



高中物理教学电路分析中的概念转变——以电表内阻为例

宁沛灵;陶钰; 郑康欣;张心怡
华东师范大学,学习科学与技术第一小组



DEIT

摘要

高中的物理学习需要学生掌握电路的相关知识，在初高中电路学习的衔接中，学生容易在概念转变的过程中产生迷思。本文旨在研究学生在电路学习中对电表元件内阻理解，以电表改装为例，探究学生所产生的迷思以及产生迷思的原因，**最终找出消除或减轻迷思的方法，以帮助学生更好地进行概念转变**，构建科学的概念，提升学习与教学的效率。

前言

概念转变指个体原有的某种知识经验由于受到与此不一致的新经验的影响而发生的重大改变。其作为教育领域实际教学过程中研究的热点，近年来也延伸进入了物理课堂的教学。

物理的学习对于学生们来说通常是一个比较困难的过程，由于学生在初中物理的学习之前，总是或多或少的存在一些错误的前概念，这是在以往的生活和学习过程中，由于日常生活经验、课外资料等因素形成的一系列与科学知识相违背的观念。从初中到高中再到大学，不论是哪个范围的物理学习，通常都伴有需要概念转变的迷思观点。因此，在物理课的教学中，教师们对于帮助学生概念转变的教学方法进行了众多研究。

通过对物理课中概念转变的相关研究，我们了解到在物理学习中，学生总会产生一定的物理前概念。因此，在物理教学中，教师应该以学生为主体设计教学方案，发现学生已有的错误物理前概念，并通过建构主义将已有的前概念通过概念转变为正确的物理知识，从而提高物理课堂的教学质量。

而我们的研究**探究初高中电路分析知识衔接过程中概念转变的难点所在**，以电表内阻为例，简单地探究学生的迷思概念，并且研究学生在该知识点上的概念转变，得出一些帮助学生进行正确的概念转变的方法。也会利用已有的研究知识，在对研究对象与问题的一定知识储备的基础上，进行实验中的问卷以及对被试所提出的问题的设计，从而更好地做进一步研究并得到相对准确的结论。

表1.电表内阻概念的编码方案

次序	编码	定义
初识电表内阻阶段	电流表（PC.Amm）	一般情况下，电流表的内阻很小，理想状态下可以忽略不计。
	电压表（PC.Vol）	一般情况下，电压表内阻很大，理想状态下可以视为无电流流过电压表，即断路。
对电表内阻的进一步认识阶段	电流表（AC.Amm）	电流表可以类比为可以显示自己电流的小电阻，内阻较小的电流表示数较大，内阻较大的电流表示数较小。
	电压表（AC.Vol）	电压表可以类比为可以显示自己电压的大电阻，内阻较小的电压表示数较小，内阻较大的电压表示数较大。
对电表内阻的完全认识阶段	电流表（RC.Amm）	电流表是由灵敏电流计（表头）并联小电阻而制成的，电流表偏转角与表头偏转角一致，不同量程分流支路的电阻不同。
	电压表（RC.Vol）	电流表是由灵敏电流计（表头）串联大电阻而制成的，电流表偏转角与表头偏转角一致，不同量程分压电阻大小不一样。

表2.实验内容分析框架

分类	内容项	编码	频次
前概念对概念转变的影响	学生对电表内阻的了解	PI01	2
	学生对电路中电表内阻对测量结果的影响的了解	PI02	2
未知概念对概念转变的影响	学生对电路基本概念的理解	UI01	3
新概念的可理解性	学生对电表原理的初步理解	NI01	2
	学生对改装电表的理解	NI02	7
抽象逻辑思维能力	学生对抽象方程式的叠加运用	LA01	1
	学生在脑中对电路变化的模拟	LA02	2

实验方法与材料

本研究使用**个案分析法**，通过为被试展示演示文档中每个阶段的物理题目，通过**访谈式询问**方法并以**录音**记录每位被试的答案及其思考过程，并判断与纠正其迷思概念，以达到其更好地对电表内阻概念转变的目的。

本研究通过**物理知识摸底问卷**，从中择出四位对基础欧姆定律、电路连接常识具有基础认识但缺乏对元件内阻认知的本科生被试进行实验。四位被试皆作为本研究的个案进行了数据分析。其次，**本实验各阶段所使用的物理题目与多媒体课件皆为本研究小组成员设计**。

本实验共分为三个阶段：**初始电表内阻阶段、对电表内阻的进一步认识阶段、对电表内阻的完全认识阶段**，**每一个阶段均设有前测和后测**，所运用的电表内阻知识深度层层递进。最终根据被试的回答诊断迷思所在，对困扰被试的预设限制进行假设，并提出帮助被试进行迷思概念转变的方案。

结果

在初始电表内阻阶段的前测中，学习初中物理时形成的前概念会导致被试思考问题的同时处于一种理想化状态，从而忽略电表内阻对测量结果带来的影响，这与实际是不符的。在后测中，全部被试都能够马上理解到电表存在内阻这一概念，但部分被试在答题中效果仍然不理想，主要是受到了前概念的影响，无法准确地理解和考虑到电表内阻对测量结果的影响。除此之外，部分被试计算缓慢，难以直接用公式来分析电表内阻在电表内外接法中对测量结果造成的误差，一定要通过假设数字来计算，不仅解题效率低下，而且得出的答案正确率不高。因此可见，在初步认识电表内阻概念的阶段，前概念的阻碍、抽象方程式的困难叠加运用，都对被试关于电表内阻初步认识的概念转变产生了消极影响。

在对电表内阻的进一步认识阶段，引入了电表可以简答理解为有示数的电阻。通过访谈结果，我们了解到存在电表内阻之外的未知概念，影响了被试对题目的判断。并且在脑中对电路变化进行模拟的能力欠缺对学生概念转变产生阻碍作用。

在对电表内阻的完全认识阶段，被试产生的迷思和提出的问题是整个实验过程中最多的，也是对电表内阻理解的最高阶段，需要被试准确地理解电表的构造和改装电表的概念，其中还涉及到表头、满偏电流、改装误差等多个分支概念。电表的原理对于被试来说有一定难度，即时理解和吸收比较困难，可见新概念的**可理解性**对被试来说，在对电表内阻的概念转变下极为重要，对其概念转变的影响也最大。

表3.实验内容关键词、句

维度	内容项	关键词、句
内阻概念初步认识	PI01	电流表电阻为0，而电压表电阻无限大；不考虑电表内阻的情况
	PI02	电表内外接法中电流表示数不同，电压表始终相同；电表内阻为什么会影响电表示数
	LA01	不假设数字计算太抽象了，脑子里想不出来
内阻概念进阶认识	UI01	电压表串联在电路中测量的是电源加上电阻的总电压；两电压表串联，其中一个在电路中测量的是电源加上另一个电压表的总电压；两电压表串联，由于位置不同示数不同
	NI01	电表量程越大内阻越大；不同量程的电流表并联，分到的电流应该一致；
	LA02	脑子里模拟不出来；电流走向搞不清楚
内阻概念完全认识	NI02	改装后电表量程与表头量程一样；由同一表头制成的电压表和电流表串联在电路中，两个表的偏转角不一样；表头内阻会变化；表头偏转角与电表偏转角不同；表头能通过的电流只能是不变的满偏电流；改装电表比标准电表测出的电流大，可以在分流电阻上串联任意大小电阻来改变精度；改装电压表示数较标准电压表稍微偏大，在改装表内的分流电阻上串联任意大小的电阻即可使改装电表的电阻更精确

讨论

教师需要在物理教学过程中**密切注意前概念给学生观念转变带来的阻碍作用**，及时了解学生产生偏差的原因，给予正确的解释，多次重复这一过程，帮助学生更准确地重构知识点，进行概念转变。**未知概念也是学生概念转变的一大阻碍力量**，教师需要明确学生学习电表内阻这一知识点前的预备知识，确保学生都已掌握。教师在教学途中应当多与学生交流，发现学生因对该知识点之外的必备概念不知道或理解不清晰而无法正确概念转变时，要及时补充预备知识点的讲解，即使这是初中必考点或者已经讲过多次的知识点。**新概念的可理解性在学生概念转变中是最重要的**，发现新概念对学生来说理解难度过高，教师应当将知识点拆分成多个部分，尝试采用多种教学方法，将其中的每个细节都解释到位，保证学生清晰理解。同时，**教师需注意在日常教学中多训练学生的抽象逻辑思维能力**，可在课堂上或课下答疑的时候让学生口头解释解题过程，或者让学生多练习分析或叠加运用抽象方程式。

研究局限性

关于本研究的局限性，从一方面来看，本研究仅从高中物理的电表内阻这一单一概念来研究概念转变，尽管有三个概念转变的阶段，但总体来说，研究范围较小。因为概念转变在每个专业研究领域有其独特的研究方法，因此本研究在其它领域衍生性和借鉴性有限，可在高中教学的数学、化学、生物领域具有一定意义的可借鉴性。

从另一方面来看，本研究因成本、实验时间、人力资源等原因造成被试的数量较少，得出的结论可能不具有普适性，仅为广大研究者提供新的研究思路。

小结

本文主要研究了高中物理教学电路分析中的概念转变，以电表内阻为例，探寻电表内阻概念转变中的难点，学生学习过程中产生的迷思以及产生迷思的可能原因，并且找出解决迷思的方法以帮助学生更好地进行概念转变。

从研究结果中可知，被试在学习电表内阻原理的过程当中由于受前概念影响存在了许多种不同的迷思。电表内阻以外的未知概念也会影响其对测试题目的判断。高中电表原理与电表改装在本实验中是全新的概念，由于新概念的可理解性不够强，被试在学习途中存在了很多迷思。抽象逻辑思维也对被试概念转变有影响致使被试表示无法在脑中模拟电路的变化，很难判断得出结论，无法给出正确回答的情况。

从以上发现的结果以及实验者在实验过程中的引导作用来看，教师应该采取必要措施来应对概念转变。教师在教授电表内阻原理的时候需要做好调研，提前了解教学内容中学生已有的前概念，掌握学生产生迷思的可能原因，把握学生对概念认知的发展形式，从而对症下药找到解决办法；教师需要明确学生学习电表内阻这一知识点前的预备知识，解释清楚未知概念；新概念的可理解性在学生概念转变中是最重要的，教师应当保证概念中的每个细节学生都清晰理解；同时，教师需注意在日常教学中多训练学生的抽象逻辑思维能力。综上，教师应该选择符合学生特定的认知需要的教学策略，要积极设置问题引导学生分析讨论，促进学生进行正确的概念转变。

联系方式

学习科学与技术第一小组
华东师范大学
中山北路校区：中山北路3663号 200062
网站：<https://www.ecnu.edu.cn/>
总机：86-21-62233333

参考文献

- 牟毅, & 朱莉琪. (2006). 儿童朴素物理学的错误概念及影响概念转换的因素. 心理科学进展, 14(5).
- 辛苏, & XINSU. (2009). 概念转变模型及其发展的综述. 成都师范学院学报, 25(1), 44-47..
- 张建伟, (1998). 概念转变模型及其发展. 心理科学进展, 16(3):34-38.
- 张生毓&杨晓梅. (2019). 浅谈物理教学中迷思概念的获取和转变.物理通报(正刊),(06):27-29.
- 刘文, 黄世元, & 郭辰霖. (2019). 电表改装实验中替代法测表头内阻的误差分析. 赤峰学院学报(自然科学版)(6).
- 左祥胜. (2015). 基于“认知冲突”的概念转变教学——以人教版高中物理必修1“超重和失重”为例. 物理教学探讨, 33(7), 15-18.
- 黄端文. (2014). 高中物理概念转变教学研究——以“运动快慢的描述——速度”的教学设计为例. 物理通报(10), 9-14.
- 姜民. (2013). 浅谈高中物理的概念转变教学——以重力和引力概念教学为例. 教育实践与研究(B)(09), 32-35.
- 赵诗华,朱琴（2008）.大学物理课程中“概念转变”与“探究性教学”的探讨.物理通报, 11:11-13.
- Disessa A.A. (2014) . A history of conceptual change research[J]. Cambridge Handbook of the Learning Sciences,págs. 88-108.
- Vosniadou, & Stella. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. Learning and Instruction, 4(1), 45-69.