



风电机组性能优化与 智能检测创新团队





一、团队发展历程

内蒙古农业大学风电机组性能优化与智能检测创新团队由田德先生于1993年创建，团队长期以高效、安全利用风能为目标，开展风电机组性能优化设计与检测研究。

1993-2010

创建内蒙古农牧学院新能源技术研究所，首次提出“浓缩风能理论”，实现了理论创新，研发了200W、300W、600W、1kW和2kW等浓缩风能型风力发电机系列产品，并在内蒙古、河北、山西、云南、北京五省（区）应用，系列产品从2000年开始出口日本，连续多年为国家创汇。

2011-2015

随着风电产业的快速发展，团队根据内蒙古中西部地区的风沙环境特征，开展了风力机叶片涂层沙蚀磨损进程与机理研究，实现了叶片涂层冲蚀磨损区域划分，为风沙环境下风力机叶片分区适应性涂层材料的研究提供理论基础。同时在小型风力发电机组叶片气动及结构铺层优化方面进行了研究，为风电机组运行维护提供了技术支撑。

2016 至今

针对在役风力机叶片由于损伤和覆冰导致风电机组故障率高、隐患日益显露等问题，团队重点开展了叶片损伤与覆冰检测研究、覆冰风电机组空气动力学噪声演变机理研究、除冰技术与机理研究、系统研发与推广应用，为在役大型风力机叶片的运维提供了新的技术手段和模式。



内蒙古农业大学
INNER MONGOLIA AGRICULTURAL UNIVERSITY

二、学术带头人



田德，教授，博士生导师，享受国务院政府特殊津贴专家，全国“百千万人才工程”第一、二层次人选，内蒙古自治区“321人才工程”第一层次人选，原内蒙古农业大学研究生院副院长。曾兼任中国可再生能源学会理事会理事、中国农业工程学会理事会理事、内蒙古可再生能源学会理事长，《太阳能学报》和《太阳能》杂志编委、《农业工程学报》编委，全国风力机械标准化技术委员会委员、风能专业委员会委员、中国能源研究会新能源专业委员会委员、国家863计划专家库专家。

主要从事风电机组的整机设计与实验、风电机组气体动力学与结构动力学的研究，主持国际合作项目、国家及省部级项目**20余项**，发表学术论文**60余篇**，研发的100W、200W、300W、600W、1kW和2kW系列化风电产品已在中国和日本应用。曾获内蒙古自治区科技进步奖一等奖**1项**，中国专利成就展最佳项目奖**1项**。



二、学术带头人



张永，教授，博士，博士生导师，自治区“321”人才工程第二层次人选，农业工程一级学科主任，内蒙古“草原英才”现代农牧业工程新技术研发及应用创新人才团队带头人，内蒙古“草原英才”工程草原畜牧业装备智能化技术创新人才团队主要参加人。兼任中国农业工程学会理事、内蒙古可再生能源学会副理事长、中国农业机械学会畜牧机械分会副理事长、内蒙古电机与农村电气分会教育委员会委员。

主持国家自然科学基金及内蒙科技计划项目**10余项**，在国内外学术刊物上发表论文**50余篇**，SCI及EI论文**20余篇**，拥有发明专利**15项**，实用新型专利**10项**，软件著作权**10项**。主持建设自治区级精品课程“电工技术”**1门**，主持建设“电力电子与控制技术系列课程”自治区级教学团队**1个**。科研与教学成果获自治区科技进步一等奖**1项**，内蒙古高等教育教学成果奖一等奖**1项**。



内蒙古农业大学
INNER MONGOLIA AGRICULTURAL UNIVERSITY

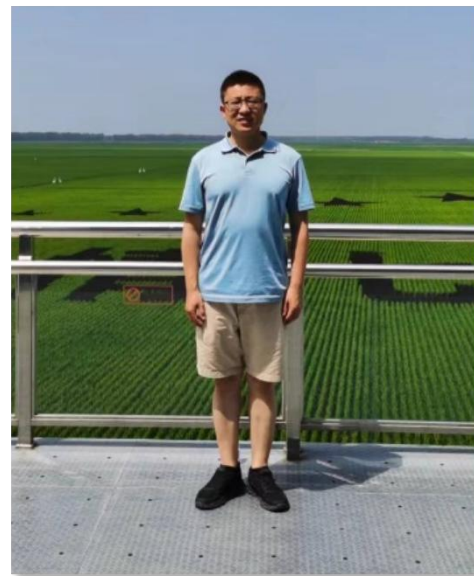
三、学术骨干



崔红梅、教授、硕士生导师



韩巧丽、副教授、硕士生导师



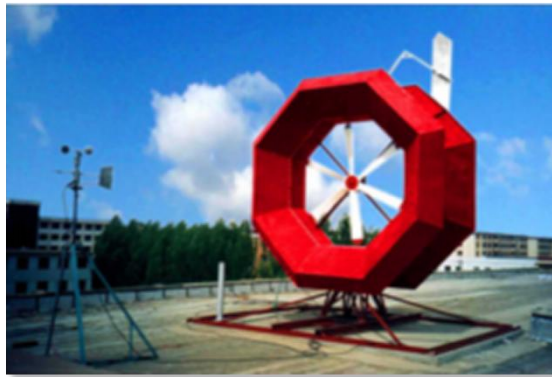
王健、博士、讲师



四、主要进展和创新成果

1. 浓缩风能型风力发电机研发与应用

基于提出的“浓缩风能理论”，使随机多变的自然风加速、整流后发电，改变了风能的品质。研发的200W、300W、600W、1kW等浓缩风能型风力发电机系列产品，以起动风速低，安全性好，噪音低，运转平稳，寿命长，无环境污染等优点受到了广大用户的认可，并在国内和日本推广使用，带来了可观的经济效益与社会效益。



1kW风电机组应用于内蒙古农业大学东附楼



600W风电机组应用于河北省三河市农业示范区



600W风电机组应用于日本国岛根县出云市古志町岛根县畜产试验场



四、主要进展和创新成果

2. 300W海流发电机组研制



海流机叶轮风洞试验



海流机叶轮车载试验

在与中船重工七一〇所的合作项目“300W级海流发电系统设计及测试”的支持下，研制了300W级海流发电机样机，基于不同叶片数的水槽试验，验证了海流机叶轮的水动性能，为设计适用于低流速的海流机叶片提供依据。



海流机叶轮水槽试验



叶片模态试验



四、主要进展和创新成果

3. 风力机叶片涂层沙蚀磨损研究

根据内蒙古中西部地区的风沙环境特征，采用加速磨损的方法，研究了风沙环境下风力机叶片涂层应力应变分布及磨损规律，揭示了磨损机理，明确了风力机叶片涂层分区的适应性，研制了XS-40冲蚀试验台。



叶片涂层加速冲蚀试验



叶片风洞试验



叶片冲蚀效果



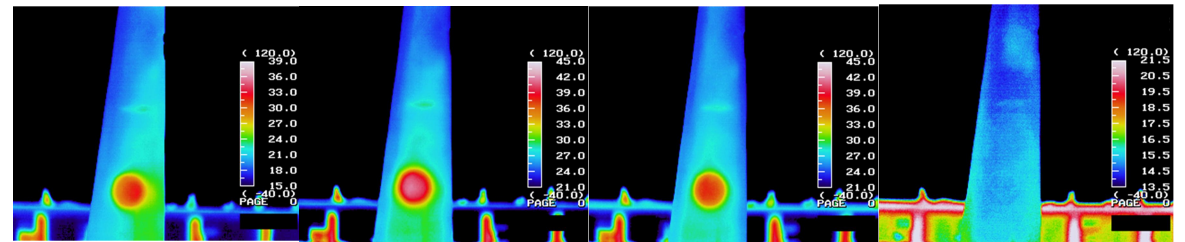
XS-40冲蚀试验台



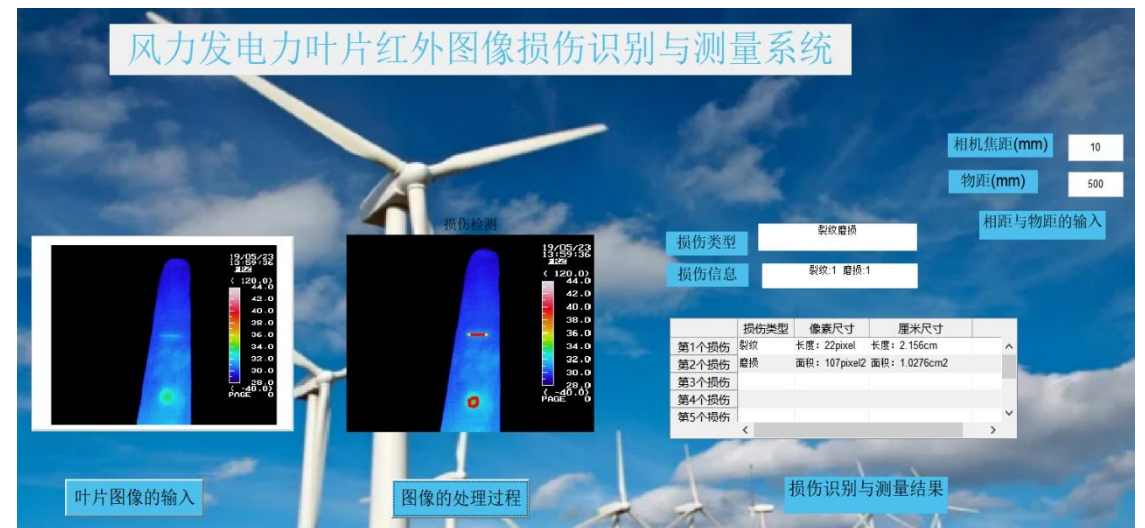
四、主要进展和创新成果

4. 风力机叶片损伤检测研究

针对风力机叶片常见类型损伤，采用被动红外热像技术，开展了损伤温度场的检测与识别研究，揭示了不同类型损伤的气候适应性。运用无人机、红外热像仪和工作站搭建了损伤检测与识别系统，设计了大型风力机叶片损伤检测方案，为在役叶片的健康检测提供了新的技术支撑。



风力机叶片损伤检测试验与结果



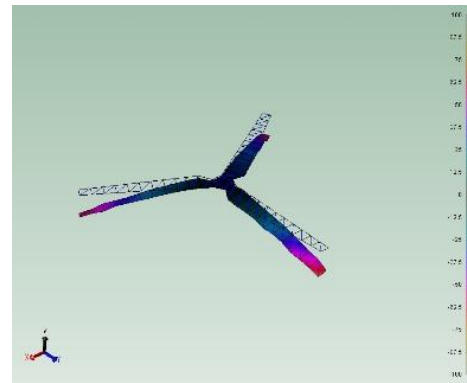
在役风力机叶片损伤检测与识别系统



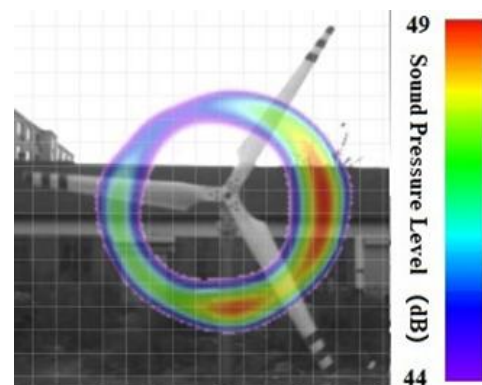
四、主要进展和创新成果

5. 覆冰叶片结构动力学和气动声学特性研究

内蒙古冬春季节气温极低，雨雪天气易造成风力机叶片覆冰。针对覆冰对风力发电生产造成损耗的问题，开展了覆冰后风电机组叶片结构动力学研究和空气动力学研究，揭示了覆冰对其结构动力学参数的影响规律、风力机主要噪声源演变规律及其稳定特征的影响机制，进而为研制基于噪声监测的覆冰监测系统提供理论和技术支撑。



覆冰叶片的结构动力学测试试验现场及测试结果



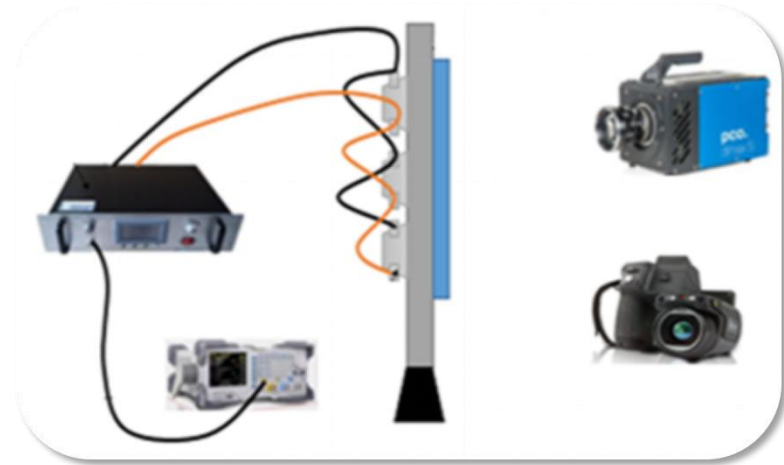
覆冰叶片的气动声学测试试验现场及测试结果



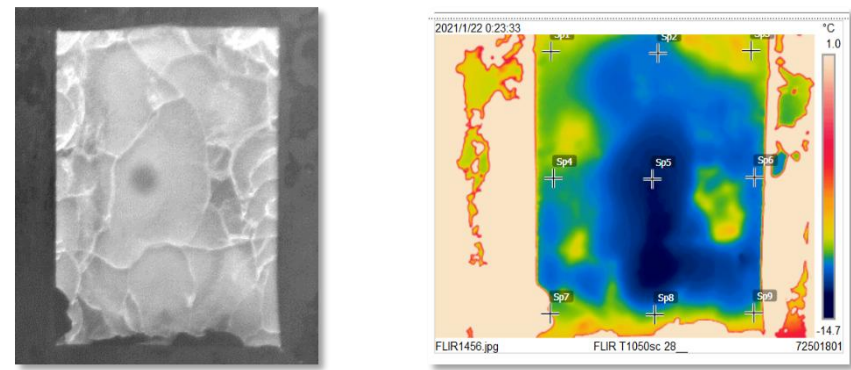
四、主要进展和创新成果

6. 风力机叶片超声除冰技术研究

针对覆冰叶片，通过数字仿真技术，研究其在不同基板厚度、不同覆冰厚度、不同换能器个数下超声频率和复合材料-冰层系统不同平面内剪切应力间的相互关系，获取在不同覆冰状态下较优的碎冰除冰频率。集成超声波激振除冰系统，对基板进行了除冰效果试验，为后续研制超声除冰装置提供数据和技术支撑。



超声除冰系统



高速摄影仪与热像仪监测下的除冰效果



内蒙古农业大学
INNER MONGOLIA AGRICULTURAL UNIVERSITY

五、获得奖励及知识产权情况

主参编教材**5部**，
获批国家及省部级项目**30余项**，在国内外学术期刊发表论文**100余篇**，其中SCI、EI收录**20余篇**，获批专利及登记软件著作权**10项**。
研究成果获得内蒙古自治区科技进步奖一等奖**1项**，中国专利成就展最佳项目奖**1项**。





内蒙古农业大学
INNER MONGOLIA AGRICULTURAL UNIVERSITY

六、团队展望

团队坚持“严谨求实、勇于创新”的科研精神，围绕国家和自治区重大需求，深入开展风电机组性能优化、风力机关键部件智能监测与运维研究，以产学研联合的方式，加大新技术的推广应用，提升科研成果的转化效率，为内蒙古自治区乃至全国的风电产业持续健康发展作出更大的贡献。

