



宇宙简史

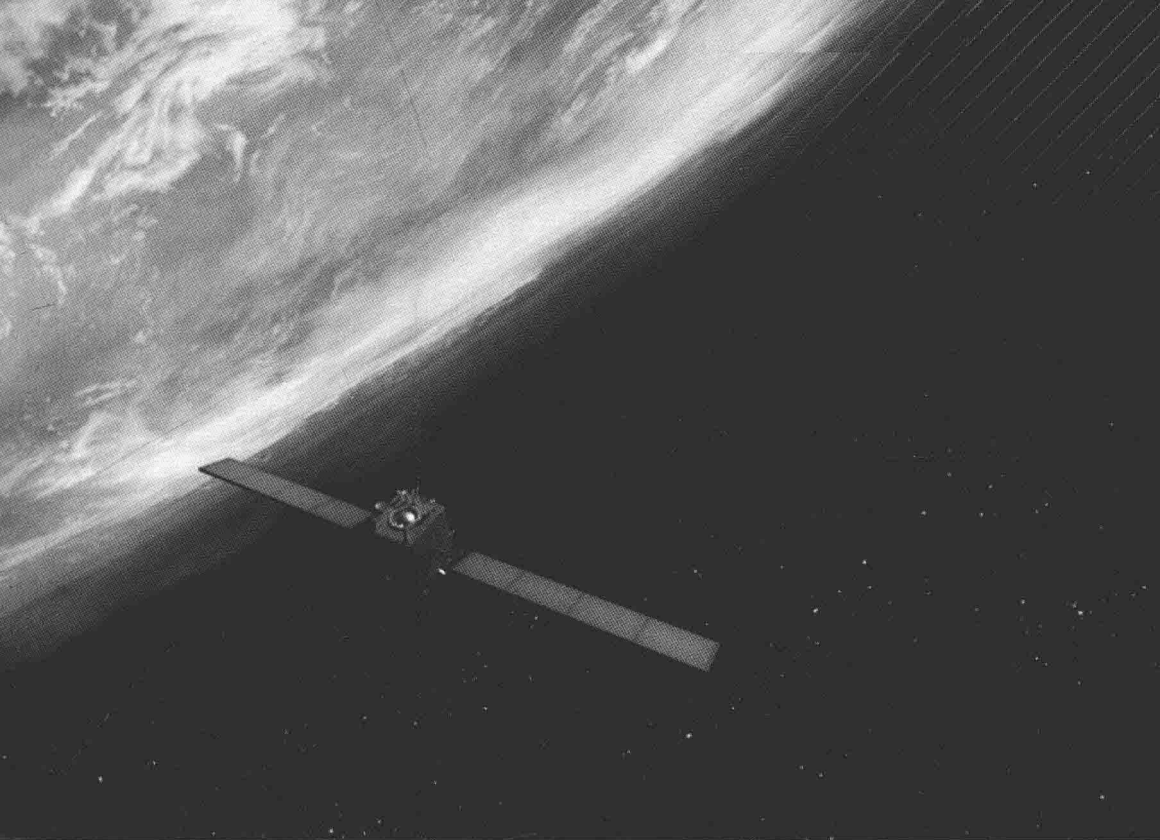
—— 赵江南 著 ——

A
BRIEF
HISTORY
OF
UNIVERSE



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



宇宙简史

赵江南 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

宇宙简史/赵江南著. —武汉: 武汉大学出版社, 2015. 9
ISBN 978-7-307-16494-9

I. 宇… II. 赵… III. 宇宙—普及读物 IV. P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 186879 号

封面图片为上海富昱特授权使用(© IMAGEMORE Co., Ltd.)

责任编辑:任仕元 责任校对:李孟潇 整体设计:马 佳

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:湖北省荆州市今印印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 19.5 字数: 380 千字 插页: 1

版次: 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-16494-9 定价: 39.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。



前言

宇宙是如何起源的，又是如何演化、发展、灭亡的？自古以来一直是人类最感兴趣和不断探索的问题。关于宇宙的问题，历史上曾出现过各种神话故事，但作为一门科学，应该建立在严格的理论和实验基础上。

从柏拉图、亚里士多德的地心说，到哥白尼的日心说，从牛顿的万有引力理论到爱因斯坦的广义相对论，直到霍金的量子引力论，人类就是这样一步一步地来认识自然规律的。

人类是从认识太阳、月亮、太阳系中的行星开始认识宇宙的。很长一段时间，宇宙被认为是空间上无边无际、时间上无头无尾的物质的总和。但随着科学技术的发展，人类已经观察到宇宙的边缘。一些天文观测事实和理论研究使人们相信宇宙产生于爆炸的一瞬间，所以宇宙的概念发生了根本性的变化。天文学的研究需要人们认识自然的最新知识，需要最先进的技术，而且天文学永远是人类认识自然的最前沿的科学。但是，天文学又是最古老的科学，它几乎是伴随人类同时产生的，现代天体和宇宙所有的新概念都经历了漫长的发展，所以现代天文学是建立在人类不断追求和探索的基础之上的。

现代天文学的研究和宇宙探索还可以启发人们去思考、探索与人类的现在和将来息息相关的各种应用技术。如对太阳发光及能量来源机制的研究获得了核聚变理论。宇宙中还有更多比核聚变能量更高的天体存在，这就向人们提出了存在新的更有效的能源转换规律的可能性。这对地球上深受能源问题困扰的人类，难道不是一个福音吗？但现在，天文学给出的更多的是问题，而非答案。如，黑洞真的存在吗？宇宙中除地球以外还有其他地方存在生命吗？有比人类更高级的生命吗？还有新的物质、能量（暗物质、暗能量）形式存在吗？一旦这些问题得到解决，必将引起自然科学的重大变革。

总之，这是一本较全面了解天文学和宇宙探索的科普读物。





目 录

第1章 绪论 / 1

1.1 天文学研究的对象、方法和意义 / 1

1.1.1 天文学研究的对象 / 1

1.1.2 天文学研究的方法 / 1

1.1.3 天文学三大分支 / 2

1.1.4 天文学研究的意义 / 2

1.2 天文学的起源及发展简述 / 3

1.2.1 地心说 / 4

1.2.2 日心说 / 6

1.2.3 近代天文学 / 6

1.2.4 现代天文学 / 7

1.3 时间和历法 / 9

1.3.1 天球 / 9

1.3.2 节气 / 12

1.3.3 时间 / 13

1.3.4 历法 / 16

1.3.5 干支纪时和属相 / 18

1.3.6 周 / 19

1.4 天文望远镜 / 20

1.4.1 天体的辐射 / 20

1.4.2 光学望远镜 / 21



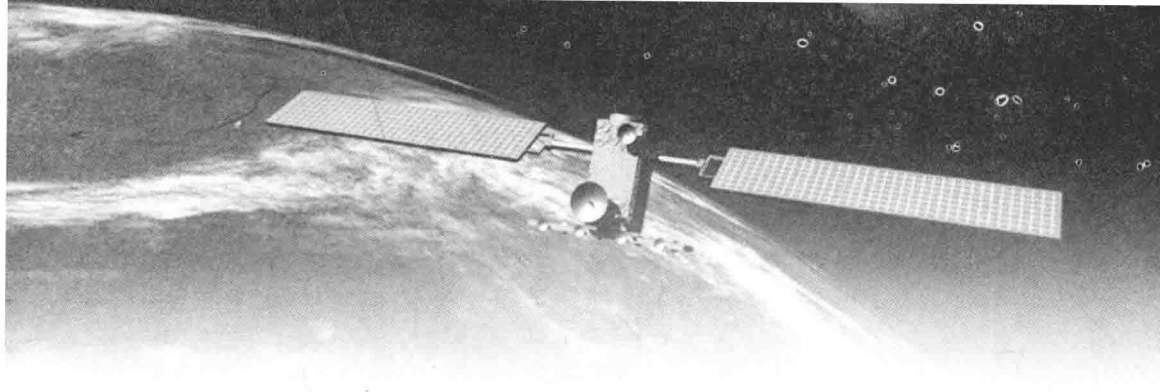


- 1.4.3 光学望远镜发展简史 / 23
- 1.4.4 射电望远镜 / 24
- 1.4.5 射电望远镜发展简史 / 24

第2章 太阳系 / 28

- 2.1 太阳 / 28
 - 2.1.1 太阳的基本参数 / 29
 - 2.1.2 太阳大气 / 29
 - 2.1.3 日球 / 32
 - 2.1.4 太阳的能量来源 / 32
 - 2.1.5 太阳中微子之谜 / 34
- 2.2 地球和月球 / 36
 - 2.2.1 地球的基本参数 / 36
 - 2.2.2 地球大气 / 37
 - 2.2.3 地球的自转、公转和地轴进动 / 38
 - 2.2.4 月球的基本参数 / 38
 - 2.2.5 盈亏现象 / 38
 - 2.2.6 月球的表面状况 / 39
 - 2.2.7 日、月、地天文现象 / 39
 - 2.2.8 日地空间 / 42
- 2.3 太阳系的其他天体 / 45
 - 2.3.1 八大行星 / 45
 - 2.3.2 太阳系的小天体 / 49
 - 2.3.3 柯伊伯带和冥王星 / 55
 - 2.3.4 太阳系有其他大行星吗? / 56
- 2.4 太阳系的起源和演化 / 57
 - 2.4.1 太阳系起源的研究简史 / 58
 - 2.4.2 太阳系起源的现代观点 / 60





2.4.3 太阳系的演化 / 61

2.4.4 太阳系外行星 / 62

第3章 恒星 / 64

3.1 恒星参数的测定 / 65

3.1.1 恒星的距离 / 65

3.1.2 恒星的亮度和视星等 / 67

3.1.3 恒星的光度和绝对星等 / 67

3.1.4 恒星的大小、质量和密度 / 68

3.2 恒星光谱及其相关性质 / 69

3.2.1 恒星光谱与氢原子谱线 / 69

3.2.2 光谱在恒星研究中的应用 / 71

3.2.3 恒星的光谱、颜色和表面温度之间的关系 / 72

3.2.4 恒星的赫罗图 / 73

3.3 变星和新星 / 74

3.3.1 造父变星 / 75

3.3.2 新星和超新星 / 76

3.4 恒星集团 / 77

3.4.1 双星 / 77

3.4.2 聚星 / 78

3.4.3 星团 / 79

3.4.4 星协 / 79

3.5 星云和星际物质 / 80

3.5.1 星云 / 80

3.5.2 星际物质 / 80

3.6 恒星的起源和演化 / 81

3.6.1 恒星的内部结构 / 82

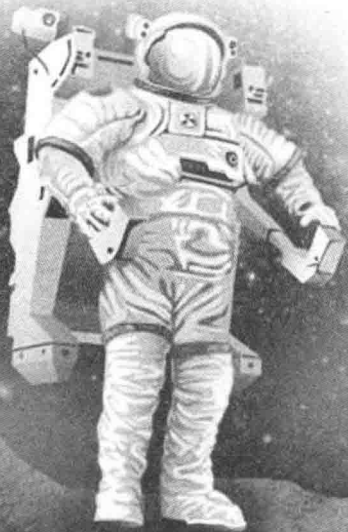


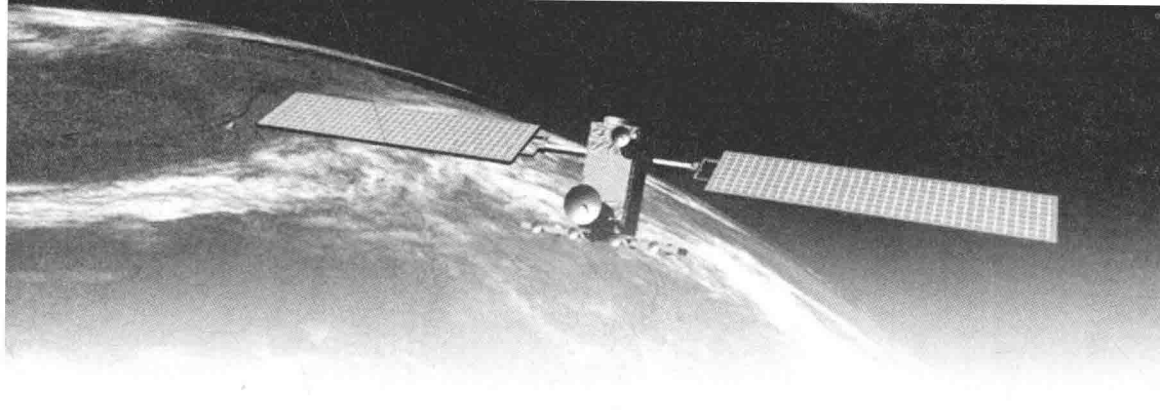


- 3.6.2 恒星的年龄 / 83
- 3.6.3 引力收缩阶段 / 83
- 3.6.4 主星序阶段 / 84
- 3.6.5 红巨星阶段 / 85
- 3.6.6 爆发阶段 / 85
- 3.6.7 临终阶段 / 86
- 3.6.8 小结 / 87

第4章 星系 / 90

- 4.1 银河系 / 91
 - 4.1.1 银河系的结构 / 91
 - 4.1.2 银河系的运动 / 93
 - 4.1.3 星族 / 93
 - 4.1.4 银河系中心是巨大黑洞 / 93
 - 4.1.5 银河系经典理论与起源学说简介 / 94
- 4.2 河外星系 / 95
 - 4.2.1 河外星系的分类 / 96
 - 4.2.2 星系团 / 97
 - 4.2.3 银河系附近的三个著名星系 / 97
 - 4.2.4 多普勒效应和谱线红移 / 99
 - 4.2.5 河外星系的起源演化简介 / 100
- 4.3 正常星系和特殊星系 / 101
 - 4.3.1 正常星系 / 101
 - 4.3.2 特殊星系 / 102
 - 4.3.3 类星体 / 103
 - 4.3.4 哈勃常数 / 105
 - 4.3.5 类星体红移的可能机制和能量来源 / 106
 - 4.3.6 类星体研究的最新成果 / 108





第5章 致密天体 / 109

- 5.1 白矮星和黑矮星 / 110
 - 5.1.1 白矮星 / 110
 - 5.1.2 黑矮星 / 111
- 5.2 中子星和脉冲星 / 111
 - 5.2.1 脉冲星 / 112
 - 5.2.2 中子星 / 113
 - 5.2.3 脉冲双星和引力波探测 / 115
- 5.3 黑洞和白洞 / 116
 - 5.3.1 引力坍缩与黑洞 / 117
 - 5.3.2 黑洞的性质 / 120
 - 5.3.3 寻找黑洞 / 122
 - 5.3.4 天鹅座 X-1 的特征 / 124
 - 5.3.5 黑洞研究的最新成果 / 125
 - 5.3.6 白洞 / 127
 - 5.3.7 白洞的性质 / 129
- 5.4 虫洞和时空隧道 / 130
 - 5.4.1 虫洞 / 130
 - 5.4.2 时空隧道 / 130
 - 5.4.3 索恩 (Kip Thorne) 和电影《星际穿越》 / 131

第6章 宇宙论 / 136

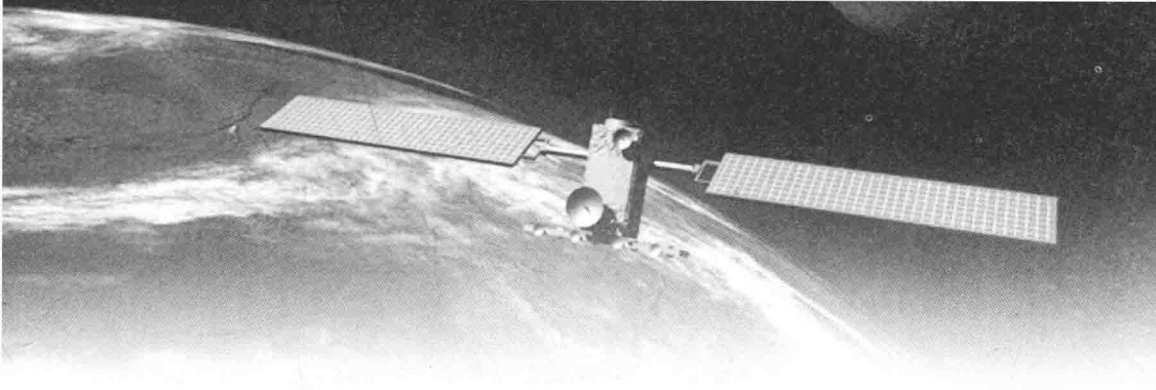
- 6.1 两种不同的时空观 / 136
 - 6.1.1 牛顿时空观 / 136
 - 6.1.2 相对论时空观 / 138
- 6.2 3K 宇宙微波背景辐射 / 143
 - 6.2.1 消除不掉的噪声 / 143





- 6.2.2 宇宙起源的大爆炸理论 / 144
- 6.2.3 背景辐射的确认 / 148
- 6.2.4 背景辐射的均匀性 / 150
- 6.3 宇宙的形状和年龄 / 151
 - 6.3.1 宇宙的形状 / 152
 - 6.3.2 宇宙的年龄 / 154
- 6.4 宇宙学的其他模型 / 155
 - 6.4.1 稳恒态模型 / 155
 - 6.4.2 疲劳光宇宙论 / 156
 - 6.4.3 阿普天体 / 157
 - 6.4.4 星系和反星系 / 157
 - 6.4.5 收缩的宇宙 / 158
 - 6.4.6 小结 / 158
- 6.5 宇宙早期的暴胀模型 / 159
 - 6.5.1 大爆炸理论的缺陷 / 159
 - 6.5.2 大统一理论 / 161
 - 6.5.3 暴胀宇宙模型 / 162
- 6.6 宇宙中的其他问题 / 164
 - 6.6.1 下落不明的质量和暗物质 / 164
 - 6.6.2 宇宙中的暗能量和宇宙的加速膨胀 / 167
 - 6.6.3 宇宙线及其起源 / 169
 - 6.6.4 化学元素的产生 / 171
 - 6.6.5 宇宙中的常数 / 173
 - 6.6.6 引力波 / 174
 - 6.6.7 人类面临的挑战 / 176
- 6.7 宇宙新奇模型 / 177
 - 6.7.1 大挤压理论 / 177
 - 6.7.2 平行宇宙 / 178





- 6.7.3 无限宇宙 / 182
- 6.7.4 气泡宇宙 / 182
- 6.7.5 数学宇宙 / 183
- 6.7.6 婴儿宇宙 / 183

第7章 地外生命 / 184

- 7.1 关于生命 / 184
 - 7.1.1 生命的定义 / 184
 - 7.1.2 生命存在的条件 / 185
 - 7.1.3 生命的起源 / 185
- 7.2 地外生命 / 186
 - 7.2.1 地外生命存在的依据 / 186
 - 7.2.2 地外生命的探测 / 188
- 7.3 地外文明 / 190
 - 7.3.1 地外文明存在的可能性 / 190
 - 7.3.2 地外文明的分类 / 192
 - 7.3.3 地外文明的探索 / 193
 - 7.3.4 UFO 现象 / 197

第8章 霍金的宇宙 / 199

- 8.1 一个好汉三个帮 / 201
 - 8.1.1 费因曼 (Richard Feynman) / 201
 - 8.1.2 瑞斯 (Martin Rees) / 202
 - 8.1.3 哈特尔 (James Hartle) / 202
 - 8.1.4 彭罗斯 (Roger Penrose) 和彭罗斯楼梯 / 202
- 8.2 时空奇点 / 203
 - 8.2.1 奇点定理 / 204

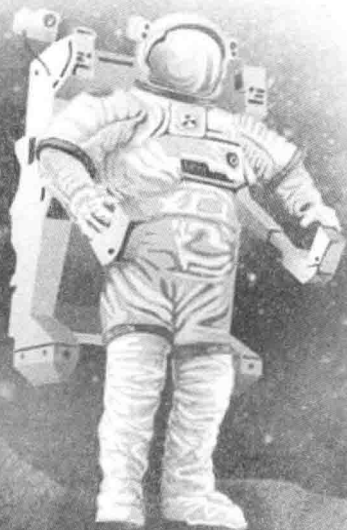


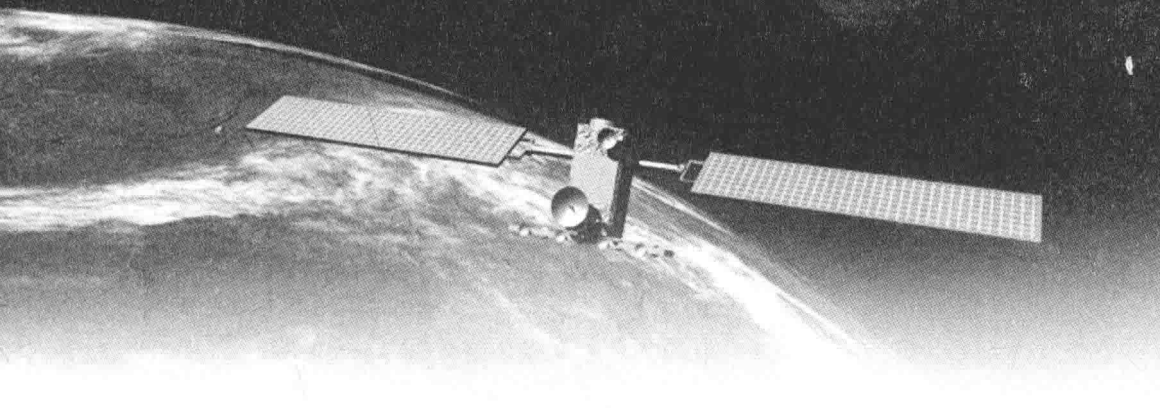


- 8.2.2 奇点的消失 / 204
- 8.3 黑洞不是那么黑了 / 205
 - 8.3.1 不确定原理 / 205
 - 8.3.2 黑洞的辐射 / 207
 - 8.3.3 黑洞不是那么黑了 / 208
 - 8.3.4 黑洞的空间弯曲 / 208
 - 8.3.5 霍金的灰洞理论 / 209
- 8.4 时空再认识 / 210
 - 8.4.1 时间的形态 / 210
 - 8.4.2 虚时间 / 211
 - 8.4.3 p -膜理论 / 211
 - 8.4.4 全息术在高维空间中的应用 / 212
 - 8.4.5 从膜到泡泡 / 214
 - 8.4.6 回到从前和飞向未来 / 214
- 8.5 量子引力论 / 216
 - 8.5.1 什么是量子引力 / 216
 - 8.5.2 量子引力论的特征 / 217
 - 8.5.3 量子引力论的困难所在 / 217
- 8.6 量子宇宙学 / 218
 - 8.6.1 宇宙的波函数 / 218
 - 8.6.2 M理论 / 218

第9章 宇宙探索 / 220

- 9.1 国际主要空间探索机构 / 220
 - 9.1.1 美国航天局 / 220
 - 9.1.2 欧洲航天局 / 221
 - 9.1.3 俄罗斯联邦航天局 / 222





- 9.2 国际著名天文台 / 222
 - 9.2.1 英国格林尼治天文台 / 222
 - 9.2.2 美国夏威夷莫纳克亚天文台 / 223
 - 9.2.3 美国帕洛马山天文台和威尔逊山天文台 / 224
 - 9.2.4 欧洲南方天文台 / 225
 - 9.2.5 波多黎各阿雷西博天文台 / 226
- 9.3 大型观测设备 / 227
 - 9.3.1 双子望远镜 / 227
 - 9.3.2 昴星团望远镜 / 227
 - 9.3.3 凯克望远镜 / 228
 - 9.3.4 欧洲南方天文台甚大望远镜 / 228
 - 9.3.5 哈勃太空望远镜 / 229
 - 9.3.6 开普勒太空望远镜 / 232
 - 9.3.7 大麦哲伦望远镜 / 233
 - 9.3.8 三十米望远镜 TMT / 234
 - 9.3.9 欧洲极大望远镜 / 235
 - 9.3.10 阿塔卡玛大型毫米波天线阵 / 235
 - 9.3.11 韦伯太空望远镜 / 237
- 9.4 重大事件 / 238
 - 9.4.1 第一颗人造地球卫星 / 238
 - 9.4.2 第一位宇航员 / 238
 - 9.4.3 月球探测和阿波罗计划 / 239
 - 9.4.4 航天飞机 / 240
 - 9.4.5 深度撞击 / 241
 - 9.4.6 火星探测器 / 242
 - 9.4.7 国际空间站 / 244
 - 9.4.8 罗塞塔飞船和菲莱探测器 / 246

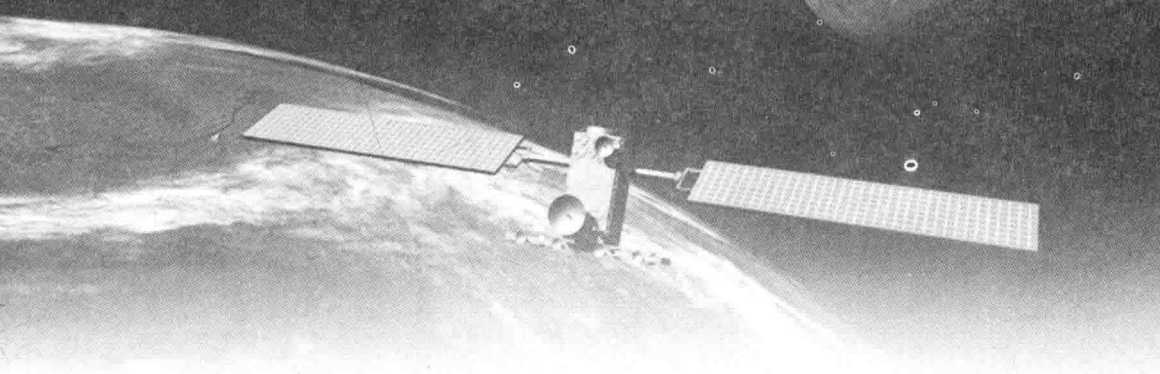




第10章 中国天文学和空间探测概况 / 248

- 10.1 中国天文学研究简史 / 248
 - 10.1.1 天象观察 / 248
 - 10.1.2 代表人物 / 249
 - 10.1.3 主要成就编年记 / 249
- 10.2 主要研究和探测机构 / 250
 - 10.2.1 国家天文台 / 250
 - 10.2.2 紫金山天文台 / 256
 - 10.2.3 上海天文台 / 257
 - 10.2.4 国家授时中心 / 258
 - 10.2.5 中国国家航天局 / 258
 - 10.2.6 中科院空间中心 / 260
- 10.3 高等教育 / 261
 - 10.3.1 南京大学天文与空间科学学院 / 261
 - 10.3.2 北京大学天文学系 / 262
 - 10.3.3 北京师范大学天文学系 / 262
 - 10.3.4 中国科学技术大学天文学系 / 262
 - 10.3.5 清华大学天体物理中心 / 263
- 10.4 神舟飞船 / 263
 - 10.4.1 飞船结构 / 264
 - 10.4.2 神舟一号 / 265
 - 10.4.3 神舟五号 / 265
 - 10.4.4 神舟系列 / 266
 - 10.4.5 天宫一号 / 267
- 10.5 嫦娥工程 / 267
 - 10.5.1 嫦娥一号 / 269
 - 10.5.2 嫦娥二号 / 269





- 10.5.3 嫦娥三号 / 271
- 10.5.4 嫦娥四号 / 272
- 10.5.5 嫦娥五号 / 272
- 10.5.6 载人登月计划 / 273

附录 1 常用天文常数 / 274

附录 2 88 个星座名称及分布图 / 275

附录 3 三种宇宙速度 / 278

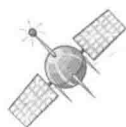
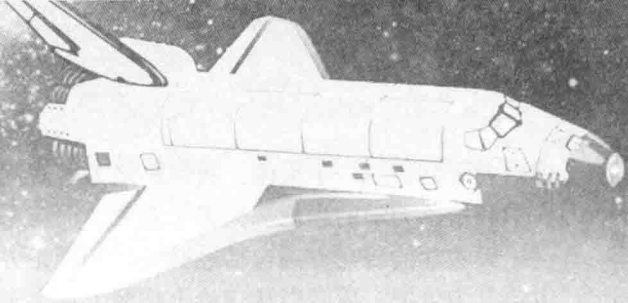
附录 4 有关天文学的诺贝尔物理学奖 / 279

附录 5 天文学与宇宙探测大事记 / 289

附录 6 关于本书数据的一点说明 / 297

参考文献 / 298





第1章 绪论

1.1 天文学研究的对象、方法和意义

天文学是自然界最基本的科学。俗话说：上知天文、下知地理。这是对一个人知识渊博的一种赞美。

1.1.1 天文学研究的对象

早期天文学研究的对象主要是天体，而现代宇宙学则包括观测所及的时间、空间和物质的总和，以及宇宙的结构和发展的学科。对某个具体的天体而言，它的位置、分布、运动、结构、物理状态（如温度、压力、体积等）、化学组成和演化规律等都是要研究的内容。天体的结构可分为三个层次，即太阳系、银河系和总星系。这三个层次一个高于一个，太阳系包含在银河系内，而总星系又包含了银河系和其他河外星系。

1.1.2 天文学研究的方法

天文学主要通过观测天体发射到地球的辐射，发现并测量它们的位置，探索它们的运动规律，研究它们的物理性质、化学组成、内部结构、能量来源及其演化规律。

由于天体的空间尺度和时间过程、能量形式和能量绝对值等远远超出了地球实验室所能提供的条件，所以天文学的研究方法和手段也应有别于现有其他学科的研究方法和手段。大家知道，对一个宏观物体，如车辆的运动，应用牛顿力学的理论去研究就绰绰有余了；对一个微观客体，如电子、原子的运动，就应该用量子力学的





理论去研究；对一个天体，我们称之为宇观问题，如星系的运动，显然上述牛顿力学和量子力学的理论都失去了意义，而应采用相对论力学去研究。

天文学的研究方法包括经验方法和理论方法两种。前者以尽可能多地获取宇宙信息为依据，后者以从理论上解释上述宇宙信息的含义为目的。单纯的理论分析很难确定宇宙、天体新的本质和特殊的属性，往往要通过观察才能发现这些属性。因此，天文学的理论和模型应当建立在不断地概括总结经验材料的基础上。另外，观测所获得的大量原始资料，只有通过理论分析才能在新的天文学理论中发挥作用。

经验方法又分为以下两种。

(1) 通过观测的方法：主要借助于光学望远镜和射电望远镜来获取宇宙的信息。

(2) 通过实验的方法：它是观测手段发展到高级阶段的产物，如人造卫星、登月飞船、航天飞机、空间探测器、太空望远镜、空间站等都是人类用于探测宇宙的实验手段。

理论方法主要是指利用数学、力学、物理学和其他学科的成果，通过理论推理而得到有关天体的科学结论的一种综合分析方法。



1.1.3 天文学三大分支

按照研究方法，天文学大体可分为三个重要分支：天体测量学、天体力学和天体物理学。

(1) 天体测量学：研究和测定天体的位置和运动，建立基本参考坐标，确定地面点的坐标，测量时间等。

(2) 天体力学：研究天体的力学运动和形状。由于多体问题的力学求解非常困难，所以天体力学主要考虑太阳系的天体运动。例如用摄动理论和数值方法编算天文年历。

(3) 天体物理学：应用物理学的技术、原理和理论，研究天体的形态、结构、化学组成、物理状态和演化规律等。它的次级学科很多，按照所研究的对象可分为太阳物理学、太阳系物理学、恒星物理学、恒星天文学、星系天文学、宇宙学、宇宙化学、X射线天文学、中微子天文学；根据其观测手段又可分为射电天文学、空间天文学和高能天体物理学；从研究方法上又可分为实测天体物理学和理论天体物理学。



1.1.4 天文学研究的意义

作为一门基础自然科学，天文学的任何进步都对人类社会具有重要的积极意义。直到今天，精确的时间和历法仍然是按照太阳系和恒星的运动确定的。我国