

利用 MATLAB 优化大学物理实验教学：方法与案例研究

许敏明 欧阳云

(河池学院数理学院, 广西 宜州 546300)

摘要: 通过具体的实验教学案例探讨了 MATLAB 在优化大学物理实验教学中的应用。数据收集、处理和分析过程显著提高了大学物理实验效率和数据精确性。MATLAB 的编程和模拟功能深化了学生对物理概念的理解, 进而提高解决复杂问题的能力。通过实施实验室活动和实验作业, 增强了教学互动性和学生参与度。研究表明, MATLAB 不仅优化了传统教学方法, 还通过模拟实验提供了探索复杂物理现象的安全环境。

关键词: MATLAB; 大学物理实验教学; 数据分析; 实验模拟; 教学互动性

大学物理实验教学在大学物理教育中占据核心地位, 大学物理实验有助于学生理解物理概念并培养科学思维及实验技能。传统教学中的设备局限性、数据处理简单化和学生参与度不足等, 使得课堂教学效果一般, 限制了学生能力的发展。MATLAB 作为先进的计算工具, 提供了强大的数据分析和模拟能力, 是大学物理实验教学的理想选择。本文探讨如何利用 MATLAB 改进数据处理流程、增加实验互动性及可视化, 以提升学生学习体验和技能。通过具体的教学案例, 展示了 MATLAB 在从基础到高级物理实验中的应用效果, 结合 Matlab 的大学物理实验教学将显著提高物理教育质量, 提高学生解决问题和思考问题的能力。

一、教学方法和实验设计

(一) 实验流程与 Matlab 应用

利用 MATLAB 案例分析具体的大学物理实验的设计、数据收集、处理和分析过程, 以提高教学效率和学生的参与度。实验前, 教师确保所需的 MATLAB 工具箱已安装并运行正常, 并向学生提供 MATLAB 基础教程, 介绍基本操作和数据分析, 保障学生能顺利进行实验。数据收集依赖于能与 MATLAB 直接连接的传感器和数据采集设备, 实时传输数据至 MATLAB 环境; 对于无法自动收集数据的实验, 学生需手动输入数据以供后续分析。数据导入 MATLAB 后, 学生使用 MATLAB 内建函数和工具箱进行数据处理, 如数据选择、数学运算和统计分析, 并学习应用 MATLAB 进行信号处理和图像分析。

(二) 实验案例

1. 动力学实验

在动力学实验中, 学生的主要任务是分析物体在不同力的作用下的运动轨迹。实验开始前, 教师会向学生介绍实验设备, 包括视频捕捉设备的设置与操作。学生需要使用这些设备记录目标物体的运动情况, 例如滑块在斜面上的运动、弹簧振子的振动或者摆的运动。

录制完成后, 学生将视频导入 MATLAB 环境, 使用 Image Processing Toolbox 进行数据处理。首先, 学生会学习如何从视频中提取每一帧, 然后利用图像识别技术识别并追踪物体的位置。MATLAB 工具箱提供的函数可以帮助学生快速定位物体的中心, 从而提取出精确的位置数据。

接下来, 学生使用这些位置数据来计算物体的速度和加速度, 绘制出运动轨迹图。通过 MATLAB 的数据拟合工具, 学生将理论模型的预测轨迹与实际观测到的轨迹进行比较。这一步不仅让学生能够验证物理定律, 如牛顿运动定律, 还能让他们实际操作统计误差分析, 理解实验数据中的不确定性和误差来源。

最终, 学生将撰写实验报告, 其中包括实验过程的详细描述、

数据处理的方法、结果图表以及理论模型与实际结果的对比分析。这个实验不仅加深了学生对动力学原理的理解, 还锻炼了他们使用 MATLAB 进行科学计算和数据分析的能力, 为将来解决更复杂的物理问题奠定了基础。

2. 电路实验

在电路实验中, 学生们将使用 MATLAB 的 Simulink 工具进行电路设计模拟和响应分析, 这是一种强大的图形编程环境, 用于模拟动态系统, 特别适用于电路设计。实验的第一步是教学团队向学生介绍 Simulink 的基本操作和界面, 包括如何搭建电路模型以及如何设置各个电路元件的参数。

学生首先在 Simulink 中选择需要的电路元件, 如电阻、电容、电感以及电源, 并将这些元件通过拖放方式组合成所需的电路图。例如, 学生可能需要设计一个简单的 RC (电阻 - 电容) 低通滤波器或 RLC (电阻 - 电感 - 电容) 振荡电路。完成电路搭建后, 学生将设置适当的输入信号, 如正弦波、方波或脉冲信号, 并运行模拟以观察电路的动态响应。

通过 Simulink 的可视化工具, 学生可以实时观察电路的响应, 如电压和电流的变化, 以及如何随时间和配置的不同而变化。此外, Simulink 提供的数据分析工具允许学生进一步分析电路的频率响应和相位变化, 这对于理解复杂的电路行为非常有帮助。

实验的下一阶段, 学生将对他们的模拟结果与理论计算结果或先前的实验数据, 分析差异的可能原因, 如元件非理想性质的影响、模拟设置的误差等。这不仅帮助学生深入理解电路原理, 还训练了他们使用 MATLAB 进行技术计算和解决问题的能力。

最后, 学生需要撰写详尽的实验报告, 包括电路设计图、模拟设置、观察到的结果和理论对比分析, 以及实验中遇到的问题和解决方案。通过这种方式, 电路实验不仅提升了学生的理论知识和实验技能, 还增强了他们运用现代工程工具解决实际问题的能力。

3. 热力学实验

在热力学实验中, 学生们将使用 MATLAB 来模拟和分析热交换过程, 这是理解热力学基本原理的重要部分。实验的起点是教师介绍 MATLAB 环境中用于数值模拟的基本工具和方法, 特别是如何使用 MATLAB 处理热力学问题, 包括热传导、对流和辐射。

学生将首先定义一个简单的热交换模型, 如一维或二维热传导问题, 在 MATLAB 中建立相应的数学模型。这通常包括设置初始和边界条件, 如固定温度边界、绝热边界或定义环境温度。使用 MATLAB 的偏微分方程求解器, 学生将数值求解热传导方程, 模拟例如金属棒或墙体在外部温度作用下的温度分布。

接下来, 学生将扩展这些基本模型, 探索更复杂的系统, 如热交换器或带有强制对流的冷却系统。在这些模型中, 学生需要

考虑流体的流动特性和热量传递的复杂相互作用。通过 MATLAB 的流体动力学和热力学模块,学生可以模拟冷却液通过管道流动时的温度变化,以及热交换器中热效率的计算。

通过这些模拟实验,学生不仅能观察到热量在不同介质中的传递效果,还可以分析不同设计参数对系统热效率的影响。例如,改变管道的长度、直径或材料属性,学生可以直观地看到这些变化如何影响热交换效率。

此外,学生将使用 MATLAB 进行数据分析和图形化展示,比如绘制温度分布图和热流线图。这有助于他们更好地理解热力学过程,并将理论知识与实际应用联系起来。

最终,学生需要撰写实验报告,详细记录模拟过程、结果分析以及他们对热力学系统设计和优化的见解。通过这种实验方式,学生可以深入理解热力学原理,同时培养使用先进数值工具进行工程分析的能力。这不仅提高了学生的学习效果,也为他们未来在工程技术领域的职业生涯打下了坚实的基础。

4. 光学实验

在光学实验中,学生将使用 MATLAB 来分析干涉和衍射现象的数据,这些现象是光学的基本概念,并提供了深入理解光波性质的重要手段。实验的初步步骤包括设置干涉仪和衍射装置,如双缝实验装置,以及使用光源如激光来产生清晰的干涉图样和衍射图样。

实验数据的收集主要通过将干涉和衍射产生的光图样捕捉到 CCD 相机或其他高分辨率图像捕捉设备中。收集到的图像随后被导入到 MATLAB 中,学生使用 Image Processing Toolbox 进行初步处理,包括图像的去噪、对比度增强以及图像二值化,这些步骤有助于更清晰地分辨出干涉条纹和衍射图样的细节。

接下来,学生利用 MATLAB 进行更深层次的分析,如通过图像分析技术测量条纹间距、计算条纹的位置和强度等。对于衍射实验,学生将计算衍射图案中各级衍射极大和极小的角位置,从而确定波长和其他相关光学参数。

此外, MATLAB 中的 Curve Fitting Toolbox 允许学生拟合实验数据到理论模型上,比如将实验测得的光强分布与理论预测的分布进行比较。通过这种方式,学生不仅能验证基本的波动光学理论,如干涉和衍射公式,还能通过实际操作学习到如何处理和分析实验数据。

最后,学生将整合他们的分析结果和学习心得撰写实验报告,这份报告应包括实验设置的描述、数据处理和分析方法、结果图表以及他们对结果的解释和讨论。这个过程不仅加深了学生对光学原理的理解,还提升了他们使用 MATLAB 进行科学研究的能力,这对于未来在科研或工程领域的职业发展都是极为宝贵的经验。

二、实施和评估

为了有效地将 MATLAB 整合进物理实验教学,我们采用了多种策略以确保教学方法的多样性和互动性。首先,我们设计了以 MATLAB 为中心的工作坊,旨在训练学生基本的 MATLAB 操作和编程技巧,以便他们能够在实验中熟练地应用这些技能。此外,在常规的实验室活动中,学生被要求使用 MATLAB 来进行数据收集、处理和分析,从而提高他们的实验技术和数据分析能力。最后,我们鼓励学生参与以 MATLAB 为基础的项目,这些项目要求他们独立设计实验、收集和分析数据,以解决具体的物理问题。

评估 MATLAB 在物理实验教学中的效果涉及多个维度。首先,我们通过学生的直接反馈来评估他们对使用 MATLAB 学习物理的态度和满意度。通过问卷调查和访谈收集反馈,了解学生对于使

用这一工具的看法和任何面临的挑战。其次,我们评估学习成果,主要通过考核学生在实验报告和项目中的表现,以及通过比较实验前后的测试成绩来量化学习进步。此外,实验结果的质量也被用来评估 MATLAB 对提高数据分析精度和实验效率的影响。

三、讨论

从实施和学生反馈的初步分析来看,引入 MATLAB 显著提高了学生在物理实验中的参与度和动手能力。学生报告说,通过使用 MATLAB,他们能更深入地理解物理概念和更精确地处理实验数据。然而,也面临一些挑战,如学生在初学 MATLAB 时的学习曲线较陡,以及将课程内容与软件操作有效结合的需要。对此,持续的教师支持和逐步引导成为了成功整合 MATLAB 的关键因素。

这种基于 MATLAB 的物理实验教学改革的提升不仅提升了物理学学科的教学质量,还为其他科学领域提供了可行的教学模式。例如,化学、生物学和工程学等领域,都可以采用类似的方法来利用 MATLAB 或其他科学计算软件提高教学效果和学生的实验能力。长远来看,这种跨学科的教学方法可能会促进更广泛的教育改革,提高科学教育的整体质量和效率。

四、结论

本文探讨了 MATLAB 在大学物理实验教学中的应用,发现其显著提高了数据处理的效率和精度,使学生能迅速准确地分析实验数据。MATLAB 的图形化界面和计算功能简化了复杂数据的分析,加深了学生对物理概念的理解,并通过编程和模拟元素增强了学生的实验设计能力和问题解决技能。此外, MATLAB 提高了教学的互动性和灵活性,特别是在模拟环境中进行实验,为成本高或存在安全风险的实验提供了安全无风险的替代方案。未来研究可以将 MATLAB 与虚拟现实(VR)或增强现实(AR)技术结合,以创造更为沉浸式的学习体验,模拟更复杂的物理实验环境。为了有效利用这些技术,应开发更多针对教师的培训课程,确保教师能够熟练使用 MATLAB 及其他技术工具,从而更好地指导学生并提升物理教育的质量。

参考文献:

- [1] 薛山. MATLAB 基础教程. 北京: 清华大学出版社, 2022.
- [2] 范玲玲, 圣宗强. 大学物理实验教学中 Matlab 应用研究的综述报告 [J]. Creative Education Studies, 2020 (8): 147.
- [3] 胡俊微, 帅晓红. Matlab 在物理教学中应用的研究综述 [J]. 物理通报, 2022, 41 (4): 157-161.
- [4] 苏彦涛, 宋家琪, 于永芹. Matlab APP Designer 在大学物理机械波可视化教学中的运用 [J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5 (2): 25.

基金项目: 1. 2022 年度河池学院校级教改项目, 地方应用型高校基于 MATLAB app designer 的大学物理实验数据动态处理系统设计及应用, 2022EB007.

2. 2022 年度广西高等教育本科教学改革工程项目一般项目 A 类, 地方院校“高等数学”课程思政教学改革的研究与实践, 2022JGA309.

3. 2022 年度教育部产学合作协同育人项目, 基于“雨课堂”的地方高校大学物理课堂教学改革与实践项目, 22050695082621.

作者简介: 许敏明 (1976—) 男, 汉族, 广西崇左人, 河池学院数理学院, 副教授, 研究方向为理论物理。

通讯作者: 欧阳云 (1982—), 女, 汉族, 江西萍乡人, 河池学院数理学院, 副教授, 研究方向为应用数学。