

A portrait of a woman with dark hair and glasses, wearing a light-colored polka-dot top and a watch. She is standing outdoors on a red path with green grass and trees in the background.

王少萍

机电系统与飞行控制技术专家

■ 王少萍 Wang Shaoping

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院副院长

Vice dean of College of Automation Science and Electrical Engineering, Beihang University

☞：您研究了集天地部署、智能故障推理和自主后勤保障于一体的航空机电系统高可靠服役理论体系，请介绍一下其突出创新点或优势。

王少萍：飞机的安全性和可靠性关乎乘客的生命和我军的作战能力。飞机能否长时间高效服役不仅与其高可靠性长寿命设计有关，而且与其服役期间的高效综合保障有关。为了飞机的高可靠、高安全并充分使用机载设备，国家新一代大型飞机、先进战机和直升机均要求装备故障预测与健康管理系统。北航机电系统健康服役与可靠性研究团队始终围绕飞机机电系统故障模式影响、故障诊断、故障预测和维修保障开展研究，目前完成了3方面的研究工作。

(1)揭示了飞机机电系统关键故障失效机理，优化配置了增强传感器网络。为获得准确机载机电系统关键设备故障规律，提出了动态油膜混合摩擦磨损失效理论，将基于雷诺方程的动态油膜理论与转子动力学及摩擦磨损理论结合，得到准确的动态油膜失效规律，为构建飞机机电液动力系统失效理论奠定了理论基础。

(2)发明了温升层递阶交叉增强的故障诊断算法。团队经过20余年的飞机机电系统故障诊断理论和试验研究，提出一种分层递阶交叉增强的故障诊断算法，从分系统级、关联系统级和飞机级3层进行交叉校核，确保故障定位精度高，无虚警。发明了分层聚类倍频相对能量和智能故障诊断算法，可有效利用多种传感器融合实现故障的准确定位，使多故障定位率达98%以上，降低了虚警率。

(3)综合外场飞行数据和内厂试验数据构建了实时数据更新的故障预测理论。针对飞机机载系统内厂试验数据有限的问题，用建立的失效物理性能退化模型描述内厂机电系统的性能退化，发明了等维新息更新的故障预测模型将外场飞行数据

进行数据融合，大幅度提高了中长期剩余寿命预测精度。

按照飞机管理计算机的构型要求，研制出国内首个机载机电系统故障预测与健康管理系统。建立了天地部署、智能故障推理和自主后勤保障的航空机电系统高可靠服役理论体系，解决了制约新一代飞机机电系统寿命和可靠性的瓶颈问题，为我国大飞机机电系统研制奠定了理论基础，提供了技术手段。

☞：您带领的团队解决了制约大型飞机机电系统寿命和可靠性的瓶颈问题，该技术在型号应用方面取得了哪些进展？

王少萍：国内飞机机电系统加速寿命试验载荷谱设计方法属空白，亟需突破机载机电系统寿命评估技术。团队经过近30年研究，提出可靠性试验与寿命试验综合验证思想，给出了基于飞行剖面的谱块分级和等效损伤综合的加速寿命试验载荷谱设计方法，确立了变载荷多应力综合的加速寿命试验载荷谱设计理论，建立了基于非线性累积损伤的混合威布尔分布加速寿命试验模型，提出衍生样本和复用样本结合的小样本参数估计方法，大大减少试验时间和样本，为机电产品可靠性和寿命综合应力试验验证提供了可操作指南。此研究成果已成功用于多个飞行器型号机电产品寿命与可靠性评价中。

☞：高压、大功率带来的系统振动、温升、疲劳等问题日益突出，故障率也随之提高，这对飞机液压系统设计提出挑战，您认为该如何解决？

王少萍：团队经过多年研究，发现了高压、大功率液压系统温升和流

固耦合振动本质，建立了极大值热网络模型，优化出与发动机匹配的智能变压力高效调控策略。揭示了飞行器液压系统智能压力调节切换逻辑和重构规律以及飞行器液压系统空间结构模态、流体传输管路和泵源流量脉动间的耦合振动产生机理；发明了具有最佳减振效果的可变节流阀配流盘结构，优化设计了柔性卡箍结构配置，实现了液压能源系统的结构柔性优化设计，使压力脉动达到国际先进水平。

王少萍：教授、博导，中国青年科技奖获得者、首批教育部新世纪优秀人才、北京市“三八”红旗奖章获得者、北京市中帼创新之星和北京市优秀青年骨干教师。

近年来，致力于机电控制、故障诊断、健康管理、可靠性与加速寿命试验的基础和应用研究，探索机电系统和飞行控制系统的高可靠性服役理论、基于性能退化的动态可靠性理论和综合应力加速寿命试验理论及关键技术研究。发表专著4本、译著1本，Springer著作1本，发表学术论文270余篇，SCI检索40余篇，EI检索190余篇。获得国家发明二等奖1项、国家科技进步二等奖1项、省部级科技进步奖15项、北京市教学成果奖2项，获得授权专利20余项、受理25项、软件著作权10余项。



☞：2015年您入选“感动十年，温暖北航”——

第五届“感动北航”人物，多年来您对学生的期许是什么？

王少萍：我认为社会担当和责任感最重要，因此我在给学生讲授知识的基础上着重培养他们的责任心、创新思维和协作精神，借助于“冯如杯”、“数学建模比赛”、“机器人比赛”等项目教育学生树立独立思考、自强不息、有始有终、永不言败的执着精神。我希望自己和我的学生都能成为对社会有用的人。

(采访 早春 责编 谷雨)