

一次探寻宇宙诞生和终结的迷人旅程
一部简单易读的现代宇宙学科普读物

万物 的 历程

[英]

保罗·帕森斯
Paul Parsons

/ 著

青年天文教师连线

/ 译

极简宇宙科学史话

理论宇宙学家、英国皇家学会科学图书奖提名作家
保罗·帕森斯全新力作

湖南科学技术出版社

博集天卷
CS-BOOKY

THE
BEGINNING
AND THE END

万物 的 历程

极简宇宙科学史话

EVERYTHING

[英] 保罗·帕森斯 / 著
Paul Parsons

青年天文教师连线 / 译

First published in Great Britain in 2018 by
Michael O'Mara Books Limited
9 Lion Yard
Tremadoc Road
London SW4 7NQ
Copyright © Paul Parsons 2018

The simplified Chinese translation rights arranged through Rightol Media (本书中文简体版权经由锐拓传媒取得Email:copyright@rightol.com)

©中南博集天卷文化传媒有限公司。本书版权受法律保护。未经权利人许可，任何人不得以任何方式使用本书包括正文、插图、封面、版式等任何部分内容，违者将受到法律制裁。

著作权合同登记号：图字18-2019-247

图书在版编目(CIP)数据

万物的历程 / (英) 保罗·帕森斯著; 青年天文教师连线译. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2019.12
ISBN 978-7-5710-0334-0

I. ①万… II. ①保… ②青… III. ①宇宙学—普及读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第216561号

上架建议：畅销·科普读物

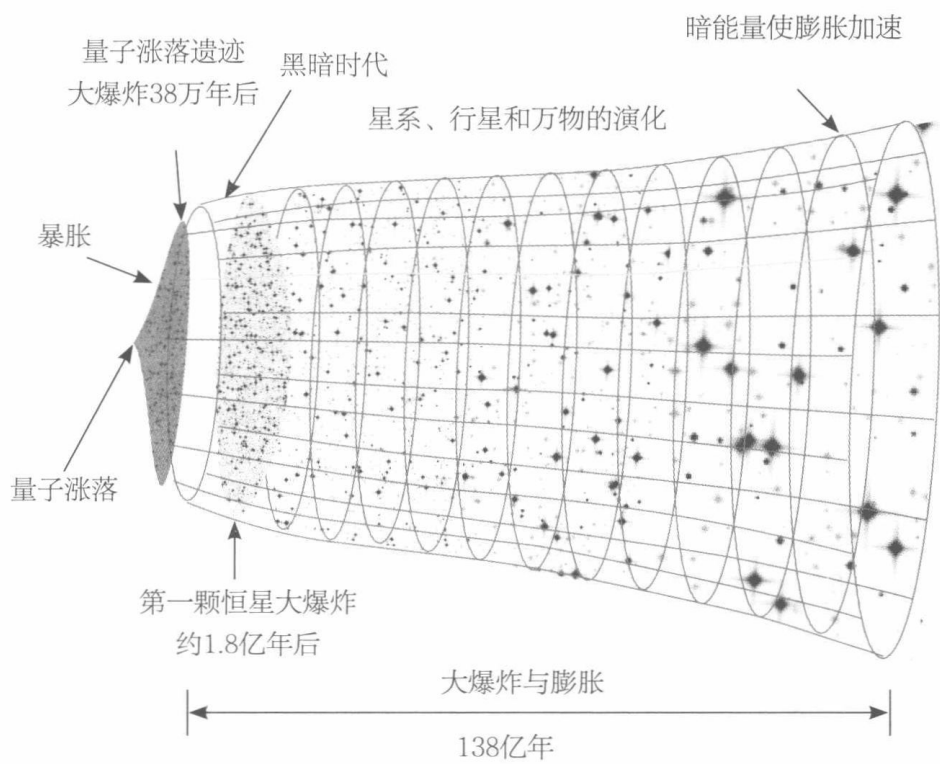
WANWU DE LICHENG

万物的历程

作者：[英] 保罗·帕森斯 (Paul Parsons)
译者：青年天文教师连线
出版人：张旭东
责任编辑：林澧波
监制：于向勇 秦青
策划编辑：刘毅
特约编辑：王晓芹
文字编辑：包晗
营销支持：刘晓晨 刘迪 初晨 王凤
版权支持：金哲
版式设计：梁秋晨
封面设计：介桑
出版：湖南科学技术出版社
(湖南省长沙市湘雅路276号 邮编：410008)
网址：www.hnstp.com
印刷：三河市中晟雅豪印务有限公司
经销：新华书店
开本：715mm × 995mm 1/16
字数：184千字
印张：18
版次：2019年12月第1版
印次：2019年12月第1次印刷
书号：ISBN 978-7-5710-0334-0
定价：49.00元

若有质量问题，请致电质量监督电话：010-59096394
团购电话：010-59320018

谨以此书献给斯蒂芬·霍金教授
以表达对他深切的怀念
(1942—2018)



时间轴

时刻=0：大爆炸

宇宙是在密度和温度无穷大的环境下诞生的。在那之前什么都没有，一瞬间，物质、能量、空间和时间都自发地形成了。没人知道是什么导致了大爆炸，也没人知道大爆炸之前存在着什么。

时刻=0.000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,

000,000,1秒：普朗克时期

（一千亿亿亿亿分之一秒）

这时的温度仍然高达1亿亿亿亿度。时间和空间仍然模糊不清且无法区分，

在量子物理的定律支配下存在着。

时刻=0.000,000,000,000,000,000,000,000,000,01秒：暴胀
(一亿亿亿亿分之一秒)

此时的宇宙经历了一次快速的宇宙学增长，那是指数级的喷薄而出。暴胀不仅解决了宇宙理论的多个问题，还在宇宙大尺度结构中为星系和星系团的形成埋下了种子。

时刻=0.000,001秒：夸克时期
(一百万分之一秒)

此时整个宇宙是一片夸克组成的海洋，正是这些微小的粒子组成了质子和中子。

时刻=1秒：强子时期

随着温度降到1万亿度以下时，夸克开始凝聚成质子和中子（统称为强子），这些粒子也是原子的基本组成部分。

时刻=10到1000秒：轻原子核的合成
(十到一千秒)

这时候温度下降到了10亿度，质子和中子开始结合在一起，形成了较轻的化学元素原子核，例如氢核、氦核和少量的锂核。

时刻=380,000年以内：辐射时期

（三十八万年以内）

尽管原子核此时已经形成，但是宇宙中充斥着炽热且猛烈的辐射，将任何试图结合的原子撕裂开来。

时刻=380,000年：再复合

（三十八万年）

宇宙的温度冷却到大约3700摄氏度，电子终于有机会和原子核结合形成了最初的原子。此时的宇宙由物质主宰，而不是辐射。

时刻=380,000年—180,000,000年：黑暗时代

（三十八万年到一亿八千万年）

宇宙由物质主宰，但是却没有物质能形成恒星、星系或其他会发光的东西。

时刻=180,000,000年—1,000,000,000年：宇宙的黎明

（一亿八千万年到十亿年）

第一批恒星的光芒刺破黑暗——这也被称为“宇宙的黎明”。自此，宇宙黑暗时代落下帷幕。

时刻=1,000,000,000年—10,000,000,000年：结构的形成

（十亿年到一百亿年后）

星系、星系团和超星系团都是在大爆炸后约十亿年时形成的。星系聚集形成星系团，星系团汇聚形成超星系团。

时刻=9,200,000,000年：太阳系的诞生

（九十二亿年）

一团由氢、氦和几种更重的元素组成的云团绕着银河系转动，它开始在自己的引力下碰撞。最终，云团的核心形成了一颗年轻但炽热的恒星，围绕着它的是一个由冷凝下来的物质和碎片混合组成的圆盘，里面富含岩石、气体和冰块。这就是我们太阳系的形成。

时刻=13,800,000,000年：现在

（一百三十八亿年）

如今的宇宙处处繁星璀璨——也就是恒星的年代。天文学家预计，这个星

辰闪耀的时期将持续到宇宙存在一百万亿年，在这之后，新恒星的形成将会停止。而那时太阳早已死去。

时刻=100,000,000,000,000年之后：遥远的未来

（一百万亿年之后）

超过一百万亿年之后，宇宙的行为基本上是未知的。虽然目前已经有了一些关于宇宙如何演化，以及它将如何最终结束其时代的理论的可能性。

序 章

距今约138亿年前的某一天，发生了一件惊天动地的事情：

我们的宇宙诞生了。

物质和能量组成了你现在在世界上能看见的一切——无论是这本书，你呼吸的空气，你身体里的生命物质，还是来自太阳或者遥远恒星的光芒。所有的这一切都是在那个瞬间创造出来的。这些“材料”如今分布在广袤无垠的宇宙中。我们并不知道宇宙确切有多大，但我们能看见的部分就有920亿光年那么大（一光年是指光在一年内传播的距离）。从我们所见最远的物体（那些在遥远处聚集起来形成一定形状的恒星群被称为“星系”）发出的光线，早在134亿年前就开始了自己的宇宙之旅，这甚至比我们的太阳和太阳系形成的时间都早了

数十亿年。

在一个晴朗的夜晚眺望星空，你可能会想到这些问题：这所有的一切都是从哪儿来的？宇宙中的物质是怎么聚集形成繁星点点的星系的？浩瀚宇宙的尽头在哪里？我们的宇宙将来还能存在多久？

有史以来，这些问题就一直困扰着我们最伟大的思想家们。迄今为止，我们已经找到了很多答案，而事实和这些答案一样引人注目。

数千年中，我们的宇宙观都是建立在宗教和造物主的观念上的，任何敢于用更加科学的方法挑战这一观念的人都倒了大霉。而最早的世俗宇宙观则一点也不完美。例如，古希腊的哲学家把地球放在了宇宙的中心，太阳、行星和遥远的群星都环绕着地球运转。到了17世纪，因为望远镜的发明，人们对夜空的观测记录开始逐渐积累起来，这些记录则是验证宇宙理论的绝佳证据。与此同时，对整个宇宙进行的研究也成了一门定量的科学，那就是宇宙学。

使用望远镜对外太空的观测限制了正确的宇宙理论的范围，因为任何和观测不符合的理论模型都可以立即被抛弃。特别是在20世纪20年代，天文学家发现宇宙正处在扩张当中。这一发现将当时主流且可行的理论减少到了两种。一种理论认为宇宙有一个特定的起源，那是一种极端高温高密度的状态；而另一种理论则认为宇宙一直就在那里存在着。这两种宇宙可能状态的争论持续了数十年，最终在20世纪60年代得以解决，当时的观测结果表明，宇宙在过去确实存在着更炽热、更致密的阶段。

这意味着宇宙不是从古至今都存在的，而是从远古时期一场混乱的事件中诞生的——这就是众所周知的大爆炸。

就在一瞬间，从一片虚无中（不仅没有物质和能量，就连我们熟悉的时间和空间都不存在），宇宙在爆炸中突然诞生。乔治·勒迈特是比利时的一位天主教神父，也是一位在宇宙大爆炸理论的发展中扮演了重要角色的宇宙学家。他颇有诗意地称大爆炸为“没有昨天的一天”，因为大爆炸本身就是时间的开始。

大爆炸始于一个炽热且稠密的火球——准确地说是一个由物质、能量、空间和时间纠缠在一起形成的结。它是如何出现的，为何出现，没有人能说得清。许多物理学家坚信答案就埋藏在复杂的量子物理定律之下，正是这些定律塑造了亚原子粒子、微观世界以及它们之间的联系。在这种体系里，粒子会从量子区域中突然出现随后消失，再冒出来，短时间后再消失。因为我们的宇宙在大爆炸时期是如此微小且致密，似乎非常符合量子定律的适用条件，这使得我们有理由假设宇宙是以同样的方式出现的。

然后呢？大多数量子粒子都是从一无所有中诞生，然后在很短时间后完全地消失。粒子从“量子银行”中借走的物质和能量越多，那么必须要在越短的时间内偿还代价，也就是说大质量的粒子很快就消亡了，而小质量的粒子能多存在一会儿。但是如今，宇宙已经走过了上百亿年的历史，而且是如此庞大，而且目前没有显示出任何将要消亡的迹象。令人难以置信的是，这一问题的可能答案是尽管宇宙如此壮丽，但它的总质量实际上是零。这是因为引力场也携

带着能量。引力能量实际上是负的，并且在一些宇宙模型中与宇宙的组成是相反的存在，所以两者可以相互抵消。如果事实确实如此，那么我们的宇宙在“量子银行”的信用记录可真是非常好了，它可以安心自在地存在很长的一段时间。

从宇宙大爆炸早期的混乱旋涡中诞生了物理定律，这些定律束缚着以不同形式存在的能量与质量，以及它们之间的相互作用。这听起来可能有些不可思议，但绝对是真的。更不可思议的是，整个过程本质上来说都是随机的，如果重新运行这个“程序”，你可能会得到一套不同的物理定律。正如我们所见，很可能存在着平行宇宙，在那里有截然不同的物理定律主宰着那个宇宙的运行。这些法则将宇宙的原始成分组合成第一种化学元素，这也是今天你在世界上所看到的一切事物的基础。微小的亚原子粒子被强大的量子力捆绑在一起，形成最简单的元素——氢的原子核。这些氢将融合成下一个元素——氦。

随着宇宙空间的继续膨胀和冷却，组成物质的原子和分子在引力的作用下最终形成了星系、恒星和行星，这些天体组成了如今天文学家们通过望远镜研究的壮美的夜空。最早的星系实际上是在大爆炸高温时被播下的“种子”，在它诞生之初宇宙就在高速膨胀中。由于相同的量子粒子在现实世界中是昙花一现，导致了物质密度的微小变化，所以宇宙快速膨胀而尺寸变得和星系一样大。重力则牵引更多的物质来完成剩下的工作，以便这些“宇宙种子”在不久后成长为巨大的星系。

星系则是一个壮美的宇宙奇观，也被称为“宇宙岛”。每个星系是数千亿恒星的家园，在空旷黑暗的宇宙中旋转。但事实上，我们所能看到的星系只是宇宙中的冰山一角。我们如今能通过望远镜看到的所有明亮的或会发光的物质不计其数，但是看不到的隐形的物质则是它们的五倍，这些物质的正确称呼便是“暗物质”。我们知道它就在那里，因为星系的运动方式和星系中的可见物质（即我们能看到的部分——恒星和发光的气体云）产生的引力不相符合，但到目前为止没人知道暗物质是什么。

星系的直径通常在几十到几十万光年之间，而一光年则是光在一年时间内传播的距离，大致相当于9.5万亿千米。星系也是“社会性动物”，它们会聚集成被称作“星系团”的群体。星系团通常是100—1000个星系的家园，有时甚至可能有横贯几千万光年那么大。星系团也喜欢热闹，确切地说，它们成群结队，形成包含数十个星系团的超星系团，横亘数千万光年，硕大无朋。

即使是如此庞大的超星系团，对宇宙来说也只是沧海一粟。我们可观测到的宇宙（定义为我们使用最强大的望远镜从太空的一侧到相反侧可以看到的最远距离）从它诞生之日起就开始不断扩张。初始生命比亚原子粒子还小的东西，现在大到难以想象，并且是数千亿个星系的家园，其中最遥远的星系是如此遥不可及，以至于它们发出的光已经花费了数十亿年时间才到达我们地球。也就是说我们看到的星系只是它们遥远且昏暗的过往，而其他更远的星系的光尚未到达。可观测的宇宙是令人难以置信的920亿光年。随着遥远的星光到达地

球，越来越远的宇宙进入视野，也证实了宇宙确实在变大。这种凝视宇宙历史的能力，使那些研究宇宙宏观行为的宇宙学家得以窥探到：当年灼热而致密的宇宙是如何演化成现在我们观察到的相对平和且宜居的宇宙的。

我们对于引力的认知也表明，目前宇宙表现得并不尽如人意。能够回溯宇宙的时间轴意味着天文学家可以绘制出宇宙膨胀率是如何演变的图表。20世纪90年代末，科学家对宇宙中最遥远，也就是最古老的那一些星系进行了测量，发现我们的宇宙正在加速膨胀中。这令人十分震惊。当我们把一个球抛入空中，它会落回地面是由于地球的引力。同样地，物理学家期待着宇宙中的引力能将空间拉回来，而不是像这样加速增长逐渐消失。这一明显异常现象的原因很快就变得清晰起来，因为即使是暗物质也不是在宇宙中占据主导地位的物质，那里还存在着更强大的物质——暗能量，来自它的引力表现为排斥作用。其实，相对论之父、德国物理学家阿尔伯特·爱因斯坦是第一个提出暗能量存在的人，虽然他给了它一个不同的名字。这是在天文学家们发现宇宙是在加速膨胀之前的事情了，爱因斯坦那时候认为宇宙应该是静态的、不变的，所以他在自己的广义相对论（本质上是引力的理论，但不仅仅如此）中引入一个排斥力来在遥远的地方抵消宇宙的引力，让其保持静止。但在20世纪20年代末期，天文学家发现宇宙确实在扩张时，他不得不承认自己之前的想法是荒谬的。

事实上，我们目前能够理解宇宙的起源和演化，以及我们在宇宙中的位置，这些都是人类智慧力量的明证。从推导出结构合理的理论模型，然后根据

观测结果验证之，这种科学的研究方法使得宇宙学家能够了解宇宙的历史，一直追溯到宇宙诞生后最初的几个瞬间。

我们现在知道的宇宙大约有138亿年的历史。目光敏锐的读者可能会想，如果宇宙的年龄是138亿年，那么我们可观测的宇宙怎么可能有上文提到的920亿光年直径呢？换句话说就是，在最远只有138亿光年的情况下，我们怎么可能看见460亿光年外的物体发出的光呢？别着急，我们稍后再谈！

不管你从什么角度去看，138亿年都是一段非常漫长的时光。相比之下，太阳和太阳系的形成大约在46亿年前，地球上的生命出现了40亿年，第一个多细胞生物诞生于17亿年前，现代动物诞生于5.5亿年前。而现代人类物种（智人）在20万年前才在地球表面行走，也就是少得可怜的0.002亿年，或宇宙的年龄的十万分之一。换句话说，如果把宇宙的历史浓缩为一年，那么大爆炸发生在1月1日的零点，今天是12月31日的午夜，人类则在年底前约8分钟时出现，现代科学则是在最后的1.4秒才姗姗到来。我们在日常生活中所熟悉的时间尺度与宇宙的“大时代”相比简直是小巫见大巫。

我们也知道现在的宇宙中到底有多少物质（尽管我们尚不清楚是什么组成了物质）。而且除了宇宙诞生后最早期的时刻，我们知道物理定律是如何主导着宇宙的运行。但是，就像我们之后介绍的大爆炸物理学：什么导致了大爆炸以及大爆炸之前可能发生了什么仍然是未解之谜。我们当然也清楚，我们的行星家园——地球，围绕着一颗普通的恒星，在一个普通的星系中旋转，藏在宇