

秒脉冲的探索之旅”为题，与上海市高校及中学师生代表面对面畅谈科研给世界带来的巨大变化。

2023年，她与皮埃尔·阿戈斯蒂尼（Pierre Agostini）和费伦茨·克劳斯（Ferenc Krausz）共同荣获诺贝尔物理学奖，以表彰他们“为研究物质中电子动力学而开发出产生阿秒光脉冲的实验方法”。这项开创性发现推动了超快激光科学和阿秒物理的进步，让人们得以对微观世界的原子、分子和固体中的电子运动开展观测并成像。

特别值得一提的是，作为历史上第五位获得诺贝尔物理学奖的女性科学家。她不仅在科研上成就斐然，也致力于教学，并鼓励更多女性投身科学事业。在“浦江科学大师讲坛”互动环节结束后，意犹未尽的安妮·吕利耶主动“拖堂”：“我能再说几句吗？在获得诺贝尔奖之后，我受邀在各种场合作演讲，很多时候，提问的都是男性，但这次几乎都是女性在提问，请大家坚持下去！”

## 意外发明超快“相机”

如果一只鸟儿以每秒1米的速度掠过天空，我们可以轻松用眼睛追随它。但如果换作一颗击穿苹果的子弹，它的速度快到用

安妮·吕利耶，1958年8月16日出生于法国巴黎。1979年获得丰特奈高等师范学校（现里昂高等师范学院）的物理和数学双硕士学位，并于1986年在巴黎第六大学（现索邦大学）获得博士学位。博士毕业后，她先后在瑞典查尔姆斯理工大学、美国南加州大学等地从事博士后研究。



1986年至1995年，她在法国原子能委员会担任永久研究员。1995年，她加入瑞典隆德大学担任副教授，并于1997年晋升为原子物理学教授，至今仍在该校任教。吕利耶教授当选为多个世界顶尖科学院的院士，包括瑞典皇家科学院（2004年）、欧洲科学院（2014年）和美国国家科学院外籍院士（2018年）。

作为阿秒物理学的先驱，她的研究为人类观测微观世界提供了革命性的工具。阿秒光脉冲如同一个“超高速相机”，使科学家能够观测和成像原子、分子内部电子的超快运动。2023年，她与皮埃尔·阿戈斯蒂尼和费伦茨·克劳斯共同荣获诺贝尔物理学奖，以表彰他们“为研究物质中电子动力学而开发出产生阿秒光脉冲的实验方法”。



肉眼无法捕捉，只有借助高速摄像机，使用慢动作回放，我们才能看清苹果破裂的瞬间。

相比之下，自然界微观世界的粒子运动更快。以氢原子为例，其电子绕原子核运动一周的时间大约是150乘以 $10^{-18}$ 秒，即150阿秒。这就是人们为什么要研究如此短暂的一瞬的根本原因——看清自然界微观世界的粒子运动。

如果要看清原子内电子的运动，就需要曝光时间短至阿秒量级的超快“照相机”。阿秒激光脉冲，就是这样的相机闪光灯。可是，制造阿秒量级的超快光脉冲极为困难。根据物理规律，超短光脉冲往往包含宽范围的频率分布。长期以来，如何获得可控的宽带光谱，并将其压缩成稳定的超短脉冲，一直是超快光科学的重要挑战。

上世纪80年代末，当时还是法国萨克雷核研究中心年轻研究员的吕利耶，意外找到了解决这一问题的办法。在一次实验中，她用一束普通的红外激光去照射气体，惊喜地发现了一种现象：气体发出了一种“光的泛音”。就像你弹一下吉他弦，它不但发出基音，还发出更高频率的泛音。这里，气体发出的“泛音”是极紫外光，而且这些泛音叠在一起，在时间上竟然形成了一连串极短的光闪，短到只有阿秒级别。

这就是“高次谐波”现象。高次谐波之所以能产生阿秒光脉冲，是因为它在频率上覆盖了极宽的“光谱带宽”，根据数学中的傅里叶变换，宽的带宽在时间上对应着极短的脉冲。

“让我们一起来看这张‘三步模型’示意图。”在现场，吕利耶展示了高次谐波效应产生的