

# 构建物理模型，培养学生科学思维能力

张 越

西安市创新港中学 陕西西安 710000

**摘要：**建构物理模型是培养学生科学思维的一种重要方法。本文通过分析建立应用物理模型的思维特点、学生在这方面的缺陷表现并剖析培养学生这方面思维的困难原因，提出了笔者在教学中培养学生构建和应用物理模型思维的实践方法。

**关键词：**构建；物理模型；科学思维；抽象概括

## 前言

提升学生的科学思维是物理教学中培养物理学科核心素养的重要组成部分，而科学思维之一便是建构物理模型的抽象概括过程。物理模型的学科思维就是在物理学习中只考虑主要的因素，忽略次要因素思维方式，它具有使复杂问题简单化、实际问题理想化的特点<sup>[1]</sup>。物理模型一般分为三类：第一类物质模型：这一类具有较强的理想化特征，比如质点，点电荷，滑块，小球，细绳，轻质弹簧，匀强电场磁场，斜面，圆弧轨道以及由这些单个实物模型组合而成的系统模型；第二类状态模型，如原子物理中波尔原子结构模型等，这个高中范围内涉及得很少，这里不展开说明；第三类过程模型：比如力学中匀速直线运动，自由落体运动，匀速圆周运动，（类）平抛运动等简单运动模型，以及弹性碰撞，滑块在木板上的运动，等时圆模型，弹簧类问题，小球在竖直圆弧轨道中的圆周运动、带电粒子在单边界、多边界、圆边界磁场中的复杂运动模型，以及电磁学中的串并联模型、闭合电路模型、电磁感应中自感互感模型等<sup>[2]</sup>。这类模型中所涉及到的物理规律和数学表达一般比较经典，也是考试经常直接考察的点。

## 2. 学生常见建模思维缺陷的成因及表现

1、抽象概括能力不足，对不同情境中隐藏的共性问题不能及时敏锐发现<sup>[3]</sup>。多表现为：上课时“能听懂”，下课后或考试做题时“没思路”。主要是因为老师讲课的时把题目所涉及到的物理模型通过形象的方式展现出来，学生就比较容易理解接受。可当学生独自面对一个问题时并没有在当前所面临的实际情境中抽象出问题的主线，没有弄清各物理量之间如何影响，未能和课堂中老师呈现的物理模型建立联系，所以往往只能对着文字和公式发呆。

2、面对新的问题还原物理模型意识不强，错误套用“物理模型”。很多学生学习物理只关注了如何解题，机械记忆题目和解题过程及答案，却并没有认真分析题目背后涉及到的物理思想和方法，仅凭记忆，因此效率之低、错误率非常高。例如某次考试的题目：

例 1：如图 1 所示，充电后的平行板（长  $l$ ，间距  $d$ ）电容器竖直放置，质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带电小球从左极板上方的 A 点静止释放，最后从右极板下方的 B 点射出。求带电粒子经过 B 点时的速度。

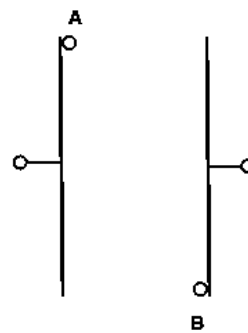


图 1

这道题全年级得分率只有 32%，错误答案几乎全是认为带电小球沿曲线做类平抛运动到达 B 点，因为学生对带电粒子在电场中做类平抛运动这类问题见过很多，这道题的情境与其“高度相似”，因此不假思索考场上直接套用。这间接反映出学生并没有彻底弄透“类平抛运动”这一物理模型是在什么样的经验事实中抽象概括出来的，更反映出对运动与相互作用的物理观念没有树立起来，对几类典型运动模型及其受力特征似懂非懂。由此可见，物理模型这一物理学科思维的培养其实贯穿学生的整个物理学习过

程。

#### 学生提升物理模型思维的困难原因剖析

是什么导致学生提升物理模型思维困难呢？笔者通过教学查阅资料结合教学实践分析有以下原因：

情境表象困扰。主要表现在学生面对一个新情境，注意力往往集中在问题表象上，而对情境中的物理过程分析不足，所以容易受到表象的干扰，不能抓住问题本质，难以找出情境中涉及到的物理过程和所学知识的内在联系，不能顺利构建物理模型。例如 2022 年高考湖南卷第 5 题：

例 2 2022 年北京冬奥会跳台滑雪空中技巧比赛场地边，有一根系有飘带的风力指示杆，教练员根据飘带的形态提示运动员现场风力的情况。若飘带可视为粗细一致的匀质长绳，其所处范围内风速水平向右、大小恒定且不随高度改变。当飘带稳定时，飘带实际形态最接近的是<sup>[3]</sup>（ ）

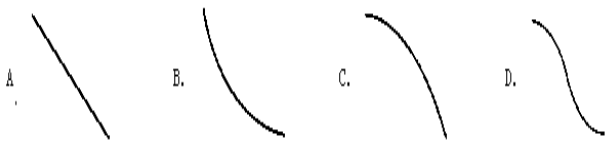


图 2

这道题学生容易从生活经验出发，但生活中大多数时候风力大小方向并不恒定，并且丝带的飘动也并不稳定，因此这几幅图可能都会在学生生活经验中有印象，造成学生“凭感觉做题”。如果学生能意识到“稳定”是一种平衡状态，进而从受力分析出发寻求答案，才能抓住问题本质，构建三力平衡的物理模型。

2、对相关物理概念模糊。概念模糊主要体现在学生把生活中形成的某些“非物理意识”（前概念）当作概念，不清楚概念的本质属性和概念间的关系等<sup>[4]</sup>。例如学生在学习“物体的超重、失重”这节内容时，在了解到宇宙飞船中的航天员“漂浮”是一种“完全失重状态”后，误以为完全失重就是完全不受重力，从而建构了一个错误的物理模型，为后续学习埋下了隐患。

3、知识间关联性不强。例如在学习“第一宇宙速度”相关知识时，学生往往记住了第一宇宙速度是“最大的环绕速度”，也是“最小的发射速度”，甚至都记住了地球表面的第一宇宙速度是 7.9km/s，但在定量计算其他星球的第一宇宙速度时却束手无策。根本原因在于学生还是没有弄清楚卫星发射和运行的基本原理，没有进一步思考卫星

做圆周运动的向心力供需关系。如果此时他能意识到，第一宇宙速度就是近地卫星的环绕速度，或许这个问题就不再复杂。

4、不能准确灵活地从不同角度对物理过程进行分析。因为大多数物理过程都是由一些有特点的物理状态和有规律的变化过程构成，学生在分析中总结出这些状态特征和过程变化规律，其实就是构建了一个物理模型。但在其他情境中迁移应用时，首先得抓住主要条件、忽略次要因素，找到新情境中物理过程与已有物理模型间有何内在联系，从而分析有何相同的变化规律。例如学生在应用动力学知识分析传送带问题时，物块轻放在匀速运行的水平传送带上的运动过程、物块从低端轻放在向上匀速运行的倾斜传送带上的运动过程，这两个物理过程有相似性，但从摩擦力做功和能量变化角度分析，这两个过程却又截然不同。

#### 4. 培养学生构建物理模型，提升思维能力的途径

结合以往的教学实践，下面是笔者总结出物理模型教学中的一些做法。

1、设计问题串，引导学生思考关键问题，逐步提升思维深度，加深对物理模型特点及处理方法的认识。例如在复合场问题中的“等效重力场模型”教学中，让学生先讨论所遇到的实际困难：如何分析带电小球的受力和运动？能否把重力和电场力看做一个力？合力是否是一个恒力？这个恒力的大小和方向？学生在解答预先设计的问题串中逐渐总结出了等效重力的方法，进而再提出等效重力加速度、等效水平方向、等效竖直方向、等效最高点和等效最低点等概念，让学生逐一指认，这样学生对该模型印象更加深刻。

2、课堂小结模型的条件和规律等特点。有了模型解题自然方便，但学生对规律的识记一般会较强，但对条件的限制却容易忽视。上述例 1 题中体现的很充分，正是学生对类平抛运动模型的条件有含糊之处，因此考场上会误以为是该模型。因此在学生刚开始接触一个新的物理模型时就应及时总结规律更应总结条件，防止学生对规律的乱用和模型的生搬硬套。

3、注重培养学生将问题回归模型的能力。物理模型的建立是为了将复杂问题简单化、实际问题理想化的解决，而在解决实际问题时如何能将问题回归到理想模型中去，需要学生在充分理解新的物理情境和过程的基础上，抽象

概括出过程中所遵循的基本物理规律，进而比较学生已有的知识体系和熟悉的物理模型，快速寻找到不同事物之间存在的某些联系，便很有可能快速解决遇到的问题。例如下面这道题：

例 3：如图 3-a 所示，在平板车的上面有一只固定的玻璃杯子，玻璃杯内保存有一定体积的水，当平板车进行加速度为  $a$  的匀加速运动时，玻璃杯内页面稳定后和水平方向构成的夹角  $\theta$  等于多少？

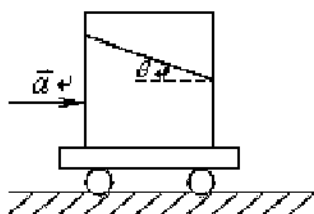


图 3-a



图 3-b

这道题的情景不太常见，解决的关键之处在于抓住情景本质，将这种不熟悉的问题转变为自己比较熟悉的问题，如图 3-b 所示的这道题：

例 4：在倾斜角为  $\theta$  的光滑斜面上，排列着若干个质量均为  $m$  的物体，求解当斜面以多少的加速度沿着水平方向运动时，能够让斜面上的物体与斜面之间保持相对静止而不滑下？

分析可以发现，此时物体的受力情况是影响物体和斜面静止不动的重要因素，只有它们的受力情况相同时，才可能相对静止，根据  $f=ma$  以及  $mg \tan \theta = ma$ ，可得到  $\theta = \arctan(a/g)$ ，如果能回归到连接体模型中，问题就大大简化了。因此，在习题课中，教师应注重培养学生将问题还原模型的能力。

4、剖析一型多问，横纵向对比不同物理模型。通过设置层层核心问题引导学生思考，一型多问让学生对该物理模型认识透彻从而达到多题一节的效果，同时使学生学会了用批判的眼光去看待事物：即同一个装置有可能隐藏着多个物理模型，量的改变引起这些模型间质的改变；不同

的装置情景，却也有可能用的是同一个物理模型。因此通过合理问题引导，让学生物理模型的思维得到升华。

例 5：如图 4 所示，细线长为  $l$ ，上端固定在  $O$  点，下端系一质量为  $m$  的小球。



图 4

问 1：静止时，细线对小球的拉力是多少？

问 2：把小球拉离平衡位置较小的角度  $\theta$ ，静止释放后，小球做什么运动？

问 3：当小球运动到最低点时，细线突然断裂，小球将做什么运动？

问 4：能否求出小球运动到最低点时细线对小球的拉力是多少？

问 5：为了让小球绕圆心  $O$  点做运动过程中细线始终绷紧，求在最低点处给小球的初速度  $v_0$  的范围？

问 6：如果小球在最低点获得的初速度不在这个范围内，求小球能够上升的最大高度？

问 7：若小球能够到达最高点，求小球分别在最低点处和最高点处对细线拉力的差值？

这是一个常见的情景，通过设置不同层次的问题，对其进行全方位定性、定量的分析，使得学生思维节节升高，问题中都涉及到了物体的平衡、简谐运动、圆周运动、斜抛运动、机械能守恒等知识，也让学生意识到了同一情景可以提出不同问题，物体也可能出现不同的运动过程，以点带面的将不同模型在一个情境中串接起来。当然这对学生基础知识掌握的扎实程度有较高要求，因此适用于高三复习阶段，由利于学生发散思维形成。

### 结语

物理模型的构建与应用作为提升科学思维的一种重要途径，可以打破不同概念、知识间的壁垒，建立丰富的联系，形成思维网络，让学生的物理学习“越学越轻松”。但如果一味寻求用物理模型代替思想方法，企图用套路解决所有问题，无疑会使得学生产生困惑。因此物理模型只是途径，

培养的却是科学思维。当然，不同学段学生思维特点不同，遇到的问题不同，提升这种思维的策略方法也有应所不同。

**参考文献：**

[1] 牛瑞杰. 浅论物理学科的思维特点 [J]. 新课程 (上), 2011(12):151.

[2] 孙晓红. 浅谈物理模型在解题中的应用 [J]. 潍坊学院

学报, 2002(06):95-97.

[3] 湖南省 2022 年普通高中学业水平选择性考试物理试卷, 2022, 06.

[4] 张雪. 导致高中生物理过程模型构建能力低下因素的调查 [物理通报], 2015-11-05.