

# 从“做中学”来探讨知识的内化与迁移

——以制作系列简易多极感应电机教学为例

余显志

武汉城市职业学院初等教育学院 湖北 武汉 430064

**【摘要】**本文以制作系列简易多极感应电机教学为例，来探讨基于“做中学”的过程中，知识的内化与迁移。系列电机的制作取材简单，但制作有一定的难度，教师基于难易程度设计系列简易电机制作探究活动，从而使学生内化、迁移与运用电磁感应原理，增长学生实践创新能力。也为一线教师提供教学参考与借鉴。

**【关键词】**做中学；探究；内化迁移；感应电机

“做中学”的思想最早由杜威 (John Dewey) 提出，发展于参与性认知、探究认识论这两种教学思想，其强调“亲自参与”和“做”的过程中，经历不断发现问题、寻找问题的原因、找到问题的解决办法、亲自尝试、结果的反馈与调试等过程。“做中学”的基本理念就在于“我听了，我忘了；我看了，我记住了；我做了，我明白了”。<sup>[1]</sup>不仅让学生学到具体的知识，更重要的是培养学生会使用学到的知识。而本文在人教版初中物理九年级全一册第二十章第四节《电动机》一课的基础上进行拓展延伸，以制作系列简易电动机为例，主要来探讨电磁感应原理的内化与迁移，使学生做到真正对知识的深度理解与迁移运用，从而在此过程中，培养学生主动探究的能力。

## 1. 常见简易电动机的制作简介

### 1.1 单极感应电机

该装置最早见于《99 国际物理教师学术交流论文集》中。该文集刊登了日本东京 Azabu 中学教师 Hiroshi Masuko 的一篇文章，这种电动机的结构原理示意图<sup>[2]</sup>，如图 1 所示。图 1 电路接通后，铁钉和强力磁铁会快速转起来。

### 1.2 跳跳弹簧

如图 2 所示，把用直径为 1.8mm 的铜丝弯成的弹簧套在电池上（电池负极有强力磁铁），弹簧就会快速的上下“跳动”。

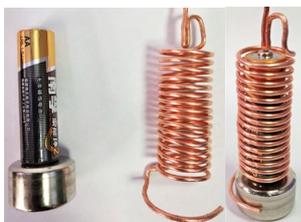


图 2 跳跳弹簧

### 1.3 滚动的磁轮

如图 3 所示，把两个强力磁铁的同一极分别吸在 3.7V 锂电池的正负极，放到铝箔纸上后，由强力磁铁和锂电池组成的“滚动的磁轮”会快速滚动起来。

如图 4 所示，把两个强力磁铁的同一极分别吸在一枚尖端磨平的铁钉两端，将其放到两根平行铝制导轨上（两根铝制导轨一端中间跟 3.7V 锂电池正负极相连），两个磁轮在导轨上会快速滚动起来。



图 3 滚动的磁轮（一）



图 4 滚动的磁轮

### 1.4 简易线圈电机

如图 5 所示，转子是用 50cm 长、直径 0.5mm 的漆包铜丝弯成直径 3-4cm 的线圈，两端分别伸出 1-2cm 长作为转轴，一根转轴完全去掉表面一圈的油漆层，另一根刮掉外表面半圈的油漆层，将其放到铜丝固定架上，其下端放强磁铁，通电后，线圈就会快速转起来。



图 5 正在转动的简易线圈电机

### 1.5 韩长明电机

该装置最早由东北师范大学韩长明教授研制。<sup>[3]</sup>如图 6 所示，当弯成如图 6 形状的铜丝放到电池上（电池负极有强力磁铁），铜丝会快速围绕电池和磁铁旋转起来。



图 6 韩长明电机

## 2. 原型启发，兴趣激发，制作探究

兴趣是最好的老师。教师向学生演示以上电机，学生受以上简易电机的启发，基于好奇心，学生会产生想去尝试做一做的冲动。然而，学生就这样钻进了教师的“圈套”。看似简单的电机结构，在做的过程中一定会遇到很多问题，这些问题便是驱使学生自主学习的原动力。基于学生急切想做成功的心理，学生便会想办法解决问题，他们便会深追原理、探其究竟。那么，教师在此过程中也很重要，起着起着画龙点睛的作用。若学生深究未果、想要放弃，教

师此时给予引导,或许学生会有拨云见日的感觉,那么,此时学生对知识的理解是深层次的。下面基于“韩长明电机”的制作来深入学习、探究,实现知识内化与迁移运用。基于前面教师的演示,先让学生提问,基于学生提出的问题,让学生观察韩长明电机的结构,观察完后,让学生带着问题去制作电机。

### 2.1 制作与探究韩长明马达

(1) 工具材料:尖嘴钳、直径1.8mm的铜丝、圆柱形钕铁硼强磁铁、1.5V南孚电池。

(2) 制作过程:用尖嘴钳将铜丝弯成图6所示形状(能使它转起来,其他形状也可以),确保铜丝上、下端能分别与电池的正、负极接触,使其导通,如图6这样的韩长明马达(下文简称马达)就可以转起来。

(3) 学生遇到的问题:做完后,部分学生的马达不能转动或转动不顺畅。

(4) 寻找原因:结合制作的马达,引导学生分析马达的转动原理,掌握知识;教师引导学生仔细观察,寻找原因,邀请制作成功的学生分享经验,并引导学生根据电磁感应原理分析铜丝的受力情况;最后,结合成功学生的经验和原理分析的过程中,经过改变磁极和改变电流方向,现象与原理吻合,并画出如图7所示马达转动原理图。

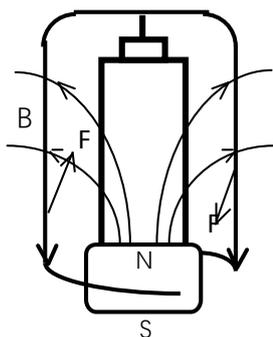


图7 韩长明电机转动原理

(5) 解决问题:虽然原理和现象吻合,但是马达转不起来或转动不顺畅的技术问题并没有得到很好的解决;教师组织学生进一步探讨,造成这一问题可能的原因是什么;亟待成功的学生们进一步讨论并各抒己见,学习氛围达到高潮;将学生探讨的结果汇总主要有三种可能:第一种,铜丝、电池和强磁铁之间是短路,铜丝中没有电流通过,所以不转;第二种,电路是通路,只是铜丝下端与强磁铁接触的一段铜丝太紧,卡在磁铁上了(这一种很容易判断,方法:用手转动铜丝,感受是否卡手;或者用手摸一摸电池,感受是否发烫);第三种,铜丝上端与电池接触的支点并未落在铜丝的重心的竖直线上,从而使铜丝往一端倾斜,造成马达旋转不流畅或卡在磁铁上而转不动;学生基于自己的猜想,进一步调试、改进自己的马达,发现要想马达转的又快又稳,一定要重视以上三种猜想,因为这三种猜想都有可能造成马达不转或转动不灵活。

### 2.2 深入探究,举一反三

(1) 问题导入:与单极感应电机相比,韩长明电机又可称为两级感应电机;若将铜丝弯折焊接成“四极感应电机”(如图8所示),那么它是否还会转动起来呢?

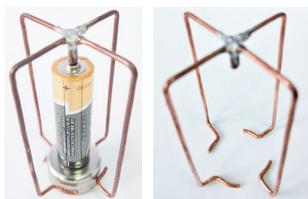


图8 “四极感应电机”和转子

(2) 学生猜想:根据前面对韩长明电机原理的分析,显然四

极感应电机也是可以转动起来的。

(3) 制作验证:学生制作、调试“四极感应电机”,教师巡视指导。

(4) 分析总结:基于以上制作验证,发现“四极感应电机”能够快速转动起来,并且转动相对较稳定。

(5) 提出新问题:既然“四极感应电机”能转动,那么再多几极是否依然能够转动起来呢?比如:“五极感应电机”、“六极感应电机”、“七极感应电机”、“八极感应电机”(如图9所示),甚至更多极的感应电机;通过制作“八极感应电机”(以上所提及的感应电机统称:多极感应电机(极数 $\geq 2$ )),回答了提出的新问题,结合电磁感应原理的理论分析,即多极感应电机是可以快速转动的,前提是电机的结构要对称,支点要落在转子的重心的竖直线上,且转子的几何竖直中心轴线能尽量与重心的竖直线重合,有必要可以采用悬挂法来调节两者尽量保持重合。



图9 八级感应电机

看似简单,学生迈出从“二极感应电机”到“八极感应电机”这一步,是需要他们对电磁感应原理有较深的理解。同时,在制作的过程中,学生不仅仅是验证猜想,更多的是培养了他们的动手能力、解决问题的能力、主动思考的意识。

### 2.3 探讨巩固,内化迁移

(1) 知识的类比、迁移与内化,探讨易拉罐感应电机原理

基于多级电磁感应电机的启发,能否直接用易拉罐来制作简易电磁感应电机呢?学生们在教师的引导下,设计出如图10所示的电磁感应电机之一。仔细分析,其实质:将多极感应电机的转子换成了铝制易拉罐,犹如无数根铜丝“极子”(这里指的是多极感应电机转子上铜丝的根数)将电池正负极导通,在强磁铁的磁场作用下,切割磁感线,从而受到与易拉罐转子(如图11所示)转动表面近似切面方向的安培力作用,从而使其转动起来。

此过程不仅使学生对前面多极感应电机的运行原理有了深刻的认识与理解,同时启发学生基于多极感应电机的制作探究,通过类比和迁移的方法,引导学生制作易拉罐感应电机,解析其运行原理,从而使学生对电磁感应原理达到深度内化;在此过程中,学生在“做中学”知识,在做中提升技能,不仅深刻的掌握了电磁感应原理,而且培养了他们的实践动手能力。

(2) 回归原型,原理分析,内化迁移

在以上系列简易多极感应电机的制作探究过程中,学生已经深入的掌握了电磁感应原理。基于此,引导学生对常见的简易电机(单极感应电机、跳跳弹簧、简易线圈电机、滚动的磁轮)的工作原理进行分析,从而检验学生“做中学”的效果,同时巩固学生对所学电磁感应原理的理解,从而实现学生对电磁感应原理的内化迁移与运用。

## 3. 总结与思考

### 3.1 与教材对比,此教学设计的优势

本文所探讨的内容,是基于人教版初中物理九年级全一册第二十章第四节《电动机》一课当中的内容。在此课基础上,对内容进行拓展延伸,通过“做中学”的方式,使学生对电磁感应原理形成深层次的理解。

虽然人教版教材中对于电动机得教学思路非常清晰,通过两次演示实验和制作简易线框电机,其目的是围绕电动机的结构和工作

原理展开的设计,当然学生也很容易理解,但是课本关于《电动机》一课的内容的编写的侧重点只是停留在让学生对电动机结构及工作原理的理解上,而对学生主动学习、主动提问、主动解决问题、主动创新等能力的培养还远不够。

这里对《电动机》一课做了延伸处理,即:引导学生,用身边易得材料(如:铜丝、易拉罐、电池、强磁铁)制作系列“简易电机”,使学生在制作的过程中积极思考、发现问题、解决问题、探究原理。使学生真正能够在实践中主动发现问题、解决问题、锻炼技能、求实创新。

### 3.2 知识的内化迁移需要激发学生自主探究

主动获取知识是学生知识内化迁移的方式之一。让学生主动获

取知识,可以基于学生的好奇心、兴趣来激发。采用“做中学”的方式来展开教学,使学生基于元认知来自主探究学习,健全“片段化”经验积累,纠正错误经验认知,从而在主动探究的过程中,使学生对知识达到真正内化迁移的效果。

### 3.3 关于教学设计的思考

看似简单的材料来设计制作系列简易感应电机的教学,却富有深度、知识的连贯性与系统性。系列装置取材容易、结构简单、效果明显、极具趣味性和直观性。以此为载体能极大的激发学生的好奇心与探究热情。借助“做中学”的方式,使学生手脑并用、增长知识、培养技能。同时,本论文中所列系列简易感应电机还可以为奋战一线的教师们提供教学参考。

#### 【参考文献】

- [1]<https://baike.so.com/doc/8763985-9087634.html>.
- [2]罗星凯,赵凯华.99国际物理教师学术交流会议论文集[C].桂林:广西师范大学出版社,2000.
- [3]刘剑锋,董艳辉.最简单的电动机赏析[J].物理教师,2010,31(1):25-26.
- [4]中华人民共和国教育部.义务教育教科书物理[M].北京:人民教育出版社,2013.

#### 【作者简介】

余显志(武汉城市职业学院初等教育学院,湖北武汉 430064)

余显志(1988-12),男,湖北武汉人(籍贯:湖北省黄石市大冶市)理学硕士,武汉城市职业学院科技教师。

研究方向:科学教育、科学与技术教育、STEM跨学科融合等。

课题:武汉儿童科学教育研究中心课题,《核心素养下小学阶段STEM课程案例的开发与实施研究》。