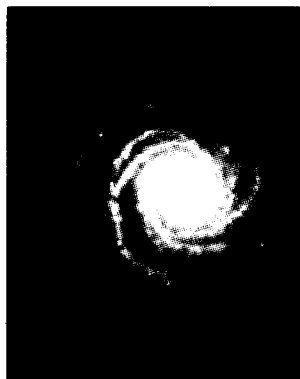


宇宙的结构

我们能发现失踪的“暗物质”吗？

宇宙确实有结构吗？

宇宙将一直膨胀下去，还是有朝一日又将回缩？



保罗·哈尔彭 (Paul Halpern) 著

许霖 译

3 5114/100

中国青年出版社

(京)新登字 083 号

责任编辑:徐 泳

图书在版编目(CIP)数据

宇宙的结构/[美]哈尔彭著;许霖译. —北京:中国青年出版社,1998.4

(科学焦点丛书)

ISBN 7-5006-2882-X

I. 宇… I. ①哈… ②许… III. 宇宙-科普读物 IV. P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 05522 号

*

中国青年出版社出版 发行

社址:北京东四 12 条 21 号 邮政编码:100708

中国铁道出版社印刷厂印刷 新华书店经销

*

850×1168 1/32 4.25 印张 86 千字

1998 年 4 月北京第 1 版 1998 年 4 月北京第 1 次印刷

定价 7.50 元

内 容 提 要

新技术的应用不断深化人们对自然界的认识,如哈勃空间望远镜就给天文学家提供了很多关于宇宙深处的丰富的信息。经过近几十年的研究探索,科学家们相信更有把握发现“失踪的物质”了,这些看不见的物质是宇宙创生大爆炸时刻遗留下来的,它们数量的多少将决定宇宙最终的命运。每有发现都会给一些老问题注入新曙光,但同时也会产生若干新问题。在本书中,保罗·哈尔彭用通俗的语言深入浅出地介绍了当前天文学中的一些热点问题,使这些问题能被好奇的外行人所理解,读者会有漫游在现代宇宙知识海洋中的快感,并对宇宙未来命运的预见有个粗略的了解。

作者:保罗·哈尔彭(Paul Halpern),哲学博士,理论物理学家,美国费城药学及科学学院的副教授。他写了不少有关天文学和其他学科的书籍和文章。家住宾夕凡尼亚州东南部的费城。

序言:布鲁斯·格雷戈里(Bruce Gregory)是美国哈佛-施密松天体物理中心的副主任,是科学教育问题的专家。他是《发明真实:作为语言的物理学》(Inventing Reality: Physics as Language)一书的作者。

封面设计:约翰·坎德尔(John Candell)

照片:R. 罗素(R. Russell)/斯托克图片库

艾伦和昂温科学(Allen & Unwin Science)出版社

序 言

位 于索诺兰沙漠中霍普金斯山上的望远镜虽不是世界上口径最大和最先进的,但在哈佛—施密松天体物理中心(Harvard—Smithsonian Center for Astrophysics,以下简称 CfA)工作的我的同事们,却用它对了解宇宙的性质和历史做出了重要的贡献。他们的工作为天文学家们了解宇宙的结构开辟了一条捷径。自从我们的祖先第一次仰观夜空以来,宇宙结构这一千古之谜一直困扰着人们。

赫克拉(John Huchra)是搜寻星系的杰出天文学家之一。赫克拉观测到的大多数星系只不过是些小光斑,但他仍在设法求出这些星系之间的关系:将所观测到的每个星系画在一张图上,慢慢地就揭示出了在邻近我们的宇宙中可见物质分布的情况。

赫克拉和他的合作者盖勒女士(Margaret Geller)是不同性格的两个人,但他们合作得很好。赫克拉热衷于观测,而盖勒则在计划安排和数据分析方面见长。他们的工作对于了解宇宙大尺度结构有着本质上的影响。在盖勒未参加赫克拉的工作以前,所获得的一些星系在空间的分布图都未能提供可信的结果。盖勒建议用一种新的方式来绘制宇宙结构图——巡查一个几度宽但长度超过全天球 $1/4$ 的狭长天区。她相信

这种巡天方式将能以最快的速度揭示出在近邻宇宙中星系分布的情况。

赫克拉和盖勒指定研究生拉普兰特 (Valerie de Lapperant) 绘制每个新观测结果, 将此工作做为她博士论文的一部分。赫克拉主要致力于完成观测任务, 但盖勒为什么对赫克拉收集到的数据没有足够的兴趣亲自处理呢?

据我所知, 情况是这样的: 前苏联科学家泽多维奇 (Я. Б. Зельдович) 曾提出过一幅星系形成的画卷: 物质首先坍缩成一个巨大的“薄饼”, 然后薄饼碎裂成我们今天观测到的星系。所观测到的星系在空间分布的情形应当提供那些原始薄饼存在的证据。但盖勒的导师、普林斯顿大学的皮伯斯 (Jim Peebles) 则提出另一幅图像: 星系首先形成, 然后集聚成为较大的集团。盖勒对于星系的统计研究使她相信导师的学说是正确的。她认为 CfA 巡天的结果一定会用证明宇宙确实没有大尺度结构来“炸毁”巨大薄饼学说的“气泡”。因此, 从赫克拉经常拜访霍普金斯山的 6 个月内所收集到的数据中看到 CfA 巡天所揭示出的宇宙结构的第一个人是拉普兰特而不是盖勒。当拉普兰特向赫克拉报告所得结果时, 赫克拉回忆起他当时的第一个反应就是惊疑地认为他和他的同事们所做的事错了。

CfA 巡天发现了较暗淡的其中有些是更远的星系 (因为显得暗淡的星系不是星系本身不太明亮就是它离我们较远)。由于所观测的星系局限在跨越天空的一个小狭长区域内, 故这次巡天比以前的 CfA 巡天所得星系的数目要少一多半。但却得出了一个“炮弹壳”, 这就是说, 巡天结果显示该狭长天区内存在着空洞, 星系大都分布在这些巨洞的薄壳上。最大空洞

的轮廓显得很清晰。无疑，这一观测事实与皮伯斯学说所预期的由于引力作用而产生的星系成团现象一致。

当拉普兰特、盖勒和赫克拉在 1986 年发表他们的发现时，^①“气泡结构”引起了一些轰动。早期研究已有过星系的分布形成大薄片和空洞的征兆，第二次 CfA 巡天无误地证实了这一宇宙结构。这些巨大气泡是如何产生的呢？关于宇宙的历史和命运，人们又能从中获得哪些启示呢？

在保罗·哈尔彭(Paul Halpern)写的这本情节动人且易读易懂的书中，宇宙的气泡结构只是现代天文学诸多发现中的一项。在他的引导下，你还将读到有关宇宙的许多发现，这些发现形成了我们对于宇宙的内涵、大小和历史的观念，还讨论了宇宙的最终命运问题。哈尔彭叙述的一些发现可和那些在 15 和 16 世纪航海家们发现有关地球的新知识相比拟。例如，宇宙的年龄、其诞生方式和最终命运，如同南、北美洲的大陆一样只能被发现一次。^② 睿智的天文学家们今天正在描绘一幅宇宙(那是我们的家园)的引人入胜的画卷。我们确实生活在一个无与伦比的时代，可以预期，几百年后的子孙们在回顾我们这个时代时，一定会认为这是人类发展史上未曾有过的发现最多的年代。诸位读者，你们有幸获得关于宇宙结构的知识并有像哈尔彭这样一位好向导帮助大家了解各个激动人

^① 国际天文学联合会第 124 次讨论会于 1986 年 8 月下旬在北京举行。盖勒女士在这次会议上报告了他们的发现。

^② 格雷戈里在此用了 can be discovered only once 短句，意思是宇宙的诞生、年龄和最终命运等问题只能有一个答案。但根据现在观测资料，这些问题至今尚未研究清楚。

心的时期科学家们所做的研究工作。

布鲁斯·格雷戈里(Bruce Gregory)

哈佛-施密松天体物理中心

前 言

设想有一天，你一觉醒来发现自己躺在一条小船上，小船慢慢悠悠地游荡在一个海图上未标明的广阔海域。周围没有任何事物可以提供线索说明你是怎样或者是为了什么事来到这条船上的。你也猜想不出不知何故会独自一人待在船上而且已有很长时间了。

你巡视了船舱，发现许多有用的东西：一副双目望远镜，储存得相当多的食物和水，淡化海水的设备以及其他航海必需的物资。巡视了一会儿，你便拿起望远镜迈出船舱向甲板走去，开始探寻陆地的踪迹。

当你用望远镜巡视海洋时，起初看去是空旷无垠无任何特色的。但当调节望远镜的焦距后，在你周围便开始显露出一些结构的形迹。这里和那里，一块一块的礁石和珊瑚凸出于平静的蔚蓝色海面之上。这些海上奇景多姿多彩，有高而陡的悬崖，也有光滑仆伏的石头，它们的颜色从贝壳白到乌黑发亮的色调，应有尽有。

乍看起来，这些结构是杂乱无章地分布在整个水面上。但当你较细致地巡视海洋时，便会准确无误地注意到有秩序的明证。例如，一些珊瑚团块，组成了长长的起伏的暗礁。它们在大海里形成蜿蜒曲折的复杂结构。你也注意到了一些远方的岩石好像是小岛的边沿和腹地。这些暗礁和岛屿表现出来

的景色代替了原先见到的大多是匀称单调的周围的风光。

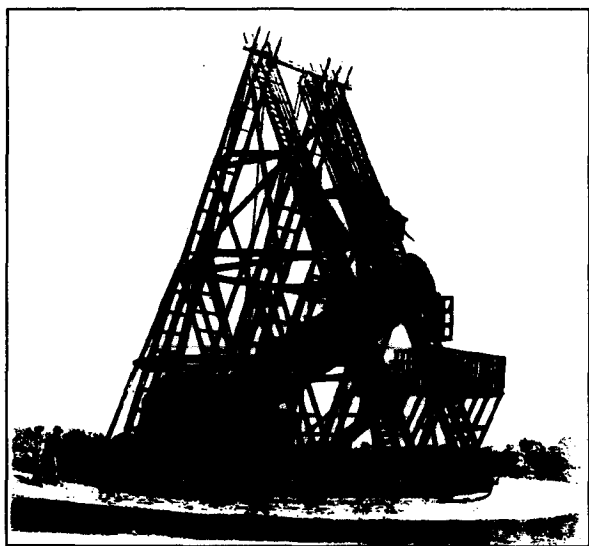
当你进一步调节望远镜的焦距，延伸了仪器的视程并使其聚焦得更好时，你能看得更远并观察到早些时候遗漏掉的一些景物的特色。原先发现的暗礁的主体沿同一方向排列——由东向西而不是原来以为的由北向南。岛屿的分布也有特色，一簇一簇的岛屿形成错综复杂的群岛，散布在水面上，犹如项圈上的珍珠。

经过一个星期又一个星期不断地搜索，你观察到越来越多的结构的详情，记录了几千个孤立的岛屿、暗礁和许多邻接着的岛屿组成的岛链以及成串的岛链等等。周围的广阔海洋看来是一个比你起初想像的单调宽阔的水面远为复杂得多的场所。

最后，搜索达到极限，你没法看得更远了。但仍有许多未接触到的问题留待以后设法解决。例如，大海是不是一直往远方伸展，或者它是不是被陆地包围着？你周围错综复杂的景色是怎么产生的？为什么岛屿成群地在一起，而暗礁却主要沿同一方向排列？无疑，你会有充分的时间继续工作来发现以上这些谜的谜底。

我们的宇宙航船——地球，在广阔的空间海洋中滑翔得很快。现在，我们被拘束在这条船上，命定地乘坐着它在引力的弯曲河流中航行。茫茫宇宙中，我们非常之孤独，因为最近的邻居——金星和火星，在几百万公里以外。而最近的可能有生命的行星更远在几千亿公里之外。

但总有一天，人类会有能力跨越恒星之间巨大的距离。直到那时以前，关于宇宙结构的信息主要来自对天空的扫描。这是很不容易做到的。但是，用望远镜和其他照相设备，经过一



威廉·赫歇耳的 120 厘米口径望远镜,1789 年

代又一代科学家们的努力,我们已了解了很多有关空间的性质。

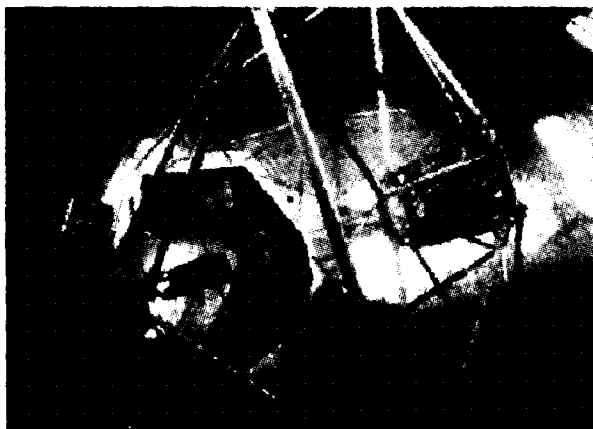
人们对宇宙的看法在变化着。对于宇宙结构的知识随着观测仪器的改进越来越丰富。过去,曾经认为宇宙是不大的(相对而言)、静态的和可以理解的;现在,人们认为宇宙非常宽广、易变和在许多方面难以理解。这种转变如上所述是经过历代科学家们的不懈探索和反复思考才形成的。

受观测仪器不断改进的影响,在天文学的发展上,经历过三次主要的变革。第一次,以伽利略(Galileo Galilei)为首的一些学者,在 17 世纪否定了自古代以来认为地球是天国中心的宇宙观。伽利略将他早年自制的望远镜指向恒星及行星,把

它们画出来并证明我们的世界只占据了空间的一小部分。18及19世纪的天文学家们，在用望远镜巡视天空的基础上绘制出了众多恒星点缀着天空的详细天图，从而使人们坚信了伽利略的发现。

到20世纪初期，另一个里程碑式的变化发生了，这是由于在靠近洛杉矶的威尔逊山上安装了聚光本领更强的胡克(Hooker)望远镜而开始的。一些天文学家猜想宇宙中存在着由众多恒星集合起来的大得多的天体——星系。哈勃(Edwin Hubble)用胡克望远镜证实了这一猜想。我们所在的星系——银河系，只不过是众多星系中的一个。哈勃还发现宇宙中的大多数星系看起来正以较大速度互相分开。

后来，科学家们从哈勃的发现和和其他观测事实得出结论：宇宙曾经聚集在空间的一个点上，在一次叫做大爆炸的“爆



位于夏威夷岛莫纳克亚山顶的凯克望远镜，
目前世界上口径最大(10米)的望远镜

破”声中,宇宙从这一点向外膨胀。大多数天文学家认为这一爆发事件大约发生在 150 亿或 200 亿年前,这一宇宙年龄大于我们观测到的最老的星的年龄。

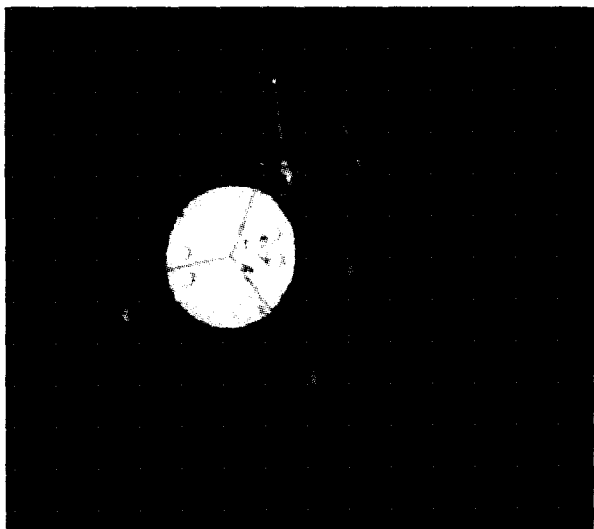
今天,在即将跨入 21 世纪的时候,天文学的第三次重大变革在酝酿中——一个前沿课题可能是要重新考虑大爆炸模型。现在的探空仪器规模之大、种类之多,与过去相比,不可同日而语。从安装在夏威夷岛莫纳克亚山顶的巨大的凯克(Keck)望远镜,到新的火箭发射的装置如哈勃空间望远镜(Hubble Space Telescope,以下简称 HST),探空气球,射电望远镜以及大群大群的其他新奇仪器。

这些记录光波^①的设备不断传来有关宇宙的使人惊奇、有时看上去互相矛盾的信息。1994 年,卡内基研究所(位于加利福尼亚州帕萨迪纳)的弗里德曼女士(Wendy Freedman)和她的同事们用 HST 测量宇宙的年龄。他们应用的技术包括测量地球到一群星系(叫做室女座星系团)的距离,然后用此数据估计目前宇宙膨胀的速率。再从此膨胀速率计算出从大爆炸开始的时刻到今天经历了多长时间。使他们惊奇的是所得结果表明宇宙相当年轻,在 80~120 亿年之间,这比一些古老恒星的年龄要小。现在,一些研究人员正在争先恐后地发展能够解释这一矛盾的宇宙模型。年龄问题——需要协调的看似有矛盾的天文时间尺度问题——是现代宇宙学中一个有争议的前沿课题。

^① 光波,泛指全波段。从波长最长的无线电波(在天文学中常称为射电波),经过红外光、可见光、紫外光直到波长最短的 X 射线和 γ 射线。

已被发现但尚需深入研究的问题还有很多：横跨天空的庞大结构——宇宙气泡、宇宙巨壁及巨洞；天空有一个区域，隐藏着一个叫做大吸引体的巨大天体系统，它吸引着该天区的众多星系向它奔去；星系中心的黑洞被记录在案；不清楚其确实内涵的大质量致密晕天体 (MAssive Compact Halo Objects, 简称 MACHOs) 已初步在我们银河系的外围被探测到；科学家们估计的宇宙中星系的数目近来增长了 5 倍，从 100 亿个增加到 500 亿个。而且，宇宙的大部分是由探测不到的不发光的物质所组成，这个问题是前几年才搞清楚的。如果古人曾经知道宇宙中的大部分物质是看不见的，他们会说些什么呢？对此，我们只好猜测了。

诚然，从巴比伦的占星术到现代宇宙学，从星盘到哈勃空



1990 年 4 月发射升空的哈勃空间望远镜 (HST)

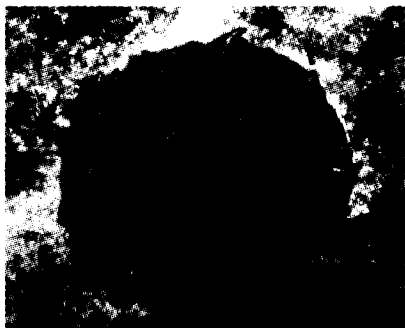
间望远镜,以及从古希腊的毕达哥拉斯(Pythagoras)到弗里德曼女士,所走过的道路是漫长而又曲折的。沿途有许多迂回、死胡同和众多歧路。因此,在讨论现代科学对宇宙本质的见解之前,让我们从宇宙历史的源头说起,并看看一开始我们的祖先是怎样描绘宇宙的。

宇宙的结构



心身的交融

我们的思想和情感怎样影响身体健康？
科学能告诉我们些什么心视、
意象和催眠的益处呢？



琳达·华斯默·史密斯 著
(Linda Wasmer Smith)
陈胜秀 译 彭克里 校

中国青年出版社

目

录

| | |
|----------------|-----|
| 序 言 | 1 |
| 前 言 | 1 |
| 第一章 行星和太阳系 | 1 |
| 第二章 恒星大观园 | 17 |
| 第三章 迷人的脉冲星 | 28 |
| 第四章 黑洞的兽穴 | 38 |
| 第五章 星系的韵律 | 47 |
| 第六章 时间的印记 | 60 |
| 第七章 年龄问题 | 73 |
| 第八章 星系组成的气泡状结构 | 80 |
| 第九章 空洞中的幽灵 | 90 |
| 第十章 辐射的炫辉 | 102 |
| 结束语 宇宙的命运 | 111 |