

附录 C：年轻地球相对宇宙论研究进展

摘要

我在这次会议的另外一篇论文[参看附录 B]中从圣经的提供了证据，说明了我们这个宇宙是有限有边界的，而且我们地球是在宇宙中心附近的位置。如果我们把这些边界条件放入爱因斯坦广义相对论方程组，那我们就可以推导出一个正在膨胀的宇宙，而且在宇宙不同位置的时钟（包括所有物理过程）嘀嗒作响的速度都不一样。这样，物理学就是一个宇宙般大小的白洞（黑洞反向运行），其活动视界在不断收缩，也不断有物质从白洞中膨胀喷射出来。位于活动视界上的时钟相对于远处的时钟会短暂静止。在膨胀的某个临界时刻，活动视界会收缩到地球，此时地球的时钟在那一刻暂停。

我认为这个临界时刻是在创世的第 4 日到达地球的。地球时间一日之间，遥远的星系的时间却逝去了数十亿年之久，于是从遥远星系发出的光线能在相当于地球一日的时间内传播到地球。这个理论也解释了星系红移和宇宙微波背景辐射现象。如果用地球上的时钟来衡量，那今天宇宙的年龄也如圣经字面上所表述的那样，只有短短 6000 年之久。

关键词

宇宙学，广义相对论，宇宙年龄，星系红移，宇宙微波背景辐射，黑洞。

1. 介绍

上帝啊！倘不是因为 I 总作恶梦，那么即使把我关在一个果壳里，我也会把自己当作一个拥有着无限空间的君王的。[哈姆雷特，第 11 段]

神运用相对性创造了一个年轻的地球。这个说法和这篇论文的主

题看上去会令很多人吃惊，其中某些人可能认为相对论是恶魔的一个发明。但是我认为相对性是神创造宇宙时不可或缺的一部分，特别是相对性的其中一个被某些作者称之为引力时间膨胀效应的特征，能让遥远星系的星光，在以地球时钟作为测量标准的“一日”内，传播到地球。

对相对论有哲学障碍的人们可能会感兴趣的是，我们可以把相对论经常被赋予的哲学思想这个“包袱”抛开，将相对论所包含的数学思想独立出来，这样，一个简单的概念模型就能解决人们经常所反对的那个悖论。举个例子，很少人知道爱因斯坦本人在 20 世纪 20 年代曾回归到以太这个理论。光速相对于这种以太来说是一个不变的常数，而相对论方程组则要求时钟和测量杆随着以太改变而移动，以保证每次测量出来的光速都保持在同一个值（意即：穿过以太的物体会随运动而改变）。如此，时钟运行会变慢，测量杆会变短，而光速似乎与运动状态无关了。通过回到一个绝对参照系，这个相对论的观点甩掉了哲学包袱，并解决了这一个悖论。第 15 部分我会简单讨论一下为什么我们可以认为相对论在创世周就已经在运行。

我希望这篇论文能让一些持怀疑态度的人相信相对论并不是创造论的敌人，恰恰相反是其朋友。年轻地球创造论需要在宇宙学领域的的朋友，因为在我看来，就所观测到的宇宙大尺度现象而言，到目前为止我们还没有一个非常令人满意的解答。这些宇宙现象中最重要的如下：

- 1. 遥远星系的星光问题：**我们能够看到数十亿光年之外的星系，这个距离是经过各种技术测量后得出的。光线以目前的速度要穿越如此巨大的距离要耗费数十亿年的时间才能到达我们。
- 2. 星系红移问题：**每个星系所发出的光线波长在光谱中都向红端偏移，而红移量是大致跟该星系于我们的距离成正比的。当然有个别是例外的，但这个（红移）的总体趋势是非常明显的，我们必须给予解释。
- 3. 宇宙微波背景辐射问题：**我们地球浸润在一种低功率微波

(厘米到毫米级别的波长)电磁辐射之中,其频谱相当于一个壁温只有 2.74 开氏温度的冰冷洞穴内的热辐射(热波,黑体辐射)。在修正了因地球运动造成的影响后,这种辐射相当均匀,在各个方向上的差异不超过 10 万分之一。

所有这些现象跟宇宙大爆炸理论相当吻合,似乎都指向一个漫长的,达数十亿年之久的宇宙。但是创造论科学家却找到大量证据,说明地球和太阳系还相当年轻,远小于数百万年。正确的科学要求我们尝试调和年轻地球论的数据和宇宙学的数据,由此促成创造论宇宙学对以上这些现象的解释。

在过去,创造论者已经提出过若干个解释。其中最有名的包括:(1)成熟创造理论(认为光在中途被创造的);(2)穆恩-斯宾塞理论(认为光走了捷径);(3)赛特菲尔特的光速衰减理论(认为光速减慢);(4)阿克里奇-巴恩斯-史勒什理论(星系气体和尘埃的加热)。在我看来上述这些理论并不完备。首先,这些理论的支持者们都没有圣经方面的决定性证据支持。我说的“决定性”是指圣经有直接陈诉,明确表示支持某个理论而不是另外一个。比如,是否有经文讲述神在创世中途创造了光,光线抄捷径,光速加快。

第二,这些理论都没有对上述列举的三个大尺度天文现象进行解释。理论 1 到理论 3 主要寻求光传播时间方面的解释。理论 4 只是对宇宙微波背景辐射进行解释。第三,从科学角度,这些理论都有严重不足。理论 1 并没有做任何的科学预设,因而不能被检验。理论 2 到理论 4 被很多创造论科学家通过数据证实是错误的,尽管个别支持这些理论的人不太同意这点。因此,看起来创造论者还没能拿出一个令人更为满意的宇宙理论。

为了满足这个需要,这篇论文会深入探讨爱因斯坦广义相对论,对于那些仅学习过狭义相对论的科学家,这将会超出他们所能理解的范畴。论文还包括对黑洞奇特物理特性的讨论,并加入了相当多的数学分析。这些都是本论文主旨所需要的,但是我会把这些东西尽可能地简化。对于非物理学家,我会用文字解释基本的方程组。对于没有

研究过广义相对论的物理学家，当我讨论主题时，会加入我自己认为有用的概念，但是这些注解对非物理学人士就不会有太大的帮助。请你们能耐心听完我这些新奇的理论，因为你们的收获将会很丰盛——这是一个不算特别的宇宙理论，它不但能解释大尺度的天文现象，还可以跟年轻地球论思想完全一致。

2. 宇宙大爆炸理论是假设无界宇宙为前提的

在《时空的大尺度结构》一书中，史蒂芬·霍金和佐治·艾力斯阐明了宇宙大爆炸理论中最根本的假设：

然而，没有思想体系的结合，我们不可能创造宇宙模型。在最早期的宇宙观，人认为自己身处宇宙中心的一个崇高的位置。自哥白尼时代起，我们认识到人类只不过身处在一颗普通大小行星上，这颗行星也环绕着一颗普通大小的恒星，而该恒星也只是处于一个普通星系的外围边缘位置，最后这个星系也只是本星系团中普通的一员。我们没有理由宣称地球在空间的位置是相当特别的，事实上，我们这样做不是太民主。我们会跟随邦尼[5]，把这种假设成为哥白尼原理。

要对这个有点含糊不清的原则进行合理的解释，得像它所暗示的那样去理解：从一个恰当的范围尺度去观测，宇宙就空间上而言大致是均匀一致的。

霍金和艾力斯对“均匀一致”这个词的理解是在任何时间宇宙所有地方都基本相同的。特别是他们指出我们身处的三维空间的所有区域的物质平均密度都是相同的，当然这里说所有区域是要足够大才能取得一个好的平均值。这个预设也是一些更大一级理论的基础，比如费里曼德理论，或者罗伯特森-沃加宇宙理论。不仅包括宇宙大爆炸理论，还囊括了更早期爱因斯坦静态宇宙论和德斯特的空虚膨胀宇宙论。即使是弗莱德霍伊尔的稳态宇宙论也设置了同样的假设——空间各处均匀一致。这个“哥白尼原理”在过去被称为“宇宙原理”。

请注意霍金和艾力斯把“哥白尼原理”称为“思想体系的结合”。

这就是说，这个原理并非来自直接的观测，而是源自一些人觉得是真理的思想。最近在《自然》杂志的一篇文章上，天体物理学家理查德·戈特阐明了哥白尼原理背后的实质理据：

在天文学中，哥白尼原理行得通是因为对于智慧观察者而言，宇宙所有区域中只有一些区域被定义成“特殊”，而许多区域都是“不特殊”的，所以你多半是身处一个“不特殊”区域里。

更进一步来阐述就是，哥白尼原理背后的意思就是我们身处这个星球只是随机的结果——不是神有意的选择安排——因此我们不太可能身处一个特别的区域。当然，这种“随机偶然”的思想也是达尔文主义的本质所在。理查德·戈特正是基于它跟进化论的这种联系，建立起他的理论，认为我们并非身处一个独特的位置。

达尔文认为，就起源而论，我们跟其他物种相比并无特别之处。

所以哥白尼原理背后的精髓就是一个被偶然性控制的宇宙。由于许多科学家看到了大自然中大量的目的性，因此我们就很有理由去质疑这个哥白尼原理的有效性。

哥白尼原理的支持者们不是完全依靠思想体系。他们指出在大尺度下，从我们的观察点看宇宙显得各向同性。也就是说，在每个方向上看起来都是一致的，特别是对于宇宙微波背景来说。事实上，这种观察到的各向同性也是来自“均匀一致”的想法，因此跟哥白尼原理是一致的。然而，逻辑是无需这样反向推理的——各向同性所以“均匀一致”。在本书中，我会通过例子说明一个人可以构想出一个各向同性，却非“均匀一致”的宇宙。

我在哥白尼原理上花了一些时间，是因为它对宇宙理论有着深刻的影响。理查德·戈特强调其重要性：

我们并非身处宇宙中某个特殊位置这一思想在宇宙学中是

至关重要的，也直接导向“均匀一致”和“各向同性”的费里德曼宇宙模型。

你或许觉得奇怪，哥白尼原理或是空间“均匀一致”这一思想，究竟为什么至关重要的呢？为了帮助你去理解，让我清楚阐明“均匀一致”这一思想中那个不成文的暗示：均匀一致意味着我们这个三维宇宙不存在边缘和中心。假如存在一个边界或者中心，那靠近这些位置的观察者就是处于特殊位置了；相比其他观察者，他们可以看到和测量到不同的事物，因此也就违背了哥白尼原理。

假设在我们这个三维空间，你能够瞬间到达任何地方。哥白尼原理告诉我们无论你走得有多远，你永远不可能找到一个地方其平均物质密度跟我们这里有多大差异。你也不可能在这个由恒星和星系组成的常规宇宙内找到一个尽头，因为根本不存在中心和边缘。更专业一点讲，这样的宇宙中的物质是无限的。数学家称这一要求为“边界条件”。第4部分给我们展示当这些边界条件应用到广义相对论方程组中时，怎么得到了宇宙大爆炸理论。接下来的第3部分向物理学家介绍广义相对论的要义。数学不太好的读者可以略过第3和第4部分，不会对理解带来太大困难。

3. 广义相对论的基础知识

1916年，也就是爱因斯坦发表他首篇关于狭义相对论的论文之后的11年，他发表了完整的广义相对论[13]。在这篇论文中，他将空间和时间描绘成像是被拉展和弯曲的材料。某些人反对这种对空间的物质的和“几何”的解释，但我对此是接纳的，原因有两点：（1）它为一个非常困难的课题提供了启发性的描绘；（2）从圣经上得到某些提示是支持这个理论的[参看附录B，第7部分]。爱因斯坦通过描述在时空上稍有差别的事件的间隔来形容这种拉展和弯曲，就是下述公式中的 ds 。如果它是一个实数，它同时跟“自然时间”或固有时间间隔 $d\tau$ 成正比， $d\tau$ 由在两事件间任一轨道运行的一个实体钟给出：

$$ds \equiv c d\tau$$

(1)

在我采用的的这套计量系统中，比例系数为光速 c 。（如果 ds 是个虚数，意即 $ds^2 < 0$ ，那间隔就等于在保证两个事件同步的一个参照系下 i 乘以这两个事件。有些人把间隔用一个相反的符号规则来定义。）爱因斯坦用“度规”方程来计算间隔的平方。

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \mu, \nu = 0, 1, 2, 3$$

(2)

指数 μ 到 ν 数值从 0 到 3，分别代表时间和空间的三个维度，对应于每个指数值的 dx^μ 分别表示两个事件之间的时间距离和空间距离。举个例子，用 τ 代表时间，并使用极坐标 (r, θ, ϕ) ，便得出 $(dx^0, dx^1, dx^2, dx^3) = (d\tau, dr, d\theta, d\phi)$ 。 $g^{\mu\nu}$ 的数值代表度规张量的分量。在四维中，“二阶”张量由 16 个分量所组成，可以随选定坐标系的改变而改变。下标代表“协变”张量，变化方式如同对标量函数进行求导。上标代表“逆变”张量，变换方式如同向量。这个方程同时有两种张量，其中度规张量以协变形式存在而距离则以逆变形式存在。度规张量爱因斯坦在他的论文中介绍了他的求和约定：如果下标和上标指数相同，就可以把该指数相加。比如，在方程 (2) 右边代表了 16 个不同项的总和。度规度规张量 $g^{\mu\nu}$ 是广义相对论非常重要的基础。

$$R^{\mu\nu} = \Lambda g^{\mu\nu} - \frac{8\pi G}{c^4} \left(T^{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} T \right)$$

(3)

爱因斯坦在 1916 年和 1917 年的论文主要贡献就是他给出的那组描述时空曲率[参看第 5 部分]的 16 个引力场方程。简单地说，这些方程组阐明了在给定某点的时空物质数量决定了该点的时空曲率。这跟描述在一张被拉展开来的膜上面放置重物的方程组非常类似，不同的是现在这块膜有四个维度，而不是两个。方程 (3) 左边的量 $R^{\mu\nu}$ 代表里奇（曲率）分量的第 μ ν 分量，它其中包含了度规张量的各种二

阶时空坐标导数。里奇分量与时空曲率有关。在某些简单的情形下，这个方程可以简化为达朗贝尔算符，

$$\square \equiv \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}$$

去应用在度规张量的分量中。而在简单静态的情形下，它可以进一步简化为拉普拉斯算符 ∇^2 ，将之应用于度规分量中。

方程 (3) 右边是著名的“宇宙常数”，我们通常认为它与时空膜受的外部压力或张力成正比（这个值不一定为常数，它取决于所处的位置和时点。然而，人们在很多研究中都将它视为一个常数，通常是零）。G 是牛顿万有引力常数。

方程 (3) 右边第二个张量 $T^{\mu\nu}$ 是能量动量张量。这是一个“源项”，具体描述引起时空扭曲的质能和动能（由非引力场引起）的多少。方程 (3) 的第 3 项包含了标量函数 T，它是 $g^{\mu\nu} T^{\mu\nu}$ 的和，代表由于引力场和非引力物质的相互作用而出现的额外质能，它也能引起时空弯曲。

4. 从广义相对论到宇宙大爆炸理论

在宇宙学中通常的研究方法是先找出能量动量张量 $T^{\mu\nu}$ 在所有空间中的形式，然后再找出方程(2)中度规张量 $g^{\mu\nu}$ 所必须具备的形式，使我们可以得到爱因斯坦方程组 (3)。通常宇宙学家会作出两个（合理）的简化近似：(i) 将星系当作是不会相互作用的“尘埃”，比如它们彼此相距太过遥远，因而不会有明显的相互作用。(ii) 假设星系相对于它所处的空间是静止不动，意即：它们只会由于空间膨胀而发生位移。在这些近似条件下，能量动量张量中的唯一非零分量就是物质的密度 ρ ：

$$T^{\mu\nu} = \rho \tag{4}$$

哥白尼原理就从这里进入了方程组。这个原理要求方程 (4) 中

的物质密度 ρ 在全部可探空间都独立于空间坐标系存在。使用这个边界条件后，很多教材都给出了以下度规表达式，它被称为罗伯特逊-沃克度规，是方程 (3) 的一个解：

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 - a^2 \left(\frac{d\eta^2}{1 - k\eta^2} + \eta^2 d\Omega^2 \right) \quad (5)$$

这里的 η 是一个无量纲径向坐标。也是一个共动坐标，它表示坐标系随空间膨胀而产生位移，就好像它是被涂刷在空间上的网格一样。这也意味着对于任何给定的星系， η 值在整个膨胀过程中都是保持一致的。但请注意：对于罗伯特逊-沃克度规，它的坐标原点是任意的。它可以是我们三维空间任意一个地方。这样，这个度规跟哥白尼原理才绝对吻合的。

在罗伯特逊-沃克度量中的“宇宙”时间 τ 跟方程 (1) 中的本征时间（或者叫做“自然”时间）是一样的。这个时间是由一系列贯穿整个宇宙的时钟所定义的，每一个时钟都在空间膨胀的背景下，跟随着各自的星系一起运行。而且各个时钟都能彼此完全同步。之后我会给大家介绍一个完全不一样的时间， t ，它称为史瓦西时间，也叫做“坐标”时间。这两种不同的计时方式构成了本书的精华，请你们特别留意这里的区别。

在方程 5 中的符号 a 是指空间曲率半径，以长度为单位。这个值是取决于宇宙时间 τ （某些人将 a 定义为无量纲量，称之为“尺度比例”；而 η 则有了长度单位）。这个曲率半径将共动坐标 η 和非共动径向坐标 r 联系起来：

$$\mathbf{r} = \mathbf{a}(\tau)\boldsymbol{\eta} \quad (6)$$

坐标 r 有长度单位，定义了它，圆周长就可用 $2\pi r$ 来计算。对于某一个星系来说， r 随曲率半径增加而增大，而 η 则保持不变。

方程(5)中的符号 c 代表光速，当 $k=0$ 或者靠近原点时，它在 $(\tau,$

r) 坐标系中是个常数。在其他坐标体系中，比如我在随后介绍的史瓦西体系—光速会是 c 乘以一个时空函数，因而并非一个常数，在这样的体系中 c 本身并不代表光速，而只是一个简易的常倍数（通常广义相对论家使用单位物理量，所以 $c=1$ ）。方程（5）中的符号 $d\Omega$ 则是张角，在球坐标系中，指有间隔的两个时空事件所成的张角，由此我们得出以下表达式：

$$d\Omega^2 \equiv d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2$$

常数 k 在罗伯特逊-沃克度规中是非常重要的。它可以取值为 1, 0, -1, 取决于空间曲率是正, 零或是负。当 $k=1$, η 的取值在 0 到 1 之间。我将会在下一部分阐明这个概念。

5. 弯曲空间与五个维度

以上的方程和理论都是使用四个维度，一个时间维度和三个空间维度。对于未接触过这方面知识的新手来，这是相当令人费解的，特别空间可能是弯曲的。很自然会问到一个问题：“空间会向哪个方向弯曲呢？”广义相对论其中一个行业秘密就是如果我们认可一个多维度的理论，我们就可以回答这个问题。特别是对于方程 5 中正曲率 ($k=1$) 的情况，其几何解将相当简洁：我们的三维空间只是“超空间”中一个“超球体”的表面，这个超空间遵守普通的几何定律，只不过它拥有四个空间维度，而不是三个！光线与可见物质都被限制在其表面运动。时间会是一个额外的维度，也就是作为第五维独立存在。说得明确一点，这个超空间表面有笛卡尔坐标 (w, x, y, z) 如下：

$$w^2 + x^2 + y^2 + z^2 = a^2$$

这里的 a 是方程 5 的曲率半径。除了额外维度 w ，其余的跟描述三维空间球径 a 的方程完全一致。现代相对论学家表示这个超球体是一个镶嵌（已存在的）在四维欧几里得（普通几何）空间的“三维球体（由于它的表面是三维）”。由于半径 a 随着时间而增加，我们可以想象这个超空间像四维橡皮气球在不断膨胀。星系好像粘贴在气球表

面的硬币一样。当我们将气球吹涨时，它们就会分开会相互分离。很多教材都使用这个例子，但是他们大多数都没有告诉读者这个气球拥有四个空间维度的。

图 1 显示方程 5 当 $k=1$ 时以及方程 6 是怎样与这个概念关联的。正如我之前所说，超球体的原点 (w 轴与平面的交点) 在平面的位置完全是任意的。 θ 角代表环绕 w 轴的自转量，而 ϕ 角隐藏了。图 1 用三种方式给我们说明了一个星系与中心的径向距离： x 角，或者是径向坐标 η （此两者是共动的），或者是径向坐标 r （非共动）。

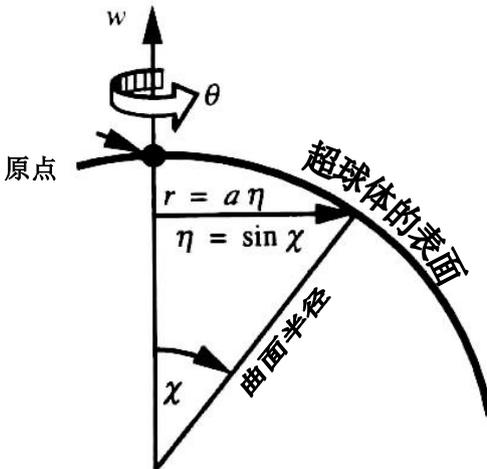


图1. 正曲率的宇宙

超球体的宇宙看上去像科幻小说，但是正是爱因斯坦（使用了不同的符号）用本部分开头的方程，把这个概念于 1917 年引进到宇宙学中。但是，他很快运用某些数学手法，将方程中这个额外维度 w 隐藏起来，所以它再也没有在方程显露出来。从此，大多数相对论学家都试图将这个额

外维度当作简单的数学小说。其中某些人，比如约翰·A·惠勒，甚至对这个额外维度存在的真实性十分反感。

从这个球体出发的探索是没有物理意义，而且是被禁止的。这个多出来的维度是为了在论证中提供理据，而不是帮助探索者去探求。

对这个额外维度的敌意有可能来自对 19 世纪某些思想产生厌恶，他们要么是灵论者，认为超空间是魔鬼居住的地方，要么是基督徒，把超空间想象成神的居所。而最有可能的就是源自人们的一种愿望，希望这个三维空间已经包括了全部物质和能量，而不仅仅是一个更大

存在的一部分。卡尔·萨根表达了这一愿望，陈述的方式就像这是一个定义或是一个事实：

宇宙是现在，昔在，永在的全部。

另一方面，创造论者无需反对有比可见宇宙更广阔的存在的可能性，这是因为在圣经中对这个额外维度有特别的提示[请参看附录 B 第 7 部分]。当然，其中一个困难是能够看到或者想象到这样一个额外的维度。鲁迪·拉克尔在他那本小书《第四维度》[41]中作过这方面的努力，去帮助人们拓展思维拉克尔在该书中有趣的描述和妙趣横生的猜想为行外人士和科学家们了解这些理论提供了有趣的导论。

到目前为止，我仅仅是讨论了 $k=1$ 正曲率情况。我们也能够用额外维度将零曲率 $k=0$ 的情况表示出来。这种情况下，我们三维空间相当于在四维空间中一张平坦的橡皮纸 (w 轴方向变细) 表面。我们再次用粘贴在纸面上的硬币来代表星系。而橡皮纸往 x 、 y 和 z 轴方向的拉展代表空间膨胀。图表 2 和 3 分别说明了 $k=1$ 和 $k=0$ 的情况 (包括了 w 轴，隐藏 z 轴)。

对于 $k=-1$ 的负曲率的情况，我们使用马鞍面而不是平面来进行说明。这种情况下的宇宙，物质并没有一个边界或者边缘。正曲率的宇宙大小是有限的。如果你向一个方向出发去 (限于超空间的表面)，只要行走足够长的路程，你最终会回到出发点。这说明了你身处一个封闭宇宙之中。但是在旅途中，你永远不可能达到恒星和星系的边界 (由于物质在超球体表面均匀分布)，因为你身处一个无界宇宙之中。因此正曲率的罗伯特逊-沃克宇宙是一个有限封闭的无界宇宙。

零曲率和负曲率的宇宙不是有限的。在这种宇宙中，如果你向某一方向出发，你永远不会回到出发点。然而，你也不可能达到物质的边界，因为物质会扩散到无限远。这两类型的宇宙是开放和无界的。因此所有罗伯特逊-沃克 (包括宇宙大爆炸理论) 宇宙理论都认为物质不存在边界。

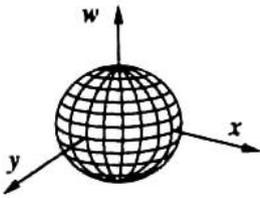


图2. 正曲率的宇宙

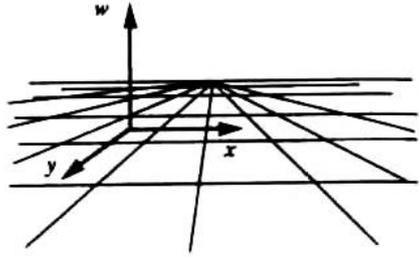


图3. 零曲率的宇宙

6. 宇宙大爆炸理论的主要误区

现在我们有足够的背景资料去处理某些常见的误区。包括很多科学家在内的许多人认为，大爆炸理论家们构建的图画是：一个小物质球的在空无一物事先存在的巨大三维空间不断向外膨胀。膨胀物质的边缘就是物质和周围虚空的边界。但是公众所臆想的大爆炸图画是错误的。在封闭的宇宙中，大爆炸数学事实上告诉我们三维空间本身跟物质一样小。这样我们的三维空间就是跟随物质一同膨胀的。换句话说，大爆炸理论家们想象在他们那个四维空间球的初始半径是非常微小的，但即使这样，物质还是能均匀分布在球体的表面，所以在三维空间中不存在边界。作为一名记者的提摩斯·费里斯觉得公众对这个问题的误解是由于“大爆炸”这个词的本身，这起初是该理论的反对者们坚持给它贴上的一个“贬义的标签”。

“大爆炸”这个词在几个方面都存在误导作用。它暗示宇宙包括物质和能量像一个炸弹从一个事先已存在的空间中爆炸膨胀出来。事实上这个理论描述了所有物质，能量和时空联合在高密度的幼年宇宙之中。而且，像现在的宇宙一样，全部的空间都在其中，哪怕那时宇宙比一个原子还要小。

然而，造成公众误解应该一定程度上归责于好像费里斯这样的科普作家，因为他没有告诉读者他使用“空间”这个词其实是指我们所

处的这个三维空间，也没有向读者澄清阐明另一个空间维度的概念。他也没有说明他的话仅仅用于正曲率的大爆炸理论版本中。而对于零曲率或者负曲率（开放）情况，大爆炸数学实际告诉人们起初空间和物质都是无限大，各处物质处于一个超高密度和温度的状态（也就是说，起初宇宙的质量和体积就是无限大的）。如果在宇宙起初时，你在那张平坦或者是马鞍型的纸面上画上一个圆圈，那随着膨胀，这个圆圈会不断变大，而密度和温度会不断变小。换句话说，在开放版本的大爆炸理论中，宇宙始于无限大，而且会变得更大。我能理解为什么科普作家们不愿意向公众解释这些概念。

另外两个误区是源于我们上面提过的那个主要误解。第一个是认为有引力指向某个假设的爆炸中心点。第二个是这些假想的力是如此强大以致大爆炸的初始阶段会是从一个黑洞开始（我会在后面章节对黑洞作更详细的解释）。但是在实际的大爆炸理论中并没有一个引力所指向的中心位置。三维空间中任何一个点，在各个方向上离它距离很远处，都有等量的物质。所以对于每个点来说因周围空间形成的引力总和为零（当然因邻近的天体造成的引力不仅不会为零而且还很大，比如我们的地球，）。因为这样的互相抵消，大尺度的引力不会存在，所以大爆炸理论中的宇宙绝不可能在一个黑洞之中。

第四个误解就是星系离开我们的速度不可能比光速还要快。但是许多标准理论的书籍都指出在我们三维空间中的每个点会存在一个相应的“视界”，而“视界”之外的退行速度比光速还要快，而星系应该是位于“视界”之外的。然而，在这个“视界”上，红移将会无限大，因此我们不可能观测到视界之外。在宇宙学中，物质在我们这个三维空间中的移动速度不可能超越光速，但是空间本身就没有这个限制（有些人[参看第三部分]由于哲学方面的原因，不喜欢这种空间自身膨胀的解释，但是他们又无法拿出另外一种方法去解释其中的差异）。比如，看回图 1，物质和光波只能沿着超空间的表面（或者说在其上）运动，他们在表面的运动速度不可能超过光速 c 。但是超空间表面自身向外快速膨胀的速度能够超过光速，根据 $k=1$ 版本的大爆炸理论，这是现在正在发生的事情。事实上，阿兰·古斯的“暴涨”版本

的大爆炸宇宙理论[21]中存在超空间，在膨胀的早期阶段，其半径的扩张速度是光速的 1020 倍。

第五个误解是星系红移等同于多普勒频移，意即：其产生原因是当星系光线开始向我们出发时星系同时以一定速度退行。但是一本大学本科教材和众多研究生的教材非常清晰地指明红移是一种膨胀效应。随着空间被拉展，电磁波的波长在穿越空间时也同样会被拉长。因此，退行速度并不重要，当光线向我们行进的时候，空间发生的膨胀量才是决定性的，跟膨胀的快慢无关。不知为何这种区别没有引起大多数物理学家的注意，除非他们是广义相对论的专家。我在第 14 部分对这个问题作详尽探讨。

总的来说，被广泛接纳的宇宙大爆炸理论有五个不为众人所知的特征如下，我们需要理解它们，这点很重要：

1. 宇宙中的物质过去没有任何边界，现在没有，将来也永远不会有。
2. 不存在大尺度的向心引力。
3. 宇宙从不曾存在于一个黑洞之中。
4. 空间的膨胀速度比光速还要快。
5. 红移并非是多普勒频移。

众多宇宙大爆炸理论的支持者推行该理论时，完全忽视了这些基本特征，这实在是一种讽刺。

7. 有界宇宙的理据

第 2 部分告诉我们哥白尼原理是一个完全任意的假设，正如霍金和埃里斯所言是一种“理论糅合”。因而在科学的角度，基于与之相反的假设（有界宇宙）去探索所得到的结论是有意义的。在这样一个宇宙中，物质是不会占据所有的三维空间的，而在物质之外还存在一片虚空。

附录 B “创造宇宙论的圣经基础” 总结说：

1. **宇宙是有界的。**星际空间，就是众星和星系所处的通常意义的天空，其大小是有限的（虽然已经非常大），并有一个固定的边界。边界之外是“天上的水”，其厚度未知。在这些水之外的某段距离上还存在与星际空间类似的更广阔的空间，不过那里没有任何物质。
2. **地球靠近宇宙的中心。**星际空间存在一个物质的中心，而地球从宇宙标准而言是“靠近”这一中心的，也就是说，相对于数十亿光年的尺度而言，地球跟这个中心的距离非常短。
3. **宇宙在过去一直膨胀。**神在过去某个时间曾“拉伸”了星际空间，这个时间或许就是在创世周期间。现在空间无论还在膨胀与否都有可能。
4. **宇宙是年轻的。**神用六个地球日来创造宇宙，也就是说，六个我们这个特别行星的自转周期。

附录 B 表明，这是最直接明了的理解相关经文的方式了。如果这个理解是对的，那很明显它们都不是临时假设来解决宇宙学的问题的，因为早在我们意识到这些问题之前，圣经已经被写成了。因此，这些结论提供了一个相当合理的“理论的糅合”来构建起我们的宇宙模型。结论 1 和 2 就我们刚才的讨论而言是最为重要的。他们本质上反对哥白尼原理，也让我们更有动力，从科学角度去搞清楚非哥白尼原理的宇宙学说是一个怎样的理论。

8. 有界宇宙中的引力

让我们现在看看边界存在所带来的影响。首先，边界要求物质存在一个中心。这意味着大尺度的引力必定贯穿整个宇宙，而且在宇宙任何一个地方的引力都会指向这个物质中心点。如果我们是靠近这个中心的，那宇宙在我们看来是各项同性（每个方向看起来都是一样）的事实意味着它近似于一个对称的球形。为了在本文中将这个问题简化（也会足够复杂），让我们作如下假设：（1）宇宙不存在整体的自

转。(2) 到物质中心等距半径 r_0 处, 物质的密度 ρ 是恒定的。超过这个距离, 密度则为零。在这个部分, 让我们同样忽略膨胀效应。这样, 大尺度的引力可以近似于牛顿引力势能 Φ , 由半径 r 所决定的, 其关系式如下:

$$\begin{aligned} \Phi(r) &= -2\pi G\rho\left(r_0^2 - \frac{1}{3}r^2\right) \text{ for } r \leq r_0, \\ \text{and } \Phi(r) &= -\frac{Gm}{r} \text{ for } r > r_0, \end{aligned} \quad (7)$$

这里的 m 是指宇宙的总质量

$$m = \frac{4}{3}\pi\rho r_0^3 \quad (8)$$

(对于那些不太熟悉这个概念的人来说, 引力势能是指你把 1 千克的物质从半径 r 上的某一点提升到远离半径 r_0 的地方 (在这点上引力为零) 时, 所要消耗的能量。) 这一点恰好是逃逸速度平方值的一半, 逃逸速度指当你抛射物质让它脱离宇宙引力的束缚时所需要的 (抛射) 速度。) 图 4 说明了当其离中心距离 r 不断增大时, 这个引力势能“井”的深度是如何衰减的。这个“井”壁的斜率就是引力, “井”越陡峭, 引力就越强。你可以把这个“井”想象为在一个块被拉伸的橡胶膜上放置了一定量的物质所引起的膜面扭曲。物质越密集, 这个“井”就越深, 如图 5 所示。

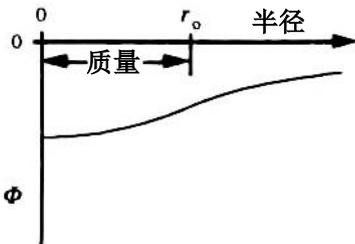


图4. 引力势能“井”

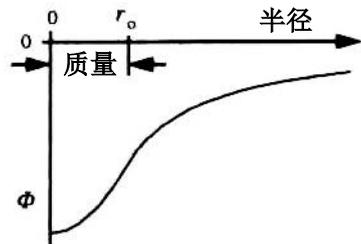


图5. 引力势能“井”的物质更加致密

地球既然靠近宇宙的中心，就靠近这个“井”的底部，而其他大部分的宇宙物质则存在于一个更高（非负）引力势能的地方。

9. 引力减缓时间

引力势能不同的地方，其时钟运转速率也不一样（包括所有物理过程）。为了搞清楚这个问题，让我们用一个近似的广义相对论度规来进行考虑：

$$ds^2 \approx \left(1 + 2 \frac{\Phi}{c^2}\right) c^2 dt^2 - \left(1 - 2 \frac{\Phi}{c^2}\right) (dx^2 + dy^2 + dz^2), \quad (9)$$

在这里笛卡尔坐标 (x, y, z) 跟球体坐标 (r, θ, ϕ) 的转换关系与平常一样。当 $|\Phi| \ll c^2$ 时，这个近似是合理的。想象两个事件的间隔 ds ，由这个系统中一个不动的时钟连续的两下滴答声表示。由于这两声滴答声发生在空间的同一位置，所以它们在空间各个方向上的位移 (dx, dy, dz) 都为零。把这个信息加入到方程（1）和方程（9）中，取正平方根，我们便得到由实体时钟测量得出的本征时间（或者叫自然时间）间隔 $d\tau$ ，与时间间隔 dt ，也就是我之前提醒你们要留意的史瓦西时间（或者叫做“坐标时间”）的关系式：

$$d\tau \approx \left(1 + \frac{\Phi}{c^2}\right) dt$$

(10)

另外也有人推导出这个方程。请留意当引力势能为零时，这两个时间是一致的，也就是 $d\tau = dt$ 。这意味着史瓦西时间就是在非引力场中的时钟时间。在远离宇宙边界半径外的地方，引力势能几乎为零，所以时间 t 就是处于这些遥远区域的时钟时间。如果我们能在整个宇宙各处设置这样不受引力影响的时钟，那么就可以令这些时钟与一个遥远的时钟同步。（有一个方法可以实现这种不受引力影响的时钟，这就是让所有这些时钟都处于自由落体状态。因为根据爱因斯坦等效

原理和实验观察，自由落体等效于零重力。另外一个方法，从理论上说，确定空间每个点的引力势能，对在时钟运行速度进行修正）。这样一系列同步的时钟可以测量史瓦西时间。我们可以将它们认为是“神的时钟”，这是完全不受诸如引力等世俗东西影响的理想时钟。正是如此，史瓦西时间会是一个非常好的度量标准，我们可以用它来比较那些更现实的易变的时钟。

有鉴于此，方程(10)是指自然的实体时钟是受到引力的影响的。由于引力势能 Φ 为负值，只要 Φ 不等零 $d\tau$ 就是小于 dt 的（也就是说，在引力场的时钟比在非引力场的时钟走得要慢）。而且，在重力井里你如果走得越深，那实体时钟会走得越慢）。虽然公众对此并不知情，但是很多广义相对论的专家都对此有所描述，以下是一些例子：

……处于低引力势能的时钟比出于高势能的时钟走得慢。这叫做“引力时间膨胀效应”

如果时钟周围物质质量越大，那时钟的运行速率就越慢。

因此在距离物质有限远处，时间相对于无限远的时间来说会“慢下来”。[29, p. 302]

在大质量物体周围，时钟会走得更慢。

以上第 2 个引述是出自爱因斯坦的。这种广义相对论的引力时间膨胀跟广为人知的狭义相对论的“速度”时间膨胀效应是不一样的（由于运动位移造成时钟变慢）。广义相对论指出引力不仅使时钟变慢，还会令所有物理过程变慢，包括原子，原子核，化学和生物化学反应，电磁波，大脑神经脉动，沙漏中的沙子，你手臂上的手表，行星的自转等的一切事物。因此，我们无法通过直接观测的手段来感知到周围环境中这种“变慢”，因为我们所有的感知和测量方式也都一同缓慢下来。这种变慢效应对于身处其中的人来说是无法看见的，我们也无法通过在一个地方进行测量来发现这种变慢现象。举个例子，如果我们在太阳附近用实体时钟测量光速，那得到的数据会跟在地球测量的一样。然而，如果我们使用理想的史瓦西时钟进行测量，那我们会发现在太阳附近的光速会有所降低。所以在广义相对论中，如果我们使

用适合的时钟来测量，那么我们会发现连光速也会受到引力的影响。

杰拉尔德·施罗德是我认识的专家中唯一一个曾把类似于引力时间膨胀效应放入到宇宙学研究的。他在《耶路撒冷邮报》发表的文章少了些科学细节，但似乎是说时钟在宇宙中心位置走得很快，而在边缘位置走得更慢——这跟本章中方程组描述的情况恰好相反。在他递交文章的初稿后(1993年8月30日)，我最终联系上他。从他的回复来看(1993年10月29日)，我可以说他的理念跟我在这里所述的宇宙论有很大的差别。

10. 时间减缓——现在与过去

引力时间膨胀效应并不仅是理论。我们有很多途径去测量它，下面就是一些例子：

1. **电磁波的偏转。**半数显著的偏移发生在光线行经太阳附近时，由于太阳引力减缓了光速所引起的。而另一半是由于引力对空间的作用所导致。许多年来，针对广义相对论的批评正确地指出日蚀测量时观测到的星光偏转是非常不准确的。但是在1975年，当太阳接近三个类星体时人们对它们发出的电磁波进行测量，确认爱因斯坦对于偏转的预测与观测值相差不超过1%。
2. **太阳系中的雷达。**1965年，夏皮罗对途经太阳附近，并从金星反射回来的雷达信号传播时间进行测量。测量结果确认了广义相对论的预言，特别是引力时间膨胀效应理论，其理论值和实验观测值相差在3%之内。几年之后，从水手6号和7号太空船返回的无线信号的传播时间也以相同的精确度也证实了该理论。
3. **飞机上的原子钟。**1971年约瑟夫·海福乐和理查德·基廷把原子钟放在东行和西行的飞机上，尝试测量由于海拔变化而导致的引力时间膨胀效应。在修正了速度时间延迟效应后，他们证实了引力时间膨胀效应的理论值和测量值相

差大概 10% 左右。四年之后马里兰大学的一个研究团队进行了类似的实验，但这次实验更加精确，确认理论和实验相差值大概在 1% 左右。

4. **地面上的原子钟。**沃尔夫冈·里特勒在报告中指出：“事实上，由于这种（引力时间膨胀）效应，位于美国科罗拉多州，博尔德的国家标准局（海拔 5400 英尺）的标准原子钟比起在英格兰皇家格林尼治天文台（海拔只有 80 英尺）内一个相似的原子钟，自 1969 年起每年要多出 5 微秒，而两只原子钟本身的误差是每年 1 微秒。”

这些实验和其他实验都非常清楚地表明引力时间膨胀效应是真实的。然而，由于海拔不同而造成每英里每年 5 微秒的差异看起来还不会很明显。如果按目前宇宙而言，这种效应又会有多明显呢？要回答这个问题，我们需要确定宇宙中心的引力势能 $\Phi(0)$ ，将方程 (8) 代入方程 (7)，令 $r=0$ ，我们就得到了宇宙中心的引力势能和宇宙总质量 m 及半径 r_0 的关系：

$$\Phi(0) = -\frac{3}{2} G \frac{m}{r_0} \quad (11)$$

我们现在需要估算宇宙半径 r_0 和物质密度 r 。按照标准宇宙学对其红移进行判定，目前能观测到最遥远的射电星系应该距离我们有 120 亿光年之遥[9]，所以让我们给取 r_0 为 200 亿光年。而我们邻近宇宙空间区域的发亮物质密度大约为 10^{-28} 。把这些数值应用到方程 (8) 后我们得到宇宙物质总量：

$$m \approx 3 \times 10^{51} \text{ kg} \quad (12)$$

把这个物质质量和半径数值代入到方程 (11) 得出宇宙中心的重力势能大概为 $1.7 \times 10^{15} \text{ m}^2/\text{s}^2$ 。将该数值放入方程 (10) 后得出宇宙中心的时钟比非常遥远地方的时钟仅仅慢 2% 左右。所以，基于以上的宇

宙的密度和大小，今天宇宙各处的时钟速率都是大概一致的。（当然如果“暗物质”被证实存在或者宇宙的大小远大于 200 亿光年的话，那今天宇宙各处的时钟速率差异将会非常巨大。）

但是时钟在过去会是怎样的呢？如果宇宙一直在膨胀（这点在圣经和科学数据上都已表明）那宇宙半径 r_0 在过去会小很多。这也意味着在过去“势能井”比起现在会深很多（方程 11 和图 5 都说明了这一点）。事实上，方程 11 说明，如果 r_0 缩小 50 倍，那重力势能井的深度将会接近 c^2 。也就是说，宇宙中心附近的逃逸速度[第 8 部分]会接近光速——所以宇宙中心的光没可能逃出来！同样，将 $-c^2$ 作为势能应用到方程 10 后显示，宇宙中心位置的时钟是静止不动的。

像 c^2 这样大的势能值已经超出了极限 ($|\Phi| \ll c^2$)，而方程 9 和 10 只有在这个极限以下才是好的近似。然而，当宇宙体积还很小的时候，很明显光线和时间发生了一些奇特的事情。在下一个部分，我们将用更加精确的度规方法去深入探讨这些奇异的特性。

11. 黑洞和白洞

就在爱因斯坦发布他的引力场方程组之后的 1 个月（方程 3， $\Lambda = 0$ ），服役于普鲁士军队的德国物理学家卡尔·史瓦西找到方程组第一个精确解，这是对真空中环绕在一个质量为 m 的球体周围的时空的度规描述：

$$ds^2 = \left(1 - \frac{r_s}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r_s}{r}} - r^2 d\Omega^2,$$

$$\text{where } r_s \equiv \frac{2Gm}{c^2}$$

(13)

径向距离 r 跟方程 6 中的相同。时间 t 则跟在之前章节中所定义的史瓦西时间一致。1923 年，G·D·伯克霍夫发现只要物质保持球状对称，那史瓦西度规对收缩物质或者膨胀物质都是有效的。参数 r_s ，也称为史瓦西半径是有着重大意义的临界值。应用方程 12 得出的宇宙物质总量，那宇宙的史瓦西半径将会是：

$$r_s = 450 \times 10^6 \text{ 光年},$$

(14)

也就是接近 5 亿光年。记得在之前章节我们假设目前宇宙的物质半径 r_0 为 200 亿光年。如果宇宙在过去比现在小 50 倍, 那全部物质都会在其史瓦西半径范围内。为了让大家理解其中含义, 我们现在必须讨论黑洞和白洞了。

在 20 世纪 60 年代中期, 约翰·惠勒将“黑洞”这个词应用到一个正在坍塌的恒星上, 该恒星的物质全落在史瓦西半径内。显然从这颗恒星发出的光线和物质绝对不可能逃出史瓦西半径。由史瓦西半径定义的球体被称为视界, 这是因为从外部, 你永远看不到其内部发生的任何事件。外部光和物质可以落入视界内, 但是任何东西都不可能从视界返回——黑洞也因此得名。随着越来越多的物质落入到黑洞, 黑洞的质量也就不断增加, 因此其视界范围一直再不断向外扩张。吉恩·皮埃尔·路明内特的书《黑洞》最近被翻译成英语[30], 为行外人和科学家理解这个课题提供了非常好的导论。

关于黑洞或者白洞, 人们会有几个误解, 我们在这里要给予纠正。第一个误解就是认为它们的密度和潮汐力(把物质拉扯分离的力)总是非常巨大的。但是如果你取方程 12 的质量, 使它们均匀地散布一个球体内(球体的半径由方程 14 得出), 那此时球体中的物质密度只有 $8 \times 10^{-24} \text{ kg/m}^3$ 。潮汐力也是非常微弱的。如果你把所有物质压缩到中心位置那个无限小的“奇点”, 那该点的密度将会无限大, 但其他地方的密度等于零, 奇点附近的潮汐力会非常大, 而远离该点的地方潮汐力就很小。一个黑洞远在被奇点形成之前已经存在一个视界, 而白洞则不一定需要奇点, 除了在被创造出来的那一刻可能(不是必要)存在奇点。因此引力和密度不一定就非常巨大。第二个误解就是黑洞内部也是黑暗的。其实在黑洞内部可能并且很可能有光存在的。只是我们在视界外面不能看到它而已。

已经有很好的证据表明黑洞的确存在。天文学家在天空中发现了三个天体正释放 X 射线, 这种射线是当物质落入黑洞时才发射出来的,

这三个天体分别是：Cygnus X-1, LMC X-3 和 A 0620-00。它们都是双星系统，每个双星系统中的一个可见恒星环绕了另外一个看不见的伴星旋转。而每一个伴星的质量都是太阳质量的三倍以上，对于一个被压缩的恒星而言，这是质量理论上的极限值，使该恒星不会坍塌最终成为黑洞。

描述黑洞的方程也允许“反黑洞”或者说白洞的存在，白洞这个词是天体物理学家用来描述黑洞反转的情况。白洞是将物质抛出其视界，而不是把物质拉进来。光（和物质）会离开视界，但不可能再返回。当物质离开白洞的同时，白洞的质量在不断下降，而它的视界范围也不断向内退缩。最终视界的半径变成零并消失，只剩下散布在四周的一堆普通物质。“白洞”这个词从来没有被广泛接纳，可能是由于这样一个物体更多是一个“源”，而不是一个“洞”。路明内特建议把它改为一个更富诗意的名字“白色喷泉”。我喜欢这个词，但是公众对之还不够熟悉去使用它。

物质在视界内不可能静止不动的。在黑洞内，物质不断向内部坠落。而在白洞内，物质被不断向外抛出。

目前还没有证据证明小型白洞的存在。但是方程 14 显示宇宙始于一个白洞！这个结论是由宇宙的有界性和膨胀推导而来的。这种起源的方式跟大爆炸理论所认为的完全不同。

12. 时间和视界

让我们考虑一下在视界附近的时钟会发生什么。我们再次在方程 13 中将 dr 和 $d\Omega$ 设定为零，使用方程 1，并像在第 9 部分那样取其平方根，便得到一个本征时间 $d\tau$ 跟史瓦西时间 dt 的关系式：

$$d\tau = \sqrt{1 - \frac{r_s}{r}} dt, \quad \text{for } r > r_s$$

(15)

在远离视界的地方，我们再次看到这两种类型的时间是相同的。当 r 值缩小并接近 r_s 值时，本征时间间隔变得比史瓦西时间间隔更小。

史提芬·霍金讲述了一个正落向大黑洞视界的宇航员故事，我在这里将这个故事改述如下：

这位宇航员通过他的手表计算（本征时间），预计在中午 12 点整到达视界。当他不断接近视界（一个挡住背景星光的黑球）时，一位天文学家从远处（因此在史瓦西时间内）观察到这位宇航员的手表走得越来越慢。宇航员的手表从 11 点 57 分走到 11 点 58 分要用整整一个小时（史瓦西时间），之后过去了整整一天（史瓦西时间），宇航员的手表才到达 11 点 59 分！随后天文学家是不会看到宇航员的手表到达 12 点整的，他看见的是在视界上宇航员静止不动的身影和他的手表变得越来越红，越来越灰暗模糊，最后从视野中彻底消失。

霍金并没有太多描述宇航员那一头所看到的景象，所以我继续补充他这个故事：

随着宇航员不断靠近视界，他回头通过望远镜看到天文学家的天文时钟（史瓦西时间），发现钟走得越来越快，天文学家像视频快进一样绕着天文台高速移动，行星和恒星在其轨道也在高速运动，在他身后遥远的宇宙正以疯狂的速度在衰老。而他自己的手表此刻却运行正常。当手表（本征时间）到达中午 12 点整时，宇航员看到天文学家的天文钟指针运转快到一个程度已经变得模糊不清。当跨过视界时，他并没有感到异样，但看到了视界内的亮光。而他的手表已经到达 12 点 1 分并继续运行。他回看天文学家，发现……

要明白宇航员随后看到什么，我们必须搞清楚在视界里面的时钟会发生些什么。当 r 小于 r_s 的时候，方程 15 并不适用。但是如果考虑到视界内的逃逸速度比光速还要大，那我们可以说这里的引力势能 Φ 是远小于 $-c^2$ 的一个负数。方程 10 说明（由于这是近似的极限值所以并不是必要条件） d

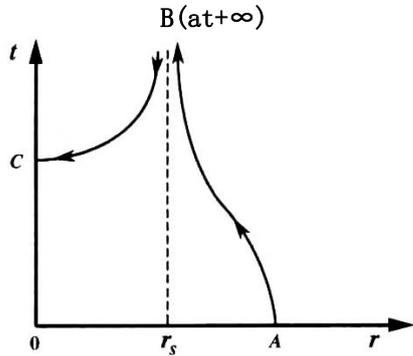


图6. 坠向黑洞的宇航员

τ 和 dt 是异号——就是说两种时钟运转方向可以是相反的。

这似乎是广义相对论另外一个“业内秘密”——黑洞理论支持这个惊人的可能性，而专家并没有将此公之于众。图 6 是改编自一本广被尊崇的研究生教材，由吉普·索恩斯，查理·米斯纳，约翰·惠勒及他两个同事编写。这个图表说明当宇航员落向内部，半径 r 不断减少时，史瓦西时间是如何变化的。箭头指向本征时间增加的方向，也就是说宇航员手表的读数是从点 A 到点 B，再到点 C 这个顺序增加的。虽然在点 B 史瓦西时间趋于无穷大，但本征时间却不会。但宇航员越过视界继续向内坠落时，史瓦西时间开始减少（尽管真实时间在增加），然后时间全部指向点 C。因此，虽然史瓦西时间在视界处趋于无限大，但从点 A 到点 C 流逝的史瓦西时间的净值是有限的。流逝的本征时间也是有限的，它小于史瓦西流逝时间的净值。也请注意宇航员在接近点 C 时其运动轨迹的斜率是几乎为零的。这意味着如果以史瓦西时间来测量，宇航员那一刻的速度将会远大于光速，接近无限大！惠勒觉得在这种情况下史瓦西时间是一个糟糕的坐标系“选择”，其“令人不愉快”的特征在下面两个方面反映出来：

…… (1) t 在运动中途趋于无限大，(2) 之后当 τ 增加（图中没有显示）时， t 却在减少。惠勒所说的“选择”是暗指史瓦西时间仅仅是一个理论假设，与物理测量并没有任何特别联系。然而，正如我在第 9 部分对方程 10 的评论中所指

出的，史瓦西时间有明确的物理意义。它告诉我们本地时钟和远处的时钟的关系，或者说物理过程速率和没有受到引力影响的时钟之间的关系。举个例子，它能告诉我们当宇航员身处视界内时，所能看到的视界外面的情况。

……宇航员看到（因为光能跨过视界，进入视界内部）天文学家的天文钟仍旧高速运转，快到一个地步它的指针已经变得一片模糊。之后钟的指针逐渐慢了下来，让宇航员能够看清楚指针正快速地以逆时针方向运转。在他跨越视界前的时钟所记录的巨长时间正在倒流。当宇航员继续从视界落向黑洞内部时，天文学家的时钟逐渐回到正常值，但是它还是在逆时针运转。现在宇航员自己的手表走到 12:05。他看到天文学家从望远镜退后，并向着门口倒退。此刻宇航员看到视界外整个宇宙的时间在倒流。

白洞能让这个奇妙的旅行反转。图 7 给我们显示当宇航员被白洞抛出视界时的时空路径。

外面的光线和物质不可能闯过视界进入视界内部，所有宇航员不能看到外面宇宙的情况。但是，由于光线和物质定能流出视界，所以视界外面的天文学家能够清晰地看到视界

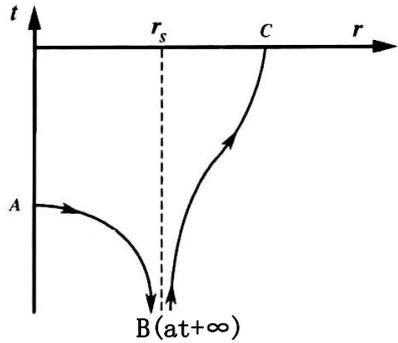


图7. 被白洞抛出的宇航员

里面的宇航员。箭头也说明本征时间从点 A 到 B，再到 C 的递增方向。再次重申，宇航员只是用了有限的本征时间就跨过了视界。

让我们假设，宇航员预计在他的手表显示为午夜 12 点时跨过视界。下面是他看到的情景：

当宇航员开始他逃离白洞之旅时，他身后有光，但是视界犹如一堵黑色的墙壁，横亘在他面前。当接近这堵墙时，他瞥

了一眼手表，当时是晚上 11 点 59 分。一分钟后，就在他手表走到凌晨零点时，他跨过了视界。他没有感到任何异样，但是突然间他看到视界外面整个宇宙星空。他还能看到身后的光线。透过望远镜，他看到天文学家的天文钟指针在高速以顺时针方向运转，而天文学家绕着天文台快速移动。张目四方，宇航员看到整个宇宙在如视频快进一样在高速衰老。当他更加远离视界时，他察觉天文学家的钟逐渐慢下来趋于正常值。而当他到达天文台时，天文学家的钟最终回到跟他的手表一致的速度。

宇航员告诉天文学家说，天文学家是多么快速在衰老。而天文学家也看到一些奇特的事情，他告诉宇航员他是多么缓慢在衰老。他们争论了一会儿，最后都确信黑洞和白洞对时间产生了某些奇特的影响，特别是靠近视界的时候。尽管这些影响看上去很奇怪，但是根据我们现在最好的实验物理和理论物理方面的知识，这些都有可能是真实的。如果宇宙是有界并且在膨胀的话，那在宇宙过去历史中的这些古怪的“时间弯曲”现象会使一个不可避免的科学结果。然而，创造论者无需试图避开这些科学结论，因为它们支持年轻宇宙理论。

13. 物质球里面发生了什么

因此，如果宇宙是有界和膨胀的话，那么在早期有个阶段它所有物质都曾全部在视界当中，其范围还没有扩展到 4.5 亿光年之遥（方程 14 得出的数据）。那时候，真空史瓦西度规（方程 13）对物质和视界之间的空间，包括视界外面的区域都是有效的。但是在膨胀过程的某个点上，物质的外围部分到达了视界。之后，物质就会流出视界，我们认为此时视界开始收缩。但是为了正确理解物质边界内发生了什么，我们需要一个有别于方程 13 的度规。这个部分将提供这样一个方法，并探究其结论。

但物质达到视界时，我们可以认为这些物质是类似于“灰尘”的东西，也就是说，有许多的物质团，它们相距甚远，还未能相互影响。

广义相对论的许多作者研究了均匀的尘埃球坍塌成一个黑洞的情况。这些方程同样可以应用到一个均匀类似于尘埃的球体，从白洞膨胀出来的情况，所不同的是这时所有的运动都是相反方向的。因此，我们可以同样使用他们所导出的度规。

他们工作的成果是，在球体内部的跟 Robertson-Walker 度规 (方程 5, $k=1$ 的情况) 几乎是一致的。在方程 5 的共动坐标 (共同移动) 系 (η, τ) 中，让我们将 η_0 定义为共动坐标系中球体边缘的径向坐标。然后当 η 值小于 η_0 值时，方程 5 是一个有效度规。但是其中有个非常重要的区别。对于 Robertson-Walker 的无界宇宙来说，原点可以是任何地方，但这里的原点坐标必须是这个球体的中心而不是别的任何地方。只是从球体中心所观测到的许多现象都跟 Robertson-Walker 宇宙体系中所看到的是一样的。

球体外面的度规必须跟方程 13 的史瓦西度规保持一致。因此，物质边缘，也就是史瓦西度规中 $r=r_0$ ，和 Robertson-Walker 度规中 $\eta=\eta_0$ 时，这两个度规得出的解必须是一致的。但是这两个度规采用的坐标系不同，所以我们将其中一个坐标系转换成另一个。为了达到我们的目的，我们需要把球体内的度规转化成史瓦西度规。据我所知，目前只有两个人遵循了这个步骤，他们是史提芬·温伯格和奥斯卡·克莱恩。克莱恩对他一些数学方法的注释现在已经有点过时了，在可以看到更多最新的评论。但是他的数学是正确的，而他的阐述和符号更符合我们的需求。但就许多人而言，不幸的是克莱恩的文章是用德语写的，我知道目前并没有英语译本。为了自己的方便，我把书中相关的部分翻译为英语，任何人如果需要使用这些资料，我非常乐意把译文提供给他们[28]。

如史瓦西一样，克莱恩把爱因斯坦方程组 (3) 中的宇宙常数 Λ 设置为零。于是他便得到如下面形式的方程解。

$$ds^2 = b c^2 dt^2 - a dr^2 - r^2 dW^2 \quad (16)$$

这里的 α 和 β 的具体取值如下。而在球体内 r 小于 r_0 时我们得到

如下结论：

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{a_0 r^2}{a^3}}, \quad \text{其中} \quad a_0 \equiv \sqrt{\frac{3c^2}{8\pi G\rho_0}} \quad (17a, b)$$

如前所述， a 是空间曲率的半径，它随本征时间 τ 而不断变化。在这些条件下， a 会达到最大值 a_0 ，根据方程 17，当 a_0 最大值出现时，密度就达到最小值 ρ_0 。这里方程 6 和 8 都是有效的，所以，根据总质量 m 和 η_0 ，你可以用它来推导出 ρ_0 值。

下面的图表 8 解释了方程 16 和 17 所描述的有界宇宙的几何特性，图中使用了额外维度 w ， ϕ 角没有表示出来。如同图 1， θ 代表环绕 w 轴的自转量。半径 r_0 代表物质分布的边缘，同时也由共动坐标 η_0 所指代。原点的位置是不能移动的，但必须停留在所示的物质分布的中心点。从其他角度来说， r_0 内的空间只是图 1 所示超球体的一部分对应于罗伯特逊-沃克度规。在球体内，沿着超球体表面任意给定的本征时间对应的本征距离是 $a\chi$ 。

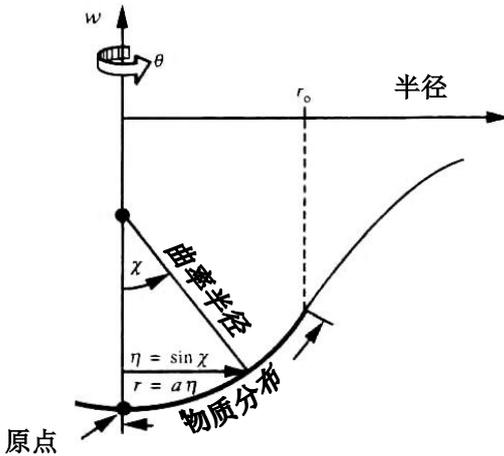


图8. 有界宇宙的几何形态

r_0 以外，空间符合史瓦西度规。图 8 和图 5 相似度很高，但也仅仅是相似。方程 16 的另一个系数跟时间有关，因此更加引起我们的兴趣，即：

$$\beta = \frac{\left[1 - \frac{a_0}{a} \left(1 - \frac{(1 - \eta_0^2)^{3/2}}{(1 - \eta^2)^{1/2}} \right) \right]^2}{\left(1 - \frac{a_0}{a} \eta^2 \right) \left[1 - \frac{a_0}{a} \left(1 - \frac{(1 - \eta_0^2)^{1/2}}{(1 - \eta^2)^{1/2}} \right) \right]^3} \quad (18)$$

为了解读这个令人望而生畏的表达式, 让我们回想到, η 和 η_0 是共动径向坐标, 分别对应于一个星系和球体的边缘。所以对于一个星系而言, 在该方程中为随本征时间改变的变量只有曲率半径 a , 它总是等于或者小于 a_0 。当 η 和 a 取某些组合会令其分子变成零, 这样在相对应的半径位置和时间, 实体时钟会停止运行。

现在我们需要搞清楚物质球的曲率半径 a 是怎样随本征时间 τ 而改变的。在宇宙常数 Λ 取零值时, 许多人从爱因斯坦场方程 (3) 中提取出 $a(\tau)$ 值。对于我要阐述的问题, 使用 $\tau(a)$ 会更加容易。

$$\tau = \pm \frac{\tau_0}{\pi} \left[\text{Arccos} \left(2 \frac{a}{a_0} - 1 \right) + 2 \sqrt{\frac{a}{a_0} - \left(\frac{a}{a_0} \right)^2} \right], \quad (19a, b)$$

其中 $\tau_0 \equiv \frac{a_0}{c}$

对于坍塌的球体, 我使用加号; 而膨胀的球体, 则使用减号。

图 9 给我们展示了由方程 19 所代表的曲线, 一条轮转线。曲线

左边是曲率半径 a 在本征时间为 $-\tau_0$ 时值为零, 随着本征时间增大到 0, a 也增大到极大值 a_0 。如果没有任何干预, 那么这个球体会继续沿右边的曲线, 在本征时间等于 $+\tau_0$ 时坍

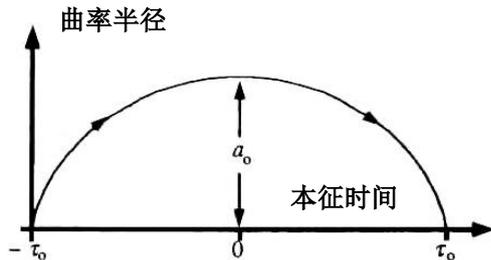


图9. 球体的膨胀与收缩

塌成一个奇点。这样球体始于白洞, 最后成为一个黑洞。

克莱恩计算了一个尘埃球体从其曲率半径最大值 a_0 (史瓦西时间被定义为 $t=0$) 开始坍塌到达某个较小曲率半径 a 所耗费的史瓦西时间。我针对相反的情况重新计算了他的表达式, 得到这个尘埃球从某曲率半径 a 开始膨胀, 最后到达曲率半径最大值 a_0 时所耗费的时间 t 。我保留了克莱恩的定义, $t=0$ 时曲率半径达到最大值, 所以全部在这个时间点之前的时间都为负值。对克莱恩的命名法稍加修改后, 我得到以下这样一个关于史瓦西时间的表达式 (方程 20):

$$t = -t_0 \left[\frac{b^3}{1+b^2} \log \left(\frac{\zeta+b}{\zeta-b} \right) + \frac{\zeta}{1-\zeta^2} + \left(\frac{1+3b^2}{1+b^2} \right) \left(\frac{\pi}{2} - \text{Arctan } \zeta \right) \right]$$

上方程中几个参数 t_0 , ζ 和 b 由以下方程所定义 (方程 21a, b, c):

$$t_0 \equiv \frac{a_0}{c\sqrt{1-\eta_0^2}}, \quad \zeta \equiv \sqrt{\frac{a_0}{a_0-a} \sqrt{\frac{1-\eta_0^2}{1-\eta^2}} - 1}, \quad b \equiv \frac{\eta_0}{\sqrt{1-\eta_0^2}}$$

归一参数 t_0 是常数, 以时间为单位, 比光行路程 a_0 所花的时间要大。参数 ζ 是个无量纲变量, 当曲率半径随本征时间增加时, ζ 值也随之变大。参数 b 也是一个常数。提醒一下, η 是动态径向坐标, 也就是 r/a 。而 η_0 是 η 在物质边缘时的取值, 也就是 r_0/a 。当, 图 10 给出物质半径 $\eta_0=0.5$ 时方程 20 的曲线。

实线是指在宇宙中心也就是 η 等于 0 时归一化的史瓦西时间 t/t_0 的实部。而虚曲线是指 t/t_0 在物质球边缘, 也就是 η 和 η_0 都等于 0.5 的情况。请注意当膨胀系数 a/a_0 增加到大致 0.25 时, 虚线会变成

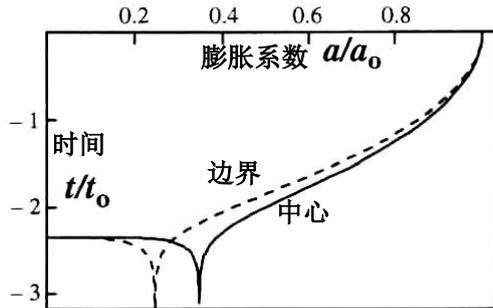


图10. 在两处位置的史瓦西时间

负无穷，然后返回，就像图 7 的曲线那样。这个点就是在膨胀过程中，视界达到边缘的情况。此后的一小段时间，当 a/a_0 等于 0.35 时，视界达到中心点，此时实线也达到无限小，然后返回。在视界内，史瓦西时间也有一个相对较小但非零的虚部。在第 3 部分关于虚间隔的解释（指类空而不是类时）说明这个虚部促成了视界内空间的拉展。

虽然虚曲线和实曲线在膨胀开始和结束时是一致的，但是在中途他们差异很大。由于视界达到边缘比达到中心点要更早，所以虚曲线达到无限小时的 a/a_0 值比实曲线的要小一点。

当视界达到中心点后，虚曲线在膨胀结束前明显处于实曲线的上面。这两条曲线的差异代表了史瓦西时间流逝的巨大差异。在膨胀过程中的大部分时间，宇宙外围区域要比内部区域在年代上要更加久远。在膨胀某个特定阶段，年代差距是跟其离中心的距离成正比的。

图表 11 展示了年龄的差异 $t(\eta) - t(0)$ 如何随本征距离的变化而变化[参看图 8]。图中取值与下列取值保持一致 r_0 等于 200 亿光年， η_0 等于 0.5， a/a_0 等于 0.4。也就是说 a_0 等于 400 光年， $t_0 = 462$ 亿光年，和 a 等于 160 亿光年。曲线在其他膨胀因素下呈现不同的形状，但是当视界达到地球

后，在距离很远的地方，空间的整体年龄在膨胀大部分时间内增加到数十亿年之久。

除了非常靠近视界的区域外，史瓦西坐标系中测量到的光速都接近 c ，所以在膨胀过程中，光线在

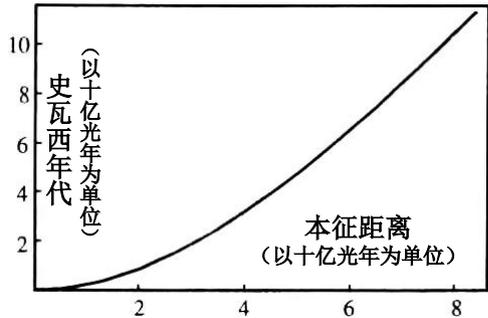


图11. 年代与到地球的距离比

这么长的史瓦西年代中能跨越绝大部分（如果不是全部）的距离到达我们。如果膨胀是在地球本征时间的六日内发生的话，那么关于为什么站在一个年轻地球上还能看到遥远星系这个问题，我们至少可以一个大致的答案。方程 (19b) 说明当宇宙常数 Λ 为零时，膨胀会非常

缓慢。然而宇宙学家很久以前就知道对应于空间巨大的张力，该常数的取值会很大，这将大幅提升宇宙膨胀的速度[32]。正如我在第5部分所指出的，还没有任何物理定律否定膨胀速率可以比光速还要快。在这个问题上我们真正需要搞清楚的是当常数 Λ 非零时，方程 17 到 21 的通用形式。在这个纯数学问题上，我在 1994 年 5 月 30 日前已经取得不错的进展，但是那之后我还没有足够时间将之全部完成。这部分给出的方程组并没有一个具体的解，但是它们暗示着一个真实的解确实存在，它们也为这个可能解的物理特性提供大致的勾勒。因此我想我们已经明确了针对光传播时间问题的答案的主要特点。

14. 红移和宇宙微波背景辐射

很多作者展示了罗伯森沃克度规（在方程组 5 所列举）如何推导出宇宙膨胀时电磁辐射波长的红移。由于这个度规同样适用于中心朝向的坐标系中的有界宇宙（请参看之前章节的开头部分），我们可以使用同样的结论对中心所观测到的红移现象进行详细说明。

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{a_2}{a_1}$$

(22)

这里 λ_1 和 λ_2 分别是光线发射和接收的波长，而 a_1 和 a_2 分别是其发射和接收状态时的宇宙曲率半径。天文学家经常使用无量纲参数 z 来说明红移现象，这个参数可以定义为 $(\lambda_2 - \lambda_1) / \lambda_1$ ，这样方程组 22 则可以变形为：

$$z = \frac{a_2}{a_1} - 1$$

(23)

从卡尔文度规中（方程组 16），我也导出了这些结果，在一个不断膨胀的宇宙， a_2 大于 a_1 ，所以 λ_2 也大于 λ_1 ，而红移的参数值 z 是正值。请注意这些方程组完全不取决于速率，所以这种效应不可能

是多普勒效应，这点我已经在第 5 部分讨论过。相反，这个效应是完全由于光子在传播期间，空间曲率的变化而造成的。如果你认为光像波一样在一块橡皮板上传播，那这些方程组是在告诉我们，当这块橡皮板拉伸时，光波波长也随之被拉伸。方程组也告诉我们膨胀速率跟红移量无关，而只取决于 a 的初值和终值。就红移而言，无论宇宙膨胀进行 200 亿年或是六天都不重要。

1929 年，爱德华哈勃发现星系光线的红移跟星系与我们的距离 r [26]大致成正比：

$$z = \frac{H}{c} r \quad (24)$$

我在第 1 部分中提到，虽然有些例外，但总体趋势是非常明显的。这里的参数 H 叫哈勃常数。目前，天文学家还不能测量到超过这个距离一倍的地方，所以他们无法得到关于这个常数更精确的数值。但是无论确切的距离如何，我这里所提出的宇宙学理论坚持认为当光从星系向我们出发的时候，这些星系确实处于如此遥远的空间位置上。它也坚称出现在发射和接收之间的膨胀量跟标准理论大致相同。因此，在没有任何具体计算的情况下，我们能够说在这个理论中所给出的哈勃常数值跟观测所得的值是基本一致的。

现在我们来处理我“待解释大尺度现象”列表上的第 3 项——宇宙微波背景辐射。很多专家的观点如下：空间曲率半径为 a_1 时，如果其中充满了对应于温度为 T_1 的热辐射，那当空间膨胀，曲率半径变成 a_2 时，那引起光波红移的伸展效应会同样使热波产生红移。这也会让热辐射温度下降到 T_2 值，该值由以下公式推出：

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{a_1}{a_2} \quad (25)$$

因此，如果早期宇宙充满高温均匀的热辐射，那一个有界宇宙膨胀后，就会得到我们今天观测到的这种低温微波辐射背景。在下一个

部分，我会说明早期宇宙中存在这样的辐射会是从创世记载得到的相当合理的结论。

15. 重建部分创世事件

现在让我们运用想象力，同时从圣经和科学信息的角度，去尝试重建创世周的某些事件。在某些问题上，为了提供具体的细节我会进行推测，所有请你们把这个创世周事件重建作为一种尝试来看，而随着我们认识得更多，会有一些基本的修正。

在附录 B 中（第 8 部分），我用证据说明了在创世开始的那一刻，“深渊”是由正常温度和密度的普通液态水组成。这也要求水分子以及组成它们的原子，电子和原子核都已经存在，同样也要求其电磁力和核力在当时已经生效。这些力（特别是电磁力）跟相对论息息相关，所以它们的存在也证明当时相对论效应已经出现。圣经证据也说明当时引力已经起作用，如果那时引力非常强大，水和其上的真空之间会存在一个清晰的界面。而且在引力的作用下，水会变成球状体。有圣经证据表明这个水球在它所在的空间里缓慢自转。在球表面并无可见之光。

为了容纳可见宇宙的全部物质，方程组 8 和 12 说明这个水球的初始半径至少有 1 光年（事实上，这个半径范围可能会更大，这是因为还存在“天以上的水”，但那里的物质质量未明）。对比现在宇宙的大小而言，1 光年确实小的令人惊讶，但它已经足够大到可以在圣经中被称为“深渊”。这个水球位于它的视界之内，而根据方程组 14，该视界范围高达 4.5 亿光年。所以宇宙可能始源于一个黑洞，或者是一个白洞。我认为是一个黑洞，神让引力起作用。在黑洞中的物理法则 [参看第 11 部分] 不允许黑洞中的物质保持静止不动，它必须向黑洞内部不断坠落。所以除非是神的干预，不然水球会向内坍塌。而按照史瓦西坐标系衡量的数据，其坍塌速度比光速还要快。（请记得在图 6 中宇航员高速接近 C 点的例子）

当水球的半径范围不断收缩，其温度，压力和密度达到了很高的数值。不断向内部坠落时，在某个深度分子会分解，原子也会被电离。

再往下，原子核也被撕裂开来，分解为中子和质子。随着再往深处下降，即使基本粒子都会被扯散，成为一团致密的胶子和夸克。

在深渊中某个深度范围，热核聚变反应开始发生，质量较轻的原子核聚变成质量较重的原子核，同时释放出巨大能量（也叫核合成），有强光照亮内部。随着收缩的进行，聚变反应蔓延到较浅的深度使光得以达到表层，驱散了那里的黑暗。超强引力把欲逃离表面的光线拉回来，所以光线会从各个方向照亮表面。这个水球也再无黑暗面。

随着收缩持续进行，引力是如此强大以致令光线再也无法达到表面，表面也重回黑暗。附录 B 的第 13 部分也提供了圣经方面的理据说明神的灵成为了当地光源，让这个球体有了明暗面。

同时，当坍塌持续时，在角动量守恒定律的作用下，球体加快了它的自转。根据圣经的记述，表面在创世第一日开始到结束这段时间转了完整的一圈。当球体自转速度达到相对论效应下某个特征速度时，史瓦西度规不再适合表述球体外围真空的状况了，这时候更复杂的克尔度规将取而代之，我还没有研究这个问题。而对于球体内部的状况，目前还没有找到一个适合的度规方法对之进行描述。然而，因为（根据史瓦西坐标测量）距离有大约 1 光年，而坍塌的速度要高于光速 c ，所以我们可以说，坍塌会在小于 1 年（史瓦西时间）内完成。在表面测量所得出的本征时间会小于史瓦西时间，而我怀疑它是一个普通日。

在某个时点上，深渊中的黑洞必定变成白洞。我认为神在第 2 日通过提高宇宙常数 Λ 到一个较大的正值来实现这个转变，空间的快速膨胀由此开始。神在球体中划出一大片区域，在这里物质可以在膨胀的过程中被分裂成碎片和小团，但他也使“下水”和“上水”的区域保持完整，下一页中的图 12 对此有所说明。

随着膨胀，温度也大幅下降。根据广义相对论，通过膨胀和向空间本身散热，可见物质直接冷却下来 [36]。空间之上和之下的物质被拆分成氢离子和氦离子团。图 12 (b) 解释了这个阶段的膨胀情况。在膨胀的某个时点，当曲率半径大约小于目前值得千分之一时，空间中的等离子温度下降到只有 3000K，等离子开始汇聚成原子，空间也变得透明。

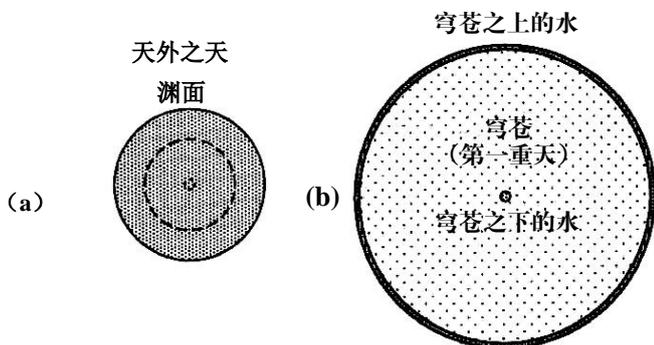


图 12. (a) 膨胀前的水 (b) 双重膨胀的那一时刻

此刻，空间中的热辐射非常均匀，呈现出一个黑体辐射的频谱，上下都被笼罩在一堵在膨胀前一阶段形成的厚实的“光墙”之中。根据方程 25，辐射温度从之前的 3000K 下降了很多，而温度的下降幅度跟空间曲率半径 a 直接成反比。到膨胀结束时，辐射温度降到我们今天见到的 2.74K。除了“有界性”和空间被“光墙”围绕这个问题外，该理论对宇宙微波背景辐射的解释跟宇宙大爆炸理论所给出的解释相差不大。

16. 第 3 日到第 6 日

空间膨胀对核力以及热物质对空间的热传导可能会产生第二个效应 [36]。如果是这样，该机理可以为最近创世论者开始注意到的辐射的快速衰减和空间的快速冷却现象提供解释。神应该是在第 3 日用辐射衰减来加热大陆地块（今天在这些地块中蕴含地球大部分的放射性的原子核）并为地壳运动提供能量，接着就让岩基和岩流层在冷却中也凝固成形。热膨胀使超级大陆漂浮在地幔表岩层上，抬升大陆到水面以上，并使水汇集到洋盆。

在膨胀某个时点，或许在第 3 日，天以上的水到达并越过视界。随后，视界便向地球快速退缩。同时，引力也把膨胀遗留的小团中的氢原子，氦原子和其他元素拉合汇集到一起。当时也有足够的史瓦西

时间去完成这个过程。

我认为视界在创世第 4 日早晨达到地球。根据我这个理论，在地球的第 4 日，遥远宇宙经历了数十亿年的物理过程。我也觉得在第 4 日早晨，神完成了膨胀遗留的物质团的融合，触发了那些新造的恒星上的热核聚变反应。而此时恒星也汇聚成星系。如同创世纪所述的其他事情，恒星，太阳系（或许不止一个？）和星系的形成都是源于自然事件和神直接干预的结合。在这里我不想尝试具体说明哪个是前者哪个是后者。在地球的第 4 日，遥远的星系已经过去了数十亿年之久，而它们发出的光也有那么多的时间到达我们这里。就在光线从最遥远的星系向我们出发的时候，宇宙以五倍的速度膨胀，光波也一同被拉展，产生的红移参数大约为 4。

附录 B 的第 7 部分让我们有理由相信神在第 6 日晚之前，把 Λ 值减低到一个较小的正值甚至为零，让膨胀停止下来。（附录 B 的第 7 部分也指出在创世纪大洪水期间另一次膨胀过程的证据。）因此，当亚当和夏娃第一次把目光投向新造的夜空时，他们看到了银河，仙女座星系和天空中各样的壮丽景色，它们都在述说着神的荣耀。

17. 结论

吉恩·皮埃尔·路明内特在写作中引用丹尼斯·撒顿的话：“科学的前沿总是糅合着新的真理，合理的假设和疯狂的猜想。”按这种标准，那你可能会认同这篇论文是在“科学的前沿”上，或者远超这个前沿。但是我也想提醒你们，这篇论文中，物质在宇宙中是有界的这一基本假设是相当合理的。毕竟，我们所知的一切被造之物都是有限的，所以我们为什么会认为神最宏大的创造（宇宙）会有所不同呢？

而且，这个假设并非是我自己临时捏造出来为要对年轻地球创造论遇到的宇宙学难题进行解释的。相反，有界宇宙这一思想是从年轻地球创造论的核心要义中自然推导得出的，这就是：直接明了地解释圣经。

如果宇宙是有界的，那么这个宇宙理论的主要观点是科学地从可见宇宙的物质质量，膨胀的整句和已被实验证实的广义相对论中得出的。

其合理结论就是宇宙始于一个黑洞或者一个白洞。我们觉得黑洞周围的现象很奇怪主要是因为我们不它们不熟悉，而不是因为它们不可能发生。总之，我并没有虚构出这些现象。我所做的仅仅是把同样的理论应用到整个宇宙中去，并探求其中的结论。

从这点来说，我觉得这篇论文只是该理论的梗概。它对我在导论部分所列出的主要宇宙现象提供了定性的解答，但它还未完善到可以提供具体的定量解，使得它可以明显地与传统理论区分开来。在达到这一步之前，还需要投入大量的努力，这远非我一个人能完成的，所以我要邀请其他创造论科学家和学生一同加入到这项工作中去。

推进该理论的发展很有可能会为我们解答传统理论所遇到的反常现象，比如超光速类星体射流[10]，宇宙中的原子比例[18]，宇宙中的自转痕迹[37]，发生大尺度红移的星系数量[6]，宇宙微波背景辐射的异常均匀[38]，宇宙极亮现象（每个核子含有 109 个光子）[27]，宇宙常数问题[49]，宇宙平坦问题[43]，等等。

特别是星系红移的“量子化”分布现象，过去几十年间许多天文学家越发确定观察到这一现象，它似乎与哥白尼原理及所有建立在该原理基础上的宇宙学理论（包括大爆炸理论）都不相吻合。但是我这个全新的非哥白尼原理的“白洞”宇宙学理论对此似乎已经预备好了一个解释。

本篇论文就许多读者而言，涵盖了大量他们不太熟悉的科学领域知识。但是本文最基本要义是简单的：神使用相对论去创造一个年轻的宇宙。

感谢

在本书这项事工上，我得到很多人的大力帮助。罗伊霍尔特的一个问题让我意识到哥白尼原理的重要性。约翰·鲍姆加德纳不断鼓励我，帮助我理清思路。詹姆斯·迪里特给我提供合理的建议，他同时也是一位很好的编辑。在第 9 部分中杰拉尔德施罗德的观点[44]，虽然不是太正确，但它坚定了我的理论。巴里·赛特菲尔德的理论尽管我最终还是认为它是不正确的，但它对我是一种激励。一所重点大学

的创造论天体物理学专业的一个研究生在若干个数学问题上给我提供了帮助。还有其他许多创造论朋友为这个项目一同祈祷。对此我深表感谢。

文献出处

- [1] R. Akridge, T. Barnes, and H. S. Slusher, **A recent creation explanation of the 3o K background black body radiation**, *Creation Research Society Quarterly* **18:3** (1981) 159-162
- [2] G. R. Akridge, **The universe is bigger than 15.71 light years**, *Creation Research Society Quarterly* **21:1** (1984)18-22.
- [3] Anonymous, **Quantized redshifts: what's going on here?** *Sky and Telescope* (August 1992) 28-29.
- [4] G. D. Birkoff, *Relativity and Modern Physics*, 1923, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- [5] H. Bondi, *Cosmology*, 1960, Cambridge University Press, London.
- [6] T. J. Broadhurst, R. S. Ellis, and K. Glazebrook, **Faint galaxies: evolution and cosmological curvature**, *Nature* **355** (2 January 1992) 55-58.
- [7] J. Byl, **On small curved-space models of the universe**, *Creation Research Society Quarterly* 25:3 (1988) 138-140.
- [8] E. F. Chaffin, **A determination of the speed of light in the seventeenth century**, *Creation Research Society Quarterly* **29:3** (1992) 115-120.
- [9] K. C. Chambers, G. K. Miley, and W. J. M. van Breugel, **4C 41.17: a radio galaxy at a red-shift of 3.8**, *Astrophysical Journal* **363:1** (1990) 21-39.

- [10] R. J. Davis, S. C. Unwin, and T. W. B. Muxlow, **Largescale superluminal motion in the quasar 3C273**, *Nature* **354** (5 December 1991) 374-376.
- [11] D. B. DeYoung, *Questions and Answers on Astronomy and the Bible*, 1989, Baker Book House, Grand Rapids.
- [12] A Einstein, **Cosmological considerations on the general theory of relativity**, *The Principle of Relativity*, 1952, Dover Publications, New York, 177-178. Translated from **Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie**, *Sitzungsberichte der Preussischen Akad, d, Wissenschaften* (1917) 142-152.
- [13] A. Einstein, **The foundations of the general theory of relativity**, in *The Principle of Relativity*, 1952, Dover Publications, New York, 111-164. Translated from **Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie**, *Annalen der Physik* 49 (1916) 769.
- [14] A. Einstein, *The Meaning of Relativity*, 1956, Fifth edition, Princeton University Press, Princeton.
- [15] A. Einstein, **Ether and the theory of relativity**, in *Sidelights on Relativity*, 1983, Dover Publications, New York, 1-25. Translated from an address delivered on May 5, 1920, at the University of Leyden.
- [16] M.G. Evered, **The recent decrease in the velocity of light — what decrease?** *Creation Ex Nihilo Technical Journal* 7:1 (1993) 93-102.

- [17] T. Ferris, **Needed: a better name for the big bang**, *Sky & Telescope* **86:2** (1993) 4-5
- [18] F. Flam, **In the beginning, let there be beryllium**, *Science* **255** (10 January 1992) 162-163.
- [19] T. Frankel, *Gravitational Curvature: An Introduction to Einstein's Theory*, 1979, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- [20] J. R. Gott, **Implications of the Copernican principle for our future prospects**, *Nature* **363** (27 May 1993) 315-319.
- [21] A. H. Guth, **Inflationary universe: a possible solution to the horizon and flatness problems**, *Physical Review D* **23:2** (1981) 347-356.
- [22] B. N. G. Guthrie and W. M. Napier, **Evidence for redshift periodicity in nearby field galaxies**, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **253** (1991) 533-544.
- [23] E. R. Harrison, *Cosmology: The Science of the Universe*, 1981, Cambridge University Press, Cambridge.
- [24] S. W. Hawking and G. F. R. Ellis, *The Large Scale Structure of Space-Time*, 1973, Cambridge University Press, Cambridge.
- [25] S. W. Hawking, *A Brief History of Time*, 1988, Bantam Books, New York.

- [26] E. Hubble, **A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae**, *Proceedings of the National Academy of Science* **15** (1929) 168-173.
- [27] D. W. Hughes, **Considering cosmology**, *Nature* **353** (31 October 1991) 804-805.
- [28] O. Klein, **Enige probleme der allgemeinen relativitätstheorie**, in *Werner Heisenberg und die Physik unserer Zeit*, Fritz Bopp, Editor, 1961, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 58-72.
- [29] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *The Classical Theory of Fields*, 1975, Fourth revised English Edition, Pergamon Press, Oxford.
- [30] J.P. Luminet, *Black Holes*, 1992, Cambridge University Press, Cambridge.
- [31] C. W. Misner, K. S. Thorne, and J. A. Wheeler, *Gravitation*, 1973, W. H. Freeman and Company, New York.
- [32] M. Moles, **Physically permitted cosmological models with nonzero cosmological constant**, *Astrophysical Journal* **382** (December 1 1991) 369-376.
- [33] P. Moon and D. E. Spencer, **Binary stars and the velocity of light**, *Journal of the Optical Society of America* **43:8** (1953) 635-641.
- [34] J. V. Narlikar, *Introduction to Cosmology*, 983, Jones and Bartlett Publishers, Boston.

- [35] T. Norman and B. Setterfield, *The Atomic Constants, Light, and Time*, 1987, Technical Monograph, Flinders University, Adelaide, Australia.
- [36] J. Pachner, **Nonconservation of energy during cosmic evolution**, *Physical Review Letters* **12:4** (1964) 117-118.
- [37] V. F. Panov and Yu. G. Sbytov, **Accounting for Birch's observed anisotropy of the universe: cosmological rotation?**, *Soviet Physics JETP* **74:3** (1992) 411-415.
- [38] R. B. Partridge, **The seeds of cosmic structure**, *Science* **257** (10 July 1992) 178-179.
- [39] W. Rindler, *Essential Relativity*, 1977, Revised Second Edition, Springer-Verlag, New York.
- [40] H. P. Robertson and T. W. Noonan, *Relativity and Cosmology*, 1968, W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- [41] R. Rucker, *The Fourth Dimension*, 1984, HoughtonMifflin Company, Boston.
- [42] C. Sagan, *Cosmos*, Random House, New York.
- [43] P. Scheuer, **Weighing the universe**, *Nature* **361** (14 January 1993) 112.
- [44] G. L. Schroeder, **The universe – 6 days and 13 billion years old**, *Jerusalem Post*, September 7, 1991.

- [45] B. F. Schutz, *A First Course in General Relativity*, 1985, Cambridge University Press, Cambridge.
- [46] R. Sexl and H. Sexl, *White Dwarfs—Black Holes*, 1979, Academic Press, New York.
- [47] P. M. Steidl, *The Earth, the Stars, and the Bible*, 1979, Baker Book House, Grand Rapids.
- [48] S. Weinberg, *Gravitation and Cosmology*, 1972, John Wiley & Sons, New York.
- [49] S. Weinberg, **The cosmological constant problem**, *Reviews of Modern Physics* **61:1** (1989) 1-23.
- [50] S. Weinberg, *Dream of a Final Theory*, 1992, Pantheon Books, New York.
- [51] J. C. Whitcomb, Jr., and H. M. Morris, *The Genesis Flood*, 1961, Baker Book House, Grand Rapids.