

2026 年度陕西高等学校科学技术研究

优秀成果公示信息

一、成果名称：电子器件故障诊断与可靠性保障

二、主要完成单位：西北工业大学、工业和信息化部电子第五研究所、东北大学

三、主要完成人：黄湛钧、邵伟恒、张安、王占山、黄权

四、成果简介：

在航空领域，随着多电/全电飞机技术演进，电子器件已深度嵌入电源、飞控等关键任务系统，其可靠性直接决定飞行安全与任务执行能力。然而，复杂运行环境导致电子器件故障频发——据统计，

航空航天电力电子元件故障占有所有部件故障近 50%，且呈现“强干扰、多样型、难诊断”的外场特征。因此，复杂环境中电子器件故障诊断与可靠性保障已成为航空重大装备全寿命周期安全运行的关键，对提升我国高端装备核心竞争力、服务国家重大战略具有重要支撑意义。

完成人针对研究中高性能多场混叠探测难、复杂环境故障特征耦合影响机理不清、缺乏诊断触发机制等核心挑战，在多个国家自然科学基金与重大型号类等项目的支持下取得了一定成果：

(1) 首次提出了非对称电磁近场解耦探测理论，揭示了非对称双端口及多端口探测系统多分量电场和磁场信号交叉混叠探测机理，给出了双端口非对称校准理论与高性能探头设计相结合的探测系统性能提升方法，为电子器件复杂多场环境中安全诊断关键信息获取提供了理论支持。

(2) 提出了以周期性持续低趋势变化为核心的故障表征新体系，突破了关键电子器件晶体管故障表征以“不对称特性”为核心的传统学术共识，揭示了复杂工况与干扰对其故障特征的耦合影响机理，提升了科研院所型号性能测试分析与诊断能力。

(3) 提出了基于低频数据的诊断主动触发机制，揭示了晶体管主故障特征的分布规律，诊断计算量降低 2~4 个量级，实现了诊断精度、计算量、成本的协同优化，突破了无法长期在线监测诊断的

工程应用限制。

(4) 提出了基于特征耦合影响机理与诊断触发机制指导的综合一体化诊断设计/建模新方法，解决了诊断设计在大系统和复杂场景中存在功能逻辑冲突的问题，提高了复杂场景下多指标约束的综合性诊断性能，支撑了 AG600 飞机等国家重点型号的研制

成果应用于 10 余个院所与多个型号，有力支撑了 AG600 等国家重大航空装备的研制。发展的表征新体系提升了多家单位型号组件/系统的性能测试分析与诊断能力，满足了复杂工况/干扰情况下，耦合特征信号中故障表征的准确与稳定性要求。提出的一体化建模方法应用解决了 AG600 重点型号研制中故障告警等系统功能逻辑冲突的难题，优化的功能模型有力地支撑了 AG600 国家重大航空装备的研制。基于提出的特征机理与诊断理论，研发了 3 套设备与 5 套软件系统，解决了多个型号关键部件/系统的检测、监测与故障排查难题，突破了型号飞机电力电子器件/电缆的传统检测方式，保障了国家诸多型号的安全可靠性。

研究成果被超过 30 个国家的 300 多个高校院所以及 20 余位院士、50 位余 IEEE/IET Fellow 广泛引用与持续正面引评，包括：电气领域全球最高荣誉—IEEE Edison Medal 获得者、IEEE 电力电子学

会前主席 Frede Blaabjerg 院士，欧洲科学院/挪威科学院/挪威工程院 3 院院士张彦教授，IEEE 可靠性协会终身成就奖得主 Michael Pecht 院士等信息、电力领域专家；以及美国 IDT 公司（全球半导体行业领军者），中电普瑞电力工程有限公司（全球最大直流输电装备生产基地），各地国家电网等国内外知名机构。他们评价成果是：“最先进模型”、“具有启发性的”、“更具实用性”、“简单、稳定的”、“OSF 的典型模型”、“具有良好的分类性能”、“最优的参数”、“易于实现”、“值得注意的”、“只有”、“能够方便、低成本地实现故障诊断”、“均具有优势”等。核心观点、结论与方法得到多位学者的多次大篇幅深度引评与长期采用。

五、主要知识产权（标准、规范）目录

序号	知识产权类别	知识产权名称	国家（地区）	授权号（批准号）	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	器件失效定位分析方法	中国	ZL202010983672.4	2024.06.18	7115808	工业和信息化部电子第五研究所	邵伟恒；黄权；方文啸；王磊；黄云；路国光
2	发明专利	近场探头的校准方法、装置、系统、设备及存储介质	中国	ZL202111083991.0	2024.06.18	7107042	工业和信息化部电子第五研究所	邵伟恒；黄权；方文啸；王磊；黄云；路国光；易志强

承诺：上述知识产权未曾在已获或正在申报国家级、省（部）级和厅局（地市）级奖励项目中作为支撑材料出现。用于推荐陕西高校科学技术研究优秀成果的情况，已征得未列入成果主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意。

六、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	发表时间	年卷页码 (xx年 xx卷xx 页)	作者	通讯作者 (含共同 作者)	第一作者(含 共同作者)	国内 作者 (中文名)	他引 总次数	检索 数据库	参与人(成 果完成人)	知识产权 是否归 国内所有
1	A Multiswitch Open-Circuit Fault Diagnosis of Microgrid Inverter Based on Slidable Triangularization Processing	IEEE Transactions on Power Electronics	2021.1	2021年36卷1期 922-930页	Huang, Zhanjun; Wang, Zhanshan	Wang, Zhanshan	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王占山	10	Web of Science	黄湛钧, 王占山	是
2	Complementary Virtual Mirror Fault Diagnosis Method for Microgrid Inverter	IEEE Transactions on Industrial Informatics	2021.11	2021年17卷11期 7279-7290卷	Huang, Zhanjun; Wang, Zhanshan; Song, Chonghui	Wang, Zhanshan	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王占山, 宋崇辉	10	Web of Science	黄湛钧, 王占山	是
3	A Fault Diagnosis Algorithms for Microgrid Three-phase Inverter Based on Trend Relationship of Adjacent Fold Lines	IEEE Transactions on Industrial Informatics	2020.1	2020年16卷1期 267-276卷	Huang, Zhanjun; Wang, Zhanshan	Wang, Zhanshan	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王占山	21	Web of Science	黄湛钧, 王占山	是
4	Multi-Switches Fault Diagnosis Based on Small Low Frequency Data for Voltage Source Inverters of PMSM Drives	IEEE Transactions on Power Electronics	2019.7	2019年34卷7期 6845-6857卷	Huang, Zhanjun; Wang, Zhanshan; Yao, Xianshuang; Zhang, Huaguang	Wang, Zhanshan	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王占山, 姚显双, 张化光	39	Web of Science	黄湛钧, 王占山	是
5	A Practical Fault Diagnosis	IEEE	2019.7	2019年15	Huang, Zhanjun; Wang,	Wang,	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王	11	Web of	黄湛钧, 王占	是

	Algorithm Based on Aperiodic Corrected-Second Low Frequency Processing for Microgrid Inverter	Transactions on Industrial Informatics		卷7期 3889-3898 卷	Zhanshan;Liu, Lei	Zhanshan		占山, 刘磊		Scien ce	山	
6	Multilevel Feature Moving Average Ratio Method for Fault Diagnosis of the Microgrid Inverter Switch	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica	2017.4	2017年4 卷2期 177-185页	Huang, Zhanjun;Wang, Zhanshan;Zhang, Huaguang	Wang, Zhanshan	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 王占山, 张化光	29	Web of Scien ce	黄湛钧, 王占山	是
7	TSSA-Based Multifault Diagnosis Algorithm for Microgrid Inverter	IEEE Transactions on Industrial Informatics	2024.11	2025年21 卷2期 1518-1527 页	Huang, Zhanjun;Zhang, An;Shao, Weiheng;Hu, Kang;Xie, Jun	Shao, Weiheng	Huang, Zhanjun	黄湛钧, 张安, 邵伟恒, 胡康, 解俊	1	Web of Scien ce	黄湛钧, 张安, 邵伟恒	是
8	An Advanced Forward Asymmetric Correction Method for an Electromagnetic Near-Field Probing System	IEEE Transactions on Antennas and Propagation	2024.2	2024年72 卷2期 1661-1672 页	Shao, Weiheng;Xue, Shan;Tian, Xinxin;He, Liuxing;Wang, Hongyue;Zhou, Yangyang;Zhou, Changjian;Chen, Yiqiang	Shao, Weiheng	Shao, Weiheng	邵伟恒, 薛姗, 田欣欣, 何柳兴, 王宏跃, 周杨阳, 周长见, 陈义强	6	Web of Scien ce	邵伟恒	是

承诺: 该表所列论文专著的知识产权归国内所有且无争议, 未曾在已获或正在申报国家级、省(部)级和厅局(地市)级奖励项目中作为支撑材料出现。用于推荐陕西高校科学技术研究优秀成果的情况, 已征得未列入成果主要完成人和主要完成单位的作者的同意, 其中, 未列入成果主要完成人的第一作者、通讯作者(含共同第一作者、共同通讯作者)已出具知情同意书面签字意见。因未如实告知上述情况而引起争议, 且不能提供相应存档备查的证件, 本人愿意承担相应责任, 并接受处理。

七、完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作关系人及排名	合作时间	合作成果
1	论文	黄湛钧 1/邵伟恒 2/张安 3	2020 年 5 月-2024 年 11 月	TSSA-Based Multifault Diagnosis Algorithm for Microgrid Inverter
2	专利	邵伟恒 2/黄权 5	2018 年 3 月-2024 年 6 月	器件失效定位分析方法
3	专利	邵伟恒 2/黄权 5	2018 年 3 月-2024 年 6 月	近场探头的校准方法、装置、系统、设备及存储介质
4	项目	黄湛钧 1/张安 3	2021 年 12 月-2024 年 1 月	AG600 飞机航电系统显示控制告警逻辑设计技术
5	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2017 年 6 月-2021 年 1 月	A Multiswitch Open-Circuit Fault Diagnosis of Microgrid Inverter Based on Slidable Triangularization Processing
6	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2017 年 8 月-2021 年 11 月	Complementary Virtual Mirror Fault Diagnosis Method for Microgrid Inverter
7	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2016 年 3 月-2020 年 1 月	A Fault Diagnosis Algorithms for Microgrid Three-phase Inverter Based on Trend Relationship of Adjacent Fold Lines

8	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2015 年 2 月-2019 年 7 月	Multi-Switches Fault Diagnosis Based on Small Low Frequency Data for Voltage Source Inverters of PMSM Drives
9	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2015 年 2 月-2019 年 7 月	A Practical Fault Diagnosis Algorithm Based on Aperiodic Corrected-Second Low Frequency Processing for Microgrid Inverter
10	论文	黄湛钧 1/王占山 4	2012 年 2 月-2017 年 4 月	Multilevel Feature Moving Average Ratio Method for Fault Diagnosis of the Microgrid Inverter Switch

承诺： 本人作为第一完成人，对本成果完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。