

## ⌚ 从地球自转到虫洞——现代物理如何回答人类最古老的问题

时间是什么？

这是一个人类看似每天都在经验、却从未真正理解的问题。从观察太阳东升西落的古人，到提出相对论的爱因斯坦，再到探索量子引力的现代物理学家，“时间”的问题始终是穿透自然哲学与物理学核心的终极谜题。让我们循着物理学的线索，重新理解时间。

### 一、时间的第一层：我们为什么会说“时间由运动产生”？

在日常生活与经典力学的世界中，我们对时间的认识完全依赖“变化”。

- 没有昼夜交替，你不会知道一天过去了。
- 没有四季变换，你不会知道一年过去了。
- 没有钟摆或石英晶体的周期振动，你量不出秒。

换句话说：

- ⭐ 人类所有的时间单位，全部来自于我们选择的某种“周期性运动”。  
    ◆ 地球自转一次 = 一天  
    ◆ 地球公转一圈 = 一年  
    ◆ 铷 133 原子跃迁频率 = 一秒（现代“秒”的定义）

因此，在这个层面上，说“时间来自运动”是非常准确的：

- ① 我们通过周期性运动来标定和测量时间。

但物理学会进一步追问：

- ❖ 既然我们用运动来测量时间，那么这些运动本身又是在什么之中发生的？

这个追问，引领我们进入时间的第二层。

### 二、时间的第二层：时间不是舞台，而是“时空结构”的一部分

爱因斯坦的相对论彻底改变了人类对时间的理解：

#### 1. 时间不是绝对的，而是相对的

不同参考系的观察者不会有相同的“时间流速”。

- rocket 运动得越快，你的时间越慢。

- 引力越强，时间越慢。

国际空间站上的宇航员一年要“年轻”大约 0.005 秒——这是严格测量到的效果。

时间不再是均匀流动的河流，而像橡皮布一样：⌚ 会因速度和引力而伸缩、弯曲、流速改变。

#### 2. 时间是空间的“方向”之一

在相对论中，时间不是单独存在的，而是和空间一起构成 四维时空。我们在三维空间中走路，同时也沿着时间维度不停“前进”，速度始终是光速，只是空间方向与时间方向的分配不同。

因此：

- ⭐ 运动改变我们在时空中的路径，而时空结构反过来决定运动的形态。时间与运动不是“谁生产谁”的关系，而是彼此交织。

这一层告诉我们：



### 三、时间的第三层：为什么时间有“方向”？

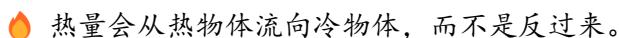
物理学中几乎所有基本方程都是时间反演对称的。

但我们的世界——从搅拌咖啡到宇宙膨胀——都呈现出明确的单向箭头。

这是因为：

#### 1. 熵增定律定义了时间的箭头

系统混乱度（熵）总是随时间增加。



熵增给了我们清晰的方向： ➡ 低熵 → 高熵，就是“未来”方向。

#### 2. 宇宙从低熵大爆炸起步

宇宙早期极端有序，这为熵增“开启方向”提供了初始条件。

#### 3. 记忆的方向与心理学箭头

我们之所以记住过去而不能预测未来，是因为记忆的形成本身是一个熵增过程。

- ⭐ 时间的“流动”可能并非时间本身的属性，而是宇宙从低熵走向高熵的结果。

### 四、时间的终极层：时间可能根本不是“基本存在”

最前沿理论给出一个令人震惊的可能性：

时间可能不是宇宙的基本成分，而是一种“涌现现象”。类似于温度不是单个粒子的属性，而是大量粒子运动的统计效果。

在若干量子引力理论中：

- 普朗克尺度不存在连续的空间
- 时间不再是一个维度，更不是流动的
- 我们宏观感受到的“时间”，可能来自量子纠缠、因果关系网络或信息结构的宏观极限

换句话说：

- ⭐ 最基本的世界可能没有时间。我们体验到的时间是大量量子事件涌现出的“幻觉”。

### 五、时空穿梭：物理学的允许与阻碍

#### 1. 前往未来：确定可行（已实现）

高速运动或强引力场下的时间膨胀 = 前往未来。

这是真实可测、严格允许的。今天的宇航员，就是微弱版本的“未来旅行者”。

## 2. 回到过去：理论上可能，但充满悖论

广义相对论允许：

- 虫洞
- 闭合类时曲线 (CTCs)
- 宇宙弦
- 克尔黑洞（旋转黑洞）中的时间环

但它们都伴随巨大问题：

- 需要不可稳定的负能量奇异物质
- 极度脆弱，可能瞬间坍缩
- 引发因果悖论（祖父悖论）
- 量子效应可能禁止其形成

## 3. 可能的“无悖论解决方案”

理论物理提出过若干方案：

### ◎ 一致性原则

宇宙会自发阻止任何改变历史的行为。

### ※ 多世界解释（平行宇宙）

改变的是另一个宇宙的历史，不影响原宇宙。

### □ 因果闭环

你回到过去的行为本来就是历史的一部分。

## 结语：时间是宇宙深处最温柔也最锋利的谜题

我们用地球的运动来定义时间；用时间来理解宇宙的运动；又试图用宇宙的结构去解释时间本身。关于时间，我们似乎知道了一切，又似乎什么都不懂。时间是我们感受世界的方式，是物理定律的几何背景，是熵增的方向标，是量子信息可能涌现出的副产品，也许最终——它只是宇宙在告诉我们：“存在本身就是变化。”而我们所有关于穿越时间的梦想，也都是人类不断追问自身、追问宇宙的方式。

本期投稿者：

刘倩楠

编辑与整理：DeepChat 团队