

如果有人问你：“冷水和热水哪个先结冰？”相信你一定会觉得这个提问的人是不是傻了，当然是冷水先结冰了。然而，事实上有时候还真未必。特定条件下可能热水结冰比冷水还要快，这是怎么回事呢？

其实，历史上诸多学者如亚里士多德、培根和笛卡尔等都曾对类似现象有所描述但是均未能给出完美的解释。甚至现代科学家们面对这样一个“简单”的问题也仍然存在争议。

本报记者 陆成宽

## 颠覆常识的姆潘巴现象

说起来，这个既简单又复杂的物理现象还有一个有趣的故事。

1963年的一天，坦桑尼亚的一个初中生姆潘巴和小伙伴一起用牛奶制作冰激凌。当他还在煮牛奶时，身旁的小伙伴已经陆续把牛奶晾凉开始往冰箱里塞了，眼看就要没有位置了，一时心急，姆潘巴就把煮热的牛奶直接放进了冰箱。一个半小时后，他惊奇的发现，他的冰激凌已经冻结成块，而其他小伙伴的冰激凌却还是黏糊状。这与我们对热现象的直观理解以及经验直觉完全相反。但为什么相反呢？姆潘巴带着这个疑惑从初中直到高中，先后请教了多位物理老师都没有答案，甚至有位老师讽刺地说：“看来有两种物理，一种是放置四海皆准的

物理，一种是‘姆潘巴物理’。”

倔强的姆潘巴仍不停地寻找答案，直到他抓住达累斯萨拉姆大学物理系主任奥斯波恩博士到他们学校访问的机会，又提出了自己的疑问。博士并没有对姆潘巴的问题嗤之以鼻，而是回到实验室按照姆潘巴的陈述进行了冷牛奶实验和冷热水实验，结果都观察到了姆潘巴提到的奇怪现象，于是，博士邀请姆潘巴和他一起对这个现象进行研究，并于1969年共同撰写了关于此现象的一篇文章，引起学界广泛关注。于是人们将这个在同等体积和同等冷却环境下，温度略高的液体比温度略低的液体（非纯水）先结冰的现象，命名为“姆潘巴现象”。

## 姆潘巴现象背后的几种解释

为了解释为什么有时候热水结冰比冷水快，50多年来，许多物理学研究者先后对此现象进行了大量的研究，尝试着从不同的角度去解释。

**冰霜融化说** 据了解，为了研究姆潘巴现象，很多学者进行了实验观察。液体表面凝结的冰霜会影响其向周围导热的速率。冰霜导热性比水差，热水使得冰霜融化，减少了其阻碍作用，优化传热。不过有充分的证据证明，在试验过程中全部排除冰霜的干扰或抑制冰霜的融化，姆潘巴现象依然存在。因此，这种说法并不成立。

**水汽蒸发说** 一些学者相信，热水温度较高导致水蒸发的速率变快是造成姆潘巴现象的首要原因，因为蒸发使得水分子减少，要冻

结的水分子也相应变少，所以加速了热水结冰速度。不过，一些科学家对结冰前后水的质量进行了测量，发现质量差从未超过3%，尽管蒸发后的水减少了，但是这3%的水分子并不能够显著影响水结冰需要的时间。与此同时，水汽蒸发过程中消耗的热量也不能够忽视，可惜的是，对于热量消耗的对照试验并不容易实现，因为它需要对开放容器和密闭容器进行测量，但是在密闭环境下，水汽蒸发和热量的传导都会受到阻碍，无法测量单一变量的影响。

**可溶气体说** 温度越高，气体在水中的溶解度就越小，因此热水里溶解的气体要少于冷水，由于水在溶解一些气体后凝固点会降低，而



# 热水、冷水谁先结冰，科学家也很懵

热水的气体含量更低，凝固点也相应变高，这可能是热水结冰较快的一个原因，同时也有实验发现脱气水比非脱气水结冰更快。

**热梯度对流说** 热梯度对流观点认为，热水比冷水结冰更快是因为对流的增加。由于水的冷却是从容器的表面以及侧面开始，使得冷水下沉，热水上升，因此产生对流。当热水放入低温环境中，靠近容器的水迅速降温，而内部水温不变，这样就产生了温度差并引起热对流。在冷却的过程中，这个热对流一直存在，温差越大对流就越激烈，水冷却就

越快。

**过冷现象说** 在2013年初，英国皇家化学会特意举办了一场比赛，评选姆潘巴现象的最佳原理解释。而比赛获胜者提出的解释就是过冷现象。过冷现象指液体或气体的温度到其凝固点以下，但没有凝固的现象，而原本温度较低的水比原本温度较高的水更易发生过冷，那么它的确可能比热水结冰更慢。

目前，尽管对于姆潘巴现象并没有一个令所有人都信服的解释，但是科学家仍然在不断提出各种理论来解释这一现象。

## 并非所有时候热水结冰都比冷水快

正如开头所申明的，热水结冰比冷水快只是“有时候”，也就是说这并不是一个必然现象。《物理通报》杂志社所属的《中学生物理》杂志曾对这一现象进行过历时1年的讨论，其中有12篇“实验报告”，偶有成功之例。这说明姆潘巴现象确实存在，但控制条件难寻，复现不易。这就意味着，姆潘巴现象只是在特定条件下出现的物理现象，而不能一般性地得出“热水比冷水先结冰”的物理结论。

针对这一问题，9月4日，科技日报记者采访了中国科学院物理研究所李治林博士。他指出，

因为水中不同的杂质离子可能带来实验上的干扰，甚至有一种说法认为，通常环境下，普通水中不可避免地有一些微生物，它们在热水中繁殖得更快，这些大小在微米量级的微生物恰好可以充当水结冰所需要的凝结核，成为其优先结冰的优势条件。而一些研究者用更加纯净的水进行实验时，常常不能重复这样的结果。此外，水本身因氢键的存在，性质复杂多变；而水降温结冰更是多因素且动态的过程。因此，李治林表示，姆潘巴效应并不普遍成立，应当以更加审慎的态度对待和研究这一现象。

### 相关链接

## 研究姆潘巴现象有啥意义

那么对姆潘巴现象的研究有意义吗？李治林认为，有意义，而且很重要。水是一种性质独特的物质，有着非常丰富的物理现象，且在工业生产和生命科学中扮演极其重要的角色，然而人类目前对水的研究还很透彻。

“30摄氏度的水”与“从100摄氏度冷却到30摄氏度的水”一样吗？这个问题看上去毫无意义，似乎理所当然，但事实可能并非如此。实际上，许多物理量和物理现象不仅取决于物质所处的状态，而且与其历史过程密切相关，最终结果是否一样还是需要实验研究来确认。例如，由于冶金技术在工业上的价值，人类对钢铁的研究非常详细。众所周知，不同初始温度、不同降温速率处理过的钢铁，性质有很大不同，其中晶粒的特点和形成过程也有所不同。类似地，实验研究发现，不同过程和条件下产生的冰，晶体结构和物理性质也有很大不同。

尽管我们很早就知道“常压下水在0摄氏度结冰”但这个温度其实只是一个范围，冰也有各种不同的冰。

然而，对于水，很遗憾，由于微观上太复杂，我们对其更细节的性质还知之甚少。但有一点是肯定的，科学不能“想当然”，实验才是检验真理的最终标准。正是科学家们看似无聊的“较真”、严谨的质疑、严格的检验、不断的追求，才促进科学不断地接近真理。



科技兴业 博览世界 会聚兰州

# 第二届兰州科技成果博览会

The 2<sup>nd</sup> Lanzhou Science and High-Tech Achievement Expo

2017年9月17日—19日

甘肃国际会展中心

Date: 2017.9.17—9.19 Location: Gansu International Convention and Exhibition Center

### 一、展览展示

室内展区：

兰白科技创新改革试验区展区

科技创新示范展区

军民融合与专利技术展区

科技嘉年华展区

室外展区：

新能源汽车、电动车、特种车辆等大型装备产品

### 二、论坛签约

“创新驱动发展 合作推动共赢”  
——第二届兰州科技成果博览会开幕式暨兰白科技创新改革试验区建设发展高端论坛

“一带一路”科技创新与经贸合作论坛

中国制造2025智能制造高端论坛

军民融合创新发展论坛

第二届兰州科技成果博览会科技合作与成果交易项目签约

### 三、合作交流

科技成果转化项目路演

兰州科技型企业技术难题和需求发布

西北地区科技合作委员会工作座谈会

兰州工业创意设计大赛颁奖仪式

兰州市科技局—德国FEV公司新能源汽车技术交流会

兰州市科技局—德国摄氏公司科技合作交流会

上海张江企业兰州行

兰白科技创新改革试验区与上海市张江高新技术产业开发区科技企业合作洽谈对接活动



兰州科博会官方微信公众号

主办：甘肃省发展和改革委员会 甘肃省科学技术厅 兰州市人民政府 上海市张江高新技术产业开发区管理委员会

Host: Gansu Provincial Development and Reform Commission, Gansu Provincial Sci. & Tech. Department, Lanzhou Municipal People's Government, Administration Commission of Shanghai Zhangjiang Hi-Tech Industrial Parks

承办：兰州市科学技术局

Organizer: Lanzhou Science and Technology Bureau

协办：甘肃会展中心有限责任公司 北京振威展览有限公司 兰州科技发展有限公司

Co-organizer: Gansu Convention and Exhibition Center Co., Ltd., Beijing Zhenwei Exhibition Co., Ltd., Lanzhou Science and Technology Development Co Ltd

联系人：冯攀 0931—8847167

网址：http://www.lzHITEC.com