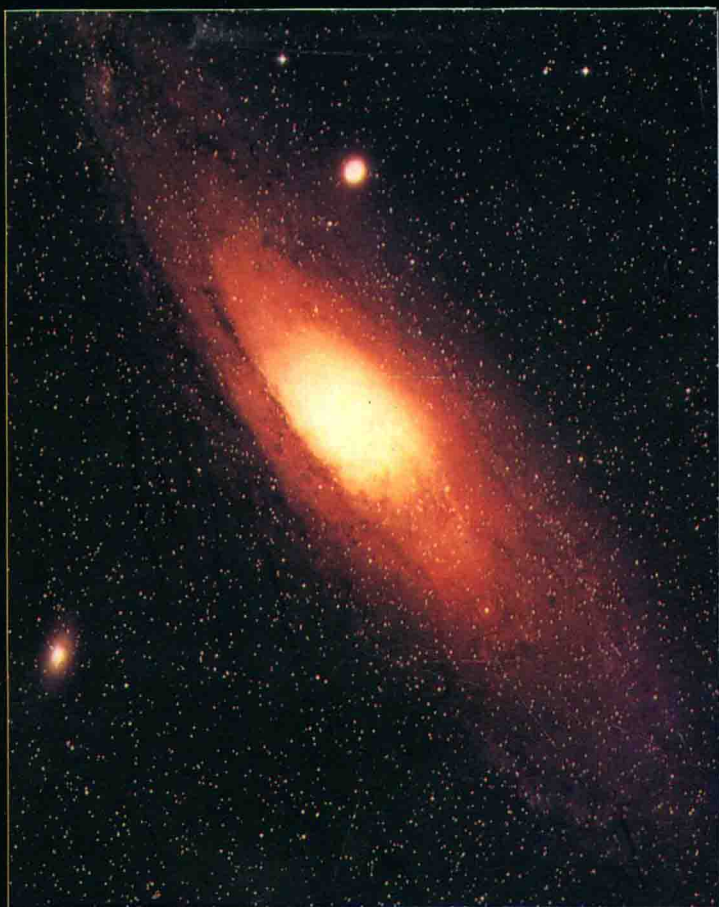


■ 第一推动丛书 ■

千亿个太阳

恒星的诞生、
演变和衰亡



■ [德] 鲁道夫·基彭哈恩 著
■ 沈良照 黄润乾 译

■〔德〕鲁道夫·基彭哈恩著 ■沈良照 黄润乾译 ■湖南科学技术出版社

千亿个太阳

——恒星的诞生、演变和衰亡

●《第一推动丛书》第二辑 ●《第一推动丛书》第二辑 ●

Hundert Milliarden Sonnen

©本书由德国 R. Piper GmbH & Co. KG 授权
湖南科学技术出版社在中国大陆独家出版发行。

©R. Piper & Co. Verlag, München 1980

ISBN 7-5357-1856-6/P·6

第一推动丛书

千亿个太阳

——恒星的诞生、演变和衰亡

著 者：〔德〕鲁道夫·基彭哈恩

译 者：沈良照 黄润乾

责任编辑：李永平 吴炜

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路 11 号

印 刷：湖南省新华印刷三厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址：长沙市韶山路 158 号

邮 码：410004

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1996 年 8 月第 1 版第 1 次

开 本：850×1168 毫米 1/32

印 张：8.75

插 页：5

字 数：219,000

印 数：1—20,300

ISBN 7-5357-1856-6/P·6

定 价：14.00 元

(版权所有·翻印必究)

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢

而艰难的进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人智士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知作了艰苦卓绝的奋斗，中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是

中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是，毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力，科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是传播科学的精神；科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步作一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动》丛书编委会

关于本书

我们靠太阳能还能生存多久？恒星怎样诞生？又如何终结？什么是脉冲星和 X 射线星？什么叫超新星？黑洞是什么？

德国天体物理学家鲁道夫·基彭哈恩根据他本人的研究生涯撰写了本书。他生动地描述了当今人类对恒星漫长一生的认识，特别是恒星在能源耗尽之后如何演变的问题。当人们学会了用计算机来模拟恒星的结构和演化之后，对恒星的理解决变得更加深刻，这是单凭观测所不能达到的。

某期 *Spektrum der Wissenschaft*^① 中写道：“外行盼

① 即美国科普月刊 *Scientific American* 的德文版——译者注

望着一册全面介绍现代天体物理学的读物，要有科学依据，能反映当前成就与问题；既需内容确切可靠，又要写得紧凑生动，趣味盎然……”，本书正满足了这种要求。

鲁道夫·基彭哈恩博士，1926年出生于捷克斯洛伐克的贝尔林根，1965年至1974年为哥廷根大学天文学与天体物理学教授，1975年起任慕尼黑近郊加尔兴的马克斯·普朗克学会所属天体物理研究所所长。他的著作有《等离子体物理基础》（1975年）、《来自宇宙边缘的光线》（1984年）、《恒星的结构和演化》（1990年）等。

中译本序

本书能在中国出版，并为具有悠久天文学传统的中国文化界所了解，这给我带来了极大的愉快。不过，即使不讲中国的光荣科学史，我也不禁想起了1978年有幸在中国旅游三周的情景。尽管我已经游历过世界许多地方，但中国之行却是我平生最难忘的一次。从那时以来，中国已经在许多方面以快速的步伐向前迈进，其中也包括科学研究。因此我体会到，和一切别的国家一样，使这个国家的公众能够了解科学工作者在做什么，思考什么，他们花着国家或别的公共机构所拨的经费在干什么，是一件要事。我希望这本书在天体物理方面能够为完成这种任务贡献一份力量。

我非常感谢湖南科学技术出版社为出版本书所作的

努力。特别是我要向两位译者，我的同行沈良照和黄润乾先生表示感谢。就我看来，他们的译笔十分细致。他们甚至发现了已经印刷五次的德文版和印刷数次的外文翻译版本中的若干小错处。

希望中国的读者们在阅读本书的过程中能分享到一些我在写书时所得到的乐趣。

鲁道夫·基彭哈恩

1987年3月1日于慕尼黑

1996年3月于哥廷根

前言

这本书的来历要追溯到我为相当广泛的听众所作的远不止一百次的现代天体物理普及演讲。1978-1979年冬季学期期间，我为慕尼黑大学各个院系的广大听众编写了一套系统讲座教材，本书就此成形。在某些内容上，我的写法是紧扣阿尔弗雷德·魏格特（Alfred Weigert）和我发表在《恒星和宇宙空间》月刊上描述我们自己研究结果的普及文章。好多章节渗透了个人的回忆，因为本书所讲的不少事例是最近25年中涌现出来的，我因从事天文工作而亲身“经历了”这段过程。我和同事们也曾有幸亲自“插手了”其中的某些项目。

帮我纠正书稿错处，改善行文的朋友和同事很多。沃尔夫冈·希勒勃兰特（Wolfgang Hillebrandt）、约

翰·基尔克 (John Kirk)、汉斯·里特尔 (Hans Ritter)、约阿希姆·特吕姆佩 (Joachim Trümper) 和维尔讷·恰努特 (Werner Tscharnuter) 帮助审改了有关各章。库尔特·冯·森布施 (Kurt von Sengbusch) 几乎审阅了全书并作了改进。我的一位友人, 哥廷根数学家汉斯·路德维希·德弗里斯 (Hans Ludwig de Vries) 给了我很大帮助, 他和我一起把书稿全文逐句校对了一遍, 我很感谢他提出了许多建议。要是没有我妻子的持久勉励, 这本书也许不会最终完成。乌尔苏拉·亨尼希 (Ursula Hennig) 和吉泽拉·韦斯林 (Gisela WeBling) 承担了很大部分书稿的打字工作, 我往往在刚打完字后又想修改, 而她们总是耐心帮助我。我向所有帮助我完成本书的人们致以谢意。

我还要向皮珀尔 (Piper) 出版社诸位同仁表示感谢, 他们不仅费了功夫, 而且还热心采纳了我对于本书出版形式所提的具体方案。

鲁道夫·基彭哈恩

1979年7月31日于慕尼黑

目 录

前言.....	(I)
绪论.....	(1)
1. 恒星的漫长生命	(7)
太阳的能量是从哪里来的	
太阳和恒星里的核能	
恒星的衰老	
天狼星的伴星	
御夫座的超巨星	
2. 天体物理学家最有用的关系图	(18)
测量恒星的两种特性和恒星的归类	
赫罗图	
邻近太阳的恒星	
星团——恒星的“年级”	
星团的年龄	

-
3. 恒星——天上的核电站 (37)
- 原子的组成部分
 - 阿瑟·爱丁顿与恒星的能源
 - 乔治·伽莫夫和他的“隧道效应”
 - 恒星内部的隧道效应
 - 碳循环
 - 质子-质子链
 - 重元素的诞生
4. 恒星和恒星模型 (53)
- 重力和气体压强
 - 能量的产生和能量的转移
 - 沸腾的恒星物质
 - 计算机中的恒星
 - 原始太阳模型
 - 原始主序的发现
 - 角宿一的内部
 - 天鹅座中的红矮星
 - 原始主序的性质
5. 太阳的演化史 (68)
- 从原始太阳演变到今天的太阳
 - 太阳的重氢在何处?
 - 关于锂的问题
 - 1955 年, 进军红巨星
 - 太阳的未来
 - 太阳的中微子
 - 雷蒙德·戴维斯的太阳中微子实验
 - 镓实验
6. 较大质量恒星的演化史 (87)
- 路易斯·亨耶和亨耶方法

一颗 7 个太阳质量的恒星的演化史

演化程与星团的赫罗图

脉动星

造父变星的箱式模型

热瓦金对旧概念的新研究

7. 演化后期的恒星 (104)

中微子致冷, 壳层源的闪跃

红巨星中的白矮星

太阳更遥远的将来

彼得·阿皮阿努斯、路德维希·比尔曼和彗星

演化后期的恒星丢失物质

白矮星露面

仙女座星云中的哈特维希星

蟹状星云和中国-日本的超新星

物质脱离恒星后的命运

8. 脉冲星不是脉动天体 (121)

剑桥启用新型射电望远镜

乔斯琳·贝尔的回忆

脉冲星是微小天体

脉冲星看得见吗

看见了蟹状星云脉冲星

什么是脉冲星

托马斯·戈尔德解释脉冲星

尚待解决的若干问题

9. 恒星窃取恒星的物质 (145)

大陵五——魔鬼之首

双星系统中的复杂作用力

大陵五和天狼星的佯谬

计算机得到的双星

第一对双星的历史——一个半相接双星系统的诞生

第二对双星的历史——一颗白矮星的诞生

1975 年 8 月 29 日出现在天鹅座的新星

1934 年的新星

双星系统中的核爆炸

10. X 射线星 (163)

乌呼鲁卫星的故事

武仙座 X 射线星

看见武仙源

X 射线星是小天体

一个 X 射线源的演变史

脉冲从何而来

测量中子星的磁场

X 射线爆发

11. 恒星的结局 (187)

大质量恒星的铁心灾变

白矮星假想实验

中子星假想实验

黑洞

12. 恒星是怎样诞生的 (199)

恒星现在还在诞生

计算机表演恒星的诞生

自然界中恒星的诞生

角动量和坍缩云

探查银河系的演变史

恒星的形成是什么引起的

旋臂究竟是什么

猎犬座星系中恒星的诞生

13. 行星和它们的居民 (221)

用计算机求解行星起源问题	
双星的起源	
人类孤独吗	
奥兹玛计划和阿雷西沃信息	
生物进化的漫长岁月	
银河系中散布着百万个栖息生物的行星吗	
一个文明社会能生存多久	
附录 A 恒星的视向速度·····	(238)
附录 B 宇宙中的距离是怎样测量的·····	(242)
附录 C 称恒星的重量·····	(247)
后记 (1996) ·····	(251)
译后记·····	(260)