

惯性制导及其物理原理

唐 浩

(空军后勤学院, 徐州 221000)

惯性制导, 简称惯导, 是指利用物体的惯性特性来进行制导的一种制导方式。由于惯导系统的制导装置全部安装在飞行器内部, 并且不与外界交换任何信息, 因此, 惯性制导具有保密性强、不受气象条件的影响以及其他外部因素的干扰等优点。国内外的弹道式战略导弹, 一般都采用惯导系统。这一些战术导弹制导的初始段或末段也常用惯导系统。

一、惯导系统的组成及基本工作原理

惯导系统通常由陀螺稳定平台、惯性仪表(加速度表)、程序装置、计算机、积分仪及乘法器等组成。惯导系统的基本工作原理为, 利用加速度表测量飞行器运动的加速度, 通过积分仪得到飞行器的速度和位置信息。这样, 便可确定出飞行器在某一瞬时的空间位置。将它与程序装置所给定的飞行器应在的位置(理想位置)相比较, 二者如有偏差, 将产生误差控制信号, 再通过执行机构控制飞行器沿着预定的弹道飞行。

事实上, 早在三百多年前就有人提出了惯性制导的基本原理。但由于当时存在许多无法克服的技术难题, 比如加速度仪的测量范围为 $10^{-6}g \sim 10^{-9}g$, 陀螺仪的漂移速度在 0.01 度/小时 ~ 0.001 度/小时等, 因此无法把惯导原理付诸实践。即使在今天, 这些问题仍是惯导技术的关键问题, 有待于进一步完善和提高。惯导的缺点在于, 惯性仪表装置的加工制造复杂, 工艺要求严格, 精度要求高, 成本昂贵, 导弹发射后一般不能改变预定的飞行参数等。而且随着导弹射程的提高和飞行时间的增大, 仪器工作的积累误差也将明显增大。

惯性制导系统分为捷联式惯性制导和平台式惯性制导两种。如果把惯性仪表直接安装在弹体内部的某个位置, 并且随着导弹一起运动的, 称为捷联式惯导系统。如果把惯性仪表固定在陀螺平台上, 使惯性仪表与弹体的运动分隔开来, 则称为平台式惯导系统。目前的惯导系统多采用捷联式惯性制导。

二、惯导系统的物理原理

由牛顿第二定律可知, 物体的加速度 a 与其所受外力的合力 F 成正比, 而与物体的质量成反比, 即

$a = F/m$ 。而由牛顿第三定律可知, 当物体甲给物体乙一个作用力 F 时, 则物体乙必然给物体甲一个反作用力 F' 。作用力与反作用力大小相等, 方向相反。对于作加速度运动的物体而言, 这个反作用力就是所谓的“惯性力”。

如果将上述定律应用于导弹的制导过程, 并不考虑引力和地球自转的影响, 那么, 导弹在推力作用下, 也存在着“惯性力”, 使之作加速度运动。因此, 设法通过对加速度的测量, 再进行一次和二次积分运算, 就可得出导弹的飞行速度和导弹的飞行距离(射程)。而对导弹射程远近的控制是通过控制发动机的关闭来实现的。实际上, 为测出导弹的加速度值, 要将三个加速度计放置在陀螺稳定平台上。陀螺稳定平台又叫陀螺平台。它是利用陀螺仪的特性加上相应的随动系统, 从而实现一个人工坐标系, 始终保持与地平面的水平基准。由于平台稳定于惯性空间, 因此, 从加速度计测出的加速度, 并不是导弹的惯性加速度, 其中包含有重力加速度分量。这些重力加速度分量将影响惯性制导的精度, 在惯导系统中, 对此值必须加以修正。

贫铀弹的危害

据《科技日报》顾钢报道, 最近, 关于北约部队在科索沃和波黑战争中大量使用贫铀弹, 导致多名北约部队士兵患白血病死亡的消息在西方媒体炒得纷纷扬扬。意大利、比利时、葡萄牙政府已正式要求北约就所谓“巴尔干综合症”进行调查并做出解释; 德国、法国和西班牙等国首脑也发表讲话, 谴责北约部队在战争中使用贫铀弹。

贫铀弹是在弹头芯体材料中使用重金属铀, 它是核工业燃料铀 235 的蜕化物, 贫铀弹具有很高的密度和质量, 是普通钢铁弹头的 3 倍, 在高速射击中可以击穿坦克装甲板, 是对付坦克的有效武器。贫铀弹爆炸后产生弱放射性材料铀 238, 其辐射范围虽然很小, 但通过空气和地下水摄入人体, 或与皮肤接触, 可杀死人体血细胞, 破坏人体免疫功能, 导致受染者患白血病死亡。