



走进科学大门丛书

QIMIAO DE YUZHOU ER

奇妙的宇宙 二

——恒星和太阳系

胡中为 编著



人民教育出版社
PEOPLE'S EDUCATION PRESS



走进科学大门丛书

QI MIAO DE YUZHOU ER

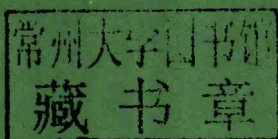
奇妙的宇宙 二

——恒星和太阳系

胡中为 编著



人民教育出版社·北京
PEOPLE'S EDUCATION PRESS



图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙的宇宙. 二, 恒星和太阳系 / 胡中为编著. — 北京: 人民教育出版社, 2017.12
(走进科学大门丛书)

ISBN 978-7-107-26602-7

I. ①奇… II. ①胡… III. ①宇宙—普及读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 310623 号

奇妙的宇宙 二

—— 恒星和太阳系

胡中为 编著

出版发行 人民教育出版社

(北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司

版 次 2017 年 12 月第 1 版

印 次 2017 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米 × 1 092 毫米 1/16

印 张 21

字 数 282 千字

印 数 0 001 ~ 5 000 册

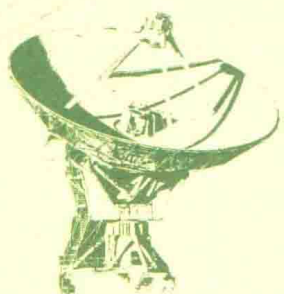
定 价 69.00 元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题、印装质量问题, 请与本社联系。电话: 400-810-5788



胡中为

1938年10月生。1960年毕业于南京大学天文系，留校任教。系国际天文学联合会会员，曾任中国空间科学学会理事等职。著有《天文学导论》《探索宇宙奥秘的科学——天文学和天体物理学》等。在太阳系起源演化、彗星、天地生关系等方面做了系列研究，是国家自然科学奖“哈雷彗星观测研究”的主要贡献者。



科学大门由此开启……

前言

美好的星空梦

日月经天，斗转星移，星空灿烂，天象奇妙，令人叹赏，激发着无数人去探索蕴含的奥秘。

20世纪以来，科学技术向全世界广泛传播的步伐越发加快。因为天文概念和思想是普遍需求的，天文学有着特殊魅力与民众感兴趣的基本问题形成共鸣，天文学的新发现和新成果也往往成为轰动社会的热门话题，所以，天文学尤其有潜力为提高民众的科学素养作出重要贡献。普及天文知识，有益于培养民众正确的宇宙观、认识论和方法论，促进形成崇尚科学、破除迷信的社会氛围，以及讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好风尚。

现代科学技术推动着社会的发展进步，但烟尘污染和城镇亮化也成为观星的阻碍，夜空不见银河，可见的星辰屈指可数。不过，可以通过书刊、网络等媒体来间接知道更多的“天上事”。青少年成长时期，学习一些天文知识是大有裨益的，有益于激发他们探索创新的无穷动力和蓬勃活力。

笔者是童年失去父母的乡下人，在旧社会饥寒交迫的孤独时日，叔叔送了一个土制望远镜。正是通过这个“玩具”，笔者由近及远，从观察树上花鸟，到瞭望远山宝塔，眼界渐开，尤其是把观望夜空里交相辉映的银河繁星当成趣事，梦中向往着那神秘的星球世界。解放后，在国家的培养下，可以到学校学习科学知识了，也有机会考入大学天文学专业，继续探索星空的奥秘。但现实条件所限，经历了很多坎坷和磨难。退休十多年来，笔者仍然难以摆脱那心中的星空梦。生活安定了，更想力所能及地发挥余热，让晚年生活更加有意义。而且时间也充裕了，可以“黑白颠倒”地读、写，在自己所学所研的基础上，发表一些文章，出版几本书。这样，也可以当当“义工”，把美好的星空梦传递给后来者。

去年春天，人民教育出版社约写青少年天文科普书籍，笔者欣然答应了，但真正着手写起来也颇有难处。过去虽然为《自然杂志》《科学》《百科全书》等写过一些文章，但主要是介绍天文学研究进展的长篇文章，内容较深。而且，目前青少年天文科普书，尤其是翻译的国外名著已相当多了。要使自己写的书做到既通俗、生动，又有先进的科学性，图文并茂，确实比写教材难多了。经过试写以及和编辑交流，确定将本书定位于中高级科普图书，着重于介绍天文观测研究的一些基本知识和近年来的一些新成就。全套书共三册，分为九部分，各部分用若干条目，每个条目自成简明短文，配有图像。当然，对于小学到初中的学生，阅读此书仍然难度很大，因为他们还缺乏数学、物理、天文的基础知识，但不妨看图识字，引起对天文知识的兴趣和求知意愿，也可以请家长和老师指导帮助阅读。对于高中程度的学生，尤其对理科有志趣的，可能会理解多些，希望可以作为喜欢的课外读物。对于家长、老师，尤其科普辅导员，本书会比大学天文教材通俗易懂些，可以根据理解和发挥，讲述给青少年。

宇宙浩瀚，天体繁多，只能星海拾贝，选取一些有趣的和重要的。现在是知识爆炸时代，新的天文发现和研究成果纷至沓来，新书应当与时俱进。笔者深感学识不足，只有辛勤学习和调研消化，日夜逐条推敲琢磨，反复修改，把体会写出来献给青少年，期望有助于大家实现美好的星空梦，是所夙愿。当然，书中缺点和错误难免，欢迎读者批评指正。

胡中为
2017年5月

内容提要

宇宙很奇妙，星空去寻宝，天文趣事聊，情趣哲理高。本书以生动的笔触和精彩图像，深入浅出地向读者介绍了太阳、行星、矮行星、彗星等太阳系成员的基础知识和热点问题，带领读者在奇妙的恒星世界和太阳系中漫游，探索它们的奥秘。全书内容丰富多彩，文笔轻松隽永。书中一些文章曾在《自然杂志》《科学》《天文爱好者》等发表，深受读者欢迎。本书可作为中学生学习天文学时的课外读物，也可供教师在天文学教学和科普时参考。

责任编辑 王海英

装帧设计 王 喆

插图绘制 郭 威

武 煜

目 录

一、太阳与恒星 / 02

1. 典型恒星——太阳的基本特性 / 4
2. 太阳的内部是怎样的 / 8
3. 奇幻的太阳大气 / 12
4. 太阳黑子趣话 / 19
5. 太阳的大爆发——耀斑 / 24
6. 太阳的“火焰”——千姿百态的日珥 / 31
7. 什么是太阳风和日球 / 35
8. 太阳活动有什么规律 / 39
9. 从日地关系探索到空间天气学 / 41
10. 各有千秋的遥远“太阳”——恒星 / 46
11. 恒星光谱特征的解密和分类 / 49
12. 恒星演化的钥匙——
恒星光谱型—光度关系（赫罗图） / 54
13. 神秘的恒星伙伴——双星和聚星 / 58
14. 夜空最亮的恒星——天狼星及其伴星 / 64
15. 什么是变星 / 67
16. 造父变星是怎样成为“量天尺”的 / 70
17. 突然显现的客星——新星 / 73
18. 爆发最剧烈的恒星——超新星 / 78
19. 致密星——
白矮星、中子星和黑洞 / 81
20. 年轻恒星——
金牛T型星是怎样发现的 / 88
21. 聋哑青年破解“魔星”奥秘 / 94
22. 神秘的伽马射线暴 / 97

二、太阳系的行星及其卫星和环系 / 102

1. 太阳系有多少成员 / 104
2. 从地球科学到行星科学 / 110
3. 行星体的大气、内部结构、
磁场是怎样的 / 113
4. 谈今论古说月球 / 118
5. 离太阳最近的行星——水星 / 129
6. 地球的“姐妹”行星——金星 / 138
7. 令人神往的行星——火星 / 146
8. 火星上有生命吗 / 158
9. 火星的卫星 / 160
10. 太阳系最大的行星——木星 / 162
11. 木星的卫星和环系 / 169
12. 美轮美奂的行星——土星 / 174
13. 土星有多少卫星 / 182
14. 土卫六可能有生命吗 / 189
15. 美妙的土星光环 / 194
16. 奇特的行星——天王星 / 200
17. 天王星的卫星和环系 / 205
18. 飞船探访海王星的秘密 / 212
19. 海王星的卫星和环系 / 217

三、太阳系的其他成员 / 224

1. 矮行星奇葩——

冥王星及其卫星的趣事 / 226

2. 柯伊伯带的矮行星——

阋神星、鸟神星和妊神星 / 234

3. 列为矮行星的最大小行星——

谷神星 / 239

4. 飞船探访过哪些小行星 / 243

5. 奇特的小行星——灶神星 / 250

6. 小行星有卫星吗 / 256

7. 世纪大彗星的风采 / 259

8. 飞船探访过哪些彗星 / 270

9. 飞蛾扑火——掠日彗星和SOHO彗星 / 276

10. 轰动世界的彗星撞击木星事件 / 280

11. 地球之水来自彗星吗 / 286

12. 天外来客——陨石与陨冰 / 290

13. 月球陨石与火星陨石 / 295

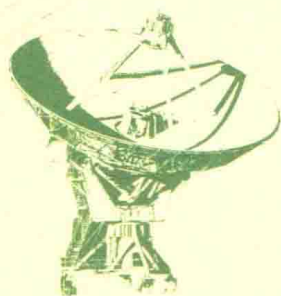
14. 见微知著的宇宙尘 / 298

15. 流星雨是怎样来的 / 300

16. 什么天体有撞击地球的危险 / 306

17. 寻找太阳系之外的行星 / 313

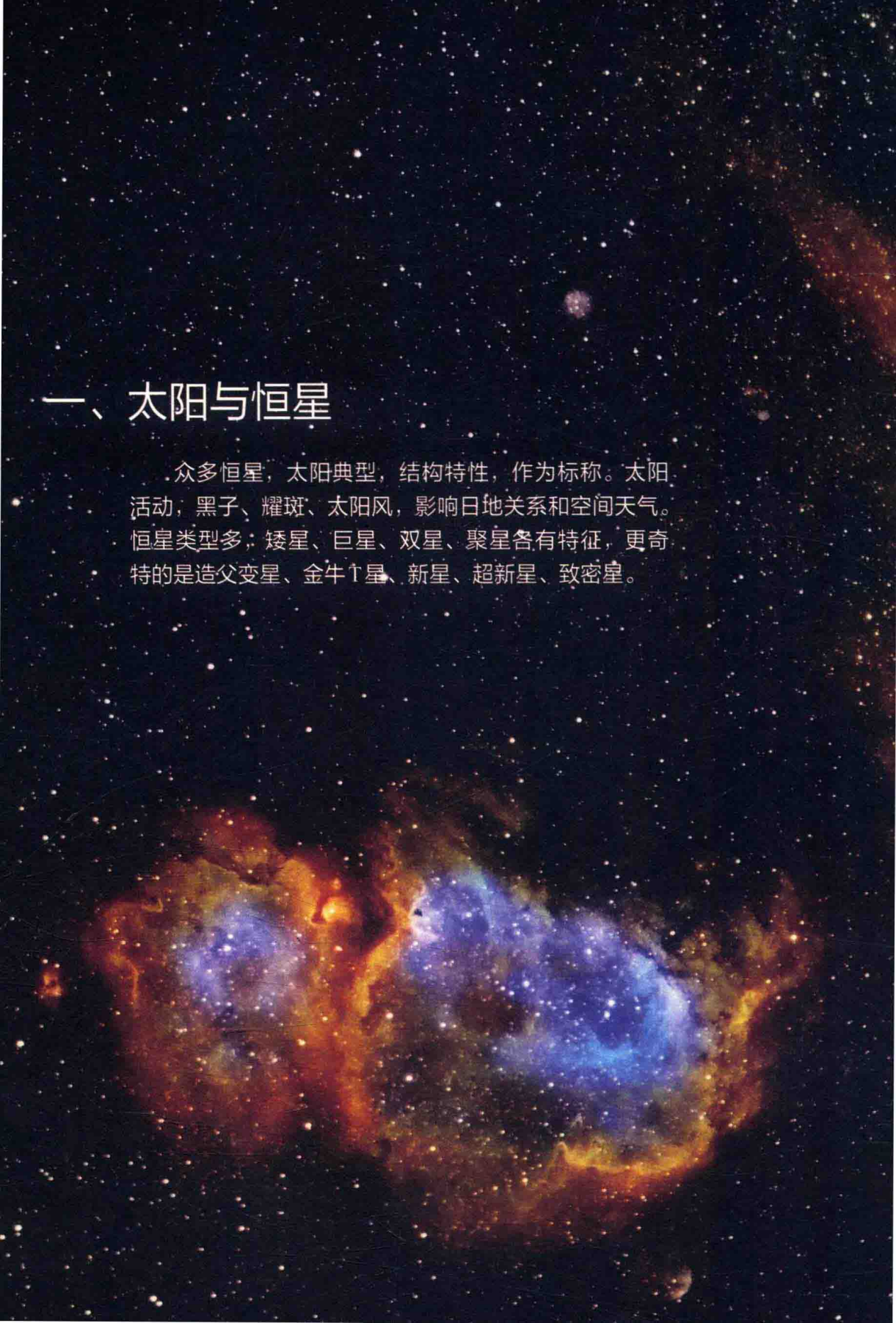
主要参考文献 / 325

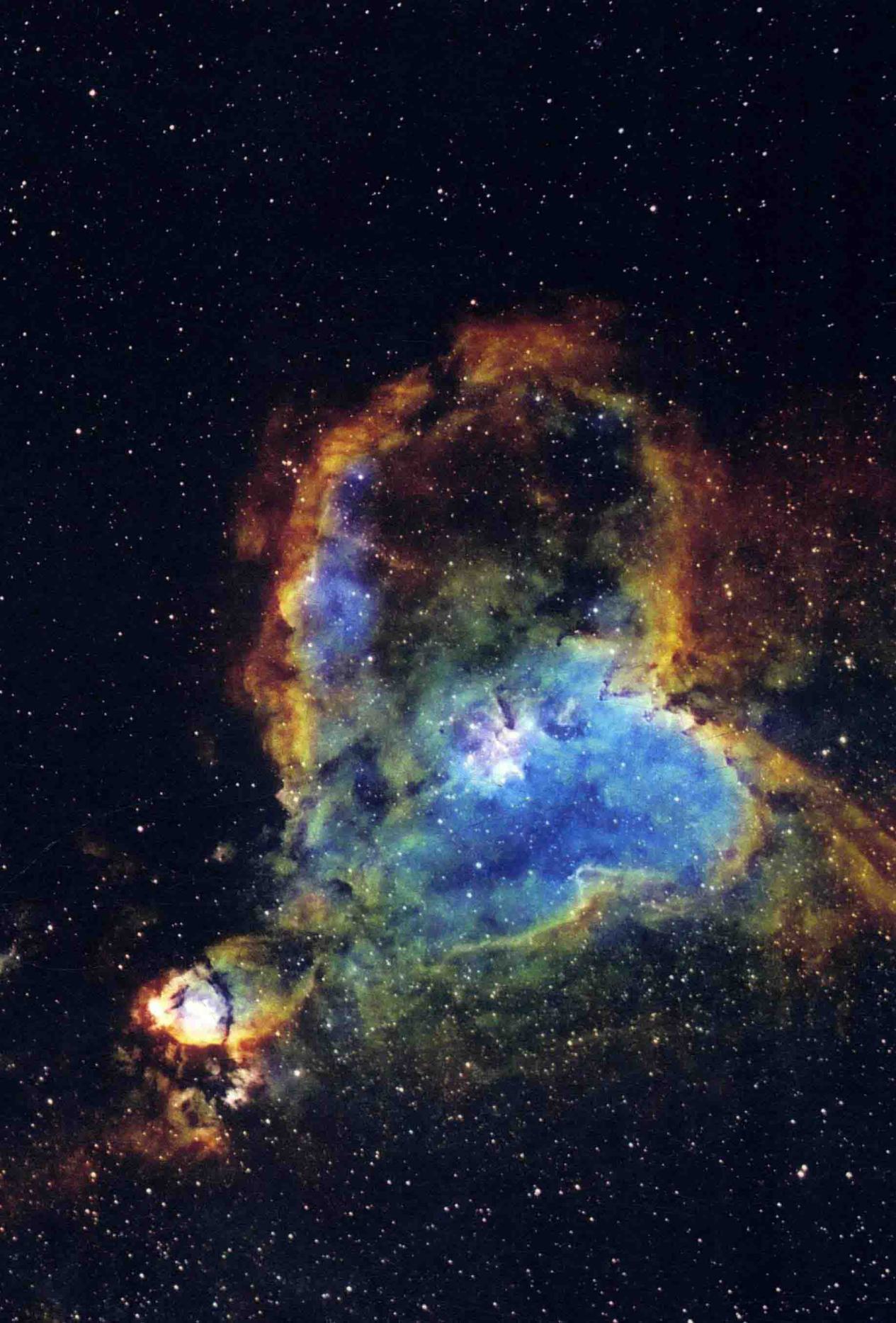


科学大门由此开启……

一、太阳与恒星

众多恒星，太阳典型，结构特性，作为标称。太阳活动：黑子、耀斑、太阳风，影响日地关系和空间天气。恒星类型多：矮星、巨星、双星、聚星各有特征，更奇特的是造父变星、金牛 τ 星、新星、超新星、致密星。





1 典型恒星—— 太阳的基本特性

太阳是离我们最近的典型恒星。仔细观测研究太阳的细节，由近及远，有助于认识遥远恒星；由现象到本质，有助于推动天文学的观测技术、方法和理论的发展。

太阳的大小和质量

太阳半径和太阳质量是两个重要的天体物理量。

已知日地距离 α ，测定太阳圆面的视角半径 ρ ，就可用三角公式计算太阳的线半径 $R_{\odot} = \alpha \sin \rho$ 。多年的测定结果为：太阳半径 $R_{\odot} = 6.963 \times 10^5$ 千米，是地球半径的 109 倍；太阳的体积是地球的 130 万倍。有些观测探索太阳半径变化的问题，曾得出太阳半径有周期 76 年、最大振幅 $0.8''$ （约 600 千米或相对变化 0.08%）的振荡。对于这一问题，仍需要更精确的观测研究。

由开普勒第三定律导出的公式，计算得出太阳质量 $M_{\odot} = 1.989 \times 10^{30}$ 千克，为地球质量的 33 万倍。由太阳的质量和体积不难算出，太阳的平均密度为 1.408 克/厘米³。

太阳光度和表面温度

太阳光度就是整个太阳在各波段的总辐射流（总功率），是由太阳总辐照——太阳垂直照射到离它 1AU 处的照度测量归算的。19 世纪 80 年代以来，在地面用太阳

热量计等仪器测量日射（太阳照度），改正地球大气消光等影响，归算出大气外的日射值为 $1.97 \text{ 卡}/(\text{厘米}^2 \cdot \text{分钟})$ ，因为这一数值没有明显变化而称为太阳常数。近些年来，用人造卫星携带良好辐射计测定太阳总辐照，以太阳（总）辐照取代太阳常数。太阳总辐照的平均值为 $1366 \text{ 瓦}/\text{米}^2$ ，其短期变化较大，而年际变化较小且与太阳活动有关，在紫外尤其X射线波段变化很大。

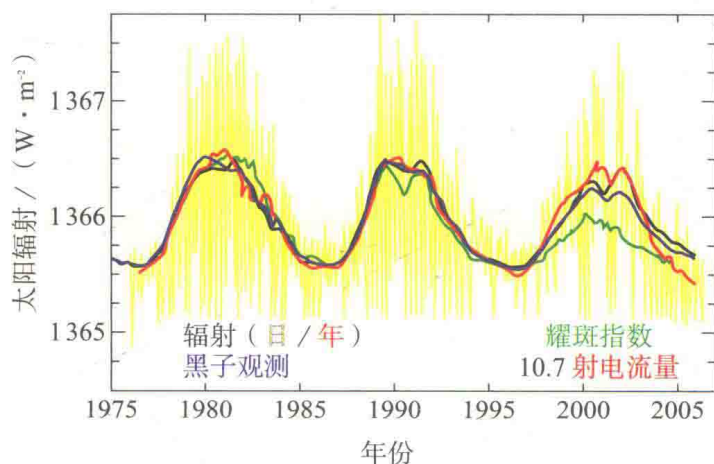


图1.1-1 太阳辐照的变化

显然，太阳光度应等于太阳辐照乘半径 $r = 1 \text{ AU}$ 的球面总面积（ $4\pi r^2$ ）。现在采用的太阳光度值为 $L_{\odot} = 3.846 \times 10^{26} \text{ 焦耳}/\text{秒}$ 。整个地球仅接受到它的一小部分（等于地球的投影面积与半径 1 AU 的球面积之比），即

$$\frac{\pi R_{\oplus}^2}{4\pi r^2} \approx \frac{1}{2.2 \times 10^9}$$

约为 $1.75 \times 10^{17} \text{ 瓦}$ 。这可是全世界总发电量的几十万倍！

由太阳光度可算出太阳表面的平均辐射强度，进而算出太阳表面的有效温度约为 5778 K 。

太阳的自转

17世纪初，伽利略观测到黑子在日面的位置逐日变化，发现了太阳自转。1853年，卡林顿系统地观测黑子时，发现日面不同纬度的自转角速度不同，呈现太阳赤道区自转快、高纬自转慢的“较差自转”。太阳自转角速度 ω 与日面纬度 φ 的关系为： $\omega = 14.713 - 2.376\sin^2\varphi - 1.787\sin^4\varphi$ （°/天）。

地球有地震，分析地震资料可以得到地球内部的信息。那么，太阳上是否有日震（Sunquakes）？虽然没有真正的日震，但是太阳确有多种频率的振荡。1960年，莱顿发现太阳表面有起伏运动，振荡周期约300秒，振幅约1 000米/秒，称为5分钟振荡。到20世纪70年代中期，希尔发现周期20分钟至1小时的较慢振荡，塞沃尼等发现周期160分钟的振荡（或称为太阳脉动）。后来有人又观测到许多振荡模式，它们的周期为3～12分钟。这一太阳物理学新领域被称为太阳振荡学（Solar Seismology），有人也称之为日震。日震学的观测研究揭示出太阳内部的较差自转信息。

太阳赤道和两极自转的恒星周期分别为25.05天和34.4天。太阳自转——恒星周期，还应再加上地球完成轨道运动的时间，才是地球

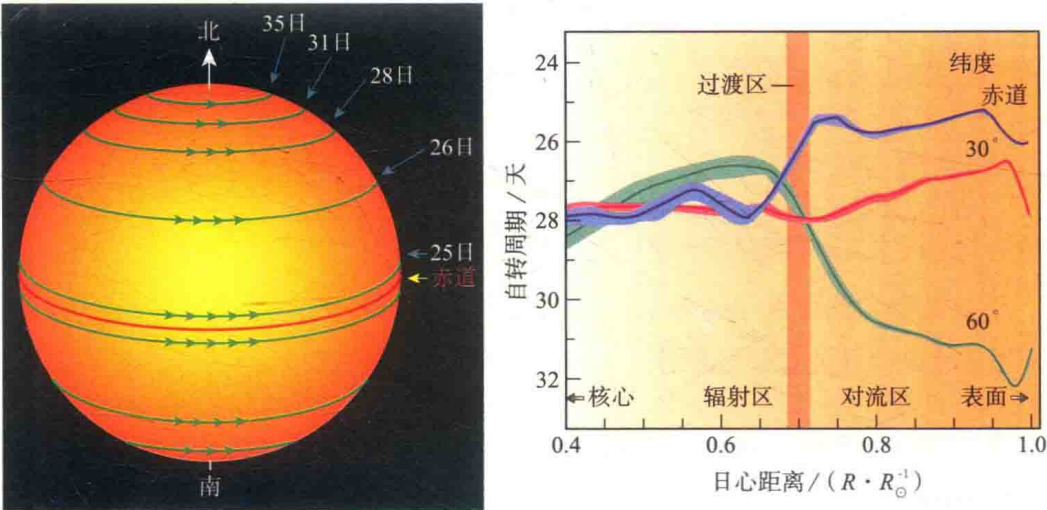


图1.1-2 太阳表面的较差自转周期（左）和内部的较差自转（右）

上观测太阳自转的会合周期，因而太阳自转会合周期达27天。在天文学文献中不常使用赤道自转周期，而是使用卡灵顿自转周期。它定义为：太阳自转的会合周期27.275 3天（或恒星周期25.38天），相当于太阳26°纬度的自转周期，与太阳黑子和其他活动的典型周期相同。太阳赤道面对黄道面倾角为7.25°，对银道面倾角为67.23°。太阳距离银河系中心27 200光年，绕银心转动速度约为220千米/秒，转动周期（银河年）为2.25亿～2.50亿年。

表 1.1-1 太阳的基本资料

物理量	数值	物理量	数值
质量 $M_{\odot}$	1.989×10^{30} 千克	表面温度	5 778 K
半径 $R_{\odot}$	6.963×10^5 千米	表面重力 (光球)	274 米 / 秒
视大小	31.6 ~ 32.7 角分	表面逃逸速度	617.7 千米 / 秒
平均密度 $\rho_{\odot}$	1.408 克 / 厘米 ³	中心密度	162.2 克 / 厘米 ³
光度 $L_{\odot}$	3.846×10^{26} 焦耳 / 秒	中心压力	2.33×10^{17} 达因 / 厘米 ²
视星等	-26.74 ^m	中心温度	1.57×10^7 K
绝对星等	4.83 ^m	年龄	约 46 亿年
赤道自转 (恒星)周期	25.05 天	光谱型	G2 V

粗略地说，太阳是一个比较稳定的恒星，其质量、半径、光度等物理量在较长时期内很少变化。或者说，太阳通常是较宁静的，太阳虽然不断地发出各种辐射等过程，但它仍然保持动态平衡。实际上，太阳也是一颗变星，只是其总的光度变化相对较小，而在它的一些局部区域常发生规模不同、有时很剧烈的扰动变化，称为太阳活动，表现为显著的黑子等多种活动现象。