

蹦极运动中物理学原理的探索

浙江临海市回浦中学 沈纪中

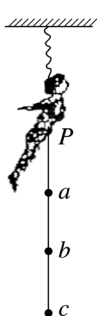
【摘要】蹦极，这项令人心跳加速的极限运动，其背后蕴含着丰富的物理学原理。本文旨在通过深入分析蹦极过程中的力学变化，特别是弹性绳的劲度系数（ k ）如何影响参与者到达的最低点位置（ c 点）以及该点所受的合力，进而增进对这一运动机制的理解。

一、引言

蹦极运动中，参与者身系弹性绳从高空自由下落，经历加速、减速直至静止的复杂过程。这一过程中，重力、动能、弹性势能等多种物理量相互转换，构成了精彩纷呈的物理图景。本文将从弹性绳的劲度系数出发，探讨其对蹦极运动结果的具体影响。

二、理论分析

某人身系弹性绳自高空 P 点自由下落，图中 a 点是弹性绳的原长位置， c 是人所到达的最低点， b 是人静止地悬吊着时的平衡位置，弹性绳始终不超过弹性极限，计弹性绳的弹性系数为 k ，空气阻力不计。



设 a 点速度大小为 v 。

从 a 点到 c 点，人的动能和重力势能转化为弹性绳的弹性势能：

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgx_{ac} = \frac{1}{2}kx_{ac}^2$$

式子变换得到：

$$\frac{1}{2}kx_{ac}^2 - mgx_{ac} - \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

解得：

$$x_{ac} = \frac{mg}{k} + \sqrt{\frac{mv^2}{k} + \frac{m^2g^2}{k^2}}$$

c 点所受合力：

$$F = F_{\text{弹}} - mg = kx_{ac} - mg = \sqrt{kmv^2 + m^2g^2}$$

这种方法简单粗暴，整体过程分析。

三、另辟蹊径

能否采用简谐运动相关知识求解？那必然要跟平衡位置 b 扯上关系。

设 a 点速度大小为 v 。

b 点速度：

$$\bar{F}x_{ab} = \frac{1}{2}mv_b^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

其中：

$$x_{ab} = \frac{mg}{k}$$

$$\bar{F} = \frac{mg}{2}$$

即：

$$\frac{mg}{2} \times \frac{mg}{k} = \frac{1}{2}mv_b^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

解得：

$$v_b^2 = v^2 + \frac{m}{k}g^2$$

看成简谐运动，动能转化为弹性势能，即可求 x_{bc} 。

根据动能定理，合力即回复力做功等于动能变化量。

$$\frac{1}{2}mv_b^2 = \frac{1}{2}kx_{bc}^2$$

$$x_{bc}^2 = \frac{mv^2}{k} + \frac{m^2g^2}{k^2}$$

人所到达最低点 c 距离 a 的距离： $x_{ac} = x_{ab} + x_{bc} = \frac{mg}{k} + \sqrt{\frac{mv^2}{k} + \frac{m^2g^2}{k^2}}$

c 点所受合力：

$$F^2 = k^2x_{bc}^2 = kmv^2 + m^2g^2$$

四、结论

综上所述，蹦极运动中的弹性绳劲度系数对蹦极者到达的最低点位置及该点所受的合力具有显著影响。劲度系数的减小会导致最低点下移，而劲度系数的增大则会使 c 点所受合力增大。这一结论不仅加深了我们对蹦极运动物理机制的认识，也为相关安全措施的制定提供了理论依据。

五、展望

未来研究可进一步探讨不同体重、不同初始下落高度等因素对蹦极运动结果的影响，以及如何通过优化弹性绳设计来提升蹦极体验的安全性和舒适度。同时，将蹦极运动的物理原理与实际应用相结合，如应用于减震系统、弹性储能等领域，也将具有重要的现实意义和广阔的应用前景。