



中国科学院

· 21 世纪科普丛书

我们的宇宙有多大

The Universe Deciphered
Decoupling of Matter-Radiation

Matter Dominated Era
Formation of Helium

Disappearance of Antiparticles
Confinement of Quarks
Formation of Protons and Neutrons

Radiation Dominated Era

Majority of Matter
Symmetry

Grand Unification Epoch

End of Quantum Gravity
Quantum Gravity

主 编
林元章
赵复垣

海峡出版发行集团 | 福建少年儿童出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP



中国科学院

21世纪科普丛书

我们的 宇宙有多大

主 编 林元章
赵复垣



海峡出版发行集团

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建少年儿童出版社

FUJIAN CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (C I P) 数据

我们的宇宙有多大 / 林元章, 赵复垣主编. -- 福州 : 福建少年儿童出版社, 2014

(中国科学院 21 世纪科普丛书)

ISBN 978-7-5395-5035-0

I . ①我… II . ①林… ②赵… III . ①宇宙—普及读物 IV . ① P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 179790 号

我们的宇宙有多大

——中国科学院 21 世纪科普丛书

主 编: 林元章 赵复垣

出版发行: 海峡出版发行集团 · 福建少年儿童出版社

<http://www.fjcp.com> e-mail: fcph@fjcp.com

社 址: 福州市东水路 76 号

邮 编: 350001

经 销: 福建新华发行 (集团) 有限责任公司

印 刷: 福州三才印刷有限公司

地 址: 福州市仓山区科技园叶厦工业区 192 号

开 本: 787 × 1092 毫米 1/16

印 张: 8.25

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5395-5035-0

定 价: 25.00 元

如有印、装质量问题, 影响阅读, 请直接与承印者联系调换。

联系电话: 0591-88035613

《中国科学院 21 世纪科普丛书》编委会名单

顾 问：中国科学院院士 欧阳自远

中国科学院院士 匡廷云

中国科学院院士 刘嘉麒

中国工程院院士 顾国彪

编委会主任：方 新

编委会副主任：孙建国 何远光 石顺科 陈效东

常 务 主 编：汤寿根 王宁寰 曹以玉 穆中红

编 委：（以姓氏笔画为序）

阮祖启 邢福生 李文光 李鸿洲 陈秀兰 陈佐忠

陈德牛 张建成 吴 娟 房 晖 林元章 林玉环

林 烈 罗保林 周家斌 郭之怀 郭开周 赵复垣

钮得禄 高家祥 党连凯 麻莉雯 睦璞如

为实现“科学梦·中国梦”播撒种子

(代序)

科学技术是人类创造性劳动的产物，是认识与改造世界的智慧结晶。当今世界处于科学技术飞速发展、社会生活瞬息万变的时代，科学传播事业直接影响着社会进步和民族兴衰。

历史事实表明，科学技术对社会的影响既取决于科学技术的发展水平，又取决于科学技术被公众理解的程度。因此，科学技术的传播普及，与一切科学活动、科学成就具有等量齐观的价值。

中国科学院有一批已经退休的老科学家，这是一个科学知识的宝库，也是科普智力资源的宝库。将科学知识和科学精神，以科学与人文相结合的科普作品奉献给社会，是这些老科学家的心愿。

少年儿童是祖国的未来。他们正处在宇宙观、世界观、人生观、价值观的形成时期，对他们进行学科学、爱科学、尊重科学的教育，对他们进行科学思想、科学精神、科学方法的熏陶，将会对他们的一生起到重大的影响。

为此，由中国科学院离退休干部工作局创意策划并主持、中国科学院老科学技术工作者协会具体承担，并得到了中国科普作家协会的帮助与支持的“中国科学院 21 世纪科普丛书”，经过多方努力和多位科学家的大力配合，历经两年多的时间，终于完成了。

这套丛书是中国科学院已退休的老科学家，献给全国青少年

的礼物。

丛书的特点是：以讲故事的方式，采取图文并茂的形式，并用生动易懂的语言，讲述当今世界最新的科技发展和我国的科研成果；剖析自然现象，揭示自然的奥秘，探索科技发展的未来。与此同时，丛书还介绍了中国科学家的奋斗事迹，介绍了他们如何用毕生的心血和无私无畏的精神，谱写了新中国科研事业的辉煌篇章。

丛书的内容涉及航天、材料、生物、天文、信息、地震多个学科领域，对生命的摇篮——地球、神秘的太空、神奇的新材料，以及低碳生活、网络世界、激光技术、现代通信、核能技术、新能源开发、机电一体化等现代高新科学技术，进行了解读。

丛书的文字简洁流畅，内容通俗易懂，选材精炼，图文并茂，力求做到科学性、思想性、艺术性的统一。

我们期望，读者朋友能够读得懂、有兴趣，从而激发他们的求知欲、好奇心和创造力，造就新一代创新人才；为实现青少年未来的“科学梦·中国梦”提供必要的基础科学知识；为贯彻落实《全民科学素质行动计划纲要》、实施科教兴国战略和建设创新型国家，做出应有的贡献。

中国科学院院长



2014年6月30日

前言

通常把地球大气以外的物体称为天体，例如太阳、月亮、行星、彗星以及更遥远的恒星。宇宙则是指空间和时间的综合体，如中国古书《淮南子》中所述“四方上下谓之宇，古往今来谓之宙”。天体和宇宙总是给人神秘的感觉。月亮上真的有吴刚伐树和玉兔捣药吗？太阳为何会发光？太阳还能照耀我们多久？太阳风暴是怎么回事？一闪一闪的星星离我们有多远？它们真是更遥远的太阳吗？银河的真相如何？我们的宇宙有多大？它是有限的还是无限的？宇宙有年龄吗？我们期望读者朋友读了本书之后，能够解开大部分疑惑。当然，解除部分疑惑之后，很可能又会有更多的问题，等待进一步的探索，而这正是推动科学进步的动力。

研究天体和宇宙的科学称为天文学。本书中“天文学家王绶琯”一文，向青少年读者介绍了一位对我国近代天文学有重要贡献、特别关心和支持青少年科普教育的著名天文学家王绶琯院士。编者希望通过王老的事迹，能够激励青少年朋友在科学的道路上努力攀登。

对于天体和宇宙的讲述，我们将从离地球最近的天体——月亮开始。“为何要探测月球”一文，除了介绍月球的基本情况外，还结合近年来包括我国在内的许多国家争先恐后探测月球的缘由进行讲解，回答了为何要探测月球，花费巨大人力、物力和财力探测月球值不值得的问题。接着讲述与地球和我们人类关系最为

密切的天体——太阳。“话说太阳”一文将会回答大家最感兴趣和最关心的太阳为何会发光，它还能照耀多长时间和太阳风暴对地球和人类有何影响等问题。“我们的宇宙有多大”则把我们带到了宇宙深处，让我们看到在茫茫宇宙中太阳不过是一颗普通恒星，太阳和太阳系的大小与最近恒星的距离相比实在是微不足道的。太阳在包含几千亿颗恒星的银河系中，以及包含几千亿个河外星系的宇宙中，仅仅是沧海一粟。

宇宙为何会有如此独特的结构？宇宙中所有天体是凭借什么力量和规律维持着如此独特的结构和运动呢？“既平常又神秘的万有引力”一文就将回答这一问题。读完了这篇文章之后，青少年朋友对宇宙将会从感性认识提升到理性认识的水平。换句话说，不仅是知其然，还能知其所以然。虽然阅读这篇文章可能需要具备一些数学和物理的基本知识，但是只要耐心和仔细阅读，每位青少年朋友都会获得不同程度的知识收益。

编者

2014年6月10日



我们的宇宙有多大

目录 Contents

天文学家王绶琯 / 赵复垣	001
---------------------	-----

为何要探测月球 / 林元章	006
---------------------	-----

月球概述	006
------------	-----

月球探测的意义	023
---------------	-----

中国的嫦娥探月工程	013
-----------------	-----

话说太阳 / 林元章	030
------------------	-----

为什么要研究太阳	030
----------------	-----

太阳的基本构造	034
---------------	-----

太阳自转和太阳辐射	039
-----------------	-----

太阳活动和太阳风暴	041
-----------------	-----

太阳对地球的影响	044
----------------	-----

太阳的诞生和消亡	050
----------------	-----

我们的宇宙有多大 / 赵复垣 053

我们身边的长度和距离 053

天文学中的长度单位——光年 056

月球和卫星的高度 058

太阳的距离 058

恒星有多远 060

银河系有多大 064

恒星的星等和造父变星 065

河外星系的距离 068

多普勒效应和宇宙膨胀 072

我们的宇宙有多大 074

既平常又神秘的万有引力 / 林烈 078

“天宫一号”里的航天员 079

小星星是怎样被“点燃”的 093

牛顿与哈雷 088

弯曲的时空 093

相对论与GPS 100

爱因斯坦未竟的宇宙交响乐 108

天文学家王绶琯

赵复垣

20 世纪 40 年代末，有一位来自中国福建省的年轻人，怀着科学救国的崇高理想，来到了英国，初学造船技术，后又学习天文学。伦敦大学天文台、格林尼治天文台，都是他求学和进行天文观测的地方。1953 年，他毅然回到了诞生不久的新中国，决心为祖国的天文事业贡献自己的热血青春。他就是王绶琯。

王绶琯出生在 1923 年，幼年时父亲就去世，由叔父抚养长大。他 1945 年到英国去留学，由于对天文学的巨大兴趣，从 1950 年起学习现代天文学。在英国的经历使王绶琯对科学有了很深的理解。

回国后，王绶琯先是在南京紫金山天文台、上海徐家汇观象台工作，1958 年奉调来到北京，参加北京天文台的建设。

太阳、星星这些天体不仅发光，还发出无线电波。接收天体无线电波的像一个“大笨篱”似的天线，就叫射电望远镜，天文学里研究天



王绶琯作科普报告

体无线电波的学科，就叫射电天文学。

1958年以前，在中国大地上还从来没有进行过射电天文观测。这一年发生了一次日环食，王绶琯和专程前来的前苏联专家一起，在海南岛的三亚进行了日环食期间的太阳射电观测，这就是中国射电天文观测的开端。



王绶琯先生（左）和国际友人

王绶琯和同事们在北京的第一项工作，是建立一个专门观测天体无线电信号的观测站。为了找到一个最合适的地方，王绶琯和一批年轻人走遍了北京附近的山山水水。最后他们在水波荡漾、一望无边的大水库——密云水库的岸边，找到了一个很理想的地方。这里除了方便接收天体的无线电信号外，地面上的人为无线电杂音很少。于是，他们在这里建起了一个射电天文观测站。



王绶琯先生在美国斯坦福大学

有了观测站，另外一项任务就是要建造射电望远镜。制造

望远镜有两种方案，一种是一台大口径的单个望远镜，另一种是制造许多台差不多一样的小口径望远镜，然后把它们接收到的信号加在一起，这样做的效果和单台的大口径望远镜基本上是一样的。前一种方案的缺点是造价特别高，后一种方案造价便宜，但是要用到复杂一点的控制和信号处理技术。



王绶琯先生和青少年在一起

根据中国的实际情况，王绶琯选择了小望远镜的方案。他们设计、建造了一个小射电望远镜的阵列，由 28 台小的射电望远镜组成，每一台的口径都是 9 米，在长度超过 1 千米的直线一字排开，很是壮观。这个望远镜阵的名称就叫“密云米波综合孔径射电望远镜”。

利用王绶琯领导建造的这个射电望远镜阵，科学家们观测到了好几万个宇宙中的无线电波源，把它们编在一个星表里，其中有很多都是国外的科学家们以前没有看到过的。王绶琯他们还通过研究无线电信号，发现了银河系里的超新星，得到了历史上的超新星爆炸后遗留下的物质的无线电图像。



LAMOST 望远镜内部的反射镜面

让太阳光通过一块棱镜，就可以把太阳光分解成美丽的七色光谱。研究天体的光谱，可以得到这个天体的最重要的信息，比如物质成分、运动速度和方向、温度甚至年龄等等。

20 世纪 90 年代初，王绶琯和其他几位天文学家一起，提出了“大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜”（常用其英文首字母组合，简称为 LAMOST 望远镜，又称为郭守敬望远镜，用以纪念我国元代杰出的天文学家郭守敬）的设想。这是一台口径 4 米的单面大型光学望远镜，它的特点是观测的天区面积很大，同时，在焦平面上使用光导纤维引导来自观测区域里的不同天体的光，这样就可以同时得到几千个天体的光谱，大大提高了观测的效率。现在已经建成的 LAMOST 望远镜，是目前世界上光谱获取率最高的天文望远镜。它凝聚着王绶琯和其他天文学家及工程师们的聪明才智和辛勤劳动。

王绶琯参加和主持了《中国大百科全书·天文学卷》的编纂

工作，这本书是对从事天文学工作的人特别有用的一本工具书。

王绶琯特别关心青少年，希望他们从小就学习科学。他在1998年建议成立“北京青少年科技俱乐部”，为有志于科学的中学生举办“科研实践”、“名家讲座”等活动，希望为中学生们创造一个浓厚的科学氛围，使他们开阔眼界，培养科学素质。他自己也多次到学校、科技馆、天文馆等地，为中學生做讲演或与他们座谈，积极参加“大手拉小手”的科学普及活动，还编写了很多青少年喜爱的科普书籍。

为了表彰和纪念王绶琯在科学上取得的成就，1993年，紫金山天文台把3171号小行星命名为“王绶琯星”。现在，天文学家王绶琯院士已90岁了，还在关心着中国的天文学事业。

LAMOST 望远镜观测室外景。

右侧稍远的是 2.16 米光学天文望远镜观测室。





为何要探测月球

林元章

月球概述

月球俗称月亮，是地球的天然卫星。月球环绕地球运行的轨道近于圆形，它绕地球一周的时间为 27.3 天。月球与地球的平均距离为 384400 千米，粗略地说即 38 万千米。如果我们乘坐时速为 1000 千米的飞机从地球出发，大约 16 天后可以到达月球；若改乘时速为 200 千米的火车，则需 80 天后到达；如果在月球与地球之间架上一座天桥，那么以每小时 6 千米的速度步行，并且日夜兼程，就得 7.3 年才能走到月球。不过我们若改乘时速为 5500 千米的火箭，只需 70 小时可以到达月球。而光线或者无线电波的速度为每秒 30 万千米，若从月球发射，只需大约 1.3 秒，即可传送到地球。

月球的直径是 3476 千米，比地球直径的 $\frac{1}{4}$ 再多一些，相当



于亚洲的大小。月球体积是地球体积的 $\frac{1}{49}$ 。月球质量是 7350 亿吨，是地球质量的 $\frac{1}{81}$ 。月球的平均密度 3.34 克 / 立方厘米，小于地球的平均密度 5.52 克 / 立方厘米。

人们在农历月初至月末的不同日子里，看到的月亮形状（称为月相）是不一样的（图 1-1）。这是由于月球绕

图 1-1 月相变化图



地球运行的过程中，人们从地球上看到月球被太阳照亮的面积和形状不同造成的。图 1-2 中央为地球，环绕它的是位于不同位置的月球，太阳光从右面射向地球和月球，它们面向太阳的半球为亮区，背向太阳的半球为暗区。图 1-2 中最外层圆圈上的一排小圆圈表示，当月球在不同位置时，