



诺贝尔奖 百年鉴

宇宙佳音

■ 天 体 物 理 学 ■

吴鑫基 温学诗 / 著



100
Nobel Prize

上海科技教育出版社

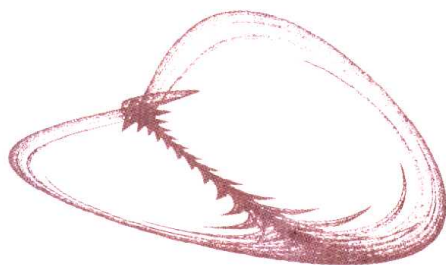


吴鑫基 温学诗 / 著

诺贝尔奖百年鉴

■ 天 体 物 理 学 ■

宇宙佳音



上海科技教育出版社

诺贝尔奖百年选

天体物理学

宇宙佳音

吴鑫基 温学诗 著

丛书策划 卞毓麟 匡志强

责任编辑 卞毓麟

装帧设计 桑吉芳

出版 上海科技教育出版社

上海冠生园路 393 号

邮政编码 200235

发行 上海科技教育出版社

经销 各地新华书店

印刷 常熟市印刷八厂

开本 787×960 1/32

印张 4.75

字数 87 000

版次 2001 年 9 月第 1 版

印次 2001 年 9 月第 1 次印刷

印数 1 - 5 000

书号 ISBN 7 - 5428 - 2662 - X/N·427

定价 8.00 元

策 划 语

从 1901 年开始颁发的诺贝尔奖,可以说是 20 世纪物理学、化学和生命科学发展的缩影。它记录了百年来这三大学科的几乎所有重大成就,对世界科学事业的发展起了很大的促进作用,被公认为科学界的最高荣誉。人们崇敬诺贝尔奖,赞叹诺贝尔奖得主们的科学贡献,并已出版了许多相关书籍。

那么,我们为什么还要策划出版这套《诺贝尔奖百年鉴》丛书呢?

这是因为,有许多热爱科学的读者,很希望有这样一套书,它以具体的科学内容为基础,使社会公众也能对科学家们的成就有一定的感性认识;它以学科发展的传承性为主线,让读者领略科学进步的永无止境;它还是简明扼要、通俗易懂的,令读者能轻松阅读,愉快受益。

基于这种考虑,本丛书将百年来三大学科的全部诺贝尔奖按具体获奖内容分为 26 个领域,每个领域写成一卷 8 万字左右的小书,以该领域的进展为脉络,以相关的诺贝尔奖获奖项目为重点,读者将不但能了解这些诺贝尔奖成果的科学内容,更能知道这个领域的发展历

程。丛书的分卷不局限于一级学科的分类,以体现现代科学之间的交融。此外,丛书还另设了3卷综述,便于读者对这三大学科的全貌有一个宏观认识。丛书29卷内容如下:

20世纪物理学革命	现代有机化学
20世纪化学纵览	无机物与胶体
20世纪生命科学进展	材料物理与化学
X射线与显微术	现代分析技术
核物理与放射化学	生物分子结构
量子物理学	量子与理论化学
基本粒子探测	蛋白质核酸与酶
场论与粒子物理	遗传与基因
粒子磁矩与固体磁性	细胞生物学
超导超流与相变	生理现象及机制
测量技术与精密计量	内分泌与免疫
天体物理学	临床医学与药物
物理学与技术	传染病与病毒
热力学与反应动力学	神经与脑科学
物质代谢与光合作用	

在丛书策划基本成形后,我们曾到上海、北京、南京等地的许多著名高校及中国科学院、中国医学科学院等科研院所征求专家们的意见,得到了他们的大力支持。许多学者不顾事务繁忙,慨然为丛书撰稿。我们谨向他们表达由衷的感谢和深深的敬意。

2000年12月10日

11.10.01

作者简介

吴鑫基,男,1935年生,1962年毕业于北京大学地球物理系天文专业。北京大学天文系教授、博士生导师,兼任中国科学院射电天文联合开放实验室学术委员会委员、乌鲁木齐天文站客座研究员。曾任国家自然科学基金委员会天文学科评委、《天体物理学报》副主编、中国天文学会理事及高能天体物理专业委员会主任和北京天文学会副理事长等职。

温学诗,女,1948年生,1975年毕业于北京大学地球物理系天文专业。现任北京天文馆编辑室主任,《天文爱好者》杂志社社长,中国天文学会组织委员会副主任,北京博物馆学会学术委员会副主任。曾任北京天文学会秘书长等职。

图书在版编目(CIP)数据

宇宙佳音:天体物理学/吴鑫基,温学诗著. —上海:
上海科技教育出版社,2001.9
(诺贝尔奖百年鉴)
ISBN 7-5428-2662-X

I. 宇…

II. ①吴… ②温…

III. 天体物理学 - 普及读物

IV. P14-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 047889 号

目录

1 一门古老而年轻的科学/1

天体和宇宙/1

天文望远镜/6

天文学与物理学/10

天文学和诺贝尔物理学奖/13

2 综合孔径射电望远镜/19

射电天文学的萌生/19

射电望远镜的崛起/21

化整为零的战略战术/25

剑桥大学的骄傲/29

射电天文学的重大突破/31

3 脉冲星和中子星/37

中子的发现和中子星的预言/37

休伊什和行星际闪烁/41

乔斯林·贝尔和脉冲星的发现/45

脉冲星的真面目/48

为贝尔博士说句公道话/51

4

脉冲双星和引力辐射/55

令人神往的引力波/55

站在脉冲星研究最前沿/57

赫尔斯的精心求证/61

理想的引力实验室/65

20 载心血验证引力波/67

5

宇宙微波背景辐射/71

大爆炸宇宙论的预言/71

迪克错失发现良机/75

射电天文绝对测量/78

微波背景辐射发现始末/81

进一步证实/84

6

恒星的结构和演化/89

恒星的一生/89

天狼 B 星之谜/91

勤奋好学的钱德拉塞卡/95

白矮星的形成/97

白矮星质量上限之争/101

7

宇宙磁流体力学/105

宇宙中的磁场和等离子体/105

等离子体在磁场中的运动/109

太阳和宇宙磁流体力学/112

太阳系和宇宙演化/114

8

宇宙化学元素合成/119

丰富多彩的物质世界/119

太阳能源和热核反应/121

质子—质子反应/124

碳—氮—氧循环/126

B²FH 理论/128

9

诺贝尔奖离我们有多远/133

本卷大事记/137



一门古老而年轻的科学

天体和宇宙

天文学是研究天体和宇宙的科学。它是一门具有悠久历史的古老学科,又是最具现代化的学科。概而观之,天文学由天体测量学、天体力学和天体物理学三大分支学科组成。

最先发展起来的是天体测量学。天象是人类最早认识的自然现象之一。在远古时代,人类在生活和生产活动中逐步积累了关于太阳、月亮以及一些亮星在天空中位置变化的知识。为了指示方向、确定时间和季节以及制定历法,天体测量学就发展起来了。早在14世纪以前,我国古代天文学家已研制出比较精确的仪器,可以比较准确地测量天体在星空中的位置。在西方,天文学家对行星运动的详尽观测研究,最终导致哥白尼(Nicholas Copernicus)于16世纪创立“日心说”。到今天,天体测量学依然具有生命力,观测手段已从光学观测发展到射电、红

1

宇
宙
佳
音





外、紫外、X 射线和 γ 射线等波段,观测精度也已极大地提高。

天体力学是研究天体的运动、形状及其变化的学科,因此需要对天体进行更精确的测量。天文学家们通过长期的观测积累了有关太阳系中行星运动的大量资料,并逐渐掌握了行星运动的规律。牛顿(Isaac Newton)用力学理论来解释行星运动规律,发现了万有引力定律,从此诞生了天体力学。天体力学成为研究天体之间相互关系的学科。在牛顿以后的 300 年中,天体力学发展很快,特别是 20 世纪人造卫星、宇宙飞船上天和计算机技术的应用,大大推动了天体力学的发展。由于天体之间的相互关系以及它们的运动非常复杂,对应用数学工具的要求越来越高,从而也推动了数学的发展。

19 世纪中叶物理学的发展促进了揭示天体物理本质的新学科天体物理学的产生。天体物理学就是用物理学的基本原理解释天体的形态、结构、物理性质、化学组成及其起源和演化的科学。最先发展起来的是测量天体的光度和光谱。到 19 世纪末 20 世纪初,物理学从经典物理过渡到现代物理,天体物理学也受到巨大的激励,几乎物理学的所有分支学科,如原子物理学、量子力学、原子核物理学、狭义相对论、广义相对论、等离子体物理学、固态物理学、致密态物理学、高能物理学等很快就成为天体物理学新的理论基础,并逐步形成相对论天体物理学、等离子体天体物理学、高能天体物理学、宇宙磁流体



力学、核天体物理学等分支学科。这样,天体物理学就成了物理学中的一个重要领域。1984年,国际纯粹及应用物理联合会正式设立天体物理学委员会。

天文学的研究对象包括太阳、太阳系、恒星、银河系、河外星系等及整个宇宙,不仅要研究它们的现在,还要研究它们的过去和将来,这样逐步形成以太阳系、太阳、恒星、银河系、河外星系、宇宙为研究对象的分支学科。只有一点例外,那就是我们自己居住的这颗行星——地球,通常被归为地学研究的范围。

太阳系是以太阳为主体的天体系统。太阳质量占太阳系所有天体总质量的99%以上,太阳强大的引力把太阳系内其他天体都牢牢地控制在自己的周围。地球只是太阳系的一个普通行星。它的直径约13 000千米,与太阳相距约1.5亿千米,每年绕太阳公转一周。太阳系内还有其他八颗大行星。这九大行星,按离太阳由近及远依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。它们大致都沿着同一方向自西向东以椭圆轨道绕着太阳转动。水星离太阳最近时两者相距4600万千米。冥王星离太阳最远,轨道直径约120亿千米。

小行星是太阳系里较小的天体。第一颗小行星“谷神星”是1801年1月发现的,到2001年1月已经发现并获国际统一永久编号的小行星数已突破20 000大关。绝大多数小行星就像一块块大小不等、形状不一的“大石块”。它们大部分分布在火星



和木星的轨道之间。彗星也是较小的绕太阳运行的天体,它们的公转轨道是非常扁长的椭圆。当彗星运行到太阳附近时被阳光照射得十分明亮,而且生成彗尾,形如倒挂的扫帚。流星体是太阳系内更小的天体,大多数是直径只有10微米到几十厘米的尘粒和固体物质,也绕太阳转动。它们进入地球大气层时,由于运动速度很快,同地球大气的分子碰撞而发热、发光、燃烧,形成明亮的光迹。也有一些比较大的流星体,在大气中没有燃尽,落到地面上成为陨石。

太阳是一颗很普通的恒星,但它是地球上光和热的泉源,因而占有特殊的地位。我们肉眼看到的是太阳的光球层,温度约6000K。日面上经常出现黑子和耀斑之类的活动现象。在光球层外还有色球层和日冕。日冕以及太阳磁场可以延伸到极其广阔的行星际空间。

银河系中有数以千亿计的恒星、许许多多的弥漫星云和到处都有的星际物质。恒星的化学组成大同小异,质量的差别也不是很大,但大小和密度却十分悬殊。太阳的半径约为70万千米,红巨星的半径比太阳大数百倍甚至上千倍,是恒星世界中的庞然大物。恒星世界中的侏儒是白矮星和中子星,白矮星的半径仅约太阳的百分之一,和地球相当,中子星更小,半径仅约10千米。红巨星、白矮星和中子星的质量与太阳的质量差别不大,它们之间的密度差别却可达几个到十几个数量级。

许多恒星的光度会发生引人注目的变化。有些变星的光度变化是周期性的,周期从一小时到几百天不等,也有的可以长达好几年。还有一些恒星的光度发生突然的剧烈变化成为新星或超新星。大多数恒星并不孤单,有的恒星有行星系统相伴,有的则是成双成对的双星系统,还有好几颗星聚在一起的,组成聚星。几十颗、几百颗乃至上百万颗恒星聚在一起则形成星团。银河系中双星约占全部恒星的三分之一。

银河系中恒星主要集中在一个扁球状的空间范围内,侧面看去像一只中间突起、四周较薄的体育运动用的铁饼。这个大“铁饼”称为银盘,银盘的对称面叫银道面,直径约8.5万光年,中央突出的部分是核球,厚约1万光年。在大“铁饼”之外,还有一部分恒星稀疏地分布在一个圆球状空间范围内,形成所谓的银晕(图1)。

银河系如此之大已是令人难以想象,但是在银河系之外还有许许多多同银河系类似、离我们非常遥远的庞大天体系统,称为河外星系。

河外星系也聚成大大小小的集团,有双重星系、多重星系以至由成百上千个星系组成的星系团。河外星系数以亿计,按它们的形态可以分为椭圆星系、旋涡星系和不规则星系等类型,此外还包括类星体、各种射电星系、赛弗特星系等“活动星系”。最远的河外星系与我们的距离超过百亿光年,对它们的观测使天文学研究的范围扩展到尺度达百亿光年的广



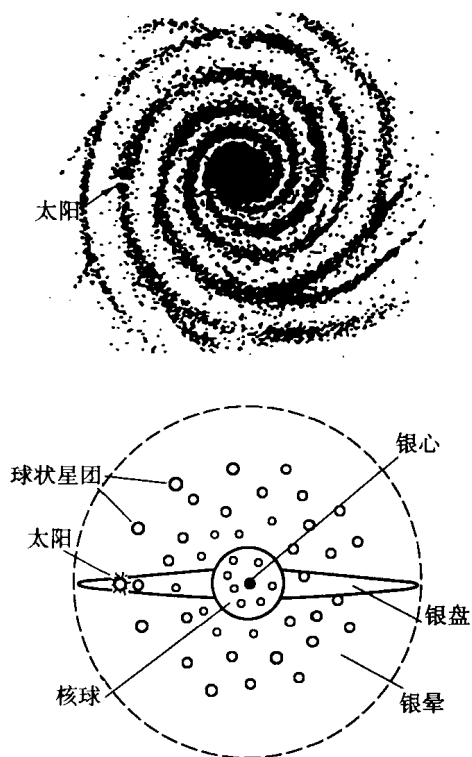


图1 银河系的结构。(上)俯视图,(下)侧视图

阔空间,并可追溯到百亿年以前发生的事件,成为现代宇宙学的重要支柱。

天文望远镜

观测是天文学研究的主要实验方法。人类基本上只能被动地接收来自宇宙空间天体发来的电磁波、高能粒子和引力波。而且,由于绝大多数天体离

我们极其遥远,到达地球的能量非常微弱,因而观测起来特别困难。浩瀚的宇宙所包含的天体不计其数,物理过程极其丰富,规模极其宏大,是地球上的任何实验室都比不了的。来自宇宙的信息永远是人类取之不尽的知识源泉。观测手段越多、越好,所能得到的信息就越丰富。正因为如此,天文观测技术总是在一浪超过一浪地不断发展。

天文学可按观测手段分为光学天文学、射电天文学、X射线和 γ 射线天文学。还有一些小的分支,如红外天文学、紫外天文学、中微子天文学、引力波天文学等。光学天文学具有悠久的历史,以致在很长一段时间里它成了天文学的同义词。在17世纪之前,天文学家只能用肉眼观测星空中几千个比较亮的天体。17世纪初伽利略(Galileo Galilei)发明了天文望远镜,人类的眼界随之大为开阔。20世纪中叶,光学望远镜的口径已达5~6米,现今的光学望远镜口径更大,功能更强。如美国口径10米的凯克望远镜、美国8.5米光谱巡天望远镜、日本口径8米的昴星团望远镜和欧洲南天天文台4台8米口径望远镜组成的等效口径为16米的甚大望远镜。1990年发射上天的哈勃空间望远镜,其口径虽仅2.4米,却因为摆脱了地球大气抖动的影响而独树一帜。光学望远镜不断改进,人类的视野便越来越广阔。

天体物理学的基本理论,诸如恒星大气结构和化学组成、恒星的内部结构和演化、星系的距离与其退行速度间的正比关系(即哈勃定律)等等,都是在

