

从行星、彗星、小行星到恒星、星系和宇宙……重要的相关知识、历史掌故、最新成就和公众感兴趣的问题本书都有详细介绍。

科学
发现
之旅

宇宙的 暴涨

陈积芳——主编 赵君亮 等——著



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press



宇宙的 暴涨

陈积芳——主编 赵君亮 等——著



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

宇宙的暴涨 / 赵君亮等著. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2018

(科学发现之旅)

ISBN 978-7-5439-7690-0

I. ① 宇… II. ① 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 (2018) 第 159547 号

选题策划: 张 树

责任编辑: 王 珺

封面设计: 樱 桃

宇宙的暴涨

YUZHOU DE BAOZHANG

陈积芳 主编 赵君亮 等著

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 650×900 1/16

印 张: 14.75

字 数: 141 000

版 次: 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-7690-0

定 价: 32.00 元

<http://www.sstlp.com>

《科学发现之旅》丛书编写工作委员会

顾 问：叶叔华

主 任：陈积芳

副主任：杨秉辉

编 委：甘德福 严玲璋 陈皆重 李正兴 张 树 周 戟

赵君亮 施新泉 钱平雷 奚同庚 高海峰 秦惠婷

黄民生 熊思东

(以姓氏笔画为序)

- 001 | 星际空间中的有机分子
- 005 | 分子云和恒星的形成
- 009 | 流产的恒星
- 013 | 恒星演化的活化石——星团
- 017 | 不同质量恒星的命运
- 021 | 蟹状星云与超新星爆发
- 025 | 形形色色的黑洞
- 029 | 化学元素的制造厂
- 033 | 变星的真相
- 037 | 量天尺——造父变星
- 041 | 天体距离测定与宇宙距离尺度
- 045 | 银河不同于银河系
- 050 | 银河系的复杂空间结构
- 054 | 天体博览馆——银心
- 058 | 从麦哲伦开始的天文发现
- 062 | 仙女星云本质之争
- 066 | 星系的哈勃分类
- 070 | 星系之间的超级碰撞
- 074 | 星系团和超星系团
- 078 | 黑幕下的暗物质
- 082 | 活动星系和类星体
- 086 | 比核能效率更高的能源

090		量天的超新星
094		神秘的宇宙暗能量
098		γ 射线暴的真面目
102		奥伯斯佯谬
106		“白痴”的问题
110		宇宙学的古往今来
114		爱因斯坦放出的妖魔
118		贝尔博士的小绿人
122		宇宙，在“砰”声中诞生
126		宇宙的暴涨
130		大爆炸的余辉
134		划破宇宙黑暗的第一缕星光
138		引力，最后的赢家
142		探测引力波的望远镜
146		引力波与脉冲双星
150		宇宙的归宿
154		宇宙的年龄
158		宇宙灯塔
162		诞生高等智慧生命的苛刻条件
168		UFO 现象与外星人风马牛不相及
172		识别外星人智能的方法
176		在家搜寻地外文明

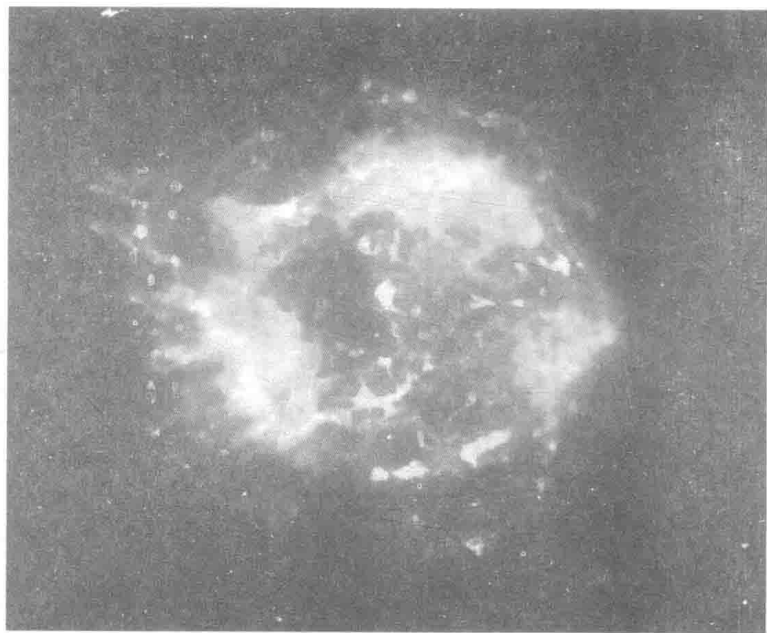
180		从宇宙电波中“大海捞针”
184		两种不同的生命起源学说
188		恒星和银河系的宜居带
192		寻找生命的空间计划
196		搜索太阳系外行星的方法
200		接收无线电波的射电望远镜
204		望远镜越做越大越好
208		到地球外去做科学实验
212		天文学的新时代
216		未来的空间天文望远镜
220		月球天文台
224		月球上的天象景观

星际空间中的有机分子

1937年，美国天文学家亚当斯正担任美国威尔逊山天文台的台长。这个天文台拥有当时世界上最大的直径为2.5米的反射望远镜。亚当斯和邓哈姆等人利用这架望远镜拍摄某些恒星的光谱。他们在研究这些光谱的时候发现，其中有的光谱，有一些很特别的甲川分子CH和离子CH⁺的吸收线。

甲川是一种碳氢化合物，是很多有机物的基本构成单位。在恒星光谱中竟然会出现分子的吸收线，而且是一种有机分子，这很让人感到惊讶。以后的研究表明，这些分子并不是恒星上的，而是处在恒星与地球之间的星际空间中。当恒星的光穿过星际空间向我们射来时，特定波长的光被这些分子吸收，从而在恒星光谱中间产生相应的黑暗吸收线。

A 是一个发射电波的超新星遗迹。1963 年温莱布用射电方法在这体的方向上发现星际羟基分子。图德拉 X 射线天文卫星拍摄的 X 射线像 ▶



这是人类第一次在星际空间发现有分子存在，许多天文学家为之受到鼓舞，竭力想在星际空间找到更多种类的分子。可是，继 1940 年又发现了氰基分子 CN 之后，在此后的二十多年中，这项研究却几乎没有取得什么进展。

射电天文学的发展打开了通向宇宙的一扇新的窗户。天体的无线电波辐射，在气体和尘埃中具有比可见光强得多的穿透能力，因而可以用于对浓厚的星际云进行观测，寻找其中存在的各种分子。

苏联天文学家什克洛夫斯基在 1949 年预言，可以通过射电观测来判断星际空间是否存在羟基分子 OH。4 年后，他发表了对这个问题更加明确的计算，给出了在无

无线电波段羟基分子吸收线的具体数量和相应波长。同年，美国物理学家汤斯及其合作者在实验室中精确测出了羟基在无线电波段所产生的吸收线的波长。此后，汤斯还在实验室中测量了氨、水、一氧化碳分子在无线电波段所产生的吸收线的波长。

1963年，美国天文学家温莱布等人观测到了星际羟基分子在波长18厘米处的吸收线。这是用射电天文方法探测到的第一种星际分子。1968年12月，汤斯等人在1.26厘米波长处探测到了星际氨分子的无线电波段发射线。不久，他们又发现了星际水分子。

次年，美国国立射电天文台的斯奈德等人在6.21厘米波长处发现了星际甲醛分子，这是第一个被发现的稳定的星际有机分子。甲醛在适当条件下可以转化成氨基酸，而氨基酸是形成生命的重要物质，因此星际甲醛分子的发现引起了生物界和化学界的广泛兴趣。相关的天文学家兴奋不已，更多的射电望远镜投入了星际分子的搜索观测研究。

1970年，发现了星际一氧化碳分子。在20世纪70年代，星际分子的发现形成了高峰期，到80年代的10年间，被射电望远镜捕获的星际分子已达50多种。现在，已经探测到的星际分子达到了120多种，其中大多是含碳的有机分子，最复杂的分子是氰基癸五炔 HC_{11}N 。

据估计，在银河系中，星际分子的质量约占所有星际物质的一半，而氢分子的质量也占所有氢的大约一半，其余的氢则以离子或原子状态出现。

星际分子的发现与脉冲星、类星体、微波背景辐射并称为 20 世纪 60 年代射电天文学四大发现。之所以把星际分子的发现放在如此高的地位，主要是因为星际有机分子的发现涉及有关太空生命的某些带根本性的问题。

此外，星际空间有机分子的普遍存在，使某些科学家认为，地球上最初的生命，也许来自太空。科学家们已经在彗星和某些落到地球上的陨石中发现了有机分子，据此，有些人认为，地球上的有机物，最早是在彗星尾巴扫过地球时或者由陨石从太空带到地球上来，然后繁衍起来的。当然也有不少科学家不同意这种观点，他们认为早期地球的自然条件可以自己在海洋中合成有机物。

关于生命的起源，尤其是太空生命，是很复杂的问题。星际有机分子的发现，只是向我们提供了一些很重要的值得考虑的线索，真正要解决问题，距离还很远。

（王家骥）

分子云和恒星的形成

宇宙万物究竟是怎么形成的？太阳系的中心天体是太阳，要解决太阳系的形成问题，首先得解决太阳的形成问题。宇宙间有无数像太阳这样的恒星，要问宇宙万物究竟是怎样形成的，自然首先要问恒星是怎样形成的。

17 世纪后期，牛顿提出了万有引力定律。他从这一定律出发，猜测恒星是通过弥漫物质在内部引力作用下收缩而形成的。18 世纪，德国哲学家康德和法国科学家拉普拉斯分别对星云收缩形成恒星的思想作了系统的阐述，前者倾向于哲学上的思辨，而后者则做了经典力学的简单推理。19 世纪，在恒星形成理论方面没有多大进展，但天文学家通过观测发现宇宙中有大量弥漫星云存在。当时虽然还没有观测到恒星在这些星云中形成的直接证据，但是这些星云的发现增强了恒星由星云收缩形

成这一思想的观测基础。20 世纪，天文学家进一步发现，弥漫星云中常有一些温度非常高的发出强光的恒星，它们都是非常年轻的恒星，而且这些恒星通常聚集成团。

理论往往走在观测的前面。早在 1901 年，英国天文学家金斯的研究就已经表明，气体星云要能收缩形成恒星，必须达到一定的质量（称为金斯质量）。金斯据此提出了一个判据，即只有达到或超过金斯质量的气体云，万有引力才能阻止气体本身的扩散运动，使气体云收缩。

根据金斯判据，对于星云内通常的密度和温度，金斯质量远大于恒星的质量。随着云的收缩，气体密度升高，如果云中的温度保持不变，金斯质量就会降低，云中就会产生引力不稳定性，造成云的分裂，直到每个云团的质量与恒星质量相当。因此恒星总是成群产生，后来的观测证实了这个结论。很显然，为了在气体云收缩时保持云内的温度不变，气体云必须要能够足够快地把云收缩时产生的热量散发出去。理论研究表明，只有当气体云内的氢原子结合成分子时，才能担此重任。金斯判据要求这种气体云有很大的质量（于是体积也比较大），天文学家就称它们为巨分子云。

1969 年，美国天文学家拉森率先计算了质量与太阳一样的气体云团收缩形成恒星的过程。这个云团是在巨分子云中经过一系列的分裂形成的，最初的直径接近 0.2 光年（相当于日地平均距离的 1 万多倍），密度是每立方厘米一千亿亿分之一克，云中的温度是 10 开。这样的云

团被称为原恒星云。

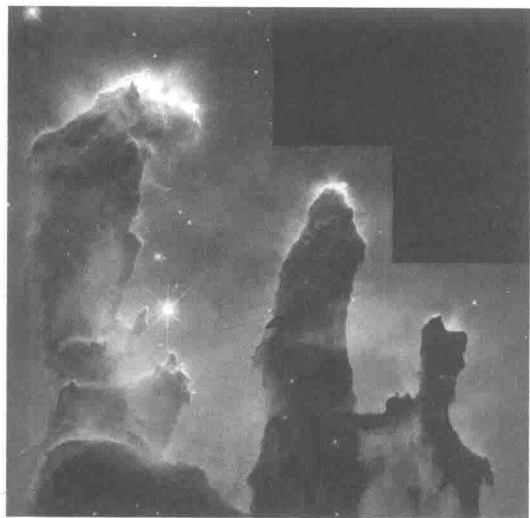
拉森的计算表明，原恒星云的收缩首先从中心附近开始，云团中的气体以自由落体速度向云团的中心坠落，称为坍缩。这样的坍缩很快在原恒星云的中心附近形成一个高密度区域。当中心密度增大到每立方厘米 10 万亿分之一克时，这一区域内的气体就变得不透明了，密度的继续增大将使温度升高，压强增大，阻止气体继续自由下落。这时在中心区域就形成了一个密度较高的核，直径为 6 亿千米（比木星轨道略小）。

核形成以后，核外的气体还在下落，核继续在收缩。当核内温度上升到 2 000 开时，氢分子分解成氢原子，这种分解要吸收能量，促使核再次坍缩，在中心区域形成一个新核。这个新核称为原恒星，质量为现在太阳质量的千分之一点五，半径是现在太阳半径的 1.3 倍，中心温度达 2 万开。

原恒星外的物质还在下落，所以它的质量不断增大，半径则略有减小，但随着外部物质的减少，这一过程最终会停止，原恒星的质量就不再增大。这时，原恒星就变成了一颗主序前恒星。主序前恒星内部温度还不足以点燃氢燃烧，它只能靠收缩把引力能变成热能，弥补辐射出去的热量损

▼ 位于船底座的一个剧烈的恒星形成区，中心是刚形成的成团大量恒星





▲ M16 星云中的恒星
形成区

失。在这一收缩过程中，主序前恒星中心的压强、温度随着密度的增加急剧上升，最终到达 700 万开，点燃氢燃烧，成为一颗主序星。于是，一颗新的恒星正式诞生了。

从原恒星云开始坍缩到生成的恒星成为主序星，所经历的时间与恒星的质量有关。根据美国天文学家艾本 1965 年发表的计算结果，太阳为 5 千万年，0.5 倍太阳质量的恒星为 1 亿 5 千万年，3 倍太阳质量的恒星为 250 万年，15 倍太阳质量的恒星只需 6 万年。

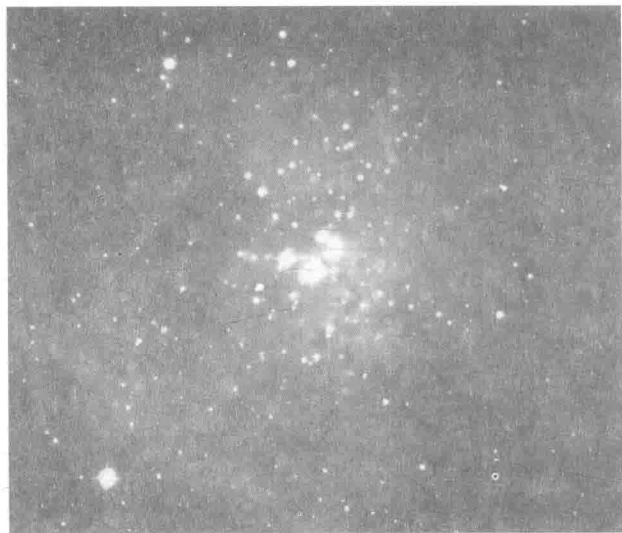
（王家骥）

流产的恒星

什么是恒星？什么是行星？

顾名思义，恒星就是固定不动的星星，行星则是会移动的星星，这是古人所持的观念。1718年哈雷发现了恒星在天球上也是动的，那么又怎么区分恒星与行星呢？

18世纪中期以后，物理学开始渗透到天文研究中。人们开始明白，恒星和太阳一样都是些自行发光的物体，而行星本身则不发光，其发光是反射太阳光的缘故。此后，恒星的名称虽然沿用了下来，但是我们把“由炽热气体组成的、能自己发光的球状或类似球状的天体”定义为恒星，而在椭圆轨道上绕太阳运行的球形天体则称为行星。这种划分一直被保留到今天，并见之于各百科全书。



▲ 猎户四边形星团中新近发现 100 多颗低质量星，其中大部分是褐矮星；另有 13 颗质量不低于木星质量的星，据认为是自由飘浮的巨行星

但是，自己能发光的球状天体都是恒星吗？其实，行星也是能“自己发光的”，只是它们发射的光绝大部分落在红外波段，我们眼睛看不见而已。20 世纪初人们才知道，只要温度高于绝对零度的任何物体都会“发光”，这就是所谓的“热辐射”，温度

越低，发射的波长越长。行星也发光，它们发的光主要落在红外波段上。因此，用是否发光来区分恒星与行星依然是不严格的。更确切的划分是在认识到恒星内部能量来源以后的事。1938 年美国物理学家贝蒂和德国物理学家魏茨泽克提出，恒星之所以能长期稳定发光，其能量源自它内部的原子热核反应，即氢核聚变成氦核的反应。自那以后，恒星是依靠氢核燃烧稳定发光的球状或类球状天体成为共识。

但是，要点燃氢核聚变反应需要一定的温度，它要求天体内部温度必须高于 700 万摄氏度。恒星是通过星云引力收缩形成的，原始星云质量越大，引力越强，积聚物质越多，形成的恒星也越大，内部温度也越高。所以，只有质量足够大的天体才能点燃氢核聚变反