

## 图书在版编目(CIP)数据

历史焦点/[英]约翰·格里宾等著;朱善萍等译.—南京:  
江苏人民出版社,2000.7

ISBN 7-214-02775-5

I. 历... II. ①约... ②朱... III. 社会发展-研究  
IV. K02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30620 号

- 书 名 历史焦点(上下卷)  
著 者 [英]约翰·格里宾 等著  
译 者 朱善萍 张婴 孙宁 等译  
责任编辑 余江涛 何娅 周晓阳  
责任监制 王列丹  
出版发行 江苏人民出版社(南京中央路 165 号 210009)  
网 址 <http://www.jspph.com>  
<http://www.book-wind.com>  
经 销 江苏省新华书店  
印 刷 者 徐州新华印刷厂  
开 本 850×1168 毫米 1/32  
印 张 25.875 插页 2  
字 数 623 千字  
版 次 2000 年 9 月第 1 版第 1 次印刷  
标准书号 ISBN 7-214-02775-5/K·421  
定 价 36.00 元

(江苏人民版图书凡印装错误可向本社调换)

# 目 录

## 第一章 宇宙学

一、宇宙大爆炸理论的诞生(2) 二、宇宙的现状(13) 三、展望未来(19) 附录 :伟大的成就(31)

## 第二章 战 争

引言 作为一项社会活动的战争(35) 一、从大砍刀到设计家基因 :战争工具(36) 二、魔鬼运动场(46) 三、步兵、游戏爱好者、“疯子”(54) 结论 :选择(63)

## 第三章 欧 洲

引言(70) 一、中心话题(70) 二、法国人的态度(74) 三、英国人的态度(76) 四、民族—国家(78) 五、目标(86) 六、欧洲的合作(88) 七、单一货币(91) 八、联合防御体系(96) 九、欧盟的框架(98) 十、邦联(99) 十一、联邦(101) 十二、何去何从(104) 十三、英国的地位(107) 十四、预言与期望(110)

## 第四章 气 候

引言(113) 一、抚今追昔(115) 二、气候变迁的驱动力(119) 三、人类与气候机制(122) 四、人类能预测未来气候吗?(125) 五、环境对人类的影响(128) 六、反响·适应·调节(133) 七、全球降温 :并非杞人忧天(138) 结论(141)

## 第五章 罪与罚

引 言(143) 一、迈向自由之路(145) 二、监狱管理(149) 三、狱

中保健(158) 四、教育与艺术(163) 五、未来之路(167)

## 第六章 男性

引言(178) 一、生存竞争(181) 二、现实与转型(186) 三、男性性行为(193) 四、生育(200) 五、新型男性(205)

## 第七章 人口

一、人口问题的推测(214) 二、人口及其相关因素(222) 三、人口变迁:过去与现在(226) 四、人口变迁:未来的时代(233) 五、未来的人口格局(246)

## 第八章 疾病

一、关于两种病毒的一个传说(252) 二、瘟疫的过去(255) 三、爱滋病的含义(260) 四、出血热(262) 五、瘟疫的未来(265) 六、第三个千年的传染病(268) 七、恶性疾病之谜(273) 八、西西弗斯的艰巨任务(279)

## 第九章 基因控制

一、拉班的绵羊(288) 二、控制生育(290) 三、性别选择(307) 四、引进新基因(309) 五、克隆人类(316) 六、体外发育(320) 七、节制生育与人口爆炸(320) 八、最后的话(323) 本章术语(324)

## 第十章 恐怖主义

引言(330) 一、一个现代神话的历史(332) 二、引起混乱的种子(340) 三、错觉的危险效用(351) 四、来自恐怖主义的真正威胁(361) 五、展望未来(366)

## 第十一章 中东

一、近代史的结束(372) 二、信仰和自由(376) 三、战争与和平(383) 四、中央和周边(390) 五、石油和水(396) 六、过去和未来(403) 七、回归帝国?(406) 八、再现辉煌?(410)

## 第十二章 道德价值观

序言 预测道德的未来(413) 一、道德问题(415) 二、“家庭价值观”和价值观(425) 三、死、生和教条(445) 四、解决方案:教育和社会(452) 五、再次预测(457)

### 第十三章 戏 剧

- 一、乐观者如是说(460) 二、为什么戏剧仍将重要(463) 三、未来的剧院空间(466) 四、表演艺术的一席之地?(470) 五、剧本及其未来(472) 六、导演、经典和复兴(483) 七、科技、设计和音乐(490) 八、未来的演员(497) 九、经费及前行中的阻力(504)

### 第十四章 家 庭

- 引言(513) 一、家庭自1950年以来发生改变的原因(517) 二、婚姻的未来(528) 三、未来的童年(534) 四、亲戚关系(546)

### 第十五章 媒 体

- 一、数字革命(558) 二、2010年的杰克逊一家(564) 三、休闲(579) 四、与朋友和家人保持联系(588) 五、“购物者的天堂”?(592) 六、工作、教育和保健(595) 七、更好的生活?(598) 写在后面(605) 参考书目(606)

### 第十六章 人工智能

- 引 言(610) 一、历史的回顾(612) 二、大脑的智能(618) 三、机器人的智能(631) 四、展望未来(643)

### 第十七章 超级大国

- 一、预言的危险(659) 二、一个秩序消失了(661) 三、当代体系的本质(664) 四、三个新世界(668) 五、“世界政治的归化”(672) 六、“文化的竞争”(677) 七、“恢复的平衡”(682) 八、镜子背后(689) 结论(693)

### 第十八章 东 亚

- 一、历史已属于亚洲(698) 二、变化中的东亚(699) 三、谁是亚太的核心(701) 四、腾飞和滑坡(707) 五、面临挑战的政治制度(718) 六、超越政治(726) 七、国家控制(728)

### 第十九章 自 由

- 引 言 我们正在向一个独裁的世纪迈进吗?(732) 一、我们落入了自由的陷阱(734) 二、西方的心脏(739) 三、美国在哪里?(744) 四、“并不神圣”的市场(751) 五、对自由的恐惧(757) 六、自由的代价(764)

## 第二十章 宗 教

引 言(768) 一、信仰的效仿物(770) 二、社会陷阱(776) 三、粘性的世界(780) 四、腐朽的影响(786) 五、溶解粘性(790) 六、独裁主义的魔怪(793) 七、富裕的魔力(801) 八、科学的共谋(804) 九、自我陶醉的一小撮(807) 十、融合的前景(810) 十一、传统的复兴(814)

# 第一章 宇宙学

[英]约翰·格里宾

一位才华横溢的科学家，一位成功地推算出宇宙的年龄——130亿年——的人。他写下了这篇阐述宇宙的去与未来的文章，内容虽然高深，文字却简明易懂。格里宾先生详尽地回顾了宇宙大爆炸理论的由来、发展，介绍了当代科学家对暗物质和宇宙膨胀说的研究成果。其中，宇宙膨胀理论认为我们目前所见到的整个宇宙是由比原子还要小的“种子”在转瞬之间爆炸、膨胀而成的。带着“宇宙是由来自另一个世界的黑洞孕育产生的”这一观点，他畅想未来并预测：自哥白尼推翻了“地球中心说”以来，科学又一次来到了革命性巨变的边缘。

约翰·格里宾是英国苏塞克斯大学天文系的客座研究员，他同时还是《新科学家》的顾问。他著有《寻找薛定谔的猫》、《 $\Omega$  粒子》和《寻找大爆炸和薛定谔的猫》等畅销书。

## 一、宇宙大爆炸理论的诞生

在一个远离眩目的城市灯光的地方,在一个漆黑一片不见月光的晚上,如果你不借助任何工具,抬头遥望星空,你将看到数千颗繁星。同时,你还将看到一带模糊的星光环绕天际,那便是银河。借助一副中型的双筒望远镜,或1609年伽利略自制的那种小型望远装置,你可以看到银河是由无数繁星组成。每一颗星星发出的光都十分微弱,以致人的肉眼很难将其逐个分辨。天文学家估计,银河系由约1 000亿颗星组成。它们构成了一个极大的圆盘形系统,以致光从其一边到另一边要走10万年。这些星星与太阳类似——有的大些,有的小些,但它们都是由炽热气体构成的球状天体。它们内部不断进行着核聚变(与氢弹爆炸的过程类似)并向外辐射能量。在银河系中,太阳只是一颗普通的恒星,它位于距银河系中心三分之二处。如果把每颗恒星看作一个米粒的话,银河系的直径就好比地月距离一样。

尽管银河系是如此之大,但它只是许多星系中的一个。直到20世纪,人们才意识到银河系并不等同于整个宇宙。在1919年,当时世界上最大的望远镜——直径为2.5米的胡克望远镜——在加利福尼亚州的威尔顿山投入使用。借助这一仪器,美国天文学家埃德温·哈勃于20年代通告世界:天幕上那片模糊的星光为银河系以外的星系发出的。它们中有些与银河系形状类似,是圆盘形;有的是回转扁球体;有的是椭球体;还有的则没有规则的形状。随着望远镜制造技术的进步,我们已能看到更黯淡、更遥远、更多的河外星系。据估计,借助包括哈勃太空望远镜在内的先进观测工具,在理论上,我们至少可观察到1 000亿个星系;但惭愧的是,

我们只对其中几千个星系进行了系统的研究。

要说有什么不同的话,银河系比一般的旋涡星系要稍小一些。人类、地球、太阳、银河,面对着整个宇宙,只能算是沧海一粟。人类在宇宙中的位置并没有什么特殊之处。对一个宇宙学家而言,包含着千亿颗恒星的银河系不过是一个可供参照的质点,通过它的运动,科学家可以推测整个宇宙的运动。宇宙处在永恒的运动之中,这是一个重要的结论;然而,在宇宙学历史上最重要的发现是由哈勃和他的同事于 20 年代借助胡克望远镜做出的。那就是:各个星系正在不断分裂;整个宇宙正在不断膨胀。

这一发现的证据便是常被人误解的“红移现象”(指恒星光谱线的波长向红端即长波端所作的系统位移)。与三棱镜能把日光分解成七色光的道理一样,我们同样可以分解、获得遥远的恒星或星系的七色光谱并进而研究其红移现象。

光谱分为七色反映出各种色光的波长不同:靠近红端的波长较长,靠近紫端的波长较短。碰巧的是,我们的视觉器官从电磁光谱中观察到的也是一条色带。当然,在光谱上还有许多我们肉眼看不到的东西:从红端向外延伸有红外线、短波与无线电波;从紫端向外延伸有紫外线、 $\chi$  射线与  $\gamma$  射线。所有这些构成了完整的光谱。如果需要的话,我们可以将射电望远镜或  $\chi$  射线望远镜置于火箭、卫星或气球之上,以便获得整个电磁波谱并对之进行分析。但在历史上,天文学红移现象是借助传统的光学望远镜观察光谱的可见光部分而发现的。

光谱学能为天体物理学者提供丰富的信息。其理论依据在于每一种原子(氢、氧、铁等)都有其特征谱线。如果该原子处于炽热状态并正在向外辐射能量,我们可以观察到明线;如果该原子处于与之相反的状态,我们可以见到暗线。这些特征谱线总是出现在特定波长的位置上,每一组谱线都可以显示光线的出发地,显示某一遥远的恒星、星系或太空中某一由低温气体、尘埃组成的云状物

含有何种元素。总之,每一条特征谱线就像每一个人的指纹一样。多亏了光谱学,有了它,我们才有可能知道远方的恒星、星系、星云是由何种物质组成。但在宇宙学中,这只是次要的。从地球上不同元素的光谱分析可以知道其谱线的特定波长;但对于来自遥远的星系的光线,其全部谱线都会向光谱的红端移动——即光波变长了。这便是著名的红移现象,它能够告诉我们该星系是在距地球多远的地方运动。

当哈勃及其同事在 20 年代末发现宇宙学红移现象时,天文学家们已十分熟悉这一效应的产生方法。这就是由空间运动导致的“多普勒效应”。人们对日常生活中的多普勒效应相当熟悉,举个例子:当一辆机动车(如救护车)从你身边疾驰而过时,其鸣叫器的音调产生了高低变化。当它驶向你时,由于它在运动,其鸣叫器发出的声波受空气挤压(波长变短),因而其音调显得稍高一些;当它驶离你时,其声波挤压空气,故音调显得稍低一些。与此道理类似,一个离你而去的运动物体发出的光线穿越太空到达你处时,它会被拉伸,这束光的谱线也随之向光谱中波长较长的一端(即红端)移动。哈勃自然而然地把宇宙学的红移现象当作多普勒效应的一个表现,并认为这是当原先位于大爆炸地点附近的星系离我们远去时产生的。但事实上,这不是宇宙学上红移原因的正确解释。

在哈勃发现红移现象前,阿尔伯特·爱因斯坦已提出了“广义相对论”。这是一个关于引力、空间和时间的学说,而整个宇宙正是因万有引力而聚集不散,故而广义相对论应该可以运用于此并精确地描绘整个宇宙的运动状况。爱因斯坦早在 1916 年便总结出其数学表达式。此时,认为“银河即是宇宙”的时代已近尾声;此时,认为正如一棵树只能活百千年而整个森林却可千年仍存一样,单个天体有其诞生与衰亡的历史而整个宇宙却是亘古不变的,人也将为历史所淘汰。但此时,爱因斯坦全新的理论所提出的“宇宙

不可能是静态的”这一观点却很难被大众接受。根据广义相对论，爱因斯坦的等式告诉我们：空间有如一块橡皮，非胀即缩。（此时，空间隶属于四维时空，我们这里暂不涉及。）为了使等式仍然成立，爱因斯坦只得随众，在等式中引入了一个所谓的“宇宙常量”。后来，他把这称作其事业中最大的败笔。

尽管爱因斯坦本人对自己的表达式都显得信心不足，但在此后的几年中，俄国科学家亚历山大·弗里德曼继续了这一研究，并于1922年发表了他对爱因斯坦表达式的修正。他删去了“宇宙常量”，并完善了“宇宙膨胀理论”。弗里德曼在此前已提出了许多与宇宙膨胀有关的模型，在有些模型中，宇宙永远在膨胀着；在其他的模型中，宇宙由一个很小的物质开始膨胀，达到极限，再次缩小并循环往复。在这些模型中有一个独树一帜，它认为：宇宙膨胀的速率越来越慢，最终将在再次崩溃的边缘徘徊。

1927年，比利时的乔治·勒梅特在不知晓弗里德曼的研究成果的情况下也独立得出了相同的发现。他甚至认为：如果爱因斯坦的理论真是正确的话（他对此存有疑虑），那么，通过研究星系的运动方式便能得出宇宙膨胀学说。在发现天文学红移现象时，哈勃对上述研究成果一无所知，但没过多久，其他天文学家便在博采众说的基础上进行研究，并意识到哈勃的发现的真正价值。

尽管哈勃本人起初对此并不知晓，但红移现象确实已被广义相对论言中。这为广义相对论确实能为宇宙的运动方式提供精确的描述拿出了有力的证据。值得一提的是，爱因斯坦的理论符合此后不断发展的天文观测结果，并经受住了实践的考验，故而，当代的宇宙学家把它作为自己的理论基础。举个例子，在一只正在发酵的葡萄干面包中，随着面包的膨大，葡萄干间的距离也在扩大。与之类似，爱因斯坦的理论和天文学的观测结果告诉我们：宇宙会带动其中的星系与之一道膨胀，宇宙学的红移现象正是这种空间的膨胀使遥远星系发出的光在到达地球的途中波长度变大

造成的。

严格地说,由星系聚合成的星团也以同样的方式日益分离,进而产生了宇宙学红移现象。但正如银河系中的恒星一样,在每一个星团内部各个星系也在太空中以其自己的方式运动着;这一现象可以通过测量各个星系的红移距离而推得。

每个星团都有一个平均红移值。星团中的每个星系在空间的位移会产生多普勒效应,并使其谱线发生微小的位移(其幅度比宇宙学红移小)。各个星系有的移向我们,有的移离我们;这使多普勒效应有的增强,有的减弱;故而对该星团来说,红移幅度有大有小。准确地说,这是独立于宇宙学红移的多普勒频移,其移动幅度不及红移大。

我们认为宇宙在膨胀,这暗含了另一层意思:在过去,宇宙比现在小;各星系间相距更小。根据爱因斯坦的表达式,我们可以回想宇宙膨胀之初的情况,并估计很久以前宇宙的面貌。我们可以设想各个星系互相接触、重叠的情景;我们可以设想此前各颗恒星彼此接触并形成一个个巨大的火球的情景;我们还可以设想更早的情景。不仅用我们的想像力,而且用广义相对论框架之内的结论,并辅之以目前观测到的宇宙膨胀的情况。正是通过理论与实践相结合,我们知道:在遥远的过去,宇宙是从一个温度、密度都不同寻常的大火球中孕育而生的(即“大爆炸”)。从哈勃发现宇宙学红移之后到20世纪60年代以前,这40年间宇宙学的巨大进展可以告诉我们:那个火球的温度、密度大到何种程度,宇宙大爆炸是何时发生的。

除了向我们揭示了宇宙正在膨胀这一事实之外,哈勃及其同事发现的宇宙学红移的另一重要特征是:红移与距离成正比。换言之,若某星系与我们相距是两个距离单位,那么,它随宇宙膨胀而移近或移远的速率将是单位速度的两倍。当然,这不等于说我们正处在宇宙膨胀的中心。事实上,从宇宙中的任意位置来观察,

只有这种红移—距离的正比关系是惟一正确的模式，这种膨胀模式也为爱因斯坦的广义相对论言中。不论你位于哪个星系，你都将看到同一种运动模式，那就是：其他星系发出的光线的红移与它们和你的距离成正比。

有一种假设有助于你理解这一模式。假想有一个表面光滑的圆球，在上面画上许多点，代表不同的星系。如果这一圆球可以像气球般膨胀，尽管各点的颜料不会在球面上流动，各点间的距离却随之增大了。假设膨胀是匀速的，那么把两个相距 10 厘米的点拉至相距 20 厘米远和把相距 20 厘米的点拉至 40 厘米应耗时相同。某一点与任意一个定点相距越远，从定点的角度看，在膨胀过程中该点退行的速度就越快。在任何点测量，其“退行速率”都与距离成正比，还有一点，在球面上的任何地方都不可能找到膨胀的中心。除非太空是三维的而球面是两维的，我们观察到的宇宙运动模式总是：无中心的匀速膨胀。

因为有可能测知邻近的星系与地球的距离，我们由此知道了上述运动模式。测量红移值并不困难。在理论上，我们可以对任何可见的物体进行红移分析——无论该物体离我们有多远。但是，要想测量我们与较远的星系间的距离却相当困难。要进行这种测量，多半要借助类似 30 年代哈勃使用的观测技术。幸运的是，有一类亮度规则变化的天体叫“造父变星”。造父变星的亮度有其周期（即这种天体由亮到暗再到亮所需的时间）。在银河系中便有造父变星，与它们紧邻的是两个形状不规则的天体——麦哲伦云。因此，我们有可能校准该星的亮度变化周期。这意味着，当我们在其他星系中发现造父变星时，我们可以测知其周期及准确的亮度。通过测量其表面亮度，我们可以得知它与我们的距离。这在理论上与通过测量一只 100 瓦的灯泡的亮度（或暗度）来推测它与观测者相距多远是一个道理。

当你对邻近星系进行此种研究后，你就可以确定红移与距离

间的关系。当你确定其关系后,你只需测知任意星系的红移值并将其代入红移—距离关系式中,便可得出该星系与你的距离。

采取这一方法的潜在困难在于,距地球较近的星系产生的宇宙学红移值相当小,以致它们在太空中的无规则运动使其速率在其“退行速率”中占了相当大的比重。(由于历史上的原因,尽管宇宙学家知道红移并非空间运动所致,但他们仍使用“退行速率”这一术语。)由于我们无法确切地知道红移值中有多少是由于宇宙的膨胀造成,又有多少是由无规则运动造成,因此要想靠此校准红移—距离关系式并非易事。

在宇宙学家的研究中有一个参数十分重要,它就是哈勃常量(指星系的退行速率随距离的增加而增加的比率),其值为每百万秒差距在每秒 50 至 70 千米之间。这就是说,该参数是这一范围中的某一定值,但目前宇宙学家尚无力确定具体值是多少。100 万秒差距约合 325 万光年,如果哈勃常数是 50,那么与我们相距 100 万秒差距的星系相对应的退行速率应为每秒 50 千米,其余可依此类推。目前,比较公认的哈勃常量的范围是 60~65。随着哈勃太空望远镜的使用,在未来几年内,该常量的范围将大大缩小。

为了获得准确的天体距离,天体物理学家希望尽快确定哈勃常量的确切值。宇宙学家也对此感兴趣,却是因为另一个原因:该常量能告诉我们宇宙膨胀的速度,即它可以告诉我们宇宙大爆炸是距今多少年前的事。哈勃常量的值越大,宇宙的年龄越短,反之亦然。由于前者的不确定性,我们难以确定后者。我们只能说从大爆炸至今大约已过了 100~200 亿年。我和苏塞克斯大学的西蒙·古德温、格拉斯哥大学的马丁·亨德利于 1997 年经研究后提出:哈勃常数约为 55,意即宇宙的年龄约为 130 亿年。但我知道,这一数字与确切结果尚有差距,仍有待改进。

有人对能把宇宙年龄精确到如此程度这一了不起的成就不以为然,我们会这样奚落这些人:在宇宙年龄确定中有两个影响因

素,但我们只知其一而不知其二。如果对自己银行存款的金额不知不晓,便可能会陷入“金融危机”;如果一名飞行员搞不清楚纽约到伦敦的距离究竟是 1 500 英里还是 3 000 英里,那他也许会被炒鱿鱼。但我们谈论的是宇宙的年龄,是大爆炸距今的年代。我们知道这绝不会只有 10 亿年那么短,也不会有 500 亿年那么长;我们已使不确定因素减半,并将其数值定在 150 亿年左右,这已经很不容易了。

静下心来想一想,这在科学史上也称得上是一个不小的成就,本世纪中期以前的任何科学家都会对此满怀敬佩之情。

不仅如此,这一宇宙年龄与我们先前独立得出的其他非常重要的数据基本吻合。凭借着确凿的证据,地质学家告诉我们:地球的年龄约为 45 亿年——远小于宇宙的年龄。(如果倒过来:即地质学家说地球有 150 亿年的历史,而宇宙学家说宇宙有 45 亿年的历史,那才会令人担心呢!)天体物理学家告诉我们:最古老的恒星年龄约为 150 亿年。诚然,如果你选用一个偏大的哈勃常数并得出宇宙年龄约为 100 亿年,这样的话,两个数据比较就会产生问题。要想较合理地解决这一矛盾,我们就应承认,哈勃常量的值不会太大,在用红移法测出的范围中,它只会接近 50 而不会接近 80。

我们遇到的另一个问题是:日常经验告诉我们,最古老的恒星和宇宙的年龄差不多仍是难以接受的。这两个年龄是由两种不同的方法分别得出的。如果我们对恒星或宇宙的理解有误的话,我们可能会得出完全不同的答案——也许是恒星为 1 000 亿年而宇宙为 10 亿年;但我们没有搞错。这两个数字趋于一致,互不矛盾,这使科学家得以确信他们对天体物理学和宇宙学的理解都是正确的。当然,也不应忽视存在的分歧,我们应对其进行微调;另一方面,微调已足够了,毕竟我们已知道人类是从何处来以及大概是何时来的。

宇宙是约 150 亿年前从一个炽热的火球演化而来的。20 世纪 60 年代发现的宇宙演化的证据使大多数天文学家确信大爆炸是确有其事的。当时,科学家发现从宇宙的各个方向都有微弱的射线传来。这一宇宙微波本底射线被科学家们称为大爆炸余辉(荧光体在激发停止后衰减着的发光现象)。令人惊讶的是,20 年前便有人预测了这一现象,而其预测却被人们遗忘了。

乔治·伽莫夫,一位生于德国的美国宇宙学家,于 20 世纪 40 年代第一次尝试借助广义相对论的关系式,并凭借对极端条件下物质运动规律的良好把握,来定量描述大爆炸的情况。那时,他已经知道不能把广义相对论原封不动地用于推算宇宙起源(时间零点)时的任何事物。运用广义相对论来精确地回顾宇宙膨胀的过程说明宇宙起源于一个零体积、密度无限大的微点。但相对论在有些情况下尚有缺陷,根据它对宇宙所作的描述还有待完善(比如,可引入量子力学)。

当然,这并不是说广义相对论在各方面的应用都是失败的,它已(在许多地方)成功地经受了考验。牛顿的万有引力定律在计算桥梁承载的压力时已经够用了,没有哪个土木工程师会在此时动用爱因斯坦的相对论。爱因斯坦得出的关系式适用于一些更极端的条件,它可以描述整个宇宙的情况;爱因斯坦的理论已包含了牛顿的理论。更进一步,量子力学适用于密度很大的物质以及像宇宙起源这样的难题;量子力学包含了相对论,后者是前者在一般情况下的特例。

广义相对论对时间零点无能为力,最初研究大爆炸的科学家(如伽莫夫)没有拘泥于此,他们的研究是从宇宙历史稍后时期开始的。那时,条件并不十分极端,在地球上也可模拟某些那时的条件进行试验,以帮助我们理解。

目前,最极端的物质要属原子核内的粒子了。渺小的原子核是由更渺小的质子和中子构成的。其密度非常大,以致每立方厘

米的核物质竟有 100 亿千克重。因此,人们已使用设在日内瓦的欧洲原子核研究组织和芝加哥费密实验室的大型粒子加速器来进行实验,研究高密度条件下物质的运动情况。

人们已能很好地理解质子、中子等核物质的运动方式;物理学家已自信地宣称,他们能描述宇宙是怎样从一个拥有与核物质同样密度的小核膨胀到现今的模样的。这一过程是在时间零点后的万分之一秒以来发生的。尽管要弄清楚一个密度很大、能量很高的炽热火球是如何演化成我们今天所见的星系、恒星,行星绝非易事;然而就物理过程而言,我们已掌握了此后宇宙发生的一切。这正如下国际象棋——一个 10 岁小孩便能掌握包括马怎样移动、如何进行王车易位等在内的基本规则;但即使是国际象棋大师也难以仅凭残局和人所共知的基本规则便推断整个棋局的进程。尽管我们知道万分之一秒以后的宇宙的演化规律,但我们无法据此推算 150 亿年以来宇宙演化的每一阶段是怎样的情况。

令人感到奇怪的是:要描述宇宙“年轻”时的情况不算太难,而描述其以后的情况(如生命起源)则相对十分困难。其原因是:一个炽热的火球比一个冷却了的宇宙要简单得多。打个比方,人体是一个复杂的系统,人体内各种原子不断地进行着有趣而微妙的化学变化。如果将人置于几千度的高温下,所有这些复杂的变化都将偃旗息鼓,剩下的只是结构简单了多的物质,其他的一切都烟消云散了。同理,太阳结构比地球简单,大爆炸时的宇宙结构比太阳简单。

在 20 世纪 40 年代,伽莫夫及其同事已能描述随着这个大爆炸火球的膨胀,它是如何冷却下来的。他们指出,火球在经过核反应之后产生了一种气体混合物,其中 25% 是氦气,75% 是氢气——这一组成与(通过分光镜看到的)最古老的恒星完全一致。此外,他们还发现时间零点后约 30 万年(此数字已被他们修正)以来,宇宙发生了一系列重大变化。

那 30 万年间,宇宙处于炽热状态,以致稳定的原子都难以存在。那时,带正电的氢核和氦核以及带负电的电子像弹球机中的弹子那样在一种叫做等离子体的物质中弹来弹去。当宇宙降温至  $6\,000^{\circ}\text{C}$  时,带正电的原子核与带负电的电子相互吸引,形成了电中性的原子。包括光波在内的电磁波可与带电粒子互相作用。因此,原子形成之前,这些射线也加入了弹球游戏,并被带电粒子弹来弹去;原子形成之后,没有了带电粒子,这些射线也得以在宇宙空间中穿行无阻,宇宙物质因而得以退耦。从此,宇宙对射线、粒子而言是可穿透的了。

太阳表面的温度也差不多是  $6\,000^{\circ}\text{C}$ ,这决非偶然。太阳内部的温度较外部高,那儿的射线也被带电粒子弹来弹去,以致射线从太阳中心到其表面走的是一条耗时 1 000 万年的“之”字路。只有在少数温度低到原子能形成的地方,射线才能自由地穿过太阳,进入宇宙空间。宇宙形成 30 万年后,其状况才与目前太阳表面的情况差不多。

伽莫夫及其同事还认为:火球中的射线会充满宇宙空间,但射线也会随着宇宙一同膨胀,故而其温度会变低,红移值会增大。运用广义相对论不难算出时间零点后的 30 万年以来其温度下降了多少。伽莫夫等得出的结果是目前宇宙射线的温度约比绝对零度(即  $-273^{\circ}\text{C}$ )高几度。 $6\,000^{\circ}\text{C}$  的射线呈橙黄色,太阳光就是这样; $-270^{\circ}\text{C}$  的射线属于光谱上微波区的无线电波。伽莫夫及其同事已预测到宇宙空间是充满射线的,但在 50 年代却仍没有想到可用当时已有的技术——射电望远镜——来捕捉它。

20 世纪 60 年代,几位射电天文学家在搜寻与之完全不相干的东西时偶然发现了 2.7 开( $-270.3^{\circ}\text{C}$ )的短波射线。这种射线遍布天宇,不久,人们发现这正是伽莫夫预测的大爆炸余辉。

近来我们一直在借助多种仪器深入研究宇宙本底射线,其性质与我们按照物理学定律得出的结果相同。这些定律还解释了大