

# The Study of Lever Teaching by Science Program Research Methods

Xiangjiao Meng, Juan Wang

College of Elementary Education, Capital Normal University, Beijing  
Email: mengxiangjiaome@126.com

Received: Nov. 11<sup>th</sup>, 2015; accepted: Nov. 27<sup>th</sup>, 2015; published: Nov. 30<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Lakatos believes that scientific knowledge is a dynamic process of development, and any scientific theory is composed of a hard core and a protective belt, and the development and adjustment programs of scientific programme follow these two methodological principles about negative heuristics and positive heuristics. This study is to discuss primary science textbooks and scientific and reasonable “lever” of teaching based on the perspective of the science program research methods from Lakatos, which is intended to have a deeper understanding of his theory and give a certain inspiration to these science teachers.

## Keywords

Hard Core, Protective Belt, Lever Teaching

---

# 从科学纲领研究方法来看“杠杆”教学

孟祥娇, 王 娟

首都师范大学, 初等教育学院, 北京  
Email: mengxiangjiaome@126.com

收稿日期: 2015年11月11日; 录用日期: 2015年11月27日; 发布日期: 2015年11月30日

---

## 摘 要

拉卡托斯认为科学认识是一个动态发展的过程, 任何科学理论都是由硬核和保护带构成, 科学纲领的发

展和调整遵循反面启发法和正面启发法两种方法论原则。本文从拉卡托斯科学研究纲领方法论的视角, 探讨小学科学教材中“杠杆”教学的合理性和科学性, 以期对拉卡托斯的科学研究纲领方法论有更深层次的理解, 同时对科学教育者的教学有一定的启示作用。

## 关键词

硬核, 保护带, 杠杆教学

## 1. 引言

英籍匈牙利科学哲学家伊姆雷·拉卡托斯(Imre Lakatos, 1922~1974)是现代西方科学哲学的主要代表人物之一[1]。他的科学哲学思想主要反映在其学术著作《证明与反驳》(1963至1974年)和《证伪与科学研究纲领方法论》(1970年)中[2]。他提出的科学研究纲领方法论对经济学、心理学、科学等领域的研究具有重要的启示。本文将以拉卡托斯科学研究纲领方法论的观点, 探讨小学科学教材中相关科学概念的合理性。

## 2. 拉卡托斯的科学研究纲领方法论

拉卡托斯是波普尔的同事和学生, 他批判地继承了他称之为“朴素证伪主义”的波普尔的哲学思想, 提出了一种有独到见解的科学研究纲领方法论并称之为“精致证伪主义”。拉卡托斯认为科学认识的增长过程是一个动态发展过程, 不仅一切理论是可错的, 而且理论的经验基础也是可错的, 任何个别理论既不能被经验证实, 也不能像波普尔所说的那样可以被经验证伪。因此, 拉卡托斯认为科学中的基本单位和评价对象不应是一个个孤立的理论, 而应是在一个时期中由一系列理论有机构成的研究纲领。拉卡托斯认为, 它由四个部分构成: 由基本理论构成的“硬核”; 由辅助假设构成的“保护带”; 保护硬核的反面启示法; 改善和发展理论的正面启示法[3]。

“硬核”是一系列的基本理论, 由对所研究对象的根本性质作出断言, 是一种“形而上”的假定, 是无法通过经验来验证的。科学史上, “地心说”就是托勒密天文学理论系统的硬核, 牛顿动力学定律和万有引力定律是牛顿力学理论系统的硬核。

“保护带”是各种辅助性的假设, 是为了保护“硬核”而存在, 当有反例来攻击“硬核”时, 可以通过修改假设将反例纳入“硬核”理论系列中。例如, 托勒密时期的天文学家就是通过修改本轮和均轮等辅助性假设, 以保护地心说。

“反向启发法”是禁止反例指向“硬核”, 它会将矛头引向“保护带”, 最后通过找到反例的毛病或者是修改辅助性假设从而解除危机, 保护“硬核”。

“正面启发法”是一种鼓励性质的方法论原则, 能够为科学家指出长远的研究方向、研究课题及研究方法, 它不顾反例对硬核的冲击, 而是坚定地沿着研究纲领所提示的方向向前探索, 以便使研究纲领从根本上得到改进。它可以使旧的纲领得到修正完善或者推翻旧纲领形成新纲领, 揭示了科学认识过程的进步性。

拉卡托斯吸收了波普尔和库恩的合理观点, 形成了科学理论演化的科学研究纲领模式: 科学研究纲领进化阶段→科学研究纲领退化阶段→新的进化的科学研究纲领证伪并取代退化的研究纲领新的研究纲领的进化阶段[3]。

从拉卡托斯的科学研究纲领方法论告诉我们, 科学理论作为一种纲领, 由一系列基础理论组成, 这些理论的成立都有其适用条件, 可以说具体条件对应具体的理论, 解决具体的问题。因此, 当我们在认

识一个理论的时候, 不仅要考虑它本质的东西, 还有考虑它的辅助性假设等, 要全面系统的掌握一个理论的不同表现形式, 不要把理论当作教条。

### 3. 科学纲领研究方法的应用

我国《科学课程标准(3~6 年级)》指出, “小学科学课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程”, 要求学生通过学习, 可以获得大量的感性认识, 了解基本的科学道理, 如光线沿直线传播或者光在空气中沿直线传播, 声音在真空中无法传播, 老虎是食肉动物等等。对这些概念深入分析, 我们会发现有些概念的认识是错的, 比如我们知道“光在空气中不一定是沿直线传播的”, 但是在小学阶段的教学中, 比如在探究杠杆省力的时候, 用钩码数和尺子格数来说明。这样做的合理性在哪里? 这里将用拉卡托斯的科学研究纲领方法论来解释这个疑惑。

小学科学教材教科版六年级上册“杠杆的科学”一课中, 为了研究杠杆省力的问题, 课程设计是: 用杠杆尺的格数来标记左右两边到支点的距离  $L_{左}$ 、 $L_{右}$ , 把挂在杠杆尺左边的钩码数  $N_{左}$  看作是要被撬起的重物重量, 把挂在杠杆尺右边的钩码数  $N_{右}$  看作是我们用的力。通过比较  $N_{左}$  和  $N_{右}$  的大小, 来判断是省力、费力还是不省力也不费力, 如图 1 所示。

根据课本中的教学设计, 当杠杆尺平衡时, 我们可以得到等式:

$$L_{左} \times N_{左} = L_{右} \times N_{右} \quad \text{公式(1)}$$

这个公式可以成立, 隐含了可以作为“保护层”的条件有: a) 杠杆尺必须是水平的, 与桌面平行; b) 所挂钩码必须与杠杆尺垂直; c) 钩码的重量就是施加于杠杆尺的外力, 它有大小和单位“牛顿 N”; d) 杠杆尺的格数  $L$  表示的是力到支点的距离, 也有大小和单位(长度单位); e) 杠杆尺在挂上钩码后不会变形。

初中阶段学习杠杆, 如图 2 所示。

原理公式:

$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2 \quad \text{公式(2)}$$

一般简化为:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \quad \text{公式(3)}$$

其中:  $F_1$ 、 $F_2$  分别是在杠杆上施加的动力、杠杆所受的阻力;  $l_1$ 、 $l_2$  分别表示动力臂、阻力臂。这个公式可以成立的“保护层”有: a) 作用于杠杆的力垂直于地面; b) 没有考虑力与作用点的夹角; c) 杠杆在力的作用下不会发生变形。实际上动力臂和阻力臂是力的作用点到支点的距离  $l$  在水平面上的投影, 即  $l \sin \theta$ 。考虑到学生的认知水平, 所以在这个阶段只学习  $\theta = 90^\circ$  的情况, 那就是杠杆处于水平位置, 力垂直作用于杆。

在高中阶段, 学习有固定转动轴物体的平衡, 引入了力矩的概念。如图 3、图 4 所示。

如果考虑夹角  $\theta$ , 上述公式(3)的可以写成:

$$F_1 l_1 \sin \theta_1 = F_2 l_2 \sin \theta_2 \quad \text{公式(4)}$$

经过变形:

$$F_1 l_1 \sin \theta_1 - F_2 l_2 \sin \theta_2 = 0$$

继续变形:

$$\sum F l \sin \theta = 0 \quad \text{公式(5)}$$

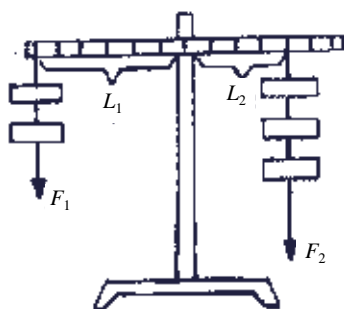


Figure 1. The schematic diagram of primary science lever effort  
图 1. 小学科学杠杆省力研究示意图

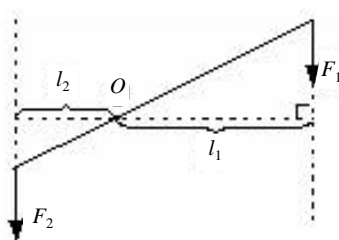
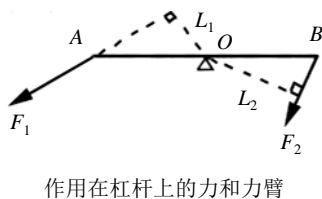
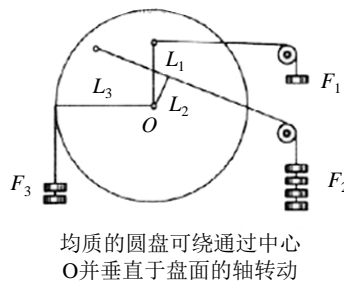


Figure 2. The schematic diagram of studying lever in junior high school lever  
图 2. 初中杠杆学习示意图



作用在杠杆上的力和力臂

Figure 3. The schematic diagram of studying lever in high school lever  
图 3. 高中杠杆学习示意图



均质的圆盘可绕通过中心  
O并垂直于盘面的轴转动

Figure 4. The schematic diagram of studying torque balance  
图 4. 力矩平衡学习示意图

图 4 所示的圆盘可以绕通过中心  $O$  并垂直于盘面的轴转动, 使圆盘在力  $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_3$  的力矩作用下处于平衡状态, 量出这 3 个力的力臂  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$ , 分别计算使转盘向顺时针方向转动的力矩  $M_1 = F_1L_1$ 、 $M_2 = F_2L_2$  和使圆盘逆时针方向转动的力矩  $M_3 = F_3L_3$ , 得到:

$$M_1 + M_2 = M_3 \quad \text{公式(6)}$$

从科学认识过程考察, 客观事实需通过观察或实验呈现为科学事实, 而科学事实只有通过思维的加

工才能成为科学认识, 科学认识又需要经过实践的证实方能上升为科学理论。同时, 存在另外一种可能, 即科学认识被证伪从而被否定; 也有可能得到修正, 使科学认识更深入或更精确, 再上升为科学理论。科学理论的发展是一个不断自我否定、不断进步的过程。在实际应用和科学自身发展过程中, 会有不适应原有科学理论的反例存在, 反例会影响科学理论的权威, 当反常的增多与积累, 会出现危机, 此时会出现新的科学认识, 就会出现替代旧理论的新的理论。由此循环往复, 是一个永无止境的发展过程。托马斯·库恩的“范式”理论: “假说 - 证伪 - 新的假说……”, 典型地描述了科学的这种发展过程。而拉卡托斯不仅继承了库恩的“范式”理论, 提出了一个弹性更强的动态的科学模型: “原始假说 - 证伪与证伪 - 改进了的假说(定理或引理)……”。

人类对科学理论的认识过程符合科学理论的发展过程, 即是一个动态的、循环往复的过程。从拉卡托斯的科学研究纲领来看, 从小学到大学甚至更高的教育阶段, 人对某些理论的认识并非一蹴而就、一成不变的, 因为没有永恒的、真的理论。在科学理论的发展过程中, 在某个阶段, 一定会出现反例来冲击或穿透保护层, 挑战“硬核”的权威。

在小学阶段, 学生对事物的认识通常是基于具体对象, 逻辑思维能力不强。对于杠杆, 亲自感受杠杆类工具获得的感觉和认识更深刻。对于杠杆平衡, 只能借助简化的工具——杠杆尺才能有一个浅显的认识。这个阶段, 对于学生来说, 杠杆平衡只能是在水平方向的, 是静止的、不动的。但是随着生活经验的增加, 我们会发现有时候倾斜的杠杆也能保持平衡, 或者在转动的过程中物体也可以保持平衡。这样, 原有的杠杆平衡理论就不再适用, 也可以说新的经验事实冲击了“保护层”和“硬核”, 要想保护“硬核”, 必须得对保护层进行修正。有时也可以对“硬核”做一定的修改, 但不是完全摒弃。这就是拉卡托斯所说的科学纲领的进步, 此时保护层已经得到修改, 而硬核随之成熟, 更好的适用新的经验事实。由于我们不能预测所有的与“硬核”相关的经验事实, 所有新的纲领在未来还是有可能被修改或被否定。但是, 可以确定的是, 在反例未出现之前, 当时的“硬核”是科学的、有效的。

小学科学课程是一门启蒙科学课, 目的是让学生获得一定的科学概念、科学方法和科学情感。小学阶段相当于人类认知的初期, 也可以看作是科学理论形成的初期, 一个科学理论的成立需要很多的条件。从这里我们也可以证明了小学科学课本这样案例设计的合理性, 说明研究者确实是从科学的角度出发来编写教材。作为科学教育工作者, 很有必要“刨根问底”, 这样才能从对某个概念或者简单公式有一个深入的认识, 对课程的设计也能更好的从理论出发。这样在真实的课堂教学中才能做到胸有成竹, 游刃有余。

## 参考文献 (References)

- [1] 周昌忠. 关于科学发现是研究纲领的评价——拉卡托斯著《科学研究纲领方法论》述评[J]. 社会科学, 1987(10): 70-73.
- [2] 冷英, 莫雷. 拉卡托斯的科学纲领方法论对学习理论研究的启示[J]. 自然辩证法研究, 2003, 19(3): 23-27.
- [3] 朱烜伯, 刘明海, 马懿莉. 科学研究纲领方法论: 观察马克思主义科学性的新视角[J]. 江西社会科学, 2013(2): 17-20.