

通向哲学的物理——介绍惠勒的几项哲学性物理思考

田松

（北京师范大学哲学与社会学学院，北京 100875）

内容摘要：

惠勒是一位关注物理学基础和实在本性的物理学家，他继承了哥本哈根学派的传统，并把哥本哈根学派的思想推到了极致。他一生提出了很多具有哲学意味的物理学命题，如延迟选择试验、参与的宇宙的。本文着重介绍他在量子力学和广义相对论交叉处的一些物理命题，如黑洞、真子、量子泡沫等。

关键词：惠勒、真子、量子泡沫、黑洞、实在

约翰·惠勒（John Archibald Wheeler，1911—）是美国著名的理论物理学家，对于基础物理做了重要的贡献。惠勒一生关注物理学的基础问题，并试图从物理学的角度理解实在的本性，他说：

我无法阻止自己去琢磨存在（existence）之谜。从我们称之为科学实质的计算和实验，到这个最宏大的哲学问题，其间连接着一个不间断的链条。在这个链条上不会存在这样一个特殊的点，一个真正有好奇心的物理学家会说：“我就到这儿了，不再往前走了。” []

惠勒继承了量子力学哥本哈根学派的思想，并有突破性的发展。他的思考涉及到观察者与实在、实在的结构、时间的起始与终结、观测的本性、因果性、科学的本体等基本的哲学问题。结论大胆，富有冲击力。惠勒最有哲学影响的物理学命题是1976年提出的延迟选择实验 及此后提出的参与的宇宙，由于篇幅所限，暂不做介绍。本文将重点介绍惠勒提出的另外几个触及到实在本性、具有哲学意味的物理概念。

惠勒有关科学哲学问题的重要文章大多收录在1994年出版的文集At Home in the Universe（《宇宙逍遥》）之中，1998年在Kenneth Ford的帮助下出版了自传Geons, Black Holes, and Quantum Foam（《真子、黑洞和量子泡沫》），书名所涉及三个概念均为其一生之得意命名，也是本文所介绍的对象。

1, 奇点·黑洞

在很长一段时间里，量子力学和相对论被认为是20世纪两个最伟大的物理学理论，但是这两个理论并不协调。相对论继承了经典物理的核心思想，除了绝对时空被取消之外，经典实在的其余内容大多得到了保留。量子理论则更富有革命性。决定论、还原论、因果论都遭到了挑战，主客体两分也遭到了怀疑。当然，不管是量子论还是相对论，都有各自的观测证据给予支持，所以只有一种可能，即两者都是对的。应该存在一种新的物理学，能够包含两者，使两者成为它的近似。相对论和量子力学的结合点，是寻找新物理学的一个重要途径。惠勒是同时在这两个领域都有深入研究的不多的物理学家之一。吸引惠勒接触广义相对论的是该理论所允许的奇点。

1952年1月，惠勒研究了奥本海默及其合作者1939年的两篇论文。那两篇论文的核心是，根据相对论，存在一

种由大质量物体坍缩而成的具有无穷大质量密度的几何点——“奇点 (singularity)”。1967年，惠勒将其命名为黑洞，并迅速为物理学界所接受。在此之前的两个名字（坍缩星和冻星）很快便不再有人使用了。对于一个电子或者质子、中子，物理学家都把它看成是点粒子，认为它们处在一个数学点上。但是，一个数学点在物理学上是不可能实现的。因为在距离数学点电荷无限小的地方，会有无穷大的电场强度，也会有无穷大的引力。惠勒把奇点称为物理学身体中恼人的刺（[1]，p.236），“亚里斯多德说大自然厌恶真空，我相信大自然厌恶奇点。”（[1]，p.229）惠勒相信，如果对奇点内部的情况有更多的了解，奇点就有可能消除。

这是一个明显的例子，表明一个奇点并不是真正的奇点。在质子附近，你越接近这个粒子，其电磁场就会变得越强。如果质子是一个真的点，当你接触到这个质子的时候，其电磁场将变得无穷大。但是事实并非如此，质子有一个有限的尺度。它有结构。当然，在质子之外的任何地方，其电磁场的强度同质子真是一个点的时候是一样的。但是当你进入质子内部，就发现其电磁场只是变得很大而已，并不是无穷大。质子的尺度和结构为场的强度加了一个限制。当整个恒星的质量都坍缩到非常小的尺度时，我想，这样的事情还会发生的，尽管这个尺度只是针尖大小，甚至更小，如果把量子力学引入到这个过程中，我推断，将会改变广义相对论的预言，防止全面的坍缩。或许，坍缩的恒星会找到一种办法，使其质量和能量辐射出去，直到变成非常微小而无法坍缩的灰烬。（[1]，p.229）

奇点处于物理世界和数学表述之间的交界点上，属于符号实在，在感知实在中并没有对应的元素。按照惠勒的观点，处于理论的极限。惠勒相信，把一种理论推倒极限处，就能看到这种理论的裂痕，也能看到这种理论所对应的实在的裂痕。

通过把理论推向极端，我们也会发现，其结构的裂痕可能隐藏在哪里。在20世纪早期，例如，当在大尺度世界中完美无瑕的牛顿运动理论应用到单个原子内部这样的小尺度世界时，它失败了。终有一天，在广义相对论不适用的地方也会找到该理论的界限。这个界限只有在我们把这个理论尽我们所能推到所有的极端时才会显现出来。在我们这样做的时候，在我们找到这个理论在哪里变得不正确的时候之前，我们很可能还会在这个理论仍然正确的地方，发现某些新的奇异景象。（[1]，p.232）

这种理论结构的裂痕正对应（符号）实在结构的裂痕。惠勒通过把理论推向极端而去寻找实在的裂痕。而只有在实在的裂痕处，才能更真切地看到实在本身隐秘的性质。“你要找到证据表明组成晶体的物质实际上是不连续的，最好的办法莫过于让晶体裂开。你要看出一块布并非连续的质料而是由线编织成的，最好的办法莫过于去观察布的边缘。同样，你若希望揭示空间和时间的内部结构，其极端条件就是大爆炸和大坍缩。总之，我们不认为宇宙是永恒地持续着的，它在某个时刻开始，而在另一个时候将归于消失。”[]

在惠勒看来，把理论推到极端是物理学家的责任。“我们物理学家应该想的是，这些极端的行为可能在哪里出现，并去找到它。”（[1]，p.232）

2, 真子

真子 (geon) 是惠勒把物理学推倒极端的一个重要思想成果。这是惠勒自己造的词，其中g代表gravity（引力），e代表electromagnetics（电磁），-on是表示粒子的词根。根据其发音，姑译为“真子”。惠勒对真子的提出有过如下描述：

牛顿的第三定律在我关于广义相对论的第一本书中扮演了一个角色。爱因斯坦理论的三个重大证据之一是光线被太阳偏折。当我在1953年春天开设相对论课程时，我开始想，如果光被引力作用，引力也一定被光所作用。也就是说，光不仅仅响应引力；而且也产生引力。这本身并不是一个新的想法。爱因斯坦已经阐明，所

有的能量，而不仅仅是封闭在质量中的能量，都是引力源。既然光是能量，它就应该成为引力源。我所作的不是把这个思想推到一个极端。那么，需要多少光，我自问，才能产生这样大的引力，使其自身都被束缚住呢？经过太阳的星光发生了小的偏转。不难计算，如果太阳被代之以具有足够质量的某种东西（但大小一样），光线将会弯曲，就像卫星环绕地球一样，围绕那个东西转圈。那么，我推断，我是否可能换掉那种超密质量的物体，把光囚禁起来，让光的密度达到其自身能够产生同样引力场强度的程度呢？那样，光将会不停地转圈，被其自身产生的引力囚禁在轨道上。没有必要存在一个中心的吸引物体。

这个假想的实体，一个完全由电磁场构成的引力体，我称之为真子。现在还没有发现真子在自然中存在的证据，随后我将说明真子是不稳定的——如果它们曾经形成，也马上被自己摧毁了。然而，我还是忍不住去想，自然应该有种办法，使所有开放给它的可能性都获得实现。或许，真子在宇宙的早期曾经短暂地存在过；或许它们在今天的宇宙也能瞬生瞬灭；或许（如我和我的几个学生最近设想的），它们为黑洞的创生提供了一个舞台。（[1]，pp.235—236）

真子这个概念是令人震惊的，它使人感到思想本身给理论物理学家带来的刺激和兴奋。

1954年，惠勒对经典真子进行了讨论。所谓“经典的”，就是量子效应可以忽略的。经过计算，一个最小的纯经典真子具有炸面圈的拓扑结构，其尺度相当于一个太阳，质量是一亿个太阳的量级。而大真子，原则上可以大到宇宙的尺度，一个宇宙可能就是一个真子。

真子在感知实在中更加没有任何对应，完全是理论按照自身的逻辑向极端方向推进的结果。然而，按照惠勒的观点，如果广义相对论是一个正确的理论，真子就应该在感知实在中获得对应的元素。惠勒认为，真子之“大”不应该是我们思考它，讨论它的障碍。

即使最小的经典真子，其巨大也不是停止思考这种事情的理​​由。从一方面，我感到，把广义相对论这个漂亮的理论沿着它的可能推向无论怎样的小巷、无论怎样​​的灌木丛，都是一种责任——更何况兴奋了。从另一方面，我相信，一旦量子效应被考虑进来，就可能有足够小的真子。我怎么可能不被这样一个像单个的基本粒子一样的微型真子的前景所诱惑呢？（[1]，p.237）

真子的质量，实际上就是围绕着炸面圈轨道的电磁能量的所等价的质量。惠勒指出：

它是“没有质量（物质）的质量（mass without mass）”，因为它不依赖于任何物质粒子。（[1]，p.237）

3. 没有质量的质量，没有电荷的电荷

“没有什么的什么”，这种说法颇有东方哲学的色彩。惠勒在1980年代来中国时，曾观看京剧《凤鸣岐山》，当陪同人员解说姜子牙挥舞的旗子上写的“无”意味着nothing时，他非常兴奋。他认为这与其质朴性原理有共通之处。

没有质量（物质）的质量，这种说法就把质量（物质）这个物理学的基本概念推到了极限，从这个极限中，可以看到概念本身更深层的意义。同时，对于建立在这个概念体系上的理想实在，也找到了其裂痕之所在。没有质量的质量，意味着在这种极限情况下，有可能使质量成为一个导出量，成为空时的一个性质。同时，给出一个解决奇点的思路。

除了把理论推到极限的一般乐趣之外，我还有另一个理由被真子吸引。它们给出了“没有质量的质量”。所有物理学，无论是经典物理还是量子物理，在讨论点粒子时都遇到了概念问题。我们认为电子、中子和夸克在一个数学的点上存在着；我们认为光子在一个数学的点上被创生和吸收。然而我们实在是无法处理点粒子和点相互作用中隐含的无穷大质量密度和无穷大电荷密度。这些点成了物理学身体中恼人的刺。我们不得不忍受它们，同时我们也希望有一天，我们能够识别并理解今天看起来是点的东西的内部结构。真子的美，在

在我看来，就在于它展现了这样的内部结构——当然，不是一个无穷小实体的结构，而是从很远的距离看起来并表现得像一个引力的点源。（[1]，p.238）

除了炸面圈形的真子和光子构成的真子，惠勒还谈论了球形的真子和中微子构成的真子。他甚至还讨论了一种“纯”真子，这种真子仅仅由引力本身的能量构成，它具有密度非常高的引力波旋涡，由引力自身产生足够的引力，而使其自身不能逃逸。（[1]，p.238）

这样的真子已经完全是由概念所生成的概念。惠勒沉迷于理论的狂欢，同时也试图在感知实在中寻找某种对应。如他本人的信念，一个正确的理论所给出的所有推论都能获得显现的方式。惠勒曾把真子的设想告诉爱因斯坦，爱因斯坦直觉地认为真子是不稳定的，这一点被惠勒后来的计算所证明。真子是一种不稳定平衡态。因而，惠勒把希望寄托在宇宙形成早期，希望在大爆炸时形成的巨大的引力和物质能够聚集成真子。

除了“没有质量的质量”，惠勒还考虑了“没有电荷的电荷”。在经典物理学中，电荷与质量一样，都是基本物理量。根据经典物理学，电荷与电场是密不可分的。电场可以用电力线来表示。电力线从正电荷发出，最后终止于负电荷。在这里，电力线和电荷是相互定义的。也可以反过来把正电荷定义为电力线的发出者，负电荷定义为电力线的终结者。因而，如果我们看到一个区域发出了电力线，就可以认为这个区域相当于一个正电荷。这也是一种相对性原理。只有我们临近这个区域时才会发现，这里并没有一个正电荷，而只是向外发出着电力线。那么，这个区域就是惠勒所说的“没有电荷的电荷”。

在欧氏空间中，这样的区域不会存在，但是在广义相对论的非欧空间中，这样区域则完全可能并且应该存在。

惠勒用浴缸做比喻。浴缸的底部基本上是平直空间，但是在排水口附近，空间开始弯曲，在排水口处，空间弯曲程度最高，这个空间中的电力线就像浴缸中的水，会流入排水口沿着管道流到另外一个地方。水从这个空间消失，进入另一个空间。两个空间有一条细的管道相连。在一定的距离之外，我们会看到排水口处的电力线消失，那么这个地方就相当于一个负电荷，与我们所说的真正的负电荷，一个电子，在观测上不可分辨。同样，电力线涌出的地方就相当于一个正电荷。这样的具有浴缸和排水口的空间在拓扑学中被称为多连通空间，在这种多连通空间中，力线能够从一个地方消失又从另一个地方出现，而没有结尾和开头。

在这里的图示（图2）中，二维的平面代表三维空间。在右边的洞里，电力线消失；右边的洞起到类似负电荷的作用。从左边的洞里，电力线产生；左边的洞起到类似正电荷的作用。平面下面连结两个洞的“把手”为力线提供了一个连续的路径。它们不是起点和终点。这个把手也使空间成为多连通的。在遥远的观察者看来，分别产生和吸收力线的两个洞，与力线出发与终止的两个粒子，没有哪个实验者能够把两者区分开来。同样的想法三维中也适用。这个理论承认这样一种可能性：力线从视野中消失于一个看起来像一个负电荷的地方，并在另一个地方——可能有几万亿英里远——从一个看起来像正电荷的地方出现。（[1]，p.240）

通过这种方式，惠勒获得了“没有电荷的电荷”。

后来我把这个把手命名为“虫洞（wormhole）”。就是多连通空间中力线得以悄悄消失的通道。虫洞口的尺度可以想象为任意小，这样洞口就可以尽可能地近似于一个点粒子。想象一下，这该是怎样一种奇异的景象！一个有着亿复十亿虫洞的空间，有无数的与点电荷无法区分的洞口。真正的没有电荷的电荷。（[1]，p.241）

虫洞理论为电荷提供了一种解释。把一种具体的物质性的荷解释为非物质性的场，在历史上也曾发生过。最初对磁的解释与电相似，认为存在物质性的“磁荷”，如电荷之有正负，“磁荷”也分为南北两性。后来把

磁解释为电流的附属现象，把磁场的微观机制解释为环形电流。在这种解释下，“磁荷”总是成对出现，不存在磁单极。在虫洞理论中，正负电荷也是成对出现的。惠勒发现，如果所有的电荷都用虫洞理论来解释，则宇宙中的每一种类型的正负电荷数目都必定是相同的。有一个电子，就有一个正电子；有一个质子，就有一个反质子。而这与我们目前的观测不符合。在我们目前这个宇宙中，前者明显多于后者。

虫洞的稳定性也是个问题。1962年，玻尔在去世前曾有此疑问，当时惠勒和他的研究生Robert Fuller正在考虑这个问题。结果，“玻尔的担心得到了证实。虫洞的直径会迅速收缩，以至于在它合拢之前，甚至连一个光子也不能从一个洞口射出到另一个洞口。”（[1]，p.241）

如果事情仅仅到此为止，那么关于虫洞的理论就毫无意义了。但是，惠勒必然要为这种理论的狂欢寻找现实的依据。尽管在虫洞合拢之前连一个光子都不能通过，但是，在相对论的世界中，时间本身也是随参照系而变的。在虫洞之外的观察者看来，虫洞的合拢可能具有无穷长的时间。无穷长的时间能发生什么事情？惠勒提出一种设想，“在某些情况下，正是陷入虫洞中的力线的存在，能够防止虫洞的坍塌。所以，虫洞作为理论上的实体，这种由魔法幻现出来的景象有着非常的活力。”（[1]，p.241）

对于理论，或者说对于符号实在，惠勒这种顽强的信念还有一种表述：凡可能是者，皆是。这也是许多物理学家的共同信念。有时，惠勒还采用一种更强的说法：凡可能是者，必是。有些物理学家开玩笑地说，自然是个暴君，凡是它没有禁止的，就必须出现。

这种信念——也仅仅是信念——使我愿意相信，自然会找到一种途径，去穷尽所有正确的理论的所有性质。所有的信念，包括这一个，都有某种边界。这一个的边界是宇宙的有限性所设置的。宇宙中粒子的数目是有限的，质量是有限的，持续的时间是有限的——宇宙有一个开始并很可能有一个结束。因而，并不是任何理论所制造的无数预言中的每一个都可能实现。然而，我仍然坚持这样的信念，即所有的重大性质都会实现。如果相对论是正确的，如果它允许虫洞，那么，必然在有那样一个地方，那样一个时刻，虫洞存在——或者说，我愿意这样相信。（[1]，p.241）

4，量子泡沫

在相对论无法奏效的时候，量子理论就会出现。

惠勒本人是从量子理论进入广义相对论的，使用量子理论更加得心应手。在讨论真子时，他就想到，如果考虑到量子效应，则会有很小的真子。同样，他相信，量子力学可能支持虫洞的存在。

1928年，狄拉克提出的相对论性电子运动方程预言了正电子及反粒子的存在，这导致真空的意义发生了变化。真空不再是虚无的空间，而是负能态恰好被填满的状态，或者说，是正反粒子恰好平衡的状态。真空既然并非空无一物，必然不是稳定的。只要外界存在微扰，就会产生涨落。涨落一旦产生，就会继续涨落。真空的涨落表现为正反粒子不断产生和湮灭。根据测不准关系，区域越小，涨落越大。时间和能量是一对满足测不准关系的共轭量，因而能量守恒定律会在短时间里被违背。时间越短，偏离守恒的能量越大，就会产生质量更大的正反粒子；这些正反粒子的寿命也就越短。

所以，一个平静于虚空中的电子根本不是平静的。如果我们使用一个很高很高能量的假想的显微镜放大它，我们会看到这个电子的周围环绕着很多很多活跃的邻居。其余的电子和正电子正在肇生和湮灭。光子正在诞生和死亡。重粒子也加入这个不停的创生与湮灭之舞。我们离它越近，这些活动就越激烈。这个“孤立的”电子是沸腾的火山中的结点（nub）。就在这整个宇宙的小小微宇宙中，在粒子范围能够发生的一切事情都在发生着。

然后，当我们退回到大尺度空间，用低能量的显微镜来观察，一切变得简单而有秩序。远远地看，那儿有一个孤单的电子，具有一个单位的负电荷，有特定的质量和自旋，看起来处身于伟大的孤独之中。然而，如果我测量它的磁矩（由于其自旋电荷产生的磁场强度），我们发现，这不是由原始狄拉克孤立电子理论所预言

的那个值，而是那个值的1.001159652倍。蜂拥而来的虚幻粒子成了电子的随员，尽管看不见，但是我们知道它们在那儿。甚至在远离电子的地方，也在电子的磁场上留下了不容否认的痕迹，使它高出了千分之一。

（ [1] ， p.242）

这种建立在粒子描述上的可视模型当然只存在于符号实在之中，事实上，我们永远也不可能对这样的尺度有真正的视觉经验。这个描述给出了我们想象极微观世界的一种方式。这个想象我们可以在另一种场景找到对应。当我们在飞机上俯瞰大海，海面看起来平坦如镜。随着高度的降低，如镜的海面逐渐有了细节，有了涟漪。再向下，会出现波浪。等到临近水面时，又会出现急流、旋涡、水的泡沫。从不同的尺度观察，就会有不同的景象。当我们深入实在的深处，发现在呈现远距观测所无法想象的情景。但是，这种完全由理论所推断的结果是否真的是实在本身？当我们这样问的时候，仍然假设了一种预先存在的感知实在或者本体实在。

惠勒在深入广义相对论之初，就在考虑广义相对论与量子理论之间的联系。“如果量子理论控制电场、磁场和中微子场，难道它不应该同时也控制引力场，即空时自身吗？”（ [1] ， p.246）惠勒发现，在考虑了量子现象之后，空间和时间都在小区域内变得紊乱不定。

甚至紊乱还不足以形容。空时在足够小的区域中应该不仅仅是“崎岖坎坷”，不仅仅是曲率飘忽游荡；它应该碎化成动荡不停的多连通几何。在非常小的区域非常短的瞬间，虫洞应该是这个场景中非常多的一个成分，就像使电子能量和磁场发生微小偏移的跳动的虚拟粒子一样多。（ [1] ， p.246）

让我们再次拿起假想的显微镜，透视到某些物质粒子附近，比如质子，盯住空时自身，我们会看到什么？当我们注视一个极微小的空间， 10^{-16} 米，在单个质子尺度内；一个极微小的瞬间， 10^{-24} 秒，光不足以从质子的一边跑到另一边，我们看到了预期的凝固的粒子之舞，量子涨落赋予极微小世界以如此丰富的生命活力。但是，作用于时间和空间的这种效应我们却什么也看不到。在稍大一点的尺度，空时如玻璃一样平滑。

（ [1] ， pp.246—247）

沿着这种思想继续下去，惠勒深入到更微小的尺度，深入到普朗克长度的量级。

所谓普朗克长度 是普朗克用一些基本物理常数，包括引力常数 G 、电磁理论中的光速 c 、还有以他自己的名字命名的量子常数 h 凑出来的一个具有长度量纲的量。“他不知道这个长度代表什么，但是他相信这是一个‘自然的’长度，比任何建立在我们日常世界中所见的客体的长度（比如，米最初的定义是从赤道到极点距离的一千亿分之一）更有意义。”（ [1] ， p.247）

这个常数的意义在惠勒与Misner的讨论中浮现出来，他们认为：“正是这个‘普朗克长度’设定了空时的量子起伏的尺度。”

普朗克长度小得令人不可思议：

想象一串小球，每一个小球的直径都是普朗克长度。如果让这样一串小球连起来横跨质子的直径，球的数目就会和连起来横跨新泽西的质子数目一样多。把100,000个质子排列起来，是一个原子的尺度；把一百万个原子排列起来，可以从这个句子末端那个句号的一端到另一端。不需要告诉你要用多少个句号横跨新泽西。相对于普朗克长度来说，甚至我们称之为基本粒子的那样微小的实体，都是一片广袤巨大的不动产。把这个比方从距离转到钱上，一便士之于美国年度财政预算是一个普朗克长度之于质子线度的一百万倍。（ [1] ， p.247）

对应于“普朗克长度”，还有一个“普朗克时间”。这是光走过普朗克长度所需要的时间。“如果钟表在每

一个普朗克时间单位咔哒一声，一秒钟咔哒的数目比我们手表中的石英晶体在宇宙寿命期间振动的数目还要多几十亿倍。普朗克时间短得无法看到——但是并没有短得无法思考！如果在普朗克长度内发生某些有趣的事情，就会在普朗克时间内发生。”（[1]，p.247）

让我们的想象力向下旅行进入一个前所未小的区域，在抵达单个质子的尺度后，我们还要走10的二十次幂才能到达普朗克长度。只有在那时，原子和粒子世界光滑如镜的空时才会让位给离奇的空时几何的沸腾的混沌。虫洞无非是这种畸变的一个简单表现。这种起伏是如此巨大，以至于无法就字面的意义谈左和右，前和后。长度的通常意义消失了，时间的通常意义也挥发了。对于这种状态，我找不出比量子泡沫更好的词来命名它。（[1]，pp.247—248）

普朗克长度是目前物理学所能描述的最小尺度。在这个尺度以下，物理学给不出任何有意义的结论。因而，普朗克长度也就是符号实在的最小尺度。如果我们从还原论的角度看，量子泡沫应该是实在的最小基元，但我们却很难想象这个基元能够支撑起经典实在。就如我们无法想象一个大厦的每一块砖石都是迷离变幻的肥皂泡。在量子泡沫中，时间和空间都失去意义，因果规律不再有意义，物理学定律也不再有意义。

几十年前，物质是否无限可分在中国曾引起很大的哲学争论[]，很显然，即使不把夸克作为物质分割的终点，也必须把普朗克长度作为终点。根据现在的物理学，在这一尺度之下已经不可能再有任何结构。

实在于理论的极限处呈现出它的裂痕。

5，尾声

真子、虫洞和量子泡沫这几个物理学概念都深刻地触及到关于实在的基本问题，它们即使物理的，又是哲学的。按照惠勒的观点，这几个概念都发生在理论的极限，也处于实在的边缘。在进一步的工作中，惠勒还提出了另外几个物理学的极限。物理学开始于宇宙的起点——大爆炸，而在宇宙的终点——大坍缩时，全部物理学定律都将失去意义。惠勒认为，实在是由观测的铁柱和其间填充的理论和想象构成的。我们所能够认知的实在，是理论所描述的实在。而在理论的极限处，实在表现出了它的裂痕。

惠勒今年93岁，正在普林斯顿安度晚年。他过去的学生，美国American Institute of Physics的退休主任Kenneth Ford有时会帮助他照料工作上的事情，惠勒的自传就是在他的帮助下完成的。据Ford给我发来的电子邮件说，惠勒每周还坚持去办公室一次。虽然年迈，仍然没有停止思想，仍然从物理学的角度关注实在问题。2000年是量子理论问世一百周年，惠勒也写了一篇文章《量子何为？——量子物理的荣耀与耻辱》[]表示纪念。文中他再次谈到他思索半生的存在之谜，他说：

这就是普朗克之后一百年的量子物理，全部化学、生物学、计算机技术、天文学和宇宙学的理论基础。然而，如此值得自豪的基础，却仍不能知道其自身的基础。我们可以相信，我确实相信，对于“量子何为”这个问题的回答也将被证明是对“存在何为”这个问题的回答。

2001年初，惠勒在给笔者的电子邮件中又一次谈到他对量子理论的评价：“未来的物理学应该来自于我们对量子理论更深入的理解，而不是来自对量子理论的评判。”

惠勒的工作使我们更深刻地触及实在的奥秘，或者说，赋予实在以更丰富的性质。

（本文是作者博士后工作的一部分，是作者哲学博士学位论文工作的延续。在论文的写作和答辩中，除刘吉、金吾伦两位导师外，还得到了张志林、林夏水、王维、董光璧、胡新和、朱葆伟、戈革、吴国盛、刘华杰、方在庆、袁江洋等先生的建议和批评，特此致谢。另外，此项研究得到了惠勒本人及Kenneth Ford的支持和帮助，亦在此遥致谢意。）

- [] John A. Wheeler and Kenneth Ford, Geons, Black Holes and Quantum Foam, 1998. p.263.
- [] 童世骏, 陈克艰. 科学和艺术中的结构. 上海: 华东师范大学出版社. 1989, 131.
- [] 金吾伦. 生成哲学. 保定: 河北大学出版社, 2000。
- [] John A. Wheeler, How Come the Quantum?— The Glory and the Shame of Quantum Physics, New York Times, December 12, 2000.

Physics as a Path to Philosophy:

An introduction on Some of J. A. Wheeler's Physical Proposition with Philosophical Implication

TIAN Song

(College of Philosophy and Sociology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: John. A. Wheeler is a theoretical physicist who is concerned about the essence of physics and reality. He continued the thoughtful tradition of Copenhagen School and pushed it to its extreme. Wheeler put forward many physical propositions with philosophical implication such as delayed choice experiment, participatory universe, and so on. This issue will concentrate on the introduction on some physical propositions at the intercross field of quantum physics and general relativity such as black holes, geons and quantum foam.

Key Words: J. A. Wheeler, Geons, Quantum foam, Black holes, Reality.

(发表于《自然辩证法通讯》2004年第5期)