

HUNDUN
CHUKAI

混沌初开

——行星和生命的起源

J.P. 怀尔特编

上海科学技术出版社

混沌初开……

行星和生命的起源

澳大利亚科学院庆祝哥白尼诞生
500周年纪念论文集

J. P. 怀尔特 编

赵寿元 苏汝铿

黄绍元 译校

上海科学技术出版社

In the beginning...
Symposium on
THE ORIGIN OF PLANETS AND LIFE
held as part of the Copernicus 500th Birthday
Celebration at Canberra on 27 April 1973

Edited by

J. P. WILD, FAA, FRS

Australian Academy of Science 1974

混 沌 初 开 ……

行星和生命的起源

J. P. 怀尔特 编

赵寿元 苏汝铿

黄绍元 译校

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

总发行所上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 4 字数 91,000

1979 年 9 月第 1 版 1979 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

书号: 13119·800 定价: 0.43 元

原编者的话

1973年4月27日，澳大利亚科学院召开“行星和生命的起源”座谈会；到会的有许多著名科学家，本书由他们提出的一组特约文章所组成。书中尽量用非专业人员也能了解、对科学家也有所启发的语言写成。这篇文章追溯我们这个星球的早期历史和生命的出现，并以我们怎样才能同地球外的理智生命接触所作猜测，作为本书的结尾。说实在的，参加这次座谈会的听众，不论是科学院院士还是一般听众（他们在这种场合总是受欢迎的），听了一整天生动有趣的科学报告都出神入迷了。编写这本书的目的，就是把这些有趣的叙述介绍给更多的读者——学生、教师和对他们所居住的地球感兴趣的越来越多的人；也要介绍给科学家，他们将评价本书中以相当的深度对某些问题作出述评的章节。

编者 J. P. 怀尔特

（美国科学院院士，英国皇家学会会员）

引 言

R. N. 罗伯逊

我很高兴地欢迎所有前来参加澳大利亚科学院举办的座谈会的客人。

今天，我们要听取一系列论文报告，这些论文涉及广泛的学科领域：物理学、天文学和地球物理学；化学和生物学。但是所有的论文都围绕着一个共同的主题：世界是怎样开始的；——处于星际空间的孤单的原子怎样形成分子；分子和原子怎样形成恒星和行星；行星上，例如地球上，又怎样进行化学和生物演化；最后，与其他星球文明的通讯我们又是怎样看的。当然，我们不能期望今天的讲演者都能解答这些问题，但我个人的信念是，我们还得要走一条漫长的道路，才能使讲演者找到某种协作形式；这样，他们对这些课题的现状，能比今天我在这里热忱欢迎的讲演者提出更权威的说明。

无疑地，有史以来人类就对摆在我们面前的上述课题产生了好奇心；但如果一定要确定严肃的科学探索是从什么时候开始的，我想大家都会同意，1541年发表尼古拉斯·哥白尼的伟大著作《天体运行论》是最重大的事件。你会想起，以哥白尼为开端的有名的科学成就链。哥白尼告诉我们，地球不是围绕别的运行，而是围绕着太阳运行的。接着经第谷·布拉赫（16世纪后期）作了精密的天文观察，导致开普勒（17世纪早期）发现行星轨道；而后伽利略提出了机械运动的基本定律，最后是牛顿（17世纪后期）取得了登峰造极的成就，他给我们提出了万有引力的

• i •

简明概念。

从哥白尼到牛顿的这一发现链，不仅使人们第一次真正去理解生活在其中的那个宇宙，并且永远确定了代替迷信和开始取代传统知识的科学方法的力量和权威。因此，我们觉得，把今天举行的科学座谈会，作为庆祝尊敬的、开始了一切的尼古拉斯·哥白尼五百周年诞辰活动的一部分，该是最恰当不过的。

目 录

引 言	1
卢瑟福·罗伯逊, 美国科学院院士, 英国皇家学会会员, 澳大利亚科学院院长	
星际空间的有机物	1
R. D. 布朗, 美国科学院院士, 蒙纳希大学化学系教授	
行星系统的形成	13
A. J. R. 普林铁斯博士, 蒙纳希大学数学系教授	
行星的早期化学演化	41
A. E. 林伍德, 美国科学院院士, 英国皇家学会会员, 国立澳大利亚地球化学系教授	
生命分子的合成	76
L. E. 奥吉尔, 英国皇家学会会员, 萨尔克生物研究所博士	
最简单的生命形态	91
F. 吉布森, 美国科学院院士, 国立澳大利亚大学生物化学系教授	
与地球外文明的通讯	108
J. G. 艾布莱斯, 澳大利亚联邦科学和工业研究组织射电物理学部博士	
结束语	116
A. K. 麦金太尔, 美国科学院院士, 蒙纳希大学生理系教授	

星际空间的有机物

R. D. 布朗

在纪念革新了人们的宇宙概念的尼古拉斯·哥白尼五百周年诞辰之际,通过综述近代所采纳的宇宙图象,来开始这一系列演讲是可取的。据说宇宙开始于一次原始的激烈的爆发,称为“大爆炸”——或许在二十左右京年(1京年=10亿年)前,宇宙的物质开始形成大“球”,它后来演变成星系。我们自己的星系——银河系——是一个典型的旋涡星系,从外面看来有点象星云星团新总表(NGC) 5194(Sc型旋涡星系,在猎犬座,图1)。

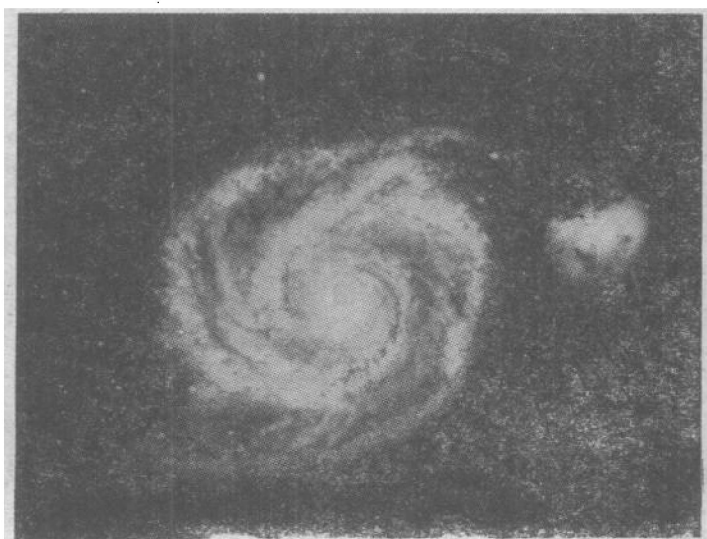


图1 NGC 5194 旋涡星系

估计在宇宙间有一千亿个星系。

星系由恒星——或许有一千亿个——组成，我们的太阳是一个典型的恒星(图 2)。因此，我们生活在一颗普通的恒星的近邻，而这颗恒星又是一个普通星系的一部分。我想普林铁斯博士将指出地球是一颗典型的行星，也是环绕一颗典型恒星的行星系统中的一部分。

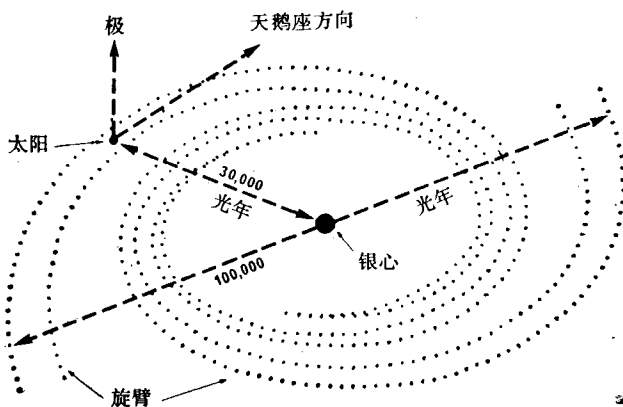


图 2 银河系的图示和太阳的位置

现在除恒星外，星系还有另外一些重要的组成物——星际尘埃和气体。在其他星系的照片中，可以分辨出模糊的气体的斑点。在我们自己的星系里，肉眼就能看到这些斑点，使人印象最深的是近南十字座的暗星云(图 3)。在沿星系旋臂的内边沿上，能找到这些暗星云，它们构成了星系总质量的十分之一或更多一些。对于使用光学望远镜的天文学家们来说，这些尘埃云却是使人讨厌的东西，因为它使望远镜研究我们的星系所能达到的距离受到严重的限制。但近年来，它却变得使人感兴趣了，因为人们相信，尘埃云是由于尘埃的引力坍缩而稳定地形成新星的区域。

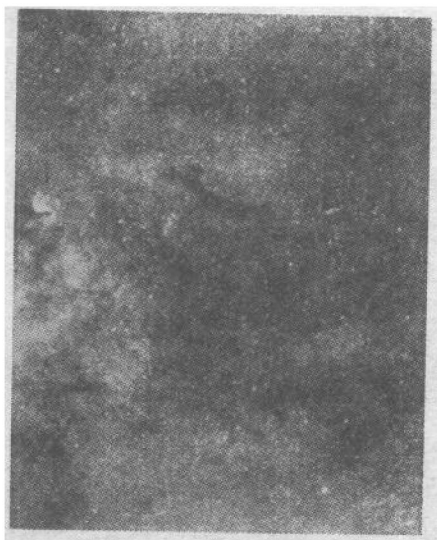


图3 在塞罗托洛洛的中部美洲天文台用
库迪斯-斯密特望远镜拍的暗星云

1968年12月,当射电天文学家们探测到这些尘埃云中存在着一种多原子分子氨(NH_3)时,大大促进了对这些经常被称为暗星云的尘埃云的研究。在那时以前,人们认为除了三、四种十分稳定的双原子分子外,星际介质对分子的生存来说,是一个极不合适的环境。从恒星发出的紫外辐射会迅速破坏其他分子。但在氨之后又发现了一个稳定的分子流,从而证实了暗星云中的尘埃微粒有效地屏蔽了紫外辐射,使分子能比较容易地在星云中生存。

大多数分子是在靠近我们银河系中心的一个很大的云里发现的。我们银河系的中心处在天穹南方的人马座内(图4)。它在新南威尔士北部上空通过,因而澳大利亚是我们观察它的理想地点。它不能用可见光观察,因为它被尘埃屏蔽,但射电波可以通过,因而可用射电望远镜,例如用帕克斯望远镜来观察。



图4 在可见光下银心——人马座——的方向

人们探测到了这些分子,并用它们的特征谱线证实了它们,这类工作是在地面实验室中开始的。这些在射电区和微波区中的谱线表示在气相下自由转动的分子转动能的变化(见图5)。一个微波光子“撞入”一个分子内,如果它刚好有合适的能量,它就被吸收,并使分子更激烈地转动;或者它可以刺激分子,使它辐射一个刚好是同样频率的第二个光子。研究低压下的气体化

微波光谱受激发射和吸收

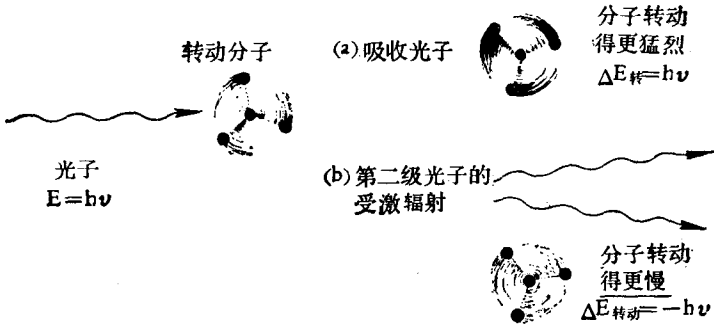


图5 分子微波的辐射和吸收

合物,可以测定特征谱线。这种吸收作用可测得十分精确(有时达到九位或更多位有效数字),而这种精确度使得能从一、二条星际谱线中明确地辨明一种分子。

射电望远镜现在能转到这个频率(更确切地说,是以分子谱线为中心的 256 个略有不同的一组频率,对这 256 个点的测

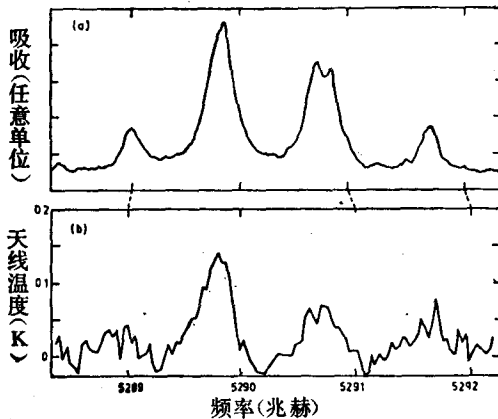


图6 在亚甲胺中 $l_{10} \leftarrow l_{11}$ 的跃迁

(a) 实验室的光谱 (b) 用帕克斯射电望远镜在“人马座 B2”观察到的发射(多普勒速度为 63 千米/秒)

量产生了分子谱线图), 指向适当的尘埃云(通常是近银心的“人马座 B2”), 观察由此引起的讯号。这是个很长的过程, 因为分子讯号远比背景噪音弱。我们化几个小时积累这些讯号, 通过这种方式使噪音逐步达到平均数, 直到我们所寻找的讯号能与它抗衡时为止。图 6 表示对亚甲胺— CH_2NH —所得到一种结果, 它是在 1972 年 5 月, 用帕克斯射电望远镜观察到的。

表 1 中的分子就是用这种技术探测到的。所有这些分子在天文学上都有相当大的兴趣, 它们的微波讯号使我们能够去研究银河系结构的一个全新的领域, 令人特别感兴趣是多原子分子——尤其是碳化物, 因为从它们出发, 化学家们能够产生各种多样更为复杂的有生物学意义的分子。

表 1 星际分子*

OH	羟基	H_2CO	甲醛
SiO	一氧化硅	H_2CS	甲硫醛
CN	氰基	HCO_2H	甲酸
CO	一氧化碳	HCCCN	氰乙炔
CS	一硫化碳	CH_2NH	亚甲胺
OCS	硫化羰	HCONH_2	甲酰氨
H_2O	水	CH_3OH	甲醇
NH_3	氨	CH_3CN	乙腈
HCN	氰化氢	$\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$	甲基乙炔
HCNO	异氰酸	CH_3CHO	乙醛
.....			
		H_2	
		CH	
		CH^+	

* 在点线下的分子是用紫外光谱学发现的。

事实上, 星际分子和近二十年来所作的一系列实验中所包含的简单分子有许多都是相同的。在这些实验里, 人们认为是模拟了我们地球的原始大气层的气体混合物, 通过一个热的管子, 或使它和一个能源如电火花或回旋加速器的辐射相遇, 就产

生了许多简单分子。例如，图 7 就是这个领域的工作者之一卡尔文在《化学演化》一书中提到的化合物。卡尔文认为是从第一行的一些分子开始的，第二行和第三行的那些分子是以后陆续形成的。第二行中的第三种分子已在星际介质中找到，其他的还未发现。这件事或许是有意义的。

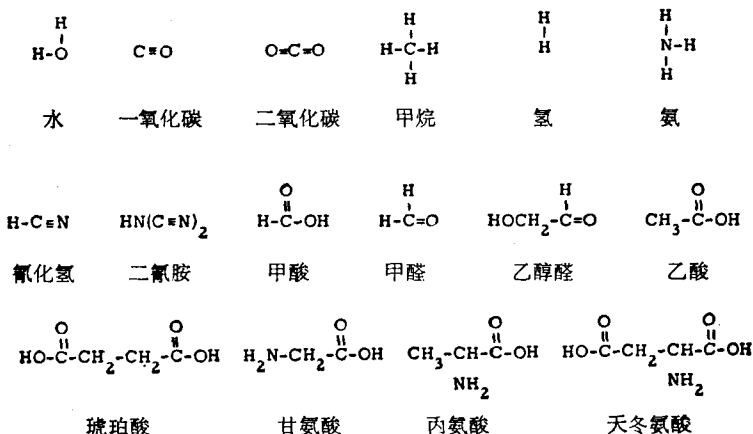


图 7 按照卡尔文提出的分子演化(1969)

在这里，我不想细说对原始行星上的前生命化学的研究，因为奥吉尔博士将讨论那些情况，但我想简要地就暗星云中的星际分子，同暗星云后来凝聚形成的合适的行星上生命的发展之间的可能联系作一猜测。

于是提出了一些问题，地球上生命发展的早期化学阶段，是否有待于原始大气层中的闪电放电？或是原始星云中是否含有足够数量的前生命物质？或是还含有比我们迄今已发现的更为复杂的分子？如果是这样的话，在行星凝聚和增长的灼热过程中，这些分子是否存留下来，并最后主宰了生命物质的生成？毫无疑问，答案部分取决于追溯星云凝聚为原恒星、然后凝聚为一颗恒星和一些行星的各个阶段——这将留给普林铁斯博士去讨

论；部分取决于追溯这些过程的以及原始地球的热史和化学史——林伍德教授将全面地谈这个问题。

一般都认为，凝聚成地球的物质的化学成分，在地球诞生后的最初几亿年内有显著变化，因为年轻的行星非常热，将导致不太稳定的分子分解。加之发生了其他一些过程——氢和氮的引力损失，火山喷出水汽，二氧化碳、硫化氢、二氧化硫等等气体，由于形成了固态碳酸盐而消耗了二氧化碳，以及其他种种过程。因而，对在其中出现最原始生命形式的原始大气的性质的推测，仍有相当大的自由；甚至原始大气是象奥林林-尤里最初的生命起源理论所要求的还原性大气，还是象阿贝尔逊和他的合作者所假定的氧化性大气（包括二氧化碳，一氧化碳，氢，氮和水），也还是有讨论的余地。但看来在行星凝聚期间凝聚的原始大气层，必定已发生了化学上看不出的变化。

然而，原始太阳星云中的有机分子，也许已以两种方式对地球上生命的发展起了某种作用：首先，原始地球在经历了早期的颇为激烈的化学阶段以后，很长一段时期内一定继续从周围的星云中积聚分子，因此原始星云中的分子的性质，在冷行星表面上后来的凝聚阶段中已起了重要作用；其次，伴随着行星形成而产生的更小的凝聚物——流星和尘埃颗粒——包含着比较温和的化学过程，这些过程可能已从星云的原始分子中产生出更复杂和更有生物学意义的分子。

我们已从陨星的研究中证实了这些。被称为碳质球粒陨石的一类含碳陨石，已引起人们的注意。仔细分析了这类陨石（例如1969年在维多利亚坠落的穆尔奇逊陨石）的内含物后，发现有氨基酸和其他有生物学意义的物质。芝加哥大学的安德斯和他的合作者，假定这些物质是在太阳星云凝聚期间形成的。在把一氧化碳、氢和氮转变成这些有生物学意义的化合物时，陨星尘中的金属化合物和硅酸盐化合物起了费希尔-特洛帕许催化剂

表 2 陨星粉末加热而生成的挥发性化合物

由一氧化碳、氢、氮的陨石合成

(斯塔迪尔, 安德斯, 早津等人, 1968)

挥发性产物

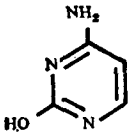
H₂CN

(CN)₂

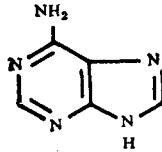
HOCN

CH₃CN

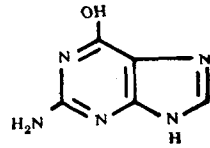
表 3 陨星粉末加热而生成的非挥发性化合物



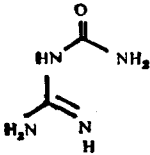
胞嘧啶



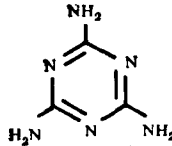
腺嘌呤



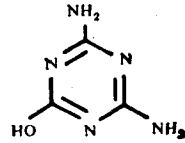
鸟嘌呤



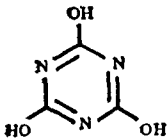
胸基脒



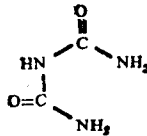
黑色素



氰尿二酰胺



氰尿酸



缩二脲



尿素

的作用。安德斯曾证明,让这些气体接触陨石粉末,并加热到星云中陨星凝聚的那个温度范围时,会产生出类似的有生物学意义的分子(见表 2 和表 3)。虽然在穆尔奇逊陨石里检出了嘌呤和嘧啶,但在辨认出的分子中间却没有一个基本的 DNA 碱基,这是令人感到兴趣的(图 8)。

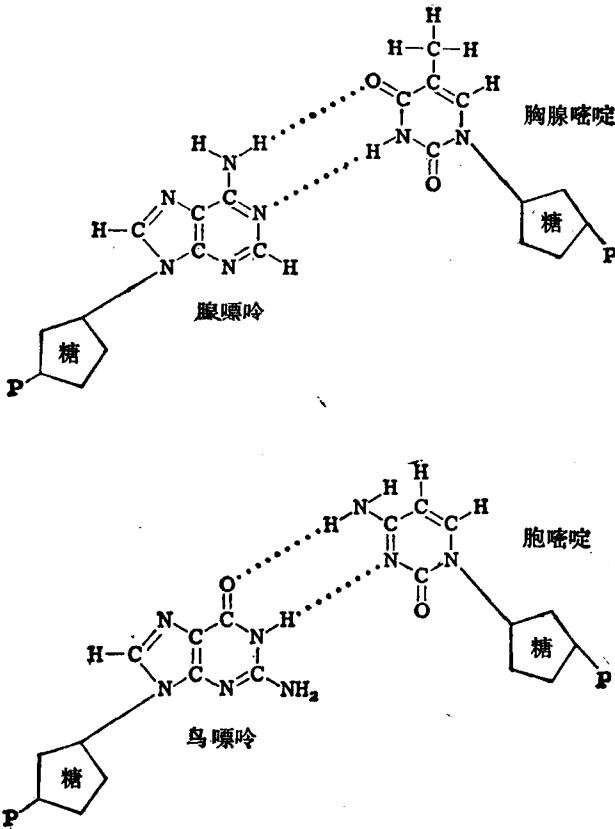


图 8 DNA 的基本的杂环碱基