

# 物理学与军事武器

陈 篮 张兆星

(解放军广州通信学院基础教研室 510502)

物理学是一门基础学科，在现代社会中，由物理学孕育出的新技术已渗透到生活的各个角落。进入 20 世纪以来，物理学与其他学科交叉表现得日益明显和复杂，以至人们往往忽视了其中的科学根源——物理学原理。

物理学是其他学科的基础，因而物理学中的新发现常常会推进相关学科的发展；反之，其他学科中的进步亦会激励物理学家作更深入的研究。由此，物理学进入军事领域，是理所当然的。一直以来，物理学在军事科学中的应用均占有不小的比例，而军事武器的不断发展在一定程度上也促进了物理学的进步。

几百年来，一度在科幻作品中出现的那些神秘武器，如光学武器，声波武器，电磁波武器，核武器等，如今已纷纷面世。现代军事科学的知识密度高，综合性强。许多高精尖现代化军事武器，比如，红外制导、红外夜视、激光雷达、声纳及核武器等都与物理学的最新成就密切相关。尽管目前这类武器的性能和状况还不够完善，人们对制造与使用这些武器，也存有较多疑虑和争议，但通过本文，物理学与军事武器的紧密相关性仍可略见一斑。

## 一、声波武器

我们知道，声波是机械纵波，它可以在固体、液体和气体中传播。人们日常可以听到的声音便是 20—20000Hz 频率范围内的声波。

目前军事领域中应用的主要是次声波部分（即频率低于 20Hz 的声波）。和可闻声波相比，次声波在介质中传播时，能量衰减缓慢，隐蔽性好，不易为敌人察觉，所以军事上常用次声波接收装置来侦察敌情。

另一方面，次声波武器还可直接消灭敌人的有生力量。那么，它的杀伤原理是什么呢？这里要涉及到物理学的一个重要概念——共振。原来，次声武器是利用和人体器官固有频率相近的次声波与人体器官发生共振，导致器官变形、移位、甚至破裂，以达到杀伤目的的。次声武器大体可分为两类：(1)“神经型”次声武器。次声频率和人脑阿尔法节律(8—12Hz)很接近，所以次声波作用于人体时便要刺激人的大脑，引起共振，对人的心理和意识产生一定影响：轻者感觉不适，注意力下降，情绪不安，导致头昏、恶心；严重时使人神经错乱，癫狂不止，休克昏厥，丧失思维能力。(2)“器官型”次声武器。当次声波频率和人体内脏器官的固有频率(4—18Hz)相近时，会引起人的五脏六腑产生强烈共振。轻者肌肉痉挛，全身颤抖，呼吸困难；重者血管破裂，内脏损伤，甚至迅速死亡。次声武器的优点在于：①突袭性。次声波在空气中的传播速度为每秒三百多米，在水中传播更快，每秒可达 1500m 左右。次声波是常人听不到、看不见的，故除了传播迅速之外，次声波又具有良好的隐蔽性。②作用距离远。根据物理学原理，声波的频率越低，传播时介质对它的吸收就越小，波的传播距离也越远。比如，炮弹产生的可闻声波，由于衰减快，在几千米外就听不到了，但它产生的次声波，可传到 80km 以外；而氢弹产生的次声波可绕地球传播好几圈，行程十几万千米。故高强度的次声武器具有洲际作战能力。③穿透力强。传播介质对低频率的声波吸收较小，故次声波具有很强的穿透能力。一般的可闻声波，一堵墙即可将其挡住，而实验表明，次声波能穿透几十米厚的钢筋混凝土。因此，无论敌人是在掩体内躲藏，还是乘

坐在坦克中,或深海的潜艇里,都难以逃脱次声武器的袭击。④次声波在杀伤敌人的同时,不会造成环境污染,不破坏对方的武器装备,可作为战利品,取而用之。

需指出的是,目前次声武器发出的次声波的强度和方向性等因素尚待进一步研究,所以真正应用于战争的次声武器还不多见。

据说,第一台次声波发生器是由法国人在1972年发明的,它产生的次声波可以损害5km以外的人。发明者还得出结论:频率为7Hz的次声波可对人体造成致命的打击。有报道称,美军在干预索马里期间已经试用过某些音响或声音武器的样品。这些武器可以使人的内脏发生震动,把人震昏,使人感到恶心,甚至使肠子里的粪便液化,不断腹泻。

此外,超声波在军事上的应用也很多。

由于海水有良好的导电性,对电磁波的吸收能力很强,因而电磁雷达无法探测水下作战目标(如潜水艇)的方位和距离。所谓超声波,是指高频率的机械波(频率大约在20kHz以上)。它具有能流密度大,方向性好,穿透力强等特点。超声波在空气中衰减较快,而在固体、液体中的衰减却很小,这正好与电磁波相反。这种情况下,超声波雷达——声纳,便可发挥巨大的威力。

## 二、激光武器

激光是与原子能、半导体、计算机一起出现的20世纪的四项重大发明之一。它的英文全称是Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation,缩写为Laser,意为受激辐射光放大器。由于激光有方向性强,单色性好,亮度高,相干性好等特性,其在军事上的应用十分广泛。

激光武器是利用激光束来直接攻击敌方目标的。其优点主要是:(1)速度快,射束直,射击精确度高。激光束以 $3 \times 10^8$  km/s的速度传播,不需提前量,瞬发即中。(2)摧坚能力强。激光能量高度集中,可摧毁任何坚固材料制成的目标。(3)灵活、无惯性,不产生后座力。因光子的静质量为零,故激光武器不会产生普通枪炮

发射时所产生的后座力。激光武器易于迅速变换射击方向,能在短时间内射击多个目标。(4)抗电磁干扰能力强。

激光武器有多种分类法。按激光能量的不同,可分为低能激光武器(又称激光轻武器或激光致盲武器)和高能激光武器(又称激光炮);按激光器种类的不同,可分为固体、气体、化学、准分子、自由电子和X射线激光武器等;按激光位置或运载工具的不同,分为陆基、车载、舰载、机载、星载激光武器;按用途可分为战术激光武器和战略激光武器;按激光输出方式的不同可分为连续式激光武器和脉冲式激光武器。

激光武器是高新技术兵器中的佼佼者之一,它的研究时间最长,技术也最成熟。激光武器的发展对各国的军事战略都将产生深远影响,同时它也是最有希望把人类从当前的核恐怖中解放出来的武器之一。在目前的实际应用中,激光武器通常要和其他武器配合使用,还不能完全取代常规武器。原因在于:(1)在大气中使用,大气对激光能量有严重的衰减作用,云、雾、雨、雪、空中烟尘对激光特性影响更大,其射程和威力受到限制。(2)随射程增加,落到目标上的光斑增大,导致靶面上的激光功率密度降低,限制了激光武器的有效作用距离;(3)热晕和气体击穿会造成激光能量的严重损耗,阻挡激光的传播。(热晕是指大气吸收激光能量后,因内外层温度不同而引起光束扩散的现象;气体击穿是指大气吸收激光能量后,中性气体被电离的现象。)

人眼最敏感的光是波长为 $0.54\mu\text{m}$ 的绿光。实验表明,入射到瞳孔的绿光能量只要达到 $7 \times 10^{-6}$ 焦耳就会烧伤视网膜,能量再高将造成人眼的永久失明,严重的还会危及生命。目前,美国已经出现了能够令攻击目标暂时或永久性失明的致盲激光武器。

## 三、电磁武器

电磁波是指迅速变化的电磁场在空间的传播。人类从形成之日起便生活在电磁波的汪洋大海之中。电磁波在军事上的应用异常丰富。所谓电子对抗(又称电子战)便是指敌我双方利

用专门的设备、器材产生和接收处于无线电波段内的电磁波,以电磁波为武器,阻碍对方的电磁波信号的发射和接收,保证自己的发射和接收。

电磁波对人体是有害的。据说,美国有人提出设计电磁枪,该电磁枪将会“诱发癫痫病那样的症状”。另有一种所谓的“热枪”,采用的是电磁波段中的微波。热枪能够产生使人体温升高至  $40.6^{\circ}\text{C}$ — $41.7^{\circ}\text{C}$  的作战效果,让敌人不舒服、发烧甚至死亡。

1980—1983年,一个叫埃尔登·伯德的美国人,从事了海军陆战队非杀伤性电磁武器的研究。他说:“我们正在研究大脑里生物电的活动和如何影响这种活动。”他发现,通过使用频率非常低的电磁辐射,可使动物处于昏迷状态。此外,他还设计了磁场的反应实验,指出:“这些磁场是非常微弱的,但结果是非杀伤性的可逆转的。我们可以使一个人暂时伤残。”

据中国电磁辐射测试中心经过两年的跟踪检测证实,超量的电磁辐射会造成人体神经衰弱、食欲下降、心悸胸闷、头昏目眩、甚至脑部肿瘤。

迄今为止,电磁武器的研制离实战要求仍有较大距离,其中最大的困难是电磁波的功率问题。由于电磁场能量随距离的增大而迅速减弱,如此能量的波束难以瞄准相应的目标。这些原因导致电磁武器的研究远远落后于声波武器和激光武器。

#### 四、核武器

将核能引入战场是武器发展史上的重要里程碑,核能的军事应用首先是核武器的诞生。核武器的研究和发展有近50年的历史,至今已制造出的核武器达几十种之多,而人们通常所说的核武器是指原子弹、氢弹和中子弹等。

重核和轻核分别通过聚变核反应和裂变核反应可以转化成更稳定的中核,这两种反应均可释放出核间的巨大能量。原子弹即是利用了其中的能量。

原子弹的核装料是纯的铀 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 或钚 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 、铀 ${}_{92}^{233}\text{U}$ ,这类原子核在中子轰击下发生链式反

应。原子弹爆炸产生的高温高压及裂变碎片和各种射线,最终形成了冲击波、光辐射、早期核辐射、放射性污染以及电磁脉冲等杀伤破坏因素,其巨大杀伤力对现代战争的战略战术产生了重大的影响。

氢弹是以氘( ${}^2\text{H}$ )和氚( ${}^3\text{H}$ )作为核装料,其爆炸即是氢的同位素的聚变反应。氢弹的杀伤破坏因素与原子弹相同,但威力比原子弹大得多。氢弹的爆炸过程就是原子弹爆炸加上轻核聚变的过程,由此可见其份量。

中子弹是氢弹小型化的产物,是一种战术核武器。中子弹爆炸时产生的冲击波、光辐射及放射性污染的杀伤破坏作用比原子弹和氢弹小得多,但它的贯穿辐射杀伤作用颇大,其能量所占比例超过40%。中子弹爆炸时放出大量高能中子和 $\gamma$ 射线,对人员具有杀伤作用。

核武器正朝着小型化、高精度、低当量的方向发展,这也是现代军事武器的发展趋势:灵活、机动。

本文描述的物理学在军事武器中的应用,是从物理学原理的应用角度考虑的。武器本身是中性的,无善恶之分,关键看掌握在谁手中,应用于什么场合。

原子弹的实际应用,最初是以毁灭性的杀人武器的形式出现的:1945年美国在日本的广岛、长崎市投下了两颗原子弹。这一事实与物理学家的初衷是相违背的。世界著名物理学家爱因斯坦对此非常震惊。他竭尽全力地阻止对原子弹的研制和使用,甚至提议建立一个世界性的主权政府以控制原子弹,维持世界和平。1953年,爱因斯坦在给一位日本记者的信中写到:“我是一名忠诚但并非绝对的和平主义者,也就是说,我反对在任何情况下使用武力,但在想要摧毁生命的敌人面前,就是另一种情况了”。这非常有代表性地反映了世界上许多物理学家对社会的良知。

在地球上使用核武器,其后果不堪设想:核武器导致地球表面产生大面积强烈爆炸,直接干扰大气层中的臭氧层,从而使地球表面透过大量的紫外线,地球的生态环境和气候将产生

# 自行车行驶与力学

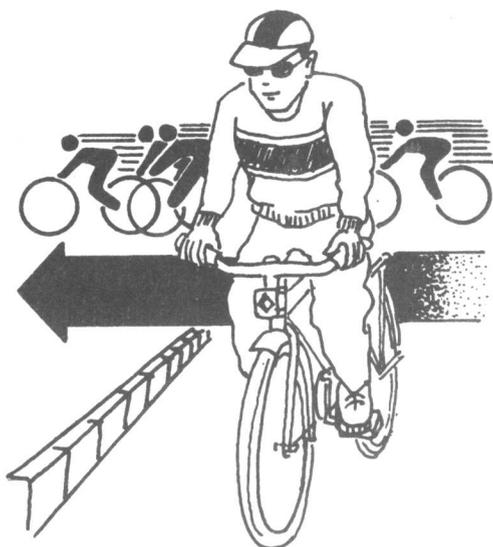
孙 宁 黄秋和

(空军保定飞行学院力学室 河北 071051)

我国素有“自行车王国”之称，目前已拥有三亿多辆自行车，约占全世界自行车总数的三分之一。自行车之所以在我国受到人们青睐，是由于它不仅是一种既经济又方便的理想交通工具，同时又是良好的健身工具。自行车的动力来自人体自身，不必消耗燃料，是一种理想的“绿色产品”。

自行车在行驶过程中有许多现象，比如：刹车时有前跳；加速时车把上扬，后轮下沉；静止时很难立住，而行驶中却比较稳定；转弯时，人车整体必须倾斜一定的角度等。本文试用力学原理来分析并解释这些现象。

为研究方便假设车轮和路面都不发生变形的理想情况，当人用力踩车时，通过链条的传递，在车轮上作用一个力偶矩  $M$ ，力图使后轮转动。由于车轮与路面间的附着作用，在无滑滚动时，路面必然对车轮施加一作用力  $F$ ，方向与



自行车行驶方向相同，这就是推动自行车行驶的外力即主动力。主动力  $F$  从车轮下边缘传到车轮轴，力图推动轮轴向前运动。当力  $F$  增大到足以克服自行车在静止时所受到的阻力，后轮轴开始前移，此时后轮即沿路面滚动，同时推动前轮滚动，而自行车开始向前运动。自行车起步后，其行驶情况取决于力  $F$  与行驶过程中所受的各种阻

力之间的关系。在任何情况下，当自行车匀速前进时，力  $F$  的数值一定与自行车行驶的总阻力相等。所受的阻力主要有摩擦阻力，空气阻力和上坡阻力，此外，车轮轴承内存在的摩擦也不可忽略。空气阻力是自行车行驶中，人体正面受到的迎面空气流的压力及空气与人车整体间相互摩擦所产生的摩擦力。上坡阻力是自行车上坡时，自重沿路面方向的分力。

严重的、不可挽回的后果。

随着科技的发展，武器装备的数量和质量都在不断增大和提高。各种核武器的数量已增大到惊人的地步。美国和前苏联两个大国的核储备都在  $9-13 \times 10^9$  t“TNT”当量之间，并各自拥有 3—4 万枚核弹头，英、法、印及我国也都有限度地发展了核武器，具备一定的核反击能力。据估计，全球核武器总当量大约在  $25 \times 10^9$  t“TNT”左右，世界人均折合 5 吨“TNT”。一旦核战争爆发，仅现有的核武器就能将地球炸

得天翻地覆，无数城市化为灰烬。实际上，核战争是人类自我毁灭的战争。我们需要的是正义与和平。研制使用现代的最新武器，目的是消灭武器，消灭侵略，以维护世界的和平，国家的安宁。

历史告诉我们，任何一种新技术的应用，一种新武器的出现，一开始的确具有强大的威力，但随着时间的推移和技术的发展，总是被更新式、更优异的武器所取代。世界，正是在这样一种矛盾对立中曲折向前发展着。