

參閱文稿

北京華研有限公司
(香港) 桑尼研究公司

No. 2014~39

2014年8月20日

再谈物理学步入禅境

中国科学院院士 朱清时¹

一、佛学的空性智慧

佛经中字数最多的是 600 卷《大般若经》，它是专门阐释空性智慧的重要经典。“般若”是梵语，指洞察万物皆空的一种智慧。一切佛都要证悟了般若智慧，才最终得以成佛。因此般若是佛法的核心，是众生修行成佛的依据。《大般若经》的精华浓缩成了 260 个字的《般若波罗蜜多心经》。理解《心经》的关键是懂得“五蕴皆空”四个字。

五蕴即宇宙万有。佛法认为，我们平时所认为的自我，由色、受、想、行、识五种要素组合而成，这五种要素就被称为“五蕴”。色的意思是一切有质碍性的东西，也就是通常我们所理解的“物质”，与我们

¹ 推荐参阅朱清时：〈物理学步入禅境：缘起性空〉，<http://wenku.baidu.com/view/e5b3d86d27d3240c8447efca.html?re=view>。

关系最密切的物质就是我们的身体。受、想、行、识则指我们的精神。受是前五识，想是第六意识，行是第七末那识，识是第八阿赖耶识。

空的意义有四种：（一）空无义，即“虚无”，“本来无一物”；（二）虚空义，即虚无的空间；（三）心空义，即是一丝毫染著皆无；（四）法空义。

“五蕴皆空”是佛学的根本，一旦理解，你就“开悟”了。历代高僧大德，文人学者对这句话做过大量的解释，其意思是万事万物并没有一个固定不变的本质，都是变化无常、因缘生灭的，没有实体，皆无自性。众生只有领悟了这一真理，才能真把一切事实真相看清楚，一切苦难就消失了。因一切苦难皆由迷惑颠倒妄想执著而来，妄想执著带给我们无量无边苦难。事实真相明白，妄想消除，执著永断，一切苦难就远离了，此之谓度一切苦厄。在《心经》中，观世音菩萨以佛陀诸弟子中智慧第一的舍利弗为说法对象，把这个道理分析给大家听。

然而为何“五蕴皆空”呢？这个问题最直接、最到位的解释是鸠摩罗什在《指月录》中说的：“众微聚曰色，众微无自性曰空。”这即是说，众多微尘聚合起来组成了物质世界的万有，众多微尘却无自性，空无所有。

具备一点现代科技知识的人都容易理解“众微聚曰色”，物质都是由分子，原子，基本粒子聚合而成，分子，原子，基本粒子等可以看作是不同层次的“微尘”，然而它们怎么会是无自性，空无所有呢？

这个问题一直很难解释，它太远离人类的经验了，我们甚至无法想像，历来的解释都很难让人真懂。直到今天，现代物理学的最新成果才为这个问题提供了直接而又彻底的解释。

下面我尝试介绍现代物理学的这些最新成果，希望能帮助你理解并开悟。

二、物理学中的物质观

当代著名的哲学家施太格缪勒在《当代哲学主流》一书中写道：“未来世代的人们有一天会问：20 世纪的失误是什么呢？对这个问题他们会回答说：在 20 世纪，一方面唯物主义哲学（它把物质说成是唯一真正的实在）不仅在世界上许多国家成为现行官方世界观的组成部分，而且即使在西方哲学中，譬如在所谓身心讨论的范围内，也常常处于支配地位。但是另一方面，恰恰是这个物质概念始终是使这个世纪的科学感到最困难、最难解决和最难理解的概念。”² 这就是说，一方面以“唯物主义”为标记的哲学广为流行，而另一方面“物质”究竟是什么？却又说不清。施太格缪勒正是在这里看到了“20 世纪的失误”。³

你可能会问，究竟什么是物质？它为什么是科学感到最困难、最难解决和最难理解的概念？

早在古希腊时代，原子论者就猜想，物质是构成宇宙的永恒的砖块，万物从它所出，最后又复归于它。物质作为普遍的、不变的东西，必然是绝对的实体和基质。实体者，“实实在在”的客体之谓也。他们认为，物质及其性质必须独立于人类的意识而存在，是客观的实体。

后来，以牛顿力学为基础的经典物理学，继承了上述古代原子论的观点，把质量定义为“物质多少”的量度，“物质不灭”被当作一个定律。以牛顿力学为代表的经典物理学在 19 世纪末所取得的巨大成功，使得认为物质是绝对实体的观念成了在 20 世纪处于支配地位的哲学，正如前面引用的施太格缪勒的名言所讲的。

20 世纪爱因斯坦的相对论开始揭示出了物质的实体观的谬误。

² 施太格缪勒：《当代哲学主流》，商务印书馆 1992 年，第 536 页。

³ 罗嘉昌：《从物质实体到关系实在》序言，中国社会科学出版社 1996 年。

首先，相对论证明质量与速度有关，同一个物体，相对于不同的参考系，其质量就有不同的值。想像一个人在推一辆没有任何阻力的小板车，只要持续推它，速度就会越来越快，质量也越来越大，起初像车上堆满了行李，然后好像是装着一座大楼，后来好像是装着一个大山……当小板车达到光速时，它的质量达到无穷大。这时，无论施加多大力，它也不能运动得再快一些。当物体运动接近光速时，不断地对物体施加能量，可物体速度的增加越来越难，那施加的能量去哪儿了呢？其实能量并没有消失，而是转化为了质量。爱因斯坦在说明物体的质量与能量之间的相互转化关系时，提出了著名的质能方程：能量等于质量乘以光速的平方。不久后，科学家们发现了核裂变和链式反应，把部分质量变成巨大能量释放出来。现在知道原子弹的人，都相信质量可以转化成能量。既然物质与能量是可以相互转化的，能量并非“实体”，物质也就不能再被看作是实体。

当相对论与量子力学结合起来，又进一步证明虚空可以产生物质。

首先我们需要定义什么是虚空？这里说的虚空对应的英文是“empty space”，不是“vacuum”。假如我们把一片空间里的东西都清除，包括一切由基本粒子聚合而成的东西，即物质和辐射，剩下的空无空间就叫虚空。

20世纪30年代，狄拉克把相对论与量子力学整合在一起，研究电子在与电场和磁场相互作用时表现的行为时，发现电子必须有其反粒子（叫正电子）才能存在。两年后，物理学家们就在宇宙射线中发现了正电子。随后这个现象成了一个原理：质子必有反质子，中子必有反中子，几乎所有基本粒子都必须有反粒子它们才能存在。粒子与反粒子相遇就会彼此湮灭，化为纯辐射~能量。

更为有趣的是，电子~正电子对，或一般地，粒子~反粒子对可以

自发从虚空中无中生有地产生。费曼用以下这个直观方式说明了这个现象。

相对论告诉我们，当观察者以不同速度运动时测量距离和时间会得出不同的结果。物体以高速运动时时间会变慢。如果物体以超光速运动，它们就会逆时间行进。因此光速一般都被当作宇宙的极限速度。然而在一种特殊情况下光速这个极限也可以被超过，这就是量子力学测不准原理所预言的，倘若时间非常短暂，短得你无法准确测量粒子的速度，则这些粒子有可能以超光速运动，此时这些粒子的时间在倒流。在数学上逆时间前进的反粒子与顺时间前进的粒子是等价的，例如逆时间前进的正电子与顺时间前进的电子是等价的。因此只要测不准关系正确，一般的基本粒子都存在反粒子，虚空各处都不断进行着粒子~反粒子对的瞬间生灭！

你可能想，既然粒子~反粒子对的生灭只在短得无法直接测量的时间瞬间内出现，那有什么意义呢？有，意义重大。尽管粒子~反粒子对的生灭时间短得无法直接测量，但它们的间接效应，如它们造成的原子光谱线的精细结构，却已经在非常非常高的精度上测量证实。

现代物理学家们都相信，物质以粒子~反粒子对的形式自发从虚空中无中生有地产生这种诡异的现象不仅是真的，而且可以说整个物质世界就是建立在它的基础之上！

有人会说，这不是无中生有，而是虚空中的能量转化成物质。此话不错，然而下面要讲的物理学更新的成就，已经揭示出，虚空中的能量也是无中生有产生的。

三、物质世界是无中生有产生的

早在公元前 340 年，希腊哲学家亚里士多德就已经证明，地球是一

个圆球而不是一块平板。他认为地球是宇宙的中心，是不动的，太阳、月亮、行星和恒星都以圆周为轨道围绕着它转动。在公元后两世纪，这个思想被托勒密精制成一个完整的宇宙模型。

1514年哥白尼提出了一个更简单的模型：太阳是静止地位于中心，而地球和其他行星绕着太阳作圆周运动。

1687年牛顿出版了他的《数学的自然哲学原理》，在这本书中，牛顿提出了万有引力定律，根据这定律，宇宙中的任一物体都被另外物体所吸引，物体质量越大，相互距离越近，则相互之间的吸引力越大。这也就是使物体落到地面上的力。根据他的定律，引力使月亮沿着椭圆轨道绕着地球运行，而地球和其他行星沿着椭圆轨道绕着太阳公转。

按照牛顿的引力理论，恒星应该相互吸引，它们不能保持基本不动。但是在20世纪之前从未有人暗示过，宇宙是在膨胀或是在收缩。甚至那些意识到牛顿的引力理论导致宇宙不可能静止的人，也没有想到提出宇宙可能是在膨胀。

20世纪30年代，哈勃通过天文观测发现，宇宙中存在许多星系，不同星系之间的距离一直在增加着，任何两个星系互相离开的速度和它们之间的距离成正比。这表明宇宙在膨胀，这正好与爱因斯坦广义相对论的预言一致。

宇宙膨胀，准确地说，是宇宙中的任何两点之间的距离在变大，而非空间在延续其自身。这个图像就像宇宙的整体是在一个膨胀着的巨大的气球表面上。

宇宙在膨胀意味着，在过去的某一时刻（现已确定为137.2亿年之前）邻近星系之间的距离为零。这一时刻被称之为大爆炸。

综合今天所有的观测证据，我们可以得出下面这个宇宙演化景象。在大爆炸时，宇宙体积被认为是零，所以是无限热。早期宇宙存在

过一个非常快速膨胀的时期，即“暴涨”，在最初的一万亿亿亿分之一（ 10^{-35} ）秒的时间里，宇宙的半径增大了 100 万亿亿亿（1 后面跟 30 个 0）倍。这时宇宙的体积从比原子还小，急剧胀大到宇观尺度。

在暴涨时期，宇宙的温度非常高，粒子会运动得如此之快，以至于能逃脱任何将它们吸引一起的作用。而且粒子的能量是如此之高，只要它们碰撞就会产生出来很多不同的粒子~反粒子对，虽然其中一些粒子~反粒子随后会湮灭，但是它们产生得比湮灭得更快。因此，宇宙在暴涨时期无中生有地产生了众多物质。

在我们能观察到的宇宙里大体有一亿亿亿亿亿亿亿亿亿亿（1 后面跟 80 个 0）个基本粒子。它们从何而来？答案是，在量子理论中，粒子可以从粒子~反粒子对的形式由能量中创生出来。但能量从何而来？答案是，无中生有，宇宙的总能量刚好是零。宇宙的物质是由正能量构成的；然而，所有物质都由引力互相吸引，引力场具有负能量。

要理解为何引力场具有负能量，想像使一颗行星脱离太阳系。一旦它到了自由空间，行星的能量为零。因为需要增加能量将行星拽出太阳系使它进入能量为零的状态，所以当行星在太阳系范围内时，它的重力能为负。

在空间上大体一致的宇宙的情形中，人们可以证明，这个负的引力能刚好抵消了物质所代表的正能量，所以宇宙的总能量为零。

宇宙暴涨时期，能量密度保持不变，当宇宙体积加倍时，正物质能和负引力能都加倍，总能量保持为零，而不破坏其能量的守恒。在这个时期（其实只是一个非常非常短的瞬间），宇宙的尺度增大了非常多倍，可用以制造粒子的总能量变得非常大。在宇宙的正常膨胀时，这种情况就不会发生了，因为这时当宇宙继续变大时，物质能量密度也同时下降。

最近，暴涨理论可能已经证实。因为暴涨时期的引力波作用到微波背景光子，会产生一种叫做 **B** 模式的特殊偏振模式，这是其他形式的扰动都产生不了的，因此是暴涨时期的引力波的“指纹”。最近，架设在南极的 **BICEP2** 望远镜观测到了宇宙大爆炸的“余烬”——宇宙微波背景辐射中这个暴涨时期的引力波的“指纹”，这项发现若经证实将是支撑宇宙暴涨理论模型迄今为止最有力的证据。⁴

随着宇宙的膨胀，温度在降低，宇宙的尺度大一倍，它的温度就降低到一半。大爆炸后的一秒钟，温度降低到约为 100 亿度，此刻宇宙主要包含光子、电子和中微子和它们的反粒子，还有一些质子和中子。随着宇宙的继续膨胀，温度继续降低，电子~反电子对在碰撞中的产生率就落到它们湮灭率之下。这样只剩下很少的电子，而大部分电子和反电子相互湮灭，产生出更多的光子。

在大爆炸后的大约 100 秒，温度降到了 10 亿度，在此温度下，质子和中子开始结合产生氘（重氢）的原子核，然后，氘核和更多的质子中子相结合形成氦核，它包含二个质子和二个中子，还产生了少量的两种更重的元素锂和铍。

大爆炸后的几个钟头之内，氦和其他元素的产生就停止了。之后的 100 万年左右，宇宙仅仅只是继续膨胀，开始形成原子，然后原子凝聚成星系，星系被分割成更小的星云，形成恒星和行星，一个行星——地球上逐步演化出了人类，演出了许多悲壮的活剧。

宇宙还要继续膨胀，温度不断降低。经过大冻结，人类和所有智慧生命死亡。然后质子中子等基本粒子衰变，万物消逝。最后，按照弦论的预言，宇宙向内塌缩成一点，就像当初乍现那样骤然消失。

在上千年的时间里，物理学家经过千辛万苦得到的这个宇宙真

⁴ *Nature* Vol 508, 28-30, 3 April 2014.

相，震惊了他们自己。诺贝尔物理奖得主温伯格在其名著《最初三秒钟》中说：“宇宙越是看来可以理解，就越显得毫无意义……人生是场闹剧。”

四、意识是物质世界的基础

量子力学的一个基本原理，是说组成物质世界的微观粒子，如电子，质子，中子或原子，等等，可能处在叠加态，这种状态是不确定的。为简单计，以下我们只以两个状态的叠加态为例，这些讨论不难推广到多个状态的叠加。例如一个粒子可以同时处于两个不同地点，既在 A 点存在，又在 B 点存在，电子的状态是在 A 点又在 B 点的不同状态的叠加，或者说，粒子的状态是“在”和“不在”的叠加。粒子的这种混合状态，叫做“叠加态”。

学过大学物理的人都知道这个原理，然而有几个真正懂得它的含义呢？你真正懂得了，一定会感受到观念上的巨大震撼。这里我们就来层层剖析它的含义。

首先，不同状态的这种叠加是很诡异的。

举例说，昨天我发现身上手机没了。因为昨天晚上在家里用过，今天在办公室没用过，所以它可能在家里，也可能在办公室。

究竟手机在哪呢？大家凭经验会说：它“要么在家里，要么在办公室”，或者换种表述方法，“它要么在家里，要么不在家里”，总之二者只能其一。然而量子力学却说：它“既在家里，又在办公室”，或者换种表述方法，“它既在家里，又不在家里”，总之两个状态同时存在。它处于“在家里”和“在办公室”两个态的叠加，或者“在家里”和“不在家里”两个态的叠加。

有人会说，“在家里与不在家里”，或者“在家里与在办公室”是两对互相冲突的状态，怎么可以“既在家里又不在家里”，或者“在家里又在办公室”呢？回答是，这正是微观粒子的诡异之处，他们的两个冲突的状态，可能同时存在。

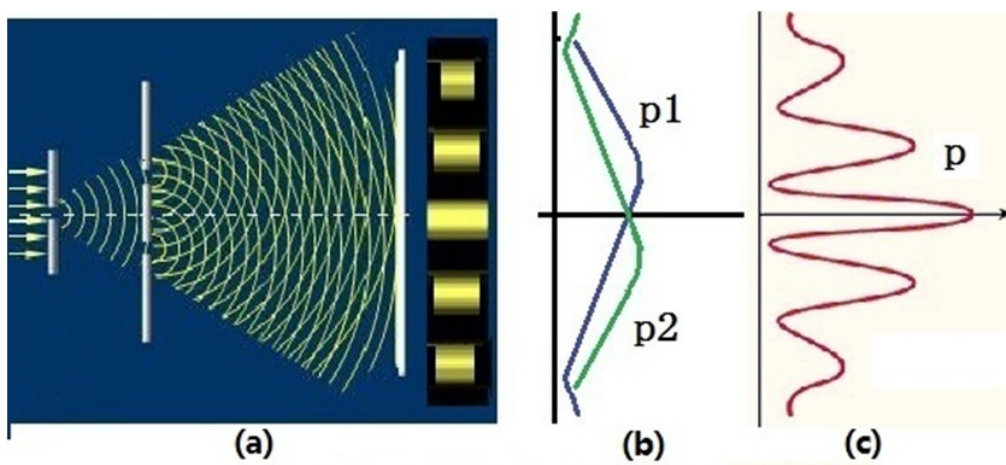
你会想：手机是否在家里，粒子是否在 A 点，你一看不就明白了吗？看的结果只能是“在与不在”二者取一呀！

量子力学更诡异之处在于，你只要去看它在不在，你就实施了有意识的观察动作。你一有意识地观察，它的存在状态就从原来的“在 A 点又在 B 点”的叠加状态，一下子变成“在 A 点”或者“在 B 点”的唯一的状态了。

聪明的人会反问：既然你不观察它，你怎么知道它既在 A 点又在 B 点呢？这是在微观世界中被大量实验确证的事实，其中一个最著名的实验就是干涉实验。

2002 年，《物理世界》杂志评出十大经典物理实验，“杨氏双缝实验用于电子”名列第一名。费曼认为，杨氏双缝电子干涉实验是量子力学的核心，“包括了量子力学最深刻的奥秘”。

图~1：双缝干涉实验 — 水波（或光波）⁵



⁵ 本文中图~1、2、3、4所采用图片，均来自网络。

如果有一个波（例如水波或光波），从图~1 (a) 左边的点光源发出来，根据惠更斯原理，波面上的每一点都是一个子波源，因此经过两条狭缝之后的波，可看作是位于两条狭缝处的子波源所发出的两列波的叠加。“波的叠加”意味着“振幅的叠加”：如果两列波到达同一位置时，振动方向相同，叠加后振幅增大；反之，如果振动方向相反，互相抵消，使得叠加后振幅减小，甚至抵消为零。因为叠加后的振动在不同位置的增大或抵消，便形成了屏幕上明暗相间的干涉条纹。图~1 (a) 右边是干涉条纹的照片，图~1 (c) 表示的是光波在屏幕上的强度分布。我们看到的曲线 p 是一条上下振动的图像，这对应于明暗相间强度变化的干涉条纹。

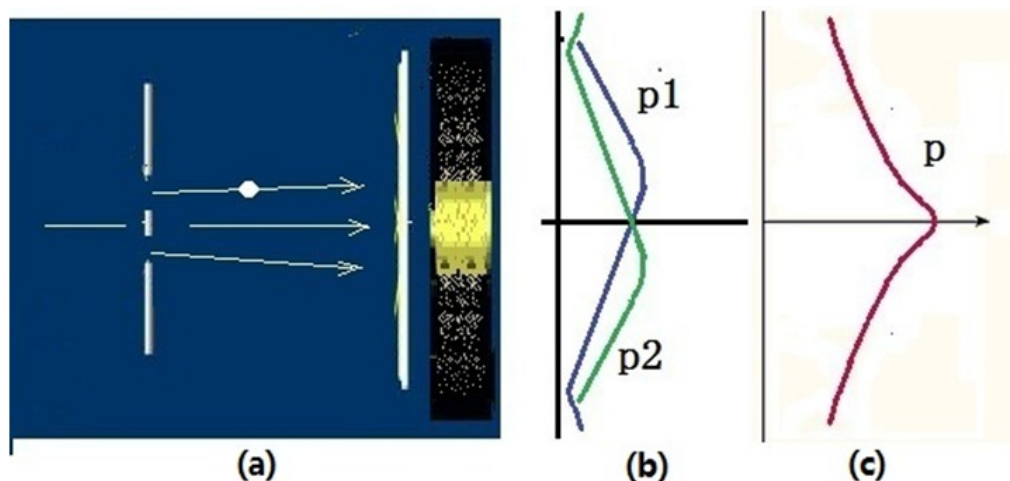
如果你看到干涉条纹，你就知道你观察到的是个波，它的两个子波是在两个狭缝同时出现的，也就是这个波既在 A 点又在 B 点，因为只有这样的情况，波才能出现干涉。注意这里的关键是“同时”。如果在 A 点和在 B 点的两个波不同时，就等于分别将一条狭缝遮住，作两次单缝实验，这两次单缝实验的结果都没有条纹，单缝实验光强度的分布，即波动振幅的平方，分别由 (b) 中的曲线 p_1 和 p_2 表示。单缝实验光强度的分布，即波动振幅的平方，分别由 (b) 中的曲线 p_1 和 p_2 表示。

比较图~1 (b)、(c) 中的曲线： p_1 、 p_2 是两次单缝实验的强度分布， p 是双缝实验的强度分布。显然， p 并不等于 p_1 、 p_2 的简单叠加，事实上，它是单缝实验的振幅叠加后的平方。这是波动的特点，也是干涉条纹的来源。

如果我们不用波，而是用我们熟知的宏观粒子来做同样的双缝实验，结果如何呢？我们设想用一挺机关枪向狭缝扫射（图~2 (a)），子弹的发射服从经典概率统计规律：一粒一粒发射出来，而又穿过狭

缝到达屏幕的子弹中，50%的几率是通过第一条缝而来，50%的几率通过第二条缝而来。假设每个打到屏幕上的子弹形成一个亮点的话，发射一定数目的子弹之后，在屏幕上就有了一个亮点聚集而成的图像（图~2 (a) 右）。这个图像不同于波动的情形，它不是明暗相间的干涉条纹，而是从中心到两边，亮度逐渐下降的图像，如图~2 (c) 的曲线 p 所示。

图~2：双缝干涉实验 — 子弹

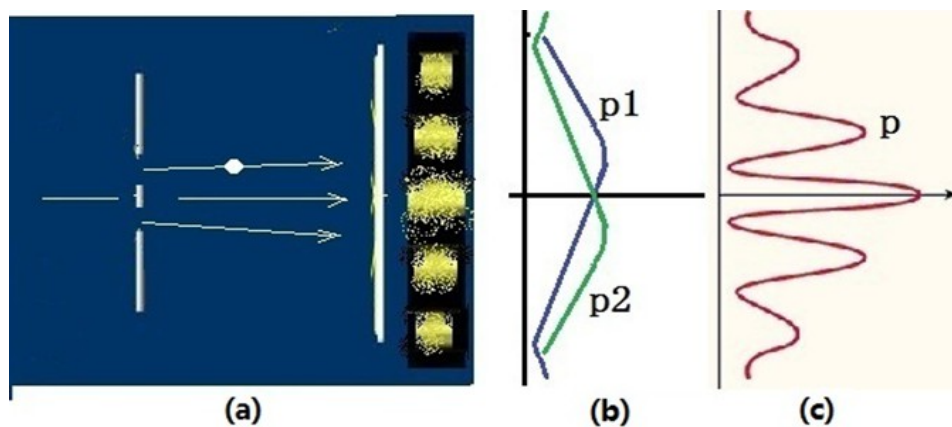


类似于波动双缝实验，我们也可以分别将狭缝之一关闭，对另一个开缝做两次子弹单缝实验，实验结果的两条亮度分布曲线由图~2 (b) 中的 p_1 、 p_2 表示。比较图~1 (b) 和图~2 (b)，不难看出，子弹单缝实验结果与水波单缝实验结果是相同的。然而，两种情形的双缝实验结果完全不同。子弹双缝实验的结果 p ，是两个单缝实验结果 p_1 和 p_2 的简单叠加，这是由概率的叠加性决定的。

总结以上所述，水波的双缝实验结果是相干叠加，体现水的波动性；子弹的双缝实验结果是非相干叠加，体现子弹的粒子性。

现在我们用电子枪代替机关枪，用电子来做双缝实验。用电子枪将电子一个一个地朝着狭缝发射出去。如图~3 所示：

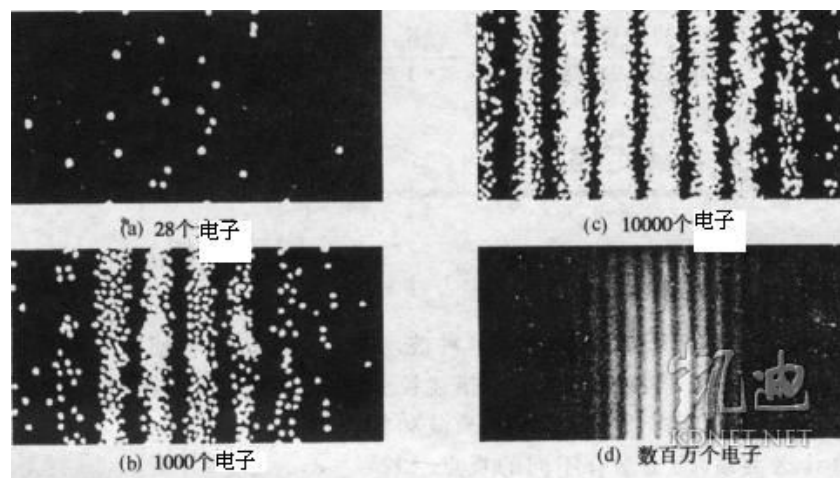
图~3: 双缝干涉实验 — 电子



电子单缝实验的结果如图~3 中的 (b) ，曲线 p1、p2 与水波和子弹时一致。然而，电子双缝实验的结果 p 却是与水波的一样，出现了干涉条纹！

这个结果令经典物理学家们感到意外，因为，实验中的电子，和机枪发射子弹一样，是由电子枪一个一个发射出去的。既然是粒子，它的宏观轨道行为，应该和子弹没有实质的差别。双缝实验时，虽然两条缝都是打开的，但是每一个电子，应该像一个子弹那样，只能通过其中的一条缝到达屏幕。这样，结果就应该和子弹的结果一样，是非相干叠加。

图~4: 电子双缝干涉实验



实验观察结果显示，电子的确是像子弹那样，一个一个到达屏幕的，

如图~4 所示，对应于到达屏幕的每个电子，屏幕上出现一个亮点。但是，随着发射的电子数目的增加，接收屏上的结果显示出了确定的干涉图案。这说明每个电子同时通过了两条狭缝，然后自己和自己发生了干涉！

也许有人会说：每个电子到底是穿过那条狭缝过来的，我们应该可以测量出来。于是，物理学家们便在两个狭缝口放上两个粒子探测器，以判定电子每次穿过哪个狭缝。这时，奇怪的事又发生了：两个粒子探测器从来没有同时响过，并且，干涉条纹立即消失。无论我们使用什么测量方法，一旦要观察电子通过哪条狭缝，就都是这个结果。

因此，双缝实验结果表明：电子的行为既不等同于经典粒子，也不等同于经典波动，它兼有粒子和波动的某些特性，这就是波粒二象性。实验发现电子同时穿过了两条狭缝，即处于一种叠加态，既在位置 A，又在位置 B。如果我们设法去观察电子的位置，那么它马上改变自己的行为，只出现在位置 A 或位置 B。所有微观粒子的行为都与电子一样。

微观世界的这个诡异之处震动了人类最聪明的大脑，在 20 世纪爆发了人类思想史上最深刻的关于物质世界本质的论战。爱因斯坦提出了一些深刻的问题，波尔用量子力学做出了回答。这场论战并未结束，爱因斯坦深邃的思想揭示出物质世界的令人瞠目结舌的本质。

根据爱因斯坦提出的问题，薛定谔在 1935 年发表了一篇论文，题为《量子力学的现状》，在论文的第五节，他编出了下面这个现在被称作“薛定谔的猫”的理想实验，试图将微观不确定性变为宏观不确定性，微观的迷惑变为宏观的佯谬，以引起大家的注意。物理学家们对此佯谬一直众说纷纭、争论至今。

把一个放射性原子放在一个不透明的箱子中，让它保持这种衰变与不衰变的叠加状态。在箱子里放一种结构巧妙的精密装置，每当原子衰

变放出一个中子时，它就激发一连串连锁反应，最终打破箱子里的一个毒气瓶，把同时在箱子里的一只猫毒死。要是原子没有衰变，那么猫就活着。

按照量子物理的几率解释，我们没有观察时，那个原子处在衰变与不衰变的叠加状态。因为原子的状态不确定，所以猫的状态也不确定，只有当我们开箱察看，状态才最终确定，要么猫死掉，要么它活着。问题是：在我们没有打开箱子之前，这只猫处在什么状态？量子力学认为，它和我们的原子一样处在叠加态，即这只猫陷于一种死与活的叠加状态。

这样一来，就不仅微观粒子是没有确定状态，现在宏观的猫也变成了没有确定状态了。一只猫同时又是死的又是活的，即处在不死不活的叠加状态，这与常识太不一致了。

这个实验虽然简单，却比爱因斯坦提出过的其它问题更尖锐，因为它把量子效应放大到了我们的宏观世界中，在人类生活的尺度上把物理过程与观察联系起来。

1963年诺贝尔物理奖金获得者尤金·维格纳（Eugene Wigner）对于人们一直争论不休的“薛定谔的猫”问题，又作了一个很尖锐的补充，加上了一个所谓的“维格纳的朋友”。

“维格纳的朋友”是他所想像的某个人，他戴着防毒面具也同样呆在箱子里观察这只猫。维格纳本人则退到房间外面不去观测箱子里到底发生了什么。现在，对于维格纳来说，他对房间里的情况一无所知，几率解释认为他的在箱子里的朋友处于一个“看见猫活着”和“看见猫死亡”的混合叠加状态。可是，当他事后询问那位朋友的时候，后者肯定会说自己要么是“看见猫活着”，要么是“看见猫死亡”，一定会否认这种混合叠加状态。

维格纳认为，当朋友意识被包含在整个系统中的时候，叠加态就不适用了。即使他本人在门外，箱子里的波函数还是因为朋友的观测而不断地被触动，因此只有活猫或者死猫两个纯态的可能。他说，意识可以作用于外部世界，使波函数坍缩，因为外部世界的变化可以引起我们意识的改变，根据牛顿第三定律，作用与反作用原理，意识也应当能够反过来作用于外部世界。他把论文命名为《对于意识与物体问题的评论》(Remarks on the mind-body question)，收集在他 1967 年的论文集里。

“薛定谔的猫”问题只是所有量子力学体系的测量问题的一个特例。冯·诺伊曼 (John Von Neumann) 是现代计算机的奠基人之一，他也为量子物理学建立了严格的数学基础。他指出，我们在测量中使用的那些仪器，本身也是由状态不确定的粒子组成的，因此仪器也有自己的量子状态。当我们用仪器去观察时，就把仪器本身也卷入到这个模糊叠加态中去了。

例如，我们想测量一个电子是通过了左边的狭缝还是右边的。我们用一台仪器去测量，并用指针摇摆的方向来报告这一结果。但是，因为这台仪器（记为 A）本身也有自己的量子状态，如果我们不观测这台仪器，它的量子状态也可能是一种模糊的叠加态。在用这台仪器测量电子之后，虽然电子的量子叠加状态坍缩了，但左与右的叠加却被转移到了仪器 A 那里。现在是仪器 A 又处于指针指向左还是右的叠加状态。假如我们再用仪器 B 去测量那台仪器 A，A 的量子叠加状态又坍缩了，它的状态变成确定，可是 B 又陷入模糊不定中。总之，当我们用仪器去测量仪器，这个链条的最后一台仪器总是处在不确定叠加状态之中，这叫做“无限后退” (infinite regression)。换句话说，假如我们把用于测量的仪器也加入到整个系统中去，这个大系统的量子状态从未彻底坍缩过。

可是，当我们看到了仪器报告的结果后，不确定状态“无限后退”的过程就结束了，我们的意识不会处于叠加状态。难道人类意识（Consciousness）的参与才是量子状态坍缩的原因？难道只有当电子的随机选择结果被“意识到了”，它才从各种量子状态的几率叠加变成一个确定的状态？而只要它还没有“被意识到”，电子便总是留在不确定的状态，只不过从一个地方不断地往最后一个测量仪器那里转移罢了。造成“坍缩”的原因，难道是我们的意识？

一台仪器无法“意识”到自己的指针是指向左还是指向右，所以它必须陷入左与右的混合态中；一只猫无法“意识”到自己是活着还是死了，所以它可以陷于死与活的混合态中。但是，我们可以“意识”到电子究竟是左还是右，我们是生还是死，所以一旦我们的意识参与后，混合叠加态彻底坍缩了，世界就变成了现实，以免给我们的意识造成混乱。

自然科学总是自诩为最客观、最不能容忍主观意识的，现在量子力学发展到这个地步，居然发现意识和物质世界不可分开，意识促成了物质世界从不确定到确定的转移！

科学家们受到的震撼正如爱因斯坦的名言中说的：“就好像人的脚下被抽空，看不到哪里有什么可靠的基础，没办法在那上面建立什么。”

爱因斯坦的传记作家回忆道：“有一次和爱因斯坦同行，他突然停下来，转身问我是否真的相信，月亮只有在我去看它的时候才存在？”

因为世间万物都是由原子组成的，如果不去观察，这些原子都是处在不确定的叠加状态的。月亮也是由原子组成的，所以如果我们不去看月亮，一个确定的、客观的月亮是不存在的。但只要观察，那一大堆粒子就从不确定状态变成无数确定的状态，一轮明月便又高悬空中。

整个宇宙也是一样。在没有人类的意识观测之前，宇宙在百亿年中都处于混沌状态，每个粒子都以波函数的形式存在，并无确定的状态和

清晰的图像。好比近视眼看到的周围世界只是模糊不清的一片那样。在人类有意识地观测之时，万物突然从不确定坍塌到确定的状态，宇宙才突然呈现出清晰的图像。就像戴上眼镜，外界突然清晰呈现那样。

五、物理学步入禅境

真正懂得了现代物理学的这些成就，你就会相信，包括我们人类在内的整个物质世界的确是无中生有地从虚空中产生的，可以说是“梦幻泡影”，物理学已步入禅境。物质世界真的是：“凡所有相，皆是虚妄”，“一切有为法，如梦幻泡影，如露亦如电，应作如是观”（《金刚经》）。

然而，在被我们称之为大爆炸的那一时刻，空间~时间曲率都是无穷大，该处理论自身失效。这表明，即使在大爆炸前存在事件，人们也不可能用之去确定之后所要发生的事件，因为可预见性在大爆炸处失效了。相应地，如果我们只知道在大爆炸后发生的事件，我们也不能确定在这之前发生的事件。因此，我们宣称宇宙是无中生有地从大爆炸开始的，这里的“无”并非绝对地什么都没有，准确地说，是没有目前科学理论知道的东西。

也就是说，如果我们的宇宙是某种“东西”通过大爆炸产生的，那么这种“东西”，不是物质，也不是能量，既没有空间，也没有时间。它究竟是什么？

我们来看《佛教三字经》如何解释宇宙起源：

“法界生起说：无始终，无内外，强立名，为法界。法界性，即法身。因不觉，号无明。空色现，情器分，三世间，从此生。迷则凡，悟则圣。真如体，须亲证。”

这里说的“法身”是佛学的核心概念，佛法第一义，又被叫做：心，

真如，自性，如来，如来藏，诸法实相，等等。它没有时间（“无始终”），没有空间（“无内外”），又没有任何物质和能量（“本来无一物”《六祖坛经》），因而如《心经》所说：“不生不灭，不垢不净，不增不减”。佛学认为，宇宙中万事万物都是法身所造，偈云：“若人欲了知，三世一切佛；应观法界性，一切唯心造”。一个人如能亲身实证法身出生万法的微妙运作，则是了知“三世一切佛”的人，这样的人必定是明心见性具足。由此可知，佛学中的法身或“心”可能正是我们上面说的产生宇宙的某种“东西”。

有人因误会“一切法空”而否定这个本来自在的、真实不虚的法身和“心”，以为法身和“心”也是“因缘生灭”。十八界一切万法皆是“因缘而生”，缘尽则必定坏灭。但是，法身和“心”却非“缘起法”。是永不坏灭之法，必不在十八界法之中。《金光明最胜王经（卷第三）》云：“法身摄藏一切诸法。一切诸法不摄法身”，故知“法身”不在“一切法”之内。同经又云：“不实之法。是从缘生。真实之法。不从缘起。如来法身。体是真实。名为涅槃。”——故知“法身”不是“虚妄不实”之缘起法，而是“真实”之法。

有人会说，科学是唯物主义的，佛学是唯心主义的，二者怎能混为一谈？这个问题正是本文想商榷的。前面已讲过，唯物主义哲学的依据是“物质不灭定律”，它是19世纪科学的最高成就。然而20世纪的物理学已经表明，物质乃至整个物质世界都是“梦幻泡影”，它们都是“无中生有”地从虚空中产生的。如果这个“无”并非什么都没有，而是存在某种东西，那么这种东西没有时间和空间，不是物质或能量，它与佛学所说的法身或“心”不谋而合。在20世纪，哲学的发展远落在科学之后，现在也许是认真思考科学的新成就并建立一种新哲学的时候了。

参考文献

本文的物理学内容主要取自以下三本书，建议有兴趣者阅读：

史蒂芬·霍金：《时间简史 — 从大爆炸到黑洞》，许明贤、吴忠超译。

加来道雄：《平行宇宙》，伍义生、包新周译，重庆出版社 2008 年。

劳伦斯·克劳斯：《无中生有的宇宙》，蔡承志译，商周出版 2013 年。