电磁感应现象：自制简易发电机的实践研究

王妙心
北京市第八十中学，中国 ·北京 100102

摘要：电磁感应是物理课堂电磁学里的重点难点内容，同时也是电能生产所依赖的理论基础。在课堂学习的时候，我对电磁感应规律仅仅停留在公式记忆、理论认知方面，缺少直观的实践感受。为了加深对法拉第电磁感应定律、楞次定律的理解，本文采用学习探究的角度，借助生活中常见的材料自制简易交流发电机，进行装置搭建、变量实验、数据记录、故障排查、装置优化等一系列完整的实践流程。运用控制变量法，分别探究线圈转动速度、线圈匝数、磁场强度对发电效果产生的影响，通过结合实验现象与数据来验证物理理论。此次实践消除了理论与实践之间的障碍，切实提高了我的动手能力、数据分析能力、科学探究素养，还让我真切地认识到物理知识在能源领域的实际应用价值所在。

关键词：电磁感应；简易发电机；自制实验；变量探究；实践优化

Electromagnetic Induction: A Practical Study on Building a Simple Homemade Generator

Wang Miaoxin
Beijing NO.80 High School, China Beijing 100102

Abstract: Electromagnetic induction is a key and difficult topic in electromagnetism in physics classes, and it also serves as the theoretical foundation for electric power generation. During classroom learning, my understanding of Faraday's Law of Electromagnetic Induction and Lenz's Law was limited to formula memorization and theoretical cognition, lacking intuitive practical experience. To deepen my comprehension of these laws, this paper adopts a research-oriented learning perspective. Using common household materials, I built a simple homemade alternating-current generator and completed a full practical workflow including device assembly, variable-controlled experiments, data recording, fault troubleshooting, and equipment optimization. With the control-variable method, I investigated how coil rotation speed, coil turns, and magnetic field strength affect power-generation performance. Physical theories were verified by combining experimental observations and measured data. This practical work bridges the gap between theory and practice. It effectively improved my hands-on ability, data-analysis skills and scientific inquiry literacy, and helped me truly recognize the practical value of physical knowledge in the energy sector.

Keywords: Electromagnetic induction; Simple homemade generator; Self-made experiment; Variable exploration; Practical optimization

1 引言

1.1 研究背景

课本理论说明，闭合回路磁通量发生变化的时候，回路中会产生感应电动势与感应电流，法拉第电磁感应定律和楞次定律分别规定了感应电流的大小与方向规律。传统课堂主要以理论推导、动画演示、教师演示实验为主，学生很难直观地感受“磁生电”的完整过程，对于磁通量变化、交变电流产生的本质理解比较浅显。生活中风能、水能等发电方式都依托电磁感应原理，看似复杂的电力工程，本质上是基础物理原理的规模化应用。因为课堂学习存在局限性，我产生了自主探究的想法，通过自制简易发电机，亲手验证电磁感应规律，探究影响发电效率的关键因素，实现理论知识与实践操作的结合。

1.2 研究意义

此次实践研究具备一定的学习、实践价值。于学习方面而言，把抽象的物理公式和定理转变为具体的实验现象及数据，解决了理论理解不清晰的问题，建立起“理论—实践—验证”的科学学习思维模式，提高物理核心素养。在实践方面，从始至终自主完成装置的设计、组装调试、故障排查、实验探究等过程，切实锻炼了动手操作、数据分析、问题解决的能力。在应用方面，搭建起了课本知识与工业生产的桥梁，使我清楚地认识到基础物理原理的实

用价值，树立了科学的能源观念、创新探究意识。

1.3 研究内容与方法

本次研究核心内容：对电磁感应、交变电流的核心理论进行梳理，挑选成本低的材料来制作简易发电机，运用控制变量法，去探究转速、线圈匝数、磁场强度对于发电电压所产生的影响，将实验数据记录下来并加以分析，找出实验中的故障，优化装置结构，最后总结出实验结论还有探究所得感悟。

研究方法主要包括：文献研究法是通过依靠科创文献来巩固理论基础，实验探究法则是自己搭建装置来进行实操实验，控制变量法用来探究单一变量下各个因素对于发电效果所产生的影响，数据分析法则是对实验数据进行整理，并且总结出物理规律。

2 核心理论基础

2.1 电磁感应核心原理

1831 年法拉第发现了电磁感应现象，其核心内涵是：当闭合导体回路的磁通量发生变化时，该回路会生成感应电动势、感应电流，并且磁通量变化乃是磁生电的必要条件。法拉第电磁感应定律的公式为 $E=n\Delta\Phi/\Delta t$，其中感应电动势的大小和线圈匝数、磁通量变化率成正比关系，这正是本次实验变量设计所依据的核心要点。楞次定律确定了感应电流的方向，具体而言就是感应电流所产生的磁场总是阻碍原磁通量的变化。当线圈在磁场中持续转动时，磁通量会周期性地增加或减少，且方向交替变化，从而产生大小和方向都周期性改变的交变电流，这与课本中关于交变电流产生的原理是完全一致的。

2.2 简易发电机工作机制

此次制作的永磁式交流发电机有着定子和转子这两种结构。固定的钕铁硼磁铁属于定子部分，它能够提供稳定的磁场，而可旋转的铜线圈则是转子，当手动转动线圈时，导线会持续切割磁感线，从而使得闭合回路的磁通量发生周期性变化，进而产生交变感应电动势、感应电流。当线圈平面与磁感线垂直的时候，磁通量处于最大值，变化率为零，此时感应电动势为零。而当线圈平面与磁感线平行时，磁通量为零，变化率最大，此时感应电动势达到峰值。在线圈匀速转动的过程中，会输出正弦式交变电流，借助 LED 灯的亮暗程度、万用表显示的电压数值，能够直观地展现出发电的效果。

3 简易发电机装置制作

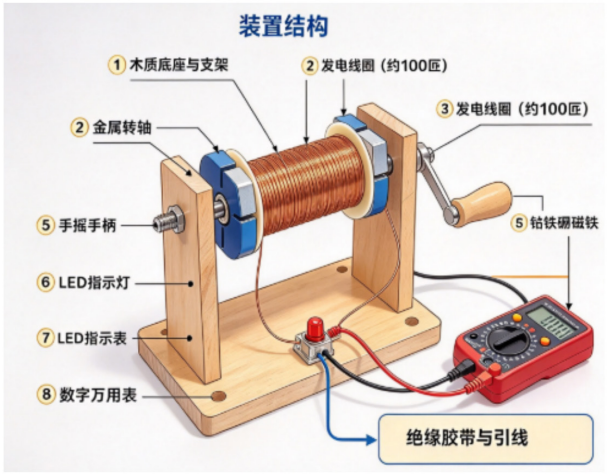
3.1 实验器材

结合高中生实操条件，本次实验全部采用低成本、高安全性的常见材料，具体器材：0.3mm 绝缘漆包铜线、钕铁硼强力磁铁、木质底座与支架、金属转轴、绝缘胶带、砂纸、LED 指示灯、数字万用表、手摇手柄、热熔胶枪、剪刀。

器材选择依据：漆包铜线导电性能好、绝缘性强，适合缠绕发电线圈；钕铁硼磁铁磁场稳定，实验现象明显；木质支架绝缘性好，可避免电路干扰；万用表精准测量微小交流电压，LED 灯可直观判定发电状态。

3.2 装置组装步骤

本次组装依照“先稳固支撑、接着搭建核心、最终接线调试”的顺序进行，全程由自己操作。首先，固定木质支架，在支架相应高度打孔，穿入金属转轴，确保转轴转动顺畅且无卡顿晃动，以此保障装置稳定。其次，缠绕发电线圈，把漆包铜线均匀地缠绕 100 匝，使线圈排列紧密整齐，两端预留引线，用砂纸彻底打磨引线绝缘漆，保证电路导通，同时用绝缘胶带固定线圈防止松散。然后，安装磁场结构，将磁铁对称固定在线圈上下两侧，形成均匀磁场，预留充足转动空间，防止线圈与磁铁摩擦。之后，组装电路与传动结构，把线圈转轴固定在手摇手柄上，引线连接 LED 灯与万用表，构成完整闭合检测回路。最后，整体调试，反复转动手柄，排查卡顿、松动、接触不良等问题，完成装置组装。



3.3 装置整体结构

成品装置的结构非常清晰且分工明确，主要包括以下四个方面：支撑结构部分，是由木质底座、支架共同组成的，其作用在于保障整个装置处于稳定状态之下。磁场结构方面，是通过永磁体来构成的，以此提供稳定且匀强的磁场。发电结构部分，是可转动线圈和传动手柄组合而成的，它是发电过程中的核心所在。检测结构由 LED 灯、万用表组成，分别用于实现现象的观测、数据的量化，能够

完全满足实验探究的需求。

4 实验探究与数据分析

为精准验证电磁感应定律，本次实验采用控制变量法，控制单一变量开展对照实验，以平均发电电压和 LED 灯状态为评价指标，每组实验重复三次取平均值，减小实验误差，保证数据真实有效。

4.1 转动速度对发电效果的影响

固定线圈 100 匝、4 块磁铁，设置低速、中速、高速三挡转速，探究转速对发电效果的影响，实验数据如下：

转动挡位	平均电压（V）	LED 灯状态
低速	0.31	微弱闪烁
中速	0.64	明显闪烁
高速	1.01	明亮持续发光

实验结论：磁场强度、线圈匝数恒定的情况下，线圈转动速度越快，单位时间磁通量变化率越大，感应电动势越高，发电电压越大，LED 灯发光越明亮，直观验证了感应电动势与磁通量变化率的正比关系。

4.2 线圈匝数对发电效果的影响

固定中速转速、4 块磁铁，设置 100 匝、150 匝、200 匝三组线圈，探究匝数对发电效果的影响，实验数据如下：

线圈匝数	平均电压（V）	LED 灯状态
100 匝	0.63	明显闪烁
150 匝	0.94	较亮稳定发光
200 匝	1.27	明亮稳定发光

实验结论：转速与磁场恒定条件下，线圈匝数越多，多匝线圈电动势叠加效应越明显，整体输出电压显著提升。同时发现匝数过多会增大线圈转动阻力，导致电压增幅略有衰减，实验数据与法拉第电磁感应定律理论规律高度契合。

4.3 磁铁强度对发电效果的影响

固定 100 匝线圈、中速转速，通过改变磁铁数量调节磁场强度，设置 2 块、4 块、6 块磁铁三组对照实验，数据如下：

磁铁数量	平均电压（V）	LED 灯状态
2 块	0.40	微弱闪烁
4 块	0.62	明显闪烁
6 块	0.84	较亮稳定发光

实验结论：线圈参数与转速恒定的情况下，磁场强度越强，线圈转动时的磁通量变化量越大，发电电压越高。但磁场过强会产生磁阻力，影响线圈转速稳定性，因此磁场强度需与装置结构匹配。

4.4 综合实验结论

三组对照实验充分验证了法拉第电磁感应定律：简易发电机发电电压与线圈转动速度、线圈匝数、磁场强度呈正相关。转速决定磁通量变化率，对发电效率影响最显著；线圈匝数通过电动势累加提升输出电压；磁场强度增大磁通量变化量，优化发电效果。实验现象与课本理论完全一致，有效解决了我对电磁感应规律的认知盲区。

5 实验故障分析与装置优化

5.1 初期故障及成因

实验初期装置存在多处问题，主要故障包括：一是 LED 灯不亮、无感应电流，核心原因是引线绝缘漆打磨不彻底，电路无法闭合；二是电压数值波动大，源于手动转速不均、线圈缠绕松散、转轴卡顿；三是整体发电电压偏低，因磁铁摆放不对称、线圈有效切割面积不足，磁通量变化量有限。

5.2 优化改进方案

针对上述问题，我进行针对性优化：第一，细化电路处理，彻底打磨引线绝缘层，检测电路导通性，加固接线部位，杜绝接触不良；第二，强化装置稳定性，用热熔胶固定支架底座，打磨转轴减小摩擦力，规整线圈缠绕结构，避免转动晃动；第三，优化磁场布局，对称摆放磁铁，形成均匀强磁场，适度增大线圈切割面积；第四，规范实验操作，实验时匀速发力，多次实验取平均值，降低人为误差。

5.3 优化效果对比

装置优化后，在同等实验条件下，平均发电电压从 0.62V 提升至 0.75V，电压波动大幅减小，LED 灯发光均匀稳定，装置运行流畅无卡顿，实验数据更精准、现象更直观，优化方案效果显著。

6 研究感悟与拓展思考

6.1 研究感悟

原本抽象难懂的电磁感应定律，经由亲手制作装置、观察实验现象、分析数据、排查故障等环节，变得直观且易于理解。我真正领会了“磁生电”的本质逻辑，清晰掌握了影响发电效率的关键因素。实验过程并非一往无前，多次发电失败、数据异常让我深刻体会到物理实验严谨性的重要性。任何一处细微的细节失误，都可能致使实验结果出现偏差，极大地培养了我的耐心与求真务实的科学态度。同时，本次实践让我明白，生活中大型发电技术均源自基础物理原理，物理学科并非仅是纸上理论，而是服务于生活、推动科技发展的实用学科，极大激发了我的物理探究热情。

6.2 研究不足与拓展方向

本次研究存在一些局限性：手动转速控制精度不够，

有较大人为误差，简易器材限制了磁场均匀度、发电效率，只探究了三项核心变量，探究维度不全面。后续可优化实验装置，用电机匀速驱动来精准控制实验变量，增加整流电路把交流电转变为直流电以实现小型电器供电，拓展对线圈面积、导线粗细等变量影响的探究，模拟风力、水力发电场景，进一步深化对电磁感应应用的探究。

7 研究结论

本次借助自制简易发电机并进行一系列对照实验，圆满地完成了电磁感应现象的实践探究工作。其核心结论具体如下：首先，所自制的简易发电机结构合理、原理清晰明了，能够直观演示电磁感应、交变电流产生的过程，而且可以精准验证法拉第电磁感应定律、楞次定律，对物理课堂课堂学习有着有效的辅助作用。其次，发电机的发电效率与线圈转动速度、线圈匝数、磁场强度呈正相关，这三个变量通过改变磁通量大小及变化率，直接对感应电动势的大小产生影响。再次，装置的机械结构、电路细节、实验操作规范性是实验成功的关键所在，细节把控直接决定了实验的精度与稳定性。最后，基础电磁感应原理是现代发电技术的核心基础，简易实验能够延伸应用到清洁能源发电领域，实现了课本知识与实际工程应用的有效对接。这次实践切实弥补了理论学习方面的不足，全面提高了我的科学探究、动手实操、数据分析能力。在今后的物理学习过程中，我将持续坚持理论结合实践的学习理念，主动进行探究性实验，深入挖掘物理知识的应用价值，持续提高物理学科核心素养。

参考文献：

[1] 吴禹昊. 守恒思想在物理课堂复杂问题求解中的整合应用研究[J]. 数理天地 (高中版)，2026(18):13-14.

[2] 乔玉春. 电磁感应图像问题解题技巧[J]. 数理天地 (高中版)，2026(18):42-43.

[3] 于雅君. 物理课堂解题中整体法与隔离法的应用辨析[J]. 数理天地 (高中版)，2026(18):52-53.

[4] 马润伍，李淑淑. 物理课堂“主思路 - 主公式”解题法的构建与实践——以电磁感应综合题为例[J]. 物理通报，2026(8):82-84.

[5] 傅玉. 物理课堂教学中情景构建的问题及信息技术优化策略[J]. 成才，2026(11):55-57.

作者简介：王妙心（2009.05-），女，汉族，北京市，学生。