

KE XUE WEN GONG

科学文丛

现代战争中的物理学



科学文丛

现代战争中的物理学

(30)

广州出版社出版

图书在版编目 (CIP) 数据

科学文丛. 何静华 主编. 广州出版社. 2003.
形继祖

书号 ISBN7-83638-837-5

I. 科学... II.... III. 文丛

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082275 号

科学文丛

主 编: 何静华
形继祖

广州出版社

广东省新宜市人民印刷厂

开本: 787×1092 1/32 印张: 482.725

版次: 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-5000 套

书号 ISBN 7-83638-873-5

定价: (全套 104 本) 968.80 元

前 言

在人类的历史上,几乎每时每刻都在发生战争。有人作过调查和统计,认为从公元前 3200 年到公元 1964 年的 5164 年内,世界上共发生过 14513 万次战争,平均每年有 2.8 万次战争。

中国的情况也是如此。据史书记载,公元前 26 世纪至 22 世纪之间,生活在现在河南省东北部的神农氏部落与生活在现在山西省西南部的斧戣氏部落,发生了一场战争,这是有据可查的中国历史上的第一次战争。到了黄帝时代,发生了一场历时更长、规模更大的战争。居住在北方的黄帝族、炎帝族,与居住在南方的九黎族,“大战于涿鹿之原”。战争以炎、黄二帝联军的胜利而告终,九黎族的首领蚩尤被杀。翻阅中国的历史,可以看到大大小小数不清的战争。

有很多以战争为题材的小说、电影、电视剧、报告文学、史书等等。《封神演义》讲了周文王、周武王征讨商纣王的故事。《东周列国志》记录了春秋、战国的历史。《孙子兵法》这部兵书说明了战略战术。《霸王别姬》、《淮阴侯韩信》讲的是秦末陈胜、吴广起义后,群雄并立、楚汉相争的故事。《三国演义》再现了东汉末年战火纷飞、诸侯割据、互相征战的史实。《水浒传》叙述了南宋时期绿林好汉抗暴政、揭竿而起的事件。我们不用再多举实例了。

在上述这些战争中，作战方式比较简单，使用的武器是“冷”的，称为“冷兵器”。在这个时期，战斗的双方下战书、约定时间摆好阵势，进行兵对兵、将对将的短兵相接肉搏战。双方使用的武器可以分为劈刺型和投掷型两种。我们常谈的“十八般兵器”指的是劈刺型兵器。它包括刀、枪、剑、戟、斧、钺、钩、叉、钺、棍、槊、棒、鞭、铜、锤、抓、拐子、流星锤。过去武士们用这些兵器杀敌，现在武术、杂技用这些兵器开展活动或进行表演。弓、弩、标枪、抛石机等属于投掷兵器，这些武器把箭、石头等扔向对方，打击敌人。三国时期蜀国的宰相诸葛亮，就发明了一种能够连续发射许多支箭的“连弩”。《三国演义》、《杨家将》、《岳飞传》等许多电视剧，都在一定程度上再现了古代战争的真实情况。

火药、指南针、活字印刷、造纸术是中国古代的四大发明。我们的祖先，用硝石、硫磺、木炭做为原料，将它们按一定的比例混合在一起，作成了火药。这种火药呈黑色，点燃时会冒烟，被称为“黑色火药”。现在使用的鞭炮、爆竹，里面装的就是这种黑色火药。在黑色火药的基础上，人们又研究出了燃烧时不冒烟的“黄色火药”和高能火药，这些火药的性能更好，爆炸威力更大。

既然火药燃烧时能“喷火”，能爆炸，人们很自然地将它用于战争。我国宋朝就出现了一种叫做“梨花枪”的兵器。明代《军器图说》中对这种兵器作了说明：“梨花枪以一梨花筒，系缚于长枪之首，发射数丈。……此器装药之铁筒，外形如笋尖，小头口宽3分，大头口宽1寸8分，大头入药，闭以泥土，尖头安信（即火药捻）燃放。筒可轮换。人可携带数筒。随放随换。”

宋朝时期，以黑色火药为主要原料制成的爆炸性火器，已经在战争中得到了广泛的应用。当时人们用纸卷成纸管，在管内填充火药，插上药捻，当点燃药捻使管中火药很快燃烧时，纸

管就被炸开,杀伤周围的敌人。这种武器叫“霹雳炮”,它的构造、原理与我们节日燃放的爆竹十分相似,只是纸筒大些,筒内装的火药多些。

使用火药之后,战争的形式和武器、装备都发生了很大的变化。枪、炮等用火药制成的兵器在使用时会发热,所以称为“热兵器”。使用热兵器后,刀、枪等冷兵器的作用逐渐减小,作战双方可以相隔一定的距离作战。《甲午海战》描述了中国与日本国之间的一场海战。《地道战》、《地雷战》反映了八路军、民兵抗击日本侵略者的情况。《三大战役》、《开国大典》、《喋血四平》再现了中国人民打败国民党反动派、解放全中国的情景。《英雄儿女》讲述了中国人民志愿军在朝鲜战场上英勇战斗的事迹。《斯大林格勒大血战》、《攻克柏林》则记载前苏联军队与德国法西斯浴血奋战的历史。在以热兵器为主的战争中,战争逐渐变为远距离、高科技、陆海空联合的大规模战斗。

近些年来,科学技术迅速发展。激光、计算机等科技的投入,使战争的形式和内容发生了更为显著的变化。现代战争以高科技的密集使用为基本特征,战争更多地表现为科学技术的较量、综合国力的较量,电子战、导弹战、立体战成为现代战争的重要作战方式。

1991年初,在海湾地区爆发了一场局部战争。这场战争从1991年1月17日开始,到2月28日结束,虽然一共只打了42天,但战斗的双方投入的兵力高达200万;动用了固定翼飞机3700架,坦克等装甲车辆上万辆,航空母舰等各种战舰几百艘;采用了当时最先进的武器,耗资数百亿美元。以美国为首的多国部队,凭借所拥有的技术装备优势,首先在代号为“沙漠盾牌”的行动中,全面搜集了伊拉克的各种军事情报,调动部署军队,完成了战争的准备工作。接着又在代号为“沙漠风暴”的38天空袭中,摧毁了伊拉克的大多数通讯设施和军事目标。最后

在代号为“沙漠军刀”的4天地面战斗中，重创了伊拉克的军事力量，迫使伊拉克接受多国部队的停战条件，无条件从科威特撤出全部军队。

我们中华民族是勤劳勇敢的民族。我们反对战争，渴望和平，但是不害怕战争。当有必要时，我们将用战争去保卫和平。我们要以自己的实际行动，为增强中华民族的政治、经济、科技和军事综合实力贡献力量。我们要迅速提高自己的知识和能力水平，更多更快地掌握先进的科学技术，使我们中华民族在世界上占据应有的地位，争取世界的持久和平。

本书从物理学的角度分析和认识现代战争，以一些高科技武器为例，简单说明它们的物理原理。希望读者们能从中获得一些有益的知识和方法。

目 录

前言	(1)
一、畅通无阻的通信联络	(1)
1. 快速准确的全球定位系统	(2)
2. 超大容量的光纤有线通信	(4)
3. 不用导线的无线通信	(6)
4. 设在太空的同步通信卫星	(8)
二、明察秋毫的立体侦察	(11)
1. 在高空进行的精密摄影	(12)
2. 分辨力极强的多光谱遥感	(15)
3. 用电磁波测量目标的雷达	(17)
4. 获取电磁信息的电子侦察	(19)
5. 探测水中目标的声纳	(20)
三、穿透夜幕的火眼金睛	(22)

四、性能优越的作战平台	(26)
1. 高速灵活的空中战斗机	(27)
2. 战争中使用的各种类型飞机	(30)
3. 不容忽视的海上军舰家族	(32)
4. 携带飞机作战的航空母舰	(36)
5. 在水下进行战斗的潜水艇	(39)
五、紧张激烈的电子战斗	(42)
1. 使雷达“迷盲”的电子干扰	(43)
2. 准确摧毁雷达设施的“硬杀伤”	(45)
3. 真假难辨的电子伪装	(46)
4. 能够隐身的飞机舰船	(48)
六、精确无比的制导武器	(51)
1. 形形色色的导弹武器	(52)
2. 准确攻击目标的巡航导弹	(55)
3. 用激光制导的炸弹	(57)
4. 红外、电视、激光制导导弹	(58)
5. 保卫己方地的防空导弹	(60)
6. 主动进攻的制导炮弹和制导地雷	(62)
七、威力超常的核武器	(64)
1. 核动力大型作战舰艇	(65)
2. 杀伤力极强的原子弹	(67)
3. 威力超过原子弹的氢弹	(68)
4. 强辐射低当量的中子弹	(69)

5. 特殊用途的小型氢弹	(70)
八、高速高能定向能武器	(72)
1. 威慑力很大的激光轻武器	(73)
2. 以粒子为弹丸的粒子束武器	(74)
3. 用离子作弹丸的等离子体炮	(76)
4. 发射大功率微波的射频武器	(77)
九、撞击目标的动能武器	(79)
1. 穿透能力很强的动能穿甲弹	(79)
2. 摧毁来袭导弹的非核动能拦截弹	(81)
3. 靠电磁力发射高速弹丸的电磁炮	(82)
4. 攻击地球卫星的各种动能弹	(85)
十、不可替代的常规武器	(87)
1. 历史悠久的步枪	(87)
2. 小巧玲珑的手枪	(90)
3. 火力凶猛的机枪	(92)
4. 用于投掷的轻武器	(94)
5. 威力不断增强的重型火炮	(96)
6. 发射速度快火力猛的火箭炮	(98)
7. 用座钣承受后坐力的迫击炮	(99)
8. 从地面打击空中目标的高射炮	(100)

一、畅通无阻的通信联络

军队有着非常严格的组织和纪律,必须做到“召之既来,来之能战,战之能胜。”一支军队想要打胜仗,首先要建立起畅通无阻的通信联络体系,保证指挥员能及时、全面、准确地了解所属部队的情况,保证各个部队之间能随时随地交换情报、相互联系,保证指挥员的命令能尽快传送到部队实施并进行有效的控制。这个指挥(command)、控制(control)、通信(communication)、情报(information)系统,简称为C³I系统。

自古以来,C³I系统就受到军事家们的重视。公元前10世纪的商、周时期,就在边境设置了“烽火台”,用滚滚浓烟报告敌人来犯的消息。为快速传递情报,利用鸽子能自己飞回家中的能力,在鸽子腿上捆绑书信——“飞鸽传书”。在道路上设立驿站,派使者骑快马,由驿站提供食宿和更换马匹,传送“八百里加急文书”。在军队中,设立“传令兵”、“通信员”、“联络官”,负责了解情况、传达命令。

对于现代化战争来说,上述方式就太落后了。人们用全球定位系统快速、准确地得知自己的位置;用无线电台互相联络、汇报情况;用光导纤维代替导线,实现超大容量的有线通信;用“定点”在赤道平面上空的同步通信卫星,构成了全球通信系统。

1. 快速准确的全球定位系统

作战部队最怕迷失方向,必须随时知道自己的位置,知道敌人在什么地方。如果在有人居住的区域,可以找当地的老百姓调查,也可以根据周围的高山、河流、特殊建筑物等标志判断。依靠北极星或树木生长的特点,能够大致判定方向。但是,在茂密的大森林里,在茫茫的大沙漠中,在一望无际的大海上。人们怎么确定自己的确切位置呢?

古代人已经发现了磁现象,根据磁性物体具有南极、北极两个磁级,在静止时南极指南、北极指北的特点,作成了指南针。黄帝、炎帝与蚩尤大战时,就是在指南针的帮助下,确定了敌我双方的方位,取得了最后的胜利。后来,人们利用天然磁石做成了“司南”。“司南”的形状像一只吃饭用的汤勺,汤勺的把是磁石的南极。把“司南”放在光滑的平面上,它可以自由转动,在静止时勺把指向南方。

现在使用的指南针,原理与“司南”的原理一样。只是指南针上的小磁针是钢制的,可以在轴上自由转动。小磁针的两个尖端,一个是南极,一个是北极,在静止时分别指向南北方向。

用指南针可以知道南北方向,但是无法确定我们此时此刻的位置。现在,利用在太空飞行的多颗卫星,可以很方便地解决我们所遇到的难题。这些卫星和地面装置,称为全球定位系统,简称为 GPS 系统。

全球定位系统中的卫星称为导航星,它在 2 万公里的上空绕地球转圆圈,大约 12 小时转一周。导航星上带有非常准确的原子钟,不间断地向地球发出信号。这个信号中包括导航星此时的位置和发信号的时间。地面上的 GPS 为信号接收器,接

收器上安有比较便宜的石英钟和计算机。导航星上的钟与接收器上的钟是同步的,在同一时间它们的示数相同。由于导航星与接收器之间有一段距离,信号传播的速度是光速 $c = 3 \times 10^8$ 米/秒,所以接收器收到信号的时间与导航星发出信号的时间不一样。知道了发出信号和接收信号的时间差,就可以求出导航星与接收器之间的距离。

通过上面的分析可以看出,只要我们在同一个时间能收到三颗导航星发出的信号,就可以确定自己的位置。由于导航星在不停地转动,有可能转到地球的另一面使我们接收不到它发出的信号,所以在每一个转动轨道上都有 4 颗导航星。为了保证我们同时收到 3 组以上导航星的信号,实际共有 6 组导航星在转动。现在已完成的全球定位系统,共有 6 组,每组 4 颗,总计 24 颗导航星。

导航星由地面监控装置控制。地面监控装置包括主控站、监控站和注入站。它们监控导航星的运行轨道,注入导航信息及其他控制参数,保证导航星的正常运行。

导航星发出的信号有两种。一种是经过加密的军用码,另一种是没有加密的商用码。军用码只供军队使用,定位时的误差为 5—10 米。商用码用价格不到 700 美元的接收机就能收到,测量误差为 15 ~ 25 米。超小型 GPS 接收机只有烟盒大小,可供步兵使用。

多国部队在海湾战争中,配备了几千部 GPS 接收机。主力坦克 M1A1、作战飞机、陆军部队都装备了这种装置。利用全球定位系统,多国部队成功地完成了 10 万大军的西调计划,通过伊沙边境进入沙漠地区,形成了对伊拉克军队的包围圈。

现在,世界上各个国家都加强了这方面的研究工作,制造了更小巧、更精密的 GPS 接收器,将接收器安在飞机、舰船、导弹上,完成各种预定的战斗任务。

2. 超大容量的光纤有线通信

1876年,贝尔在美国发明了电话机,使相距很远的两个人能够直接对话。当你用电话机通话时,要对着话筒讲话。话筒内有一个膜,它随着你讲话的声音振动,从而使电话线中的电流出现了大小强弱的变化,电流变化情况与声音变化情况相似。变化的电流通过电话线到达对方的听筒。听筒内有一个电磁铁,磁铁外面有一个薄铁片,电流通过电磁铁上的线圈。当电流的大小变化时,电磁铁的磁性强弱也随之变化。电流大时,电磁铁的磁性强,吸引薄铁片的力大。电流减小时,电磁铁的磁性也减小,吸引薄铁片的力也小。当电流大小变化时,薄铁片受到的吸引力也随之变化,产生振动。薄铁片振动产生了声音,这个声音与你对着话筒讲话的声音是相似的。我们现在用的电话机,大多数都是按照这个原理制造的。

过了4年,也就是1880年,贝尔又进行了利用光进行通信的试验。他利用一个反射镜,把太阳光射到话筒的振动膜片上。人对着话筒谈话,振动膜随人的声音振动,从振动膜反射的光发生强弱的变化。用仪器把反射光搜集起来传输到接收机。在接收机上安有一个喇叭形状的反射镜和光电转换装置,能将接收到的光转换成相应的电流。当电流通过听筒内电磁铁的线圈时,可转换成声音。贝尔的这个试验引起了很大的轰动,但是由于太阳光的成份很复杂,传输光的技术又没有过关,所以没有在实际中应用。

1960年,人们研制成功了一种新的光源——激光器。从激光器射出的激光是很细的激光束。激光束的能量集中,很亮,成份单纯,只沿一个方向传播。激光的出现,使人们再一次研

究利用光进行通信的可能性。

光可以在真空中传播,也可以在空气、玻璃等物质中传播。光在真空中沿直线传播。在透明的玻璃中,光可以不断在玻璃界面反射,沿玻璃的弯曲方向传播。根据这个道理,人们做出了光导纤维,实现了光纤通信。

光纤是光导纤维的简称,它是一种很纯的玻璃纤维丝。光纤分为纤芯和包层两个部分。纤芯的直径为 8 微米至 50 微米,包层的直径为 100 微米至 500 微米,整个光纤的粗细与头发丝的粗细差不多。为了保护光纤不受损害,在包层的外边还有一层塑料涂层。

进行光纤通信时,先要把声音加在激光器上,使激光器发出的激光带有声音的信号。当激光射入光纤的纤芯后,沿直线向前传播,在纤芯与包层的交界面上发生反射。光被反射后仍沿着直线传播,到达纤芯与包层的交界面时再次被反射。由于纤芯与包层的材料不完全一样,激光在界面反射时,几乎完全被反射回纤芯,所以用光纤通信时的能量损失很小,射入光纤的激光绝大部分都能沿纤芯传播,到达接收器。在接收器上有一个光电转换装置,能把按收到的激光转换为相应的电信号,使听筒中的膜片振动发出声音,这声音与加在激光器上的声音相同。

光纤通信具有十分明显的优点。首先是光纤通信的容量非常大。从理论上讲,一根光纤可以同时容纳 100 亿对电话通话。如果在地球的东半球、西半球之间拉一根光纤,可以让两个半球的每个人都与另一半球的一个人通话,相互之间不干扰。这个优点对于现代通信网、高速公路的建设十分重要。

第二是可以节省大量金属。过去的电话线是用铜、铝等金属制成的,而光纤是用石英制成的。石英就是我们通常所见的

砂子,化学名字是二氧化硅。将普通的砂提纯加工成光纤,代替贵重的铜、铝,当然十分有利。

第三是通信效果好、质量高。光纤是绝缘体,不导电。在光纤中传播的是光,不是电。所以通信时不受外界的电磁干扰,不会被敌方窃听,适于在有危险的环境中,存在强电磁干扰的条件下使用。

第四是体积小、重量轻、易弯曲。这个优点不但有利于通信线路的铺设与维护,而且特别适用于像飞机、舰艇、坦克这样对重量和体积要求比较高的设施。

现代社会和现代战争,要求通信时不能“占线”,任何时候都能立即接通。这个要求只有光纤通信可以做到。例如,国防部要与各省、各军兵种保持密切联系,若用金属电话线,需要上万甚至几十万根,难度相当大。如改用光纤,只需少量几根至多几十根就可以了。

3. 不用导线的无线通信

在地面的两个固定地点,可以架设电话线进行有线通信。当通信的地点改变时,特别是与飞机、坦克这样的活动装置通信,或与海上航行的舰艇通信,就需要采用没有导线的通信方式,这就是无线通信。广播电台、电视台就是无线通信的实例。1867年,英国物理学家麦克斯韦深入研究了电磁学,提出了电磁场所遵循的基本规律,认为变化的电场、变化的磁场能够互相激发,产生电磁波。广播电台、电视台、无线电通信就是根据这个理论建立的。

在广播电台、电视台内,播音员的声音和各种图像,通过一些装置加在发射机上,发射机从天线向外发射电磁波。这种电

磁波上加有声音和图像的信号,称为载波。如果我们接收到了加有声像信号的载波,并且采用一定的方法取出声像信号,就可以通过收音机听到广播电台发出的声音,通过电视机听到和看到电视台播放的声音和图像。

广播电台安有发射电磁波的装置,收音机是接收电磁波的装置。有发射电磁波和接收电磁波的装置,就能实现空中的无线通信。现在生活中常用的对讲机,就是一种小型的无线电收发机。对讲机内有一个小发射机,还有一个小收音机。人对着对讲机的话筒讲话,对讲机内的设备将声音加在发射机发出的载波上发射出去。通话对方的对讲机接收到了加有声音信号的载波,通过收音系统用喇叭将声音播出。使用对讲机可以很方便地实现近距离的无线通信。对讲机内的发射机发射电磁波的能力较差,只能在有限较小区域内进行联络与对话。如果加大发射机的功率,使发射的电磁波能传到较远的地方,就可以实现大范围的无线通信,这就是无线电台。

实现无线通信的电磁波是由变化的电场、变化的磁场组合而成的。电场、磁场在1秒钟内变化的次数叫做频率。我们在收音机刻度盘上看见的数字,就是广播电台所发出电磁波的频率。例如,标有 1020Hz 的是中央人民广播电台的频率,读作1020千周或1020千赫,表示电场、磁场在1秒钟内变化1020千次(或102万次)。不同广播电台发送的载波频率不一样。收音机内有一个调节旋钮,通过它可以改变收音机接收电磁波的频率。只有接收的频率与发射电磁波的频率相同时,收音机才能收听到加在这个发射电磁波上的声音。

实验证明,频率越高的电磁波,越容易从天线发射出去。生活中用的交流电,频率为50赫,1秒钟变化50次。交流电也产生变化的电磁场,由于这种电磁场的频率很低,所以不容易被发射出去。无线电通信要求尽可能多地发射电磁波,所以载