

研究型教学模式在军校大学物理课程中的应用

——以“陀螺的进动”为例

余同普, 邹德滨, 银燕, 邵福球, 黄明球
(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

摘要: 以“陀螺的进动”为例, 从课程内容的设计, 教学策略的优化和教学过程的实施与评估, 讨论了研究型教学模式在军校大学物理课程中的应用, 并就研究型教学模式对军校学员研究能力、创新意识与团队合作精神的培养做了初步探讨。

关键词: 研究型教学; 陀螺效应; 军校; 创新能力

中图分类号: G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2017)01-0082-04

Application of Research - Based Teaching Model in “College Physics” of Military Academies: Based on an Example of Precession of a Gyroscope

YU Tong - pu, ZOU De - bin, YIN Yan, SHAO Fu - qiu, HUANG Ming - qiu
(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Based on the example of precession of a gyroscope, the application of research-based teaching model in “College Physics” of military academy is discussed by optimizing the course content, developing new teaching methods, performing and evaluating of the teaching process. The influence of the research-based teaching model on the students’ researching capability, innovation ability, and spirit of team cooperation is also discussed.

Key words: research-based teaching; gyroscopic effect; military academy; innovation ability

一、引言

研究型教学模式已经在国内外大学课程中被广泛运用并取得了显著成效, 受到越来越多教育工作者特别是大学基础课程老师的认可与推崇。所谓研究型教学, 其基本内涵可以概括为^[1]: 以知识为载体, 以能力培养为主要内容, 将学习、研究和实践三者有机结合, 充分调动学员的主观能动性, 引导学员高度参与, 达到培养学员分析问题、解决问题的能力与创新精神的目标。与传

统教学模式相比, 研究型教学模式通常采用讨论式、启发式教学和基于问题的教学方式开展教学工作。因为这种教学模式变教师为引导者, 学员为主体, 同时教学内容丰富多样, 教学方法灵活多变, 因此极大地提高了学员的学习兴趣, 有效培养了学员的综合素质, 提高了学员的研究能力, 受到诸多大学特别是工科院校的青睐。

在军校基础课程中开展研究型教学非常必要。目前我军正处于新军事变革和跨越式发展的关键时期, 要培养未来高素质新型军事人才, 必须对军校现有教学方法进行适当改进。以“大学物理”等基

收稿日期: 2016-08-25

基金项目: 湖南省和国防科学技术大学研究生教育教学改革项目

作者简介: 余同普(1982-), 男, 安徽安庆人。国防科学技术大学理学院物理系副教授, 博士, 主要从事激光等离子体相互作用物理和大规模并行计算研究。

础课程为例,这就要求教员必须针对原有教学模式,在教学内容、教学方法以及教学环节的设计和教学效果等方面的评估等方面做出相应调整。研究型教学模式强调以学员为中心、教师为引导,教学内容注重研究的深度,在强调学员个性化思想的同时,特别注重学员发散性思维和研究能力的培养,因此也逐渐成为军事院校新型高素质军事人才培养的有效手段和拔尖创新人才培养的重要途径。

二、“大学物理”研究型教学的基本策略

大学物理是培养军事院校生长技术军官和指挥军官的一门重要基础课程,是学员后续专业课程学习的理论基础,在学员知识结构的构建过程中起着不可替代的关键作用^[2]。从目前国内大部分工科院校所采用的《大学物理》教学大纲看,其涵盖的知识模块多,从普通物理学的力、热、光、电到量子力学,再到相对论,公式推导多,理论性强,是历年来本科学员心中“始终不可逾越”的一座大山。在大学物理传统教学模式^[3]中,我们在教学过程中过分突出了知识的传授、注重打牢基础,缺乏军事应用教育,这与目前习主席所强调的“要坚持面向战场、面向部队,围绕实战搞教学、着眼打赢育人才,使培养的学员符合部队建设和未来战争的需要^[4]”是有所偏离的。因此,传统的大学物理教学模式已经不能满足新形势的发展,需要在教学形式、教学内容和教学评价等诸多方面做进一步改革^[5]。

大学物理有其鲜明的课程特点,即物理图像清晰,内在逻辑严密,基本物理规律大多来源于生活等,这为我们在大学物理课程中开展研究型教学提供了很好的切入点。当然,我们也必须注意到,整个大学物理课程也面临很多问题诸如课时多、内容多、学员人数多并且基础参差不齐等,如何开展研究型教学是一个巨大挑战。特别是在军校,学员军事训练任务重,课余时间不足,活动场所受限,学习资源(如网络)有限等不利因素较多的情况下,如何有效开展具有军校特色的大学物理研究型教学是值得广大基础课教员思考的紧迫问题。

针对这些实际情况,同时考虑到学员各专业的特点和未来学习的需要,我们近年来在大学物理研究型教学方面做了一些初步尝试。首先,我

们根据大学物理知识点较多的实际情况,依据学员的专业方向合理选取部分内容开展有针对性的研究型教学。例如,在《力学》中刚体力学部分,我们选择“陀螺的进动”开展研究型教学,在相对论力学中选择“尺缩效应与动钟边慢”开展研究型教学,再比如电磁学中的导体部分、力学中的碰撞问题、热学中的多方过程以及光学中的折射衍射等等。这些知识点蕴含的物理与生活实际息息相关,很容易切入并被学员接受。这样,大学物理每一个知识模块都可以选取1~2次课(2~4学时)来开展研究型教学,原来被“耽误”的内容可作为选讲或者略讲,将主要时间和精力放在学员创新能力培养上。这种教学模式要求在课程的评价和学员的最终考核上不能以偏概全,因此要在顶层上作进一步设计,如将研究型教学中学员的互动和学习报告甚至学员的某些奇思妙想纳入最终考核,同时在闭卷考试部分加入对开放性问题的讨论,减少对纯粹知识点的考核,注重对学员创新能力的考察。

下面,我们就以力学中“陀螺的进动”为例,探讨如何在军校大学物理课程中开展有针对性的研究型教学。

三、“陀螺的进动”研究型教学设计

“陀螺的进动”是大学物理“刚体力学”部分的重要组成部分,是将大学物理的基础理论与军事高新技术紧密结合的具有重要军事应用前景的知识点,对于军事院校部分专业如导航、定位和激光陀螺等学员具有承上启下的桥梁作用。

(一) 教学对象与教学目标

授课对象为光电科学与工程学院军用光电和信息光学两个专业的全体本科生,掌握好“刚体的进动”基本知识对于这批学员后续专业课程的学习具有重要意义。此外,电子科学与工程学院及理学院部分专业也从事惯性导航相关基础研究,努力学好这部分内容对于学员未来从事相关科学研究和熟悉相关武器装备十分必要。

本节课的教学目标可以从三个方面概述:知识的获取、能力的培养和素质的提升,如图1所示。首先我们可以通过行进中的自行车和陀螺倾而不倒的生活案例出发,在知识获取上使学员能了解刚体进动(旋进)和定向性的基本知识,理

解进动角速度公式的推导方法,让学员进一步掌握对抽象物理问题做简化模型选取的研究方法,这是在知识层面学员要达到的目标。其次,在学员创新能力培养上,我们希望通过“陀螺的进动”的学习,使学员能够灵活运用进动的知识来解决实际问题,比如解释摩托车转弯的问题、枪膛来复线的问题等等,培养学员独立思考的习惯、分析和解决物理问题的能力。最后在军校学员基本素质的拓展上,我们希望通过这部分内容的学习,

让学员针对一些前沿开放性研究课题,特别是武器装备如直升机旋翼的问题、导弹定位和惯性导航等问题,开展探究性学习,进一步拓宽军校学员的知识面,培养他们理论联系实际的能力和团队合作精神等。在具体教学环节中,我们始终注意对学员严肃的科学态度,严格的科学作风和科学思维方法的训练,使学员在领会基本知识的同时,掌握科学的学习方法,真正实现从“学会”到“会学”再到“会用”。

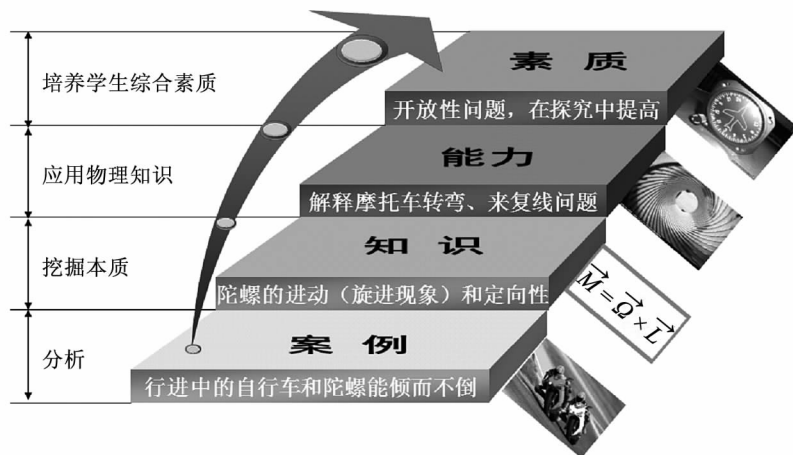


图1 “陀螺的进动”教学目标——知识、能力和素质三个层面

(二) 教学内容与实施

考虑到学员已经在前面系统学习了刚体的基本知识,具有较好的基础,在学习“刚体的进动”及陀螺的定向性等内容时,我们力求将重点放在进动的应用上。同时,作为研究型教学的课程内容,必须将教学内容与学员的生活体验、专业特点等密切结合才能让生硬的物理知识充满“灵气”,构成能够看得见摸得着的整体。因此,笔者在教学过程中遵循“接地气、重思考,挖本质、学能力”的原则来设计教学内容:

1. 生活案例引入。自行车行进和陀螺倾而不倒的问题。首先通过行进中自行车不倒而静止的自行车很容易倒下的生活实例,逐步引导学员思考内在原因,从而引出陀螺的进动基本概念。在讲授陀螺的进动时,可以采用演示实验和视频播放的方法,让学员亲眼看到高速转动的陀螺倾而不倒的神奇之处。

2. 基本知识传授。陀螺的旋进。不考虑空气阻力,由刚体定轴转动的角动量定理得出陀螺的重力矩和角动量垂直。然后与匀速圆周运动作类比,自然引出结论:与角动量垂直的力矩并不改变角动量的大小,但会引起角动量方向的变化,

从而产生刚体的旋进现象,即进动。

3. 思维拓展训练。摩托车转弯问题。这部分内容是对上述知识点的应用和有效拓展,要引导学员理论联系实际,培养他们利用已有知识分析问题、解决问题的能力。为进一步提高学员对科研的兴趣,我们给出美国《Science》上发表的有关自行车进动与稳定性的科研论文^[6],让学员瞬间感受到生活中的物理竟然如此“高、大、上”,只要注意观察,身边处处皆物理。这部分教学内容在历届学员中反映效果良好,可以让他们对看似枯燥无味的力学知识产生强烈的求知欲和浓厚的兴趣。

4. 军事高科技应用。枪管中的来复线、响尾蛇导弹、三轴陀螺仪和激光陀螺。这部分内容与军事装备密切相关,是针对军校部分专业学员量身定做的。一方面,陀螺的进动会提高子弹精准度;另一方面,陀螺的定向性在军事上有重要应用。同时,作为拓展思维的重要组成部分,还要让学员知道,陀螺惯性导航系统的转子转速高达每分钟数万转,如果转子稍不对称就会对各个支撑轴产生巨大的作用力而使其损坏。在此基础上自然引出无转子陀螺如激光陀螺等高科技前沿,进一步拓展学员的科学视野。

5. 探究性学习。通过前面基础知识的学习和案例的讲解,我们列出一些前沿开放式研究课题供学员分组讨论,这些课题包括但不限于:地面摩擦力、空气阻力和轮胎变形等对自行车稳定性的影响;陀螺效应在直升机飞行过程中的作用;陀螺进动的同时伴随的章动及其应用等。

这些研究课题紧扣生活实际和军事前沿,既结合了学员专业特点,又有着浓厚的军校特色,不但可以进一步巩固学员对基本知识的掌握,还可以培养他们的发散性思维。在具体实施过程中,我们将每次课题讨论分为蓝方和红方,针对课题研讨内容互相提问,共同提高。对于研讨后的论文和报告,我们要求学员通过学校图书馆、军网MOOC平台、互联网等广泛查阅资料,分工合作,一个小组就是一个团队,队长由成绩较好、具有一定组织和协调能力的学员担任,并与教员保持密切沟通,随时报告学员反映的问题和存在的困难并尽快解决。

(三) 研究型教学的成效与评估

为了对比研究型教学的实际效果,笔者在2015年两个教学班做了对比实验。这两个教学班都采用相同的教材,学员基础相近,入学成绩和生源分布都基本一致。其中一个教学班我们采用的是传统的教学模式,以教师讲解为主,学员主要是“预习、听课、练习、考试”;另一个教学班针对部分课程内容开展了有针对性的研究型教学,以学员讨论和回答问题为主,教师引导学员主动学习。笔者在施教的过程中很明显地感觉到,研究型教学班的学员学习兴趣被极大的调动起来,课堂气氛十分活跃,学员回答问题络绎不绝,基本没有瞌睡的现象。一个学期下来,初步统计有25%的学员课堂回答问题超过30次,约80%的学员一个学期回答问题超过15次,全班所有学员至少参加了一次课题讨论、调研和实验设计。这与传统教学班完全不同——回答问题基本靠点名,上课有相当部分同学注意力不集中或者打瞌睡,期末考试部分同学靠突击。此外,值得一提的是,通过开展研究型教学,学员广泛阅读资料,调研文献,知识面得到了拓展,同时分析问题、解决实际问题的能力有了显著提高。对于一些前沿科学问题和新概念武器问题,部分学员思维十分活跃,提出了一些“奇思妙想”,极大地丰富了课堂教学,令督导组专家和教员本身深受启发。谁又能否认,未来战场上这些“奇思妙想”不会实现

呢?这不正是我们军校需要培养的科学素养吗!

最后,对于如何评价研究型教学,我们在施教过程中也做了初步尝试。首先,在平时成绩的考核部分,我们采用积分制,将学员的讨论和发言包括回答问题做统计纳入平时成绩。同时,每次课题讨论包括论文都按照等级打分,纳入考核。在期末考试部分,我们力求增加开放性课题作为附加分。实践表明,通过开展研究型教学,极大地调动了学员的积极性和参与度,学员分析问题和解决问题的能力得到了提高,初步具备了从事科学研究所必需的团队精神和创新能力。这种研究型教学的初步尝试虽然还存在或多或少的实际问题,比如,某些知识点讲解不够透彻,理论推导不够详细,部分内容还有删略,学员课余时间占用过多等等,还需要在以后的实际教学过程中做进一步优化。

四、结束语

研究型教学对于新型高科技军事人才和拔尖创新人才的培养至关重要。本文以“陀螺的进动”为例,从课程内容的设计,教学策略的优化和教学过程的实施与评估,讨论了研究型教学模式在军校大学物理课程中的应用。实践表明,这种有针对性的研究型教学模式可有效培养学员的研究能力、创新意识与团队合作精神。

参考文献:

- [1] 赵卫东,李明. 研究型教学对大学生创新能力的影响[J]. 计算机教育,2009(4):3-5.
- [2] 蒋耀庭,潘丽娜. 军校大学物理教学改革探索[J]. 高等教育研究学报,2013(1):105-107.
- [3] 白宏刚,刘建平. 军校合训学员大学物理教学加强实战化军事应用的探讨[J]. 物理与工程,2016(3):59-62.
- [4] 习近平在视察国防科学技术大学时强调深入贯彻落实党在新形势下的强军目标加快建设具有我军特色的世界一流大学[N]. 解放军报,2013-11-07(2).
- [5] 葛自明,阴其俊,钟菊花,等. 工科大学物理研究型教学实践与平台构建[J]. 高等理科教育,2008(5):141-144.
- [6] Kooijman J D G, Meijaard J P, Papadopoulos J M, et al. A bicycle can be self-stable without gyroscopic or caster effects[J]. Science,2011(332):339-341.