

# 陕西省自然科学奖公示信息

(2025年度)

## 一、项目基本情况

项目名称	复杂装备运行异常智能识别与早期故障准确溯源机理及方法
主要完成人	陈景龙、訾艳阳、贺王鹏、万志国
主要完成单位	西安交通大学

## 二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖及以上
<p>提名意见：</p> <p>该项目面向复杂装备安全可靠运行的迫切需求，针对强背景噪声干扰下装备运行状态智能识别与关键部件早期故障诊断难题开展了系统深入的理论与方法研究。建立了隐式潜在优化的多尺度特征提取与分布对齐机制，解决了变工况运行下复杂装备监测数据特征分布差异问题；提出了物理信息表征嵌入的健康状态指标构建方法，实现了复杂装备系统高精度异常识别；揭示了时频自适应优化表达的故障特征解耦分离原理，实现了多部件耦合装备故障准确诊断。5 篇代表作总应用 717 次，被来自美国、德国、加拿大、中国等多国家国内外专家学评价和引用；研究成果受到国家院士、IEEE Fellow 等研究人员正面评价和跟踪研究，产生了广泛的国际学术影响。该项目研究成果形成了复杂装备关键部件早期故障诊断理论与方法，科学发现点具有原创性，整体处于国际领先水平；基于船载天线、高精度工业母机等工程应用实例证明了成果的先进性与有效性，为提高复杂装备的任务执行能力起到了重要作用，具有重要的理论价值和社会经济意义。</p> <p>提名该项目为陕西省自然科学奖一等奖。</p> <p>说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。</p>			

## 二、提名意见（适用于专家提名）

姓 名			
专家类型	<input type="checkbox"/> 国家最高科学技术奖获得者 <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 <input type="checkbox"/> 国家科学技术奖获奖项目第一完成人（需注明获奖等次） <input type="checkbox"/> 省最高科学技术奖获奖人（或 xxxx 年省科学技术最高成就奖、xxxx 年基础研究重大贡献奖获奖人） <input type="checkbox"/> Xxxx 年省科学技术奖第一完成人（需注明获奖等次）	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖及以上
责任专家	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
提名意见：			
说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。			

### 三、项目简介

#### 项目背景及主要发现点：

该项目属于机械状态监测与故障诊断领域，为保障复杂重大装备的安全可靠运行提供基础理论与方法支撑。

机械系统动态监测、诊断与维护是复杂装备安全可靠运行的重要保障。然而，复杂结构与极端工作环境使得装备监测诊断面临重大挑战：1) 在数据特征提取方面，时变系统大量监测数据面临特征提取难、变工况运行下特征分布差异的重要挑战；2) 在装备异常识别方面，复杂装备面临异常识别决策效果不佳的技术瓶颈；3) 在故障诊断方面，强背景噪声干扰下使得故障准确诊断面临降噪效果不佳、调制解耦难的难题。因此，如何准确及时识别装备运行状态并诊断关键部件早期故障，对保障重大装备安全运行及任务顺利执行意义重大。

本项目瞄准复杂装备运行异常识别与早期故障准确溯源这一迫切工程需求，针对变工况运行装备监测数据高效特征提取机制、复杂装备系统高精度异常识别、多部件耦合装备故障准确诊断三个关键科学问题，对相关关键技术基本理论和工程应用开展了系统深入地研究。主要发现点如下：

发现点 1：建立了隐式潜在优化的多尺度特征提取与分布对齐机制，解决了变工况运行下复杂装备监测数据特征分布差异问题。

发现点 2：提出了物理信息表征嵌入的健康状态指标构建方法，实现了复杂装备系统高精度异常识别。

发现点 3：揭示了时频自适应优化表达的故障特征解耦分离原理，实现了多部件耦合装备故障准确诊断。

#### 综合评价：

该项目已完成国家自然科学基金、国家重点研发计划课题等国家级项目 13 项，省部级及航天六院 11 所合作课题 21 项；5 篇代表作总应用 717 次。

研究成果获“陕西高校科技奖励一等奖”两项(其他附件)。第一完成人获 Elsevier“中国高被引学者”、斯坦福大学“全球前 2% 顶尖科学家”等荣誉奖励；第二完成人担中国通用机械工业协会振噪检测与故障诊断专业委员会副主任委；第三完成人获斯坦福大学“全球前 2% 顶尖科学家”、上银优秀机械博士论文-优秀奖等最佳论文奖荣誉(其他附件)。

#### 工程应用：

相关研究成果已实际应用于重大装备安全可靠运行与国民经济领域装备低成本运营维护中。

1) 相关研究成果成功应用于天线故障诊断任务中，成功诊断出卫通天线传动系统轴承保持架断裂、减速器太阳轮齿面早期点蚀故障等运行故障，早期故障预警准确率平均提升 15%，被中电 54 所评价为：“保证了船载天线的连续可靠运行。

2) 成果实际应用于高精度工业母机加工运行过程，提高了高精度齿轮加工可靠

性，零件不合格率降低了 8%，减少了零件离线检测的时间，被应用单位评价为：“s 实现了产线高精度齿轮加工智能运维”。

该项目研究成果形成了复杂装备运行异常识别与故障诊断理论与方，科学发现点具有原创性，整体处于国际领先水平。基于船载天线、高精度工业母机等复杂装备的工程实例证明了相关理论与方法的先进性与有效性，为提高复杂装备的运行安全保障能力起到了重要作用，具有重要的科学价值和社会经济意义。

## 四、客观评价

5 篇代表作总应用 717 次，被来自美国、德国、加拿大、中国等多国家国内外专家学评价和引用；研究成果受到国家院士、IEEE Fellow 等研究人员正面评价和跟踪研究，产生了广泛的国际学术影响。

1. ISEAM Fellow、加拿大多伦多大学 Viliam Makis 教授评述指出：研究方法在机械故障诊断领域得到了应用以及广泛的认可和认可。

2. 国家杰青、973 项目首席科学家、中国振动工程学会故障诊断分会副理事长、西安交通大学陈雪峰教授评述指出：现了风电装备电机轴承故障特征的提取。

3. 卡内基梅隆大学计算机科学学院 Alexander G. Hauptmann 教授评述指出：成功实现了复杂装备故障智能检测。

4. 《Journal of Intelligent Manufacturing》期刊主编、美国爱荷华大学 Andrew Kusiak 教授评述指出：可以将信号自适应分解为不同模态；应用于风力发电机轴承故障诊。

5. 中国电子教育学会副理事长、IAS09/ISDA08 等国际会议联合主席或程序委员会主席、西安电子科技大学郭宝龙教授评述指出：该算法可以在强噪声干扰下有效提取微弱故障特征。

7.交通部中青年科技领军人才、湖南省科技领军人才、教育部新世纪优秀人才、长沙理工大学王磊教授评述指出：提出方法可以生成具有区分故障特征的最佳小波尺度，能从非平稳信号中捕获故障信息。

**五、代表性论文专著目录**  
(不超过 8 条, 其中代表性论文不超过 5 篇, 代表性专著不超过 3 部)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷 页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表 时间	通讯 作者	第一 作者	国内 作者	他 引 总 次 数	检 索 数 据 库	知识 产权 是否 归国 内所 有
1	Generator bearing fault diagnosis for wind turbine via empirical wavelet transform using measured vibration signals	Renewable Energy	Jinglong Chen, Jun Pan, Zipeng Li, Yanyang Zi, Xuefeng Chen	2016, 89, pp. 80-92	2016 年 04 月 01 日	Yanyang Zi	Jinglong Chen	陈景龙, 潘骏, 李紫鹏, 訾艳阳, 陈雪峰	173	WOS 核心合集	是
2	Independence-oriented VMD to identify fault feature for wheel set bearing fault diagnosis of high speed locomotive	Mechanical Systems and Signal Processing	Zipeng Li, Jinglong Chen, Yanyang Zi, Jun Pan	2017, 85, pp. 512-529	2017 年 02 月 15 日	Jinglong Chen,	Zipeng Li	李紫鹏, 陈景龙, 訾艳阳, 潘骏	149	WOS 核心合集	是

3	LiftingNet: A Novel Deep Learning Network With Layerwise Feature Learning From Noisy Mechanical Data for Fault Classification	IEEE Transactions on Industrial Electronics	Jun Pan, Yanyang Zi, Jinglong Chen, Zitong Zhou, Biao Wang	2018, 65(6), pp. 4973–4982	2018年06月01日	Yanyang Zi, Jinglong Chen	Jun Pan	潘骏, 訾艳阳, 陈景龙, 周子桐, 王彪	132	WOS 核心合集	是
4	Automatic fault feature extraction of mechanical anomaly on induction motor bearing using ensemble super-wavelet transform	Mechanical Systems and Signal Processing	Wangpeng He, Yanyang Zi, Binqiang Chen, Feng Wu, Zhengjia He	2015, 54–55, pp. 457–480	2015年03月01日	Yanyang Zi	Wangpeng He	贺王鹏, 訾艳阳, 陈彬强, 吴凤, 何正嘉	111	WOS 核心合集	是



5	时变啮合刚度 算法修正与齿 根裂纹动力学 建模	机械 工程 学报	万志国，訾 艳阳，曹宏 瑞，何正嘉， 王帅	2013， 49， pp. 153-1 60	201 3 年 06 月 05 日	訾 艳 阳	万 志 国	万 志 国， 訾 艳 阳， 曹 宏 瑞， 何 正 嘉， 王 帅	132	中 国 知 网	是
6											
7											
8											
合 计											
补充说明（视情填写）：											

## 六、主要完成人情况表

姓 名	陈景龙	排 名	1
行政职务	陕西省机械产品质量保障与诊断重点实验室副主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 揭示了隐式潜在优化的多尺度特征提取机制、，构建了无监督异常识别模型，提出了非局部均值优化信号降噪、故障特征解耦分离等方法与技术，并将研究成果应用于复杂装备早期故障诊断中：对发现点 1、2、3 做出了创造性贡献，是代表论文 1、2、3 的主要作者。			

姓 名	瞿艳阳	排 名	2
行政职务	装备运行安全保障与智能监控国家地方联合工程研究中心副主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 验证了状态识别模型对于不同复杂装备监测数据特征提取的内积原理本质，分析发现了故障特征波形局部振荡衰减规律，为复杂装备早期故障诊断奠定了理论基础：对发现点 1、2 做出了创造性贡献，是代表论文 1、3、4、5 的主要作者。			

姓 名	贺王鹏	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安电子科技大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 建立了基于信息相关性评价的故障特征优化提取准则，并将其应用于复杂装备故障准确诊断： 对发现点 3 做出了创造性贡献，是代表性论文 4 的主要作者。			

姓 名	万志国	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安石油大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 提出了齿轮时变啮合刚度高精度解析计算方法，建立了快速求解动力学模型，有效揭示了齿轮典型故障频率特征分布规律；对发现点 2 做出了创造性贡献，是代表性论文 5 的主要作者。			

## 七、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>作为本项目的组织单位和完成单位，用以支持本项目的国家重点研发计划课题、国家自然科学基金等研究课题均是依托完成西安交通大学申请承担的，在项目申请及研究过程中，西安交通大学从实验平台、数采设备等各方面给与了大力支持，保障了本项目核心理论技术攻关和技术验证实验的顺利开展实施。</p>	

## 完成人合作关系说明

本成果共有 4 个完成人，由第一完成人陈景龙所在单位西安交通大学牵头，承担参与多项国家级、省部级科技攻关项目，形成了系列研究成果并进行推广应用。第一完成人陈景龙、第二完成人訾艳阳均在西安交通大学机械学院工作，同属装备智能诊断与控制研究团队；第一完成人陈景龙博士期间就读于西安交通大学机械工程学院，在第二完成人訾艳阳指导下完成相关研究。第二完成人訾艳阳为第一完成人陈景龙、第三完成人贺王鹏、第四完成人万志国的博士研究生导师；第二完成人訾艳阳与第一完成人陈景龙完成了代表性论文；第三完成人贺王鹏与第二完成人訾艳阳共同完成了代表性论文；第四完成人万志国与第二完成人訾艳阳共同完成了代表性论文。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文	陈景龙、訾艳阳	2013 年-至今	代表性论文 1、2、3	代表性论文 1、2、3
2	论文	訾艳阳、万志国	2013 年-至今	代表性论文 5	代表性论文 5
3	论文	訾艳阳、贺王鹏	2013 年-至今	代表性论文 4	代表性论文 4
.....					
(不限 条目)					