

“面包片落地时几乎总是黄油面朝下”的力学原理究竟是什么

李 洪 涛

(中国矿业大学北京校区物理教研室 北京 100083)



近读《现代物理知识》2002年第5期中“力学原理与墨菲法则”一文(以下简称“原理”),颇感其中疑点甚多。苦思良久之后,作此文以抒己见。

“原理”一文在阐述“面包片被碰出桌边掉下去时,几乎总是涂了黄油的一面着地”的力学原理时,把涂了黄油的面包片的下落过程简化为一薄片在真空中的自由下落过程。根据这个简化模型,“原理”一文作者列出方程,并对一个特例(面包片长0.1米,具有竖边的桌子高0.8米且初速度为0)作了数值计算,结果似乎表明,任意薄片自水平状态从高为0.8米且带有竖边的桌子边滑下而落地时,总会翻转,即说明面包片在桌面上时若黄油面朝上,则落地时必然黄油面朝下。然而,即使文中所列方程及计算过程都是正确的,也可由此推出一个可笑的结论,若面包片在桌面上时黄油面朝下,则落地时必然黄油朝上。这与作者叙述的“几乎总是涂了黄油的一面着地”现象不符,也显然与实际不符,导致这个可笑结论的原因是多方面的。

首先“原理”一文作者仅计算了一个特例,其结论没有普遍性;其次,作者所列方程没有考虑桌子与薄片间的相互作用,且假设初角速度为0,而计算结果却表明薄片会翻转,实在难以令人信服;更为严重的是,作者在模型中没有考虑空气阻力,导致其分析结果与黄油是否存在无关。

事实上,一个板状物体以一定初始条件在真空中的自由下落过程可视为物体质心的抛物线运动与绕质心的匀速转动的叠加,显然物体落地时的姿态(转角)取决于物体离开桌面时的角速度 ω 及下落时间 t 。而下落时间 t 又与桌面高度 h 及离开桌面时的初速度 V_0 有关。由于 ω , V_0 及 h 的随机性,可以认为物体下落时取任何姿态的概率都相等。由于这种等概率性,面包片落地时黄油面朝上与黄油面朝下是两个等概率的事件。因此“原理”所用模型是无法解释“几乎总是涂了黄油的一面着地”这一现象的。然而,“原理”一文作者为了说明薄片下落翻转

的必然性,否定上述等概率性,竟然把餐桌加上竖边,使餐桌成桶状,以限制物体下落的自由,但也限制了用餐者伸腿的自由。

“面包片落地时几乎总是黄油面朝下”的力学原理究竟是什么?我们来考虑一下物体(假设为刚体)以一定初始条件在空气中的下落过程,该过程仍可分解为质心的运动与绕质心的转动,不过由于空气摩擦的存在,这种转动不是匀速的而是减速的,物体最终会趋于“静止”(不转的状态)。而物体“静止”时的姿态又取决于物体下落过程中所受空气阻力对物体质心的力矩(见图1)。一般而言,若

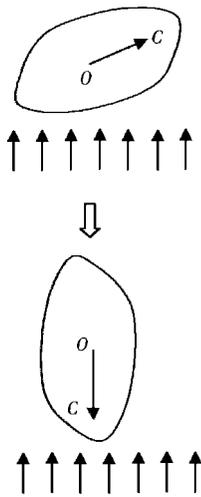


图1

物体的几何中心 O 与质心 C 重合,空气阻力对质心的力矩 M 为零,物体可以任意姿态“静止”,也可以任意姿态落地。若物体的几何中心 O 与质心 C 不重合,空气阻力对质心 C 的力矩 M 就不为零,从而导致物体绕质心旋转直到 OC 竖直朝下, $M=0$ 为止。飞行员的跳伞过程就是典型的例子,我们不妨把上述 OC 矢量趋向于竖直向下的现象称之为降落伞效应。再具体看面包片,未涂黄油时,面包片为均质体,且多为圆形和长方形,所以其几何中心与质心重合,落地时各面朝上或朝下的概率相同,绝不会出现作者所预言的必然翻转,而当面包片涂上黄油时,由于黄油密度大于面包的密度,导致几何中心与质心分离,且质心靠近黄油面,下落过程中由于降落伞效应, OC 将有竖直向下的趋势,所以落地时黄油面朝下的概率将大于朝上的概率。

以上分析,没有方程和计算,仅从原理出发就清楚地说明了“面包片被碰出桌边掉下去时,几乎总是黄油面着地”这一现象的力学原理。