

其二：此题把消防员看成质点应用动能定理，而消防员着地后身体各部分速度不同，因此只能把消防员看成质点组，对质点组用动能定理时要考虑系统内力做功，此题重力对人做正功，消防员自身内力做负功，不涉及地面对人的作用力。

正确的解法是：

由运动学公式和运动定律解，从平台上落下 $h_1=2m$

刚着地时速度 $v^2=2gh$

曲腿下降 $h_2=0.5m$ ，人做匀减速运动

设地面对人作用力为 F ，则加速度 $a=(F-mg)/m$

再列出速度与位移关系式 $v^2=2ah_2$

解得 $F=5mg$

虽然错解与正确答案完全一致，但物理过程却完全不一样。

在上述文章中，该作者认为对消防员运用动能定理解答这道习题的第一种解法是错误的，应该用柯尼希定理才能正确解答这道题，但是中学生还没有学习柯尼希定理，于是该作者转而应用了运动学公式 ($v^2=2gh$) 和牛顿第二定律 ($a=(F-mg)/m$) 联合解题，认为第二种解法才是正确的。

笔者认为，该作者未能充分理解和掌握高中物理教学特点，没有正确认识应用匀变速直线运动的运动学公式和牛顿第二定律的前提条件。诚然，若纯粹从动能定理应用的角度来看，第一种解法是错误的，但若撇开动能定理而从运动学公式和运动规律得到的第二种解法也是错误的。因为严格而言，地面对人的作用力 F 是变力，人并非作匀减速运动，即 $a=(F-mg)/m$ 是不成立的。那么，这道题应如何解答才是正确的呢？这需要对动能定理有更深一层的理解。

在着地过程中，双脚不动而

身体下沉，故消防员已不能看作质点，而应看作质点组。在静止系中，对每一质点的动能定理有： $d(mv_i^2/2)=F_i^{(e)}\cdot dr_i+F_i^{(i)}\cdot dr_i$ ，求和后得到 $dT=\sum F_i^{(e)}\cdot dr_i+\sum F_i^{(i)}\cdot dr_i$ ，即质点组动能的变化等于质点组所受的外力和内力做功之和，这称为质点组动能定理，但要注意的是内力做功并不一定为零，只有当运动时两质点间的距离保持不变（如刚体）的情况下，内力做功才为零，一般情况下内力做功不为零。题目中消防员自身内力做负功。柯尼希定理为我们提供了计算质点组动能的方法，即使用质心的性质和静止系与质心系的相互关系 $r_i=r_c+r_i'$ 可得 $T=1/2\cdot m\dot{r}_c^2+1/2\cdot \sum m_i\dot{r}_i'^2$ ，即质点组的动能等于质心的动能与各质点对质心的动能之和。

然而，如果我们用柯尼希定理来解答这道题，在高中物理教学中是不现实的，高中学生并没有比较深入地接触高等数学中的微分、导数、积分等相关知识，他们是无法理解和接受的。为此，我们应当立足于高中教学的特点，在课堂教学中牢记“求实、求活、求新”的教学三原则。在中学物理课本中，用科学方法建立物理概念、探索物理规律的内容是很多的，如实验观察法、理想法、数学法、等效法等等。这道习题就可以在应用等效法的前提下，使用动能定理来获得正确答案。

所谓等效法，是指从同一事物的不同形式的物理过程出发来研究、分析和处理物理问题的思维形式、即从事物间的等同效果出发，通过联想把陌生的、困难的、复杂的、用常规手段不易解决的问题化为一个较为熟悉或简单问题的方法。等效法是物理研究中常用的思维方法之一，在高中物理中有着广泛的应用。例如：将电磁振荡与机械振动进行等效类比；在验证动量

守恒实验中用水平距离等效替代水平速度；建立等效力场代替电场与重力场；以及交流电的有效值、互成角度的力的合成，等等。

这道习题的解答，关键是要抓住所求的是“平均作用力”，即地面对人作用的变力的等效力。这里所求的“平均作用力”实质上已体现出了等效性。因此，在此前提下，我们将“平均作用力”等效看作恒力，才可认为在曲腿下降 h_2 的过程中人做匀减速运动， $a=(F-mg)/m$ 才成立。故在等效法应用的前提下，解法二才是正确的。同时，我们发现，曲腿下降 h_2 的过程中，消防员自身内力之所以做负功，是由于质点组中两质点间的距离发生了变化，而在宏观上表现为地面对人的作用力 F 产生的阻碍效果，即消防员自身内力所做的负功可等效为 $-Fh_2$ ，在此前提下由动能定理得 $mg(h_1+h_2)-Fh_2=0$ ，因此，在等效法应用的前提下，这两种解法都是正确的。而在动能定理与等效法的配套使用下，解法一显然要简单快捷得多。

又如：一个质量为 m 的物体，从 H 高度自由下落，已知地对它的平均阻力为 f ，求它能进入地多深？

分析：既然地面对物体的等效作用力为平均阻力为 f ，则可利用等效法，应用动能定理来处理。

解：整个过程物体的动能变化量为 0

则由动能定理得： $mg(H+h)-fh=0$

故： $h=mgH/(f-mg)$

可见，等效法的正确使用，不仅能使我们尽快揭示问题的物理图景、正确建立物理模型、迅速找到问题的切入点，而且可使问题得到极大简化。

责任编辑 罗峰