

一觉醒来“穿越”到未来，可能吗？

重大突破：中国成功实现“冰封人脑”18个月！

电影《复仇者联盟》里的美国队长在二战尾声的一次行动中坠海“冰封”，直到2011年才被“解冻”苏醒。对他而言，这个过程可能只是一个略显漫长的梦，但在近七十年的时间里，整个世界却发生了翻天覆地的变化。

那在现实生活中，我们是否也能先把自己“冰封”，再在未来“苏醒”呢？

古老线虫可以“穿越”！

2018年，科学家们复活了在西伯利亚永久冻土中冻结了数万年的古老线虫，当时科学家们认为，其生命起始可以追溯到4.2万年前，而在2023年的最新工作中，科学家们通过精确的放射性碳检测技术发现，这些古老线虫至少在4.6万年前就已经在西伯利亚地区保持“死醒”状态，也叫作“假死”或“隐生现象”。

隐生状态下，生命的新陈代谢能力将会被降低到无法检测的水平，相当于给生命按下了暂停键。

常见的例子有：一种在蜜蜂腹部保存了2500万年—4000万年的芽孢杆菌孢子，以及在古湖泊中保存的一颗1000年—1500年前的莲花种子，它们都能继续发芽，重新开启被暂停的生命；水熊虫、轮虫和线虫等后生动物也能长期保持隐生状态，即使被冰冻了数十年乃至数万年，只要一解冻回到正常温度，它们就能复活，能吃能喝还能正常繁殖。

再高等一些的动物，比如蛙、蛇、熊之类，都可以进行冬眠，它们保持低新陈代谢水平的持续时间基本只有一个冬天。有种生活在阿拉斯加地区的北美林蛙，每年冬眠将近8个月，在-4℃低温条件下冰冻2个月后依然能够解冻存活。

那么，人类能不能也像线虫一样冰冻几万年后解冻“复活”呢？很遗憾，这个设想目前还是不现实的。

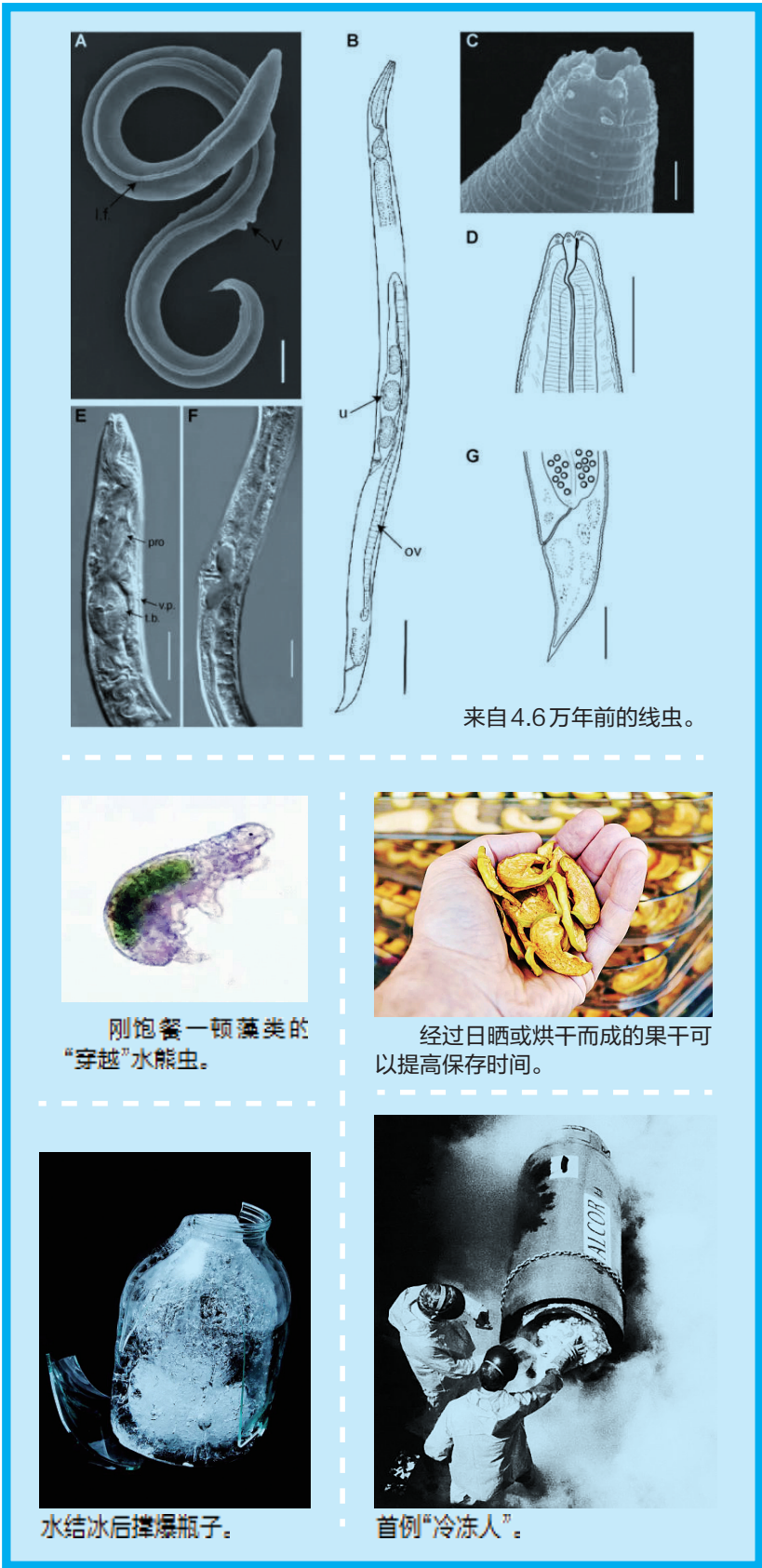
人类为什么不能“复活”？

如果你小时候调皮爱玩，把啤酒和可乐之类的碳酸饮料放进冰箱速冻层，那你应该知道，水变成冰后很容易把瓶子撑爆（友情提醒：危险动作，请勿操作）。

人体由细胞构成，在低温环境下，细胞内液因水结冰形成的冰晶会直接损害身体细胞，就像这些啤酒瓶被冰晶刺得支离破碎一样。同时，水分子慢慢排列成有序晶体结构，这个过程会排斥本已溶于水的钠盐、钾盐、钙盐等析出，高浓度的盐分会让细胞脱水损伤乃至死亡。

而上文提到的水熊虫则可以将身体蜷缩成桶状，并将身体的含水量降到仅3%，全脱水后成为一具新陈代谢几乎停止的“僵尸虫”，同时，它们用身体制造的海藻糖会取代身体中的水分，防止体液形成冰晶损害细胞。而阿拉斯加林蛙则通过体内尿素和葡萄糖改变体液浓度，有效降低体液冰点，这样一来，就可大大减少结冰水的含量，避免对细胞的伤害。

上文提到的海藻糖、尿素和葡萄糖这些防止冰晶出现进而损害细胞的物质，都可称为“冷冻保护剂”。因此人工冷冻的第一步通常是尽可能减少被冰冻生物的水分，并灌入已注入了甘油等复杂成分的冷冻保护剂，这样就能在生物苏醒后尽可能提高细胞的



来自4.6万年前的线虫。

刚饱餐一顿藻类的“穿越”水熊虫。

经过日晒或烘干而成的果干可以提高保存时间。

水结冰后撑爆瓶子。

首例“冷冻人”。

存活率。

能在自然冰冻中“复活”的脊椎动物不少，像青蛙、蛇、蝾螈、海龟等，都是冷血变温动物。人类作为恒温动物，无法像这些动物一样快速脱水，也无法自然地调节体内“冰冻保护剂”的浓度，人体体温下降就会出问题，因此做不到将新陈代谢能力降至最低。

即便“冰冻—解冻”后的细胞存活率高达99%，但对于有将近860亿个神经元的人脑来说，也会有8.6亿个神经元死亡，这可能会影响大脑精密运作的正常功能。如果只把意识和相关的大脑保存下来，那么肉体是由碳基还是由机械构成的硅基其实都无所

谓，“我”还是“我”，就跟三体里的云天明一样，即便肉体完全消失，只要大脑在，依然能思考。

大脑冻存技术发展到了什么水平了？

冰冻的仓鼠大脑在出现60%结晶的情况下依然可以被唤醒。2015年，美国脑保护基金会资助的21世纪医学实验室对兔子进行了完整的醛稳定冷冻保存手术。具体操作为：用戊二醛灌注活体兔的颈动脉固定兔脑，然后在几个小时内缓慢灌注浓度不断增

加的乙二醇，最后在-135℃下冷冻。冰冻的大脑被重新加热解冻后，研究人员从大脑切片上观察发现，大脑的结构保存得非常好，突触也很清晰，神经细胞基本没有损伤。

可以“冰封”人脑吗？

2024年5月，我国复旦大学研究人员成功建立了一种使用甲基纤维素、乙二醇、二甲基亚砜和Y27632选择性抑制剂来冷冻保存各种脑类器官或人类脑组织的方法（MEDY），该方法不会破坏神经细胞结构或影响神经功能活动。

这种方法能够实现保护突触功能并抑制内质网介导的凋亡途径，从而大规模且可靠地储存多种神经类器官和活体脑组织。该方法能够实现“冰封”人脑18个月后安然取出，这已经是不小的进展了。

人体“冰冻—解冻”能否实现？

1967年4月，加州大学心理学教授詹姆斯·贝德福德教授因为晚期肾癌逝世，生前他就决定将遗体进行低温冷冻储藏，寄希望于未来医学发展。

他去世后，遗体被仓促地放入一个注入-196℃液氮的特制金属容器中，整个冷冻操作过程缺少成熟的技术保障和专业人员的支持。2024年6月，贝德福德教授的遗体解冻后，科学家们发现他的大脑与身体损毁严重，生命已然不可能重启。五十多年冷冻仓里的等待，教授虽然没有成功“重生”，但给科学家们带来了非常珍贵的解冻数据。

美国拥有两家最大的人体冷藏公司，一家是阿尔科生命延续基金会，另一家是美国的人体冷冻科研机构。

目前，全世界希望将自己死去的身体冰冻起来，以期穿越至未来“复活”的人已达数百个，但至今依然没有解冻成功的案例。绝大多数“冷冻人”生前便已是老年人，有些患有绝症和严重疾病，他们不理想的自身条件往往会进一步降低“解冻”的成功率。

基于“完美复活”这个愿望，对人体器官、优秀动植物种质资源的冷冻保存技术正在快速发展，或许未来的某一天，我们仅需保存和解冻大脑，再将其与机器结合，就能实现“复活”。这样不但对“冰冻—解冻”的技术要求会降低很多，同时又能摆脱身患重疾的碳基肉体。

假设人体保存技术能够成功应用，人人都有机会进入冰柜“休眠”，待“复苏”后迎接几万年后的未来。那么，谁会被保存延续，迎接未来？未来人会欢迎一个观念技能落伍的过去人吗？倘若看管“冷冻人”的公司破产，谁又来负责这些“冷冻人”的“生命安全”呢……

要想达成人体“冰冻—解冻”的复活愿望，人类在技术、伦理和法律方面都还有很远的路要走。

据湖南日报