

# 银河系的形成和演化

赵君亮<sup>†</sup>

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

**摘要** 银河系是宇宙中数以百亿计星系中的一员. 自威廉·赫歇尔以来, 人们对银河系结构和运动状态的认识已有 200 多年历史, 而有关银河系起源和演化的探索则只是在最近半个多世纪内才成为天文学的研究热点. 文章在简述银河系认识史的基础上, 对有关银河系形成和演化这一重要天体物理问题做了概要的评述, 其中包括银河系厚盘的发现及其可能的形成机制.

**关键词** 天体物理, 银河系, 综述, 银河系形成, 银河系演化

## Formation and evolution of the Milky Way galaxy

ZHAO Jun-Liang<sup>†</sup>

(Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030, China)

**Abstract** The Milky Way galaxy is one of more than ten billions of galaxies in our universe. The structure and kinematics of the galaxy have been investigated for more than 200 years since the work of the famous British astronomer W. Herschel, but studies on its formation and evolution only attracted attention from astrophysicists some 50 odd years ago. In this paper the historical development of our knowledge of the galaxy is reviewed, followed by a brief discussion of the major astrophysical issues of its formation and evolution mechanism, including how the galactic thick disc was confirmed and its possible formation mechanism.

**Keywords** astrophysics, Milky Way galaxy, review, galactic formation, galactic evolution

### 1 银河系的研究简史

早在 15 世纪中期, 法国大主教尼古拉就已猜测夜空中的众多繁星都是十分遥远的太阳. 1584 年, 意大利思想家布鲁诺(Bruno G)进一步明确提出宇宙无限的概念, 并认定太阳只是一颗普通的恒星. 不过, 鉴于这些天才的猜测缺乏实测科学依据的支持, 学者们并没有给以充分的关注.

对银河系本质的认识首先归功于望远镜的问世. 1608 年, 荷兰人利伯希(Lippershey H)在一次偶然机会中发明了望远镜. 1609 年, 伽利略率先把自制的望远镜对准银河, 他发现银河实际上由无数颗恒星构成, 只是因为这些星星既多又暗, 且密集在一起, 肉眼无法加以分辨, 在晴朗夜空中形成了一条模糊而又不规则的银白色光带——银河. 1750 年, 英国天文学家赖特(Wright T)正确指出, 银河和天空

中所有的恒星构成一个扁平状的巨大恒星系统, 但他并没有给出观测证据.

首先通过实测探究银河系结构的是著名英国天文学家、天王星发现人威廉·赫歇尔(Herschel W). 从 1770 年代起, 赫歇尔开始用恒星计数方法研究银河系结构. 在几十年内所作的 1083 次观测中, 他总共计数了 117 600 颗恒星, 就当时的条件来说工作量非常大, 赫歇尔为之付出了极大的心血. 1785 年, 赫歇尔在观测的基础上加上若干理论假设, 建立了天文学史上的第一个银河系模型(见图 1).

赫歇尔的工作具有重大历史意义, 它证实了作为一个恒星系统的银河系的客观存在, 使人类的视野从太阳系范围大大地拓展了. 这是继哥白尼建立日心说之后, 天文学发展史上的又一个重要里程碑,

\* 2007-07-25 收到

<sup>†</sup> Email: jlzha@shao.ac.cn

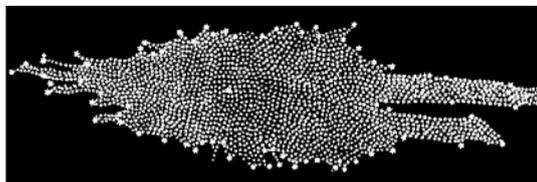


图1 赫歇尔的银河系模型

赫歇尔因此被后人誉为恒星天文学之父. 在赫歇尔的模型中, 太阳仍然位于那时所认识的宇宙范围——银河系的中心. 基于赫歇尔当时在天文界中有着很高的声望, 这一不正确的概念维持了 130 余年.

1830 年代发明了照相术, 荷兰天文学家卡普坦 (Kapteyn J) 首先意识到这可以为天文学家提供一种全新的观测手段, 他正确地认定, 借助照相方法重做恒星计数工作, 可望得出比赫歇尔更好的结果. 经过不懈的努力, 卡普坦于 1922 年发表了她的银河系模型. 银河系主体具有盘状结构, 直径 5.5 万光年, 厚 1.1 万光年, 包含了 474 亿颗恒星, 太阳位于靠近盘中心的位置上, 离中心约为 2000—2300 光年, 世人称为“卡普坦宇宙”. 遗憾的是, 尽管卡普坦曾正确认识到“太阳到系统的中心必定有相当大的距离”, 但他最终还是放弃了.

正确判定太阳在银河系中位置的工作是由美国天文学家沙普利 (Shapley H) 完成的. 1918 年, 沙普利研究了 69 个球状星团的空间分布, 发现有 90% 位于银河系中心方向一侧, 并根据球状星团分布这种“一边倒”的观测现象, 正确推断太阳并不居于银河系中心, 而是处在比较靠近银河系边缘的位置上, 这一结论为深入研究银河系结构奠定了基础. 在沙普利的模型中, 太阳位于距银河系中心约 5 万光年处, 而全部球状星团涉及的空间范围约为 30 万光年, 这个数字实际上是偏大了. 这时, 距赫歇尔提出的第一个银河系模型已过去了 130 余年.

根据近代天文观测和研究可知<sup>[1,2]</sup>, 银河系是一个旋涡星系, 年龄估计在 100 亿年以上, 总体结构大体可分为 4 部分 (见图 2—图 4), 即银盘、核球、银晕和暗晕. 银河系总质量 (指不计暗晕部分, 下同) 约为  $1.4 \times 10^{11}$  太阳质量, 其中以恒星形式出现的约占 90%, 由气体和尘埃组成的星际介质占 10% 左右.

银盘是银河系中恒星和星际介质分布的主体, 集中了银河系质量的 85%—90%. 银盘呈轴对称和平面对称的扁平圆盘状, 直径 8.2 万光年. 太阳到银河系中心的距离 (银心距) 约为 2.6 万光年, 离银盘

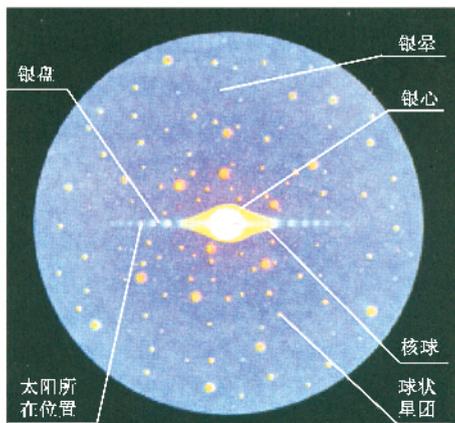


图2 银河系结构的(侧视)示意图

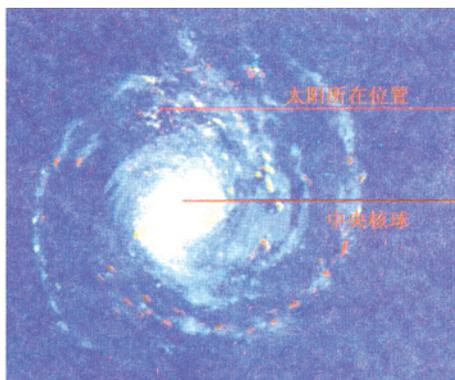


图3 银河系结构的(顶视)示意图

对称平面 (银盘面) 仅为 20—30 光年. 银盘中心厚, 边缘薄, 太阳附近银盘厚度约 3 300 光年.

核球是位于银河系中心部分的恒星密集区, 大致呈扁旋转椭球体状, 长轴约 1.3—1.6 万光年, 厚 1.3 万光年左右. 核球质量约占银河系质量的 5%, 主要成分是老年天体, 且越接近核心区, 恒星密度越高. 银河系中心附近有一个至少含 5 个子源的强射电源人马 A, 明亮的银核即位于其中的 1 个子源内, 直径接近 5 光年, 质量约是太阳质量的几百万倍. 一种流行的观点认为, 在银核位置上有一个超大质量黑洞, 不过目前它并没有处于剧烈活动期.

包围着银盘的是一个物质平均密度比银盘低得多的区域, 称为银晕, 大体上呈球状, 直径约 10 万光年. 银晕涉及的范围比银盘大得多, 但因物质分布非常稀疏, 故质量大约只及银盘的 10%. 银晕中主要有两类天体, 即老年恒星和球状星团, 此外还有极少量的气体.

银晕外有一个范围更大的物质分布区, 这就是暗晕, 其成分是暗物质, 尺度可能是银晕的 10 倍, 质量可能高达银河系其他部分质量总和的 10 倍. 暗晕



图4 仙女星系 M31,可以看出明亮的中央核球和周围的盘结构,银河系外形与它非常类似

的存在是根据观测资料间接推定的:如果银河系物质主要集中在银盘和银核,则离中心越远处,恒星绕银心的转动速度越慢,而实测结果却大相径庭——在太阳附近以及更远的地方,恒星转动的速度大致保持不变,甚至还略有增加.由此推断在银河系外围必定存在大量性质尚不很清楚的不发光暗物质,它们构成了暗晕.

## 2 两种可能的演化途径

在沙普利之后的几十年时间内,随着天文观测研究工作的深入,特别是射电天文手段的面世,人们对银河系结构取得了较为全面的认识,开始探究银河系的运动学和动力学状态,并进而探讨银河系的形成和演化机制.

银河系天体的运动状态取决于银河系引力场,也就是取决于银河系的物质分布状况.恒星在银河系内的运动形式既不像太阳系中行星的开普勒运动,也不是角速度处处相同的刚体自转,而是所谓“较差自转”,即不同银心距的恒星有不同的转动角速度.这一概念首先是由瑞典天文学家林德伯拉德(Lindblad B)于1925年提出的,两年后经荷兰天文学家奥尔特(Oort J H)的工作而得以完善.在上述工作基础上,奥尔特于1932年建立了第一个近代银河系模型,并开创了用动力学方法解释恒星运动学状态的研究途径,称为奥尔特-林德伯拉德理论<sup>[3]</sup>.

1944年,当时正在美国工作的德国天文学家巴德(Badde W)明确提出星族的概念,即根据银河系物质的物理化学性质、空间分布和运动特征,把银河系天体区分为星族 I 和星族 II 两类.星族 I 天体的年龄较轻,大致分布在以银心为中心的一个扁圆环

状范围内,它们绕银心的运动速度较大,但速度弥散度较小;星族 II 天体年龄比较老,分布在一个以银心为中心的略扁的球形天区内,这类天体绕银心的运动速度较小,但速度弥散度却比较大.银盘中天体以星族 I 为主,核球和银晕内主要是星族 II 天体.

目前所观测到的银河系的物理、化学、分布、运动学特征以及星族的客观存在,是100多亿年前银河系形成以及嗣后长期演化的结果.为了探究这一漫长过程中所发生的真实情况,首先必须建立合理的银河系理论模型,并对观测事实做出有效的解释.迄今已提出的这类模型可谓名目繁多,大体上可以根据模型试图解释的主要观测事实,分为质量模型、恒星计数模型、运动学模型、动力学模型以及化学演化模型等几大类.如质量模型是要对银河系及其各个成分的密度分布做出说明,使模型预期值与一些观测(如太阳附近的总面密度等)相一致;恒星计数模型应该对银河系不同位置处恒星绝对星等的分布给出合理解释;运动学模型涉及恒星的空间运动,不仅要求能说明恒星数密度与绝对星等之间关系,而且要对不同位置上的恒星速度分布做出预言;而化学演化模型则要通过研究物质化学成分的历史演变踪迹,来探索银河系形成和演化的线索.

银河系是如何形成的,这个问题在现代天体物理研究中有着重要的地位.合理的银河系形成机制,应能对银河系的结构及各种成分(包括星族、星团等)的观测性质做出恰当的解释.不仅如此,有关的主要结论还应在河外星系,特别是在与银河系有同类形态的旋涡星系上得到印证.

天文学家把物质中某类元素含量所占的比例称为该类元素的丰度.宇宙中含量最丰富的元素是氢,约占物质总量的71%;其次是氦,约占27%;其他元素统称为“重元素”或“金属元素”,而全部重元素总的丰度仅在2%左右.氢是宇宙早期即已存在的原初元素,大部分氦生成于大爆炸发生后的3分钟内,因而在原初星际介质和由此生成的第一代恒星中,金属元素丰度极低.另一方面,几乎所有的重元素都是在恒星演化过程中经内部核反应合成的,称为核合成,并通过超新星爆发以及星风等途径送入星际介质.

银河系的化学演化必然与恒星演化密切相关.恒星演化的进程取决于恒星质量,质量越大演化得越快.大质量恒星的演化很快,最快的仅需经过几百万年时间,便以超新星爆发而终其一生.由于银河系年龄超过100亿年,历时几百万年甚至更长的一些

过程 相对银河系的一生来说实际上是很短的. 这类短时标事件在银河系的整个演化史中会不断出现, 其结果是注入星际介质中的重元素不断增多. 因此, 星际介质以及由星际介质坍缩形成的恒星内的重元素丰度, 必然随宇宙年龄的增大而增大, 这一过程称为“元素增丰”. 显然, 在目前存在的恒星中, 金属丰度越低年龄越老, 它们必定是一些长寿命的小质量恒星, 因为大质量恒星早已寿终正寝了, 近期诞生的恒星金属丰度就高, 它们质量可以有大有小.

1962年, 三位美国天文学家艾根( Eggen O J)、林登贝尔( Linden - Bell D)和桑德奇( Sandage A)提出了一种银河系形成的图像, 后人称为 ELS 理论<sup>[4]</sup>. 这种理论认为, 银河系形成于一个大致呈球形的巨大原星系云. 这个云最初的金属丰度很低, 并因引力作用而处于自由下落状态, 称为引力坍缩. 在坍缩过程中, 云的自转速度不断增大, 以保持角动量守恒, 大部分重元素丰度很低的所谓“贫金属星”和球状星团就是在这一过程中形成的, 而目前观测到的这类老年星族 II 天体具有很扁的运动轨道, 便是原星系云自由坍缩的直接结果. 又因为坍缩过程进行得很快, 期间形成的球状星团便有大致相同的年龄. 当云的半径收缩到原星系云半径的十分之一左右时, 由于超新星爆发不断出现, 云变成富金属态, 并逐渐变为扁平状, 形成一个由离心力支撑的盘结构. 这时银盘及盘族恒星开始形成, 并保持这种状态直到今天, 盘内恒星较为年轻, 金属丰度则比较高. ELS 理论可以较好地说明许多重要观测事实, 如银河系的总体结构、不同星族恒星的年龄、金属丰度和运动状态等.

观测结果表明, 老年球状星团的金属丰度各不相同, 且差异较为显著, 这一事实给 ELS 的快坍缩模型带来了如下困难: 既然坍缩过程进行得很快, 期间元素增丰的效果就不会很明显, 不同球状星团的金属丰度应该相差不大. 为了解决这一矛盾, 1977年西尔勒( Searle L)等提出了另一种不同的银河系形成模型<sup>[5]</sup>. 这种模型的基本观点是, 银河系由几十个较小的星系云合并而成, 而不是生成于单一的巨原星系云. 这些小云块的质量约为  $10^8$  太阳质量, 它们各自演化成较小的系统, 并相互碰撞、合并, 在一种缓慢的坍缩过程中, 最终形成银河系. 由于在同一时间段内不同小星系内部的增丰情况各不相同, 从而较好地解释了球状星团在金属丰度上的差异. 西尔勒模型称为慢坍缩模型, 以区别于 ELS 的快坍缩模型. 后来的一些数值模拟工作表明, 小星系确实

会通过相互并合形成更大的系统, 从而支持了西尔勒模型. 不过, 银河系纯粹由大量小星系并合而成的机制很难解释银盘的形成, 为做到这一点, 必须对并合的具体方式加以严格的限定, 如小星系在并合过程中应取适当的运动路径等, 而这显然很不现实. 还有, 尽管对银河系核球的起源仍很不明晰, 但是构成核球的物质很可能是以气体, 而不是以恒星的形式并入银河系, 对这一点的解释 ELS 模型显得更为自然.

近年来的不少观测研究表明, 宇宙中星系的并合和吸积现象确实存在, 如银河系曾经吸积了一些球状星团和晕族恒星. 又如, 离银河系最近的河外星系——大麦哲伦星云, 正在不断地朝着银河系旋进, 预期最终可能会被银河系吞并, 届时大麦哲伦星云中的球状星团便自然成为银河系的成员. 看来, 银河系的形成和演化机制应该还是比较复杂的, 很可能既取决于银河系的内部过程——坍缩, 又涉及外部因素——吸积和并合.

### 3 厚盘发现带来的问题

除了尚不十分明确的暗晕部分外, 银河系物质主要以恒星形式出现, 并集中分布在银盘中. 在银盘面附近, 恒星数密度( 单位体积内的恒星个数) 最高, 随着恒星到银盘面距离( 银面距) 的增大, 恒星数密度逐渐降低. 通常认为, 恒星数密度  $\nu$  随银面距  $z$  的变化规律, 即函数  $\nu(z)$  大体上具有指数分布形式  $\nu(z) = \nu_0 e^{-z/h}$ , 其中的  $e = 2.7182\dots$  为自然对数底,  $\nu_0$  是银道面上( 即  $z = 0$  处) 的恒星数密度, 而  $h$  称为标高. 标高的物理含意是: 银面距每增大  $h$  秒差距, 恒星的数密度便减小到  $1/e$  倍. 如何利用实测资料确定函数中  $\nu_0$  和  $h$  的具体数值, 是研究银河系恒星分布的重要内容之一. 自赫歇尔以来的近 200 年内, 天文界一直认为银盘中恒星在垂直银盘面方向上只具有单一的指数分布结构.

1983年, 英国天文学家吉尔莫( Gilmore N)和莱德( Reid G)经过对 12 500 颗恒星的观测资料进行详细分析后首次明确提出<sup>[6]</sup>, 银盘中的恒星并不仅有单一的成分, 而是可以分属于两种形态不同的结构, 或者说恒星在垂直银盘面方向上的分布需要用 2 个不同的指数成分——薄盘和厚盘来表述( 见图 5). 在银面距  $z \leq 1000 \text{ pc}$  ( 秒差距) 的范围内, 恒星可以用一个指数分布来描述, 标高约为  $300 \text{ pc}$ , 这就是薄盘, 也就是原来意义上的银盘. 在银面距  $z =$

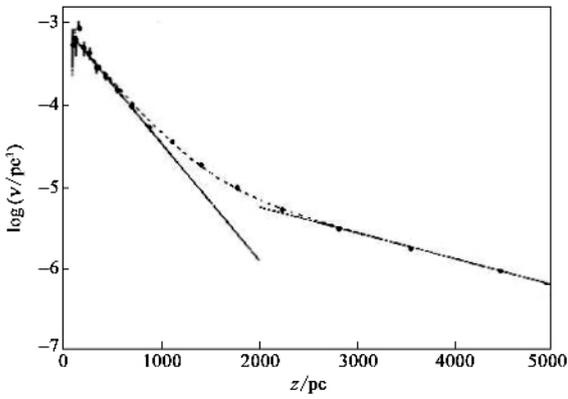


图5 绝对星等为4—5等恒星的数密度(纵坐标,对数标度)与银面距(横坐标)的关系

1000—5000pc范围内的恒星主要属于第二个指数成分,标高约为1450pc,称为厚盘。不过,构成薄盘和厚盘的恒星在空间分布上是互相套叠在一起,其间并没有任何使之分为二的边界,这正是厚盘结构在20多年前才被确认的主要原因之一。具体来说,在银道面附近,主要是薄盘恒星,属于厚盘的恒星甚少,如在太阳附近厚盘恒星约只占恒星总数的2%。由于薄盘恒星分布的标高只及厚盘标高的五分之一,随着银面距的增大,薄盘恒星的数密度相对厚盘恒星迅速减小,在远离银道面的地方,厚盘恒星便很快占据上风。

恒星分布 $\nu(z)$ 不能用单一指数律来表述,这可以有两种物理解释:即银河系只有单一盘,而 $\nu(z)$ 为非指数分布;或者,同时存在薄盘和厚盘,且两个盘均表现为指数分布。但是,没有任何理由认定 $\nu(z)$ 必然具有指数形式,并对实测结果用存在两个盘来加以解释,除非能证明组成两个盘的恒星具有明显不同的内禀性质(比如年龄或金属丰度等)。

后来的一些研究表明,属于薄盘和厚盘的恒星,确实在物理和运动学性质上有着明显的差异。厚盘恒星的年龄不小于80亿年,绝大部分大于100亿年,而薄盘恒星的年龄则普遍小于80亿年。在化学组成上,厚盘恒星的金属丰度比较低,而薄盘恒星的金属丰度比较高。在运动学状态方面,与厚盘相比,薄盘恒星绕银心的转动速度比较大,但不同恒星之间的速度弥散度比较小,显得较为“步调一致”。

目前,厚盘的存在已经为人们所普遍接受,并进行了深入的研究<sup>[7]</sup>,这样一来原来关于银河系结构的3成分(核球+银盘+银晕)模型,应代之以四成分(核球+薄盘+厚盘+银晕)模型。在更为细致的研究中,薄盘恒星更进一步区分为年轻薄盘和老年

薄盘两种成分。其中老年薄盘就是原来意义上的薄盘,而年轻薄盘恒星的分布更要“薄”一些,标高仅为100pc。在太阳附近,属于年轻薄盘的仅占薄盘恒星的20%左右。另一方面,银河系中的星际气体尘埃物质主要集聚在银道面附近,它们的空间分布也呈现盘状结构,这就是气体盘。由此可见,银河系物质的盘状结构颇为复杂。

厚盘结构并非只见之于银河系,在其他一些旋涡星系中也已发现了存在厚盘的观测证据,这说明至少对部分星系来说,厚盘很可能是较为普遍存在的一种结构成分,它们的形成和内禀性质必然与星系演化过程密切相关。

自厚盘发现以来,人们提出了若干种不同的厚盘形成机制,以解释厚盘和厚盘恒星的各种观测性质,如薄盘和厚盘依次形成的坍缩机制,银河系与伴星系交会或并合使银盘增厚,早期银盘对物质的直接吸积,以及薄盘天体的运动学扩散等。这些机制可分为“先厚后薄”和“先薄后厚”两大类,其中坍缩理论属于“先厚后薄”机制,其余几种则都可归于“先薄后厚”机制。鉴于问题的复杂性,以及新观测资料的不断涌现,天文学家的认识还没有取得完全一致。往往是一种机制能说明某些观测特征,但却不能解释另一些观测特征。

坍缩机制认为,厚盘和薄盘是银河系在演化过程中相继形成的两种结构。先是通过坍缩形成厚盘,剩余气体因进一步内落而形成薄盘。初始坍缩可以是一种快坍缩,也可能是一种受压力支撑的慢过程。快坍缩机制的理论基础是ELS模型,厚盘形成经历的时间大约只有4亿年,薄盘在这之后形成,历时6亿年。慢坍缩机制认为,由于气态物质的压力支撑作用,引力坍缩表现为一种慢过程,在形成银河系的几十亿年时间内,厚盘先形成,然后再生成薄盘。慢坍缩和快坍缩的观测表现应该是不同的:前者有足够时间在厚盘中形成垂直银道面方向上的金属丰度梯度,而后者则没有足够长的时间来建立这种梯度,但目前的观测资料还不能对此做出明断。

随着星系并合现象(见图6)的普遍发现,一种比较流行的观点认为,因银河系与某个较小质量伴星系的并合,早期形成的薄盘恒星由于受到剧烈的运动学加热、扩散而形成厚盘。这里又可以有两种不同的加热途径:一种是需要银河系与伴星系发生实际上的并合,另一种则强调并不一定要求伴星系直接落入银盘中,伴星系与银河系的密近交会同样能形成厚盘。有人通过数值模拟发现<sup>[8]</sup>,如对伴星系

设定某个质量范围,并与银河系薄盘以一定的倾角并合,结果是银盘恒星会形成两个服从指数律的数密度分布,其中外部成分就是厚盘。

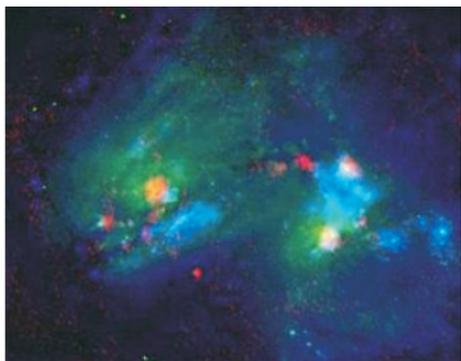


图6 碰撞中的两个星系

与剧烈并合机制不同,物质的直接吸积是一种慢过程,而厚盘的形成便是缓慢吸积过程的产物。这种机制认为,银河系本身就是由许多比较小的成分通过某种随机方式形成的,早期形成的薄恒星盘会通过不断吸积小的伴星系,使薄盘因受到运动学加热而生成厚盘。不过有人认为,如果把相当于盘质量10%—30%的伴星系放在距盘中心10倍盘半径的地方,它们就会因主星系(银河系)的潮汐作用而瓦解,因而对盘增厚的作用很小。吸积机制的理论基础是西尔勒等人的观点<sup>[9]</sup>。

在1950年代初就已发现,恒星运动的速度弥散度随着恒星年龄的增长而变大。进一步的工作表明,这一观测事实可以解释为盘内恒星通过扩散机制不断受到运动学加热的结果<sup>[10]</sup>。薄盘中恒星经过长时间的运动学扩散而到达高能轨道,并由此形成厚盘的观点就是在上述工作的基础上提出来的。所谓运动学扩散,是指原来在银道面附近作近圆轨道运动的恒星,由于某种原因变为在与银道面斜交的椭圆轨道上运动。这类原因可能有:银河系旋涡结构对恒星运动轨道的扰动;分子云对恒星运动的散射作用;大质量晕天体在运动过程中穿越银盘时对盘天体运动的影响等。

在上述各种厚盘形成机制中,比较多为人们所接受的是“先薄后厚”的并合机制,以及可能还有“先厚后薄”的快坍缩机制。其他“先薄后厚”的形成机制因与一些重要实测结果不符而受到较多的质疑,慢坍缩机制则基本上已不为人们所关注。应当说,涉及厚盘以及星系形成和演化的一些重要问题还没有完全弄清楚。比如,不同星系中的厚盘是否有不同的形成机制?一种以上的机制是否会在不同

的程度上同时对厚盘的形成发挥作用?等等。

## 4 结束语

银河系形成和演化所涉及的内容非常广泛,非本文所能逐一评述。随着许多大型设备投入有关的观测工作,以及包括整个电磁波谱的多波段天文观测的开展,天文学家取得了海量观测数据,这对深入研究银河系、星系的形成和演化提供了极为宝贵的资料,也提出了更多的实测结果需要由理论来加以解释<sup>[11-14]</sup>。在星系天文学中,银河系显然具有不可替代的重要地位。就单个星系而言,有关银河系的观测资料最为丰富,由银河系得出的结论还可以为探索河外星系的奥秘提供观测约束,这正是人们重视银河系研究的主要原因之一。

那么,未来银河系又会向何处去?

银河系在宇宙中并不是孤立的,它与邻近的几十个形态不同的星系构成了一个不太大的星系集团,称为本星系群,空间范围约为650万光年,银河系和仙女星系是本星系群中最大的两个星系。

离银河系最近的有两个质量较小的星系,即大、小麦哲伦云,它们绕银河系转动,且有气体从中逸出,形成长条形的物质流,这是由于银河系的引力作用而从麦哲伦云中拖曳出来的。即使麦哲伦云能长期稳定而不被银河系所吞并,那么也许总有一天其中的物质会流入银河系,并对银河系的结构和演化产生影响。不过,因为大、小麦哲伦云的总质量只有银河系质量的1/20左右,这种影响不大可能使银河系的总体结构和演化进程发生重大的变化。



图7 银河系与仙女系碰撞、并合的艺术图

银河系一方面绕着本星系群的质心缓慢转动,另一方面又以每秒约200km的速度朝着麒麟座方向运动,并与仙女星系不断靠近。有人估计经过几十亿年或更长的时间后,这两个目前相距240万光年

的巨星系最终会发生碰撞甚至并合(见图7)。如果这一事件真的发生,鉴于仙女星系的质量约为银河系的2倍,届时银河系(以及仙女星系)的结构、内部运动以至演化过程都会发生重大变化。当然,并合过程是十分漫长的,但具体结果究竟怎样,如两者是否会合二为一,并生成活动星系核,同时产生各种形式的剧烈活动,最终是否会形成一个巨椭圆星系,太阳在银河系中的运动轨道会发生多大改变,甚至会不会影响到地球绕太阳的运动轨道以及人类后代的生存,等等,这些后果今天当然是很难预测的。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Binney J, Merrifield M. Galactic Astronomy. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 1998. 606
- [ 2 ] Crowell K 著. 黄磷译. 银河系. 海口:海南出版社、三环出版社出版,1999[ Crowell K. trans Huang L. The Alchemy of the Heavens. Haikou : Hainan press, Sanhuan Press, 1999( in Chinese ) ]
- [ 3 ] Oort J H. Bull. Astron. Inst. Netherlands, 1932, 6 349
- [ 4 ] Eggen O J, Lynden-Bell D, Sandage A. Astrophys. J. 1962, 136 748
- [ 5 ] Searle L. In The Evolution of Galaxies and Stellar Populations. Eds. Tinsley B M, Larson R B. The formation of the Galaxy. New Haven : Yale University. Press, 1977. 219
- [ 6 ] Gilmore G, Reid I N. Mon. Not. R. Astron. Soc., 1983, 202 : 1025
- [ 7 ] Bensby T, Feltzing S, Lundström I. Astron. Astrophys., 2003, 410 527
- [ 8 ] Quinn P J, Hernquist L, Fullager D P. Astrophys. J. 1993, 403 74
- [ 9 ] Searle L, Zinn R. Astron. Astrophys., 1978 225 357
- [ 10 ] Wielen R. Astron. Astrophys., 1977 60 263
- [ 11 ] Hammer F, Puech M, Chemin L *et al.* Astrophys. J. 2007, 662 322
- [ 12 ] Ballero S K, Matteucci F, Origlia L *et al.* Astron. Astrophys., 2007 467 123
- [ 14 ] Cescutti G, Matteucci F, François P *et al.* Astron. Astrophys., 2007 462 943
- [ 15 ] Scannapieco E, Kawata D, Brook C B *et al.* Astrophys. J. 2006 653 285

### 封面说明

封面图片为碰撞、并合中的两个星系。星系是一类庞大的恒星系统,其中包含了几百亿颗或更多的恒星,尺度可超过10万光年。浩瀚宇宙中分布着数以百亿计的、形态各异的星系,它们在运动过程中有可能彼此接近、碰撞甚至并合,并因相互间复杂的剧烈作用而对星系的结构、演化以及星系内恒星的形成产生重大影响。现代天体物理研究表明,星系间发生碰撞和并合是一种较为普遍的现象,并已成功地用以解释许多重要的天文观测事实。

(中国科学院上海天文台 赵君亮)



## 北京欧普特科技有限公司

光学元件库—欧普特科技

欢迎访问:

[www.goldway.com.cn](http://www.goldway.com.cn)

北京欧普特科技有限公司严格参照国际通常规格及技术指标,备有完整系列的精密光学零部件(备有产品样本供参考)供国内各大专院校、科研机构、试验室随时选用,我公司同时可为您的应用提供技术咨询。我公司可以提供美国及欧洲产的优质红外光学材料,如硒化锌,硫化锌,多光谱硫化锌等。



- 光学透镜:平凸、双凸、平凹、双凹、消色差胶合透镜等。
- 光学棱镜:各种规格直角棱镜,及其他常用棱镜。
- 光学反射镜:各种尺寸规格的镀铝、镀银、镀金,及介质反射镜。直径5mm-200mm。
- 光学窗口:各种尺寸规格,材料的光学平面窗口,平晶。直径5mm-200mm。
- 各种有色玻璃滤光片:规格为直径5mm-200mm。(紫外,可见,红外)及窄带干涉滤片。
- 紫外石英光纤:进口紫外石英光纤,SMA接口光纤探头,紫外石英聚焦探头。

地址:北京市海淀区知春路49号希格玛大厦B座#306室

电话:010-88096218/88096217 传真:010-88096216 网址:[www.goldway.com.cn](http://www.goldway.com.cn)

联系人:陈镛先生 施楠小姐 曾安小姐

E-mail: [kevinchen@goldway.com.cn](mailto:kevinchen@goldway.com.cn) [shinan@goldway.com.cn](mailto:shinan@goldway.com.cn) [zengan@goldway.com.cn](mailto:zengan@goldway.com.cn)