

基于计算机图像模拟的大学物理课程教学探索与实践

邬良能^{1*}, 周云², 罗宏雷³, 蒋丽珍⁴

¹中国计量大学理学院, 浙江 杭州

²浙江机电职业技术大学公共基础教学部, 浙江 杭州

³中国计量大学现代科技学院基础教学部, 浙江 义乌

⁴浙江工商大学信息与电子工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年8月15日; 录用日期: 2024年9月16日; 发布日期: 2024年9月24日

摘要

本文对计算机图像模拟在大学物理教学中的可行性、应用与意义, 以及深化大学物理教学改革的重要性进行了探讨, 并就一般工科院校大学物理教学实践中利用计算机模拟物理图像可能出现的一些问题, 做了分析并提出可行的解决方法。通过初步教学实践表明, 实施计算机图像模拟的教学能有效激发学生的学习积极性, 同时极大地提升了学生的自主探究能力。

关键词

大学物理, 课程教学, 计算机图像模拟

Exploration and Practice of College Physics Course Teaching Based on Computer Image Simulation

Liangneng Wu^{1*}, Yun Zhou², Honglei Luo³, Lizhen Jiang⁴

¹College of Sciences, China Jiliang University, Hangzhou Zhejiang

²Department of Basic Education, Zhejiang Polytechnic University of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou Zhejiang

³Department of Basic Education, China Jiliang University College of Modern Science and Technology, Yiwu Zhejiang

⁴School of Information and Electronic Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 15th, 2024; accepted: Sep. 16th, 2024; published: Sep. 24th, 2024

*通讯作者。

文章引用: 邬良能, 周云, 罗宏雷, 蒋丽珍. 基于计算机图像模拟的大学物理课程教学探索与实践[J]. 教育进展, 2024, 14(9): 852-858. DOI: 10.12677/ae.2024.1491740

Abstract

This paper discusses the feasibility, application and significance of computer image simulation in college physics teaching, as well as the importance of deepening the reform of college physics teaching, and analyzes some problems that may occur in the practice of college physics teaching with computer image simulation in general engineering colleges and universities, and puts forward possible solutions. The preliminary teaching practice shows that the implementation of computer image simulation teaching can effectively stimulate students' learning enthusiasm, and greatly improve their ability of independent inquiry.

Keywords

College Physics, Course Teaching, Computer Image Simulation

Copyright © 2024 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/>



Open Access

1. 引言

物理学是整个自然科学和现代高新技术应用的基础,通过大学物理基础课程学习,能让任何专业的学生对物理学的内容、概念和物理图像及工作语言和方法等有全面的了解和掌握。但长期以来,大学的物理教育在教学理念上过于强调自身体系的完整性,着重学生对基础知识、理论和基本技能的掌握,而忽视了物理教育对学生思维能力、创新能力培养等方面的作用。那么如何使学生在获取物理知识同时,又能不断更新和灵活运用物理知识从而提高自身科学素养?这是现代教育亟待解决的问题。

在大学物理教学过程中,实验是深入理解物理原理、探究物理现象的重要途径。然而,由于实验设备、时间、空间等因素的限制,许多复杂的物理实验无法在课堂上进行。随着计算机技术的飞速发展,计算机图像模拟技术为大学物理教学提供了新的可能性,可对教学起到强化的作用[1]-[5],计算机图像模拟应用于物理研究与教学具有深远的意义。

本文将探讨基于计算机图像模拟的大学物理教学研究,以期丰富教学手段、提高教学效果,深化大学物理教学改革,推动物理教学的现代化进程。

2. 计算机图像模拟技术在大学物理课程教学过程中应用研究

2.1. 计算机图像模拟技术的应用方法及现状

大学物理教学中利用计算机图像模拟技术是指在构建物理模型和数学模型的前提下,利用计算机的计算、声音、图像、动画等功能来模拟物理现象,比较直观地解释其内在物理规律,演示相应的运动过程,并由此构建学生自主探索问题和解决问题的平台。通过应用计算机图像模拟技术,可以将抽象物理概念具体化、复杂物理过程模拟化,从而弥补实验条件的不足,提高学生的学习兴趣 and 积极性,培养学生的实践能力和创新意识。

在物理教学方面,我国国内大学物理的计算机模拟应用已取得不少的成果,如上海交通大学工科物理教学基地开发的基于课堂教学的一系列计算机模拟教学软件配套的光盘中就包含有一些物理问题的计算机辅助模拟。但由于大学物理知识内容的繁多、复杂,加之受传统教学方式的影响,这些早期开发的计算机

模拟程序都存在推广不够、缺乏广泛的测试等问题。尤其是在培养学生方面，将计算机模拟作为学生探究问题的有力工具引入教学过程，一般在具体的物理课程中让学生利用计算机技术去解决问题则涉及较少。

2.2. 大学物理教学中利用计算机模拟物理图像的可行性分析

当前二十一世纪时代，随着信息技术的快速发展，卫星定位、手机与微型电脑使用普及，人们广泛享用着计算机和互联网技术带来的便利。我们认为在现行的大学物理教学中利用计算机模拟的教学手段充分可行，可从以下两方面得到体现。

2.2.1. 硬件条件

对于一般的工科高等院校，现在基本都配置有多媒体教学条件，这就为计算机模拟提供了基本的前提；而模拟程序的开发工具如 C、Fortran 等面向过程的程序语言，或是面向对象的程序语言或数学软件如 Visual C#、Matlab、Python 等也是普遍使用的软件品种，因而硬件条件是能得到充分保障的。

2.2.2. 软件的适用性

常用开发工具如 C、Fortran 能轻松地进行各种数学计算和符号演算，而特别是 Matlab、Visual C# 等软件可以胜任这个工作，不仅能轻松地进行各种数学计算和符号演算，且绘制多种可视化图形，并具有较直观、简洁的程序开发环境，让教师和学生容易入门掌握。

2.3. 计算机图像模拟技术在大学物理教学中的应用与意义

2.3.1. 计算机图像模拟技术教学的应用表现

在大学物理教学中的计算机图像模拟应用主要表现在：1) 微观物理现象的可视化。微观物理现象如电子、质子等粒子在电场或磁场中的运动，核外电子的能级跃迁等，难以通过传统实验直接观察。而计算机图像模拟技术可以将这些微观现象以直观、生动的图像形式展现出来，帮助学生更好地理解物理原理和过程。2) 抽象物理概念的具体化。对于一些抽象的物理概念，如电磁场、波动等，学生往往难以理解和把握。通过计算机图像模拟，可以将这些抽象概念以图形、动画等形式展现出来，使学生更加直观地理解物理规律，提高学习效果。3) 复杂物理过程的模拟与分析。对于一些复杂的物理过程，如天体运行、地震波传播等，传统实验方法往往难以实现。而计算机图像模拟技术可以模拟这些复杂过程，并对其进行分析，帮助学生深入理解物理现象的本质。

2.3.2. 计算机图像模拟教学的研究意义

基于计算机图像模拟的大学物理教学研究意义在于：1) 弥补实验条件的不足。由于实验设备和条件的限制，许多大学物理实验难以在课堂上进行。而计算机图像模拟可以弥补这一不足，为学生提供更多的实践机会，拓宽学生的物理视野。2) 提高学生的学习兴趣和积极性。计算机图像模拟以直观、生动的图像形式展现物理现象和原理，可以激发学生的学习兴趣和积极性，提高学习效果。3) 培养学生的实践能力和创新意识。通过计算机图像模拟实验，学生可以亲自操作、观察和分析实验现象，从而培养实践能力和动手能力。同时，模拟实验还可以为学生提供更多的创新思路和方法，培养他们的创新意识。

3. 基于计算机图像模拟的大学物理教学中面临的问题探讨及教学实践

3.1. 利用计算机图像模拟技术教学面临的问题分析

虽然实施计算机图像模拟教学的软、硬条件都已具备，且在大学物理教学中具有诸多优势，但我们也可以看到“电子教案 + 计算机模拟教学软件”，并未成为大学物理课程一种常见的教学模式，而往往停留在“电子教案 + 板书讲解”的传统模式。其中原因有很多，主要是传统上大学物理教学在内容上过

于强调自身体系的系统性,注重学生对基础知识、理论和基本技能的掌握,而在当前课堂教学时数普遍受压缩的趋势下,讲解现用教材已是捉襟见肘课时不足,要抽出课堂教学时间再讲解计算机模拟物理图像,大部分教师会觉得费心费力,不愿去浪费那个时间;其二,学习大学物理的大一、大二学生接触的计算机编程软件较少,常用的数学软件也没有机会使用,而且数学功底相对薄弱,学生的操作能力和信息素养等都需要进一步提高,所以要在课堂教学时间内让学生领会计算机模拟物理过程的算法、思想和内涵也不现实。

3.2. 利用计算机图像模拟技术在大学物理课程教学中出现问题的解决对策

我们认为针对上述教学过程中面临的问题,有以下解决对策:

1) 实施课堂教学时,尽量使用已经编制、测试成功的面向对象的成熟的可视化程序,使其更加贴近实际物理现象和过程,那么上课时既注重了学生对基础知识、理论和基本技能的掌握,又让学生对计算机模拟应用于物理研究有一定的了解和接触,尤其在教学过程中,计算机迅速完成常规的计算,使课堂上难以实现的物理过程及演算在计算机上达到预期目标,使学生更好地掌握计算机图像模拟技术,并能够将其应用于物理学习和研究中,对培养学生的学习兴趣也起到积极的影响。结合传统实验教学和计算机图像模拟教学的优势,探索多元化的教学模式,为学生提供更加全面、丰富的物理学习体验。

2) 仅有课堂上的浮光掠影般的演示,一定不能满足一部分好学学生的求知欲,因而可以采取开设选修课或成立课外兴趣小组的形式展开课堂之外的学习。所以编撰难易程度得当,又具备探索研究性的教材非常重要,需要任课教师深入研究学生现状和根据实际应用的前景综合选题及设计程序。这对培养学生数学建模能力、科学思维能力、探索精神和创新精神等方面将起到积极的影响。

3) 数学物理不分家,可以与数学教师共同策划教学中遇到的数学问题的计算机模拟,在高等数学、线性代数、概率与数理统计等数学课程中就让学生接触相关的信息或工作语言,那么学生到了物理课上不管是对物理也好,数学也好,计算机模拟也好,都将有更为深入的领会。

3.3. 利用计算机图像模拟技术在大学物理课程教学过程中的具体实践

一般的工院校都开设了各种门类的专业,但各专业的学生实际综合素质有很大差异,计算机模拟技术在物理教学中采用,也并非适用所有专业学生,因需要学生具备一定的计算机编程能力。就我校招生情况而言,光电信息科学与工程专业学生具有相对扎实的数学和物理基础知识,且在大一期间已具备了初步的计算机和软件知识,我们可选择性地对该专业学生进行适当的计算机图像模拟教学试点。

限于现实课程教学大纲的严格规定,我们不能强制所有的选课学生都来参与计算机图像模拟教学,但我们通过调整学生平时成绩的构成,鼓励学生积极主动参与。以往的平时成绩评定由学生提交的作业、课堂出勤和提问表现三方面决定,现在调整再增加一个选项,即用计算机编程解决一些物理问题,以计算图像来解释物理现象,其结果与课堂提问项目占比相同(占平时分 30%),期待更多学生参与。

同时,选题原则是尽量难度适中,若题目太简单易被学生轻视,不利于学生深究,而题目高难度又使学生有畏惧心理,不利于我们开展计算机图像模拟教学探索。因此利用计算机图像模拟教学,应合理选择相关物理问题,难易得当,由浅入深逐步推进,从而深刻领会物理思想精髓,并掌握计算机辅助技术,提升培养学生独立思考和动手实践能力。

以下是我们教学实践中的一个案例,先布置要解决的问题任务,考虑编程调试需要充足时间,规定两周左右的时间内完成,然后在约定的课堂上演示点评学生提交的几个代表性的结论。

问题:求解二维平面内在固定和周期性边界条件下的 a) 单一电荷、b) 一对电偶极子、c) 两对电偶极子的电势分布,利用计算机数值模拟实现。计算模拟区域: $L_x = [-2, 2]$, $L_y = [-1, 1]$; 边界条件: x 方

向周期性边界，y 方向固定边界。

考查这个问题的核心是求解以下泊松方程：

$$\nabla^2 \psi = -\frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \nabla^2 = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2}$$

$$\rho = \sum_{i=1}^4 q_i \delta(x-x_i, y-y_i)$$

$$\nabla^2 \tilde{\psi} = -\sum_{i=1}^4 \tilde{q}_i \delta(x-x_i, y-y_i), \quad \tilde{q}_i = \frac{q_i}{e}, \quad \tilde{\psi} = \frac{\psi \epsilon_0}{e}$$

上述公式中的 ψ 、 ρ 分别是电势和电荷密度， q_i 是电荷量。 \tilde{q}_i 、 $\tilde{\psi}$ 分别是归一化的电荷和电势。

此题涉及粒子电荷网格分配和求解泊松方程的迭代算法，多重网格迭代计算有众多代码选择，我们在实际教学过程中提供学生求解泊松方程一段 Fortran 子程序代码，以便于学生后续参考，学生也可借助其他编程语言，但最终计算获得数据呈现的结果是一致的。

我们从学生提交的解答中，选择富有代表性的结论，在课堂上展示数值模拟结果，运用学校多媒体计算中心平台上提供的 Matlab 将计算得到的数据进行可视化处理，得到以下几种电荷分布下的电势，见图 1~5 所示。为便于叙述，带电粒子所处的位置坐标和电荷量值以 $q(x, y) = 1$ 或 -1 表示，见于图中的参数体现。图 1 和图 2 分别给出了单一粒子电荷和一对电偶极子在周围空间中的电势分布，图 3~5 所示为两对电偶极子放于不同位置时的电势分布，这些图示与教科书上的一些示例插图相近，很直观地带给学生一种油然而生解决问题的成就感。原先没有参与项目的学生在课后也纷纷表示要认领新的计算模拟图像任务，此时他们不再关注有无课程平时成绩，而更在意的是想证明自己也有这个熟练运用计算机编程解决实际问题的能力，学生的学习积极性明显提高，课堂教学也变得更有吸引力，计算机图像模拟教学取得了初步成效。

总之，学生运用计算机解物理问题过程中，随时都会提出各种疑惑要求解答，这就对教师的业务素质提出了较高的要求，教师除了掌握物理领域知识外，还需具备相对较高的计算机编程指导能力。通过实施计算机图像模拟教学后，学生能熟练地掌握计算机编程技巧，培养了解决问题的实践能力，而教师在不断地给学生解惑过程中，教学探究能力得到了有力提升，整个教学过程完整地达成了师生“教学相长”的效果。

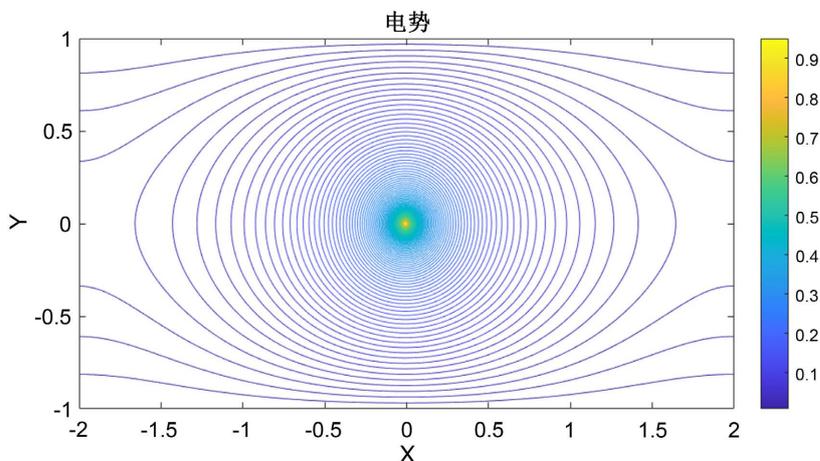


Figure 1. Electric potential distribution for a single charge with $q_1(0, 0) = 1$
 图 1. 单一电荷 $q_1(0, 0) = 1$ 的电势分布

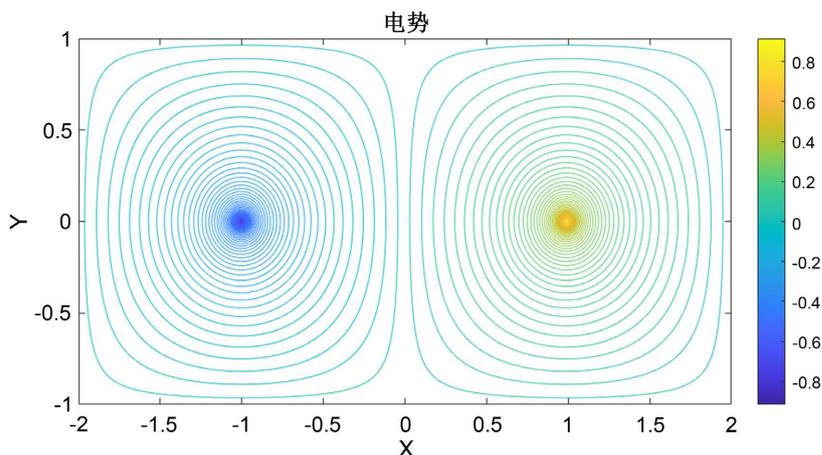


Figure 2. Electric potential distribution for an electric dipole $q_1(0, 0) = 1$ and $q_2(-1, 0) = -1$
图 2. 一对电偶极子 $q_1(0, 0) = 1$, $q_2(-1, 0) = -1$ 的电势分布

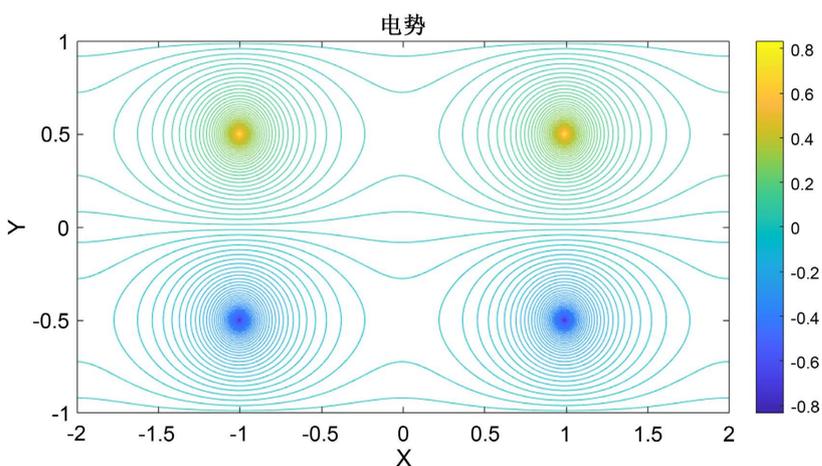


Figure 3. Electric potential distribution for two pairs of electric dipoles corresponding to $q_1(1, 0.5) = 1$, $q_2(-1, 0.5) = 1$, $q_3(-1, -0.5) = -1$, $q_4(1, -0.5) = -1$
图 3. 对应 $q_1(1, 0.5) = 1$, $q_2(-1, 0.5) = 1$, $q_3(-1, -0.5) = -1$, $q_4(1, -0.5) = -1$ 的两对电偶极子电势分布

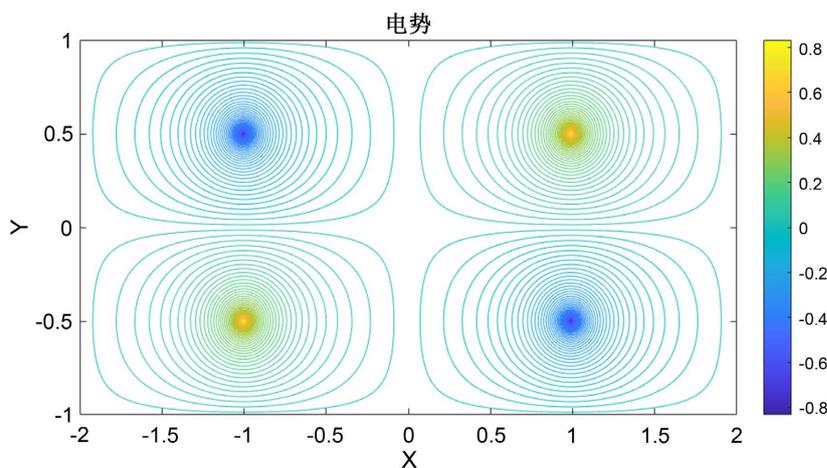


Figure 4. Electric potential distribution for two pairs of electric dipoles corresponding to $q_1(1, 0.5) = 1$, $q_2(-1, 0.5) = -1$, $q_3(-1, -0.5) = 1$, $q_4(1, -0.5) = -1$
图 4. 对应 $q_1(1, 0.5) = 1$, $q_2(-1, 0.5) = -1$, $q_3(-1, -0.5) = 1$, $q_4(1, -0.5) = -1$ 的两对电偶极子电势分布

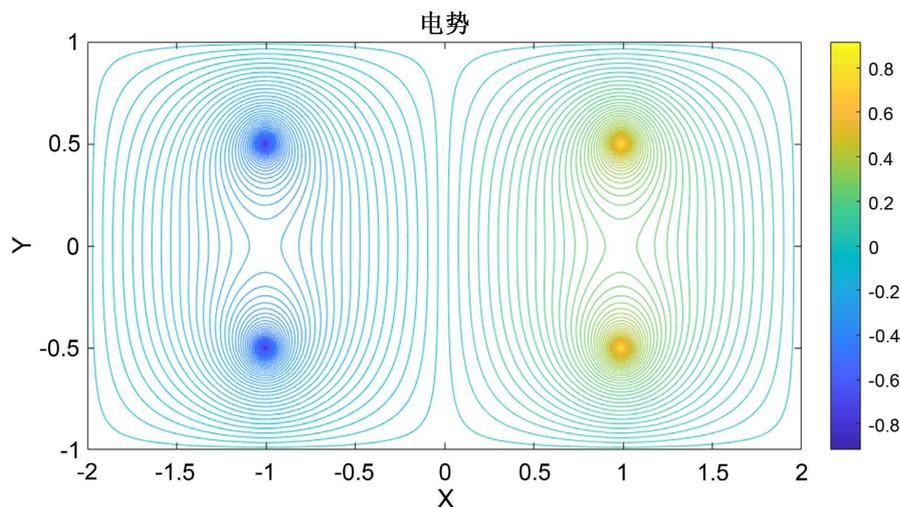


Figure 5. Electric potential distribution for two pairs of electric dipoles corresponding to $q_1(1, 0.5) = 1, q_2(-1, 0.5) = -1, q_3(-1, -0.5) = -1, q_4(1, -0.5) = 1$

图 5. 对应 $q_1(1, 0.5) = 1, q_2(-1, 0.5) = -1, q_3(-1, -0.5) = -1, q_4(1, -0.5) = 1$ 的两对电偶极子电势分布

4. 总结

本文就大学物理教学过程中利用计算机图像模拟的教学手段可行性、应用和意义，以及深化教学改革的重要性进行了探讨，并就一般工科院校大学物理教学实践中利用计算机模拟物理图像的教学手段可能出现的一些问题，做了简要分析并提出一些解决方法。通过初步教学实践表明，实施计算机图像模拟教学，提高了学生的学习兴趣和学习效果，同时也提升了教师的教学探究能力。

基于计算机图像模拟的大学物理教学研究为大学物理教学提供了新的思路和方法，为学生提供了一个直观、生动的学习平台，有助于学生深入理解物理规律，提高学习效果。随着计算机技术的不断发展，计算机图像模拟技术将在大学物理教学中发挥越来越重要的作用。我们应充分利用这一技术，不断创新教学方法和手段，培养更多的具有创新精神和实践能力的高素质人才。期待在未来的大学物理教学中，有更多教育工作者能够关注这一领域的发展动态，积极探索和实践基于计算机图像模拟的大学物理教学方法，为推动我国物理教育事业进步和发展贡献力量。

致 谢

感谢中国计量大学 2020 年浙江省线下一流课程《大学物理》(376)。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目 2022 年第二批立项项目“现代信息技术下的大学物理师资培训探索”(编号: 220705876220417)。

参考文献

- [1] 张星辉. 在大学物理教学中使用 Matlab 制作图像和动画的几个实例[J]. 大学物理, 2004(9): 59-62.
- [2] 王素霞, 王殿宾. 多媒体计算机在物理教学中的优势[J]. 中国科技信息, 2007(2): 252-253.
- [3] 吴能芝. 计算机模拟辅助大学物理教学的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2007.
- [4] 吕波, 饶黄云. 大学物理教学中融入数值计算与模拟技术的研究[J]. 东华理工大学学报: 社会科学版, 2013, 32(1): 74-77.
- [5] 伊厚会, 姚延立. 大学物理教学中数值模拟实验的设计和研究[J]. 实验科学与技术, 2014, 12(1): 37-38, 54.