

宇宙微波背景辐射温度 $T_{ur\ m} = 2.7k$ 的新计算方法

张洞生

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

1957年毕业于北航, 即现在的北京航空航天大学

Email: zhangds12@hotmail.com; zds@outlook.com

《前言》。作者在[参考文献 1--黑洞宇宙学]中, 已经论证了我们宇宙就是一个真正的史瓦西巨无霸宇宙黑洞 Cosmo-BH。而‘大爆炸’标准宇宙模型与我们宇宙作为宇宙黑洞的膨胀演变规律是一致的。因此, 我们可以按照作者提出的黑洞宇宙新公式和‘大爆炸’标准宇宙模型近似的计算出现在的宇宙微波背景辐射 (Microwave background Radiations--MBR) 的温度 $T_{ur\ m}=2.7k$ 。

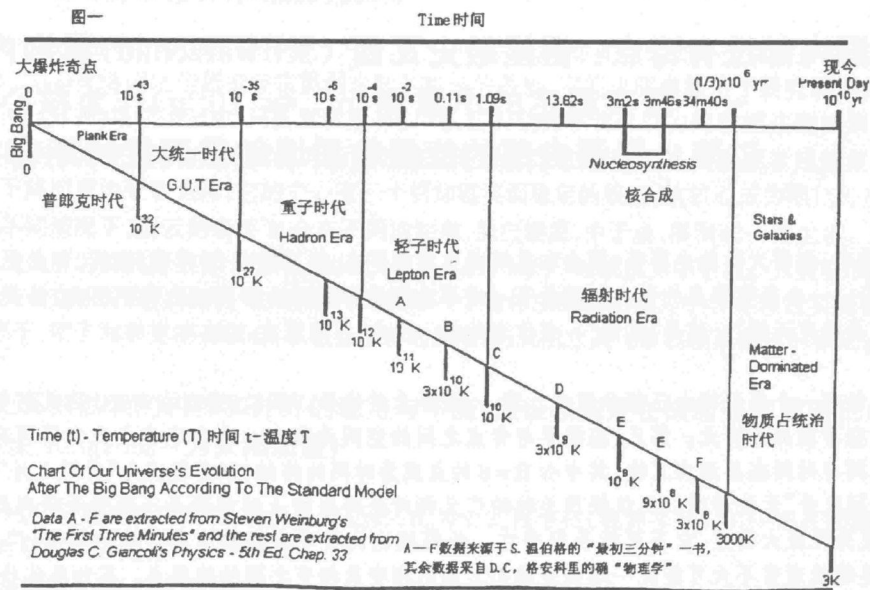
[张洞生. 宇宙微波背景辐射温度 $T_{ur\ m} = 2.7k$ 的新计算方法. *Academ Arena* 2014;6(2):1-4]. (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net/academia>. 1

Keywords: 宇宙; 微波背景辐射; 温度; 计算; 方法

《1》。‘大爆炸’标准宇宙模型的宇宙膨胀变化规律

图一, 宇宙演变的‘大爆炸’标准模型中温度 T 与时间 t 的对应关系^{[2][3]}

9. 附录 A: 图一, 宇宙演变的标准模型中温度 T 与时间 t 的关系;



附录 A 宇宙演变的标准模型中温度 T 与时间 t 的关系

上面图一是‘大爆炸’标准模型中温度 T 与时间 t 的数值对应关系。图一中的数据来源于参考文献[2][3], 图一中, t —宇宙特征膨胀时间; T —宇宙(辐射能)温度; t --- T 的关系可以用公式简单的公式表示出来。

在从大爆炸 $t = 0$ 到辐射时代 (Radiation Era)

结束时间 $t = 385000$ 年, t --- T 的关系式是;

$$Tt^{1/2} = k_1 \quad (1a)$$

在从 $t = 385000$ 年辐射时代 (Radiation Era) 的结束时间到物质占统治时代 (Matter-dominated Era) 的现在 $t = 1.37 \times 10^{10}$ 年, t --- T 的关系式是;

$$Tt^{2/3} = k_2 \quad (1b)$$

必须指出, (1a)与(1b)式都不是理论公式, 而是根据实际数据总结出来的, 所以有误差。经过作者较详尽的计算, (1a)式是相当准确的, 但(1b)式的误差较大, 因为在物质占统治时代, 由于物质成分于辐射成分的分离, 而且物质团的收缩会引起核聚变, 而向宇宙空间发射的热量无法估算, 因此物质团的温度 T 较难准确的测量和计算。

《2》。我们宇宙就是真正的引力(史瓦西)黑洞—CBH, 其生长衰亡规律完全符合黑洞新公式。

1*: 作者在[参考文献1—黑洞宇宙学]中, 完善了黑洞理论, 提出了许多新公式, 严格地证明了我们宇宙就是真正的引力黑洞—CBH, 其生长衰亡规律完全符合作者提出的黑洞新公式的变化规律; 也证明了我们宇宙诞生于普朗克领域 Planck Era 的无数的普朗克粒子 $m_p = M_{bm}$ (最小黑洞) 的合并, 他们合并所产生的膨胀完全符合我们宇宙按照哈勃定律的膨胀。^[1]

1*: 黑洞在其视界半径 R_b 上的普遍的几个基本公式

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

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

$$\frac{m_{ss} M_b}{GM_b / R_b} = \frac{hC/8\pi G = 1.187 \times 10^{-10} \text{g}^2}{C^2/2} \quad (2c)$$

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

普朗克粒子 $m_p = M_{bm}$ 最小黑洞的参数值如下:

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

$$R_{bm} \equiv L_p \equiv (Gh/2\pi C^3)^{1/2} \equiv 1.61 \times 10^{-33} \text{cm} \quad (2f)$$

$$T_{bm} \equiv T_p \equiv 0.71 \times 10^{32} \text{k} \quad (2g)$$

(2a)式是著名的霍金黑洞其 R_b 上的温度公式; (2b)式是霍金辐射 m_{ss} 在其 R_b 上的能量转换公式; (2c)是作者由(2a), (2b)式得出的一个新的黑洞在其 R_b 上的普遍公式, 这个公式完善了黑洞理论; (2d)式是史瓦西对广义相对论方程的特殊解, 是黑洞存在的必要条件。

上面和下面公式中的; R_b —黑洞的视界半径, T_b —黑洞的视界半径 R_b 上的温度, m_{ss} —黑洞在视界半径 R_b 上的霍金辐射的相当质量, h —普朗克常数 = $6.63 \times 10^{-27} \text{g} \cdot \text{cm}^2/\text{s}$, C —光速 = $3 \times 10^{10} \text{cm/s}$, G —万有引力常数 = $6.67 \times 10^{-8} \text{cm}^3/\text{s}^2 \cdot \text{g}$, 波尔兹曼常数 $\kappa = 1.38 \times 10^{-16} \text{g} \cdot \text{cm}^2/\text{s}^2 \cdot \text{k}$, L_p —普朗克长度; T_p —普朗克温度; 最小黑洞 M_{bm} 的视界半径 R_{bm} 和 R_{bm} 上的温度 T_{bm} ; 最小黑洞 M_{bm} 的康普顿时间 Compton time t_c = 史瓦西时间 t_{sbm} , 于是得出,

$$t_{sbm} = R_{bm}/C = 1.61 \times 10^{-33}/3 \times 10^{10} = 0.537 \times 10^{-43} \text{s}, \quad (2h)$$

$$\rho_{bm} = 0.6 \times 10^{93} \text{g/cm}^3 \quad (2i)$$

2*: 我们宇宙黑洞 CBH 的参数值^[1]

由于现代天文学精确地测定了我们宇宙年龄 $A_u = 1.37 \times 10^{10}$ 年, 由此可得出我们宇宙黑洞 CBH 的视界半径 $R_u = CA_u$, 按照(2d)式, 可得黑洞总质能量 M_u , 用球体公式得出密度 ρ_u 为;

$$R_u = 1.3 \times 10^{28} \text{cm}; M_u = 8.8 \times 10^{55} \text{g} \approx 10^{56} \text{g}; \\ \rho_u = 3/(8\pi GA_u^2) = 0.958 \times 10^{-29} \text{g/cm}^3 \approx 10^{-29} \text{g/cm}^3; \quad (2j)$$

由于 M_u 来源于 N_u 个普朗克粒子 $m_p = M_{bm} = 1.09 \times 10^{-5} \text{g}$, 所以 $N_u = M_u/m_p$. 于是, $N_u = M_u/m_p = 8.8 \times 10^{55} \text{g} / 1.09 \times 10^{-5} \text{g} = 8 \times 10^{50} \approx 10^{61}$ (2k)

《3》。宇宙的热历史。^[5] [本节完全引用自参考文献 5 p.56 页的 § 3.6 节, 省略了证明]

宇宙在经过最初的激烈的动荡几分钟之后, 便进入了相对稳定的持续膨胀时期阶段。在不断膨胀过程中, 温度不断地降低。当宇宙温度降低到 $T \approx 4000 \text{k}$ 时, 质子和电子开始形成中性氢。在此之前, 宇宙中辐射成分和物质成分通过康普顿效应耦合在一起, 共同处于热平衡状态, 整个宇宙可用同一个温度 T 来描述。在退耦之后, 辐射温度和物质温度便不是同一值了; 而且, 宇宙状态变为透明的了。在辐射时代结束之前, 宇宙充满电离气体, 由于散射效应的作用, 使得光学厚度变得很大, 因此整个宇宙是不透明的。^[5] 现将该段中的结论写出如下, 当宇宙膨胀到 R 时, 其辐射温度 T_r 和物质粒子温度 T_m 分别为:

$$T_r \propto 1/R \quad (3a)$$

$$T_m \propto 1/R^2 \quad (3b)$$

就是说, 原来辐射与物质粒子温度相同的混合体, 在膨胀之后 $T_r > T_m$.

《4》。求宇宙在其辐射时期结束时, 即 $t_r = 385000$ 万年时的温度 $T_r = 4720 \text{k}$, 已知现在实际的宇宙微波背景辐射温度 $T_{urm} = 2.7 \text{k}$;

$$1*: \text{由公式 (1a), } Tt^{1/2} = k_1, \therefore T_{bm} (t_{sbm})^{1/2} = T_r (t_r)^{1/2}, \\ T_r = T_{bm} (t_{sbm}/t_r)^{1/2} = 0.71 \times 10^{32} \text{k} \\ (0.537 \times 10^{-43}/385000 \times 3.156 \times 10^7)^{1/2} = 4720 \text{k} \quad (4a)$$

2*: 再从 $t_r = 385000$ 年 $\sim A_u = 1.37 \times 10^{10}$ 年, 即在整个物质占统治时代用 (1b)式, 可得出计算的宇宙微波背景辐射温度 T_{ucm} ,

$$\begin{aligned} & \text{由 } T_r t_r^{2/3} = T_{ucm} A_u; \\ & 4700 (385000)^{2/3} = T_{ucm} (1.37 \times 10^{10})^{2/3}; \\ & \therefore T_{ucm1} = 4720 (385000 / 1.37 \times 10^{10})^{2/3 \times 0.667} = \\ & 4720 (2.8 \times 10^{-5})^{2/3} = \underline{4.36k} \quad (4b) \end{aligned}$$

由于 $T_{ucm1}(4.36k) > T_{urm}(2.7k)$; 可见, (1b)式误差较大, 不合实际情况。下面用改变指数的方法可取较精确的 T_{ucm2} 。

$$\begin{aligned} & \text{当 } T_{ucm2} = 4720 (385000 / 1.37 \times 10^{10})^{0.712} = \underline{2.71k} \\ & \text{时,} \\ & \therefore T_r t_r^{0.712} = k_2 \quad (4c) \end{aligned}$$

可见, 由(1b)式得出的(4b)式, $T_r t_r^{2/3 \times 0.667} = k_2$ 是一个不太准确的经验式; 而(4c)式比较准确, 但是无法用较准确地理论和公式表述出来, 所以只能用下面 3*和 4*节的新方法。

我们知道, (1b)式所表示的宇宙在物质占统治时代的膨胀是辐射与物质粒子的共同膨胀, 根据(3a)和(3b)式可见, 对于辐射能, 温度 T 的降低正好与尺寸 R (而 $R \propto t$) 成反比, 即 $Rt = k_3$, 而(4c)中的指数 $0.712 > 0.667$ —(4b)中的指数, 这表明辐射能需要有更多的膨胀, 相反物质粒子就得有较小的膨胀。可见, (4c)式之所以较(4b)式准确, 表明在 385000 年结束之后, 在宇宙中占着一半的空间的一半物质并不膨胀或者膨胀远小于辐射能的膨胀。就是说, 宇宙膨胀到现在, 辐射能膨胀所占着的空间会多占领物质较少膨胀的那一部分空间, 即辐射能膨胀的更为厉害, 所以使得 $T_{ucm2}(2.71k) < T_{ucm1}(4.36k)$

3*: 求整个宇宙在 $t_r = 385000$ 年的尺寸 R_R , 即其在那时宇宙的视界半径; 求组成现今宇宙 M_u 的‘子黑洞’ M_r 的质能量, M_r 的视界半径 R_r , M_r 的‘子黑洞’数目 N_r , M_r 的密度 ρ_r ;

从前面的公式(2j)(2k)式中已经知道, 我们现在的宇宙黑洞—CBH, 其总质能量 $M_u = 8.8 \times 10^{55} g \approx 10^{56} g$, $R_u = 1.3 \times 10^{28} cm$; 它来源于 $N_u = 10^{61}$ 个普朗克粒子 $m_p = M_{bm} = 1.09 \times 10^{-5} g$ 的不停地合并而成。如果将最小黑洞 $m_p = M_{bm} = 1.09 \times 10^{-5} g$ 称之为普朗克时代的‘子黑洞’的话, 那么, 在宇宙长达 137 亿年的演变膨胀过程中, 每一瞬间‘子黑洞’的 M_b , R_b , N_b 都是不相同的, 而只是到了现在, 我们宇宙的一CBH才变成由一个‘子黑洞’而成。

$$\begin{aligned} R_r &= Ct_r = 3 \times 10^{10} \times 385000 \times 3.156 \times 10^7 = 3.645 \times 10^{23} cm; \\ M_r &= C^2 R_r / 2G = 2.46 \times 10^{51} g; \\ N_r &= M_u / M_r = 10^{56} / 2.46 \times 10^{51} = 3.6 \times 10^4 \end{aligned}$$

$$\rho_r = 3M_r / 4\pi R_r^3 = 1.2 \times 10^{-20} g/cm^3;$$

由于 M_r ‘子黑洞’的密度 ρ_r 是与当时整个宇宙 M_u 的密度是一致的, 因此, 全宇宙的 R_R , $R_R = (3M_u / 4\pi \rho_r)^{1/3} = 1.26 \times 10^{25} cm$; (4d)

4*: 求宇宙现在的微波背景辐射温度 T_{ucm} ;

在 $t_r = 385000$ 年的辐射时代结束时, 由于宇宙中辐射成分和物质成分通过康普顿效应耦合在一起, 共同处于热平衡状态, 因此, 可认为那时的辐射成分与物质成分是大致相等而且所占据的空间也是个占一半的, 即各占 $R_R/2$ 的空间。从公式(2d)式可知, 黑洞质-能总量 M_b 与其视界半径 R_b 成正比; 再从(3a)式可知, $T_r \propto 1/R$, 即 $T_r R = \text{Const}$ 。如果假定宇宙从 t_r 到现今的膨胀过程中, 物质粒子成分并不膨胀而增加其体积和视界半径 R , 则辐射成分的膨胀就是由 $R_R/2$ 膨胀到现在的 $R_u = 1.3 \times 10^{28} cm$ (其中 $R_R/2$ 的物质成分占据 R_u 的部分相对较小, 可以忽略不计)。于是, 按照(3a)式, 就可以计算出现在的微波背景辐射温度 T_{ucm} 。

$$\therefore T_{ucm} = T_r R_r / 2R_u = 4720 \times 0.63 \times 10^{25} / 1.3 \times 10^{28} = \underline{2.3k} \quad (4e)$$

上面计算出来的 $T_{ucm} = 2.3k$ 要稍小于实际的微波背景辐射温度 $T_{urm} = 2.7k$, 即 $T_{ucm} < T_{urm}$; 其原因可能有: 宇宙在这物质占统治时代的膨胀中, 一是物质成分实际上可能因宇宙膨胀其压力减少和核聚变增温而有少许膨胀, 二是在宇宙空间物质粒子团的收缩最后发生了‘核聚变’, 其所产生大量的热能对辐射成分有少许的增温。

《5》. 几点猜想

1*: 在宇宙辐射时代结束时, 即在 $t_r = 385000$ 年, 温度 $T_r = 4720k$ 时, 求辐射所耦合的物质粒子的质量 m_{ne} 。按照(2b)式, $m_{ss} = \kappa T_b / C^2$

$$m_{ne} = \kappa T_r / C^2 = 1.38 \times 10^{-16} \times 4720 / 9 \times 10^{20} = 7.23 \times 10^{-34} g \quad (5a)$$

$m_{ne} = 7.23 \times 10^{-34} g$ 是什么? 请看资料: 电子中微子的质量上限 $\nu_e = 9.1 \times 10^{-33} g$, 一个光子的等价质量 $= 4.2 \times 10^{-33} g$, 电子质量 $= 9.11 \times 10^{-28} g$, μ 子中微子的质量上限 $= 4.8 \times 10^{-28} g$ 。可见, m_{ne} 应该是电子中微子或者电子反中微子, 它们应该是宇宙中最小的物质粒子了, 它们也是辐射时代结束时, m_{ne} 所对应的光子(辐射能)的静止质量。一旦在宇宙辐射时代结束, 辐射与这种最小的物质粒子与其对应的光子解除耦合后, 宇宙就变成透明、辐射成分与物质成分分离的物质占统治的时代了, 在这个时代, 辐射能因宇宙的膨胀而降温和增加其波

长；物质粒子团的收缩就形成了星云，其中较高密度部分的继续收缩会产生核聚变而形成恒星系统，其中的某些适合条件的行星，经过长期的演变进化，出现了生物甚至有智慧的人类。

2*；质子的质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-24} \text{g}$ ，因此，
 $m_p/m_{ne} = 1.67 \times 10^{-24} / 7.23 \times 10^{-34} \text{g} = 2.3 \times 10^9 \approx$
10 亿 : 1 (5b)

这个 **10 亿 : 1** 就是轻子（光子）与重子数的比例。

====全文完====

【参考文献】。

- [1]。张洞生：<黑洞宇宙学>
http://www.sciencepub.net/academia/aa2013suppl/007_21397aa0501s_280_347.pdf
- [2]。Giancoli, Douglasc. Physics, Principles With Application, 5th Edition, Upper Saddle River. NJ. Prentice Hall, 1998,
- [3]。S. 温伯格：<宇宙的最初3分钟>。中国对外翻译出版公司，1999.北京
- [4]。苏宜：<天文学新概论>。华中科技大学出版社。2000年8月。
- [5]。何香涛：<观测天文学>。科学出版社。2002.4.
- [6]。王永久：<黑洞物理学>。湖南师范大学出版社。2000年4月。公式（4.2.35）。
- =====

1/20/2014