

多参数集成油液传感器研发及示范应用

1 背景及意义

润滑油是动力与传动系统中重要的润滑与降温介质，能在发动机运行过程中将传动系统磨损产生的屑末带走，而磨屑往往包含着发动机运行和磨损状态的重要信息。因此，开展装备动力与传动系统的油液监测技术研究是航空发动机故障诊断和预测的一个重要内容。传统的光谱、铁谱等离线分析手段实时性差、成本高，因此，有必要深入研究金属磨粒在线监测技术，开发具有更高灵敏度和更好稳定性的在线监测传感器。

为了减小设备部件之间的磨损失效，工业中一般会向机械的动力和传动系统中加入润滑油进行润滑。润滑油是机械设备能够不断运行的动力源泉，其本身有很多作用，如：密封、润滑、冷却、清洗、防锈、减振缓冲等。润滑油容易产生变质，通常润滑油变质的主要原因是油液中掺杂了污染物，这些污染物包括：空气中的灰尘和不明颗粒物，零部件磨损产生的磨粒磨屑和润滑油本身因一系列物理、化学反应产生的氧化物等。润滑油中包含着丰富的磨粒信息，而对油液进行实时监测，便可以预知机械设备的健康状态和润滑油的污染程度，从而预防机械设备故障的发生。

该产品的研发目标是推出国内首个磨粒、粘度、密度、污染度、混水和温度六合一集成传感器，填补国内空白。解决国内集成油液传感器无法进行磨粒检测的难题，并检测精度达到国际领先水平。实现油液多油质和磨粒参量实时监测，为油液状态监控、关键设备故障诊断与故障预测提供技术支撑。

2 技术创新

面向航空、兵器、船舶、汽车等领域对润滑油油质和磨粒性能监测的发展，针对上述领域动力传动系统、液压系统等故障诊断与故障预测的技术需求，开展集成传感调理电路设计，磨粒、粘度、密度、污染度、混水和温度六合一集成传感器的结构设计，研制六合一集成油液传感器，实现油液多油质和磨粒参量实时监测，为油液状态监控、关键设备故障诊断与故障预测提供技术支撑。

该技术的创新点主要在：

(1) 基于传感器集成、MEMS 技术的智能传感器研究，可实现六合一多参量集中测量，增加了可用数据维度；

(2) 解决国内集成油液传感器无法同时检测磨粒和油质的难题；

(3) 基于多信息融合技术的健康管理体系研究，可实现状态监测、故障诊断及预测，提高了系统故障诊断的准确率；

(4) 采用在线监测+原位检测系统架构，实现动力系统的多维监测，提高了油液状态检测的时效性。

拟解决技术关键点：

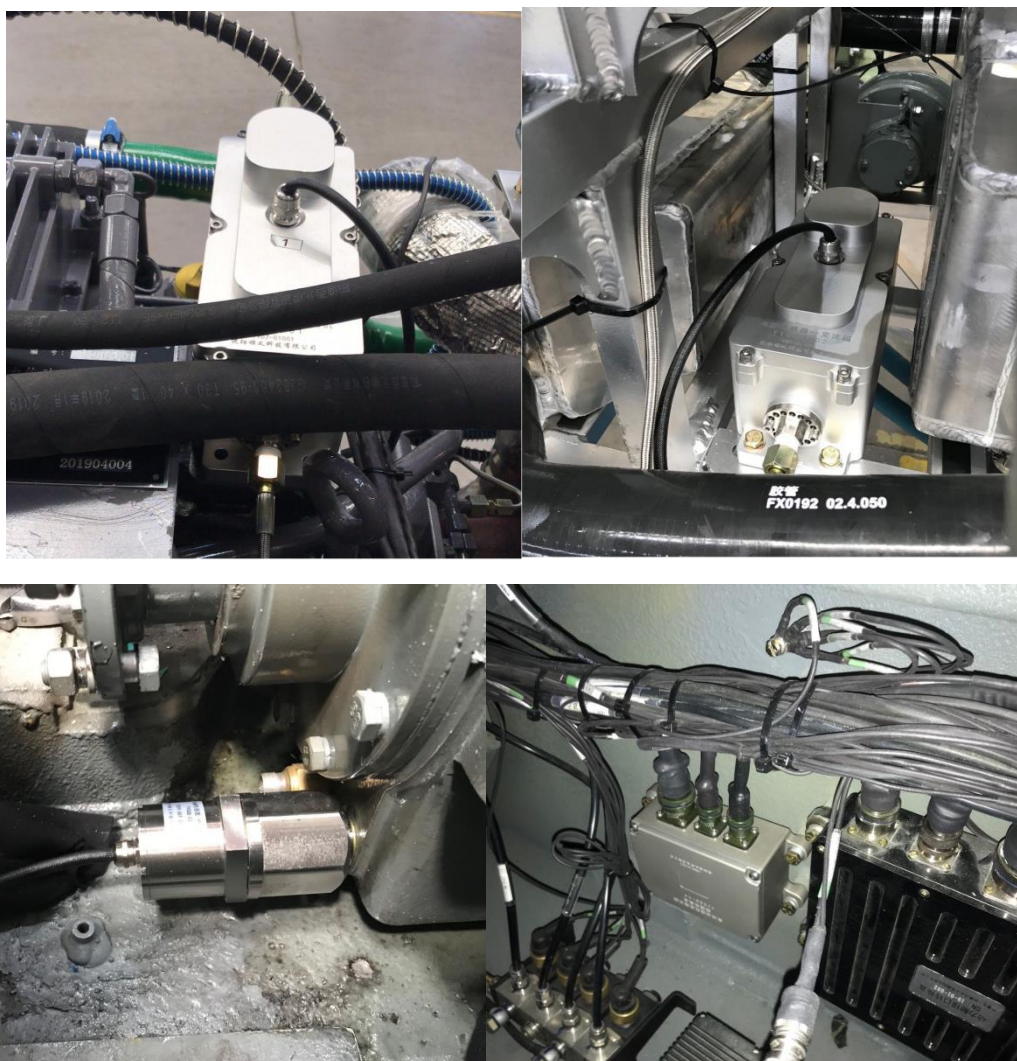
(1) 研发自主可控，国产化率达到 100%的六合一集成传感器，检测精度达到国外领先水平；

(2) 解决国内集成油液传感器无法同时检测磨粒和油质的难题，并检测精度达到国际领先水平；

(3) 复杂工况电磁兼容抗干扰分布式信息采集技术;

(4) 润滑油多参数信号的小波降噪关键技术。

多参数集成油液传感器通过了电磁兼容、高低温等试验验证,抗干扰能力强,运行稳定;监测系统支持传感器扩展,可便捷实现传感器节点数目增减;采用一体化设计的多监测量集成化监测,维护方便;传感器实现了多信息的融合分析及诊断;具备完善的自检自恢复功能。在民用上可用于测量汽车、石化等领域和各种发动机腔体内的油液检测;在军事上可用于喷气发动机、坦克发动机、舰船发动机内部及火箭、导弹、卫星等传动系统、液压系统的检测。下图为多参数集成油液传感器现场应用实物图。



多参数集成油液传感器的研制能够开发多参数集成油液传感器系列产品,磨粒监测未检出率 $\leq 20\%$,混水误差 $\leq \pm 3\%$,温度 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$,污染度 $\leq \pm 3\%$,粘度 $\leq \pm 5\%$ 或 $1\text{mPa}\cdot\text{s}$ 之大值,密度误差 $\leq \pm 5\text{kg}/\text{m}^3$;总体技术达到国内领先、国际先进水平。

3 推广应用

市场前景目前主要定位:在民用上可用于测量汽车、石化等领域和各种发动机腔体内的油液检测;在军事上可用于喷气发动机、坦克发动机、舰船发动机内部及火箭、导弹、卫星等传动系统、液压系统的检测。石油、汽车、航天等领域的使用要求,使油液传感器的研究成为必然。随

着装备 2025 国产化率和自主可控的要求，该完全国产的油液传感器完全自主可控，在军品中有广泛地应用。在生产线拓展方面，该生产线可以升级改造用于生产其他先进传感器。

4 联系方式

联系人：李英顺教授

联系电话：18640125936

邮箱：liyingshun@bipt.edu.cn