

国家教委指定：全国中小学图书馆（室）必备书目

彩图中国青少年自然科学丛书

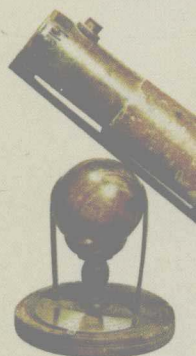
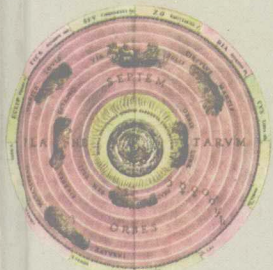
顾问 陈建生
主编 林亨国

天文卷

CAITUZHONGGUO
QINGSHAONIAN
ZIRANKEXUECONGSHU

6

辽宁人民出版社



彩图中国青少年自然科学丛书

天文卷

主 编 林亨国

撰 稿 人 林亨国 张淑琴 林 淞

辽宁人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

天文/林亨国主编. —沈阳:辽宁人民出版社,1998.7

(彩图中国青少年自然科学丛书)

ISBN 7-205-03561-9

I. 天… II. 林… III. 天文-普及读物 IV. P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04003 号

辽宁人民出版社出版

(沈阳市和平区北一马路108号 邮政编码 110001)

沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

开本:787×1092毫米 1/16 字数:262千字 印张:13 $\frac{3}{4}$ 插页:4

印数:1—10 000册

1998年7月第1版

1998年7月第1次印刷

责任编辑:李春城 于虹 王丽竹

责任校对:刘涛

邵连凯 周琳

版式设计:杨丽珠

封面设计:杨勇

赵耀今

全套定价:420.00元

勤奮學習
熱愛科學

宋健

一九九七年二月

知识就是力量
未来属于青年

周光吕

九七年二月廿七日

“彩图中国青少年自然科学丛书”

编 委 会

总 策 划:李春城

选题策划:张卫星 李春城

主 编:冯克正 郑利华 张卫星

主 任:李春城

副 主 任:过生如 于 虹 王丽竹 周 琳

编 委:(以姓氏笔画排列)

丁辰元	于 虹	王 军	王丽竹
冯克正	过生如	乔际平	何关福
张卫星	张其德	苏明义	杨 勇
邵连凯	李有浩	李春城	周 琳
郑利华	林亨国	林琬生	罗声雄
高 武	柏万良	梅多伦	

当代科学家献给未来

科学家的礼物(代前言)

青少年朋友们：

这部自然科学丛书是当代科学家写给你们——未来的科学家的一部科普读物，也是我国第一部由当代科学家撰稿、审订并配有大量彩图的大型科普读物。

我国五六十年代出版的《十万个为什么》作为一部优秀的科普读物，曾经培养了几代人，当代很多中青年科学家走上科学之路，就是从这里起步的，科学的启蒙何等重要！如今，给人类社会带来巨大变化的 20 世纪即将过去，新世纪的曙光已经依稀可见。人类即将跨进历史的新纪元。21 世纪将是一个科学技术更加突飞猛进的时代，人类将用自己的发明创造把这个世界装点得更加五光十色。广大青少年朋友可能已经意识到，当今人类社会的重要特征之一，是科学技术成为现代生产力中最活跃和决定性的因素，成为推动经济、社会发展的主导力量。科学技术人才作为科学技术的承载者，也就必然成为新世纪综合国力竞争的支撑点。科学技术的迅猛发展，必将导致国际竞争更趋激烈，一个国家和民族在竞争中取胜，并不仅仅取决于自然资源和经济实力，而更多的是依靠科学技术。说到底，综合国力的竞争，实质上是科学技术和人才的竞争。历史已经反复地证明，谁能拥有更多高素质的人才，创造和掌握最新的科学技术，并善于将科技知识转化为现实的生产力，谁就能在竞争中处于优势地位，并赢得竞争的胜利。我们的民族正面临这种新的历史的挑战。

青少年朋友们，你们是新世纪的主人，是民族的希望。我们的国家要在新世纪里再振雄风，再造辉煌的重任，就历史地落在你们的肩上。因此，你们不仅应该有对社会主义理想和信念的执著追求，而且要树立自信、自尊、自立、自强的精神，和勇于探索攀登科学高峰的意志。我们应该以当代世界

第一流的科学家为榜样。华罗庚、李四光、钱学森……都为祖国的科学事业、为人类的文明追求,贡献了毕生的心血;获得诺贝尔奖金的美籍华人科学家李政道、杨振宁、丁肇中、李远哲都被国际上公认为当代最杰出的科学家。西方学者认为,他们的辉煌成就证明,在“人类高度智慧阶层中,东方人、西方人具备着完全相同的创造能力”。从科学巨匠身上我们还看到,科学高峰人人可攀。被誉为近代最伟大的科学家之一,两度获得诺贝尔奖金的居里夫人,出身于贫苦家庭,为了读书,她曾当过女仆,甚至边工作边学习。她吃尽千辛万苦,在极端艰难凄苦的环境中把自己造就成为一代伟大的科学家。公认为物理学界有史以来最伟大的学者之一阿尔伯特·爱因斯坦,也是在坎坷不平的人生道路上顽强地学习,不懈地追求,才成为划时代的伟大学者的。国际上评价说“牛顿时代由爱因斯坦取而代之”了。让我们踏上巨人的肩膀,在新世纪里,为祖国的科学事业创造出更加辉煌壮丽的业绩来!更多地摘取科学王冠上的明珠!

青少年朋友们,当你们翻开这部书时,你们会发现,本书在科学上是具有权威性的,文字表达力求做到通俗生动。大量的彩色插图将成为你深入理解科学奥秘的重要手段。各卷中都有不少观察和实践的设计,你可以亲自动手,提高你的实践能力。

我们相信,这部书不仅会成为中小学生的参考书,对于中学教师的相关课程教学也将有重要参考价值。对于广大青少年学习研究自然科学知识也将是良师益友。因此它还有重要的收藏价值。

最后应该告诉青少年朋友的是,参加这套丛书编写的都是各方面的学者、专家。这里有中国科学院的科学家、有高等院校的教授、还有一些研究部门的专家。他们把当今世界最先进的科学成就,以及他们个人的最新研究成果介绍给青少年朋友们。特别应该提到的还有一些著名的科学家、中国科学院院士担任各卷的顾问,关心和支持这套丛书的出版,他们献出了一片爱心,对青少年朋友成长寄予殷切的希望。所以,我提议青少年朋友们应该向他们深鞠一躬,表示敬意,并用实际行动来表示不辜负他们的期望。

编者

1996年10月于北京

编 者 的 话

浩瀚的宇宙包罗万象，人类在实验室中达不到的特殊条件，很可能在宇宙中找到。宇宙有人类探索不尽的奥秘，是人类智慧的源泉。天文学是一门基础学科，它的研究成果推动了其它学科的发展，它所提出的许多新的课题常成为其它学科发展的巨大动力。第一个惰性元素氦，首先是天文学家在太阳上发现的，氦的拉丁文原意就是“太阳元素”。化学家们为了在地球上寻找这种元素，才陆续发现了其它一系列的惰性气体。最先对爱因斯坦的广义相对论进行验证的是天文学家。在相当长时间内，广义相对论的重要支柱是天文学的三大验证——恒星光线通过太阳边缘时发生弯曲，水星轨道近日点的进动和白矮星光谱线的引力红移。宇宙是有限还是无限？各种天体又从何起源？一直是哲学中争论的基本问题。

本书开篇“宇宙概说”是对宇宙的最简扼的叙说，随后依太阳、太阳系、恒星、银河系、星系的层次逐一展开。在条目编排中，先是大的条目，它是小的条目的扼要和提纲，后写小的条目，它们是大的条目有关内容的深入和扩充，又为更小的条目提纲张目。因此，具有不同文化程度的、抱有不同目的的、准备花费不同时间的青少年读者都可根据自己的情况选看到不同的深度。

本书对于各种概念的叙述，一方面都严格符合科学的要求，可作为青少年朋友们的参考教材，可作为科普工作者们选用的教材；另一方面使用的都是最通俗易懂的语言，使广大的青少年朋友们都能读懂理解。

本书汇集和绘制了大量的图片，这在国内的天文书籍中是突出的。它是各地青少年科技馆天文展览的素材，也是天文爱好者们爱不释手的精美图册。

本世纪以来，一系列高新技术的重大突破和飞速发展，极大地改变了世界的面貌和人类的生活。科学技术日益渗透于经济发展和社会生活的各个领

域。人们只有不断地努力学习，不断地汲取新的知识，充实自己，使自己的知识面相对广一些、深一些，才能作好当前的和将来的工作。

本书将天文学上已经探测到的宇宙间的各种天体和天体集团的图景呈献给读者，也叙述了天文学家对它们的存在、特性、结构和行踪，以及起源和演化的探索。还介绍了一些至今尚未能解释的现象，及一些目前普遍认为较好的理论及其致命的弱点。这些同样是引人入胜的。同样有助于青少年朋友们树立正确的宇宙观。正确的宇宙观对于人们的工作和生活的影响是深邃悠远的。

林亨国

1995年7月7日

于中国科学院北京天文台

目 录

当代科学家献给未来科 学家的礼物（代前言） 编者的话

宇宙概观	(1)	行星的公转	(19)	地球	(35)
太阳	(2)	行星轨道根数	(20)	地球内部结构	(36)
太阳结构	(3)	行星视运动	(21)	地球大气	(38)
光球	(4)	行星相对于恒星的 视运动	(21)	电离层	(39)
米粒组织	(5)	行星相对于太阳的视 运动	(22)	地球大气组成	(39)
光斑	(6)	地内行星相对于太阳的视 运动	(22)	极光	(39)
临边昏暗	(6)	地外行星相对于太阳的视 运动	(22)	地冕	(40)
色球	(6)	提丢斯—波得定则	(22)	地磁场	(41)
针状物（日芒）	(7)	卫星	(23)	地球磁层	(41)
冲浪（日浪）	(7)	行星环	(25)	磁暴	(42)
喷焰（日喷）	(8)	洛希极限	(25)	地球辐射带	(43)
日冕	(9)	土星环	(26)	潮汐	(43)
黑子	(10)	木星环	(29)	引潮力	(44)
日珥	(11)	天王星环	(29)	月球	(45)
耀斑	(13)	海王星环	(31)	月理学	(46)
太阳系	(15)	水星	(31)	环形山	(47)
日心体系	(16)	金星	(33)	月海	(48)
地心体系	(16)	温室效应	(35)	月面辐射波	(49)
行星	(17)	金星的警示	(35)	月瘤	(49)
行星的分类	(18)			月震	(49)
				月相	(49)
				月龄	(50)
				月球的起源和演化	(51)

火星	(52)	X 行星	(73)	色指数	(95)
火星极冠	(53)	小行星	(73)	赫罗图	(96)
火星上的生命	(53)	小行星带	(76)	巨星和超巨星	(97)
火星尘暴	(53)	近地小行星	(76)	主序星	(97)
火星卫星	(54)	彗星	(77)	白矮星	(98)
木星	(54)	彗核	(79)	恒星的形成	(98)
木星带纹	(55)	彗尾	(79)	恒星的演化	(100)
木星大红斑	(56)	哈雷彗星	(81)	恒星的終了	(100)
木星卫星	(57)	陨石	(82)	黑洞	(101)
木卫掩食	(57)	陨石雨	(83)	变星	(101)
伽利略卫星	(58)	陨冰	(83)	几何变星	(103)
木卫一	(58)	玻璃陨石	(83)	北冕座 R 型变星	(105)
木卫二	(59)	流星	(84)	脉动变星	(105)
木卫三	(59)	流星体	(85)	造父变星	(106)
木卫四	(60)	流星雨	(85)	爆发变星	(106)
土星	(61)	流星群	(86)	新星	(107)
土星卫星	(61)	流星余迹	(86)	超新星	(108)
土卫一	(63)	流星辐射点	(87)	类新星	(108)
土卫六	(64)	行星际物质	(87)	矮新星	(109)
土星白斑	(65)	黄道光	(87)	耀星	(109)
土星磁场	(65)	太阳系的起源和演化	(88)	金牛座 T 型变星	(109)
土星辐射带	(65)	恒星	(90)	光谱变星	(110)
天王星	(65)	星座和星名	(90)	星云变星	(110)
天王星卫星	(67)	亮度和星等	(91)	双星	(110)
海王星	(68)	光度和绝对星等	(91)	交食双星	(111)
海王星卫星	(69)	天体光度测量	(92)	目视双星	(111)
冥王星	(71)	恒星光谱	(92)	分光双星	(112)
冥王星卫星	(71)	恒星光谱分类	(94)	密近双星	(112)
水内行星	(72)	光谱序	(95)		
冥外行星	(72)				

质量交流	(112)	漩涡星系	(134)	夏至点、冬至点	(152)
星周物质	(113)	棒旋星系	(136)	天体的视运动	(152)
气盘和气环	(113)	透镜状星系	(137)	周日视运动	(153)
聚星	(113)	不规则星系	(137)	中天	(154)
星云	(114)	特殊星系	(138)	太阳时与恒星时	(154)
猎户座大星云	(115)	射电星系	(139)	地方时、区时和世 界时	(155)
星际物质	(116)	塞佛特星系	(139)	协调世界时	(157)
发射星云	(116)	类星体	(140)	月	(157)
玫瑰星云	(116)	巨星系	(141)	年	(158)
反射星云	(117)	矮星系	(142)	历法	(158)
亮星云	(118)	星系成团	(142)	太阳历、公历	(159)
暗星云	(118)	星系团、星系群	(143)	太阴历	(160)
超新星遗迹	(120)	本星系群	(144)	阴阳历、农历	(160)
蟹状星云	(120)	超星系团	(145)	二十四节气	(161)
网状星云	(121)	本超星系团	(145)	季节	(161)
行星状星云	(121)	星系的起源与演化	(145)	日晷	(163)
气体星云	(122)	总星系	(147)	日食	(163)
球状体	(124)	宇宙的起源与演化	(147)	月食	(166)
银河系	(125)			三球仪	(167)
银河	(126)			天球仪	(167)
星团	(127)			天象仪	(168)
球状星团	(127)			天文台	(169)
疏散星团	(128)			天文望远镜	(171)
星协	(129)			天文学	(175)
星族	(130)			张衡	(177)
星系	(131)			祖冲之	(178)
星系核	(132)			一行	(179)
星系盘	(132)				
星系冕	(132)				
椭圆星系	(133)				

郭守敬	(180)	附录 I 天文学大事记	(195)
哥白尼	(181)		(185)
伽利略	(182)	附录 II 天文常数表	(197)
牛顿	(183)		(192)
爱因斯坦	(184)	附录 III 最亮星表	
		附录 IV 星图	
		后 记	(203)

宇宙概观 我们所居住的地球是太阳系的一个普通成员。太阳是太阳系的中心天体,它是一个半径约 70 万公里、表面温度达 6 000 度的气体球,其核心温度高达 1 500 万度,发生着氢聚变成氦的核反应。我们赖以生存的光和热,就是由这种核反应产生的。太阳系有九个大行星,由里向外依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。除水星、金星外,大行星周围都有卫星围绕着,地球有一颗卫星,她就是月亮。最外面的大行星——冥王星离太阳约 60 亿公里。在火星和木星之间运行着几十万颗小行星。太阳系中还有质量较小的天体——彗星和流星。

晴朗夜空中有一条横亘天际的光带,被人称为银河。实际上它是由群星和弥漫物质聚集成一个庞大天体系统,叫做银河系。银河系的发光部分直径约 7 万光年,最大厚度约 1 万光年,像一个中央凸起四周扁平的铁饼,它也在绕中心轴旋转着。太阳是银河系中的一颗普通恒星,处在距轴约 $3/5$ 的地方,以每秒 250 公里的速度绕轴旋转。银河系中有大约 2000 亿颗恒星,彼此之间相距很远。离太阳最近的比邻星也有 4.3 光年之遥,约为日地距离的 27 万倍。除恒星外,银河系中还有不少由气体和尘埃组成的团块,称为星云。有的星云含有大量分子,称为分子云,常常是形成恒

星的场所。

银河系之外还有数以 10 亿计的庞大天体系统,与银河系属同一结构层次,统称星系。人类肉眼可见的最远天体——仙女座星系就是其中之一,它距离银河系 225 万光年,但在与银河系大小相当的星系中还算最近的一个。星系在宇宙中的分布是不均匀的,有的成双,有的成群,大的星系团甚至包含成百上千个星系。有些星系团又聚集成尺度更大的超星系团,在 5 亿光年以上至目前观测所及的 150 亿光年之间尚未发现不均匀的迹象(图 1)。

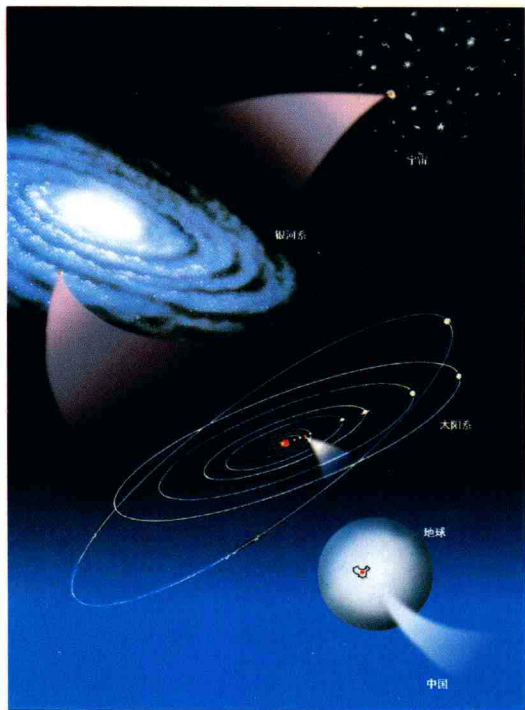


图 1 宇宙概观

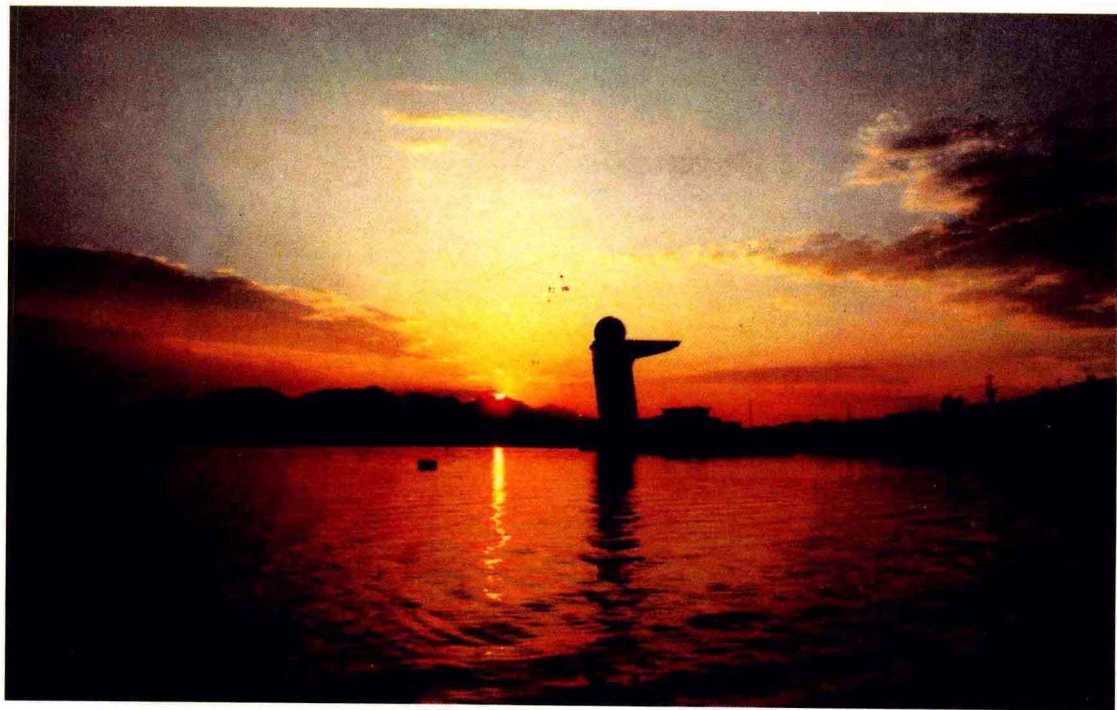


图2 太阳与北京天文台太阳光学观测基地

太阳 太阳系的中心天体,银河系的一颗普通恒星,常用符号 $\odot$ 表示。太阳系的九大行星及其它天体都在它引力作用下环绕它运动。太阳与地球平均距离(14960 万公里)约为太阳直径的 107 倍;太阳直径(139.2 万公里)约为地球直径的 109 倍,体积为地球的 130 万倍,质量为地球的 33 万倍(等于所有行星质量总和的 745 倍),平均密度为 1.4 克/厘米³。太阳是一个炽热的气体球,表面温度约 6000 度,愈向内部温度愈高,中心温度约达 1500 万度。在太阳中心区不停地进行氢核聚变成氦核的热核反应,产生

巨大的能量,主要以辐射形式,稳定地向宇宙空间发射。其中只有二十二亿分之一的能量辐射到地球,是地球上光和热的主要来源,使地球上的生命得以生存。太阳是人类唯一能够观测到表面细节的恒星。我们直接观测到的是太阳的大气层,从里向外分为光球、色球和日冕三层。大气层处于局部的激烈运动中,产生太阳活动。太阳也在自转,其周期在日面赤道带约为 25 天,愈近两极愈长(两极区约为 35 天)。通过对太阳的光谱分析,得知太阳的化学成分与地球几乎相同,只是比例不同。太阳上最丰富的元素

是氢。其次是氦,还有碳、氮、氧和各种金属。按质量计算,氢约占 71%,氦约 27%,其它元素约占 2%。银河系形如铁饼,直径约 7 万光年,平均厚约 5000 光年,太阳到银河系中心有 2.3 万光年,差不多在银道面上,仅仅向北偏离约 25 光年。太阳约以每秒 250 公里的速度绕银河系中心旋转,约 2 亿多年旋转一周。太阳相对于它周围的恒星的运动速度约每秒 19.7 公里。在银河系约有 2000 亿颗恒星,太阳是其中的一颗(图 2)。

太阳的结构 太阳表面状态与其内部的结构和状态密切相关。20 世纪 30 年代,人们对于太阳及恒星能源的探索促进了原子物理、核物理的发展,而它们又反过来帮助人们建立了太阳分层模型。太阳可分成核(核反应区)、辐射区、对流层和大气层。太阳核反应区半径大约是太阳半径的 $1/4$,物质处于高密度、高压、高温状态(在核心物质密度达 160 克/厘米^3 。压力达 3400 亿大气压、温度高达 1500 万度)。氢元素通过质子——质子反应和碳氮循环,热核聚变成为氦元素,同时释放出巨大能量。当区内的氢消耗殆尽时,反应停止,太阳就会向红巨星演化。仅占太阳总体积 $1/64$ 的核,所含质量占太阳总质量的一半,依此推断,太阳稳定存在的寿命还有 50 亿年。核反应区外面为

辐射区,范围约从太阳半径的 $1/4$ 处至 $4/5$ 处。由里向外密度由 20 克/厘米^3 降到 0.01 克/厘米^3 ,压力由 260 亿大气压降到 150 万大气压,温度由 800 万度降到 70 万度。各处向外的辐射压和温度、密度的降低相适应,处于相对平衡状态。在该区,来自内部的高能 γ 射线和 X 射线光子不断与浓密的物质粒子相碰撞,被物质粒子吸收再辐射变成软 X 射线,类此再变成远紫外线、紫外线,最后主要以可见光到达表面,然后射向四面八方。核心处产生的光子平均每走 1 厘米就要和物质粒子碰撞一次,大约需要几百万年才能以可见光形式到达表面。倘若没有辐射区的物质作用,太阳将是只发射高能射线的不可见天体。辐射区向外直至离太阳表面仅约 500 公里处是对流层。对流层厚度大约 14 万公里(但有人认为更厚,也有人认为很薄,仅约 1 万公里)。层内的氢不断电离,增加气体比热,破坏流体静力学平衡,引起气体上升或下降。由于升降很快,流体元几乎处于绝热状态(未同周围环境交换热量);又由于比热大,在重力场中上升时,流体元就比周围的温度高,密度小,因浮力而继续上升。流体元一旦下降,比周围温度低,密度大,就继续下降。这样就形成了对流。在对流层底部和顶部,温度分别约为 70 万度与 7000 度,压力分别约为 150