

微型发动机在弹载陀螺仪上的应用

沈 廷 祥

一、概述

弹载陀螺仪的启动方式有电动的、气动的等等。战术导弹，特别是战术反坦克导弹，体积小，重量轻，成本低，因此，不宜采用复杂的电路来驱动陀螺仪。近年来，许多国家尤其是美国积极研制火药燃气陀螺仪，动力源是微型发动机（或称燃气发生器）。这种发动机具有固体火箭发动机的基本特征：具有燃烧室、点火具、火药柱、挡药板和拉法尔式喷嘴等。

使用微型发动机的陀螺仪，启动时间特别短（数百毫秒的数量级），装药结构简单，贮存和工作安全可靠，价格便宜。从这个角度来看，远远优于电动和气动的陀螺仪。正是由于这些原因，第二代反坦克导弹上的陀螺仪，如米兰，霍特以及斯文费厄等均采用了微型发动机。

二、构造示意及用途

微型发动机的燃烧室结构形状，既要保证装药安全贮存和可靠燃烧，又要保证陀螺仪正常锁紧和解锁。对于弹径尺寸小的陀螺仪，采用并排的两个室，一个室里边包含有喷嘴活塞，另一个室里放有产生驱动陀螺转子高压燃气的装药（图1）。

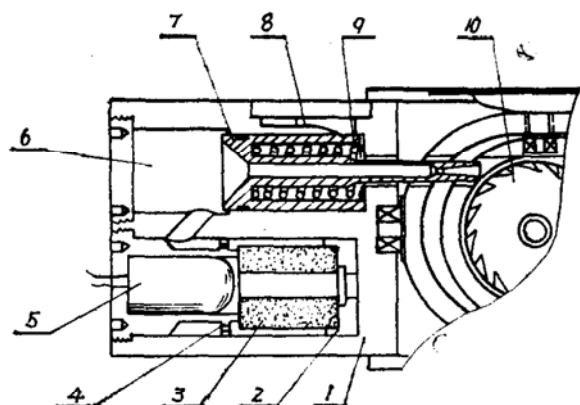


图1 微型发动机结构简图

- 1.发动机壳体 2.火药支架 3.火药柱 4.挡药板
5.点火具 6.空室 7.喷嘴 8.锁紧簧片 9.弹簧
10.转子

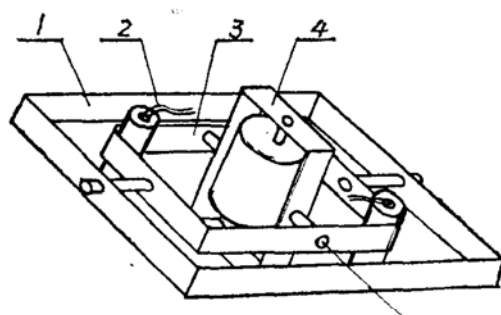


图2 微型发动机作修正装置布局示意图

- 1.载体 2.微型发动机
3.陀螺外框 4.陀螺内框

微型发动机在弹载陀螺仪上的主要用途是：其一作陀螺修正装置的动力源；其二作为启动陀螺转子的动力源。微型发动机作为启动冲击式陀螺转子的动力源的例子见图1，而图2是用

作修正装置布局示意图。这是四个安装在陀螺框架上微型发动机的布局，其中两个用来控制外环进动，另二个微型发动机控制陀螺内环进动。陀螺仪启动工作后，漂移未超过预定值时，微型发动机点火线路处于开路，漂移超过预定值，向正方漂移时，正方向对应的发动机点火，产生修正力矩，使其向负方向进动。通过发动机的修正，可以保证陀螺仪在工作期间的精度。（敏感外框漂移装置未示出）

三、对微型发动机的要求

用作陀螺动力源的微型发动机，其主要的要求是：

1. 要有足够的强度——火药装药在微型发动机内燃烧时，通常燃气压力在100~300个大气压之间。
2. 要有稳定的工作性能。
3. 密封性要好。
4. 结构要简单工艺性要好。
5. 在高、低温条件下工作可靠。

（主要参考资料有美国专利3687080号及3570282号）

固体冲压发动机含金属燃料的燃烧研究

一、前言

固体冲压发动机经常使用很细的硼或硼化合物作为金属燃料组分。虽然提高了燃烧热，但高金属含量的燃料会引起复杂的燃烧现象，影响了燃烧室内能量释放过程，并导致降低燃烧效率和发动机性能。所以研究金属粒子的变化过程对了解燃烧有重要意义。

二、实验方法

实验采用了开窗的二元燃烧室，两根板状燃料长20cm，宽5cm。进入燃烧室的空气质量流量为 $1.5\sim 10\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ，流量为20~150g/s。燃烧室压力为0.4~1 MPa。燃料是聚合物，其中有大量的金属硼，硼碳化物，镁或其他金属添加剂。高速摄影速度为每秒2000~5000帧。

进行了二种方案试验。第一种是在窗口位置将一小块（约 $5\times 2\text{cm}$ ）含金属的燃料相嵌在无金属的PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）燃料母体中，第二种方案则都用的是含金属的燃料。用甲烷火炬点火。

三、实验结果

1. 关于气相燃烧

第一方案试验时，燃料表面附面层中呈现出气相扩散火焰的特点。在每一根板状燃料上有几毫米厚橙色明亮强烈的火焰。二种不同板状燃料完全可以由存在一个暗的燃气层核心而加以区别。在第二方案试验时仍然出现气相扩散火焰，但气相燃烧是微弱的，火焰亮度低、薄而透明，并呈现一种周期性质，一段时间火焰亮度增加，而在另一些情况下则完全消失。

2. 关于燃料表面燃烧过程和粒子特性

从燃料表面上喷射出来的物质象是大块燃料或碎块。这种碎块有时是不着火的，在低轨道上移动，经常在燃气中分裂。喷射现象是由于上下层燃料局部损失粘结而造成的。图1表