

# 淋雨问题的物理学解释

张怀华



淋雨是生活中常常遇到的问题。有人说：淋雨时没有必要跑，跑回去淋的雨和走回去淋的雨一样多！真是这样吗？本文将奔跑距离相同的前提下，从相对运动的角度探讨淋雨量与奔跑速度的关系，以澄清这个问题！

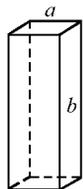


图 1

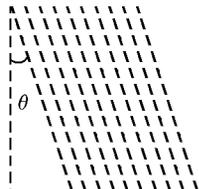


图 2

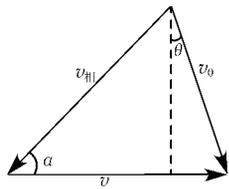


图 3

如图 1 所示，为了便于研究，我们把人体抽象为长方体，设人体在水平面上的投影面积为  $a$ 、在竖直面上的投影面积为  $b$  ( $b \gg a$ )。如图 2 所示，单位体积内的雨滴数目为  $m$ 、人体的运动速度为  $v$ 、雨滴下落的速度为  $v_0$ 、其与竖直方向的夹角为  $\theta$ 、人体运动的距离为  $s$ 。如图 3 所示，根据矢量合成的三角形定则，可得雨滴相对于人体的速度为  $v_{相}$ ，方向与水平面成  $\alpha$  角。下面分三种情况展开讨论。

## 一、在顺风条件下

单位时间内落在水平投影面上的雨滴数  $n_1 = mav_{相} \sin \alpha = mav_0 \cos \theta$ ，单位时间内落在竖直投影面上的雨滴数  $n_2 = mbv_{相} \cos \alpha = mb|v - v_0 \sin \theta|$ ，单位时间内落在人体上的雨滴数  $n = n_1 + n_2 = mav_0 \cos \theta + mb|v - v_0 \sin \theta|$ 。因为人体淋雨的时间  $t = s/v$ ，所以落在人体上的雨滴总数  $N(v) = nt = (mav_0 \cos \theta + mb|v - v_0 \sin \theta|)s/v$ 。如果转化为分段函数的形式，则有

$$N(v) = ms(av_0 \cos \theta - bv_0 \sin \theta) / v + mbs, v > v_0 \sin \theta$$

$$N(v) = ms(av_0 \cos \theta + bv_0 \sin \theta) / v - mbs, v < v_0 \sin \theta$$

图 4、图 5、图 6 是用函数绘图软件绘制的函数  $N(v)$  图像。当  $\tan \theta > a/b$  时，函数  $N(v)$  的图像如图 4 所示，当  $v = v_0 \sin \theta$  时，落在人体上的雨滴总数出现极小值  $N_{min} = msacot \theta$ ；当  $\tan \theta = a/b$  时，函数  $N(v)$  的图像如图 5 所示，当  $v = v_0 \sin \theta$  时，落在人体上的雨滴总数出现极小值  $N_{min} = mbs$ ，此时落在人体上的雨滴总数与奔跑速度无关；当  $\tan \theta < a/b$

时，函数  $N(v)$  的图像如图 6 所示，落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

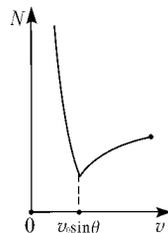


图 4

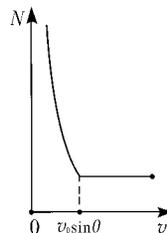


图 5

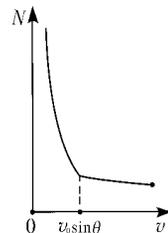


图 6

## 二、在逆风条件下

利用在顺风条件下的推导方法，可得淋雨量与奔跑速度的方程  $N(v) = ms(av_0 \cos \theta + bv_0 \sin \theta) / v + mbs$ 。 $N(v)$  为减函数，落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

## 三、在无风条件下

同理，得淋雨量与奔跑速度的方程为  $N(v) = msv_0 / v + mbs$ ， $N(v)$  是减函数，落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

综上所述，在无风和逆风淋雨的情况下，奔跑速度越快越好；只有在顺风、奔跑速度  $v > v_0 \sin \theta$  且  $\tan \theta = a/b$  的条件下，落在人体上的雨滴总数才与奔跑速度无关；而在顺风淋雨的大部分情况下，以奔跑速度  $v = v_0 \sin \theta$  为宜（这里的  $v_0 \sin \theta$  就是雨滴的水平速度）！（河南省焦作市第十一中学 454000）

## 科苑快讯

### 进化速度最快的植物

安第斯山在 200 万 ~ 400 万年前接近现在的高度时，为耐塞植物创造了一个新的生长环境。英国牛津大学的科林·休斯 (Colin Hughes) 和露斯·伊斯特伍德 (Ruth Eastwood) 研究了一种称为羽扇豆的植物是怎样利用这个良机的。

他们发现，大约 150 万年前来到安第斯山的羽扇豆类植物，已经演化出 81 个不同的种。这说明它的系统发生树平均每 32 万年就分化出一个种，这使其成为迄今为止进化速度最快的植物。就目前已知情况，只有东非裂谷湖泊中的慈鲷比它的进化速度更快。

(高凌云译自 *Nature*, 2006 年 7 月 6 日号)