

Algodoo 在国内中学物理教学中的 研究与应用综述

王玲琦 李德安

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2022-03-01)

摘要:随着信息时代的到来,信息技术融入教学的趋势越来越猛烈,Algodoo 软件的仿真虚拟应用在物理教学的研究也备受关注.为了进一步发挥 Algodoo 软件在中学物理教学中的积极作用,笔者就梳理国内学者在2010年到2021年间对 Algodoo 软件在物理教学中的研究,总结 Algodoo 软件的研究成果,浅谈该软件在物理教学中的不足与建议,提出思考和展望,期望 Algodoo 能够在未来物理教学中的应用更广泛,功能能够更强大.

关键词: Algodoo 软件 物理教学 信息技术 虚拟仿真

1 引言

Algodoo 软件是瑞典 Algorix Simulation AB 公司推出的一款独特的 2D 仿真软件,其前身是瑞典一所大学计算机专业硕士 Emil Ernerfeld 为导师 Kenneth BodinPhun 写的一个名为 Phun 的程序,写该程序的目的是为了使物理教学和研究更直观有效,其英文名为“2D Physics Sandbox”即“二维物理沙盒”^[1]. Algodoo 软件在 Phun 的基础上为课堂教学做了优化,它为学生们带来了一个好玩的、卡通式的平台,鼓励学生发挥自己的创造力、动手能力和知识建构能力^[2]. Algodoo 软件的使用不需要了解复杂的编程知识,只需要通过绘制简单的物件就可以进行模拟仿真,还可以绘制图像;能够为学生提供直观、可视化的学习情境,帮助学生理解复杂的物理概念等,但笔者发现,Algodoo 软件在中学物理教学中的应用还比较小众,除去关注 Algodoo 软件的部分教师外,很多一线教师都对 Algodoo 软件了解甚

少, Algodoo 的有效功能没有得到应用和推广对于物理教学是一种资源损失.因此,本文对国内 Algodoo 的相关文献做个综述,旨在推广 Algodoo 软件在物理教学中的研究和应用.

通过在中国知网进行检索,将关键词定为“Algodoo”,截至2022年1月20日,可检索出40篇相关的文献.将关键词定为“Algodoo 物理”,可检索出37篇文献;其中34篇是物理教学相关文献,3篇硕士论文.如图1所示,Algodoo 软件在中学物理教育应用的文章于2010年开始发表,从2017年开始,期刊发表明显增多,但到2020年,期刊发表又处于低迷状态,然而到2021年期刊发表又一次大幅度增加.由此可见,Algodoo 软件在物理教育教学中的应用又慢慢地得到学者的青睐,也被广大一线教师所关注.

图1是该软件在物理教学中应用的研究文献数量随年份变化的情况.

作者简介:王玲琦(2000-),女,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理).

通讯作者:李德安(1974-),男,高级实验师,主要研究方向为中学物理实验教学.

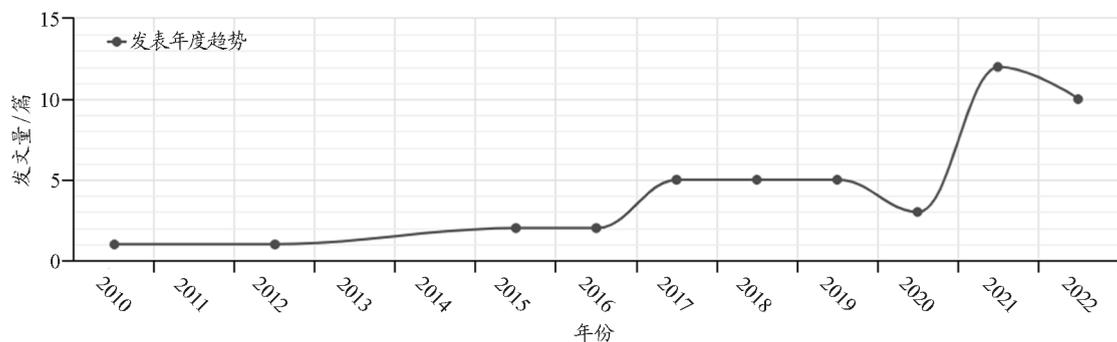


图1 Algodoo软件在物理教学中应用的研究文献数量随年份变化图

2 Algodoo软件在物理教学中应用的基本情况

通过查阅文献,总结出关于 Algodoo 软件的主要功能如下:

- (1) 能够精确模拟实验,直观观察到实验现象.
- (2) 能够创建各种物理元件,可以设置各元件及相关参数.
- (3) 能够模拟各物件在重力、浮力、空气阻力、摩擦力的相互影响下,实现精度较高的仿真实验.
- (4) 能够实时显示物体运动轨迹、受力和速度等物理特征量,使物理量的分析可视化.

利用 Algodoo 软件的功能,很多研究者将 Algodoo 软件与物理教学联系起来,通过对 Algodoo 在物理教学中的应用研究的 30 多篇文献进行通读,并对此进行梳理和分类,关于 Algodoo 软件功能的研究大体可分为以下几类:

- (1) Algodoo 在物理概念、规律教学中的辅助作用.
- (2) Algodoo 在物理问题解决中的作用.
- (3) Algodoo 在探究性问题中的辅助作用.
- (4) Algodoo 软件在物理实验教学中的辅助作用.
- (5) Algodoo 与其他仿真软件在物理教学中的优缺点比较研究.

2.1 Algodoo 软件在物理概念和规律教学中的辅助作用

这一类的研究是众多研究者所特别关注的.文献[3]中介绍了利用 Algodoo 软件调取光的色散,移动辐射笔照射在三棱镜上,让学生们观察三棱镜后的光,辅助学生理解光的色散的概念.

文献[4]介绍了利用 Algodoo 软件创建元件,并设置元件的有关参数,模拟行星的运动,并利用其实时记录物体运动轨迹,从而直观验证开普勒三大定律;不仅如此,还利用 Algodoo 软件选择所需的元件和设置特定的条件模拟简谐运动,绘制显示图像,得到物体简谐运动的振动图像;并且利用该软件新建场景,选取元件设置参数来得到两物体相互碰撞前后图像,验证动量守恒定律.

文献[5]注意到传统的光学实验的光路无法直接呈现,而且实验色光的种类有限,于是设计了利用 Algodoo 软件创建凸透镜,通过设置调节透镜的焦距和大小、折射率,创建一组平行光沿着主光轴方向穿过透镜,来演示凸透镜成像,补全了传统光学实验的不足,能够很好地观察到实验现象,总结得到凸透镜成像的规律.

文献[6]利用 Algodoo 软件创设情境,创建一个天花板与水平地面平行,建立一个圆,通过显示图表,设置坐标,则可以在小球下落过程中显示小球的动能、重力势能、总能量随时间的变化图像来验证自由落体运动中的机械能守恒,同样的,还利用创设斜面、钢球,来验证斜面中的机械能守恒;不仅如此,文献[6]还利用 Algodoo 软件来创建天花板、绳子、钢球来验证单摆实验中机械能守恒.

文献[7]注意到在高中“布朗运动”这一课题对于传统课堂而言,基本上采用讲授法,或者借助视频或者物理学史来进行授课,由于布朗运动只有在显微镜下才能观测得到,而由于大多数学校实验设备有限,学生能够观测到布朗运动的可能性不大,发现用 Algodoo 软件辅助课堂教学,能较为直观地建立一系列参数多变的物理模型,经过一系列可视化处

理,显示悬浮微粒的运动轨迹,从而模拟分子层面微观粒子无规则运动引起的布朗运动,帮助学生“看到”并理解知识.

文献[8]讲到在高中物理教学中,牛顿第一定律中的理想斜面在实际生活中不存在,所以无法进行理想斜面实验,借助 Algodoo 软件就可以模拟理想斜面,并且利用其“显示图表”的功能让学生定性地认识到,当接触面摩擦力为零时,即无限光滑时,小车真的能够一直运动下去,让学生对于物体的运动不需要力来维持有更深层次的理解.

文献[9]介绍了利用 Algodoo 来创设所需要的情境,模拟无推力和有推力两种情境,帮助学生理解静摩擦力的本质:弹力的水平方向的合力就是宏观上的静摩擦力,这就能解释静摩擦力随水平外力的增大而增大的原因.

2.2 Algodoo 软件在物理问题解决中的作用

文献[1]注意到利用 Algodoo 能够创设所需要的情境,能够使得建立模型的过程更加生动.该文献以江苏高考题为例,阐述了运用 Algodoo 创建题目所需的情境,帮助学生建立“摆线”模型(图2).

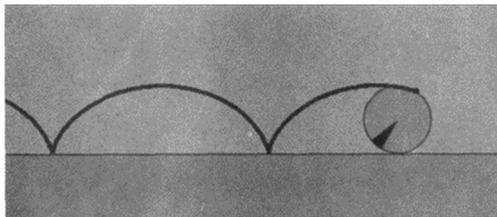


图2 基于 Algodoo 模拟“摆线”模型

文献[10]发现可以利用 Algodoo 的可视化力功能在高中物理问题解决中常见的习题:判断物体是否受力,受力的方向和运动物体受力情况,给学生带来直观体验,发展学生的模型建构能力.

文献[11]介绍了通过 Algodoo 软件的交互功能,来提高物理专题复习效率.通过介绍用 Algodoo 软件来创建用弹簧连接的两个小球在光滑水平面上的运动伴随的小球速度以及弹簧能量转化的问题,体现了 Algodoo 软件的辅助大大降低了学生在处理此类繁琐问题的思维门槛.

文献[12]注意到中考经常出现物体运动比较复杂的试题,而学生的建模能力比较低,完整地分析

运动过程中速度、机械能的变化比较困难,因此便以一道中考题为例,介绍了运用 Algodoo 实时测量并显示物体运动过程中的速度、机械能的变化图像,能够通过试题来提高学生的建模能力.

文献[13]介绍了用 Algodoo 实现“可视化力”的基本方法,并介绍了 Algodoo 软件在弹力和动态分析、运动的过程中的受力等课后习题中应用会使抽象的习题情境变得直观,有利于教学难点的突破,为平时的教学带来便利^[9];并以广东高考压轴题为例,进行仿真情境,探究双质点在斜面运动和碰撞的问题.

2.3 Algodoo 在探究物理问题中的辅助作用

文献[14]以“圆周运动”为例,介绍了通过 Algodoo 齿轮的联动可以探究同个齿轮上不同点角速度、线速度的关系,相互接触的齿轮上角速度、线速度的关系;利用 Algodoo 软件制作水流星,可以简便地探究水流星的原理;还利用 Algodoo 制作“环球模型”、改变球的速度,来观察不同的运动情境,这一情境可以很好地辅助解释球在竖直面内运行的“杆球模型”的受力问题,形象的类比可以使复杂问题简单化.不仅如此,文献[15]还在“探究抛体落到不同形状的障碍物上的动能最值问题”案例中基于 Algodoo 探究不同初速度条件下物体的下落和碰撞情境,还能输出需要的各种数据,便于我们选择研究,整个设计过程方便快捷.并且,文献[13]还介绍了运用 Algodoo 软件中的“推进器”工具模拟探究了力对速度的改变的问题、飞行器的运动问题.

文献[16]用 Algodoo 软件模拟镜面反射和漫反射,能够帮助学生更加清晰地了解镜面反射和漫反射的区别.

文献[17]利用 Algodoo 进行了拱桥受力的物理模拟实验,帮助学生探究拱桥设计的原理.

2.4 Algodoo 软件在物理实验中的辅助作用

文献[17]注意到,在教材中的探究牛顿第二定律的实验中,由于木板跟滑块之间有摩擦力,通常将木板倾斜,使得滑块重力沿斜面方向的分力平衡摩擦力,但又要使沙桶的重力远小于滑块的重力,那这样的话加速度 a 很小,由此造成的误差较大.因此,

文献[17]用 Algodoo 创设实验情境,就可以使得各个接触面摩擦系数为零,并且开启速度追踪,就可以得到速度-时间图像,再进行处理就可以得到加速度与物体质量、所受合外力之间的关系,从而验证牛顿第二定律.

文献[8]提出,在讲解高中的“单摆”这部分内容时要让学生理解在数学推导中为什么摆线角度足够小就是简谐运动是很难的,但如果利用 Algodoo 软件模拟情境来做一个关于摆线角度大小对应的函数的探究实验,角度小对应正弦函数图像,角度大对应非正弦函数图像,这便能够最大限度地让学生突破难点.

文献[18]介绍了如何使用 Algodoo 建立一个虚拟力学实验室,并在其中完成传统实验室无法完成的一系列理想实验的全过程,利用虚拟太空环境和两架虚拟飞碟进行惯性实验和曲线运动实验,有效地突破高中物理的难点.

文献[19]主张使用 Algodoo 软件模拟弹簧振子,既可以排除空气阻力,避免一系列系统误差,又可以设置位移-时间图像,能够实时地得到振子做简谐振动的 $v-t$ 图像、 $a-t$ 图像、 $F-t$ 图像、 $E-t$ 图像.

2.5 Algodoo 软件和其他一些软件比较的优缺点

文献[20]以 Excel、Algodoo、Flash 这 3 个软件为例,讲述了计算机常用软件在物理实验中的应用,并对其各自的特点进行分析,得出 Excel 对于实验数据处理、拟合函数图像具有非常强大的作用,而 flash 和 Algodoo 都是针对仿真模拟,但 Algodoo 软件的功能更强大,简单上手,不需要掌握复杂的编程知识.在这 3 种软件的使用上,根据具体需要合适选择.

文献[21]在论文中针对常用物理虚拟实验软件 Algodoo、NOBOOK、宇宙沙盘 2、物理实验课进行对比,从易用性、功能性、细节处理和不足之处 4 个维度进行分析,得出 Algodoo 软件操作简单,自由度高,所有模型几乎都由使用者自行设计,软件占据空间不大,帧率可调节,功能的强大在于它对力学实验的模拟度,通过使用者对模型的自主建构,可以模拟出大量的力学实验;易用性非常高;缺点就是不能

插入电元件、无法插入电磁场、无法进行近代物理相关的一些实验.

文献[16]对常见的智能系统中的 Algodoo、Phyphox、Dislab 进行了分析,肯定了 Algodoo 软件既可以作为教师向学生展示实验的工具,也可以作为高年级学生分析物理实验数据的学习工具;是一款可以作为教学演示工具、建模工具、分析解释工具、在线交流和反思工具的软件.

3 思考与展望

随着科学技术的发展,很多一线教师和研究者已经能够用虚拟仿真软件来改善传统实验的不足并做出很多实验.目前国内关于 Algodoo 软件在物理教学中的应用研究已经有了很多的范例,取得了不少的成果,从对搜集到的文献来看,可以看出目前在物理教学中能够使用的虚拟仿真软件和数据处理工具已经蓬勃发展,但对于 Algodoo 的研究目前也存在一些问题,现总结如下:

(1) 创新性较少.这主要体现在大部分文献在案例中举到 Algodoo 在规律、概念教学中最多的例子就是力学中的动量守恒、机械能守恒、圆周运动,光学中的光的折射、反射等,但对于热力学方面的案例制作很少.

(2) 关注点不全.这体现在大多数研究都是停留在制作案例,没有很好关注到 Algodoo 中的 Algotbox 场景库的利用,没有注重制作者场景的分享,资源的共享.

(3) 功能利用单一.这体现在大多数的研究都停留在教师如何利用 Algodoo 来进行虚拟演示实验,由于它不需要编程基础,上手容易、操作简单的优势,忽视了 Algodoo 的创建场景也可以由学生个人或者分组来完成,并且随着信息时代的发展,学生能够较方便地使用电子设备,因此,Algodoo 也可以作为学生课后自主学习、自由使用的学习工具,虽然有研究者提到 Algodoo 这方面的功能所在,但却没有人具体针对学生如何最大限度地自主或者合作使用 Algodoo 来辅助学习展开研究.

(4) 缺乏评价体系.很少研究者能够对通过

Algodoo 进行虚拟仿真是不是真的让学生感兴趣,是不是提升了学生的学业成绩,提高了建模能力展开研究,只有文献[21]提到通过调查和对照实验方法针对该问题进行了研究,但调查方法、结果仍然值得深入探讨,因此,这部分研究的的空间还有很大。

参考文献

- 1 黄伟. Algodoo 软件在教学中的应用[J]. 中学物理教学参考,2012,41(6):50~51,56
- 2 Bor Gregorcic, Madelen Bodin. Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning[J]. *The Physics Teacher*, 2017, 55(1)
- 3 刘小梅. 基于学科工具的中学物理课堂教学案例研究[D]. 武汉:华中师范大学,2016
- 4 常晓慧,侯恕. 应用 Algodoo 仿真物理实验辅助高中物理规律教学[J]. 物理通报,2017(6):90~92
- 5 王祥委,段娟娟,彭朝阳. Algodoo 虚拟仿真实验在中学物理教学中的应用——以凸透镜成像为例[J]. 物理通报,2017(7):85~87
- 6 段娟娟,王祥委,彭朝阳. Algodoo 虚拟仿真软件在验证机械能守恒定律中的应用[J]. 物理通报,2018(S1):96~97
- 7 苏米,黄致新,邓先君. 利用 Algodoo 软件辅助物理教学[J]. 物理教学,2019,41(4):21~23,7
- 8 陈蓉. 虚拟仿真软件在中学物理教学中的应用研究[D]. 昆明:云南师范大学,2019
- 9 乔永海. 软件工具的可视化力在物理教学中的应用[J]. 物理教学探讨,2021,39(5):49~51
- 10 陆亚雯. Algodoo 软件在力的可视化教学中的应用[J]. 湖南中学物理,2017,32(11):61~63
- 11 林真. 物理情境建构:运用 Algodoo 创设物理高效课堂[J]. 福建基础教育研究,2019(1):103~105
- 12 盛燕忠,汤金波. 用 Algodoo、Tracker 研究一道中考试题[J]. 中学物理,2019,37(24):56~59
- 13 乔永海. Algodoo 软件的推进器在创设互动式运动情境中的应用[J]. 物理通报,2021(9):119~123
- 14 乔永海. Algodoo 制作物理课件的方法和技巧——以“圆周运动”为例[J]. 湖南中学物理,2021,36(3):58~59,96
- 15 乔永海. 用软件工具探究抛体运动的最值问题[J]. 物理教学探讨,2021,39(2):46~48
- 16 唐娟丽. 浅谈中学物理实验教学中常见的智能实验系统[J]. 中学物理教学参考,2021,50(30):66~68
- 17 王清. 利用 Algodoo 软件判求理想化的物理运动规律[J]. 物理教师,2015,36(1):66~68
- 18 王伟民. 利用计算机仿真技术突破高中力学难点[J]. 中学物理教学参考,2016,45(7):44~46
- 19 段娟娟,王祥委,彭朝阳. 基于 Algodoo 仿真软件对弹簧振子的模拟[J]. 物理通报,2018,28(2):26~27
- 20 王鹏宇. 计算机常用软件在物理实验中的应用分析对比[J]. 中学物理教学参考,2017,46(10):87~88
- 21 李中尧. 高中物理网络虚拟实验的设计与教学研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2019

A Review on Research and Application of Algodoo in Physics Teaching in Middle School in China

Wang Lingqi Li Dean

(School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510006)

Abstract: With the advent of the information age, the trend of information technology integration into teaching is becoming more and more fierce, and the simulation virtual application of Algodoo software has also attracted much attention in the research of physics teaching. In order to further play the positive role of Algodoo software in the teaching of physics in secondary schools, the author will sort out the research of domestic scholars on Algodoo software in physics teaching from 2010 to 2021, summarize the research results of Algodoo software, talk about the shortcomings and suggestions of the software in physics teaching, put forward thinking and prospects, and hope that Algodoo can be more widely used in future physics teaching and have more powerful functions.

Key words: Algodoo software; physics teaching; information technology; virtual simulation