

青少年探索与发现  
科普文库

2004年亚马逊图书网站非小说类图书销售排行榜第1名

Quiniao Series

*Origins*

# 万物起源

宇宙140亿年的演化史

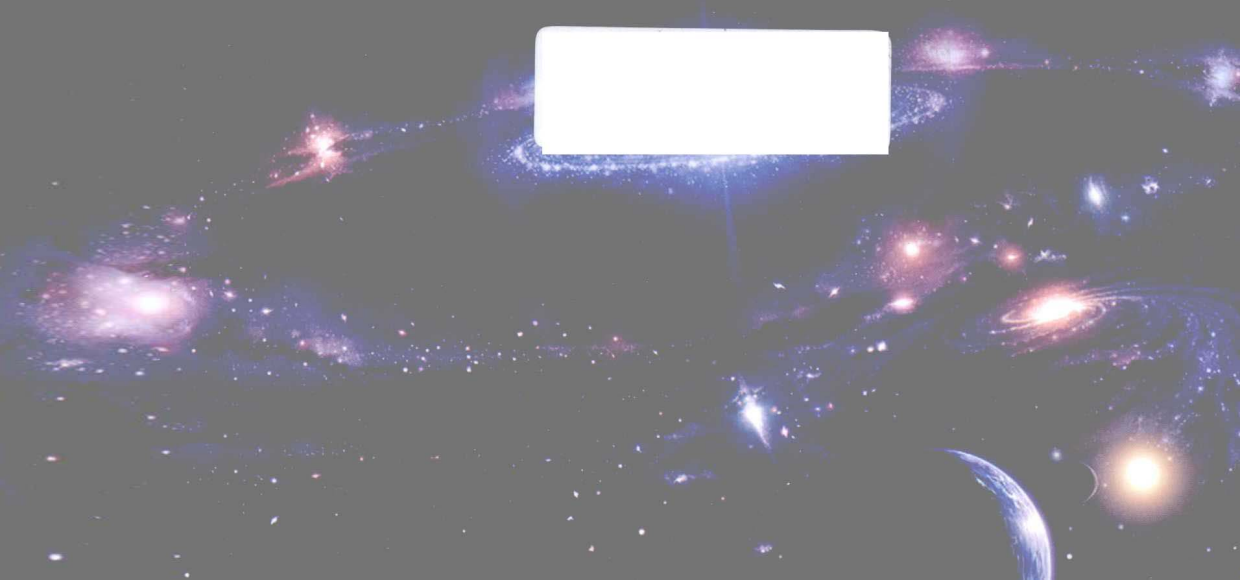
Neil deGrasse Tyson

尼尔·德格拉斯·泰森 原著

唐纳德·戈德史密斯

黄群 翻译

江苏科学技术出版社



# 万物起源

——宇宙140亿年的演化史

2004年亚马逊图书网站非小说类图书销售排行榜第1名



图书在版编目(CIP)数据

万物起源:宇宙 140 亿年的演化史/(美)泰森著;黄群译. —南京:江苏科学技术出版社,2013.1

ISBN 978-7-5345-9787-9

I.①万… II.①泰…②黄… III.宇宙-天体演化-普及读物 IV.①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 172530 号

Origins:fourteen billion years of cosmic evolution by Neil deGrasse Tyson and Donald Goldsmith  
Copyright©2004 by Neil deGrasse Tyson and Donald Goldsmith  
This edition published by arrangement with W.W.Norton & Company,Inc.  
through Bardon-Chinese Media Agency  
Simplified Chinese translation copyright©2008 by Jiangsu Science and Technology Publishing House  
All rights reserved.

合同登记号 图字:10-2007-164 号

总 策 划 金国华

版 权 策 划 邓海云 孙连民

万物起源——宇宙 140 亿年的演化史

原 著 尼尔·德格拉斯·泰森 (Neil deGrasse Tyson)  
唐纳德·戈德史密斯 (Donald Goldsmith)

翻 译 黄 群

审 校 易照华

编辑助理 胡多佳

责任编辑 孙连民

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司  
江苏科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编:210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

经 销 凤凰出版传媒股份有限公司

制 版 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏苏中印刷有限公司

开 本 718 mm × 1 000 mm 1/16

印 张 13.5

插 页 16

版 次 2013年1月第1版

印 次 2013年1月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-9787-9

定 价 24.00元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。



# 给科普工作插上翅膀

周光召

科学普及工作越来越受到政府和全社会的重视，这一点是不容置疑的。《中华人民共和国科学技术普及法》的颁布和实施，使得科普工作有法可依，《全民科学素质行动计划纲要》的颁布，使得科普工作的目标和实施步骤更加明确了。随着时代的不断进步，我国科普工作的内涵得到了进一步拓展，同时对科普工作也有了更高的要求，我国的科普工作已经进入一个新的发展时期。

科普工作很重要的方面是要提高全民的科学素养，这就要求科普工作在向广大群众普及科学和技术知识的同时，大力弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法。在科学技术日益发达的今天，公众的科学素养已经是世界上许多国家都非常重视的问题。对个人来说，它关系到每个人在现代社会中的发展和生存质量；对国家而言，提高公民科学素养对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会，都具有十分重要的意义。

科普工作不是某些个人和团体的自发和业余行为，而是国家政府的事业和全社会的工程，需要政府积极引导、社会广泛参与、市场有效推动，同时还需要一支专业化的科学普及队伍。

科学普及和科学研究两者是互补的，缺一不可。科学研究工作是在科学技术的前沿不断探索突破，科学普及是让全社会尽快地理解和运用科学研究的成果。没有科学研究，将无所普及；没有广泛的普及，科学研究将失去其根本意义，科学研究也将得不到社会的最广泛支持和认同。科学家的主要工作当然是进行科学研究，但是科学家也有义务进行科普工作，促进公众对科学的理解，要充分认识到与公众交流的重要性。科学家应该愿意并且善于和媒体及公众进行沟通和交流，主动积极地把自己的科学见解和科学发明，以及科学上存在的问题告诉广大的群众。同时，公众有权利了解科学的真相，并以各种形式参与到科普行动之中，分享科学研究的成果，掌握科学的方法，理解科学所能给人类带来的各种影响。

科普工作需要科学界和传媒界之间增强交流合作。大众传媒如广播、电视、新闻报刊、出版、网络媒体等，是今天面向社会公众的主要科普渠道。在以网络为代表的现代传媒飞速发展的今天，传统的科普图书仍然有其无可替代的独特魅力。阅读一本好的科普图书所带来的启迪和乐趣，有时让人终生难忘。同时，科普图书在表达作者观点和思想方面，也有着无法替代的功能。我们要重视科普图书的创作，更要重视推广科普图书。好的科普作品通常都具备以下几条：首先是实事求是，科学公正地反映科学上的发明发现；然后就是要有很强的思想性，能够大力宣扬实事求是的科学精神，弘扬不畏艰险、勇于创新、积极向上的科学态度；还有就是能够引人入胜，生动有趣。国内外许多大科学家都积极从事科普图书的创作，比如我们大家所熟知的霍金、卡尔·萨根、高士



其、华罗庚等。他们的科普工作,同样得到社会的广泛承认和尊重。

科普工作是一项创造性劳动,需要坚实的科学功底,更需要一定的写作技巧,还要投入极大的热情和花费很多时间。所以,从事科普工作的人员都要有奉献精神。如果我们的科学家们都能认识到他们肩负着向公众普及科学的重任,在自己力所能及的条件下,努力写出一些优秀生动的科普作品,我国的科普事业必定能更上一层楼。

江苏科学技术出版社长期以来一直重视科普图书的出版工作,他们一方面从国外引进优秀的科普图书,同时也注重出版原创的科普图书,鼓励国内的科学家积极投身科普创作。本丛书从众多国外优秀的科普图书当中精选出来一些作品,同时也有我们国内科学家的原创作品,都很精彩。这套书突出了生态意识,关注生命的本质,很有时代特色和现实意义,也很有代表性。希望能够不断出版更多优秀的作品,使这套书更加丰富多彩。

但愿科普工作能插上翅膀,为全社会多传递一些科普的信息。

献给所有观测天空的人，  
以及尚不知为何要这么做的人

# 致 谢

当再次阅读书稿,我们由衷地感谢普林斯顿大学的罗伯特·卢普顿(Robert Lupton),感谢他在天体物理学和英语语言方面给了我们专业的建议和帮助,使这本书比我们料想的好很多。我们还要感谢芝加哥大学费米研究所的肖恩·卡罗(Sean Carroll),夏威夷大学的托比亚斯·欧文(Tobias Owen),美国国家自然历史博物馆的史蒂文·索特(Steven Soter),加州大学(UC)圣迭哥分校的拉里·斯夸尔(Larry Squire),普林斯顿大学的米歇尔(Michael)和美国公共广播公司新星台(PBS NOVA)制作人汤姆·利文森(Tom Levenson)对本书的几个部分提出宝贵的修改建议。

本书创作伊始,就得到了格纳特公司的贝斯第·勒纳(Besty Lerner)的重视。在他看来,我们的书稿不仅仅是一本书,更是表达了对宇宙的浓厚兴趣,值得广泛推荐,让更多的读者一起分享这份爱好。

本书第二篇的主要部分,第一篇和第三篇的部分内容最初曾由泰森以短文的形式发表在《自然历史》(《Natural History》)杂志上。为此,他很感谢杂志的主编彼得·布朗(Peter Brown),并特别感激资深编辑阿维斯·兰(Avis-lang)。他在文学上颇有造诣,在泰森写作过程中不断予以指点和鼓励。

作者还得到了斯隆基金会(Sloan Foundation)在写作和准备这本书的过程中给予的支持。我们赞赏它对这种项目的慷慨赞助。

尼尔·德格拉斯·泰森

唐纳德·戈德史密斯

于加利福尼亚州伯克莱 2004年6月

---





# 目 录

致谢	003
前言 关于科学的起源和起源科学的思考	001
自序 最伟大的故事	007
第一篇 宇宙的起源	001
第一章 宇宙的开端	003
第二章 反物质	013
第三章 要有光	018
第四章 暗物质	026
第五章 暗能量	036
第六章 一个还是多个宇宙	050
第二篇 宇宙与星系结构的起源	057
第七章 星系探索	059

第八章 结构的起源	067
第三篇 恒星的起源	083
第九章 始于尘,归于尘	085
第十章 元素动物园	099
第四篇 行星的起源	109
第十一章 当行星年轻之时	111
第十二章 在行星之间	119
第十三章 无数个世界:太阳系外的行星	127
第五篇 生命的起源	141
第十四章 宇宙中的生命	143
第十五章 地球生命的起源	149
第十六章 寻找太阳系里的生命	162
第十七章 寻找银河系里的生命	179
结束篇 在宇宙中寻找自我	191

# 第一篇 宇宙的起源





## 第一章 宇宙的开端

我们先从物理学开始。“物理学”是研究物质、能量、空间和时间的行为表现及其互相作用的。在我们的宇宙里,这些特征的相互影响成为所有生物和化学现象的基础。因此我们这些地球人所熟悉的一切基础事物都始于并且有赖于物理法则。当我们把这些法则应用于天文环境的时候,大大扩大了物理的应用范围,我们称之为天体物理学。

几乎在科学研究的任何领域,特别是在物理学上,科学探索的前沿始终处在我们衡量事物和判断情况能力的极限范围。在物质的极端情况下,例如黑洞附近,引力极强,致使周围的空间-时间弯曲很厉害。在能量的极限,在温度高达1500万℃的恒星核内不断发生热核聚变。在凡是能够想象得到的所有最极端的情况下,在宇宙最初那段时间里,宇宙环境极端炽热、致密。要了解在当时那些条件下发生了什么情况,需要运用公元1900年以后发现的物理定律(现代物理学定律)。现在物理学家称这一时期为现代,以便与近代,包括以前所有的经典物理学区分开来。

经典物理学的一个重要特征是,你静下心来想,发现它研究的事件、定律和预言,全都具有实际意义。它们全都是在普通建筑物里发现的,并且在普通实验室里得到了验证。引力定律和运动定律、电磁定律、自然定律和热能的性能,现在仍然在高中的物理课上讲授。这些关于自然界的新发现推动了工业革命,用以前世代代代的人难以想象的方式改变了文化和社会,并且仍然在人们认识日常世界里发生的事件及其原因中起重要作用。

与之相反,你会觉得在现代物理学里没有什么实际有

意义的东西,因为一切都发生在很遥远的地方,远远超出了我们人类感觉器官的感受范围。这是一件好事。我们可以快乐地宣称我们的日常生活完全不会受到极端的物理学的影响。在一个平常的早晨,你起床以后,在房间里晃荡,吃点什么东西,然后走出大门。一天结束以后,你心爱的人等待着你,满心希望你与出门的时候没有什么两样,完好地回到家里。但是请想象一下,你到达办公室,走进过热的会议室,参加十点钟召开的重要会议,突然失去了你所有的电子,或者更严重的是你体内的原子全都飞离,那将很糟糕。假设你坐在办公室里,借着75瓦台灯的灯光想要完成一件工作,有人突然打开天花板上500瓦的顶灯,使你的身体胡乱地从一面墙壁弹到另外一面墙壁,来回折腾,直到你像玩偶盒里的小人飞出窗户。或者设想你在工作之余去观看相扑比赛,却只见两个几乎滚圆的大力士互相碰撞、消失,然后自然而然地变成两束光往相反方向离开房间的情景,你会有什么感觉?或者假设你在回家的途中,选了一条很少走的路,一幢黑黝黝的建筑物先是吸住了你的双脚,然后从头到脚拉伸你,把你的两个肩膀挤压在一起,你从一个洞里挤过去,从此再没有人看见你或者听到你的消息。

如果这些情景在日常生活里出现的话,我们就会觉得现代物理学就并不那么奇特了;我们的相对论和量子力学的基础知识就会自然而然地从我们的生活经验中得出;我们所爱的人可能永远不会让我们去上班。但是回到宇宙初始的那几分钟,这种情况一直在发生。为了能够想象它并且理解它,我们别无选择,只能建立一种新的常识,一种变异的直觉知识,认识在温度、密度和压力都处于极端的情况下,物质如何运动,物理定律如何描述其特征。

为此,我们必须走进 $E=mc^2$ 的世界。

1905年,爱因斯坦首次发表这个著名的方程式。那一年,爱因斯坦的开创性研究论文刊登在一份出色的德国物理期刊《物理年鉴》上。论文的标题为《论运动物体的电动力学》,这篇论文更加广为人知的是爱因斯坦的狭义相对论。它介绍的理念永远改变了我们对于时间和空间的看法。1905年,爱因斯坦只有26岁,在瑞士的伯尔尼担任专利审核员。那年稍后,爱因斯坦在同一份杂志上发表了另外一篇令人瞩目的简短论文(只有2页半)《物体的惯性取决于它的能量吗》。在这篇论文里,爱因斯坦进一步提供了具体的资料,包括他最著名的方程式。为了免去你寻找原文、设计一项实验,进而验证爱因斯坦理论的麻烦,我先告诉你这篇论文标题的答案是肯定的。正如爱因



斯坦所述：

假如一个物体以辐射的形式释放它的能量，其质量减少为 $E/c^2$ ……物体的质量是其能量的量度；如果能量变化为 $E$ ，质量变化也相同。

由于对这一说法不很肯定，他接着提出，

那些蕴含着能量可变化快至一定程度（例如，含有镭盐 radium salt）的物体，这一理论也许能够成功地测试验证。

这样你就明白了：要把物质转变成能量，或者能量转变成物质时，数学公式 $E=mc^2$ ——能量等于质量乘以光速的平方——给了我们一个超强的计算工具，它拓展了我们了解和认识宇宙的能力，可以从宇宙现在的情况，一直追溯到宇宙诞生 $10^{-43}$ 秒的宇宙。根据这个方程式，你可以说出一颗恒星能够产生多少辐射能量，或者把你口袋里的硬币转换成有用的能量形式时能够获得多少能量。

最为人熟悉的能量形式是光子，一种没有质量，不可减缩的可见光粒子或者是某种形式的电磁辐射。它照耀着我们周围，但我们心目中常常意识不到它，也很少提及它。我们全都沐浴在连绵不断的光子里。它们来自：太阳、月亮和其他恒星；家里的火炉，蜡烛和灯光；几百个广播电视台；不计其数的手机和雷达发射站。那为什么在日常生活里，我们实际上没有看见能量转换成物质，或者物质转换成能量呢？普通光子的能量远远小于质量最小的亚原子粒子，当它根据 $E=mc^2$ 转换成能量时，因为所产生的能量实在太小无法变成其他东西，而只能作为一种简单而相对平静的存在。

你是否渴望运用 $E=mc^2$ ？先从周围的伽马射线的光子开

始吧。伽马射线具有实际的能量,至少比可见光子大20万倍。一旦受到过度照射,很快就会生病,死于癌症。不过,在这种情况下发生之前,你会看见成对的电子,一个由物质构成,另外一个反物质(只是宇宙里许多动态粒子-反粒子对之一)突然出现在光子曾经游荡的地方。如继续观察,还可以看见物质-反物质对的电子碰撞,相互湮灭,并且再度产生伽马射线的光子。把光子能量增加到原来的2 000倍,这些伽马射线的能量就足以将平时孱弱的人变成超人。这些成对的光子产生足够的能量( $E=mc^2$ 已充分地描述),产生诸如中子、质子和它们的反物质伙伴,其质量几乎都接近电子质量的2 000倍左右。高能量的光子并不是随处可得的,但是在宇宙间许多坩锅里确实存在高能量的光子。就伽马射线而言,几乎任何温度高于几十亿度的环境都是产生它们的温床。

粒子和能量包互相转换在宇宙学上的重要意义令人吃惊。最近,对遍布整个宇宙的微波光子流的测量结果表明,正在膨胀的宇宙温度仅2.73K(开氏温标又称绝对温标,开氏温度计上所有的温标都是正的:粒子在零度时能量最小,室温大约为295K,水的沸点为373K)。像可见光的光子一样,微波光子温度也太低,实际上也不可能通过 $E=mc^2$ 变成粒子。换言之,已知的粒子中没有一种质量小到能够由微波光子的微弱能量组成。这对形成无线电波、红外线、可见光以及紫外线和X射线的光子来说也一样。说得简单些,粒子的嬗变全都需要伽马射线。然而,昨天之宇宙比今日之宇宙小一点,也更加热一些。前天的宇宙比昨日更小也更热。时钟倒拨回去再多一些——比方说,137亿年前,那你正好落在宇宙大爆炸后的原始汤里边,在这个时间点宇宙的温度非常高,从天体物理上来说很有趣,因为那时伽马射线充斥着整个宇宙。

希望了解从大爆炸以来到现在,空间、时间、物质和能量的表现的想法,是人类思想最伟大的成就之一。如果你要寻求对最早时刻发生的事件的完整说明(那时的宇宙比它此后任何时候都小,也更加炽热),你必须找到一种方法,能够使自然界的四种力——引力、电磁力、强核力和弱核力互相对话,合成一体,成为单一的总力(meta-force)。你还要想办法把现在互不相容的物理学两门分科和谐地统一起来,即把量子力学(微观科学)和广义相对论(宏观科学)结合起来。

20世纪中叶,量子力学与电磁学成功联姻。受此激励,物理学家迅速行动,试图将量子力学与广义相对论整合在一起,使之成为一个统一的理论——量子引力理论。





迄今为止他们全都失败了，但是我们已经知道最大的障碍在哪里：在“普朗克时代”（Planck era，天体物理学术语，即宇宙的初始阶段。普朗克，1858~1947，德国物理学家，因其在有关量子力学方面的发现而获得1918年诺贝尔奖。——译注）宇宙处于其开端之后的 $10^{-43}$ 秒（1秒钟的千万-万亿-万亿-万亿分之一）时期，由于信息绝对不可能比光速（每秒钟 $3 \times 10^8$ 米）更快，一位假设的观测者，在普朗克时代，在宇宙里任何地方，视线不超过 $3 \times 10^{-35}$ 米（1米的300千万亿万亿分之一）。德国物理学家马克斯·普朗克（那些小得难以想象的时间和距离就是以他命名的）于1900年提出了量化能量的想法，因此被誉为量子力学之父。

不过，就日常生活而言，不必担心。量子力学与引力之间的冲突不会引起当代宇宙粒子问题。天体物理学家将广义相对论和量子力学的原则和工具应用在截然不同类型的问题上。但是在宇宙之初的普朗克时代，大就是小，因此两者之间必定有一种强制结合。因此没有已知的物理学定律能够有把握地描绘在短暂的蜜月期间宇宙的表现，在膨胀的宇宙迫使非常大的与非常小的分道扬镳之前的表现。

在普朗克时代的末期，引力挣脱了其他的仍然统一的自然力，变成了一种独立的力，这种力我们目前的理论已经充分阐明。宇宙的年龄超过 $10^{-35}$ 秒的时候，宇宙继续膨胀并且冷却，原先剩下仍然保持统一的力分解成电弱力和强核力。再往后，电弱力分解成电磁力和弱核力，形成众所周知的四种不同类型的力——弱核力控制放射性衰变，强核力将各个原子核里的粒子结合在一起，电磁力使分子里的原子保持在一起，引力将物质结合成大块的物质。待到宇宙的年龄达到1秒钟的万亿分之一的时候，它变化了的力以及其他重大事件已经赋予宇宙种种基本特性，每一种都值得写一本书。