

New Probe into Origin and Evolution Theory of the Solar System

Shanfu Xue¹, Xueyang Chen²

¹School of Earth Science, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang

²The University of Washington, Seattle USA

Email: chenpingcp@126.com

Received: Nov. 30th, 2016; accepted: Dec. 17th, 2016; published: Dec. 20th, 2016

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Nebular theories used to work out the value of initial angular momentum with a critical rotation angular velocity formula of compressible fluid, which is considered misleading. People even don't know how fast or slow primitive nebula rotates, what chance do they solve it as critical rotation? We quantitated angular momentum of matter in the nebular disc by the inferred calculation formula in an attempt to prove that the primitive nebula conserves so low angular momentum that the nebular disc would never be formed by inertial centrifugal force only. The primitive nebula with insufficient angular momentum fell behind to form the solar system. Laplace's hypothesis on nebular rings was revived. The density of angular momentum unevenly distributing in primitive nebula of the solar system featured distribution of the angular momentum of the solar system. We discovered the law that matter accumulates in middle of rings of the solar system and found out the source where matter flow of the solar system comes from in opposite direction.

Keywords

Solar System, Angular Momentum, Fall behind, Nebular Rings

太阳系起源和演化理论新探索

薛善夫¹, 陈薛旻²

¹浙江大学地球科学学院, 浙江 杭州

²华盛顿大学, 美国 西雅图

Email: chenpingcp@126.com

摘要

以往星云说, 用可压缩流体的临界自转角速度公式去确定原始星云初始的角动量数值, 是误导。因为原始星云转动快慢还不知道呢, 怎么就把它当作临界自转去计算呢。本文推导出计算公式, 对星云盘物质角动量进行定量计算, 证明原始星云初始角动量不大, 靠惯性离心力形成不了星云盘。角动量不足的原始星云掉队形成了太阳系, 再次复述了拉普拉斯的星云环论点的假设。太阳系原始星云角动量密度分布不均匀, 形成了太阳系角动量分布的特征。我们发现了太阳系环体物质的中聚规律和太阳系逆行卫星的形成。

关键词

太阳系, 角动量, 掉队, 星云环

1. 引言

太阳系起源和演化理论是一个理论性的大课题, 内容丰富, 不仅具有重要的科学意义和实际意义, 而且还具有重要的哲学意义。地球是太阳系的一个行星, 地球科学的许多问题与太阳系起源和演化理论密切相关。自康德、拉普拉斯两百多年前提出星云说以来, 至今已有四十多种, 大体可分为三类, 即灾变说、俘获说和星云说。前两类赞成的人越来越少, 主张星云说的人越来越多。现在星云说比较流行。

以往的星云说认为, 整个太阳系是由同一个星云(原始星云)形成的。自转的原始星云自吸引塌缩, 因角动量守恒, 自转角速度随塌缩而增大, 当赤道面附近外部物质所受惯性离心力与中心部分的吸引力相抗衡时不再塌缩, 便停下来, 逐渐形成星云盘、尘层; 行星、卫星在星云盘中形成。这就很自然地说明行星轨道运动的共面性、同向性和近圆性, 说明行星轨道面与太阳赤道面大致符合的事实。天文观测, 很多事实表明, 恒星是由星际弥漫物质云——星际云集聚形成的, 相继发现从星际云到恒星之间的过渡天体, 发现许多恒星周围有气体尘埃盘, 这些事实, 有力地支持了星云说。但以往的星云说中也存在着很大问题。例如, 原始星云当初转动快慢还不知道呢, 就用可压缩流体的临界自转角速度公式去计算原始星云当初的角动量数值; 算出原始星云当初的角动量值很大, 又去寻找角动量丢失的原因等等[1]。因为这个问题很重要, 原始星云当初有个什么样的角动量数值, 太阳系就有个什么样的形成过程, 所以, 必需要把它弄清楚。本文推导出求解公式, 进行定量计算, 计算结果证明, 原始星云当初的角动量值不大, 以往的星云说形成星云盘的观点不能成立; 同时, 由于星云盘径向断裂成星云环, 星云盘中尘层形成不了, 这就要求人们对太阳系起源和演化理论进行新的探索。

2. 太阳系原始星云当初的角动量值的推测

原始星云当初的角动量值大小, 对太阳系起源和演化理论的研究有很大的关系。原始星云当初有个什么样的角动量值, 太阳系就有个什么样的形成过程。所以, 首先就要弄清楚原始星云当初的角动量值大小。确定原始星云当初的角动量数值, 现在主要有两种推测方法。第一种推测方法就是直接用可压缩流体的临界自转角速度(ω_c)公式:

$$\omega_c^2 / 2\pi G \bar{\rho} = 0.36075 \quad (1)$$

去计算, 算出原始星云当初的角动量数值为 4.74×10^{52} (CGS 单位, 以下同) [1], 是现在太阳系角动

量的 160~200 倍[2]。这样作法是不妥当的, 原始星云当初转动快慢还不知道呢, 怎么就可以直接用可压缩流体的临界自转角速度公式去计算呢; 计算出原始星云当初的角动量值很大, 又去寻找角动量丢失的原因等等。过去康德未提原始星云自转是不对的, 但今天夸大原始星云自转也是不对的。

第二种推测方法就是从实际出法, 从今天实际测出的行星、卫星角动量值($\sum A_{pr}$)去推测。星云说认为, 行星、卫星是由原始星云盘物质形成的, 根据角动量守恒定律, 星云盘物质的角动量值($\sum A_c$)就应当与由它形成的行星、卫星的角动量值($\sum A_{pr}$)相等, 即

$$\sum A_{pr} = \sum A_c \quad (2)$$

要进行这种计算, 首先就要推导出求 A_c 值的计算公式。

求 A_c 值公式的推导: 取星云盘中一微小圆环体, 以 r 、 dr 、 dm 和 ω 分别表示微小圆环体的半径、宽度、质量和角速度, 微小圆环体的角动量 dA_c 为

$$dA_c = r^2 \omega dm \quad (a)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} \quad (b)$$

$$dm = 2\pi r \rho dr \quad (c)$$

ρ 为圆环体的平均面密度

$$\rho = \frac{m}{\pi(R_2^2 - R_1^2)} \quad (d)$$

将(b)、(c)、(d)三式代入(a)式, 求积分, 即得如下(3)式[3]

$$A_c = 2\sqrt{GM} \frac{m}{R_2^2 - R_1^2} \int_{R_1}^{R_2} \sqrt{r^3} dr \quad (3)$$

(3) 式中, A_c 为某一行星区内星云物质的轨道角动量, G 为引力常数, 取 6.672×10^{-8} , M 为太阳质量, 取 1.989×10^{33} , r 为积分变量, m 为行星质量(包括卫星质量在内), R_1 、 R_2 为行星区的内外边界。 A_{pr} 为行星、卫星角动量值。这些数据都是从参考文献[4]中取出, 列于表 1, 将有关数据代入(3)式, 求出 A_c 值, 也列入表 1。

从表 1 计算结果来看, 两者不等, 星云盘物质的角动量值大于行星、卫星的角动量值。即

$$\sum A_{pr} < \sum A_c \quad (4)$$

这一事实说明, 原始星云当初的角动量值不大, 形成行星、卫星时, 没有达到临界自转。第二种推测方法是合理的。从本文图 1 和图 3 对比中来看, 它们的分布模样极其相似: “环与环之间有缝, 一般, 星云环宽, 星云环缝比较窄, 环和缝分布有规律。”图 1 是用求 A_c 值的公式(3)计算出来的, 图 3 是 1980 年美国宇宙飞船“旅行者一号”, 探测土星光环时实际探测出来的, 两者图象能有如此相似, 说明这种计算确实是很准确的, 等于说, 计算结果被实践证实。

3. 原始星云物质掉队形成太阳系

根据万有引力定律, 重力加速是随离中心体距离的平方成反比, 越靠近原太阳加速度越大。原始星云由于当初角动量值不足(不够大), 同时星云收缩、降落时加速度不等, 内快外慢, 在中心部位星云形成原太阳, 外部赤道部位星云物质因赶不上内部星云物质收缩、降落, 掉队形成星云盘。随后, 由于在靠近原太阳附近加速度最大, 所以在原太阳附近, 首先星云物质耗尽, 原始星云一分为二, 星云盘与原太阳迅

Table 1. Angular momentum of nebula dish
表 1. 星云盘角动量

行星	m (g)	R_1 (cm)	R_2 (cm)	A_c (g·cm ² /s)	A_{pr} (g·cm ² /s)
水星	3.332×10^{26}	4.294×10^{12}	7.2706×10^{12}	9.3006×10^{45}	9.04×10^{45}
金星	4.870×10^{27}	7.2706×10^{12}	1.2821×10^{13}	1.7952×10^{47}	1.846×10^{47}
地球	5.976×10^{27}	1.2821×10^{13}	2.027×10^{13}	2.8181×10^{47}	2.662×10^{47}
火星	6.421×10^{26}	2.027×10^{13}	2.5327×10^{13}	3.5373×10^{46}	3.516×10^{46}
木星	1.900×10^{30}	4.6526×10^{13}	1.1669×10^{14}	2.0232×10^{50}	1.9284×10^{50}
土星	5.688×10^{29}	1.1669×10^{14}	2.3667×10^{14}	8.836×10^{49}	7.814×10^{49}
天王星	8.742×10^{28}	2.3667×10^{14}	3.6607×10^{14}	1.7584×10^{49}	1.704×10^{49}
海王星	1.029×10^{29}	3.6607×10^{14}	5.8307×10^{14}	2.6205×10^{49}	2.514×10^{49}
冥王星	1.448×10^{25}	5.8307×10^{14}	5.9694×10^{14}	4.052×10^{45}	4.0487×10^{45}

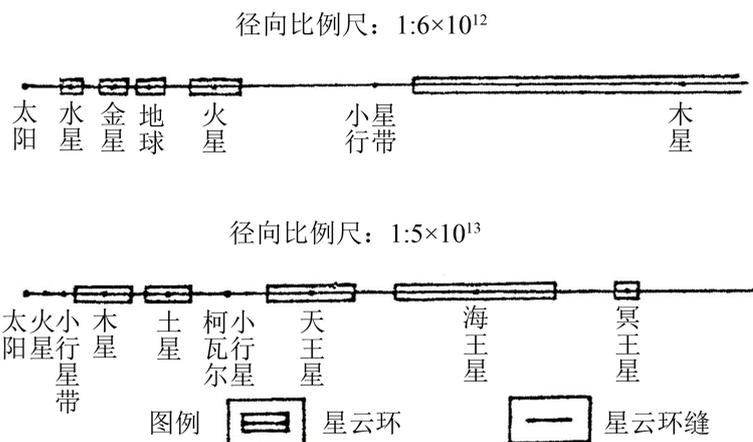


Figure 1. Radial section view of nebular rings of primitive system
图 1. 原始太阳系星云环径向剖面图

速分开。由于星云盘自身有引力，变成了一个绕日转动的大环。大环由于角动量不足，仍向原太阳收缩、降落，由于内快外慢，在径向方向上再断裂、掉队，分裂成 3 个组环，各组环再分裂成行星环(不是指行星光环)；行星环形成行星、卫星。所以后来形成的行星分成 3 组(类)。在组环与组环之间，以及星云盘内外边缘，掉下少部分星云物质(环)，后来形成了小行星带、柯瓦尔小行星以及柯伊伯带(包括彗星)等[5]。

原始星云物质掉队，合理地说明了太阳系的形成。

4. 星云环定量计算，复苏拉普拉斯的成环论点

行星是经过星云环形成的这一论点，是法国数学、力学家拉普拉斯于 1796 年提出来的，后来，拉普拉斯星云说遇到了角动量困难被人们抛弃，成环论点也失去了立足之地，直到二十世纪七十年代，仍认为，原始星云“已经具有足够的角动量形成一个星云盘，”先形成环体的观点“不能成立”[1]，“原始星云应当是一开始就留下星云物质直到整个星云盘的形成”，“看不出有什么原因来使得物质留一阵，停一阵”[6]形成环。人们有了求 A_c 值的公式(3)之后，运用此公式求解；用数值逐步代入法求出星云环内 (R_{p1}) 外 (R_{p2}) 边界值(见表 2)。再把此边界值按比例作图，把原始太阳系星云环径向剖面图表示出来，如图 1 [3]。

Table 2. Ring nebula inside (R_{p1}) and outside (R_{p2}) boundary value
表 2. 星云环内(R_{p1})外(R_{p2})边界值

行星环	R_{p1}	R_{p2}
水星环	4.2935×10^{12}	6.6715×10^{12}
金星环	8.6442×10^{12}	1.2804×10^{13}
地球环	1.2821×10^{13}	1.6943×10^{13}
火星环	2.0271×10^{13}	2.4805×10^{13}
木星环	4.6525×10^{13}	1.0324×10^{14}
土星环	1.1669×10^{14}	1.6566×10^{14}
天王星环	2.3666×10^{14}	3.3216×10^{14}
海王星环	3.6607×10^{14}	5.2321×10^{14}
冥王星环	5.8307×10^{14}	5.949×10^{14}

拉普拉斯的行星是经过星云环形成的论点得到了复苏。星云盘径向断裂成星云环，星云盘中形成不了尘层。星云盘中形成尘层的观点不能成立。

5. 太阳系角动量分布成因

太阳系角动量分布，太阳质量占太阳系总质量的 99.865%，角动量只占太阳系总角动量不到 0.6%；而行星、卫星质量只占太阳系总质量的 0.135%，而其角动量却占太阳系总角动量的 99% 以上。二十世纪以来，各种学说对太阳系角动量分布这一特征都未能提出满意的说明。实际上，这一特征主要是原始星云中角动量密度分布不均匀形成的。

星云收缩，可以把原始星云物质的角动量带给中心体，这样形成的中心体质量越大，中心体的角动量也越大。按照这个道理，今天太阳自转角动量应在 10^{50} 以上，但今天太阳自转角动量实为 1.63×10^{48} 。显然，原始星云主要不是以单纯收缩方式集聚星云物质形成太阳系。

原始星云中角动量密度分布不均匀，有大有小，在自转轴和极区等部位角动量密度小，在赤道部位角动量密度大。原始星云中角动量密度比较小的星云物质在围绕着中心体转动时，不如角动量密度比较大的星云物质持久，容易较早的向中心体收缩、降落(沉降)。这样，原始星云中角动量密度较小的星云物质首先较早的向中心体集聚，形成中心体原太阳。原始星云中角动量密度较大的星云物质留在外围，继续围绕着中心体旋转，后来形成行星、卫星。结果是，形成质量大的原太阳角动量密度小，形成质量小的行星、卫星角动量密度大。卫星系统形成也有类似过程。由此形成今日太阳系角动量分布特征。

6. 太阳系天体质量分布规律

太阳系天体质量径向起伏分布特点是中间(部)大，两侧小，从太阳系整体和类地行星来看是这样，从小行星带和四个大的卫星系统来看也是这样。这个特点是什么原因造成的，一直未解。行星是经过星云环形成的论点得到复苏之后，人们自然会联想到星云环物质是如何分布的。从宇宙飞船拍回来土星光环照片上(见图 2)，细加研究看出，土星 B 环本身遮挡土星边界线的程度不一样，B 环中间(部)密度大，两侧密度小。再进一步细看土星光环(见图 3)。

土星光环分为 A、B、C、D、F 5 个环体[7]，中间 B 环质量最大，两侧 C 环和 A 环质量小，两侧 D 环和 F 环质量更小，这明显表现出环体物质中聚规律，即星云环物质在自身引力作用下，向星云环中部的环形轴部集聚[8]。由此，解开了太阳系天体质量径向起伏分布之谜。太阳系天体质量径向起伏分布，

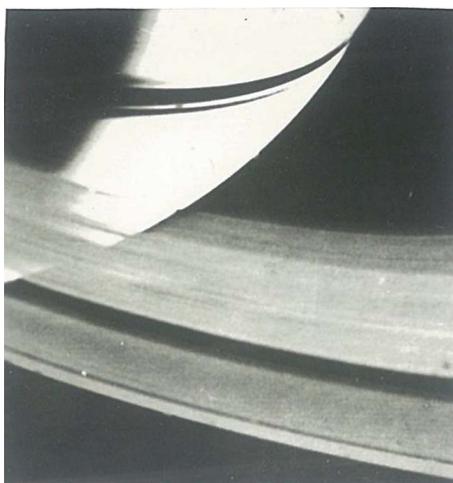


Figure 2. Picture taken by a US space probe, voyager 1

图 2. 宇宙飞船照片

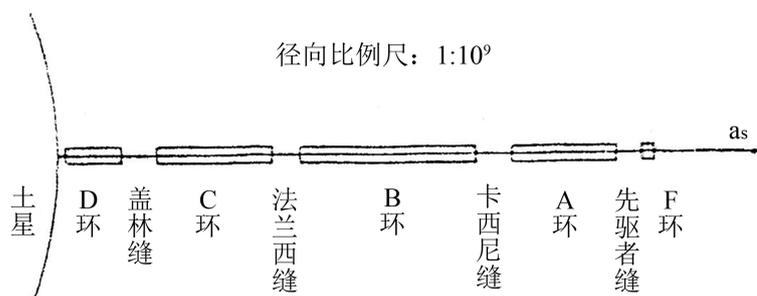


Figure 3. Radial section view of Saturn's rings

图 3. 土星光环径向剖面图

是星云环物质中聚的体现。

环体物质中聚，同球体物质中聚类似，也是实际存在的客观规律。

7. 太阳系逆行卫星的形成

太阳系中有几十颗逆行卫星，这么多逆行卫星简单用俘获或碰撞来解释是比较困难的。

人们通过长期、深入研究得知，环日转动的星云的单位质量物质的轨道角动量与轨道半径的平方根成正比，所以，一般行星胎吸积内侧星云物质会产生反向物质流，形成逆行卫星。吸积外侧星云物质会产生顺向物质流[5]，形成顺行卫星。

8. 结语

太阳系起源和演化理论，是一个很重要的理论性大课题，自康德、拉普拉斯 200 多年前提出星云说以来，至今已有 40 多种。这 40 多种，其中有些学说不能成立，有些学说解决了一些问题，取得了一些成就。实践经验告诉人们，只有对太阳系原始星云当初角动量值推测得准确时，这个学说才能得到成功与发展。

参考文献 (References)

- [1] 戴文赛, 胡中为. 中国科学, 1980(3): 254-266

- [2] 胡中为, 徐伟彪. 行星科学. 北京: 科学出版社, 2008: 32
- [3] 薛善夫. 天体物理学报, 1983, 3: 40-46
- [4] 戴文赛. 太阳系演化学(上册). 上海: 上海科学技术出版社, 1979: 16, 23, 405
- [5] 薛善夫. 天文学报, 2011, 52: 385-391
- [6] 戴文赛, 陈道汉. 天文学报, 1976, 17: 93-105
- [7] 薛善夫. 天体物理学报, 1988, 8: 68-76
- [8] 薛善夫. 天体物理学报, 1984, 4: 133-141

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aas@hanspub.org