

# 随着时间的流逝\*

陈徐宗<sup>†</sup> 译

(北京大学电子学院 北京 100871)

2022-09-06收到

<sup>†</sup> email: xuzongchen@pku.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20220908

很可能在你开始阅读这篇文章前不久，你查看过时间。无论你是睡眠惺忪地盯着闹钟判断是否迟到，还是在手机的日历应用程序中进行预约操作，我们大多数人每天都会多次通过钟表查看时间。正是这种熟悉且无所不在的时间追踪构成了奥泽尔(Chad Orzel)的大作《计时简史：从巨石阵到原子钟的计时科学》(*A Brief History of Timekeeping: the Science of Marking Time, from Stonehenge to Atomic Clocks*)的基础。在该书中，这位美国物理学教授讲述了几个世纪以来的科学发现、政治阴谋和社会变化如何影响我们当前采用的计时方法。奥泽尔从“新石器时代英国墓葬”开始，先介绍太阳在一年中的特定时间照射墓室，标志夏至或春分，然后讨论了宗教和政治如何影响现代日历的演变。正如他后来所说，“就日常

生活而言，时间不是一种普世的绝对，而是一种社会惯例”。

这本书巧妙地将几个世纪的科学和技术故事编织在一起，把我们从一个滴答作响的世界带到了一个让人兴奋的世界。我们了解了18世纪开发的精密计时器如何因其正确跟踪经度的能力使得可靠的海上长途运输成为可能；为什么19世纪的铁路公司是采用全球时区的先驱；以及通过卫星或互联网分发的信号如何传播当今国际参考时标。一路讨论了物理学的发现和现象，这些发现和现象是计时故事的基础，其中包括电磁学、简谐运动、天体力学、狭义和广义相对论，以及提供国家时间标准的原子钟背后的原子物理学和量子力学。

奥泽尔对历史上许多科学实践的复杂程度给出了独特见解。玛雅文明的一些天文学和数学听起来几

乎像科幻小说。例如，令人难以置信的是，玛雅天文表成功预测了金星在长达几个世纪内在天空中出现和消失的时间。但我们也不能为这样的成果而得意忘形，从1987年到21世纪第一个十年，玛雅历法系统错误地预测世界将在2012年12月21日结束，奥泽尔在书中驳斥了导致这些末日预言的伪科学。在后面的章节中，他巧妙地将科学结果和预测纳入了书中。

同样引人入胜的是页面侧边用灰色条突出显示的部分，里边更详细地介绍了科学概念，其涉及的范围很广，从描述流体力学如何控制水钟的行为，到深入研究有助于理解相对论的思维实验，再到解释石英的压电特性如何实现精确且价格合理的钟表，以及强调为什么选择铯作为第一代原子钟等。

除了科学，奥泽尔的书中还包括历史故事，其中有些故事既有趣又引人入胜。当得知水钟是被用来限制辩护律师在古希腊法庭上发言的时间时，我捧腹大笑。在海上航行记录时间时，想象船上使用几个重叠的沙漏阵列也同样有趣：这种安排提供了一个缓冲区，可以防止其中某些沙漏需要清空重新翻转的空隙计时的丢失。

在整本书中，奥泽尔还强调了过去科学家的角色可能与今天的不同。例如，16世纪的天文学家第谷将占星术作为他在丹麦宫廷做天文学家的主要职责之一。奥泽尔还指出，由于侵略、抢劫加上时间的流



史前时钟。在巨石阵，夏至的标志是太阳从巨石柱的“脚跟石(Heel Stone)”升起

\* 本文编译自 Sharon Ann Holgate. As time goes by. *Physics World*, 2022, (8): 38.

逝，很多宝贵的科学记录可能会丢失，这些不幸的事实至今仍在引起共鸣。书中有关科学家之间竞争的故事，以及为资助或教育的历史性斗争，完美地突出了奥泽尔的研究过程。他还巧妙地描述了一些科学家，如17世纪的物理学家胡克，在自我推销方面有着惊人的天赋。然而，对现代计时发展同样重要的其他人则默默地继续他们的工作——比如18世纪的天文学家 Tobias Mayer，他细致的月球时间表(月表)后来成为当时皇家天文台航海年历的基础，用于确定海上经度。

奥泽尔最后展望了未来：利用今天实验中的光晶格钟可能最终实

现精确的时间测量；我们可以通过对地球形状的精细监测来跟踪地震；如果暗物质与钟的原子节拍相互作用的话，甚至可能探测到暗物质。

在《计时简史》中，奥泽尔通过他自己生活中的事件引导我们进入了关心的话题。这不仅有助于让我们认识到计时和时间的重要性，而且他引人入胜的写作风格也强化了物理内容与我们日常经验的关联。虽然我对这本书的感觉非常积极，但它也有一些不足。书中的图表主要用来帮助理解，但我发现有些更能从注释中受益。同样，奥泽尔的书部分内容基于他教授的一门大学课程，有一些章节，比如迈

克尔孙干涉仪，似乎太明显地来自于此，他的一些解释需要相当高水平的物理学知识。此外，如果像奥泽尔建议的那样，你只浏览了突出显示的部分，那么正文有时就完全没有意义。此外，就快速阅读而言，这本书的标题似乎有点用词不当。正如奥泽尔本人所评论的那样：我们个人的时间体验可能是主观的，我不认为只有270多页那么“简短”。一般读者都可以阅读这本书，其中介绍了很多引人入胜的小争论，但它从不拖沓。我很高兴在这位有成就的作者写的书上花了几个小时，学习到了更多关于计时的迷人历史和物理学。

## · 物理新闻和动态 ·

# 尝试探测宇宙背景中微子

利用放射性氚，KATRIN实验室将背景中微子超丰度的约束降低了百倍。该进展将增加发现宇宙早期残留的这类中微子的机会。

宇宙大爆炸一秒钟后会遗留几乎不与物质相互作用的中微子。作为当今宇宙中的背景粒子，这些中微子有可能在星系(如银河系)周围富集。星系的背景中微子密度与宇宙平均密度之比称为超丰度，若它过大，即产生可检测的信号： $\nu_e + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + e^-$ 。尽管笃信反会发生，但至今尚未实验证实。为实现这一目标，Thierry Lasserre 等人的实验更好地限制了宇宙背景中微子的超丰度，提升了直接探测这类中微子的机会。

为获得新的约束，Lasserre 等人分析了位于德国 KATRIN 的实验数据。KATRIN 包括含 200  $\mu\text{g}$  气态放射性氚的无窗室以及各种谱仪。背景中微子与氚相互作用后，会在氚  $\beta$  衰变电子谱的高能段产生特定的超出。KATRIN 拥有全球最纯的实验氚放射源。

2019 年 KATRIN 启动氚  $\beta$  衰变谱的高精度测量，而 Lasserre 等从该衰变谱中搜寻背景中微子与氚相互作用的迹象。虽然该团队尚未发现明确信号，但他们已经



能够将背景中微子超丰度的上限下降了百倍。此前实验给出的超丰度限制在  $10^{13}$  以下，而 Lasserre 等给出限制在  $10^{11}$  以下。

Lasserre 承认直接测量背景中微子要在几十年后才能成功，但他认为自己的研究成果向“中微子物理圣杯”迈出了重要的一步。

(徐仁新 编译自 *Physics*, June 29, 2022)