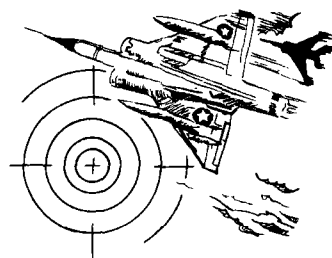


# 光学弹药的物理基础及其使用特点

方延平 王保成 孔凡成

(空军后勤学院二系 徐州 221000)



光学弹药是国外刚开始研究的一种反光电传感器新概念武器技术,是非致命性武器之一,美国由于越来越多地卷入各类维持和平与人道主义援助行动,考虑到政治与战争的特别需求,开始特别关注非致命性武器,正在投入大量资金进行非致命性武器研究。美国国防部确定非致命性武器发展优先次序时,把反传感器光学弹药排在首位,第二位是反人员光学弹药。

所谓反传感器光学弹药就是采用弹载方式,将一种光学弹药发射到敌方阵地上爆炸产生强烈的闪光(相干光或大功率非相干光),通过破坏敌方作战平台光电传感器,使敌整个作战平台丧失探测与控制功能。所谓反人员光学弹药就是采用手抛方式,也可采用弹载方式,将一种光学弹药投掷到敌方阵地上爆炸产生强烈的闪光(一般为非相干光),通过致眩敌作战人员眼睛,使敌方作战人员眼睛在几十秒到几分钟的时间内丧失视觉能力。

## 一、光学弹药的物理基础

根据国内外光学弹药发展研究分析,目前主要有全向辐射光学弹药和定向辐射光学弹药两种。

### 1. 全向辐射光学弹药的物理基础

全向辐射致眩干扰器发出的是非相干光,可采用在炮弹内装置中空锥形炸药,并在中空部分充满氙、氪、氙等惰性气体,均匀引爆炸药后产生高温高压气体,形成温度高达几千度的等离子体,从而产生极亮的闪光,这种闪光光谱从紫外到近红外波段转变,但主要集中在可见光波段,这种闪光可造成人眼长达几分钟的失明状态,对红外夜视等光电设备也有一定的干扰效果。

我们知道,一般气体放电发光光源主要依靠电激励发光,即自由电子被电极外电场加速,当运动的电子与气体原子或分子碰撞时,电子的动能就传递给原子或分子使其处于激发态,当处于激发态的粒子回到基态或由高能级向低能级跃迁时,所吸收的能量就以光的形式辐射出来。但在高温条件下,气体发光的主导因素是热电离和热激发。对惰性气体

而言(如氙气)在高温情况下可使惰性气体粒子快速运动,由于相互碰撞可以使气体粒子的动能变为激发能和电离能量。由萨哈公式  $\alpha^2 = AT^{5/2} \exp(-\epsilon_i/KT)/P$  可知,电离度随气体温度升高而增加,随气体压强而降低。但当用炸药冲击波压缩加热惰性气体时,随着气压的增加,粒子密度也急剧增加,粒子间的相互碰撞频率也急剧增大,从而大大增加了电离速度。

目前国内外通用的几种典型炸药爆温为3010K~4200K左右,从几种典型炸药爆温数据分析,采用炸药冲击波把惰性气体加热到几千度是可行的,这样就可使惰性气体电离形成几千度的高温高压等离子体发出强烈闪光。

### 2. 定向辐射光学弹药的物理基础

对相干光定向辐射干扰器,其原理与全向辐射干扰相似,但为了使能量的大部分集中在一个方向施放,并产生单次激光,必须改变炸药位置设置和增添染料棒,如在炸药的中空部分充满惰性气体,染料棒沿弹丸主轴方向安放,改变激光染料棒可以改变定向辐射器的波长,定向辐射单位立体角功率较强,可致盲人眼及包括激光测距机在内的光电传感器。

采用炸药冲击波快速加热惰性气体形成高温等离子体发出均匀强烈闪光,用该脉冲闪光二次激励激光染料辐射激光。光学弹药的炸药外套在周围的很多线上同时被引发,在惰性气体层中形成一个压缩冲击波,它朝着装置的对称轴方向运行,形成温度高达几千度的等离子体,发出强烈的闪光,该闪光脉冲激励由两个反射镜组成的谐振腔激光染料棒,在弹轴方向上发出单次激光脉冲。

其工作原理是将一些有机物染料溶解于乙醇、甲醇等溶剂中作为激活介质,以获取最佳泵浦效率,通过选择不同的染料溶液,可获取从紫外(330nm)到近红外(1.85 $\mu$ m)的激光输出。但液体染料在定向辐射致眩干扰上应用,由于弹载方式及炸药冲击波的压力冲击和温度冲击的影响,应用技术难度较

(下转 59 页)

现代物理知识

所谓哪一个更基本。事实上,正由于中微子的质量本征态不同于其味道本征态,才导致味混合和中微子振荡现象。举例说来, $\nu_e$  可以表达成  $\nu_1, \nu_2$  和  $\nu_3$  的线性组合,反过来  $\nu_1$  也可以表达成  $\nu_e, \nu_\mu$  和  $\nu_\tau$  的线性组合。联系中微子质量与味道本征态的  $3 \times 3$  矩阵即是轻子味混合矩阵,在两代中微子情形下首先由坂田等人于 1962 年引入来讨论  $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_e$  振荡的物理机制。

4. 物理学家认为,这第四味的中微子的性质很古怪。除了它有质量而参与万有引力外,它既不参与强相互作用,也不参与任何弱相互作用。人们把它叫做“呆傻中微子”(sterile neutrino)。(彭文第七节第七段)

这一段涉及到“sterile neutrino”的中文翻译问题。相对于“active neutrinos”(活性中微子) $\nu_e, \nu_\mu$  和  $\nu_\tau$ ,“sterile neutrinos”不参加标准的弱相互作用,但可以和其他活性中微子发生相互振荡。由于“sterile”一词本身并无“呆傻”之意,笔者认为将“sterile neutrino”译为“惰性中微子”更合适。

(上接 22 页)

大。为此,美国等国家正在研制用塑料染料激光棒代替有机溶液激活介质的激光器,材料选取及安装加固设计充分考虑了弹载方式及冲击波压力和温度影响等方面因素。

## 二、光学弹药作战使用特点

光学弹药作为一种新型反人员、反传感器技术,由于可以采用弹载发射方式,可远距离攻击敌方作战平台及作战人员。因此,比强激光武器具有更强大的纵深打击能力,有着十分广泛的军事应用价值。

对炮射远程攻击的光学弹药,在敌阵地爆炸后发出强烈的闪光,致盲或致眩破坏敌方武器系统的光电传感器和作战人员眼睛,使之暂时丧失战斗力,其特点为:纵深打击能力强,可用于攻击几千米至几十千米的敌纵深目标;引爆性能好,它不在瞄准线内工作,不容易暴露目标;使用灵活,可采用多种发射方式,操纵如发射炮弹一样灵活简便;费效比低,一枚通用性反传感器光学弹药与一套强激光武器在研制费用上是无法比拟的,但通用达到致盲、致眩敌武器系统光电传感器,降低该武器系统作战效能的作用。

对投掷式近距离攻击的光学弹药,一般以致眩

5. 这种呆傻中微子的质量相当大,有人猜测它的静止能量可能达到几个或几十个 GeV。(彭文第七节第九段)

这句话的物理含义是不正确的。联系上下文可知,“这种呆傻中微子”意指用于解释 LSND 实验而被理论家引入的惰性中微子。注意 LSND 中微子振荡的质量平方差是在  $1\text{eV}^2$  量级,而大气和太阳中微子振荡的质量平方差都远低于此量级。由于活性中微子的静止质量都很小,最大不超过几个 eV(否则会引起宇宙学上的困难),其中之一与惰性中微子质量构成的  $1\text{eV}^2$  量级的平方差意味着该惰性中微子的静止质量最大不会超过几个 eV。因而,为同时解释太阳、大气和 LSND 中微子振荡实验所引入的惰性中微子必定很轻,其质量不可能达到彭文所说的几个或几十个 GeV。事实上,目前的中微子振荡实验基本都不支持惰性中微子的存在。LSND 实验本身是否正确,有待费米实验室的 MiniBOONE 实验的检验。

手榴弹为主,主要攻击目标是敌方作战人员,与激光致盲枪相比,激光致盲枪使敌方作战人员造成永久性损伤,是将被禁止使用的武器之一。但这种光学弹药则仅仅使敌方作战人员短期内失去视觉能力,几分钟后可恢复正常,具有较佳军事应用价值,战术应用像任何投掷式武器应用一样灵活。

光学弹药的作战功能是干扰敌方作战平台的“眼睛”,使敌方作战平台看不见我方目标,有效降低敌方作战平台的作战效能,具有远距离纵深作战、战术应用灵活和研制成本低等优势,因此具有更高的军事实用价值和更广泛的军事应用前景。

