


## 一、航空航天领域

---



- 
- 小型涡扇发动机
  - 小型涡喷发动机
  - 短周期涡轮试验技术
  - 发动机高空试验台
  - 无人机系列
  - 先进航空材料
  - 先进航空制造技术

## 小型涡扇发动机

自主研发了系列中等涵道比小型涡扇发动机，攻克了多项关键技术，具有结构紧凑、零部件少、耗油率低、寿命长等优势，技术水平与国际先进水平相当。

### 关键技术：

- ★ 宽弦复合掠风扇
- ★ 斜流离心组合压气机
- ★ 分层部分预混燃烧室
- ★ 超紧凑过渡段
- ★ 尾迹与负荷融合低压涡轮
- ★ 防红外波瓣式混合排气
- ★ 全权限数字电子控制系统

### 技术指标对比：

研制单位	型号	最大推力 (kgf)	耗油率 (kg/kgf·h)	推重比	寿命 (h)
工程热物理所	TWS800 X	423	0.56	3.4	3000
工程热物理所	TWS800 X	750	0.55	4.0	3000
工程热物理所	TWS800 X	1000	0.47	4.5	3000
普·惠加拿大	PW600	400 ~ 1068	0.48 ~ 0.49	3.65 ~ 4.64	3500
威廉斯国际	FJ44/FJ33	800 ~ 1330	0.465 ~ 0.48	3.35 ~ 4.24	3500
GE/ 本田	HF118	448 ~ 1568	0.5	4.25	5000



TWS800 系列涡扇发动机



## 小型涡喷发动机

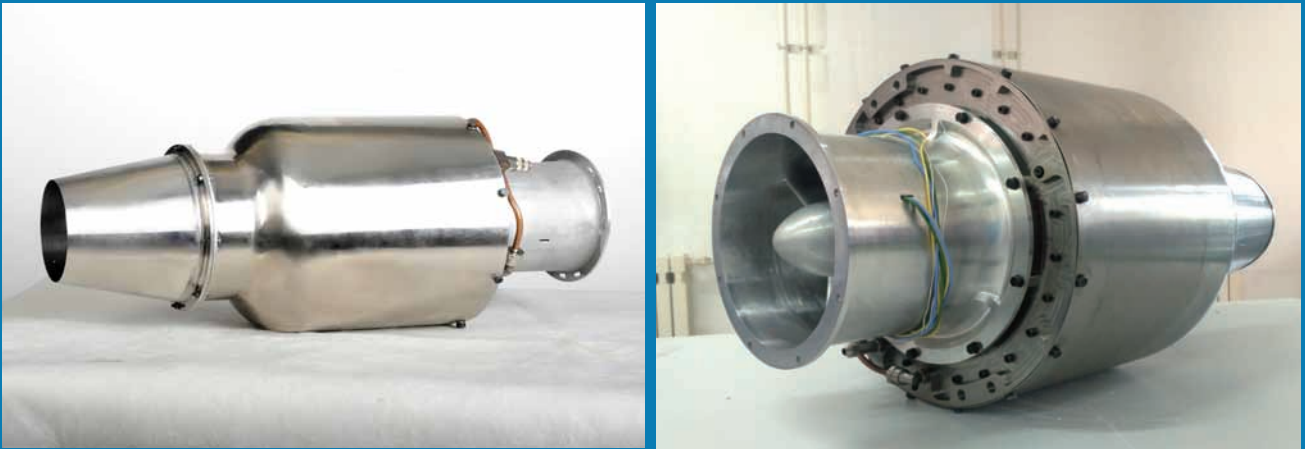
自主研发了新型布局高性能低成本小型涡喷发动机，相比传统布局，推重比提高 40% 以上，成本下降 50% 以上，效费比提高 90% 以上，具有高升限、抗大过载、高畸变容限等优势，主要技术指标国际领先。

### 关键技术：

- ★ 高效费比总体结构布局
- ★ 受限空间下高稳定压气机
- ★ 分级分区高稳定蒸发管燃烧室

### 技术指标对比：

研制单位	型号	推力 (Kgf)	推重比	升限 (km)	效费比
工程热物理所	TWP100X	60 ~ 200	7.1 ~ 7.8	12 ~ 15	2.09 ~ 2.95
Microturbo	TRS18	150	3.6	8	0.86
NPT	NPT301	136	3.5	8	0.89
Williams	WR24	106	5.6	10	1.06
PBS	TJ100	110	5.5	10	1.25
Granit	MD120	118	3.83	10	0.96



TWP100 系列涡喷发动机



加力燃烧室

## 短周期涡轮试验技术

攻克包括准稳态气动测试方法在内的多项关键技术，自主构建了某涡轮试验方法，以低成本实现涡轮气动匹配特性测试、涡轮叶表热流测试、雷诺数相似模拟高空涡轮试验。

### 关键技术：

- ★ 高负荷涡轮准稳态气动测试方法
- ★ 气冷涡轮瞬态传热特征参数高频响测试方法
- ★ 雷诺数相似模拟高空涡轮试验方法

### 技术指标对比：

指标	麻省理工	工程热物理所	指标提升
功率 (kW)	1078	3000	1.78 倍
转速 (rpm)	6190	18000	1.91 倍



暂冲式短周期涡轮试验台



大负载高转速电磁涡流测功器

## 发动机高空试验台

国内首套同时具备轻型动力整机与部件实验能力的高空试验台，具备 20000 米高空低温和低压环境模拟能力，为发展我国轻型航空发动机提供了必要的支撑。

### 关键技术指标：

最大空气流量	模拟飞行高度	最大发动机推力	模拟进口总温	模拟进口总压
35 kg/s	20 km	2000 kgf	-70 ~ 180 °C	150 ~ 4000 Pa



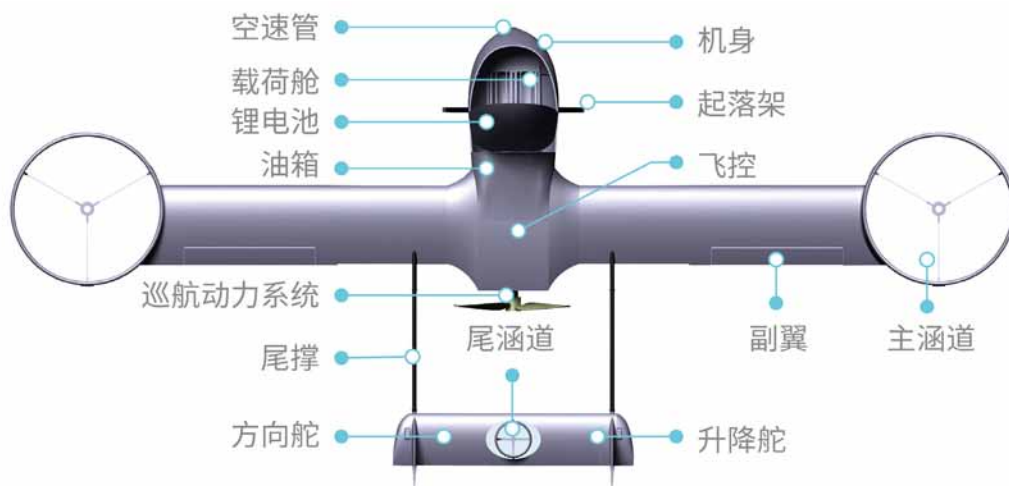
轻型航空动力高空试验台



## 无人机系列

### ■ 复合翼无人机

面向环境监测、气象监测、管线巡检、反恐监视、科学考察等应用，自主研发了复合翼无人机，兼具旋翼无人机垂直起降与固定翼无人机巡航效率高、飞行速度快、航时长、载荷能力大的优点，可在狭小空间的各类特殊环境下完成起飞降落，操作运输方便，使用安全性高。



#### 技术特点及优势：

- ★ 创新性气动布局和升力风扇混合动力系统，相比同等起飞重量的旋翼无人机，载荷及航时能力大大提高
- ★ 提供油 / 电混动、纯电动动力两种动力系统及通用载荷接口，可根据用户要求搭载光学吊舱、雷达等载荷系统

#### 关键技术指标：

翼展	起飞重量	有效载荷	巡航速度	续航时间	最大航程	实用升限
4m	40kg	5kg	90 ~ 150km/h	6h	600km	5000m



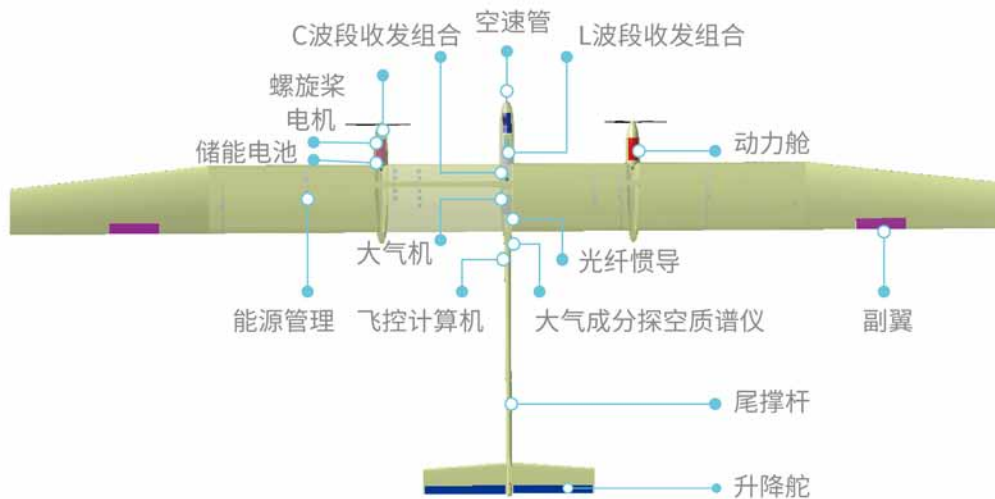
“蜂鸟”复合翼无人机



外场试飞

## ■ 临近空间太阳能无人机

面向遥感测绘、灾害预警、移动通信、航拍摄影等应用，开展临近空间太阳能无人机研制。采用大展弦比高模高强碳纤维复合材料机身设计，以轻质高效太阳能电池、高比能量储能电池等为能源管理系统，可实现临近空间超长航时大范围飞行，具有部署灵活、经济性好等优势。



### 技术特点及优势：

- ★ 独特起降方式，降低穿越不稳定气流的风险，减小全包线内飞行过载
- ★ 避免爬升过程中电机持续大扭矩输出导致的过热失效问题
- ★ 降低储能电池的放电倍率，从而提高系统可靠性及有效载荷

### 关键技术指标：

翼展	起飞重量	有效载荷	巡航速度	续航时间	实用升限
35m	300kg	50kg	80 ~ 120km/h	≥ 7天	≥ 20000m



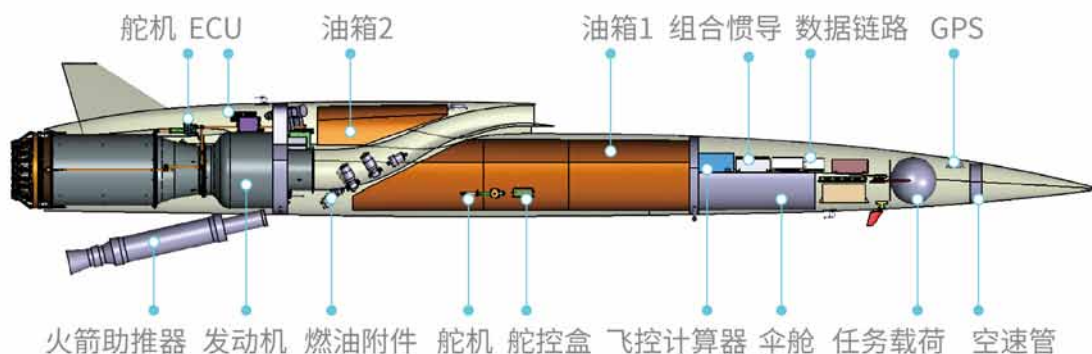
“火凤” 太阳能无人机



滑跑试飞

## ■ 超音速多用途无人机

面向广域搜索、电子通信、科学考察、航拍航测等应用，以自研的带加力涡喷发动机为动力，可实现单一动力、多次超音速巡航飞行。采用模块化设计、高机动运输车整装运输，既能满足不同载荷需求，又具备机动灵活的特性，亦可作为超音速环境下航空技术的试验平台。



### 技术特点及优势：

- ★ 小型加力涡喷发动机
- ★ 亚音速超音速自动切换
- ★ 一次飞行多次超音速巡航飞行

### 关键技术指标：

翼展	起飞重量	有效载荷	巡航速度	实用升限	航时
1.7m	240kg	15kg	> 1500km/h	12000m	> 1h



雨燕超音速多用途无人机



风洞试验

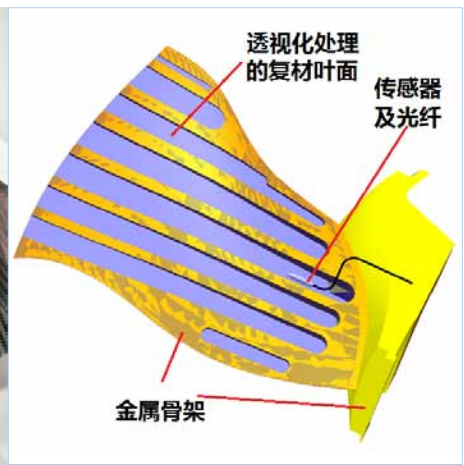
## 先进航空材料

### ■ 先进复合材料叶片

利用3D打印及精密加工制造的金属骨架强化传统复合材料叶片,应用于航空涡扇发动机复合材料风扇叶片,重量比相同体积钛合金构件减重 $\geq 10\%$ ,材料抗冲击性能显著提升。



涡扇发动机复合材料叶片金属骨架



复合材料叶片及其内部集成传感器示意

### ■ 基于无机固化的太空复合材料

采用新一代基于纤维增强的无机太空固化材料,在微重力、强辐射等复杂环境中可实现包括太空舱在内的大型空间设施的大规模展开及可靠固化,材料固化后沿纤维方向抗拉强度不低于120Mpa,满足太空材料所需的各项功能要求。



可太空固化的无机填充柔性材料



快速搭建太空大型基站

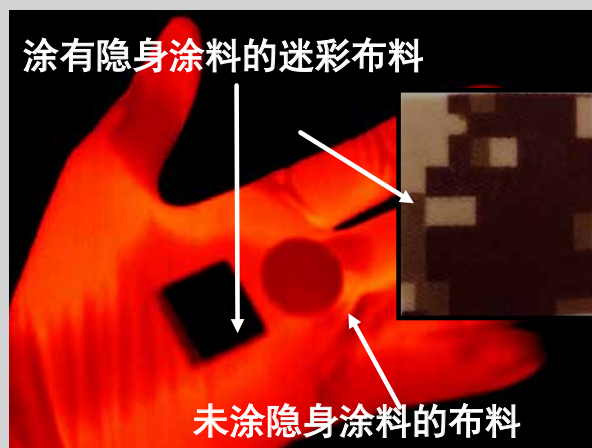
## ■ 红外隐身技术

基于表面等离子体增透效应与米氏散射的协同原理，实现材料对可见光的高透过性和对红外的低发射特性，研发出兼容光学伪装的超低发射率红外隐身涂层，以及辐射调控控温涂料及薄膜，可满足红外隐身，以及对太阳能的高效热利用等需求。

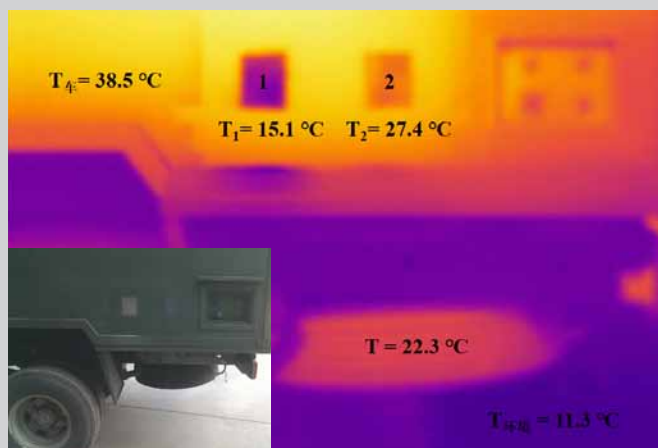
### 技术指标对比：

研制单位	红外发射率	可见光透过率
工程热物理所	< 0.32	兼容可见光伪装，透过率 >70%
同类其他单位	一般 0.7 左右	不可兼容可见光伪装

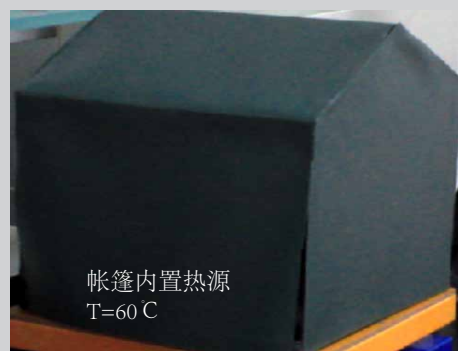
### 研究展示：



红外隐身迷彩布料



装备上红外隐身测试



帐篷实物图



涂有隐身涂料的帐篷



未涂隐身涂料的帐篷

红外热像仪下观察



## 先进航空制造技术

### ■ 部件增材制造技术

设计制造一体化的点阵结构具有强度高、韧性好、散热性能好等诸多优点，可使发动机喷嘴、燃烧室等复杂构件减重 10% 以上，同时散热性能和抗震性得到不同程度提高。



### ■ 全系统整体增材制造技术



3D 打印小型喷气发动机

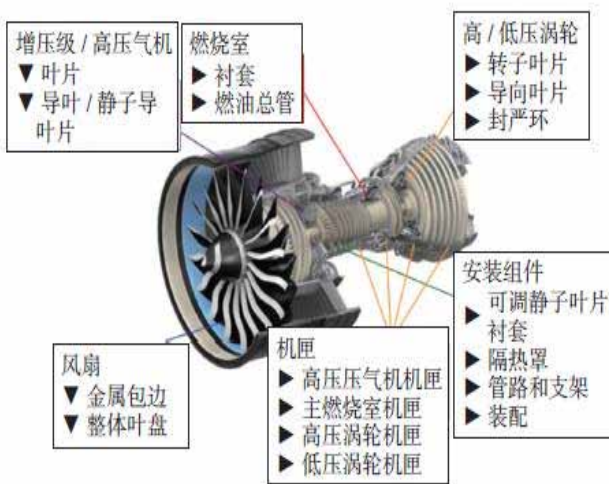


3D打印发动机整机

推重比提高、燃油效率提高、零件减少、工艺简化、成本降低



先进涡桨发动机 3D打印35%零件



### 技术特点及优势：

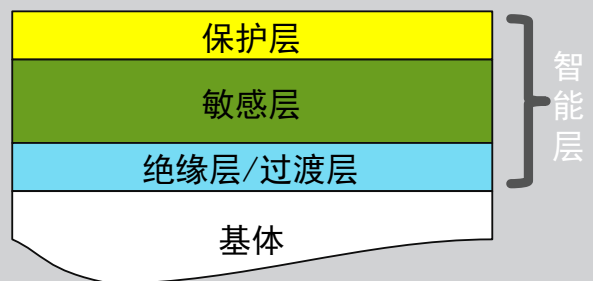
- ★ 发动机推重比提高 10%，成本降低 20%，周期缩短 30%
- ★ 结构一体化，组装快速化，实现快速无人机、导弹等动力系统战备

## ■ 类皮肤复合传感技术

通过表层工艺、特种工艺、精密制造等方法将智能材料集成在结构件表层并激活，使结构件具备感知温度、应变、位移等参数变化的功能，实现结构功能一体化设计制造，可用于飞机、发动机工作参数的检测，不再需要设置单独的传感器。

### 技术特点及优势：

- ★ 结构件与传感器一体化设计
- ★ 显著降低传感器的重量及体积
- ★ 适用于体积狭小、重量要求严苛的场合，为故障预测与健康管理提供更全面的基础数据



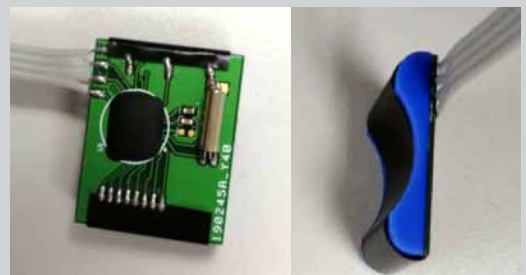
类皮肤结构示意图



具有温度、应变自检功能的轴承样件



集成位移敏感传感器的作动轴样件



专用信号检测电路



## 产业化公司

### ■ 中科航星科技有限公司

中科航星科技有限公司是中国科学院工程热物理研究所为推进轻型航空动力领域技术成果的转移转化，以知识产权出资，于2016年7月成立的公司。

公司主要从事轻型航空发动机的研发、生产、销售及售后维修服务，并承接航空发动机和燃气轮机用整体叶盘、叶轮、轴、机匣、部组件及整机试验件的生产装配。

联系方式：杨晓洁 18911908205

### ■ 青岛中科方舟航空科技有限公司

青岛中科方舟航空科技有限公司是中国科学院工程热物理研究所为推进超音速多用途无人机等技术成果的转移转化，以知识产权出资，于2017年10月成立的公司。

公司主营业务为无人机、靶机领域内的技术开发、技术咨询、技术服务；无人机、靶机的制造、组装、销售、维修等。

联系方式：兴迎丽 15621023499

### ■ 青岛中科睿航航空科技有限公司

青岛中科睿航航空科技有限公司是中国科学院工程热物理研究所为推进3D打印领域相关技术的转移转化，以知识产权出资，于2018年10月成立的公司。

公司主营业务为航空发动机/燃气轮机零部件及其他航空航天产品的制造与销售。

联系方式：于浩 13301328770

## ■ 中科宝航（上海）智能技术研究有限公司

中科宝航（上海）智能技术研究有限公司是中国科学院工程热物理研究所为推动航空零部件智能制造技术研发、示范应用及产业化推广，以知识产权出资，于2018年12月成立的公司。

公司主营业务为航空航天零部件智能制造生产线的研发升级；燃气轮机智能制造技术及工艺研发；航空航天零部件交易和运营平台研发；智能制造相关标准研究；航空航天智能制造教材编制和人才培养。

联系方式：杜宝瑞 13842033084

## ■ 中科具扬热科技有限公司

中科具扬热科技有限公司是中国科学院工程热物理研究所为推进辐射调控控温薄膜、红外隐身材料等方向科技成果的产业化应用，以知识产权出资，于2020年初成立的公司。

公司主营业务为辐射调控膜材料及产品、热红外隐身材料及产品、电磁屏蔽材料及产品、全频谱隐身材料及产品、热管理材料及产品和配套生产工艺的研发、生产、销售、咨询、推广、转让。

联系方式：张航 15210829871