

## 只有用经典理论才能正确地解释黑洞的霍金辐射

张 洞 生

新 1/24/2010

1957年毕业于北京航空学院,即现在的北京航空航天大学

永久住址: 17 Pontiac Road, West Hartford, CT 06117-2129, U.S.A.

E-mail: [ZhangDS12@hotmail.com](mailto:ZhangDS12@hotmail.com)

**内容摘要:** 由广义相对论得出的黑洞是一个怪物。一旦形成,它就只能吞噬外界能量-物质而膨胀长大,在宇宙中永不消亡。霍金的黑洞理论证明,黑洞会因发射霍金量子辐射而会缩小消亡,使黑洞与宇宙中的任何物体和事物一样,具有生长衰亡的普遍规律。所以是霍金的黑的理论挽救了广义相对论的黑洞理论。但是霍金对黑洞的霍金辐射的解释却不能让人信服和恭维。霍金解释说,由于真空是大量的虚粒子对不断快速产生和湮灭的真空海洋。就使得粒子对中的负粒子被黑洞捕获而正粒子在外部世界显形,这就是黑洞中正粒子逃出黑洞的原因。这种解释是在用无法证实的新物理概念来忽悠人们。作者在本文中用经典的理论证明:黑洞的辐射就是其内部的正粒子直接从其视界半径上逃离出来的。[[Academia Arena,2010;2(2):23-32]. (ISSN 1553-992X).

**关键词:** 黑洞的霍金辐射;真空虚粒子对的狄拉克海;黑洞在视界半径上的能量转换;用经典理论解释霍金辐射;

**【前言】:** 黑洞的霍金辐射就是将黑洞内部能量-物质的引力能通过其视界半径向外发射而转为辐射能的过程。霍金的黑洞辐射理论使黑洞与宇宙中的任何实体一样,具有生长衰亡的普遍规律。从而避免了广义相对论对黑洞的误判。按照广义相对论,一旦黑洞生成,它就只能吞噬外来的能量-物质而永生不灭。

“黑洞的辐射很像另一种有相同颜色的东西,就是黑体。黑体是一种理想的辐射源,处在有一定温度表征的完全热平衡状态。它发出所有波长的辐射,辐射谱只依赖于它的温度而与其它的性质无关。”<sup>[1]</sup>

现今的主流科学家们对黑洞的霍金辐射的权威解释包括霍金在内都用“真空中的能量涨落而能生成基本粒子”的概念。他们认为:“由于能量涨落而躁动的真空就成了所谓的狄拉克海,其中偏布着自发出现而又很快湮灭的正-反粒子对。量子真空会被微型黑洞周围的强引力场所极化。在狄拉克海里,虚粒子对不断地产生和消失,一个粒子和它的反粒子会分离一段很短的时间,于是就有4种可能性:《1》。两个伙伴重新相遇并相互湮灭;《2》。反粒子被黑洞捕获而正粒子在外部世界显形;《3》。正粒子捕获而反粒子逃出;《4》。双双落入黑洞。

霍金计算了这些过程发生的几率,发现过程《2》最常见。于是,能量的账就是这样算的:由于有倾向性地捕获反粒子,黑洞自发地损失能量,也就是损失质量。在外部观察者看来,黑洞在蒸发,即发出粒子气流。”<sup>[1]</sup>

可见,霍金对黑洞发射霍金辐射的解释是:真空里的虚粒子对中的反粒子易被黑洞俘获,而后与黑洞中的一个正粒子湮灭,使黑洞内损失一个正粒子,导致黑洞损失能量而缩小。并使黑洞外面的真空中多出一个正粒子。如果这种解释是正确的话,那么,推而广之,不仅黑洞发射霍金辐射,甚至任何物体发射能量-物质,就都可以用这种“真空中虚粒子对的产生和湮灭”的概念来解释了,比如太阳发射电磁波粒子和喷流,人体发出红外线,呼出的二氧化碳甚至于出汗等等都可以套用这种神通广大的虚粒子去解释了。因为按照提倡真空能的科学家们的准确计算,真空能的密度可以高达 $10^{93}\text{g/cm}^3$ 。

与其用这种高深莫测虚幻概念和复杂的数学公式去作兜圈子的证明黑洞外面多出一个正粒子,不如直接论证黑洞向外发射的霍金辐射就是这个逃出黑洞的正粒子来得简单明瞭而自洽。这就是作者在本文中试图用霍金的经典黑洞理论而更圆满地解释霍金辐射的缘由。作者在II节中,将用相同的公式以计算证明:黑洞发射霍金辐射的机理无需神秘化,它与太阳发射可见光以及物体发射热辐射的机理是一样的。

**【1】.** 黑洞的霍金辐射粒子 $m_{ss}$ 与史瓦西黑洞(球对称,无旋转,无电荷)黑洞 $M_b$ 在其视界半径 $R_b$ 上的守恒公式,任何黑洞都会因为发射霍金辐射而最后成为最小黑洞 $M_{bm} = m_{ss} = m_p$ 而在普朗克领域消亡。

本文的研究方法和特点是通过黑洞视界半径 $R_b$ 上的各个物理量 $R_b, T_b, m_{ss}$ ,随 $M_b$ 的单值的变化而研究黑洞的霍金辐射 $m_{ss}$ 是如何发射出黑洞的。黑洞的内部状况除了其质量 $M_b$ 的增减外,均对黑洞视界半径上物理量的改变不起任何作用。这就是黑洞的本性。因此,本文只用一些经典公式研究黑洞视界半径随

着黑洞质量  $M_b$  的减少而收缩，这就是本文不需要用广义相对论方程和真空虚粒子的原因。这也就是本文中黑洞不会出现“奇点”的原因。

§ 1. 现在宇宙中存在的所有黑洞都是其所吸收的能量-物质  $\gg$  霍金辐射的能量-物质，所以总是表现为增加质量，膨胀体积和降低温度。只有在外界没有能量-物质可吸收时，黑洞才表现出发射能量(霍金辐射)而收缩并提高温度，所以“黑洞有着负比热，因而它根本上是不稳定的”。<sup>[1]</sup> 因此，所有黑洞的最后命运就是因为不停地发射霍金辐射，而收缩成为  $M_{bm}=10^{-5}g$  的 2 个宇宙最小黑洞而在普朗克领域 Planck Era 变成一阵极强烈的  $\gamma$  射线暴而爆炸消亡。<sup>[1][2][7]</sup>

$$\text{此时, } m_{ss} M_b = hC/8\pi G = 1.187 \times 10^{-10} g^2 \quad (1a)$$

霍金辐射是从黑洞发出的粒子，根据部分不能大于整体的公理，黑洞的最后收缩极限只能是最大的  $m_{ss} =$  最小的  $M_{bm}$ 。所以

$$M_{bm} = m_{ss} = m_p = (hC/8\pi G)^{1/2} = 10^{-5} g \quad (1b)$$

下面证明(1a)是如何得出的。

上面  $M_b$  是任一黑洞的质量， $m_{ss}$  是黑洞  $M_b$  在其视界半径  $R_b$  上的霍金辐射粒子的质量， $R_b$  是黑洞  $M_b$  的视界半径，(1a)式表明， $m_{ss}$  在视界半径  $R_b$  上达到了引力与其热压力的平衡。<sup>[2]</sup> 由于  $m_{ss}$  是黑洞  $M_b$  的霍金辐射粒子， $m_p$  是普朗克粒子。所以任何黑洞会因发射霍金辐射而最终收缩的极限就是：最大的  $m_{ss} =$  最小的  $M_{bm} = m_p = (hC/8\pi G)^{1/2} = 10^{-5} g$ ，即从(1a)式得出(1b)式。<sup>[2]</sup>

根据史瓦西 Schwarzschild 对广义相对论方程的特解，得出了球对称，无旋转，无电荷的黑洞公式如下，这也是该黑洞存在的必要条件，

$$GM_b/R_b = C^2/2 \quad (1c)$$

霍金的黑洞温度公式，和粒子引力能通过阈值转换为辐射能的公式。

$$T_b = (C^3/4GM_b) \times (h/2\pi\kappa) \approx 0.4 \times 10^{-6} M_0/M_b \approx 10^{27}/M_b \quad (1d)$$

$$m_{ss} = \kappa T_b / C^2 \quad (1e)$$

由(1d)和(1e)式即可直接得出(1a)式。 $T_b$  是霍金辐射粒子  $m_{ss}$  在黑洞  $M_b$  的视界半径  $R_b$  上的阈温。上面各式中， $C$ —光速， $h$ —普朗克常数， $G$ —引力常数， $\kappa$ —波尔兹曼常数，将(1b)代入(1c)，可以得出

$$R_b = L_p = (hG/2\pi C^3)^{1/2} = 1.61 \times 10^{-33} \text{ cm}, \quad (1f)$$

由(1f)和(1b)可以看出，当任何一个黑洞因发射霍金辐射而收缩到最后成为最小黑洞  $M_{bm} = m_{ss} = m_p = (hC/8\pi G)^{1/2} = 10^{-5} g$  时，其视界半径  $R_b = L_p = 1.61 \times 10^{-33} \text{ cm}$ ， $L_p$  为普朗克长度。这就证明  $M_{bm}$  完全达到了普朗克领域，所以只能爆炸消亡。<sup>[1][2][7]</sup> 在普朗克领域，时空不连续，广义相对论方程失效。<sup>[7]</sup>

§ 2. 下面可以用牛顿力学求出霍金辐射粒子  $m_{ss}$  在黑洞  $M_b$  的视界半径  $R_b$  上的瞬时热力学平衡。并由此得知，由于  $m_{ss}$  在视界半径上的热运动，它可以在其震动的波谷的能量最小时，摆脱黑洞引力的束缚而直接逃出黑洞，这就是黑洞的霍金辐射。根据牛顿力学和热力学，<sup>[2][6]</sup>

$$dP/dR = -GM_p/R^2 \quad (1g)$$

$$P = n\kappa T = \rho\kappa T/m_s \quad (1h)$$

$$M_b = 4\pi\rho R_b^3/3 \quad (1i)$$

将上面的(1h),(1i),(1d)和(1c)式代入(1g)求解，

$$dP/dR = d[3hC^3/(32\pi GR^3 m_s)]/dR = -(9hC^3)/(32\pi^2 G m_s R^4) \quad (12a)$$

$$-GM_p/R^2 = -(GM/R^2) \times (3M/4\pi R^3) = -(3G/4\pi R^3) \times (M^2/R^2),$$

由(1c),  $M_b/R_b = C^2/2G = M/R$ . 故

$$-GM_p/R^2 = -3C^4/(16\pi GR^3), \text{ (正比例于 } R^{-3}) \quad (12b)$$

将(12a),(12b)代入(1g),

$$-(9hC^3)/(32\pi^2 G m_s R^4) = -3C^4/(16\pi GR^3),$$

即得， $3h/(2\pi m_s R^4) = C/R^3$

$$R = 3h/(2\pi C m_s), \text{ 或者 } R m_s = 3h/(2\pi C) = 1.0557 \times 10^{-37} \text{ cmg} \quad (12c)$$

当令  $m_s = 6 m_{ss}$  时，代入(12c)式

$$R m_{ss} = h/(4\pi C) = 1.0557 \times 10^{-37} \text{ cmg} \quad (12d)$$

将(12d)代入(1c)式，即可以得出(1a)式和(1b)式。

由于在(1g),(1h),(1i)式中所用的密度  $\rho$  是黑洞的平均密度，它大于黑洞视界半径  $R_b$  上密度，而导致  $m_s =$

$6 m_{ss}$ 。<sup>[2]</sup>由此可见,  $m_{ss}$  作为霍金辐射粒子在黑洞的  $R_b$  上达到了瞬时热动力平衡。

**简单的结论:** 由上面的各个公式可见, 霍金辐射粒子  $m_{ss}$  一方面在黑洞  $M_b$  的视界半径  $R_b$  上达到了引力与热压力的瞬时的平衡, 另一方面也将  $m_{ss}$  的全部能量  $m_{ss}C^2$  按照  $R_b$  上的阀温转变为粒子  $m_{ss}$  热能  $\kappa T_b$  和辐射能发射出去。<sup>[2]</sup>

**【II】. 黑洞  $M_b$  能量的 3 种形式及其在视界半径  $R_b$  上的霍金辐射和能量转换。** 黑洞发射霍金辐射和太阳发射可见光的机理和所有物体发射热辐射的机理是完全一样的。

所有天体和物体都在收缩或膨胀, 都在两种相反的力, 即压缩力和碰撞力的作用下保持相对的平衡。压缩力有引力, 质子与电子之间的静电引力, 弱作用力和核力等。膨胀力是热天体中的热压力或辐射压力和热天体中由量子力学的不相容原理所产生的简并抗力等。但是一旦黑洞形成之后, 就只剩下黑洞对物质粒子  $m_{ss}$  的引力与  $m_{ss}$  的热压力或辐射压力在其视界半径上的对抗。这种对抗的不平衡就造成了黑洞的收缩和膨胀过程及能量转换。

黑洞的视界半径  $R_b$  将外界与黑洞分隔成为内外 2 个完全不同的世界, 2 个世界的能量-物质只有通过  $R_b$  才能进行交换。黑洞与外界不停地能量-物质的交换表现为:

第一. 当黑洞的外界有大于  $m_{ss}$  能量-物质粒子可供吞噬或者温度高于黑洞的阀温时, 黑洞就会从外界吞噬进能量-物质, 同时由于  $m_{ss}$  的震荡或可向外发射微弱的霍金辐射。但一般来说, 由于霍金辐射的能量远小于所吞噬的外界能量, 所以宇宙中现有的黑洞都是在吞噬外界的能量-物质而增加质量并造成膨胀。

第二, 当黑洞的外界无能量-物质可供吞噬或者黑洞的阀温高于外界时, 黑洞就单向地向外不停地发射霍金辐射而收缩和减少质量, 直到最后收缩成为 2 个  $M_{bm}=10^{-5}g$  的宇宙最小黑洞而在普朗克领域 Planck Era 爆炸消亡。<sup>[2]</sup> 黑洞这种不停地对能量-物质的吞吐使得黑洞遵循宇宙中物体物质生长衰亡的普遍规律。

### § 1. 下面是黑洞能量的 3 种形式及其在视界半径上的转换——霍金辐射。

$$E_0 = M_0 C^2, \quad E_{ss} = m_{ss} C^2 = \kappa T_b, \quad E_r = Ch/2\pi\lambda = \nu h/2\pi \quad (2a)$$

在(2a)式中,  $M_0$  可以是黑洞的总能量-质量  $M_b$ , 也可以是单个物质粒子的质量  $m_0$ , 也可以是霍金辐射  $m_{ss}$  的等值的质量,  $E_0$  为对应于  $M_0$  的能量。  $E_{ss}$  为霍金辐射粒子  $m_{ss}$  的能量,  $E_r$  为辐射能,  $\lambda$  为  $E_r$  的波长,  $\nu$  为  $E_r$  的频率, 在物质粒子  $m_0$  具有热能的一般情况下,

$$E_0 = M_0 C^2 = (m_0 + m_{ss}) C^2 \quad (2b)$$

在(2b)式中, 如果  $E_0$  为一般物质粒子的能量, 相对来说,  $m_0 C^2 \gg m_{ss} C^2$ ,  $m_0 C^2$  就不能从黑洞发射出去, 只发射  $E_{ss} = m_{ss} C^2 = \kappa T_b$  部分。但对于单纯的霍金辐射  $m_{ss}$  的能量来说,  $m_0 = 0$ 。因此就只存在:

$$E_{ss} = m_{ss} C^2 = \kappa T_b = E_r = Ch/2\pi\lambda. \quad (2c)$$

$E_{ss}$  和  $E_r$  是整个粒子  $m_{ss}$  的等值的质能  $m_{ss} C^2$  所转换成的  $m_{ss}$  的热能  $E_{ss}$  和辐射的能量  $E_r$ 。当  $m_{ss}$  到达黑洞的视界半径  $R_b$  时, 通过  $R_b$  的阀温  $T_b$ , 将其质能  $E_{ss} = m_{ss} C^2$  转变为对等的热能  $\kappa T_b$  和  $Ch/2\pi\lambda$ , 即以霍金辐射发射出黑洞。  $E_r$  为辐射的能量,  $\nu$  和  $\lambda$  分别就是霍金辐射的频率和波长。由于  $E_{ss} = E_r$ , 可以得出,

$$T_b = Ch/2\pi\kappa\lambda = \nu h/2\pi\kappa \quad (2d)$$

由于黑洞是在一个特定的时间发射一个个单个的霍金辐射粒子  $m_{ss}$ , 而  $m_{ss}$  又具有波粒二重性, 所以  $m_{ss}$  的能量同时具有一个粒子的能量  $E_{ss} = \kappa T_b$  和波能 (辐射能)  $E_r = \nu h/2\pi$ 。这是从两个角度来看  $m_{ss}$  的能量。因此,  $m_{ss}$  的总能量仍然是  $E_{ss}$  或者  $E_r$ , 而不是  $(E_{ss} + E_r)$ 。虽然  $m_{ss}$  作为霍金辐射具有能量  $E_{ss}$  和  $E_r$ , 它是由  $m_{ss}$  的引力能  $m_{ss} C^2$  转换而来。这种转换并不表示  $m_{ss} C^2$  消失, 而只是隐形于  $m_{ss}$  中。但是, 当  $m_{ss}$  由辐射转变为粒子时, 仍然会具有等量的引力能  $m_{ss} C^2$ 。这完全符合质量—能量互换定律。这其实就是说, 霍金辐射粒子  $m_{ss}$  具有 3 重性, 表示同时具有 3 种运动状态, 即同时具有引力能  $m_{ss} C^2$ , 热能  $\kappa T_b$  和辐射能  $\nu h/2\pi$ 。

### § 2. 我对物体发射热辐射能量本质的理解如下:

设有一块纯铁, 在其温度由 1100C 降低到 100C 时, 每个铁原子粒子的质量为  $m_f$ , 则,  $m_f \approx 55.847 \times 1.67 \times 10^{-24} g \approx 93 \times 10^{-24} g$ 。

铁在 1100C 时所发射的热辐射的能量  $E_r$ ,  $E_r = Ch/2\pi\lambda = \nu h/2\pi$ ,  
热辐射粒子的热能  $E_p$ ,  $E_p = \kappa T_b$ ,

由于辐射-粒子的波粒二重性, 两种状态的能量是同时并存, 且应该完全相等,

$$第一. E_r = E_p, \quad 即 \quad \kappa T_b = Ch/2\pi\lambda = \nu h/2\pi \quad (2.1),$$

如果 (2.1) 正确, 在 1100C 时, 热辐射波长  $\lambda_{1100} = Ch/2\pi\kappa T_b = 2 \times 10^{-2} cm$ , 即相当于发射红外线, 而在 100C 时, 热辐射波长  $\lambda_{100} = 2.3 \times 10^{-3} cm$ , 即发射波长更长的红外线。

第二。 $E_r$  和  $E_p$  的能量从何而来？无疑只能来源于铁原子中的某一微小部分的引力能  $E_g = m_g C^2$ 。比如电子的振动或者跃迁所发射的电磁波。所以，所发射的热辐射的相当的静止质量  $m_g$ ，

$$m_g = \kappa T_b / C^2, \quad (2.2)$$

如果 (2.2) 正确，铁在 1100C 时，其所发射的热辐射的相当的静止质量  $m_{g1100} = 1.7 \times 10^{-34} \text{g}$ 。同样，铁在 100C 时，其所发射的热辐射的相当的静止质量  $m_{g100} = 0.15 \times 10^{-34} \text{g}$ 。

第三。当引力能  $E_g$  转变为辐射能即热能时， $m_g$  并没有消失。如果认为  $m_g$  是隐藏在辐射粒子中，也就是说，辐射后的粒子（即辐射）中同时存在 3 种状态。此时，3 种能量  $E_g$ 、 $E_r$  和  $E_p$  就是并存的，即  $E_g = E_r = E_p$  是形影不离的。

第四。既然  $E_r$  和  $E_p$  是由  $E_g$  转变而来，那么，当铁在 1100C 发射热辐射后，每个原子就会损失质量  $m_{g1100} = 1.7 \times 10^{-34} \text{g}$ ，其损失的相对质量  $m_g / m_f \approx 10^{-16}$ 。

虽然这种损失对每个铁原子来说，极其微小，无法测量出来，但还是有质量损失，对不对？

如果上面的计算是正确的话，如果有一座  $10^{16}$  克的大山，在 1100C 时发射热辐射，就会损失 1 克的质量。如果这大山的温度从 1100C 降低到 100C，就会损失 1 公斤的质量。

问题最后归结为：热辐射-粒子的 3 种状态所代表的 3 种能量  $E_g$ 、 $E_r$  和  $E_p$  是永远同时存在在一起永不分离呢？还是这 3 种状态中只能独立存在 1 种，或者有 2 种可以同时并存？

作者理解是：粒子的引力能（即相对应的引力质量）是物质的实质，在变为热辐射时，引力能和能量应该还被包容在热辐射内，比如，当此热辐射在强引力场中运动时，仍然会产生偏折。当其被吸收时，仍然会有引力质量。

**§ 3. 能量转变的关键在于阀温（阈值温度） $T_b$ ：**现在来考察(2a),(2b),(2c)和(2d)等式，并不是任一大小的  $m_{ss}$  或者  $m_{ss} C^2$  都可以转变为  $\kappa T_b$  和  $Ch/2\pi\lambda$  的，只有在  $T_b$  达到一定值时，物体内部相对应的  $m_{ss} = \kappa T_b / C^2$  才能转变为相对应的辐射  $h/(2\pi\lambda C)$ 。当某一个  $M_o = m_o + m_{ss} > m_{ss}$  时，只有达到了  $T_b$  的  $m_{ss}$  才会转变为辐射，而  $m_o$  部分是不可能变的。

**第一。从作者过去发表《对黑洞和宇宙起源的新观念和新的完整论证》<sup>[2][3]</sup> 2 文中可以知道，当黑洞收缩到最后达到宇宙的最高温度  $T_b = 10^{32} \text{k}$  时，整个宇宙中的最小黑洞（也是宇宙中的最大粒子） $M_b = 10^{-5} \text{g}$  会全部转变为辐射能，其波长  $\lambda = 10^{-33} \text{cm}$ ，即达到了 Planck Era (普朗克领域)，见下面表一。**

当一个微型黑洞的质量  $M_b = 10^{15} \text{g}$  时，它在其视界半径上的温度  $T_b = 10^{12} \text{k}$ 。此时，整个质子  $m_p = 10^{-24} \text{g}$  会转变为波长  $\lambda = 10^{-13} \text{cm}$  的辐射。见下面表一。

**第二。现在来看看我们太阳内部的核聚变反应情况。**太阳核心的核聚变是高效的氢聚变成氦，也就是 4 个氢原子聚变成 1 个氦原子，这个过程可以有千分之 7 的物质转换成能量。从周期表看，氢原子质量  $H = 1.0079$ 。氦原子  $H_c = 4.0026$ 、当太阳内部核反应时，4 H 变成为 1 个  $H_c$ 。即  $1.0079 \times 4 - 4.0026 = 4.0316 - 4.0026 = 0.029$ 。而  $0.029/4.0316 = 0.00719$ 。就是说，当 4 H 变成为 1 个  $H_c$  时，只有千分之 7 的质量损失。

这千分之 7 的 4 个质子质量的损失共产生出了 2 个中微子 + 2 个正电子 + 3 个高能光子 ( $\gamma$  射线)。<sup>[9]</sup> 2 个中微子会立即跑出太阳而带去很少部分能量-物质。2 个正电子会找到 2 个负电子后湮灭成  $\gamma$  射线，再转变为辐射能。正是这些高能光子 ( $\gamma$  射线) 的高温高速运动维持住太阳核心质子的高温高速运动，使太阳内部的核反应温度保持约为  $1.5 \times 10^7 \text{k}$ 。而不停地将其余的氢逐渐地转变成氦。当然也会继续生产出更多的高能光子 ( $\gamma$  射线)。为了维持太阳核心温度的平衡，就必须有多余的高能光子逃出核心。

而旧的多余的高能光子 ( $\gamma$  射线) 要经过很长的时间才能逃离出太阳核心。我们知道，太阳的表面温度大约为 5,800k。当高能光子从太阳核心的表层逃出达到太阳表面时，由于沿途温度的降低而导致辐射能的降低。这表明原来在太阳核心的高能量光子达到太阳表面时，会降低温度和增加波长（红移），变成约为 5,800k 的低能量可见光子而辐射出来。

同时，因为温度是许多高低温粒子温度的平均值，其差别是相当大的。比如，在 5,800k 的太阳表面，可能有许多比 5,800k 能量高得多的粒子和能量低得多的粒子。

第三。现在将太阳表面温度 5,800k 作为阀温  $T_b$ ，即使  $T_b = 5,800 \text{k}$ ，其相对应的质量  $m_{sf}$  为， $m_{sf} = \kappa T_b / C^2 = 10^{-33} \text{g}$ 。因此， $m_{sf}$  所对应的辐射能的波长  $\lambda_{sf} = h/(2\pi C m_{sf}) = 10^{-5} \text{cm} = 10^{-7} \text{m}$ 。这就表明太阳所发射的辐射能的波长  $\lambda_{sf}$  只能  $> 10^{-7} \text{m}$ ，这就是太阳向外发射电磁波，可见光和无线电波的原因。而  $10^{-7} \text{m}$  是紫外线的外端而近于 X 射线。所以太阳是较少发射高能量的 X 射线和难发射  $\gamma$  射线的。

**结论：从上面的计算表明，黑洞发射霍金辐射的机理在本质上是与太阳发射可见光是一样的，毫无差别。也与任何一个物体或者黑体发射热辐射的道理完全一样。都是辐射能的相当的引力质量逃脱太阳或者黑**

洞引力约束的结果。而所有近代的科学家用真空虚粒子去解释黑洞发射霍金辐射完全是故弄玄虚的吓人伎俩。真空能没有一个确定的数值，也是无法计算的。但是并不否认真空中有一些很低的能量，其密度可能近于宇宙的密度  $10^{-30} \text{g/cm}^3$ 。科学家们计算出来的过高的真空能密度是没有观测和实验依据的。

#### § 4. 现在来看这黑洞的霍金辐射 $m_{ss}$ 是如何发射出去的。

由于霍金辐射粒子  $m_{ss}$  在视界半径  $R_b$  上的温度值  $T_b$  并不是一个绝对的准确值,并不在每一瞬间等于阈值  $T_b$ 。按照热力学原理,  $T_b$  取决于粒子的平均动能, 即其平均速度。就是说,  $m_{ss}$  的瞬实际温度  $T_{br}$  是在  $T_b$  的上下变(振)动, 当某一瞬间, 当  $m_{ss}$  震荡到  $R_b$  的外界而失去其一些能量时, 它就回不来了。这就是霍金辐射, 即向外发射一个  $m_{ss}$  的正粒子。这个  $m_{ss}$  正粒子并不是像霍金和所有科学家们所设想的那样, 它是原来就存在于黑洞外面真空中的虚粒子对中, 由于被黑洞吸收一个负粒子后而残存下来的那一个正粒子。

第一. 当黑洞外附近的温度  $T_w < T_b$  时, 如果外界粒子的质量  $m_{ssw}$  均小于  $m_{ss}$ , 此时外界的能量-物质不能被吞噬进黑洞内部, 于是在  $R_b$  上面和黑洞附近内部对应于  $T_b$  的辐射能量和  $m_{ss}$  的粒子会很自然地由高温逃向外界的低温, 由高能奔向低能, 而以霍金辐射的形式逃出黑洞的  $R_b$  进入外界。而后, 黑洞由于失去  $m_{ss}$  而相应地缩小了  $R_b$  和提高  $R_b$  上阈值温度  $T_b$ , 这样, 先前逃出黑洞的那个  $m_{ss}$  的能级就更低于新的  $T_b$  的能级, 能级差距的增大使得已在黑洞外面的  $m_{ss}$  无法再回到黑洞,  $m_{ss}$  就这样成为逃出黑洞的霍金辐射。此后, 黑洞就一直不停地向外界发射霍金辐射, 收缩体积和提高温度和密度, 直到最后收缩成为 2 个质量  $M_{bm} \approx 10^{-5} \text{g}$  的最小引力黑洞在强烈的爆炸中消亡于普朗克领域。<sup>[2]</sup>

以上是 将  $m_{ss}$  当作粒子看待时的状况。从下面的表一看, 黑洞所发射的霍金辐射  $m_{ss}$  都是很小的质能, 从  $10^{-5} \text{g} \sim 10^{-66} \text{g}$ , 因此,  $m_{ss}$  作为辐射波, 就是振动。这就是量子力学所说的波粒二重性。 $m_{ss}$  作为波动, 它就有振幅, 有波峰和波谷。也就是说,  $m_{ss}$  是在黑洞的视界半径  $R_b$  上振动。如果外界的温度和能量低, 在  $R_b$  外徘徊的  $m_{ss}$  就会失去能量而脱离黑洞  $M_b$  的引力束缚, 离开  $R_b$  而暂时留在  $R_b$  的外面。但是, 由于  $M_b$  失去一个  $m_{ss}$  后而减少一点质量, 提高了  $R_b$  上的温度阈值  $T_b$ , 此时留在外面的那个  $m_{ss}$  就因温度降低就回不去了。于是  $m_{ss}$  就成为一个留在外面的正粒子。这就是霍金辐射, 它是从黑洞内跑出来的。而不是如“真空虚粒子对”所说负粒子被黑洞吸收后, 而残留在外面的正粒子。这就是本文对霍金辐射的解释。

下面就不再重复  $m_{ss}$  霍金辐射的波动解释。

第二. 当外界  $R_b$  附近的温度  $T_w > T_b$  时, 或者外界粒子的质量  $m_{ssw} > m_{ss}$  时,  $m_{ss}$  会很自然地吸收外界的高温能量以提高自己能级而被吸入黑洞内或者随着外界的高温高能辐射一起流向低温的黑洞体内。当然  $m_{ssw}$  也会被吞噬进黑洞。于是黑洞一边吞噬外界能量-物质, 而一边膨胀体积和降低温度。直到吞噬完外界所有能量-物质为止。此后, 黑洞即不再膨胀, 转而向空空的外界发射霍金辐射, 并同时收缩体积和提高温度和密度, 这个过程会不停地继续下去, 直到最后收缩成为 2 个质量  $M_{bm} \approx 10^{-5} \text{g}$  的最小引力黑洞在强烈的爆炸中消亡。<sup>[2]</sup>

第三. 当外界  $R_b$  附近的温度  $T_w = T_b$ , 和外界粒子的质量  $m_{ssw} = m_{ss}$  时, 因为  $m_{ssw}$  与  $m_{ss}$  在黑洞  $R_b$  上可互相来回进出(震荡)  $R_b$  内外。黑洞  $R_b$  上的温度  $T_b$  只对应一个确定值  $m_{ss}$ 。就是说, 在一个确定的时间, 黑洞只发射一个确定的  $m_{ss}$ , 但是外界的  $m_{ssw}$  却可能存在许多个。因此, 黑洞  $M_b$  会因吞噬更多的  $m_{ssw}$  而增加质量和  $R_b$ , 并相应地降低温度  $T_b$ 。于是与外界温度差距的增大, 变成黑洞外界附近的温度  $T_w > T_b$  的状况, 这就回到上面第二的情况和结果。

结论: 黑洞向外发射的霍金辐射  $m_{ss}$  就是在其视界半径  $R_b$  上自然地由高能向低能的流动, 是  $m_{ss}$  上瞬时的热压力  $>$  引力而迫使其逃离黑洞的结果。同样, 当  $R_b$  外附近的粒子  $m_{ssw}$  的能量高于  $m_{ss}$  时,  $m_{ssw}$  就会自然地被黑洞吸收。这是一个很简单而自然的粒子由高能流向低能的过程, 完全不需要假设的所谓“真空中的虚粒子”来显神通。

#### § 5. 黑洞寿命的霍金公式, 表一是 7 种不同大小类型黑洞的参数值的计算结果,

$\tau_b$  --- 黑洞的寿命,  $n_i$  --- 黑洞  $M_b$  内的粒子  $m_{ss}$  的数目,

$$\tau_b \approx 10^{-27} M_b^3 \text{ [2][5]} \quad (2e)$$

$$d\tau_b \approx 3 \times 10^{-27} M_b^2 dM_b \quad (2f)$$

$$n_i = M_b / m_{ss} = 1.187 \times 10^{-10} \text{g}^2 / m_{ss}^2 \quad (2g)$$

两个基本粒子(虚粒子也应该一样)的产生和湮灭的时间 Compton Time  $t_c$ ,

$$t_c = h/4\pi m_{ss} C^2 = h/4\pi m_{ss} C^2 \text{ [6]} \quad (2h)$$

在(2f)式中, 如果  $dM_b = m_{ss}$  时, 则  $d\tau_b$  就是黑洞  $M_b$  发射一个霍金辐射粒子  $m_{ss}$  所需的时间。  $\lambda_{ss} \sim m_{ss}$  的辐射波长,  $\nu_{ss} \sim m_{ss}$  的辐射频率。表一是根据以上公式对不同质量的黑洞的在其视界半径上的各种参数所作的

计算数值。黑洞的使瓦西时间  $t_s$ ，即光从黑洞中心到达其视界半径  $R_b$  的时间。

$$t_s = R_b/C, \quad (2i)$$

一般来说,  $t_c < t_s$ .<sup>[6]</sup> (2h)

表一: 7种不同类型黑洞的参数值的计算结果

黑洞	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
	最小黑洞	微型黑洞	中型黑洞	月亮质量黑洞	恒星级黑洞	巨型黑洞	我们宇宙黑洞
$M_b$ (g)	$10^{-5}g$	$10^{15}g$	$2 \times 10^{18}g$	$10^{26}g$	$6 \times 10^{33}(3M_\odot)$	$10^{42}g(10^9M_\odot)$	$10^{56}g$
$R_b$ (cm)	$1.5 \times 10^{-33}$	$1.5 \times 10^{13}$	$3 \times 10^{10}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$9 \times 10^5$	$1.5 \times 10^{14}$	$1.5 \times 10^{28}$
$T_b$ (k)	$0.8 \times 10^{32}$	$0.8 \times 10^{12}$	$0.4 \times 10^9$	8	$1.3 \times 10^{-7}$	$7 \times 10^{-16}$	$7 \times 10^{-30}$
$\tau_b$ (s.yrs)	$10^{-42}s$	$10^{10}yrs$	$8 \times 10^{27}$	$10^{44}yrs$	$10^{66}yrs$	$10^{92}yrs$	$10^{134}yrs$
$\rho_b$ (g/cm <sup>3</sup> )	$7 \times 10^{92}$	$7 \times 10^{52}$	$2 \times 10^{46}$	$7 \times 10^{30}$	$1.5 \times 10^{15}$	$7 \times 10^{-2}$	$7 \times 10^{-30}$
$m_{ss}$ (g)	$10^{-5}$	$10^{-24}$	$10^{-27}$	$10^{-36}$	$1.6 \times 10^{-44}$	$10^{-52}$	$10^{-66}$
ni	1	$10^{39}$	$4 \times 10^{46}$	$10^{62}$	$4 \times 10^{77}$	$10^{94}$	$10^{122}$
$\lambda_{ss}$ (cm)	$3 \times 10^{-33}$	$3 \times 10^{-13}$	$6 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^6$	$3 \times 10^{14}$	$3 \times 10^{28}$
$d\tau_b$ (s)	$3 \times 10^{-42}s$	$3 \times 10^{-21}$	$10^{-18}$	$3 \times 10^{-11}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^5$	$10^{12}yrs$
$v_{ss}$ (s <sup>-1</sup> )	$10^{43}$	$10^{23}$	$0.5 \times 10^{20}$	$10^{12}$	$0.17 \times 10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-18}$
$t_s$ (s)	$0.5 \times 10^{-43}$	$0.5 \times 10^{-23}$	$10^{-20}$	$0.5 \times 10^{-12}$	$3 \times 10^{-5}$	$0.5 \times 10^4$	$0.5 \times 10^{18}$
$E_r$ (erg)	$10^{16}$	$10^{-3}$	$10^{-7}$	$10^{-15}$	$10^{-23}$	$10^{-31}$	$10^{-45}$
$t_c$ (s)	$0.6 \times 10^{-43}$	$0.6 \times 10^{-24}$	$0.6 \times 10^{-21}$	$0.6 \times 10^{-12}$	$0.6 \times 10^{-4}$	$0.6 \times 10^4$	$0.6 \times 10^{18}$

### 【III】.对黑洞发射霍金辐射的进一步分析和结论如下:

§ 1. 黑洞的霍金辐射粒子  $m_{ss}$  是黑洞质量  $M_b$  在其视界半径  $R_b$  上达到了引力与辐射压力(热压力)的瞬时平衡, 见公式(1a).<sup>[2]</sup> 同时以  $R_b$  上的温度  $T_b$  为阈值, 将粒子或辐射的质能  $m_{ss}C^2$  转变为对等的热能  $\kappa T_b$  和对等的辐射能  $vh/2\pi$  而辐射到黑洞外面去。 $m_{ss}$  之所以能辐射到黑洞外面, 是因为  $m_{ss}$  在  $R_b$  上的瞬时温度和速度都不是一个绝对的定值, 而是在围绕  $T_b$  值上下波动。当一个  $m_{ss}$  的瞬时波动到稍稍小于  $T_b$  值时,  $M_b$  对  $m_{ss}$  的引力就减少了一点点。于是  $m_{ss}$  就逃脱到了黑洞  $M_b$  的束缚而流落到黑洞的外面。此时, 黑洞由于失去一个  $m_{ss}$  而收缩, 并且  $T_b$  也有一点点地提高, 也就是说, 黑洞在  $R_b$  上的能级有所升级。于是流落在黑洞外面的  $m_{ss}$  就再也回不到黑洞里面去了。这样, 对应于提高了的  $T_b$ , 而后, 黑洞又有稍大一点  $m_{ss}$  可以逃到黑洞外面。如此这般, 黑洞会因不停地发射一个比一个大的霍金辐射粒子  $m_{ss}$  而最后收缩成为 2 个相等的  $M_{bm} \approx 10^{-5}g$  的最小黑洞而消亡。这就是黑洞不停地发射霍金辐射而最后消亡的本质和过程。<sup>[2]</sup>

§ 2. 表一中黑洞质量  $M_b$  从  $10^{-5}g \sim 10^{56}g$  就是我们宇宙从诞生到现今的膨胀过程和演变历史。我们宇宙在 137 亿年以前诞生于无数宇宙最小黑洞  $M_{bm} \approx 10^{-5}g$  的碰撞与合并, 其膨胀过程历经上面表一中各个黑洞阶段, 而成为现今  $M_u = 10^{56}g$  的宇宙大黑洞。<sup>[2][3]</sup> 如果现今宇宙大黑洞外面已无能量-物质可被吞噬, 宇宙黑洞就会一直发射霍金辐射, 在经过约  $10^{134}$  年以后, 收缩成为 2 个  $M_{bm} \approx 10^{-5}g$  的最小黑洞消亡在普朗克领域。如果宇宙黑洞外尚有能量-物质可供吞噬, 那么, 宇宙黑洞就会在吞噬完所有能量-物质后, 发射霍金辐射而收缩, 最后收缩成为 2 个  $M_{bm} \approx 10^{-5}g$  的最小黑洞而消亡。不过宇宙的寿命就会大大的增加, 而  $\gg 10^{134}$  年。<sup>[3]</sup>

§ 3. 表一中前 4 种黑洞(最小黑洞, 微型黑洞, 中型黑洞, 月亮质量黑洞)不可能存在于现今宇宙中, 它们是宇宙演变中曾经短暂地存在于辐射时代 (Radiation Era) 结束之前的时期。在那个时期内的每个短暂的瞬间, 宇宙内辐射与粒子的转换都达到瞬时的热平衡的状态。宇宙各处的温度和密度相差极微, 它们在各个阶段出现时, 只能随着宇宙的均匀膨胀而消失, 而不可能残存到现今的宇宙空间。只有在宇宙膨胀发展到辐射时代结束之后, 进入物质占统治的时期, 宇宙中的辐射与物质粒子才完全解耦和分离。而且由于它们的能量级别相差太大, 这才形成宇宙中的物质粒子密度的极大差异。于是, 庞大物质粒子团的集结和塌缩才形成了恒星, 星系和星系团。它们进一步的塌缩才造成恒星级黑洞和巨型黑洞。<sup>[2][3][4]</sup>

### § 4. $M_{bm} \approx 10^{-5}g$ 最小黑洞:

由表一中可见, 这是宇宙的最小黑洞, 也是宇宙中的最高能量粒子。其温度高达  $10^{32}k$ , 密度高达  $10^{93}g/cm^3$ , 寿命短到  $10^{-43}s$ , 我们宇宙诞生于这些极大量的最小黑洞的碰撞和合并, 最后也会收缩到 2 个最小黑洞而消亡。

这种黑洞只能出现于宇宙出生和消亡的瞬间, 因为其温度达到了  $10^{32}\text{k}$  的宇宙最高温度。在宇宙演变的漫长过程中, 这种黑洞绝不可能再出现和存在, 也不可能被人地制造出来。因为它是宇宙中有最高能量密度和温度的粒子, 也是宇宙中寿命最短的粒子, 其寿命只有大约  $10^{-43}$  秒。<sup>[2][3]</sup>

#### § 5. $M_b \approx 10^{15}\text{g}$ 微型黑洞:

第一。因为这种级别的黑洞的年龄相当于宇宙的年龄, 霍金和一些科学家认为这种黑洞会由宇宙的原初黑洞而保存在现今的宇宙空间。<sup>[1][2]</sup>作者已经充分地论证了此种黑洞不可能保存下来, 也不可能在恒星级黑洞内部生成。<sup>[2]</sup> (可参见上面的 § 3) 因此, 30 多年来, 科学家们无法探测到它的存在。此种黑洞的另外几个重要的特点是:

第二。其视界半径尺寸只有一个原子核的大小;

第三。它所发射的霍金辐射粒子  $m_{ss}$  质能相当于一个质子  $m_p = 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$ ;

第四。此种黑洞总质量  $M_b$  由相当于  $10^{39}$  个  $m_p = 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$  质子质量的粒子组成, 也就是说该黑洞发射的霍金辐射粒子是质子或与质子质量相当的辐射能量;

第五。我们知道  $10^{39}$  这个神秘的无量纲大数是静电力比引力大的倍数, 也是狄拉克提出“大数假说”的依据, 是否隐藏着自然界更多的秘密还不得而知。 $10^{39}$  使许多科学家深感兴趣。

#### § 6. $M_b \approx 10^{19}\text{g}$ 中型黑洞:

这种类型黑洞最显著的特点是其所发射的霍金辐射粒子  $m_{ss}$  的质能相当于一个电子质量  $m_e \approx 10^{-27}\text{g}$ 。这就是说, 凡是大于  $M_b \approx 10^{19}\text{g}$  的黑洞, 其所发射的霍金辐射粒子  $m_{ss}$  的质量就小于电子了。

#### § 7. $M_b \approx 10^{26}\text{g}$ 月亮质量黑洞:

这类黑洞在其视界半径  $R_b$  上的温度  $T_b \approx 2.7\text{k}$ , 这接近于宇宙的微波背景辐射的温度  $2.7\text{k}$ 。这就是说, 如果在宇宙空间有一个孤立的  $M_b \approx 10^{26}\text{g}$  黑洞, 而它的温度  $T_b > 2.7\text{k}$ , 它就无法吞噬宇宙中的能量, 只能向宇宙空间发射相当于  $m_{ss} > 10^{-36}\text{g}$  能量的辐射, 而收缩其体积。这样一直发射霍金辐射而收缩的最后结果, 最后收缩成为 2 个  $M_{bm} \approx 10^{-5}\text{g}$  最小黑洞在普朗克领域产生一阵最强烈的  $\gamma$  射线暴而消亡。

如果这个孤立的  $M_b \approx 10^{26}\text{g}$  黑洞的温度  $T_b < 2.7\text{k}$ , 它就会吞噬完其周围的能量后, 再发射霍金辐射而收缩, 其最后结果也就是就是收缩成为 2 个  $M_{bm} \approx 10^{-5}\text{g}$  最小黑洞在普朗克领域产生一阵最强烈的  $\gamma$  射线暴而消亡。事实上科学家已经探索到了宇宙空间存在着孤立的大黑洞, 其质量大于普通恒星级黑洞, 即大于  $3M_\odot$ 。

#### § 8. $M_b \approx 6 \times 10^{33}\text{g}(3M_\odot)$ 恒星级黑洞:

这类黑洞是确实存在于宇宙空间的实体, 它们是由于新星或超新星的爆炸后, 其中心的残骸在巨大的内压力下塌缩而成。也有可能由于双星系统中的中子星在吸收其伴星的能量-物质后, 当质量超过  $3M_\odot$  的奥本海默-沃尔科夫极限时, 就会塌缩成为一个恒星级黑洞。由于宇宙中的星体多为双星系统或多星系统, 因此, 黑洞大多数隐藏于双星系统中。由于恒星级黑洞的温度  $T_b \approx 10^7\text{k}$ , 即  $T_b \ll 2.7\text{k}$  的宇宙微波背景辐射的温度, 所以它只会吸收其伴星和其周围的能量-物质而继续增长其质量。它的寿命一般大于  $10^{66}$  年, 而所发射的霍金辐射的能量非常微弱, 相当于  $m_{ss} \approx 10^{-44}\text{g}$ 。

#### § 9. $M_b \approx (10^7 \sim 10^{12}) M_\odot$ 巨型黑洞:

此巨型黑洞存在于星系团的中心, 在宇宙进入物质为主的时期后的早期形成。现在已经观察到宇宙早期大爆炸后 1 亿年形成的巨型黑洞。类星体是其中的一些巨型黑洞的少年时期。由于它们都处在星系团的中心, 其外围尚有大量的能量-物质可供吞噬, 因此, 它们还在继续长大。直到吞噬完外围所有的能量-物质后, 才会极慢地发射极微弱的霍金辐射。其寿命将大到  $10^{76-101}$  年。<sup>[3]</sup>

#### § 10. $M_{bu} \approx 10^{56}\text{g}$ 的我们宇宙巨无霸黑洞:

作者已完全证实我们现在的宇宙就是一个宇宙大黑洞。<sup>[3]</sup> 哈勃定律所反映的宇宙膨胀规律就是我们宇宙黑洞吞噬外界能量-物质所造成的膨胀规律。我们宇宙现在实测的准确年龄是 137 亿年。如果我们宇宙黑洞外面现在已无能量-物质可供吞噬, 它就会不停地发射霍金辐射和不停地收缩下去, 直到经历  $\approx 10^{134}$  年后, 最后收缩成为 2 个  $M_{bm} \approx 10^{-5}\text{g}$  最小黑洞在普朗克领域产生一阵最强烈的  $\gamma$  射线暴而消亡。<sup>[2][3]</sup>

但是我们宇宙黑洞现在还在膨胀, 这表明宇宙外面还有能量-物质可供吞噬。因此, 我们宇宙黑洞的质量和年龄还在继续增长, 直到吞噬完所有外围的能量物质后, 宇宙黑洞才会不停地发射霍金辐射和不停地收缩

下去,最后收缩成为2个  $M_{\text{bm}} \approx 10^{-5}\text{g}$  最小黑洞爆炸消亡。这样我们宇宙的年龄将会  $\gg 10^{134}$  年。从表一的计算数据可看,我们宇宙黑洞现在发射的霍金辐射粒子  $m_{\text{ss}} \approx 10^{-66}\text{g}$ ,在经过  $\approx 10^{12}$  年后,才能再发出另外一个霍金辐射粒子。而  $10^{12}$  年比宇宙现在的年龄 137 亿年还长呢。

### § 11. 再从表一中的计算数据看霍金辐射的特性:

由(2b), (1c)和(1d)式,可以得出各种黑洞的霍金辐射波长  $\lambda_{\text{ss}}$  与该黑洞视界半径  $R_{\text{b}}$  的简单关系式如下,

$$\lambda_{\text{ss}} = 2R_{\text{b}} \quad (3a)$$

还可以得出各种黑洞的霍金辐射的频率  $\nu_{\text{ss}}$  与黑洞的使瓦西时间(光从黑洞中心到达其视界半径  $R_{\text{b}}$  的时间)  $t_{\text{s}}$  的简单关系式如下如下,

$$2\nu_{\text{ss}} t_{\text{s}} = 1, \text{ 或者 } \nu_{\text{ss}}(2t_{\text{s}}) = 1 \quad (3b)$$

表一中计算出的  $\lambda_{\text{ss}}$ ,  $R_{\text{b}}$ ,  $\nu_{\text{ss}}$  和  $t_{\text{s}}$  的数值完全符合(3a)和 (3b)式。其物理意义非常明显,即黑洞所发射的每一个霍金辐射的波长均等于该黑洞在发射霍金辐射同时的视界直径。换句话说,黑洞只发射等于其视界直径波长的霍金辐射。如此一来,(3b)式的物理意义就不言自明了。即,光(辐射)在黑洞内走完其直径的时间,恰好为霍金辐射震动一次。因此,大黑洞发射霍金辐射的这种极低频率的震动由于其能量极其微弱,现在尚没有如此精密的仪器可以观测得到。对于我们现在的宇宙黑洞来说,其发射的霍金辐射的波长恰好等于宇宙现在的视界直径。这就是说,现在宇宙黑洞所发射的霍金辐射已经不是极低频率的电磁波,而可能就是引力波了。附注:(3a)和(3b)式似乎有点弦论中弦的特征了。

### § 12. 从(#1~#7)黑洞发射的霍金辐射 $m_{\text{ss}}$ 的相当的质量去分析,可以从中看出一些有趣的现象。

第一。从(#1~#2)黑洞,即黑洞  $M_{\text{b}} \leq 10^{15}\text{g}$  发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量  $m_{\text{ss}} = \underline{m}_{\text{p}} \geq 1.66 \times 10^{-10}\text{g}$ ,即发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量是质子  $m_{\text{p}}$  和大于  $m_{\text{p}}$  的超子。

第二。而  $10^{15}\text{g} < M_{\text{b}} \leq 2 \times 10^{18}\text{g}$  的黑洞,即#2~#3之间的黑洞,其所发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量是  $\geq m_{\text{e}}$  的电子质量。

第三。而  $2 \times 10^{18}\text{g} < M_{\text{b}} \leq 6 \times 10^{33}\text{g}$  的黑洞,即介于#3~#5之间的黑洞,其所发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量是电磁波,即从  $\gamma$  射线到无线电波段的电磁波。

第四。 $M_{\text{b}} \geq 6 \times 10^{33}\text{g}$  的黑洞,即等于大于恒星级质量的黑洞直到我们的巨无霸宇宙黑洞,也就是#5, #6, #7的大黑洞,其所发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量应该是引力波。

### § 13. 用真空场的虚(负能)粒子解释黑洞霍金辐射的困难:

从表一中大小不同黑洞  $E_{\text{r}}$  的巨大差别而已看出,最小黑洞的  $E_{\text{r}}$ : 宇宙黑洞的  $E_{\text{r}} = 10^{60}$ 。宇宙中各种大小质量不同的黑洞都可能出现,而不同质量的黑洞发射的霍金辐射  $m_{\text{ss}}$  的相当的质量从(#1~#7)的倍数  $= 10^{-5}\text{g} / 10^{-66}\text{g} \approx 10^{61}$ 。因此,宇宙空间中各处只有有可能同时存在和出现能量相差  $10^{60}$  倍的各种虚粒子才能满足各种黑洞的不同需求。这有可能吗?

霍金认为微小黑洞有强引力场,所以能极化其外部的真空海而产生虚粒子。但是,在现实的宇宙中,具有强引力场的  $M_{\text{b}} \leq 6 \times 10^{33}\text{g}$  的微型和中型黑洞根本不存在。从上面的一节可见,宇宙中只存在  $M_{\text{b}} > 6 \times 10^{33}\text{g}$  的恒星级黑洞和巨型黑洞,它们引力场是非常微弱的。按照霍金的解释,这类巨型黑洞似乎就难以极化其外部的真空而产生虚粒子对了,真空狄拉克海的概念就不适用了。因此,只有本文中用经典理论解释黑洞的霍金辐射才是普遍有效的。其机理与太阳发射可见光和物体发射热辐射没有什么原则上的差别。

### 【IV】.讨论和总结:

由此可见,用真空里的虚粒子对的产生和湮灭来解释黑洞的霍金辐射有些牵强而缺乏普适性和自洽性。

§ 1。“大家可能不相信真空能有这么大的力量,但是实际上真空中蕴含的能量非常之大,有国外的科学家计算过,他们当时用量子力学的观点来进行计算,说是一立方厘米里蕴含着 10 的 95 次方克的能量。”<sup>[8]</sup>不幸的是,按照量子场论所计算的真空能值比在真空中实际的观测值要大  $10^{122}$  倍。因为我们宇宙现在实际的能量物质密度  $\approx 10^{-30}\text{g}/\text{cm}^3$ ,专家们计算出的真空能  $\approx 10^{93}\text{g}/\text{cm}^3$ 。所以计算出来真空能  $\approx 10^{93}\text{g}/\text{cm}^3 =$  实际上普朗克密度 = 即上面表一中最小黑洞  $M_{\text{bm}} \approx 10^{-5}\text{g}$  的密度 = 我们宇宙诞生时的密度。

这就是真空能  $\approx 10^{93}\text{g}/\text{cm}^3$  比宇宙现在实际的能量物质密度大  $\approx 10^{122}\text{g}/\text{cm}^3$  的由来。如果这种观念,理论和计算都正确的话,我们现在的宇宙空间的  $1\text{cm}^3$  内有多少个宇宙的总质量呢?我们现在宇宙的总质量  $\approx 10^{56}\text{g}$ ,当它处在  $10^{93}\text{g}/\text{cm}^3$  密度时,其半径  $R \approx 10^{-12}\text{cm}$ 。这就是说,我们现在的宇宙空间的  $1\text{cm}^3$  内就有  $\approx 10^{36}$  个现有

宇宙  $\approx 10^{36}$  我们现有的宇宙的总质量。这可信吗？可见，“量子真空能”本身现在尚只是处在一种物理概念的状态，而不是已经量化的物理科学的真实和规律。用真空能来解释霍金辐射没有可信度。而黑洞的霍金辐射  $m_{ss} = \kappa T_b / C^2$  是已经量化的科学规律。所以，只有本文中用经典理论解释霍金辐射才是正确和科学的。

§ 2. 量子真空会被微型黑洞周围的强引力场所极化？但是，宇宙现实中的黑洞都是大型黑洞如恒星级黑洞和巨型黑洞，它们周围的引力场就极其微弱，能否极化外围空间产生虚粒子对呢？而且，黑洞的特性是质量愈大，所发射霍金辐射粒子的质量  $m_{ss}$  愈小，就是说，其极化的能力就变得愈弱。特别是，当一个黑洞快速地吞噬了大量的外界能量-物质时，它就会连续快速地发射由大变小的许多种  $m_{ss}$ 。这在用本文中的经典理论解释时是自然而然的事，因为视界半径上的霍金辐射粒子的质量  $m_{ss}$  会随其  $T_b$  而变，而  $T_b$  会随  $M_b$  值的改变而单值地改变，就能自然地连续发射不同的  $m_{ss}$ 。但在用“真空虚粒子对”解释时，就很难想象，随着黑洞质量的连续增加，其所极化的外面的许多“虚粒子对”的质量也相应地连续地减小。那么，真空中的粒子对究竟有无质量和数量的限制？能像变魔术似的对黑洞有求必应吗？

§ 3. 虽然黑洞本身的中性即呈正能量的特性有较大的几率吸收外面“真空海的负粒子”。但是由于各种黑洞的质量的差别极其悬殊，因而造成其视界半径上的霍金辐射粒子的质量和能量的差别也跟着极其悬殊。这就要求黑洞周围所产生的虚粒子对的质量和能量也会随着不同质量的黑洞而极其悬殊地出现和改变，或者要求黑洞视界半径外的真空中储备有各种能量极其悬殊的虚粒子对被黑洞选择，或者这些虚粒子对的能力可以随意的改变以迎合黑洞不同的  $m_{ss}$  的需要，这有可能吗？同时，如果黑洞外面附近真有各种不同能量级别的虚粒子对存在，而随时随地分分合合地产生和湮灭，那么，黑洞为什么恰好在一一定的瞬时只吸收  $= m_{ss}$  的负虚粒子，而不吸收外面附近  $> m_{ss}$  或者  $< m_{ss}$  的负虚粒子呢？因为在黑洞内部的粒子不可能全部都是  $= m_{ss}$  的正粒子，而是有各种大小不同  $m_{ss}$  的正粒子的。

§ 4. 如前所述，为什么只有黑洞才能激发真空虚粒子，而别的物体就不能呢？按照“真空虚粒子对”随时的产生和湮灭的概念，也可以认为太阳所发射的各种光电磁波和粒子，都是在太阳吸收真空中所有虚粒子对中的负粒子后，残留在宇宙中的各种正粒子。这种解释的本身并无不可。但是，为什么人们不这样解释呢？因为无人会相信这种解释。当人们实际地感受到和观察到各种光电磁波和粒子是从太阳中发射出来时，“真空虚粒子对”概念的虚幻性就完全显现出来了。

现在，黑洞的问题在于：人们能够观测到的霍金辐射  $m_{ss}$  的黑洞的质量  $M_b < 10^{26}g$ 。从表一中可见，这些#1, #2, #3, 和#4 黑洞在现今的宇宙中不可能出现和存在，<sup>[2]</sup> 因此，宇宙中就当然找不到它们所发射的霍金辐射  $m_{ss}$  的踪迹。而存在于现今宇宙中的#5 和#6 巨大黑洞，它们所发射的霍金辐射  $m_{ss}$  却非常的微弱，是引力波，其相当质量  $m_{ss} < 10^{-44}g$ (见表一)，现在人们尚无法观测到。而我们宇宙大黑洞所发射的霍金辐射，由于我们处在黑洞内部，是永远也无法观测到的。这就给了虚幻的物理概念以可乘之机。用“真空虚粒子对”以解释霍金辐射可以大行其道。如果将来有一天人类能够制造出引力波望远镜，这些恒星级黑洞和巨型黑洞的引力波或许就能观测到，正如能观测到太阳的辐射一样，如此一来，“真空虚粒子对”就不会成为糊弄人们的观念了。

在现代科学中，凡是在现代仪器所观测不到的领域，科学家们都对其中的一些不可知的现象提出了许多的假设甚至高深莫测虚幻概念。这是很普遍的现象。对此，人们可以探讨怀疑求证以辨别其真伪。但是切不可迷信权威的各种假说，幻想和猜测，而必需用可靠的计算和观测数据进行验证。 § 5. 总结论：因此，只有本文中用经典理论解释霍金辐射才是正确和科学的，是合乎逻辑和自洽的。

第一. 黑洞的霍金辐射  $m_{ss}$  就是在其视界半径  $R_b$  上的正粒子在瞬时值稍大于其  $(\kappa T_b / C^2)$  的平均值时逃脱出  $M_b$  的约束的。也就是说，黑洞向外发射的霍金辐射  $m_{ss}$  就是在其视界半径  $R_b$  上自然地由高能向低能的外界流动出去的正粒子。这完全符合一般的自然法则和规律。

第二. 一旦黑洞的质量  $M_b$  确定后，黑洞的其它参数值  $R_b$ ， $T_b$  和  $m_{ss}$  等都随着  $M_b$  的确定而准确地被确定了。<sup>[2]</sup> 所以霍金辐射  $m_{ss}$  任何时候都是一个随着  $M_b$  值的改变而单值地改变的确值，它没有模棱两可而容易留有其它假想的余地。所以  $m_{ss}$  和外界的关系是确定的。当外界的温度和粒子的能量等于和高于黑洞视界半径上的温度和能量时，黑洞吞噬外界的能量-物质而增加质量和膨胀。当外界的温度和粒子的能量小于黑洞视界半径上的温度和能量时，黑洞内的能量-物质粒子通过对应其视界半径上的阀温值逐个地流向外界，这就是黑洞的霍金辐射。

第三. 本文中对霍金辐射  $m_{ss}$  的解释完全符合质量—能量转换定律和粒子的波粒二重性。

□□====全文完====□□□

**参考文献:**

- [1]. 约翰·皮尔卢考涅: “黑洞,” 湖南科学技术出版社, 2000
- [2]. 张洞生: 《对黑洞的新观念和新的完整论证: 黑洞内部根本没有奇点》。  
纽约科学季刊 New York Science Journal ISSN: 1554-0200. 2009.2(2).  
该杂志网址是: <http://www.sciencepub.net/newyork/0202>
- [3] 张洞生: 《对宇宙起源和大爆炸的新观念和新的完整论证: 宇宙绝对不是起源于奇点或者奇点的大爆炸》。  
纽约科学季刊 New York Science Journal ISSN: 1554-0200. 2009.2(3).  
该杂志网址是: <http://www.sciencepub.net/newyork/0203>
- [4]. 温柏格: 宇宙最初三分钟. 中国对外翻译出版公司 1999.
- [5]. 王允久: 《黑洞物理学》. 湖南科学技术出版社, 2000, 4.
- [6] 何香涛: 《观测宇宙学》. 科学出版社. 北京 中国. 2002.
- [7]. 约翰·格里宾: 《大宇宙百科全书》. 海南出版社. 2001.8.
- [8]. 高歌: 《新浪航空在航展现场有幸邀请到北京航空航天大学高歌教授进行访谈。2008. 11. 4~9. 》  
[china.com](http://china.com), 2009-01-07 22:03:06.
- [9]. 苏宜: 《天文学新概论》第二版. 华中科技大学出版社. 2002.2.

**The Hawking Radiations of BHs Can Be Only Explained Correctly  
With Classical Theories**

Dongsheng Zhang 6/10/2009  
Address: 17 Pontiac Road, West Hartford, CT 06117, U.S.A.  
E-mail: [ZhangDS12@hotmail.com](mailto:ZhangDS12@hotmail.com)

**Abstract:** Right now, nobody knows how Hawking radiations could be emitted out from BHs to outside, because they might be always too weak to be observed. Normally, Hawking radiation can be formally explained and supported by the most present scientists included Hawking himself with the hypothesis of “a pair of virtual particles in the vacuum of Dirac’s sea”, which would be suddenly born out and then annihilate at once in vacuum<sup>[1]</sup>. The abstruse problems of that explanation are: why the energy of a virtual negative particle would be just equal to the exact energy needed by an instant Hawking radiation  $m_{ss}$  on the instable Event Horizon of any BH ; in addition, the existence of so-called “particles of negative energy” has not had any observational evidence yet; and so-called “virtual energy” has not had an exact numerical value in any theories and experiments. In this article, through detailed calculations to different BHs with laws of classical theories and Hawking’s theories about BH, the nature and the secrets of Hawking radiations may be really explained and exposed by author. Thus, author proved firstly that, Hawking radiations could flee out from the Event Horizon of any BHs, because the heat pressure of some Hawking radiation ( $m_{ss}$ ) might be a little less than its gravity of the whole mass of BH ( $M_b$ ) for an instant.

**Key Words:** Hawking radiation of BHs; a pair of virtual particles in vacuum; explaining Hawking radiation with classical theories;

