

# 双重编码理论与 GeoGebra 在电磁学教学中的应用

## ——以“带电粒子在匀强磁场中的运动”为例

郭江涛 郭亮\*

喀什大学物理与电气工程学院

DOI:10.12238/mef.v7i8.9079

**[摘要]** 根据双重编码理论,将现代信息技术与高中物理教学进行了深度融合,将GeoGebra软件引入电磁学的教学。以“带电粒子在匀强磁场中的运动”为例,利用GeoGebra软件实现了其在课程教学中的应用案例。凭借其能制作出具有形象化、动态化、可视化、交互性等特性的物理情境,提高了学生对物理情境的非语言的信息加工,可以较好地解决中学物理教学过程的一些难点问题,突破传统教学的局限性。

**[关键词]** 双重编码理论; GeoGebra; 电磁学

**中图分类号:** O441 **文献标识码:** A

### The Application of Dual Coding Theory and GeoGebra in Electromagnetic Teaching

——Taking the motion of charged particles in a uniform magnetic field as an example

Jiangtao Guo Liang Guo\*

College of Physics and Electrical Engineering, Kashi University

**[Abstract]** Based on the dual coding theory, modern information technology has been deeply integrated into high school physics teaching, and GeoGebra software has been introduced into the teaching of electromagnetics. Taking the motion of charged particles in a uniform magnetic field as an example, a case study of its application in course teaching was implemented using GeoGebra software. With its ability to create physical contexts with features such as visualization, dynamism, visibility, and interactivity, it enhances students' nonverbal information processing of physical contexts, effectively solving some difficult problems in middle school physics teaching and breaking through the limitations of traditional teaching.

**[Key words]** dual coding theory; GeoGebra; electromagnetics

#### 引言

《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》中指出,教师要主动适应信息化、人工智能等新技术变革,积极开展教育教学<sup>[1]</sup>。GeoGebra是一个跨平台的动态数学软件,具有动态交互性的物理仿真课件,能将可视化的物理情境带进课堂。这种交互式课件将比传统的文字表述或静态图像更能准确地展示物理现象,演示物理过程。根据双重编码理论,以这种动态交互的非语言系统形式为教学辅助手段有助于学生深入理解抽象的物理概念。

#### 1 双重编码理论的基本观点

心理学家佩维奥的双重编码理论认为人的认知系统是由言语和非言语构成的双重表征系统。双重编码的理论意义在于将知识以图像的形式进行视觉表征展现,为基于语言通道的理解

提供了很大的辅助和提高,大大降低了语言通道的认知负荷,促进了思维的发展<sup>[2]</sup>。通过非语言系统的形式进行知识的学习、理解和记忆,更能激发学生学习的意识,提高学习效率,为理解抽象、复杂的经验知识起到辅助作用。

GeoGebra可以将动态的物理过程以可视化、交互性的方式呈现出来,符合双重编码理论中的非语言系统的功能,这种非语言的刺激更有助于学生深入理解物理概念和规律。所以双重编码理论为GeoGebra在物理教学中的应用提供了理论支持,把GeoGebra与传统物理教学相结合,将在促进学生对物理概念、规律的理解的基础上,进一步提高物理问题分析能力。

#### 2 GeoGebra在物理教学中的主要特点

2.1 抽象概念形象化。由于有的客观实物较为复杂,加之学生的抽象思维不足,这使学生在认识过程中容易产生主观片面

性<sup>[3]</sup>。因此,在物理概念教学中,可通过 GeoGebra制作物理仿真案例,以图文并茂的形式帮助学生理解一些没有实物的抽象概念,展现知识的形成过程,加深对知识的理解。通过 GeoGebra的直观展现,让抽象的概念变得形象具体,同时还能吸引学生的注意力,激发其学习兴趣<sup>[4]</sup>。

2.2物理过程动态化。静态几何的局限性:传统的静态几何教学方式侧重于展示物理情境的静态性质,而物理过程往往是动态的,这就限制了学生对物理概念的理解和掌握。动态几何的优势:GeoGebra能够通过动态几何的方式,展示出物理现象变化的规律和过程,帮助学生更好地掌握物理概念,理解其背后的物理意义和变化规律。

2.3复杂过程可视化。GeoGebra可以模拟各种物理现象,如力学、电磁学、光学等,并且可以动态地展示物理现象的变化过程。通过模拟电磁场分布、带电粒子运动、电磁感应现象等复杂物理过程,有助于学生深入理解电磁学基本原理和规律,提高物理学习兴趣和效率。

2.4物理演示交互性。电磁学因其概念抽象,物理过程复杂,该部分内容教师难教,学生难学、难懂是中学物理的教学难题之一。网络上的中学物理课程资源或素材种类不一,参差不齐,其中主要为动图、动画或者录制的视频,在使用过程中根据实际的教学需要进行修改的余地并不是很大,更无法实现使用者与课件内容的互动,因此学生对物理过程的感知较差。GeoGebra软件功能强大、绘图工具丰富、操作简单、交互性强,教师可以通过其制作出具有交互性的物理教学课件,创造出更加丰富、生动的教学资源。

### 3 GeoGebra应用于物理教学的原则

GeoGebra在物理教学中的应用关键在于利用好其形象化、动态化、可视化、交互性的特点,帮助学生深入理解物理概念、规律。在利用其进行辅助教学时要遵循一定的原则,如图1所示。



图1 GeoGebra应用于物理教学的原则

3.1学生为主体。GeoGebra在物理教学中的应用是信息化教学手段的革新,在使用过程中不能仅仅作为教学内容的新的呈现方式,而应把学生放在主体地位,从学生的角度出发,思考怎样利用GeoGebra将知识更好地传授给学生,让学生更容易理解和记忆,帮助学生构建物理模型。

3.2问题为导向。GeoGebra的应用不只是为了让教学手段更加丰富,而是要通过其解决教学中具体的问题,以及提高教学的效果。将物理问题置于真实或模拟的情境中,利用GeoGebra的可视化功能展示物理过程,提高学生的问题意识和解决问题

的能力。

3.3双重编码理论为指导。根据双重编码理论,信息的贮存、加工与提取中,语言与非语言的信息加工过程是同样重要的。GeoGebra课件具有动态性、交互性,比传统的PPT教学、播放视频和动画更加有助于非语言信息的加工。因此在教学中有必要加强语言与非语言的信息的结合,在教师讲解的基础上,通过GeoGebra可以将抽象的物理过程形象化地展现出来,以加强学生的理解和记忆。

3.4直观展示为原则。由于很多物理现象是动态的过程,因此构建动态化的物理情境是提高学生感知的需要。GeoGebra能够模拟出较复杂的物理现象和过程,以直观、生动的形式展示出来,可以帮助学生更好地理解物理概念和规律。

3.5互动、探究为过程。物理学习过程中需要学生探究物理量之间的关系,因此构建具有交互性的物理情境将有助于学生探究物理规律。通过GeoGebra可以制作出具有交互性的物理课件,通过改变物理量参数,实时观察到物理过程的动态变化,将有助于学生发现各物理量之间的关系。

### 4 GeoGebra在电磁学课程与习题教学中的应用

4.1教材分析。在“带电粒子在匀强磁场中的运动”小节中,教材上首先分析了带电粒子在匀强磁场中运动的受力情况,接着推导了带电粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径和周期。其次介绍了演示实验,使用洛伦兹力演示仪观察带电粒子的运动径迹。由于教材中的插图都是静态的,另外一些学校也不具备演示实验的条件,并且带电粒子的运动是一个动态的过程,如果仅靠教师的讲解、教材中的文字及图片,很难使学生留下深刻的印象,进而影响学生对该物理模型的建构。

4.2课堂教学过程。任务1:带电粒子在匀强磁场中的运动(沿任意方向入射)

学生活动1:学生讨论,有学生说可能是螺旋线,有学生说可以是直线。

教师活动1:教师利用GeoGebra演示三维视角下带电粒子在匀强磁场中运动的情境。如图2所示,改变速度分量(),可实现带电粒子在空间内做螺旋前进运动的情境,如图3所示,将 $v_x$ 设为0, $v_y$ 设为0, $v_z$ 设为 $>0$ ,可实现带电粒子在空间内做直线运动。通过GeoGebra创建的物理情境,让学生直接感受到带电粒子沿其他方向发射时在匀强磁场中的运动轨迹。

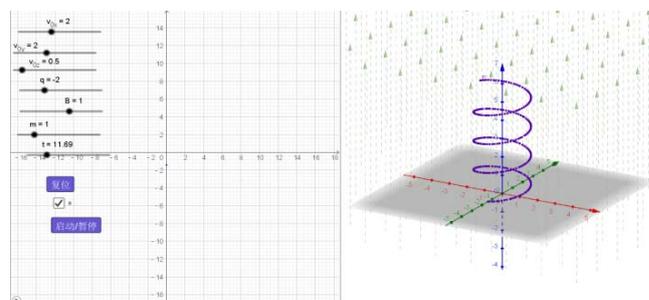


图2 带电粒子在匀强磁场中做螺旋前进运动

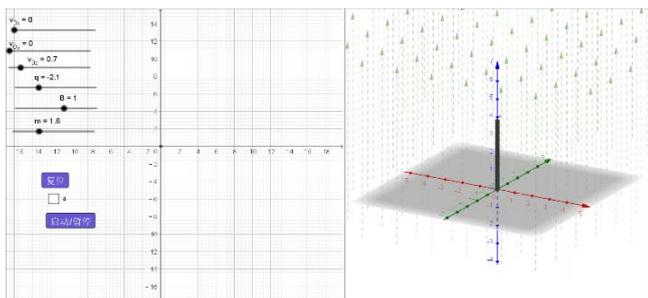


图3 带电粒子在匀强磁场中做直线运动

4.3设计意图.带电粒子在匀强磁场中运动轨迹的变化较为复杂,对于刚开始学习该知识的学生很难想象粒子运动轨迹变化的图像.根据双重编码理论,教师的讲授属于言语刺激,教材插图、仿真课件的呈现属于非言语刺激,教材中的插图是静态的,而GeoGebra的动态交互性课件提供了新的非言语刺激,同时呈现言语和非言语刺激有助于学生真正理解,有助于弥补课本和教师语言讲授的不足.利用GeoGebra软件绘制粒子运动的轨迹,帮助学生实现从物理模型到数学模型的转化,可以提升利用数学几何知识解决物理问题的意识和推理能力<sup>[5]</sup>.

4.4习题教学过程.对于解决带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的问题通常可以采用画轨迹、找联系、用规律的方法进行解答.画轨迹是关键的一步,需要确定圆心和半径.在这个过程中利用GeoGebra可以清晰地演示解题思路和步骤.

如图4所示,展示了描述带电粒子运动轨迹以及所需要做的辅助圆和辅助线.去掉辅助圆和辅助线后如图5所示,即粒子可能的运动轨迹.该粒子的运动可以划分为三个阶段,即进入 $x < a$ 区域、进入 $x > a$ 区域、回到 $x < a$ 区域.

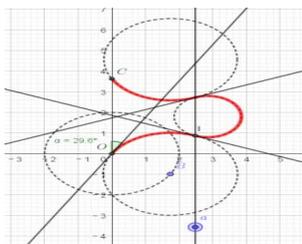


图4 带电粒子的运动轨迹(含辅助线)

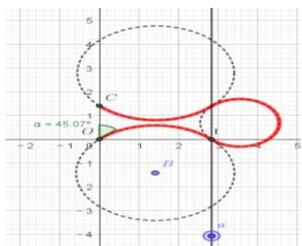


图5 带电粒子的运动轨迹(不含辅助线)

在讲解过程中,教师可以通过GeoGebra软件中的显示或隐藏对象功能,逐步显示作图过程,特别是构建辅助线的过程,可

以展示出此题中寻找粒子运动轨迹的思路.其次通过移动直线a,可以改变两个磁感应强度不同的区域的位置,通过移动圆B,可以改变第一阶段粒子运动的方向.通过以上两个操作即可模拟出如题所示的带电粒子运动情境.

4.5设计意图.带电粒子在匀强磁场中的运动是电磁学中常见的一类问题,同时也是考试经常考察的知识点.该类问题,总体来看该类问题属于基础问题,同时也是研究更加复杂的问题的基础,如:带电粒子在复合场中的运动问题等.因此在双重编码理论的指导下,构建可视化教学资源,可以增强学生对物理情境的想象,从而促进对抽象概念、复杂规律等的理解,强化学生对物理知识的应用,以有效实现教学目标.

### 5 总结与展望

电磁学是高中物理中较为抽象的内容,很多案例无法直接通过实物向学生展示.双重编码理论强调同时使用语言和视觉表征(即文字与图像)来增强信息的记忆与理解,而GeoGebra正是这一理论在物理教学中的应用典范,从而弥补传统讲授法教学的不足.通过教师的口头讲解和书面材料,清晰地阐述物理概念和原理,使学生建立基础的理论框架.利用GeoGebra软件的形象、动态、可视、交互的特点,将抽象的物理概念和过程转化为直观的图像和动画,帮助学生更好地理解和记忆.

将双重编码理论与GeoGebra软件相结合应用于物理课堂教学中,不仅改进了教学手段和丰富了教学资源,还提高了教学效果和学习效果.因此,在教学过程中我们可以通过GeoGebra等现代信息技术的应用将抽象知识形象化,提高学生对物理情境的非语言的信息加工,进而提升学生的物理核心素养.

### 【参考文献】

[1]中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020:2-3.  
 [2]中共中央国务院.关于全面加强新时代教师队伍建设的意见[EB/OL].(2018-01-20)[2024-04-10].[http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xxgk/moe\\_1777/moe\\_1778/201801/t20180131\\_326144.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201801/t20180131_326144.html).  
 [3]何学美.可视化视域下高中电磁学教学研究[D].云南师范大学,2023.  
 [4]邓莹莹,闫慧娟,张计才.GeoGebra软件在中学物理教学中的应用[J].物理通报,2019,(10):120-123+127.  
 [5]房军诚,沈璐,付丽萍.GeoGebra软件在专题教学中的应用——以带电粒子在匀强磁场中运动为例[J].湖南中学物理,2022,37(06):28-33.

### 作者简介:

郭江涛(1996--),男,汉族,河南洛阳人,硕士研究生在读,就读于喀什大学物理与电气工程学院,研究方向为中学物理教学.