

物理学咬文嚼字之三十五

Ephemeral and Evanescent

曹则贤

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

寄蜉蝣于天地,渺沧海之一粟

——[宋]苏轼《前赤壁赋》

**摘要** 时空是描述物理事件的关键参数. Ephemeral 和 evanescent 分别描述短寿命的和小范围内就急速衰减了的现象,但也有含混的时候,且很难找到合适的中文翻译.

据说时空是存在的基本特征(characteristics). 牛顿的世界观中,时空是绝对的、无结构的、无限的存在,其中发生着各式各样的事件,物理学的任务就是理解事件和事件的参与者,描绘事件的花样(pattern)和其所遵循的规律(the law). 到了爱因斯坦那里,时空和物质—能量不再是不相关的,而是耦合在一起的了,时空因而可以被扭曲(distort, warp),还有皱褶(wrinkle),显得有趣的多. 物理学的主要任务甚至变成了描述时空. 爱因斯坦的时空观相较牛顿的时空观,有人说是革命,倒也没有那么邪乎. 打个不太恰当的比喻,牛顿的物理是乡间的大戏,台上的演员多是乡民临时客串的,因此谁演戏,演什么戏,戏台不会改变(absolute space),琴师也依然是自顾自地拉着(absolute time). 爱因斯坦的物理学,强调物质在时空中的运动是同物质本身相关联的(motion of matter in a spacetime coupled to the presence of matter),这是京城里的大舞台上名角演大戏. 谁演戏,演什么戏,舞台都是要相应地特别设计的,琴师是要精挑细选的. 大腕演员走在舞台上,因为份量的关系,台面是扭曲的,配角的动作与表情是扭曲的,琴师也紧张万分地根据大腕的表演调适自己的节奏,大腕的戏也就成了一个物体在被物体扭曲了的时空中的运动. 换一个更大的腕,别说舞台,连观众带观点一并地扭曲. 依此理解爱因斯坦的广义相对论,虽不中,亦不远矣.

人是宇宙的过客. 人生天地之间,若白驹之过郤,忽然而已(《庄子·知北游》). 因此,人也就对时间特敏感,常感叹生命之短暂. 人们祈求长寿命,并因为这种渴望导致了化学的产生,还真的就延长了寿命. 人们渴望长寿命,则“短寿命”就为大家所厌恶,“短命鬼”就成了骂人的话. 不过,中国人是特别

哲学的,一句话可以有极端矛盾的意思. 大约在苏州一带,“短寿(音 sou)命”还是充满暧昧的情话,被骂短寿命是相当亲昵的待遇.

古人的大钟表是太阳,时间单位是一天,短于一天的应归于短寿命的范畴. 更短的时间单位,似是由印度传过来的. 印度《僧只律》载:“刹那者为一念,二十念为一瞬,二十瞬为一弹指,二十弹指为一罗预,二十罗预为一须臾,一日一夜为三十须臾.” 这里提到的刹那、瞬、须臾,现在还是我们用以指称短时间间隔的常用单位,对应时间分别约为 0.018 秒、0.36 秒和 48 分钟. 瞬、弹指这些物理事件(其它词指的是什么事件我不清楚),因为明显重复性差,没有固定的结构可以作为钟表,所以一日仍是个广泛采用的时间单位. 以人对生命的预期为标准,短于一日应该是严重的短寿命了.

古人早就注意到了一类朝生暮死的昆虫,名蜉蝣(图 1),并由蜉蝣联想到生命之短促而感叹不已. 晋傅咸《蜉蝣赋》云:“……有生之薄,是曰蜉蝣. ……不识晦朔,无意春秋. 取足一日,尚又何求?”<sup>1)</sup> 又,《诗经》有《蜉蝣》诗云:“蜉蝣之羽,衣裳楚楚. 心之忧矣,于我归处. 蜉蝣之翼,采采衣服. 心之忧矣,于我归息. 蜉蝣掘阅,麻衣如雪. 心之忧矣,于我归说<sup>2)</sup>.”

1) 人生寄世,不足百年,何尝又不是朝生暮死? 哈雷彗星上次来访(周期为 86 年),我都是物理系大四的学生了,竟不能理解其光临之含义. 下次再来,我一定当面跟它说道歉——笔者注

2) 这首诗太美,十九世纪就有 James Legge 的英译: The wings of the ephemera, Are robes, bright and splendid, My heart is grieved; Would they but come and abide with me! The wings of the ephemera, Are robes, variously adorned. My heart is grieved; Would they but come and rest with me! The ephemera bursts from its hole, With a robes of hemp like snow. My heart is grieved; Would they but come and lodge with me! ——笔者注

把对生命短促的感叹转化为对“无所归依”的忧虑。“死在眼前是时间问题，身归何处是空间问题，时间太紧迫了，逼它想到空间。”<sup>[1]</sup>——李敖好意思称呼自己为大师，果然有些道理，他用时空的概念阐述对《蜉蝣》一诗的理解，就满有深意。



图1 蜉蝣，蜉蝣目(Ephemeroptera)通称蜉蝣，一类最原始的有翅昆虫，约2500种。古人以为蜉蝣朝生暮死，其实际寿命各不相同，从几分钟到几天不等

西洋人也早就发现了蜉蝣夭寿，它的昆虫学学名叫做 ephemeron，据说是希腊哲人亚理士多德给起的。Ephemeron，形容词形式为 ephemeral，来自希腊语 εφήμερος，意思是“lasting only one day”，朝生暮死。Ephemeron 的寿命短，指的是其成虫的寿命短(referring to the brief lifespan of adults)。这一点像知了，地面上的寿命不过是夏季的两个月，却已在泥土的黑暗中蛰伏了好几年，两相比较也该算是 ephemeral 的了。许多植物也采用蜉蝣的生存方式(ephemeral lifestyle)，在地下蛰伏很久，只当条件合适时，才迅速发芽、开花、结果。蜉蝣，法语为 éphémère，意大利语为 effimera，西班牙语为 efimera，还都是 ephemeron 的变形；而在日尔曼语系的语言中，如德语的 Eintagsfliege，荷兰语的 eendagsvlieg，瑞典语的 dagslända，丹麦及挪威语的 døgnflue，其字面上就是“一日昆虫”的意思。英语来源较杂，蜉蝣的日常称呼为 mayfly，看不出寿命的长短。

为了强调事物的短暂、短促，英语中常用的、文诌诌的形容词就是 ephemeral。一些具有时限(temporary nature)的艺术形式，如沙雕、冰雕，可以描述为 ephemeral 的，乃为 ephemeral art。一些在生命中某一定时刻才出现的器官，如胎盘，可称为 ephemeral organ。像幸福、荣耀，都是转瞬即逝的，都可用 ephemeral 来形容。在“‘Underground’ belongs on the Net, in their ephemeral landscape (《地下》)<sup>3)</sup>一书属于网络，存在于网络的 ephemeral

景象中)”一句中，ephemeral 也是转瞬即逝的意思。注意，ephemeral 许多时候形容蜉蝣那样的露面时间短的事物，并非说其整个的存在时间短，如 ephemeral print 指的是剧院节目单、招贴之类的印刷品，可能就有一天的使用价值，但收藏爱好者会将其保存很久。这种 ephemeral 的东西，和蜉蝣或者 ephemeral plants 相反，前者短暂露面后即落入无边的黑暗，而后者在长长的黑暗中迎来短暂的露面。

Ephemeral 也出现在物理学的一些重要概念中。比方说，“Heisenberg uncertainty principle allows for spontaneous albeit ephemeral particle creation (海森堡的不确定性原理允许粒子的自发但 ephemeral 的产生)”一句中，所谓“自发的、ephemeral 的产生”，是指粒子自发产生了，但却只能短暂存在。多短暂呢，据说用不确定性关系式  $\Delta E \Delta t \sim \hbar$  可以算出<sup>4)</sup>，差不多是  $10^{-22}$  s 的量级。在 *Quantum Field Theory in a Nutshell* 一书中，徐一泓(Anthony Zee) 写到：“量子场论是因了我们描述生命的 ephemeral 本性需要才产生的(Quantum field theory arose out of our need to describe the ephemeral nature of life).”为什么这么说呢？徐一泓接着写到“基于狭义相对论和量子力学的合流产生了一组新现象：粒子可以产生，可以湮灭；就是这产生与湮灭需要发展出一门新的物理学，即量子场论(It is in the peculiar confluence of special relativity and quantum mechanics that a new set of phenomena arises: Particles can be born and particles can die. It is this matter of birth life and death that requires the development of a new subject in physics, that of quantum field theory.)”

类似 ephemeral 描写短寿命的(short-lived)词汇很多。比如刚才提到的 ephemeral particles 的产生，短暂出现的荷电粒子—反粒子对就表现出瞬间的偶极矩，英语为 transient dipole。Transient 也可作为名词用，指临时工、过客等。振荡体系中经常会出现短暂的能量爆发(burst)，即被称为 transient，如 electrical fast transient(快速瞬变电磁脉冲)。Transient 的一个同源词为 transitory，也表示短暂的，如暂态日冕洞的产

3) 为阿桑奇所著，免费的网络书——笔者注

4) 严格地说，这个所谓的时间—能量不确定性关系并不存在。注意到其中的  $\Delta E$  可以是 variance， $\Delta t$  却不可能是 variance。其实，这个关系式最早出现于1922年，比1927年的 Heisenberg 关于 uncertainty principle 的论文要早。利用这个关系式得到的结果，缺少物理基础，很少有可靠的——笔者注

生与消失 (creation and destruction of transitory coronal holes). 这些词所指的短暂都是相对的, 并没有固定的时间尺度, 像 transitory 的日冕洞, 可是持续几十天的. 此外, 像 instant, instantaneous 等词也指短暂时刻, 不过是指未来所需时刻之短暂, 有迅速、马上的意思, 见 instant coffee (速溶咖啡). 物理学中的例子有 instanton, 汉译瞬子, 指量子场论运动方程之时空局域的经典解; instantaneous interaction 指无需时间的相互作用 (实际是未考虑或未认识到相互作用需要时间), 两个质点间的牛顿引力和两个电荷间的库仑力, 就是典型的 instantaneous action, 即 action-at-a-distance (超距作用). 有关表述的理解和翻译正确与否, 容另处讨论. 当然, instantaneous 也有“存在于某个短暂时刻”的意思, 如 instantaneous cathode 就是指交变电场中某个瞬间处于低电位的电极.

谈及 ephemeral, 隐隐觉得应该和 evanescent 放在一起讨论. 拉丁语动词 evanescere = out + to vanish, 本意是指像烟、雾 (变稀薄) 一样从视野中消失, 英语近义词有 fade out, disappear. Vanish 在数学和物理中常出现的形式是 vanishing, 如 the vanishing of a parameter (参数变为零), the difference is vanishingly small (无穷小的差别, 如你所希望的那样小, 亦即接近零), 等等.  $\epsilon - \delta$  式的微积分证明中, 这两个小量就是 vanishingly small. 但是, 请注意, 在 “beauty that is as evanescent as a rainbow” 一句中, 显然 evanescent 也是强调美貌如彩虹, 转瞬即逝.

Evanescent 已被用来描述许多物理现象. 其一是 Evanescent wave, 发生在光波的传播当中. 当一束光波从光密介质射向光疏介质 (optically less dense medium), 若入射角大于某个临界值时, 会发生全发射. 其实, 全反射并不是说光完全没有进入光疏介质, 而是不能在其中长距离传播. 进入光疏介质的光, 其法向波矢是复数, 因此这个方向的光场是按照  $e^{-kz}$  的形式衰减. Evanescent wave 怎么翻译? 翻译成倏逝波当然有不妥的地方 (见后记), 因为只要有入射光束, 这个波就一直在界面附近存在着, 只是其沿法向的 Poynting 矢量的时间平均为零, 所以没有净能流而已. 隐失波的译法, 易造成 evanescent wave 与消失有关的错觉, 这种想法可能是来自经典光学中认为折射光束消失的说法! 其实发生光全反射时, 若紧挨着光疏介质再加一个光密介质的话, 这个 evanescent wave 就能被看见了, 好像光束发生了对光疏介质的隧穿 (tunneling). 这个现象被称为阻挫内全反射 (frustrated total internal reflection). 其

二是固体物理中 Evanescent states 的概念<sup>[2]</sup>, 指能量落在能隙之间的非布洛赫 (non-Bloch) 态, 它是局域的. 假设晶体中电子的势能只包含唯一的 Fourier 分量 (对应于单位倒格矢)  $U$ , 则出现在第一 Brillouin 区边界上的 evanescent states, 其波矢虚部满足  $\frac{\hbar^2 [\text{im}(k)]^2}{2m} \frac{\hbar^2 G^2}{2m} = U^2$ <sup>5)</sup>. 对于杂质深能级的量子力学描述, 其物理实质是在缺陷处的缺陷波函数与周围材料中等能量的 evanescent 波函数的匹配问题<sup>[3]</sup>.

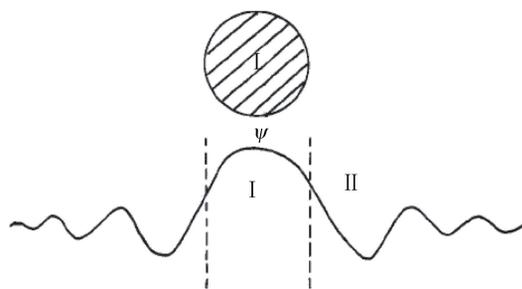


图2 杂质深能级的量子力学描述, 即将缺陷的波函数同体材料的 evanescent 波函数匹配起来 (取自文献[3])

其它场合 evanescent 概念也经常出现, 像光电子能谱中的 evanescent final state, 描述低于等离激元频率 (plasmon frequency) 的电磁波照到等离子体 (包括金属) 上时提到的 evanescent field 等等. Evanescent wave 曾被翻译成衰减波, 也会造成同 attenuation (仅要求强度减弱, 但不要求 vanishing) 之翻译的混淆, 不是很理想. 既然 evanescent 强调的是短距离内的急促的衰减, 理想的翻译最好能表现出其是空间的概念, 绘出  $e^{-kz}$  的形象, 不知译成骤逝波或者刷逝波可否, 或把逝字换成消字? 抛之以为砖.

读者可能注意到, 我试图将 ephemeral 解释成时间上短暂的, evanescent 是空间上急促衰减的, 但这种分别对于反过来理解英文原文可能会在许多地方引起误解. Evanescent 也有短暂的意思, 如上文提及的 evanescent as a rainbow. 在解释时间短暂的时候, 我们一直是使用空间的概念, 如瞬间、白驹过隙, 过眼云烟<sup>6)</sup>. 那个 instant 的本意则是在近旁, 类似中文的马上, 表示时间短促, 不得不使用小空间尺度上的运动; 这个无奈道出的恰是时间的本质<sup>7)</sup>, 读者有暇, 不妨思考一下.

5) 这个公式似乎有点不对. 它不允许  $\text{im}[k]=0$ , 而显然在带边应有  $\text{im}[k]=0$ ——笔者注

6) ephemeral glory 可以译成“荣耀不过是过眼云烟”——笔者注

7) 我总有一种感觉, 时间是一种 derivative 的存在. 其在物理学中出现的代数形式早就暗含了这一点——笔者注

后记 一直想写 ephemeral 这个词,现在急着把它同 evanescent 一起讨论,源于年前北京大学秦克诚教授的一封 email,内容照录如下:“还记得 1978 年前后,物理所的詹达三邀请我和他一起译 Hecht 和 Zajac 的‘光学’,遇到 evanescent wave 一词,当时的物理学名词中没有现成的词条,我就把它译成‘倏逝波’,以前没人用过,不落日常用语,比较‘雅’,我自以为译得还好。但是后来王竹溪先生看到了,对我说,不能这么译。我问为什么,他说‘倏’是随时间的迅速变化,而这个波是随空间急剧衰减。他令我心服口服。这个波一度定名为衰减波,但衰减二字太普通,最后定名为隐失波。我也知道了自己不是这块料,再也不敢自定译名了。”秦老师谦称“自己不是这块料”,正是因为其多年来不断勉力而为才有这样的感叹。倘若我们为物理学立标准时都能怀有少许这样的谦逊,或许中文物理学就不会如今天这样充斥那么多连“似是而非”都算不上的词汇。

再说物理学词汇翻译问题,既然有时我们很

难为一个概念找到非常贴切的对应词汇,是否在不妨碍统一的前提下允许对其权威性质疑,并在该词汇出现的一些场合加上西文原文?其实,西文原文同样不足以精确地表达物理,那些真实的物理图像与数学公式才是我们要把握的。

本文收尾时,笔者读到雷立柏先生(一位奥地利人)用中文写就的《拉丁语在中国》,其文字之优美让俺汗颜。雷先生写到:“…这些知识体系的术语和研究方法都和拉丁语有关。如果不能阅读这些体系的原文著作,就无法在研究和理解上‘更上一层楼’,并且还会错过很多重要的因素。”就物理学来说,我们到底错过了什么呢?

#### 参考文献

- [1] 李敖. 虚拟的十七岁,李敖出版社,2008
- [2] Kittel C. Introduction to solid state physics, 7th edition, John Wiley & Sons, 1996, 196
- [3] Inkson J C. J. Phys. C: Solid St. Phys. , 1980, 13: 369—381