

嵌入形成性评测的教学实例

文_朱艳梅/东南大学学习科学研究中心 高耶琴/江苏省苏州市第一初级中学

本文基于作者的教学和研究实践，以初二物理“力与运动”章节“匀速运动的物体受力平衡”这一核心概念的探究教学为例，呈现了一个嵌入形成性评测的教学实例。教师首先明确了学习目标，并设计了相应的量规（学习指标）；在教学开始时和过程中，教师通过提问、观察等途径获取了学生的概念和探究能力发展水平，并由此采取了相应的教学对策。这一实例体现了一个设计和开展形成性评测的典型过程。

◎ 评价量规的制订

在进入课堂之前我们先确定了评价量规。我们将在提问、观察、倾听学生讨论时使用这些评价量规，评价学生达到的程度：是否从一个等级的成绩进展到更高等级的成绩。我们期望学生通过探究学习能够理解“匀速运动的物体受力平衡”这个概念，同时期望学生在探究能力上也能获得发展。为了能在有限的课堂时间内较迅速地判断学生当前的水平，我们采用了便于使用的三级水平评价量规，即初级水平、中级水平和优秀水平，分别对应不同的概念理解与探究能力。表1和表2为根据“匀速运动的物体受力平衡”教学目标确定的学生概念发展评价量规和探究能力发展评价量规。

表1 “匀速运动的物体受力平衡”概念发展评价量规

水平1：没有理解“匀速运动的物体受力平衡”，认为物体受力与运动方向、运动速度有关。
水平2：没有完全理解“匀速运动的物体受力平衡”，认识到了物体受力与运动方向、运动速度无关，但用只能结合这个概念解决最简单的一些问题。
水平3：正确理解“匀速运动的物体受力平衡”，能够解决不同情境下的各类相关问题。

◎ 学生概念发展水平的形成性评测

进入课堂，我们首先采用与实际生活相关的一组问题考查学生对于匀速直线运动物体受力情况的前概念，考查的问题如下。

1. 吊车以 3 m/s 的速度将一重物竖直向上匀速吊起，这时：
A. 钢索对重物的拉力大于物体的重力
B. 钢索对重物的拉力等于物体的重力
C. 钢索对重物的拉力小于物体的重力
2. 如果吊车改为以 5 m/s 的速度将重物竖直向上匀速吊起，这时：
A. 钢索对重物的拉力大于物体的重力
B. 钢索对重物的拉力等于物体的重力
C. 钢索对重物的拉力小于物体的重力
3. 如果吊车改为以 4 m/s 的速度使重物匀速下降，这时：
A. 钢索对重物的拉力大于物体的重力
B. 钢索对重物的拉力等于物体的重力
C. 钢索对重物的拉力小于物体的重力

早在“力与运动”章节的探究式教学开始之前，我们就结合文献检索与教师访谈等方式总结了初二年级学生在“力与运动”学习中可能存在的各种初始概念，并进行了归纳总结。其中一个在学生中广泛存在的错误概念就是，学生认为物体的受力与运动的速度与方向有关。

表 2 探究能力发展评价量规

探究能力	水平 1	水平 2	水平 3
预测	不能根据已有知识进行预测	能猜测，但没有认识到需要之前的知识	能根据已有的知识进行预测
设计研究方案	需要较多的帮助才能组织公平实验	能设计研究方案，但不能认识到需要保持某些可变量不变	能独立设计研究方案，确定应该改变的变量和需要保持不变的变量
进行实验	不能按计划逐步进行实验	能按照计划进行实验，但是做了一些改变	对计划好的步骤做了改变，并能证明所做的改变是正确的
观察	在认识被观察对象的细节时需要帮助	看到细节差异，但不能注意到相似之处	认识到细节的相同与相异，并能鉴别一些模式
记录	不能认识到需要记录数据	组织数据时需要帮助	能精确又有组织地记录数据
分析和解释数据	不能认识到需要通过分析把发现的现象和探究的问题相联系	需要帮助才能把发现的现象和探究的问题相联系	能把发现的现象和探究的问题相联系，并进行解释
表达与交流	需要帮助才能表达他们的探究结果	能向教师报告或表达他们的探究结果	能根据发现探究结果的性质和听众不同，选择适当的表达形式
总结与回顾	需要帮助才能提出改进研究的方法	能提出改进研究的方法，但不能把它和产生错误的原因相联系	能提出改进研究的方法，并能够基于产生错误的可能原因来证实应作的改进

物体运动越快，其受力越大；在物体运动方向上必将受到一个更大的力。我们将与这种错误前概念相关的情境包含在这组问题中，通过评测数据充分了解学生对该科学概念的现有理解水平。为了获得班级各位同学对这组问题的答



图 1 多用户实时应答和记录系统

案，我们运用了多用户实时应答和记录系统进行学生物理概念发展水平的形成性评测。此系统（见图 1）可以提供 40 名学生同时通过按钮回答问题，计算机记录下他们的答案和做出该回答的时间。教师实时获得班级同学对该问题的答案选择分布和正确率，以此了解学生的概念理解发展水平。

我们给出初始概念评测问题组之后，学生独立思考，通过多用户的实时应答和记录系统提交答案。从图 2 中显示的评测结果可以发现：对于第 1 题中匀速向上运动的物体，有 19 位同学认为物体运动方向上的力等于反方向的力；12 位同学则选择了向上的力大于向下的力。当物体向上匀速运动的速度增大时（第 2 题），有 25 位同学认为此时向上的力需要大于向下的力。而当物体改为向下匀速运动时（第 3 题），有 23 为同学认为此时向下的力需要大于向上

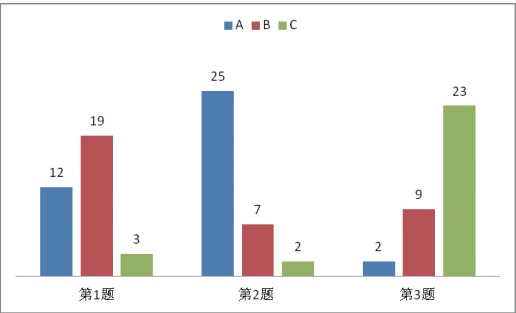


图 2 初始概念评测结果

的力。形成性评测的结果说明，在学习之前，学生根据物体的运动方向和速度分析物体的受力，认为在物体的运动方向上总是存在一个力，或者在物体运动方向上的力总是大于反方向的力；当物体运动速度增加时，运动方向的力也需要增大。根据概念发展评价量规，全班至少 25 位同学对“匀速运动的物体受力平衡”概念的理解尚处于水平 1，也就是初级水平。根据这个信息，我们决定围绕力与运动的方向、快慢的关系提出探究问题。在探究过程中，也将通过不断提问反复提醒同学们围绕这个问题设计实验、收集数据、形成结论。

同学完成初始概念的评测后，我们先不对这些问题进行分析、讨论，而是以此提出探究问题：“匀速运动的物体受力情况究竟如何？”请学生通过自己动手实验，发现自己现有的概

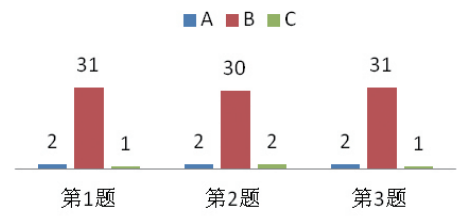


图3 第2次呈现原问题时的评测结果

念与实际测量结果之间的矛盾，并从探究中逐步构建正确的概念：物体运动状态与物体受力相关：当物体匀速运动时，物体受力平衡，合外力等于零。我们提供了弹簧秤和钩码，请同学根据这些材料自行设计实验方案，通过收集的数据验证猜测，形成结论，进行交流与讨论。在一个完整的探究活动结束后，我们再次对学生概念的发展水平进行评测。首先还是呈现课堂开始之初的那3个问题，请学生再次作答，评测学生概念有无发展，我们得到图3所示的评测结果可见，对于第2次呈现的这3个问题，全班同学已经基本趋向了正确的概念理解。但是考虑到刚才进行的探究活动就是学生通过弹簧秤拉动钩码模仿了问题中吊车的运动，也就是说，这3个问题的情境与探究活动是完全一致的，学生已经从弹簧秤的读数中获得了正确的答案。为了考查学生对于“匀速直线运动的物体受力平衡”这个概念的理解是否真的在此时达到了评价量规的水平3，即优秀水平，并且能够灵活地迁移到其他问题情境中，我们又采用下面框图的2个问题继续评测：

1. 跳伞运动员在空中张开降落伞后匀速下降，这是因为跳伞运动员：
 - A. 没有受到力的作用
 - B. 受到的重力小于阻力
 - C. 受到的重力等于阻力
 - D. 受到的重力大于阻力
2. 重80 N的物体放在水平桌面上，滑动时受到的阻力是12 N，要使物体做匀速直线运动，所需的水平拉力是：
 - A. 12 N
 - B. 68 N
 - C. 80 N
 - D. 92 N

对于新的问题情境的2个评测题，分别有82.4%和55.9%的学生做出了正确回答（见图4）。从第2题更低的正确率中可以反映出：学生对于滑动摩擦力部分的内容仍然存在疑问，

当竖直方向和水平方向同时存在力的作用时，他们无法做到在两个方向上分别考虑力与运动的关系。我们认为：现阶段，班级至少有一半的同学对“匀速运动物体受力平衡”这个概念的理解只在中等水平。这个形成性评测结果将反馈于后续的教学，在后面的探究活动中继续加入对相关问题的讨论。

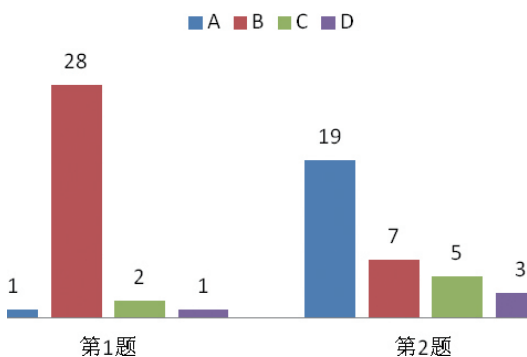


图4 新问题情境下的评测结果

◎ 学生探究能力发展水平的形成性评测

在学生两人一组进行探究实验的过程中，我们对学生表现出的探究能力的各个环节进行了形成性评测。学生首先对于探究问题“匀速运动的物体受力情况究竟如何？”提出自己的猜测。因为学生刚刚思考过初始概念评测题，他们在记录单上写下的对这个探究问题的预测也再次反映出他们现有的概念理解。在之前的教学中，我们已经讨论过力与运动状态的关系，我们期望同学们能从匀速直线运动物体的运动状态的讨论中给出更为合理的预测，但是同学们只能从自己的初始概念出发给出猜测。

学生小组紧接着设计实验方案，根据我们提供实验材料，学生都能想到实验操作涉及用弹簧秤拉住钩码做匀速直线运动。然而，在我们与各小组成员的交谈中发现不同小组在设计实验环节的能力差异。全班17个探究小组有5个小组能够独立设计公平实验，细分操作步骤，并考虑每个步骤中要改变、要保持不变的物理量，以及要测量、记录的物理量。由此我们认为这5个小组的实验设计能力优秀。其余小组的设计方案止步于弹簧拉钩码的操作，对物理量的处理则完全没有考虑，需要在我们一步步

的提醒下，才能完成一个较完整的研究方案的设计。可见，这12个小组的设计方案能力仍处在初级水平，需要教师加强引导。

探究实验开始之后，我们在各个小组中间巡视，通过观察、提问、交谈的方式评测学生动手做过程中展现出的实验操作、现象观察、数据记录的能力。由于在实验设计环节，我们对学生进行了充分的引导，学生很好地了解了实验的完整过程，全体同学均能按照设计方案进行探究。

这个探究活动需要同学测量钩码以各种速度在不同方向上作匀速直线运动时弹簧秤的读数，根据读数判断匀速直线运动物体受力的特征。同学们在观察弹簧秤读数方面基本已经到达优秀的水平。然而，全班同学在实验数据记录方面的能力表现出较低的水平。普遍出现的情况是，同学很随意地在记录单上写下弹簧秤的各次读数，却不标注每次读数对应的钩码的运动情况，更没有同学能够以简明的图表等形式记录实验数据。在之前的探究式教学过程中，我们几乎在每次活动中都会引导同学以表格、图像等形式清晰地呈现收集到的数据。显然，本课堂上形成性评测的结果告诉我们学生在这方面的能力仍然处于初级水平。提高同学记录数据的能力仍然是我们后续教学中需要关注的问题之一。当我们看到同学随意记录数据时，通常会问他，“这个数据是什么意思？”面对老师的提问，同学能够清楚地给予解释，“这是当钩码以……速度在……方向上做匀速运动时弹簧秤的读数”。我们追问：“怎样呈现数据可以表达出你刚才所讲的这些意思”。此时，学生通常的做法是将自己刚说过的这整句话写下来。我们提醒，“有简明清晰的方法吗？”有趣的是，当同学们听到“简明”二字时，通常条件反射似的脱口而出“图表”。

同学的探究能力最薄弱的环节是在分析、解释数据。几乎所有的同学在获得弹簧秤读数之后认为本次探究活动已经完成了。这也是我们在为期2个多月的“力与运动”的探究式教学中发现的一个极为普遍的现象。学生们对动手做的探究过程很感兴趣，错误地认为探究就是做实验、收数据。同学

对数据的理解也往往停留在最表面的数学解释上，如某个物理量与另外一个物理量成正比或反比。同学们缺乏对一系列问题的思考，这些问题包括：我在探究什么科学问题？我发现了什么现象，得到了哪些数据？这些现象与数据反映了什么模式，可以归纳成什么科学规律？这个可能的规律支持我对探究问题的预测吗？事实上，伴随着思考这些问题的探究过程才是学生主动建构科学概念的过程。当我们通过形成性评测发现学生目前仍缺乏这种思考能力时，采用了由老师提问这些问题，以及要求小组交流时集中表达这些问题的方法促使学生进行思考。

探究活动完成之后，我们要求4~5个小组向全班报告他们的探究过程与结果，初二年级的学生语言表达能力优秀，只是在如何简明、清晰地向听众呈现科学数据，以及表达科学问题的逻辑性方面仍需要学习与提高。同学对探究活动进行回顾与反思的能力优秀，他们能够总结在本次探究中我做了什么，得到了什么结论，并根据产生的错误提出改进方案。

从整体来看，本次探究活动中绝大多数学生的动手操作、表达、回顾与反思的能力处于优秀水平；对探究问题的预测水平中等；而设计实验方案，记录、分析、解释数据的能力只处于初级水平。这个结果将作为明确后续教学重点的依据。

◎ 结论

在介绍了上述形成性评测实例之后，我们最后想表达两个观点：第一，虽然在日常教学中开展形成性评测确实需要老师付出艰辛的劳动，进行周而复始的工作，同时还存在巨大的工作量与有限课时之间的矛盾。但是借助评价量规这一教学工具，以及计算机信息技术的支持，对学生的科学概念理解和探究能力的发展水平连续地进行形成性评测是有可能的。第二，形成性评测为我们老师积累了有关学生学习不同方面的完整信息，指出了后续教学的方向，使我们的教学能够集中在有针对性地提高学生没有理解的概念上，集中在提高学生探究能力的薄弱环节上。因此，在日常教学中开展形成性评测也是有必要的。■