

航空发动机研究所

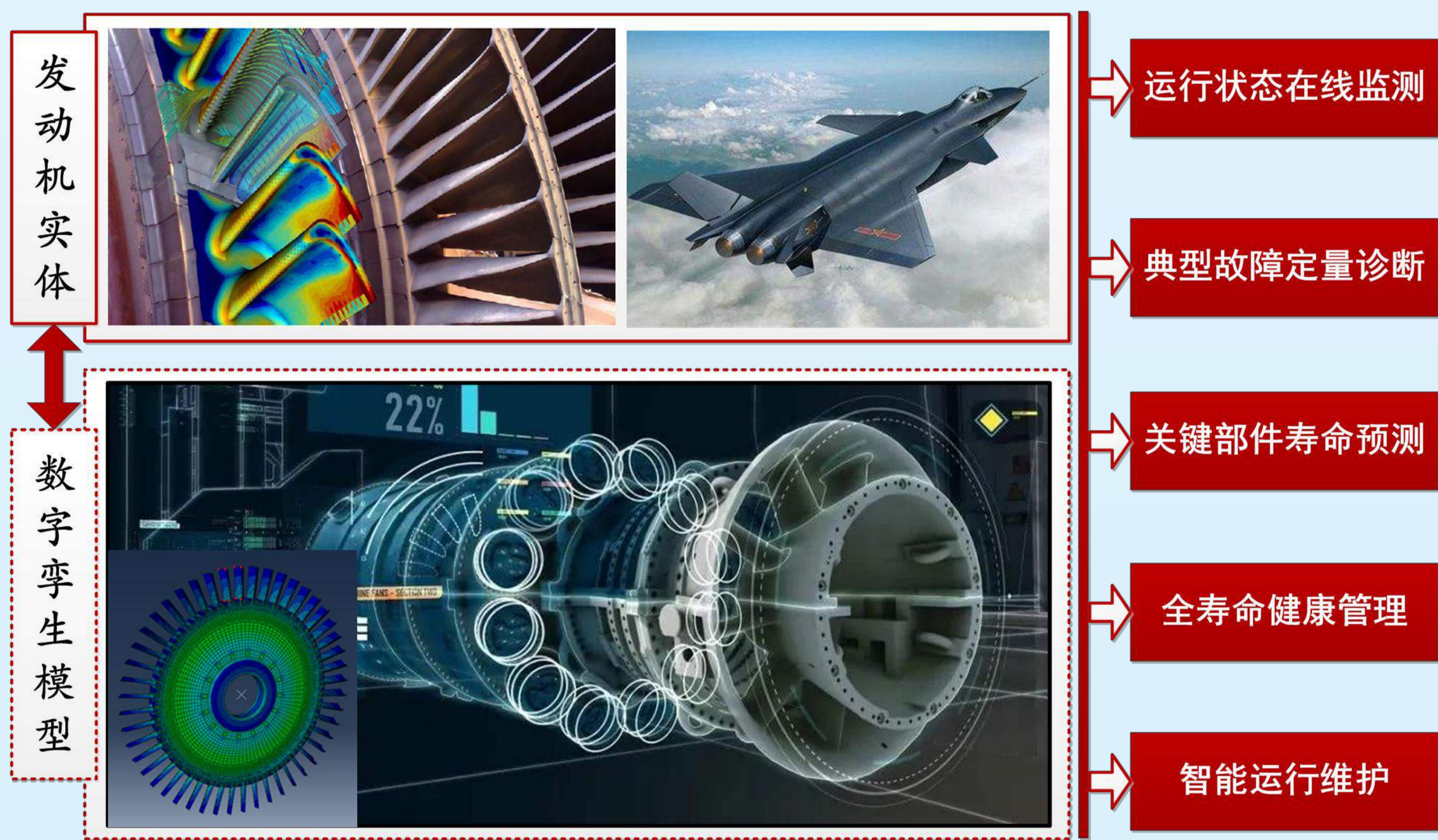
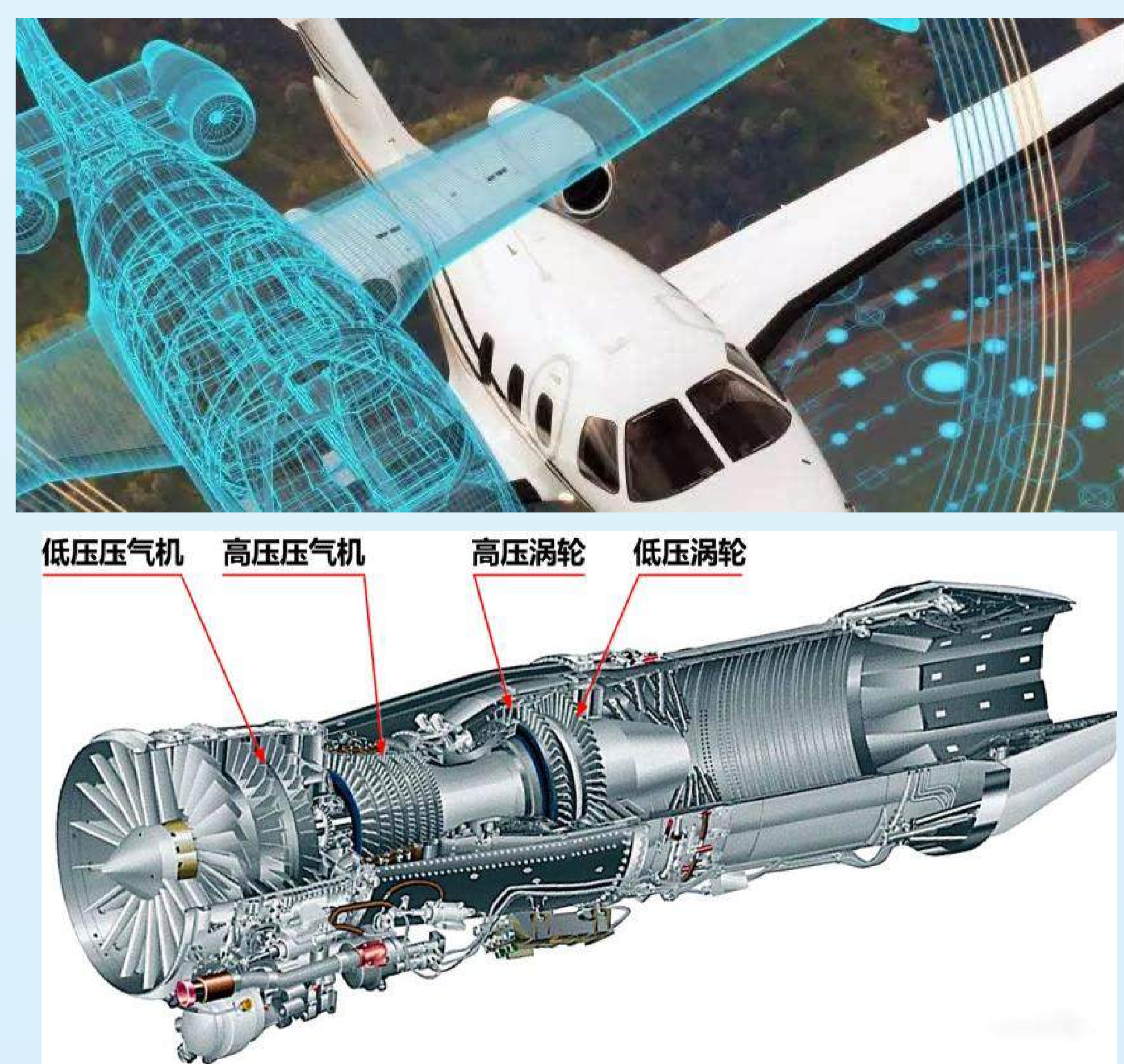
航空发动机数字孪生与智能运维

研究背景：

数字孪生(Digital Twin)是一种集成多物理、多尺度、多学科属性，具有实时同步、忠实映射、高保真度特性，能够实现物理实体与虚拟模型交互与融合的技术手段，是目前全球十大战略科技发展趋势之一，被美国空军实验室、NASA、GE、洛克希德·马丁公司等机构列为航空航天、国防等领域突破性技术，在航空发动机健康管理与运行维护领域表现出巨大的潜力和诱人的应用前景。

研究方向：

本团队面向国家重大需求，与行业龙头单位合作，聚焦于航空发动机风扇/压气机、涡轮盘、叶片、主轴承以及直升机、坦克装甲车传动系统等，研究数字孪生驱动的健康管理与智能运维新模式。研究方向包括航空发动机全寿命周期数字孪生、高速旋转叶片叶端定时监测与诊断、风扇/压气机声阵列监测、发动机核心部件故障预测与剩余寿命预测、直升机尾传动系统内源激励识别、坦克装甲车综合传动系统建模等，将改变传统的“定期检修、人工检测”维护手段，实现航空发动机核心零部件全寿命周期“预知维修”，提升我国航空发动机运行安全保障能力，培养从事该领域前沿科学研究的拔尖创新人才。



支撑项目：

| 编号 | 项目名称 | 项目支撑 | 时间 |
|----|-----------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 面向大数据的高端轴承状态监测与健康管理技术 | 国家重点研发计划 | 2020.10-2023.10 |
| 2 | 机械故障诊断与健康监测 | 国家自然科学基金优秀青年基金 | 2023.01-2025.12 |
| 3 | 数字孪生驱动的航空发动机转子叶片健康监测 | 国家自然科学基金面上项目 | 2021.01-2024.12 |
| 4 | 水下航行器振动传递机理与塑形控制 | 国家自然科学基金重点项目 | 2023.01-2025.12 |
| 5 | 直升机传动系统xx高安全技术 | 基础加强重点项目 | 2020.04-2024.04 |

团队联系人：

曹宏瑞教授 (chr@mail.xjtu.edu.cn) ; 李兵教授 (bli@xjtu.edu.cn) ;
杨志勃教授 (phdapple@mail.xjtu.edu.cn) ; 乔百杰教授 (qiao1224@xjtu.edu.cn) ;
史江海副教授 (shijiang@xjtu.edu.cn)



航空发动机研究所

抗疲劳制造与智能系统

研究背景：

在现代工业领域，航空发动机、燃气轮机以及核电基础装备等重大高端装备，长期处于极端恶劣且复杂的工况环境中持续运行，其关键装备的核心零部件，因承受高强度的交变载荷、高温高压以及强辐射等严苛条件，疲劳问题严重制约着装备的安全性、可靠性以及使用寿命。深入开展抗疲劳制造以及智能运维管理系统的相关研究工作，是提升装备整体性能、确保稳定运行、延长服役周期的迫切需求与关键途径，对于保障国家能源安全以及航空航天事业的持续进步，具有不可替代的战略意义与深远影响。

研究内容：

本方向主要围绕金属材料抗疲劳制造、制造缺陷检测及质量保障、全生命周期智能运维与健康健康管理，聚焦航空发动机、燃气轮机自主研制与核电智能运维技术自主研发，夯实技术基础，提升创新能力，开发形成抗疲劳及智能运维系统平台，提升我国高端装备设计、制造与运维管理水平，培养从事该领域前沿科学研究的高端人才。研究内容主要包括：

- ▶ 航空发动机部件飞秒激光智能制造与冲击强化、结构疲劳与断裂；
- ▶ 新一代人工智能驱动的高端装备深度感知、预测性维护与健康健康管理；
- ▶ 新一代氢涡轮发动机全温域动态性能测试、健康监/检测关键技术
- ▶ 航空发动机关键部件微小裂纹智能化无损检测、缺陷评估及寿命预测；
- ▶ 基于深度学习的金属激光增材制造声-光-热融合过程监控；
- ▶ 航空半导体器件多阶段制造过程建模、质量控制及协同优化；
- ▶ 多模态融合驱动的专用/通用智能运维及检测大模型；
- ▶ 全生命周期智能运维与健康管理服务云平台及智能产线设计



抗疲劳制造与智能系统团队-科研方向



支撑项目：

| 编号 | 项目名称 | 项目支撑 | 时间 |
|----|------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | ****叶片缺陷和残余应力检测与表征技术研究 | 航空发动机与燃气轮机重大专项 | 2020.01-2024.12 |
| 2 | ***抗疲劳机理 | 航空发动机与燃气轮机重大专项 | 2018.08-2022.08 |
| 3 | *****表面辐射噪声预测与传递路径分析技术 | 航空发动机与燃气轮机重大专项 | 2021.01-2024.12 |
| 4 | CMOS工艺兼容双谐振器批量制备技术研究 | 国家重点研发计划 | 2023.12-2026.11 |
| 5 | 面向工业物联网的多模态大数据建模分析技术 | 国家重点研发计划 | 2024.12-2027.11 |
| 6 | 面向离散行业个性化精准服务的大数据分析方法 | 国家重点研发计划 | 2021.11-2023.10 |
| 7 | 大型转子系统服役状态在线检测监测关键技术研究 | 国家重点研发计划 | 2017.07-2020.06 |
| 8 | 数据驱动的制造企业智能决策与预测运营技术 | 国家重点研发计划 | 2019.12-2022.11 |
| 9 | 价值驱动的复杂装备远程智能运维管控平台 | 国家重点研发计划 | 2025.01-2027.12 |
| 10 | ***健康监测与智能运维技术研究 | 中核领创项目 | 2019.12-2025.12 |
| 11 | 核电智能决策与预测运营技术联合实验室 | 校企联合实验室 | 2020.09-2026.09 |
| 12 | 超级装备系统AI4S高能级创新研究院 | 校企共建研究院 | 2022.12-2031.12 |
| 13 | 西安交大-双合电气机电设备健康管理联合实验室 | 校企联合实验室 | 2022.01-2027.12 |
| 14 | 西安交大-华交兆睛眼视光智能装备研究院 | 校企共建研究院 | 2024.07-2029.06 |

团队联系人： 温广瑞教授 grwen@xjtu.edu.cn, 何卫锋教授 hehe_coco@163.com, 成玮教授 chengw@xjtu.edu.cn
 张志芬副教授 zzf919@xjtu.edu.cn, 周留成教授 13324543606@163.com

航空发动机研究所

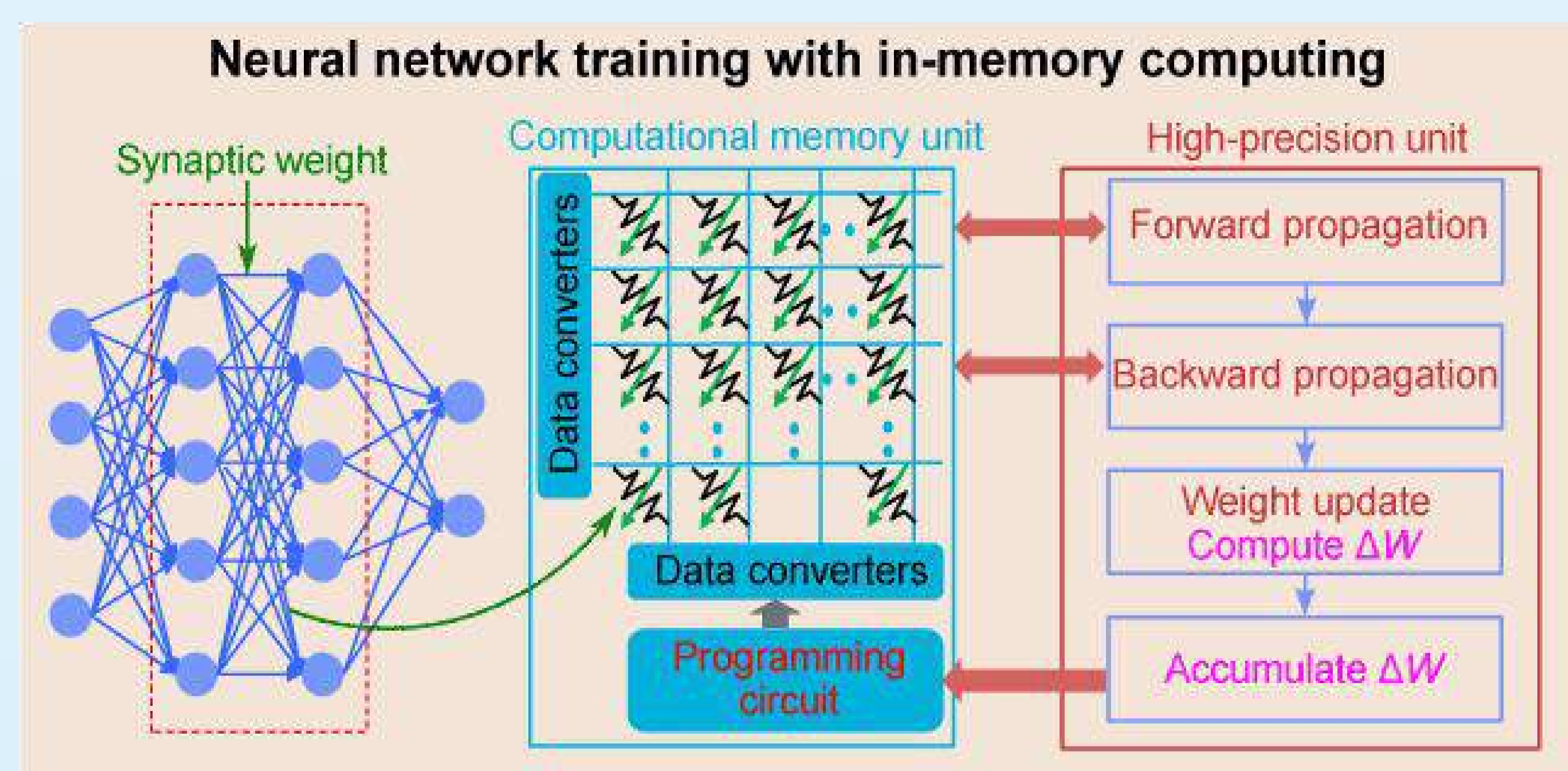
人工智能与智能机器人检测

研究背景：

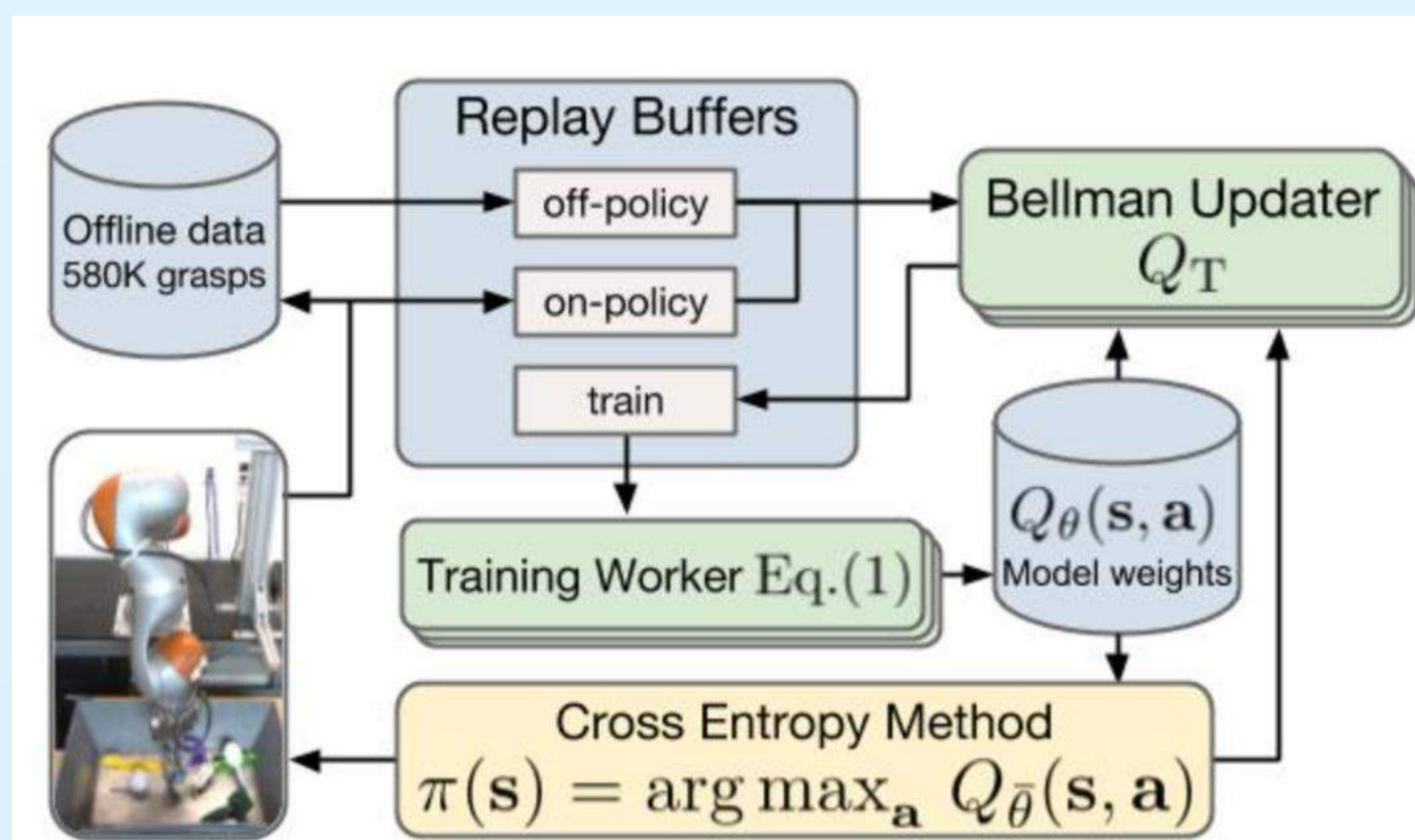
随着大数据、物联网、机器人等技术的发展，人工智能成为当代的主题。人脸识别、智能语音、深度挖掘，也渐渐走入了人们的生活，成为了炙手可热的消费品。高端工业装备如何在新一代人工智能的框架下发展，赶上时代发展的快车是我们需要思考的问题。以航空发动机这种高端工业产品为例，英国发动机巨头罗罗公司率先提出“机器人+自主智能”的发动机检测维护模式，这将成为引领未来的发展方向。

研究内容：

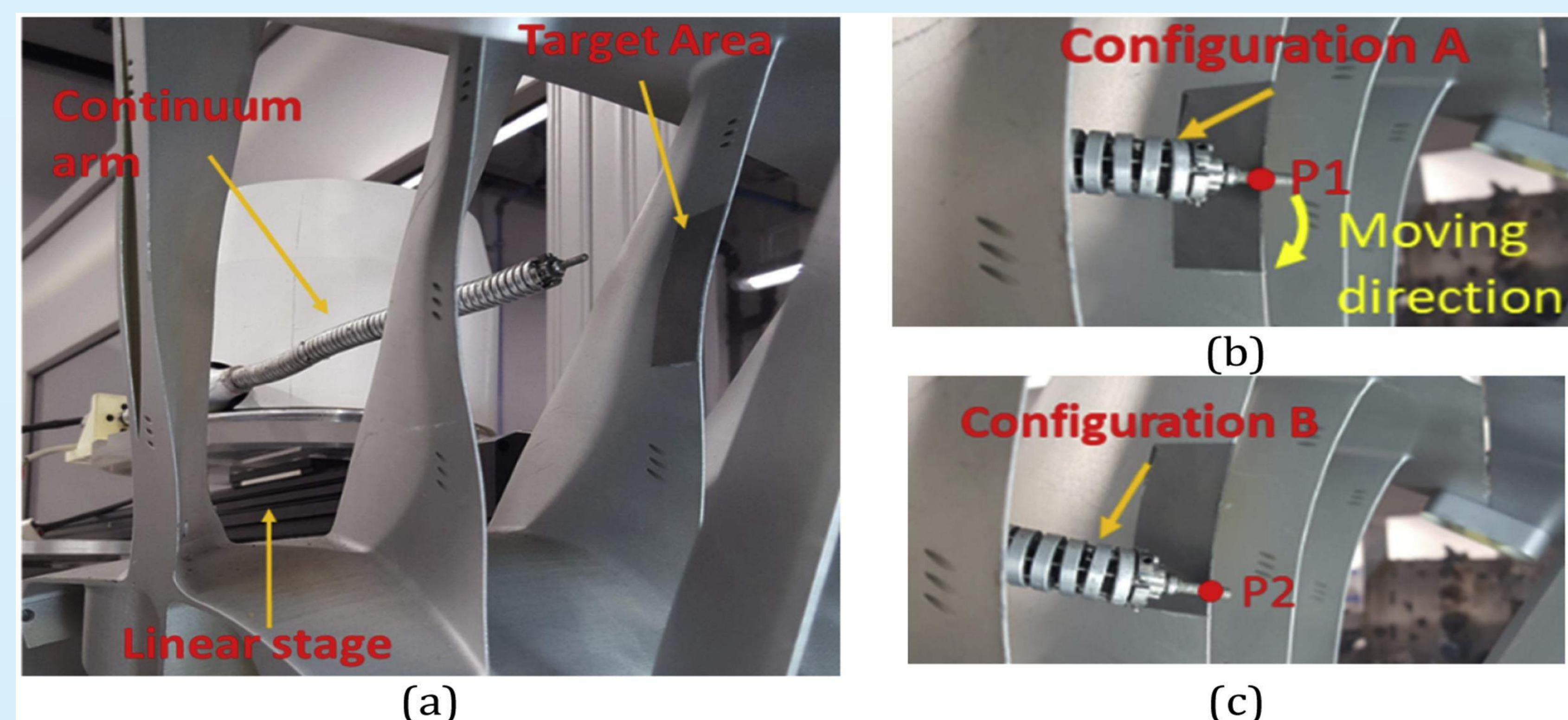
本方向围绕人工智能驱动的结构设计、检测维护与控制规划方法，以机器人为载体研究多模态作业的智能化终端系统。包括类脑智能与可解释深度学习方法、强化学习智能控制与规划方法、复杂环境下多模态作业软体机器人技术、微小空间仿生爬行机器人技术等方向，为航空航天等高端工业装备检测维护提供高效、共融、友好的智能化终端，促进未来高端装备检测维护模式的颠覆性变革，培养一批从事该领域前沿科学研究的人才。



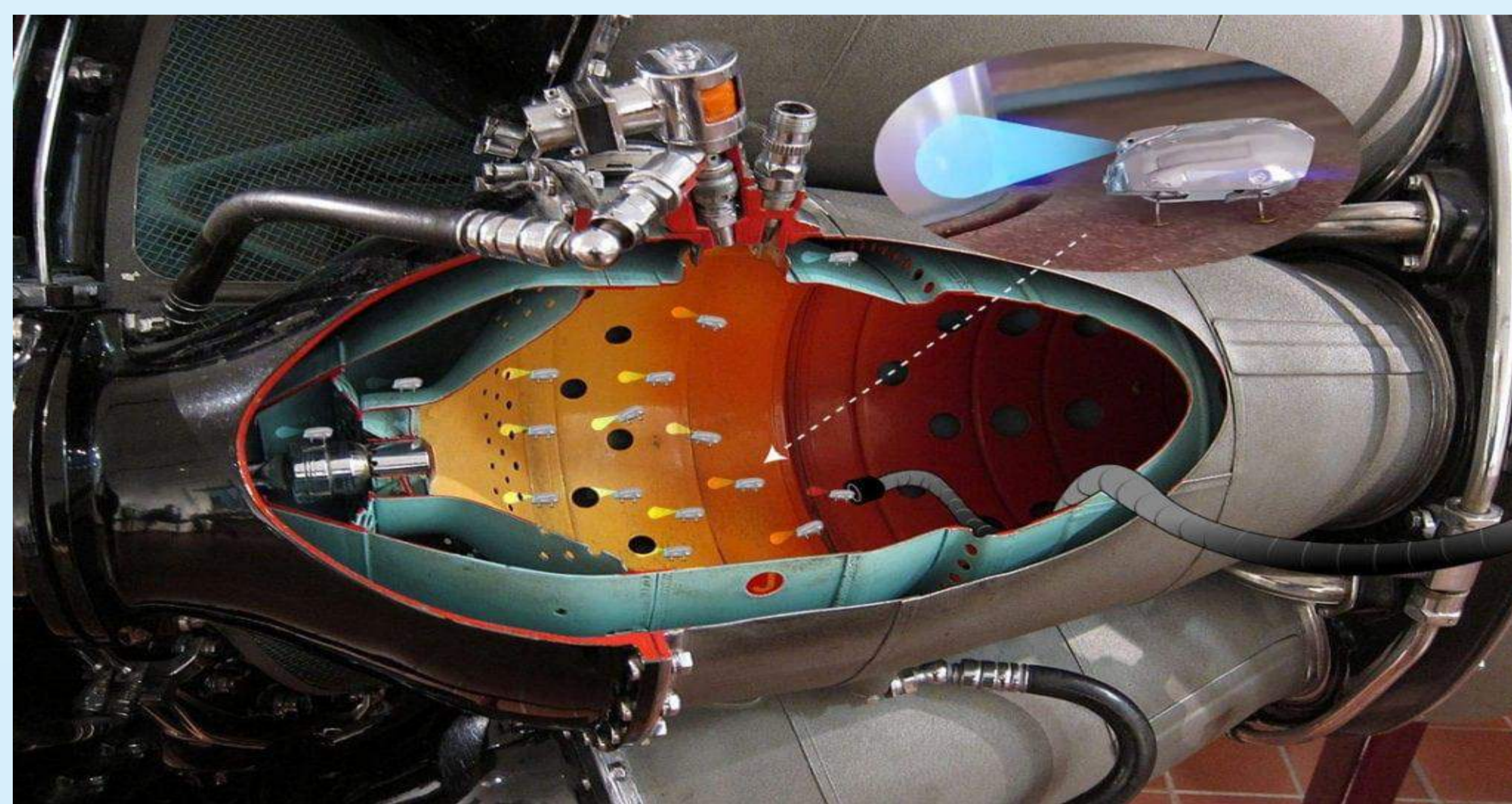
基于类脑智能与深度学习的检测诊断



强化学习智能控制与规划



复杂深腔探入式检测机器人



仿生微型爬行检测机器人

支撑项目：本方向受国家重大计划、预研、基金等项目支持，累积国拨经费超过2500万。

团队联系人：陈雪峰教授(chenxf@xjtu.edu.cn)，
杨来浩副研究员 (18502921148, yanglaihao@xjtu.edu.cn)，
孙闯教授 (ch.sun@xjtu.edu.cn)，
刘一龙副研究员 (yilong@xjtu.edu.cn)

航空发动机研究所

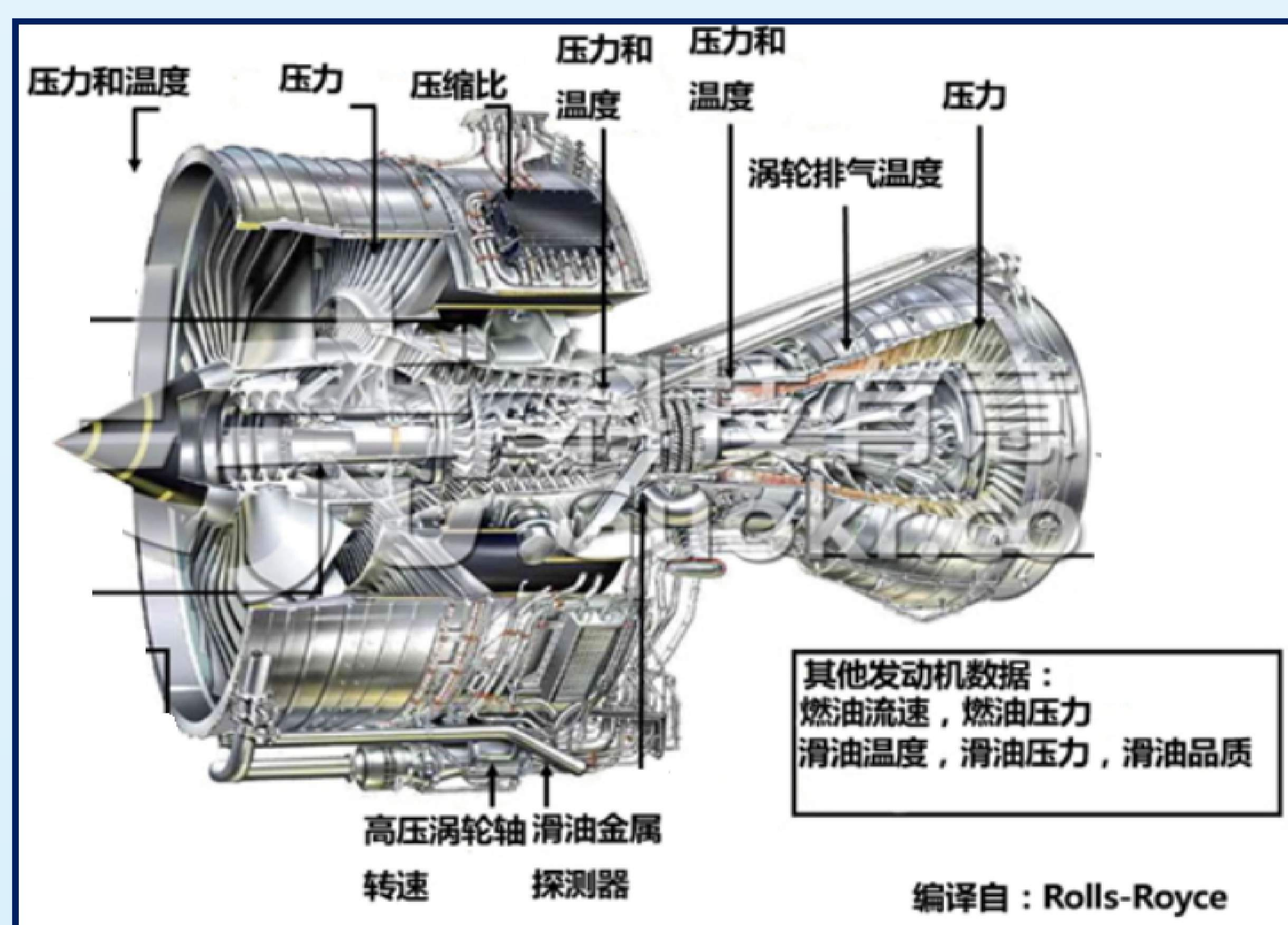
重大装备运行安全保障与智能运维

研究背景：

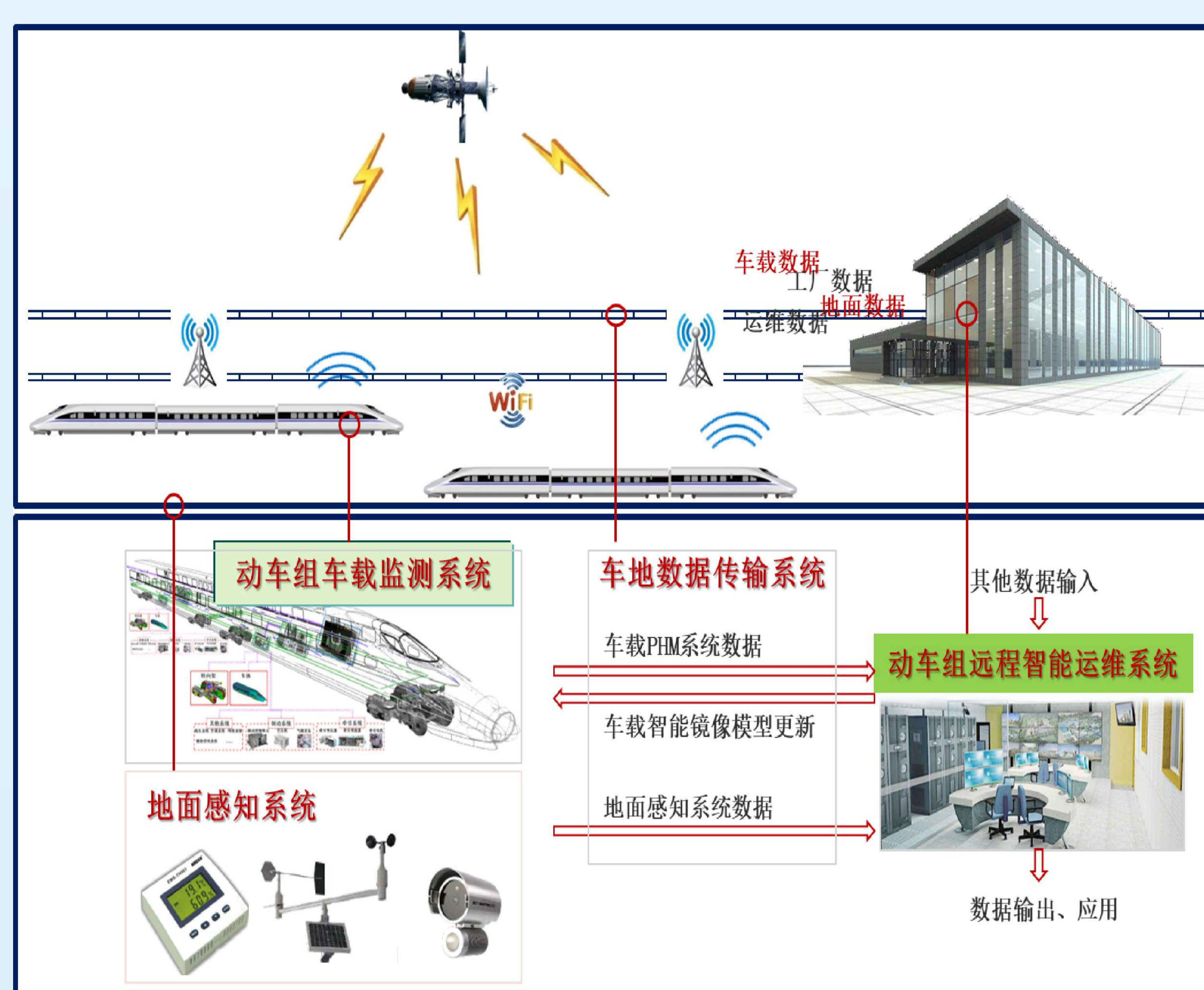
基于大数据构建重大装备智能运维中心，研发数据采集硬件系统、故障诊断工业软件，被列为国家中长期发展规划重要方向，是国家新型基础建设的重要组成部分。如航空发动机健康监测系统，高铁预测性维护系统，直升机智能监控系统，风电健康管理系统，核电智能运维系统。

研究内容：

- ◆ 研究航空发动机轴承及传动系统故障诊断方法，构建稀疏、时频等诊断新方法
- ◆ 研究航空发动机叶片间隙与裂纹监测诊断方法，实现微小裂纹的在线监测识别
- ◆ 研究直升机大数据智能诊断方法，构建新一代深度学习智能诊断新方法
- ◆ 研究增材制造过程质量评价与控制方法，构建增材制造质量保障系统与体系
- ◆ 研究高铁智能运维管理方法，构建高铁运行安全的智能运维系统与体系
- ◆ 研究核电运行安全保障方法，构建核电大部件运行安全保障分析方法与系统



Trent 900发动机监测参数



高铁智能运维系统框架

支撑项目：

| 编号 | 项目名称 | 项目支撑 | 时间 |
|----|------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 航空发动机主轴承及传动系统故障智能诊断研究 | 国家自然科学基金重大集成项目 | 2021.01-2024.12 |
| 2 | 激光粉末床熔融增材制造在线监控与质量评价技术 | 国家重点研发计划重点专项 | 2023.01-2026.12 |
| 3 | 直升机***减振设计***技术研究 | 科工局技术基础重大项目 | 2023.01-2025.12 |

团队联系人：

陈雪峰教授(chenxf@xjtu.edu.cn), 张兴武教授(15829704145,xwzhang@xjtu.edu.cn), 王诗彬教授(wangshibin2008@xjtu.edu.cn), 孙闯教授(ch.sun@xjtu.edu.cn), 刘一龙副研究员(yilong@xjtu.edu.cn), 杨来浩副研究员 (yanglaihao@xjtu.edu.cn), 丁宝庆副研究员(dingbq@xjtu.edu.cn), 赵志斌副教授(zhaozhibin@xjtu.edu.cn), 田绍华高级工程师 (tianshaohua2015@xjtu.edu.cn), 吴淑明助理教授 (wushuming@xjtu.edu.cn)



航空发动机研究所

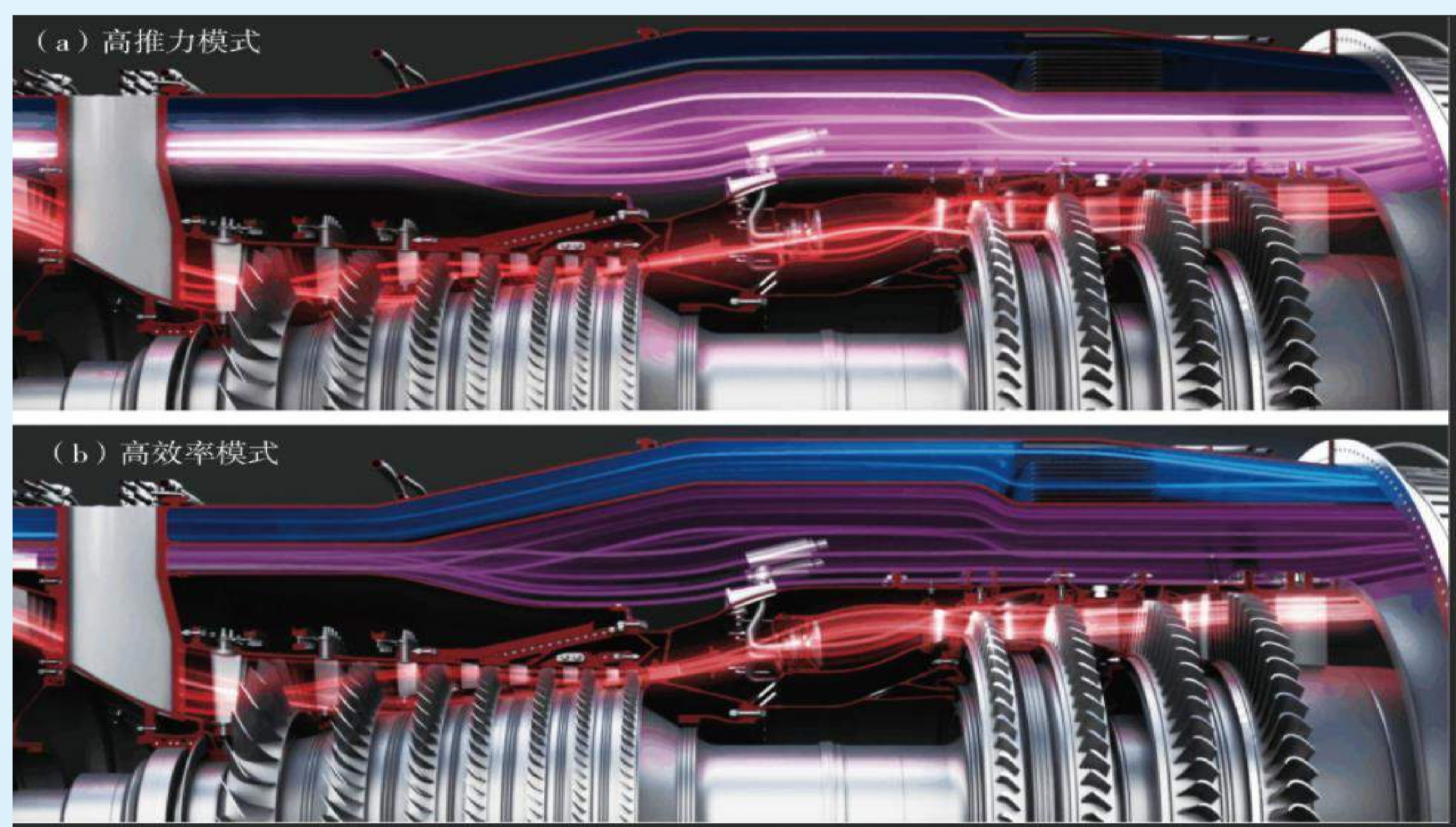
新概念航空发动机与容错控制

研究背景：

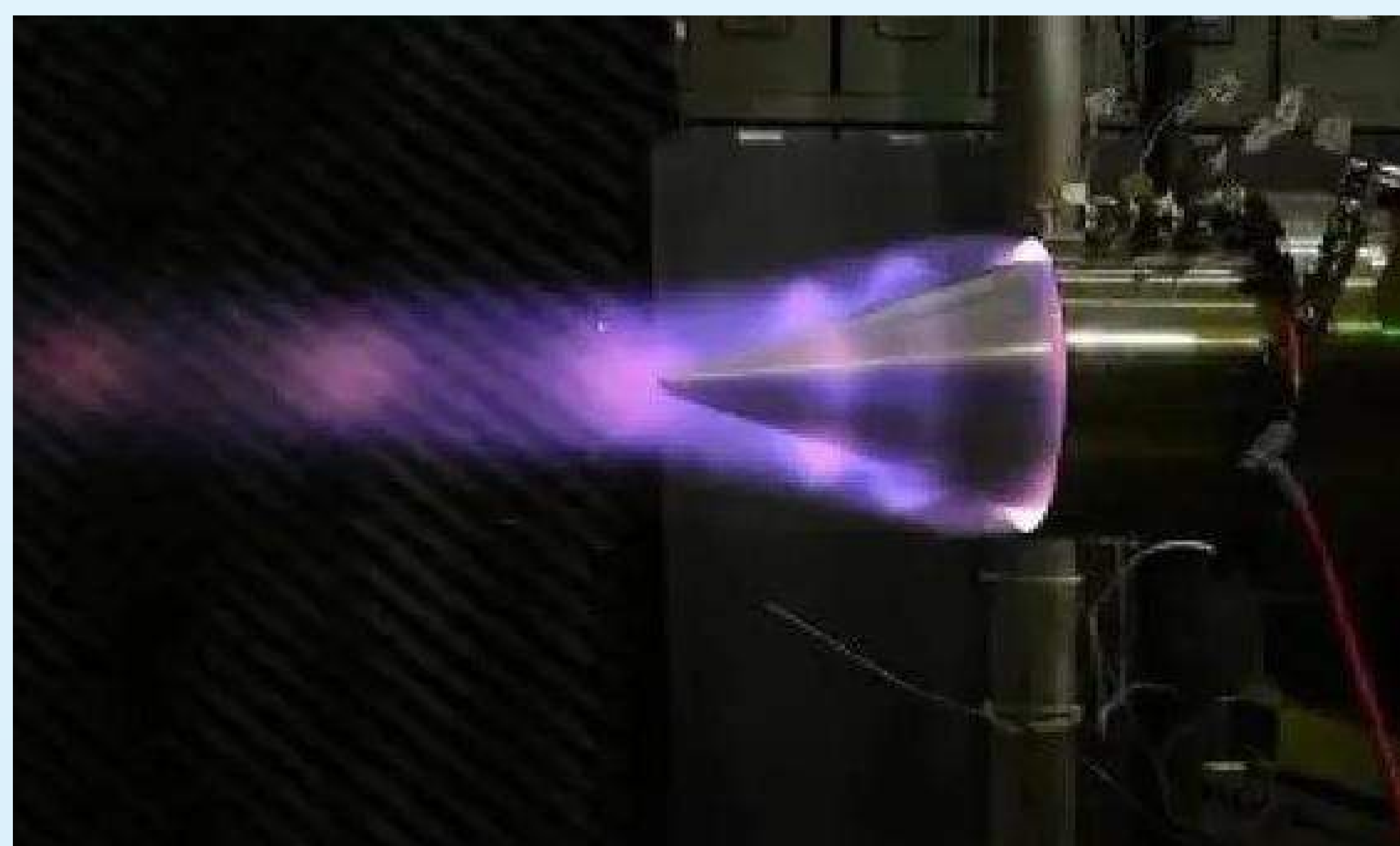
航空发动机代表着国家工业发展的最高水平，其安全性、可靠性、高效性、智能化是核心的发展目标。团队在高效性方面，派生出了旋转爆震、变循环、自适应等概念发动机架构探索方向；而在安全性、可靠性、智能化方面，派生出了容错控制、性能寻优控制、健康管理等发展方向。

研究内容：

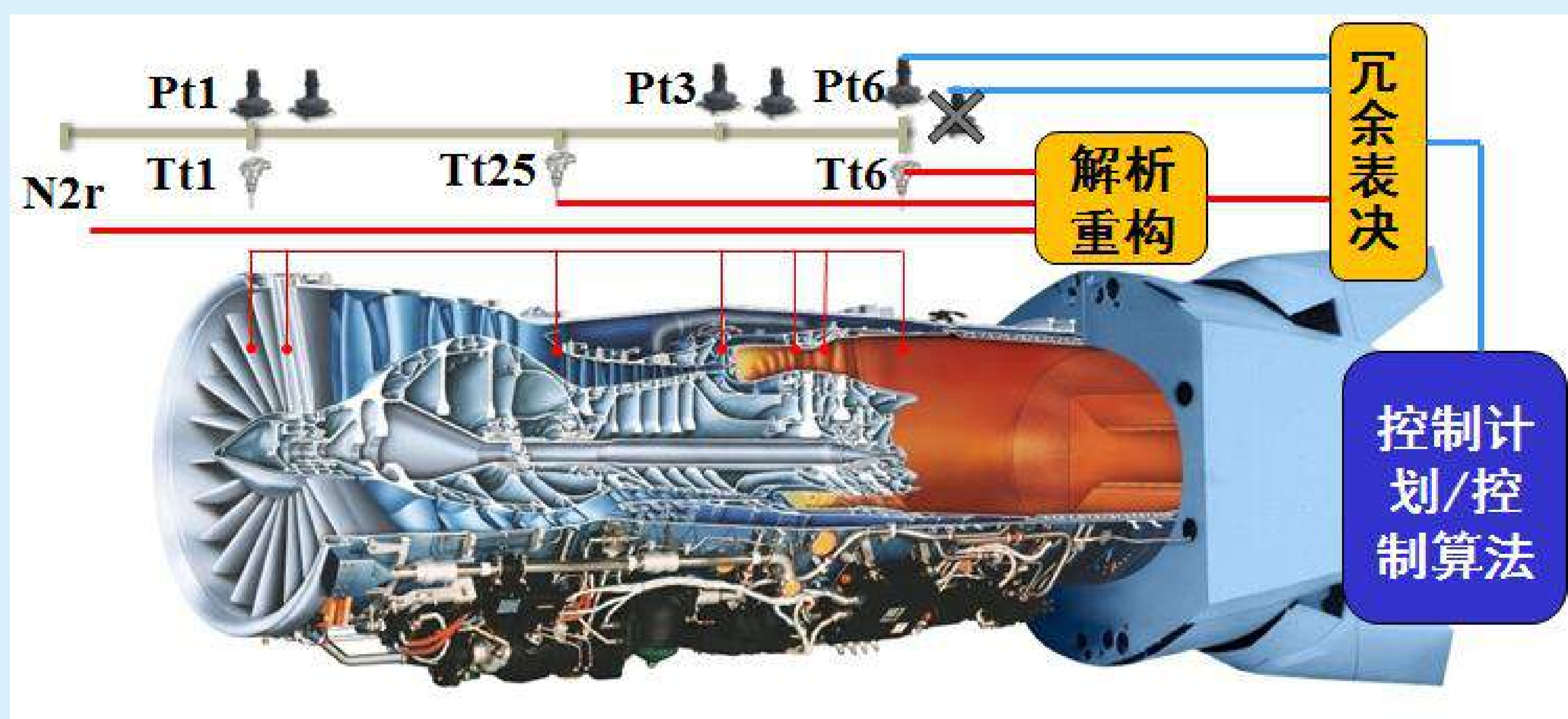
本方向主要聚焦旋转爆震发动机、变循环发动机等开展前沿动力技术的探索，致力于新概念发动机原理与总体设计、高速燃烧机理、数字孪生建模、容错控制、性能健康管理等领域的创新研究。通过开展理论和应用验证研究，为我国民用大飞机发动机、未来超音速客机和多种类型空中装备的发展提供技术和理论支撑，推进发动机容错控制和健康管理技术向纵深发展，提升我国航空发动机技术水平，着力培养一批从事该领域前沿科学研究的人才。



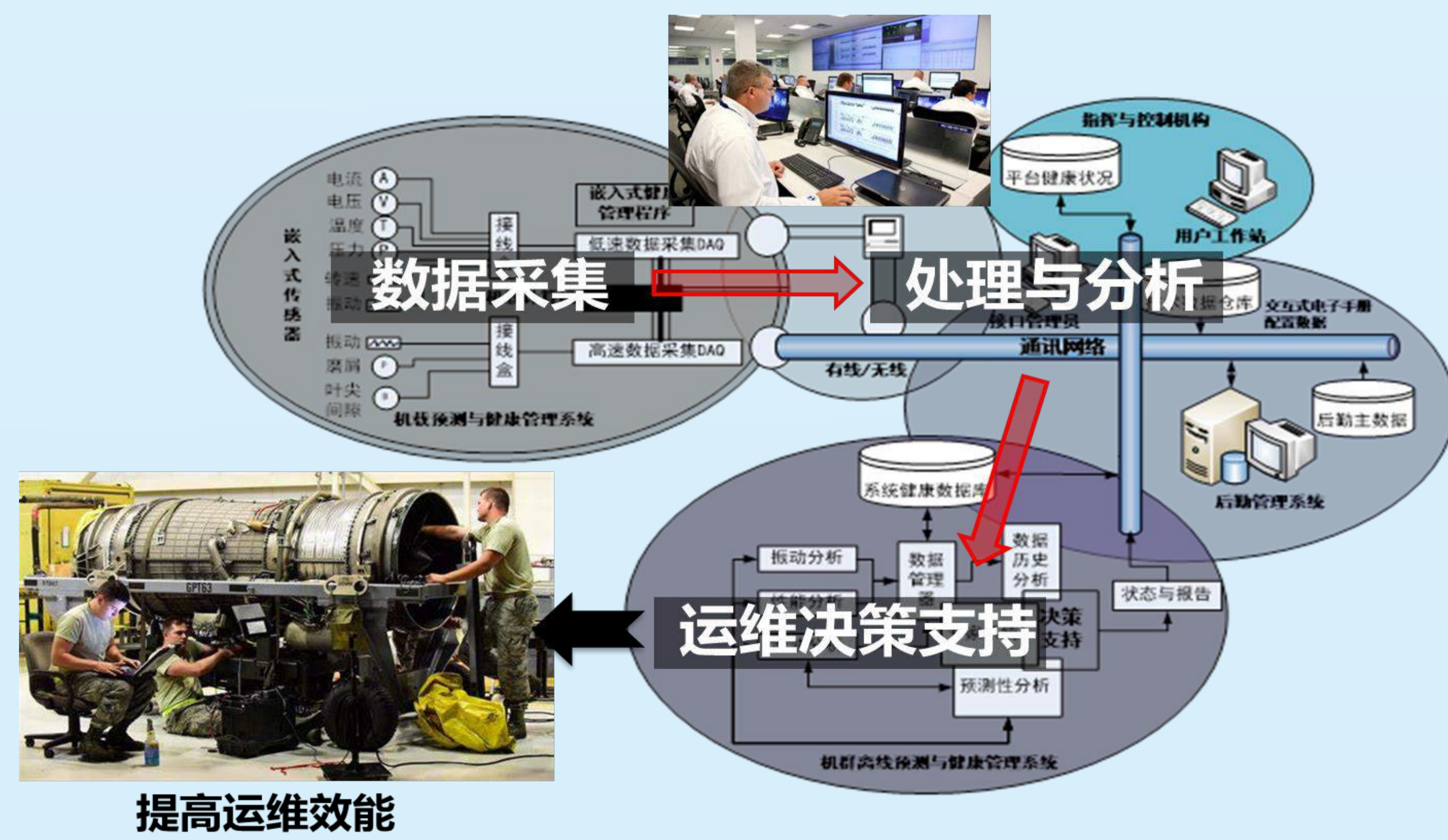
新概念发动机原理与总体设计



旋转爆震发动机高速燃烧机理



航空发动机数字孪生建模与容错控制



航空发动机性能健康管理

支撑项目：本方向受国家重大科技计划、基金等支持，累计经费超8000万元。

团队联系人：

宋志平研究员 (zhaozhougou@xjtu.edu.cn)，吴云教授 (wuyun1223@126.com)，
耿佳副研究员(15667082765,xygengjia@xjtu.edu.cn)，李明高级工程师 (limingmec@xjtu.edu.cn)