



“大学物理”教学紧贴军事应用的探索和实践^{*}

陈 宏 张世全

(武警工程大学基础部 陕西 西安 710086)

(收稿日期:2019-07-30)

摘 要:针对目前在大学物理课程教学中存在的具体问题,论述了大学物理教学紧贴军事应用的必要性,提出了从加强教员队伍建设、挖掘物理军事应用素材、拓展物理学前沿动态等几个方面探讨了大学物理教学紧贴军事应用的具体思考和实施途径。

关键词:大学物理 紧贴军事应用 探索和实践

1 引言

军校是培养高素质现代军事指挥官的摇篮,能否培养具有“能打仗、打胜仗”的合格军事人才,是衡量军校办学水平高低和质量好坏的唯一标准与尺度。不同于普通高等教育,军事院校教育应具有军事特色,其实质是通过军事、科技、人文相结合的教育,为初级指挥军官打好宽广厚实的科学文化基础和坚实过硬的军事素质,增强可持续发展的能力,培养具有大学本科学历和具有基本军事素质,能适应现代化战争需求的指挥军官^[1]。在大学物理教学中紧贴军事应用是实现新时期军事教育培养目标的重要举措。因此,按照军队院校教育教学的要求,教员要树立为战育人的鲜明导向,向教战、研战发力,充分发挥军校资源集中、技术集中的优势,瞄准实战化标准实施教学,为实现院校教育与部队训练有效对接、实现课堂与战场有效对接提供有力支撑,进而实现院校教育、部队训练和军事职业教育相结合的“三位一体”,新型军事人才培养体系^[2]。

以物理学的基础知识、基本理论、基本思想和基本方法为主体内容的大学物理课程是军队院校教育本科学员的一门必修的核心基础课^[3]。作为军校物理教员,一是要从思想上高度重视大学物理教学紧贴军事应用,真正使大学物理教学贴近部队、贴近实

战;二是要在物理教学中将物理军事应用案例恰如其分地引入到课堂教学中去。

2 军队院校大学物理课程教学现状分析

目前军队院校大学物理教学中存在的问题,具体表现为以下几个方面:首先,从事大学物理教学的年轻教员对大学物理教学与军事应用的关系存在着模糊认识,对大学物理教学紧贴军事应用的重要性认识不足;其次,大学物理教学与部队训练严重脱节,“军味”不足,教员对学员和部队的需求了解不够,实际教学中很少将物理知识与现代化军事技术相联系并进行拓展;第三,部分学员在学习中不同程度地存在“文化课无用说”“物理无用说”的思想,导致学习大学物理的积极性不高,学习动力不足等问题。因此,大学物理教学要力求改变基础理论与军事应用相脱节的现状,大学物理课程紧贴军事应用势在必行。

3 大学物理教学紧贴军事应用的探索与实践

为了实现大学物理教学紧贴军事应用的教学理念,我们从以下几个方面进行了探索与实践。

3.1 加强教员队伍建设 打牢大学物理教学紧贴军事应用的队伍基础

军队院校文化课教育要按照战争和部队的发展

^{*} 2019年武警工程大学教学成果立项培育项目资助;武警工程大学基础基金项目“BiFeO₃ 掺杂铈酸钾钠基无铅压电陶瓷研究”,项目编号:WJY201901

要求,全面打牢学员的科学文化课基础素质,锻造合格的军地通用军事人才“毛坯”。所以,教员深入了解部队所需和学员所需,是实现大学物理教学紧贴军事应用的前提。

(1) 教员是学员学习的指导者和帮助者,利用指导学员学习的机会了解学员学习所需、专业所需、部队所需,做到有的放矢,因材施教,从而为大学物理教学紧贴军事应用寻找贴近口。

(2) 按照“学科交叉、知识融合、教学相长”的原则,在大学物理教学中,教员要以“互联网+教育”“人工智能+教育”的新时代现代化教育模式为契机,随时做好为自身充电的准备。不但要精通大学物理知识,还要涉猎人文知识,注重交叉学科知识的学习。例如,要加强军事理论、军校教育理论和军事前沿等知识的学习。

(3) 实行教员部队代职培训,使教员从实践中更多地了解部队现代化建设和实践的需求,了解大学物理在军事技术中的实际应用,为大学物理课程紧贴军事应用打下坚实的基础。其中,更为重要的是要加大文职人员部队培训的力度。文职人员毕业于地方大学,没有经过正规的部队训练,军事技术更是知之甚少,在大学物理教学中更难贴近军事应用,更难把握物理知识在军事技术中的应用。所以加大文职教员部队培训的力度是实现大学物理课程紧贴军事应用、增强教学针对性的重要环节。

3.2 挖掘物理知识与军事应用之间的联系 促使大学物理教学紧贴军事应用落地生根

要把大学物理教学紧贴军事应用落到实处,就要求教员在日常的教学中注重挖掘物理知识与军事应用之间的联系。众所周知,物理学的每一次新发现,每一个新理论的建立,都对科学技术的发展和人类文明的进步有着巨大的推动作用,我们发现,先进的科学理论和技术手段越来越迅捷地应用于军事技术领域,大学物理各篇章中的知识,无不紧密地联系着军事技术应用的各个领域。

在教学实践中,我们从大学物理课程中的力学、热学、电磁学、光学、近代物理等5个篇章中,挖掘了一些紧贴军事应用的典型案例或实例,例如火炮的弹道原理、枪械消音器、电磁轨道炮、军用望远镜、喷

气式飞机尾喷管等。要求学员运用所学物理知识加以分析解释和解决问题。在教学过程中通过提供军事应用、分析应用、解决问题的模式,不仅使学员深刻理解了所学物理知识,而且从思想上让学员体会到物理学的应用之广,消除“物理无用”的错误思想,使大学物理教学进一步向部队靠拢,向实战聚焦。

3.2.1 力学教学紧贴军事应用

力学是研究物质机械运动规律的科学,它与人们的日常生活紧密联系,在军事活动中更是离不开力学知识。

例如,在力学部分运动学的教学中,用抛体运动来研究忽略空气阻力时火炮的外弹道理论。如图1所示,根据斜抛运动的运动学规律,即

$$\begin{cases} h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \\ s = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \end{cases} \quad (1)$$

其中 h 为炮弹的射高, s 为炮弹的射程, v_0 为炮弹的初速度, θ 为炮弹的发射角, g 为重力加速度。

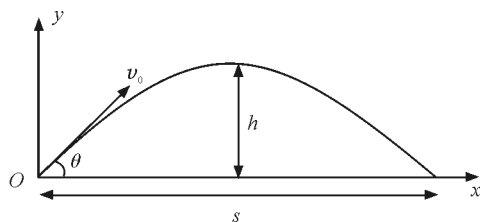


图1 斜抛物线

由式(1)可知,在不考虑空气阻力情况下的弹道曲线与炮弹的初速度和发射角度有关。在军事应用中,根据上述运动规律,按照火炮遂行任务要求不同,可将火炮分为加农炮、迫击炮、榴弹炮等。其中,加农炮低发射角射击,弹道低伸,发射速度大于音速,主要遂行任务用于垂直目标、装甲目标和远距离目标;迫击炮发射角大,可接近 85° ,射高远大于射程,发射速度小,主要遂行任务用于打击遮蔽物后和反斜面上的目标;榴弹炮发射角约为 45° ,弹道弯曲,主要遂行任务用于歼灭敌方有生力量,打击遮蔽物后的目标和水平目标^[4]。

又如,在讲解动量定理的时候,为了让学员更好地理解动量是反映机械运动传递本领的一个物理量,理解动量定理的物理意义,并能够更好地利用已有的物理知识解决或解释实际现象。笔者在教学过

程的最后以军事实例设置如下的作业.

美国隐形战略轰炸机“B-1”刚研制出来时,进行空中飞行训练,当掠过一湖泊时,飞机突然失控,一头坠毁在湖对面的岸上.调查结果是,一只重6.8 kg的鹈鹕“击落”了飞机^[4].请查询相关资料分析其中的物理原理.

这样的课堂教学模式,既体现了“教员为导,学员为主”的教学理念,又将枯燥的物理知识紧密地贴近了军事应用,极大地调动了学员学习大学物理的积极性.

3.2.2 热学教学紧贴军事应用

热学是研究热现象的特性和规律的物理学分支,它起源于人类对冷热现象的探索.热学知识在军事中的应用实例不胜枚举.例如,在讲到气体绝热膨胀时,我们可以将其与枪械消音器的工作原理相联系.

枪声的来源主要是火药爆炸时产生大量的高温、高压气体,这些气体推动弹头从枪膛内射出时,就像拔出瓶塞一样,子弹后面高压气体会在枪口突然激烈膨胀,引起空气振动而发出“砰”的一声巨响,这就是枪声.

消音器内部结构是以隔板分隔成多个腔室,如图2所示.



图2 消音器内部结构图

当高温高压气体从枪口喷出,进入消音器后,遇到第一个腔室,子弹后面高温高压的气体就在这里绝热膨胀,对外做功,气体的内能大量减少,压力和温度迅速降低.气体的温度降低量为

$$\Delta T' = \frac{A'}{\nu C_V} \quad (2)$$

式中 A' 为气体对外做功的大小, ν 为气体的摩尔数, C_V 为气体的等体摩尔热容量.可见对外做功直接引起温度的降低.同时,由绝热方程

$$\frac{P^{\gamma-1}}{T^{\gamma}} = C \quad (3)$$

(式中, P, T 分别为气体压强和温度, γ 为气体的比热容比, $\gamma > 1, C$ 为常数)可知,温度降低时压强也随之降低.

子弹最终通过消音器的洞口时,已经过多个腔室的绝热膨胀,气体的压强和温度已经大大降低,减少了与外界空气的压力差,减小了空气的激荡,从而有效降低了枪声,起到了很好的消音效果.

3.2.3 电磁学教学紧贴军事应用

电磁学是经典物理学的一部分,是研究电磁现象及其规律的学科.电磁现象是自然界存在的一种极为普遍的现象,涉及到很广泛的领域,它主要是研究电荷、电流产生电场、磁场的规律,电场和磁场的相互联系,电磁场对电荷、电流的作用,以及电磁场对物质的各种效应等.电磁学的研究和应用在认识客观世界和改造客观世界中展现了巨大的活力,同时也深刻地影响着武器装备的发展.

19世纪,英国科学家法拉第发现了法拉第电磁感应定律,发现了运动的电荷和电流在磁场中会受到洛伦兹力的作用,同时,如果让导线在磁场中作切割磁感应线的运动,导线上也会产生感应电动势或感应电流.20世纪初,有人提出能否利用洛伦兹力发射炮弹的设想.在两次世界大战中,法国、德国和日本都曾研究过电磁炮.

电磁炮最早的形式是线圈炮,又称交流同轴线圈炮,它由加速线圈和弹丸线圈构成,是根据通电线圈之间互感作用原理而工作的.加速线圈固定在炮管中,当它通入交变电流时,产生的交变磁场就会在弹丸线圈中产生感应电流.感应电流的磁场与加速线圈电流的磁场互相作用,产生电磁场力,使弹丸加速运动并发射出去.

1920年法国人维勒鲁伯发明了电磁轨道炮.它由两条平行的长直导轨组成,导轨间放置一质量较小的滑块作为弹丸,如图3所示.当两轨道接入电源时,强大的电流从一导轨流入,经滑块从另一导轨流回时,在两导轨平面间产生强磁场,通电流的滑块在安培力的作用下,会以很大的亚光速速度射出.长为 L ,通电流为 I 的导线所受安培力可表示为

$$F = IBL \sin \theta \quad (4)$$

式中, θ 为电流与磁场方向之间的夹角, B 为磁感应

强度的大小.

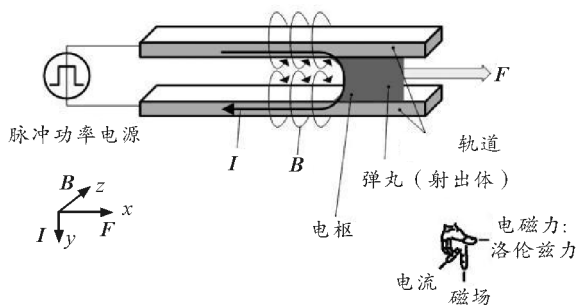


图3 电磁轨道炮原理图

电磁炮是利用电磁场产生的安培力或洛伦兹力来对金属炮弹进行加速,使其达到打击目标所需的动能.相比传统的火炮,电磁炮在速度、精度以及打击效果上都有着显著优势.2015年美国BAE为海军所研制的电磁炮射出的炮弹就如同一根大钉子,可以轻易击穿水泥板、汽车,甚至是一次穿透8块钢板,威力惊人.电磁炮在未来武器的发展计划中,已成为越来越重要的组成部分.

3.2.4 波动光学教学紧贴军事应用

光学是一门古老而又不断发展的学科,而依据波动理论研究光的传播及光与物质相互作用规律的波动光学是光学的一个物理学分支,其理论和应用都在物理学中占有重要地位.

武警部队在执行维稳处突的遂行任务中,通常要用到望远镜、观察镜、夜视仪、监视仪、显微镜等光学仪器,这些仪器的重要性能指标之一就是分辨率.那么我们在讲“夫琅禾费圆孔衍射”时,其重要应用就是光学仪器的分辨率.满足瑞利判据的两物点间的距离,就是光学仪器所能分辨的最小距离.此时,两个物点对透镜中心所张的角

$$\theta_{\min} = 1.22 \frac{\lambda}{D} \quad (5)$$

称为最小分辨角,其倒数

$$R = \frac{1}{\theta_{\min}} = \frac{D}{1.22\lambda} \quad (6)$$

即为光学仪器的分辨率.提高光学仪器分辨本领有两条基本途径:一是加大成像系统的通光孔径 D ,二是采用较短的工作波长 λ .

对于望远镜,入射光波长 λ 不变,在保证足够放大率的基础上尽量增大透镜孔径 D ,以提高望远镜

的分辨率.例如位于我国贵州省黔南群山中的500 m口径球面射电望远镜“FAST”是目前世界上第一大单口径的射电望远镜,被誉为“中国天眼”.对于显微镜,主要通过减小波长来提高分辨率.电子显微镜用加速的电子束来代替光束,其波长约0.1 nm,用它来观察分子结构.荣获1986年诺贝尔物理学奖的扫描隧道显微镜最小分辨距离已达0.01 Å,能观察到单个原子的运动图像.

3.2.5 近现代物理学教学紧贴军事应用

20世纪以来,随着相对论和量子理论的相继出现,新的时空观和物质波等在宇观和微观领域取代了牛顿力学的相关概念,进而激光、红外等技术应运而生,我们称其为近现代物理学时期.这是物理学理论向技术应用转化的爆炸时期.在近现代物理学部分的教学,我们更要加大军事应用素材的挖掘.例如黑体辐射这节课中的维恩位移定律

$$T\lambda_m = b \quad (7)$$

式中 λ_m 是物体辐射的峰值波长, T 是物体的绝对温度, b 是与温度无关的常数,其值为 $b = 2.897 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}^{[5]}$.

该定律指出,物体的热力学温度 T 决定着物体辐射的峰值波长 λ_m .这样只要知道物体的热力学温度就可以估算出它发出的热辐射波的主要波长.比如涡旋喷气式飞机的尾喷管温度约为 $T = 1000 \text{ K}$,根据式(7)则有

$$\lambda_m = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{1000} \mu\text{m} = 2.897 \mu\text{m} \quad (8)$$

可见,尾喷管火焰的热辐射一般分布在红外波段(0.77 ~ 15.4 μm).飞机是具有较强红外辐射特征的空中目标,利用其红外辐射特征进行探测和反探测具有一定的实战意义^[6].目前,红外线热成像技术已被广泛应用于灾后搜救及其他的军事技术中.

3.3 紧贴物理学科前沿 拓展大学物理教学紧贴军事应用的思维视野

物理学前沿领域内的发展动态和研究成果与军事应用有着千丝万缕的联系.例如电磁超导材料、石墨烯材料、纳米科技、激光物理、量子通信、天体物理学的发展,为物理学在军事领域内的应用提供了广

阔的空间和无限的潜能.若能在大学物理教学中及时地介绍物理学的前沿发展动态,一定会激活军事应用想象空间,拓宽军事应用思维视野.

北京时间2019年4月10日21点整,天文学家召开全球新闻发布会,宣布首次直接拍摄到黑洞的照片.为了得到这张照片,天文学家们动用了遍布全球的8个毫米/亚毫米波射电望远镜,组成了一个巨大的所谓的“事件视界望远镜”(Event Horizon Telescope,缩写EHT).在这张极具科学前沿的照片背后蕴藏着颇多的物理学知识,需要教员紧贴物理学科前沿来充分挖掘.例如:

(1) 黑洞轮廓的大小和形状可以从广义相对论引力场方程计算出来,这取决于黑洞的质量和角动量;

(2) 光的传播速度是30万km/s,黑洞的引力大到连光都无法逃脱它的“掌控”,即黑洞的逃逸速度超过30万km/s;

(3) 为了能够观测到黑洞视界上的物质行为,天文学家所用的“事件视界望远镜”是由8个毫米/亚毫米波射电望远镜组成的一个虚拟的、口径接近整个地球直径的“望远镜”.该“望远镜”已经把射电望远镜的分辨率提高到了前所未有的高度,分辨角达到 $10 \sim 20 \mu\text{as}(1^\circ = 3\,600\,000\,000 \mu\text{as})$ 的程度.哈勃望远镜的分辨角为0.1 as,也就是说“事件

(上接第14页)

其实激励的方式多种多样,笔者曾组织几位学生对于电动机效率测定实验进行改进,并让他们摄录下整个实验过程,制作了一个实验短片在年级中播放,为此几位学生兴奋不已.此外笔者还让他们帮助修复一套陈旧的密立根实验仪,并撰写使用说明书,最后为它们拍照作为成果的奖励.虽然这些工作并没有得到什么奖牌或奖状,但他们从中收获了成就感,这对于高中生而言具有极大的意义.其中一位学生高三毕业后考入复旦数学系,却在大学获得了大学生物理竞赛一等奖.当他回到母校时,总会提起这些做实验的经历.由此可见激励学生的方式是多种多样的,关键是让学生体验到成就感.

综上所述,即使面对现实的种种困境,我们要勇

视界望远镜”的分辨率是哈勃望远镜的数千倍.

4 结束语

综上所述,在大学物理的教学中,通过加强教员队伍建设、挖掘物理知识与军事应用之间的联系、紧贴物理学科前沿,打牢基础,求真务实拓展视野,促使大学物理教学紧贴军事应用,实现大学物理教学贴近部队、贴近实战,为军事理论和应用课程注入更多的高科技含量,为打赢现代化战争奠定坚实的物理学基础.

参考文献

- 1 吕云峰.军校教育基础理论教程[M].北京:海潮出版社,2011.182~206
- 2 饶翠,王力宝,王党卫,等.雷达信号处理与终端技术实战化教学的思考[J].空军预警学院学报,2015,29(6):441~116
- 3 陈宏.如何在大学物理教学中增强“合训学员”的成就感[J].火箭军院校教育,2016,77(4):35~37
- 4 陈蕾蕾.物理与军事[M].北京:高等教育出版社,2016.3~25
- 5 康颖.大学物理(第3版)(下册)[M].北京:科学出版社,2015.238~241
- 6 陈蕾蕾.物理与军事[M].北京:高等教育出版社,2016.194~217

于突破,调动教师实验教学的积极性,培养学生的核心素养与顽强的毅力和责任担当,把握实验教学的根本目的,坚持培养学生探究和分析物理问题的能力,敏锐地发现实验教学中的种种“疑点”,变“答疑”为“激疑”,“放”课内“抓”课外,变“考查”为“激励”,有效激发学生主动研究物理问题的兴趣,养成深入思考并自主探究的习惯,拓展学生的学习空间和途径,为学生的终身发展奠定坚实的基础.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018
- 2 张大昌.普通高中课程标准试验教科书高中物理·必修1[M].北京:人民教育出版社,2014
- 3 彭前程.积极探索基于核心素养理念下的物理教学[J].中学物理,2016,34(3):1~2