

物理学科启发式教学的内涵与运用

胡扬洋 陈清梅 邢红军

〔摘要〕 启发式教学作为一种教学法，其在物理教学中的发展应该在一定程度上回归物理教学语言对思维的启发。文章试探析启发式教学在物理逻辑思维、物理形象思维、物理直觉与灵感思维发展中的启发机制，并对其在物理知识、物理方法和思维方法上的应用方面进行思考。

〔关键词〕 物理教学 启发式 物理思维 物理方法 教学语言

启发式教学作为一种教学方法，具有深刻的内涵和强大的生命力。尤其是物理启发式教学，更是体现了与学科教学紧密结合的特点。

一、物理启发式教学的回顾

20世纪70、80年代，阎金铎先生基于物理学的深厚修养以及在中央广播电视大学主讲基础物理的丰富教学经验，最早提出并生动地诠释了物理启发式教学。阎先生认为：“启发式教学并不是有些人简单理解的‘提问’方式。”“启发式教学的核心是调动学生积极主动的思维活动。”^{〔1〕}物理教育家乔际平先生则提出：“启发式教学的根本目的在于要启发学生的积极思维，不仅要他们‘在思维’，还要他们‘会思维’。”^{〔2〕}“现代启发式教学法……以新的心理学和方法论为根据……是以发展学生智能为主。”^{〔3〕}显然，这些早期的论述体现了启发式教学的时代背景。

对物理启发式教学做出理论研究与实践探索的是物理教育家许国梁先生及其团队。许先生以辩证唯物主义认识论和现代系统理论为依据，于1983年提出并构筑了物理“启发式综合”教学理论与实践体系。该理论主张：“除运用语言外，还要更多地综合运用观察、实验、讨论和阅读等手段来实施启发式教学，使教学过程成为学生自己动手、动口、动笔、动脑的探索过程。”在这一思想的指引下，许先生倡导并组织了“启发式综合教学改革实验研究”，历时十余年，遍及全国20个省、市、自治区的数百所学校。总体而言，这一研究为物理启发式教学积累了丰富的成果，彰显了启发式教学深广的生命力，在我国教学改革的背景

下做出了历史性的贡献。

我们认为，物理启发式教学的历史经验与贡献弥足珍贵。其聚焦了教师教学语言对学生思维活动的积极调动，这抓住了物理启发式教学的核心。但是，将实验、讨论、阅读、甚至合作、探究等教学法都置于启发式的框架内则可能使启发式教学泛化。因此，今天对物理启发式教学的研究就有必要回归“教学语言启发学生思维”的本真，抓住“启发性的教学语言何以促进学生‘会思维’，并‘发展智能’”这一核心问题。这需要基于更为宽厚的学术基础，从而使启发式教学的应用水平由经验走向理论。

二、物理启发式教学的内涵

我们认为，物理启发式教学不应停留在对学生思维活动的“调动”层面，而应以关照学生原有思维水平为起点，以促进思维水平的发展为目的，以思维方法的训练为途径。其中，对思维的调动仅仅是前提条件，对思维的活动、发展、方法等因素的研究才是关键。

物理启发式教学语言对物理学科特性的体现主要是对物理思维的表达与承载。近年来的心理能力研究显示，物理思维能力是物理学科能力的重要组成部分。物理学科本身也的确体现出了如物理想象思维、物理类比思维等独特的思维特色与倾向。有物理学家就从语言文化与物理思想的层面阐述了不同语言与物理学之间的联系，认为虽然数学是物理学思想的可靠载体，但一种叙述性的语言作为物理学的载体仍然是必要的。“这一现实，决定了因为载体语言，以及该语言所表达的文化的不同所造成的对物理学

理解上的差异。不同的语言可能呈现给学习者不同的物理图像，而不同的文化塑造了研究者不同的风格从而将物理学导入不同的方向。比较一下德语物理学教科书之有板有眼注重现实细节和法语教科书之轻灵飘逸注重数学理性，你会恍惚觉得这是来自两个世界的物理学，你也就理解为什么高分子材料的研究德国收获的更多是产品而法国收获的是de Gennes的诺贝尔奖。”由此可见，物理教学语言的研究与使用还肩负着以本国语言与思维方式理解物理学、表达物理学并发展物理学的责任。

物理思维具有一般思维的规律，同语言的关系也体现物理学科特色的内涵。依据心理学、心理语言学对思维的基本分类，我们将物理教学语言对物理思维的启发分为对物理逻辑思维，物理形象思维以及物理直觉、灵感思维的启发三个层次，以下分别论述启发的机制。

（一）对物理逻辑思维的启发

逻辑体系是物理学科结构的基本成分之一，所以，表达并启发物理逻辑思维就是启发性教学语言的第一重内涵。其中，如何处理数学与教学语言之间的关系关乎启发物理逻辑思维的正确方向。对这一问题，首先需明确，物理学逻辑体系的充分表达单用教学语言是不够的，必须使用数学语言。正如物理学家费曼所说：“如果你不能够欣赏数学，你就不能够从那些五花八门的事实中看出允许你从一事实联系到另一事实的逻辑。”^[4]的确，对于已存在一定理论化程度的高中物理，其中许多严密、微妙的逻辑联系已经不能仅仅用口头语言或文字来表达。然而这也不能成为把物理课上成“公式推导课”的理由。简言之，物理学的逻辑不仅要求推理符合逻辑法则，并且要求每一步都有实在意义，即“物理意义”的获得，这同“仅仅处理推理的结构，并不关心所谈论的是什么东西”的数学家是不同的。^[5]

物理教学语言既要帮助理解高度严密与抽象的数学逻辑，又要体现物理逻辑的特点。应充分发挥教学语言的规范与优势，表达那种用日常语言不能表达的细微逻辑感。譬如可以通过逻辑连接词，以及前后短句之间部分重复的方法，使得表述在结构和语义上逻辑完整、严谨，从而有效训练逻辑思维。此外，启发不仅要求所选语词在静态意义上的逻辑关联与一致，还要求教学语言在动态中体现逻辑感。所以，语言表达就不能等同于照搬讲章，而应在语言的停顿、节奏、语势上细加考究。我们往往发现，对于相同的讲稿，教学语言停顿或节奏的些微不同，那种微妙的逻辑感就无法形成。

（二）对物理形象思维的启发

对物理形象思维的启发则更多地表现了物理思维特色

的体察。正如杨振宁所言“物理学本身是现象而不是推演。”直观化、形象化的物理教学语言不仅是一种“语言直观”的教学手段，更是学生形象思维发展的源泉。^[6]语言学家也认为“语言既是抽象思维的工具，也是形象思维的工具。”^[7]这种语言直观比起其他直观教学具有特殊优势，它迫使学学生彻底脱离实物与现象的依赖，积极地调动物理想象能力，自觉地唤醒感性形象在头脑中再现，在思维中描绘出形象而又突出物理特征的图景，并构建物理模型。

教学中丰富的物理现象是启发物理形象思维的广阔舞台。教师只有自己深刻、准确、全面地把握物理现象才能挥洒自如。事实证明，物理教学语言完全可以将形象思维的启发发挥地淋漓尽致。例如，阎金铎先生在讲解碰撞问题时，分别用“要碰还没碰，没碰就要碰”、“要离开还没离开，没离开就要离开”描述了“碰前”、“碰后”两个物理状态。^[8]在讲解瞬时速度时，对“小时间间隔”，则描述为“你说它多小，它比你说的还小，但就是不等于零”。^[9]这种对“临界”、“无穷”的形象而不失精确的语言描述，使学生的认识由模糊走向了精密，由有限走向了极限。在形象的语言之间使学生的思维触角伸向了更远，同时也将概念、规律、过程的物理意义诠释地精微、入神，体现着深厚的物理意蕴。

（三）对物理直觉、灵感思维的启发

物理学中大量存在的直觉、灵感思维体现了学科特点和独特魅力。费米在回忆一次中子实验时说，对当时试验中观察到的奇特现象，是一个他不知道的道理促使他作了一个完全是下意识的决定。选了一个非常轻的物质而非重的物质做屏蔽。试验结果发现，后面的中子效应大大增加了。^[10]这种“完全是下意识的决定”就是直觉、灵感思维的表现。

物理教学语言要实现了对直觉、灵感思维的启发，就要利用语言的美感、幽默感甚至洞察力等集中彰显人的主观能动性、审美能力以及创造能力的成分。启发性的教学语言就是要鼓励、带领学生大胆地猜测和洞察。有物理学家评论麦克斯韦方程时说：“决不要去管什么哲学，决不要去管诸如如此的什么东西，只管去猜方程好了。”^[11]例如，对于库仑定律的教学，教师就可以大胆地鼓励学生对定律的数学表达进行猜测，甚至引领他们进一步猜测二维平面内库仑定律的表达方式。物理实验教学也应给学生直接洞察实验现象并猜测其机理的机会。物理问题解决也应引入实际物理问题，启发学生用直觉思维大幅度地跳跃思考。

三、物理启发式教学的应用

依据物理教学的基本范畴，我们从物理知识、物理方法、思维方法三个维度对物理启发式教学的具体应用加以阐释。

(一) 磨词炼句：理解物理知识内涵

物理知识是物理教学的重要内容，不理解物理知识的内涵与联系，启发就是无的放矢。教师使用教学语言，需精心遣词造句来表达物理知识的深刻内涵。心理语言学的研究表明：“凡是引起注意，因而进行过比较深入精细加工的句子，人们不仅能记住它们的意义，而且能较好地地在记忆中保存它们的表层结构。”

可见，对启发性的物理教学语言仔细地“磨炼”词句、研究各种常用语言的思维内涵或指向就显得尤其必要。不用说“浸入”与“浸没”之别，“垂直”与“竖直”之分，实践中更有教师将物理教学语言做了释义型、论证型、推导型、鉴别型、发散型等五种类别并分别探讨了运用方法，不失为一种有益尝试。^[12]此外，物理教学语言形象化的词句表达也需要着重考究。例如用水流比喻电流，用割稻比喻切割磁感线等等。

(二) 时空次序：表达物理方法逻辑

物理学科的方法是物理教育的重要内容，而且还展示了物理知识的获得和应用过程，并体现一种逻辑力量。物理方法往往并不简易，尤其是高中物理中的正交分解法、递推法等物理方法，都需要繁复的步骤和精密的操作才能完成。而构成各种物理方法的步骤与操作不是散碎、盲目的活动，而是有序、结构化的时空次序。这种次序在每个物理方法内部和不同物理方法之间都有体现。例如比值定义法的教学，就首先要选取相同的标准，然后两者相比。再如曲线改直法，描点、作图、公式总结更是需要一整套仔细、有序的操作才能完成。物理方法之间的次序在牛顿第二定律的教学中就更为明显。该规律的得出依次使用了控制变量法、作图法、曲线改直法、比例系数法等一整套物理方法，不仅体现了知识导出的过程，并且联合起来表达了教学的逻辑。

所以，要实现对物理方法的启发，就要首先厘清各种方法在教学中的时空次序并加以规范。启发式教学就要有序地呈现、精准地拿捏这些次序，不仅要宏观地说明我们“从哪里来，到哪里去”，还要表达时空次序的语词明示物理方法的细节。

(三) 着意显化：训练物理思维方法

不触及思维方法的训练，物理启发式教学的应用无法名至实归。正是思维方法连接了思维现有状态与目标状态，

通过物理教学语言着意显化思维方法的训练就能有效促进思维发展。而思维方法往往隐藏在物理方法的背后，指导着物理方法的时空展开并与物理方法水乳交融。如果说没有物理方法不足以表达教学的脉络，那么没有思维方法就无法表达教学的灵魂。

分析、综合、抽象、概括、推理等都是物理教学中的基本思维方法。例如力概念的教学，就需要先用分析思维对实例中的诸多特征进行分解，再使用综合的思维方法，将各种分析后的特征组合起来，并突出其本质。进而，才能将“相互作用”这一本质特征抽象出来，概括形成“力”这一物理概念。近年来发展出的原始物理问题（Original Question），更是为物理思维方法的训练提供了良好的平台。^[13]

例如这样一个原始物理问题：“一篮球自某一高度自由下落。请画出篮球在多次下落、弹起并最终静止的整个过程中，篮球的加速度随时间的变化图线。”这样的问题从现象出发，没有提供任何数据，所以对其解决就绕不开思维方法的运用。首先运用分析综合的思维方法将空气阻力等非主要因素忽略并突出主要因素。进一步，运用抽象概括的思维方法将篮球抽象为适当的物理模型。由于篮球从接触地面开始受到挤压，当形变量达到最大时到最低点，即为压缩阶段，之后经历一个对称的恢复阶段。所以，不能将篮球抽象为质点，而应看作一个有一定质量的弹性体。在未与地面碰撞的过程中，加速度等于重力加速度，挤压过程中，由于形变量越来越大，加速度逐渐减小，在恢复阶段逐渐增大。上述对物理过程的解剖，运用了分析与综合的思维方法。物理模型的建立过程还用到了形象思维方法。将物理过程抽象概括为图线，更是对学生的思维方法提出了更高的要求 and 精微的训练。综上所述，图线应如图1所示：

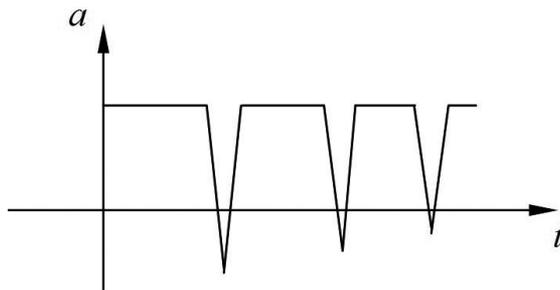


图1

要实现对思维方法的启发，教学就不能满足于就解题论解题、就步骤论步骤，还应注意步骤背后的深刻内涵以及伴随的心理操作过程，并对物理思维方法的使用过程做出宏观的、战略式的评鉴，这关乎学生能否实现对思维方法开启有意识的内化过程。这样才能使物理启发式教学运

先学·低入·理答

——在小语教学中落实“让学”理念

王爱伦

【摘要】在小语教学的实践中，部分教师讲得“支离破碎”，设置的教学环节过多，学生自主学习时间少。为保障学生的学习权，可运用“先学·低入·理答”策略，有效落实“让学”理念，提高学生的自学能力与语文素养。

【关键词】学习权 让学 先学 低入 理答

在大量的听课调研中，我们发现一些语文课堂存在教师讲得“支离破碎”，设置教学环节过多，学生自主学习时间较少的问题，其结果是剥夺了学生的学习权。教师如何在小学语文教学中保障学生的学习权？一句话，就是要帮助学生“学会学习”。而要帮助学生“学会学习”，落实“让学”理念是关键。“让学”——“让”者，“使”也，

“让学，也就是让学习者通过自我教育而主动学习。”王尚文教授在《走进语文教学之门》一书中，指出“让学”的核心是“让热爱、让实践”，前者是基础，后者是基础之上的上层建筑。让热爱，不仅需要好的语文教材，更需要教师对教材的巧妙处理。让实践，不仅要教师勇于放手、让学生去实践，而且需要教师适时地给学生指点实践的门径

用水平走向深入。

〔*本文为全国教育科学“十二五”规划教育部重点课题“促进中学生思维品质发展研究”（编号：DBA110180）阶段性成果之一。〕

参考文献：

- [1] [12] [13] 阎金铎. 中学物理教材教法 [M]. 北京：北京师范大学出版社，1981：77，23-24，11.
- [2] 乔际平. 物理教学方法及综合优化处理 [J]. 中学物理，1986（6）.
- [3] 乔际平，等. 基础教育现代化教学基本功（中学物理卷）[M]. 北京：首都师范大学出版社，1997：287.
- [4] “启发式综合教学”课题组. “启发式综合教学”的启发理论 [J]. 物理教师，1994（5）.
- [5] 毋小勇. 启发式综合教学改革二十五年——许国樑物理教育思想概览 [J]. 物理教师，2008（6）.
- [6] 邢红军，陈清梅. 物理能力的基本理论研究 [J]. 首都师范大学学报：自然科学版，2006（4）.
- [7] 曹则贤. 物理学咬文嚼字开篇词 [J]. 物理，2007（7）.

[8] [9] [15] R·P·费曼. 物理定律的本性 [M]. 关洪，译. 长沙：湖南科学技术出版社，2006：35，51，178.

[10] 邢红军. 论物理教育中的直观性与学生形象思维能力的培养 [J]. 教育研究，1993（9）.

[11] 王德春. 语言学通论 [M]. 南京：江苏教育出版社，1990：19.

[14] 杨振宁. 杨振宁文集 [M]. 上海：华东师范大学出版社，1998：534-535.

[13] 朱曼殊，缪小春. 心理语言学 [M]. 上海：华东师范大学出版社，1990：241.

[16] 王冬伟. 简析物理教学语言的类型与运用 [J]. 吉林广播电视大学学报，2000（2）.

[17] 邢红军，陈清梅. 论原始物理问题的教育价值及其启示 [J]. 课程·教材·教法，2005（1）.

（胡扬洋：首都师范大学物理系 北京 100048 陈清梅：北京中医药大学基础部 北京 100102 邢红军：首都师范大学物理系 教授，博士生导师 北京 100048 责任编辑：洪淑媛）