

物理实验教学紧贴军事应用的探究与实践

朱泽亚 王宏民 靳国超
(陆军装甲兵学院, 北京 100072)

摘要 随着新时代军事教育方针在军队院校的全面落实, 为培养“能打仗、打胜仗”的优秀军事人才, 本文阐述了新形势下在军队院校大学物理实验教学中紧贴军事应用的必要性。在现有教学基础上, 基于实验背景、实验原理、实验内容和思想方法等方面, 从力学、热学、电磁学、振动波动、波动光学、近代物理实验模块介绍可供参考的紧贴军事应用的实例。通过紧贴军事应用的大学物理实验教学探索与实践, 培养学生理论联系实际的科学素养。

关键词 物理实验教学; 军事; 科学素养

EXPLORATION AND PRACTICE OF PHYSICAL EXPERIMENT TEACHING ADHERING TO MILITARY APPLICATIONS

ZHU Zeya WANG Hongmin JIN Guochao

(Army Academy of Armored Forces, Beijing 100072)

Abstract With the comprehensive implementation of the new era military education policy in military academies, in order to cultivate outstanding military talents who can fight and win battles, this article elaborates on the necessity of closely adhering to military applications in military college physics experimental teaching under the new situation. On the basis of the existing teaching, based on the experimental background, experimental principles, experimental contents and methods of thinking and other aspects, this paper introduces examples of military applications for reference from the experimental modules of mechanics, thermodynamics, electromagnetism, vibration fluctuation, wave optics, and modern physics. Through the exploration and practice of college physics experiment teaching closely related to military applications, the scientific literacy of integrating theory with practice of students are cultivated.

Key words physics experiment teaching; military; scientific literacy

大学物理实验课程是自然科学模块的一门必修公共基础课程, 是本科学生接受系统实验知识、

实验方法和实验技能训练的开端, 是培养学生动手实践能力和科学素养的重要环节。不同于地方

收稿日期: 2023-06-20

基金项目: 陆军装甲兵学院校级科研自主项目(2022CJ87)。

通信作者: 朱泽亚, 陆军装甲兵学院讲师, 1377988368@qq.com。

引文格式: 朱泽亚, 王宏民, 靳国超. 物理实验教学紧贴军事应用的探究与实践[J]. 物理与工程, 2024, 34(3): 80-84.

Cite this article: ZHU Z Y, WANG H M, JIN G C. Exploration and practice of physical experiment teaching adhering to military applications[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(3): 80-84. (in Chinese)

高等院校,军队院校教育的基本任务之一是培养军事人才。大学物理实验课蕴含的物理知识、实验技能、思想方法等是军事高新技术的重要支撑。因此在大学物理实验教学中紧贴军事应用是培养德才兼备的高素质、专业化新型军事人才的重要举措。

1 物理实验教学紧贴军事的必要性

2020年7月,习主席八一前夕视察空军航空大学并发表重要讲话,院校同部队对接越精准,课堂同战场衔接越紧密,培养的人才越对路子^[1]。目前在大学物理实验教学中存在教学与实战联系不够紧密的问题。从教师角度,受教学惯性等影响,教师课上着重讲授实验原理、内容、操作等,忽视挖掘物理实验和军事之间的联系。从学生角度,他们认为在今后的工作实际中物理实验并不会直接有用,重点掌握和军事相关的课程即可。

大学物理实验作为理工基础学科中的理论和实验相结合的科目,它涉及的基本知识、实验技能和思想方法等对于社会进步、军事技术的发展,对于新型军事人才的培养都有着不可替代的作用,因此在大学物理实验教学中紧贴军事应用迫在眉睫。

2 紧贴军事应用的大学物理实验课程教学设计

在大学物理实验现有教学实际基础上,笔者所在军校基于力学、热学、电磁学、振动与波动、波动光学、近代物理实验模块,从实验背景、实验原理、实验内容和思想方法等方面探究实验知识和军事技术、武器装备之间的联系,教学紧贴军事应用,课堂密切衔接战场,进而夯实学生理论联系实际的科学素养。

2.1 力学实验模块紧贴军事应用

力学是研究物体机械运动规律的学科,是物理学、工程技术学科和军事技术、武器装备的基石。

例如刚体转动惯量的测定实验,在导入环节提出什么是刚体?军事中有哪些刚体?以99A式

主战坦克为例,旋转炮塔和车轮,包括坦克上用来保持负载稳定的陀螺仪等,新型直-20F上的旋翼和鱼雷的螺旋桨都是典型的刚体定轴转动例子;精准测定转动惯量在弹丸、发动机叶片、陀螺仪等设计制造中至关重要,如何测定刚体的转动惯量?在实验中用到了间接测量的方式,通过测量物体扭摆周期和弹簧扭转常数可得刚体的转动惯量。这种把不易测得的量通过若干可直接测量的量计算得到的转化思维在军事上也早有应用,如三十六计中的“假道伐虢”“李代桃僵”“暗度陈仓”等。以力学实验模块为例,可开发资源如表1所示。

表1 力学实验模块军事应用实例

实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
刚体转动惯量的测定	坦克旋转炮塔、车轮、陀螺仪,直-20F旋翼,鱼雷螺旋桨	转化思维:军事上的暗度陈仓,围魏救赵,声东击西
拉伸法测金属丝的杨氏模量	机枪、炮管的用材;回程差:火炮射击时需要消除手轮回程差,进而提高射击精度 ^[2]	微量放大:放大对方战术的短板,制定有效的作战行动

2.2 热学实验模块紧贴军事应用

热学研究的是组成物质的大量分子或原子的无规则运动的微观本质和宏观规律,在提高坦克发动机效率、火药燃烧效能等问题上起着基础理论的指导作用。

在气体比热容比的测定实验中,先提出问题:什么是比热容?坦克为什么采用水冷发动机?进而提出水的比热容最高,引出比热容比的概念,气体比热容比的数值在气体的热力学过程和工程技术应用中有着重要影响。在此实验中有个迅速打开活塞,使瓶内气体和外界相通的步骤,因这个放气过程较快,可以近似认为这是一个绝热膨胀过程,这里用到理想模型法(重点考虑主要因素,淡化次要因素,用简单思路处理复杂问题)。毛主席指出:“任何过程如果有多数矛盾存在的话,其中必定有一种是主要的,起着领导的、决定的作用,其他则处于次要和服从的地位。因此,研究任何过程,如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的

话,就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾,一切问题就迎刃而解了。”^[3]发展军事高新技术、升级武器装备也是同样道理,优先发展能出奇制胜的关键武器,要优先攻克“卡脖子”技术,进而有效推动武器装备的发展。同时也可以提出思考题“如何能使这个迅速开活塞过程更接近绝热膨胀过程?”,以培养学生精益求精的学习习惯。以热学实验模块为例,可开发资源如表 2 所示。

表 2 热学实验模块军事应用实例		
实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
气体比热容比的测定	坦克水冷发动机	理想模型:抓主要矛盾,优先解决主要矛盾的主要方面

2.3 电磁学实验模块紧贴军事应用

电磁学主要研究物质的电学和磁学性质及电磁运动基本规律。电磁学的发展推动人类进入信息化时代,在电子电工、自动控制等方面举足轻重,促进了信息化智能化技术在战场中的广泛应用。

在霍尔法测磁场实验中,以霍尔元件在军工测量和控制上的应用来引入:用于军用车辆检测发动机转速的霍尔传感器,调控导弹发射的霍尔角度传感器和协助天和核心舱调整姿态的霍尔推进器等,启发学生思考:为什么霍尔元件在航空、航天、军事等领域有广泛应用?引出霍尔元件优点:微型化、高灵敏度、高精度、高稳定性等。在实验中通过对称测量法(改变电流和磁场方向)基本上可以消除副效应对测量结果的影响,提高实验精度。在经典霍尔实验基础上,介绍霍尔效应的后续发展:1980 年整数量子霍尔效应被发现;1982 年分数量子霍尔效应被发现^[4];2013 年,量子反常霍尔效应被我国薛其坤院士领衔发现,为高速低能耗的电子元器件的发现提供了可能。通过介绍霍尔效应发展史和前沿进展,引导学生思考同一物理原理在不同条件下会有不同的效果,物理规律并非一成不变,需要具体问题具体分析。正是一代代科学家们不断探索、大胆质疑、敢于创新,成就了物理世界的丰富多彩。以电磁学实验模块为例,可开发资源如表 3 所示。

表 3 电磁学实验模块军事应用实例

实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
霍尔法测磁场	霍尔推进器:用于天和核心舱姿态调整,霍尔传感器:用于倾角、转速等测量	对称测量:对称作战和非对称作战 ^[5]
密立根油滴仪实验	粒子束武器:发射高速质子和中子组成的粒子束流轰击目标	精益求精:十年磨一剑的工匠精神
太阳能电池特性研究设计	太阳能电池:应用主要集中在野外基地供电、太阳能无人机、高空通信中继、太空发电、太阳能水下自主航行器等领域 ^[6]	自主创新:中国光伏产业从“受制于人”到“反制赶超”,只有牢牢把握核心技术,才能赢得主动权
虚拟仪器基础—Labview 入门	装备虚拟化:虚拟仿真作战系统和作战环境等,提升训练质量,减少训练成本	虚实结合:利用虚实环境进行对抗行动,实践作战构想,认识军事规律

2.4 振动与波动实验模块紧贴军事应用

振动主要研究在某一数值附近做周期性变化的物理量,振动状态在空间的传播过程称为波动。振动与波动主要研究振动和各类波动的特性和规律,其中消声瓦、微声枪械、声呐、次声武器等都离不开物理原理的有效支撑。

在声速测量实验中,从海洋声呐有什么优点引入。基于声速在海水的传播过程中有传播距离远、衰减小等特点,声呐在海洋中可用于水下目标有效探测、定位、通信等。在实验过程中,可让学生对比“驻波法”和“相位法”在测声速上的实验原理、测量方法、数据处理都有哪些不同,在什么情况下用什么方法更加恰当。通过对比研究,增进学生对实验知识、实验方法的理解,引导学生从不同角度看问题,用不同方法处理问题,取长补短,使问题处理最优化。在实际海洋环境中,要考虑盐分对声速的影响,可引导学生就“随着海水盐度的增大,声速会如何变化”进行探究,理论向实际靠拢。以振动与波动实验模块为例,可开发资源

如表 4 所示。

表 4 振动与波动实验模块军事应用实例

实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
声速测量	声呐:有效定位、追踪目标	对比分析:对比不同作战方法优劣,选择合适战法
超声探测	超声探伤:可以快速、无损、精确地判定装备材料内部缺陷	以虚探实:实验中借助超声非接触探伤,军事上示形于敌,故形兵之极,至于无形

2.5 波动光学实验模块紧贴军事应用

波动光学主要研究光的干涉、衍射和偏振,基于光的波动性探究光在传播过程中出现的现象及规律。光学的发展促进了军事中观瞄装备等的革新。

在全息光栅的制作和光栅常数的测定实验中,以全息存储(它的三维存储是二维存储量的一千多倍,可大量节省存储空间且保密性强)^[7]、全息瞄准镜等引入。在实验过程中,让学生分组探究“光学元件如何等高共轴”“如何获得平行光”“如何使得反射光和透射光光强尽量相等”“如何精准测量和确定 θ ”,通过学员组内讨论和组间交流,教师及时鼓励和补充,让学生面对作战任务时要学会分工合作,协同作战,实现作战方式的最优解,提高战斗力。以波动光学实验模块为例,可开发资源如表 5 所示。

表 5 波动光学实验模块军事应用实例

实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
全息光栅的制作和光栅常数的测定	全息存储、全息头盔、全息瞄准镜	分析与综合:分工合作,协同作战
迈克尔逊干涉仪的调整与使用	微小位移和振动检测,有害气体侦查	对立统一:实验中光束被一分为二又合二为一,在军事上“如善战者,先为不可胜,以待敌之可胜” ^[8]

2.6 近代物理实验模块紧贴军事应用

近代物理研究的是适用于高速运动的相对论和微观领域的量子力学,近代物理的出现为核能

的发展、电子设备微型化、量子通信等奠定了理论基础。

讲到用光电效应测定普朗克常数时,以装甲战车上的光电传感器和可以实现夜间战场可视化的微光夜视仪引入,让学生体会到光电效应在生活和军事中的广泛应用。在实验内容中,如何测得普朗克常数这个微观量呢?微观量并不方便测量,可以利用转化思维把微观量用实验室可测的电压、电流等宏观量表示,这种巧妙的思想可以灵活运用在生活和军事中。1887 年德国物理学家赫兹在发现光电效应之后,莱纳德于 1902 年发布了几个关于光电效应的重要实验结果;1905 年,爱因斯坦在论文《关于光的产生和转化的一个试探性观点》中,对于光电效应给出另外一种解释,提出了光的波粒二象性;1916 年,密立根通过十年时间证实了爱因斯坦的理论是正确的,并且应用光电效应直接计算出普朗克常数^[9]。正是爱因斯坦的创新理论,推广了普朗克的能量子假说,光子本身特性也是对立统一的,有波动性的同时也有粒子性;正是密立根的“十年磨一剑”,严谨求实的精神,测得当时最精确的普朗克常数 h 的值。以近代物理实验模块为例,可开发资源如表 6 所示。

表 6 近代物理实验模块军事应用实例

实验名称	军事应用	科学思维或科学精神
用光电效应测定普朗克常数	微光夜视仪,光电倍增管	控制变量:通过主动干预探索军事规律
弗兰克-赫兹实验	量子计算机,墨子号通信卫星	团结协作(弗兰克与赫兹合作探究实验);取长补短,合作共赢

3 物理实验教学紧贴军事应用实践效果

通过对大学物理实验各模块进行紧贴军事应用的教学改革探索,经过长期实践后,我们对 280 余名学生展开问卷调查,发现改革取得较好的教学效果。主要体现在以下三点,一是学生学习兴趣高涨。有 76.77% 学生表示喜欢上大学物理实验课,相比于传统的教学模式,增加了 25%;80% 的学生认为紧贴军事应用的物理实验课程对岗位

任职大有裨益,希望通过学习更深入地了解和探索军事技术和武器装备背后的原理,学生学习兴趣浓厚使得教师在吃透现有军事应用之外,继续挖掘新的内容,促进教学相长。二是大大提高学生理论联系实际的能力。有70%的学生表示通过该课程的学习,后续在接触和操作武器装备时学习能力显著提升,对装备部分器件具体原理有了初步了解后,能利用所学知识举一反三快速掌握整个装备原理,同时还促使学生运用学到的物理实验知识来分析、解决实际学习、生活、工作中的问题。三是显著提升学生动手能力及创新素养。学生参加物理科技创新竞赛比例提升了30%,其中军事类作品增加了50%。作品质量也得到显著提升,在北京市大学生物理实验竞赛中屡获佳绩。比如我院学生设计研究了辅助瞄准系统,综合多个传感器进行数据采集处理,风向风速、温度湿度、陀螺仪等模块优势集中,通过瞄准镜上的自动微调装置,自动调整瞄准镜角度,将弹着点与瞄准准星重合,消除正常瞄准在复杂环境下的误差,加强射手步枪射击的射击精度。为平时训练中射手射击受环境影响而精准度不高的问题提出有效解决办法。辅助瞄准系统以其贴近部队实际的创意、巧妙的实验装置、精准的数据分析,获北京市大学生物理实验竞赛一等奖,申请实用新型专利1项。

4 结语

本文从不同知识模块出发进行了紧贴军事应用的大学物理实验课程教学设计,在教学中,从实验背景、实验原理、实验内容和思想方法等方面挖掘物理实验知识和军事技术、武器装备之间的联系,物理实验教学紧贴军事应用,激发学生的学习兴趣,提升学生的科学素养,大力推进物理实验教

学向实战聚焦,为战育人。

参 考 文 献

- [1] 习近平八一前夕视察空军航空大学并发表重要讲话[N]. 解放军报,2020-07-24(2).
- [2] 张芸,王钰茹,樊锐华,等. 浅谈大学物理实验教学与军事应用[J]. 中国教育技术装备,2021,(24):104-106.
ZHANG Y, WANG Y R, FAN R H, et al. Discussion on college physics experiment teaching and military[J]. China Educational Technology & Equipment, 2021, (24): 104-106. (in Chinese)
- [3] 毛泽东. 毛泽东选集 第一卷[M]. 北京:人民出版社,2008:322.
- [4] 樊振军,董敬敬,冯娟,等. “大学物理实验”课程思政建设的探究[J]. 中国地质教育,2022,(3):93-96.
FAN Z J, DONG J J, FENG J, et al. Exploration on the construction of ideological education in curriculum of university physics experiment[J]. Chinese Geological Education, 2022, (3): 93-96. (in Chinese)
- [5] 李新,王剑. “非对称”中有“对称”[EB/OL]. (2019-02-26). http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-02/26/content_228150.html.
- [6] 李娅菲,王毅,等. 太阳能电池,未来战场的主要能源[EB/OL]. (2019-01-22). http://www.81.cn/gfbmap/content/2019-01/22/content_225826.htm.
- [7] 傅振堂,李晔. 全息照相技术及其军用前景[J]. 武警工程学院学报,2000,(4):39-40.
FU Z T, LI Y. Holographic technology and its military prospect[J]. Journal of Engineering University of the Chinese People's Armed Police Force, 2000, (4): 39-40. (in Chinese)
- [8] 孙武. 孙子兵法[M]. 陈曦,译. 北京:中华书局,2011:58.
- [9] 蒋长荣,刘树勇. 爱因斯坦和光电效应[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2005,(4):32-37.
JIANG C R, LIU S Y. Einstein and photoelectric effect[J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2005, (4): 32-37. (in Chinese)