文章编号：1007－4627(2004)02－0162－03

孤立纯光子系统与背景辐射

张邦固
(科学出版社，北京 100717)

摘　要：从能量角度论述了孤立纯光子系统是不稳定的. 它与观测到的宇宙微波背景辐射的光子平衡态是截然不同的. 所以，正在膨胀着的宇宙不会来自一团“纯能量”.

关 键 词：孤立纯光子系统；宇宙微波背景辐射；光子平衡态
中图分类号：P159.3　　**文献标识码**：A

1 引言

关于宇宙起源，有许多说法，其中离奇的一个是所谓“无中生有”. 其大意是说，原本什么都没有：没有物质，没有空间，也没有时间. 由于不确定原理，产生了能量、空间、时间. 大爆炸开始了.

我们已经论述了这种说法曲解不确定原理、违反能量守恒定律[1].

本文将论述“纯能量”光子系统不会膨胀成基本性质完全不同的宇宙微波背景辐射.

2 孤立纯光子系统

一个孤立的物质系统，必然有质量、有能量，并且这质量、能量不可能是负的. 理由是，质量是物质的量，也就是“存在”的量. “存在”最少也就是不存在. 负“存在”如何理解？如何测量？

我们看看一个孤立引力系统的总能量 E 的构成. 它应该包含引力势能 $-U$、动能 T 和静止能量 M_0c^2，即

$$E = -U + T + M_0c^2. \tag{1}$$

对于仅仅由光子组成的孤立系统，因为光子的静止质量等于零，所以只有引力势能和动能

$$E = -U + T > 0\,. \tag{2}$$

上面已经论述了，一个系统只要存在，其总能量必须大于零，$E > 0$. 也就是说，动能大于引力势能(绝对值)，$T > U$. 这样，当系统膨胀时，系统成员之间距离要变大，系统的引力势能(绝对值)要变小，系统的动能也要变小. 当系统的引力势能小到零时，系统的动能仍然大于零. 就是说，系统还要膨胀. 而系统的引力势能等于零就意味着它不是一个相互有联系的整体，它要散失.

3 宇宙微波背景辐射

我们知道，宇宙微波背景辐射是 20 世纪 60 年代的重大科学发现. 1964 年，两位美国物理学家彭齐斯(A. A. Penzias)和威尔逊(R. W. Wilson)用具有极低噪声的射电望远镜在银河系内观测时，发现了一种新的噪声，他们想了许多方法仍不能消除之[2]. 进而，他们发现这种“噪声”不是银河系所特有的. 在天空的任何方向，它无处不在. 这些“噪声”是一些电磁辐射，或者说是光辐射. 不分白天黑夜，不分春夏秋冬，它们都稳定地没有什么变化地存在着.

这个发现迅速引起了科学界的重视. 许多科学家对此又做了更多、更细致和更精确地观测和研究. 人们的多次观测进一步证实宇宙微波背景辐射的两个基本性质.

(1) 频率分布服从普朗克分布：

$$\rho(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3\left(e^{h\nu/kT} - 1\right)}\,, \tag{3}$$

其中 T 是背景辐射的特征温度.

(2) 空间分布具有高度各向同性.

在精度不断提高的测量过程中，人们发现在朝着室女星座的方向上，背景辐射有大约 0.1% 的紫

收稿日期：2004 - 01 - 18
作者简介：张邦固 (1944—)，男(汉族)，四川永川人，副编审.

移，或者说，其特征温度约高 0.003 K；而在相反的方向上有约同样大小的红移，或者说，其特征温度约低 0.003 K. 很自然，人们将它们归结于地球在背景辐射中的运动所造成的多普勒效应. 由此可以算出地球相对背景辐射的速度. 把地球相对太阳及太阳相对银河系中心的运动考虑进去，可以计算出银心正朝着室女星座方向以约 600 km/s 的速度运动[3].

扣除了上述的多普勒效应所造成的各向异性以后，观测到的背景辐射的各向异性[4]约为 10^{-6}.

背景辐射的上述两个基本性质使人们相信，它与黑体辐射相同[5]，都是一种平衡态. 但是，宇宙微波背景辐射不是人们在实验室制造出来的黑体的辐射. 与黑体不同，背景辐射没有壁，它是靠宇宙物质(包括星系、星星、星际气体、质子和电子等所有静止质量不为零的物体与光子)的引力而积聚在一起的.

作为对照，我们可以看一看新星或超新星的情形. 当它们爆发时，会放出大量的光子. 例如，在 1 000多年前我国宋代皇家天象记录中，一连许多日都有一颗十分耀眼的星. 然而，它的引力太弱，不能束缚住所放出的光子，没有形成平衡态. 光子都散失掉了，只剩下一些冷下来的粒子和尘埃. 这就是今天仍可以观察到的蟹状星云.

宇宙微波背景辐射的情形不同，宇宙物质的引力足够强，它没有让当初大爆炸所产生的光子散失，而是将其束缚住了，形成了光子平衡态.

理论上，我们由背景辐射的温度、宇宙物质密度和宇宙半径 3 个观测数据定量计算了宇宙这个光子平衡态的总能量[1]. 它亦由(1)式表示，不过，这时有

$$E < M_0 c^2 \ . \tag{4}$$

这样

$$E - M_0 c^2 = -U + K < 0 \ , \tag{5}$$

上式的左边小于零. 也就是说，宇宙的总动能小于其总势能的绝对值. 或者说，其总质量小于其静止质量. 这些都是束缚态的标志.

4　差别

仅仅由光子组成的孤立系统有许多实例. 例如，世界上几个粒子加速器对撞机中进行正反粒子对撞实验时，正反粒子束对撞中刚刚湮没而产生出来的就是这样的系统. 粒子束能量很小时，如果就让它们对撞，那么，所产生的就是一些光子，很快就散失掉了. 如果把粒子束加速，使其能量增大之后再对撞，那么，粒子对湮没产生的光子会碰撞产生正反粒子对. 粒子束的能量越大，所产生的粒子对的数目和种类越多.

但是，对撞机中，这种粒子对与光子的相互产生情形与大爆炸初期光子平衡态中的情形有很大不同. 对撞机中，光子系统不是平衡态，其中的光子自产生之时起就向外辐射，与其他光子相撞产生粒子对只是一种偶然事件. 在光子平衡态中任何一点，都有来自各个方向的光子，光子与粒子对的相互产生是反复、频繁发生的.

它们的区别主要有：

(1) 稳定性

纯光子系统根本没有任何稳定性. 从产生之时起，它就是完全不稳定的. 宇宙光子的平衡态是非常稳定的. 它稳定地存在了上百亿年，是已知的最长寿命的平衡态. 不过，它在不断地膨胀，它的温度在不断下降. 所以，严格说，它是一个准平衡态.

(2) 均匀性

纯光子系统是完全不均匀的，而宇宙光子平衡态是非常均匀的. 大家知道，10^{-6}的精度在天文观测中是极为罕见的. 应该看到，这种均匀性是由束缚态性质决定的. 正因为是束缚态，光子才不会大批散失，才会由于频繁碰撞而分布均匀，才会在宇宙早期形成质子、中子等粒子与光子数量基本相等的平衡态——光子浓汤. 这种光子浓汤决不可能在纯光子系统中生成. 因为它不是束缚态，束缚不住光子. 在系统中的任何一点，它的光子都是向外运动的，不像光子平衡态中的每一点，都有四面八方的光子来到. 所以，纯光子系统中光子之间相互碰撞的概率非常小，产生正反粒子的概率也非常小，不可能形成光子浓汤.

(2)式和(5)式中(大于小于)符号的相反鲜明地说明了这两种系统基本性质的本质不同.

5　结论

宇宙微波背景辐射这个光子平衡态的存在说明，我们的宇宙不可能产生于一团“纯能量”，一个仅仅由光子组成的系统. 所以，在我们的宇宙中不

可能存在大量的、与正物质相当的反物质世界.

参 考 文 献:

[1] 张邦固. 宇宙奥秘. 北京: 科学出版社, 2002.
[2] 温伯格 S. 最初三分钟. 冼鼎钧等译. 北京: 科学出版社, 1981.
[3] 萨根 C. 宇宙. 周秋麟等译. 长春: 吉林人民出版社, 1998, 263.
[4] Sironi G. *et al*. New Astronomy, 1998, 3: 1.
[5] 温伯格 S. 引力论与宇宙论. 邹振隆等译. 北京: 科学出版社, 1981.

Isolated Pure Photon System and Background Radiation

ZHANG bang-gu
(*Science Press*, *Beijing* 100717, *China*)

Abstract: The unstability of any isolated pure photon system is indicated from the angle of energy. The nature of this system is completely different from the one of an equilibrium state of photons, which is just the cosmic microwave background radiation observed. Therefore, our expanding universe can not come from a group of pure energy.

Key words: isolated pure photon system; cosmic microwave background radiation; photon equilibrium state