

·光电工程系统技术·

## 机载光电稳定平台润滑

夏 军, 渠继峰

(中国空空导弹研究院, 河南 洛阳 471009)

**摘 要:**根据机载光电稳定平台结构形式及使用环境, 指出油脂润滑是稳定平台最佳润滑方式. 通过对比平台轴承润滑前后的阻力矩差异, 并用 MATLAB 作为工具分析该阻力矩对稳定精度影响情况, 给出光电稳定平台对润滑脂性能要求和选用原则.

**关键词:**光电稳定平台; 润滑脂; 稳定精度; 润滑

**中图分类号:** TP212.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2009)01-0033-03

## Lubrication of Airborne Optoelectronic Stabilization Platform

XIA Jun, QU Ji-feng

(CAMA, Luoyang 471009, China)

**Abstract:** According to the structure shape and the application circumstance, the idea that the grease is the best lubricant way for the airborne optoelectronic stabilization platform is pointed out. By comparing the difference of the bearing's resistance moment before and after being lubricated, the image stabilization under the influence of resistance moment is analyzed using MATLAB. The requirements and choosing rules of grease for optoelectronic stabilization platform are given.

**Key words:** optoelectronic stabilization platform; grease; image stabilization; lubrication

随着无人机在电视新闻采集、广播摄像、海关缉私、海事救援、渔政取证、森林防火等领域的广泛应用, 机载光电稳定平台也越来越多地成为无人机上的主要设备, 其工作状态好坏成为无人机是否能够完成各种任务的非常重要的因素. 正确选择和使用润滑脂, 对于确保机载光电稳定平台处于良好工作状态、充分发挥功能、延长使用寿命, 具有十分重要的作用.

### 1 稳定平台润滑

#### 1.1 稳定平台润滑方式

如图 1 所示, 机载光电稳定平台通常由方位、俯仰框架构成, 所携带可见光摄像机、前视红外仪、激

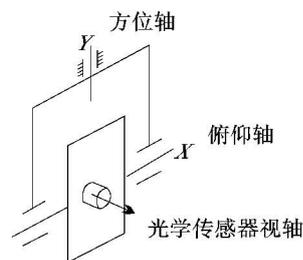


图 1 二框架稳定平台

光测距仪、数码照相机等传感器安装固定在框架内, 每个框架包含一组驱动组件、一组测角组件. 为了减小飞行中的风阻, 平台外形多采用沿轴心对称的球柱体形状; 为有效利用空间, 在布局时将驱动组件设

收稿日期: 2009-01-08

作者简介: 夏军(1965-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事光电稳定平台研究.

计在框架一端、测角组件设计在框架的另一端。驱动组件采用分装式低速直流力矩电机,输出力矩/体积比大,质量轻,电机与框架轴直接连接传动驱动,减少传动路径提高功效。稳定平台通常采用旋转变压器或光电编码器作为测角元件,直接安装在框架的旋转轴上。框架的支撑采用滚珠轴承,承受各种负载及无人机降落时的冲击力。

根据稳定平台结构形式及其在无人机上使用环境分析,润滑脂是机载稳定平台所用轴承最合适的润滑剂。它具有综合的清洁、润滑、防锈性能;适合我国地域辽阔、气候特点差别显著的国情;采用直接涂抹方式,在高低速度下都有良好的润滑效果,也可适应不同的使用环境温度,无需供油装置,不易流失,不需经常添加,可以一次性终身润滑,维护管理方便、节省操作费用<sup>[1]</sup>。此外,润滑脂可以填充固定和旋转零件之间的间隙,增强其密封性能,还可防止灰尘、水份和其他杂物的侵入,无需更换,能够减少润滑油对光学系统的污染,提高传感器的性能和指标,从而可以实现光电设备长期工作的要求。

### 1.2 润滑脂对轴承阻力矩影响

机载光电稳定平台某框架一端采用成对安装的角接触球轴承,为了增加支撑的刚性、减小振动和噪声,防止由于惯性力矩引起的轴承内外圈之间的相对运动,提高运动框架轴系旋转精度,需对轴承施加一定预紧力。选配的轴承采用轻预紧力,清洗后的轴承常温下其阻力矩约为  $34 \text{ mN}\cdot\text{m}$ ;根据机械设计手册中关于滚动轴承润滑脂填充量推荐<sup>[2]</sup>,用重庆一坪润滑脂公司生产特 221 号航空润滑脂添加  $2/3$  轴承腔后,其阻力矩约达到  $102 \text{ mN}\cdot\text{m}$ ,增加 3 倍。

### 1.3 阻力矩对稳定精度影响

视线稳定精度就是指稳定平台在载体摇摆时保持视线稳定的精度。飞行中载体摇摆会引起光电稳定平台光学传感器视轴晃动。稳定精度是机载稳定平台重要指标,该指标的高低决定了对地面目标观察的清晰程度。

图 1 所示俯仰轴,安装成像传感器和速率陀螺,陀螺敏感稳定平台绕 X 轴、Y 轴运动角速度信号,将该信号校正计算后再功率放大以驱动装在俯仰框架轴上的电机,完成对平台的稳定控制。对于机载光电稳定平台,采用合适的稳定控制回路和校正算法,当载机以  $0.5 \text{ Hz}$ 、 $\pm 5^\circ$  摆幅摆动时,用常温洁净轴承

阻力矩  $34 \text{ mN}\cdot\text{m}$  作为干扰力矩,在 MATLAB SIMULINK 中仿真,观测框架的角运动,角运动摆动峰峰值为  $4 \mu\text{rad}$ ,也就是说在这个动态的测量过程中,光学传感器的视轴晃动的最大幅度为  $4 \mu\text{rad}$ ,光电稳定平台的稳定精度也就是  $4 \mu\text{rad}$ 。稳定精度的大小随着干扰力矩的大小改变,呈线性比例关系,当轴承添加润滑脂,阻力矩达到  $102 \text{ mN}\cdot\text{m}$  后,不考虑其他因素,光电稳定平台的稳定精度是  $12 \mu\text{rad}$ 。

随着无人机应用技术的不断发展,对机载光电设备的要求在不断提高,在执行一些精确光电探测时,对设备稳定精度的要求可高达  $20 \mu\text{rad}$  左右,上述轴承在添加特定型号润滑脂后对稳定精度影响高达 40%,润滑脂对稳定精度影响不可忽略。稳定精度仿真结果见图 2。

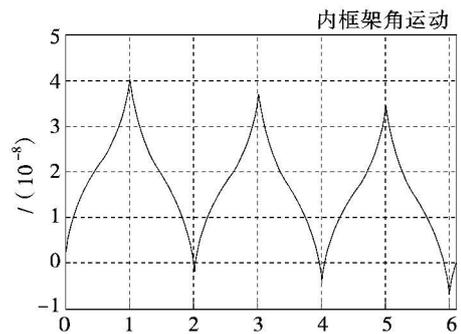


图 2 稳定精度仿真结果

## 2 润滑脂的选择

稳定平台中的润滑主要是低速轴承润滑。总的工作特点是:低速,飞机降落时冲击性负荷大;工作环境温度变化幅度大,在一定飞行高度,地面与空中存在一定温差;稳定平台需要满足地面联试与空中飞行大气气象条件。因此,要提高润滑效果,满足使用环境及使用条件,保证良好的运动性能,延长使用寿命,稳定平台轴承对润滑脂的要求是:

### (1) 适当的黏度

润滑脂的黏度-温度特性具有重要的使用价值,特别是在较低的温度下,如果相似黏度很大,则流动性很差<sup>[3]</sup>,即不易进入摩擦部位的工作面,轴承的启动力矩会增大,产生很大的滑动转动阻力,运转时阻力也过大。而当环境和工作温度变高时,如果

相似黏度迅速下降,在实际使用时可能发生流失现象,污染光学系统,影响传感器的性能和指标,从而无法实现光电设备长期工作的要求。

### (2) 较低的启动转矩

启动转矩是指润滑脂阻滞低速滚动轴承转动的程度<sup>[3]</sup>。启动力矩值越小,则对稳定精度影响越小,启动功率消耗也越小,即润滑脂的启动性能越好。某些脂在低温下的启动力矩值较大,甚至出现卡住现象,即脂的低温性能差,影响运动平稳性,造成稳定精度下降,不适合在低温下应用。启动转矩是低温用润滑脂和宽温度范围用润滑脂在机载光电稳定平台应用的重要性能指标。

### (3) 较宽的温度使用范围

在低温环境下,使用不合适的润滑脂最直观的结果是使又稠又软的油脂冻结,进而使得光电设备起动力矩大起启动困难,运动时产生较高的摩擦,功率损耗增大。

润滑脂受热后性质可能发生许多变化,从不流动状态变为流动状态,出现蒸发/氧化/析油等,这些改变都会影响润滑脂在高温下的使用性能。

### (4) 严格的杂质含量

润滑脂内存在了机械杂质,使用过程中就会带入机械摩擦部位,它不但会降低润滑脂的减摩作用,而且加剧了摩擦交点和工作面的磨损,并能造成摩擦面擦伤等等,致使被润滑的滚珠轴承迅速丧失精度,降低运动精度,从而缩短使用寿命。

此外,机载光电稳定平台对润滑脂还要求一定的安定性,防止在与空气的接触中氧化;一定的抗水性,在与水及水蒸气接触后不会生成乳化体;一定的机械稳定性,在受机械作用后其稠度改变很小。

对于所用润滑脂的选择,除了以上各方面的阐述之外,还有其他许多制约条件,应对整个系统有一定了解,根据使用寿命、载机飞行高度、速度、使用场合是陆地还是海上等因素进行综合选择,使机械润滑更加合理完善。

### 参考文献

- [1] 颜志光. 润滑材料与润滑技术[M]. 北京:中国石化出版社,2000.
- [2] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [3] 王焯军,曹小平,张有智. 军事装备润滑剂应用技术[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [4] 颜志光. 润滑材料与润滑技术[M]. 北京:中国石化出版社,2000.
- [5] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [6] 王焯军,曹小平,张有智. 军事装备润滑剂应用技术[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [7] 季伟,张民,叶培大. 光分组交换网络中的光缓存技术研究[J]. 光通信技术,2004,28(10):26-28.
- [8] 杨俊杰,肖石林. 光缓存配置研究[J]. 光通信技术,2005(12):15-18.
- [9] 刘焕淋,陈前斌. 可变长光分组交换的短包优先调度[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版),2007(1):76-80.
- [10] Hiroaki Harai, Motoshi Suzuki and Takeshi Ozeki. Buffer Management for Shared Feedback Buffer-Type Optical Packet Switches[C]//National Institute of Information and Communications Technology,2006.
- [11] Hiroaki Harai, Masayuki Murata. Optical Fiber-Delay-Line Buffer Management in Output-Buffered Photonic Packet Switch to Support Service Differentiation[J]. IEEE journal on selected areas in communication,2006,24(8):108-116.
- [12] Lin Y and Silverster J A. Priority queueing strategies and buffer allocation protocols for traffic control at an ATM integrated broadband switching system [J]. IEEE J. Sel. Areas Commun,1991,9(12):1524-1536.
- [13] Soung Y Liew, Siong F Law. A fast scheduling algorithm for all-optical shared-buffer packet switches[C]// Faculty of Information and Communication Technology, 2008.
- [14] WANG R, PAU G, YAMADA K, et al. TCP startup Performance in Large bandwidth delay networks [EB/OL]. (2004-12-19)[2006-11-12]. Http://ieeexplore.iee.org/iel5/9369/29790/01356968.pdf.
- [15] NINGNING H, STEENKISTE P. Improving TCP startup performance using active measurements algorithm and evaluation [EB/OL]. (2003-11-13)[2006-11-10]. http://ieeexplore.iee.org/iel5/8838/27972/01249761.pdf? arnumber=1249761.
- [16] II G Y, ABDULLAH M, DIMYATI K. Preemptive Hybrid Scheduling Scheme for Optical Packet Switch with Class Differentiation [EB/OL]. (2006-08-20) [200611-15]. Http://ieeexplore.iee.org/iel5/10826/34121/01625805.pdf.
- [17] MCKEOWN N, ANNANTHARAM V, WALRANDJ, et al. Achieving 100% throughput in an input queued switch[J]. IEEE Trans. Commun,1999,47(8):1260-1267.

(上接第 4 页)

[J]. journal of Optoelectronics Laser(光电子·激光), 2006,17(7):857-861.