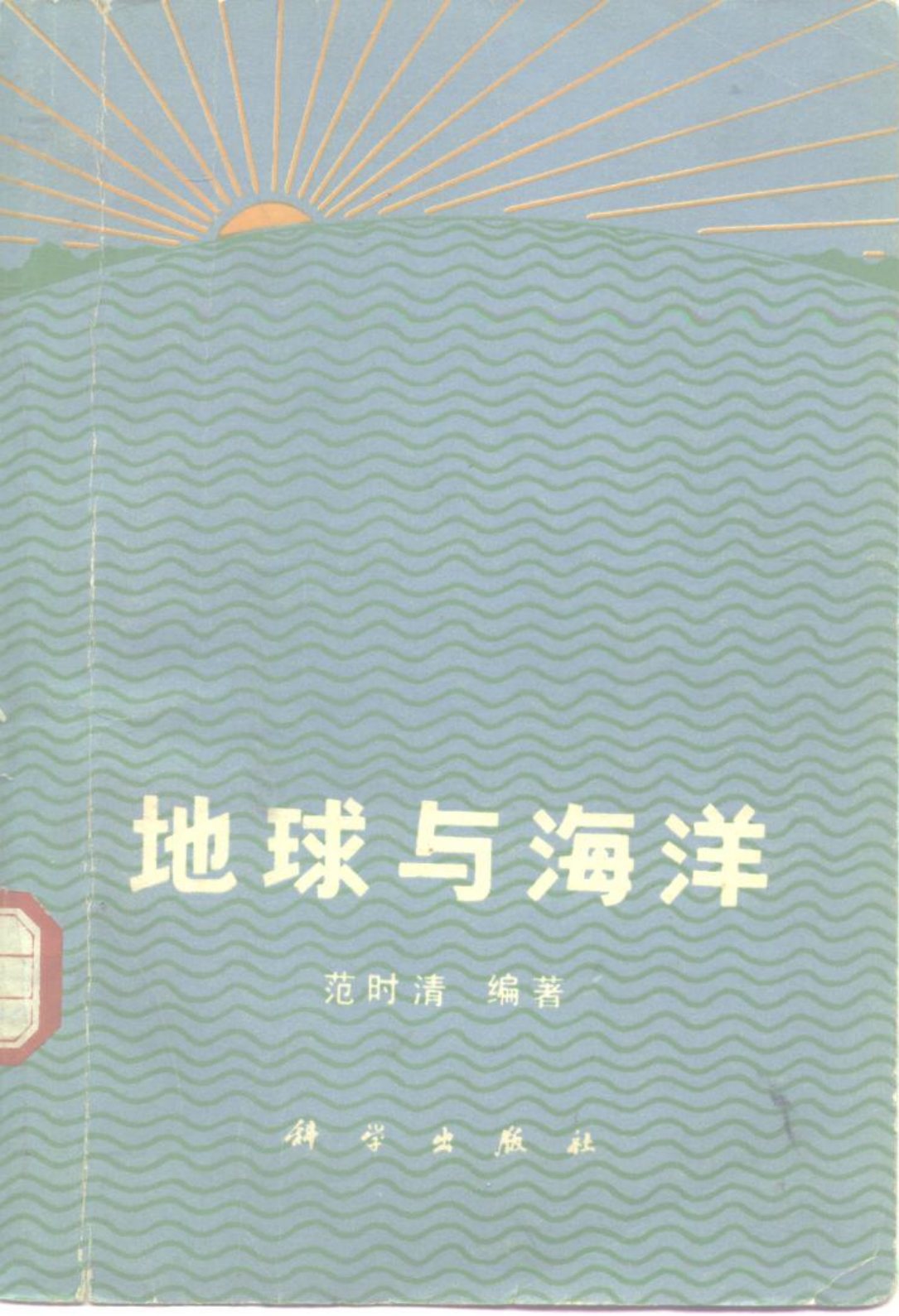

地球与海洋

范时清 编著

科学出版社

地球与海洋

范时清 编著

科学出版社

1982

内 容 简 介

本书是一本全面介绍地球与海洋科学的基本理论读物。主要论述地球与海洋的形成和发育史、地球岩石圈动力学状态、地球冰期起源和气候演化以及地球生物进化历程等问题；并介绍了地球的形状和层圈构造、地球运动及其变异原因、地球未来能源类型、南极自然环境和资源概况等。本书对地球海、陆分布、海洋探测的历史与内容、大陆边缘和洋底表面的自然状态、现代海底沉积分带性原理、现代海洋浊流作用、世界地震与海啸及其发生机制、海洋的未来和开发远景、海洋的自然资源与经济潜力等亦作了总体阐述。

本书适用于大专院校有关师生、中学教师、科学工作者以及广大工、农、兵、机关干部和知识青年阅读。可供地球与海洋科学研究部门、资源勘探与开发部门、地震预报部门、气象预报部门、军事部门等参考。

地 球 与 海 洋

范时清 编著

责任编辑 张立政

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年1月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1982年1月第一次印刷 印张：11

印数：0001—3,250 字数：253,000

统一书号：13031·1785

本社书号：2426·13—15

定价：1.70元

目　录

第一章　地球的起源……（1）
第二章　地球的形状……（33）
第三章　地球的构造……（40）
第四章　地球的运动……（56）
第五章　地球的年龄……（74）
第六章　地球冰期起源和气候变异……（78）
第七章　地球未来能源……（100）
第八章　地球生物进化……（112）
第九章　地球的海、陆分布……（154）
第十章　南极……（164）
第十一章　海洋探测……（182）
第十二章　海洋物理现象……（199）
第十三章　大陆边緣……（217）
第十四章　洋底……（230）
第十五章　现代海洋沉积分带性……（244）
第十六章　现代海洋浊流作用……（248）
第十七章　地震与海啸……（264）
第十八章　海洋的未来……（276）
第十九章　海洋自然资源……（279）
第二十章　地球与海洋的演化……（307）
参考文献　……（347）

第一章　地球的起源

千岩茫茫连沧海，烟波浩浩绕碧山。蓝色的海洋，是如此引人入胜，地球和它的历史，又是这样风光无限（图1）。

南天一鹤排云上，便引诗情到碧霄；在碧霄星际间浮动的地球，它是怎样产生的呢？

图1　地球与海洋

仰望银河，象一把夺目长剑、横过孔雀尾一样璀灿的夜空。这个巨大的漩涡状银河系，大约集聚有1500亿颗恒星，有30000多个星团，它们构成一个扁平圆盘状集合体，直径有8万到9万光年，中心部位厚16000光年，太阳系所在部位附近的厚度为5000光年。银河系中心恒星聚集最密，恒星分布的密度向银河系边缘方向逐渐减低。太阳系就大致位于银河系半径的中部稍稍靠近银河系边缘的一面。

宇宙间所有物质，无一不处在激烈动荡、演变和发展的滚滚洪流之中。发现宇宙物质从一种形态转变到另一种形态的基本规律，是宇宙起源学的一项任务。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

300多年前，爱尔兰一个大主教乌索尔曾公开宣称："地球是在公元前4004年10月23日一个星期日被上帝创造出来的"。过去，中国古代封建统治阶级说，盘古氏开天辟地，经历18000年，才有大地。这类上帝创造地球的说法，早已被科学无情揭穿。

随着社会生产和科学发展，人们对地球和太阳系的认识不断深化。300多年来，对地球或太阳系起源这一基础理论问题，国际上先后提出过40多种假说，归纳起来，主要有"灾变说"、"俘获说"、"原始星云说"、以及"次生星云说"。后一种假说是笔者支持的概念。

一、灾变說

这种假说认为，太阳系的形成是某种罕有的巨大变动的结果，认为行星物质大多是从太阳抛射出来的，太阳先形成，后来另一颗恒星接近或碰到了太阳，恒星离开时，由于引力从太阳拉出大量物质，并给这些物质相对于太阳而言的巨大的角动量，从而形成行星和卫星。有人甚至提出，太阳系是由2个或3个星体相碰撞而形成的。

归属"灾变说"范畴的假说有许多种，例如：

1.法国动物学家G.L.L.布封在1745年第一个提出太阳系由灾变形成的假说。

G.L.L.布封认为，开始时在宇宙中有一个固态的或灼热不动的原始太阳存在着；后来，一个非常庞大的固体彗星向太阳加速度飞驶而来，并成锐角方向斜斜地撞击固态太阳表面，由于这一撞击，太阳便开始围绕自己的轴旋转起来；同时，由于受到彗星这一猛烈撞击，太阳发生了变形，太阳表面被击出几股炽热的由气体包裹着的物质团块，最大的几

部分物质团块就各自形成行星，并围绕太阳运转起来；另外，还有些小块随着大块旋转，最后成为卫星；原始太阳由于受到惊人的撞击，发生热和光，并且跟着开始熔化（图2）。

布封这个假说后来受到拉普拉斯的严厉批评而从科学舞台中退出了。

2. 1900年，美国地质学家T. C. 钱伯伦提出“星子说”，并由数学家F. R. 摩尔顿加以论证。这种“星子说”认为，起初在太阳系形成以前就已经存在有飞驰于宇宙太空中的炽热的原始太阳了，后来这个太阳在它的行程中，遇到一颗巨大行星从它身旁经过，由于两个天体接近，它们之间就产生了涨潮力，而在太阳表面相背的两点上，引起了两个巨大的涨潮波，以致发生了从太阳内部向外喷射气体物质的灾变现象。这两股强大的气体喷出物再互相汇合形成星云盘，随后，星云盘中形成了小水滴状和碎块状的凝团，太阳于是被那些由气体星云中冷却固结的质点所组成的稀薄陨星物质包围着，假说的创立者把这种质点叫做“星子”（也就是行星的萌芽）。凝团形成以后，星子被大的质量吸引，开始向凝团上落去，加大凝团体积，由于同时的吸引力作用，小的凝团又向更大的凝团上落去，最后，星子乃集聚而成行星，其中一个就变成地球。

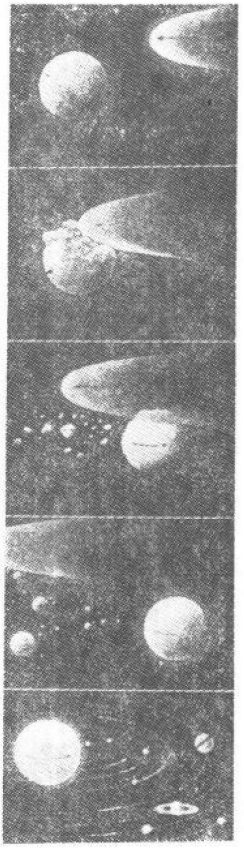

图2　布封假说太阳系形成过程图

3. 1908年，瑞典化学家S. V. 阿享尼（1859—1927）把巨大固体物质的灾变性相撞和旋涡星云从中的发展看作是行星形成的基础。S. V. 阿享尼推测，旋涡星云的形成是由于两个原始太阳（恒星）顶头相撞合为一个并由碰撞处流出气体的结果，由于这一个带有“日珥”的太阳系是转动的，所以这几股烟流也就呈螺旋状弯曲起来，巨流中的烟尘物质开始围绕其中各个凝团中心集中起来，行星就是这样开始形成的。

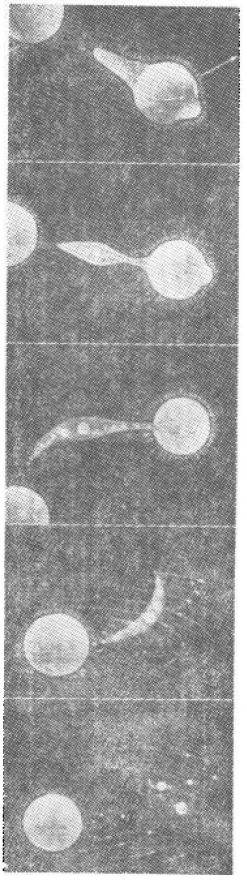

图3　金斯假说太阳系形成过程图

4. 1910年，T. J. 谢伊提出了两星云相碰，合成太阳，太阳俘获星际尘粒，星际尘粒再集聚成行星体的概念。

5. 1916年，英国学者J. H. 金斯提出“潮引分裂说”。按J. H. 金斯（1877—1946）意见，大概在20万万年以前，宇宙间有一颗比太阳大的巨大恒星突然向着原始太阳冲来，并从太阳旁边掠过，由于它的强大吸引力，从太阳表面拉出一股高热气体物质流，随着这颗巨大恒星离开太阳远去的过程，这股气体流就被越拉越长，形状象一枝雪茄烟，两头小、中间大，后来，这股雪茄烟状的气体物质流渐渐冷却下来并在自身引力作用下，在其内部开始形成了气体尘埃物质的个别集中点，再进一步凝聚、集结而形成在自己轨道上绕太阳旋转的

行星(包括地球)。新形成的行星又以相同的原理和过程形成了卫星(图3)。

金斯假说是典型的灾变说，它不能解释行星离太阳的距离问题，亦未涉及某些卫星反转的成因，对行星运行轨道变化的规律性也沒有作出结论。J.H.金斯后来自己宣称，由于他在宇宙物质运动的计算上犯了数学上的错误，所以他的假说是错了。

6.1929年，H.捷弗里斯提出"碰撞说"。认为另一颗掠过的恒星从边緣锐角方向撞击原始太阳，使原始太阳发生旋转，并碰出物质，恒星离开时，太阳被分离和拉出一条带状物质，以后，此条带分裂成若干块并各自冷凝形成行星和卫星。

H.捷弗里斯假说后来被证明不能成立。进一步的计算表明，恒星所能给与带状物质的角动量远远不够将它抛到太阳系的边緣。如果行星眞的能这样产生，它的轨道半径最多也不能超过几个太阳半径。长条的质量必须和太阳差不多，才能顶住太阳的潮汐破坏作用，但实际质量不可能这样大。此外，长条必须具有足够多的物质来形成所有的行星、卫星。如果这些带状物质是从太阳内部溫度高达100万度处引出来的，溫度这样高的气体在脫离太阳后将很快向太空散开，因而就不可能凝成行星。此外，虽然在银河系里两恒星相遇或碰撞是可能的，但其概率非常小，这是因为恒星的空间密度非常小。可以算出：一个恒星(如太阳)同另一恒星紧密接近每2.7×10^{15}年才有一次，同另一个恒星碰撞每6.3×10^{17}年才有一次，而银河系的年龄只有1.2×10^{10}年左右，所以太阳系是由原始太阳同另一颗恒星相遇或相碰撞而形成的概率是极小的。

7.1935年，H.N.罗素提出双星说。认为太阳为双星的

一个子星，另一子星被接近的第三星拉走，留下一长条，以后，在长条内形成行星。

以后，R.A.里特顿(1936，1941)亦提出过大致类似的双星说。

8.1960年，M.M.乌尔夫逊也提出一种假说，认为一超巨星接近太阳，太阳从它拉出物质形成长条，随后在长条内形成行星。

9.C.K.符谢斯比亚特斯基认为，行星、大卫星、太阳都由超密的星前物质形成，有些行星可能是太阳形成以后，由太阳爆发出来的超密物质形成的。

10.60年代以后，出现了一些新的灾变说。如A.C.本纳季等提出了太阳曾是一个9 $m_{\odot}$($m_{\odot}$即现今太阳的质量)的磁星，径向脉动的振幅很小，当另一恒星走近太阳时，使径向脉动振幅增大而抛出物质并形成行星。

M.M.沃耳弗桑提出曾有一个质量为100$m_{\odot}$的超巨星，表面密度小，以每秒100公里的速度接近太阳，由于潮汐作用，使太阳分出一长条状物质，这个长条状物质后来凝结成行星。

上述一些灾变说论点，终于在数学分析试验之下立不住脚。1939年，美国天文学家L.S.史毕茨指出，任何物质在任何情况下自太阳喷出将属极热状态，不可能凝缩成小行星，仅能扩散成稀薄气体。

二、俘获說

风靡一时的俘获说，是1944年O.IO.施密特提出的。O.IO.施密特认为太阳原是银河系中一个孤独的恒星，同其他灼热的天体一起沿着轨道在宇宙太空运行着，当时太阳的

光度和温度都同现代的很少有区别。大约在60—70亿年以前，太阳在它的运行轨道上走进一团直径为10万光年的星际气体——尘埃云中，太阳的光压把那些最微小的质点推开，而把其中一部分较大的质点俘获和吸引过去，迫使它们围绕太阳聚集和旋转起来；后来，这些质点运动逐渐获得了较为固定的次序，同时它们的轨道也平均化了，所俘获的全部尘

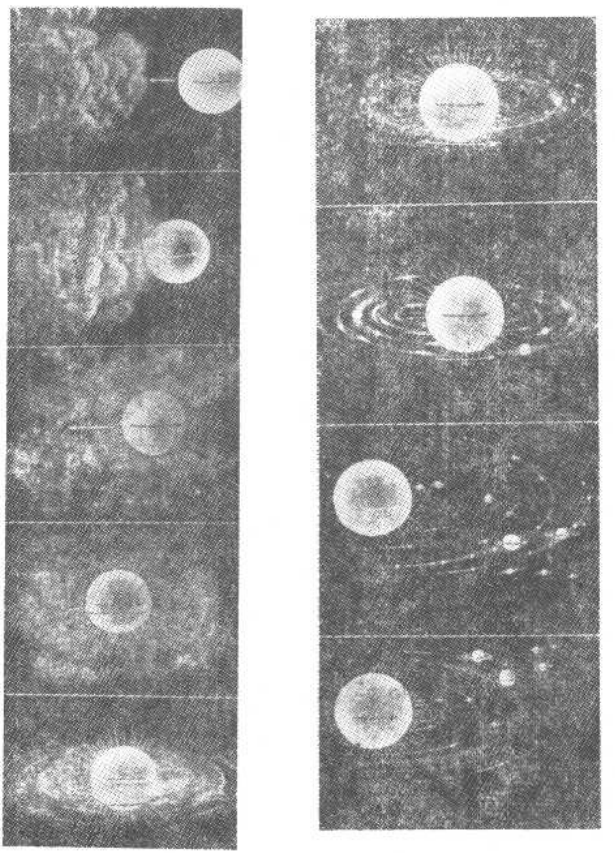

图4　俘获说太阳系形成过程图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

埃物质便都聚集在接近太阳的赤道平面上，形成象土星环一样的扁平圆盘，随后，由于星云盘内固体尘埃质点的相互作用和太阳引力的作用，使扁平的星云盘分裂，分裂碎块向密度大的地方凝聚成星子，星子再结合而聚成行星，其中一个就是我们的地球；同时，在增长的行星周围形成了卫星，而陨石就是由尘埃物质在其中形成行星凝团和它们的卫星的那个星际云的残余(图4)。

按O.IO.施密特意见，地球从来不是全部炽热的或气态的，而是由冷的尘埃般的陨石物质形成的，这就是施密特假说不同于其他假说的地方。O.IO.施密特认为，地球作为一颗行星的发展情形是这样的，它最初整个是个冷的天体，原始松散的地球随着陨石物质在它上面的堆积而逐渐紧密起来，内部的压力愈来愈大，一直达到几百万个大气压，结果地球的物质就热了起来。按O.IO.施密特意见，放射性元素在原始宇宙云的尘埃物质中就已存在，它对地球外层的热起来有重要意义。以后，地球内部发生了物质分化作用，也就是按比重大小的分化作用而形成地球层圈结构。

1949年，K.E.艾奇沃斯提出的概念与O.IO.施密特类似，他也认为太阳俘获邻近残余的星际物质(主要为尘粒)，并由尘粒集聚成行星。

俘获说存在许多没有解决的问题。O.IO.施密特学说的基本点认为，太阳走进一直径为10万光年的星际云、俘获足够物质以形成星云盘，然后行星就在星云盘中形成。但是，理论计算表明，当太阳和尘埃云的角动量相差很大时，俘获是不可能的。据R.A.里特顿(1961)计算，只有当太阳和星际云的相对速度小到0.2公里·秒$^{-1}$时，太阳才能够从星际云俘获足够多的物质来形成太阳系。但实际上太阳在恒星之间的本动速度就大到19.5公里·秒$^{-1}$，而根据近年来的观测，

星际云的本动速度平均为6公里·秒$^{-1}$。太阳同一个星际云相遇的概率已经很小，相遇时太阳和星际云的相对速度小到0.2公里·秒$^{-1}$，以使其俘获到足以形成行星系物质的可能性和概率就更小了。此外，O.IO.施密特认为太阳原来不自转，俘获来的物质的一小部分落入太阳，把角动量带给太阳，才使太阳自转起来，才使得太阳的自转方向和行星的公转方向一样。实际上的观测结果表明，恒星基本上都在自转着，按恒星由星际云收缩形成的理论，星际云一般都有不等于零的总角动量。此外，O.IO.施密特肯定陨石质点会相互焊合的概念也引起反对意见，有些学者肯定说，原始陨石质点应该互相碰开，特别是在光压作用之下。

在受到批评以后，O.IO.施密特于1953年自己承认，太阳遇到星际云并俘获足够物质来形成行星的可能性很小。

三、原始星云說

原始星云说属于"渐变说"范畴。这种学说认为，太阳系乃由同一原始星云物质形成，行星和卫星是由一度围绕太阳的星云盘物质凝聚而成的，而星云盘本身的形成，并非某种偶然突变性事件的结果。

属于"原始星云说"范畴的假说有很多，如有：

1.1644年，法国哲学家笛卡儿（公元1596—1650年）提出漩涡说。笛卡儿认为，宇宙在初始状态时是一片混乱，物质微粒漫无秩序地运动着，后来，在混沌中产生了物质的漩涡，太阳、地球、行星、卫星都是太空里的微粒逐渐获得了漩涡运动后，在各种不同大小的漩涡里形成的。笛卡儿的设想是含有宇宙发展观点的，但他沒有科学观测的任何证据，亦未有对太阳系各种特征进行说明。

2.1755年，德国学者I.康德著《宇宙发展史概论》，针对太阳系和各种恒星系统的形成，进行了详细分析，I.康德认为，所有天体（包括太阳系）都是从旋转的原始星云产生的。康德认为，处在混沌之中的原始不动的宇宙初始物质由于引力作用集结起来，更密些和更大一些的质点开始把它周围较小的和比较不密的质点吸引过去，结果，这团不动的混沌就自行运动起来；以后，较小的物质凝团继续向业已形成的中心体上落去，同它相撞并使中心获得了更大的旋转运动，这样就产生了巨大的灼热天体——太阳。随着旋转速度加大，大量微小尘埃物质在旋转着的原始太阳的赤道上集中起来，形成了扁平的星云盘。以后，在这围绕太阳旋转的星云盘的边缘部分形成了物质集中的中心，并从这些中心产生了行星和环绕行星运动的卫星。而残余下来的物质就成了形成彗星的基础。

I.康德这种关于太阳系形成的概念，是不要外力干涉来使原始物质及其凝团产生运动的学说之一，不过对宇宙混沌的原始不动状态的解释方面康德是有缺陷的。此外，I.康德认为，离太阳越远，物质越轻，所以越外面行星的密度越小。又认为，越外面的行星质量越大。但天王星、海王星和冥王星发现以后，人们知道，行星的质量实际上是两头小、中间大，而密度则反之。对于行星公转起源问题，康德认为，向中心下落的质点由于途中碰到其它质点，运动方向改变，才绕中心体太阳公转起来，这显然是不足以说明问题的。

41年后，P.S.拉普拉斯提出了另外一个内容的"原始星云说"。由于I.康德和P.S.拉普拉斯两人假说的基本观点相同，皆认为地球是从原始星云转化而来，所以，后来人们把二者统称为康德-拉普拉斯原始星云说。P.S.拉普拉斯认为，在宇宙空间、存在着种种浓度不同、成因不同、灼热的旋转气体团——原始星云，太阳系演化的初始阶段，也是一

团高温的原始气态星云，随着散热和冷却，原来已缓慢自转着的原始气态星云便开始收缩起来。收缩的结果，星云逐渐变紧密了。根据物理学的角动量守恒原则，星云的收缩，其旋转速度必然加快。由于星云自转速度越转越快，结果在不断增长的离心力影响之下，星云开始变成一个象铁饼似的圆盘状扁平天体。当旋转速度增加到超过某一临界数值时，这时离开盘状星云中心最远处的物质的离心力大于星云本体对它的引力，这样，饼状星云赤道上的物质就从圆盘边緣分出一个类似土星那样的圆环，叫拉普拉斯环(物质环)。这个环是由边緣部分的物质组成的。随着盘状星云继续进一步冷却，里面部分进一步收缩，星云物质便不断地重演着这种分离过程，在第一个先形成的环和盘状星云之间形成了第二个环。照这个原理，又先后形成了与行星数目相等的一些环。每一个物质环都处在现在的某一个行星的轨道上，中心部分就收缩成为太阳。各个环以同一的方式环绕着这一体系的内核(即太阳)在同一方向旋转着。按P.S.拉普拉斯意见，上述所分离出来的这些圆环的性质和物质分布并不是均一的，它们有稀有密，环里还带有个别的凝团，由于引力作用的结果，环里的残余物质就向凝团方面吸引过去，各个环就逐渐收缩和凝聚起来，各自聚成地球和其他行星。而旋转着的刚形成不久的行星也是炽热的气体物质，这些物质因冷却、收缩而使其自转速度增加，按照自太阳星云中分离出来环一样的原理，从行星边緣的气态物质中又可能分出一些环来，这些环后来就凝聚形成行星的卫星。而从原始星云核心分出来的位于第五位的一个环，又分裂成为许多更小的部分，组成了火星和木星之间的许多小行星(图5)。

I.康德和P.S.拉普拉斯虽然同以原始星云为天体形成的出发点，但是两人所说的原始星云也是有点区别的。拉普拉

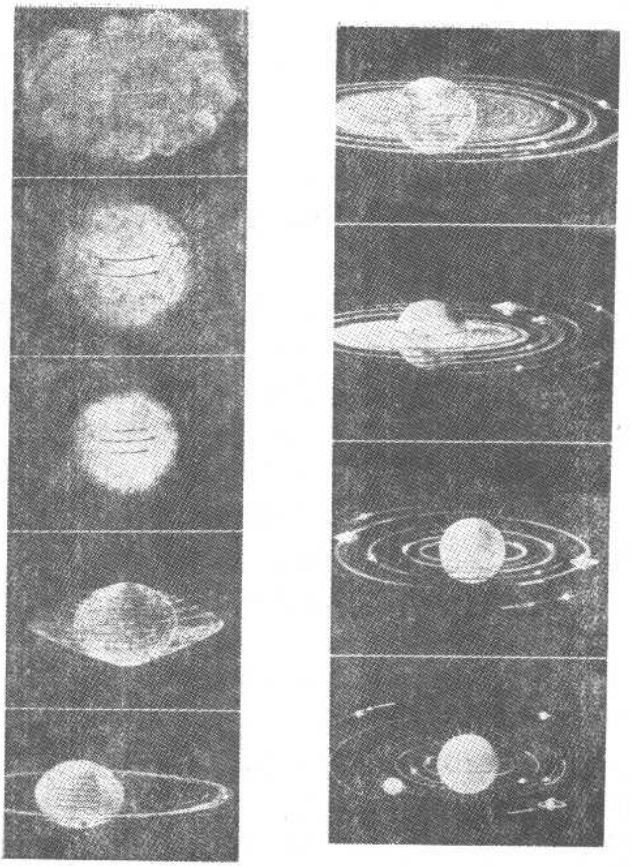

图5　拉普拉斯假说太阳系形成过程图

斯认为原始星云是炽热发光的，而康德的论文中沒有提到这一点。I.康德的原始星云是由原始微粒初始物质组成的，P.S.拉普拉斯的原始星云是准流态介质。虽然可以说，流态介质究其极也是由分离的极微小的分子和原子微粒组成，但细究起来，这两种假定还是有区别的。P.S.拉普拉斯的

原始星云说较好地解释了行星运行轨道平面与太阳赤道平面很接近、且为偏心率不大的椭圆、以及行星绕太阳公转方向、自转方向都与太阳自转方向一致等事实。但是，十九世纪以后一些研究者指出，康德-拉普拉斯的原始星云说不能解释和说明太阳系内特殊的和异常的角动量分布以及行星成分差异的特征等问题。例如，太阳的质量大但角动量小，行星的质量小而角动量大，这样一来，原来的假说便与观测事实发生矛盾。这就是说，使人迷惑不解的是，为什么太阳仅保存有原始星云角动量的极微小部分，为什么几乎大部分角动量都集中于由星云断裂开来的小环之中呢？更令人迷惑不解的是，由于木星与土星均有类似的小太阳系结构，有着可能与太阳系同出一途的方式所形成的卫星系，但在这样的卫星系中，其中央行星球体却保存有大部分角动量。此外，1859年，J.C.马克士威尔以数学方式分析土星，发现由任何星体所抛出的环状似气体的物质，仅能凝缩成土星环那样的小质点聚集，而不可能形成固体物，因为重力将在这样的凝缩实现之前将"环"分开。P.S.拉普拉斯的宇宙体系论述一书出版(1797年)一年以后，侯失勒(1738—1873年)确定出天王星有两个朝反方向旋转的卫星。后来，发现海王星也有几个反转的卫星，在天王星、木星、土星周围又发现有几个反转的卫星。当时还确定了有些卫星的旋转速度比行星本身的旋转速度还快(例如火星和土星的卫星)，又证明了天王星是平躺着运行的。上述这些情况都不是拉普拉斯的说法所能解释得了的。根据现在的看法，从圆环物质集聚凝缩成为一个行星显然是不可能的。可以想像，某些物质在"环"上集聚成一球体，其它物质究竟怎样跑到球体上面去呢？按这种说法，同一轨道上应该有许多星体出现。

由于康德-拉普拉斯的原始星云说所阐述的地球产生过

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com