

3

二十一世纪 科学万有文库

- 奥妙无穷的天文地理 •
- 千奇百怪的生物世界 •



中国国际广播出版社

3



二十一世纪 科学万有文库

主 编：李庆康 冯春雷 曾中平

第3辑

中国国际广播出版社

目 录

现代宇宙学研究的对象和基本特点是什么?	(1)
宇宙演化的基本规律和主要参量是什么?	(4)
人能够认识宇宙吗?	(7)
什么叫太阳系?	(10)
太阳系的运动和结构有什么特征?	(16)
太阳系在宇宙中占有什么样的地位?	(19)
太阳系是怎样形成的?	(20)
太阳系内符合得很好的运动定律	
和引力规律是什么?	(24)
太阳系的年龄有多大?	(26)
为什么说万物生长靠太阳?	(27)
太阳与人类有什么密切关系?	(28)
太阳是否是静止不动的?	(30)
太阳的能量从何而来?	(32)
太阳的温度有多高,亮度有多大?	(33)
太阳有多大体积,多大质量?	(34)
“两小儿辩日”问题应怎样解释?	(35)
为什么说太阳是亿万颗恒星的代表?	(37)
如何测得日地距离?	(39)

太阳的结构是怎样的？	(40)
天文学家怎样观测太阳？	(42)
天文爱好者怎样观测太阳？	(43)
什么叫太阳光谱？	(45)
太阳有些什么成分？	(47)
首先在太阳上发现的元素是什么？	(48)
太阳的磁场有多强？	(49)
“太阳中微子失踪案”是怎么回事？	(50)
什么是太阳的临边昏暗现象？	(52)
为什么会有日食？	(54)
日食的出现有什么规律？	(56)
日全食过程中可以看到些什么景象？	(62)
为什么天文学家都偏爱日全食观测？	(63)
什么叫日冕、冕洞？	(65)
什么叫光球的米粒组织？	(68)
什么叫日珥？	(69)
什么叫耀斑？	(71)
什么叫太阳风？	(72)
太阳黑子是怎么回事？	(75)
太阳黑子是怎样分布的？	(78)
什么叫色球的谱斑？	(80)
什么叫日冕禁线？	(81)
什么是太阳中的电子、质子事件？	(82)
太阳活动对地球电离层有什么影响？	(83)
为什么会出现磁暴现象？	(86)
日出和日落时太阳为什么是红色的？	(88)

天空为什么是蓝色的？	(89)
怎样验证地球在自转？	(90)
太阳会从西方升起吗？	(92)
为什么会有昼夜之分？	(93)
为什么会有四季之分？	(94)
地球的年龄有多大？	(95)
地球有多大体积和质量？	(97)
地球是怎样演变来的？	(99)
为什么地球是生物的乐园？	(101)
为什么会有黎明前的黑暗？	(103)
地球的“尾巴”是怎样形成的？	(104)
“北极星变迁”是怎么回事？	(106)
极移是怎么回事？	(108)
行星的轨道要素是什么？	(110)
水星上有水吗？	(112)
水星上的一“天”有多长？	(113)
为什么不容易看见水星？	(115)
什么是水星近日点进动问题？	(116)
从水星上看天空是什么图像？	(118)

现代宇宙学研究的对象 和基本特点是什么？

宇宙学是一门自然科学，是天文学中的一个分支，它的研究对象是什么？在西方也有不同的看法，我们先抄下几种关于宇宙学的不同定义：

《英国百科全书》第六卷中说，宇宙学“是人们为了把世界作为一个整体，把自己作为这个整体的一部分，对这个世界作有条理的描述的目的而建立起来的各种概念和关系的体系”。

《科学技术百科全书》第六卷中说：“宇宙学是一个研究物理宇宙的整体结构的天文学分支。”

麦克威格在《宇宙论》中写道：“现代宇宙学研究大质量的河外星系团的系统，它的主题是关于宇宙整体的结构。”

由此可以看出，几种定义虽然不同，但其基本精神是一致的，都认为宇宙学的研究对象是作为整体的宇宙；把宇宙整体作为一个系统，研究它的结构和演化，就是宇宙学的主要课题。所谓整体的宇宙，是指具体的天体系统，即有限的宇宙形态。

随着人类科技水平的提高，观测范围的不断扩展，“整个宇宙”的范围也在不断地扩大，使宇宙学的对象不断地发生变化。在古代，人们只有天地的概念，天即是肉眼所见的恒星天，地即为地球，所以“整个宇宙”也无非是天地而已。在哥白尼时代，他把太阳看作宇宙的中心，这个宇宙就是太阳系的范围。

18 世纪,赫歇耳父子用自制的大型望远镜观察恒星世界的结构,第一次获得了银河系的结构图,一直到了 19 世纪,还有许多天文学家认为银河系就是“整个宇宙”,就是恩格斯在其名著《自然辩证法》中所说的“我们的宇宙”,也不过是银河系的范围。这个范围比起人类今天所说的“我们的宇宙”的范围不用说是小多了。随着科学发展,宇宙学的对象也随之从低一级的层次进入高一级的层次。

1917 年,爱因斯坦发表了题为《根据广义相对论对宇宙学所做的考查》的论文,提出了有限无界的宇宙模型,成为现代宇宙学的先声。1929 年,美国天文学家哈勃发现星系的视星等与红移之间存在着线性的关系,成为现代观测宇宙学的开端。有了上述两个分别从基础理论和天文观测方向上取得突破的重大成果,现代宇宙学便产生和发展起来了。

现代宇宙学以大尺度宇宙为研究对象,大尺度宇宙具有什么样的统一特征呢?归纳起来说,大致有以下几条:

(1) 绝大多数的河外星系的谱线红移与其距离之间存在着系统性的关系。

(2) 微波背景辐射是各向同性的,谱型接近黑体辐射。

(3) 不少星体上氦丰度都相近,按质量约在 25~28% 左右。

(4) 在星系形态上,大多数星系都可以归属为几种形态,即椭圆星系、漩涡星系、棒旋星系等。

(5) 对恒星等天体年龄的测定,发现最古老的天体年龄约为 200 亿年。

这些事实说明,现在我们所观测到的大尺度宇宙,有着整体运动的规律。“整个宇宙”是可以作为宇宙学的研究对象的。

而这个大尺度宇宙的时空特征和物质运动规律,就是现代宇宙学研究的主要课题。

现代宇宙学是一门年轻的科学,那么,它有什么特点呢?

首先是宇宙学研究对象的特殊性,前面已经讲过,现代宇宙学的研究对象是大尺度宇宙,即现今观测所及的大尺度天区,约 200 亿年的时间和 200 亿光年的空间这样广大的时空尺度。因此,它是与人类观测水平同步发展的。从历史上看,现代宇宙学的几次高潮,无一例外地是由观测到新的天文事实激发的,因此,它是一门历史的科学。

其次,宇宙学理论具有超强的演绎性。一般来说,近代自然科学是在实验和观察的基础上发展起来的,一刻也不能离开实验和观察,但是现代自然科学的演绎性大大地加强了。而现代宇宙学理论,更是具有超强的演绎性。因为宇宙学的观测材料是很不充分的,人们关于整个宇宙的知识,也十分零散而不系统,这样,宇宙模型的建立,理论推演所起到的作用就更大。

第三是假说在宇宙学中起了特殊的作用。恩格斯说过:“只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假说。”宇宙学的假说之多,在各门自然科学中是无可比拟的。各种宇宙学模型,至今无一不是假说。这种情形甚至使有些人怀疑,宇宙学究竟算不算得上是一门科学?我们认为,各种宇宙模型尽管现在还处于假说阶段,但它们都或多或少地包含着某些真理的成份,等待着实践检验。

现代宇宙学最后一个特点是它与哲学有着很深的关系。自然科学离不开哲学的支配,现代宇宙学更是如此,比如有关宇宙学原理的争论,提出了均匀性和非均匀性的关系问题,这

已经超出了自然科学所研究的范围,进入了哲学的领域。宇宙学家们都自觉不自觉地用哲学指导自己的研究工作,不少有成就的著名宇宙学家都具有符合辩证唯物主义所倡导的科学态度。同时,宇宙学的成果也证实、丰富发展了辩证唯物主义。

宇宙演化的基本规律 和主要参量是什么?

1929年,哈勃发现了星系的视星等与红移之间的线性关系,证明了宇宙的膨胀运动,在宇宙学界引起了轩然大波。此后,无论是否赞同宇宙是膨胀的,宇宙处于演化之中的思想逐渐被大多数人接受了。

宇宙的演化的基本动力是吸引和排斥的矛盾。在这一矛盾的推动之下,宇宙经历着膨胀和收缩、散逸和凝聚等运动形式的相互转化过程。宇宙的演化过程中的转化,分两个方面,即物质形态的转化和运动形态的转化。物质和运动是不可分的,有运动形态的变化,就有物质形态的变化,因此,只要对运动(即能量)的转化的研究,我们就能掌握宇宙演化的基本规律。

对运动的转化做出定量的描述的,就是能量守恒和转化定律,它是宇宙演化的基本规律。

能量守恒和转化定律是宇宙间的普遍规律,为什么会是这样呢?如果能量不守恒,能量守恒定律被打破,那么,宇宙中的能量既可以被创造出来,也可以被消灭,那么谁来创造这些

能量，消失了的能量又到哪里去了呢？如果我们是唯物主义者，就无法对此做出解释。

那么，为什么说能量守恒和转化定律是宇宙演化的基本规律呢？前面讲过，吸引和排斥是宇宙演化的基本矛盾和动力，宇宙间的一切运动，虽然纷繁复杂，但归纳起来，无非是吸引运动和排斥运动，在运动中，吸引和排斥是同时存在的，当吸引运动占据矛盾的主要方面时，宇宙的演化表现为收缩、凝聚等过程，反之，当排斥运动成为矛盾的主要方面时，宇宙的演化就表现为膨胀。宇宙的演化，都是吸引和排斥的相互转化。一切膨胀、弥散过程，达到一定程度，必将转化为收缩、凝聚过程；反之，一切收缩、凝聚过程达到一定的程度，也必定要转化为膨胀、散逸的过程。转化的这种辩证关系，就是能量守恒和转化定律。

而且，能量的守恒与转化定律也是宇宙的无限性所要求的，转化是以死灭为前提的。有了死亡，才有生长，宇宙也才能获得永生，物质和运动的不灭，正是以物质和运动的具体形态的转化为前提的，由此构成了宇宙永恒的循环，由此可见，否定了能量守恒和转化定律，其结果，必然要否认宇宙的无限性。

需要指出的是，能量守恒和转化规律是宇宙演化的基本规律，而除了这一基本规律之外，宇宙的演化还遵循其它的自然规律，包括描述构成天体的微观粒子的微观定律和表述大尺度时空状态变化的宏观定律，它们是建立在能量守恒和转化定律的基础之上的。

宇宙的演化既然是转化过程，是质变，那么在演化过程中就不断发生质态的飞跃。究竟什么是决定宇宙演化的主要参

量呢？我们说是质量。

我们知道，在质和量的关系中，量决定质，量变引起质变。在宇宙演化的领域中，质量和尺度这两个量是两个基本的变量。

具有不同质量的天体就会有不同的年龄，同处于同一演化阶段的恒星质量越大，内心温度就越高，由此造成的热核反应的速率就越大，演化速率因此加大，它的寿命也就越短。

引力收缩的速度，也是演化的一种速度，它同样是由质量所决定的。恒星演化早期，称为引力收缩阶段，质量越大，收缩时间越短。

恒星质量的不同，停留在主星序的阶段的时间也不同，因为质量越大，光度也越大，能量消耗也就越快，留在主星序阶段的时间也越短；反之，质量越小，光度也就越小，能量消耗也就越慢，停留在主星序阶段的时间也就越长。

质量不仅决定恒星的演化速度，而且还决定演化的途径和阶段，这是因为，不同的质量决定了恒星内部不同的能源形式。对于质量小于 1.5 太阳质量的恒星，内部核反应以质子—质子反应为主，若质量大于 1.5 太阳质量的恒星，内部核反应则以碳氮循环为主。如果质量小于 0.07 太阳质量，它内部的温度和密度不足以发生氢核聚变，唯一能源就是引力收缩。

一般来说，主序星以后，大部分恒星要经过爆发阶段，但是，质量小于 0.5 个太阳质量的恒星，由于质量太小，在氢核聚变结束以后，一般不经过爆发阶段就成为白矮星，白矮星的质量极限是 1.3 个太阳质量，凡是质量在 1.3~3 个太阳质量之间的恒星，一般都可以不经过爆发而直接演化为中子星。质

量大于3个太阳质量的恒星,经过爆发后,质量减少到临界质量以下,就成为中子星,否则它就继续收缩,直至它的半径小于“引力半径”时,它就变为黑洞了。

决定宇宙演化的有主要参量和次要参量之分,这说明量变也是一个复杂的过程,在这种情况下,我们必须抓住起决定作用的主要的量,质量就是这样的一个量,根据近代演化理论,知道了质量和初始化学成分,我们就可以推算恒星各个演化时期的内部状态,它的热核反应和能量向外输出的过程。由此也可见到质量是宇宙演化的主要参量。

人能够认识宇宙吗?

古往今来,人们为认识宇宙殚精竭虑,许多第一流的科学家为此贡献了一生的精力和才华,但是宇宙是这样浩瀚,人们不禁会问:人究竟能否认识宇宙?

首先介绍一下人的宇宙原理。1937年,著名物理学家狄拉克比较了一些基本的自然常数,提出了大数假说,他认为自然界中出现的没有量纲的非常大的数是彼此相关的,都可以表示为 $(10^{39})^n$, 10^{39} 是以原子单位量度的宇宙年龄,这个大数体现了宇宙中的必然性和客观联系,也说明宇宙中存在着某种和谐。

1961年,迪克在一篇文章中认为,狄拉克提出的大数,不是永远相同的,人类之所以发现它们是相同的,是由于宇宙的演化,达到了人类生存的时期,只有恰好在这个演化时期中,

这两个大数才是相同的。反过来说，正当宇宙演化到使这两个大数相同的时期，才有可能出现人类。因而才有人类对宇宙的认识，发现两个大数相同的特征。所以，这个时期的宇宙，是人的宇宙，即产生人的宇宙。当然，这个时期所出现的人，同样是宇宙中的人。人和宇宙是统一的，它们统一于宇宙的演化。这就是所谓的人的宇宙原理。

人的宇宙原理告诉我们，不是在所有宇宙都存在着人类的，而且人类的出现是宇宙演化中的罕见现象。同时，人不能选择所面临的环境的，这就决定了人类只能生活在他们所处的环境中认识宇宙。这样一来，人类彻底认识宇宙的可能性是否受到限制呢？于是本文开头所提出的问题可以转换成这样两个问题：人类能否认识我们的宇宙的去和未来？人类能否认识外宇宙？

有人比喻说：有一种昆虫，春天孵化，生活在夏天，秋天产卵后即死去。假设它有认识能力，则他只能认识夏天，这样，尽管世界上春夏秋冬交替变换，它也只知有夏，不知有冰天雪地的隆冬。与此类似，人类也只能认识他所生存的这个宇宙的特征，而不能认识外宇宙的去和未来。

科学家们大都不同意上述观点，他们是相信人类能够认识宇宙的去和未来的，他们已经开始研究混沌初开的宇宙和末日宇宙。如果宇宙的去和未来都是不可知的，那么他们所做的这一切工作不就统统失去了价值吗？科学家们认为，宇宙的历史是可以认识的，因为它的发展具有自己固有的规律，现在的宇宙是历史的宇宙的发展，宇宙的未来，又是今天的宇宙的继续，我们了解了现在的宇宙，再运用被证明为正确的科学理论，就可以追溯宇宙的去，展望宇宙的未来。只要承认

宇宙是有机联系的，是有因果关系的，那么我们可以根据这一因果关系，来确定宇宙演化过程中的每一个阶段的状态。

不过，认为可以找到一种宇宙的“终极真理”也是不现实的，每一门科学都有自己的适用范围，都有界限，牛顿力学之后又有量子力学就是明证。今天科学的现代宇宙学还是刚刚开始，很多还只是假说，等待着我们的，将是一段漫长而又曲折的道路。

那么，人类能否认识自身之外的宇宙呢？这也是一个争论的问题。剑桥大学的天文学家从人的宇宙原理推断存在着一个“宇宙系统”。通过自然选择，只有在某些宇宙中出现了生命，完成了宇宙的“自我认识”，这些宇宙便成为宇宙集合中的“可知子集”，那么人类能否根据自己宇宙中观测所得的材料，来判断自身之外的宇宙的特征呢？

物质是可知的，无限宇宙是可以认识的，这里说的是可能性，但要认识外宇宙还必须具备一定的条件。但即使一定阶段内不具备认识外宇宙的条件，暂时无法认识外宇宙，这也不能否认外宇宙的可知性。

理论物理学的发展和人的宇宙原理都承认，有许多宇宙。这种对外宇宙的确认，就是人类对外宇宙的认识。这也否定了那种认为人类完全不能认识外宇宙的观点。

科学家们还认为，如果外宇宙同人类存在着某种形式的信息传递，那么，人类还是可以认识外宇宙的。如果由于量子效应，宇宙每次并不塌缩到奇点，而是按某种机率“反弹”回来的话，这些不同宇宙之间就可能存在着某种程度的因果关系，人类认识外宇宙就有可能。同时，宇宙是一个集合，一切有限宇宙都是它的子集，因而其中必定包含着共性和演化的一般

规律,因而从“我们的宇宙”中获得的一般性规律也就是普遍适用的了。

总之,宇宙是可以认识的,不过,对宇宙的认识究竟能有多大范围,能达到怎样的深度,则是个具体问题,它将随时代和人类知识水平的发展而变化。

著名科学家希尔伯特曾满怀豪情地宣称:

“我们能够知道!

我们必须知道!”

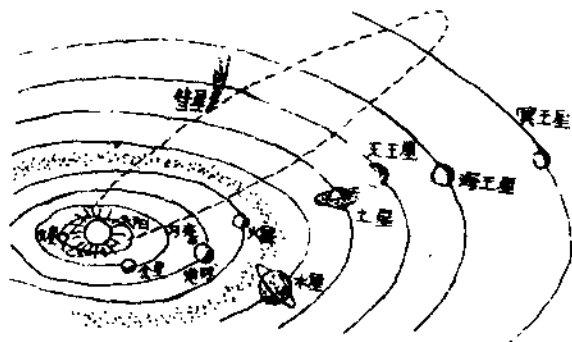
什么叫太阳系?

很

多人认为太阳系就是指太阳和它周围的九颗大行星,这是不确切的。我们所说的太阳系,不但包括太阳和九大行星,还有卫星、小行星、彗星、流星体和充满整个太阳系空间的行星际物质。

太阳系的中心天体是太阳,它的质量约占整个太阳系量的99.8%,它带着太阳系内的其它天体,遨游在无比广阔的恒星际空间。九大行星按离太阳的距离由近到远依次是:水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。冥王星距离太阳约60亿公里,天文学家认为太阳系的疆界比这个范围还要大得多。

天文学上常以地球轨道为界把大行星分为两类:位于地球轨道内的水星、金星称为地内行星,位于地球轨道外的火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星称为地外行星。两类行



· 太阳系“一家”示意图

星各有相似的视运动特征。另外，还可按质量、体积和化学组成把水星、金星、地球、火星称为类地行星，木星、土星、天王星、海王星称为类木行星，而冥王星则作为一个例外。类地行星体积小、质量小、密度大、自转慢，而类木行星则相反。现在已经发现四颗类木行星都有美丽的光环。九大行星都在近似圆形的轨道上由西向东围绕太阳公转，冥王星外，其它大行星公转轨道几乎都在一个平面上。行星绕太阳公转一周的时间就是行星上的一年。水星上的一年只有地球上的 88 天，而冥王星上的一年等于地球上的 248 年！行星公转的同时也在自转，木星自转最快，在赤道附近自转一周只用 10 小时，而金星自转最慢，一周要用 243 天。

太阳系内还有许多小行星，它们除体积比大行星要小得多外，与大行星没有本质区别。小行星绝大多数分布在位于火星与木星之间的小行星带里。最大的一颗小行星叫谷神星，直径约 1000 公里。

围绕行星旋转的天体叫卫星。除水星和金星外,其它大行星都已发现存在卫星,目前太阳系内共发现卫星 66 个,其中地球卫星 1 个,火星卫星 2 个,木星卫星 16 个,土星卫星 23 个,天王星卫星 15 个,海王星卫星 8 个,冥王星卫星 1 个。有趣的是,通过对小行星掩星的光电观测,发现有的小行星也有自己的卫星。

彗星是太阳系中比较特殊的天体。当彗星接近太阳时,组成彗星的尘埃和气体被蒸发而形成彗头。彗头的中央部分叫彗核,彗核外包围着云雾状的彗发。当彗星走到离太阳相当近的时候,彗发变大,太阳风和太阳的辐射压力把彗发内的气体和尘埃吹开,便形成彗尾,所以彗尾总是背向太阳的。彗星的质量在太阳系内是微不足道的,可是它们的体积往往很大,大的彗星彗尾可长达上亿公里。彗星的轨道分成椭圆、抛物线、双曲线三种,后两种轨道的彗星来自宇宙深处,一旦远去,就不会再回来了;而椭圆轨道的彗星则周而复始的绕太阳转动,叫做周期彗星。著名的哈雷彗星就是一颗周期彗星,它每隔 76 年回归一次。周期彗星的轨道与行星有很大不同,一般都是很扁的椭圆。

流星体是太阳系内更小的一类天体,也在绕太阳转动,它们的轨道大致可分为两类,一类成群的分布在彗星的轨道上,称为流星群;另一类像行星那样绕太阳旋转。流星体的数目巨大,地球每天都要与很多流星体遭遇,流星体以高速闯入地球大气层,与大气分子碰撞而发光发热,形成流星。大的流星体没有燃烧完的残余部分落到地面成为陨石。

行星际物质主要是指行星际尘埃和气体。行星际尘埃可看成是极小的微流星体,主要集中在黄道面内,黄道光和对日