

X·X·Z·Y

学习之友

XUEXIZHIYOU

当代科学
之门

学林出版社

羽友

当代科学 之门

《自然杂志》编辑部 编著

学林出版社

责任编辑：林耀琛

封面设计：沈蓉男

当代科学之门 《自然杂志》编辑部 编著

学林出版社出版 上海绍兴路5号
新华书店上海发行所发行 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9 插页 2 字数 191,000

1982年10月第1版 1985年2月第2次印刷 印数 63,001—113,000

书号 13259·001 定价：0.97 元

出版前言

我国正处在一个新的历史时期，社会主义现代化建设要求我们具备广博的知识。但人生有限而知识无涯，面对浩瀚的知识海洋，应该从何处起航？《学习之友》这套书便是为了帮助解决这一问题而编纂的。

《学习之友》包括政治、法律、历史、文艺、国际知识、经济管理、科学技术等各个门类，介绍当今世界最新的同时又是做一个现代人所最必需的基础知识。力求写得生动有趣、通俗易懂，具有科学性、趣味性和实用性，适合具有中等文化程度的广大群众和干部阅读。

《学习之友》将按照不同的学科内容，分册陆续出版，《当代科学之门》是其中的一种。自然科学发展迅猛而门类繁多，本书仅就当代自然科学最基本的知识，给予通俗说明，使读者阅读后，对主要的科学基础理论及其基本原理，以及自然科学的历史和现状，有清晰的概念。而具备这些概念，是现代生活所必需的。本书由《自然杂志》编辑部撰写。各章分别由该刊的下列编辑执笔：“宇宙和天体”吴智仁，“人类居住的星球”封敬琳等，“元素·粒

子和光”陈荣乐、李顺祺、夏国智，“从微观到宏观”潘友星，“生命的本质·起源和进化”朱润龙，“人和思维”朱怡怡，“科学与社会”贺崇寅、蔡漪澜。对自然科学知识作这样的表述，是否妥切，是否解决问题，我们期待着读者们的意见。

OK02/21

目 录

宇宙和天体	1
一、宇宙的演化	1
二、星系世界	21
三、恒星的一生	33
四、太阳系的新发现	45
五、天文学的发展和广义相对论	55
人类居住的星球	73
一、地球的起源	73
二、地球的里里外外	76
三、地球的世代更替	82
四、人和地球	89
元素·粒子和光	93
一、元素和原子	93
二、化学元素的分类	102

三、基本粒子家族	109
四、高能加速器和探测器	116
五、对称性和守恒定律	124
六、四种相互作用	129
七、基本粒子不基本	132
八、光的本性	135
九、激光	142
十、光速不变性与相对性原理	144
从微观到宏观	149
一、我们周围的宏观世界	149
二、热是什么	157
三、固体中的电子	166
四、低维与无序	176
五、有序之源何在	182
生命的本质·起源和进化	189
一、生命的本质	189
二、生命的物质基础	191
三、生命的结构基础	214
四、生命的起源与进化	223
五、生物学展望	242

人和思维	245
一、人类的起源与进化	245
二、人的思维活动	258
科学与社会	268
附 录	277
时间的梯级	277
质量的梯级	278
能量的梯级	279
地质年代与生物进化表	280
重要元素的发现	281

1

宇宙和天体

一、宇宙的演化

1. 历史的回顾

世界上各民族都有自己的神话传说,内容不一,但几乎都有“开天辟地”或“创世”的故事。说来并不奇怪,只有在开天辟地之后,才能演出一幕幕“女娲补天”、“嫦娥奔月”、“夸父逐日”的戏剧来。

“天地”、“世界”都是通俗的说法,其实指的就是“宇宙”。《淮南子·齐俗训》说:“往古来今谓之宙,四方上下谓之宇”。就是说,“宇”表示空间,“宙”表示时间,而“宇宙”既表示空间和时间,又是自然界万物的总称。

任何客观存在的具体物质都有自己的结构,都在运动和变化;同样,“宇宙”这个客观存在也应该有结构,也要不断地演化。结构就是形态和组成,演化通俗地讲就是指生长老死。研究宇宙结构和演化的科学叫宇宙学。

有些人,一听到谈宇宙的结构和演化就惊恐莫名;更有人指责宇宙学是现代神学,为没落的资产阶级的“创世说”制造科学根据。其实,对宇宙结构的研究早在资产阶级诞生之前就开始了。

在中国,周代曾有关于宇宙结构的“盖天说”(图 1-1)。它认为,“天圆如张盖,地方如棋局”,方形大地每边长 81 万里,

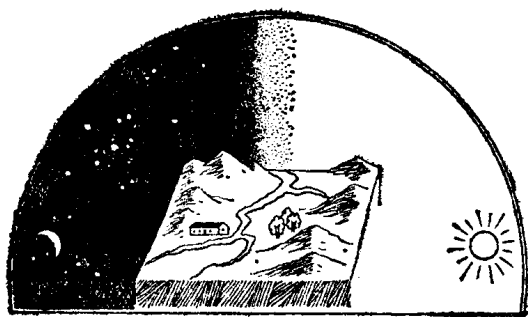


图 1-1 早期“盖天说”示意图

半球形天穹高 8 万里；大地静止不动，日月星辰在天穹上随天旋转。“盖天说”的内容在今天看来十分幼稚可笑，但它无疑是古代人们从直观出发，再加以想象而提出来的。



图 1-2 “浑天说”示意图

天圆地方的“盖天说”有难以掩饰的矛盾，于是在战国时代，又出现了关于宇宙结构的“浑天说”（图 1-2）。它认为，浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡子黄，孤居于内，天大而地小。天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮。日月星辰，附在天球上，随天旋转。“浑天说”认为大地是球形的，天也是球形的，这显然要比“盖天说”进步。但“浑天说”也并不符合实际情况。它实际上是中国历史上的“地球中心说”。

此后，在东汉时还有一种解释宇宙本质的“宣夜说”。它认为：“天了无质，仰而瞻之，高远无极”，“日月众星，自然浮生虚空之中”。从哲学上讲，它主张无限宇宙论，比“盖天说”和“浑天说”都进了一步；但从观测天文学上讲，它并没有阐述日月众星的运行规律，因此仅有理论影响，缺少实际意义。

在外国，对宇宙结构也有各种各样的说法和理论。古代巴比伦人认为，大地犹如拱起的乌龟，天空乃是半球形的穹庐。古代印度人认为，大地驮在象背上，大象站在龟身上，海龟浮在海洋上(图 1-3)。古希腊对于宇宙结构有不同的学说，有人认为地球是一个浮在水面的扁盘；有人认为地球是一个球，居于世界的中央，这大概是“地球中心说”的雏形；也有人认为，地球绕轴旋转分昼夜，绕日旋转成周岁，这大概可算是“太阳中心说”的前驱了。

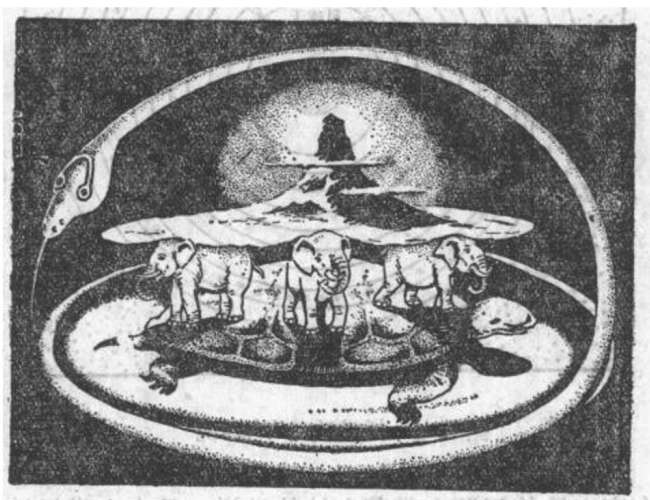


图 1-3 古代印度人的宇宙图象

长达一千五百年中，在西方占统治地位的宇宙结构学说是托勒玫的“地球中心说”（图 1-4）。它认为，地球居于宇宙的中心，日月星辰在以地球为中心的一些大小不同的同心圆上运转。托勒玫的“地球中心说”在天文学的发展中起过一定的进步作用，它推动了观测天文学的发展；但是，由于日地关系被完全颠倒了，人的认识越向前发展，这个学说就越露出了破绽。它所以统治人们思想那么长的时期，除了生产力发展水平低外，主要是它适应中世纪教会统治的需要。

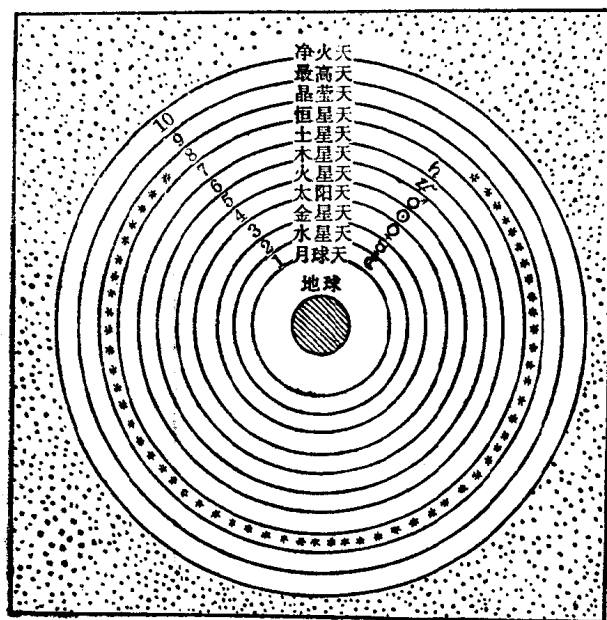


图 1-4 托勒玫的“地心说”

在宇宙结构问题上带革命性的学说，是十六世纪波兰天文学家哥白尼提出的“太阳中心说”（图 1-5）。它认为，太阳是

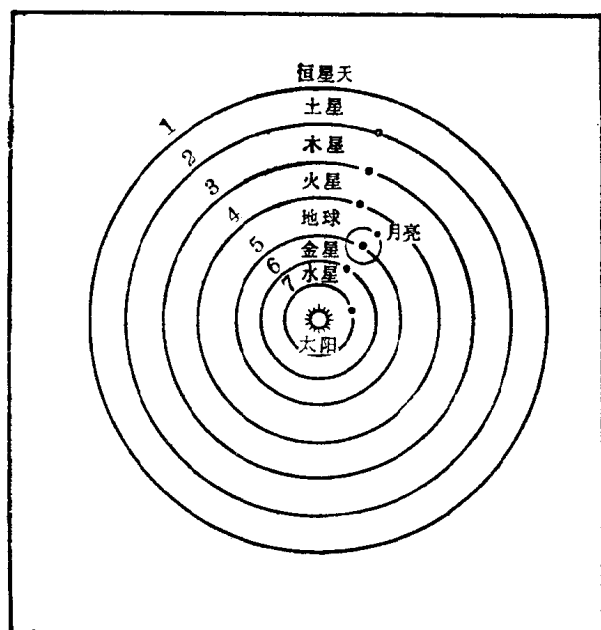


图 1-5 哥白尼的“日心说”

宇宙的中心，地球和水星、金星、火星、木星、土星等绕太阳旋转，天穹的视运动只不过是地球自旋的反映而已。这个学说冲破了教会的重重阻力，打破了中世纪黑暗的沉闷空气，把科学从僧侣统治下解放出来，功绩是伟大的。它推翻了日动地静的说法，在太阳系范围内，符合实际情况。但是，它认为太阳是宇宙的中心，这显然是不正确的。在哥白尼身后，布鲁诺、伽利略等人把哥白尼的学说朝前发展，认为宇宙是无限的，天上无数个星星就是无数个世界，所以太阳并不是宇宙的中心。对无限的宇宙来讲，根本无所谓中心，或者说，处处是中心。

哥白尼的学说第一次把宇宙学放在科学的基础上。嗣后，开普勒根据他的老师第谷的大量观测资料，总结出行星运动的三大定律；特别是牛顿发现了万有引力定律和总结出动力学三大定律后，经典宇宙学形成了。

古时人们谈论的天地结构，是当时人们认识的宇宙；哥白尼时代的宇宙，实际上是指太阳系；随着观测手段的改进，人们发现银河原来是由千万颗恒星组成的，这些恒星和观测可见的其他恒星组成了银河系，太阳只不过是银河系中一颗普通的恒星，这时人们谈起的宇宙无非是银河系而已；以后观测发现银河系外还有许许多多象银河系一样的星系，现在人们认为它们组成了总星系，它们有整体结构、运动规律和演化方式，总星系就是现在人们所认识的宇宙。目前人们的观测范围已扩大到近二百亿光年^①和近二百亿年的时空区域，现代宇宙学就是研究这个大范围内的时空特性和运动演化的规律。

2. 观测的事实

在近二百亿光年和近二百亿年这么大的时空范围，人们观测到哪些重要现象呢？

(1) 河外星系的谱线红移 观测发现，除个别星系外，河外星系的谱线都有红移。我们知道，让一束白光通过三棱镜，就能在其后的屏幕上得到由七种色光组成的连续光谱（图 1-6）。有的光谱中除了有连续的色光外，还有明亮的色线，叫发射线；有的有暗线，叫吸收线（图 1-7）。光源中包含某种元素，光谱的某些确定位置上就有发射线存在；当光透过由某种

^① 光年是长度单位，是光在 1 年中所走的距离，约 10 万亿公里。目前观测所及的宇宙大小说法不一，约在 130~200 亿光年，本书均取 200 亿光年。

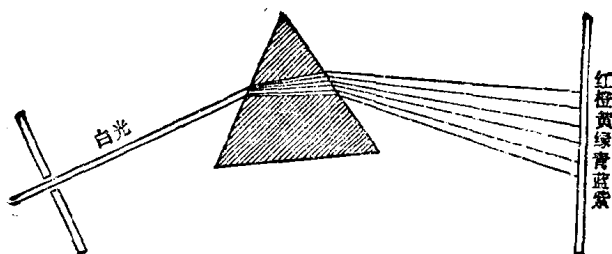


图 1-6 通过三棱镜的白光分成七色光

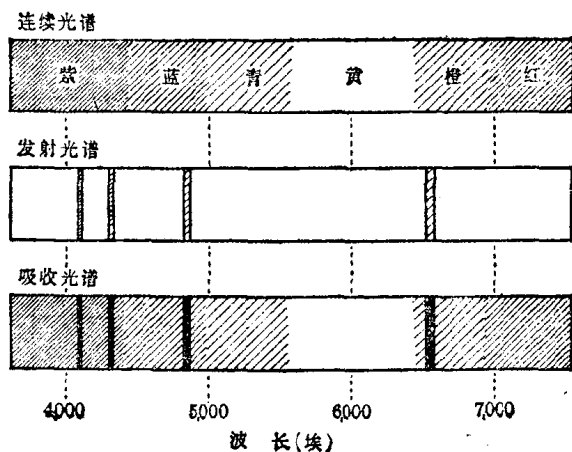


图 1-7 可见光谱

元素组成的物质时,在某些确定位置上就有吸收线存在,于是我们可以根据谱线来确定光源中含有什么元素。如果光源和观测者之间是相对静止的,那么谱线就在光谱中确定的位置上;如果光源离开观测者运动,那么谱线就要向长波方向、也就是七色光的红端移动;如果光源向着观测者方向运动,那么谱线就要向短波方向、也就是七色光的紫端移动。光源和观测者之间的相对运动速度越大,谱线的移动量也越大。这个

现象就叫做多普勒效应(图 1-8), 它是一位名叫多普勒的科学家在研究声学现象时发现的。如果一列火车向我们飞驶而来, 它的汽笛声越来越尖, 频率越来越高; 如果它离我们而去, 汽笛声就越来越粗, 频率越来越低。光谱线的移动和汽笛声调的变化是同样的道理。既然现在发现绝大多数河外星系的谱线都有红移, 那就表示河外星系都在远离我们而去, 远离我们的速度叫退行速度。

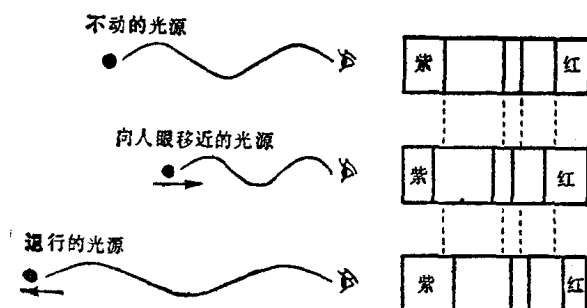


图 1-8 多普勒效应

光源向人眼移动时, 光谱线向紫端移动(紫移); 光源退行时, 光谱线向红端移动(红移)

观测又发现, 一些比较暗的星系, 红移量大。一般说, 星系离我们越远, 看上去就越暗, 而红移量大表明退行速度大。因此, 这个观测事实说明, 离我们越远的星系, 远离我们的速度也越大。观测还发现, 星系的视角大小不一, 视角大的红移量小, 视角小的红移量大。假定星系大小的数量级相差不多, 那么, 离我们越远的星系其视角就越小。这个观测事实也表明, 离我们越远的星系, 远离我们的速度越大。星系的退行速度和离我们之间的距离之间存在正比例关系是 1929 年哈勃发

现的，这个关系就叫做哈勃定律。哈勃定律表明，所有的星系都在彼此远离，这意味着，在宇宙大尺度范围内，呈现出一幅膨胀运动的图象。就象小孩吹肥皂泡那样，肥皂泡越吹越大，泡膜上各点之间的距离就越来越远（图 1-9）。

(2) 物质在空间大尺度的分布是均匀的和各向同性的 观测告诉我们，天体是逐级成团的，如行星、恒星(行星系)、星系、星系团、超星系团。这些

天体系统的尺度是逐级增大的，星系的尺度从几千光年到几十万光年，星系团的尺度从几十万光年到几百万光年，超星系团的尺度可达上亿光年，在这些天体系统的尺度内物质分布是不均匀的，天体上的物质相当稠密，天体之间的空间物质又极其稀薄。但与我们所要讨论的宇宙大尺度（约 200 亿光年）相比，这只是小尺度的特征。根据天文观测，在大于 1 亿光年的空间范围内，物质的空间分布似乎是均匀的、各向同性的。例如，无论我们在宇宙中哪一点（包括在地球上），向任何一个方向看去，在一定角度范围内亮于某一星等的星系数目是大致相等的。就是说，星系的分布是均匀的、各向

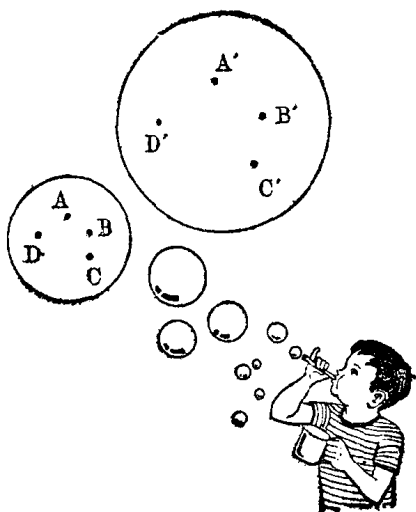


图 1-9 吹肥皂泡时肥皂泡在膨胀，泡膜上各点在彼此远离