

生活与科学文库

宇宙有多大？  
宇宙在膨胀吗？  
宇宙会收缩吗？  
宇宙年龄有多大？

# 宇宙奥秘

生活与科学  
文库

张邦固 编著

9-49

科学出版社

843

12159-49

生活与科学文库

231

# 宇宙奥秘

张邦固 编著

科学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

宇宙奥秘/张邦固编著.-北京:  
科学出版社, 2002  
(生活与科学文库)  
ISBN 7-03-010090-5

I. 宇… II. 张… III. 宇宙  
-普及读物 N. P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据  
核字 (2002) 第 004180 号

**科学出版社 出版**

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**源海印刷厂 印刷**

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

**定价: 7.00 元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈北燕〉)

# 前 言

宇宙有多大？

为什么说它是膨胀着的？

它膨胀多长时间了？或者说，宇宙的年龄有多大？

它会一直膨胀下去吗？

它会收缩吗？会收缩多长时间？

以后呢？

这些就是本书希望能够说清楚的主要问题。笔者希望读者不仅了解这些问题的答案，而且能够知道得到这些答案的方法和根据。

这是一本科学普及的小册子。笔者用第一章做引子，从我们身边的物质，通过地球、太阳系、银河系，把读者引到本书的主题——宇宙的整体运动，还介绍了对科学与神学、科学与哲学等关系的看法。希望读者清楚科学与非科学的区别。

为了使读者理解得到上述问题答案的根据，第二章简要介绍了一些必要的物理学基础知识。

第三章简要介绍了一些天文观测的方法和重要的天文观测结果。主要有星星与

星系的距离及速度的观测方法、最远星系的距离、哈勃定律、宇宙微波背景辐射等。读了这一章，就会知道宇宙有多大了，也会知道，说宇宙正在膨胀的根据。

第四章简要介绍了牛顿宇宙论和现代宇宙论，它们的成功与不足。

第五章和第六章介绍了笔者的有关工作，主要想说清楚，宇宙的年龄大约是950亿年，宇宙将来会收缩，收缩到一定程度就会引发下一次大爆炸。

第六章主要介绍了笔者对人类未来的一些设想，为回避将来人类会遇到的灾难，设计一些可能的初步方案。

在叙述中，本书尽量少采用数学推演，只保留很少的数学，因为它们对于增强读者对书中所阐明观点的信心大有益处。对数学感到头痛的读者完全可以跳过所有的数学式子，只读文字也会弄清楚所要介绍的内容。当然，对于喜欢深入研究的读者，本书的介绍就远远不够了。作为弥补，在相应的地方，本书给出了参考文献，有兴趣的读者可以阅读有关的书籍。

在准备和出版本书的过程中，笔者得到了葛庭燧院士、陆全康、焦善庆、颜家壬、邢修三、罗绍凯、张一方等许多专家教授的鼓励和支持，还得到了马素卿编审和科学出版社许多同仁的帮助，笔者在此一并致谢。



## 第 1 章 从盘古开天说起 …… (1)

§ 1.1 神话传说与科学 … (1)

§ 1.2 关于哲学 …… (7)

## 第 2 章 物理学基础知识 …… (9)

§ 2.1 物理学的对象 …… (9)

§ 2.2 物质运动、时间  
和空间 …… (11)

§ 2.3 质量、质量守恒 … (17)

§ 2.4 功、能与能量  
守恒 …… (19)

§ 2.5 质能关系 …… (21)

## 第 3 章 我们的宇宙正在膨胀

——怎么知道的? …… (28)

§ 3.1 宇宙的大小 …… (28)

§ 3.2 宇宙膨胀的根据 … (34)

§ 3.3 宇宙大爆炸火焰的  
遗迹

——宇宙微波背景辐射 …… (42)

§ 3.4 宇宙是有限的吗? ... (47)

## 第4章 关于宇宙的理论

——难懂吗? ..... (49)

§ 4.1 牛顿宇宙论 ..... (50)

§ 4.2 广义相对论引力场方  
程和现代宇宙论 ... (51)

§ 4.3 白矮星、中子星  
和黑洞 ..... (60)

§ 4.4 关于现代宇宙论  
标准模型的一些  
问题 ..... (62)

§ 4.5 关于“有产生  
于无” ..... (73)

## 第5章 宇宙将会收缩

——什么时候? 收缩多长  
时间? 以后呢? ..... (75)

§ 5.1 宇宙会收缩 ..... (76)

§ 5.2 宇宙怎样收缩 ..... (89)

§ 5.3 宇宙收缩到一定程  
度会引发下一次大  
爆炸 ..... (90)

§ 5.4 宇宙膨胀过程中的  
熵 ..... (93)

§ 5.5 黑洞的震荡 ..... (96)

§ 5.6 大宇宙的图像 ..... (98)

小结 ..... (99)

## 第 6 章 人类的命运

——能逃过宇宙收缩 的劫难吗? .....	(101)
§ 6.1 宇宙的“年龄” .....	(101)
§ 6.2 太阳晚期 .....	(106)
§ 6.3 回避宇宙收缩劫难 的一些设想 .....	(111)
名词术语 .....	(125)



# 第 1 章

## 从盘古开天说起

科学的基本特征是能够经受住检验。

### § 1.1 神话传说与科学

千百年来,在中华民族流传着盘古开天地的神话。

很久很久以前,天地一片混沌,分不清哪儿是天,哪儿是地,盘古便沉睡其间。有一天,盘古醒来,感到十分气闷。于是,他大吼一声,双手擎起了天,双脚踏实了地。后来,又逐渐有了山川万物。这是我们的祖先通过观察、想象,又经过多少代的流传而形成的故事(参看图 1.1)。

随着历史发展,观察仪器和手段的进步使科学家得到关于宇宙的更接近实际的想法。

我国东汉时代的科学家张衡(公元 78~139)发明的浑天仪(参看图 1.2)反映了当时人们的天地观:大地如鸡蛋黄,天空如蛋壳,日月星辰在天穹上运动。所以,人们才看到,太阳每天从东方升起,越过天空,到西方落下。

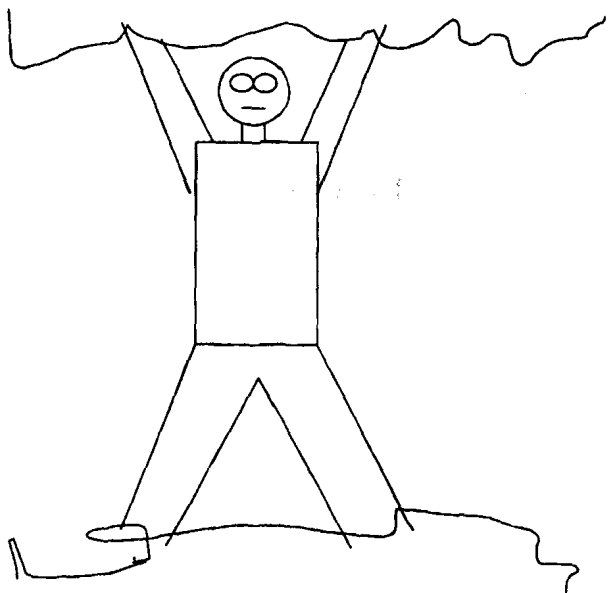


图 1.1 盘古开天地

这种浑天说实际上是一种“地心说”。西方中世纪盛行的地心说的大意是，地球位于宇宙的中心，日月星辰都环绕地球运动。

15 世纪波兰天文学家哥白尼（1472~1543）提出了“日心说”：不是太阳绕着地球旋转，而是地球绕着太阳旋转，绕行一周的时间是一年。所以，地球上才有春夏秋冬四季冷暖的周期变化。表面上看到的太阳升落的原因是地球在自转，自转一周要一天。

“日心说”是天文学上一场革命性变化。它开辟了科学发展的新阶段。

今天我们已经知道，除了地球绕着太阳旋转之外，

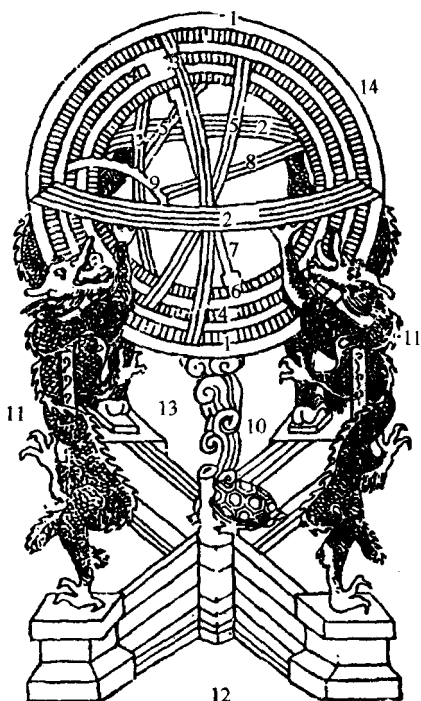


图 1.2 浑天仪 (苏颂, 1090 年的浑仪)

外重 [六合仪]:

1. 子午圈 (阳经环); 2. 地平圈 (地浑环); 3. 外赤道圈 (天常环)。

中重 [三辰仪]:

4. 二至圈 (三辰环); 5. 黄道圈 (黄道环); 9. 周日运转齿环 (天运环), 与动力装置连接。

内重 [四游仪]:

6. 极轴装置赤纬环或时角圈 (四游环), 附有照准器; 7. 照准器 (望筒); 8. 直径撑杆 (直距), 用以加固照准器。

其他部件:

10. 垂直柱 (擎云柱), 内有传动轴; 11. 龙形支柱 (龙柱); 12. 底座横挡, 上有水准器 (水肤); 13. 南极枢轴 (南极); 14. 北极枢轴 (北极)

还有 8 颗星星绕着太阳旋转。我们把它们叫做行星。依照距离太阳的近远，它们分别是水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。地球在金星和火星之间。在火星和木星之间还有一个小行星带，其中有成千上万颗小行星。大行星往往还有卫星绕其旋转。月亮就是地球的卫星。它绕地球一周要用一个月少一点的时间。在各行星之间还有许多彗星穿行。太阳和它的行星、彗星、卫星等构成了太阳系（参看图 1.3）。

太阳是一个大火球，表面温度约为 5600K，质量约为  $2 \times 10^{33}$  克，大约是地球质量的 30 万倍。太阳的半径大约是  $7 \times 10^8$  米，约为地球半径的 100 倍（参看图 1.4）。

地球到太阳的距离约为  $1.5 \times 10^8$  千米。我们知道，光每秒运动  $3 \times 10^5$  千米。所以，太阳光照射到地球上大约需要运行 8 分钟。

我们离开主题一会儿，介绍一下用指数方式来表示大数的形式。数字太大，位数很多，后面有许多零，写起来不方便。这时，用指数形式就很方便。例如，上面提到的光速，光每秒运动  $3 \times 10^5$  千米，就是说，它每秒跑 300 000 千米。换句话说， $10^5$  就是 100 000，10 的右上角的数字（叫做指数）就是零的个数。

像太阳这样发光的星星叫恒星。离我们太阳系最近的一颗恒星到太阳的距离大约是 4.3 光年。光年是一个很大的距离单位，它等于光运动一年的距离，大约是  $10^{16}$  米。可见，天空是多么空旷。

太阳和其他约  $10^{11}$  个恒星一起形成了银河系。人们在夜空看到的横贯天空的一条由星星组成的带子就是银河系。银河系是一种旋涡星系。旋涡星系的形状很像是两个钹合在一起（参看图 1.5 和图 1.6），中间

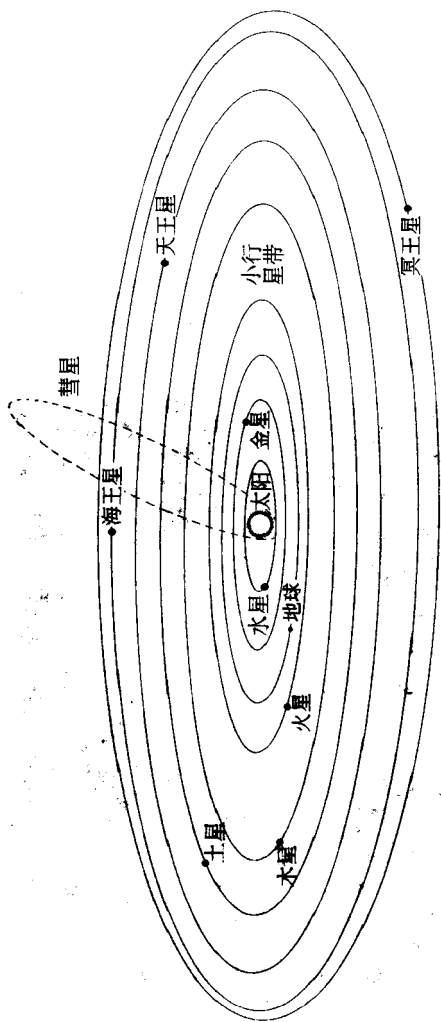


图 1.3 太阳系

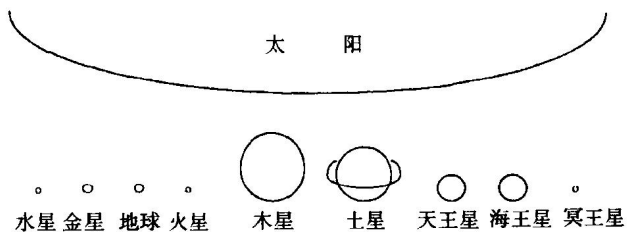


图 1.4 九大行星与太阳的大小示意图，  
太阳的实际比例还要大得多

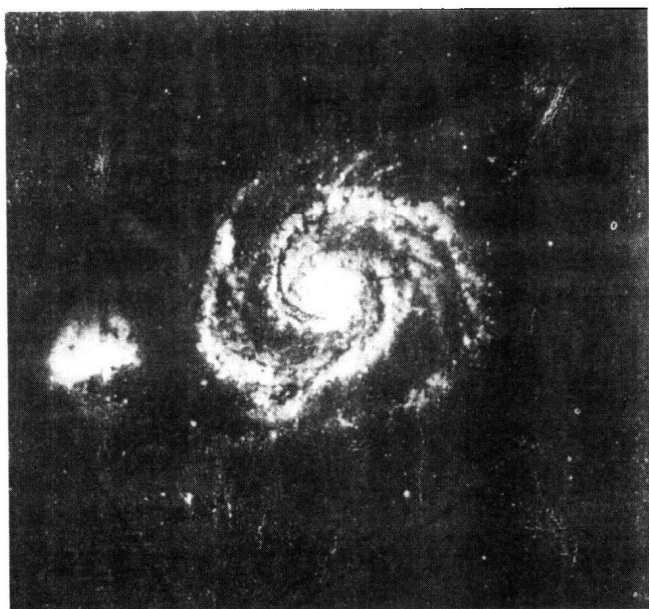


图 1.5 旋涡星系 MGC5194 的正面照片，还有它的  
伴星系 NGC5195，两者之间有一个星桥相连

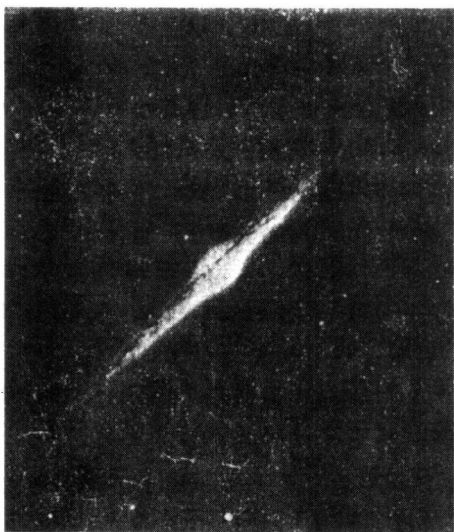


图 1.6 旋涡星系 MGC4565 的侧面照片

基本上是一个球。银河系的中间球半径约 67 光年，质量约  $2 \times 10^{38}$  千克；周边扁，半径约 5 万光年，厚约 670 光年。太阳位于距中心 3.5 万光年处。

目前观察到的宇宙大约包含了  $10^{11}$  个星系。

20 世纪 20 年代，科学家发现，许多星系都正在远离我们而去；60 年代，科学家又发现了宇宙微波背景辐射。为了解释这些观测事实，科学家逐渐形成了一个较为成熟的理论，这就是所谓现代宇宙论的标准模型。

## § 1.2 关于哲学

本书叙述的主题是，宇宙物质整体的运动。因此，

必然要涉及物质、运动、空间、时间等基本物理概念，而这些，恰恰也是哲学研究的主要内容之一。这样，本书的叙述中难免有一点哲学的术语。因为，对于这些基本概念的阐述，使用哲学语言才最严格、最全面。比如时间，笔者实在想不出有比“物质运动的持续性”更恰当、更简捷的定义方式了。

对于古代的人们来说，时间就是太阳一天天从东方冉冉升起、向西方徐徐落下，就是烟袋锅里烟叶的慢慢燃烧……对于现代都市的人们来说，时间就是钟表滴答滴答的声响，就是表针一格一格的移动，就是上班族匆匆的脚步，就是自己脉搏一下一下的跳动……对于出家人来说，时间就是木鱼一声一声的敲击，就是香一点一点的燃烧……

然而，这些描述都不够全面，比如，若把太阳的相对运动定义为时间，那么，在夜晚、在矿井、在地铁，难道就没有时间了吗？实际上，时间是物质运动的持续性，这种定义是最全面、最确切的。例如，表针就是物质，移动就是运动，一格一格的就是持续性。

实际上，物理学与哲学是密切相关的，尤其是在探讨一些基本问题时，表现更为明显。阅读一些有关哲学书籍，弄清楚一些哲学思想，对于探求宇宙的奥秘是有益处的。



## 第 2 章

# 物理学基础知识

物质、运动、空间、时间、质量、能量等基本概念是了解宇宙整体运动的基础。本章简要介绍它们的基本特点以及它们之间的关系。

### § 2.1 物理学的对象

物理学是研究各种物质形态的各种运动，以及相互变化和规律的科学。当然，它并不囊括所有运动形式。例如，各种分子之间的变化属于化学研究的对象；有关生命的大分子之间的变化属于生物学的对象……

那么，什么是物质呢？物质是人们对客观世界上存在的一切的统称。物质的最根本的属性就是客观存在，不依赖人们的主观意愿。例如，人们的生活用品：书本纸笔、衣裤鞋帽、桌椅床柜……各种食物：鸡鸭鱼肉、瓜果蔬菜……各种工具……自然界中的花草树木、飞禽走兽……小的如需要用显微镜观察的细菌……大的如整个地球、太阳、星系……所有这一切，