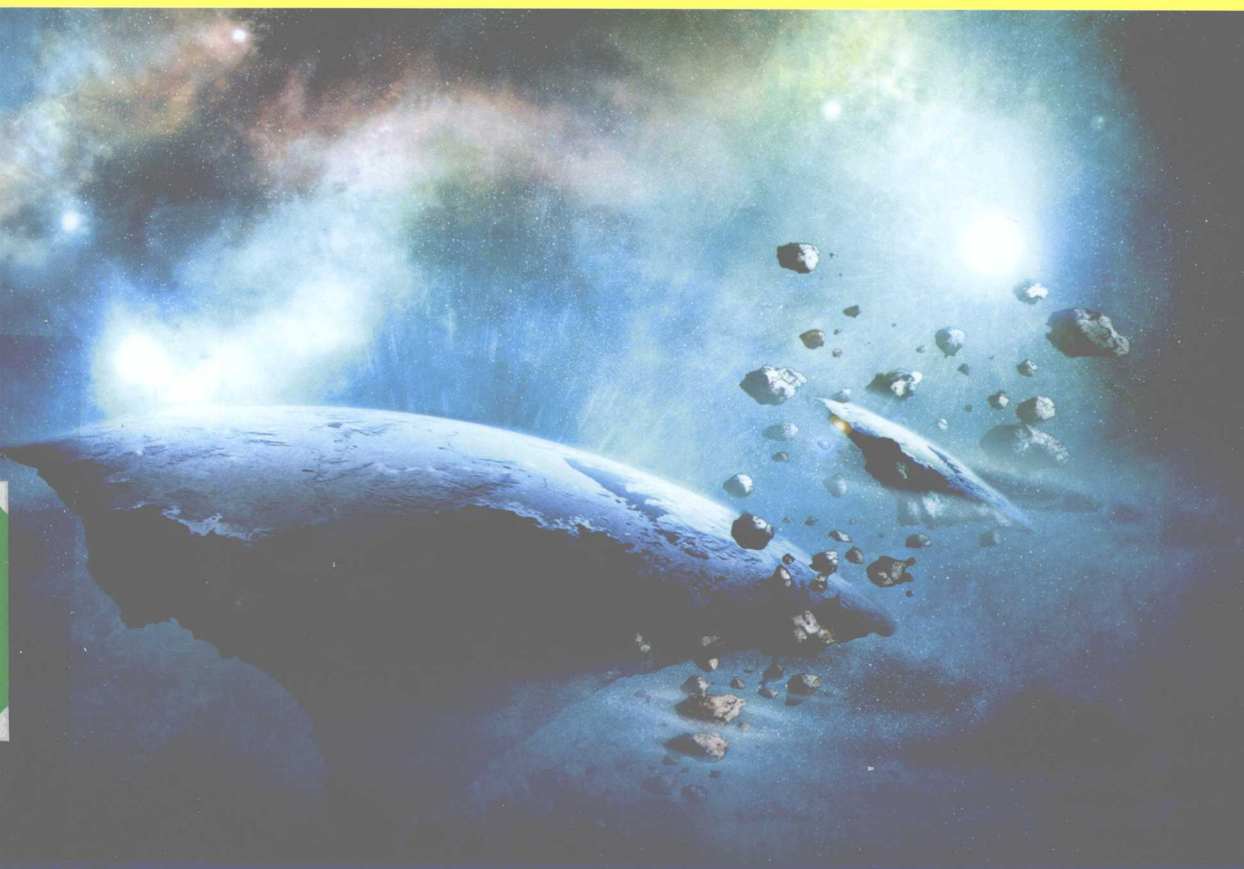


完全图解 果壳宇宙

讲述宇宙的前世今生



图书在版编目 (CIP) 数据

完全图解果壳宇宙 / 董志道编著.

—海口: 南海出版公司, 2008.8

ISBN 978-7-5442-4218-9

I. 完… II. 董… III. 宇宙学—图解

IV. P159-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 112880 号

完全图解 系列

丛书主编 / 黄利 监制 / 万夏

项目创意 / 设计制作 / 紫图图书 ZIT

WANQUAN TUJIE GUOKE YUZHOU
完 全 图 解 果 壳 宇 宙

编 著 董志道

责任编辑 黄 利

封面设计 紫图装帧

出版发行 南海出版公司 电话 (0898) 66568511

社 址 海南省海口市海秀中路 51 号星华大厦五楼 邮编 570206

电子信箱 nanhaicbgs@yahoo.com.cn

经 销 南海出版公司 电话 (0898) 66568511

印 刷 北京盛兰兄弟印刷装订有限公司

开 本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 13.5

字 数 100 千

版 次 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5442-4218-9

定 价 28 元

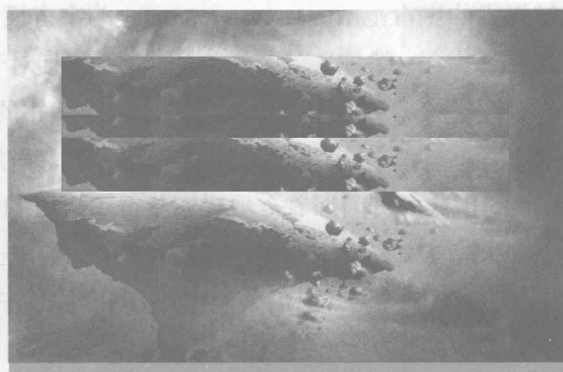
南海版图书 版权所有 盗版必究

完全图解 24

完全图解 果壳宇宙

讲述宇宙的前世今生

董志道◎编著



一次大爆炸，就诞生了宇宙万物？反物质、暗物质、暗能量……还有多少未解之谜闯入了人类的视野？质子、中子、夸克、宇宙弦……宇宙中最小的微观粒子究竟是什么？

南海出版公司

2008·海口

▶ 浩瀚的宇宙，无尽的未知

人类对于宇宙的探索历经几千年，一代又一代学者都在试图构筑一个完整的宇宙图景。从人类文明诞生至今，地球人类对于宇宙这个广袤的生存环境的探索也是从懵懂无知开始，逐步形成了今天的宇宙论体系。

就像本书中讲述的那样，宇宙发展到某一阶段变得透明，这个时候宇宙“放晴”。而人类也是拨开了层层迷雾，才对宇宙有了渐趋明朗的认识。时间到了今天，人类对于宇宙的探索已经历了几次飞跃。我们策划、编辑的这本《完全图解果壳宇宙》，综合了到目前为止天文学家们对于宇宙的观测和研究成果，希望通过简单易懂的阐述方法，为读者描绘一幅关于宇宙的去、现在和未来的宏阔蓝图。

我们希望通过本书，给读者讲述两段历史。第一段是人类对于宇宙的探索史，这包括人们能够探索的宇宙范围的扩展，人们描绘的宇宙模型的变化，以及人们探索宇宙的工具的变革等。第二段是宇宙的历史，这包括对于宇宙的起源和形成过程的讨论，宇宙的结构和存在方式的思考，以及对宇宙的未来的展望。

在人类文明早期，古代人就已经开始了对“天”的思索。虽然他们的宇宙观还是最朴素、最原始的，但其中却闪烁着令现代人不得不折服的智慧。古希腊的哲学家们在几千年前就创立了朴素的宇宙模型，到16世纪，亚里士多德的地心说被哥白尼彻底推翻，日心说建立起来。之后，望远镜发明并被用于天文观测之中，人类的视野也大为扩展。

20世纪20年代，哈勃观测到了星系的红移现象，证实了河外星系的存在，并得出宇宙膨胀的结论。受此鼓励，宇宙学蓬勃地发展起来。许多宇宙模型先后出现。其中，哈勃的发现更是对之前就提出的大爆炸模型予以了强有力的支持。随着宇宙微波背景辐射的观测、宇宙氢丰度的研究，大爆炸逐渐为人们所熟知和认可。

1	 本书的编写目的、宗旨、范围、特点、主要参考文献、主要参考文献
8	 本书的编写目的、宗旨、范围、特点、主要参考文献、主要参考文献

宇宙学入门

11	 宇宙学入门、宇宙学入门、宇宙学入门
11	 宇宙学入门、宇宙学入门、宇宙学入门

现在,随着更先进的宇宙探测器不断地被送上太空,大爆炸理论也得到了发展。如今我们可以根据大爆炸理论,追溯宇宙 100 多亿年的历史,想象宇宙的未来图景。宇宙诞生于没有时间和空间的“奇点”,经历了各种微小粒子的混乱运动的时期形成了原子,然后逐渐形成了恒星和星系。而在很多亿年之后,宇宙可能有开放和闭合两种结局。

当然,对于还存在许多未解之谜的宇宙,任何模型都不可能完美无缺。大爆炸理论同样受到一些科学家的质疑,而另外一些宇宙模型也被提了出来。本书也对包括静恒态宇宙模型、超弦理论、膜宇宙论、火宇宙模型等在内的其他模型做了介绍。

同时,随着观测技术的进步,一个个谜团被解开,又有一个个新的谜团被发现,黑洞、暗物质、暗能量、类星体等,对于我们来说,还是神秘的未知存在。或许在未来的某一天,随着这些谜团的解开,我们就可以把浩瀚宇宙的姿态,像现在画一个星座那样,使其轻松地跃然纸上。

本书运用了现代的编辑手法,在叙述过程中,尽量将艰涩难懂的术语解释得简洁明了,在不失丰富的信息量的同时,坚持简便易读的行文风格。同时,以插图、图解的方式,使相关的知识直接明朗地呈现到读者面前。我们希望读者能通过本书获得宇宙论的知识,并在阅读过程中得到乐趣。

编 者

2008 年 5 月

目录

编者序：浩瀚的宇宙，无尽的未知	2
本书阅读导航	8

第1章 什么是宇宙

1. 与生产生活休戚相关：人类开始关注宇宙	12
2. 种种宇宙模型的出现：古希腊的宇宙观	14
3. 地球是静止的宇宙中心：16世纪前欧洲的地心说	16
4. 以太阳为中心的宇宙模型：哥白尼的日心说	18
5. 地动说被证实：行星运动三大定律	20
6. 地球是转动的：伽利略的发现	22
7. 宇宙没有中心：布鲁诺的悲剧	24
8. 地球的能量源是太阳：我们居住在太阳系	26
9. 离太阳最近的恒星：半人马座的 α 星C	28
10. 宇宙的度量单位：光年	30
11. 探索更深远处的宇宙星系：伽利略和牛顿的望远镜	32
12. 望远镜犹如时间机器：我们看到的是宇宙的未来	34
13. 美丽而神秘的天河：无数恒星的集合	36
14. 一个巨大的铁饼：银河系的形状和大小	38
15. 为数众多的旋涡星系：美丽的猎犬座M51	40
16. 仙女座星云在银河系中吗：关于仙女座大星系的争论	42
17. 使用亮度变化的恒星：测量天体的距离	44
18. 仙女座星云在银河系之外：哈勃的发现	46
19. 宇宙广阔无垠：到仙女座星系的距离	48
20. 旋涡星系、椭圆星系和不规则星系：星系的形状	50
21. 错综复杂的星系世界：星系的大小和间距	52
22. 星系聚集成群：星系团和超星系团	54

23. 宇宙空洞的发现：难解的宇宙之谜	56
24. 从照片到 CCD：天文学的技术革新	58
25. 向宇宙的尽头探索：宇宙学的发展	60
26. 巧合还是神奇：金字塔的奥秘	62

第2章

宇宙在膨胀

1. 世纪大发现：宇宙在膨胀	66
2. 最初的观测：斯莱弗的发现	68
3. 光谱分析的应用：光的波长和颜色	70
4. 远去的声音会变低：多普勒效应	72
5. 星系在远离的证明：红移和退行速度	74
6. 天文学的超级巨星：埃德温·哈勃	76
7. 越远的星系远离速度越快：哈勃定律	78
8. 为了观测更远的星系：变大的望远镜	80
9. 宇宙没有边界：无边的宇宙	82
10. 宇宙没有中心：我们不在宇宙的中心	84
11. 不断地加速：空间是怎样膨胀的	86
12. 所有的星系重叠在一起：最初的宇宙很小	88
13. 宇宙的起源：爆炸性的宇宙	90
14. 地球比宇宙更古老：宇宙的年龄	92
15. 哈勃的错误：两种造父变星	94
16. 以光速远离的星系：人类看不到的宇宙	96
17. 宇宙会永远膨胀吗：宇宙的未来	98
18. 热寂还是大坍塌：宇宙的终结	100
19. “空荡荡”的宇宙：宇宙的物质	102
20. 支配宇宙的力量：神秘的暗物质和暗能量	104
21. 暗物质发现的经过：扎维奇的发现	106

00	1. 从大爆炸到现在：宇宙的历史	110
50	2. 宇宙膨胀和光的波长：拉长的光波	112
	3. 物质构成的基本单位：原子核和电子	114
	4. 原子核的构成：质子和中子	116
	5. 制造原子核的能量：汤川秀树的发现	118
00	6. 热宇宙的物质形态：没有结构的宇宙	120
80	7. 热平衡下的均匀温度：宇宙开始的状态	122
00	8. 元素是什么时候生成的：伽莫夫的困扰	124
50	9. 大爆炸的闪现：氢弹实验和伽莫夫	126
40	10. 从一到无穷大：宇宙开始的3分钟	128
00	11. 与大爆炸相对立的理论：稳恒态宇宙模型	130
80	12. 大爆炸理论的先驱：弗里德曼和勒梅特	132
08	13. 电话公司发现的电波噪音：大爆炸理论的证据	134
58	14. 空中交织着各种电磁波：光波的伙伴	136
48	15. 电波的温度：热辐射	138
08	16. 电波杂音带来的诺贝尔奖：关于宇宙背景辐射的两次获奖	140
88	17. 失之交臂的诺贝尔奖：宇宙背景辐射研究的前驱	142
00	18. 充满整个宇宙的电磁辐射：宇宙微波背景辐射	144
50	19. 原子的形成使宇宙透明化：宇宙放晴	146
40	20. 宇宙开始的波动：COBE的发现	148
00	21. 由微小的波动引发的：星系的形成	150
80	22. 暗物质的重要作用：星系由暗物质的波动产生	152
001	23. 最初形成的天体有多大：最初天体的大小之争	154
501	24. 最远的天体类星体：类星体的能量之谜	156
401	25. 连光也逃不出来的地方：神秘的黑洞	158
001	26. 类星体的能量之源：活动星系核模型	160

27. 类星体的探索：恒星诞生于类星体	162
28. 大爆炸之父：伽莫夫的生涯	164

第4章

宇宙的开始和未来

1. 更细微的宇宙开端：质子和中子是否也会瓦解	168
2. 比质子和中子更小的粒子：物质由夸克构成	170
3. 宇宙间的隐者：中微子	172
4. 大爆炸中创生的：反物质在哪里	174
5. 大爆炸无法解开的谜团：热大爆炸理论的缺陷	176
6. 反物质哪里去了：磁单极概念的引入	178
7. 大爆炸的又一谜团：磁单极疑难	180
8. 宇宙的势力范围：视界疑难	182
9. 解决诸多疑难：暴胀理论的提出	184
10. 什么是暴胀：暴胀是加速膨胀	186
11. 引起暴胀的原因：与引力相反的作用力	188
12. 恒星、星系的生成：量子波动引起密度波动	190
13. 探寻暴胀的直接证据：重力波背景辐射	192
14. 对奇点理论的考问：量子波动的世界	194
15. 创造宇宙的时间：普朗克时间	196
16. 取代粒子的最小存在：超弦理论	198
17. 十维、十一维的时空：膜宇宙论	200
18. 大爆炸以前宇宙就存在：两种流行的模型	202
19. 未来的宇宙图景：宇宙加速膨胀	204
20. 地球的未来：彗星向地球倾注而来	206
21. 太阳的未来：最后变成白矮星	208
22. 星系的未来：恒星从星系中蒸发	210
23. 星系的继续演变：巨大的黑洞	212
附录	214

本书阅读导航

书名与序号

本书每章节分别采用不同色块标识, 以利于读者寻找识别。同时用醒目的序号提示该文在本章中的排列序号。

正文

通俗易懂的文字, 让你轻松阅读。

4

完全图解 果壳宇宙

大爆炸中创生的 反物质在哪里

地球上肯定没有反物质, 太阳系中也没有, 因为如果太阳系中若有反物质, 那么物质与反物质相遇而湮灭产生的 γ 射线早已把我们烘干。

■ 如何探测反物质

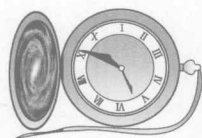
量子力学认为, 各种基本量(如电荷和动量)是守恒的, 宇宙创生时产生了物质, 必然产生了相等的反物质。例如物质世界中最简单的氢原子是由一个质子和一个核外电子组成的, 那么就存在着由反质子和正电子组成的反氢原子。

但是, 由于反物质所产生的光应该与物质是一样的, 所以从光谱上无法确定反物质的存在, 分辨物质和反物质的唯一办法是对所研究的星系物质进行物理检验, 宇宙射线就是由超新星遗留物、恒星或别的天体碎屑放出的原子类物质, 由反物质形成的宇宙线必定来自1亿光年之外的星系, 它只占宇宙线的百万分之一。到目前为止, 用各种方法所接收到的宇宙线中仅发现少量的反质子而没有发现反物质的存在。

■ 大爆炸产生反物质

科学家认为, 宇宙开始时, 反粒子大量存在。更有科学家提出, 大爆炸10秒后, 宇宙温度约 $3 \times 10^9 \text{K}$, 光子具有与电子质量相当的高能量。这样高能的光子和光子相碰撞, 就会生成电子和正电子。当然电子和正电子相碰撞也会变成光子。

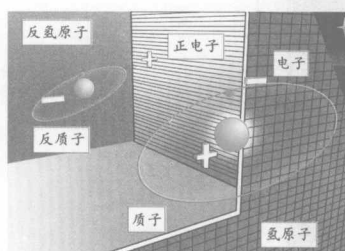
也就是说大爆炸10秒内, 在宇宙中的光生成了电子和正电子, 电子和正电子也会因为变成光而消失。再往前推至宇宙更初期, 光子的能量更高。这样的光子互相碰撞, 可能生成质量比电子和正电子更大的粒子和反粒子。大量的反粒子游荡在初期宇宙之中。



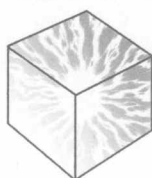
图解标题

针对内文所探讨的重点，进行图解分析，帮助读者深入领悟。

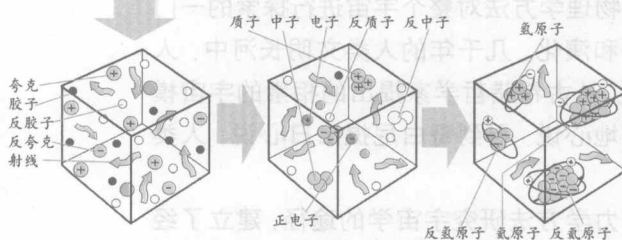
反物质理论



物质世界中的物质都有其相对的反物质。最简单的氢原子是由一个质子和一个核外电子组成的，那么就存在着由一个反质子和一个正电子组成的反氢原子。



分辨物质和反物质的唯一办法是对所研究的星系物质进行物理检验，对接收到的宇宙射线进行分析，从而寻找反物质的存在痕迹。



科学家认为，反粒子大量产生于宇宙大爆炸之初。在那时，曾有多种反粒子出现。

第四章

宇宙的开始和未来

本章主标题

本章所要探讨的主题。

插图

较难懂的抽象概念运用具象图画表示，让读者可以尽量理解文意。



图1-1-1 宇宙模型

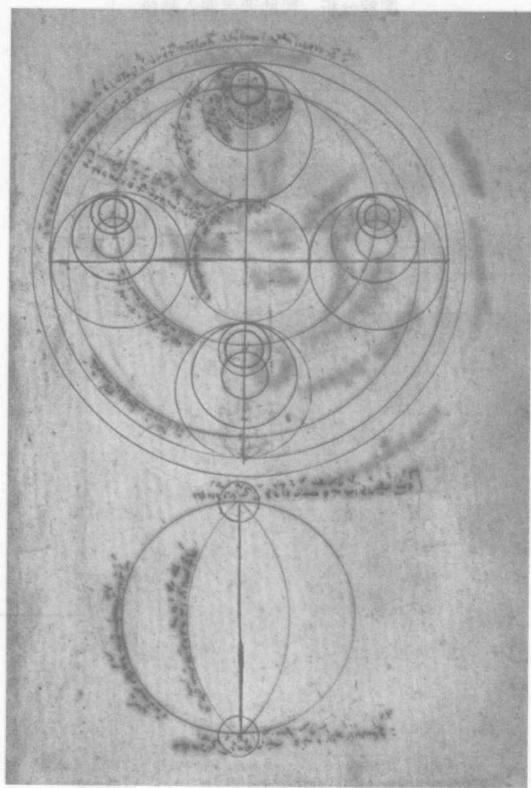
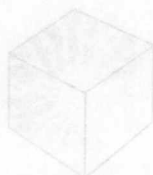


图1-1-2 宇宙模型

宇宙论是运用天文学和物理学方法对整个宇宙进行探索的一门学科，研究的是宇宙的结构和演化。几千年的文明长河中，人们对宇宙的思索从未停止过。从古希腊哲学家提出的相素的宇宙模型，到中世纪占统治地位的地心说，再到哥白尼提出日心说，人类的视野逐渐得到扩展。

17世纪，牛顿开辟了以力学方法研究宇宙学的途径，建立了经典宇宙学。到了20世纪，大量的天文观测和现代物理学的发展，使人们突破了传统的束缚，对宇宙的认知范围也愈加宽广，从而诞生了现代宇宙学。



人类文明史话

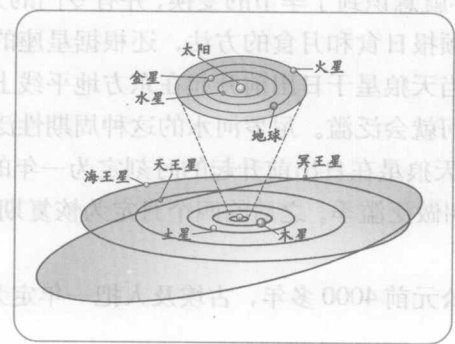
第一章 人类文明史话

从远古到现代，人类文明不断进步，从原始社会到现代社会，人类文明不断向前发展。

什么是宇宙

宇宙是无限的，它包含了所有的物质和能量。从微观的粒子到宏观的星系，宇宙无处不在。人类对宇宙的认识不断深入，从古代的“天圆地方”到现代的宇宙大爆炸理论，人类对宇宙的认识不断向前发展。

每当繁星灿烂的夜晚，我们仰望苍穹，天空中那闪亮的星辰会令我们想起许多动人的故事。牛郎织女、嫦娥奔月、北斗星君，浩瀚宇宙给人们无限遐想的空间。从古至今，从东方到西方，人类对于宇宙的认识不断更新，科学家们逐渐为我们描绘出天外之天的图景。



人类对宇宙的认识不断深入，从古代的“天圆地方”到现代的宇宙大爆炸理论，人类对宇宙的认识不断向前发展。科学家们通过观测和实验，逐渐揭示了宇宙的奥秘。从微观的粒子到宏观的星系，宇宙无处不在。人类对宇宙的认识不断深入，从古代的“天圆地方”到现代的宇宙大爆炸理论，人类对宇宙的认识不断向前发展。

与生产生活休戚相关

人类开始关注宇宙

上下四方曰宇，古往今来曰宙，宇宙即是空间和时间的统一。

■ 古代美索不达米亚发达的天文学

人类对宇宙的认识，随着人类活动范围的不断扩大而逐渐放大。受到自身居住环境的局限，人类最早的宇宙观也局限于地球之上，把高山大海当做宇宙的尽头。古代美索不达米亚人就认为，高山围起了大地，天空悬在高山之上。每天太阳横穿过天空，然后潜入地下隧道，到第二天再一次从东方升起。

但这并不意味着古代人对于宇宙的认识是一味落后无知的，相反地，古代美索不达米亚人拥有着极为发达的天文学。他们已经把行星和恒星区别开来，并对行星的运行取得了相当精确的数据。他们记载下来的行星会合周期相对误差都在1%以下。

另外，古代两河流域的人已经知道了黄道，并把黄道带划分为十二星座，每个星座都按神话中的神或动物命名。这套符号一直沿用至今，也就是所谓的黄道十二宫。

■ 古埃及的天文学

在古埃及，人们很早就意识到了季节的变换，并有专门的人负责对天象的观测。古埃及人不仅早已掌握了预报日食和月食的方法，还根据星座的运行制定了历法。

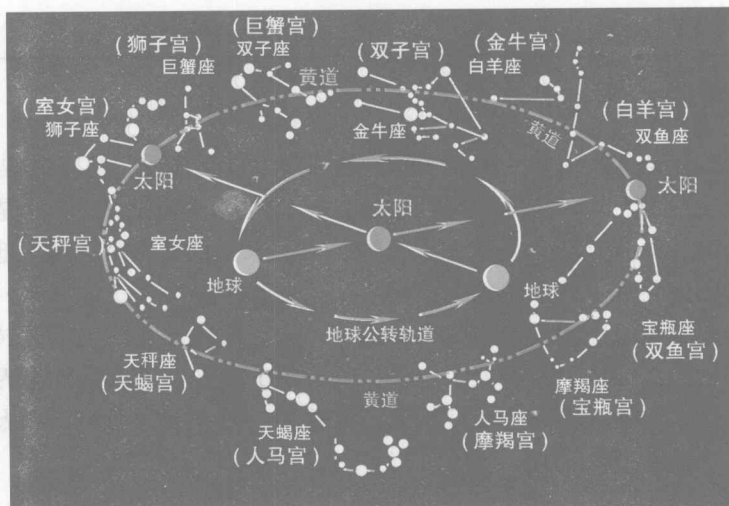
古埃及人发现，每当天狼星于日出前升起在东方地平线上，即所谓的“偕日升”，之后再过两个月，尼罗河就会泛滥。尼罗河水的这种周期性泛滥，使古埃及人产生了“季节”的概念。他们把天狼星在日出前升起的时刻定为一年的开始。开始的四个月正是尼罗河水泛滥之时，叫做泛滥季。之后的四个月定为恢复期，最后四个月定为早期，也是农作物收获期。

经过长期的观测，公元前4000多年，古埃及人把一年定为365日。这就是现今阳历的来源。

古代文明中的天文学

对于古代人来说,日月星辰的运转、宇宙的变化直接关系到他们的生产和生活。这也促使他们更加注重对于宇宙的观测和探索。从这一点上看,古代人比现代人更贴近宇宙。

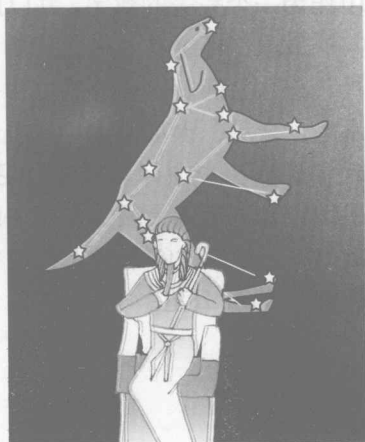
黄道十二宫



天文学上把太阳在天球背景下所走的路径,叫做黄道。古代两河流域的人已经知道了黄道,并把黄道带划分为十二星座,从春分点开始,每月对应一个星座。

天狼星周期历法

古埃及拥有一份极为方便的天狼星周期历法概念。所谓天狼星周期,亦即天狼星再次和太阳在同样的地方升起的周期。从时间上计算,这个周期为 365.25 日。



种种宇宙模型的出现

古希腊的宇宙观

古希腊人最先把对宇宙的认识和宗教观念分割开来,并力图建立一个统一的宇宙模型去解释天体的复杂运动。

■ 泰勒斯的宇宙模型

泰勒斯是公元前7世纪古希腊著名的自然科学家和哲学家,是“希腊七贤”之一。他曾预言了公元前585年5月在土耳其发生的一次日食。泰勒斯认为,水是世界初始的基本原素。大地从海底升起,并被海水包围着,海水在世界的尽头落入地狱之中。

泰勒斯的门生阿那克西曼德绘制了世界上第一张全球地图。他认为,天空是一个完整的球体,而不是悬在大地上方的半球拱形。天空围绕着北极星而运转,而地球则是一个自由浮动的圆柱体,人类处于圆柱体的平坦的一端,而人类的世界只是无数世界中的一个。在大地的周围环绕着空气天、恒星天、月亮天、行星天和太阳天等。

■ 毕达哥拉斯的地圆说

以发现勾股定理而闻名于世的古希腊数学家毕达哥拉斯提出了地球是球形的理论。他认为,地球是球形自转的天体,太阳、月亮、行星等天体的运动都是均匀的圆周运动。他把10作为一个完美的数字,并以此造出宇宙模型。宇宙的中心是中央火,地球、太阳以及其他星球都环绕在中央火周围。地球围绕着中央火转动,而在另一侧则有一个“对地星”与之平衡。这样一来,中央火、地球、对地星、太阳、月亮,再加上当时已知的水星、金星、火星、木星、土星五大行星,刚好是10个天体。

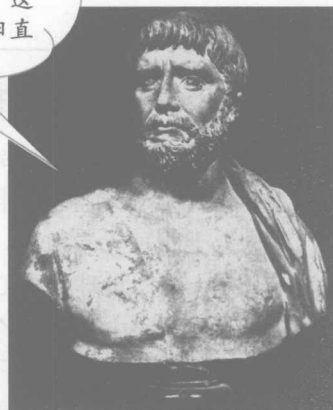
到了公元前2世纪左右,埃及托色尼又测量了地球的大小。他选择了同处一条子午线上的西恩纳城和亚历山大城,在正午时分测量两城太阳位置的偏差,并据此及两城之间的距离,算出了地球的半径大约是7300公里。而经过后世人们的测量计算,地球的平均半径约为6371公里。

古希腊人的宇宙模型

泰勒斯的宇宙模型



泰勒斯（公元前625—前547），测得太阳的直径约为日道的1/720，这与现在所测得的太阳直径相差很小。

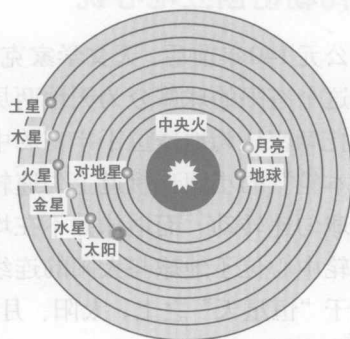


对泰勒斯来说，水是世界初始的基本原素，地球就漂在水上，海水在世界的尽头落入地狱之中。

毕达哥拉斯的宇宙模型



毕达哥拉斯（公元前580—前500），宣称数是宇宙万物的本原，企图用数来解释一切，物质运动应该符合数学规律。



地球围绕中央火转动，对地星与之平衡。10个天体到中央火的距离，与音节的音程具有同比关系，保证星球的和谐，奏出天体的音乐。