

## 辐射量子论与自然的连续性（一评量子物理学）

谭天荣

青岛大学 物理系 青岛 266071

[ttr359@126.com](mailto:ttr359@126.com)Recommended by Zhang Dongsheng, [zhangds12@hotmail.com](mailto:zhangds12@hotmail.com)

**内容摘要：**本文证明：我们可以选择适当的连续光滑函数来描写一个量子的发射过程，使得对应的黑体辐射公式与普朗克公式足够接近，以致两者的差别的测量效果被实验误差所掩盖。物理实验永远不可能没有测量误差，因此，我们永远不可能通过物理实验来判断单个量子的发射到底是一个瞬间完成的“跳跃”，还是一个历时足够短促的连续过程。根据“连续性”与“不连续性”的相互渗透性，自然界没有像“几何点”那样的“绝对小”的物体，也没有“一瞬间完成的”的“跳跃”。由此可以断言，单个量子的发射只能是一个历时足够短促的连续过程。辐射量子论可追溯到如下三个前提，第一，物质的辐射过程是由一个个离散的原子的辐射过程迭加起来的；第二，单个原子的辐射过程是一个有始有终的有限过程；第三，在实验误差范围内，单个原子的发射过程所经历的时间，是可以忽略的。这三个前提不仅不与经典物理学相冲突，而且还是经典物理学所预期的，因此，辐射量子论并不与经典物理学相矛盾，并没有“摧毁经典世界”。

[谭天荣. 辐射量子论与自然的连续性（一评量子物理学）. Academia Arena, 2012;4(3):1-7] (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net>. 1

**关键词：**辐射量子论；普朗克；原子论；经典物理学；量子；自然的连续性；跳跃；阶跃函数；物理学规律；物理学范畴

## 1 引言

最近，读了曹天元的新作《上帝掷骰子吗——量子物理史话》，重新点燃了我批判量子物理学的激情。我把我的批判写成下面的一组论文。我已经到了耄耋之年，这是我的最后一搏。

1900年12月14日，德国物理学家普朗克通过他创建的、现在称为“普朗克公式”的黑体辐射公式，提出了“辐射量子论”。其中心点是：

A. 物质在发射和吸收电磁波的时候，不是连续不断，而是分成一份一份的。普朗克的发现使得当时的物理学家们极为震惊，例如，爱因斯坦当时就说：

“我要使物理学的理论基础同这种认识相适应的一切尝试都失败了。这就像一个人脚下的土地都被抽掉了，使他看不到哪里有可以立足的巩固基地。”

关于命题 A，曹天元写道：

“正是这个假定，推翻了牛顿以来 200 多年，曾经被认为是坚固不可摧毁的经典世界。这个假定以及它所衍生出来的意义，彻底改变了人们对世界的最根本的认识。盛极一时的帝国，在这句话面前轰然土崩瓦解。”

然而本文却试图证明，辐射量子论与物理学的理论基础原来并不矛盾；命题 A 并未摧毁经典世界，恰好相反，这一结论原经典物理学早该预期的。

## 2 量子论与原子论

早在辐射量子论发表以前，原子论就在物理学中巍然屹立。诚然，那时的原子论还没有与辐射理论挂钩，但已经确认物质是由一个个离散的原子组成的，由此自然想到：

B. 物质的辐射过程是由一个个“单个原子的辐射过程”迭加起来的。

我们可以通过如下比方来理解它。如果有一个小组的学生在水田里插秧，那么，这个小组一天所插的秧的面积就是该小组各个组员一天所插的秧的面积的迭加。这无论如何不是一件难以理解的事情，而命题 B 说的无非就是这个道理。

接踵而来的一个问题是：单个原子怎么发射电磁波。对于这个问题，人们首先想到的是另一位德国物理学家赫兹在 1883 年发现的“电磁波”的发射过程。在这里，我们不谈赫兹发现电磁波的光辉事迹，只说一个平淡的结论：赫兹的“高频振荡回路”能连续不断地发射电磁波。人们自然联想，单个原子发射电磁波也是这样连续不断的。或许，在波尔理论之前，每一个物理学家都是这样设想的。

按照这一思路，从命题 B 并不能引出命题 A，从而由大量原子组成的物质发射电磁波当然也是连续不断的。这就说明了一个历史事实：当普朗克提出辐射量子论时，他做梦也没有想到这一理论与原子论有什么关联。或许在未来的物理学家们看来，这是一个颇为费解的历史事实。

然而，只要仔细想一想，我们就不难得出结论：单个原子发射电磁波不可能是连续不断的。道理很简单：赫兹的“高频振荡回路”之所以能连续不断的辐射，是因为赫兹不断从外部向它供应能量，换句话说，是因为它有一个“外部能源”。那么，在单个原子辐射的过程中，有没有一个外部能源呢？如果有，那么在物质辐射时，每一个原子旁边都有一个外部能源连续不断向它输送能量，这种想法未免太古怪了，如果我们不是故意追求奇思异想，就只能回答：“在单个原子辐射的过程中，没有外部能源！”因此，根据能量守恒定律，单个原子不得以自身的能量的减少为代价来进行辐射。原子是一个有限的物体，有限的物体不可能储存无限的能量，从而单个原子的能量是有限的。因此，它的辐射不可能是一个连续不断的无限过程，这就立刻得出结论：

C. 单个原子的辐射是一个有始有终的有限过程。

并且还能进一步得出结论：单个原子将在一个有始有终的有限过程中发射一份电磁波，从而发射一份能量。

从命题B与命题C我们立刻得到如下一幅图景：在物质辐射过程中，诸原子各自发射一份电磁波，物质辐射的电磁波就是由这些一份一份离散的电磁波合成的。而这正是命题A，这就是辐射量子论的实质。

综上所述，光波发射之所以是一份一份的，是由于作为光源的物质是由一个一个离散的原子组成的，换句话说：“发光的量子性起源于光源的原子性。”

我们可以用一个日常生活的比喻来阐明这一平易近人的道理。春节时，孩子们放鞭炮。如果有一位“大人国”的观察者，他看不见孩子们更看不见鞭炮，但他根据一系列的测量、计算与推理得出结论：在放鞭炮的过程中声波的能量一份一份地跳跃地增加。那么，这位观察者合理的推测应该是：声波的能量不连续地增加因为声波的波源是由一个一个的鞭炮组成的。在比喻的意义下我们也可以说：“发声的‘量子性’起源于声源的‘原子性’。”

更一般地说，通常我们说的“连续性”的含义可以分成两个方面：一方面是指空间方面的连续性，像山脉、河流那样的连绵不断；另一方面是指时间方面的连续性，像唱歌、拉琴那样的前后相接。如果说辐射量子论破坏了自然界在时间方面的连续性，那么，物质的原子论就早已破坏了自然界在空间方面的连续性。因此，只要我们静下心来想一想，就不必为普朗克的发现感到惊讶，辐射量子论只不过是物质的原子论的必然补充。

由此可见，1900年普朗克发表辐射量子论这件

事情最令人惊讶的地方不是这个理论违反了经典物理学的原理，而是普朗克为什么没有把这个理论与经典物理学的原子论联系起来！

不难设想，如果命题B和命题C能在建立辐射量子论之前被发现，则辐射量子论将是经典物理学的一个组成部分。不幸的是，这两个如此重要而又显而易见的命题，却直到1913年才在波尔建立的原子理论（波尔理论）中被发现。命题B和命题C本是两个足以恢复经典物理学的论据，而包含了这两个论据的波尔理论却反而宣判了经典物理学的死刑。在我们这个地球上，物理学的发展进程就这么颠三倒四。

### 3 一个逻辑上的疏忽

然而，话又说回来，即使有了命题B与命题C，普朗克的量子论也还有费解之处，因为按照普朗克的理解，命题A还有进一步的含义：

D. 在物质辐射过程中，辐射场的能量总是某一“能量的最小单位”的整数倍。

这里的“能量的最小单位”就是普朗克所说的“量子”；只有命题D才是辐射量子论的确切表达。从命题B与命题C能不能得到这样表述的辐射量子论呢？为了回答这一问题，让我们考虑一个日常生活的例子。

记得我上小学时，学校为了建造一个跳高跳远用的沙坑，把同学们分成两拨，一拨人把一辆汽车上的沙子装到一个个脸盆里，另一拨人则把装满沙子的脸盆把沙子倒在沙坑里，在这一过程中，沙坑里的沙子是否总是一盆沙子的整数倍呢？未必！例如，如果沙坑里已经有10盆沙子，这时又有一位小朋友往沙坑里倒沙子，当他刚倒一半时，沙坑里的沙子就是10盆半，从而这时沙坑里的沙子就不是一盆沙子的整数倍。

然而，至少当没有人往沙坑里倒沙子时，沙坑里的沙子确实是一盆沙子的整数倍。因此，每个小朋友往沙坑里倒沙子的时间越短，沙坑里的沙子是一盆沙子的整数倍的时间就越长。在极端情况下，如果每个小朋友往沙坑里倒沙子根本不需要时间，即“倒沙子的过程”是一瞬间完成的，则沙坑里的沙子就总是一盆一盆地增加的。

同样，在命题B和命题C成立的前提下，如果再加上一个新的前提：

E. 单个量子（一份电磁波）的发射是在一瞬间完成的。

我们就能得到命题D，从而得到辐射量子论。

曹天元断言辐射量子论“摧毁了经典世界”，是因为这个理论破坏了经典世界的一个基本属性——“自然的连续性”。关于这种属性，曹天元写道：

“自然的连续性是如此的不容置疑，以致几乎很少有人会去怀疑这一点。当预报说气温将从20度

上升到 30 度，你会毫不犹豫地判定，在这个过程中气温将在某个时刻到达 25 度，到达 28 度，到达 29 又 1/2 度，到达 29 又 3/4 度，到达 29 又 9/10 度……总之，一切在 20 度到 30 度之间的值，无论有理的还是无理的，只要他在那段区间内，气温肯定会在某个时刻精确地等于那个值。”

显然，命题 E 破坏了“自然的连续性”，这是不容置疑的。但当曹天元因此而断言“辐射量子论破坏了自然的连续性”时，却犯了一个逻辑上的错误，至少是一个逻辑上的疏忽！

如果（可惜只是如果）在命题 B 和命题 C 成立的大前提下，从命题 D 可以导出命题 E，即证明了命题 E 是命题 D 的“必要条件”，就可得到如下推理过程：辐射量子论“蕴含”命题 D，命题 D“蕴含”命题 E，命题 E 摧毁了经典世界，于是，根据“蕴含关系”的“可传性”，就顺理成章地得出了“辐射量子论摧毁了经典世界”的结论。

不幸的是，谁也没有证明命题 E 是命题 D 的“必要条件”，更不幸的是，谁也没有想到要给出这一证明。那么，从上面那个“倒沙子”的比喻我们只证明了在命题 B 和命题 C 成立的大前提下，从命题 E 可导出命题 D，即证明了命题 E 是辐射量子论的“充分条件”（顺便说一句，这一证明虽然由于应用了关于“倒沙子”的比喻而显得有些“下里巴人”，但在逻辑上倒是无懈可击的）。于是在其他条件不变时，我们就有了两个前提：第一，命题 E 可导出辐射量子论；第二，命题 E 摧毁了经典世界。那么，从这两个前提又能导出什么结论呢？什么也导不出！

因此，“辐射量子论摧毁了经典世界”这一结论其实立足于一个逻辑上的疏忽：混淆了“充分条件”与“必要条件”，这可是一种太常见的疏忽。

同样的疏忽在普朗克的原始推导中也存在：虽然普朗克确实地证明了：如果命题 E 成立，就可以得到他的普朗克公式，但反过来，为了得到普朗克公式，是不是非用命题 E 不可呢？或者，命题 E 是不是普朗克公式的必要条件呢？普朗克完全忘记向自己提这个问题，物理学家们对逻辑思维总是这样粗心大意。

糟糕的是，无论是物理学家们还是物理学的爱好者，谁都没有证明命题 E 是辐射量子论的必要条件，就惊慌失措地（或许，更多的人则是幸灾乐祸地）满世界嚷嚷：“辐射量子论摧毁了经典世界！”真不知道未来的人们将会怎样评价这次物理学史上罕见的狂热！

下面我将证明，命题 E 并不是辐射量子论的必要条件，从而证明，辐射量子论其实并没有摧毁经典世界。

#### 4 “连续性”的数学表述

我知道，对普朗克的这种诘难，将引起读者们

的狂怒：“辐射量子论摧毁了经典世界，这早已是板上钉钉的事，你何人？敢对这件事说三道四！”

这种谴责，不是立足于实验事实，也不是立足于逻辑推理，而是立足于一种宗教情绪。对于被谴责的人，这可是最具毁灭性的打击。自古以来，得罪了某一宗教的教徒从来就没有好果子吃，触怒了物理教的虔诚的教徒大众自然也不例外！再说，认为“普朗克公式摧毁了经典世界”乃是全体物理学家们的共同见解，谁敢捅这个马蜂窝！

然而，我虽然人微言轻，却不得不冒天下之大不韪，提出一个可怜的异教徒的卑微的建议：我们能不能别忙着得出“摧毁经典世界”的结论，先考察一下“连续性”这一概念，或者换一个说法，别忙着创建新的“物理学规律”，先反思一下我们表达这些规律的“物理学范畴”。

如果我向一位物理学家提出这一建议，他肯定会“不屑置辩”：即使我的运气特别好，遇到一位极有耐心的物理学家，他也只会说：“我天生会用‘连续性’这一概念，用不着为它浪费时间！”在这一点上，数学家们倒是好说话一些，他们并不认为“连续性”是一个不言而喻的概念，他们天生就会用。相反，数学界的前辈们曾经仔细考察过这一概念。我们面临的问题是：“辐射量子论是否破坏了自然界的连续性？”借助于前人的研究成果，我可以把这个问题提得更明确一些。

曹天元关于温度从 20 度上升至 30 度必定经过从 20 至 30 度的每一个温度的论断，乃是“连续函数”的一个性质（布尔查诺定理）。追本溯源，这一“连续函数”的性质立足于“时间的连续性”，确切地说，是立足于“实数集的连续性”。如果说“函数的连续性”表现了两个数集（数的集合）之间的“关系”，那么“实数集的连续性”就表现了一个数集的“属性”，这是一种更根本的“连续性”。

那么“实数集的连续性”又是怎么回事呢？对于这一问题，数学家们已经给出了极为精美而又多种多样的回答，特别是德国数学家狄德金对这种“连续性”作了经典的、堪与我们这个星球上的极品艺术媲美的表述，可惜太“阳春白雪”了，不宜在这里讨论。

回到曹天元说的温度从 20 度上升到 30 度的过程。顺便说一句，曹天元引用的“布尔查诺定理”，只是“连续函数”的必要条件，却并不是其充分条件，因此，我们不要把这个性质与“函数的连续性”等同起来。幸运的是，曹天元在这里说的温度函数（温度作为时间的函数）倒的确是一个“连续函数”，这一结论可以表述为：在给定的时间区域中（从开始时刻到终结时刻），“温度函数在该区域中的每一点都是连续的。”因此，如果这个温度函数在该区域中的某一点不连续，它就不是一个连续函数。

那么,“某一函数在某一区域中的某一点不连续”这句话是什么意思呢?在这里,用玄之又玄的数学语言来考验读者的耐心是不合时宜的,我还是给出一个例子吧。如果曹天元的温度函数从开始时刻到某一时刻  $c$ , 温度一直是 20 度,而在时刻  $c$  这一瞬间,温度从 20 度突变到 30 度,而且直到这段时间终结时,温度一直保持 30 度,我们就说该函数在  $c$  点是不连续的。尽管该函数在这个区间上的其他点都是连续的,它仍是这个区间上的“不连续函数”。在数学上,这种特殊的不连续函数称为“阶跃函数”。

另一方面,在物理学中往往遇到如下类型的过程:物体从某一状态突变为另一状态,所经历的时间极为短促,而且我们仅仅关心其初始状态与终结状态而不关心其过渡阶段。正如牛顿力学把只考虑其位置与质量而不考虑其大小与形状的物体抽象为“质点”(有质量的几何点)一样,我们把这种类型的过程抽象为一种一瞬间完成的过程,这种过程根本不经历时间,从而它自身根本没有过渡阶段。通常,我们把上面两种过程都称为“跳跃”。以后为了区别起见,我们称历时足够短促的现实过程为“实际的跳跃”,称完全不经历时间的抽象过程为“抽象的跳跃”。而“跳跃”这一用语,则用于一般地表现“不连续性”。

阶跃函数作为最简单的不连续函数,用数学的语言表现了一种典型的“不连续性”,当物体的状态用一个数值表示时,“抽象的跳跃”表成一个阶跃函数。

如果说“抽象的跳跃”对应于命题 E,那么“实际的跳跃”就对应于如下命题:

F. 在实验误差范围内,单个量子的发射过程所经历的时间是可以忽略的。而对于我们考察的问题,曹天元说的“自然的连续性”可以表述为如下命题:

G. 自然界没有一个物体会是一个“几何点”,也没有一个变化会是一次“抽象的跳跃”。这样,“辐射量子论到底有没有破坏自然界的连续性”的问题,就归结为选择命题 E 还是选择命题 F 的问题;归结为单个量子的发射到底是一次“抽象的跳跃”还是一次“实际的跳跃”的问题;归结为命题 G 是否成立的问题。

## 5 普朗克公式的双重含义

如果命题 E 成立,则单个量子的发射是一次“抽象的跳跃”,从而辐射场的能量作为时间的函数是一个“阶跃函数”,对应地,黑体辐射公式是普朗克公式。在其他条件不变的前提下,用一个连续光滑的新函数来取代“阶跃函数”,则命题 F 取代了命题 E,对应地,黑体辐射公式也不再是普朗克公式。在这种意义下,命题 E 不仅是普朗克公式的充分条件,

也是普朗克公式的必要条件,我们是否可以由此得出“普朗克公式破坏了‘自然的连续性’”的结论呢?

为了回答这一问题,让我们先考察一个日常生活的例子。如果用一条皮尺来测量一个直角三角形的两个直角边,分别得出 1 尺与 2 尺的结果,因此,这两个边的长度与单位长度之比分别是 1 与 2。用  $L$  表示这个直角三角形的斜边的长度与单位长度之比,则测量与计算给出结论:“ $L$  等于 5 的平方根。”有了这一结论,我们能不能断言“ $L$  是一个无理数”呢?

乍一听来,回答是简单明了的:“ $L$  作为某一长度与单位长度之比,只能是一个实数。既然  $L$  是一个实数,它就要么是一个有理数,要么是一个无理数。既然  $L$  是 5 的平方根,它当然是一个无理数!”

对不起,这个回答是错误的,而且从头错到尾!对于物理学,尽管“ $L$  是一个实数”这一命题无可非议,但进一步问“ $L$  是有理数还是无理数”却是一个不着边际的问题。怎见得呢?

“ $L$  是一个实数”这句话本身在不同的场合有不同的含义。作为测量和计算的结果,  $L$  不会是一个“复数”,也不会是“非标准分析”中的一个“超实数”,在这种意义下,说“ $L$  是一个实数”一点没错。还有,对于数学来说,一个实数要么是有理数,要么是无理数,这话也没错。但在物理学领域里,我们不能从这两个前提得出“ $L$  是要么是有理数,要么是无理数”的结论。因为在这里,“ $L$  是一个实数”这句话有另一种含义。

物理学是一门实证科学,它是以实验为基础的,实验中的每一次测量,其精确度都受当时的实验条件的限制而有一定的“误差”。这种“测量误差”通常总是秘而不宣的,但是“不说”不等于“没有”!只要考虑到测量误差,物理量  $L$  就不再是一个实数,而是一个“实数的区间”了。根据“实数集的连续性”,不论这个区间多么小,其中都既有数不清的有理数,也有数不清的无理数!请问,我们该怎么评价“ $L$  当然是一个无理数”这一结论呢?

“那你怎么不说清楚!  $L$  明明是一个‘实数的区间’,为什么偏说它是一个‘实数’!”

当问题不涉及测量误差时,通常人们都会说“ $L$  是一个实数”而不会说“ $L$  是一个实数的区间”,人们这样说话是约定俗成的。

### 回到黑体辐射问题。

数学证明:我们可以选择适当的连续光滑函数来取代“阶跃函数”来描写一个量子的发射过程,使得它对应的黑体辐射公式与普朗克公式足够接近,以致两者的差别的测量效果被实验误差所掩盖。“阶跃函数”描写了一次“抽象的跳跃”,它对应的黑体辐射公式破坏了自然的连续性;而取代“阶跃函数”的连续光滑函数则描写了一次“实际的跳跃”,

它对应的黑体辐射公式满足自然的连续性。

“普朗克公式”这一用语在不同的场合也有不同的含义，当我们说“阶跃函数对应于普朗克公式”时，“普朗克公式”指的是一个单一的黑体辐射公式，但一旦涉及到“自然的连续性”的问题，就不能不考虑测量误差，这时，“普朗克公式”就具有另一种含义了。

正如考虑到测量误差， $L$  就是一个“实数的区间”一样；只要考虑到测量误差，“普朗克公式”就不再是一个单一的“黑体辐射公式”，而是一个包含无数“黑体辐射公式”的“公式集合”；正如一个“实数的区间”既包括数不清的有理数，也包括数不清的无理数一样，作为“黑体辐射公式”的“公式集合”的普朗克公式既包括数不清的破坏了“自然的连续性”的公式，也包括数不清的满足“自然的连续性”的公式。因此，断言“普朗克公式破坏了‘自然的连续性’”，也像断言“ $L$  当然是一个无理数”一样荒谬。

综上所述，正如从“ $L$  是一个实数”无论得出“ $L$  是一个无理数”还是得出“ $L$  是一个有理数”都不着边际一样。考虑到测量误差，我们既不能断言“普朗克公式破坏了‘自然的连续性’”，也不能断言“普朗克公式没有破坏‘自然的连续性’”。

物理实验永远不可能没有测量误差，因此，我们永远不可能通过物理实验来判断单个量子的发射到底是一次“抽象的跳跃”，还是一次“实际的跳跃”。

## 6 “连续性”的哲学表述

回到命题 G，这一命题是最浅显的常识，也是最深奥的哲理。

我这里所说的“哲理”，专指以黑格尔为代表的“辩证哲学”的“哲理”。我将借助于辩证哲学的基本原理来得出与命题 G 一致的结论，在这之前，我不得不阐述辩证哲学的这个原理本身。

大家知道，辩证哲学的第一规律就是“对立的相互渗透”，说句大白话，就是：“相反的东西之间的对立只是相对的。”哲学家们一向对“本质”与“现象”、“原因”与“结果”、“偶然性”与“必然性”等对立范畴津津乐道，至于“连续性”与“跳跃”（不连续性）这一对范畴，我似乎没听到过他们的高论。为了回答单个量子的发射到底是一次“抽象的跳跃”还是一次“实际的跳跃”这一问题，我将在这里阐述“‘连续性’与‘跳跃’是相互渗透的”这一哲理。我不得不有言在先，这一哲理不仅听起来“深不可测”，甚至连说起来都相当拗口，读者得有点思想准备。

顺便说一句，那些哲学家们津津乐道的“哲学范畴”，诸如“本质”与“现象”、“原因”与“结果”、“偶然性”与“必然性”等等，哪一个也不是省油的灯。诚然，哲学家们的对这些范畴的讲解或许通

俗易懂并且引人入胜，但肯定不能解决实际问题，特别是不能解决物理学中的实际问题。用黑格尔的话来说，他们说的都是“非哲学的话”。

回到“连续性”与“跳跃”这一对范畴。

先举一个日常生活的例子：我现在住在青岛，青岛多雾天，有时候雾还很浓。我们可以用“数密度”即单位体积中的“雾珠”的个数来描写雾的“浓度”。如果把这个数密度与一个雾珠的质量相乘，就得到雾的“质量密度”，简称“密度”。我们通常总是用一个连续光滑的三维函数来表现这个物理量，并且毫不犹豫地对这个函数进行微分和积分运算。因此说起“雾的密度”，人们自然联想到“雾”是“连续分布”的。但我们也知道，雾实际上是由一粒粒离散的雾珠组成的。如果有一位哲人从这一现象得出结论：“连续的东西是由离散的东西组成的”，我们最多谴责他书呆子气，但还不至于谴责他“胡说”。再进一步，如果我们观察一粒单个的“雾珠”，将发现它也有其“密度”，从而也是连续分布的。如果这位哲人再次发表怪论：“离散的东西自身是连续的。”我们也不会过分的反感。但是，如果这位哲人把这两句话连接起来，断言：

“连续的东西是由离散的东西组成的；而离散的东西自身是连续的。”

我们就会说他颠三倒四、自相矛盾了。其实，我们明明知道，上述命题中的两句话分开来说都是有道理的，怎么连在一起就显得那么别扭呢？

问题在这里：“雾的密度”是雾的“数密度”与一粒雾珠的质量的乘积，从而是一个较大的空间区域中的全体雾珠的“质量”之和与这个区域的“体积”的比值；而“雾珠的密度”则是一粒雾珠的“质量”与它的“体积”的比值。这是两个物理量，其含义不同，数值也相差很远。这一事实意味着“雾的连续性”与“雾珠的连续性”不是一回事，上面那个哲人的话之所以显得颠三倒四、自相矛盾，就是因为他把这两种不同含义的“连续性”搅在一起了。

再考虑另一个日常生活的例子：挂在我对面墙上的时钟有三个指针，分别是时针、分针和秒针，其中时针、分针总是连续转动的，而秒针则是跳跃的，跳一次历时一秒钟（也可能不是一秒钟，似乎没有人在乎这一点）。如果我们关注一个历时数小时的过程，往往就忽略这种一秒一秒的小跳跃，把秒针的转动看作是连续运行的，就像我们把广阔空间的浓雾看作连续分布的一样。在这种意义下，我们遇到了化了妆的旧相识：“连续过程是由跳跃组成的。”另一方面，如果我们把历时一秒的跳跃过程当作一个全过程来考察，就会发现这种跳跃并不是一瞬间完成的，它还是经历了从起点到终点的所有中间点，于是，另一老朋友又碰头了：“跳跃自身是

连续的。”把这两句话连接起来就得到：

H 连续过程是由跳跃组成的；而跳跃自身是连续的。

这话听起来也是怪扎耳朵的，为什么呢？

还是同样的原因：在命题 H 的前半句话中，“连续性”是指历时数小时的大尺度过程的连续性，而在其后半句话中，“连续性”则是指历时仅一秒的小尺度过程的连续性。把这两句话前后相连，也就把这两种不同含义的“连续性”搅在一起了。

在黑格尔哲学中，这种搅和乃至混淆是故意的，黑格尔似乎有意不让读者理解他的观点。

命题 H 就是所说的关于“‘连续性’与‘跳跃’的相互渗透性”的哲理。上面说的关于“雾”与“秒针”的两个日常生活的现象，恰好从各自的特殊角度体现了这一普遍的哲理，那只是适逢其会。只有在辐射量子论中，这一哲理才得到真正的体现：赫兹的“高频振荡回路”发射电磁波是一个连续过程，但这一连续过程是由一份一份电磁波的发射过程组成的，这就体现了“连续过程是由跳跃组成的”。另一方面，每一份电磁波的发射本身又是一个连续过程，这就体现了“跳跃自身是连续的”。

## 7 物理学的不归路

在这里，我们将根据辩证哲学的基本原理，判断辐射量子论到底有没有破坏自然的连续性的问题。

直接根据“对立的相互渗透”这一规律，就可立刻得出结论：各种表现自然界的“量”的关系的对立范畴，诸如“大”与“小”、“快”与“慢”、“轻”与“重”、“密”与“疏”、“浓”与“淡”、“强”与“弱”等等，都是相对的。特别是，由于“快”与“慢”的相对性，再快的过程也是需要时间的，从而自然界的“跳跃”只不过是一种相对快的连续过程，即都是“实际的跳跃”。至于不需要时间的“跳跃”，即“抽象的跳跃”，用黑格尔的话来说，纯粹是“知性的虚构”，在大自然中是不可能存在的。同样，再小的物体也占有空间，大自然中没有一个物体是“绝对小”的“几何点”。

还可以从另一角度得出同一结论：根据“连续性”与“不连续性”的相互渗透性，一个自然过程究竟是“连续的”还是“不连续的”，取决于我们从哪一个层次去观察它。例如，物质的辐射过程从可见世界的层次来看是连续的，从原子的层次来看是不连续的，再深一个层次，又是连续的。因此，自然界没有像“几何点”那样的“绝对小”的物体，也没有像“一瞬间完成的”那样的“抽象的跳跃”。

有一个简单的命题可以作为判据，把“实际的跳跃”与“抽象的跳跃”区别开来，它就是阿基米德原理。电子很小，太阳很大，但我们可以找到一个自然数 N，使得 N 与电子的“线度”的乘积大于

太阳的直径；原子发射一份电磁波的过程很短，一个星球从生成到死亡的演化过程很长，但我们可以找到一个自然数 M，使得 M 与原子发射一份电磁波的过程所经历的时间的乘积，大于某一星球从生成到死亡的演化过程所经历的时间。而如果电子是一个“几何点”或原子发射一份电磁波的过程是一次“抽象的跳跃”，这样的自然数是找不到的。

这样，我们就从辩证哲学的基本原理，得出了与命题 G 一致的结论。

当辐射量子论问世时，物理学面临选择，要么接受由命题 H 表述的“连续性”与“跳跃”这一对范畴的辩证关系，要么修改由这一对范畴所表达的物理学规律。

如果当年的物理学家中有一个人掌握辩证哲学，就像经济学家中有一个马克思一样，那么，这位物理学家就能凭借命题 H 得到命题 G。从而在辐射量子论中用命题 F 取代命题 E，使得物理学从此走上了辩证思维的康庄大道。

不幸的是，在创建量子物理学的群英中，却没有这样一位学者，结果是物理学走上了相反的道路。

赫兹的“高频振荡回路”发射电磁波是一个连续过程，但这一连续过程是由一份一份电磁波的发射过程组成的，这就表明“连续过程是由跳跃组成的”。在这里，还可以更细致地表述：“宏观的连续过程是由微观的跳跃组成的。”这种“微观的跳跃”是一种特殊的“跃迁”。对于“跃迁”，物理学家们有分歧，但作为一个整体，物理学接受了这一新的物理学范畴。在某种意义上，这就意味着物理学接受了命题 G 的前一半；然而，物理学作为一个整体，断然地拒绝了命题 G 的另一半。

当年，创建辐射量子论的普朗克最苦恼的是，他的这个理论与麦克斯韦“电磁场论”相矛盾。其实，只要接受“‘跳跃’自身是连续的”这一哲理，承认每一份电磁波的发射，或者说每一个单个量子的发射也是一个连续过程，就能立刻化解这一矛盾。不幸的是，历史事实不是这样：如果说当今“微观的连续性”这一用语指的是“原子层次”的连续性，那么单个量子的发射过程的连续性，就是一种比“原子层次”更深一层次的连续性。接受这一连续性，就得超出“原子层次”，在当年，这一关口却是物理学家们无论如何也逾越不了的天险。

就是因为不敢逾越这一天险，物理学家们没有转向辩证哲学，相反，面临辐射量子论，他们接受了“抽象的跳跃”，放弃了自然的连续性，从而轻率地放弃了一个最基本的物理学原理，从而“摧毁了经典世界！”从此，一个比一个怪诞的“新颖观念”取代了合逻辑的思考，一次比一次激进的“革命”不仅摧毁了经典物理学的优良传统，而且还摧毁了人类健全的常识以及任何正常人的智慧。这是一条

通往非理性、通往极端的幻想、迷信与盲从的不归路。踏上这条路之后，物理学经历了一段颇为辉煌的繁荣时期（顺便说一句，正如辐射量子论的成功与“抽象的跳跃”的观念完全无关一样，量子物理学的成功与伴随着它的那些“新颖观念”也完全无关）。但好景不长，在一段回光返照式的闪耀之后，物理学还是可悲地停滞下来。今天，物理学已经退化为一门边缘学科。面临如此绝境，物理学家们还在倚靠惯性的作用把一切困难归罪于“经典思维的残余”，这种惯性堵塞了物理学每一条自我更新的通路。

## 8 结束语

综上所述，关于“辐射量子论与自然的连续性”的问题，我提出了如下论点：

第一，从逻辑上说，如果单个量子的发射是一瞬间完成的，即是一次“抽象的跳跃”，就可以导出普朗克公式。但反过来，从普朗克公式却不能得出单个量子的发射是一次“抽象的跳跃”的结论。

第二，数学证明，“抽象的跳跃”对应的“能量时间函数”是“阶跃函数”，这个“阶跃函数”对应的“黑体辐射公式”是普朗克公式。但我们可以选择适当的连续光滑函数取代这个“阶跃函数”，使得对应的黑体辐射公式与普朗克公式的差别的测量效果被实验误差所掩盖。由此可见，永远不可能通过物理实验来判断单个量子的发射到底是一次“抽象的跳跃”，还是一个足够短促的连续过程。

第三，根据辩证哲学的一般原理，“跳跃”自身是连续的。“抽象的跳跃”只是一种虚构，在自然界是不可能存在的。这就得出结论：单个量子的发射也是一个连续过程，诚然，它只能是一种比“原子层次”更深层次的连续过程。

第四，由于不能接受单个量子的发射是一个连续过程的论据，物理学接受了“抽象的跳跃”的概念，从此走上了非理性的不归路。

关于“辐射量子论与自然的连续性”的问题，我只能到此打住。尽管我竭尽所能地把道理说得通俗一些，但显然不成功。这一方面是因为我笨嘴拙舌，不能像讲故事那样把问题讲解得引人入胜。另一方面则是因为我面临的课题实在太复杂，其中有太多的死扣，有数学的死扣、物理学的死扣、逻辑学的死扣、哲学的死扣，还有语义学与修辞学的死扣，哪一个死扣都不是一时半会能解开的。总之，关于这一课题，我已经尽力了。我还得养精蓄锐，对付以后的几个课题：关于“波粒二象性”的课题；关于“原子世界的特殊规律”的课题；关于“概率与不确定性”的课题；关于“测量与波包编缩”的课题；关于“远程量子相关与贝尔不等式”的课题，等等，这些课题哪一个也不比这一课题更轻松。

## Quantum Theory of Radiation and Natural Continuous

It is proved that we can choose an appropriate continuous and smooth function to describe the emission processes of a single quantum, such that the corresponding blackbody radiation formula is so close to Plank formula, that the difference between the measurement results were overshadowed by experimental error. There is no experiment can be without measurement error, and thereby we can never judge the emission of a single quantum in the end is a jump that takes no time or a continuous process of short enough duration.

According to the mutual penetration of “continuity” and “discontinuity”, there is no object is absolute small like a “geometric point” or a process is absolute short like a jump taking no time. Therefore, we assert that the emission of a single quantum can only be a continuous process of short enough duration.

Quantum theory of radiation can be traced back to the following three premises: Firstly, atomic radiation processes sum the material radiation process; Secondly, a radiation process of a single atomic is a finite process with beginnings and ends. Thirdly, within the experimental error range, the time that a single atom emission process takes is negligible. These three premises are not only in no conflict with classical physics, but also classical physics expected. Therefore, the quantum theory of radiation is not in contradiction with classical physics, and never “destroys the classical world”.

**Keywords:** quantum theory of radiation; Plank; classical physics; quantum; natural continuity; jump function; physics laws; physics category.

2/11/2012