



宇宙大发现



YUZHOU
DAFAXIAN

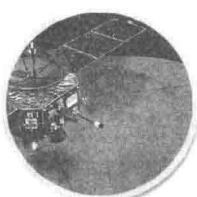
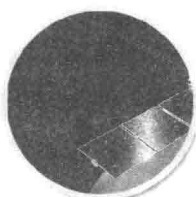
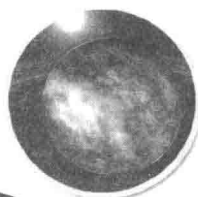
人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。

本书编写组◎编



中国出版集团
世界图书出版公司

宇宙大发现



YUZHOU
DAFAXIAN

人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。

本书编写组◎编

畅销版

课外阅读系列



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

宇宙大发现 / 《宇宙大发现》编写组编著. — 广州
: 广东世界图书出版公司, 2010
ISBN 978 - 7 - 5100 - 1570 - 0

I. ①宇… II. ①宇… III. ①宇宙学 - 青少年读物
IV. ①P159 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 008228 号

宇宙大发现

责任编辑: 左先文

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@gdst. com. cn, edksy@sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2011 年 4 月第 1 版第 2 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1570 - 0/P · 0024

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前言

前言

星空的魅力是无穷的，青少年朋友们，你们见过令人惊讶不已的种种天文现象吗？像少见的拖着长尾巴的彗星，罕见的彗星撞击木星的奇观，被比作天上的烟花的流星雨景象，人生难得一见的壮丽的日全食，还有星的亮度突然变亮上千万倍，以及超新星爆发等。这些不常见的、往往难以用语言来形容其魅力的天文现象，但凡是看到它们的人无不激动万分、难以忘怀，即使看到的时间十分短暂，也会一辈子记忆犹新、回味无穷。壮丽的天文现象激发了我们的好奇心和求知欲，面对日月如梭、斗转星移的天空，你真的是无动于衷、毫无兴趣吗？如果你也喜欢星空、爱好天文，就和我们一起来吧，让我们乘着知识的飞船遨游于神秘的宇宙之中。

浩瀚无垠的宇宙充满着神奇，人类自诞生以来一直为揭开其奥秘进行着不断的探索、执著的追求，在溯源探新的征程中施展着自己的才华，发展着人类的文明，推动着科学的进步。伟大的波兰天文学家哥白尼有一句名言：“人类的天职是勇于探索。”正是人类一代接一代不断探索的壮举和辛勤观测的发现，谱写了源远流长的天文学史。天文学是研究宇宙的科学，面对遥不可及的天体，不能用尺量，也不能用秤称，更不能改变它们的条件，只能远远地观测。为了认识宇宙，人类动用了人类知识宝库中一切自然科学的成就，



至今认识还在不断深化、改进和更新，使天文学成为生机勃勃、充满活力与机遇的崭新学科。

本书以发现的角度，解读宇宙空间和现象，探求宇宙世界的星体及规律。宇宙空间是浩瀚广阔的，人类研究宇宙和发现宇宙的历史相对来说还是很短暂的，相信随着科技的进步、知识的日臻积累，人类对宇宙还会有更多的发现。



目 录

Contents

第一章 神秘的宇宙

认识宇宙

宇宙大爆炸学说

宇宙探秘

宇宙模型

中国古代宇宙观

宇宙的循环

第二章 天体运行的规律

宇宙星辰系统

天界现象

时间与经度的关系

如何确定一个天体的位置

地球的周年运动及其结果

天体生物学与生命起源

第三章 引力波与黑洞

太空引力波

黑洞空间

恒星生命与黑洞

星际灯塔

黑洞与光

宇宙微波的发现

第四章 地球与太阳的形成和

未来

地球的形成史

地球的结构

地球的大气层与磁场

地球与月球的未来

太阳形成

太阳系与太阳未来

第五章 发现宇宙

静态宇宙说

物质世界开始形成



- 45.2 星际物质
- 47.2 宇宙的形态
- 49.2 宇宙正物质与反物质

第六章 探索地外生命

- 49.2 宇宙生命探寻

- 49.2 探索地外文明
- 51.2 探索路漫漫
- 53.2 宇宙创造智慧生物



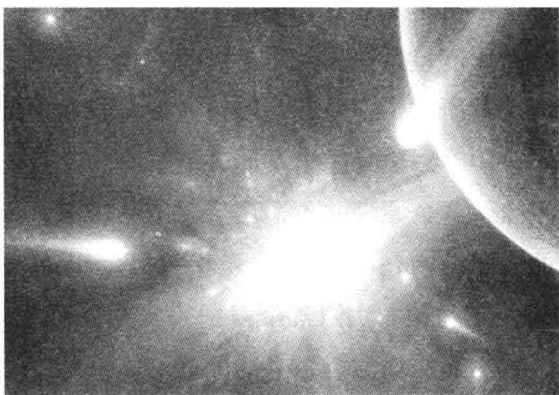
第一章 神秘的宇宙

认识宇宙

宇宙学原理

研究宇宙结构和演化的科学就叫宇宙学。作为研究宇宙学的前提，宇宙学家建立了一个资用假设，这个假设就叫做宇宙学原理。它的含义是：

(1) 在宇宙学尺度上，空间任一点和任一点的任一方向，在物理上是不可分辨的，即无论密度、压强、曲率、红移都是完全相同的。但同一点在不同时刻，各种物理量却可以不同，所以宇宙学原理容许存在宇宙演化。

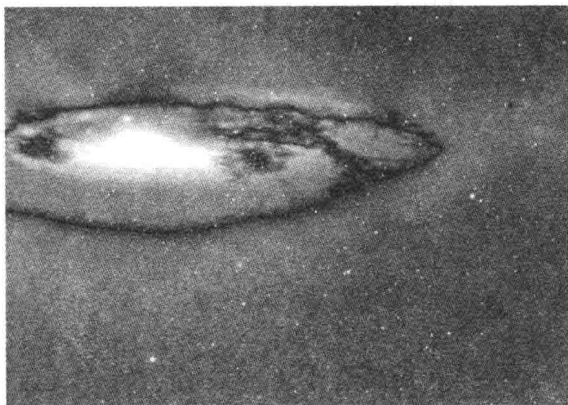


宇宙空间一角

(2) 宇宙中各处的观测者，观察到的物理量和物理规律是完全相同的，没有任何一个观测者是特殊的。地球上观察到的宇宙演化图景，在其他天体上也会看到，所以能建立宇宙时概念。既然任何随时间演变的天体和现象都可以用来标度时



间，那么宇宙图景也能作为时间标度。在宇宙中，处处有完全相同的宇宙图景，也有完全相同的宇宙时。



茫茫的宇宙空间

完全宇宙学原理是宇宙学原理的进一步推广。它的大意是：不仅三维空间是均匀的和各向同性的，整个宇宙在不同时刻也是完全相同的。根据宇宙学原理可以推演出演化态宇宙的罗伯逊—沃尔克度规。运用完全宇宙学原理则

能得到稳恒态宇宙度规，利用不同的度规可建立各种宇宙模型。

现代宇宙学是建立在宇宙学原理和广义相对论基础上的。这一工作假设已被大尺度星系巡天、X射线源的分布、深度射电星系巡天以及类星体分布等观测所支持，尤其是宇宙微波背景辐射的高度各向同性（各向异性程度—— 10^{-5} ）更是宇宙学原理的强有力支持。

当然，这个原理并不适用于宇宙的细节。天文观测表明，天体或天体系统的成团结构在 $10^8 \sim 10^9$ 光年的尺度上终止，而现在天文观测已达到 3×10^{10} 光年。这样我们就可以把宇宙学原理当作宇宙大尺度的平均效应，把成团结构当作均匀背景上的涨落。

如何测定宇宙的年龄

如果星系目前正在彼此远离，那它们过去必定靠得更近，也就是说，较早时代的宇宙，物质密度会更高。继续这一推理就意味着过去必定存在一个有限的时刻，那时宇宙中的物质被压缩为极其高密的状态，即宇宙的



起点。

天文学家在测定星系谱线红移量时，意外地发现星系的视向速度 V 与距离 D 大致成正比关系，这就是著名的哈勃定律： $V = HD$ ， H 为哈勃常数。不难理解哈勃常数的倒数 $1/H$ 就是宇宙的年龄，按照哈勃定律将星系的距离除以各自的速度，就可估计出宇宙的起点那一时刻。

哈勃本人当年测定的 H 值偏差太大，据此推算出来的宇宙年龄太小，以至于出现“宇宙年龄小于个别天体的年龄”的悖论。从 20 世纪 70 年代以来用多种方法测定的 H 值也差别很大，在 55 ~ 95 之间，那么宇宙的年龄为



宇宙空间如此美丽

105 亿 ~ 180 亿年。这段时间对所有星系来说是共同的，那一时刻通常被称为“大爆炸”，也就是我们宇宙的开端。如果这一推论不错，那么宇宙中一切天体的年龄都不应超出这个“宇宙龄”所界定的上限。借助卢瑟福所开创的利用物质中放射性同位素含量测定其形成年代的方法，人们测量了地球上最古老的岩石、“阿波罗号”宇航员从月球上带回的岩石以及从行星际空间落到地球上的陨石样本，发现它们的年龄均不超过 47 亿年。恒星的年龄可以从它们的发射功率和拥有的燃料储备来估计。根据热核反应提供恒星能源的理论，人们估计出银河系中最老恒星的年龄为 100 亿 ~ 150 亿年。用这两种完全不同的方法得到的天体年龄竟与“宇宙龄”协调一致，这对大爆炸宇宙模型当然是十分有力的支持。



宇宙到底有多大

我们的宇宙到底有多大？在以前，如果你问天文学家这样一个问题，你所得到的答案很可能仅仅是告诉你当今的天文望远镜能够看多远。现在，这种情况要改变了。宇宙学家的最新研究成果告诉了我们一个确切的数字：我们的宇宙直径至少是 780 亿光年。

目前人类的望远镜最远能够观测到 180 亿光年之外的宇宙景象。那么，既然宇宙如此之大，宇宙学家又是怎样“量”出宇宙大小的呢？

(1) 从过去看现在：美国蒙大拿州大学的尼尔·考内什博士等多年来一直在研究威尔金森微波背景辐射各向异性探测器（WMAP）的观测数据。WMAP 运行在地球之外 150 万千米远的地方，能够极其敏锐地探测到宇宙大爆炸所遗留下来的余温，具体说来是宇宙大爆炸之后仅仅 38 万年时的光线。通过研究宇宙各个方向上温度的细微差异，宇宙学家就能够了解到宇宙的许多物理性质。

考内什等人于 2004 年 5 月在《天体物理学快报》上发表论文称，宇宙的直径至少是 780 亿光年，进一步的研究可能会使这个下限提高到 900 亿光年左右。但这样的研究结论并不表示宇宙就一定是有限的，它仅仅是给出了一个下限，真实的宇宙有可能比这还要大得多。

(2) 理解 780 亿光年：宇宙的年龄是 137 亿岁，因此，WMAP 观察到的宇宙中最早的光线到达我们这里需要大约 130 多亿光年。这里很容易让人产生迷惑：这样的话，宇宙的直径难道不应该是 130 多亿光年的 2 倍，也就是大约 270 亿光年吗？

当然不是，虽然这不太好理解。宇宙从它诞生的那一刻起就在不断膨胀，宇宙早期的光线传播的实际路程因宇宙的膨胀而增加了。考内什打比方说，想象一下宇宙诞生 100 万年时，一束光线传播了 1 年时间，经过的路程是 1 光年，那个时候的宇宙直径只是现在的 $1/1000$ ，所以那个时候 1



光年的路程随着宇宙的膨胀，到了今天就是 1000 光年。考虑到这样的效应，考内什等人才得出了 780 亿光年的结论。

有些人认为宇宙是无限的。怎样理解这种观点？我国现代天文学家、中国科学院院士王绶琯先生曾指出：“不应认为业已证明了‘宇宙’的无限性。事实上，天文意义上的宇宙，也和其他的物理客体一样，人们可以根据科学模型推测其延伸至无限，但



宇宙无法通过实测来证明其为无限

却无法通过实测来证明其为无限。‘无限’本身，包含了‘永远测不完’的涵义，说用实践证实了任何客体的无限性，是出于逻辑上的疏忽。这样说来，‘宇宙是无限的’这句话应当就哲学意义上来理解。”“唯物辩证法认为物质及其‘运动’的一切形式都是发展的，因而蕴藏着无限丰富的内容。宇宙，作为自然界一切事物的总和，必然是一个永远在发展中的无限丰富的客体。在这个意义上，我们说宇宙是无限的。”

开放的宇宙和封闭的宇宙

被视为天空灯塔的类星体，是与恒星相似的光源，但却远在几十亿光年之外。典型的类星体虽然比任何的银河系都小，但它却能散发出巨大的能量，比银河全部恒星发射的能量还多 1000 倍。现在认为类星体只是一个黑洞，它的质量比太阳质量大几亿倍，而且在不断吸收物质，不断长大，并在周围引起粒子的喷射。惠勒认为，类星体是活跃黑洞的物理特性



最为壮观的表现。根据爱因斯坦的广义相对论，对目前膨胀中的宇宙存在两种可能的命运。



美丽的河外星系

在宇宙的进化中，黑洞的作用是不相同的。宇宙膨胀过程是引力与膨胀初速度之争，谁胜谁负取决于宇宙物质密度。如果宇宙物质密度 $>$ 临界密度（如果物质密度超过一定限度，称为临界密度），巨大的引

力会使得膨胀最终停止并接下来收缩，在这一情形下称宇宙的膨胀是封闭的（闭宇宙），这看起来就像我们按照牛顿理论发射飞行器一样，如果给的初速度足够大，飞行器将摆脱地球的引力成为星际飞船，如果初速度不够，飞行器会最终掉下来，宇宙就停止膨胀并开始收缩，这是封闭宇宙的场面。如果没有达到临界密度，将没有足够的引力阻止膨胀，宇宙膨胀永无止境，这一情形下，我们称宇宙的膨胀是开放的。

目前为止还不能在宇宙的 2 种可能结局间做出判断，让我们想一下 2 种可能的结果吧：

（1）开宇宙（可能性比较大些）：随着恒星不断从气体中诞生，气体越来越少，直至无法再形成新的恒星。 10^{14} 亿年后，恒星全部失去光辉，宇宙变暗，星系核处黑洞不断变大。 $10^{17} \sim 10^{18}$ 亿年后，只剩下黑洞和一些零星分布的死亡了的恒星。恒星中质子开始变得不稳定。 10^{24} 亿年后，质子开始衰变成光子和各种轻子。 10^{32} 亿年后，衰变过程结束，宇宙中只剩下光子、轻子和大黑洞。 10^{100} 亿年后，黑洞完全蒸发，可称为世界末日。

（2）闭宇宙：膨胀停止的早晚取决于宇宙物质密度的大小。假设物质密度是临界密度的 2 倍，这膨胀过程经过约 500 亿年后停止，宇宙半径比



现在大1倍。一旦自引力占上风，宇宙开始收缩，收缩过程几乎正好是膨胀过程的反演，1000亿年后重新回复到大爆炸发生时的极高密度和极高温状态，且收缩过程越来越快，最后称为“大暴缩”。闭宇宙的结局似乎比开宇宙差得多，但我们不必杞人忧天。

宇宙的大尺度结构

哈勃发现河外星系之后，天文学家就开始了有意识的河外星系巡天（即对星空的巡查工作）。据20世纪70年代的统计，全天视星等亮于20等的星系总数约有2000万个，也就是说像满月月面那么大的范围内平均就有100个。实际的数字还远远不止这么多，因为随着视星等的减暗，星系的数量急剧增加。例如到23等，



星系团

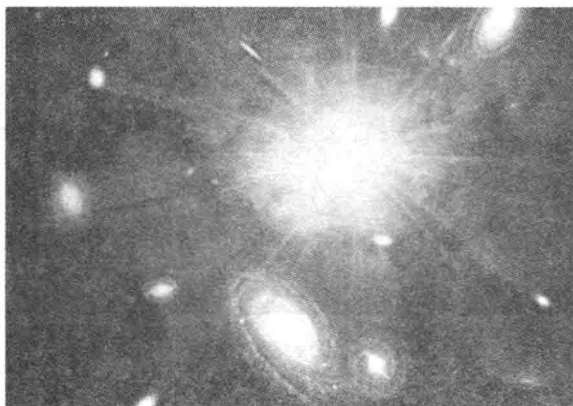
星系总数估计可达10亿个以上。根据1996年对哈勃空间望远镜观测资料作的星系计数结果估计，宇宙中星系的总数至少有500亿个。

20世纪的30~50年代，越来越多的天文学家发现星系空间分布具有成团倾向。他们把一些成员星系数量较少、结构较松散的星系集团称为星系群；成员星系达到成百上千、结构紧密的则称为星系团。例如我们的银河系和仙女星系以及其他几十个星系共同组成了本星系群，直径约为700万光年。离本星系群不远，有2个有名的星系团，一个叫室女星系团（位于室女星座方向），离开我们5000万光年，星系总数约2500个，直径约



1000 万光年；另一个叫后发星系团（位于后发星座方向），离开我们 3 亿多光年，也包含数千个星系，直径约 2000 万光年。

法国天文学家沃库勒发现，绝大多数亮星系（一般说来也就是离我们较近的星系），属于一个比本星系群更大的星系集团，他把这个星系集团称为本超星系团。我们的本星系群，与室女星系团、后发星系团，都属于这个本超星系团。本超星系团呈长条形，长达 1 亿光年，厚约 600 万光年。1958 年，阿贝尔用他在美国帕洛马山天文台作巡天拍下的 900 多张底片，研究了 2712 个富星系团（即成员星系众多的星系团）的空间分布，发现它们有明显的构成更高级集团的倾向。这种更高级的集团，也就是超星系团。



宇宙为我们打开了想象与探索空间

那么，在更大的尺度上，星系是否还有更高级的集团呢？为了解决这个问题，天文学家采用了一种切片的方法，也就是把宇宙像切西瓜一样，切成一片片以我们为中心的扇形薄片。在这些切片上，一个个星系犹如一粒粒西瓜籽，

我们就可以看清楚它们的空间分布。结果，天文学家看到，在更大的尺度上，星系、星系团和超星系团连接成链状和蜂窝状的结构，从总体上看明显趋向均匀化，但也可以看到呈现出一些巨壁和巨洞，好似植物的细胞壁和细胞，不过它们的大小是以 10 亿光年计的。想必你一定会为微观世界与宏观世界的如此相似而吃惊。

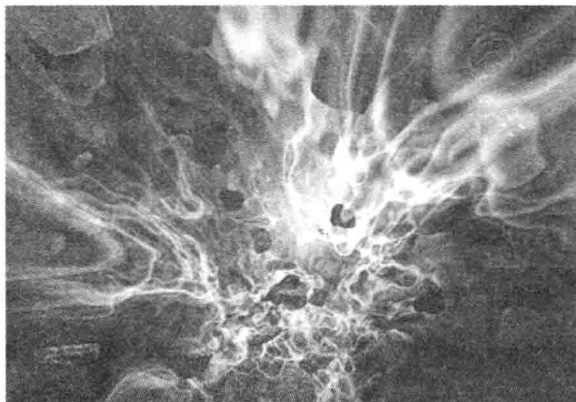


宇宙大爆炸学说

什么是宇宙大爆炸理论

宇宙大爆炸理论是现代宇宙学的一个主要流派，它能较满意地解释宇宙学的一些根本问题。宇宙大爆炸理论虽然在 20 世纪 40 年代才提出，但 20 年代以来就有了萌芽。20 年代时，若干天文学家均观测到，许多河外星系的光谱线与地球上同种元素的谱线相比，都有波长变化，即红移现象。

到了 1929 年，美国天文学家哈勃总结出星系谱线红移与星系同地球之间的距离成正比的规律。他在理论中指出：如果认为谱线红移是多普勒效应的结果，则意味着河外星系都在离开我们向远方退行，而且距离越远的星系远离我们的速度越快。这正是一幅宇宙膨胀的图像。



宇宙大爆炸想象图

40 年代美国天体物理学家伽莫夫等人正式提出了宇宙大爆炸理论。该理论认为，宇宙在遥远的过去曾处于一种极度高温和极大密度的状态，这种状态被形象地称为“原始火球”。以后，火球爆炸，宇宙就开始膨胀，物质密度逐渐变稀，温度也逐渐降低，直到今天的状态。这个理论能自然



地说明河外天体的谱线红移现象，也能圆满地解释许多天体物理学问题。1964年，美国人彭齐亚斯和威尔逊又发现了宇宙大爆炸理论的新的有力证据。该理论作为一门发展中的理论，虽然得到了绝大多数科学家的认同，但仍有一些解释不了的问题，需要进一步完善其理论体系。

宇宙在膨胀

哈勃发现的星系红移现象对人类认识宇宙有重要的作用。

哈勃在威尔逊山天文台观察了18个星系的光谱，发现都明显向红端移动，经过分析哈勃总结出以下基本特征：①除我们的本星系群以外，所有的星系都具有红移光谱。如果用多普勒位移原理来解释，就只能得出所有星系都在背离我们而去的结论。②星系离我们越远，红移量越大，退行速度随距离的增大而增加。③退行速度能够接近光速。

天文学家们普遍认为，用视向速度来解释它是最有说服力的。这一解释的直接推论，是宇宙正处在膨胀之中。于是，星系红移一词便成了宇宙膨胀的同义词。

现在越来越多的迹象表明，宇宙正处于一种加速的膨胀中，所有那些遥远的星系都在漂离我们而去，并且漂离的速度越来越快！随着时间推移，最终这些星系都将以高于光速的速度漂离，造成那些星系上发出的光子速度就赶不上宇宙膨胀的速度，则光子所携带的信息再也不能穿过宇宙空间到达地球上了。是什么样的力量使宇宙在不停地膨胀，所有的星系都在远离我们而去？最近的研究表明，宇宙被“暗能量”所控制。“暗能量”在太阳系内根本不会被察觉，它在银河系中也不会产生任何效应。但是在星系之间物质更加稀薄的环境下，它的作用会超出引力使宇宙膨胀加速。