

# 物理学史中的一月

1月：爱因斯坦追求一个统一的理论  
(译自 *APS News*, 2005年12月)



萧如珀<sup>1</sup> 杨信男<sup>2</sup> 译

(1 自由业; 2 台湾大学物理系 10617)

爱因斯坦 (Albert Einstein) 在物理方面获得了包括布朗运动、光电效应、狭义相对论和广义相对论等几个辉煌的突破而成名后，花了一生最后的30年，欲寻找一方法，可以将重力和电磁作用力结合成单一简雅的理论，却徒劳无功。

爱因斯坦受到理智的驱使，要统一大自然的作用力。他强烈地认为所有的自然现象都可以用单一的理论来解释，所以他于1923年的诺贝尔得奖感言中说：“我欲探索一个统整理论的理智思维，是无法满足于存在有两个本质彼此完全独立的领域之假设。”

此外，爱因斯坦深信，在解决量子力学明显矛盾的必要性，和整合电磁作用力与重力的必要性之间是有关联的。他总坚持说，量子力学应可以由某个更完整的理论推导出来。对爱因斯坦来说，虽然他从未满意量子力学所具有的怪异和随机性，但却认为任何可接受的统一场论都应该导致量子力学。20世纪20年代，当爱因斯坦开始着手研究统一场论时，电磁作用力和重力是仅知的自然作用力，电子和质子也是大家仅知的亚原子粒子。当时大多数的物理学家对于新发现的量子理论都倍感兴奋，而专注于研究它怪异及有趣的结果。他们并不认为有任何多大需求，要提出一个理论来统一电磁作用力和重力。

然而，爱因斯坦和其他几个科学家却着手研究统一的问题。1916年，外尔 (Hermann Weyl) 基于黎曼



爱因斯坦

(Riemann) 几何的推广，提出一个统合方案。受到外尔研究成果的激发，卡鲁札 (Theodor Kaluza) 认为，扩大时空至五维，即可在四维中得到爱因斯坦方程式，再加上和麦克斯韦的电磁方程式相等的一组方程式。第五维紧致并卷成很小，以致探测不到。克莱因 (Oskar Klein) 后来将此想法精致化。

爱因斯坦喜欢五维的方法。1919年，他写信给卡鲁札：“经由五维圆柱世界来达成整合的想法从未出现在我脑海中……乍一看，我非常喜欢你的想法。”卡鲁札于1921年发表了她的论文，而爱因斯坦也于1922年，以相类似的方法，和格鲁默 (Jacob Grommer) 发表了他第一篇有关统一场论的论文。爱因斯坦还曾试用另一方法，他借着推广度规张量，但仍保留四维几何，以扩大广义相对论，而得以涵盖电磁方程式。



爱因斯坦的最后黑板，普林斯顿高等研究院 (1955, Alan Richards 所摄)

爱因斯坦在他生命最后的 30 年持续不懈地研究这两个基本的方法，然而两个方法都没产生他所企望的完整统一理论。他一个个地研究，但很快就放弃了。爱因斯坦于 1938 年的信中这样写着：“我大部分理智思辩的结晶都早早就埋葬在失望的墓园里。”然而，他从未放弃追求一个统一的理论，甚至当他临终躺在床上，他还是继续他的研究。在他死前一天，他要求将他最后的笔记拿到他身边。爱因斯坦无法找到统一理论的一个原因，可能是因为他拒绝了量子力学，导致他忽视了物理学的新进展，而与其他的物理学家保持了距离。爱因斯坦知道他的情况，所以 1954 年他说：“我一定很像一只鸵鸟，头永远埋在相对论的沙堆中，不愿面对邪恶的量子。”但他越研究统一论，就远离了物理发展的主流。

不仅如此，爱因斯坦越来越专注于数学形式，不再跟随他年轻时指引他做出伟大发现的物理直觉。有许多人说爱因斯坦的失败，是因为他超越了他的时代——完成统一理论所需的知识和工具，在他 1955

年去世之前，尚未发展出来。

今天，有许多物理学家开始继续爱因斯坦的探索，其中最有希望的方法似乎是弦论。弦论需要 10 维或更多来描述所有的基本粒子，如振动的弦，不同的振动模式，会产生不同的粒子。

弦论至今尚未做出任何可验证的预测，有些科学家担心弦论正如爱因斯坦晚年一样，沉迷于美丽的数学，偏离物理现实太远了。然而，也有许多人相信，弦论的确掌握着完成爱因斯坦探索的关键，所以许多研究人员都希望能找到验证弦论一些预测的方法。

虽然爱因斯坦的研究并未产生有用的物理理论，但他让统一理论成为物理学家的一个重要目标。的确，一个适用于万物的理论通常被称为现代物理的“圣杯”。爱因斯坦如果知道有那么多物理学家尽心竭力地奉献一生，追求他的梦想，应该很欣慰吧！

（本文转载自 2016 年 2 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；Email: [snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:snyang@phys.ntu.edu.tw)）



## 科苑快讯

### 黑洞体量竟有上限

星系中心的超大质量黑洞是宇宙间最重的天体，银河系中心黑洞的质量堪比 400 万个太阳，天文学家还曾发现体重为数十亿个太阳的黑洞。可是这些大质量黑洞究竟能增大到什么程度呢？一位天体物理学家说，质量上限是太阳的 500 亿倍。

黑洞通过围绕其旋转的气体和尘埃组成的吸积盘吸取物质，不断长大。吸积盘的摩擦导致物质向黑洞内部移动，直至被黑洞引力撕碎后吞噬。这一过程使气体温度极高，以致达到发光的程度，这些气体产生的明亮光线，甚至可以穿越遥远的宇宙空间，使其看起来如同类星体。但是超大质量黑洞吸积盘的不稳定性会使气体和尘埃逃离黑洞引力的控制而形成恒星。研究者在《皇家天文学会月报》（*Monthly Notices Letters of the Royal Astronomical Society*）上报告，质量达太阳 500 亿倍之巨的黑洞很可能其整个吸积盘都将崩溃而形成恒星，以致失去物质供应来源、停止增长。不过，这些庞然大物仍然可能通过与其他超大质量黑洞合并的方式继续增大。

（高凌云编译自 2015 年 12 月 21 日 [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)）

