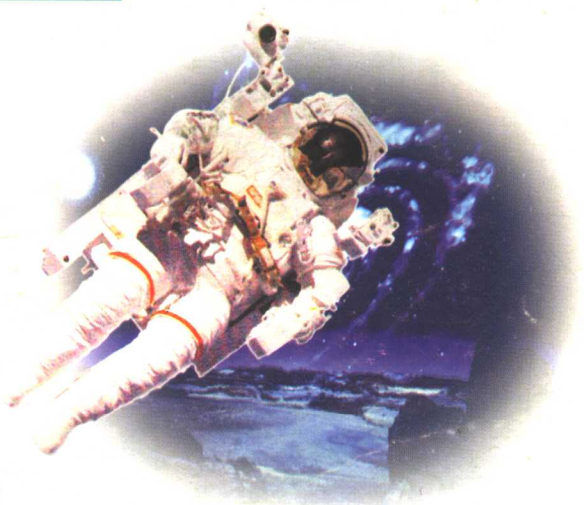




人与太空系列 52



遨游天河

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全景百卷书 ⑤②

· 人与太空系列 ·

遨游天河

编写 朱凯

中国建材工业出版社

目 录

我们的天河

银河迢迢	(1)
没有水的天河	(4)
四条旋臂	(6)
庐山真面目	(8)
银心的秘密	(13)
流动的星河	(16)
银道面与太阳的距离	(19)
人马座银河	(20)

银河系的成员

✓ 太阳系家族	(22)
恒星世界	(36)
星际空间	(47)
行星系统	(52)
星云和星际物质	(59)
银河星团	(63)
星协	(65)
银河系的邻居	(66)

银河系生物探源

奥兹玛计划和阿雷西沃	(68)
漫长岁月	(70)
银河系生物猜测	(72)
文明社会的寿命	(74)

银河系红外光学

银河系研究进程	(77)
近红外发射	(80)
远红外发射	(81)
观测和研究	(83)

探查银河系的演变史

自然界中恒星的诞生	(87)
银河系的演变史	(90)
恒星的形成与旋臂	(91)

我们的天河

银河迢迢

我国古代把银河也叫天河、银汉。大诗人白居易在《七夕》诗中有：“烟宵微月澹长空，银汉秋期万古同，几许欢情与离恨，年年并在此宵中”。我国现代著名的大诗人郭沫若在他的诗中也曾写道：“你看那浅浅的天河，定然不甚宽广。我想那隔河的牛女，定能够骑着牛儿来往。我想他们此刻，定然在天街闲游。不信，请看那朵流星，是他们提着灯笼在走”。

夏夜星空中从东北向南横跨天空的银河，宛如奔腾的急流，一泻千里。迢迢的银河引起多少美丽的遐想和动人的故事。其实，一年四季都可以看到银河，只不过夏秋之交看到了银河最明亮壮观的部分。银河经过的主要星座有：天鹅座、天鹰座、狐狸座、天箭座、蛇夫座、盾牌座、人马座、天蝎座、天坛座、矩尺座、豺狼座、南三角座、圆规座、苍蝇座、南十字座、船帆座、船尾座、麒麟座、猎户座、金牛座、双子座、御夫座、英仙座、仙后座和蝎虎座。银河在天空明暗不一，宽窄不等。最窄只 $4^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ，最宽约 30° 。银河为什么是白茫茫的呢？伽利略发明天文望远镜以后，带着这个不解之谜，把望远镜指向银河，原来银河是由密集的恒星组成的。为

什么只有这一“带形”天区的恒星最密集呢？原来是由 1000 多亿颗恒星组成一个透镜形的庞大的恒星体系，我们太阳系就在这个体系之中。我们从太阳系向周围看到盘状的边缘部分呈带形天区。这个天区的恒星投影最密集，这就是我们看到的银河。这个庞大的恒星体系也由银河得名，叫银河系。

如果说地球的家是太阳系，那么银河系就是太阳之家居住的巨大恒星城。人类对这座“城市”的认识，首先还是从认识恒星开始，逐渐把恒星和银河连在一起进入宏观构想。1750 年，英国天文学家赖特发表了《宇宙的新理论》一书。他根据银河状况，推测恒星系统的空间分布不是在所有方向都对称的，很可能是扁平的，银河可能是这个扁平的恒星体系在长轴方向的星群密集外观。这是最早认识银河和银河系的人。1755 年，德国哲学家康德在《宇宙发展史概论》一书中提出恒星和银河之间可能组成一个巨大的天体系统。1761 年，德国数学家朗伯特在《宇宙论书简》一书中也有类似的推想，然而，最早通过自己的天文观测研究恒星体系，要算著名英国天文学家威廉·赫歇耳。他总结了上述几位天文学家的推想并于 1785 年，根据自己对恒星的观测统计，绘出一幅扁平状的银河系形体，并认为太阳系位于银河系中心区。这是第一个证实了比太阳系更高一层次的巨型天体系统的存在，具有划时代的意义。

太阳系真的位居银河系中心区吗？1918 年，美国著名天文学家沙普利用 4 年时间的观测和研究，提出太阳系不在银河系中心，而是在银河系的边缘。银河系的中心应在人马座方向。1926 年，瑞典天文学家林得布拉德在详细研究了恒星视运动的基础上，分析出银河系也在自转，把对银河系的认

识大大向前推进了一步。1927年，荷兰天文学家奥尔特证明我们所在的巨大恒星系统——银河系确实在绕中心自转，同时说明银河系的整体不是固体，越靠近中心，自转越快，银河系边缘自转缓慢。一代一代的天文学家们的成果，认识银河系的真面貌，奠定了有关银河系的知识基础，揭示出我们居住在蔚然壮观的恒星城。

银河在我国古代诗文中有许多富于诗意的别名：

银河（银河沙涨三千界——白居易）；天河（雨收残水入天河——王建）；星河（三峡星河影动摇——杜甫）；明河（明河川上没——戴叔伦）；长河（长河渐落晓星沉——李商隐）；秋河（秋河曙耿耿——谢朓）；绛河（云销出绛河——王维）；银汉（梦长银汉落——李白）；银潢（银潢左界上通灵——苏轼）；河汉（微云澹河汉——孟浩然）；云汉（浮云汉之汤汤——张衡）；天汉（天汉回西流——魏文帝）；天津（朝发轫于天津兮——屈原）。此外，在古诗中，银河还有天潢、天杭、星汉、绛霄、丹霄、天江、倾河、天横等别名。

夏天无月的夜晚，你昂首仰视，可以看到布满星星的天空有一条白蒙蒙的光带，从南向北，横贯苍穹，好像一条奔腾的江河，人们称之为银河。“天河”“星河”“银浦”“银汉”等等都是我国古人给它的别称，西方英语里的银河则是“牛奶色道路”的意思。

别忘了，夜晚我们看到的只是半个天空，还有半个天空在地球的另外半面，所以我们看到的往往只是半圈银河，另外半圈银河在地平线以下。两个半圈合起来，才构成环绕地球的一个“银环”。

地球还在不停的运动中，既有自转，又有公转，所以在

不同的季节，我们看到的银河的模样和走向也大不相同。

银河真的是波浪翻卷的河流，或是仙后洒下的乳汁，或是水汽凝成的白雾吗？

最先揭开这个秘密的是伽利略。1609年，当他第一个把一架小望远镜指向银河的时候，就一切都明白了，原来根本不是什么河流、乳汁或雾气，而是密密麻麻、不计其数的恒星，这些恒星像爽身粉中的粉粒一样多，它们交相辉映，人眼看起来像是一条白茫茫的光带。

虽然伽利略对自己的这一发现倍感惊奇，但他首要的历史使命是构筑宏伟的经典力学大厦，再加上宗教方面的原因，所以他把进一步研究银河的任务留给了后来者。

没有水的天河

一年四季，无论你是在我们国家的什么地方，也无论你是在地球上的什么地方，晚间，都可以看到天空中那条像轻纱般的、白茫茫的“天河”。如果是在夏季，又恰逢月亮不出现在天空中的那些日子里，也没有其他灯光等干扰，天河就显得特别明亮，特别吸引人们的注意，它简直像是一条没有尽头的长河，在众星间奔流不息。

其实，银河不是河，银河里既没有水，也没有奶。只要有一架哪怕不大的望远镜，就可以看出银河是由密密麻麻的星星组成的，因为它们太多也太密，远远看去它们就连成一片白茫茫的亮光了。

为什么天上别的天区中星星都是比较稀疏的，唯独银河这条带状的天空部分内，集中了那么多的星星呢？

其实，从星星在空间的情况来看，天河里的星星和天河外的星星，分布的稀密程度大体上是差不多的。只是，它们都集中在一个很大的范围里，自成系统。这个主要由星星组成的很大的天体系统，有着一个你大概想象不到的形状，它像个中间隆起、边缘较薄的大“烧饼”。这个星星“烧饼”可真大，从这一头的边缘到那一头的边缘，一秒钟能“走”30万公里的光线得走8万年以上，我们就说它的直径是8万多光年。“烧饼”中间隆起的部分叫做“核球”，直径也有好几千光年。

这个庞大的天体系统包含有一二千亿颗恒星，我们的太阳只是其中普通的一员。太阳并不在这个天体系统的中间部分，而是比较靠近边缘，距离附近边缘约2万来光年，也就是说，距离“烧饼”中心也有二三万光年，距离最远处的边缘则超过五六万光年。太阳离“烧饼”上下两面的距离差不太多，都是几千光年。地球绕着太阳转，所以我们也是在这个“烧饼”里面，从“烧饼”大小的角度来看我们地球，地球就在贴近太阳非常非常近的地方。

这样一来，我们向四面八方看出去，看到各部分天空星星稀密的程度就不完全一样了。当我们向“烧饼”四周边缘部分看过去时，就会觉得星星从四周围着我们，这情景跟我们在田野里看四周远近不等的绿树丛的情况是一样的，我们会觉得绿树似乎连成了一条绿色带子围在我们四周。如果向“烧饼”中心和最远边缘方向看过去，那里的星星显得特别密集，这就是夏天晚上我们看到的天河部分，它明亮而显眼。在太阳附近边缘的方向上，星星的密集程度比不上远处，但还是相当密集的，这就是我们冬夜看到的天河部分，这部分天

河比起夏夜天河来，要稍暗些。只是朝“烧饼”上下两面的方向看出去时，看到的星星才是稀稀落落的。

天河又叫银河，所以我们这个星星“烧饼”就叫“银河系”

四 条 旋 臂

1982年，美国天文学家贾纳斯和艾德勒完成了银河系434个银河星团的图表，发表了每个星团的距离和年龄。他们绘制了太阳附近年龄不超过2000万年的银河星团的分布图，从该图上根本看不出有什么旋涡结构，而只有一小段、一小段与局部恒星形成有关的零散的旋臂，“旋涡”幻影来源于银河系复杂的旋转特性：在银盘中各处独自形成恒星的发源地，总有机会沿银河系的旋转方向形成“串珠”，与此同时，也就出现了小段旋臂。虽然经过几千万年，银河星团中大质量的星几乎都死亡了，星团也不如原先那样明亮了，旋臂图象也就淡漠了，但新形成的年轻星团又继续显现出“幻影旋涡图案。”

我们银河系究竟有没有旋涡结构？是大尺度的双臂结构或四臂结构，还是零散的，断续状的局部旋涡结构？不同天体成分形成的旋涡图案为什么不一致？这些未解之谜仍有待于天文工作者进一步地探索。

本世纪30年代，光学天文工作者开始解开银河系结构的谜，测知银心在人马座方向。经过20多年的努力，终于确认和描绘出太阳附近的三条旋臂：靠近银心方向的是人马座旋臂，太阳位于猎户座旋臂的内侧，再往外是英仙座旋臂。旋

臂间距约为 2 千秒差距（太阳距银心约 8 千秒差距）。旋臂内集中了较多年轻的大光度 O 型和 B 型星，以及电离氢（H I）区等。在太阳系以南不远处，有一条亮星集中的带状区域，带长 700 秒差距，宽 70 秒差距，从猎户臂的下端伸出，指向银心，这就是有名的谷德带，带中约有 20 万颗星。重要的一点是，看来太阳不是旋臂的成员。

1982 年，天文学家又发现了银河系的第四条旋臂，该臂跨越狐狸座和天鹅座，距银心 14 千秒差距，即在太阳外侧约 6 千秒差距的地方，此臂由大小为 60—80 秒差距的许多分子云组成，形成串珠状。

旋涡结构

由于星际气体和尘埃的消光作用，光学望远镜难以看到更远的恒星，值得庆幸的是，1950 年，发现了星际氢原子（中性氢，常用 HI 表示）21 厘米波长发射谱线，它帮了我们的大忙。遥远的 21 厘米（即频率为 1420 兆赫）射电辐射，能够穿透“云山雾障”到达地球。但由于银河系的自转，按照多普勒效应，21 厘米波长的氢谱线不仅变宽，而且还发生频率移动。谱线的频率移动值越大，就表示发出该谱线的射电源的相对视向速度越大，也就是说，该射电源离我们越远。

其次，如果射电源里面 HI 的含量越多，它们发射出的辐射强度也就越大。这样，从射电观测资料便可推算出，在所测方向上的星际中性氢的含量，以及它们到观测者的距离。

CO 分子形成第四条旋臂

遗憾的是，在比较浓密的星际云中，氢不再是以原子的状态存在，因而这些云不能利用 21 厘米氢谱线探测到。好在

一些分子云中混杂有一氧化碳(CO)分子,通过对它的探测,便可以知道一些星际云的分布情况。1970年,美国贝尔实验室的威尔逊等人,首先探测到波长为2.6毫米(频率为115271兆赫)的一氧化碳放射线。经过几年的努力,到80年代初,科学家基本搞清楚了一氧化碳在银盘中的分布情况:和HI的分布情况不一样,一氧化碳分子基本上集中在距离银心12000~240000光年的一个扁圆形大环中,在距银心1700光年的地方密度最大,含有这种一氧化碳分子诞生恒星的冷云层厚约300光年。而HI的分布则是从距离银心12000光年的地方开始,一直延伸到银河系的边缘50000光年处,它的厚度也比一氧化碳的云层为厚。

从一些河外旋涡星系的照片可以看到:亮气体星云(电离氢区, H II)主要沿旋臂分布。它们是旋涡结构极好的“示踪天体”。在可见光和射电波段都能接收到它们的辐射,测量这些谱线的频移便可获得它们的视向速度。如果知道银河系的旋转曲线,还可推算出它们的距离。法国马赛天文台的Y·M和Y·P·乔治林对银河系中268个高激发的H II区和360颗炽热星进行探测,于1976年发表了他们的观测结果,给出了银盘内高激发H II区的分布情况,以及四个旋臂的位置。国际天文界认为这是银河系最好的旋涡结构图像。

庐山真面目

银河在天球上跨越20多个星座,占据了星空的大片区域。它经过天鹰座和天鹅座时分为两条支流,北面的一条支流紧接着蛇夫座、武仙座和天琴座,南面的一条支流经过天

鹰座和狐狸座，两条支流在天鹅座 α 星（中名天津四）附近会合。由此往北，银河逐渐暗淡下来，跨过仙后座和英仙座。余下的部分经过御夫座、双子座、金牛座、猎户座和麒麟座，这一段只有在冬季的星空中才能看到。银河再往南经过船尾座、船帆座、半人马座、南十字座和矩尺座等，再转向天蝎座和人马座。这样，我们就可以看到整个银河绕过天球一周，其中心线大致在天球上投影为一个大圆。在北半天，银河的最亮部分位于天鹰座和天鹅座；在南半天，天蝎座和人马座的银河最亮；而位于麒麟座的银河与人马座密集的星场相反，最暗淡，银河在天鹰座——天鹅座两分支间的暗淡天区常被称为大暗裂隙，另一个暗隙位于南十字座，形似“煤袋”。

银河由为数众多的恒星和星云所构成，亮星云密集处使银河增亮，暗星云则表现为银河上的暗区、暗隙。银河的平均宽度为 15° 左右，最宽处达 30° 。

因为银河以连续的环带形式完整地绕天空延伸，18 世纪的天文学家便开始猜测：太阳和天空中所有的恒星大概是一个巨大的盘状集体，称做银河星系或简称银河系。当时，英国著名天文学家 F·W·赫歇耳企图用计数全天 683 个选区中各选区的恒星数目来揭示出太阳在银河系中的位置和发现银河系的形状和大小，但由于实测结果是沿银河恒星的密集度大体上一样，他在 1785 年发表的结论认为：太阳位于银河系的中心。本世纪 20 年代，荷兰天文学家 J·C·卡普坦分析了大量恒星的亮度和运动情形后，肯定了赫歇耳的观点，并得出银河系的直径约为 10 千秒差距，厚 2 千秒差距，太阳位于其中心附近。1930 年，R·J·特朗普勒在研究星团时指出，由于星际尘埃的消光影响，越远的星光显得越暗，赫歇耳和

卡普坦所看到的只不过是银河系中距太阳较近的恒星，他们的结论是错误的，人们并未弄清银河系的真面目。

银河系的“庐山真面目”是 H·沙普利研究球状星团的分布发现的。1917 年，他画出了当时已知的 93 年球状星团的立体分布图，发现这些球状星团形成一个巨大球形系统，但该系统的中心不在太阳而是趋向于人马座银河中的一点，沙普利认为，球状星团的分布描绘出了银河系的真正大小和轮廓。自那时以来，国际天文界根据不断积累的新观测数据，多次修订太阳到银河系中心的距离。目前，公认的银心距 $R_0 = 8.5$ 千秒差距 28000 光年。由于射电天文和红外天文的发展，大大增加了人们对银河系结构的了解。银河系是由核球、银盘、旋臂、银晕和银冕等部分组成的。是银河系结构示意图，银河系的主体类似体育运动用的铁饼，“圆饼”称为银盘，银盘的直径约为 8 万光年，中间厚，外边薄，中间部分的厚度约 6000 光年，太阳附近银盘厚度约 3000 光年，但再往外去气体增加，在外边缘气盘厚度达 1 万光年并有向银道面两侧翘起的态势。太阳位于银河系中心平面以北不到 30 光年处。“铁饼”中间隆起部分称为核球，核球的直径约为 2 万光年，厚 1 万光年。而球状星团的球形分布则勾画出了包围着银河系主体部分的银晕的大小。银晕与银盘同心，直径约为 9.8 万光年，也有人认为，银晕是个旋转椭球体，长轴为 16 万光年，长短轴之比为 2:1。还有一些人认为，银晕外面还存在着一个巨大的、大致是球形的射电辐射区，称为银冕，银冕至少延伸到离银心 100 千秒差距或 32.6 万光年处。

经过多年的研究与探索，目前认为银河系的总质量为太阳质量的 2×10^{12} 倍，是 1975 年公认值的七倍。有几千亿颗恒

星，约占总质量的 90%，气体和尘埃约占 10%。银盘又集中了银河系 90% 的质量，星际气体和尘埃几乎全部集聚在银盘内。银盘中物质的分布呈旋涡状结构，即分布在几条螺旋形的旋臂中。本世纪 50 年代，W·W·摩根等人根据 O·B 型星和电离氢等大光度年轻天体的分布情形，描绘出太阳附近三段平行的旋臂，它们是按主要臂段所在方向的星座命名的，离太阳最近的叫天鹅臂，它长约 3.7 千秒差距，宽约 370 秒差距，天鹅臂有一小分支伸向猎户座，太阳很靠近它的内边缘；在天鹅臂之外、离太阳 2 千秒差距有一段英仙臂；在天鹅臂以内 2 千秒差距处的一段旋臂叫做人马臂。后来又陆续发现了人马—船底臂、盾牌—南十字中间臂、矩尺内臂和英仙外臂等。所发现的这几段旋臂也许只是两条旋臂的若干部分，对银河系内中性氢及一氧化碳的射电观测发现，它们的分布均呈旋涡结构，旋臂内侧集聚着氢和尘埃，因而有利于新生恒星的诞生。1964 年，林家翘、徐遐生二人创建的星系旋涡结构密度波理论能够较好地说明这一现象，但旋臂的起源与维持问题，至今仍未彻底解决。

核球是恒星密集的区域，以老年天体星族 II 为主要组成部分，估计质量约为太阳的 70 亿倍，其中央是一直径为几秒差距的更为致密的区域叫做银核，这里恒星密集的程度比太阳附近大 1000 多倍。很久以来，大多数天文学家一直认为银河系是一个旋涡星系，但近年来，有人提出银河系是一棒旋星系，其理由是：银心附近的星际云的不规则运动是以一个棒为中心的，近红外观测也为棒状结构提供佐证：棒略微倾斜，它的东端向南倾斜穿出银盘面。

人们最感兴趣的是银河系的中心区域——银心。虽然，由

于尘埃的消光作用，用光学望远镜难以看到银心，但射电和红外观测却揭开了银心的秘密，21 厘米射电观测揭示，在距银心 3000 秒差距处有一个正在膨胀且旋转着的氢流旋臂以每秒 50 公里的速度向太阳系运动，在银心另一侧有同样的氢流膨胀臂以每秒 135 公里的速度背离观测者运动，它们大概是 3000 万年前以不对称方式从银心抛射出的 HII 气体的产物。在距银心 300 秒差距的天区内，有一个绕银心快速旋转的氢气盘，以每秒 70~140 公里的速度向外膨胀，盘内有平均直径为 30 秒差距的氢分子云。在距银心 70 秒差距处，则有激烈扰动的电离氢区，也以高速向外涌出。但也发现有 15 光年长的气流涌入围绕着银心的尘埃气流圈。还查明银心 2 角秒内有一强射电源人马座 A，其线直径小于 0.1 秒差距，它发出强烈的同步加速辐射，有人认为银心就位于此；但也有人认为银心可能位于其附近的红外源 IRS16。综合许多观测的结果有两种见解：一种见解认为银心的核心区有一高光度星团；另一种见解认为银心存在着一个由吸积盘环绕的相当于几百万倍太阳质量的大质量黑洞。

银晕中的天体和核球中的天体一样，以老年星或球状星团为主，也可能有从更老的星族 II 的星产生的黑洞，它们在银晕中呈球形分布，越向银心密度越大，人们相信这些天体都是在银河系诞生初期，约 120 亿年前形成的。根据银晕中的恒星计数并考虑到整个银晕中恒星的分布情况，估算出银晕的质量是银盘质量的 10%，但这种估计十分粗糙，而且还可能存在着未被发现的隐匿质量，因此，银晕的实际质量可能只及银盘的 1%，但也可能高达银盘的 90% 以上。银晕的存在对银盘的稳定性有一定的影响。

银心的秘密

银河系是一个包含有一二千亿或更多颗恒星的星系，它的形状似旋涡，因此也叫旋涡星系。它由银盘、银晕、核球、旋臂等部分组成。

银河系物质密集的部分形成了一个大大圆盘，这个大大圆盘就叫银盘，银盘的中间厚、外边薄，直径约 80000 光年。包围在银盘周围的、物质稀疏的、范围很大的球状区域，叫银晕。

银盘中心隆起的球形部分叫核球，核球为椭球形，椭球的长轴约为 13000~16000 光年，厚约 13000 光年。一条条螺旋状的旋臂就从核球两端对称地延伸出来。银河系中绝大部分恒星以及气体、尘埃等物质都集中在核球和旋臂中。目前人们已经发现的银河系旋臂共有四条，一条离银河系中心较近的，叫做 3 千秒差距臂，另外三条均在太阳系附近，分别为英仙臂、人马臂、猎户臂，太阳系就位于猎户臂的内侧。银河系的旋臂总共有几条，至今还是一个未知数，不知银河真面目，只缘身在此河中嘛。

银河系的中心即核球的中心部分，简称银心，它距离我们太阳系 2 万多光年，它在天球上的投影坐标为赤经约 $17^{\circ}5'$ ，赤纬约 -29° ，位于人马星座内。

难测银心

核球是银河系内恒星密集的区域，并且越近中心越为密集。在距离银心 32.6 光年处，相邻两星的平均距离为 10000