

EPIC OF EVOLUTION

SEVEN AGES OF THE COSMOS

宇宙简史

[美] 埃里克·简森 著 熊 况 译

上海科学技术文献出版社

P159/27

2008

宇宙简史

[美]埃里克·简森 著

熊 况 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

宇宙简史(美)埃里克·简森著;熊况译.—上海:上海科学技术文献出版社,2008.4

ISBN 978-7-5439-3569-3

I. 宇… II. ①埃… ②熊… III. 宇宙-进化-历史
IV. P159.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第045907号

Epic of Evolution:Seven Ages of the Cosmos

Copyright © 2005 Columbia University Press

Copyright in the Chinese language translation(Simplified character rights only)©
2008 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有,翻印必究

图字:09-2007-940

责任编辑:张树

封面设计:许菲

宇宙简史

[美]埃里克·简森 著

熊况译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号 邮政编码200031)

全国新华书店经销

江苏常熟市人民印刷厂印刷

*

开本787X1092 1/16 印张25.75 字数407 000

2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

印数:1-8 000

ISBN 978-7-5439-3569-3

定价:40.00元

<http://www.sstlp.com>

前 言

万物皆流,无物长驻。

——赫拉克利特,25 个世纪前古希腊哲学家

在意识启蒙之初,我们的祖先,无论男女,便都认识到了两种事物的存在——一是他们自身,二是他们周围的环境。他们开始思考自己究竟是谁、来自何处。他们还渴望了解夜空中那点点的星光、四周的植物、动物、空气、陆地和海洋,并且开始思索自身的来源和归宿。但是在几千年前,这些基本的思考都被摆在了次要的位置,因为当时最为重要的谜团似乎已被解开,答案是:地球是整个宇宙的恒久不变的中心。毕竟,太阳、月亮以及所有恒星看起来的确都是在围绕着地球运转。在所知有限的情况下,人们便会很自然地认为自身和自身的家园具有特殊的地位。从这种“中心感”当中,他们能获得一种安全、至少是满足的感觉——人们相信,宇宙的起源、发展以及命运是由某种超越自然的事物所控制的。

我们的祖先做了许多深入、细致的思考,但是他们所做的也仅限于此。那个时期是逻辑思考的巅峰时期,而经验实证的地位则要低得多。不过,他们所做的努力,依旧启动了神话、宗教、哲学领域的发展。直到几百年前,地球中心论的地位及人们对超自然力的信仰终于有了些许动摇。在文艺复兴时期,人们开始带着更具批判性的眼光来看待自身及宇宙,并且意识到,单单就自然中



的问题进行思考是不够的,他们还需要对自然做出观察。于是,实验成为人们探寻过程中的中心环节。任何观点都必须在经过实验测试,得到数据证实后,才能被视为有效;而那些未能得到实验证明的观点则会遭到淘汰。“科学方法”由此诞生——它是有史以来,促进自然科学发展的最为有力的工具,而现代科学时代也在此时拉开了序幕。

今天,科学方法已然成为全世界所有自然科学家手中的工具。一般来说,科学方法包括以下步骤:首先,对研究对象进行观察,搜集数据;接着提出观点,对数据进行解释;最后通过客观实验来证明该观点是否正确。已被实验证实的观点在经过筛选、收集之后,将会被传播出去;而那些未能得到实验证实的观点则被淘汰——这有点类似于本书将提到的那些演化过程中的事件。就这样,通过对各种观点的不断选择和修改,科学家们才得以将真理和谬误区分开来,我们也才得以汲取到更为准确的、对现实世界的描述。当然,这并不是说科学一定可以揭示出真理——无论这真理是什么——科学只是帮助我们一步步地接近真理。

尽管我们一直强调客观性,但在某些情况下,客观性却阻碍了现代科学的发展。因为,科学工作者通常都具有强烈的热情和个人价值感,但是,在长时间的反复观察中,客观性会渐渐地凸现出来,并将控制我们,最终使得结论完全不为任何实验者、机构或任何一种文化的观点所影响。正如理性的调查方法能够帮助我们描述自然现象一样,科学方法能够帮助我们达到一个对于宇宙的本质、内容及运转的较为客观的共识。

今天的我们仍旧在循着先辈们的路径向前探索,也仍旧在问着同样基本的问题:我们究竟是谁?我们从何而来?万事万物又从何而来?所幸,在现代科技的惠泽下,今天的探询工作有了许多精妙的工具,我们可以借助天文望远镜来更好地观察恒星和星系构成的宏观宇宙,可以通过显微镜来看清细胞和分子组成的微观世界,还能够利用离子加速器来探索原子核及夸克构成的次原子领域。有了无人驾驶的宇航船,我们便能采集到从地球上无法观察到的信息;有了功能强大的计算机,我们便能有条不紊地处理庞大的数据流、有待确认的观点以及各种科学实验。

我们生活在技术的时代——这是一个科学技术得到前所未有飞速发展的时代。尽管科技很可能将我们打败甚至替代,但它也在帮助我们不断地了解

自身以及那广袤无垠的宇宙。

文艺复兴时期以来,人类取得的最为显著的科学发现便是:地球并不是宇宙的中央,也并不具有任何特殊地位。利用科学方法,人们发现自己居住的星球在宇宙中并无任何独特之处。大量研究、尤其是近几十年中的研究表明,我们所处的这名叫地球的石头,不过是宇宙中一颗平淡无奇的行星,它围绕着一颗名叫太阳的恒星运转着,只是那一片叫做银河的星群中无数星星里的一颗。而银河,也只不过是散布在广袤穹宇中的无数星系中的一支。

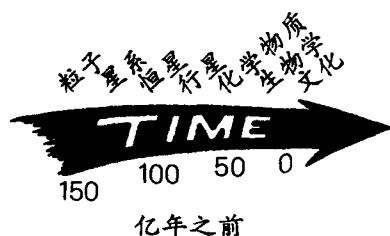
而现在,刚刚迈入新千年的我们,在现代科学的帮助下,正描绘着一幅壮丽的图画。我们逐渐认识到了各种事物——小到夸克和微生物,大到类星体和人类思想——之间的联系,并且正试着破解宇宙演变的历程,即宇宙历史上,由射线、物质、生命组成的群体所发生的一系列的、各种各样的变化。这些变化影响了广阔无垠的宇宙空间,跨越了无法估量的时间长度,因为有了它们,我们的星系、恒星、行星以及我们自身,才能够诞生。

可以肯定的是,大自然中变化无处不在。有些变化十分微妙,比如每天的阳光照,或者地球上陆地的漂移。而有些变化则要剧烈得多,如巨大的恒星发生毁灭性的超新星爆炸,或者大片陆地因火山或地震而发生断层。无论我们是通过望远镜去探索宏观自然,还是通过加速器去了解微观自然,抑或只是用肉眼去观察周围的世界,我们都能看到变化的发生。

于是,我们为这无所不在的变化取了一个更好听的名字——宇宙演变,这一概念涵盖了演变的各个方面:无论是粒子、恒星演变、行星演变、星系演变、化学演变、生物演变,抑或是文化演变。

如今,对宇宙的统一看法已逐渐形成——宇宙万物,包括具有感知力的人类,都处于与时间密切相关的变化当中。变化——即某事物形式、本质或内容的改变——时刻伴随着万物的起源、演变以及命运,不论该物体是否具有生命。从大片星系到一小朵雪花,从恒星、行星到生命本身,我们都能从中发掘出一种贯穿所有自然科学的内在模式——沿着变幻纷呈的宇宙中万物的形成、结构和运行的“时间轴”,这一席卷一切的观点已得到了普遍认同。

古希腊的赫拉克利特说得好:万物都在演变,惟有变化不变。除开一些细节上的谬误,这句话应该称得上是人类做出的最为精辟的结论。而在大约 25 个世纪之后的今天,科学家们正在不断地发现此类细节——其结果既富有创



一种总揽全局的,沿着时间轴发展的视角。

见又具备统一性,甚至称得上是令人惊奇。我们如今不仅明白了无数恒星是如何形成、如何消亡、如何产生组成世界的物质,还了解到生命的产生是物质演变的结果。如今,我们可以充满把握地将以下所有过程用知识纽带联系起来:原始能量演变为基本粒子、粒子演变为原子、原子再演变为恒星与星系、恒星演变为基本元素、基本元素演变为组成生命体的分子、分子再演变为生命本身、生命演变为智慧生命、智慧生命演变为能创造文化和技术文明的生命。

* * *

若要回答“我们究竟是谁”这样一个基本的问题,我们还得往远古时代追溯——一直追溯到几十年前我们的誕生日之前、几百年前的文艺复兴时期之前、千万年前人类文明诞生之前、几百万年前我们的先祖出现在森林中之前、甚至要从 10 亿年前,地球上出现多细胞生物时再往前追溯,一直追回到距离现在几百亿年的那个时候。

为了能在宇宙演变的背景中理解人类的古老来源,我们必须把眼界拓宽,将思路放宽,去看一看很久、很久之前,世界是什么样子。例如,我们回到 50 亿年前,那时候地球上还没有生命,事实上连地球都不存在,太阳、月亮、太阳系也都不存在,这些天体尚处于形成时期,它们还只是围绕着更古老的恒星星系边缘旋转的一些星云,而那些更为古老的恒星,已经以各种形式存在了很久。

如今,现代科学已将多种学科结合起来——其中有物理学、天文学、地质学、化学、生物学、人类学等等——并试图通过学科交叉的方法解决两个最基本的问题:物质及生命的起源。假如我们能破解宇宙演变中的一系列事件,很可能也能够弄清楚我们究竟是谁,尤其是生命如何在地球上出现的问题,甚至

能够了解生命体是如何占领地球、生成语言、创造文化、发展科学、探索宇宙、乃至研究自身的,虽然做到这一点看来很不可思议。

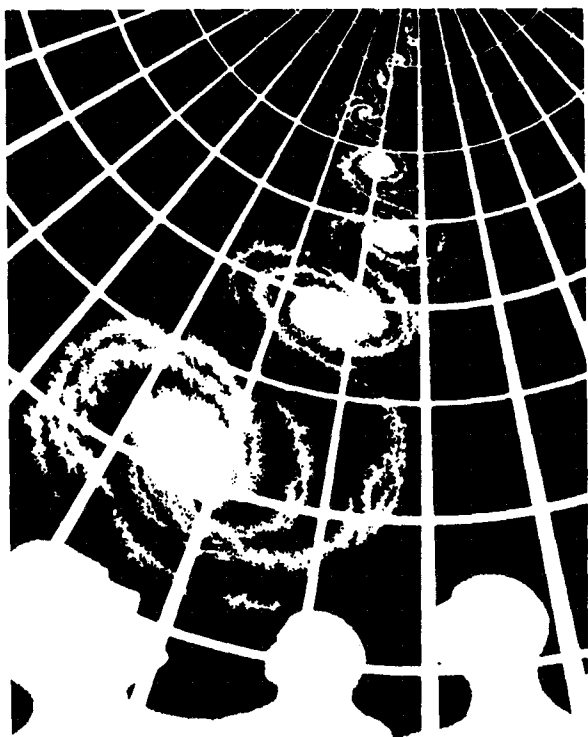
作为有感知的人类,我们正将目光投向赋予我们生命的宇宙,所读到的,是一个自然的故事,一个宇宙的故事,一个有关人类起源的,内容丰富的,持续进行的故事,它是一首现代科学领域的造物史诗——一部在目前阶段、人人都可将它当作真理来相信的史诗。

* * *

本书将涉及以下主题:空间与时间、物质与生命以及将它们融合在一起的各种能量转换。在这里我们将讨论关于宇宙、地球以及我们自身的问题。我们也将在此总结现代科学对一些古老哲学问题的解答,如:我们究竟是谁?我们从何而来?何时诞生?我们周围的万物——空气、陆地、海洋、星辰——从何而来?世间一切物质的次序、形态、结构特点等特征又从何而来?而我们作为智慧生命,如何与宇宙间其他事物联系在一起?这些问题总的来说就是:我们的起源与归宿分别是什么?地球、太阳、乃至宇宙的起源与归宿是什么?

本书主要面向对大自然存在广泛兴趣的读者,尽可能地用浅显易懂的语言,解释当代科学的理论,同时又不乏准确性和前沿性。但必须事先向读者们说明的是,对于一些基本的问题,我们至今还没有得出明确的答案,科学家们即便携手合作,也总是难以解开那些伟大而高深的谜团。毕竟只是在近几十年,我们才拥有了足够的科技水平,来将这些问题由哲学领域引入科学领域。

研究者们意识到,我们拥有的知识并没有明确的边界,而是朝着边缘渐渐变得稀薄。科学前沿的研究就像是迷雾中的战争,每一个步骤的进行并不是实时可见的,我们总是在主观猜测的迷雾散去,客观事实渐渐浮出水面之后,才能获得对某问题的清晰认识。之所以这样说是因为今天的科学领域日新月异,新的信息层出不穷,这就要求我们必须采用学科交叉的办法,对这些信息加以研究,就好比,仅在不到 100 年之前,我们还不知道星星为什么会发光,宇宙是依照怎样的遗传法则,才繁衍出如此多的星系,我们甚至不知道宇宙是否具有一个确切的起源。还有一个原因是,科学作为一种“进展中的事业”,总是包含着许多个人因素,于是在有效、正确的观点当中,往往夹杂着许多错误的开端,偶尔甚至会有一些荒谬的逻辑。一个比较准确的说法是,对于某些最基本的问题,我们的答案相当于一幅铅笔草图,许多细节还有待描画。



有感知力的生物……如今正在反过来思考宇宙中那些曾经赋予我们生命的物质。

在本书中,我们将用描述和演示的方法,来探究自然和宇宙的本质。贯穿本书的一个科学观点是,组成我们身体的原子与整个宇宙是相关联的。我们还将对一些宇宙演变的现时表现进行阐释——这便是宇宙生物学、宇宙起源学,它们是全新的科学哲学——正是通过这些表现,星系、恒星、行星及生命才得以在各种变化中诞生,这些变化可能是渐进性的,也可能是阶段性的;可能是生成性的,也可能是发展性的。我们对于作为人类自身的看法,以及对于我们在宇宙中地位的看法,都深深地受到了这两门学科的影响,因此,本书试图将宇宙生物学与宇宙起源学的基本部分结合起来。

总而言之,本书提供了最为广阔的视角,供读者探究宇宙这幅最为壮阔的图画。它试图通过最顶级的科学知识,来解释一些最为基本的问题——也许这些问题并不是与 21 世纪最为相关,或最为实用的问题,但它们却都是非常基础的。我们对于包罗万物的宇宙,对于这无与伦比的广袤图景已经形成了

一些认识,并渴望在最大范围内了解射线、物质、生命的本质和运行。在探寻自然的过程中,我们还发现,科学研究者们正处在一个新时代的开端。

我著于 25 年前的另一部作品:《宇宙的开端:物质与生命的起源》,是本书的原始版本。我于 20 世纪 70 年代在哈佛大学参与了一门跨学科课程的建设,那本书便是基于该学科而著成,并受到学生和公众的普遍欢迎,甚至得到了同仁们的普遍认可,尽管该书的语言十分通俗,却仍然赢得了几项文学奖项。但是,在该书出版至今的几十年中,科学界发生了许多的变化,全世界的研究者们获得了大量的新的观察数据,对于宇宙演变的许多方面也得出了更多理论创见,虽然总的知识框架没有变,却多出了许多细节知识。

今天,天文学家们已经建立起早期宇宙的以及古老星系的模型,但是仍然未能解开一些最为神秘的宇宙谜团。生物学家们进一步认识了生命进化的速度及节奏,并再次肯定了新达尔文主义,却仍然对自然选择之外的一些变化机制存在争议。环境学家们在控制地球生态方面已取得了巨大进步,却仍旧无法预知气候变化的长期逆转趋势。化学家们对生命起源所需的条件有了更精确的认识;地理学家们描绘出了精确的地球内部结构图,以辅助比较行星学的研究;而人类学家们则搜集了大量的远古人骨、手工制品,来揭示人类的过去——但是,这些极为细致的信息处处都存在问题。

和这些在某一领域内所取得的成就同样重要的,是近 10 年内,学科交叉的特点在科学界越来越显著,那些专业性极强的研究者们如今也与其他领域的同仁进行交流——如天文学家与恒星学家,宇宙学家与粒子物理学家,生物学家与数学家,神经学家与计算机科学家。现在,“跨领域思考”的地位越来越高,各学科之间早就不该存在隔阂。而且,许多领域的研究方法正由简化主义转变为消除隔阂主义,多学科交叉在 21 世纪可谓前景无限。我们正在进入一个学科结合的时代,联合统一的趋势又一次冲到了前列。

说完这些,现在要谈谈我所要达到的“统一”,这涉及一切“窗外能看到的”,自然中的事物——主要是我们周围的世界中能够观察到的事物,如原子、恒星、行星以及动物。我并没有发现任何支持宇宙连线、11 维空间或是多重宇宙的证据,此外,我也不认为人类主义的推理有任何可取之处,人类主义较弱势的原理——有感知的生命从宇宙中诞生——只不过是宇宙演变作用的另一种说法,而较为强势的原理——宇宙是为了人类而诞生——就像是目的论



的演绎。比起通过“天意”或“多元宇宙”来解释一些物理常量的无声的价值（如光的速度，电子的能量等），我更倾向于等到科学足够成熟的时候，我们能够自然地理解这些自然界看似精妙的变化。这有点类似于数学，当人们研究 π 值的时候，谁能够预先想到，圆的周长与直径的比值竟然是3.14159……这样一个奇怪的无穷循环数，而不是3、3.1或其他更加干脆一点数字？而如今，我们已经拥有了足够的数学知识，了解到这不过是一条几何计算定理，一个标准的圆形并没有什么神秘的——当然，它的组成是非常精妙的，不然就成不了圆了。正是因为 π 具有这种特殊的价值，一个圆才能由无数的优美弧线组成。同样的道理，正因为物理常量拥有其特定的价值，自然界的规则系统，包括生命，才能够存在。

令人欣慰的是，我在《宇宙开端》一书中所提出的“变化无处不在”的观点至今并没有发生多少改变。要说有什么改变，那就是如今的宇宙演变学受到了非平衡热力学的极大推动，这是一门前沿性学科，描述能量流在开放的复杂结构内的运动——这些复杂结构可能是星系、恒星、行星或生命。可以肯定地说，我们在二十多年前搭建的那个骨架上增添了不少新鲜肌肉。

为了使本书趋于完美，我们做了大量的修改、更新、和扩充工作。在保留原著的讨论范畴、时间顺序以及通俗易懂的文字风格的前提下，我做了如下改动：

- 完全删除了原书中讨论科学理论的部分，用最新的理论代替它们，通过最新的科学发现，来更好地解释宇宙演变历程。
- 解释重要观点时，在原书中铅笔草图的基础上，增加了两百多张照片，以便为这些观点提供更多客观证据。
- 重新组织了原书中讨论化学及生物演变的部分，扩大了这些部分的篇幅，并加入了最新的科学发现。
- 增加了关键词索引，以帮助读者更好地探索这一范围广、跨学科、涉及多个科学领域的学科。

为了本书中所探讨的宇宙演变历程清晰易读，我没有引用当下任何专家的观点，若是引用现阶段在该领域进行研究的学者们的观点，本书一直强调的概念清晰度将受到影响。毕竟，比起通过引用各位学者的观点来增加本书的权威性，描绘出本学科的总体结构更为重要。我们姑且可以说，本书中的所有

叙述,是建立在人类各个科学领域的科学家们获得的成果上的,这些成果为我横跨各个领域撰写本书提供了很大的帮助。

许多同仁曾给予我帮助,让我得以对本书主要的论题形成更好的看法,并且搜集到更多有关宇宙演变的细节材料。他们中间有几位甚至影响到了我以何种方式教授、写作、研究这一概括性极高的学科。我尤其要感谢乔治·菲尔德教授及已故的哈洛·沙普莱教授,他们都是哈佛大学天文台的主任——我要感谢菲尔德教授在25年前,在我的职业生涯开始时,邀请我一同研究这门跨学科的科目;我要感谢沙普莱教授在半个多世纪之前,富有启发性地开辟了一条跨学科教学及研究的道路(即他所说的宇宙图像学)。我还要感谢我的妻子罗拉,是她徒手绘制了本书中的所有插图,将艺术都引入深思的美感与科学的精确性完美地结合在一起。需要感谢的还有迈克尔·哈斯科尔、罗宾·史密斯、弗雷德·斯皮尔以及一位不知名的修改者,他写出了一份详细的读书笔记,改进了本书的内容及写作风格。特别需要感谢的,是上一批选择了我的宇宙演变课程的将近4 000名学生,他们坚持着该学科的唯一前提——永远保持好奇心,让我在思考这一新世纪的主要世界观并形成自己的创见时受益匪浅。

目 录

前言	1
序章 宇宙学概论	1
第一章 粒子时代 转瞬即逝的简单体	45
第二章 星系时代 物质结构的层级	73
第三章 恒星时代 锻造元素的熔炉	123
第四章 行星时代 生命的栖息地	177
第五章 化学物质时代 物质加能量	229
第六章 生物学时代 复杂性持续	273
第七章 文化时代 从智力到技术	337
后记 一个全新的时代	389



序章

宇宙学概论



探索整个宇宙需要开阔的思维,而宇宙学的思想,则是最为开阔的思想。宇宙学是研究宇宙的结构、进化及归宿的学科——这里所说的宇宙,即所有已知或假设的,曾经出现、现在存在或即将到来的物体和现象的总和。在这里,我们试图要获得的是对于宇宙整体特征的把握:即宇宙中的物质和能量,宇宙的大小和范畴,可能还涉及宇宙的起源和命运。

我们在探索有关宇宙的问题时,总能获得广阔的视角,这是很自然的。和整个广袤的宇宙相比,包含其中的较小的事物,如行星和恒星——在某种程度上,甚至星系也一样——都显得渺小。对于宇宙学家来说,行星几乎不值一提,恒星只不过是一些点状的氢气吸收源,星系也不过是整个宇宙大环境中的细枝末节。在永恒面前,时间的重要性也大打折扣。和宇宙中发生的所有变化相比,人类领域内发生的变化是微不足道的。在宇宙这个大框架里,1 000的时间跨度根本不算什么,百万年的流逝也不过是在眨眼之间;相比宇宙演变的全部时间长度,10 亿年也仅仅是微小的一段。

为了更好地领会宇宙学的奥妙,我们必须打开视角,拓宽思维,将整个宇宙及永恒装于脑海中。现在,正是需要进行广阔思维的时候。



在这起始阶段,我必须提醒大家:我们将经常性地用到几千、几百万、几十亿、甚至几兆这样的数字。这些数字不仅庞大,它们之间的差别也是非常巨大的,比如,1000这个数字我们都很熟悉,假如每秒数一个数的话,要数到1000只需花费大约15分钟;相比之下,以同样的速度每天数上16个小时(剩下8小时作为休息时间),要数到100万居然需要两个多礼拜;若要以同样的速度数到10亿,则需要花费大约50年的时间,想想这个概念吧:一个人若要数到10亿,几乎需要数一辈子!

在这里,我们的思维将经常穿越几百万年、几十亿年的时间跨度;还将探讨由成百上千兆的原子、甚至由成百上千兆的星球组成的物体。因此,我们必须适应这些极为庞大的数目、极度宽广的空间范围以及巨大的时间跨度。尤其需要记住,100万比1000要大得多,而10亿,则要大得多得多。

* * *

从地球上观察宇宙时,我们可以看到许许多多、形形色色的物体和现象:有五颜六色闪烁着的气态星云团,有不停释放能量的爆炸恒星,还有在太空深处旋转着的强大星系。在看不见月亮的漆黑夜晚,通过天文望远镜,你将能看到一幅由各种天体组成的壮丽的天文建筑图——它们就像一颗颗镶嵌在夜空中的宝石。这些天体不仅仅是极富艺术性和美感的杰作,它们中的每一个都是光的集合,正是这些光线为我们照亮了宇宙的许多方面。对于宇宙进化主义者来说,恒星、行星、星云、新星、星系,以及其他所有的天体都具有重要的意义,它们能帮助我们确定人类在整个宇宙中所处的地位。在本书随后的几章里,我们将讨论人类的智慧在宇宙中所处的位置,但是在本章中,我们会把重点放在宇宙学家们所提出的几个大问题上。

光只是射线的一种——即所谓的人眼能够感知的那种射线。当光线进入我们眼中时,角膜和晶状体会将光线聚焦在视网膜上,这时,进入眼中的光线将引发一些微小的化学反应,这些反应转变成电信号,对大脑产生刺激,于是人便能感知到光的存在。和光有所不同的是,无线电波、红外线、超声波以及X光及伽马射线等等都是肉眼不可见的射线。但是,任何射线都是一种能量,这一物理特性决定了射线的易变性;射线同时也是一种信息——一种最为原始的,从一个点传达到另一个点的信息,例如,从某颗恒星传达到我们的眼中。只有依靠这些单向传递的信息流,我们才能有希望去探索宇宙深处的奥秘。

天体物理学家们总是通过研究天体所发出的射线来获取有关这些天体的信息,我们之所以把这门学科叫做“天体物理学”,是因为它是以物理学作为研究射线的基础。如今,这门学科的重点在于“物理学”,“天体”只不过是前缀。倘若没有扎实的物理学功底,任何一名天文学家恐怕都很难有所建树。曾经,在那些罗曼蒂克的夜晚,天文学家们通过长长的望远镜望向夜空,惊叹着眼中的景象,发现了许多天文学的基础现象,但这样的年代已经一去不返了,随之成为历史的还有那一本本厚厚的名称目录和一沓沓的曝光影像盘。今天的天体物理学家们想要了解的不仅仅是天体的位置、明亮度或者颜色,和从前的传统天文学相比,当代天文学已经具备了相当多的应用物理学特征。

推动天体物理学家们进行研究的最大动力,是对于自然运转规律的探寻。我们不仅想了解人眼可见范围之外的事物,以及宇宙在“不可见”范围内的状态——事实上,大部分的射线都属于这个范围——我们还想知道宇宙中那无数的天体是如何形成的,它们具体的运行方式是怎样,物质与射线是如何相互作用的,我们尤其想要了解的是,所有已知宇宙系统之间那无止境的变化是如何在能量的引导下发生的。我们所探究的问题,已经渐渐地由“是什么?”变成了更有深度的“怎么样?”。

在某种程度上,人类社会赋予了天文学家和天体物理学家们观察宇宙的任务。我们的任务是要弄清楚宇宙中存在哪些物质,并且弄清楚存在于地球之外的一切物质的状态及本质;同样地,“宇宙生物学”是要探明宇宙中存在哪些生命,尽管到目前为止,地球是唯一被证实有生命存在的星球。和数据充分的现代宇宙物理学迥然不同的是,宇宙生物学在现阶段还没有任何数据。但如果有一天,我们在地球之外的地方发现了生命的存在,那么,我们的研究重点将会转变为宇宙背景下的生物学研究。

值得注意的是,宇宙科学家和大部分科学家之间存在本质上的不同,后者是在位于地球上的实验室内,对地球上的物质进行研究,而前者研究的是距离地球十分遥远的,陌生的物质。在地球上,科学家们可以对其所做的实验加以控制,这有助于他们发现有关地球上物质的更多的特征。他们可以清楚地对研究的对象进行控制,或是对用以研究的实验仪器进行调试。例如,当科学家发现一种新的矿砂时,可以在实验室里通过对一系列不同种类的矿砂进行取样,比较它们的体积、形状及组成,来确定这种新矿砂的特征。此外,他们还可



以通过各种方法来对这种矿砂进行研究——可以对它进行超高温加热或超低温冷冻,甚至可以将它置于不同强度的电场或磁场当中;还可以像地理学家常做的那样,用锤子敲敲它。通过观察矿砂对各种不同环境的反应,研究者们便可以充分地了解其性质。总之,在地球上进行实验时,我们可以有意地对实验的媒介进行各种控制,来推进对某种地球物质的研究进程。

可是对那些远离地球的物质,哪怕利用当代文明中最为先进的工具,我们也无法对其进行控制。远离地球的外太空环境是无法由我们控制或操纵的,在大部分情况下,天文学家们都是在和触摸不着的射线打交道——这些由宇宙天体放射出的射线偶尔能被人眼观察到或是被地球上的仪器检测到,它们是一种信号,在由遥远天体传播到不可见的茫茫宇宙深处时,能被暂时地捕捉到。

近几年,随着科技的进步,以上论断中的一些观点也发生了改变。科学家们如今能够在靠近地球的太空领域对少数物体进行有控制的实验,如埋藏在地壳内的,来自其他星球的陨石,它们在严寒的极地尤其多见;我们那死气沉沉的邻居——月球,也已经有美国和苏联的航空人员上去造访,他们还将月球岩石标本带回地球进行研究;机器人太空船已经登陆遥远火星的平原,对火星土壤进行研究。但是,人类若是想要亲自对太阳系之外的物质进行研究,恐怕还得再过上几百年的时间。在目前阶段以及未来很长的一段时间里,我们通过利用地球上或地球附近的装置偶尔捕捉到的射线,来获得发出这些射线的宇宙物质的信息,以便对这些物质进行分类和研究。

至少,在目前阶段,我们能够得知任何天体存在的依据,便是射线。

在思考对遥远天体的研究时,我们不难想到另一处困难——我们不仅无法对天体进行实地研究,更无法对它们进行实时研究,因为射线的传播速度并不是无极限的,而是一个特定的值,即光速。对于光或其他任何一种射线来说,要穿越宇宙天体之间的空间距离,需要时间——而且常常是很长的时间。但是,大多数人都没有意识到光在穿越地球之外的广阔宇宙空间时,需要花费大量时间。

在北方的冬天,我们可以看到猎户星座中的一颗明亮的红色恒星,它是一个典型的例子。参宿四距离地球四百多光年——这是一段长得吓人的距离,要知道,一光年就是光以最快速度行走整整1年的距离。1光年大约等于10