重视解决问题过程中的策略研究

倪红飞
（太仓市教师发展中心　江苏 苏州　215400）

（收稿日期：2016－06－29）

高考物理中的能量问题，每年都有一些颇有新意的试题，从不同的思维层面考查了学生创造性解决问题的能力. 有些试题表面上看似乎平淡无奇，其实暗藏玄机，触到了考生的软肋. 究其原因，在平时的习题教学中忽视了解决问题过程中的策略研究，导致学生学习过程中对解决问题方法的应用不能做到举一反三、触类旁通，更不能从策略研究高度认清解决问题中的思想方法的核心. 所以，只有真正重视解决问题过程中的策略研究，才能从根本上提高学生分析问题和解决问题的能力.

平时教学中，要注意解决问题中的策略研究，让学生体验解决问题策略的多样性，真正发展学生解决问题过程中的实践能力和创新精神，这远比解决问题本身更为重要.

下面结合案例的分析，说明策略研究在解决问题过程中的重要性以及“解决问题的策略研究”的过程中，应该注意以下一些问题.

1　变换思维角度 突出转化思想

案例一：瞬时功率问题

下面是关于功率问题设计的高考题.

【例 1】如图 1 所示，细线的一端固定于 O 点，另一端系一小球. 在水平拉力作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点运动到 B 点. 在此过程中拉力的瞬时功率变化情况是（　　）

A. 逐渐增大

B. 逐渐减小

C. 先增大，后减小

D. 先减小，后增大

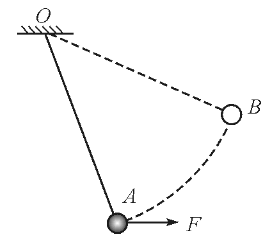

图 1　例 1 附图

由于小球以恒定速率由 A 点运动到 B 点过程中. 拉力在不断增大，而同时，小球水平方向的分速度在不断减小，所以，拉力的瞬时功率的变化一下子无法确定.

产生问题后，如何找到解决问题的途径，这是需要学生亲自经历探索的过程.

学生思考后，给出了 2 种典型的方法（体现了解决问题过程中两种不同的的策略）.

方法一：计算法.

设 F 与速度 v 的夹角为 θ，根据力的分解，在切线上（速度方向上）合力为零，即

$$mg\sin\theta = F\cos\theta$$

又因为拉力的瞬时功率

$$P = Fv\cos\theta$$

所以

$$P = Fv\cos\theta = mgv\sin\theta$$

随 θ 增大，P 增大，答案为 A.

方法二：转化法.

小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点运动到 B 点过程中，水平拉力 F 做的功与克服重力做的功相等，所以它们的功率大小也相等. 小球由 A 点运动到 B 点过程中，由于小球沿竖直方向的分速度逐渐增大，因此克服重力做功的功率逐渐增大，即在此过程中拉力的瞬时功率也逐渐增大，选项 A 正确.

得到结论后，对2种方案进行了比较.

初看两种方法好象差别不大，进一步比较发现，方法一更多地体现了知识应用的技巧；方法二由于对原问题先进行了转化，把研究拉力的瞬时功率问题转化为研究重力做功的功率的问题，问题一下子变得豁然开朗，从中更能感受到解题者智慧的力量. 这才是物理研究中应该突出的思想.

如果我们一厢情愿地告诉学生解决问题的策略，学生容易产生厌烦的情绪. 所以首先要创设合适的情境，让学生在在解决问题过程中体会到策略的好处，使"解决问题的策略研究" 变成了学生自身的需要.

2　巧妙组合过程 凸显问题本质

策略形成的过程是学生不断探索的过程，绝对不能把策略研究变成的简单模仿训练，探索策略形成的过程比形成的策略更重要.

案例二："环、杆" 问题中的研究

2015年高考江苏卷第9小题是一个关于能量的试题，原题如下.

【例2】如图2所示，轻质弹簧一端固定，另一端与质量为m，套在粗糙竖直固定杆A处的圆环相连，弹簧水平且处于原长. 圆环从A处由静止开始下滑，经过B处的速度最大，到达C处的速度为零，$AC=h$. 圆环在C处获得一竖直向上的速度v，恰好能回到A；弹簧始终在弹性限度之内，重力加速度为g，则圆环(　　)

A. 下滑过程中，加速度一直减小

B. 下滑过程中，克服摩擦力做功为$\frac{1}{4}mv^2$

C. 在C处，弹簧的弹性势能为$\frac{1}{4}mv^2-mgh$

D. 上滑经过B的速度大于下滑经过B的速度

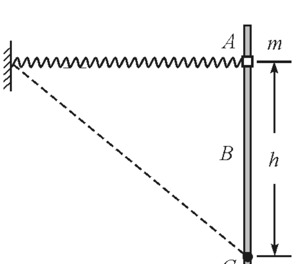

图2　例2附图

试题中叙述了2个过程：

(1) 圆环从A处由静止开始下滑，经过B处的速度最大，到达C处的速度为零；

(2) 圆环在C处获得一竖直向上的速度v，恰好能回到A.

选项A，从动力学的角度讨论了加速度与受力的关系，考生大多能顺利作出判断：从A处由静止开始下滑到达C过程，圆环先做加速度不断减小的加速运动，再做加速度不断增大的减速运动.

选项B，C，D的判断是整个题目的核心.

开始时，大多数学生采用的方法是，分过程应用动能定理方程，联立解方程求解的思路.

圆环从A处由静止开始下滑到C过程，运用动能定理

$$mgh-W_f-E_p=0$$

圆环在C处获得一竖直向上的速度，恰好能回到A过程，运用动能定理

$$E_p-mgh-W_f=0-\frac{1}{2}mv^2$$

联立解方程得

$$W_f=\frac{1}{4}mv^2$$

$$E_p=mgh-\frac{1}{4}mv^2$$

对圆环从A处下滑到B过程运用动能定理

$$mgh_1-\Delta E_p-W'_f=\frac{1}{2}mv_B'^2$$

再对圆环从B处上滑到A的过程运用动能定理

$$\Delta E_p-mgh_1-W'_f=0-\frac{1}{2}mv_B^2$$

联立解方程得

$$-2W'_f=\frac{1}{2}mv_B'^2-\frac{1}{2}mv_B^2$$

所以

$$v_B>v_B'$$

答案为B，D.

虽然，经过艰难的运算得到答案. 但一个选择题，其解题过程如此繁杂，这种解题方案显然不是命题者的原意.

那么，该题的解决难道还有更好的策略？

由于分过程应用动能定理的方法，让大家吃尽

了苦头，激发大家寻求更好的解题策略的需要.

其实，这个问题解决的核心，是如何把表面上互相独立的两个过程，通过问题转化的策略组合起来. 如果，将原题的过程进行有机的组合，可以把两个过程设计成如下的过程：圆环先从 C 处获得一竖直向上的速度 v，恰好能到达 A，再从 A 处由静止下滑，经过 B 处的速度最大，回到 C 处的速度为零.

这样，由于全过程重力与弹力均不做功，全过程应用动能定理

$$-2W_f = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

很容易得到

$$W_f = \frac{1}{4}mv^2$$

选项 B 正确.

在下滑过程应用动能定理

$$mgh = W_f + E_p$$

得到

$$E_p = mgh - \frac{1}{4}mv^2$$

选项 C 错误.

同样的，对上滑过程经过 B 的速度与下滑过程经过 B 的速度的比较，也可以重新设计物理过程. 从 B 点上滑，到下滑过程经过 B 全过程，应用动能定理

$$-2W_f' = \frac{1}{2}mv_B'^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$v_B > v_B'$$

即上滑经过 B 的速度大于下滑经过 B 的速度.

将表面上互相独立的两个过程，通过问题转化的策略，组合成一个有机的整体是这个问题解决的关键.

由于在解决问题过程中，融入了更多学生探索的过程，使策略形成的过程真正成为学生思维完善的过程.

3 发现思维盲区 培养反思精神

平时教学中要重视反思意识的培养，因为反思的过程可以使解决问题的思想得到了升华，对发展学生创新精神更具意义.

案例三：测定木块与桌面之间的动摩擦因数

下面是笔者根据高考试题的改编题.

【例 3】为测定木块与桌面之间的动摩擦因数，小亮设计了如图 3 所示的装置进行实验. 实验中，当木块 A 位于水平桌面上的 O 点时，重物 B 刚好接触地面. 将 A 拉到 P 点，待 B 稳定后静止释放，A 最终滑到 Q 点. 分别测量 OP 和 OQ 的长度 h 和 s. 改变 h，重复上述实验，分别记录和几组实验数据.

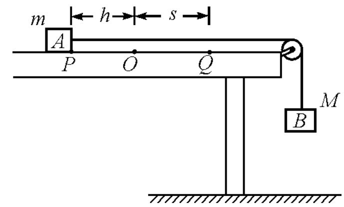

图 3 例 3 附图

(1) 请根据表 1 的实验数据作出 $s-h$ 关系的图像.

表 1 实验数据

h/cm	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
s/cm	19.5	28.5	39.0	48.0	56.5

(2) 实验测得 A,B 的质量分别为 $m = 0.40$ kg，$M = 0.50$ kg. 根据 $s-h$ 图像可计算出 A 木块与桌面间的动摩擦因数 $\mu =$ ______.（结果保留一位有效数字）

以下是正确的解答.

(1) $s-h$ 图像如图 4 所示.

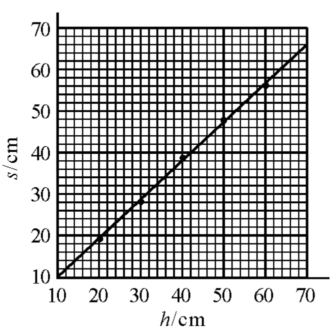

图 4 $s-h$ 图像

(2) 本实验测动摩擦因数的原理是动能定理.

B 拉着 A 向下加速过程，对 AB 组成的系统应用动能定理

$$Mgh - \mu mgh = \frac{1}{2}(M + m)v^2$$

B 接触地面后木块 A 继续滑行过程，对 A 应用动能定理

$$-\mu mgs=-\frac{1}{2}mv^2$$

求得

$$s=\frac{M-\mu m}{\mu M+m}h$$

图像的斜率

$$k=\frac{M-\mu m}{\mu M+m}$$

即

$$\frac{0.5-0.4\mu}{0.5\mu+0.4}=\frac{56}{60}$$

解得

$$\mu=0.4$$

本题学生学生争论的焦点是，本题在应用动能定理列方程时，为什么不能把 B 拉着 A 向下加速过程和 B 接触地面后木块 A 继续滑行过程视为一个整体，对 AB 组成的系统应用动能定理，根据

$$Mgh-\mu mg(h+s)=0$$

解得

$$\mu=0.6$$

这样研究问题的策略行不行？这个方法的错误关键在哪里？

这样类似问题的教学中，很多教师都遇到过相同的困惑，尽管课上对问题产生的根源分析得头头是道，但碰到同样类型的问题，学生照旧犯同样的错误. 这个问题值得反思：在策略形成的过程中，是不是我们的教学过于粗暴了，把策略研究也变成的简单灌输，忽视了策略形成的过程中学生的反思过程. 策略研究只有在反思中才能得到升华，学生的反思需要教师足够的耐心，再加上一点智慧.

所以，把解决问题的过程，更多植入了学生自我反思的种子.

(1) 容易产生的盲区

全过程对系统应用动能定理是一个不错的思想，但是，列方程时容易产生一个盲点，B 接触地面时，B 与地面发生了碰撞，碰撞过程也产生的内能，如果把这部分能量损失考虑在内，原方程应为

$$Mgh-\mu mg(h+s)=Q$$

公式中的 Q 就是 B 与地面发生了碰撞产生的内能

$$Q=\frac{1}{2}Mv^2$$

由于

$$Mgh-\mu mgh=\frac{1}{2}(M+m)v^2$$

$$Q=\frac{1}{2}Mv^2=\frac{M}{M+m}(Mgh-\mu mgh)$$

求得

$$s=\frac{M-\mu m}{\mu M+m}h$$

解得

$$\mu=0.4$$

结论相同. 又由于 B 与地面发生碰撞时速度的计算，仍然要对加速过程分析，两种方案在处理问题差别不大.

(2) 另一种纠错的思路

能不能既全过程应用动能定理，又避开 B 与地面发碰撞产生的内能问题？

这个崭新的方案引起了学生的思考.

有学生发现了解决问题的方案. 可以全过程对木块 A 应用动能定理

$$Fh-\mu mg(h+s)=0$$

公式中的 F 是 B 拉着 A 向下加速过程中细线对 A 的拉力.

因此，先应用牛顿运动定律

$$Mg-F=Ma$$

$$F-\mu mg=ma$$

算出细线拉力

$$F=\frac{Mmg}{M+m}(1+\mu)$$

求得

$$s=\frac{M-\mu m}{\mu M+m}h$$

解得

$$\mu=0.4$$

结论也相同.

由于问题的探究过程，充分融入了学生的自我反思过程中的探索和思考，使策略形成的过程真正成为学生思维完善的过程，形成策略的过程，使学生收获了比策略更重要的东西.