

# 主动电磁装甲的物理原理

田 杨 萌

(北京信息工程学院基础一部 100101)

目前用于攻击坦克和装甲车辆的主要武器为动能弹和破甲弹。动能弹以其高速发射过程中所获取的巨大动能,在甲板很小区域内快速释放,以达到穿透保护甲的目的,也叫做穿甲弹。破甲弹是以高速金属射流侵彻装甲,以达到毁伤防护装甲的目的。随着穿甲弹、破甲弹穿透能力的不断增强,仅仅通过增加装甲的厚度来提高其防护性是不现实的。其一,装甲厚度的增加势必造成战车体积和重量上的增大,从而减少了车辆的机动性和灵活性。其二,目前动能弹初速已大于 1800m/s 和穿甲能量大于 9MJ,如此强大的威力,传统的装甲难以防护。电磁装甲是一种新概念装甲防护,它可使得大多数威胁在危及目标之前就失去作用。电磁装甲属于模块化附加装甲保护,其原理是利用电磁能摧毁或干扰入侵射弹。可将电磁能直接作用于射弹,摧毁或干扰其运行,也可利用电磁能加速保护板,去拦截来袭射弹。

电磁装甲主要有以下 3 种类型:

1. 主动式电磁装甲。用电磁能量加速装甲保护板,发射到飞速而来的射弹路径上去主动拦截射弹,将威胁消除在战车之外。
2. 电磁能量直接作用于射弹的接触式电磁装甲。该种电磁装甲直接给射弹馈以大电流,以电磁能量毁坏或干扰入侵射弹。
3. 远距离电磁装甲不依赖于任何机械装置接触射弹,而是通过强大的电磁场远距离作用于射弹,使射弹受到电磁力作用而减少其运动动能。

在以上 3 种电磁装甲中,主动式电磁装甲相对来说比较成熟,在未来短时间内有可能进入实用阶段。接触式电磁装甲发展也比较迅速。而远距离电磁装甲由于所需电磁场强度太大,又受电磁场有效作用距离的限制,目前尚处于探索阶段,短时间内不可能进入实用。本文主要介绍主动电磁装甲的物理原理。

主动式电磁装甲是利用电磁场将一块保护平板加速,发射到入侵射弹的路径中去拦截射弹。其典型的设计装置图如图 1。当有来弹侵犯时,传感器应在一定距离内快速探测、识别并测量出射弹性质、运行速度和方向等相关数据,由计算机决定防御手段。若是破甲弹,防护系统将发射一枚保护板迎击来袭射弹,在其击中主装甲之前将其击毁。若是动能弹,由于其初速高、动能大,则需从下方以小倾角发射一飞板拦击动能弹弹芯,即使不能摧毁射弹,至少能使其改变弹道以消除威胁。

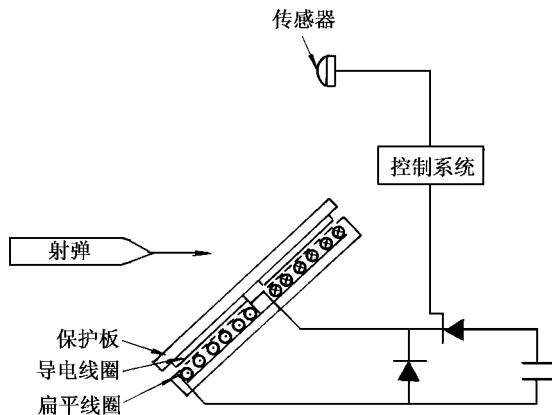


图 1 主动式电磁装甲电路示意图

当车载计算机决定了其防御方案后,由控制系统在最佳时间接通闭合开关,电容器储能系统向扁平电感线圈快速放电,在保护板下面的导电线圈感应出一强大的涡电流。附加这种导电线圈是为了适应各种材料的保护板,增加其感应涡流的强度,起推进保护板的作用,因此,也叫做推进盘。扁平线圈与推进盘之间产生一强大的排斥力,将保护板发射出去。电容器储能为

$$E_c = CU^2/2$$

$C$  和  $U$  为储能电容器的电容和电压,保护板的动能为



## “3 + 综合”考试下的物理教学

王金霞

(兰化一中 甘肃 730060)

随着“3 + 综合”考试制度在全国范围内推广,物理学科不再是“3 + 2”模式下的1/5。相对于数、语、外来说,将由高考中并重的地位沦为“副科”,这是否意味着中学物理教学的意义将被削弱?在新的考试制度下,如何搞好物理教学?这将取决于“3 + 综合”考试对物理学科的要求和中学物理教学的意义。

### 一、“3 + 综合”考试

“3 + 综合”考试是“3 + X”模式的一种形式,仅从教学的角度讲,它的意义也是重大的。

首先在于它适应现代科技发展的特征。由于人的认识研究能力和精力的限制,同时也为了学习的

方便,科学被人为地分解成各个学科,形成了越来越多的门类,使人对自然界的认识在一定程度上深刻、全面了。然而客观事物本来就是综合的,科学也是内在统一的,随着人们认识的深入和对知识的应用,自觉不自觉地又出现了各学科的综合与渗透,形成了边缘学科、综合学科,许多重大研究成果都不再是某一位科技大师的杰作,而是由几个学科的科学家共同携手创造的,而且其中每个人都有较宽的知识面和综合应用知识的能力。

其次,它有利于贯彻落实素质教育,培养具有较强能力的创新型人才。高考指挥棒从它诞生之日

$$E_k = (m_{pl} + m_{pd}) v^2 / 2,$$

$m_{pl}$ 是保护板的质量, $m_{pd}$ 是推进盘的质量, $v$ 为保护板的发射速度。电容器储存的电能转换为保护板动能的效率为

$$E_k = E_e,$$

保护板的发射速度为

$$v = U \sqrt{\frac{C}{Nm_{pl} + m_{pd}}}.$$

主动电磁装甲有着很好的发展前景,它相对以前的反应式爆炸装甲操作安全,在电流未接通时,对人体无害。目前世界上许多国家的实验室都在研究电磁装甲。但是,要把这些极为复杂的相关技术转换成实用的产品,现在的条件尚不成熟。电磁装甲的发展很迅速。最近,已有关于方向可控的2维主动电磁装甲的研究报道。

方向可控的2维主动电磁装甲装置是由组合脉冲电源馈电的两个正交放置的组合线圈构成,通过控制两个触发脉冲的时间差来实现方向控制,图2给出了方向可控电磁发射装置的基本线路图。

当保护板需要沿方向1发射时,仅有线圈B被触发。相应地,当沿方向5发射时,仅有线圈A被触

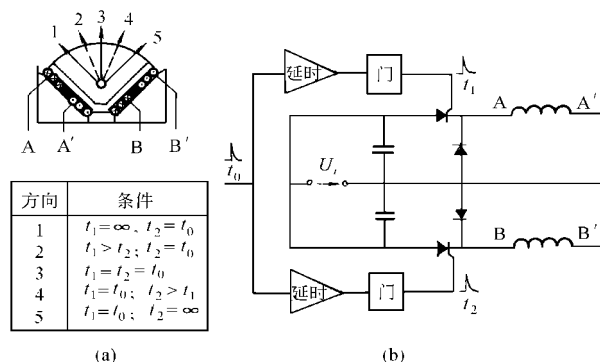


图2 (a) 线圈组合 (b) 组合脉冲电源馈电的2维电磁发射系统

发。所有其他中间发射方向,可以通过控制每个电源模块的触发时间进行控制。线圈A的触发时间为 $t_1$ ,线圈B的触发时间为 $t_2$ ,如果 $t_1 < t_2$ ,则沿方向4发射。若 $t_1 > t_2$ ,则沿方向2发射。若 $t_1 = t_2$ ,则沿方向3发射。

相对固定方向的主动电磁装甲,方向可控发射系统保护覆盖面积增大,可使得战斗车辆所需的主动电磁装甲的数量大为减少,从而减轻了装甲车的总重量。这种可控方向的主动电磁装甲有着极大的发展潜力。