

聚焦实战化需求的大学物理资源库建设

高玲玲

(中国人民武装警察部队警官学院, 四川 成都 610213)

摘要 本文聚焦实战化需求建设大学物理军事资源库,为课程实现“面向战场、面向部队、面向未来”提供军事素材。本文提出建设“章节对应”的大学物理军事资源库,明确建设资源库遵循的原则、组成元素及来源;以力学模块为例通过表格介绍章节对应的21个军事应用实例,以“角动量与角动量守恒定律”为例选择典型实例前倒训练、膛线作用、惯性制导着重分析。实践表明,资源库建设有助于提高课堂教学质量、学员军事素养,体现课程向部队靠拢、向实战聚焦。

关键词 大学物理;资源库;实战化;章节对应

CONSTRUCTION OF UNIVERSITY PHYSICS RESOURCE LIBRARY FOCUSING ON MILITARY PRACTICAL NEEDS

GAO Lingling

(Officers College of PAP, Chengdu, Sichuan 610213)

Abstract Focusing on practical needs, building a university physics military resource library to provide military materials for courses to achieve “battlefield oriented, troop oriented, and future oriented” goals. This paper proposes the construction of a “chapter corresponding” university physics military resource library, clarifying the principles, constituent elements and sources to be followed in the construction of the resource library. Taking the mechanics as an example, introduce 21 military application examples corresponding to the chapter through a table. Taking the “Angular Momentum and the Law of Conservation of Angular Momentum” as an example, typical examples such as fall forward training, the function of rifling, and inertial guidance are selected for analysis. Practice has shown that the construction of resource libraries helps to improve the quality of classroom teaching and the military literacy of students, reflecting the alignment of courses with the military and the focus on practical combat.

Key words university physics; resource library; actual combat; chapter correspondence

“大学物理”是军校科学文化模块的必修课程,开设于二三学期,共132学时,对学员影响较

大。在课程伊始,学员普遍认为课程不重要,与军事脱节,因此军队院校必须瞄准新时期军事人才

收稿日期: 2023-11-02

基金项目: 军队院校物理教育教学研究立项课题(2023JWL024);武警警官学院科研课题(224L2112);武警警官学院教学培育成果课题。

作者简介: 高玲玲,中国人民武装警察部队警官学院基础部讲师,gaoling071@163.com。

引文格式: 高玲玲. 聚焦实战化需求的大学物理资源库建设[J]. 物理与工程, 2024, 34(3): 66-71.

Cite this article: GAO L L. Construction of university physics resource library focusing on military practical needs[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(3): 66-71. (in Chinese)

培养目标,以突出岗位实战化需求为抓手进行课程改革。本文以武警院校为例,学员毕业后要求能够完成指挥执勤、处置突发社会安全事件、抢险救援等多样化任务,会组织军事训练,掌握相关武器装备实际应用技能。由此,本文按照培养目标挖掘军事装备、军事训练、科技前沿等中蕴含的物理原理,建立知识点和军事应用实例对应的资源库^[1]。经过几轮的教学实践,这种将案例引入课堂的教学模式,拉近了课堂与实战实训之间的距离,不仅可以让学员充分认识到大学物理知识的重要性,为后续军事课程提供理论支撑,还可以提前对接部队、了解战场,在实现为战育人的教学目标中发挥基础物理培养战斗力的重要作用。

1 聚焦实战化需求建设大学物理资源库的必要性

2019年5月21日,习主席在视察陆军步兵学院时指出,军队院校因打仗而生、为打仗而建,必须围绕实战搞教学、着眼打赢育人才^[2]。2019年11月27日,在全军院校长集训开班式会议上,习主席提出了立德树人、为战育人的新时代军事教育方针。2022年党的二十大报告指出,要深化军队院校改革,建强新型军事人才培养体系,创新军事人力资源管理^[3]。《新时代军事教育方针》《军队院校教育条例》等一系列文件赋予院校教育新的时代内涵,揭示了“训战一致,教战一致”,要求传统理论课程在传授基础知识的基础上,融入军事特色,向实战聚焦、向部队靠拢。

物理学是研究物质基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的自然科学,是其他自然科学与工程技术的基础。物理理论渗透在武器装备、军事训练各个方面,在军事技术和军事人才培养方面具有天然的优势。因此笔者学校的大学物理课程聚焦实战,以提高岗位任职能力为目标,在遵循大学物理课程教学规律的基础上^[4],从军事应用资源、军事应用例题、物理思想、物理学家故事等多维度着手建立大学物理资源库,将物理知识直接或间接和军事结合,强化学员研战能力和创新实践能力,提高课程的“四性一度”——铸魂性、为战性、高阶性、创新性和挑战度,体现课程服务部队的本质,以适应新时代发展需求。

2 资源库设计方案

2.1 资源库设计原则

(1) 全面性原则。资源库建设结合显性应用和隐性应用,包含军事应用和军事思想。资源库建设确保全面覆盖,内容上按力学、热学、电磁学、振动与波、光学、近代物理六大模块分别建设,具体涵盖物理学史、军事训练、科技前沿等全方位。其中军事应用实例全程覆盖,确保每节都有;课程思政自然融入,确保每章都有。

(2) 实战性原则。紧贴实战化需求的大学物理资源库首先应具有军事特色性^[5],包含武器装备原理、使命任务特色、高新技术手段等实例,突出“军味”性;其次应适应武警部队指挥警官岗位要求,包含抗洪抢险、抗震救灾、站岗执勤、防卫作战、军事训练等实例,突出实用性。

(3) 合理性原则。资源库目的是辅助教学,内容应具有合理性,而不能一味追求先进、追求新科技。编写过程应结合学情分析及教学目标,侧重军事应用实例与知识点的对应关系^[6],侧重在掌握物理基本概念、基本理论、基本方法的基础上解决相关物理问题。

(4) 规范性原则。资源库的建设项目应具有规范模板,形成统一格式,必备要素包含资源背景、题目、知识点、解答及思考,体现资源库与物理知识对应的系统性。

2.2 资源库的组成

(1) 定量军事应用习题。甄选可定量分析的军事应用资源,增加习题军事应用背景。设置场景整编实例或对目前已有习题进行军事特色改造,要求抓住主要矛盾建立物理模型,用物理语言和基本数学方法进行描述,形成军事特色习题集。

(2) 定性军事应用实例。筛选整合军队装备、军事训练中包含的物理原理进行资源集编写,编写时侧重突出物理知识点与军事应用实例的对应关系。

(3) 课程思政实例。挖掘物理思想方法,收集物理学家故事,编写军事思政资源。编写过程中注重物理思维,培养探索未知、追求真理的科学精神;注重历史人文,培养热爱祖国、文化自信的家国情怀^[7];注重军事应用,培养科学指挥的责任感和使命感。在教学过程中润物无声地将课程思

政融入各个环节中。

2.3 资源库的来源

(1) 已有军事类题目整理汇总。针对目前已有的教材例题和课后习题,选出有军事应用背景的题目,按章节归类建库。

(2) 已有题目军事化改造。对已有题目增加军事应用背景进行军事特色改造,设置军事问题。

(3) 自编军事应用实例。整合军队装备、军事训练中包含的物理原理进行资源集编写。

3 军事资源库的建设——以力学为例

大学物理资源库建设要坚持“以学员发展为中心”^[8],紧贴教学需求,全程落实军事应用实例,确保每一节课都有资源。以力学模块为例,必讲内容共5章21节,则需按节建设至少21个实例。

自然融入课程思政,确保每章都有思政元素。具体见表1力学模块军事资源库。

4 典型军事资源实例分析

以第五章第四节《角动量与角动量守恒定律》为例,选取典型实例进行资源实例分析。

4.1 定量军事应用——前倒训练

【背景】倒功(含前倒、后倒、侧倒等)是变被动为主动的功法,在维稳反恐等任务中可用于攻击歹徒和防止摔伤。通过练习可增强防摔伤能力,培养意志。前倒是倒功的基础,通常学员通过模仿、反复练习提高标准,物理教学搭建理论知识和训练项目的桥梁,拉近课堂教学与日常训练的关系,使学员认同军事训练不仅要苦练,更要科学地“巧练”,培养科学训练素养。

表1 力学模块军事资源库

章节	节次	军事应用实例	思政元素
第1章质点运动的描述	1.1 参考系 坐标系 质点	雷达定位	1. 理想模型(质点、刚体)——抓住主要矛盾; 2. 微积分思想和方法——量变引起质变; 3. 坐标系建立——树立正确的世界观。
	1.2 位置 位移 速度 加速度	导航系统的测速和定位	
	1.3 直角坐标描述	子弹的运动轨迹	
	1.4 自然坐标描述	投掷手榴弹	
	1.5 角量描述	陀螺仪与惯性导航	
	1.6 参考系的变换	抗洪抢险	
第2章牛顿运动定律	2.1 牛顿运动定律	弹丸的提速和增程技术	1. 力学发展史(牛顿、伽利略、开普勒等)——不畏艰难、探索科学真理的精神; 2. 罗俊院士在万有引力常量G测量中的贡献——民族自信心和自豪感。
	2.2 力学中常见的几种力	飞机的载荷	
	2.3 牛顿运动定律的应用	火炮的弹道曲线与遂行任务	
第3章功和能	3.1 功 动能定理	天基动能武器	1. 动能定理——向正确的方向努力才能提高能力,鼓励学员坚定信仰; 2. 月球探测工程——激发学员爱国热情及勇攀科学高峰的责任心。
	3.2 保守力 势能	空气阻力与降落伞	
	3.3 功能原理 机械能守恒定律	舰载机的起降	
	3.4 宇宙速度	“嫦娥”卫星的变轨飞行	
第4章冲量和动量	4.1 冲量 动量定理	飞鸟对飞机的安全威胁	1. 冲量定理——时间上的累积才能有所成效,鼓励学员勤奋学习; 2. 火箭发射进程——民族自信心和自豪感。
	4.2 动量守恒定律	制退器的作用	
	4.3 碰撞	卫星的弹弓效应	
	4.4 质量流动与火箭飞行原理	火箭加速原理	
第5章刚体的定轴转动	5.1 刚体的运动	炮击不准的困惑	1. 转动、平动——科学方法和科学思维; 2. 单杠、前倒练习——科学指挥的责任感和使命感; 3. 惯性制导——科技报国的学习热情。
	5.2 刚体定轴转动定律	膛线的作用	
	5.3 定轴转动中的功能关系	单杠练习——大回转	
	5.4 角动量与角动量守恒定律	倒功训练——前倒	

【题目】质量为 m , 身高为 h 的学员, 前倒训练中应通过什么要领增强倒地时自我保护能力。求: (1) 人与水平地面成 α 角时的角速度 ω ; (2) 接触地面瞬间地面对手臂的平均作用力 $\bar{N}$ 。

【知识点】刚体定轴转动定律、角动量定理。

【解答】建立理想模型, 人可以看质量均匀分布的刚体杆。前倒过程可看成刚体绕端点所在轴从竖直静止位置开始做定轴转动。

(1) 人与水平地面成 α 角时的角速度 ω , 可用动能定理进行计算。

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

如图 1 所示, 人受到重力和地面对脚的作用力, 在前倒过程中只有重力做功, 当人与水平地面成 α 角时满足:

$$mg \frac{h}{2} (1 - \sin \alpha) = \frac{1}{2} J \omega^2 - 0$$

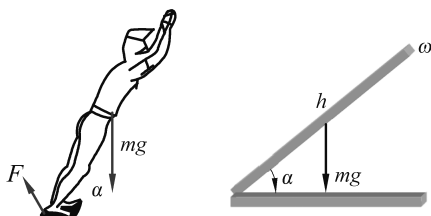


图 1 建立刚体模型

求解可得人与水平地面成 α 角时的角速度 ω :

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{h} (1 - \sin \alpha)}$$

(2) 接触地面瞬间, 地面对手臂的平均作用力 $\bar{N}$, 采用角动量定理进行分析。

$$\int_0^t \mathbf{M} dt = \mathbf{L}_2 - \mathbf{L}_1$$

如图 2 所示, 当人接触地面瞬间, 受到重力、地面对脚的作用力和地面对肘部的作用力。相对于定轴有力矩的力有重力 mg 和地面对肘部的作用力 N (为了计算方便, 设其竖直向上)。

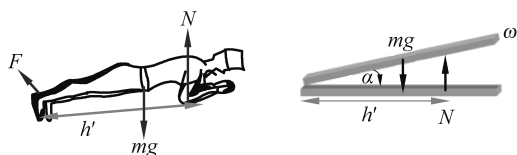


图 2 倒地瞬间受力分析

约定前倒方向为正方向, 由于地面对手臂的

支持力为变力, 对时间积分可采用平均效果, 得:

$$\left(\frac{1}{2} mgh \cos \alpha - \bar{N} h' \right) \Delta t = 0 - J \omega$$

计算可得接触地面瞬间地面对手臂的平均作用力为:

$$\bar{N} = \frac{mgh}{h'} \left(\frac{\cos \alpha}{2} + \frac{\sqrt{\frac{h}{3g} (1 - \sin \alpha)}}{\Delta t} \right)$$

【思考】前倒过程中如何增强自我保护能力, 实现训练伤预防? 通过计算可知, 对于个人而言, 要减小力, 应增大 α , 同时延长 Δt 。增大夹角可通过大臂挺直, 收腹抬头; 延长时间可通过屈肘外旋, 主动拍地。与前倒动作要领呼应。可见建立理想模型可以为训练起到指导作用, 启发学员学中思、学后用, 将所学知识应用于日常训练中, 同时作为未来的指挥员, 应有科学指挥的责任感和使命感。

【拓展】以上进行了刚体均质杆的理想模型建立。实际前倒过程与大臂、前臂、肩部以及它们之间的夹角也有关, 此时用物理定理直接求解显然很难, 因而可以采用数学建模。如图 3 所示, 在计算软件中输入任意的身高、体重、夹角, 可辅助计算肩部、肘部的受力情况, 进而在训练中给出更科学的指导。

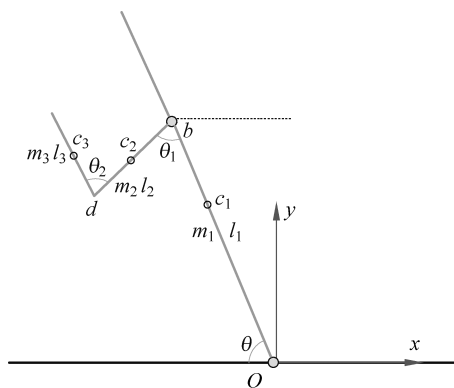


图 3 软件模拟

设计目的: 本题是在教材例题的基础上结合训练实际设置的创新性题目, 原例题为质量为 m 、身高为 l 的匀质细杆可绕水平光滑轴 O 在竖直平面内转动, 若使杆从水平位置开始由静止释放, 求杆转至铅直位置时的角速度。题目改编后从枯燥的物理题变成“有血有肉”的军事应用题, 提高学员学习积极性, 教学效果明显提升, 增加了课程的

高阶性与挑战性。

4.2 定性军事应用——膛线的作用

【背景】高中物理中子弹通常被看作质点,只受重力,因而做抛体运动。大学物理牛顿运动定律中分析子弹受力既要考虑重力,还要考虑空气阻力,通过建立坐标系定量分析,培养学员思维的严谨性。在刚体定轴转动中,学员意识到在描述子弹详细运动情况时,应将其看作刚体模型。

【题目】在射击训练中,子弹在做什么运动?子弹为什么要自旋?枪膛的膛线为什么是螺旋线?

【知识点】刚体的角动量定理。

【解答】子弹做什么运动,取决于它所受的力。如果没有自旋,子弹做什么运动?如图4所示,如果没有自旋,子弹受重力和空气阻力。在空气阻力矩的作用下将会旋转着前进,击中目标时可能是弹头或者弹尾先射中,因而射程近、弹道不规律、杀伤力弱。

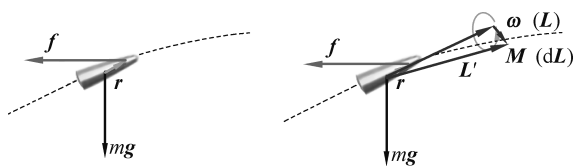


图4 子弹运动过程中的受力图

子弹绕轴高速自旋,具有沿轴方向的角动量 L ,阻力力矩 $M \perp L$,由角动量定理可知 dL 与 M 同向,则 $dL \perp L$,意味着只改变方向,不改变大小,因而子弹旋进运动,即进动。结合陀螺进动演示,加强学员对子弹高速自旋稳定前进的理解^[9],因而子弹的自转轴始终与弹道方向保持不太大的偏离,弹道稳定、射程远、杀伤力强!

【思考】如何实现子弹高速自旋?制造炮筒时,在其内壁刻出螺旋线,图5又称来复线。当子弹在火药爆炸强力推出炮筒过程中,受热变软的



图5 来复线

炮弹外缘嵌入来复线,并绕其对称轴高速自旋,此即膛线的作用。

设计目的:通过日常训练观察现象,和已有知识进行对比,提出用物理定理解决问题的方案,提高学员严谨的思维方式,培养学员发现问题、分析问题、解决问题的实际能力。

4.3 课程思政实例——惯性制导

【背景】陀螺回转演示是大学物理必做演示项目,如图6所示。由实验现象可知,当回旋仪绕自转轴 CC' 高速旋转时,不论如何转动支架,回转体的轴向方向始终不变。启发学员将该定向特性应用于军事中,学以致用,了解基础学科在科技前沿中的重要作用。

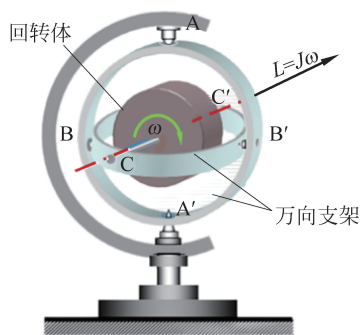


图6 陀螺回转演示仪

【题目】陀螺回旋仪的定向特性原理是什么?能否将该定向特性用在军事中进行自动导航呢?

【知识点】刚体的角动量守恒。

【解答】回旋仪受力相对于转轴力矩为零,角动量守恒, $L_z = J\omega$,因转动惯量 J 不变, ω 大小方向不变,表现为转轴方向不动。对于坦克等陆地战车,将陀螺仪的高速转轴放在确定方向(如南北),在战车行驶过程中,无论车身如何运动,均可参照转轴方向确定车身方向。对于火箭、导弹等空中飞行器,通过安装绕铅直和水平轴高速转动的两个陀螺仪可确定飞行方向和姿态。方向确定后则可引导导弹飞向指定目标,实现惯性制导^[10],如图7所示,现代的战术导弹、战略导弹和运载火箭仍采用惯性制导。

【思考】随着技术的发展,涌现出如卫星导航、无线电导航等近代导航技术,但为何像核潜艇、弹道导弹等重要武器装备仍然采用惯性导航系统呢?因为惯性导航最大的优点是不需要与外



图7 惯性制导

界有任何信息交换,是“自主式”导航仪,在实际作战中非常重要。

设计目的:在演示实验的基础上进行教学内容外延拓展,引导学员将所学知识和真实的战场环境联系,以便更好地适应不同的现代化战场环境,提高科技报国的学习热情。

5 结语

建设资源库的目的主要是服务教学,通过鲜活的实例,使课堂“活”起来,让学员心服口服,真正意识到物理知识的重要性,提高学习科学文化课程的积极性,为未来成为一名合格的军人奠定科学基础。因而我们要紧贴实战化搞教学,将资源库成果真正落实在教学的全过程中,培养“能打仗、打胜仗”的新型军事人才。通过将军事素材资源应用于课堂教学、课后作业、学员创新培养中,让学员在亲身体验中提高兴趣,明理悟道,真正感受到学物理“有趣、有谱、有用”。

参考文献

- [1] 康颖. 大学物理[M]. 4版. 北京:科学出版社,2019. 05.
- [2] 习近平在视察陆军步兵学院时强调 全面提高办学育人水平 为强军事事业提供有力人才支持[N]. 解放军报,2019-05-22(1).
- [3] 陈蕾蕾. 物理与军事[M]. 北京:高等教育出版社,2016.
- [4] 周兆妍,赵增秀等.“大学物理”课程思政资源库建设探索[J]. 高等教育研究学报,2022,45(4):77-81.
- ZHOU Z Y, ZHAO Z X, et al. Exploration of the construction of ideological and political case base for “University Physics”[J]. Journal of Higher Education Research, 2022, 45(4): 77-81. (in Chinese)
- [5] 郭东琴,苗劲松等.大学物理教学突出军事特色的探索与实践[J]. 科教文汇,2021,15(531):46-48
- GUO D Q, MIAO J S, et al. Exploration and practice of highlighting military characteristics in college physics teaching[J]. The Science Education Article Collects, 2021, 15(531): 46-48. (in Chinese)
- [6] 陈杰,贾辉等.大学物理教学中军事资源的开发与融入——以力学部分为例[J]. 物理与工程,2022,32(2):88-92.
- CHEN J, JIA H, et al. The development and integration of military resources in military academies physics teaching—Taking mechanics an example[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(2): 88-92. (in Chinese)
- [7] 何苏红,李霞等.大学物理教学中融入军事应用资源的探索与实践[J]. 科技资讯,2020,25(2):228-230.
- HE S H, LI X, et al. Exploration and practice of integrating military application cases into college physics teaching [J]. Science and Technology Information, 2020, 25(2): 228-230. (in Chinese)
- [8] 胡海云,缪劲松,刘兆龙.大学物理课堂真实例举析——军事篇[J]. 物理与工程,2016,26(Z1):26-30.
- HU H Y, MIAO J S, LIU Z L. The introduction and analysis of real examples in classroom teaching of college physics—Part of military[J]. Physics and Engineering, 2016, 26(Z1): 26-30. (in Chinese)
- [9] 刘协权,倪新华.军队院校大学物理教学突出“军味”的资源剖析[J]. 物理与工程,2019,29(4):35-38,42.
- LIU X Q, NI X H. The military case analysis of the physics courses in army academies[J]. Physics and Engineering, 2019, 29(4): 35-38, 42. (in Chinese)
- [10] 张立云,徐筠,张娜.军事应用走进大学物理课堂探讨——以陆军军事交通学院为例[J]. 军事交通学院学报,2018,20(9):72-75.
- ZHANG L Y, XU Y, ZHANG N. Integration of military application with college physics—With army military transportation university as a case[J]. Journal of Military Transportation University, 2018, 20(9): 72-75. (in Chinese)