**申报2022年度陕西高等学校科学技术研究**

**优秀成果奖情况公示**

**项目名称**：风力发电系统能效提升及故障穿越保护关键技术研究与应用

**完成单位：**宝鸡文理学院，中海油新能源琦泉平阴风电有限公司，陕西省地方电力（集团）有限公司宝鸡供电分公司，陕西师范大学

**完成人：**张文娟，马浩淼，张国慨，蒙小胖，张飞鸽，李雁兵，王鑫，胡静波，韩芝侠，李萌

**项目简介：**“碳达峰，碳中和”推进了能源绿色低碳转型。我国风力资源丰富，统计表明，陆上离地10m高度风能资源总储量约43.5亿kW，居世界第 1位。风力发电作为最具有商业化发展潜力的新能源之一，就目前运行现状来看，普遍存在两个问题：其一，风力发电机风能转化效率不高，尤其是限负荷低风速时的风能利用率较低。其二，近年来，多地风电机组因电网故障导致电压跌落，引起故障穿越保护不利致使大规模风电机组脱网事故发生，造成大量发电系统电能损失，严重影响了主网电压和频率的稳定。同时，电网故障的强冲击极易使风电系统传动机构的齿轮箱发生故障，如何采取有效保护，提升故障穿越期间机组的整体安全性能是风电系统可持续健康发展的关键。

项目组在国家自然科学基金委项目、陕西省科技计划工业攻关项目、西安市科技局技术转移促进工程项目等资助下，历时9年时间，开展“风力发电系统能效提升及故障穿越保护关键技术”研究与应用。重点解决了风力发电机在低风速轻载时的发电效率提升问题与双馈型风电机组的电网故障穿越保护关键技术。通过对发电机损耗模型的建立、双馈变流器控制策略优化、双馈风电机组故障穿越时能量流动关系分析、故障期间风电齿轮箱故障引起的系统失稳形式及失稳发生区间分析，创建了具有风力发电系统效能提升、故障穿越保护、风电齿轮箱故障预测等风电系统普遍适应的系统整体集成优化理论与方法。

项目关键科技成果通过与中核集团下属的中海油新能源琦泉平阴风电有限公司、中核甘肃风力发电有限公司以及陕西省地方电力（集团）有限公司宝鸡供电分公司合作，成功实现了产学研用相结合。风电场实际发电参数表明，风速在3m/s-6m/s的低、中风速范围内，单台风电机组的能效大约提升1%。故障穿越保护装置的使用极大减少了发电系统因脱网、主网电压、频率不稳定造成的电力经济损失，设备经济损失，提高了主网的供电质量和经济效益，对推动风电系统快速、可持续、健康发展具有重要的现实意义。

**主要知识产权目录**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **专利名称** | **专利**  **类别** | **专利号** | **发明人** | **专利**  **权人** | **有效状态** |
| 1 | 电压不对称跌落下双馈风力发电机多目标优化控制方法 | 发明专利 | ZL 201610312708.X | 张文娟，马号淼，吴宏岐，杨丽霞 | 宝鸡文  理学院 | 有效 |
| 2 | 基于功率优化的双馈风电转子串电阻低电压穿越控制方法 | 发明专利 | ZL 2017 11135475.1 | 张文娟，吴宏岐，韩芝侠 | 宝鸡文  理学院 | 有效 |
| 3 | 基于改进天牛须搜索算法的最大功率点跟踪的方法 | 发明专利 | ZL201910874228.6 | 马浩淼; 王苇 | 陕西师  范大学 | 有效 |
| 4 | 一种设备变工况运行风险评估方法 | 发明专利 | ZL 2016 1 1227357.9 | 韩芝侠; 欧卫斌; 刘涛平; 李雅莉 | 宝鸡文  理学院 | 有效 |
| 5 | 一种低压微  电网稳定柜 | 实用新型专利 | ZL CN211556605U | 胡静波; 安琦; 郭明皓; 杨雯杰 | 宝鸡文  理学院 | 有效 |

**申报本奖励相关支撑论文及专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称 | 发表  时间 | 第一作者 | 发表刊物 | 影响因子/中科院分区 | 他引  次数 |
| 1 | 基于模糊切换的DFIG转子串联双动态电阻LVRT优化控制 | 2021-07-  01 | 张文娟 | 电力自动  化设备 | EI | 0 |
| 2 | 基于转子串电阻的双馈风电低电压穿越暂态功率优化控制 | 2020-06-  28 | 张文娟 | 太阳能学报 | EI | 0 |
| 3 | 电网畸变下两相静止坐标系的改进同步信号检测法 | 2020-05-  15 | 张飞鸽 | 太阳能学报 | EI | 1 |
| 4 | Multi‐Objective Fuzzy Optimization Control Strategy of Rotor Converter for Doubly‐Fed Induction Generators under Grid Voltage Unbalance | 2018-11-  10 | Wenjuan Zhang | IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering | SCI | 0 |
| 5 | Miniaturized Microstrip Lowpass Filter with Compact Size for Harmonic Suppression | 2018-08-01 | Chen Guan-Na | Progress In Electromagnetics Research Letters | EI | 1 |
| 6 | 磁链微分反馈的双馈风力发电机无速度传感器控制 | 2017-10-  13 | 张文娟 | 电机与控制学报 | EI | 0 |
| 7 | Impact of Crowbar Resistances on Low Voltage Ride Through of Doubly Fed Induction Wind Turbine Generation System | 2017-12-01 | Wenjuan Zhang | Chemical Engineering Transactions | EI | 0 |
| 8 | Multi-objective Fuzzy-optimization of Crowbar Resistances for the Low-Voltage Ride-through of Doubly Fed Induction Wind Turbine Generation Systems | 2015-08-15 | Wenjuan Zhang | Journal of Power Electronics | SCI | 13 |
| 9 | 基于转子串联电阻的双馈风力发电机低电压穿越 | 2015-12-25 | 张文娟 | 电力自动化设备 | EI | 24 |
| 10 | Rotor Current Analysis on Transient Performance of Low Voltage Ride | 2014-07-01 | Wenjuan Zhang | Advanced Materials Research | EI | 0 |
| 11 | 引入比例-谐振控制器的双馈风电机组空载并网控制 | 2011-09-25 | 张文娟 | 电力系统自动化 | EI | 21 |
| 12 | 考虑主、漏磁路饱和的双馈风电低电压穿越动态性能分析 | 2013-03-15 | 张文娟 | 电网技术 | EI | 9 |
| 13 | Stability research of multistage gear transmission system with crack fault | 2018-07-23 | Xin Wang | Journal of Sound and Vibration | SCI | 12 |
| 14 | A Study on Coupling Faults’ Characteristics of Fixed-Axis Gear Crack and Planetary Gear Wear | 2018-05-08 | Xin Wang | shock and vibration | SCI | 3 |
| 15 | Study on failure characteristics of gear transmission system with crack fault | 2018-08-  01 | Xin Wang | U.P.B. Sci. Bull., Series D | EI | 1 |