

# 失误型策略在演示实验中的有效应用

何 璐 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:2023-03-21)

**摘要:**演示实验是一种常见的实验教学方式.在传统的物理教学课堂上,教师往往按照常规教学模式,尽可能地避免失误和意外使演示实验成功.该文研究的是故意制造的失误型演示实验在课堂上的有效利用,分为实验原理“失误”、实验器材“失误”、实验步骤“失误”等类型.通过特意设计的失误型演示实验,不仅可以激发学生的好奇心、吸引学生的注意力,还可以深化对于相关知识点的理解.

**关键词:**失误;演示实验;有效教学策略

## 1 引言

物理演示实验是以培养学生观察和分析实验现象的能力,认识和建立物理概念规律为目标和侧重点,在操作的同时,引导学生对实验进行观察、思考、分析和归纳,以达到一定教学目的的演示性、示范性教学方式.传统物理教学课堂上,教师常常精心准备演示实验,不仅注重演示实验的直观性,还重视演示实验操作的准确性和科学性.事无巨细、精心准备的演示实验在实际教学中也会出现演示实验失误的情况.教师会担心演示实验失误导致课堂失控,但是实验失误的情况可以巧妙地转换为一种有效的教学资源,即失误型演示实验.

失误型演示实验是指教师按照不同于传统教学成功进行实验,而是在实验原理、实验器材、实验步骤等方面巧妙地设计出实验失误,由教师引领学生发现失误之处后进行纠误,进而使得学生在该过程中可以掌握实验及其背后所对应的知识点.

## 2 失误型演示实验的教学设计实践

失误型演示实验并不是简单的失误,而是经过教师精心准备的失误演示.传统的演示实验通常是教师操作、学生观看,其结果往往是学生走马观花地观看演示实验进而获得知识.这种教师灌输式教

学方式违背教师主导、学生主体的教学理念,不利于学生物理核心素养的培养.失误型演示实验假借失误突出教学重点,教学过程中贯穿师生互动不仅有利于激发学生的兴趣,还有利于学生创新能力的培养.

失误型演示实验教学可以分为以下几个类型:实验原理“失误”、实验器材“失误”、实验步骤“失误”.

### 2.1 实验原理“失误”——引导学生直击实验现象的本质

实验原理“失误”:意指以“错误”的实验原理进行实验进而得到与科学、正确的实验结果有差异,从而由该问题激发学生求知的欲望.

#### 案例一:自感现象中灯泡的闪亮现象

人教版教材中关于自感现象的演示实验,以通电自感演示灯泡的延迟发光和断电自感演示灯泡的闪亮现象,轻易地使学生认识到产生以上现象背后的原因实质上是自感电动势对电流变化的阻碍作用<sup>[1]</sup>.人教版教材中关于通电自感和断电自感的实验电路原理图如图1和图2所示.对于学生而言,学生容易认为断电自感一定会产生灯泡闪亮的现象,同时会以为产生该现象背后的原因是电路中电流激增.为使学生真正了解断电自感产生灯泡闪亮一下背后的原因,设计表1实验原理“失误”的教学流程,为学生进行答疑解惑.

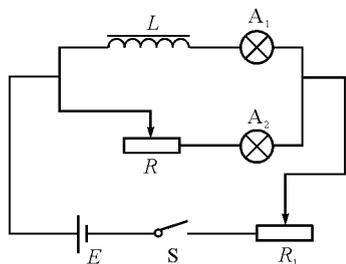


图1 通电自感

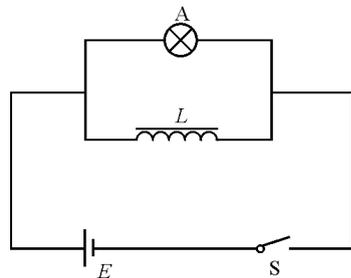


图2 断电自感

表1 实验原理“失误”的教学流程

环节	问题	教师活动	学生活动	设计意图
失误	断电自感并未闪亮一下的原因?	将图2进行改进,在线圈L支路串联一个滑动变阻器如图3所示,通过调节滑动变阻器增大电阻R使其远大于灯泡A的电阻,断开开关后灯泡A并没有亮一下,提问之前断电自感闪亮一下背后的原因	观察断开开关灯泡实验现象,并且思考灯泡A闪亮一下背后的原因,学生猜想灯泡闪亮是因为线圈中的电流突然增大而产生的	灯泡并没有闪亮一下与学生原有认知形成冲突,激起学生兴趣,进而引导学生思考灯泡闪亮一下背后的原因
纠误	灯泡闪亮一下是因为线圈中的电流突然增大而产生的吗?	为监测经过灯泡的电流的变化趋势,在灯泡支路串联一个电流传感器记录断开开关电路中电流的实时变化.在观察现象后,给学生讲授断电自感灯泡闪亮一下背后的原因	观察电流的变化趋势,通过电流传感器得到的数据发现电路中的电流并未激增	由学生观察实验中电流变化趋势从而帮助学生了解断电自感灯泡闪亮一下的真正原理
突破	如何改进电路原理图才能使断电自感时电路中的灯泡闪亮一下?	调节滑动变阻器使断电自感灯泡闪亮一下,同时让学生对比这次电流传感器电路中电流的变化趋势,请学生思考如何改进电路原理图才能使断电自感时电灯泡闪亮一下?	通过观察发现断电自感并未出现电流激增的现象,同时知道断电自感灯泡要闪亮一下需要电感线圈的电流大于回路中灯泡的电流	通过学生设计使灯泡断电自感时一定闪亮的电路原理图促进学生进一步迁移应用

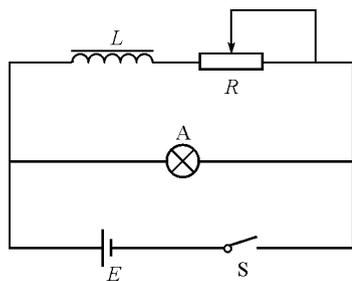


图3 断电自感改进

断电自感灯泡未闪亮一下的现象打破学生固有认知,设计失误、纠误、突破3个教学过程,纠正学生关于断电自感一定会产生灯泡闪亮的现象和同时认为这种现象是由于电路中电流激增导致的错误观念,落实学生为主体的教学理念,真正做到引导学生

直击实验现象背后的本质。

## 2.2 实验器材“失误”——提升学生科学探究的能力

实验器材“失误”:意指使用与常规实验器材不同的仪器进行实验达到相同甚至更好的实验效果。

**案例二:**选取合适量程的电流表测量电流大小  
学生对于测量电流大小时需要选取合适量程的电流表并不陌生,但对于电流表的读数尽量处于电流表量程满格的 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 之间的原因不一定了解,因此设计表2实验器材“失误”的教学流程,帮助学生了解背后的原理。

表2 实验器材“失误”的教学流程

环节	问题	教师活动	学生活动	设计意图
失误	为什么电流表量程选大了误差就大?	现有由3节干电池串联组成的电池,其放电电流不超过0.5 A,选用3 A量程的电流表,测量误差较大	仔细观察教师做演示实验的实验操作,对教师未选取最佳实验器材即量程0.6 A的电流表提出疑问	实验演示过程中,特意选取大量程的电流表进行电流测量,激发学生的好奇心
纠误	在进行电流表读数时,为什么电流表在 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 量程处读数最精确?	介绍电磁式电流表指针摆动的原理:基于通电导线在磁场中受安培力的作用,安培力的大小与通过的电流和磁场强度成正比 <sup>[2]</sup> .在电流表驱动线圈中间 $\frac{1}{3}$ 部分是理想的匀强磁场,故电流表在 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 量程处读数最精确,实验中电流为0.5 A指针并未在3 A量程表盘的 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 区间	理解电流表在 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 量程处读数最精确背后的原理	通过理论分析帮助学生深化对电流表精确测量的理解
突破	采用0.6 A量程的电流表测量的误差为多大?	再次对由3节干电池串联组成的电池利用0.6 A的量程的电流表测量其放电电流,并计算其误差	分别用0.6 A和3 A的电流表测量电流,计算相应的实验误差并进行比较	引领学生通过实验探究和数据分析,真正理解选取合适量程的电流表的原因

本实验首先通过特意设计选大量程电流表测量电流造成实验器材“失误”,然后通过介绍电流表的构造使学生明白电流表 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 量程处读数最精确背后的原理进行纠误,最后对比0.6 A和3 A电流表测量得出的误差进行突破。

在该实验中教师设置的失误情境引导学生思考失误产生的原因,同时提供实验机会给学生运用数据得出结论.整个实验过程不仅帮助学生发展了依据证据和已有知识进行科学论证和解释的能力,同时也培养了学生严谨的科学探究能力。

### 2.3 实验操作“失误”——促进学生动手实验操作的能力

实验操作“失误”:是指实验过程中的实验操作错误导致与常规结果不同的现象,请学生发现失误

之处以及思考正确做法,从而更深入地理解实验操作背后的原理。

#### 案例三:万用电表“红表笔进黑表笔出”

今天我们学习的仪器是万用电表,万用电表简称万用表,是一种多功能、多量程、便于携带的电子仪表.万用表是一种使用广泛的测量仪器,可以用来测量电流、电压,电阻等物理量.万用表由表头、测量线路、选择开关以及红黑测试表笔组成,一般可分为指针式、数字式两大类.将万用表接入电路中时,需要注意电流的方向,即红表笔接的是电流流入一端,黑表笔接的是电流流出一端,可简记为“红表笔进黑表笔出”.在学习了万用电表的构成和使用方法后,学生对于多用电表的红黑表笔要“红表笔进黑表笔出”背后的原理并未真正掌握,因此设计表3实验操作“失误”的教学流程进行解答。

表3 实验操作“失误”的教学流程

环节	问题	教师活动	学生活动	设计意图
失误	为什么万用电表的红黑表笔要“红表笔进黑表笔出”?	万用电表在测量电压时,采用黑表笔进、红表笔出的方式连接,发现指针左偏,导致指针被打弯.为什么会出这种现象呢?	仔细观察教师做演示实验的实验操作以及实验现象,发现教师并未按照“红表笔进黑表笔出”的方式连接而是采取了相反的方式连接,并且猜想可能与电流的流向有关	实验演示过程中,特意将实验操作与常规操作反向行之,因此本次实验过程中指针打弯与常规的现象不同,致使学生产生好奇从而产生探讨背后原因的興趣
纠误	出现反常现象是与电流的流向有关吗?	设计实验验证学生猜想,万用电表连接二极管的两端测量二极管的电阻.实验分两次进行,第一次将万用电表的红黑表笔按照红表笔进、黑表笔出的方式进行连接,第二次将红黑表笔按照红表笔出、黑表笔进的方式连接,实验后由学生们观察万用电表的阻值结果	观察万用电表的阻值结果,两次测量所得到的二极管阻值并不相同,一次趋近于零,另一次趋近于无穷大	二极管具有单向导电性,当将万用电表的红黑表笔按照红表笔进、黑表笔出的方式进行连接,电路导通,故测出的结果是接近二极管真实阻值大小,而按照相反的方式连接的结果则是导致电路不导通,故测出的结果是接近无穷大.通过本次实验,让学生清楚知道出现反常现象是和电流的流向有关,同时让学生更加清晰地知道万用电表“红表笔进黑表笔出”背后的原理
突破	是否可以正确使用万用电表测量电压、电流、电阻?	教师首先介绍万用电表的原理:在测量元器件的电压时,红表笔接触点的电势应该比黑表笔高.测量元器件的电流时,电流应该从红表笔流入万用电表 <sup>[3]</sup>	根据教师的指引正确进行实验操作分别测量电压、电阻、电流等物理量	学生理解万用电表“红表笔进黑表笔出”背后的原理后,直接让学生学以致用,培养学生的动手操作能力

为帮助学生真正理解万用电表“红笔进黑表笔出”背后的原理,教师首先设计失误——万用电表测量电压采用黑表笔进、红表笔出的方式,再通过设计实验进行纠误——万用电表连接二极管的两端测量二极管的电阻,最后进行突破——正确使用万用电表测量电压、电流、电阻.通过对反常实验现象的分析,引导学生对于失误原因进行探讨,促进学生深度学习的同时培养学生的动手操作能力.

### 3 结论与展望

失误型演示实验不同于常规的物理演示实验教学,教师结合教学内容合理运用失误型演示实验,一方面可以激发学生探知物理学奥秘的欲望,另一方面可以帮助学生更好地领悟物理实验背后的物理原理.但是对于物理教学而言,不论是采用常规的教学

演示实验模式,还是特意的“失误型演示实验”,只要对整个教学有益,两者都是可以采取的教学模式.设计一场完美的“失误型演示实验”也需要依赖教师自身的教学水平.在整个教学结束后,教师可以对整个教学实验过程进行复盘反思,对不足之处进行反思改进从而使自身的能力以及对课堂节奏的把控得到进一步提升.

### 参考文献

- [1] 程柏. 自感现象演示实验的教学设计[J]. 物理实验, 2022,42(10):60-63.
- [2] 陈家波. 关于电流表指针指在何处读数最准确的研究[J]. 中国现代教育装备,2021,368(16):56-57.
- [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材开发中心. 普通高中课程教科书物理必修三[M]. 北京:人民教育出版社,2019:72-73.