

# 大学物理课程与科学美感培养研究

## ——以《对称性与守恒律》为例

周鸣宇<sup>1</sup>, 曲亮生<sup>2</sup>, 李 慧<sup>1</sup>

<sup>1</sup>海军航空大学航空基础学院, 山东 烟台

<sup>2</sup>海军航空大学教学考评中心, 山东 烟台

Email: zhoumingyu\_2004@163.com

收稿日期: 2020年12月9日; 录用日期: 2021年1月4日; 发布日期: 2021年1月11日

### 摘 要

对称性作为一种科学美学特征, 对物理学的发展一直有着重大影响。物理学一个重要任务就是要揭示宇宙中具有各种类型的对称性。通过前期教学思考与实践, 作者发现大学物理教学中对科学观念尤其是科学美感的培养几乎没有涉及, 忽视了物理中丰富的美学价值, 导致物理学思政教育中出现了留白空间。本文以具体的教学实例, 将物理知识与科学美感这一思政元素进行对接, 将发现、体验、并运用物理学中对称美学素材来对学员进行科学美感的教育, 对提高我们的教学质量、深化思政教育都有着积极的实践意义。

### 关键词

对称性, 科学美学, 大学物理

# Research on College Physics Courses and Cultivation of Scientific Aesthetic Feeling

## —Take the Law of Symmetry and Conservation as an Example

Mingyu Zhou<sup>1</sup>, Liangsheng Qu<sup>2</sup>, Hui Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Aviation Basis, Naval Aviation University, Yantai Shandong

<sup>2</sup>Teaching Assessment Centre, Naval Aviation University, Yantai Shandong

Email: zhoumingyu\_2004@163.com

Received: Dec. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jan. 4<sup>th</sup>, 2021; published: Jan. 11<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Symmetry, as an aesthetic feature of science, has always had a significant impact on the development of physics. An important task of physics is to uncover the kinds of symmetries in the universe. Through the thinking and practice of teaching in the early stage, the cultivation of scientific concepts especially scientific aesthetic sense, is hardly involved in college physics teaching, and the rich aesthetic value in physics is ignored, which leads to the ideological and political education of physics. In this paper, with specific teaching examples, physical knowledge is connected with the ideological and political elements of scientific aesthetic feeling. It is a positive practical significance to improve the teaching quality and deepen the ideological and political education by experiencing and using symmetrical aesthetic materials in physics to educate students about scientific aesthetic feeling.

## Keywords

Symmetry, Scientific Aesthetics, University Physics

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## 1. 引言

审美和求知是人类自在的天性，与生俱来。但是在追求规律的科学之中，往往对审美进行了遮蔽。爱因斯坦曾说过：“在技艺达到一个出神入化的地步后，科学和艺术就可以很好地在美学、形象和形式方面结合在一起。伟大的科学家也常常是伟大的艺术家”。因此实际上，大学物理课程背后隐藏着深深的科学美感和人文情怀[1]，物理规律中蕴含着丰富的科学美感，尤其体现在对称性的表现上。通过前期教学思考与实践，课题组认为目前物理教员在课堂教学中融入思政教育关注最多的就是以简单介绍科学家的事迹生平或以物理定理定律的发现过程来实现思政教育，缺乏其他形式的思政教育切入点，对科学观念尤其是科学美感的培养几乎没有涉及，忽视了物理中丰富的美学价值，导致物理学思政教育中出现了留白空间。因此在教学改革中，我们在经典物理与近代物理之后增加了《对称性与守恒律》内容。本节课将发现、体验、并运用物理学中对称美学素材来对学员进行科学美感的教育，对提高我们的教学质量、深化思政教育都有着积极的实践意义。

传统大学物理教学中，对称性很少被涉及到，三大守恒定律是从牛顿定律出发，在一定条件下导出。而现代物理研究表明，三大守恒定律比牛顿定律基本适用范围更广泛，因此，当代大学物理教学改革主张，以三大守恒定律为核心展开力学部分内容，因为守恒定律就是时空对称性假设的直接推论。所以从本质上讲守恒就来源于对称性。实际，物理学一个重要任务就是要揭示宇宙中具有各种类型的对称性。我们试图将物理知识与科学美感这一思政元素进行对接帮助学员实现科学美感的建立，本次课就是基于这一思路所设计的。

## 2. 教学任务分析

### 2.1. 教学内容特点

《对称性与守恒律》一节属于《物理学》经典物理的力学部分。通过之前物理力学知识的学习，学

生已经掌握了动量守恒, 能量守恒等基本相关知识, 但是并没有认识到时空对称性与守恒定律的紧密联系, 也没有总结过对称性的概念。在教学改革中, 我们在经典物理(力学、热学、电磁学、波动学)与近代物理(相对论、量子论)之间增加了本节内容, 目的是使学员能较全面的了解物理学的精髓, 从而能站在新的高度去理解近代物理学的本质, 顺利完成从经典物理思想到近代物理思想的“蜕变”, 实现从传统思维方式到创新思维方式的“升华”, 提升对科学美感的认识[2]。

本次课的教学内容具有两大特点, 一是教学内容抽象, 需要学员具有一定的物理学基础; 二是理论性、实用性强, 近代物理很多都是在相对性对称性引导下建立的。如果学习体验过对称性法则, 可以去探索物质结构更深层次的奥秘。

本次课采用的教材为《物理学》第六版(马文蔚主编, 高教出版社), 3~10节。

## 2.2. 学员特征

本次课的教学对象为本科一年级下学期的飞行学员。飞行学员的招收的对象是应届高中毕业生包括文科生、理科生。对他们的身体条件要求较高。相对于其他普通本科生对文化课基础要求相对低一些。正是由于生源的不同, 使得飞行学员与普通本科生的思维方式等有较大的差别。为了能够在教学中更有针对性, 了解到飞行学员的学习特点和思维方式, 以及科学素养程度, 我们对 20 级 135 名地面学员和 20 级 166 名飞行学员进行了关于学习状态、科学素养等方面的调查问卷。通过对飞行学员的来源地、物理成绩调查结果的分析, 大部分学员对物理的知识脉络比较清晰, 对物理学的方法能够理解和适应, 但大家对物理学习兴趣不高, 对物理规律的认识停留在知识层面, 没有上升到能力, 不能够从科学的角度来评价和解释物理现象和规律。特别是文科学员, 理科学习方法缺失, 对物理的学习带有恐惧心理。

## 3. 教学目标

### 3.1. 知识掌握

- (1) 能总结归纳出对称性的概念及特点, 加深学员对基本概念、基本定律的理解。
- (2) 掌握守恒定律与时空对称性的关系, 并能够提炼出对称美学特征。
- (3) 通过开放式题目“在近代物理学中找出的物理发现中蕴含对称性”, 培养学员对科学美感的感知度, 提升学员学以致用能力。

### 3.2. 教学重、难点

- (1) 教学重点: 物理定律的对称性。
- (2) 教学难点: 对称性与守恒定律的关系。

## 4. 教学内容与时间分配

内容与时间分配如表 1 所示。

## 5. 教学策略选择与设计

教学设计上尊重学员的主体地位, 突出情境 - 问题互动教学展开设计, 员分组讨论, 利用课堂实时反馈系统进行课堂教学, 并引导学员理论联系实际, 学以致用。

### 5.1. 方法与手段

根据本节课的教学目标和前期的学员情况调查, 《对称性与守恒律》一节采用“问题驱动式教学法”。首先让学员举例讨论生活中的对称现象, 利用问题启动学员思维, 引入本次课的内容。从一般到特殊,

引申到物理学领域，引导学员分组找出物理规律自身的对称性，使学员认识到守恒性来源于对称性，让学员站在对称性的高度上来理解守恒定律，实现知识深化。通过讨论归纳物理中对称性研究方法发现某些规律定律的成功实践，帮助学员认识到对称性美既体现在物理图形上，又体现在物理量和物理规律中，追求对称美是物理学前进的动力，实现学员的认知提升。

**Table 1.** Teaching content and time allocation

**表 1.** 教学内容和时间分配

主要内容	时间分配
问题引入	3 分钟
对称性的一般概念	2 分钟
对称性的定义	4 分钟
物理定律的对称性之空间旋转对称性(教员引导、学员分组讨论)	6 分钟
物理定律的对称性之空间平移对称性(教员引导、学员分组讨论)	6 分钟
物理定律的对称性之时间平移对称性(教员引导、学员分组讨论)	6 分钟
空间反射对称性(学员分组讨论)(教员引导、学员分组讨论)	6 分钟
对称性与守恒定律的关系	5 分钟
拓展应用	4 分钟
归纳总结，布置作业	3 分钟

## 5.2. 教学流程

### 1. 课堂引入

让学员分组例举生活中的对称现象。利用问题驱动教学法引入对称概念和时空的几种基本对称性，激发学生学习兴趣，引导学员对对称美的发现与归纳。

### 2. 知识深化

从一般到特殊，引申到物理学领域，引导学员找出物理规律自身的对称性。

### 3. 认知提升

从诺特定理的基本思想出发通过三个实例，引导学员阐述出对称性与守恒定律一一对应的关系，从而使学员认识到守恒性来源于对称性，可以让学员站在对称性的高度上来理解守恒定律，体验到物理学中对称美学的精髓所在。

### 4. 抽象出对称性蕴涵的美学观念[3]

通过对守恒定律与对称性关系的总结和归纳，学员能够体会到从科学美感的角度来看，守恒定律是简单而普遍的。在物理学里，变换的不变性表明的就是一种对称性，对应这一个守恒量，一个守恒定律。它是各种不同的物理现象在相应范围内的和谐与统一。借助于守恒定律，我们可以透过复杂混沌的表面现象直接揭示事物有序的内在本质。对称性美既体现在物理图形上，又体现在物理量和物理规律中，追求对称美更是物理学前进的动力。

### 5. 拓展应用

同伴讨论归纳物理中对称性研究方法发现某些规律定律的成功实践，从而进一步提升对对称性美学思维的认知。

### 6. 总结

通过总结来升华出本节课的思政内容。对称性不仅是一种科学美感受，更是一种研究方法和思维模式，能够让我们用它来揭示自然界物质的存在、构成、运动及其转化等规律。学生在物理中欣赏美、享受美和追求美，促进他们对物理的学习动力，激发他们的学习热情。

## 6. 教学评价

通过课上小组和集体讨论来推动学员学习思路的形成，使他们形成对称性时空观念，用对称性时空观念来理解守恒定律之间的关系问题，让学员进行课下整理思考，课上进行讨论，这样对学员的理解概念和思想的建立起到非常大的帮助。在课堂的最后，提出诺特定理，引导学员在后期近代物理的学习中用对称性的角度来分析近代物理中某些规律的发现过程，体会对称美学的精髓[4]。让学员通过课下搜集近代物理中的理论预见，被证实的一些实例，例如：反物质的发现，狭义相对论的建立等等这些热门话题，来提高学员对称美学的认知以及对近代理论物理学的兴趣。

本次课堂上，学员学习态度认真、参与度好，进行小组讨论时，气氛活跃，各抒己见，把自己在课下整理的知识集中进行了整理，充分发挥了每一名学员的主观能动性，对学员物理知识的提升上升了一个高度，绝大多数学员完成了课堂既定教学目标。

## 7. 教学反思

### 7.1. 注重教学方法的灵活应用，利用问题启动学员思维

本次课在教学方法上注重由传统的“注入式”向“研究式、启发式”素质教育转变。由于在平时教学过程中，我总是想着尽量多讲，让学员听得更明白，结合大量的练习，期待以此提高授课效率，结果反而不如人意。因此在本次授课中，我消除了教员讲的过多，学员参与过少的弊病，三个问题情境的设置，使学员始终参与其中，极大地调动了学员的学习兴趣。

在课前认真研究了课堂教学的有效提问。提问是本次课堂教学的重要环节，是教员促进学员思维，传授知识的重要手段。本节课的教学方法就是问题情境式教学。通过梳理分析，整体性设定了三个环环相扣的问题展开学习目标的学习，它们紧扣教材内容，围绕本节学习目标，把问题聚焦到时空对称性和守恒定律的关系这个教学重难点问题上，采用引导、启发、研究、讨论、问题驱动等生动有效的形式开展教学，达到突破难点的目的，使学生完成建立猜想 - 分析 - 推理 - 归纳 - 应用这一学习流程。

### 7.2. 加强学情调查指导，钻研内容整合思路

反思平时自己在备课时，只习惯于备教学内容与教学方法，而忽视教学内容与学员的接受能力。尤其是《对称性与守恒定律》这一节，要么略微讲讲一带而过，要么不管学员接受程度，直接讲授忽略授课效果。在个人对时空对称性有个较深入的钻研后，又根据学员特点，量身打造了本次问题驱动式教学设计，如何在很短的时间内让学生理解时空的对称性，进而站在对称性的高度来理解物理定律是授课中需主要关注的问题。如果不去研究学员对内容的掌握情况，不去研究学员的个体差异，一切从本本出发，课堂教学的适应性会大打折扣，课堂教学的高效就无从谈起。我通过了解学员学习心理学的心理特点，选择了问题讨论式教学方法，使教学效果更加突出。

### 7.3. 强调内容的总结升华，实现思政的潜移默化

著名教育家蔡元培曾经说：“凡是学校所有课程，都没有与美育无关的”[5]。在物理学课程中开展思政教育具有先天的优势，这也体现在科学美感的培养方面。

通过前期教学思考与实践，笔者深刻地意识到目前大部分物理教员认为思政课堂就是对学员进行政

治性的教育，在课堂教学中融入思政教育关注最多的就是以简单介绍科学家的事迹生平或物理定理定律的发现过程来实现政治观念，人生理想等方面切入，缺乏对科学观念包括科学美感的融合，使得物理中蕴含的美学价值被忽略，这种思政课堂的设计是有失偏颇的。在本次课堂教学中充分运用了对称美学素材来对学员进行科学美感的教育，用归纳的办法，从一个需要解释的真实现象，然后做理论的解释，阐述了物理学之美的三个层次，使得学员对物理美学观的产生和内容有新的和有价值的发现，通过总结来升华出本节课的思政内容。对称性不仅是一种科学美感受，更是一种研究方法和思维模式，能够让我们用它来揭示自然界物质的存在、构成、运动及其转化等规律。学生在物理中欣赏美、享受美和追求美，促进他们对物理的学习动力，激发他们的学习热情。

### 参考文献

- [1] 杨振宁. 大自然有一种异乎寻常的美[J]. 科学文化评论, 2007(4): 52-57.
- [2] 唐姆斯·麦卡里斯特, 著. 美与科学革命[M]. 长春: 吉林人民出版社, 2000.
- [3] 徐一鸿, 著. 可怕的对称——现代物理学中美的探索[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1992.
- [4] 吕仕儒. 对称性和物理学的发展[J]. 雁北师范学院学报, 2003, 19(5): 100-102.
- [5] 杨建邺, 著. 物理学之美[M]. 北京: 北京大学出版社, 2019.