

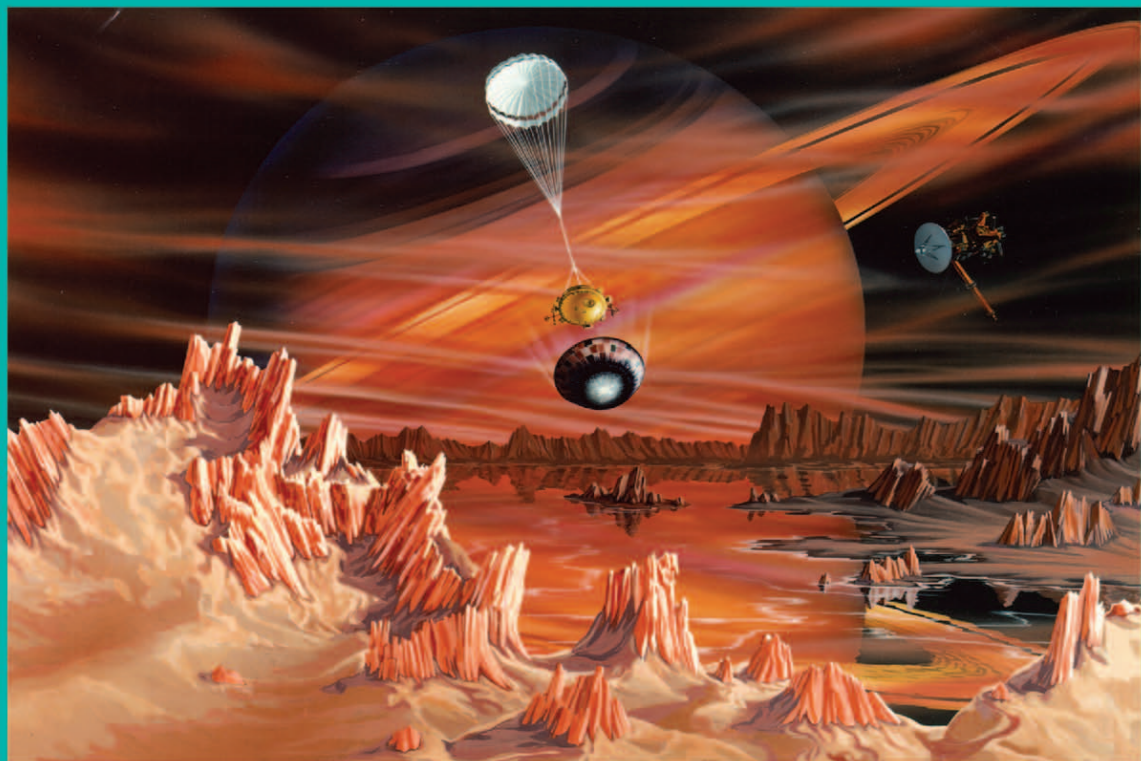
青少年成长必读：人文科学知识丛书

天文的故事

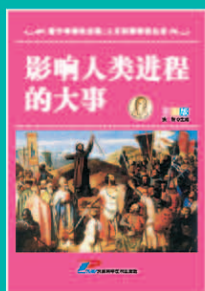


彩图版

张 轩 ©主编



天津科学技术出版社





人文科学
知识丛书

青少年
成长必读



天文的故事

张 轩 主编



天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天文的故事 / 张轩主编. -- 天津: 天津科学技术出版社, 2012.4

(青少年成长必读. 人文科学知识丛书)

ISBN 978-7-5308-6916-1

I. ①天… II. ①张… III. ①天文学-青年读物②天文学-少年读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 064593 号

策划编辑: 郑 新

责任编辑: 蔡小红

责任印制: 王 莹

图文编排: 靖凤彩

天津科学技术出版社

出版人: 蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话: (022) 23332674 (编辑部) 23332393 (发行部)

网址: www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

大厂回族自治县正兴印务有限公司印刷

开本 700×1000mm 1/16 印张 9 字数 150 000

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 26.80 元



前言

FOREWORD

自古以来,人们就对自己头顶的星空充满了向往,无论是在神话之中,还是在传说故事中,还是在平凡的历史记录之中,几乎到处都有关于星空的记载和传说,这些故事和记录构成了古代天文学。近代天文学的兴起改变了人类对星空的看法,通过望远镜,我们发现了宇宙中存在着许多以前不为人知的天体和现象,这些现象足以让任何一个爱好天文的人吃惊。继而出现的现代天文学更是把人类的观测能力和关于宇宙的认识向前发展了一大步,星空不再是一个只有光明和黑暗的世界,而是一个色彩绚丽的世界,吸引着许多人来关注。

在编撰本书的时候,笔者尝试将枯燥的天文知识融汇进有趣的故事里面,让那些对天文现象感兴趣但是却不精通理论分析的读者也能够了解现代天文学辉煌的成果,领略宇宙天体的魅力和神秘。



目录

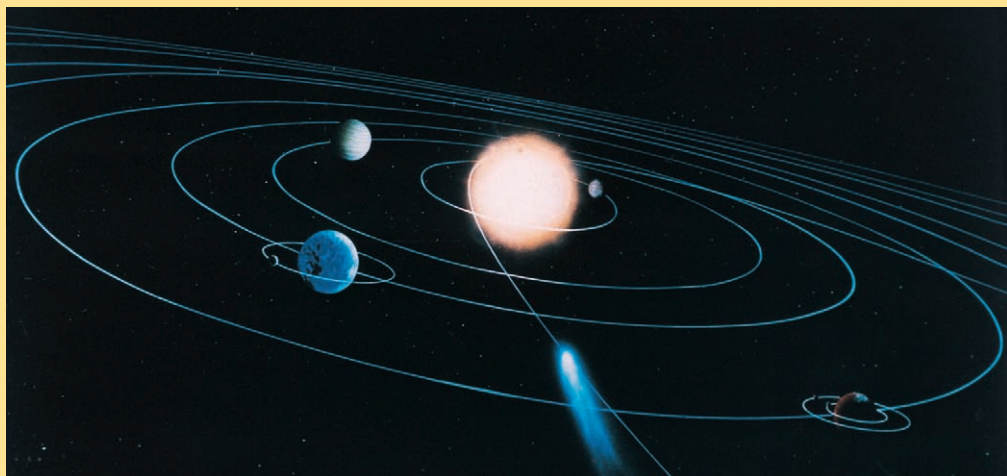
CONTENTS



- 宇宙的创生/ 6
- 宇宙的背景辐射/ 8
- 恒星的形成(一)/ 10
- 恒星的形成(二)/ 12
- 恒星的组成物质/ 14
- 恒星的命运/ 16
- 红超巨星和黄超巨星/ 18
- 心宿二/ 20
- 蓝超巨星/ 22
- 参宿七/ 24
- 变 星/ 26
- 新星和超新星/ 28
- 白矮星/ 30
- 天狼星伴星/ 32
- 中子星/ 34
- 夸克星/ 36

- 黑 洞/ 38
- 星 云/ 40
- 猎户座大星云/ 42
- 哑铃星云/ 44
- 蚂蚁星云/ 46
- 猫眼星云/ 48
- 玫瑰星云/ 50
- 沙漏星云/ 52
- 蝴蝶星云/ 54
- 蛋形星云/ 56
- 奇妙的宇宙/ 58
- 类星体/ 60
- 超光速幻象/ 62
- 磁星的磁场/ 64
- 伽马射线爆发/ 66
- 恒星联盟/ 68





- 双 星/ 70
- 英仙座的魔星/ 72
- 沃夫—瑞叶双星系统/ 74
- 蛇夫座 RS 星/ 76
- 聚 星/ 78
- 三合星/ 80
- 天空中的六合星/ 82
- 星 团/ 84
- 半人马座欧米伽星团/ 86
- M13 球状星团/ 88
- 疏散星团/ 90
- 星团的死亡/ 92
- 星系的形成和发展/ 94
- 螺旋星系/ 96
- 银河系/ 98
- 仙女座大星系/ 100
- 棒旋星系/ 102
- 不规则星系/ 104
- 麦哲伦星系/ 106
- 星系的碰撞/ 108
- 星系的吞食/ 110
- 星系的瓦解/ 112
- 星系团/ 114
- 室女座星系团/ 116
- 后发座星系团/ 118
- 武仙座星系团/ 120
- 太 阳/ 122
- 水 星/ 124
- 金 星/ 126
- 地 球/ 128
- 月 球/ 130
- 火 星/ 132
- 木 星/ 134
- 土 星/ 136
- 天王星/ 138
- 海王星/ 140
- 彗星/ 142



宇宙的创生

奇怪的中微子

微观粒子和它们的反粒子会发生湮灭作用，成为一对光子，但是中微子却是一个例外。中微子不像其他粒子那样，它虽然也有反粒子，但是它却有一个特殊的本领，就是极少和其他粒子进行相互作用，即使它们离得足够近，科学家们把这种作用称为弱相互作用。在弱相互作用中一般都有中微子的身影，并入中子在衰变为质子和电子的时候就会产生中微子。中微子对宇宙非常重要，它的质量决定着宇宙的命运。

大约在 140 多亿年或更久以前，在一个奇怪的区域聚集了今天宇宙中所有的物质，这里完全不同于我们现在的这个宇宙，我们今天发现的所有物理规律在这个区域里都失去了作用，所以没有人知道这个区域在开始扩张以前是什么样子。在随后极短的时间里，这个蕴含巨大物质的区域失去了控制，发生了后来绝无仅有的大爆炸，开始扩张自己的范围，原始的宇宙在这个扩张过程中诞生了。

有的研究者认为像宇宙诞生前的状态的区域并不只有一个，而是有很多个，这样后来宇宙发生的一些事情就可以比较容易地解释了，像恒星的形成等。在爆炸的初期，宇宙中不存在我们现在已知的有质量的物质，充斥着整个宇宙的是各种能量很高的电磁辐射。在其后很短的时间里，随着扩张，宇宙具有了足够的空间，这样，那些能量大小合适的电磁辐射就开始转化为性质（一般认为是电荷属性）相反的粒子对，爆炸产生的能量使这些粒子向着远离爆炸区域的地方高速飞去。在扩张的时候，因为宇宙体积的增加，单位体积内的能量比原来减少了许多，宇宙整体的温度也开始急剧地下降，这促使更多的原始粒子出现，于是物质间的各种作用也开始出现了。最先出现的是伴随着有质量的微观粒子而生的引力作用，但是这个时候引力作用十分微弱，也有研究者认为当时的万有引力作用比现在要强大得多，但总而言之，引力对微观粒子的影响很小。在这个过程中宇宙中形成了中微子、电子和其他一些粒子及它们的反粒子。强相互作用、弱相互作用和电磁作用也开始出现。

这个时候，宇宙是一个充满了微观粒子的时空区域，它被人们形象地称为“煮锅”，在这个不断扩大的锅里翻滚着由光子、电子、中微子和它们的反粒子组成的滚烫的热流，其





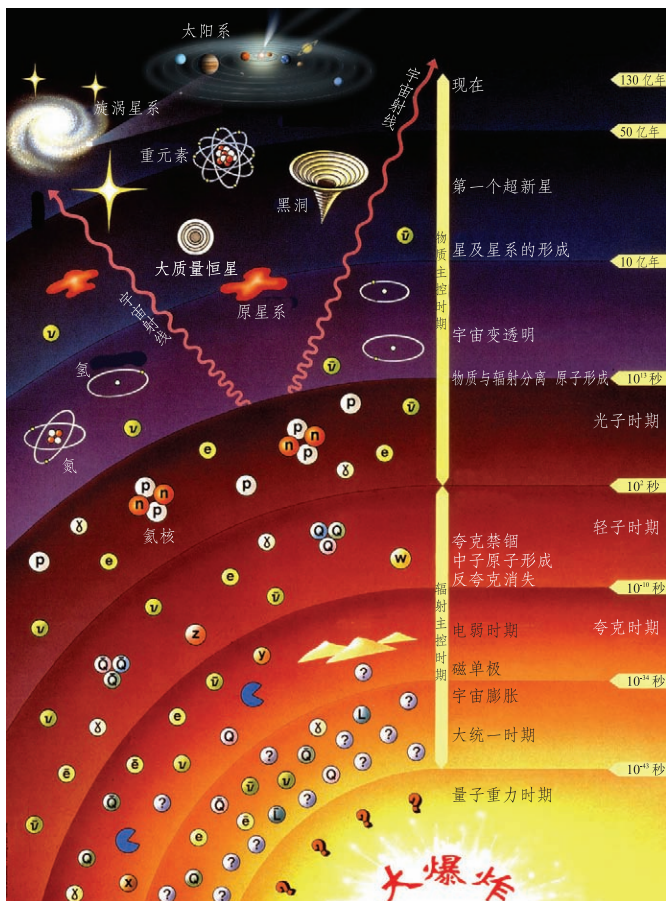
中还夹杂着少量的中子和质子。

以上过程虽然极其复杂，但是它们是在极短的时间里完成的，也就是说，大自然是在极短的时间里创造了这个宇宙，但是大自然还不满意宇宙的状态，于是在各种作用下，宇宙进一步地发展，而大自然也不断地展示自己伟大的创造能力。

在爆炸大约 100 秒以后，宇宙的体积扩大了很多倍，温度也降得很低了，大约是 10 亿摄氏度，相对于现在来说，这个温度的确是非常高，但是在那个时候，这个温度为更重的粒子的出现提供了环境。因为温度的降低，粒子的运动速度也降低下来，于是它们之间开始在一种更强大的作用下相互结合在一起。真正改变宇宙的作用是强相互作用，一种依靠粒子间交换强大能量而发生的作用，在这种作用下，许多粒子开始结合在一起，比如中子和质子组合在一起，形成氢的同位素氘和氚，这两种元素是现在主要的聚变原料。这个时候

也会因为湮灭反应而失去一些粒子，但是总的来说粒子的总数目还是在暴增。渐渐地，宇宙的温度降低到了 3 亿摄氏度，降低的幅度太大了，以至于核子之间难以接近和合成重核了。这个时候宇宙初期的合成反应中止了，下来就只剩下宇宙区域的扩张行为了。在大爆炸发生大约 30 万年后，宇宙的温度已经降低到了 3 000 摄氏度，在电磁作用下，中性原子开始出现。也许这些中性原子遇到了来自其他爆炸区域的原子，它们碰撞在一起，形成一个新的创造区域，恒星将在这里诞生。

大爆炸与其他宇宙模型相比，它能说明较多的观测事实。它的主要观点是认为我们的宇宙曾有一段从热到冷的演化史。在这个时期里，宇宙体系并不是静止的，而是在不断地膨胀，使物质密度从密到稀地演化。





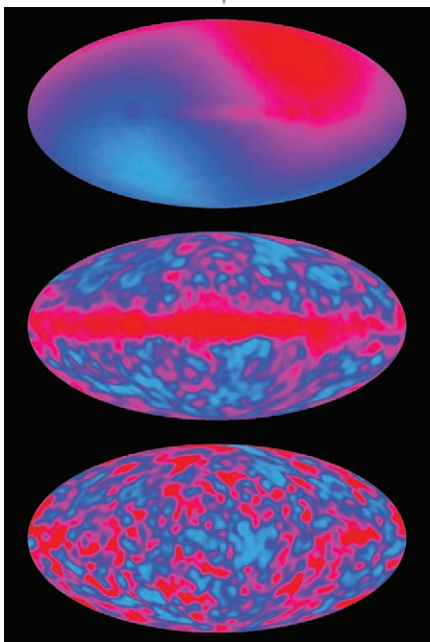
宇宙的背景辐射

宇宙是在大爆炸中诞生的，爆炸中释放的辐射席卷了整个宇宙范围，并留下了自己的印记，宇宙背景辐射就是众多印记中的一个。宇宙的温度是由辐射等效而来的，因为只有由粒子组成的物体系统才能具有温度，具有不同温度的物体可以产生不同的辐射，而辐射可以不依赖物体而独立存在于宇宙空间里，就像地球上存在空气的地方就会有大气压一样，但是气压不等于空气一样。大气压可以等效为一定质量的空气，那么辐射当然也可以等效为温度。在宇宙发展中，宇宙背景辐射为宇宙的演化提供了一个极好的环境，促使宇宙向着现在这个状态发展。在宇宙发展过程中，宇宙背景辐射也在变化，在宇宙诞生之初，环境温度非常高，这个时候宇

宙的温度高非常高，对应的背景辐射频率非常地高，所发出来的绝大部分电磁辐射的频率都要比可见光的大，换言之，宇宙发生爆炸时的明亮程度要比你所想的小得多，它很可能是一片昏暗，期间夹杂着偶然出现的光点。

随着宇宙温度的下降，宇宙背景辐射的频率也急速下降，这是因为随着空间的扩张，那些高能量的电磁辐射因为被吸收或转化而减少，物质之间互相作用时只发出能量更小的电磁波。当宇宙的温度降低到几万度的时候，宇宙开始进入蓝色辐射期，这时候宇宙背景辐射的频率在可见光的高端，蓝色成为主要的辐射区，如果我们能回到那个时代去，那么我们看见的宇宙不是现在这个黑漆漆的世界，而是一个闪耀着幽蓝色光的世界。

来自宇宙背景探测器的背景辐射图





美国贝尔电话实验室的阿诺·彭齐亚斯和罗伯特·威尔逊。

宇宙的扩张看来是不可阻挡的，至少在宇宙诞生后 30 多万年的时候是如此，当时宇宙的温度已经降低到几千度，宇宙背景辐射也是以红光辐射为主，这个时期宇宙处于绯红时期。从这个时期开始，大量的氢开始出现在宇宙中，这些氢成为恒星形成和维持的主要物质来源。

这个时候的宇宙开始产生分化，一些区域因为物质密集而能够维持自己的温度，并产生强大的万有引力，在万有引力的作用下，这个区域开始收缩。在收缩的时候，物质的运动变得剧烈起来，因此温度也增加了，相应的辐射能力也增强了；在那些物质稀疏的区域里没有什么力量能使粒子停留住，因此这里的粒子会越来越少，相应的温度也降低了，辐射也降低了。但是这些都不会对宇宙背景辐射产生影响，因为宇宙背景辐射是一种广泛存在于宇宙之中的存在，而且自从恒星开始发光以后，背景辐射频率已经很低了，恒星所发出的辐射无法改变背景辐射。即使在没有物质粒子存在的地方，宇宙背景辐射依然稳定地存在，不会因为区域的改变而发生变化。

现在宇宙背景辐射已经降到了微波区，它对应于波长大约 7.35 毫米的微波，等效温度是 2.7K，即只比绝对零度高 2.7K，而对由大量原子组成的物体来说，在理论上是不可能达到绝对零度的。

宇宙背景辐射的发现

早在 20 世纪 30 年代伽莫夫提出宇宙大爆炸理论的时候，就预测宇宙中存在大约 5K 的背景辐射，但是这项工作在当时没有受到关注。在 1964 年，工程师彭齐亚斯和威尔逊在调试天线的时候，偶然发现一个电磁噪音，无论他们如何努力，都无法消除这个噪音。后来他们发现这个噪音普遍而稳定地存在于宇宙之中，他们的发现被发表以后，立刻就被人们证实。宇宙微波背景辐射成为支持宇宙大爆炸的最有力的证据之一。



恒星的形成(一)

接下来大自然向我们展示了它伟大而神奇的创造能力，它要在虚无缥缈的空间中创造出许多点缀宇宙的明亮光源，虽然这个制造过程会花费很多时间，但是它最终还是开始了。宇宙温度的降低为氢分子云形成星云创造了机会，温度的降低意味着氢分子移动速度减少了，而向不同方向运动的氢分子相遇，形成一个聚集区。这个区域可不是一个瓶子，它覆盖的范围超出人们的想象，在氢分子大量聚集的区域里逐渐形成了气团。这个时候，万有引力的作用开始表现出来，在一块气团的中心，或者是多个质量中心，因为这里的气团更加密集，所以这里的万有引力也比其他地方强，于是氢分子向着质量中心移动。

一片正在形成年轻恒星的广阔区域。巨大的星云、数千颗恒星、强烈的星风构成了无比壮观的景色。图像中心附近的一片亮蓝色为 R136，那里是新生的恒星集中的地带。

现在的理论显示：氢分子云是以螺旋的方式向着质量中心移动的，因为氢分子在移动的时候会互相撞击，这样它们的运动方向就会发生改变。而在万有引力的作用下氢分子不得不向着中心移动，这样它们就以螺旋线的方式向着质量中心移动，大量氢分子云都以这样的方式运动，于是就在质量中心之外形成一个漩涡。

制造恒星是一个辛苦的工作，它不仅要有合适的物质条件，还要花费巨大的时间，幸好对宇宙来说，时间是足够的。现在人们认为恒星是在宇宙创生 70 亿年后开始大量形成的，但





N11B 是 N11 星云的一部分，它的大小约有 100 光年而且特别活跃。天文学家研究 N11B 内的恒星，发现它实际发生过三次恒星诞生活动。在影像的右上角，可以看见包着即将诞生出恒星的黝黑、结实的尘埃球。

是一些科学家根据新的观测，提出宇宙中第一批恒星在宇宙诞生 20 亿年后就出现了。直到今天，人们对恒星的起源时间仍然有争论，但是有一点是确定的：恒星的诞生是必然的，每一个能感受到阳光的人都会认为这是天经地义的事实。

对“活着的”恒星来说，它们最大的特征就是向宇宙空间中不断地发出辐射，这些辐射就包括着可见光，因此，恒星是照亮宇宙世界的明灯。恒星既然要发光，那么它的温度就必须达到一定高度，这样会消耗很多能量，这些能量来自于恒星上物质的燃烧。氢是组成恒星的主要物质，它就是恒星燃烧的燃料，它们用核子合成的方式来产生强大的能量，维持恒星的温度。当一个氢原子核和另外一个氢原子核融合在一起的时候，它们的质量就会减少，消失的质量转化为能量，这些能量一般以电磁辐射的方式传播。初始的电磁辐射能量很大，但是经过多次吸收和转化以后，它会变为几种能量更小的电磁辐射，或者变为促使粒子加快运动的能量，成为粒子的一部分。合成反应并不是随时都可以发生的，它需要苛刻的条件，不然我们的地球就有大麻烦了，如果地球上的水中含有的氢发生聚变，就会在一瞬间把地球摧毁。

以上所说的是一颗恒星形成所需要的条件，如果这些条件得到了满足，那么一颗恒星的诞生也就几乎成为必然了，形成恒星的物质中还包括许多其他物质，但是以目前的观测来看，这些物质在原始恒星中占有的比例非常小。

◆ 星际分子的发现

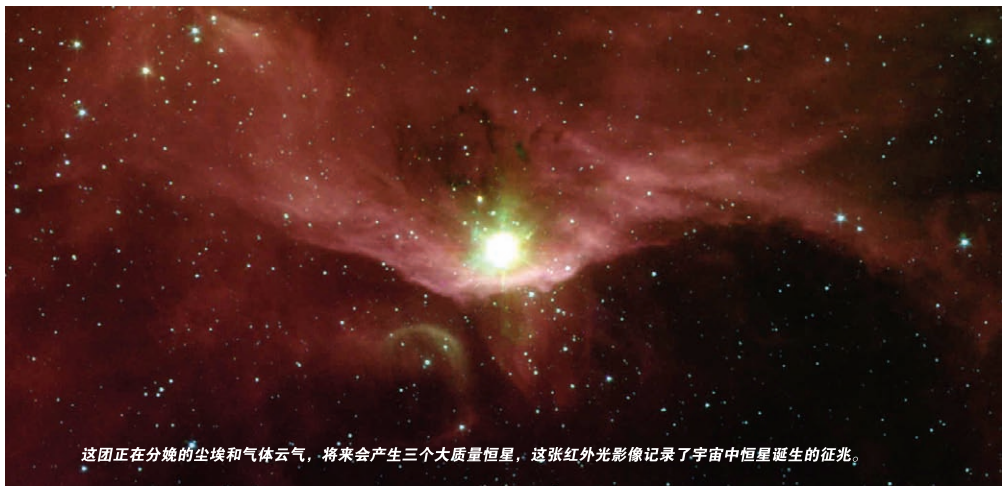
宇宙大爆炸学说认为在宇宙存在氢分子和其他分子，它们因为某一些原因没有成为恒星的一部分，所以只好游离在宇宙空间中，形成星际分子。在 20 世纪 60 年代，天文学家们在分析星体传来的辐射的时候，发现了一些奇怪的辐射，经过研究，发现这些辐射正是由飘散在星际间的分子发出的。这样，许多原来不解的现象得到了合理的解释，所以星际分子的发现成为 20 世纪天文学四大发现之一，也成为大爆炸学说的一个有力的证据。



恒星的形成(二)

在万有引力的作用下，氢分子云进一步向质量中心坍缩，质量中心的物质也变得更加密集，质量也增加了，狂暴的气体剧烈地运动着，在运动中互相撞击，也许有一些氢分子已经开始合成更重的元素——氦。但是这个时候还不行，因为合成反应需要合成物质足够密集，这样问题就转化为恒星内部的压强上，只要压强足够，氢分子的聚变反应就会被启动。

引力坍缩最终在气团的内部造就了一个原始的恒星，而随着越来越多的物质附着在原始恒星上，恒星上产生了剧烈的变化，恒星内部也在发生剧烈的变化，氢分子运动的速度越来越大，原始恒星内部也越来越热。当恒星内部温度达到上千万度的时候，此时氢分子的数目也足够多，于是聚变反应启动了。随着剧烈的爆炸，一个新恒星在宇宙中诞生了，大自然也完成了它的又一个杰作。在地球上，我们可以很安全地利用太阳光，但是太阳不用考虑安全问题，它尽情地燃烧自己的组成物质，释放出大量的辐射，其他类似的恒星都是



这团正在分挽的尘埃和气体云气，将来会产生三个大质量恒星，这张红外光影像记录了宇宙中恒星诞生的征兆。

如此。早期的恒星发射出更多的辐射，它们的聚合反应使自己核心的温度猛增，也许高达上亿度，恒星表面的温度也非常地高，有数10万度，因为这个时候的恒星体积很小，热量也更容易传达到表面。

这些发出明亮的蓝色光的恒星在宇宙中展示着自己作为继宇宙大爆炸后大自然的又一杰作的自豪和骄傲，它们的温度达到了宇宙诞生初期时的水平，发出的亮光使宇宙不再那么昏暗，灿烂的夜空在那个时候就开始形成了。

第一批恒星的诞生改变了宇宙的面貌，它们温度非常高，以至于自己内部许多粒子都无法忍受这样的高温，都以很快的速度逃离这个炼狱般的世界。逃离出来的粒子急速地冲向宇宙空间，它们的行为改变了恒星周围的物质分布，高速运动的粒子使恒星周围物质加速，逃离恒星的引力范围，使恒星周围成为星际气体的禁区。与此同时，恒星释放的电磁辐射已经使许多气体分子从自己周围逃跑了，也就是说，一颗开始燃烧的恒星很难再吸收星际气体，它的质量也因为燃烧而不断地下降。不过因为恒星的质量一般都非常大，而恒星每年损失的质量非常地小，所以恒星可以存在很长时间，一颗像太阳那样的恒星可以存在100多亿年。

恒星的形成只是宇宙发展中一个必然的过程，它不是终结，大自然显然不愿意停止自己创造的脚步，它继续向前走，宇宙继续向前发展。在相互吸引的作用下，恒星之间也产生了联系，这种联系使它们走到一起，构成了更加复杂的天体。

这个时候，宇宙成为一个舞台，在这个舞台上，恒星们上演了一场宏伟巨大的表演，这个表演有开始，但是没有人知道它会不会谢幕。



在这张庞大的银河星云 NGC 3603 的美丽图片中，哈勃望远镜一次性抓拍了恒星生命周期中的各个不同阶段。

失败的恒星

就现在的观察结果，我们不得不承认大自然也有犯“错误”的时候。一些恒星运气不太好，它们能够产生足够的引力来吸引物质，形成自己，但是它们所处区域的物质太少了，以至于这些恒星没有能力点燃聚变火焰。所以它们成了另类恒星，不发光的恒星，这些恒星被称为褐矮星，也被称为失败的恒星。



恒星的组成物质

19世纪中期，科学技术取得了一些进展，人们对宇宙的认识也得到了很大的进步。他们已经认识到太阳是一个巨大的、温度极高的火球，任何靠近的物体都会在一瞬间被熔化，因此当时很多人相信“人类永远也不可能知道太阳是由什么组成的”。实际上不要说那个时候，就是现在，人类都没有登上太阳的能力和技术，在未来很可能也是如此，如果不是太阳发出的光送来了自己的组成物质的信息，也许我们真的永远都不会知道太阳是由什么物质组成的。

每一种元素的原子，只要它在运动，都可以发出电磁辐射，很多元素的原子在变动的时候都会发出可见光。但是一种元素只能发出一种或者几种特定的可见光，如果某一种频率的可见光只能由特定的元素原子发出，那么这个频率的光称为这种元素的特征谱线，相应的这些原子也会吸收特征谱

线，在连续光谱上留下暗条。

19世纪中期以后，一些科学家在拍摄日食时，日冕发出的光谱线的时候，发现其中存在一些暗条，显然这是因为太阳发出的特定的光被一些元素吸收而造成的。他们根据这个发现，找到了一些组成太阳的元素。现在人们发现氦是宇宙中含量第二多的元素，但是在地球空气中氦的含量非常低，以至于人们很久都没有发现。通过分析太阳光谱，人们发现一条以前没有见过的吸收谱线，这代表着一种新元素，这种



行星状星云 NGC 6302 的中心有一颗极端炽热的中心星，表面温度高达 25 万摄氏度，因此会发出强烈的紫外光。此图这颗中心星被一个环状的致密尘埃云挡住了，所以看不到它。在这颗炽热恒星周围的尘埃云气里，天文学家侦测到水冰与各种复杂的碳氢化合物。





元素就被称为氦，但是没有得到科学界的承认。过了很长的时间以后，化学家才从空气中分离出单质氦，证明了这种元素的存在，这下人们才相信太阳也是由元素组成的，这些元素在地球上就有。

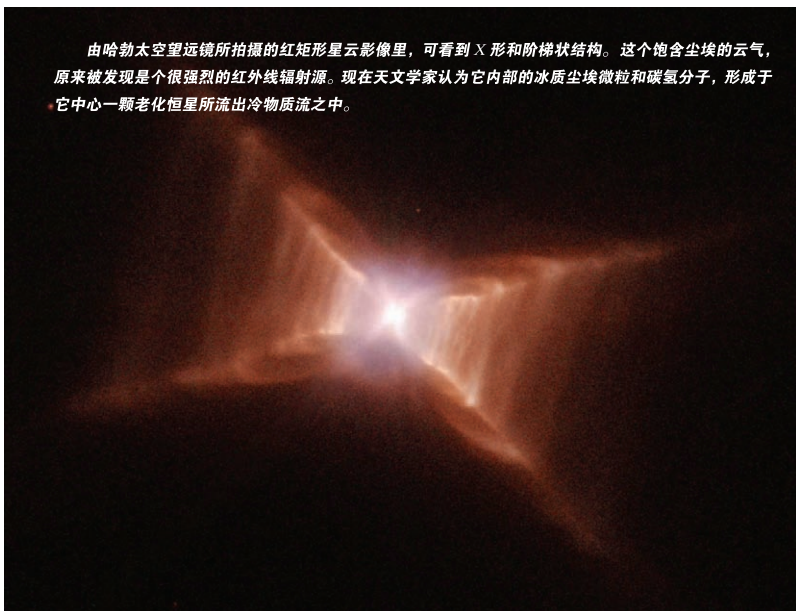
除了太阳以外，其他恒

星也可以发出可见光，这些可见光也揭示了它们的组成物质，现在这种利用光谱分析星体成分已经成为天文探索中常用的手段。利用光谱，科学家们发现太阳中存在大量的氢元素和氦元素，同时还有碳、氧、氮和更重的元素原子。这样，人类不用登上太阳，就可以知道太阳是由什么组成的，虽然现在这些也许只是初步的了解，但是毕竟开创了一条正确的探索道路。

恒星也一样，它们表面的组成物质也会吸收特定的光线，在恒星光谱上留下暗条，这样就可以通过分析恒星光谱来判断恒星的组成物质。恒星处于不同的年龄，它们的组成物质也有不同，年轻的恒星含有更多的氢，而且它们的重元素含量也比老年恒星多，这样人们就可以通过分析恒星元素含量来推测恒星的年龄，这也是推测恒星年龄的一个重要的方法。

恒星的组成元素虽然和地球上的差不多，但是因为恒星特殊的性质，其上的物质状态非常复杂，不能把上面的物质与地球上类似的物质等同起来，比如太阳表面物质和地球上的岩浆。

由哈勃太空望远镜所拍摄的红矩形星云影像里，可看到X形和阶梯状结构。这个饱含尘埃的云气，原来被发现是个很强烈的红外线辐射源。现在天文学家认为它内部的冰质尘埃微粒和碳氢分子，形成于它中心一颗老化恒星所流出冷物质流之中。



◆ 重元素的诞生

所有超氢元素的原子核都是由中子和核子构成的，超氢元素也是在合成反应中诞生的。氢可以通过聚变成氦，只要条件合适，氦也可以发生合成反应，生成更重的元素，这样持续下去，就会有更重的元素产生。那些原子量很大的元素很难合成，但是是一些质量比较大的恒星可以完成这个任务，并把一部分重元素抛洒到空间中，或者在超新星爆炸中把这些重元素抛散到空间中，成为宇宙尘埃或者其他新恒星的组成部分。