

# 大学物理“驻波”知识点的教学设计方案例

熊红彦<sup>1</sup>, 李海宝<sup>2</sup>, 陈建涛<sup>3</sup>

(1. 河北工程大学 数理科学与工程学院, 河北 邯郸 056038; 2. 黑龙江科技大学 理学院, 黑龙江 哈尔滨 150022; 3. 河北工程大学 研究生部, 河北 邯郸 056038)

**[摘要]** 教学设计决定着课堂教学效果, 它是为了学生实现有效学习而预先对教学进行的决策活动。本文以大学物理“驻波”知识点为例, 根据“驻波”的教学内容、教学对象和教学目标, 确定了切实可行的教学方法和教学手段, 并将教学要素科学合理地安排, 形成了“驻波”的教学方案, 供教师交流参考。

**[关键词]** 驻波; 大学物理; 教学设计; 案例

doi: 10.3969/j.issn.1673-9477.2018.01.033

**[中图分类号]** G64

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1673-9477(2018)01-089-03

教学设计决定着课堂教学效果。教学设计是根据教学内容、教学对象、教学目标、教学重点和难点情况来确定合适的教学方法和教学手段, 将教学要素科学地安排、形成教学方案的过程; 是为了学生实现有效学习而预先对教学进行的决策活动。我们以大学物理“驻波”知识点为例, 形成了一份教学设计方案。

本方案是以建构主义为主要理论基础, 以演示实验教学和现代信息技术为物质支持, 以有利于学生学习、促进学生主动思考为出发点的设计。在教学内容上, 通过创设工程教育情境、融入学术应用案例等方法, 突出大纲要求, 渗透专业思想, 反映学术发展。在教学呈现形式上, 采用直观演示教学、多媒体模拟展示、板书推演相结合, 网络教学相补充的模式, 以实现各教学媒体的优势互补和教学过程的最优。

## 一、“驻波”知识点教学设计的前期准备工作

### (一) 知识点综述

在物理学中, 将两列振幅相同的相干波, 在同一直线上沿相反方向传播时, 互相叠加而成的波形并不向前推进的波, 称为驻波。英文翻译为“standing wave”, 意思为“站立的波”。教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会制定的《非物理类理工学科学物理课程教学基本要求》中, 将“驻波理论”列为“A”类知识点<sup>[1]</sup>。

在生活中, 二胡、吉他等乐器音调设计的物理基础就是驻波理论。在工程上, 可应用驻波理论来进行建筑声场设计。在高新技术领域, 如光纤激光器谐振腔的设计, 光学精密加工等都将使用或涉及驻波理论。

从学生后续课程上来看, 驻波理论是“激光原理与应用”、“工程电磁场导论”等接续课程的重要基础知识, 而这些课程又是物理类、电气工程及其自动化、测控技术与仪器等专业的核心课程。因此在大学物理课程教学中, 应该重点讲授驻波理论。

### (二) 教学对象分析

授课对象是工科本科各专业学生。学生以省内考生为主, 入学成绩相对学校其他专业学生较高; 从先修课程“微积分”等期末考试成绩来看, 该专业学生数学基础较好; 根据与任课教师和班主任沟通交流情况判断, 课堂活动参与热情高, 整体学风良好; 具有90后学生的共性特征, 善于运用新型信息交流工具; 学生课外活动参与积极性高, 部分学生有较强的动手能力。

### (三) 教学目标分析

从知识目标方面来看, 按照国家教指委要求, 应使学生掌握驻波形成的条件, 强化波的叠加、相干条件等知识点的综合运用。在讲授过程中突出物质、能量, 以及物质和能量的相互作用; 驻波的几何特征、相位特征、能量特征, 以及半波损失问题。

从能力培养目标来看, 应突出相应工程教育情境的营造, 通过对实例的定性分析, 使学生能够对实际问题建立物理模型, 对所涉及的工程应用背景有一定认识, 突出物理原理在工程技术中的应用意识。

从情感目标方面来看, 在工程教育情景营造的过程中, 应同时进行情感渗透。通过列举生活中的实例, 如“美丽中国”概念下, 噪声污染监测和防控等, 让学生体会到生活中处处蕴含物理知识, 增强学生学习物理学的紧迫感和社会责任感。通过学生参演“波形体操”和“驻波体操”, 来树立团队意识。

**[投稿日期]** 2018-01-04

**[基金项目]** 河北省高等学校人文社会科学研究项目“面向工程的数理教学策略研究与实践”的研究成果。

**[作者简介]** 熊红彦(1965-), 女, 教授, 硕士, 研究方向: 应用物理教学法。

#### (四) 教学重点和难点分析

“驻波现象的物理本质和特征”应作为“驻波理论及其应用”教学的重点。这是因为：首先它是大学物理课程后续内容，如量子物理学中物质波概念的重要理论和思想基础；第二它是学生接续课程“激光原理与应用”、“工程电磁场导论”等的重要准备知识；第三它是建筑声场和光学加工等实际问题的理论基础。

“半波损失”应作为“驻波理论及其应用”教学的难点。这是因为能够在数理上对“半波损失”进行详实的证明，学生才更加信服和容易接受。但是，进行数理推证需要利用弹性力学和电动力学中边界条件等较深层次知识支撑，因而现行教材一般不对这一问题进行理论推证。

## 二、“驻波”知识点的教学设计

### (一) 教学设计指导思想

遵循建构主义思想，按照“现象——物理——工程”的设计思路，突出启发式和案例式教学在课堂教学中的应用，强调学生的主体性和教师的主导性的发挥。通过工程教育情境的创设和工程教育素材的融入，联系学生专业，渗透学术思想，促进学生主动思考，增强教学过程的互动性。具体做到：

1. 将“三大”教育理念，即“大德育”、“大工程”、“大实践”融于教学。

2. 以“四个结合”，即“结合学生能力培养要求”、“结合学生所学专业”、“结合教师自身教育技能”、“结合学生现有知识结构”，来组织和设计教学内容。

3. 教学是“思想的可视化表达”，追求思想、形式、内容的完美统一。

4. 在同一个教学时间，实现教学空间的多维性，同一个知识点的多视角性。

5. 将每一次课，作为规范学生行为、学生良好习惯“养成教育”的重要环节。

### (二) 教学方法和教学手段选择

以多媒体、传统板书、演示实验相结合的方式，进行课堂教学呈现；通过人人网、腾讯微博等公共网络平台，布置讨论话题等，拓展教学空间。主要运用：讲授法——注重物理知识的严谨性；演示实验教学法——增强学生对驻波的表现印象；工程案例和情境创设——结合专业培养学生工程实践意识；多媒体计算机辅助教学——丰富课堂教学内容并提高课堂教学的信息量；教师身体语言和学生“驻波体操表演”——活跃课堂气氛。

利用以下几种具体方式，来强化重点、突破难点：

1. 坚持优先使用演示实验的方法，增强课堂教学的吸引力，激发学生的求知欲。

2. 注重讲解强调，深入剖析驻波方程建立的过程和成立条件，强化从物理本质上对知识点的讲授。

3. 工程教育素材紧密围绕重点，特别注重工程教育素材的趣味性，以及所引用素材前后逻辑过渡。

4. 借助简化的边界条件，以特例进行验证性推证。

5. 利用多媒体投影对“半波损失”的数理推证过程进行概要展示，增加教学内容的可信度。

### (三) 联系学生专业和反映学术思想

大学物理教学，考虑到课程的属性，我们应注意联系学生专业和反映学术思想。在“驻波”知识点，我们通过演示实验帮助学生建立直观印象；通过营造工程教育情境，帮助学生树立工程意识；通过在 Science、Nature 顶级学术刊物中寻找相应素材，来反映学术思想。为节省篇幅，对演示实验运用环节略去。

#### 1. 联系学生专业

情境建构：建设“美丽中国”，节能环保是实现途径。其中，噪声污染治理是节能环保的重要内容。在工程上，利用吸声材料和吸声结构可以降低环境噪声。为准确监测和控制噪声污染，需要对吸收系数进行测定。引导学生注意：以物理的手段监测噪声，可能是测控专业学生的任务。

吸声系数的定义： $\alpha = \frac{E - E_r}{E} = 1 - r$ ，E 为入射总声能； $E_a = E - E_r$ ，为被材料或结构吸收的声能； $E_r$  被材料或结构反射的声能；r 为反射系数。利用驻波管方法可以测量吸声系数<sup>[4]</sup>。

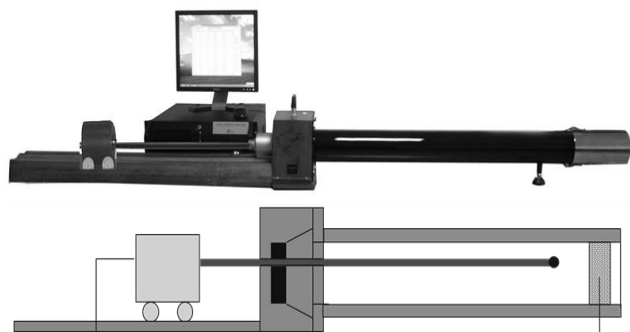


图1 驻波管方法测量吸声系数装置

工程案例：被测材料置于驻波管一端，用声频信号发生器从驻波管一端向另一端发射平面波，声波垂直入射到材料表面，部分吸收，部分反射。反射波与入射波相互叠加产生驻波，根据测得的驻波声压的极大值和极小值，就可以计算。引导学生注

意: 懂得计算波线上任意一点的叠加振动情况很重要。在这样的背景下, 我们选取清华大学等6所工科院校编写的题库中的一道计算题为例题, 进行讲解。

例题内容: 如图所示, 一平面简谐波沿 X 轴正方向传播, BC 为波密媒质的反射面。波由 P 点反射,  $OP = 3\lambda/4$ ,  $DP = \lambda/6$ 。在  $t = 0$  时 O 处质点的合振动是经过平衡位置向负方向运动。求 D 点处入射波与反射波的合振动方程。(设入射波和反射波的振幅皆为 A, 频率为  $\nu$ 。)

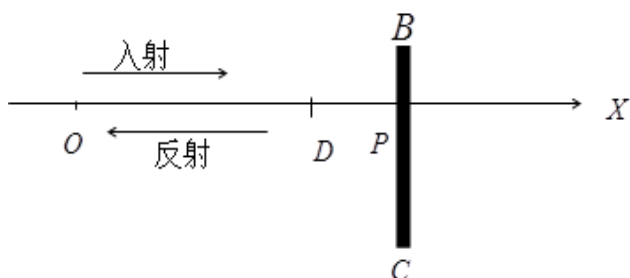


图2 例题附图

## 2. 反映学术思想

结合演示实验来表述: 将演示弦驻波的两个固定端换成两个反射镜, 如平面反射镜, 即可构成光学谐振腔。光学谐振腔具有频率控制、方向控制、提供正反馈的作用。能在腔内形成稳定振荡的光频率为  $\nu_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$  比较, 或表示成  $\nu_n = n \cdot \frac{u}{2L}$ 。引导

学生注意: 公式  $\nu_n = n \cdot \frac{u}{2L}$  中蕴含着重要的学术思想——频率与腔长的调制作用!

为学生介绍发表于 Science 上的一篇文章, 在这篇文章中介绍了一种基于驻波理论的光机力学微系统。在这个系统中, 强光辐射压会促使腔镜运动, 从而改变腔长, 腔长改变又使腔内驻波场的分布发生改变, 这样系统在驻波耦合的作用下实现腔镜的运动与机械振子相互调制。这一原理可以用来制作高端测试传感系统。

为学生介绍发表于 Science 上的一篇文章, 在这篇文章中介绍了一种基于驻波理论的光机力学微系统。在这个系统中, 强光辐射压会促使腔镜运动, 从而改变腔长, 腔长改变又使腔内驻波场的分布发生改变, 这样系统在驻波耦合的作用下实现腔镜的运动与机械振子相互调制。这一原理可以用来制作高端测试传感系统。

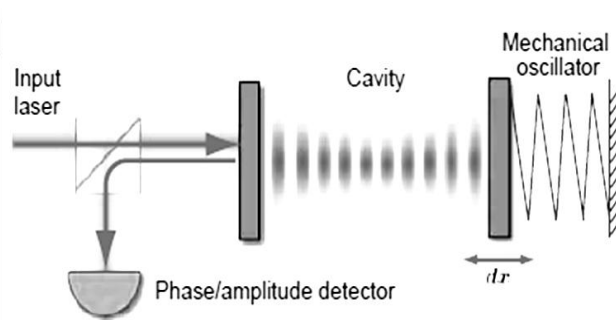


图3. 光机力学微系统示意图

## (四) 学生实践动手能力培养的尝试

演示实验经过合理使用, 有助于培养学生动手能力。引导学生认识到现有驻波演示实验的不足: 只能一次演示一个驻波图形; 在张力相同的情况下, 通过调节频率可以展示弦线所承载的不同波长; 在频率相同的前提下, 通过调整两个固定端的距离, 即弦长, 以实现张力可调所带来的波长可调。

启发学生对现有驻波演示实验的进行改进: 利用一个功率较大的振动源, 然后带动至少2个弦线, 每根弦线除振动源这个固定端外, 各自连接一个固定端。这样可以演示同一频率下, 张力对波长的影响; 同样大小张力下, 频率对波长的影响。

## 三、结论

大学物理“驻波”知识点的教学设计案例, 是大学物理课程围绕课程的定位和教学目标来实施教学的一点尝试, 可供大学物理其他知识点的教学设计交流借鉴。大学物理课程的精品化, 应该从一个知识点的教学科学化设计着手, 这样才能有效保证课程的整体教学效果和人才培养目标。

## 参考文献:

- [1] 李海宝, 任常愚, 金永君, 丁红伟, 郭铁梁. 课堂教学中物理工程教育素材的开发与融入[J]. 物理与工程, 2011(3): 61-64.

[责任编辑 王云江]

# The teaching design case of the "standing wave" knowledge point in College Physics

XIONG Hong-yan<sup>1</sup>, LI Hai-bao<sup>2</sup>, CHEN Jian-tao<sup>3</sup>

(1. College of Mathematics and Physics, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. College of Science, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150022, China; 3. Graduate Department, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** Teaching design determines the results of classroom teaching. It is an advanced decision making process which facilitates student learning. This paper uses physics knowledge of 'standing wave' as an example, verifies feasible teaching techniques and teaching methods according to 'standing wave' teaching content, teaching subjects and teaching objectives. Meanwhile, it reasonably arranges the elements of teaching, and develops a lesson plan for 'standing wave' for teachers to refer.

**Key words:** standing wave; college physics; teaching design; case