

# 中心简介

国际机械中心（以下简称“中心”）于 2016 年成立，隶属于西安交通大学高端装备研究院，是学院在创新港研究所规划中着力建设的国际化前沿交叉研究中心。中心实行独立 PI(Principal Investigator) 制度，学术氛围自由开放，旨在聚集世界前列大学培养的一流人才，在传统优势学科的基础上，推进前沿学科交叉与融合，加强国际学术交流和国际工程项目合作，产出一流学术成果，成为机械学科创新人才高地。

## 师资队伍

中心现有教职工 21 人，其中英国皇家工程院院士 1 名，教授（博导）8 人，副教授（博导）2 人，助理教授 5 人，工程师 1 人，秘书 3 人，及在读博士和硕士研究生近百名。后续中心会持续引进世界一流大学的人才，不断发展壮大研究队伍。

团队成员	职称	职务	邮箱	备注
<a href="#">严如强</a>	教授	博士生导师	yanruqiang@xjtu.edu.cn	主任
<a href="#">孙瑜</a>	副教授	博士生导师	yu.sun@xjtu.edu.cn	支部书记
<a href="#">张留洋</a>	教授	博士生导师	liuyangzhang@xjtu.edu.cn	副主任
<a href="#">靳忠民</a>	教授	博士生导师	Zmjn@mail.xjtu.edu.cn	
<a href="#">江平宇</a>	教授	博士生导师	pjiang@mail.xjtu.edu.cn	
<a href="#">周晋</a>	教授	博士生导师	jin.zhou@xjtu.edu.cn	
<a href="#">彭军</a>	教授	博士生导师	pengjun@xjtu.edu.cn	
<a href="#">娄燕山</a>	教授	博士生导师	ys.lou@xjtu.edu.cn	
<a href="#">李培</a>	副教授	博士生导师	mepeili@xjtu.edu.cn	
<a href="#">陈帅</a>	教授	博士生导师	joshchen050130@qq.com	
<a href="#">郭威</a>	助理教授	硕士生导师	weiguo1128@xjtu.edu.cn	
<a href="#">张迪</a>	助理教授	合作导师	zhangdi0719@xjtu.edu.cn	
<a href="#">刘啸川</a>	助理教授	硕士生导师	liuxiaochuan2020@xjtu.edu.cn	
<a href="#">王亚南</a>	助理教授	硕士生导师	yananwang@xjtu.edu.cn	
<a href="#">杨茂林</a>	助理教授	合作导师	maolin@xjtu.edu.cn	
<a href="#">惠新育</a>	助理教授	合作导师	huixinyu@xjtu.edu.cn	
<a href="#">侯雨杉</a>	工程师	实验技术人员	yushanhou@xjtu.edu.cn	
<a href="#">崔珊</a>	-	行政秘书	cui.shan@163.com	
<a href="#">曲佳祎</a>	-	基地秘书	qujiayi@xjtu.edu.cn	

# 研究方向一：材料结构功能一体化

### 金属塑性成形工艺数值分析优化

**技术要求**

飞机上轻质高强材料制成零件  
机翼壁板

Tesla Model 3 底座  
钛合金 高强度钢 超高强度钢

**本构模型**

屈服  
硬化  
断裂

**有限元应用**

AZ31  
屈服强度  
抗拉强度  
伸长率

**工艺分析设计**

模具  
材料  
工艺

### 航空航天复合材料冲击动力学

航空轻量化结构设计  
复合材料制造一体化  
航天可重复大推力运载  
空天往返组合动力

高端装备及先进制造技术  
机翼功能结构一体化设计  
三维编织损伤机理研究  
极端载荷结构强度评估

复合材料成型及工艺研究  
轻量化吸能结构冲击优化  
有限元多尺度建模仿真  
结构可靠性与寿命预测

- 1. 复合材料轻量化结构冲击动力学**
  - 轻量化结构设计、抗冲击性能评估及优化、断裂力学及复合材料失效理论、多尺度有限元仿真
- 2. 功能材料结构设计制造一体化**
  - 复合材料成型、智能制造、3D打印、纤维铺放及变刚度结构、功能复合材料及储能结构、复材修复
- 3. 结构可靠性评估预测与健康检测**
  - 振动强度分析、疲劳寿命预测、可靠性评估预测、结构健康管理

### 多尺度力学分析

**非均质材料**  
轻质多孔材料  
复合材料  
3D打印结构材料  
应用需求

**力学实验表征**

**宏观本构建模**

**微观数值模拟**

**并发多尺度分析**

**微观/介观尺度模拟**  
晶体塑性  
分子动力学  
RVE

**微观组织表征**  
微观组织演化  
结构

**宏观本构模型**  
损伤/断裂力学  
DF2014 DF2012

**工艺-组织-性能**  
工艺设计优化  
逆向工程  
成形

- 微观/介观尺度模拟：分析动力学、晶体塑性
- 微观组织损伤演变：多场耦合微观组织损伤演变规律与机理
- 多能场塑性特性表征：多能场塑性本构模型、韧性断裂准则
- 工艺设计与优化

# 研究方向二：智能检测与传感

## 智能检测、传感器件与功能集成

### 太赫兹时域检测与成像

### 太赫兹频域检测与成像

### 智能传感器件设计、制造与集成

### 状态智能感算一体化

## 新形态机器人设计与智能传感

**应用场景：** 航空发动机受限空间检测   
**解决方案：** 协同粘附爬壁机器人设计   
**瓶颈难题：** 协同粘附机理研究和优化   
**研究热点：** 基于力热电转换的柔性智能传感

J. Peng, G. J. Snyder, *SCIENCE*, 386 (2019), 690-691   
 J. Peng, M. Grayson, et al., *Nature communications*, 10 (2019), 5590   
 J. Peng, S. Kang, *Science Advances* 3 (2017), eaap 6576   
 J. Peng, G. J. Snyder, *Matter*, 4 (2021), 2694

## 微纳结构设计 与 智能检测机器人

### 纳米复合材料性能设计

### 微纳传感材料-结构一体化

### 多功能机器人与智能检测

# 研究方向三：大数据诊断与深度学习

## 智能诊断与预测

诊断与预测是提高重大装备服役安全性、可靠性和维修性的必由之路，是加快装备设计、制造及测试迭代闭环的基础。

**服役装备**  
直升机  
航改燃  
需求：重大装备运维

**监测数据**  
性质：多源异构、跨尺度

**智能模型**  
时序建模：多尺度建模  
置信建模：异构图建模  
功能：特征提取与建模

**诊断&预测**  
故障诊断：LBP-Net, LDC-Net  
寿命预测

**全生命周期管理**  
直升机HUMS系统：航改燃PHM系统  
集成：健康管理  
异常检测、故障诊断、寿命预测、维修决策

## 信号处理、大数据分析和机器学习

建立数据驱动与知识驱动相融合的新型人工智能理论和方法，突破神经网络模型不可解释的瓶颈；研究知识表示与推理框架、隐式表达的知识获取、知识数据双驱动的决策推理等；探索不同场景中的应用。

### 信号处理

时频分析，强时变弱时频  
微弱信号  
幅度约20倍  
故障强时变信号  
幅度约2.2倍

$\min \left\{ \left\| y - S^{-1}(x) \right\|_2^2 + \lambda \|Wx\|_1 \right\}$

强时变信号稀疏时频增强模型

脊感知加权稀疏时频表示方法提取强时变信号特征

### 大数据分析

- 迁移学习-小样本
- 联邦学习-隐私计算
- 知识表示与挖掘
- 飞行动作识别与评估

◆ 系统不确定性表示  
◆ 隐控制轨迹挖掘

### 信号处理赋能神经网络

- 小波核神经网络
- 稀疏展开神经网络

体系完整、可解释性、噪声鲁棒、通用性强

数据驱动与知识驱动融合，探索人工智能研究新范式

## 生物医学信息处理

测量、处理、定量描述生物医学信号，揭示产生生物医学信号的信息本质；构建人体健康管理系统，快速、准确、低成本并且有意义地处理大规模生物医学数据，助力“AI+医疗”。

### 心律失常判断

- 人体监测
- ECG信号
- 生成对抗网络
- 分类网络

### 手指静脉识别

图像采集 -> 深度学习识别模型

硬件、服务器、客户端

### 医疗仪器研发

通过机械灌注来促进器官血液流动、补充物质能量

器官重要生理参数的采集检测、分析处理和过程控制

# 研究方向四：智能制造与服务系统工程

### 社群化制造新理论创新与工业互联网



**数字孪生**

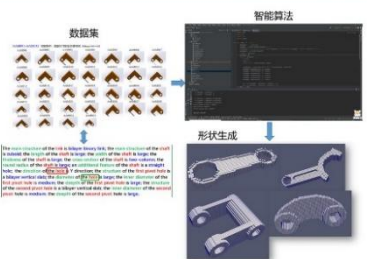
**实验平台**



光热传感器  
RFID天线  
CPS节点#2  
RFID读写器  
激光位移传感器  
温度传感器  
RFID读写器  
PLC  
加工工位1  
功率传感器  
红外温度传感器  
输入传感器

- ▶ 社群化制造新模式、资源建模/商务社交分析与社群化生产系统运行理论
- ▶ CPS/RFID/社交传感器、数字孪生、VR/AR与大数据
- ▶ 工业互联网平台、群体智能与新一代工业软件模型

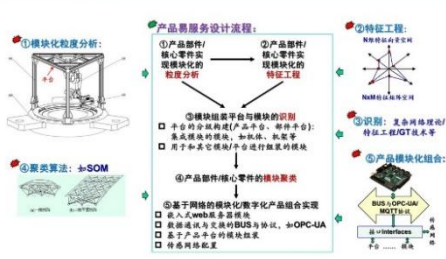
### 产品智能计算设计/工业产品服务系统



**数据集**

**智能算法**

形状生成



① 模块化程度分析

② 产品易服务设计流程


③ 特征工程

④ 聚类算法: t-SOM


⑤ 产品模块化组合

- ▶ 产品智能计算设计方法与算法
- ▶ 工业产品服务系统设计、配置与运行方法
- ▶ 产品嵌入式Web系统设计

### 智能MES系统与装备全生命周期运维



近40个WebAPP



车间制造系统的CPS、数字孪生以及数据互操作

装备云-边协同监控、全生命周期运维与VR/AR可视化

MES系统生产准备/运行/库存/维护的人工智能方法

- ▶ 车间制造系统的CPS、数字孪生以及数据互操作
- ▶ 装备云-边协同监控、全生命周期运维与VR/AR可视化
- ▶ MES系统生产准备/运行/库存/维护的人工智能方法

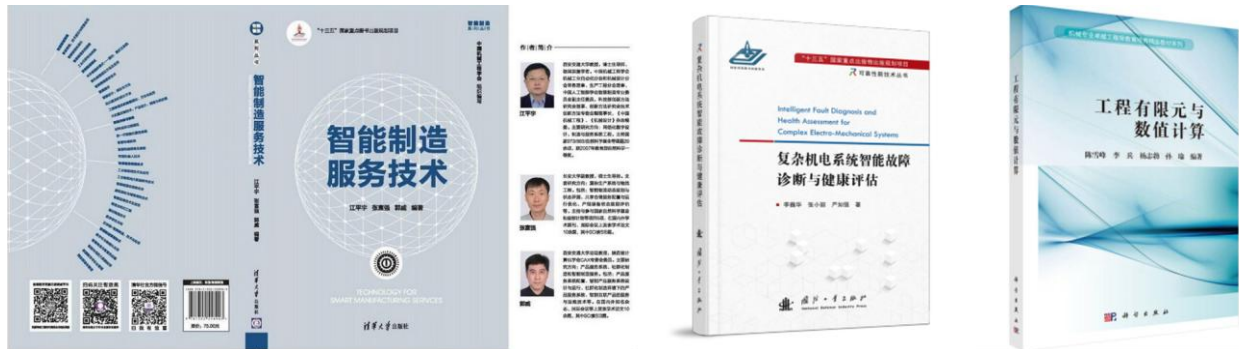
## 研究成果

近年来，中心承担了包括 1 项科技部重点研发计划、3 项国家青年人才计划、1 项国家自然科学基金重点基金项目、6 项国家自然科学基金面上项目等在内的多个国家级和省部级纵向课题，和多个横向课题研究。项目总计近 60 项，获批项目累计 5000 多万元。

项目名称	负责人	项目来源	项目经费(万元)
智能运维闭环反馈的重大装备制造服务融合技术及平台	严如强	科技部国家重点研发计划	1788
大数据慧眼诊断与智能检测装备	陈雪峰 张留洋	科技部、教育部	450
纤维超大尺寸自动化精准铺放与预浸料形性调控技术研究	周晋	科技部国家重点研发计划	400
航空发动机燃油控制系统服役安全保障方法研究	严如强	国家自然科学基金重点项目	300
复合材料结构高能大面积冲击损伤模式与失效准则研究	周晋	工信部民用飞机专项科研	200
柔性智能传感材料结构功能一体化设计	彭军	国家自然科学基金海外人才项目	200
三维编织陶瓷复合材料喷管制造工艺及性能寿命预测研究	周晋	装发装备重大基础研究项目	138
阳极炭块打磨机器人运行状态监控与智能维护关键技术	江平宇	山东云想技术有限公司	100
高强铝合金超快速热冲压成形与时效强化研究	刘啸川	广东蕾特汽车配件有限公司	100

### 典型科技项目

近 5 年,中心在 Science、Nature Communication、Advanced Material、Composite Part B Engineering、Composite Science and Technology、Mechanical Systems and Signal Processing、IEEE Transactions on Industrial Informatics、IEEE Transactions on Industrial Electronics 等期刊发表了 300 余篇论文,授权了 50 余项发明专利,取得了多项软件著作权。中心在清华大学出版社等机构出版了《智能制造服务技术》、《复杂机电系统智能故障诊断与健康评估》、《工程有限元与数值计算》等多部专著。



中心“航空发动机快变信号匹配时频及其智能诊断理论与应用”、“特征驱动的振动主动控制技术及其系列化装备”、“多创新方法融合与集成应用技术及其企业示范”等多个成果获得省部级及以上奖励。



成果名称	获奖人	奖项名称	奖项等级	获奖日期
航空发动机快变信号匹配时频及其智能诊断理论与应用	严如强	高等学校科学研究优秀成果自然科学奖	一等奖	2021年3月
特征驱动的振动主动控制技术及其系列化装备	严如强	陕西省技术发明奖	一等奖	2021年3月
多创新方法融合与集成应用技术及其企业示范	江平宇、郭威、杨茂林	陕西高等学校科学技术奖	特等奖	2021年2月
Deep Learning and its applications to machine health monitoring	严如强	中国百篇最具影响国际学术论文	/	2020年12月

中心娄燕山教授提出的屈服方程和失效准则被美国有限元软件 LS-DYNA 采用并命名 (MAT\_LOU\_YOON), 获 Zienkiewicz 奖(美国, 2019)和权威期刊 Int. J. Plasticity 青年学术奖(2020); 中心主任严如强教授为《IEEE 仪器与测量学报》期刊创刊以来首位担任主编的中国学者, 并获得 2019 IEEE 仪表与测量协会科技奖, 用于表彰其在智能传感和先进数据分析领域的突出贡献。

MAT\_LOU\_YOON Anisotropic Plasticity

辛克维奇学术奖

IEEE 仪表与测量协会科技奖

中科院top期刊JP青年学术奖

IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement

Home Popular Early Access Current Volume All Issues About Journal

5.332 Impact Factor   0.01754 Eigenfactor   0.773 Article Influence Score   5.9 CiteScore

Meet the Editor

Editor-in-Chief  
Ruqiang Yan  
School of Mechanical Engineering  
Xi'an Jiaotong University  
Xi'an, 710049, China  
Email: yanruqiang@xjtu.edu.cn

国际声誉

## 人才培养

中心已与美国、瑞士、德国、法国、新加坡、日本等国家的高校和科研机构开展了多方面的学术交流与合作, 具体包括美国哈佛医学院、美国凯斯西储大学、美国佐治亚理工大学、瑞士苏黎世联邦理工、德国多特蒙德工业大学、法国巴黎第十一大学、法国巴黎高等师范学院、新加坡南洋理工大学、日本东京大学等。中心每位老师每年研究生招生 4 名左右, 博士生 2 名左右, 开展前沿学术研究。学生毕业后部分前往哈佛大学、苏黎世联邦理工大学等国际知名高校和研究所继续深造, 部分进入华为、阿里巴巴、科大讯飞、大疆无人机、趋势科技、迈瑞、上汽集团、中国电子科技集团, 和微软亚洲研

究院等公司和研究所从事与研究领域相关的工作。



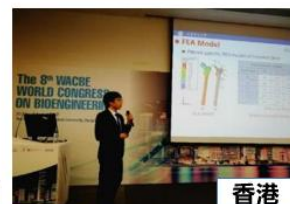
美国休斯顿



美国哈佛医学院



美国Portsmouth



香港



意大利罗马



英国米德尔萨克斯大学