

天体物理学丛书

太阳系演化学

戴文赛 著

上册

P. 87
822

天体物理学丛书

太阳系演化学

上册

戴文赛 著

77.2.9/101



上海科学技术出版社

32778

天体物理学丛书
太阳系统化学
上册

戴文赛 著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 13.25 插页 2 字数 328,000

1979 年 11 月第 1 版 1979 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—4,500

书号: 13119·829 定价: 2.05 元

前 言

我们人类居住在地球上,而地球是太阳系的一个行星,它和其他行星一起绕太阳公转,所以,人们对太阳系这个天体系统总是最关心、最有兴趣的,太阳系的起源和演化成为自然科学的一个著名问题。

二百多年前,唯心主义的上帝创世论和宇宙永恒的形而上学自然观十分盛行,认为神秘的‘第一次推动’使行星和卫星转动起来,以后就永远如此转动下去。康德的星云说第一次科学地阐明地球和整个太阳系有诞生、发展和衰亡的演变史。从此,太阳系的起源和演化便成为科学问题。十八、十九世纪研究者还不多,到了二十世纪,随着科学技术的发展,发现了太阳系许多新天体,积累了日益丰富的资料,提出了四十多个太阳系起源学说。但是,根据现有资料来写出太阳系在遥远时期(46 亿年前)的形成演变史,无疑是比考古学还要困难的任务。星际航行以来,太阳系研究进入了空前活跃的阶段,太阳系起源演化研究也在发展着。

我从二十多年前就对太阳系起源问题有兴趣,断断续续地作些调查,也进行了一点研究。较系统的研究工作是从 1974 年开始的,1977 年胡中为同志正式参加这项工作(本书八、九两章由他执笔编写),1978 年张明昌和初一两同志也参加了这项工作,所以这本书是我们四人合写的。

本书计划写十九章,分上、下两册。上册前两章扼要叙述研究太阳系起源演化有关的观测资料和一些基本理论,然后用五章来介绍和评价国外的各学说,一方面是为了供读者了解这方面的进

展和研究这个问题时参考, 另一方面也是为了和我们自己的论述对比。这五章仍保留原作者所用符号, 其他各章则采用习惯上的统一符号。八、九两章写我们对行星物质的来源和行星的形成两个基本问题的论述。下册准备分别论述卫星的形成、月球的形成和地月系演化、行星和规则卫星的距离规律、太阳系角动量分布的说明、小行星的起源和演化、彗星的起源和演化、太阳系各类天体自转的起源和演化、陨星和太阳系早期史、地球科学中同太阳系起源演化有关的问题等。

我们写这本书的一个目的, 是希望读者中有较多的科学工作者和业余爱好者一起来注意这个问题、讨论和研究这个问题。本书是天体物理学丛书之一, 作为研究生的教材和具有一定大学数理、天文基础的同志研究这一问题的参考书。

这本书的内容, 尤其是我们自己的论点, 一定会有不少缺点错误, 请读者批评指正。

戴文赛

1979年3月12日



◀ 图 I 从月球上空看地球



▶ 图 II 水星



◀ 图 III 金星
(水手十号所摄的
紫外光照片，白色
为云)



▲ 图 IV 火星(一)

▼ 图 V 木星 (先锋十号摄, 左为大红斑, 右部黑点是木卫一影子, 条纹是云带)



▲ 图 IV 火星(二)



▲ 图VI 土星



◀ 图VII 火星一



▲ 图VIII 彗星(1976年3月13日紫金山天文台摄)



▲图IX 地球



►图X 巨蛇座星云
(小暗斑是原恒星)



▲图XI 猎户座马头星云

目 录

前言	v
绪论	1
一、研究太阳系起源、演化问题的意义	1
二、太阳系起源、演化研究简史	3
三、研究的方法论问题	6
第一章 太阳系的基本资料	10
§ 1.1 行星和卫星的轨道运动	10
§ 1.2 行星和卫星的质量、大小和密度	14
§ 1.3 太阳系天体的自转	20
§ 1.4 太阳系的角动量分布	22
§ 1.5 提丢斯-波得定则	28
§ 1.6 小行星	30
§ 1.7 彗星	37
§ 1.8 陨星	40
§ 1.9 太阳和行星的磁场	45
§ 1.10 太阳系的稳定性问题	50
第二章 天体演化学的一些基本理论	55
§ 2.1 流体静力平衡方程	55
§ 2.2 引力势能	56
§ 2.3 多层球	57
§ 2.4 维里定理	61
§ 2.5 引力不稳定性	66
§ 2.6 自转不稳定性	78
§ 2.7 潮汐不稳定性	89
§ 2.8 吸积理论	100

目 录

§ 2.9 坡印廷-罗伯逊效应	104
第三章 康德和拉普拉斯的星云说	113
§ 3.1 康德的星云说	113
§ 3.2 对康德星云说的评价	119
§ 3.3 拉普拉斯的星云说	125
§ 3.4 对拉普拉斯星云说的评价	126
第四章 灾变说和爆发说	131
§ 4.1 布封的学说	131
§ 4.2 毕克顿的学说	131
§ 4.3 阿亨尼的学说	132
§ 4.4 谢伊的学说	132
§ 4.5 星子学说	132
§ 4.6 潮汐学说	134
§ 4.7 碰撞学说	135
§ 4.8 双星学说	136
§ 4.9 新星学说	138
§ 4.10 干恩的学说	138
§ 4.11 巴纳奇的学说	139
§ 4.12 乌尔夫逊的学说	140
§ 4.13 对灾变说的评价	140
§ 4.14 爆发说及其评价	143
第五章 本世纪的星云说	148
§ 5.1 阿尔文的学说	148
§ 5.2 魏扎克的学说	170
§ 5.3 柯伊伯的学说	176
§ 5.4 施密特的学说	182
§ 5.5 艾奇沃斯的学说	202
§ 5.6 费森柯夫的学说	204
§ 5.7 尤雷的学说	209
§ 5.8 克拉特的学说	213
§ 5.9 黄授书的学说	214

第六章 本世纪的星云说(续)	220
§ 6.1 特哈尔的学说	220
§ 6.2 惠伯的学说	225
§ 6.3 霍意耳的学说	229
§ 6.4 卡米隆的学说	244
§ 6.5 沙兹曼的学说	249
§ 6.6 里特顿的学说	254
§ 6.7 萨弗隆诺夫的学说	264
§ 6.8 林忠四郎等人的学说	280
§ 6.9 中野武宜的学说	296
第七章 本世纪的星云说和其他学说	304
§ 7.1 伯克兰的学说	304
§ 7.2 贝拉格的学说	304
§ 7.3 麦克雷的学说	310
§ 7.4 瓦尔科维奇的学说	318
§ 7.5 彭得列-威廉斯的学说	325
§ 7.6 布朗的学说	334
§ 7.7 米特拉的学说	338
§ 7.8 艾估埃得的学说	345
第八章 行星物质的来源	350
§ 8.1 关于行星物质来源的三类看法	350
§ 8.2 星际云的观测资料	353
§ 8.3 星际云的收缩和碎裂	364
§ 8.4 原始星云的质量和角动量	368
§ 8.5 星云盘的结构	370
§ 8.6 太阳(恒星)的形成和早期演化概述	378
第九章 行星的形成	384
§ 9.1 尘层的形成	385
§ 9.2 星子的形成	392
§ 9.3 太阳系化学	394
§ 9.4 行星的形成过程	400

iv 目 录

§ 9.5 冥王星的起源	407
§ 9.6 行星的大小、质量和密度的分布	409
§ 9.7 行星轨道运动的规则性和不规则性	411
后记	415

太阳系是由太阳、行星和绕它们转动的卫星、小行星、彗星、流星体以及充满于太阳系空间的行星际物质组成的一个天体系统，它和我们的关系最密切。太阳系的中心天体——太阳，是一颗普通的 G2V 型恒星，其质量占整个太阳系的 99.8% 以上。除了太阳以外，系统内最主要的成员就是绕它公转的九个大行星，故有时也称太阳系为“行星系”。九大行星中，冥王星离太阳最远，其平均距离为 39.44 天文单位，在冥王星以外的区域内，太阳系的物质就稀少得多了，但其边界在那里，各人估计很不相同，有人甚至认为在离太阳 15 万天文单位（约 2.5 光年）处还有彗星云存在。

然而，在有上千亿颗各类恒星的银河系内，太阳又显得很渺小，它离银河系中心（银心）约有 10 万秒差距*，离银道面约 8~10 秒差距，太阳“率领”整个太阳系在不停地绕银心旋转，周期约为 2.5 亿年。

人们经常会问：太阳系有没有形成和演化的历史？它是在什么时候形成的？是从什么形态的物质、按什么方式形成的？当时的太阳系与今天的状况有没有区别？有多大区别？今后太阳系将如何发展、演化？……这些令人关注的问题，就是太阳系演化学的研究课题。

一、研究太阳系起源、演化问题的意义

天体演化、物质结构和生命起源是自然科学的三大基本理论问题。太阳系起源、演化则是天体演化中的第一个著名课题，也是人们一直试图要解决的基本问题。

研究太阳系的起源、演化有重要的哲学意义。唯心主义者认为：地球是宇宙的中心，天上的日、月、星辰，地上的植物、动物乃至

* 1 秒差距 = 206265 天文单位。

2 结 论

人类都是由“上帝”创造的,而它们一旦被创造出来后,就不再有什么变化、发展。最典型的例子是1658年英国有个名叫乌索尔的主教公然宣称:根据基督教的《圣经》“推算”出,上帝于公元前4004年10月用六天时间创造了天地万物乃至人类。

在资本主义开始发展的文艺复兴时代,波兰科学家哥白尼(1473~1543)经过40多年的观测、研究,发表了《天体运行论》,向统治了人们思想近二千年的地心说提出了挑战,“从此自然科学便开始从神学中解放出来”^{*}。各学科都得到了很大的发展,直至牛顿(1642~1727)发现万有引力定律,自然科学的发展达到了一个高峰。但是,在宇宙观上,却完全是一种形而上学的机械唯物论的认识论,最后,必然乞助于神的“第一次推动力”;行星系统一经“上帝”推动起来后,就一直这样周而复始地绕太阳运动下去,不到世界的“末日”,决不变更。在整个十七、十八世纪,全部自然科学都具有这种僵化的、形而上学的自然观。在这种自然观上打开第一个缺口的,正是第一个科学的天体演化学说——康德(1724~1804)的太阳系起源星云说。

随着科学技术的飞速发展,在太阳系的探索中也有许多新的发现,已提出的有关太阳系起源、演化的学说已有四十多个,在解释这些新发现和研究太阳系起源、演化问题中,仍然有两种宇宙观、两种认识论的严重斗争。

研究太阳系起源、演化问题也有重要的实际意义和科学意义。地球作为太阳系的一个行星,它的起源就是太阳系起源的问题之一,地球科学中的许多重大问题,如地球的温度演化史;地球的化学组成;地球大气、海洋、大陆的产生;地球的内部结构;自转的产生及变化的原因等等,都与太阳系起源、演化问题直接相关,而且,通过其他行星、卫星的研究也可为解决地学问题提供重要资料及线索,而地学中的这些重大问题不仅同生命起源、生物进化等基本

^{*} 恩格斯:《自然辩证法》,人民出版社1971年版8页。

问题有关,也与人类的生产斗争直接相关。

另外,太阳系是一个广阔的天然实验室,它提供了地球上不可能具备的许多“极端条件”:大尺度、大质量、高压、高能量、磁场、等离子体等等,还有许多特殊的现象和规律,如太阳风与行星磁层的相互作用,研究这些现象和规律,将能推动理论研究的新发展。

二、太阳系起源、演化研究简史

十六世纪中叶,波兰天文学家哥白尼提出了日心体系,建立起太阳系的科学概念,把地球从“宇宙的中心”降为只是太阳系内一颗普通的行星。十七世纪初,意大利学者伽利略(1564~1642)把刚发明的望远镜首先指向天空,立即就发现了月亮上的环形山,木星的四个大卫星和金星的位相变化,这些都有力地支持了日心体系的正确性。

1644年,法国哲学家笛卡儿(1596~1650)在《哲学原理》一书中,提出了一个太阳系起源的旋涡说:认为在太初混沌里,物质微粒逐渐获得了涡流式的运动,各种大小的涡流以及它们之间的摩擦使原始物质匀滑,被挤出的一些物质落入旋涡的中心——形成了太阳;较细微的残余物质飞走了——形成透明的天空;较粗大的物质块则被俘获在涡流里——形成了地球和各个行星;次级涡流俘获的物质形成了卫星。今天看来,这个假说是很幼稚的,没有对太阳系的特征予以说明,而且他又认为涡流运动是“上帝”赋与的;然而,在观测资料十分贫乏、万有引力定律尚未发现、神学还牢固地束缚人们思想的当时,笛卡儿敢于提出日、月、星辰并不是上帝一下子创造出来,而是物质运动的产物,还是有一定的进步意义的。

1745年,法国生物学家布封(1707~1788)在《一般的和特殊的自然史》中,提出了第一个行星形成的“灾变说”:认为一颗彗星掠碰了太阳,行星、卫星是由撞出的太阳物质形成的。与笛卡儿假说一样,虽然这学说在科学上是错误的,但在反对宗教的上帝创世

4 结 论

说中起过进步作用。(见 § 4.1)

1755 年,德国年青哲学家康德匿名出版了《自然通史和天体理论——根据牛顿的定理(指万有引力定律——笔者)试论整个宇宙的结构及其力学起源》*。在这本书里,31 岁的康德提出了第一个科学的太阳系起源星云假说:太阳系是由一个星云在万有引力的作用下凝聚而成的。(见 § 3.1)这个星云假说基本上是唯物主义的,它以物质内部的矛盾运动(引力和斥力)来说明天体的发生、发展和转化,认为自然界都处于永恒的运动、变化和发展之中,康德在书中宣称“给我物质,我就用它造出一个宇宙来!”**这是对当时盛行于欧洲的“宇宙不变论”的有力批判。恩格斯对康德的星云说给以很高的评价,认为它在“僵化的自然观上打开第一个缺口的,……如果立即沿着这个方向坚决地继续研究下去,那末自然科学现在就会进步得多。”***

然而,康德是个二元论者,在他的星云说中也掺杂着不少唯心主义的糟粕,他力图调和科学与宗教,所以书中给“上帝”、“造物主”留下了地盘。这本书当时印数不多,直接影响并不大。

1796 年,法国数学和力学家拉普拉斯(1749~1827)在不知道康德星云说的情况下,独立地提出了另一个太阳系起源星云假说****。他认为整个太阳系是由一个气体星云凝聚而成的,在考虑万有引力的同时,他强调角动量守恒定理在行星形成中的作用。(见 § 3.3)

拉普拉斯的著作广泛流传后,人们才发现康德早在 40 多年前已经提出过星云说,康德的那本书也于 1799 年重新出版,于是星云说广泛传播起来。

* 中译本已于 1972 年上海人民出版社出版,书名为《宇宙发展史概论》。

** 康德:《宇宙发展史概论》,17 页。

*** 恩格斯:《自然辩证法》,12 页。

**** 中译本于 1978 年由上海译文出版社出版,书名为《宇宙体系论》,是根据 1835 年法文第六版译出的。