

# 大过载条件下 无人机的发动机滑油系统

晏 莹

(洪都航空工业集团)

**摘 要:** 与常规有人驾驶飞机相比,无人机除要求的高推重比外,还要具有抗高机动载荷能力等优点,可以主要以任务为中心来设计,而不用考虑人的因素。因而飞机的速度、高度和机动性可以有很大的突破,机动能力也可以成倍增长。润滑系统是发动机的重要组成部分,可决定发动机能否安全、可靠地工作。滑油系统的设计与发动机的用途和使用条件密切相关,本文针对无人机的使用特点和要求,对发动机滑油系统进行了简要的分析,并提出了一些设计方案。

**关 键 词:** 发动机;滑油系统;稳定工作

## The Technical Analysis of UAV Engine Lubrication System Stabilization in the Condition of High Load Factor

YAN Ying

(Hongdu Aviation Industry Group)

**Abstract** Unmanned aircrafts, besides higher thrust-weight ratio compared with manned aircrafts, are characterized by high maneuverability and anti - G capability, which may be mission-focused designed without put in any consideration of man. Thus the flight speed, altitude and maneuverability will be a great breakthrough that means its maneuverability will be multiplied. As an important element of engine, the lubrication system will determine wheather the engine will work safely and reliably. The design of lubrication system has a strong connection with the purpose and service conditions of engine. This article, according to the characteristic and requirement of ummanned aircrafts, briefs on the lubrication system of the engine, and provides some design plans.

**Key Words** engine; lubrication system; stabilization

## 1 引言

相对有人机而言,无人机能够实现更高的机动飞行能力,能够在各种各样的飞行姿态下可靠工作。这就必然要求发动机所有的零部件能够承受更大的机动飞行载荷,满足各种飞行条件下的使用要求。这也必然要求无人机动力装置的滑油系统具有承受比有人机更大机动飞行载荷以及更为苛刻飞行姿态的能力。

## 2 无人机发动机滑油系统的设计特点

- 1) 保证发动机在整个飞行包线内和所有飞行姿态下都能可靠工作;
- 2) 对发动机轴承、齿轮、发动机附件机匣等进行良好的润滑和冷却;
- 3) 将接触式密封、轴承腔壁面和通风管冷却到滑油热氧化安定性相应的温度(采用所有可能的隔热方法后);
- 4) 提供轴承支座阻尼减振器所需的滑油;
- 5) 保证轴承腔、附件机匣、滑油箱通风性良好;
- 6) 在承受更长时间的瞬时断油时,保证发动机能可靠地工作;
- 7) 对系统参数进行状态监视或者监控;
- 8) 满足发动机飞行姿态限制的要求;
- 9) 系统附件能够承受更大的机动载荷。

## 3 滑油系统稳定工作技术分析

就滑油系统的整体方案而言,有人机与无人机发动机滑油系统基本类似,但也有其使用特点。通过分析得出,无人机发动机滑油系统应主要在以下几个方面进行适应性设计,如:更大的机动飞行载荷;更为苛刻的飞行姿态要求;在可能更长时间的瞬时断油的情况下,提供必要的保障系统,保证发动机可靠工作。

### 1) 润滑油

航空润滑油是航空发动机的血液,对发动机起着润滑、冷却、防锈、清洁和密封等多重作用,污染滑油的污染物可能会堵塞油滤、喷油孔,使油压下降或供油不足;高温以及和空气的强烈掺混都会引起滑油的氧化,以致在发动机零件上和滑油系统中造成不同形式的分解和沉淀现象,滑油被氧化或硝化,会加速对摩擦副表面的腐蚀;进入超音速飞行时,由于轴承上负荷的增大,以及涡轮前燃气温度的提高,都会使得发动机零件及组件上的温度急剧升高,在这种工作条件下,小黏度的矿物油就会急剧蒸发和氧化。滑油黏度的变化,又会造成润滑性能下降;这些性能变化进一步引发各种发动机故障,如:发动机振动大、转速不正常、滑油消耗率大、有杂音、发动机自动停车、抱轴、传动轴扭断,等等。可以说润滑油的稳定工作决定了发动机的稳定工作,因此必须对润滑油进行监测,尤其是在大过载工作条件下,即对无人机动力装置的滑油系统的工作参数、滑油

中的屑末及滑油状况进行监测。

## 2) 轴承腔及断油

随着发动机发热量的增加,必然使轴承腔的温度也随着升高,要保证滑油不被氧化、硝化和不结焦,就必须要对轴承腔作好隔热保护。目前一般的隔热措施是在轴承腔和热区管路上包裹石棉等隔热物或加隔热罩。

按照润滑系统要求,允许发动机短时间断油但间隔时间不能过短,因此在无人机的机动飞行控制上必须要考虑此间隔时间的因素。同时也有必要试验发动机或飞机在不供滑油条件下持续工作的能力,直到转子抱死为止。

## 3) 滑油消耗率

低的滑油消耗率意味着强的持续作战能力和润滑系统的稳定工作,因此需要进一步研究减小滑油消耗的措施,如:采用更好的密封形式、更合理的通风结构及更好的防滑油过热的方法等。

## 4) 供油系统

供油系统主要由滑油箱、供油泵、调压活门、单向活门、(散热器、滑油滤、旁路活门)、管路、喷嘴等组成。

无人机长航时,所需要的滑油会比较多,另外,无人机在大过载条件下,所产生的热量必然也比较大,则滑油的消耗也相应较大。因此发动机滑油的量必须足够,滑油箱尽量大也是必须的。但滑油箱受发动机和飞机的结构限制又不可能太大,因此油箱设计必须权衡整个系统的工作状况。同时滑油箱也必须保证发动机在任何状态都能有效的供滑油,这对无人机的机动性有所制约,同时,滑油系统的高空性能要求滑油箱要能承受一定的内腔压力,因此,性能上的需求与结构上的限制和制约是一对矛盾的统一体,设计时应权衡利弊。

供油泵主要用于向发动机传输滑油,对于无人机而言,滑油泵的选择或设计必须根据工作压力范围、转速、流量、效率、自吸能力、压力脉动及造价(无人机的低成本要求)等综合考虑,而且要满足发动机重量、结构紧凑、安全可靠的要求。另外,设计时还需要保证滑油泵在大过载和高机动条件下的地面及高空性能,必要时应以试验来进行验证,以确保发动机在各状态下滑油泵的稳定工作。

在发动机状态变化频繁或大过载条件下,各摩擦副磨损相对较大,因此滑油的过滤就显得尤为重要,而且滑油滤容纳污染物的能力一定要相对较强,在设计滑油滤时,一定要考虑留足够的空间来容纳杂质。

在发动机小燃油流量状态下,不能有效的对滑油进行冷却,因此燃滑油散热器要设置在高压燃油路上。若是空气散热器,则必须考虑在大气稀薄或气压过大的条件下以及在低温启动时怎样对滑油进行换热。

## 5) 回油系统

回油系统由回油泵、磁屑检测器、油气分离器、磁堵、油滤、(散热器)以及管路组成。

对于回油泵的要求,除了和供油泵的要求一致外,还必须保证发动机在任何状态下都能有效的抽回滑油而不是空气,这就需要和轴承腔配合设计。

## 6) 通风系统

通风系统主要有离心通风器、高空活门及管路组成。

离心通风器的好坏决定了滑油消耗率的高低,因此需要对离心通风器进行进一步研究,以期达到最好的通风效果。

在较高的飞行高度上,发动机中的滑油压力会下降,这将引起强烈的汽化,在某些情况下还会使滑油从通气管中溢出。高空活门可以相对保证润滑系统的高空性能,也可用滑油箱加压的方法来保证高空性能。

## 4 结语

滑油系统是航空发动机上一个重要系统,它对发动机的正常工作和飞行安全有很大影响。发动机推力、飞行速度和高度的增大都会使得滑油系统的工作条件恶化,因此,针对无人机动力装置高推重比、高机动载荷以及更大的飞行高度等使用特点,应进行优化设计,以满足未来的作战需求。

(收稿日期:2010-04-16)

作者简介 晏莹,女,1966年出生,1988年毕业于西北工业大学,高级工程师,现从事飞机发动机、燃油系统设计管理工作。

(上接第4页)

## 7 结论

1) 对于复合材料蜂窝夹层结构,用本文的“特殊体元”模拟蜂窝结构是合理的。

2) 本文基于“特殊体元”模拟蜂窝结构的研究方法能准确地预测蜂窝夹层结构中蜂窝的强度,可有效指导复合材料结构的设计和使用。



图7 蜂窝剪切破坏的形式

## 参 考 文 献

[1] 中国航空研究院. 复合材料结构设计手册[M]. 北京:航空工业出版社,2001

(收稿日期:2010-03-21)

作者简介 王专利,男,1978年5月出生,2002年毕业于南京航空航天大学,工程师,现从事飞机复合材料结构强度研究。