# 13．为什么说按力的作用效果分解力是人为制造的教学难点？

要求学生按力的作用效果对力进行分解，是高一物理教学中人为制造出来的教学难点。

从理论上说，①合力与分力的效果相同，这里的“效果”指的是改变运动状态的效果，而不包括发生形变的效果；②一个物体受到多个力的作用，不论是产生加速度的效果，还是发生形变的效果，都不是一个力作用的结果，前者是物体所受合力产生的效果，后者则是与其他物体相互作用共同产生的效果。

把力按照特定方向进行分解，只对平衡状态下的问题有意义，而对做变速运动的物体不适用。

在关于力的分解的教学中，很多教师常常要求学生按照力的作用效果进行分解，这往往是教学中的一个难点，不少教师想出很多方法去克服或化解这个难点，但常常力倍功半。实际上，这个难点完全是人为制造出来的，而且容易造成学生对概念混淆的不利结果。

## 一、什么是按力的效果进行分解？

在关于力的分解的教学中常出现这样的问题：如图 1 所示，重为 *G* 的物块静止在倾角为 *θ* 的斜面上，如何分解重力 *G*？

*G*

图 1 静止在斜面上物块的重力

*θ*

如果有学生回答，只要符合平行四边形定则的分解都是正确的，有些教师往往不认可，他们要求学生一定要按照力的作用效果进行分解。他们给出的正确答案是：如图 2 所示，把 *G* 按沿斜面方向和垂直于斜面方向进行分解，其大小分别为 *F*1 = *G*sin*θ*，*F*2 = *G*cos*θ*。这样分解的理由是重力 *G* 产生了两个效果：一个是使物体具有沿斜面下滑的趋势：另一个是压迫斜面，使斜面产生形变。为了让学生对此深信不疑，这些教师常常会做一个演示实验来佐证：使用一块较薄的弹性木板作斜面，将倾角调大，把物块放在木板上，可以明显地看到物块会向下滑动，同时木板会发生比较明显的弯曲。

*G*

图 2 按力的效果分解重力

*θ*

*F*1

*F*2

## 二、按力的效果进行分解在理论上存在的问题

这种按力的效果进行分解的说法，在理论上不够严谨。

①合力与分力的效果相同，仅指改变物体运动状态的效果，而不包括使物体产生形变的效果。而处于上述教学情境中的师生则认为，重力 *G* 产生的效果是两个，一个是产生沿斜面向下运动的加速度，另一个是使斜面产生形变，这样就把改变物体运动状态与使物体发生形变相提并论了，理论上是不正确的。

②物体相互作用中所产生的效果都不是一个力就能产生的。物块有向下滑动的趋势，即产生加速度的效果，其实是物块的重力 *G* 与斜面对物块的支持力的合力产生的（试想如果没有斜面支持力存在，就不会产生向下滑动的加速度）。而使斜面发生形变则是物块对下面的支持物（斜面）作用的结果，试想如果没有斜面的支持，重力的作用效果只能是产生自由落体加速度，而不会压迫斜面使其发生形变。

因此，物块的重力产生两个效果的说法是不准确的，容易造成学生对概念的混淆。

## 三、把力沿特定的方向分解的实际应用范围有限

撇开“按力的效果进行分解”这种说法理论上的问题，单纯从分解所得的结果看，上述分解还是有实际意义的。图 1 所示物块静止于斜面上，处于平衡状态，它一共受到三个力的作用，除重力 *G* 以外，还有斜面施加的支持力 *N* 和静摩擦力 *f*，把物体看作质点，其受力分析示意图如图 3 所示。

*G*

图 3 静止在斜面上的物块受三个力

*θ*

*f*

*N*

如前面图 2 所示，把重力 *G* 分解为沿斜面方向和垂直于斜面方向的 *F*1 和 *F*2，其中 *F*1 与静摩擦力 *f* 大小相等、方向相反，是一对平衡力；*F*2 与支持力 *N* 大小相等、方向相反，也是一对平衡力。支持力 *N* 与物块对斜面的压力是一对相互作用力，这样图 2 中的 F2 就与物块对斜面的压力大小相等并且方向相同。这就是说，把力沿特定的方向进行分解，如把重力 *G* 分解为沿斜面方向的 *F*1 和垂直于斜面方向的 *F*2，就等于间接求得了物块与斜面间相互作用的摩擦力 *f* 和弹力 *N*，因此这种方法还是有实际意义的。

但这只是物块处于平衡情况下的结论，如图 4 所示，当斜面受到水平向左的外力 *F* 作用时，由物块和斜面组成的整体将产生向左的加速度 *a*，这种情况下，把物块的重力 *G* 沿斜面与垂直于斜面进行分解，所得的 *F*1、*F*2 并不等于斜面对它的摩擦力 *f* 及它对斜面的压力 *N*，因此没有明显的实际意义。

*G*

图 4 斜面体向右加速运动

*θ*

*a*

*F*

还有人从力的分解角度来解释斧子劈木桩省力的原因。如图 5 所示，加在斧子上的向下的力为 *F*，它的方向竖直向下，按照“按力的作用效果进行分解”的要求，应将 *F* 沿垂直于两个侧面的方向进行分解，可得分力 *F*1 和 *F*2，它们都大于合力 *F*，由此说明，对斧子施加向下的较小的力，就能产生垂直劈面的两个较大的分力，从而能较顺利地劈开木桩。

*F*1

*F*2

*F*

图 5 用力的分解解释使用斧子省力原因

在上述分析中存在一个问题：斧子劈开木桩的过程，斧子并不处于平衡状态，而是处于向下做减速运动的状态。试想，把斧子放置在稍稍劈开的木桩上，即使人用力向下按斧子，也难以使木桩劈开。人们劈木桩，总是要用力抡动斧子，使它以高速劈向木桩，当斧子的刃口接触木桩的瞬时，斧子已经具有了相当高的初速度（这个初速度越大，越容易劈开木桩）。斧子接触木桩后的短暂时间里，斧子与木桩发生相互作用，斧子向下做减速运动，即加速度方向向上，其速度在很短的时间里减为零。在这段斧子与木桩相互作用的过程中，人通过斧子木柄施加的力往往可以忽略，那么这段短暂的相互作用过程中，如果斧子两侧面受到的摩擦力可以忽略，那么斧子受到的外力共三个：重力 *mg*、木桩给予斧子两侧面的弹力 *F*1ʹ 和 *F*2ʹ，如图 6 所示。其中，*F*1ʹ 和 *F*2ʹ 的合力 *F*ʹ（图中未画出）远大于 *mg*，根据牛顿第二定律有

*F*ʹ − *mg* = *ma*

*F*1

*F*2

*mg*

图 6 斧头与木桩相互作用过程中斧头受力情况

*F*1ʹ

*F*2ʹ

这时分力 *F*1 和 *F*2 虽然大于合力 *mg*，但与斧子侧壁对木桩的作用力（*F*1ʹ 和 *F*2ʹ 的的反作用力）相比，却是很小的。

如果我们改为以向下做减速运动的斧子为参考系，即选择非惯性参考系，这时的斧子是处于静止状态的，即处于平衡状态，但必须加上惯性力，其惯性力为 − *ma*，其中负号表示它的方向与加速度 *a* 的方向相反，为竖直向下，大小为 *ma*，这时就可以用图 5 来进行解释了，此图中的 *F* = *mg* + *ma*，即它是斧子的重力 *mg* 与惯性力 *ma* 之和。

在中学不讲非惯性系及惯性力，因此这种方法不适合在中学物理教学中使用（竞赛班的学生除外）。

由此可以得出结论，在中学阶段，用图 5 所示的方法，即用“按力的效果分解力”的方法解释斧子劈开木桩的问题不合适。再者，这种解释方法很可能使学生产生错觉：认为斧子的顶角越小，就越会取得更理想的效果（顶角越小，同样大的向下的力 *F* 的两个分力 *F*1 和 *F*2 越大），而实际并非如此，斧子的顶角过小，就不会成为斧子，而成为一把刀，刀只适合切菜而不适合劈柴。

## 四、按力的效果分解力是人为制造的、阶段性的难点

要求学生必须按照力的作用效果对力进行分解，一般只在高一教学中出现，到高三总复习阶段，没有教师再这样要求学生，因此，这只是阶段性的教学难点。

而这个难点，是人为制造出来的。按照物理学的本来面目，力的分解是力的合成的逆运算，把一个已知的力分解为两个分力，有无穷多组解，只要符合平行四边形定则的分解就都是正确的。至于处理实际问题时应该怎样分解，一般是以方便力原则，那么怎样分解才算方便，则要学生在以后的学习过程中慢慢体会，毕竟这难以总结出一条简单化的结论。

力学问题，按照研究对象是否处于平衡状态划分，可分为两大类：一类是平衡问题，另一类是做变速运动的问题。对于前者，一般解决问题的方法是：首先进行受力分析，画出受力示意图，对于只受到三个共点力作用的物体，任意两个力的合力都与第三个力平衡。运用力的分解的方法也是可行的，如受到多个共点力作用而平衡的物体，一般采用把各个力正交分解，各分量的代数和都为零。对于做变速运动的问题，一般根据加速度方向建立坐标系，把各个力正交分解，合力沿加速度方向，垂直于加速度方向的各个力的分量平衡。上述解决问题的方法可以处理高中阶段的绝大多数力学问题，这就是高三总复习阶段教师们都不再要求学生“按力的效果进行分解”的原因。既然如此，为什么要在高一学习物理的初始阶段，强加给学生一个学习难点呢？笔者建议彻底放弃“按力的效果进行分解”这一教学要求，恢复物理学的本来面目。