

用简正模式来描述:

$$W_{\pm}^2 = \frac{1}{2} (W_1^2 + W_2^2) \left\{ 1 \pm \left[\frac{W_1^2 - W_2^2}{W_1^2 + W_2^2} + \left(\frac{M}{R^3} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\},$$

R 表示二场磁子基元间距, M/R^3 表示偶极间相互作用能与各自磁能之比。相互作用场的加强与减弱效应分别用 W_+ 与 W_- 表征。这种周期性涨落规律与效应规定着作物种子磁化机的最佳磁学参量设计的条件^[7]。

4. 静电技术与生物效应^[8]

生物机体内多种荷电物质的分布和运动,对生命过程具有重要的意义。在地球物理环境中,固有的能量场内含有自然电场和引力场。在引力和电场力对种子内微团作用的合力方向上,物质表现出有规律的分布,而环境中的热运动及电场强度的变化,则使这种有规律的分布成为准态分布。作物种子正常发育依赖于自然电场及引力场的协同作用。如果种子处于初始的溶胶体状态,即

$$E_w(t) + E_n(t) = 0,$$

并且生物静电场 $E_n(t)$ 随外界作用场 $E_w(t)$ 变化而变化,那么这种变化就会对种子内部的生化反应起着重要的影响。通过大量试验,我们确定出最适宜的静电处理种子的物理参量:

- (1) 适宜静电场强度为 100—200 kV/m,
- (2) 处理种子的适宜时间为 0.08—0.17 h,
- (3) 静电场中种子的厚度最多不应超过三粒种子厚度。

采用适宜静电条件处理种子能够促进种子

萌发,使种子活力增强 40% 左右,并能提高抗逆境能力,作物增产 5%—20%。该项技术具有成本低、耗能少、简便易行、增产效果明显,不增加环境和种子污染等特点,是一项很有推广应用价值的技术。

三、农用物理生物技术的应用前景

目前,我国农业发展面临的主要矛盾是人口增长过快,人均占有耕地面积相对减少,因此向海洋生物领域发展是十分重要的。但应如何有限制地发展传统农业和常规农业,并与此同时,加快农业物理高新技术的普及和应用,是海洋生物资源开发与利用的又一重要问题。参照农田作物增产、品质改善及良种培育中形成的如光助素、调光膜、高场高能诱变育种、磁化处理等物理生物技术的应用研究,探索开发海洋生物资源的相应技术,不断为生产部门输送和提供大量的海洋生物良种和产品,使其发挥更好的经济效益和社会效益,具有重要的现实意义。

- [1] 吴珊眉,世界农业,117-1(1989),32.
- [2] 唐树延,科技导报,33-6(1990),31.
- [3] 唐树延,植物生理学报,13-3(1987),221.
- [4] G. H. Sydaway, Nature, 203 (1966), 303.
- [5] Tang Shuyan et al., J. of Luminescence, No. 40 (1988), 223.
- [6] М. Г. Коваев, Магнитобиология В Животноводстве, Миск. У. Изд., (1980).
- [7] G. Sutcliffe and R. Srinivasan, J. Appl. Phys., 60-9 (1986), 3315.
- [8] 鹭津正夫,静电气学会志, No. 6 (1986), 507.

物理学对军事能源变革的推动作用

陈 心 中

(中国人民解放军汽车管理学院,安徽蚌埠 233011)

本文依照人类战争史的进程,用事实说明物理学原理推动了军事能源的变革,并促进作战兵器不断更新。无论是古代的矛、盾、刀、箭,还是现代的飞机、坦克、导弹,乃至未来的电磁炮、激光武器等,每一具

有时代特征的新装备诞生,无一不显示物理学进展的巨大作用,从而阐述物理学对军事领域的深远影响。

能源,是军队的重要物质保障。有了足够的军事能源,才能使精良的武器装备发挥应有的作用,才能使指挥员掌握战争的主动权,夺取战争的胜利。所以,军事能源牵制着战争消耗这只桀骜不驯的龙头。军事能源供给体系除了要向指战员提供充足的生活能源(包括食物)外,更重要的是为作战兵器提供所必需的能量。在人类的战争史上,作战兵器的革新在很大的程度上取决于军事能源的供给状况。而军事能源的构成又是由当时的科学技术状况所决定的。历史证明,作战兵器的革新、军事能源的供给,无一不显示着物理学的巨大功绩。

一、石兵器时代的能源—— 机械能的直接利用

最初的人类主要是以采摘树上的果实、挖掘地下的植物块根、拣拾水中的蚌蛤等用作食物,有时也猎取一些小动物充填肚皮。

在长期的生存实践中,人类逐渐认识到,尖劈状的石块在撞击目标时具有极大的冲击力和挤压力,可以方便地用于剥刮兽皮、砍削树木等。久而久之,人们就有意识地选择坚硬的石料,使其相互敲击而打制出不同类型的粗糙石器(如石戈、石矛、石刀、石斧等),以防御和捕猎野兽。此时,人类不自觉地利用了物理学中的劈尖原理。实践,使人类认识了自然,也懂得了利用自然和改造自然的必要性。

随着杠杆、滑轮、卷扬机、楔子和螺旋等五种简单机械的利用,古希腊的科学家提出了最简单而又具有重大意义的物理学原理——杠杆平衡原理。而且,物理学能量守恒定律的最初形式也被人们认识了。亚历山大里亚的力学家希罗(公元一世纪)的著作在记录简单机械使用情况的同时,就已论述道:“任何一个省力的机械装置,反而要相应加长该力的作用距离。”

在这个时代,除了习用的撞槌、石矛、石斧等被作为群体之间的角斗工具外,人们又根据

原始形式的石弓研制了新一代的“石弓”及“弩炮”等机械化的投石器。据史料记载,西西里的希腊人反击迦太基斗争的围攻战后,缴获的弩炮不少于两千门。另据说,早在公元前400年,亚历山大里亚的第奥耐西奥斯就已经发明了一种“机枪”,它是一种能使箭盒内的箭支连续发射的投掷器。无论是“机枪”、“石弩”,还是“弩炮”,当时的大多数机械都是依靠筋束或绳索的张力来推动投掷物的。因此,这时的筋束或绳索等所储存的弹性势能已成为作战兵器的能源之一。这一时期是人类在战争中直接利用机械能的阶段。

二、冷兵器和热兵器时代的能源—— 热能的利用

人类在掌握了人工取火的技术之后,逐渐学会了制陶工艺。在制陶窑中加热制品时,人们发现了易熔金属的熔化现象,进而发明了冶金技术。

大约在公元前五千年左右,人类学会了制造金属工具。由金属制作的各种武器,经久耐用,坚硬锋利。因此,由金属制造的刀、剑、矛、盾、盔甲等进攻武器和防御武器逐渐替代了石块、棍棒,成为战场上的主要兵器。冷兵器时代从此开始了。

在制造冷兵器的过程中,人们进一步认识了各种金属的物理性能,了解金属性能随温度变化的规律等。与此同时,人们为了冶炼出性能更好的金属而努力探索着如何获得高温的办法。从木炭的燃烧到煤的燃烧,人们获得了越来越高的温度,使热能成为冷兵器时代所必需的军事能源之一。当然,在冷兵器时代,热能还只是间接地被用来服务于战争。公元10世纪至17世纪,为冷兵器和热兵器并用的时代。

中国是最早发明火药的国家,早在十世纪初就把火药用于军事。据史料记载,公元970年和1000年都曾有人制成了火箭、火球、火蒺藜

等武器^①。早期的火药武器都还是以弹射或抛掷的方法投出，然后利用火药燃烧爆炸而杀伤敌人的。从能量转换的角度来看，此时人们在军事中直接应用的是火药化学能转换而来的热能。

在长期的观察过程中，人们逐渐发现和认识了一个很重要的物理现象：火药在密封容器中爆燃时产生的高温高压气体具有很强的爆破力。南宋时期于1259年用金属铸造的“突火枪”，便是将火药置于密封的枪管中，以火药爆燃时产生的高温高压气体将弹丸推射出去的，此即为现代枪炮的发端。从物理学的观点来看，在弹丸射出的过程中，实现了热功能量的转换。

明代以后，火药兵器更有大的发展，手榴弹、地雷、水雷、定时炸弹、子母炮等都相继出现，以火药作为推动力运送火药至敌方爆炸的多种类型的火箭也出现了。此时的火箭已是后人总结的动量守恒定律的最好体现。13世纪，中国的火药和火器通过往来商人和蒙古军西征传入阿拉伯国家和欧洲。十四世纪前半叶，欧洲一些国家的军队开始仿制和使用火枪、火炮、枪炮等武器装备逐步主宰战场。可以说，是物理学原理使战场上的“刀光剑影”变为“炮火纷飞”，人类进入热兵器时代。从此，冷兵器虽然在战争中失去了优势，但是钢铁在军事中的作用却日益显著。在枪、炮和子弹等武器的制造过程中，钢铁发挥着愈益显赫的作用。

公元18—19世纪，由于军队装备的火器逐渐从前装滑膛枪炮改为后装线膛枪炮，大大提高了射击精度和速度，杀伤威力明显增大。

在热兵器时代，无论是武器的制造过程还是利用武器杀伤敌人的过程，热能都被越来越广泛地用来服务于战争。即使在现代化的战场上，为了达到消灭和杀伤敌人的目的，仍离不开火炸药，也就是说，热能在现代战争中仍起着极其重要的作用。

三、自行火器——热功转换的产物

19世纪中叶，热力学理论的建立与发展，

物理

促进了热机的诞生和其性能的改进，使蒸汽机、汽油机、柴油机和喷气发动机等热功能量转换机械相继问世。

内燃机、喷气发动机等能量转换机械问世不久，便被“应征服役”，逐步地与热兵器相结合，装备了大量前所未有的新式自行火器，坦克、装甲车辆、军舰和飞机等自行火器逐渐成为世界各国军事力量的主体，使军队的机动方式和战斗能力大大增强，从而极大地扩展了海、陆、空作战的范围。由热功转换原理导致出现的自行火器，为人类的战争史册谱写了光辉的新篇章。从此，进入热兵器与机器结合的时期。

即使在电能、核能已被大量应用的今天，热功转换装置依然在军事领域中发挥着巨大的效益。例如，当代美国海军最新型的“提康德罗加”号导弹巡洋舰，其动力装置仍采用四台LM-2500燃气轮机，总功率达80000马力($5.88 \times 10^4 \text{kW}$)。

军械设计师们还采用了柴油机-燃气轮机或蒸汽机-柴油机联合动力装置，使之既可在短时间内有大功率输出，又能维持长时间的一般功率输出，从而使热功转换可以按照战争的需求来进行。例如，意大利“西北风”号护卫舰的主动力装置采用了柴油机与燃气轮机交替联合动力方式，两台燃气轮机机组的总功率为50000马力($3.675 \times 10^4 \text{kW}$)，使该舰的最高航速达32节（“节”是国际通用的航海速度单位，每小时航行1海里称为1节，1海里=1.852 km），两台柴油机机组的总功率为11000马力($8.085 \times 10^3 \text{kW}$)，用于航速为21节以下时的巡航，续航力为6000海里。

由于热功机械在能量转换过程中可以利用的能量较大，所以在军事领域的许多方面备受重用。例如，美国“福莱斯特”号航空母舰采用的弹射器，根据飞机的类型和重量，弹射器可提供4个g（重力加速度）的加速度，一般可在60—95m的距离内使飞机加速到每小时350km，白天每20—30s便可弹射一架飞机。美国“中途岛”号航空母舰的大容量C13-0型蒸汽弹射器可弹射11t的飞机。

总之,根据热功转换的物理学原理制成的把热能转换成机械能的热功机械,为现代大型兵器、自行火器提供了充足、可靠的能源。

四、电能的利用开创了电子兵器的新纪元

科学技术不断地发展着,到了19世纪,在法拉第-麦克斯韦电磁理论的推动下,人们成功地制造了电机、电器和电信设备。从此,电迅速进入人类生产、生活的各个角落,使整个社会的生产方式和人类的生活方式又发生一场深刻的变革。

与此同时,在军队生活、军工生产、军事科研和现代战争中,电也显示出了越来越大的“神通”。根据电磁原理制造出来的各种战略武器、战术武器(如侦察雷达、无线电通信设备、探雷器、电磁水雷、飞机导航设备等),无论是防御武器还是进攻武器,电气设备都发挥着巨大的作用。电能是现代军事中的需求量日益增大。例如,美国“小鹰”号航空母舰仅仅为了满足舰艇上各种进攻武器、防御武器及其他电子兵器的用电需要,其总发电量竟达 $2 \times 10^4 \text{kW}$,相当于整个纽约市的照明用电。

20世纪量子力学、相对论等近代物理学的每一步进展,都立即引起激光、电子学、高能粒子学等高科技的迅速发展,并对武器装备的变革产生重大的影响。特别是20世纪60年代以来,以原子、电子技术为代表的现代科学技术飞速发展,使火器与机器相结合的时代跨入一个崭新的阶段,为军队创制出了更加新式的武器装备。

今后,随着军事科学技术的不断发展,高科技还将进一步渗入并影响军事领域的各个部分,使武器装备发生巨大的变革。在未来战争中,高技术武器装备会更多地涌向战场,炸药、枪炮等传统武器装备将逐渐退出战场而走进历史博物馆,以现代物理为理论基础的激光武器、粒子束武器、微波波束武器、电磁炮、电子对抗武器、光电对抗武器等,将会逐渐成为各国军事

力量的常规武器。这些,无疑会对军事能源的构成提出新的要求,使电能军事能源中的地位更加重要。

例如,电感储能装置是目前激光武器常用的能源之一,其储存能量的大小与通过的电流平方成正比,储能密度与磁感应强度平方成正比。如果物理学的进展能使常温下的超导现象得以实现,由于超导材料的高载流能力和零电阻,便可使之长时间、无损耗地储存大量的电能,在需用时,让储存的能量连续地或脉冲式地释放出来。这在军事活动中具有极其重大的意义。它不仅可作为陆基激光武器的能源,甚至有可能用作机载激光武器或天基激光武器的能源;体积小、容量大的超导贮能装置和超导电动机将会取代军车、坦克上那些易爆的油箱和内燃机,大大提高飞机、舰艇的航速和续航能力;电子计算机、人造卫星等的功效也都将大大提高。因此,物理学的发展将使电能的军事应用具有诱人的前景。

五、核能是现代战争更是未来战争不可缺少的军事能源

20世纪以来,由于相对论和量子力学的建立,人们对原子、原子核结构的认识日益深入,并了解到原子核的转变会释放出巨大的能量。例如,1kg铀全部裂变释放出来的能量相当于两万吨梯恩梯炸药爆炸或三千吨煤燃烧所放出的能量。在这个理论基础上,人们利用原子能制造了各种战略性和战术性的核兵器。

例如,原来利用柴油机或电动机作为动力的潜艇,功率只有几千kW,由于柴油燃烧需要氧气,潜艇只能短时间地在水深8—15m的海域内慢速潜航,而1955年美国建成的第一艘核潜艇——“虹鱼”号,第一次装核燃料就航行了六万多海里;英国“勇士”号攻击型核潜艇的主动力装置为一座PWR1型压水反应堆和两台汽轮机,总功率为15000马力($1.1 \times 10^4 \text{kW}$),它的水上最高航速达28节,在服役不到一年之际便成功地进行了从新加坡到英国本土12000海

里的 28 天无停泊的远距离潜航,在屡次海战中建立了功勋;又如目前世界上最先进的“尼米兹”号航空母舰的动力系统包括两座 A4W/AIG 型压水堆和四套汽轮机组动力装置,总功率为 28 万马力 ($2.06 \times 10^5 \text{kW}$),以致使它具有“无限”的续航力和良好的适航性,反应堆的堆芯寿命为 13—15 年,更换一次核燃料可航行 80—100 万海里,能在六级海情下执行战斗任务,在 12 级台风中安全航行。在 1979 年伊朗危机时,“尼米兹”号航空母舰在两艘核动力巡洋舰的护卫下,迅速从地中海驶往阿拉伯海执行任务,以持续全速驶过好望角,进入印度洋,创造了海上连续活动 110 天的记录^[1]。由此可见,核能的利用为海战兵器创造了优良的工作条件。

根据物理学中重原子核裂变反应制成的原子弹,根据轻原子核聚变反应制成的氢弹和中子弹,在历史上都相继被军事家们当作重要的研究课题并应用于战争。目前,核弹头更是普遍装备在各种导弹上。据统计,目前世界各国拥有的核弹头总数超过五万个,总当量约为 160 亿吨,其中美国库存的核弹头约 55 亿吨,有 26 种型号,装备着各种战略武器和战术武器。

但是事实表明,只有正确地开发利用核能,才能使核能真正为人类造福。

六、军事能源的不断变革是历史的必然

与普通能源一样,随着科学技术的发展,人类也在战争的实践中不断地扩大军事能源的利用范围。武器装备的变革伴随着军事能源的不断变革。古今中外,兵家无一不是新技术的酷爱者,当然也是能源变革的最先受益者。

地球上可供人类利用的能源虽然很丰富,但毕竟是有限的。世界上的煤炭、石油等资源已面临枯竭的危险。以目前已探明的储量和消费水平来看,地球上的石油资源只够供人们开

采、利用四十年。社会的发展,还将使人类对能源的需求量日益增加。况且石油还是一种极为宝贵的化工原料,我们应尽可能多地留给予孙后代享用。因此,当前的世界能源形势相当严峻,一场寻求新的能源、寻求新的能源利用方式的变革已经到来,这是历史的必然^[3]。

能源结构的转换也是当前世界范围内兴起的新技术革命的重要领域。新技术革命在能源领域中变革的主要特征是:正在趋于枯竭的、不可再生的、在消费过程中会产生污染和公害的煤炭、石油、天然气等矿物能源,将逐渐被储量丰富的、可再生的、无公害的核能、太阳能、风能、地热能、生物质能、海洋能、氢能等各种新能源所代替。这场能源变革实际上是由以石油为主的能源结构逐步向多元能源结构过渡。这些必将使军事能源的构成发生极其重大的变化。

可以预言,电能将成为 21 世纪军事能源的主体。当然,电是由其他能源转换而来的二次能源。电可以通过多种方式由核能、太阳能、水力等其他形式的能源方便地获得。在这些能量转换过程中,物理学是极为重要的理论基础。

战争离开了武器就成为空话,军队离开了能源就寸步难行。

纵观军事能源的变革史,不难看出,人类对物理现象认识 and 理解的深入,物理学理论不断完善和发展,有力地促进了社会生产力的发展,也促使军事能源经历了一系列的重大变革,从而使军队的武器装备得以日益更新,使军队的战斗力日益加强。因此,物理学对军事领域的影响是极其深远的。

当然,战争实践的需要,作战兵器的更新,军事能源的变革,又不断地向物理学家们提出新的课题,促进着物理学的不断发展。

- [1] 王兆春,中国火器史,军事科学出版社,(1991)。
- [2] 曾光军、大奇,海外新兵器,长征出版社,(1992)。
- [3] 陈心中,能源基础知识,能源出版社,(1984)。