

# 现代战争与物理学

李彬 杜祥琬

(北京应用物理与计算数学研究所,北京 100088)

以物理学为基础的高技术在现代战争中发挥着越来越重要的作用。物理学的发展不仅改变了战争的面貌,而且也改变了战争的观念。物理学的各个分支被广泛地应用于军事目的。这些应用可以使一个国家提高军事实力,甚至能够达到不战而迫人屈目的。因此,为现代高技术武器的发展作一些物理学的贮备是必要的。但是,我们应该看到物理学不仅可以用来制造武器,同样也可以用来销毁武器防止战争。

人类有史以来,已经经历了无数次战争。随着社会经济和科学技术的发展,战争的面貌发生了巨大的变化。从古代的石斧到现代的各种导弹,所有这些变化都渗透着物理学的作用。

“断竹、续竹、飞土、逐肉。”这首古诗描述了先民们制作和使用弹弓的过程。当时,弹弓之类的武器只不过是简单地利用了势能和动能的转换。火药发明之后,各种复杂的热兵器才逐步登上战争舞台。武器的制作,有赖于各种技术、工艺和材料,但究其原理,却总是离不开物理学;大炮、军舰、飞机、坦克等无不是充分利用了当时最先进的物理学成果。进入本世纪以来,核物理的发展和战争的需要,使核武器在第二次世界大战末试验成功,并投入使用。战后,随着物理学日新月异的发展,世界上各种武器不断更新换代,作战方式甚至战争观念也发生了翻天覆地的变化。

现代战争的战场已经变得广阔无垠而又无微不至,这里到处都可看到物理学的作用。下面,我们从物理学的几个分支来说明这一点。

## 一、红外物理学

在以前的战争中,熟悉地形的一方可以选择夜战,使结果对自己有利。现在,情况已经发生了很大的变化,作战部队可以借助红外夜视仪等夜视设备,使对方目标历历在目,这就等于

夜空对拥有夜视设备的一方单向透明,夜战只对他们有利。

红外夜视设备一般包括红外望远镜、光电转换装置和图像再现装置。首先,用红外望远镜将观察目标成像,对每个像点进行谱分解;然后利用光电设备将不同频段不同功率的红外线转换成强弱不同的电流;最后用可见光将目标的图像再现出来。由于各种物体温度和红外辐射率不完全一样,因此各个频段的红外辐射不会都一样。即使目标附近完全没有可见光光源,也能利用上述装置将目标与环境区分开。

红外物理的另一个应用是探测高温物体的强红外辐射。比如,火箭的尾焰以及喷气式飞机的喷气口由于温度较高,红外辐射较强,很容易被对方的红外传感器探测到。红外线的波长比一般无线电波的波长短得多,因此红外线不像无线电波那样容易发生衍射,这个特点使得红外探测的分辨率较高而且传感器的尺寸也不用太大。小型的空对空导弹上就可以装上一个红外传感器,探测敌机喷气口的红外辐射,自动寻找追踪目标,摧毁敌机。

现在,红外传感器还用作反导弹的预警。用导弹拦截导弹是比子弹打子弹还要困难的事情。能够成功地完成拦截,首先要归功于红外传感器的准确预报。在导弹发射的助推段,导弹尾焰强烈的红外辐射一旦被对方预警卫星上的红外传感器探测到,导弹飞行的参数就立刻

被传送到地面控制中心，为及时做好拦截准备赢得时间并提供靶参数。

## 二、激光物理学

60年代，第一台激光器被研制出来以后，激光逐渐被用于各种军事目的。激光的特点是方向性和单色性好，能量密度高并且以光速传播。激光照射跟踪系统是激光在军事上的重要应用，利用这一系统可以使激光定向炸弹准确击中目标。当载有激光导向炸弹的飞机飞临目标时，飞行员发现目标后只需按一下电钮，这时经过适当扩束的激光就立刻投向目标，其反射光马上被飞机上的光电设备接收到。由于激光单色性极好，很容易将激光反射光和其他杂散光区别开。如果飞机与目标的相对方向发生变化，飞机上的计算机就指挥激光器作相应的转动，在保证接收到反射光的同时，也保证了激光束始终指向目标。这样就实现了自动瞄准。飞机扔出去的激光导向炸弹也能探测激光反射光。根据探测到的反射光的方向，炸弹上的尾翼可以调整方向，使炸弹朝激光束所指的方向飞去。

如果激光功率进一步提高，激光本身就可直接作为杀伤武器。由于激光传播速度快，因此很适合打击高速飞行的目标，如导弹、卫星等。现在，美国、苏联等发达国家正在加紧研究激光武器。如果激光功率能达到实战要求，并能解决大气传输中存在的问题，激光武器将作为一种重要的战略武器出现在现代战争中。

## 三、电磁学

现代战争中，胜败之势往往在“硬武器”的直接对抗之前，就通过电子战初见分晓。电子战就是利用无线电波进行侦察与反侦察、干扰与反干扰以及摧毁与反摧毁的较量。

我们首先来看电子干扰。C<sup>3</sup>I（指挥、控制、通信和信息）系统是现代战争的灵魂。如果能够通过电子干扰，使对方的C<sup>3</sup>I系统失灵，就等

于使对方的战争机器陷入瘫痪。电子干扰就是利用自己的干扰机发射与对方工作频率相同、功率更强的电磁波，使对方的信号淹没在噪声之中。反干扰的方法是提高自己的发射功率或把频率跳到没有干扰的频段。这就要求干扰方的功率必须相应增加，并能跟踪对方的跳频实施干扰。电子干扰现在已经成了现代战争中不可缺少的一环，交战双方无线电电子学的发展水平直接关系到双方的干扰效果，对战争进程有很大的影响。

我们再来看看电子侦察。无线电波和光波一样，遇到物体会发生反射，雷达就是利用这一原理发现目标并确定目标位置的。雷达在进行侦察时，首先发出一束无线电波，碰到物体后反射回来的电磁波又被雷达接收到。根据雷达的方向和反射波到达的时间可以确定目标的位置。普通飞机由于形状不规则，总有一些部位的表面正对着雷达，能够将敌方雷达射来的电磁波按原来的方向反射回去，使敌方雷达收到回波发现目标。能够对电磁波隐身的隐形飞机，其形状看上去稀奇古怪，但有一个总的原则，就是减少反射平面的个数，并精心设计反射平面的角度，使反射后的雷达信号不再能返回原来的雷达。同时，飞机上还涂上能吸收电磁波的特殊材料，使其电磁散射截面大幅度降低。隐形飞机的隐身效果使得这种飞机在战争中的生存能力大为提高。

雷达发出的电磁波也可能被对方利用。反雷达导弹可以根据雷达发出的信号找到雷达的位置，将雷达击毁。这是直接利用电子技术互相摧毁的例子。

## 四、核物理

核武器是核物理发展的一个产物。核武器包括基于裂变原理的原子弹和基于聚变原理的氢弹。相对于40年前，现在核物理又有了很大发展；经过上千次核试验，人们对核爆炸的杀伤破坏机理也有了充分的了解。因此，人们可以根据需要制成特殊性能的核武器。中子弹就是

以高能中子辐射为主要杀伤手段的一种小型核武器。高能中子穿透力极强，可以杀伤战斗人员而不破坏武器和环境设施。另一种特殊性能的核武器是电磁脉冲弹。核爆炸中的高能光子可以通过散射产生康普顿电流。如果在设计上使得产生的康普顿电流具有不对称性，就会产生瞬时高强度的电磁波脉冲，其结果能破坏电子仪器甚至供电设施。现在，正引起人们重视的是核定向能武器。利用核爆产生的高能X射线作泵浦源，用特定材料作激活媒质，产生核爆泵浦X光激光。如果这种新型核武器试验成功，核武器将改变原来“滥杀无辜”的形象，变得可以有选择地打击远方目标。这会引起一系列连锁反应，对现代战争产生难以预计的影响。

## 五、加速器物理

电视机里的显像管可能是最简单的加速器，显像管里热阴极上的电子被电场加速，离开热阴极射到荧光屏上就产生了图像。如果加速电场很强，电子(或其他带电粒子)就可以被加速到很高的速度，甚至接近光速。加速器本来是研究核物理和粒子物理的一种工具，现在也被考虑用作武器。前面提到，强激光可以用来杀伤目标，自由电子激光就是一种比较理想的强激光。自由电子激光器主要由电子加速器和摇摆磁铁两部分构成。首先，利用加速器将电子加速，然后让高能电子穿过周期性变化的磁场，使“自由电子”受激辐射，产生自由电子激光。自由电子激光能否作为武器，加速后的电子束流的品质是一个重要因素。

经过加速的带电粒子如质子、 $\alpha$ 粒子等在穿过薄靶时可以获得电子，重新变成中性粒子。这种中性粒子束可以在空间传输很远的距离不改变方向。因此，加速器也可以用作中性粒子束武器。这里提到的两种以加速器为基础的武器都属于定向能武器，这些武器在将来反导弹、反卫星的战争中有可能大显神威。

物理

## 六、地球物理学

在千里之外放飞的鸽子，能够准确地回到原来的鸽笼，这是因为鸽子具有本能地判断方向的能力，在不熟悉的地方只要保证飞行的大方向正确就行了。一旦飞回鸽子熟悉的区域，它就可以根据地形景观找到自己的笼子。目前，最先进的巡航导弹能够在在一千公里之外射进一个足球门，其精度令人瞠目。这种巡航导弹采用的是和鸽子一样的定向方法，到了目标附近“看着”地形找目标。事先由测地卫星测量导弹经过地区的地形地物，然后将这些数据贮存在导弹上的计算机内。有时碰到沙漠地带，地形容易变化，因此在导弹开始飞行的一段时间还需要惯性制导和卫星导航。当导弹到达目标上空后，导弹舱内仪器就开始“目不转睛”地盯着地面“看”，将看到的地形地物与事先贮存的地形地物相比较，采用地形匹配与景象匹配相结合的制导方式，准确地找到目标，将其击毁。

洲际弹道导弹要在飞行上万公里之后击毁对方的导弹发射井，要求精度更高。在这种情况下还必须精确测量导弹经过地区重力的细微变化。所有这些都依赖于地球物理学的成果。

物理学的其他分支如固体物理、原子分子物理、离子束物理和超导物理等在现代战争中都有很多应用。物理学对战争的影响并不仅仅是制造武器，直接在战场上使用，它还能影响人们的战争观念，还可用来销毁武器和制止战争。根据地球物理学的知识可以预言，一场全面核战争会导致全球温度下降，出现“核冬天”。人们认识到，在一场全面核战争中很难有胜利者，因而美国、苏联之间确立了核威慑的政策。这些观念使得核国家对于使用核武器持更加慎重的态度。

我国古代有这样一个故事。楚国的军事工程师公输盘发明了一种攻城器械，楚国打算用它攻打宋国。和平主义者墨子发明了一种守城器械。为了制止这场战争，墨子和公输盘在楚

王面前做了一个演示实验，用腰带和木片模拟攻防效果，结果墨子获胜，楚国因此放弃了这次军事行动。

现代战争中有很多类似这样的例子：只要一个国家确实拥有某种作战能力，就可以在某种程度上达到不战而使对方屈服的目。因此，军备竞赛变得更像物理学和高技术的竞赛；军事较量变得更像物理学和高技术的演示实验。一个国家物理学人才的培养、物理学发展的水平以及在军事上的应用程度成了衡量这个国家军事实力的重要标志之一。

目前，现代战争已经出现了一些新的特点：

C<sup>3</sup>I 系统变得更加重要，卫星对战争的作用明显增强，反导弹技术开始用于实战等。世界各国将会针对这些特点积极推进物理学的发展，努力将最先进的物理学成果运用于军事领域，并为高技术武器的发展作一些物理学的贮备。现代战争告诉人们：科学技术也是战斗力，作为基础科学的物理学尤其如此。

物理学既可用于发展武器，赢得战争；它同样可以并应该用于销毁武器和制止战争。物理学家们期待着这一天的到来，那时物理学将只用于为人类缔造和平与幸福。

## “物理学人才问题”征文启事

本刊受中国物理学会的委托即日起举办“物理学人才问题”征文活动。

早在1983年本刊开辟“物理学与经济建设栏”之际，周光召就在他的文章“祝物理学和经济建设栏的开辟”中指出：“我们需要为长期目标服务的、以基础研究为主的物理学家，更迫切需要从事应用和发展工作、能够直接推动我国工业起飞的物理学家”。

1984年本刊在8,9两期的“物理学和经济建设栏”中集中地选登了由当时的教育部和中国物理学会联合召开的“物理人才作用研究报告会”上的12篇报告，以生动的事例说明物理人才在工业技术部门发挥着广泛而又重要的作用。

这几年来我国在这方面又取得了一些进展，例如物理人才在高技术产业部门发挥了重要的作用。但是，对物理人才的作用问题的认识还有待于社会共识。在1991年3月举行的中国物理学会第五届全国会员代表大会上，广大代表和理事以急切的心情讨论了物理学人才问题。不少同志指出：当前的首要问题之一是要转变物理学人才只宜从事物理教学和基础物理研究的狭隘观念，其次需要以广泛的事例向各层次的人员作令人信服的论证。我们热切地希望广大读者（特别是中青年读者）和各界朋友（特别是企业界的朋友）踊跃来稿，对下述问题从实践上和理论上作出说明：

(1) 物理学人才具有那些特点和“后劲”可以使他们在广阔的领域发挥自己的才能。

(2) 介绍物理学人才在各条战线上发挥的作用和他们的事迹。

(3) 物理学人才在产品更新、技术引进和企业改造中发挥的作用。

(4) 教育部门为培养面向国民经济广阔领域的物理学人才已经和将要采取的措施。

征文不拘文体，但希望观点明确、内容具体、文字通顺，字数一般不要超过5000字。

中国物理学会已经委托所属的教学委员会与各地物理学会、中国物理学会在各地的理事或《物理》杂志在各地的编委组织分散的小型“物理学人才问题”座谈会，欢迎将座谈会上的发言整理成文送本刊发表，也可以用“座谈会纪要”的方式，整理成文，送本刊发表。

在征文的基础上，我们将进一步组织有关同志写出更有份量的文章，争取在全国性报纸上发表，以引起各界的广泛重视。

对所有发表的征文除照付稿酬外，还将赠《物理》或《大学物理》一年。对优秀征文将另有奖励。

这次征文活动已经得到中国科技大学、中国科学院物理研究所、安徽蚌埠教学仪器厂的资助。我们希望有更多单位资助这项活动。

来稿请寄北京603信箱《物理》编辑部，邮政编码100080。

《物理》编辑委员会

1991年7月