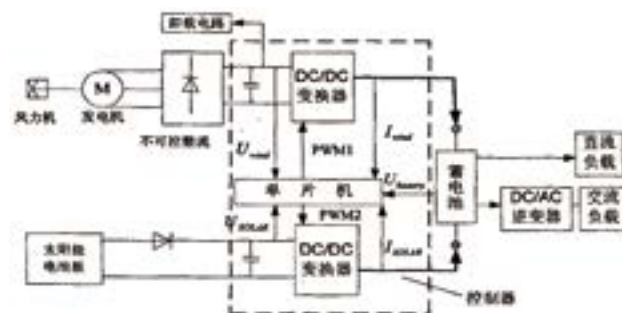
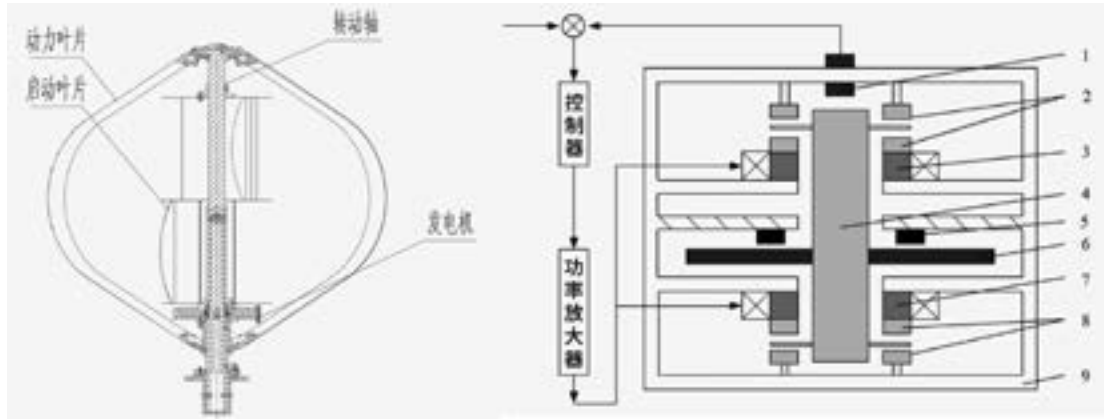


图1: 风光互补发电系统拓扑图

直轴风力发电机的额定转速一般在 60~200r/min，转速低，产生的噪音很小（可以忽略不计），启动风速一般在 1.6m/s，由于转速的降低，大大提高了风力发电机的稳定性，主要结构见下图 2。

受湍流风速影响，垂直轴风轮的叶片在旋转的过程中受力情况要比水平轴的好的多，由于惯性力与重力的方向始终不变，所受的是一恒定载荷，因此疲劳寿命要长，具体性能参数见表 1。



(1) 位移传感器；(2) 上永磁轴承 PM1；(3) 上电磁轴承 EM1；(4) 转轴；(5) 定子；
(6) 飞轮转子；(7) 下电磁轴承 EM2；(8) 下永磁轴承 PM2；(9) 壳体

图 2：小型垂直轴风力发电机结构原理图

表 1：小型垂直轴风力发电机的性能

序号	小型垂直轴风力发电机性能因素	性能参数
1	发电效率	70% 以上
2	电磁干扰（碳刷）	无
3	对风转向机构	无
4	变速齿轮箱	无
5	叶片旋转空间	较小
6	抗风能力	强（可抗 12-14 级台风）
7	噪音	0-10 分贝
8	启动风速	低 (1.5-3m/s)
9	地面投影对人影响	无影响
10	故障率	低
11	维修保养	简单
12	转速	低
13	对鸟类影响	小
14	电缆绞线问题（或碳刷损坏问题）	无
15	发电曲线	饱满

下面就以济南市某地安装的风光互补路灯项目为例，进行相关的配置计算。

4. 济南市某地的风光互补路灯项目配置计算过程

4.1 地理位置和气候情况

济南市处于北纬 36.40° 东经 117.00°，由于受太阳辐射、大气环流和地理环境的影响，属暖温带大陆性季风气候。其主要气候特征是：季风明显，四季分明；冬冷夏热，雨量集中。济南年平均气温 14.7℃，年平均降水量 671.1mm，年日照时数 2616.8 小时。主导风向

西南、东北，其次是偏东、偏北和偏南，最少的是西北风。

4.2 济南市风能和太阳能资源概况

济南地区标准年平均风速为 3.05m/s，风速 $\geq 3\text{m/s}$ 的小时数有 4500h 以上，年平均风速大于 2m/s 以上的时间约占全年的 86.5%，有效风能密度 16.5~290.7W/m²，具体见下表 2。

全年日照数为 4000 ~ 4500h，年太阳总辐射强度大于 100w/m² 的日照时数占到近 90%，年总辐射强度约为 1.4MW/m²，具体见表 3。

表 2：济南地区标准年全年风速频率分析

风速 (m/s)	频数 (h/年)	积累频数 (h/年)	频率 (%)	累计频率 (%)
(0 ~ 1)	252	252	2.88	2.88
(1 ~ 2)	930	1182	10.62	13.50
(2 ~ 3)	2729	3911	31.15	44.65
(3 ~ 4)	3306	7217	37.74	82.39
(4 ~ 5)	1275	8492	14.55	96.94
(5 ~ 6)	240	8732	2.74	99.68
(6 ~ 7)	25	8757	0.29	99.97
(7 ~ 8)	3	8760	0.03	100.00

表 3：济南地区标准年全年太阳能辐射强度频率分析

总辐射强度 (W/m ²)	频数 (h/年)	积累频数 (h/年)	频率 (%)	累计频率 (%)
(0 ~ 100)	727	727	17.1	17.1
(100 ~ 200)	825	1552	19.4	36.5
(200 ~ 300)	656	2208	15.43	51.93
(300 ~ 400)	562	2770	13.22	65.15
(400 ~ 500)	475	3245	11.17	76.32
(500 ~ 600)	368	3613	8.65	84.97
(600 ~ 700)	272	3885	6.40	91.37
(700 ~ 800)	192	4077	4.52	95.89
(800 ~ 900)	127	4204	2.99	98.88
(900 ~ 1000)	43	4247	1.01	99.89
(1000 ~ 1100)	5	4252	0.11	100.00

从数据分析来看, 济南地区风能和太阳能资源丰富, 在济南地区安装风光互补路灯有着良好的自然条件。

4.3 道路概况分析和灯具配备

根据实际测量安装地点的厂区道路为 22m 和 18m 宽度的水泥混凝土路面。1 个标准扯道道宽度大约 3.5m, 那么 22m 和 18m 的道路相当于 6 车道和 5 车道。

因厂区道路相当于城市道路的支路, 根据 CJJ 45-2006 表 7.1.2 可知, 其照明功率密度为 0.55m², 对应照度 10 lx。

表 7.1.2 机动车交通道路的平均功率密度

道路类别	车道数	平均功率密度 (LPI)	照明功率密度 (LPD)(W/m ²)	对应照度 (lx)
快速路	≥6	1.00	1.00	30
	<6	1.25	1.25	30
	≥6	0.75	0.75	30
次干路	≥4	0.80	0.80	15
	<4	0.40	0.40	15
	≥4	0.50	0.50	15
支路	≥2	0.55	0.55	10
	<2	0.40	0.40	10
	≥2	0.40	0.40	10

注: 1 本表仅适用于双向行驶, 为双向车流行驶, 为双向车道的 LPD 乘以 1.5。
2 本表仅适用于设置连续使用的车行道。
3 设计计算时采用了标准值, LPD 值下取并向上取。

表 3.1.1 机动车交通道路照明标准值

道路类别	道路类型	路面照度		路面亮度		最大眩光限制 (U _{gr})	环境比 (S _r)
		平均照度 E _a (lx)	均匀度 U ₀	平均亮度 L _a (cd/m ²)	均匀度 U ₁		
I	快速路、主干路	1.5~2.0	0.4	0.7	2000	0.4	0.5
	(非道路、通向城市主干路且与城市道路的主要道路, 位于市中心或商业中心的道路)	0.75~1.0	0.4	0.5	1000	0.3	0.5
II	次干路	0.5~0.75	0.4	—	—	0.3	—
III	支路	0.4~0.55	0.4	—	—	0.2	—

注: 1 表中列出的平均照度仅适用于设置路灯, 若为水泥混凝土路面, 其平均照度宜可降低 30%。表中标准照度 E_a 指白天平均照度或夜间平均照度, 表中路面亮度 L_a 指白天平均照度。
2 设置路灯的平均照度或夜间平均照度应符合道路照明, 以利于安全和节能。表中标准照度 E_a 指白天平均照度。
3 表中标准照度 E_a 适用于 I 级道路。
4 表中列出的路面亮度和平均照度给出了两种标准值, “/” 表示为低档值, “~” 表示为高档值。

根据 CJJ 45-2006 表 3.3.1 可知, 支路系统平均照度为 10 lx, 根据表注解 1 可知因厂区道路为水泥混凝土路面, 其平均照度可降低 30%, 也就是 7 lx。

根据道路配光需求, 厂区路段可选用半截光型灯具, 即灯具的最大光强方向与灯具向下垂直轴夹角在 0° ~75° 之间, 其 90° 和 80° 光强最大角方向上的光强最大允许值分别为 10cd/1000 lm 和 30cd/1000 lm。

由于该厂区路宽 18m 多 (若灯具悬臂长度为 1.5m, 则双侧为 3m, 其有效路宽为 15m), 为使整体美观, 故选用道路双侧对称布置风光互补路灯。

根据 CJJ 45-2006 表 5.1.2 可知, 灯具安装高度 H ≥ 0.6X15=9m, 间距 S ≤ 3.5X9=31.5m。

表 5.1.2 灯具的配光类型、布置方式与灯具的安装高度、间距的关系

配光类型	截光型		半截光型		非截光型	
	安装高度 H(m)	间距 S(m)	安装高度 H(m)	间距 S(m)	安装高度 H(m)	间距 S(m)
单侧布置	H ≥ 7W _{LED}	S ≤ 3.5H	H ≥ 7.2W _{LED}	S ≤ 3.5H	H ≥ 1.4W _{LED}	S ≤ 4H
双侧交错布置	H ≥ 6.7W _{LED}	S ≤ 3H	H ≥ 6.8W _{LED}	S ≤ 3.5H	H ≥ 0.8W _{LED}	S ≤ 4H
双侧对称布置	H ≥ 6.5W _{LED}	S ≤ 3H	H ≥ 6.6W _{LED}	S ≤ 3.5H	H ≥ 0.7W _{LED}	S ≤ 4H

注: W_{LED} 为路面与灯具的间距。

根据 CJJ 45-2006 的 5.1.2 款第 1 条可知, 灯具悬挑长度 a ≤ 1/4X9=2.25m, 灯具的仰角不超过 15°。

由上述得出以下结论, 灯具采用双侧对称布置, 灯具安装高度为 9m, 间距定为 20m, 灯杆总长可以设计成 11m, 灯具悬臂长度为 1.5m。那么在规定照度下最小照射面积为 18/2 × 20=180m², 根据功率密度为 0.55m² 可计算出照明灯具功率为 180 × 0.55=99W, 则高压钠灯灯具功率可以定为 100W (相当于 40W 的 LED 灯)。

4.4 太阳能和风能配置数据计算

- a、根据工程要求, 如用 LED 灯可知每天用电量: 40W × 8h=400Wh=0.32 kWh
- b、如采用 90W 的太阳能板, 每天发电量为: 90W × 4h=360Wh=0.36 kWh
- c、如风力发电机用 300W 的垂直轴风力发电机, 则每天发电量为: 300W × 5h=1500Wh=1.5kWh
- d、太阳能和风能每天发电量: 0.36+1.5=1.86 kWh
- e、如系统每天自身损耗为用电量的 10%, 也就是 0.032 kWh。可知每天总用电量为 0.032+0.32=0.352 kWh。

发电量 1.86 kWh 大于耗电量 0.352 kWh, 可满足系统供电需求。

5. 风能计算公式

风能是指风所具有的动能，如果风力发电机叶轮的断面为 A，则当风速为 V 的风流经叶轮时，单位时间风传递给叶轮的风能为：

$$P = \frac{1}{2} mV^2 \quad (1)$$

其中单位时间质量流量 $m = \rho AV$

$$P = \frac{1}{2} \rho AVV^2 = \frac{1}{2} \rho AV^3 \quad (2)$$

在工程实际应用中使用该公式：

$$P_w = \frac{1}{2} C_p \eta_m \eta_e \rho AV^3 \quad (3)$$

式中： P_w —每秒空气流过风力发电机叶轮断面面积的风能，即风能功率 W；

C_p —叶轮的风能利用系数；

η_m —齿轮箱和传动系统的机械效率，一般为 0.80~0.95，直驱式风力发电机为 1.0；

η_e —发电机效率，一般为 0.70~0.98；

ρ —空气密度 kg/m^3 ；

A—风力发电机叶轮旋转一周扫过的面积 m^2 ；

V—风速 m/s 。

根据贝茨 (betz) 理论

$$P_{\max} = \frac{8}{27} \rho AV^3 \quad (4)$$

上式中： P_{\max} —风轮所产生的最大功率；

ρ —空气密度 kg/m^3 ；

A—风力发电机叶轮旋转一周扫过的面积 m^2 ；

V—风速 m/s 。

这个表达式成为贝茨公式，其假定条件是风速与风轮轴方向一致并在整个风轮扫掠上面是均匀的，将 (4) 式除以气流通过扫掠面 A 时风所具有的动能，可推得风力机的理论最大效率：

$$\eta_{\max} = \frac{P_{\max}}{\frac{1}{2} \rho AV^3} = \frac{\frac{8}{27} \rho AV^3}{\frac{1}{2} \rho AV^3} = \frac{16}{27} = 0.59259259 \approx 0.593 \quad (5)$$

(5) 式即为有名的贝茨理论的极限值，它说明风力机能从自然界中所索取的能量是有限的，其功率损失部分可以解释为留在尾流中的旋转能。

能量转换将导致功率下降，它随所采用的风力机和发电机型号的形式而异，一次风力发电机的实际风能利用系数 $C_p < 0.593$ 。

6. 风力机的安装高度计算公式

风力发电机的发电量是由风力发电机转轴高度处的平均风速和风力发电机的输出特性决定的。因为近地面的风速随高度按指数规律变化，并且风能与风速的三次方成正比。所以风力发电机转轴的架设高度对风力发电机的输出具有极大的影响。因此，需将当地风频分布的气象数据修正到风力发电机架设高度处的相应值。风速随高度变化的指数率公式为：

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^a \quad (6)$$

式中：V= 目标高度处的风速 m/s ；

V_0 —参考高度处的风速 m/s ；

Z—目标高度 m ；

Z_0 —参考高度，一般取 10m；

a—经验指数。它取决于大气稳定性和地面粗糙度，其值为 1/2~1/8，对于开阔、平坦、稳定性正常的地区，a 取值 1/7。

7. 光伏发电系统发电量计算公式

a、根据库柏 (Cooper) 方程，太阳赤纬角 δ 的计算公式为：

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left(360^\circ \times \frac{284+n}{365} \right) \quad (1)$$

式中：n 为一年中从 1 月 1 日算起的天数。

b、 $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos A$ (2)

式中：方位角 $A = (T-12) \times 15 + (\text{当地经度} - 116)$

时间 T：每天的具体时刻；

ϕ 是当地经纬度；

δ 是太阳赤纬：即太阳直射点所在纬度；

太阳高度角 h：太阳光线与地平面之间的夹角。

c、计算出太阳光在地面的投影与组件支架的夹角 α

$$\tan \alpha = \tan \gamma \cos(A - \sigma) \quad (3)$$

式中：α：太阳光在地面的投影与组件支架的夹角；

γ：光伏支架安装倾角；

σ：光伏支架安装方位角。

d、计算出太阳能投射到地面辐射强度

$$S_m = S_0 \times P^m \quad (4)$$

式中：太阳能辐射强度 S_0 ：太阳能在大气层外辐射强度 (W/m^2) 取 $1367 W/m^2$ ；

太阳能辐射强度 S_m ：太阳能投射到地面辐射强度 (W/m^2)；

当地大气透明系数 P ：大气透明系数是表征大气透明度的特征量，是指透过一个大气质量的透射辐射与入射辐射之比。当太阳位于天顶时，在大气上界的辐射通量为 S_0 ，而到达地面的为 S ，则 $S/S_0=P$ 。 P 即为大气透明系数。它表明辐射通过大气后的削弱程度。不同波长的削弱不同， P 仅表征对各种波长的平均削弱情况，例如 $P=0.8$ ，表示平均削弱了 20%。大气的透明系数取决于所含水汽、水汽凝结物和尘埃杂质的多少，这些物质愈多，透明度愈差，透明系数愈小，太阳辐射被削弱愈多；反之，大气愈干洁，透明度愈好，透明系数愈大，太阳辐射被削弱愈少。

e、计算出太阳能与光伏支架的夹角 c ：

$$c=h+\alpha \quad (5)$$

式中： c ：太阳能与光伏支架的夹角；

h ：太阳光线与地平面支架的夹角；

α ：太阳光在地面的投影与组件支架的夹角；

f、计算出直射到光伏组件的太阳能辐射强度 S'

$$S'=S_m \times \text{Sinc} \quad (6)$$

式中： S' 直射到光伏组件上的太阳能辐射强度 (W/m^2)；

S_m ：太阳能投射到地面辐射强度 (W/m^2)；

c ：太阳能与光伏支架的夹角；

g、再根据光伏板输出功率与太阳能直射辐射强度的关系，计算出光伏板输出功率；

h、根据每天不同时刻 T 的输出功率，计算出日发电量 W_d ；

i、根据日发电量 W_d ，计算出月发电量 W_m ；

j、最后根据日发电量 W_m ，计算出年发电量 W_y 。

8. 蓄电池配置计算

假如连续无风无阳光阴雨天 5 天，该系统总用电量为： $0.32 \text{ 度} \times 5 \text{ 天} = 1.6 \text{ 度} = 1600\text{Wh}$ ，选用蓄电池的电压为 24V 时，可知 $1600\text{Wh}/24\text{V}=66\text{Ah}$ ，放电深度要求 70%，那么就需要 $66\text{Ah}/70\%=94 \text{ A}$ ，则蓄电池要求 100Ah。

综上配置计算分析，该地区整个风光互补路灯配置见下表 4。

表 4：济南某厂区道路风光互补路灯配置表

序号	名称	功率	数量	正常使用寿命
1	H 型或 Φ 型垂直轴磁悬浮风力发电机	300W/24V	1	25 年
2	太阳能电池组件	90W	1	25 年
3	免维护胶体蓄电池	100Ah	1	5 年
4	智能风光互补控制器	400W/24V	1	25 年
5	LED 灯	40W	1	10 年
6	灯杆钢结构系统	11m	1	25 年

9. 风光互补发电及照明系统应用前景

随着我国近年来城市路网和高速公路迅速发展，对道路等公共场合的照明需求越来越大，但常规照明系统需要用埋地电缆供电，如果照明线路延长，还需要设升压系统，并且需经常维护管理，使用成本高，因此大部分远离电源点的市郊公路和高速公路都没有安装照明系统。风光互补照明系统不需要输电线路，不消耗电网电能，彻底解决了道路照明的长途埋线供电问题。另外还可以根据负载的实际情况，利用风光互补发电系统对负载进行供电，以解决电网供电不方便的地区的用电难题，例如野外的通讯发射系统所用的风光互补发电基站、监控系统发电基站等。

参考文献：

[1] 王志新, 刘立群. 风光互补技术及应用新进展 [J]. 电网与清洁能源, 2008.

[2] 林君. 基于风光互补供电系统的微电网容量研究 [J]. 中国设备工程, 2016.

[3] 周天沛. 基于交互式多目标优化算法的风光互补发电系统优化 [J]. 可再生能源, 2013.

[4] 李春曦, 李新颖. 垂直轴风力机结构及性能改进的研究进展 [J]. 风力发电机技术, 2013. 🌱

个人简况：

山东中车同力钢构有限公司，王中伟，材料成型机控制工程（焊接方向），工程师，从事风电塔筒工艺技术和风光互补照明系统的研发；杨磊，过程设备专业毕业于中国石油大学（北京）。

（上接第 32 页）

能够显著提高任何现有风力机的气动性能，并能大幅度提高年发电量 AEP，是一项非常有前途的具有完全自主知识产权的领先技术，具有重要的经济价值。

（2）该技术现阶段更适用于中小型失速调节水平轴风力机，结构简单，效果显著，但是因为轮毂进气，占据了部分变桨机构的空间。

（3）该技术若将轮毂进气改为叶片根部压力面进气，即可适用于常规的任何形式的大、中、小型风力机。

（4）如果采用更优秀的翼型，例如本作者的大弯度翼型的基础上再辅以喷气襟翼技术，则风力机的气动性能将会有更大幅度的提高。

（5）该技术处于概念研究阶段，尚不成熟，需要

进一步深入开发，欢迎有志赶超世界先进水平的企业家进行技术合作，共谋大业！🌱

个人简况：

申振华，1943-，沈阳航空航天大学教授（退休），主要从事航空发动机气体动力学方面的研究，特别是叶轮机气体动力学以及其它有关流体力学减阻问题的研究；近年来更多地进行风力机空气动力学新技术研究，提出了一些新思想和新概念，有些概念得到业内专家的一致高度评价。近年来仅风力机领域已有 4 项中国发明专利获授权，2 项在审，另有多项实用新型专利获得授权。

新能源产业发展的思考

□ 广州红鹰能源科技有限公司 俞红鹰

一、前言

我国以风能和太阳能发电系统产品为代表的新能源产业经过近十几年的快速发展，无论是产能还是应用规模都处于世界第一的地位，已经成为我国重要的支柱产业。但我国的风能和太阳能发电系统以并网发电为主，由于过度依赖电网，导致风电场和光伏电站大面积出现弃风和弃光的现象，给投资人造成重大损失。据统计，我国的风电场和光伏电站因为弃风和弃光所造成的损失已经达到 1500 亿元人民币，而且，风电场和光伏电站的投资利润主要依赖政府财政的电价补贴，但是对电价补贴的审查周期很长，导致电价补贴的收益迟迟不能到位，据统计，目前不能按时收入的电价补贴已经超过 500 亿元人民币，这都给风能和太阳能产业的发展带来负面的影响。

从长远来看，依赖政府财政补贴发展的产业总是不长久的，只有被市场认可的产品才能长期发展。风能和太阳能是一种随机能源，而且能量密度低，将风能和太阳能发电系统产品和能量密度高的燃煤发电系统去竞争发电成本是不实际的。但风能和太阳能是不需要运输的能源，这是它的最大优势，如果风能和太阳能发电系统产品可以摆脱对电网的依赖，直接给用电负荷供电，才能真正发挥自身的优势。所以，风能和太阳能发电系统产品的发展方向应该是靠近用电负荷的分布式发电系统和离网供电系统。本文重点介绍风能和太阳能离网供电系统产品。

二、离网风能和太阳能发电系统的技术优势

我们目前采用的是电网供电系统，该系统的供电可靠性是支撑其长期发展的关键。离网供电系统是否可以达到高可靠性供电是市场能否接受的主要因素。对用电负荷大的集中用电区域，电网供电无疑是最佳选择，不仅供电保障的可靠性高，而且，由于电网公司有很高的售电收入，可以提供优质的供电保障服务。但对于用电负荷不大、用电户分散、电网配套建设成本高的用电负荷，采用电网供电的经济性是不好的，这部分用电负荷是离网型新能源发电系统应该重点开发的市场。根据电网公司统计，电网配套建设和运行维护成本高的分散型用电负荷约占用电总负荷的 20%，按我国每年用电总负荷 6 万亿度千瓦时测算，有 1.2 万亿千瓦时的用电负荷是离网型新能源发电系统应该重点发展的市场。我认为，针对大型钢铁厂、造船厂、汽车制造厂、化工厂、采矿场等企业不仅是用电大户，而且占地面积大，在这些地方应该重点发展分布式新能源电站，实现直接和电网同步供电，逐步取消电价补贴。针对道路及景观照明设备、高速公路用电设备、通讯基站设备、视频监控设备等分散的用电负荷，离网型新能源发电系统在建设成本和运行维护成本上都具备和电网供电系统竞争的能力，现在需要一个平等竞争的市场环境和政策环境。

离网型新能源发电系统技术最成熟的是风光互补发电系统，“风光互补发电系统”是靠风能和太阳能发电的，作为一种离网独立电源，对天气的依赖是发电系统的特

点。每天资源的分布均匀，发电系统就可靠，单一的风力发电和单一的太阳能光伏发电都面临风能和太阳能资源分布不均匀的问题。但是风能和太阳能在时间上是互补的，晴天太阳好、阴雨天风好；白天太阳好、晚上风好；夏天太阳好、秋、冬天风好；风能和太阳能在时间上和季节上都有很好的互补性，正是这种资源的互补，保证了风光互补发电系统的高可靠性。

“风光互补发电系统”是以蓄电池作为储能部件的，单一的太阳能光伏组件对蓄电池充电是线性充电特性，长期的线性充电会导致蓄电池电离子的惰性化，蓄电池需要经常有大电流脉冲充电来激活电离子，但光伏组件很难形成大电流脉冲充电；风力发电机就可以形成大电流脉冲充电，风光互补发电系统使蓄电池的充电特性得到了优化。

“风光互补发电系统”不仅充分利用了自然资源，而且在技术上的优化保证了供电系统的可靠性，作为最合理的离网独立电源，有着巨大的应用前景，本文从以下几个方面说明它的推广应用的意义和价值：

2.1 风光互补道路及景观照明系统

目前，我国实行的道路照明标准是建设部颁发的《城市道路照明设计标准》（CJJ45-2006），该标准对道路分类、道路照明评价指标、各种道路照明的标准值、光源及灯具的选择、照明方式的设计要求、照明供电及控制等方面做了明确的规定。随着我国城镇建设规模的不断扩大，城市智能化管理的要求也越来越高，在城市范围内通过视频监控网络和 WIFI 网络全覆盖来实现城市智能化是未来的发展方向。利用路灯网络来布置视频监控网络和 WIFI 网络全覆盖是最合理的，但是，现有的路灯网络是采用电网专有低压输电线路供电的，白天电网不供电，无法支持视频监控网络和 WIFI 网络的正常工作，特别是城市郊区道路、高速公路和农村道路远离用电负荷，低压输电线路的建设成本高，配套建设路灯、视频监控网络和 WIFI 网络全覆盖的难度很大。风光互补发电系统作为最合理的离网供电系统，可以在各种不同的地域和自然环境下提供可靠的供电保障。对

于任何地区的城市郊区道路、高速公路和农村道路，采用风光互补发电系统供电，不仅建设成本低于电网供电，而且，运行维护成本更是低于电网供电系统，并且可以实现远程智能化管理，是道路及景观照明、视频监控网络和 WIFI 网络全覆盖系统的最佳供电保障，为我国大范围实现城镇智能化管理提供了技术保障。

我国的道路及景观照明领域每年的用电量大约是 3000 亿千瓦时，占全国总用电量的 5% 左右，每年的新建工程总量约 1000 亿元人民币左右。如果 20% 的道路及景观照明工程可以采用新能源离网发电系统供电，则每年可以节约 600 亿千瓦时的电量，产生 200 亿元的新能源工程。而且，这类新能源项目不需要国家财政的补贴，只需要政府给予同等条件下和电网供电系统平等竞争的政策环境，这将为新能源产业带来巨大的市场机会。

2.2 风光互补高速公路供电系统

近年来，我国的高速公路建设快速发展，高速公路的建设里程已经超过 13 万公里，达到世界第一。但是，高速公路的运行管理却面临挑战。按安全规范要求，高速公路的出口、入口、紧急避险带都应该有路灯指引，高速公路的通车量达到规定标准应该安装路灯，高速公路的信息化管理要求大面积布置视频监控和信息指引板，随着电动汽车的发展，高速公路需要建设充电站。但目前高速公路的供电系统建设严重滞后，制约了高速公路信息化管理水平的提高。由于高速公路属于用电设备分散、每个用电设备的用电负荷不大、电网供电系统建设成本和运行维护成本都高的领域，在这个领域，新能源离网供电系统无论是建设成本还是运行维护成本都有明显的优势，按市场化的原则，新能源产业在这个领域具备和传统电网供电系统竞争的潜力，这应该成为新能源产业重点开发的领域。只要在同等的供电技术标准和供电保障能力的要求下给新能源离网供电系统平等竞争的机会（如果政府规定在同等的条件下优先考虑采用低碳清洁能源供电的政策），新能源离网供电系统就可以得到快速发展。

2.3 风光互补通讯基站及野外工作站供电系统

我国的通讯事业这些年快速发展，随着 4G 网络的普及，我国通讯基站及野外工作站的数量已经超过千万个，这些基站和工作站大部分在远离电网的偏远地区，为这些基站的设备提供电力保障成为最大的难题。目前，大部分基站仍然是采用电网供电的模式，不仅配套电力系统的建设成本高，保持日常维护的运行成本更高。新能源离网供电系统在这个领域有着不可替代的优势，它具备完全按照市场化运营的模式和电网供电系统竞争，是具有很大市场前景的领域。

三、新能源离网供电系统的发展瓶颈和解决方案

风能和太阳能发电系统产品一直走着并网发电的发展模式，产业的发展依靠着国家财政的电价补贴，使风电场和光伏电站成为一个投资回报稳定的投资项目，大量的投资资金进入风电场和光伏电站投资项目，使大型风力发电设备和光伏发电设备产业得到了快速发展。以风光互补路灯为代表的新能源离网供电系统产品在我国也曾经得到快速发展，但是路灯作为政府采购项目，由政府主导的采购项目招投标模式往往是低价中标，大量劣质产品主导了项目建设，大规模的项目失败使人们对新能源离网供电系统的可靠性失去了信心，行业快速萎缩，成为劣币驱良币的典型案列。

实际上，离网型风光互补发电系统产品是我国新能源产业中技术和产品都处于世界领先地位的行业，但由于没有好的商业发展模式支撑，一直没有发展起来。如果政府可以把道路及景观照明建设项目和项目未来多年的运行维护作为一个整体合同进行招商引资，政府采用购买服务的形式分期支付项目建设资金和每年的运行维护费用，则风光互补道路及景观照明系统可以和传统电网供电的道路及景观照明系统在相同的条件下竞争，将给离网型新能源发电系统产品带来巨大的市场机会。同样，高速公路设备供电系统、通讯基站及野外工作站设备供电系统的设备采购及供电维护保障都可以设计成业主购买供电保障服务的投资项目，投资者为了确保投资

收益，一定会保证项目建设的产品质量，确保项目运行可靠。这将大大促进离网新能源供电系统产品的技术进步和快速发展，为新能源产业的发展开辟全新的应用市场。

目前，世界各国都在不断降低或取消对风能和太阳能发电站的电价补贴，风能和太阳能发电系统产品势必走入市场化发展的道路，和电网竞争供电市场是风能和太阳能发电系统产品未来的发展方向。风能和太阳能与传统化石能源相比最大的优势就是不需要能源运输和储存的保障，不产生污染，充分发挥自身的优势，建立全新的、运行可靠的供电保障体系，创造全新的供电模式是风能和太阳能发电系统产业持续快速发展的保障。

离网型新能源发电系统产品应用案例

1、风光互补路灯及景观照明项目

1.1 喀什广州新城风光互补路灯项目

喀什广州新城项目园区道路的道路照明采用风光互补路灯解决，红鹰公司在建设周期短，施工任务紧的状况下，用 45 天的时间，完成多条道路 360 盏路灯。2013 年 6 月 28 日，第九届“喀交会”暨首届喀什广州商品交易会隆重开幕，该项目比原来计划提前亮灯，并得到领导的肯定和赞扬。



1.2 屯昌风光互补路灯

2013年9月，屯昌举办的海南欢乐节即将开幕。因道路施工进度原因，原设计道路的市电无法按时接入。为了保证文化旅游节的顺利进行，经过相关部门协调，设计更改为风光互补路灯。红鹰公司在接到通知后，即刻到现场做设计，经过业主确认后准备备货。在短暂的25天内，屯昌龙溪路150套风光互补路灯系统提前亮灯，确保了海南欢乐节周围道路的照明。



屯昌龙溪路风光互补路灯

1.3 海口美安新城风光互补路灯

2014年海口美安新城项目，公司在设计阶段参与。到现场实地勘察后与设计交流沟通，确定最终的实施方案。项目经过业主确认后，公开竞争谈判。最终有红鹰公司中标实施。项目建成后海口及管委会等领导多次到现场参观，得到业主的一致好评。



1.4 海寿岛风光互补路灯

2015年佛山九江海寿岛风光互补路灯项目，公开竞争招标。红鹰公司中标实施，项目早短短20天内顺利完成亮灯，是海寿岛一道亮丽风景线。项目完成后在海寿岛观光旅游增光异彩，为当地村民的出行提供了强有力的保证。



1.5 锡澄高速风光互补路灯

锡澄高速峭岐枢纽是联接广靖锡澄高速公路与沿江高速公路的重要节点，由于交通量大、货车比例高、夜间行车视野较差等因素，屡有交通事故发生，急需照明措施来提高夜间通行环境质量。因距离城镇较远，沿途取电困难，若架设输电线路为路灯供电，不仅施工苦难，而且建设成本、运营成本较高，试验段采用风光互补路灯。试验段于2014年11月完成设备安装与调试，并投入运营。



1.6 港区码头风光互补路灯

粤桂合作特别试验区广西梧州片区 70 万平方公里，道路路网规划约 300Km，预计全部路灯设施约 5 亿元。我公司先后在粤桂合作特别试验区已完成风光互补路灯 185 套，其中粤桂合作特别试验区指挥部 15 套，塘源一号路 170 套。粤桂试验区梧州市塘源一号路，总长约 6213m，路宽 36m，其中行车道宽 30m，人行道宽 3.0m，为沥青路面，设计为园区主干路；一期单边已经安装 170 套，其余部分因为路基尚未完工，路基完成后第二期施工。



粤桂合作区指挥部风光互补路灯工程

1.7 上海世博会景观亮化供电系统

2010 年上海世博会，红鹰公司承担了世博会节能主题公园—滨江公园景观照明供电项目。该风机整列组有 30 套 HYE—3000W 风力发电机组及智能控制柜及储能系统成为公园景观照明提供电力。



世博会滨江公园景观供电系统

1.8 广州灯光节景观供电系统

第二届广州灯光节期间，红鹰公司在广州花城广场安装 12 套风机景观供电系统，是灯光节的一道亮点，最终公司景观作品被组委会评为参赛优秀奖。

2、风光互补离网补供电系统

2013 年 4 月南极科考站风机整列组供电系统正式运行，给科考站的南极科学考察队提供了电力保障。系统经过近一年在南极低温恶劣环境下运行，系统运行良好。

公司作为行业领军制造企业，研制的高可靠性产品在高耐候性环境下应用得以证明。



西藏那曲离网供电系统

2015 年 6 月我司“佳源”系列风光互补户用供电系统在西藏那曲安多县成功安装，

为 68 户牧民切实解决用电难问题。风光互补发电系统的使用，不仅解决了当地人民的生活照明、还可使用节能冰箱，观看电视节目，丰富了他们的文化生活，也有效改善了他们的生活条件。



内蒙无电区域新能源改造项目

2014~2016 月我司先后中标内蒙古电力（集团）有限责任公司采购项目，在内蒙古东区域安装风光互补离网供电系统约 10000 套，系统的成功运行体现了我公司产品早西北区域优越的耐候性特点。系统解决为牧民生活供电及地下抽水的供电，是政府的优良民生工程项目。



新疆楼兰文物保护站风光互补供电系统

2012 年 11 月 1 日傍晚，广州红鹰捐赠给罗布泊的四套价值达 110 万元的风光互补系统投入运行，罗布泊文物保护站终于彻底告别了长期来饱受无电煎熬，点亮了楼兰文物保护站寂寥的夜空！红鹰董事长俞红鹰介绍，在四套安装成功后，保护站可以使用电风扇、电热毯、电暖炉、冰柜、电饭锅、电磁炉、微波炉等等多种家电设备。



3、海水淡化供电系统

海水淡化项目以风力发电和太阳能光伏发电互补为能量提供源、利用反渗透技术进行海水淡化技术，通过智能化储能技术实现稳定的电力输出，达到稳定可靠地供应优质淡水的目标。

海水淡化项目的实施既保护了海岛的自然环境，又能提供电能及淡水资源，并在一定程度上推动了小型风力机和太阳能光伏产业的发展，对促进海岛新能源的综合利用具有良好的示范作用。公司目前完成的海水淡化系统有福建水产研究院海水淡化工程及南澎岛海水淡化项目。



4、监控系统

2011 年红鹰公司先后完成宁淮、宁洛等高速公路的风光互补照明供电及风光互补监控供电系统。红鹰公司根据自身实践经验，创新的思维设计了“擎天”系统集中供电式（1 套系统给 6 盏灯供电）风光互补路灯。该系统技术方面的突破，促进了风光互补路灯在高速公路应用的规模性发展。



4.1 高速公路监控系统



4.2 高速公路户外供电系统



高速公路广告牌供电系统



高速公路情报板供电系统

2013 年公司先后完成三沙市广金岛、南沙洲、中岛、南岛、鸭公岛、全富岛等共 12 个岛屿的国防用风光互补监控系统，系统运行至今经历了多次台风的袭击，且经过了海边盐雾腐蚀的考验，目前系统运行正常。监控系统建成后减少了驻岛官兵大量野外巡逻次数，扩大了驻岛官兵对海上监控的范围及可靠性。🌱



中型风力发电机在分布式 / 微电网中的应用

□ 山东华业电气有限公司 薛建成

1. 分布式发电、微电网的定义

分布式发电：在用户所在场地附近就近建设安装，运行方式以用户端自发自用为主，剩余电量上网。

微电网：微电网是由分布式电源、储能装置、负载、低压配电系统、能源管理系统等通过适当的控制手段，可以和主网并网运行，也可以实现孤岛运行。

2. 分布式发电、微电网的特征

(1) 微型：微电网电压等级一般在 10Kv 以下，系统规模一般在几个兆瓦或以下，与终端用户相连，所发电能就地利用。

(2) 清洁：微电网内分布式能源以清洁能源为主，或者多种清洁能源综合互补利用，像风、光、天然气、波浪能、潮汐能等。

(3) 自治：微电网内部电力电量能实现基本平衡。

(4) 友好：可减少大规模分布式电源接入对电网造成的冲击，为用户提供优质可靠的电力，能实现并网、离网模式的平滑切换。

3. 分布式发电、微电网的运营模式

(1) 电网运营：统购统销模式

微电网运营主体：微电网所有权及经营权同时归属电网企业

微电网和分布式电源结算关系：分布式电源所发电量由电网企业进行全额收购。

(2) 电网运营：自发自用模式

微电网运营主体：微电网所有权及经营权同时归属电网企业

微电网和分布式电源结算关系：分布式电源所发电优先自己使用，多余电量上网，不足电量由电网提供。

(3) 独立运营：统购统销模式

微电网运营主体：微电网所有权及经营权同属用户或第三方项目业主。

微电网和分布式电源的计算关系：分布式电源发电由独立运营公司进行全额收购。

(4) 独立运营：自发自用模式

微电网运营主体：微电网所有权及经营权同属用户或第三方项目业主。

微电网和分布式电源的计算关系：分布式电源所发电优先自用，多余电量由独立运营公司收购，不足电量通过独立运营公司向电网购电。

4. 适合分布式风力发电机的市场

(1) 海岛：一般风力资源较好，电力普及受阻。

(2) 高耗能企业：电费较高、风力资源较好的地方，比如海边的一些耗能大户企业。

(3) 政府扶贫工程: 实行村级建设中型风力发电机, 实行自发自用, 余电上网的之父模式。

(4) 海水淡化、风机制氢、制压缩空气、抽水蓄能等可以直接将风能转化为液压能, 带动液压啊马达给海水淡化提供动力, 或者利用压缩空气进行储能, 制氢等。

(5) 电动汽车充电桩: 高速服务区等为电动汽车充电。

5. 风力发电机在分布式发电市场的收益分析

以华业一海边 250kW 风力发电机组并网工程为例:

250kW 风力发电机组投资:

风力发电机: $250\text{kW} \times 7000 \text{元} / \text{千瓦} = 175.0 \text{万元}$

基础施工费: 20.0 万元

运输吊装费: 5.0 万元

合计 200.0 万元

250kW 风力发电机产出:

按照海边年平均风速 7m/s 计算, 根据华业风能 250kW 风力发电机功率曲线, 则年发电量 (理论值) 为 $85\text{kW} \times 24\text{h} \times 365 = 744600\text{kWh}$ 。

正常情况下年发电量约为 50 万千瓦时电, 若按岛上电价 1.0 元 / 千瓦时计算, 则 4 年可收回成本。

6. 应用案例

(1) 中国科学院——珠海万山岛智能微电网项目。由中国科学院广州能源研究所承担的“南海海洋能独立



发电系统示范工程”, 经中国科学院、国家海洋局、南网集团验收。该微电网工程由 300kW 光伏系统、30kW 海洋能系统、800kW 柴油发电系统和山东华业生产的 1 台 100kW 风力发电机组组成。根据海岛上的电网及负载情况, 系统采用风力发电机直流并网技术, 在较小的微电网并网上实现技术突破。

(2) 国家电网“863”项目——浙江南麂岛智能微电网项目。由国网浙江省电力公司承担, 项目含“分布式电源的微电网关键技术研发”, 已通过国家科技部专家组验收。该微电网工程成为国内首个兆瓦级容量的独立海岛智能微电网, 并由山东华业风能生产的 10 台 100kW 风力发电机组、835kW 光伏系统以及 4000kWh 的磷酸铁锂电池组和 1000kW × 15 秒的超级电容组成, 并保留柴油发电系统作为备用。为解决海岛用电、发电、海岛储备能源都做了示范工程。



(3) 金风科技——江苏大丰商业化智能微电网项目。是我国目前建成的技术含量领先、盈利水平领先的

分布式并网型智能微网，由山东华业提供自主研发的100kW风力发电机组、金风2.0MW低风速风力发电机组、96kWp光伏，200kW×3h铅炭电池储能系统，以及能量管理系统、保护系统、微网发电侧及负荷侧全覆盖监控系统、电力智能调度系统等组成。

该系统可根据用户的实时用电负荷，智慧自主调节风力机、光伏、储能等设备的发电状态，以及动态智能调节输变电设备对应实时工作，从而提升发电量、电能质量和用电效率。该系统可对用户的用电负荷实时监控，并可根据用户用电情况，通过大数据分析，指导用户科学用电节电。经过一段时间的运行，每度电比用户从原电网上用电便宜0.11元左右。目前项目处于市场领先地位，对推动我国微电网技术的应用发展有很强的示范意义，将促进分布式智能微电网成为智慧园区和智慧城市建设的标配。



(4) 风力发电机在海水淡化项目应用。以风力发电机组为主力电源的海水淡化项目位于南通，是将风能直接转化成液压能，从而驱动液压泵站工作，此项技术在于以风力发电用于海水淡化、制氢和储能。以分布式发电在海水淡化方面的应用有着深远的意义，对解决风力发电机弃风问题提供了一种新的方案。



(5) 重庆大学雪峰山智能微电网项目。此项目是风、储微电网项目。由一台300kW风力发电机，360kWh铅酸胶体蓄电池组成，由重庆大学承担的一项科技部高科技科研项目，除了以可再生能源微电网形式为山顶提供清洁电源之外，其主要研究风力发电机在极度恶劣环境下叶片覆冰所引起安全、停机等问题。根据研究内容要求，对原风力发电机的结构进行了改进，增加了叶片加热功能，通过智能控制以解决风雪天气下风力发电机叶片表面覆冰，以消除雾雪天气对风力发电机产生的破坏作用。



(6) 海南三沙市赵述岛智能微电网项目。赵述岛智能微电网项目由风力发电、太阳能发电、储能、能源管理系统组成，整套系统自动化控制，做到24小时自动运行。可以为岛上海水淡化设备进行不间断供电，还能为岛上夜间照明及污水处理提供电源，赵述岛上的风力资源丰富，盐雾大，华业风能为此单独设计海岛耐腐蚀风电机组，系统控制柜全部采用316不锈钢组成；塔筒镀锌喷漆控制严格，比常规陆用风力机要厚30%以上，机舱带除湿功能，减少盐雾对电气元件的腐蚀。整个系统自2016年安装以来性能稳定可靠，具有耐腐蚀、抗风沙、运行稳定、少维护等特点。



不忘初心，扬帆起航

——讲述上海致远风电机组进军日本市场背后的“故事”

近日，上海致远生产车间内一片忙碌，FD16-19.8 风力发电机组正紧锣密鼓的进行组装，准备交付日本客户使用，这标志着上海致远全面吹响了进军日本市场的号角，为中国风力发电机组扬帆起航日本打下坚实的基础。



为何中国自主品牌风力发电机组能够在日本市场站稳脚跟？上海致远风力发电机组究竟有哪些本领？这背后究竟有哪些不为人知的故事？成为不少人纷纷为上海致远点赞的同时，所重点关注的焦点问题。



不忘初心，方能致远。上海致远 FD16-19.8 风力发电机组能够在日本市场站住脚跟，并不是偶然的。恰恰是因为上海致远多年来在中小风电行业的专注和技术投入以及风力发电机组出色的发电量表现、稳定可靠的安全性能和丰富的运营经验促成了上海致远风力发电机组在日本的成功运行。

上海致远 FD16-19.8 风力发电机组不仅通过中国相关权威认证，更是全球首款集齐欧美日等多个发达国家认证于一身的风力发电机组。2015 年，上海致远




FD16-19.8 风力发电机组完成 Intertek 极为严格和苛刻的测试，并于 2016 年 3 月份正式获得了日本 ClassNK 认证许可，此后陆续有 2 款上海致远风力发电机组获得日本 ClassNK 认证，成为全球唯一一家三款机组获得日本 ClassNK 的生产厂商，顺利拿到了进入日

本的“入场券”。

上海致远风力发电机组通过了中国和美欧等各地的严苛的安全“考试”，才使其顺利踏过了进入日本市场的“门槛”。当然，一纸认证并不能完全令人信服，上海致远风力发电机组成功进入日本市场，是日本客户对上海致远技术、产品品质以及服务保障的极大认可，相信上海致远 FD16-19.8 风力发电机组将会为日本人民带来环保的电力，获得丰厚的收益。

日本用户也为上海致远进入日本市场点赞，“非常高兴能在日本迎来上海致远的风力发电机组，它实际的商业化成功运营经验和详实的数据告诉我们，上海致远是值得信赖的公司，他们的风力发电机组可以获得不错的投资回报，同时对于日本地区的环境治理具有非常深远意义。”

(来源：上海致远绿色能源股份有限公司) 



燃起了牧民致富梦想

——南京欧陆电气服务内蒙古牧民新能源发电纪实

走进内蒙牧民家中，新式家具美观大方，电视机、电冰箱、洗衣机、电脑等家用电器一应俱全，和城里的家庭并无两样。“用上现代家用电器，全是南京欧陆电气风光互补发电系统的功劳！”牧民们即满足又高兴地道出了饱受无电之苦通电之后的心声。

由于地域辽阔、居住分散、交通不便，偏远地区牧民日常生活用电需求一直难以得到缓解。近年来，为了解决偏远地区牧民用电难题，国家电网、内蒙电力公司针对网电不能覆盖的地区公开招标采购风光互补新能源供电系统，大力实施农村牧区“户户通电”工程。

南京欧陆电气在 2012 年至 2014 年期间，通过政府项目在内蒙古牧区累计安装了 1.75 万套 600W 风光互

补发电系统，为同行供应商配套设备 1.24 万套，解决了近 3 万户无电牧民日常用电需求。

随着社会经济的不断发展和生活水平的日益提高，600W 风光互补发电系统已经无法满足牧民的生活需求。自 2015 年以来，锡林郭勒盟政府对风光互补发电系统进行升级改造。

2015 年起，南京欧陆电气在锡盟牧区又增容安装了 3000W 风光互补发电系统，为了使牧民们更方便操作，欧陆公司将设备使用说明书由单一的汉语编印为蒙汉双语。改造后的电力系统不仅可以满足日常照明，还能带动电视机、电脑、洗衣机、电冰箱等家用电器，用电稳定、清洁无污染，又不用交电费。



早年为内蒙古牧民安装的 600W 风光互补发电系统



锡林郭勒盟 3000W 风光互补发电系统

早期牧民的牧业生产是以水桶提水供给牛羊饮用，费时费力费精力；再后来他们用柴油机抽出井水供给牛羊饮用，用油运输距离远，还会污染草原，成本还高；南京欧陆电气股份有限公司设计了风光互补发电系统，以清洁能源为水泵提供电源，牧民只要轻轻按动控制器启动开关按钮，清澈的井水顺着水管急速流出将饮水槽灌满，省了牧民许多功耗劳动。现在每户牧民可以用3000W的风光互补发电设备发电提水，饮牛羊及灌溉不再是繁重的体力活了。



风光互补发电提水系统

在以往，有了小型风力机后，晚上包里有灯光，比油灯亮多了，一家人可以围起来说说话，草原上也不再是一片沉寂，生活上虽然有了进步，但还用不了其他电器。同时，由于小型风力机等设备缺乏后续维护，也影响到牧民的用电质量，甚至造成部分牧民从有电变成无电。

现如今，经过改造的风光互补发电系统与过去牧民家里的小功率系统比，标准统一，功率更大，供电可靠性更强，不仅可以提供照明用电，还能带动电视、小冰箱和电气炉灶等家用电器。同时发电设备由服务公司负责后期维护。无电地区电力建设风光互补工程将大幅提高牧民的用电可靠性，不仅让他们用上电，还要让他们用好电。

自2012年以来，南京欧陆电气为近5万户牧民提供优质的风光互补发电设备解决了用电需求，实现了农村牧区“户户通电”。有了电，也让牧民对生活实现了更多梦想。在以习近平主席为首的党中央正确领导下，欧陆电气助力内蒙农牧民与全国人民一道努力实现中国梦！（来源：南京欧陆电气股份有限公司）



中国边防第一大风光柴互补电站发电运行

中国储能网 2017 年 07 月 11 日讯：前不久，在新疆叶城的库地检查站上，由中兴能源建设的风光柴互补电站正式发电运行，成为中国新疆边防线上第一大风光柴互补电站，为库地检查站边防监控系统提供了用电保障。



建成的库地检查站电站

为新疆边防建成第一大风光柴互补电站

边防建设是国防建设的重要组成部分，是强边固防、抵御外敌入侵和确保边防安全不可或缺的重要举措。新疆喀什叶城县的边境线长达 80 多公里，与巴基斯坦、印控克什米尔地区接壤，是我国西部边陲的军事重镇。

根据叶城县边境防控立体化防控体系建设精神，要加强边境防控体系建设，进一步提高边境地区处置突发

事件应急指挥和通信保障能力，增强实战指挥效能，坚决完成反恐维稳和边防保卫任务。

叶城边防监控项目工期紧、任务急、技术要求高，整个项目难度大。为早日为边防监控站提供新能源，中兴能源积极响应叶城政府号召，承担了库地检查站、库地通讯基站及西合休 9 村便民警务站的边境防控系统供电设施建设任务。

其中，库地检查站的供电建设根据实地勘察，最终确定采用风光互补供电、柴油机发电备用的供电方式，包含 450kW 的光伏电站，20kW 的风电机组以及 250kW 的柴油发电机组。电站建成后，成为中国新疆边防的第一大风光柴互补电站。

不惧困难“赶进度”也要“保质量”

库地检查站地处喀喇昆仑山腹地，是新藏公路的第一站，也是叶城边防线上的重要一站，集喀什边防重点检查站、喀什边防监控指挥中心、喀什地区边防监控重点位于一身。检查站海拔 3500 米以上，高寒缺氧且山路崎岖。

中兴能源克服重重困难，为保证进度，自 5 月上旬项目启动起，迅速展开现场施工工作，一个晚上就完成了场地平整，而各大设备的采购及物流也是同步进行。“赶进度”、“保质量”是每一位工作人员时刻铭记于心的关键词。



安装中的库地通讯基站电站

中兴能源施工人员克服高寒缺氧，全力以赴在工程一线奋战

最终，在叶城县政府的大力支持下，库地检查站的风光柴互补电站于6月30日成功实现发电运行。随后，库地通讯基站及西合休9村便民警务站也相继实现了发电运行，递交了一份合格的叶城边防监控供电工程建设成绩单。不仅如此，中兴能源特设立共产党员维护责任岗及400热线进行24小时维护工作，为后期监控正常供电提供了保障。

多年民生项目夯实基础 “高原高寒”技术作保障

早在2011年，中兴能源连续在新疆、青海、西藏、内蒙实施第三期、第四期、第五期“国家金太阳示范工程”。其中，在新疆偏远地区通讯基站及边防哨所共建设1200多座太阳能供电系统，保障了全疆5600多公里边防线基站供电。不仅如此，自2012

年起，中兴能源还在《三年行动计划》承担新疆、甘肃、青海、四川无电地区电力建设任务，共计解决90080户，405360人的用电问题。多年的建设民生离网项目经验为此次叶城边防监控供电建设夯实了基础。

而除了经验的积累，技术的保障也是关键。据统计，中兴能源在光伏技术上拥有17项相关专利及5项软件著作权，包括中兴光伏眼系统、光伏电站远程监控系统等。在边防项目上应用的一体化机柜集成度高、免维护、强度高，能够适用于野外恶劣环境；光伏控制器、逆变器及储能蓄电池也具备优异的高原高寒性能，最低运行温度可达零下40摄氏度，且能在海拔5000米条件下可靠运行。☀️



建成的库地通讯基站电站



建成的西合休9村便民警务站电站



2017 年第二次 IEA T27 会议简报

□ 都志杰

一、基本信息

2017 年第二次 IEA T27 会议在奥地利的维也纳应用科学技术大学举行。出席会议的各国代表有：爱尔兰 DKIT 大学的 Ray Byrne 教授、韩国 KETEP 的 Seokwoo Kim 博士、西班牙 CIEMAT 的 Ignacio Cruz 博士、奥地利应用科学技术大学的 Kurt Leonhartsberger 和 Mauro Peppoloni、日本 Kanazawa University 大学的 Takaaki Kono 博士、美国 Wind Advisors Team 的 Trudy 女士和 NREL 的 Heidi Tinnesand 博士，我国内蒙古工业大学的

汪建文教授和中国风能学会（CWEA）/ 中国风能设备协会（CWEEA）的代表都志杰教授。

会议由奥地利维也纳应用科学技术大学承办，在维也纳应用科学技术大学会议室召开。维也纳应用科学技术大学工程学院的 Hubert Fechner 致欢迎词。他介绍了该学院在可再生能源方面的研究情况，主要专注于三个方面：小风电、太阳能和储能。在混合能源实验室方面，他们着眼于微电网；能够仿真分布式供电系统。

二、T27 项目进展和项目期延长报告

项目执行单位，西班牙 CIEMAT 的 Ignacio 博士首先介绍了今年 5 月 31 日和 6 月 1 日出席在芬兰 Espoo 举行的 IEA Wind TCP ExCo 78 的情况，以及他向执委会汇报的项目初步技术成果。

三、关于 2016 年小风电市场的国家报告

各国代表做了各国的 2016 年小风电市场和产业报告。各国的小风电情况好坏不一，除了意大利之外，大多数国家的小风电市场不如人意。

• 奥地利

奥地利考虑对 SWT 进行测试（半年），然后给标识，最终过度到 IEA 标识。测试功率曲线需费用 6000 欧元，测噪音 4000 欧元。奥地利对推广 SWT 还没有很明确的指南，外国风机很难进入奥地利市场。大风电上网电价 9¢ /kWh，没有对小风电的激励政策。

• 爱尔兰

爱尔兰执行欧盟的目标，到 2020 年实现 40% 的发电量来自风力发电。目前，爱尔兰风力产业主要是大规模（即风力发电场），在爱尔兰岛上安装了 3615 兆瓦的风力发电能力（2016 年 12 月）。

爱尔兰小规模风电市场活动仍保持平静，2014 年 2 月，小型风电（小于等于 11 千瓦）出口激励政策结束，



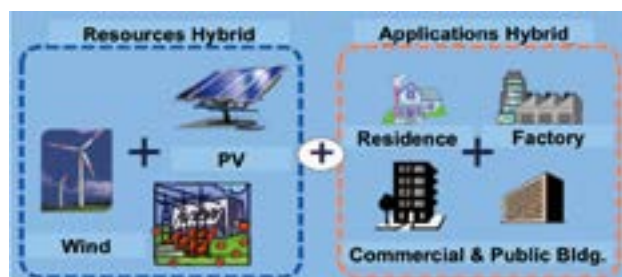
DKIT 分析复杂地形和障碍物对气流和风机运行的影响

出现一些中等规模（50 千瓦到 500 千瓦）的风机开始安装（由进口翻新的旧机器组成）。总共 886 个电网连接小型设备（截止到 2015 年 8 月），总装机容量（累计）4.065 兆瓦。小型风力发电机多数是 < 11 千瓦，平均安装功率 6 千瓦。

爱尔兰对复杂地形安装小风电的研究较深。DKIT 大学采用成对的小风电安装在不同的环境中，并进行数据监测及比对，揭示了湍流不仅对小风电的运行产生运行，严重的会导致设备的损坏。

• 韩国

目前的小风电应用没有什么大进展。韩国政府在可再生能源互补系统（各种可再生能源，包括储能）2017 年准备投入 1200 万欧元，SWT 只有 10 个项目，总共 100KW。这些项目，中央政府补贴 50%，地方政府 40%，用户 10%。2018 年，准备投入 5900 万欧元，采用风能加太阳能的方式，在居民、企业和工商业推广。但是韩国的现有的小风电的安装选择有很大的问题，很多系统都不很好工作，2018 年将考虑安装 Smart Watts Monitoring System (SWMS) 实时监测系统可再生能源系统的运行情况。



• 西班牙

鼓励自发自用。按照欧洲 OE441 法案，投入 339.3M 欧元于最终电力消费；OE432 投入 152M €，增加发电 / 供热的应用。SWT ≤ 10kW，不能向网上供电。如果发电设备的功率为 10 ~ 100kW，如果要余电上网，必先登记，按批发价收购（20¢ /kWh）。

• 美国

美国和中国相似，小风电的市场从2012年开始下降。目前主要是 ≤10kW 的市场，用于离网和充电。从数据看，2016年只有17个厂商，生产29个品种，每kW \$5900；而在2012年，有30厂商74品种的产品。2016年美国装了2.4MW。主要是 ≤10kW。11 ~ 100kW 销售减少。

纽约的 United Wind 开始租赁服务。比如，用户付60%的风机的钱，然后按一定的电价用电；或者不付钱，签约 \$1/kWh，20年。



上图中绿色部分为美国本土公司生产的并在美国销售的 SWT

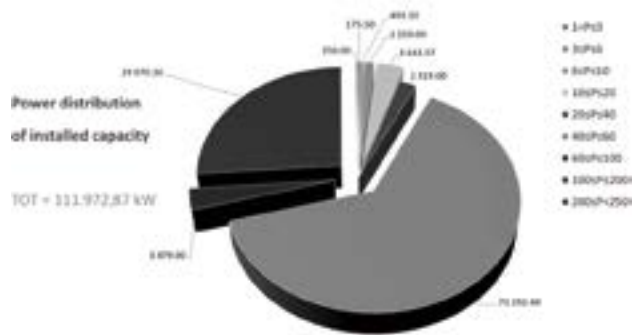
• 意大利

2016年最大的亮点在意大利。意大利给出了很好的支撑小风电的 FIT 政策：

Feed-in-Tariff

1st Program: 2008-2012		
300 €/MWh	1 < P ≤ 200 kW	for 15 years
2nd Program: 2013-2017 July		
291 €/MWh	1 < P ≤ 20 kW	for 20 years
268 €/MWh	20 < P ≤ 200 kW	for 20 years
149 €/MWh	200 < P ≤ 1000 kW	for 20 years
3rd Program: 2017 July-2017 December		
250 €/MWh	1 < P ≤ 20 kW	for 20 years
190 €/MWh	20 < P ≤ 60 kW	for 20 years
160 €/MWh	60 < P ≤ 200 kW	for 20 years
140 €/MWh	200 < P ≤ 1000 kW	for 20 years

在意大利，市场应用中占主导地位的是40kW到60kW之间的小风机。



四、研究和讨论

这次会议采用演讲和讨论的形式，且以讨论为主。会上，各国专家先后发表了以下有关研究成果的演讲：

- 美国能源部 NREL 的 Heidi Tinnensand 博士首先介绍了在小型风力发电机微选址的经验规则；
- 爱尔兰 DKIT 大学的 Ray Byrne 教授：爱尔兰能源主管部门现场测试数据揭示好的和不好的发电表现、用 LiDAR 分析风资源的切变指数、障碍物对风机运行的运行，以及湍流强度 TI 表
- 奥地利维也纳技术大学的 Mauro Peppoloni：介绍了该校在小风电方面的研究情况，尤其是对振动的产生和影响；
- 韩国 KETEP 的 Seokwoo Kim 博士：韩国 KIER 所做的屋顶试验结果和现场风资源测量
- 台湾淡江大学的张正興教授就风机在不同的平均风速和紊动强度下的功率曲线研究
- 西班牙 CIEMAT 的 Luis Cano 就 CEDER 在 TI 与风速的关系以及其它方面的研究
- 日本 Kanazawa University 大学的 Takaaki Kono 博士就 TI 和 TKE 的分析比较、一般湍流模型 (NTM) 以及对 Toja 博士结果的验证做了报告；
- 我国内蒙古工业大学汪建文报告了能源基地风环境测试及消音室屋顶流场数值模拟分析

• 西班牙 CIEMAT 的 Francisco Toja 博士做了曲线屋面分析与女儿墙高度的影响的报告。

此次会议还给奥地利应用科学技术大学从事风能利用的其它研究人员、学生和小风机制造企业提供了交流的机会，一些研究人员、学生和小风机制造企业在第三天会议的上午介绍了他们对风能和风力发电机的理解和应用，以及如何减少振动等方案。

在一系列学术研究报告的引领下，各国与会专家代表就 T27 的两项最终成果：在强湍流环境下微选址指南和 IEC61400 下一次修订意见进行了深入和广泛的讨论。讨论主要围绕一下几个问题展开：

– 我们需要什么方法来验证结果？

– 你对“微型风力发电机选址建议指南”的具体建议是什么？

– 你对“IEA 任务 27 技术建议 IEC 61400-2 的具体建议是什么？

– 对于微型风力发电机组的选址建议，你有什么具体建议和经验法则？

– 完成推荐实践文件需要回答哪些问题？

– 微观选址小型风力发电机推荐指南的内容与 IEA T27 IEC 给 61400-2 的技术建议

– 每种 CFD 模型的三维 TI 与风速关系的比较

– 在屋顶上哪里是安装 SWT 的最佳位置？“TI 增加 5% 和风速下降 20%”的结论成立吗？

– 屋顶安装的 SWT 多高合适？

– 什么形状的屋顶最好？

– 屋顶上如果有女儿墙，是否应该设置一个新的“零点”？

– IEA 任务 27 技术建议中的什么应该包含到 IEC 61400-2 中去？关于 NTM 的建议要否放进去。

……

我国专家汪建文教授和都志杰教授参与了讨论，并发表了自己的见解。

五、奥地利小风电年会

与会各国专家代表参加了一天半奥地利小风电年会。

六、专题演讲：对复杂地形风资源和湍流特性的评估

这次会议，还特地聘请了美国能源部 NREL 国家风能测试中心退休的气象学家 Neil D. Kelley 就复杂地形风资源和湍流特性的评估做了报告。Neil 从事气象和湍流研究三四十年，对湍流对风力发电机的影响有深刻的研究。演讲中他依据多种风力发电机和大量数据分析为基础，对大气湍流对风力发电机的运行、平均风速与高疲劳负载、在涡轮流入中是什么大气过程产生这些相干的湍流结构、模拟风力机湍流入流、TurbSim（风场仿真模拟软件）随机湍流代码和如何采用 TurbSim 来设计小型风力机。Neil 的演讲得到与会专家的高度评价和广泛讨论。



七、下一步

T27 只剩下明年一年了，已经进入最好冲刺阶段。各国专家和研究人员将尽快完成案例的分析研究，汇总在一起后，将在明年的第一次（上半年）面对面会议上进行深入的讨论并得出相关的微选址指导意见。

明年上半年的会议现初步定于 4 月 11-14 日在美国明尼苏达州召开，紧接着 4 月 9-10 日的美国小风电年会。🌱

认真贯彻中共十九大精神 发展清洁能源推进绿色发展

人民政协网 2017 年 11 月 01 日报道。李谡常委代表民建中央指出：中国共产党第十九次全国代表大会是一次具有划时代里程碑意义的大会。会议确立的习近平新时代中国特色社会主义思想，中国民主建国会表示衷心拥护。我们一定要更加紧密地团结在以习近平同志为核心的中共中央周围，引领和动员广大会员深入学习贯彻中共十九大精神，担当实干，积极参政议政，为建设富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国努力奋斗。

十九大报告关于美丽中国的阐述，彰显了以习近平同志为核心的中共中央对人类文明发展规律、自然规律、经济社会发展规律的最新认识，确立了环境在生产力构成中的基础地位，丰富和发展了马克思主义生产力思想。为有效解决新时代面临的人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，必须树立社会主义生态文明观，坚持绿色发展理念，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

习近平总书记指出，发展清洁能源是改善能源结构、保障能源安全、推进生态文明建设的重要任务。民建中央围绕清洁能源发展问题多次开展调研，调研发现，新一轮能源变革过程中，我国可再生能源产业已成长为具有国际竞争优势的战略性新兴产业。然而，清洁能源发展仍面临诸多问题与挑战。为此，建议：

一、坚持绿色发展理念，确立清洁能源优先发展战略。把经济发展、清洁能源开发利用与环境保护有机结合，切实推进清洁能源优先发展战略，政府研发和产业化扶持等政策向清洁能源倾斜。

二、促进技术创新，加强清洁能源高端装备研发制造。调整可再生清洁能源制造业行业规范，淘汰落后企业和产能，为新技术推广运用提供良好市场环境。不断提高行业应用基础研究水平，重点支持大功率海上风电机组技术、低成本晶体硅电池国产化技术、高效低成本光伏发电技术等核心技术创新，提高核心竞争力。

三、提高可再生清洁能源消纳能力，促进可再生清洁能源发展。适时出台可再生能源配额制，明确各级政府、电网企业和发电企业发展责任，并作为约束性指标进行考核。建立全国统一的可再生能源绿色证书交易机制，通过发挥市场在资源配置中的决定性作用，引导、支持可再生清洁能源发展。

四、加大扶持力度，鼓励清洁能源企业参与“一带一路”能源合作。充分利用亚投行、丝路基金、国开行等融资机构，支持清洁能源企业投入“一带一路”建设；积极引导和鼓励上、下游企业联合走出去，科学布局，提高市场抗风险能力；完善行业信息监测体系，健全产业风险预警防控体系和应急预案机制。

（来源：人民政协网）

小风电应用将产生大作为

彭博新能源财经近日发布其重要独立预测《2017年新能源展望》提出，陆上风电成本在过去8年已经下降30%的基础上将进一步降低至47%。风电成本的持续下降也同样带动了全球中小型风力机市场的增长。

近几年来，日本、丹麦和意大利等国由于受到政策的鼓励和扶持，分布式风电市场正在崛起。美国咨询机构 NavigantResearch 发布相关报告指出，全球中小型风力机装机容量有望从今年的176.4兆瓦增长到2016年的446兆瓦。

尽管市场回暖信号明显，但包括美国、英国和中国在内的全球主要风电市场的中小型风电装机容量却不容乐观，甚至呈现出极度萎缩态势。

具体到中国而言，记者梳理相关资料发现，中国中小型风电机组发展黄金期在2011年前后，当时其产销量达到巅峰，生产约为18万台，产品销售量达到16万台。

然而这样的发展态势并没有得到延续，中小型风电机组产销量从2011年后一直在连续下跌。

上述情况记者在参加行业会议中也得到了证实。据某中小型风电设备公司相关负责人介绍，中国中小型风电发展正面临多重掣肘。首先是缺乏国家相关政策上的



支持，加上目前国内产品质量良莠不齐，产品可靠性较低。另外，国际市场因欧美发达国家由于政策的变化和相关技术门槛的抬高，过去由中国向国外出口产品受到限制。企业产品经营工作难度在不断增大，销售量每年都有不同程度下滑。

事实上，风电作为清洁能源，只有被充分运用到具体实践中才能体现其价值。中国风电领域“十三五”规划也体现了规模化开发和分散式开发“两条腿”走路的思路。

在近期各省份印发的可再生能源领域规划中，也体现出了对中小型风电大力扶持的态度。例如，上海在早前印发的《上海市能源发展“十三五”规划》中就明确，未来将积极探索分布式中小型风电应用。通过风光储互补、智能微网等模式的结合创新，探索用户侧、分布式风电的发展路径。湖北省在近期发布的可再生能源发展“十三五”规划中同样将中小型风电项目开发置于重要位置。

与此同时，目前中国中小型风电行业在主要生产商品研发力度上逐年加码，积极改良与提高的高质量叶片，并提高其运行效率，经过多年来累积的经验，部分企业生产出来的小型风力机在质量及性能上得到了不断优化，变得更加高效。近年随着风力机国产化带动风力机价格大幅下降，已给中国发展分布式风电提供了一定的利润空间。

在上述利好条件推动下，业内专家建议应尽快转变风电发展观念，建立、健全分布式风电的政策支持与管理机制，提高风电总体利用效率，让中小型风电产业发挥大作用。（来源：国家能源报道）

国际小风电市场和中小型风电相关标准概况

根据都志杰教授在 2017 全国中小型风能设备行业年会演讲 PPT 整理



1、国际小风电市场概况

B 爱尔兰

- 爱尔兰执行欧盟的目标，到2020年实现40%的发电量来自风力发电
- 目前，爱尔兰风力产业主要是大规模（即风力发电场）
- 在爱尔兰岛上安装了3615兆瓦的风力发电能力(2016年12月)
- 爱尔兰小规模风电市场活动仍保持平静
- 2014年2月，小型风电（11千瓦）出口激励政策结束
- 出现一些中等规模(50千瓦到500千瓦)的风机开始安装(由进口翻新旧机器组成)
- 总共886个电网连接小型设备(截止到2015年8月)
- 总装机容量(累计)4,065兆瓦
- 多数<11千瓦
- 平均安装功率6千瓦。




分析复杂地形和障碍物对气流和风机运行的影响

1、国际小风电市场概况

A 奥地利

- 考虑对SWT进行测试（半年），然后给标识，最终过度到IEA标识。
- 测试功率由投6000欧元，测试费4000欧元。
- 还没有很明确的指南，外国风机很难进入奥地利市场。大风电上网电价9 C / kWh。
- 没有对小风电的激励政策。



分析复杂地形和障碍物对气流和风机运行的影响

1、国际小风电市场概况

C 韩国

- 目前没有什么大进展。
- 韩国政府在可再生能源互补系统（各种可再生能源，包括储能）2017年准备投入1200万欧元，SWT只有10个项目，总共100KW。这些项目，中央政府补贴50%，地方政府40%，用户10%。2018年，准备投入5900万欧元，W+PV，居民，企业，工商业。
- 风速必须大于4.5m/s，如果塔高<50m，必须测量风速源，或者看气象数据。
- 2018年安装Smart Watts Monitoring System (SWMS) 实时监测系统。



1、国际小风电市场概况

D 西班牙

- 鼓励自发自用，欧洲OE441法案，投入339.3M欧元于最终电力消费；OE432投入152ME，增加发电/供热的应用。
- SWT<=10kW，不能向网上供电。
- 10~100kW，如果要余电上网，必失登记，按批发价收购（20¢/kWh）。



100kW Wind power + 25kW PV
自发自用项目

1、国际小风电市场概况

世界总体



1、国际小风电市场概况

E 美国

- 和我国相似，2012年开始下降。
- 主要是<=10kW，离网和充电。
- 2016年，\$5900/kW;17个厂商，29个品种（2012年，30厂商74品种）。
- 2016年装了2.4MW，主要是<=10kW，11~100kW销售减少。
- 纽约的United Wind开始租赁服务，比如，用户付60%的风机的钱，然后按一定的电价用电，或者不付钱，签约\$1/kWh，20年。



绿色为美国本土公司生产的并在美国销售的SWT

1. 国际小风电市场概况
2. 中小型风电相关标准概况

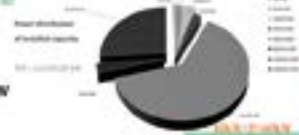
1、国际小风电市场概况

F 意大利

kW<P<=250kW

Feed-in-Tariff

Program	Year	Price (€/MWh)	Power Range (kW)	Duration
1 st Program	2008-2012	300	1 < P ≤ 200	for 20 years
2 nd Program	2013-2017 July	291	1 < P ≤ 20	for 20 years
		268	20 < P ≤ 200	for 20 years
		149	200 < P ≤ 1000	for 20 years
3 rd Program	2017 July-2017 December	250	1 < P ≤ 20	for 20 years
		190	20 < P ≤ 60	for 20 years
		150	60 < P ≤ 200	for 20 years
		140	200 < P ≤ 1000	for 20 years



1、IEC 62257 标准系列

- 国际电工委员会太阳能光伏能源系统技术委员会（IEC/TC82）大会于2017年5月12-19日在日本奈良（Nara）国际会议中心召开。
- IEC/TC82是国际电工委员会下的太阳能光伏能源系统技术委员会，专门负责制定与太阳能光伏相关的国际技术标准。为了促进小型可再生能源及互补系统在农村电力建设中的应用，TC82成立了与风能合作的联合工作组JWG1，制定了相关标准 IEC62257《RECOMMENDATIONS FOR SMALL RENEWABLE ENERGY AND HYBRID SYSTEMS FOR RURAL ELECTRIFICATION》系列。

2、IEC 62257 相关标准

IEC62257标准是一个系列标准，目前包括：

- IEC 62257-1 Part 1: General introduction to IEC 62257 series and rural electrification IEC62257 系列标准和农村电力建设介绍
- IEC 62257-2 Part 2: From requirements to a range of electrification systems 农村电力建设范围的要求
- IEC 62257-3 Part 3: Project development and management 项目开发和管理
- IEC 62257-4 Part 4: System selection and design 系统选择和设计
- IEC 62257-5 Part 5: Protection against electrical hazards 电气危险保护
- IEC 62257-6 Part 6: Acceptance, operation, maintenance and replacement 验收、运行、维护和更换

2、IEC 62257-7-2

IEC 62257-7-2 Part 7-2: Generator set – Off-grid wind turbines
第二部分：离网风力发电机

本IEC标准，由风能设备协会直接领导，内蒙古工业大学贾彦教授和本人分工编写，并得到了上海致远绿色能源有限公司和合肥为民电源有限公司的大力支持！

主要内容

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Scope | 6. Selection of wind turbine system |
| 2. Normative references | HAWT, VAWT, Upwind, Downwind, etc. |
| 3. Terms and definitions | |
| 4. Off-grid wind turbine | 7. Design WPS |
| 5. Wind Power Systems | 8. Wind turbine installation |
| Configuration of WPS, Community WPS, IES (HPS), Major components, Design Procedure | 9. Safety issues |
| 6. Sizing of WPS and optimizing | 10. Tests and Acceptance |
| | 11. Operation and maintenance |
| | 12. Marking and documentation |

也真诚欢迎并希望其它相关企业参与到这个标准制定的工作中来！

2、IEC 62257 相关标准（续）

- IEC 62257-7 Part 7: Generators 发电设备
- IEC 62257-8 Part 8: Battery 蓄电池
- IEC 62257-9 Part 9: 微型电网
- IEC 62257-10 Part 10: 技术参数，能源管理
- IEC 62257-11 Part 11: 技术参数，能源管理微型电网互联
- IEC 62257-12 Part 12: 电气设备
- IEC 62257-12 Part 13: 其它议题。

1. 国际小型风力发电标准
2. 中小型风力发电并网标准
3. IEA T27强湍流环境下的小风机运行特征的研究

2、IEC 62257-7-2

其中IEC 62257-7 Part 7: Generators 发电设备是专门制定互补系统中关于发电设备的子标准组，具体包括太阳能光伏、小型风力发电机、燃料发电机等的发电设备。

- IEC 62257-7-1 Part 7-1: Generators – Photovoltaic generators 第一部分：太阳能光伏
- IEC 62257-7-2 Part 7-2: Generator set – Off-grid wind turbines 第二部分：离网风力发电机
- IEC 62257-7-3 Part 7-3: Generator set – Selection of generator sets for rural electrification systems 第三部分：燃料发电机
- IEC 62257-7-4 Part 7-4: Generation – Integration and management of different generators within hybrid power systems 系统中不同发电机的集成和管理

IEA Task27 进展概况

- 前几天在奥地利应用科学技术大学召开各国专家和研究会议
- 项目进入最后冲刺阶段，明年要完成。
- 我国内蒙古工业大学汪教授团队的贡献

距地面2m、3m、4m
及8m进行监测



在屋顶上测
点高度：距
塔6.2m、7m
、7.6m及9.6m



- 项目最佳成果：

1) 小型风力发电机的微选址指南

通过CFD仿真研究和实际运行数据的采集，分析对比，得出SWT在强扰动环境下的运行特性及其安全性

2) 对IEC 61400-2 第四版修订的建议

$Tk_1=0.18$ ，范围的调整；增加 Tk_2 ；简化模型的缺陷；等等

CHINA
WINDPOWER
2018 17-19 October
Beijing, China

www.chinawind.org.cn



2018 北京
国际风能大会暨展览会
CHINA WIND POWER 2018

2018年10月17-19日 中国国际展览中心（新馆）
October 17-19, Beijing, China
China International Exhibition Center(New Venue)

上海致远
GHREPOWER

GHRE

中小风机领导者——让绿色能源触手可及

上海致远绿色能源股份有限公司（证券简称：上海致远，证券代码：430324），成立于2006年，注册资金8061.5万元，2013年10月18日在新三板成功挂牌，成为首家在新三板挂牌的专注于新能源应用系统整体解决方案的供应商。

上海致远是一家专业从事新能源研发、制造、销售、运维、产业投资为一体的上海市高新技术企业。公司致力于解决通信、军用、民用、商业、公共事业等无电地区的供电问题，同时提供分布式、微电网、智能电网应用研究以及商用发电投资等新能源供电解决方案。

公司以市场为导向，坚持技术创新，获得自主知识产权、专利48项，国际PTC专利2项，参与起草多项国家标准，产品先后获得日本ClassNK认证、欧盟CE认证、美国ETL认证、SWCC认证、英国G59认证、意大利CEI0-21认证、IEC61400认证等多项认证证书。



上海市松江区茸华路1281号

电话：021-37832332

邮箱：info@ghrepower.com

www.ghrepower.com