



# 勿让课堂成为学生错误认识的源头

——谈谈“机械能守恒”与“机械能不变”

李正德

(南京大学附属中学 江苏 南京 210008)

(收稿日期:2017-03-05)

**摘要:**“机械能守恒”与“机械能不变”是两个不同的概念,它们的内涵宽度不一样.“机械能守恒”中不但包含了“机械能不变”,而且包含着守恒条件和讨论守恒的必要性;“机械能不变”只是“机械能守恒”中数量关系的一种表达,不能作为“机械能守恒”的等效表述.因此,在物理规律的理解和学习中,必须注意理解和挖掘物理概念、物理规律的表达形式跟它们的全部内涵和外延之间的区别与联系,勿简单的处理,让课堂成为学生错误认识的源头.

**关键词:**机械能守恒 机械能不变 系统 力做功

近日在一次听课活动中,教师讲授完“机械能守恒”的相关知识后,提出了一个问题:“如图1所示,在高 $H$ 倾角为 $\theta$ 的斜面上用一沿斜面向下的力 $F$ 拉着一物块 $m$ 向下滑,力 $F$ 与物体所受阻力 $f$ 大小相等,问这个物块沿斜面下滑时的机械能守恒吗?”

教师带领同学们经过分析,认为 $F=f$ 相当于没有受到这两个力的作用,全过程只有重力做功,所以机械能守恒.这种情况是“机械能守恒”吗?笔者认为这种情况应该称作为“机械能不变”!

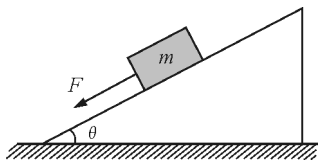


图1 物块与斜面体

实际上,物块在运动过程中受到重力 $G$ ,斜面的支持力 $F_N$ ,沿斜面向下的水平拉力 $F$ 和沿斜面向上的摩擦阻力 $f$ 等4个力作用,其中支持力 $F_N$ 不做功,但重力、拉力和摩擦力都做功.这里的拉力和摩擦力属于系统外力(这里的系统是指物块和地球组成的系统),外力做功必然引起系统的机械能跟外界其他形式能之间的转化,因而,机械能是不守恒的.

具体地说,物块克服摩擦力做功,使物块的机械能转化为物块和斜面的内能,物块的机械能减少;拉力对物块做功,使外界其他形式的能转化为物块的机械能,物块的机械能增加.显然,在物块运动过程中,物块的机械能与其他形式的能在发生着转化.只是拉力对物块做的功刚好跟物块克服摩擦力做的功绝对值相等,用外界其他形式的能补充了物块因克服摩擦力而损失的机械能,才使得物块的机械能在数值上保持了不变,但这不能叫做“机械能守恒”应该称作为“机械能不变”.

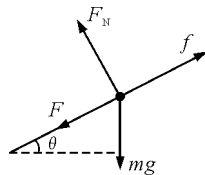


图2 物块受力分析

为什么学生会认为上述情况是“机械能守恒”呢?在人教版《物理·必修2》教材中对机械能守恒定律的内容表述为:在只有重力或弹力做功的物体系统内,动能与势能可以相互转化,而总的机械能保持不变,这叫做机械能守恒定律.并在这段文字后面教材还明确指出了它是力学中的一条重要的定律,是普遍的能量守恒定律的一种特殊情况<sup>[1]</sup>.但是在

对机械能守恒定律的理解和应用中存在有各种各样的错误,特别是对机械能守恒的理解上,尤其是在判断哪个研究对象机械能是否守恒等问题上.究其原因还是对教材上定律的表述理解不透,或者是在内涵理解上的偏差造成的.

人教版《物理·必修2》教材教师教学用书中第七章第8节“机械能守恒”的教学建议指出:“在只有重力或弹力做功的物体系统内”是机械能守恒的条件,机械能包括物体的动能、重力势能和弹性势能.而重力做功和弹力做功只对应着物体重力势能和弹性势能的变化,即机械能内部的相互转化.其实,严格的说法应为“系统所受外力和系统内部非保守内力不做功”.但这对于学生来说,是较难理解的.对于学有余力的学生可以这样深入分析,而对多数学生来说,只要通过一些实际事例来说明,能使学生理解机械能守恒的条件就可以了<sup>[2]</sup>.

的确在普通物理学中对机械能守恒定律的表述是:“如果一个系统内只有保守力做功,其他内力和外力都不做功,则系统内各物体的动能和势能可以相互转化,但机械能的总值不变.”在这个表述中,有3个方面的内涵需要引起我们的注意:

一是机械能守恒的条件为“只有系统内的保守力做功,其他内力和外力都不做功”,如果有保守力(如重力和弹簧的弹力)以外的内力或外力做功,系统的机械能就一定不守恒;

二是有“系统内各物体的动能和势能的相互转化”才有必要谈机械能守恒,如果没有物体间动能和势能的相互转化,各物体的机械能本来就是不变的,这时强调的是没有除机械能以外的某种形式能量参与;

三是“机械能的总值不变”只是“机械能守恒”中初、末态机械能数量关系的一种反映,它并不代表机械能守恒定律的全部内容.只有同时具备机械能守恒条件、有动能与势能的相互转化、机械能总量不变这3个因素,谈“机械能守恒”才是科学的<sup>[3]</sup>.

那么对学生而言怎样理解机械能守恒的条件,才能判断出“物块的机械能守恒”?对于某个系统而

言,判断机械能是否守恒的条件,可以从两个角度去理解:

(1) 从力做功的角度:严格的说,重力势能是地球与物体所组成的物体“系统”所共有的.而弹性势能是因为弹力的相互作用而组成的“系统”所共有的.因而对于某个系统而言,判断其机械能是否守恒,从力做功的角度来看,应该是系统内只有重力或弹力做功,系统所受外力和系统内部非保守内力不做功.简而言之,就是除了系统内重力或弹力其他力不做功,不是不作用.

(2) 从能量转化的角度:对于某个系统,从能量转化的角度来看,判断其是否满足机械能守恒的条件是系统内只有动能和势能(包括重力势能和弹性势能)之间的转化,而没有机械能和其他形式能之间的转化.

因此教师授课时如果只注重了物块初、末状态机械能数量关系上的证明,而没有从物理过程条件中对物块机械能是否守恒进行分析和讨论,往往会得出了不正确的结论.“机械能守恒”与“机械能不变”是两个不同的概念,它们的内涵宽度不一样.“机械能守恒”中不但包含了“机械能不变”,而且包含着守恒条件和讨论守恒的必要性;“机械能不变”只是“机械能守恒”中数量关系的一种表达,不能作为“机械能守恒”的等效表述.文章第一段问题中,物块的机械能是不守恒的,而恰恰物块的机械能又是不变的.因此,在物理规律的理解和学习中,必须注意理解和挖掘物理概念、物理规律的表达形式跟它们的全部内涵和外延之间的区别与联系,勿简单的处理,让课堂成为学生错误认识的源头.

#### 参考文献

- 1 张大昌. 普通高中课程标准实验教科书·必修2. 北京:人民教育出版社,2015. 75 ~ 77
- 2 杜敏. 普通高中课程标准实验教科书·必修2 教师教学用书. 北京:人民教育出版社,2015. 121 ~ 124
- 3 吴吉成.“机械能守恒”与“机械能不变”是一回事吗.《高考》理科班,2008(5-6):101 ~ 102