

汤碗自行漂移现象探秘

张怀华

在吃饭的时候，我们偶尔能够看到饭碗在餐桌上发生的自行漂移现象，在很多读者看来，汤碗自行漂移应该归因于桌面的倾斜和光滑，桌面倾角越大、桌面越光滑，汤碗就越容易发生自行漂移现象。事实真的是这样吗？

设热汤温度为 T 、室内温度为 T_0 、碗底空腔内气体压强为 P 、室内大气压强为 P_0 、重力加速度为 g 、碗底空腔半径为 R 、碗和热汤的总质量为 m ，以碗和热汤组成的系统为研究对象，若系统可以自发地沿桌面下滑，在与桌面平行的方向上，系统重力沿斜面向下的分力将大于系统受到的最大静摩擦力，即

$$mg\sin\theta > \mu N; \quad (1)$$

在与桌面垂直的方向上，桌面对系统的支持力、空腔内气体温升而产生压力和系统重力分力保持平衡

$$mg\cos\theta = N + \Delta P\pi R^2. \quad (2)$$

查理定律：

$$\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0}, \quad (3)$$

由 (3) 式可得碗底空腔内外气体压强的差值为

$$\Delta P = \frac{T - T_0}{T_0} P_0. \quad (4)$$

由 (1)、(2) 和 (4) 三式可得

$$m < \frac{\mu P_0 \pi R^2 (T - T_0)}{g T_0 (\mu \cos\theta - \sin\theta)}. \quad (5)$$

在日常生活中，绝对水平的餐桌是不存在的。但是尽管桌面有些倾斜，倾角也是比较小的，(5) 式中的 $\sin\theta$ 项值会很小，可忽略。将 (5) 式简化为

$$m < \frac{P_0 \pi R^2 (T - T_0)}{g T_0}. \quad (6)$$

可见，在桌面的倾角比较小的时候，汤碗自行漂移现象的发生与桌面的倾斜程度以及光滑程度均无关。

按照生活常识，如果热汤温度 T 取 373K，室内温度 T_0 取 300K，大气压强 P_0 取 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ ，重力加速度 g 取 $g=9.8 \text{kgm/s}^2$ 、碗底内空腔半径 R 取 $R=3 \times 10^{-2} \text{m}$ 、圆周率 π 取 3.14，可得发生自动漂移现象的碗的质量上限为 7.08kg。

按说，在日常生活中，满足 (6) 式成立的汤碗应该是非常普遍的，为什么不是每一个汤碗都能自行漂移呢？原来，通常情况下，碗底与桌面通常很难实现良好的密合，碗底空腔中的气体在受热以后，从碗底与桌面的缝隙中溢出，内部气压不能升高所致，只有碗底与桌面能够良好密合的汤碗，才会发生自行漂移现象。

(河南焦作市第十一中学 454000)



科苑快讯

自我膨胀的热木星

目前已知有 500 多颗日外行星，它们大多距离其恒星非常之近，炽热的高温使其表面岩石融化，并刮起超音速的飓风。

但是即使高温会引起行星膨胀，却也无法解释这些热木星(公转轨道极为接近其恒星的类木行星)为何体量如此巨大。现在天文学家们终于发现是其产生电流加热自身内部造成的。如果行星的外部温度被恒星加热到 1500K 以上，就能电离钠、钾等微量元素，使行星大气传导电流，飓风将带电离子的气体吹过行星磁场，产生深入恒星内部的电流回路，

整个行星就像电烤箱一样被加热，并持续膨胀，于是造就了这些超大热木星。



(高凌云编译自 2011 年 1 月 25 日 www.sciencemag.org 新闻)