

新黑洞理论之 3

==黑洞 M_b 的每个霍金辐射 m_{ss} 所携带的信息量 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv m_{ss}C^2/v_{ss}$ ====本文摘录改编自拙作《黑洞宇宙学概论^[4]》==

张洞生

17 Pontiac Road, West Hartford, CT 06117-2129, U.S.A.

zhangds12@hotmail.com; zds@outlook.com

<内容摘要>: 本文是「新黑洞理论」的第三篇文章。在第一篇文章中, 作者提出了组成「新黑洞理论」普遍有效的 5 个经典的基本公式, 其中(1d)式, $m_{ss}M_b = hC/8\pi G$, 找出了霍金辐射 m_{ss} 与黑洞总质能量 M_b 之间准确的量化公式, 并从(1e)式, 得出任何黑洞, 无论大小, 其最终的命运, 都只能是收缩成为最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 普朗克粒子, 而爆炸消失在普朗克领域。第二篇文章是「新黑洞理论之 2」, 本篇用「经典理论」论证了, 黑洞 M_b 向外发射霍金辐射 m_{ss} 就是它们作为热辐射, 按照热力学第二定律, 从黑洞的高温高能区域向境外低温低能区域自由地流动。本文是「新黑洞理论」的第三篇, **以公式确定了信息量 I_0 、熵 S_{bm} 、普朗克常数 $h/2\pi$ 与黑洞霍金辐射 m_{ss} 之间的关系。**本文首次将黑洞霍金辐射 m_{ss} (能量子) 携带的信息量 I_0 与熵 S_b 统一在「新黑洞理论」中了, 证实了黑洞的「熵」与其「信息量」成正比, **二者有同质同体性**, 而且证明了黑洞的每一个 m_{ss} , 无论大小, 其所携带的信息量 I_0 , 都等于单位信息量 $I_0 \equiv h/2\pi$, 等于 m_{ss} 一个频率内的能量 $m_{ss}C^2$, 即 $I_0 \equiv m_{ss}C^2/v_{ss}$ 。这就给予普朗克常数 $h/2\pi$ 一个新的定义和概念, 它就是一个最基本单位信息量 I_0 。同时, 也赋予了黑洞新的概念。**什么是黑洞? 本篇证明:**「黑洞就是在其外界没有能量-质量可被吞食时, 是一个不稳定的不停地收缩的引力收缩体, 它在收缩时, 就将黑洞内的质-能量 M_b 统统通过视界半径 R_b 转变为一个接一个的霍金辐射 m_{ss} (能量子, 热辐射) 流向外界, 直到黑洞最后收缩成为最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 而爆炸消失在普朗克领域。**每一个霍金辐射 m_{ss} , 无论频率多少、波长短长, 都只携带一个单元的最小信息量 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv m_{ss}C^2/v_{ss}$, 即一个频率之间的霍金辐射 m_{ss} 的能量 $m_{ss}C^2/v_{ss}$ 。普朗克常数 $H \equiv h/2\pi \equiv I_0$, 其新的物理意义就是每一个热辐射 m_{ss} (能量子, 电磁波) 所携带的一个单元的最小信息量 I_0 。」**本文的主要任务在于用经典理论和公式证明:

1; 无论任何大小质量的黑洞 M_b , 它每次所发射的任何一个霍金辐射量子 m_{ss} , 其所拥有的信息量 I_0 刚好等于宇宙中最小的、最基本的信息量 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv H$, 即 **I_0 就是普朗克常数**, 而与黑洞的 M_b 和 m_{ss} 的质-能量无关 **2** 证明最小黑洞, 即普朗克粒子的熵 $S_{bm} \equiv \pi$ 是宇宙中最小的熵 **3** 证明黑洞 M_b 的总信息量 $I_m = 4GM_b^2/C$; 而其总熵 $S_b = \pi A/4L_p^2 = \pi I_m/I_0 = \pi I_m/H$; **4;** 证明了 $S_b = \pi I_m/H$, 熵与信息量具有同质同体性。因此, **黑洞发射任何一个霍金辐射 m_{ss} 就是向外发射信息量和熵。**宇宙中只有 3 样东西, 物质、(辐射) 能量和信息。「新黑洞理论」将黑洞的物质 M_b 、(辐射) 能量 m_{ss} 和信息量 I_0 的关系通过作者推导出来的 2 个新公式, $m_{ss}M_b = hC/8\pi G$ 和 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv m_{ss}C^2/v_{ss}$ 量化地联系起来。但是信息并非有形的实体, **物质 M_b 、(辐射) 能量 m_{ss} 是信息量 I_0 的载体, I_0 就像是 M_b 和 m_{ss} 的意识形态或者灵魂, M_b 从生到死不断地运动和变化造成 m_{ss} 的频率和波长有序地随着 m_{ss} 的增减而变化, 这实际上就是对 M_b 有序变化的「编码」, 如果人们通过近代天文观测仪器能够连续地接收到和计算解读出 m_{ss} 波长和频率的改变, 就可准确地认识到黑洞 M_b 本体的变化规律和命运。**在已知宇宙的黑洞中, 我们「宇宙黑洞」的总质-能量 M_{bu} 为 $10^{56}g$, 其霍金辐射 m_{ssu} 为 $10^{-66}g$; 最小黑洞 $M_{bm} = 10^{-5}g$, 其霍金辐射 m_{ssm} 为 $10^{-5}g$; 二者总质-能量由大变到小的倍数 $= 10^{56}/M_{bm} = 10^{-5} = 10^{61}$ 倍; 相应地二者霍金辐射由小到大的倍数 $= 10^{-66}g/10^{-5}g = 10^{-61}$ 倍。太阳型黑洞的质量 $3M_{b0} \approx 6 \times 10^{33}g$, 相应地其 $m_{ss0} \approx 2 \times 10^{-42}g$, 因此, m_{ss0} 的波长 λ_{ss0} 应约为 18km。**顺便在此根据作者「新黑洞理论」中的公式和计算, 谈谈对美国最近测定的黑洞的引力波的质疑:**「2016 年 2 月 11 日, 美国 LIGO 的科学家们按照计算机的数字模拟「广义相对论方程解」的方法, 计算和比对测量到 2 个超恒星级黑洞的质量分别为太阳质量的 29 倍和 36 倍, 它们距离我们 13 亿光年, **合并后成为 1 个 62 个太阳质量的黑洞**, 损失的 3 个太阳质量。LIGO 的科学家们认为他们测定的 (35 ~ 150 赫兹) 的波经过计算和比对后, 论证为黑洞碰撞合并后所发出的引力波。**按照作者「新黑洞理论」中的公式, 根据 LIGO 所得出的上列数据, 可知 62 个黑洞质量约为 $M_{bs} \approx (10-20) (3M_{b0}) \approx 6 \times 10^{34}g$; 相应地其 $m_{sss} \approx 5 \times 10^{-43}g \approx 3 \times 10^{-10}eV$; 其发射出的霍金辐射的波长 $\lambda_{sss} \approx 2 \times 10^7 cm = 200km$; 其频率 $v_{sss} \approx 1500Hz$ 左右。但是, LIGO 实验测量到的频率 $v_{ssd} \approx 35 \sim 150$ 赫兹, 折合其波长则约为 $2 \times 10^8 cm = 2 \times 10^3 km$ 。可见, LIGO 实验测量到的并非他们认为的上述 2 黑洞合并前后所发出霍金辐射—引力波。作者的质疑: 由于 $v_{ssd} < 10v_{sss}$, 第一; 问题是 LIGO 并没有真正观察到两个黑洞的合并, 无法证明他们所测得的波就是「两个黑洞合并后」发出的引力波。因此, 这只是他们计算后的猜测和推论。因为他们猜测和推论所根据的模型和数学公式如果没有其它同类型实测数据的佐证, 极可能是错误的。第二;**

如果 LIGO 測得的波確是黑洞發射的引力波，該黑洞的質量應該大於 620 個太陽質量，即比 LIGO 所說 62 個太陽質量的黑洞大 10 倍多；就是說，只有在 62 個太陽質量的黑洞形成後，再吞噬進其外圍的 560 多個太陽質量的黑洞的質量-能量後，才能發射出 35~150 赫茲的更弱的引力波。第三；根據本文後面的 (6e) 式，還可以測定 2 個相鄰引力波發射的時間間隔-- $d\tau_b$ 應是：如果是 62 個太陽質量的黑洞，其-- $d\tau_{b62} \approx 0.044$ 秒；如果是 620 個太陽質量的黑洞，其-- $d\tau_{b620} \approx 0.44$ 秒；不知 LIGO 是否願意用作者的這種方法檢測一下，或者能判斷他們測得的引力波是哪里的黑洞發射出來的；第四；LIGO 說，2 個太陽質量的 29 倍和 36 倍的黑洞合併成一個 62 個太陽質量的黑洞，引力波是損失的 3 個太陽質量的物質發出來的。這說法是不對的。在 2 個黑洞合併前，會從 2 個黑洞中拉出許多物質粒子甚至團塊，但是它們只能被黑洞的潮汐作用所粉碎，形成高速高能粒子，彼此碰撞發出高能 X 射線，而少數有幸逃脫黑洞引力束縛的高速粒子也不可能發出極低頻超長和極低能量的引力波。]

[張洞生. 新黑洞理論之 3—黑洞 M_b 的每個霍金輻射 m_{ss} 所攜帶的信息量 $I_o \equiv h/2\pi \equiv m_{ss} C^2/v_{ss} =$. *Academ Arena* 2017;9(1):21-26]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 5. doi:10.7537/marsaaj090117.05.

<關鍵字>: 黑洞的霍金輻射 m_{ss} ; 霍金輻射 m_{ss} 的信息量 $I_o \equiv h/2\pi$; 最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 的信息量 I_o 就是普朗克常數 H ; 黑洞的信息總量 I_m ; 最小黑洞即普朗克粒子的熵 $S_{bm} = \pi$; 黑洞的總熵 S_b ; 我們宇宙大黑洞 M_{ub} ; 測不准原理; 普朗克常數 m_p ;

約翰·奧杜則：「現代天體物理學的進展，就像最奇妙的文學幻想小說一樣令人銷魂奪魄。」
愛因斯坦：「要打破人的偏見，比崩破一個原子還難。」

<1>; 史瓦西黑洞 M_b (球對稱，無旋轉，無電荷) 在其視界半徑 R_b 上的守恆公式，這 5 個公式是對黑洞普遍適用的基本公式。

下面 (1a) (1b) (1c) (1d) (1e) 式來源於《黑洞宇宙學概論^[4]》第一篇的 1-1 節，重述如下。下面是霍金著名的黑洞 M_b 在其視界半徑 R_b 上的閾溫 T_b 公式，

$$T_b M_b = (C^3/4G) \times (h/2\pi\kappa) \approx 10^{27} \text{gk} \quad (1a)$$

M_b —黑洞的總能量-質量; R_b —黑洞的視界半徑, T_b --黑洞視界半徑 R_b 上的閾溫, m_{ss} —黑洞在視界半徑 R_b 上的霍金輻射的相當質量, λ_{ss} 和 v_{ss} 分別表示 m_{ss} 在 R_b 上的波長和頻率, κ --波爾茲曼常數 = $1.38 \times 10^{-16} \text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}^2\cdot\text{k}$, C —光速 = $3 \times 10^{10} \text{cm/s}$, h --普朗克常數 = $6.63 \times 10^{-27} \text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$, G —萬有引力常數 = $6.67 \times 10^{-8} \text{cm}^3/\text{s}^2\cdot\text{g}$, 下面是按質能轉換為輻射能 E_r 的閾溫的能量等價公式，

$$E_r = m_{ss} C^2 = \kappa T_b = Ch/2\pi\lambda_{ss} = v_{ss} h/2\pi \quad (1b)$$

根據史瓦西對廣義相對論方程的特殊解，(1c) 式是黑洞存在的充要條件。

$$GM_b/R_b = C^2/2; \quad M_b = 0.675 \times 10^{28} R \quad (1c)$$

作者用 (1a) 和 (1b)，可推導出黑洞普遍有效的新公式 (1d)，

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

在極限情況下，得出普朗克粒子 m_p = 最小黑洞 M_{bm} 為，

$$M_{bm} = m_p = m_{ss} = (hC/8\pi G)^{1/2} \text{g} = 1.09 \times 10^{-5} \text{g} \quad (1e)$$

$$\rho_b R_b^2 = 3C^2/(8\pi G) = \text{Constant} = 1.6 \times 10^{27} \text{g/cm}^2$$

(1m)

宇宙中的最小黑洞 $M_{bm} = m_{ss} = m_p = (hC/8\pi G)^{1/2} = 1.09 \times 10^{-5} \text{g}$ 其視界半徑 $R_b = L_p = (Gh/2\pi C^3)^{1/2} = 1.61 \times 10^{-33} \text{cm}$, 其史瓦西時間 $t_{sbm} = R_{bm}/C = 0.537 \times 10^{-43} \text{s}$ 。

<2>; 求證最小黑洞 M_{bm} 的霍金輻射 m_{ss} 的信息量 $I_o \equiv h/2\pi$ = 最小信息量。 $M_{bm} = m_p$ 的熵 $S_{bm} \equiv \pi$ = 最小熵值。論證：信息 = 存在 = 能量 × 時間。

第一；用類比法定義最小黑洞 $M_{bm} = m_p = m_{ss}$ 的信息量 I_o , m_p 為普朗克粒子，

$$\text{令 } I_o = H = (h/2\pi) \quad (2a)$$

海森伯測不准原理說，互補的兩個物理量，比如時間和能量，位置和動量，角度和角動量，無法同時測准。它們測不准量的乘積等於某個常數，那個常數就是普朗克常數 h ，即 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳/秒 = $6.63 \times 10^{-27} \text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$ 。用類比法求最小黑洞 $M_{bm} = m_p = m_{ss}$ 的信息量 I_o ，定義 $I_o = h/2\pi =$ 宇宙中最小信息量，即令，

$$\text{令 } m_{ss} C^2 \times 2t_s = h/2\pi = I_o \quad (2b)$$

$$\Delta E \times \Delta t \approx h/2\pi = I_o \quad (2c)$$

對比 (2a) 和 (2b)，(2c) 式即是測不准原理的數學公式，可見 $2t_s$ 對應於 Δt 時間測不准量， $m_{ss} C^2$ 對應於 ΔE 能量測不准量。

下面證明 (2b)(2c) 的正確性。

驗證最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 的信息量為 $I_o = h/2\pi =$ 宇宙中的最小信息量

下面根據前節中普朗克粒子 m_p 的資料對 (2b) 和 (2c) 式進行數值驗算。按照上面的 (1e) 式，所以，對最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 信息量 I_o 的計算是：

$$I_o = 2t_{sbm} \times M_{bm} (=m_{ss}) C^2 = 2 \times 0.537 \times 10^{-43} \times 1.09 \times 10^{-5} \times 9 \times 10^{20} = 1.054 \times 10^{-27} \text{gcm}^2/\text{s}$$

$$\text{而 } I_o = h/2\pi = 6.63 \times 10^{-27} / 2\pi = 1.056 \times 10^{-27} \text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}.$$

由於上面 2 式的計算結果幾乎完全相等，即檢驗了上節的 (2b) = (2c)，

$$\therefore 2t_{sbm} \times M_{bm} C^2 = 2t_{sbm} \times m_{ss} C^2 = h/2\pi = H = I_0 \quad (2d)$$

按(1d)式後再按(1e)式，下面再次驗證(2b)式的普遍性：

$$2t_{sbm} \times m_{ss} C^2 = (2R_{bm}/C) (hC^3/8\pi GM_{bm}) = h/2\pi = I_0 = H$$

證明 (2b) = (2c) 的普遍性。

上式說明 H 值不多不少 = 宇宙中最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 即普朗克粒子 m_{ss} 的信息量 $I_0 =$ 宇宙中一個最小信息的單位元 $= h/2\pi =$ 普朗克常數 H。因宇宙中不可能存在等於小於 $M_{bm} = m_p$ 的黑洞，因此它們的信息量 I_0 是最小的、單元信息量。

第二：下面求最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 的熵 S_{bm} ，

下面是著名的 Bekenstein-Hawking 的史瓦西黑洞 M_b (球對稱、無電荷、無角動量) 的總熵 S_b 的公式(2g)。

Bekenstein-Hawking 的史瓦西黑洞 M_b 的熵 S_b 公式(2g)和(2j)，

在熱力學中，可以證明，對於一個轉動物體有下式，

$$\delta M = T\delta S + \Omega\delta J \quad (2f)$$

按照黑洞物理中的熱力學類比，愛因斯坦引力理論中的黑洞熵 S_b 可寫為，

$$S_b = A/4L_p^2 = 2\pi^2 R_b^2 C^3/hG \quad (2g)$$

上式中，A 為黑洞面積， $A = 4\pi R_b^2$ 。 L_p 為普朗克長度，

$$L_p = (HG/C^3)^{1/2} \quad (2h)$$

(2g)式即有名的 Bekenstein-Hawking 黑洞熵公式。

再從史瓦西公式(1c)， $GM_b/R_b = C^2/2$ ，於是得黑洞總熵 S_b ，

$$S_b = A/4L_p^2 = 4\pi R_b^2/(4GH/C^3) = 2\pi^2 R_b^2 \times C^3/Gh = \pi R_b R_b C^3/GH = \pi \times C t_s \times 2GM_b C^3/GHC^2 = \pi(2t_s \times M_b C^2)/H$$

t_s 為光穿過黑洞的史瓦西半徑 R_b 的時間。 S_b 熵為，

$$S_b = \pi(2t_s \times M_b C^2)/H = \pi(2\pi/h) \times (2t_s \times M_b C^2) \quad (2j)$$

再將(1c)式代入(2j)式，即可得：(2j) = (2g)

再按照(2g)式，最小黑洞 M_{bm} 的熵 S_{bm} 為：

$$\therefore S_{bm} = A/4L_p^2 = 2\pi^2 R_{bm}^2 C^3/hG = \pi 2t_{sbm} \times M_{bm} C^2 / (h/2\pi) = \pi (h/2\pi) / (h/2\pi) = \pi \quad (2k)$$

分析和結論：由於 Bekenstein 和 Hawking 並不知道 $M_{bm} = m_p$ 是任何黑洞 M_b 的最小的最後的屍體，因此，他們不知道黑洞解體消失的命運和 $S_{bm} = \pi$ 為最小黑洞 M_{bm} 最小熵的真實的物理意義。

第三：引用著名的業餘物理學家方舟之女的觀念對(2b) (2d)式 $m_{ss} C^2 \times 2t_s = h/2\pi = I_0$ 進行解釋。

她對信息的解釋說：^[1]「這個是什麼意思呢？哲學上說，存在即是被感知，感知也就是信息的獲得和傳遞，一樣不繫帶訊息的東西，是無法被感知的，所以信息也就是存在。所以，下面就論證信息量 I_0 就是普朗克常數。

普朗克常數 = 能量測不准量 \times 時間測不准量

$$\therefore \text{信息量 } I_0 = \text{存在} = \text{能量 } M_{bm} C^2 \times \text{時間 } 2t_{sbm} = h/2\pi。$$

那為什麼存在 = 能量 \times 時間呢？這個反映了存在的兩個要素，存在的東西必須要有能量，沒有能量，就是處於能量基態的真空，是不存在的。存在的東西也必須要持續存在一定的時間，如果一樣東西只存在零秒鐘，那便是不存在。^[1]

<3>：任何黑洞 M_b 每次發射的任何一個霍金輻射 m_{ss} 都只是最小的信息量 $= I_0 = h/2\pi =$ 普朗克常數，而與黑洞的 M_b 和 m_{ss} 的數值大小無關。只有作者的「新黑洞理論」才能將黑洞的熵與信息量統一起來。任何一個黑洞 M_b 的總信息量 $I_m = 4GM_b^2/C$ 。黑洞 M_b 的總熵 S_b 與其總信息量 I_m 的關係為(3k)式 $S_b = \pi I_m / I_0 = 2\pi^2 I_m / h = 8\pi^2 GM_b^2 / hC$ 。

第一：求任一黑洞 M_b 的任何一個 m_{ss} 信息量 I_0 的普遍公式

$$\text{令任何黑洞的 } n_i = M_b / m_{ss}$$

按照(1d)， $n_i = \text{常數} / m_{ss}^2 = M_b^2 / \text{常數} \quad (3a)$

根據上面的普遍公式(1c)和(1d)式，驗證黑洞 m_{ss} 的信息量 I_0 的普遍公式，

$$I_0 = m_{ss} C^2 \times 2t_s = C^2 hC / (8\pi GM_b) \times 2R_b / C = C^2 hC / (8\pi GM_b) \times 2 \times 2GM_b / C \equiv h/2\pi \quad (3b)$$

注意：由(1d)式可見，黑洞 M_b 發射其霍金輻射 m_{ss} 是間斷地每一次發射一個，由於 M_b 每發射一個 m_{ss} 後就減小了，所有下一個 m_{ss} 就比上一個增大了一點。因此，每個 m_{ss} 的量是不一樣的，是在逐漸地增大，直到最後變成為最小黑洞 $M_{bm} = m_{ss} = m_p$ 而消失在普朗克領域為止。所以， $n_i = M_b / m_{ss}$ 只是表明一個確定的 M_b 是其 m_{ss} 的倍數， n_i 不是表明 M_b 最終能發射了多少個 m_{ss} 。因此，黑洞最終能發射霍金輻射的實際數目應遠小於 n_i 。

第二、再求任何一個黑洞 M_b 的總熵 $S_b = \pi M_b / m_{ss} = \pi (R_b / R_{bm})^2$

由(2j)和(2a)，

$$S_b = \pi(2t_s \times M_b C^2) / H = \pi(2\pi/h) \times (2t_s \times M_b C^2) = \pi(2\pi/h) \times (2t_s \times M_{bm} C^2) n_i$$

$$\therefore S_b = n_i \pi = \pi M_b / m_{ss} \quad (3c)$$

注意：由於 I_0 為常數，所以當 M_b 變為 $n_i M_{bm}$ 後，其 t_s 必然變為 t_{sbm} 因為由(2d)式，任何 $m_{ss} C^2 \times 2t_s = I_0$ ，所以 $(m_{ss} C^2 \times 2t_s) / (M_{bm} C^2 \times 2t_{sbm}) = 1$ ，即表明 m_{ss} / M_{bm} 減增的倍數等於 $2t_s / 2t_{sbm}$ 增減的倍數，故能保持 I_0 為常數 $h/2\pi$ 。

根據(2g)式，黑洞的熵 S_b 只與其表面積 $4\pi R_b^2$ 成正比，而 S_{bm} 是最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 的熵，所以，

$$\therefore S_b = S_{bm} (R_b / R_{bm})^2 = \pi (R_b / R_{bm})^2 = \pi M_b / m_{ss} \quad (3d)$$

而 $n_i = M_b / m_{ss}$ ，由(1d)式， $\therefore n_i = M_b^2 / \text{常數} = M_b^2 / M_{bm} m_{ss} = M_b^2 / M_{bm}^2$ ，

$$\therefore n_i = (M_b / M_{bm})^2 = (R_b / R_{bm})^2 = M_b / m_{ss} \quad (3e)$$

第三：求黑洞 M_b 的總信息量 $I_m = 4GM_b^2 / C$

由 (1c) 式 $GM_b/R_b = C^2/2$, 對於最小黑洞 M_{bm} ,
 $I_0 = 2t_{sbm} \times M_{bm} C^2 = R_{bm} \times M_{bm} C = 4GM_{bm}^2/C$ (3f)

相應地對比(3f)式, 再由(3e)式得黑洞 M_b 的總信息量 I_m ;

$$\therefore I_m = (2t_s \times M_b C^2) = n_i I_0 = 4GM_b^2/C \quad (3g)$$

再由(3e),

$$I_m = M_b^2/M_{bm}^2 = (h/2\pi) M_b^2 \times 8\pi G/hC = 4GM_b^2/C \quad (3g)$$

$$I_m = (2t_s \times M_b C^2) = n_i (2t_{sbm} \times m_{ss} C^2) = n_i I_0 = I_0 M_b/m_{ss}$$

(3h)

第四; 驗證黑洞 M_b 的總熵 S_b 的(2g)式, $S_b = A/4L_p^2 = 2\pi^2 R_b^2 C^3/hG$

由(3a), (3c), (3e), (3h).

$$\text{於是 } n_i = M_b/m_{ss} = (R_b/R_{bm})^2 = S_b/\pi = I_m/I_0 \quad (3i)$$

$$\therefore S_b = \pi I_m/I_0 = \pi 4GM_b^2/I_0 C = 8\pi^2 GM_b^2/hC = 2\pi^2 R_b^2 C^3/hG \quad (3j)$$

第五; 由(3k)式證明任何黑洞的總信息量 I_m 的实质是熵 S_b , 二者成正比。

由(3i)式, 可確定黑洞 M_b 的信息量 I_m 和熵 S_b 的比例關係

$$S_b = \pi I_m/I_0 = 2\pi^2 I_m/h = 8\pi^2 GM_b^2/hC \quad (3k)$$

(3j) = (2g) = (3k), 證明作者本文中所定義的 I_0 而推導出的 S_b 與霍金公式完全相同。

第六; 可由上面得出, 下面其它的幾個公式,

$$n_i = I_m/I_0 = S_b/\pi = M_b/m_{ss} = (R_b/R_{bm})^2 = (M_b^2/M_{bm}^2) \quad (3l)$$

由於 $n_i = M_b/m_{ss}$, 對於任何 2 黑洞 M_{b1} 和 M_{b2} 而言, 有

$$I_{m1}/I_{m2} = S_{b1}/S_{b2} = M_{b1}^2/M_{b2}^2 = R_{b1}^2/R_{b2}^2 = n_{i1}/n_{i2} \quad (3m)$$

第七; 結論: 由(3j) = (2g) = (3k), 表明以上所有證明都是正確和自洽的, 因為從作者定義 I_0 到 I_m 再到 S_b 而達到與 Bekenstein-Hawking 黑洞熵公式(2g)完全相同。就是說, 只要知道了作者新黑洞理论的 5 個普遍公式, 就可推導出最小黑洞 M_{bm} 的 I_0 和 S_{bm} ; 進而推導出黑洞 M_b 的 S_b 和 I_m 。

第八; 從 (1b) 式 $m_{ss} C^2 = (h/2\pi) \times C/\lambda_{ss}$ 中可得出, 黑洞的任何霍金輻射 m_{ss} 的波長 λ_{ss} 等於黑洞 M_b 的直徑 D_b 。 λ_{ss} 是 m_{ss} 的波長, v_{ss} 是 m_{ss} 的頻率。

$$I_0 \equiv h/2\pi = m_{ss} C^2 \times 2t_{bs} = m_{ss} C^2 \times D_b/C = m_{ss} C^2 \times \lambda_{ss}/C$$

$$\therefore \lambda_{ss} = 2t_{bs} C = 2R_b = D_b \quad (3n)$$

$$I_0 \equiv h/2\pi \equiv m_{ss} C \times \lambda_{ss} \equiv m_{ss} C^2/v_{ss} \quad (3p)$$

$$\therefore I_0 \equiv m_{ss} C^2/v_{ss}, \quad m_{ss} C^2 = v_{ss} I_0 \quad (3q)$$

結論: 從(3p)和(3q)可知, 任何黑洞 M_b 的輻射能的能量 $m_{ss} C^2$ = 其信息量 I_0 與其頻率 v_{ss} 的乘積。而任一輻射能 m_{ss} 的信息量 I_0 是其一個頻率內的能量。

推論: 什么是黑洞? 黑洞就是在其外界沒有能量-質量可被吞食時, 是一個不穩定的不停地收縮的引力收縮體, 它在收縮時, 就將黑洞內的質-能量 M_b 統統通過視界半徑 R_b 不停地轉變為一個接一個的霍金輻射 m_{ss} (能量子, 熱輻射) 流向外界, 直到黑

洞最後收縮成為最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 而爆炸消失在普朗克領域。每一個霍金輻射 m_{ss} , 無論頻率多少、波長短長, 都只攜帶一個單元的最小信息量 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv m_{ss} C^2/v_{ss}$ 。可見普朗克常數 $H \equiv h/2\pi \equiv I_0$ 就是每一個熱輻射 (能量子, 電磁波) 所攜帶的一個單元的最小信息量 I_0 。

<4>; 作為實例, 算算我們宇宙黑洞 M_{bu} 的總熵 S_{bu} 和總信息量 I_{mu} 。

作者在本書《黑洞宇宙學概論^[4]》第二篇 1-1 節中, 已經證明我們宇宙就是一個巨無霸宇宙黑洞。我們宇宙現在的總能量-質量約為 $M_{bu} = 10^{56} g$, $M_{bu}/M_{bm} = 10^{56}/10^{-5} = 10^{61}$, 同樣, 其視界半徑之比 = $R_{bu}/R_{bm} = 1.28 \times 10^{28}/1.61 \times 10^{-33} \approx 0.795 \times 10^{61}$, 另外 $t_u/t_{sbm} = 10^{61}$ 。按最新精密的天文觀測, 宇宙 (黑洞) 年齡為 $t_u = 137$ 億年 = $4.32 \times 10^{17} s$ 。

第一; 我們宇宙黑洞總熵 S_{bu} 可按(2g)或(3j)式計算, $S_b = \pi(2\pi/h) \times 2t_s \times M_b C^2$,

$$\therefore S_{bu} = \pi(2\pi/h) \times 2 \times 4.32 \times 10^{17} s \times 10^{56} g \times C^2 \approx 0.736 \times 10^{122} \pi \quad (4a)$$

$$\text{再從(3d), } S_{bu} = \pi(R_b/R_{bm})^2 \approx 0.632 \times 10^{122} \pi \quad (4b)$$

(4a) 和 (4b) 來源不同, 結果一樣。證明上面 (3d) 式的正確性。

第二; 我們宇宙黑洞總信息量 I_{mu} 。我們宇宙的總信息量 I_{mu} 可用(3i) (3l)式,

$$I_{mu} = 10^{56}/10^{-66} I_0 = 10^{122} I_0 = 10^{122} \times 1.06 \times 10^{-27} = 10^{95} g \cdot cm^2/s;$$

$$\text{再用(3g)式, } I_{mu} = 4GM_b^2/C = 4 \times 6.67 \times 10^{-8} \times (10^{56})^2/3 \times 10^{10} = 0.89 \times 10^{95} g \cdot cm^2/s。$$

2 種計算方法的結果是相等的, 佐證了所用公式正確。

第三; 由前面的(1m)式求宇宙現在的實際密度 ρ_{bu} ,

$$R_{bu}^2/R_{bm}^2 = \rho_{bm}/\rho_{bu} \\ \therefore \rho_{bu} = \rho_{bm} R_{bm}^2/R_{bu}^2 = 10^{93} (10^{-61})^2 = 10^{-29} g/cm^3$$

$\rho_{bu} = 10^{-29} g/cm^3$ 與當今對宇宙的實際的觀測資料完全相吻合, 說明我們宇宙是一個真正的宇宙黑洞,

証實了作者「新黑洞理論」的正確性。而宇宙的平直性 $\Omega = \rho_r/\rho_c \equiv 1$ 是黑洞的本性。可見, 由廣義相對論方程得出的弗裡德曼模型是一個不切實際的假命題, 折騰了科學家們近百年還搞不清楚 Ω 是否 $\equiv 1$ 。

<5>; 關於黑洞熵和信息量的一些重要結論: 信息量與熵是同質同體的。

第一; 霍金輻射 m_{ss} 就是帶著熵和信息的輻射能(粒子)和波: 任何黑洞不論其 M_b 的大小, 每次發射的任何一個霍金輻射 m_{ss} 都只含有或曰攜帶一個最小的信息量 $I_0 \equiv h/2\pi \equiv 1$ 個單元信息量, 也是一個最小單元的熵 $S_{bm} = \pi$ 。 I_0 與 m_{ss} 和 M_b 的值無關。故霍金輻射 m_{ss} 就是黑洞通過視界半徑按照閾溫將其內的質-能轉變為輻射能和信息發送到外界的。所以 m_{ss} 就是帶著熵和信息的能量(粒子)和波。

$$S_{bm} I_0 = \pi h/2\pi = h/2 \quad (51a)$$

$$S_b = 2\pi^2 I_m / h = n_i \pi \quad (51b)$$

第二; (3p)式表明, 任何一個輻射能的信息量 I_0 都是其能量與行進的一個波長所需時間的乘積。推而廣之, 任何一個單一的輻射波, 無論其能量大小、波長長短, 都攜帶同一個信息量 I_0 。(3p)式表明, 一個輻射能的相當質量 m_{ss} 、能量 $m_{ss}C^2$ 、波長 $2t_s$ 和信息量 $I_0 \equiv h/2\pi$ (熵 $S_{bm} = \pi$) 4 者是統一的、有確定的關係。

第三; 任一黑洞 M_b 的總信息量 $I_m = 4GM_b^2/C$, 其總熵 $S_b = (\pi/I_0)I_m = (\pi/I_0) \times 4GM_b^2/C$, 所以對於 2 個不同黑洞的熵比為,

$$\therefore S_{b1}/S_{b2} = I_{m1}/I_{m2} = M_{b1}^2/M_{b2}^2 = (R_{b1}/R_{b2})^2 \quad (5a)$$

由(51b)式可見, 信息量與熵是同質同體的。黑洞的 M_b 愈大, 其面積愈大, 其熵 S_b 愈大, 信息量 I_m 也愈大。

第四; 任一黑洞 M_{b1} 吞噬外界能量-物質或與其它黑洞 M_{b2} 合併的膨脹過程中, 其總信息量 I_m 和總熵 S_b 是不守恆的, 是增加的。

比如, 當 $M_b = M_{b1} + M_{b2}$ 的 2 個黑洞合併時, 其合併後的總信息量 I_m , 合併前的總信息量 $I_{m1} + I_{m2}$ 。所以, $I_m = 4GM_b^2/C = 4G(M_{b1} + M_{b2})^2/C$, 而 $I_{m1} = 4GM_{b1}^2/C$, $I_{m2} = 4GM_{b2}^2/C$ 。所以,

$$I_m \neq I_{m1} + I_{m2} > I_{m1} + I_{m2} \quad (5b)$$

同樣, $S_b \neq S_{b1} + S_{b2} > S_{b1} + S_{b2} \quad (5c)$

由上面公式可見, 由於 $I_m \propto (M_{b1} + M_{b2})^2$, 而合併前 $I_{m1} \propto M_{b1}^2$, $I_{m2} \propto M_{b2}^2$, 合併後之 $I_m > I_{m1} + I_{m2}$ 。所以黑洞合併後總信息量 I_m 是增加的、不守恆的。同理, 當黑洞 M_b 發射霍金輻射 m_{ss} 而縮小時, 起初 $I_m \propto M_b^2$, 當 M_b 發射 m_{ss} 到 $0.5 M_b$ 之後, 剩餘的 $0.5 M_b$ 的信息量只有 $0.25 I_m$ 而發射出去的 $0.5 M_b$ 卻帶走了 $0.75 I_m$ 。當然, I_m 的總量還是一樣的。這是因為每個 m_{ss} 的信息量 $I_0 \equiv h/2\pi$ 。而在黑洞 M_b 大時, m_{ss} 小, 其波長 λ_{ss} 較長, 所以一個 I_0 所需的 m_{ss} 就小。熵的情況與信息量一樣的。

第五; m_{ss} 的波粒二重性, 人們對輻射能 $m_{ss}C^2$ 的多種特性及其互相之間作用的複雜性的認識可能是不夠的。

$$I_0 = m_{ss}C^2 \times 2t = \frac{h}{2\pi} = m_{ss}C^2 \times \lambda_{ss}/C = \kappa T_b \times \lambda_{ss}/C \quad (5d)$$

$$\text{而且, } m_{ss}C^2 = \kappa T_b = Ch/2\pi\lambda_{ss} \quad (1b)$$

如上所述, 所有黑洞的熵 S_b 和信息量 I_m 都來源於其霍金輻射 m_{ss} 的最小信息量 $= m_{ss}C^2 \times 2t$ $m_{ss}C^2$ 不是物質粒子, 而是能量子, 所以霍金輻射是發射能量子, I_0 是受 $m_{ss} \times \lambda_{ss}$ 乘積的雙重影響。 m_{ss} 在行進時表現為波而有 λ_{ss} , 碰撞或被阻擋停止時, 表現為粒子 m_{ss} 。在強引力場附件行進時, 軌道會受引力場影響而彎曲, 表現為有引力質量 (電磁質量) 的特性。但是由於黑洞發射的每個 m_{ss} 的相當質量都不相等, 所以它的溫度 T_b 和波長 λ_{ss} 都是不相同的。

作者確信(5d) (1b)式在理論和計算上是完全正確的, 顯示了輻射能性質的多面性和複雜性, 輻射能又是信息量和熵的體現, 再加上其紅移藍移和量子糾纏的諸多複雜特性, 人們現在對輻射能的特性和互相之間作用的認識還是很不夠的。

第六; (1); 黑洞的本質: 黑洞是什麼? 根據前面的理論分析和計算之後, 表明黑洞就像一個‘引力收縮’的絞碎機, 最終任務就是要將黑洞內所有的能量-物質 M_b , 按照 $E = M_b C^2$ 等價地絞碎成為一個接一個的霍金輻射量子 m_{ss} (輻射能) 而散佈到宇宙空間。黑洞愈大, 其內部所包涵的能量-物質就愈多, 所發射出去的霍金輻射 m_{ss} 就愈小愈多, 其所帶走的信息量和熵也愈多。黑洞發射霍金輻射 m_{ss} 的過程就是一個熵增多的不可逆過程, 所以我們黑洞宇宙最終的結局就是將其全部能量-物質都不可逆的轉變為的「了無生氣」「冰涼寂靜」的輻射能宇宙。

一個黑洞確定的 M_b , 決定了其發射的每一個確定的 m_{ss} , 帶著其信息量和熵— I_0 , I_m , S_{bm} , S_b 和該黑洞 m_{ss} 的總數值 n_i 就都相應地被精確地確定了。

$$n_i = M_b/m_{ss} = M_b m_{ss}/m_{ss}^2 = hC/(8\pi G m_{ss}^2) = 1.187 \times 10^{-10}/m_{ss}^2 = M_b^2/1.187 \times 10^{-10} \quad (6a)$$

在黑洞將其總能量-質量 M_b (包括輻射能的相當質量) 轉變為輻射能 m_{ss} 的全過程中, 由於 m_{ss} , n_i , I_0 , I_m , S_{bm} , S_b 都單值地取決於 M_b 的總量, 它們都是確定的值。因此, 黑洞不會因發射霍金輻射而增加或減少其總信息量 I_m 和 S_b 。所有上面各個參數值都與黑洞內部的構造成分運動狀態無關。

(2) 只有運用作者的「新黑洞理論」, 才能將黑洞 M_b 發射的霍金輻射 m_{ss} 和輻射能的熵 S_b 和信息量 I_m 二者完全一一對應地聯繫起來。由前面幾節可知,

$$S_{bm} = A/4L_p^2 = 4\pi R_{bm}^2/4R_{bm}^2 = \pi, I_0 = h/2\pi, I_m = 4GM_b^2/C, S_b = \pi I_m/I_0 \quad (6b)$$

由此可見, 霍金在由(2g)定義黑洞熵的最小值 S_{bm} 時, 是以宇宙中的最小黑洞 $M_{bm} = m_p$ 普朗克粒子的面積 $A_{bm} = 4\pi R_{bm}^2$ 與其視界半徑 R_{bm}^2 之比為基準的。因而使黑洞每次發射一個霍金輻射 m_{ss} 時, 就帶走一個單位信息量 $I_0 \equiv h/2\pi$, 也同時帶走一分最小的熵 $S_{bm} \equiv \pi$ 。

(3) 按照霍金的黑洞壽命公式;

按照霍金理論中的黑洞壽命 τ_b 的公式,

$$\tau_b \approx 10^{-27} M_b^3 \quad (6c)$$

$$\therefore -d\tau_b = 3 \times 10^{-27} M_b^2 dM_b, \quad (6d)$$

如果令 $dM_b = 1$ 個 m_{ss} , 則 $-d\tau_b$ 就是黑洞發射 2 個鄰近 m_{ss} 之間所需的間隔時間。由於霍金等大師, 沒有推導出新公式(1d), 當然無法知道(6e)式。

$$-d\tau_b \approx 3 \times 10^{-27} M_b^2 dM_b = 3 \times 10^{-27} M_b \times M_b m_{ss} \approx 0.356 \times 10^{-36} M_b \quad (6e)$$

比如, 當一個微型黑洞 $M_{b0} = 2 \times 10^{15} g$ 時, 其發

射 2 個鄰近 m_{ss} 之間所需的間隔時間為, $--d\tau_{bo} = 0.7 \times 10^{-21} s$; 對於最小黑洞 $M_{bm} = m_p = 10^{-5} g$, 其 $--d\tau_{bm} = 0.356 \times 10^{-41} s$; 如果將太陽塌縮成爲一個黑洞, 其發射 2 個鄰近 m_{ss} 之間所需的間隔時間為, $--d\tau_{bs} \approx 0.356 \times 10^{-36} M_p = 0.356 \times 10^{-36} \times 2 \times 10^{33} = 0.7 \times 10^{-3}$ 秒。

第七; 人類在原始時代, 信息主要是靠聲音傳遞的, 少數靠壁畫和結繩等傳遞。在文字出現以後, 信息主要靠寫在羊皮、竹簡、木板、紙張等物質面上來傳遞。現在已經是信息網路時代, 信息主要變成是由輻射能攜帶而以光速 C 傳遞的。**所以這個時代就是人們如何利用輻射能傳遞信息和企圖利用信息以操控一切生產過程的時代。**現在最時髦的科技之一就是利用信息操控 3D4D 打印機以製造各種物質實體。

第八; 研究霍金輻射 m_{ss} 可用以研究其它任何輻射能的各種特性。

從公式(1b) (1e)可知, 所有黑洞的最後命運是收縮成爲普朗克粒子 $m_p = M_{bm} = m_{ss} = 10^{-5} g$, 而 m_p 是宇宙中最大的輻射能(粒子), 其波長 $= 3 \times 10^{-33} cm$, 我們宇宙黑洞的霍金輻射 $m_{ssu} = 10^{-66} g$, 其波長 $= 3 \times 10^{28} cm$ 。在宇宙中, 不同大小的黑洞, 所發射的霍金輻射的波長可從最短的波長 $3 \times 10^{-33} cm$ 到最長的波長 $3 \times 10^{28} cm$, 可相差 10^{61} 倍。因此, **可以推論宇宙中任何一種波長的輻射能, 如比如一定波長的可見光 其波長 $\lambda_{vi} = 10^{-4} cm$ 其信息量也會就是 I_o , 其熵也是 $S_{bm} = \pi$, 而對應於相同波長的 m_{ss} 。所以本文對黑洞霍金輻射 m_{ss} 信息量 I_o 的研究結果, 或可普遍用於其它任何輻射能的熵 S_{bm} 和信息量 I_o 波長、相當質量等特性。**

第九; 從上面各節論述和分析可得出結論: 我們宇宙黑洞正在走向熵增加的極其緩慢的不可逆的衰亡過程中。

自從宇宙結束輻射時代而進入物質占統治時代 Matter-dominated Era 之後, 宇宙中物質與輻射就分離而不能互相轉變。首先, 宇宙中的大部分輻射能的膨脹和溫度平均化的互相作用必然使熵大量增加。其次, 宇宙中的核聚變和黑洞都在將物質逐漸地轉換為輻射能。我們宇宙黑洞現在視界之內的總質-能量約為 $M_{ub} = 10^{56} g$, 如果宇宙黑洞外現在沒

有能量-物質, 經過漫長的 10^{133} 年之後, 全部能量-物質才能轉換成輻射能。現有證據顯示宇宙之外還有其它的宇宙, 如會合併, 我們宇宙的命運就會改變而變的更長久。

其次, 宇宙中的任何智慧生物的生存時間會因氦大量的耗損, 而大約不會超過 10^{14} 年。人類只不過是宇宙中極為短暫的過客, 當然不必為宇宙的未來操心。但是, 人類對宇宙的好奇和探索是人類智慧進化的源泉。

因此, 只要宇宙中沒有將單純的輻射能聚合壓縮轉變為物質的機制和力量, 就表示宇宙中事物的「破鏡不能重圓, 覆水無法回收, 死灰不可複燃」的熱力學第二定律是不可抗拒的規律。

====全文完====

參考文獻:

1. 方舟の女: 《再論黑洞宇宙霍金熵, 信息論, 測不准原理和普朗克常數》。
<http://www.21chinaweb.com/article.asp?id=44>
 2. 王永久:「黑洞物理學」。湖南科學技術出版社, 2000, 4。
 3. 何香濤:「觀測宇宙學」。科學出版社。2002。北京。
 4. 張洞生:《黑洞宇宙學概論》, 台灣 簡臺出版社 ISBN 978-986-4533-13-4。
- (1) 网上看全書文: 谷歌或者百度搜索《李學生博文》, 再從其中搜索框中搜索<黑洞>, 或者上網
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=2892843&do=blog&view=me&from=space>
 - (2) 台灣書店郵購: 台灣博客網絡書店購書:
E—MAIL: books5w@gmail.com 或 books5w@yahoo.com.tw 電話: (852) 2150-2100 傳真: (852) 2356-0735。
 - (3) 有親友到台灣香港旅遊時, 可托他們代買帶回, 台灣香港各大書店都在賣。台幣 380, 港幣 140。