

基于思维可视化的“平抛运动规律” 实验教学设计

谢李想 梅孝安

湖南理工学院物理与电子科学学院，岳阳

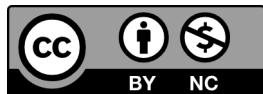
摘要 | 传统探究平抛运动特点的实验教学存在直观性不足、学生参与度低等问题。本文引入思维可视化的思想，并结合视频跟踪分析软件Tracker，对“实验：探究平抛运动的特点”进行了创新设计。该设计能提升学生的科学思维和探究能力，增强学生对物理规律的理解和应用能力，同时培养学生的创新精神和团队协作能力。

关键词 | 思维可视化；Tracker软件；高中物理实验；核心素养

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

随着新课程改革的深入推进和信息技术的快速发展，高中物理教学方法正经历着深刻变革。高中物理课程中，许多重难点知识因其具有抽象性和逻辑性，给学生的学习和理解带来了挑战^[1]。为了克服这些困难，本研究引入了思维可视化的教学方法，旨在通过图示、图表、模拟动画等手段，将抽象的物理概念和规律转化为具体、可感知的信息，帮助学生更好地理解和掌握物理知识。

立足于课程标准和教材，从基础性要求出发引领学生探究平抛运动的规律，然而教材中的传统实验存在明显不足，学生在观察和判断上都存在困难，难以形成深刻认知。在此基础上，有很多改进之后的实验教学的方法或方案，如平抛运动实验仪描点法、水流法、频闪照相法、传感器与计算机轨迹描绘法及Tracker软件视频分

析法等^[2]。这些改进方案在教学实践中面临以下挑战：

（1）技术层面：传感器、Tracker等方法依赖设备与软件，普及率不均衡；（2）直观性：计算机生成轨迹或静态照片削弱动态过程的可观察性；（3）操作复杂度：描点法、视频分析等流程繁琐，挤占课堂有效时间；（4）误差控制：描点拟合、视频标点等环节易引入人为误差。

总体而言，当前平抛运动教学呈现传统方法存在缺陷，技术改进受客观条件限制的特点。教师常需根据学校资源选择教学方案，克服成本、操作难度及直观性不足等问题；解决如何平衡实验的准确性、思维可视化效果及学生可参与性的核心矛盾^[3]。

2 思维可视化的功能及其应用

思维可视化是将抽象思维过程以直观形式呈现的教学方法。它利用图示、图表、思维导图等工具，将复杂

基金项目：2023年湖南省普通高等学校教学改革研究项目（湘教通〔2023〕352号，立项编号：HNJG-20230849）。

作者简介：谢李想（第一作者）（2004-），女，湖南岳阳人，硕士研究生，研究方向：中学物理教学；梅孝安（通讯作者）（1973-），男，湖南岳阳人，副教授，硕士生导师，研究方向：物理实验与物理教学方法。

文章引用：谢李想，梅孝安. 基于思维可视化的“平抛运动规律”实验教学设计[J]. 教育研讨, 2025, 7(12): 1265-1270.

<https://doi.org/10.35534/es.0712236>

的物理概念、规律及其内在联系清晰地展示给学生，帮助学生形成清晰的物理思维框架^[4]。

思维可视化的主要功能包括：（1）具体化与形象化：将抽象的物理概念和规律转化为具体、可感知的图像或图表，便于学生理解和记忆；（2）知识结构化：通过思维导图等工具，帮助学生理清知识间的联系，建构物理知识体系；（3）学习迁移：引导学生发现知识间的联系，促进知识的迁移和应用，提高解决实际问题的能力。

思维可视化在高中物理教学中应用广泛，包括但不限于以下方面：（1）新课导入：通过直观的图示或动画激发学生的学习兴趣，为后续教学奠定基础；（2）实验教学：辅助课堂实验开展，提高学生的实验观察和分析能力；（3）重难点知识教学：帮助学生建立物理模型，从本质上理解核心知识；（4）习题教学：细化解题步骤，展现思维过程，便于教师发现问题并进行针对性指导；（5）知识归纳总结：帮助学生构建知识框架，查漏补缺，提高学习效率。

3 “实验：探究平抛运动的特点”教学设计

3.1 教材分析

本节内容选自人教版普通高中物理必修二“探究平抛运动的特点”。该实验属于高中物理必修课程的必做实验，旨在通过实验探究平抛运动的规律，培养学生的实验探究能力和数据分析能力。本节课编排在“运动的合成与分解”之后、“抛体运动的规律”之前，在知识体系中起到承上启下的重要作用。

通过本节课的学习，学生将掌握平抛运动的基本概念和规律，学会运用运动合成与分解的方法分析平抛运动。同时，本节课还将培养学生的科学思维能力和团队协作精神，为后续学习复杂的曲线运动奠定基础。

3.2 学情分析

学生在学习本节课前，已经具备了一定的物理基础知识储备。通过必修一的学习，学生已经掌握了力与运动的关系、牛顿运动定律、匀速直线运动及自由落体运动等基本概念和规律。此外，学生在日常生活中接触过许多抛体运动的实例，如打篮球、套圈、折纸飞机等，这些生活经验为理解平抛运动提供了丰富的感性认识基础^[5]。

然而，学生在设计实验、解释实验现象和分析实验数据等方面仍存在一定困难。因此，在教学过程中，教师需要注重引导学生参与实验设计，培养其实验探究能力和数据分析能力。同时，需要关注学生的思维障碍点，及时给予针对性指导和帮助。

3.3 教学目标

根据教材分析和学情分析，本节课的教学目标可以确定为以下几个方面。

（1）物理观念

理解平抛运动的基本概念和规律，明确其运动轨迹和受力特点；建立运动的合成与分解的物理观念，认识到平抛运动可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动。

（2）科学思维

学会运用分析、推理、综合等科学思维方法，对平抛运动进行分析和研究；通过实验探究和数据分析，培养创新思维和批判性思维。

（3）科学探究

经历提出问题、猜想与假设、设计实验、收集数据、验证实验等科学探究过程；提升实验操作能力、数据分析能力和交流合作能力。

（4）科学态度与责任

培养严谨认真、实事求是的科学态度和精神；引导学生认识物理知识在实际应用价值，增强社会责任感和创新意识。

3.4 教学重难点

（1）教学重点

理解平抛运动的概念和规律，掌握运动的合成与分解方法。

（2）教学难点

实验操作的准确性和规范性；实验现象的解释和实验数据的分析；利用平抛运动规律解决实际问题。

3.5 教学过程

本教学设计围绕“创设情境、建立模型、探究分运动特点、获取轨迹、总结规律、学以致用”的思路展开，使学生能够直观地观察和分析平抛运动（如图1所示）。

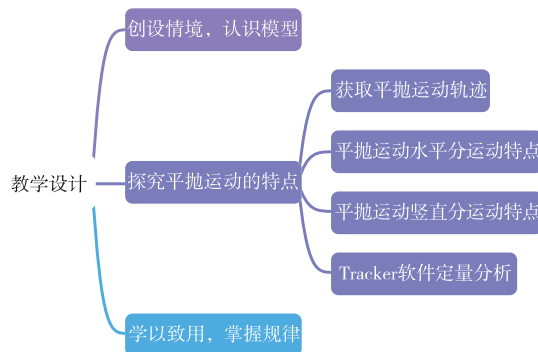


图1 教学设计环节

Figure 1 Instructional design process

3.5.1 创设情境，引入新课

活动设计：教师展示刀削面的视频或图片（如图

2所示),引导学生观察削出的小面团落入锅中的运动过程。

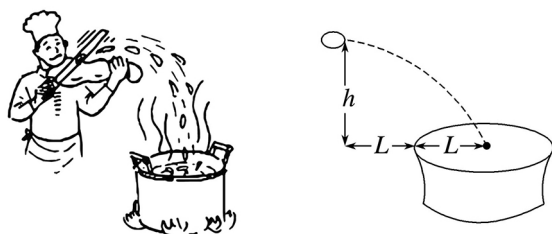


图 2 刀削小面团的运动模型

Figure 2 Motion model of shaving small dough pieces

问题引导: (1) 小面团开始运动时的速度大小和方向如何? (2) 小面团在运动过程中受到哪些力的作用? (3) 小面团的运动轨迹是怎样的? 它做何种运动?

目的意图: 通过生活实例引入平抛运动概念, 激发学生的学习兴趣 and 探究欲望。同时, 通过问题引导, 帮助学生初步了解平抛运动的基本特点。

3.5.2 实验探究, 分析规律

实验一: 探究平抛运动水平分运动特点

实验设计: 如图3所示, 使用双轨平抛运动实验仪, 小球到达斜槽末端后, 上轨小球A做平抛运动, 下轨小球B做匀速直线运动。首先调节水平仪使轨道水平, 接着接通电源并闭合开关, 将两小球分别吸附在两轨道斜槽上固定的电磁铁上(两电磁铁相对斜槽末端的高度保持一致, 确保两小球到达斜槽末端时的速度相同)。断开开关, 电磁铁磁性消失, 两小球同时开始运动, 教师引导学生观察两小球的运动轨迹。学生能够发现, 小球A从上轨末端滑出后总能击中小球B。教师改变固定电磁铁相对斜槽末端的高度(即改变两小球从斜槽释放的高度), 重复实验, 实验结果相同, 排除了偶然性。

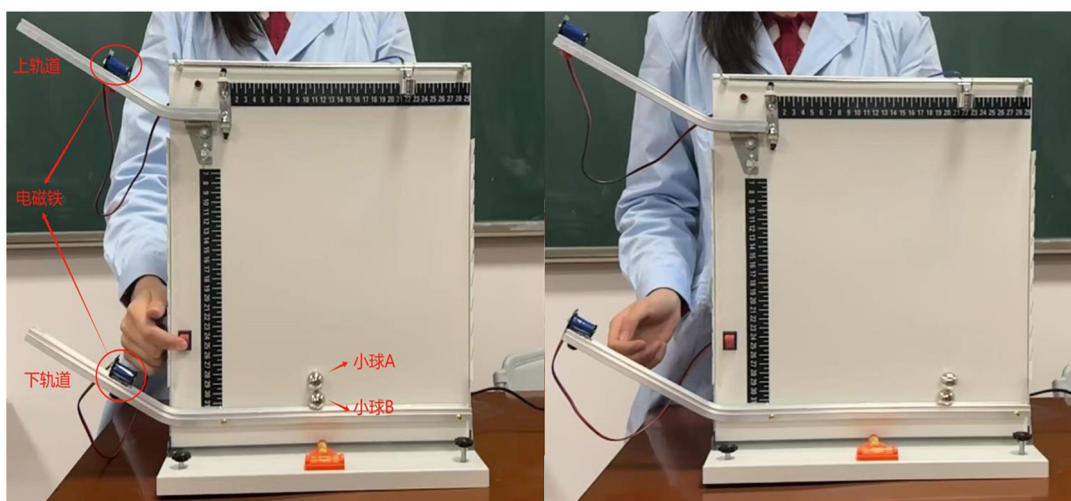


图 3 水平方向上运动对比

Figure 3 Comparison of motion in the horizontal direction

实验分析: (1) 为什么小球A总能恰好击中小球B? (2) 这说明平抛运动的水平分运动具有什么特点?

两小球从斜槽的同一高度滚下, 到达斜槽末端时具有相同的水平初速度, 小球A做平抛运动, 小球B做匀速直线运动; 改变释放的高度后, 小球的水平初速度发生变化, 小球A总能击中小球B, 说明小球A在水平方向的位移与小球B是一致的, 即在水平方向上做与小球B速度相同的匀速直线运动。同时说明, 重力并未影响小球A水平方向的运动, 小球A水平分运动是独立的。

结论总结: 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动, 速度保持不变。

实验二: 探究平抛运动竖直分运动特点

实验设计: 如图4所示, 使用双轨平抛运动实验仪和光电门, 上轨小球A做平抛运动, 同时释放做自由落体运动的小球C。参照实验一操作步骤, 将小球A吸附在轨道斜槽上固定的电磁铁上, 小球C吸附在右侧电磁铁上, 小球C的竖直高度与上轨斜槽末端的竖直高度保持一致。上轨末端有一个光电门, 当小球A通过光电门时, 系统立刻释放小球C。教师引导学生观察两小球的运动状态, 同时听小球落下来砸在挡板上的声音, 多感官结合, 如果只听到砰的一声, 说明两小球几乎同时落在挡板上。此外, 可利用手机慢动作功能拍摄两小球的运动过程, 方便后续对比分析。可以发现两小球在下落过程中的竖直高度总是保持在同一水平线上。



图 4 竖直方向上运动对比

Figure 4 Comparison of motion in the vertical direction

实验分析：（1）为什么下落过程中小球A总与小球C在同一水平线上？（2）这说明平抛运动的竖直分运动具有什么特点？

小球A与小球C从同一高度同时开始下落，小球A做平抛运动，小球C做自由落体运动。下落过程中小球A与小球C总在同一水平线上，说明小球A在竖直方向上的运动与小球C相同，也即竖直方向做自由落体运动。小球A水平方向上的速度不影响其竖直方向上的运动，小球A在竖直分运动也是独立的。

结论总结：平抛运动在竖直方向上做自由落体运动，加速度为重力加速度 g 。

实验三：运用Tracker软件定量分析

实验一和实验二虽然能让学生直观观察到平抛运动水平和竖直两个方向的分运动特点，但还需引入动态轨迹分析软件Tracker进行定量分析，才能让学生能够更好地接受这一结论，同时培养其严谨认真、实事求是的科学态度和精神。

实验设计：如图5所示，教师进行实验操作，学生配合用手机慢动作功能录制视频。运用双轨平抛运动实验仪，使小球从斜槽上由静止滑下，做标准的平抛运动。

接着教师将录制好的视频导入Tracker软件，分析小球的运动，得到可视为质点小球的位移、速度、加速度等信息。

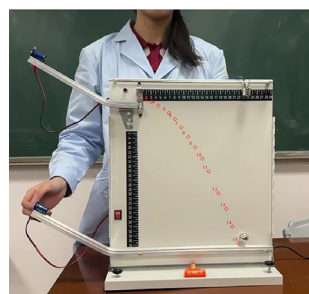


图 5 小球平抛运动轨迹描点

Figure 5 Describing points on the trajectory of a small ball in horizontal projectile motion

数据分析：如图6所示，利用Tracker软件对采集到的小球运动数据进行深入分析，绘制运动轨迹图（ $y-x$ ）、水平位移—时间图（ $x-t$ ）和竖直位移—时间图（ $y-t$ ）等。通过图表分析，进一步验证平抛运动的规律。

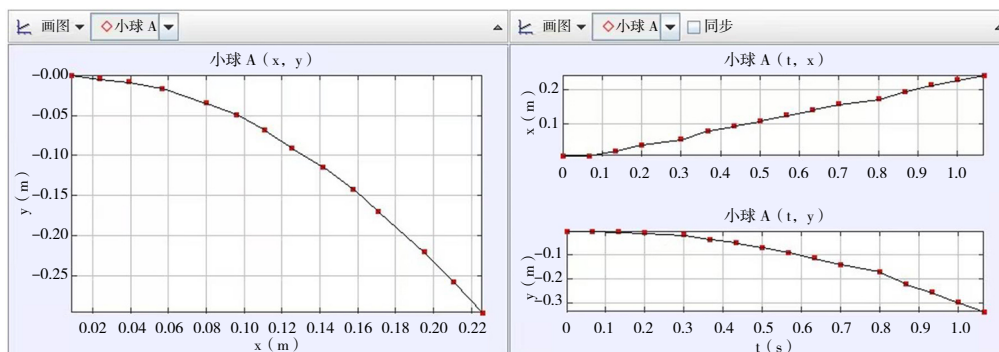


图 6 $y-x-x-t/y-t$ 函数拟合图像

Figure 6 $y-x/x-t/y-t$ function fitting image

结论总结：通过Tracker软件的定量分析，进一步验证了平抛运动在水平方向做匀速直线运动、竖直方向做自由落体运动的结论。同时，学生也学会了利用现代技术手段进行物理实验数据分析的方法。

3.5.3 学以致用，解决实际问题

活动设计：以“刀削小面团”为例，引导学生思考：如何控制小面团被削出时的速度大小和方向，才能确保其能够顺利落入锅中？学生可以分组讨论，并设计实验方案进行验证。

目的意图：通过解决实际问题的活动，帮助学生将所学的物理知识应用于实际生活。同时，通过实验操作和数据分析过程，进一步巩固学生对平抛运动规律的理解和应用能力。

3.5.4 总结反思，提升素养

总结回顾：教师引导学生回顾本节课的学习内容和探究过程，总结平抛运动的基本概念、规律，以及实验探究的方法和技巧。

反思提升：鼓励学生分享自己的学习体会和收获，提出学习过程中遇到的问题和困惑。教师对学生的反馈提供针对性指导，促进学生学科素养全面提升。

4 实验效果评价和反思

4.1 实验效果评价

本次实验教学实施取得了显著的教学效果，具体表现在以下方面：（1）学生参与度提高：引入了思维可视化的教学方法和Tracker软件等现代技术手段，学生对实验的兴趣和参与积极性显著提高；（2）实验探究能力增强：通过经历提出问题、猜想与假设、设计实验、收集数据、验证结论等科学探究过程，实验探究能力得到了有效提升；（3）物理观念深化：通过实验探究和数据分析，学生对平抛运动的基本概念和规律有了更深入的理解；（4）科学思维培养：在实验过程中，学生运用分析、推理、综合等科学思维方法解决问题，培养了其创新思维和批判性思维。

4.2 教学反思

虽然本次实验教学效果显著，但也存在一些不足之处，具体反思如下：（1）设备限制：由于实验设备的限

制（如部分手机慢动作拍摄效果不够理想），部分实验数据的准确性受到一定影响。未来可以考虑采用更高清的摄像头等设备进行实验拍摄和数据分析。（2）时间控制：在实验探究过程中，部分学生在设计实验方案 and 进行数据分析时耗费了较长时间，导致整个教学节奏略显紧张。未来可以进一步优化实验设计流程和时间安排，确保教学过程更加顺畅高效。（3）个体差异：由于学生在物理基础知识储备和实验操作能力方面存在个体差异，部分学生在实验过程中遇到较大困难。未来可以更加注重因材施教和加强个性化教学辅导，帮助每位学生在实验中获得充分的发展和提升。

5 总结与展望

本次研究通过引入思维可视化教学方法和Tracker软件等现代技术手段，对“实验：探究平抛运动的特点”进行了创新设计。实践表明，该设计有效提升了学生的科学思维和探究能力，增强了学生对物理规律的理解和应用能力，培养了学生的创新精神和团队协作能力。未来研究将继续探索思维可视化在高中物理实验教学中的应用路径和策略方法，为提升高中物理教学质量和促进学生全面发展贡献更多力量。

参考文献

- [1] 吴亚满. 知识可视化在高中物理教学中的应用——以“力学”为例[J]. 中学物理教学参考, 2022, 51(15): 9-11.
- [2] 张尚锦. “探究平抛运动特点”实验的可视化[J]. 实验教学与仪器, 2024, 41(3): 46-48.
- [3] 翁秋扬, 戴颖, 黄志高. 基于Tracker软件的可视化定量物理实验教学设计——以“实验探究平抛运动的特点”为例[J]. 中学理科园地, 2024, 20(4): 61-64.
- [4] 汪薇. 思维可视化在高中物理教学中的应用[J]. 延边教育学院学报, 2021, 35(2): 170-171.
- [5] 汪建军, 冯中文. 学习进阶视域下的实验教学设计——以“实验：探究平抛运动的特点”为例[J]. 中学物理教学参考, 2022, 51(25): 30-33.

Experimental Teaching Design for Law of Projectile Motion Based on Thinking Visualization

Xie Lixiang Mei Xiao'an

School of Physics and Electronic Science, Hunan Institute of Science and Technology, Yueyang

Abstract: Traditional experimental teaching for exploring the characteristics of projectile motion faces challenges such as insufficient intuition and low student engagement. This paper introduces the concept of thinking visualization and, in conjunction with the video tracking analysis software Tracker, presents an innovative design for the Experiment: Exploring the Characteristics of Projectile Motion. This design enhances students scientific thinking and inquiry skills, deepens their understanding and application physical laws, and fosters their innovative spirit and teamwork abilities.

Key words: Thinking visualization; Tracker software; High school physics experiment; Core competencies