

WULI YU JUNSHI

物理与军事

陈心中
徐润君 编著



中国铁道出版社

物 理 与 军 事

陈心中 徐润君 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 0 年 • 北 京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书以我国目前使用的物理教材内容为序,通过将古今中外典型的兵器、战例及军事高技术的现状和发展趋势与物理学基础知识的有机结合,较为系统地阐述物理学与军事的密切联系,以便读者从中体会物理学的军事威力,在学习物理的过程中增长军事知识。

本书适于中学生、大学低年级学生阅读,也可作为物理教师结合物理教学进行国防教育的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物理与军事/陈心中著. —北京:中国铁道出版社,
2000.2

ISBN 7-113-03548-5

I. 物… II. 陈… III. 军事科学-通俗读物
N. E-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 51129 号

书 名:物理与军事

作 者:陈心中、徐润君

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:刘惠英

封面设计:李艳阳

印 刷:北京市燕山印刷厂

开 本:787×1092 1/32 印张:11.625 字数:267千

版 本:2000年2月第1版 2000年2月第1次印刷

印 数:1~2500册

书 号:ISBN 7-113-03548-5/E·2

定 价:19.00元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换

前 言

物理学研究的是物质最基本、最普遍的运动形式,它们广泛存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中。从宏观世界(我们日常生活中遇到的自然现象以至天体运动)到微观世界(原子、原子核和基本粒子等),都是物理学的研究对象。

物理学是现代科学技术的重要理论基础之一,物理学理论及物理学方法已经而且还将对军事领域产生极其深远的综合影响:

热兵器时代的诞生意味着以简单劈尖、杠杆为基础的冷兵器时代已成为历史;热力学理论的建立、热机的使用为火炮、坦克、飞机、舰船在战争舞台上占据重要角色拉开了序幕;爱因斯坦相对论的建立、原子结构的探索引发了“曼哈顿工程”,出现了影响世界风云的核威慑力量;半导体的制造、凝聚态物理学的发展,更在军事领域显示出了人类高超无比的科学威力。在现代战争中,各种光电设备交相辉映,从微电子技术的传感元件到覆盖全球的卫星系统,从指挥室内的电子计算机到网罗世界的C³I系统,从“发射后不用管”的导弹到新概念武器的研制,从深思熟虑的战略战术到新颖多变的军事理论……现代科学技术与军事的有机结合,以血与火的洗礼展示着物理学发展的雄姿。

可以说,当今世界一切政治、经济、军事的竞争归根到底都与科学技术的竞争保持着“血缘”般的联系,它们往往通过科技能量的释放显示其强大的实力。从一定意义上讲,谁在科技角逐中获胜,谁就能在未来的发展中立于不败之地。特别是

军事领域,由于科学技术的发展而连锁引起的军事变革更引起人们的透视和反思。

只有回顾历史、了解当今,才能展望未来。“千古兴亡,警钟长鸣”。“科技兴国”、“科技强军”不是一朝一夕、一蹴而就的,其涉及的范围广、时间长,关键在于加强全民国防观念,要为现代科技、现代军事输送“新鲜血液”。我们认为,结合物理教学在青少年中进行国防教育有着得天独厚的优势。

因此,我们编写本书的目的是想为学习物理学的高中生、大学低年级学生提供一本课外读物,为物理教师提供一本教学参考书。在编写过程中,我们力图把古今中外典型的兵器、战例及军事高技术的现状和发展趋势与物理基础知识相揉和渗透,帮助读者建立起一幅有血有肉、脉络清晰的物理图像,以便读者从中体会物理学的军事威力,在学习物理的过程中增长军事知识,从而激发学习物理的积极性。

由于物理学和军事科学技术发展迅速,更由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者指正。

陈心中 徐润君

1999年春节于

解放军汽车管理学院

目 录

战场时空观的变迁.....	1
基于劈尖原理的刀斧剑矛.....	5
功能原理与抛石机.....	9
现代战场上的速度	12
“炮弹车厢”的幻想	15
压强与坦克履带	18
高压水龙冲防线	21
物体密度与沉浮原理	23
深潜与抗压	25
潜艇沉浮与浮力定律	28
潜艇的阻力	33
军舰相撞事故的流体力学分析	35
空气阻力与降落伞	37
大气密度与航天阻力	40
弹道曲线与抛体运动	43
历史巨炮	46
动量原理与增程弹	50
弹丸形状与空气阻力	52
巧妙利用空气阻力的弹翼	56
弹丸旋转与抗干扰飞行	59
惯性制导中的转动效应	63
无坐力炮与动量守恒	66
动量原理与火炮反后坐装置	69

反冲原理与火箭	72
运载火箭的发射	77
机翼迎角与飞机升力	83
气动力学研究促进机翼形状的变化	86
导弹弹翼的气动布局	90
旋翼与直升机的独特性能	94
推力矢量系统为苏—37 飞行表演助风采	98
飞行过载现象的产生和克服	101
共振带来齐步过桥的悲剧	103
声波的战场缘	105
声波折射与战场静区	110
声纳的种类与设置	114
形形色色的窃听器	119
次声的特性及军事应用	123
微声枪械的消声原理	126
应用波的叠加原理进行电子反噪声	129
战场冲击波的产生与防御	132
军事领域中的多普勒效应	135
冰的军用奇迹	138
载誉战空的气球	141
气态方程与高空反应	144
战场温度对兵器的影响	148
人造天体的温度调节控制措施	152
枪炮的发射功率	156
军事需求促进军用材料的发展	159
气象武器	161
静电的危害与防护	168
古战场上的磁石	171

物理场引爆的水雷·····	173
典型地面传感器的工作原理·····	178
电磁炮·····	184
电磁理论促进军事通信的发展·····	189
军用雷达·····	193
依托于电磁理论的电子侦察·····	198
电子战中的电磁干扰·····	202
电子战中的反辐射武器·····	208
“阿基米德死光”带来太阳能利用的“希望之光”·····	212
迷彩原理及应用·····	214
色彩的军事应用·····	218
基于双眼效应的高炮测距机·····	221
军用望远镜·····	224
潜望镜·····	227
战场上的顺光和逆光·····	230
便于揭露伪装的多光谱技术·····	232
激光的军用特性·····	235
军用激光测距机·····	241
激光制导技术·····	245
军用激光雷达·····	248
性能优越的激光武器·····	251
军事激光通信·····	259
红外线的物理特性·····	265
红外线的军事应用·····	270
导弹的红外制导原理·····	273
主动红外夜视仪·····	276
微光夜视仪·····	279
热成像仪·····	283

军用夜视技术的对抗措施·····	287
粒子束武器·····	289
微波波束武器·····	295
超导体的军用前景·····	298
原子结构探索带来科学家的兴奋与忧愁·····	302
研制原子弹的“曼哈顿工程”·····	306
广岛长崎原子弹爆炸·····	313
氢弹·····	317
中子弹·····	321
何去何从的核武器·····	324
总统身边的核控制按钮·····	327
待研制的反物质武器·····	329
宇宙速度及航天器·····	331
静止卫星的军事用途·····	338
军用卫星·····	340
隐形技术·····	344
纳米技术及微型武器·····	350
物理学与军事能源变革·····	354
物理思想的军事谋略功能·····	358

战场时空观的变迁

【物理知识点】

1. 空间； 2. 时间

物理学是研究物质运动最基本规律的学科。在物理学中，以时间和空间作为基本物理量来表示物体位置、运动状态的变化。在瞬息万变的战场上，更离不开时间和空间这两个基本物理量，而且随着武器装备的不断改进，战争的时间效应越来越强、空间效应越来越广。这是科学技术进步的必然结果，也是物理学发展推动的结果。

在原始社会，人们为了满足生存的需要，石刀、石斧既是生产工具，也是部落之间的格斗武器。物理学中的劈尖原理只是被人们无意识地应用于实践。

随着冶金业的发展，由金属制成的刀、剑、矛、盾等进攻性和防御性武器逐渐成为战场上的主要兵器。冷兵器时代的战场万马奔腾、刀光剑影、杀声震天。显然，这时的战场空间是以陆地为主的，战争的胜负主要决定于刀剑之间的拼搏撕打。人们随着日月星辰的变化来计算时间。

火药的发明、大炮的使用，使人嘶马叫的陆战场在枪炮声中向着人们的头顶扩展。物理学家伽利略指出了炮弹的抛物线轨道，并发明了摆振动计时器，从此以“小时”来计算时间的钟出现了。钟面上出现分针是在18世纪的时候。又过了一个世纪，钟表上才有了秒针。1秒钟就是一个平均太阳日的 $\frac{1}{86400}$ ，炮弹1秒钟要飞过几千米。

热力学理论的建立促使各种热机相继问世。新生的热机很快就被“应征服役”，装备大量前所未有的自行火器。1769年，法国炮兵军官尼古拉·约瑟夫·居尼奥研制成人类第一台用于牵引火炮和运输的蒸汽汽车。1903~1904年，法国研制了第一辆装甲车。1915年8月，英国研制的第一辆坦克诞生。炮火纷飞的热兵器时代使陆战场的情况一改旧观，战场的前沿不再靠人行马奔来推进，而是由双方的机械化力量来决定。显然，炮弹飞行的速度、成片杀伤的效能，远远大于冷兵器时代中一对一的格斗效果。此时，人类对长度的测量不再满足于简单地以“长在身上的尺子”（英尺、码等）作为长度的基准。1799年法国制作了“米原器”，它于1889年被确定为国际长度“米”的标准，从而提高了长度测量的精度。

热机的广泛使用，流体力学理论的不完善，让人工划桨的战船变成了以蒸汽机为动力的军舰。各国制造的装甲舰、巡洋舰、护卫舰，使水面战场的区域迅速扩展。根据阿基米德沉浮原理制成的潜水艇又开辟了水下作战的手段。莱特兄弟制造的飞机开拓了人类飞向空中的新纪元，飞机制造业的发展带来了飞机的重要军事价值，战争中人们利用飞机向对方阵地、仓库投掷炸弹。此时的战场已扩展为三维的立体空间：地上战车轰鸣，天上飞机掠空，水中军舰潜艇驰骋。

1819年，丹麦物理学家奥斯特揭示了电与磁的关系；1831年，英国物理学家法拉第发现电磁感应定律；1865年，麦克斯韦预言电磁波的存在；人们测得光速为 3×10^8 千米/秒……一系列电磁理论的建立，促进了无线电报机的问世，也促进了无线电通信在陆、海、空军中的广泛应用。根据电磁波反射原理制成的雷达在探测飞机的过程中发挥了重要作用。电磁波理论促使四维战场的形成。因为从某种意义上讲，人为发射和接收电磁波所涉及的空间也可视为战场空间的一个组成

部分。电磁波的传播速度是战场上的最快速度。

1905年,爱因斯坦狭义相对论的建立为物理学对高速运动物体的研究提供了理论依据。质能关系式启发人们,重核裂变或轻核聚变可释放出巨大的能量。量子力学的诞生,解决了原子领域内一系列重大问题。从此,宏观的战场又开始向微观领域渗透,原子弹、氢弹、中子弹相继被研制成功。原子的直径只有一百亿分之一米(即 10^{-10} 米),而洲际导弹可以轰击几千千米外的目标。1967年,第十三届国际权度会议,通过了铯原子钟系统的时间新标准,1秒钟等于铯原子振动9192631770次所经历的时间,这种铯原子钟30万年的误差仅为1秒钟。1983年10月,联合国度量衡组织在巴黎举行会议,把光在真空中 $1/299792458$ 秒内所走的距离定为1米。现代武器系统中的光电设备和军事、航天事业是离不开时间和长度的精确测量和计算的。

1957年,第一颗人造地球卫星上天。不久,各种侦察卫星、导弹预警卫星、拦截卫星等相继升上了天空,基于地球表面的战场又进一步向宇宙空间扩展。

回顾人类战争史,物理学的发展促进了战争武器的不断革新,也促使战场不断拓宽。现代战争的立体化战场已经没有地面、空中、水下的绝然分离,也没有前沿和后方的严格区分。现代化战场的空间既可以扩展到宇宙间,也可以渗透到微观粒子间。现代战争的时间计算既可以延续若干年,也可以短暂到微秒、纳秒,甚至更短的瞬间。

我们不妨以全球定位系统的使用来说明现代战场对时间、空间的测量。

全球定位系统(GPS)是美国国防部为提高部队快速反应能力而研制的导航系统。整个系统由导航卫星(图1)、地面站和用户设备组成(图2)。导航卫星有24颗卫星组成,卫星轨

道离地面 20000 千米,地球上任何地方至少可同时接收到 4 颗卫星的数据,以满足用户确定三维空间位置和一维时间的需要。卫星上有工作频率为 2200~2300 兆赫的遥测发射机,可将卫星的各种遥测数据以电磁波的形式发送到地面站。卫星上的精密原子钟稳定度为 10^{-13} 秒,各卫星的原子钟相互同步,并与地面站原子钟同步,从而建立起精密时序。地面站组包括主控站、监控站、注入站。主控站中

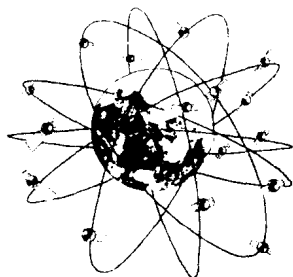


图 1 GPS 全球定位卫星系统

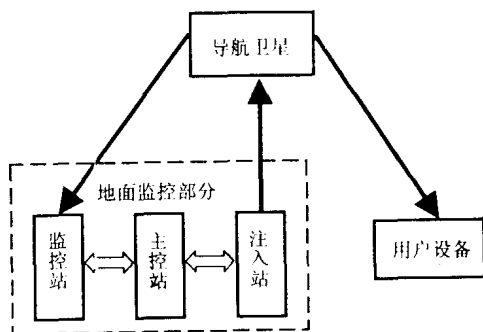


图 2 GPS 全球卫星定位系统组成示意图

的计算中心根据 5 个监控站送来的各种测量数据,编制导航星历,并送到注入站,由注入站向卫星发送导航信息和控制指令。用户设备(即 GPS 接收机)可装在宇宙飞船、飞机、地面车辆、水面舰船上,也可单兵携带。全球用户均可全天候地通过 GPS 系统实时得到自己所在位置坐标、速度和时间信息。三

维空间定位精度优于 10 米、速度精度优于 3 厘米/秒,时间精度为 20~30 纳秒。GPS 还可用于洲际导弹的中段制导、火炮的定位与发射等。GPS 系统为海、陆、空、天、电磁互为一体的现代战争提供了精密时、空系统测控手段。

【小结语】

时间空间基本量,
物理发展促战场。
作战时效日益强,
战场空间含义广。

【思考题】

1. 为什么说随着物理学的发展战场空间在不断扩展?
2. 为什么说随着物理学的发展战场时间效应越来越强?
3. 本文关于 GPS 系统的介绍中涉及到的哪些数据与时间、空间这两个基本量有关?

基于劈尖原理的刀斧剑矛

【物理知识点】

1. 劈尖原理; 2. 杠杆原理; 3. 摩擦力

古代,由于生存竞争或血族仇杀,氏族或部落之间常会发生流血的暴力冲突,于是原本作为生产工具使用的带有锋刃的石器(图 3)也被用于人类的互相残杀,这种石器是用石块互相敲击而打制出来的。

随着生产力的发展和私有制的萌发,旧石器时代进入新

石器时代。此时有了专门用于防护和杀伤的特殊器具,即出现了兵器。人们已经能琢磨工艺较精致的锋利石质或骨质的兵器,例如便于手抓的石斧、骨制的鱼钩(图4)及石锤等。他们在制作这些作战兵器的同时,自觉或不自觉地考虑了作用力与受力面积之间的关系,实际上就是应用了力学中的压强原理。

砍砸器



手斧



图3 早期的石器



磨制石斧



骨制鱼钩

图4 新石器时代的工具

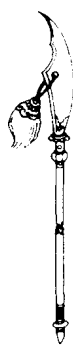
随着冶金技术的发展,人类进入冷兵器时代,青铜和铁制的兵器出现了,并且种类繁多。

我国自汉朝以来,钢铁制造的刀——用于劈砍的单面侧刃格斗兵器,一直是古代军队装备的主要格斗兵器之一。为了适应格斗的需要,有短刀、长刀;为了便于手握,加装了手柄或长杆(图5),而且刀体较宽,以便加强刀的牢固性;刀头微上翘,前锐后斜,以便必要时减少接触面积,增加锋利程度。

我国自汉朝以来,钢铁



掉刀



屈刀



手刀

图5 《武经总要》中的刀

由于在格斗过程中经常以推刺为主,所以自西周起一种用于刺劈的直身尖锋两刃兵器(即剑)逐渐盛行,并作为甲士佩带以表示等级身份(图6),其两侧出刃,顶端收聚

成锋,剑身较长,刺杀效果较好,便于手握的短柄中有箍,既可增大手与柄之间的摩擦力,又使柄坚固耐用。

矛是一种用于直刺和扎挑的长柄格斗武器,是古代军队中大量装备和使用时间最长的冷兵器之一。矛的最原始形态是用来狩猎的前端削尖的木棒,显然作用力集中在尖端时其单位面积的作用力则更大。商朝的阔叶矛(图7)有锋、刃、叶、脊等部位。根据不同的战术用途,矛的种类较多,《武经总要》中载述的步兵和骑兵使用的“枪”实际上可视为“矛”的衍生物(图8)。

中国先秦时期一种主要用于勾、啄的格斗兵器称为戈,由长柄和横装的戈头组成,戈头包括上下有刃、前有尖锋的“援”和装柄用的“内”两部分,内上有绑在柄上穿绳用的孔(称为

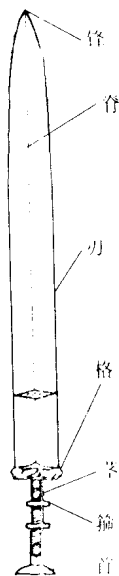


图6 剑的结构示意图

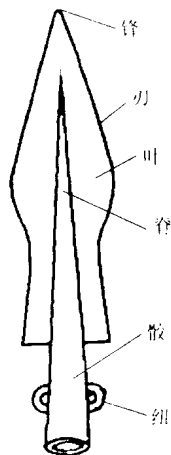


图7 商朝阔叶矛

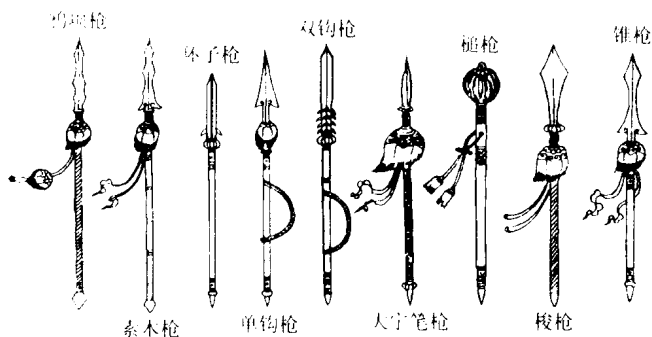


图8 《武经总要》中的枪

“穿”)(图9)。至今许多与战争有关的汉字(如战、戎、戒等)均带有戈部,其原因也就不难理解了。

戟是将戈的勾、啄和矛的直刺功能结合在一起的格斗兵器(图10)。西汉时期“卜”字形的钢铁戟成了步兵和骑兵的主要格斗兵器。

钺是中国古代的一种两角上翘、具有弧形阔刀的劈砍兵器(图11)。先秦时期,钺也作为统帅权威的象征物,并用于刑杀。

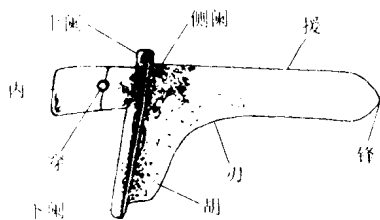


图9 戈头各部名称示意图

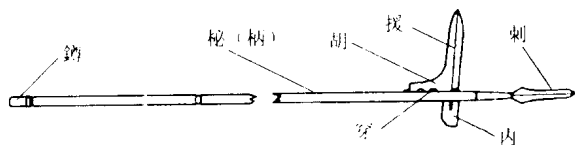


图10 戟的各部名称示意图