

绪 论

天文学是自然科学的基础学科之一，它不仅有着悠久的历史、经久不衰的魅力，而且至今仍在蓬勃发展，是当代科学前沿阵地上活跃的一门学科。

伟大的波兰天文学家哥白尼有一句名言：“人类的天职在于勇于探索”。人类在文明史的道路上已经探索了几千年，如今，人类的思维和行动早已跨出了地球，尤其是现代人的视野大大开阔，人类的脚步已经登上月球，人类的探测器已经成功地登陆火星，人类的使者“旅行者”号飞船已经离开了太阳系，这一切都促使人们要更加深入地了解我们的地球与宇宙之间的关系，去探索浩瀚宇宙中星辰的秘密。

天文学研究的大都是一些遥不可及的东西，不能用尺量，不能用秤称，更不能改变它们的条件，只能远远地观测，关于他们的知识全靠人们依据观测推理取得，为了认识它们动用了人类知识宝库中一切自然科学的成就，至今还在不断地探索和深化。

一、天文学的研究对象

天文学是研究宇宙中各种天体的科学，是研究它们的位置、分布、运动、形态、结构、物理状况、化学组成、相互关系以及起源演化的科学。

天体是地球大气以外的宇宙空间各种星体的通称。天体尺度

大小差别很大，大到月球、太阳、行星、恒星、银河系、河外星系以至整个宇宙，小到小行星、流星体以至分布在广袤宇宙空间中的大大小小尘埃粒子，天文学家把所有这些星星和物体统称为天体。

地球作为整体，是太阳系的一颗普通行星，也是一个天体，不过天文学只研究地球的总体性质而一般不讨论它的细节。另外，人造物体被发射到外层空间，称为人造天体，如人造卫星、宇宙飞船、空间站等人造飞行器的运动性质也属于天文学的研究范围。

根据这样的原则，空中的云彩、飞鸟、飞机等并不属于天体的范畴。落到地面的陨星，因为它们来自地球大气之外，也仍是天体。

按天体的存在形态可将天体分为聚集态天体、云雾状天体以及星际物质等类型。聚集态天体是物质以较高密度聚集在一起构成的各类星体，如各种恒星、行星、卫星等。云雾状天体是呈弥漫状散布于宇宙空间的星云。星际物质是弥漫于星际空间的极其稀薄的物质，包括星际气体和尘埃。肉眼或借助小型望远镜就可以看见的天体类型是恒星、星云、行星、卫星、流星体、彗星。其中恒星和星云是最基本的天体类型，它们拥有巨大的质量。

宇宙中的天体常常集聚成团，构成天体系统。在这种天体集团中，运动着的天体成员由于相互吸引而不断的相互绕转，这样的天体集团称为天体系统。

天体系统有不同的层次。如地球和绕其运动的月球，构成较低一级的天体系统——地月系；地球和其他行星一起绕太阳公转，构成较高级的天体系统——太阳系；太阳和其他的恒星等构成更高级的天体系统——银河系；银河系和其他的星系又是更高级天体系统的成员。

尽管这些天体或天体系统的尺度都是很大的，但总体上看，我们的宇宙是极其空旷的。如果把茫茫太空比作汪洋大海，那么各个天体就像大海中相距很远的小岛，天体系统就类似于相距很远

的岛群，这些天体或天体系统的大小与它们之间的距离相比，通常小的不可比拟。在这些天体和天体系统之间，是极其稀薄、广漠的宇宙空间。举例来说，如果把日地距离缩小为 1m 那么 太阳的直径约为 1cm，地球、水星、金星、火星等，要借助放大镜才能看清楚，冥王星则像一粒尘埃，在距离太阳 40m 远的地方绕太阳运行，然而，离太阳最近的那颗恒星，却远在 270km 以外。

根据天文学的发展和其研究的内容可将天文学分为天体测量学、天体力学和天体物理学三门分支学科。

天体测量学是天文学中发展最早的一个分支，它的主要内容是研究和测定各类天体的位置和运动，建立天球参考系等。

天体力学主要研究天体的相互作用、运动和形状，其中运动应包括天体的自转。早期的研究对象是太阳系天体，目前已扩展到恒星、星团和星系。牛顿万有引力定律和运动三定律的建立奠定了天体力学的基础，实际上可以说牛顿是天体力学的创始人。今天，我们可以准确地预报日食、月食等天象，和天体力学的发展是分不开的。

天体物理学是天文学中最年轻的一门分支学科，它运用物理学的技术、方法和理论，来研究各类天体的形态、结构、分布、化学组成、物理状态和性质以及它们的演化规律。18 世纪赫歇尔开创恒星天文学，可谓天体物理学的孕育时期。19 世纪中叶，随着天文观测技术的发展，天体物理学成为天文学一个独立的分支学科，并促使天文观测和研究不断作出新发现和新成果。就其研究内容来说，有太阳物理、太阳系物理、恒星物理、银河系天文、星系天文、宇宙化学、天体演化及宇宙学等；就其研究方法而言又可分为实测天体物理和理论天体物理。

二、天文学研究的意义

天文学研究具有重要的意义。从远古时期人类为了生存要了

解必备的天文学知识，到现代社会必须的时间历法的计量；从认识人类在宇宙中所处的地位，到搜寻地外文明的痕迹；从基础科学的发展，到尖端的宇宙探测，无一不需要天文学的研究。

（一）对基础学科发展的作用

天文学作为自然科学的基础学科，具有重要的科学意义，它不仅帮助人们逐步认识物质世界的客观规律，其研究成果推动了其他学科的发展而且它提出的许多新的课题也常成为其他学科发展的巨大动力。

天文学与数学。天文学从一开始就与数学有着不可分割的联系。天文学家通过观测获得的资料需要用科学方法来处理，如记录天体的方位、计算天体的距离、测量地球的形状和大小等，都离不开数学的帮助，因而几乎过去所有的天文学家都同时是在数学上有所建树的数学家。反过来，天文学对数学的需要也常常成为推动数学发展的动力。

天文学与物理学。经典力学是物理学的一个重要组成部分，万有引力定律也是物理学的一个重要定律。而万有引力定律的发现和经典力学体系的建成，在很大程度上是为了说明太阳系天体的运动情况。牛顿当初研究万有引力时，首先就是用地球和月球来验证的，而十九世纪中期人类通过数学计算发现太阳系的第八颗大行星——海王星时，万有引力定律及一些力学理论才最终得到学术界的公认。

天文学和化学。天文学上的发现对化学的发展也曾起过作用。第一个惰性元素氦，首先是天文学家在太阳上发现的，氦的拉丁文原意正是“太阳元素”。化学家为了在地球上寻觅这种元素，才陆续地发现了其他一系列的惰性气体，从而深化了人类对元素本质的认识。

（二）天文学在日常生活中的应用

天文学中有许多内容直接关系到经济建设及人民生活，举例

如下：

1. 时间

人类需要准确的时间。早在原始社会，人们在劳动和生活过程中，头脑里逐渐产生了周期性和简单的数的概念，从传说中的“结绳记日”和“刻木记日”起就有了日的概念。我国远在夏代（约公元前 21 世纪至公元前 16 世纪）就创立了立杆测影的方法，用来判别方向、测定时间和定一年四季。

随着科学技术的飞速发展，对时间服务工作要求越来越高，不仅要求的精度高，而且要求的方面广。比如，划定国界、大地测量、远洋航行、远程飞行、导弹和人造天体的发射与跟踪、研究原子内部结构、理论物理学中相对论的验证等等，都要有高精度度的时间参数。而这一切都离不开天文学的参与。从根本上说，准确的时刻来源于天文台。每个国家都有自己的时间服务机构。我国的时间服务机构是陕西天文台，它每日 24 小时向全国和全世界播发时号，其授时精确度优于 0.1 微秒。

2. 历法

人人离不开历法。简单的说，历法就是安排年月日的法则，但这里年、月、日的安排要依据天文上的季节变化周期、月相变化周期、昼夜交替周期。编订历法时，既要符合天象，又要符合人们的生活习惯，因为历法的一项重要作用是指导农业生产。所以中外历史上，各国统治者都把改革历法作为重大国事对待，否则，错误的历法会造成生产上的混乱。

3. 其他

日地关系。太阳是离我们最近的一颗恒星，它的光和热在几十亿年时间内哺育了地球上万物的成长，其中包括人类。太阳一旦发生剧烈活动，对地球上的气候、无线电通讯、宇航员的生活和工作等将会产生重大影响，天文学家责无旁贷地承担着对太阳活动的监测、预报工作。不仅如此，地球上发生的一些重大自然灾

害，比如地震、厄尔尼诺现象等，天文学家也在为之努力工作，并为防灾、减灾做出自己的贡献。

特殊天象的出现，比如日食、月食、流星雨等，现代天文学已可以作出预报，有的已可以作长期准确的预报。1999年3月9日我国漠河地区发生一次日全食，中央电视台为之作了2小时40分钟的观测实况转播，而严格安排转播时间表的关键就是天文学家对日食的准确预报。1994年彗星撞击木星引起世人的普遍关注，彗星会不会在某一天撞上地球而导致全球性灾难呢？天文学家正在密切关注这类事件发生的可能，并将会及早作出预报，提出相应的对策措施，地球上的人们完全不必为此担心。

以上只是举例来证明天文学和我们人类社会的关系，应该指出的是，天文学始终站在唯物主义与唯心主义、科学与伪科学、科学与迷信间斗争的最前列。一切唯心主义、反科学、伪科学的东西，总要拿“天”来吓唬老百姓，天文学家利用自身学科的优势对之进行了有力而又科学的批判，取得了很好的社会效应。“地球爆炸论”“宇宙末日说”等歪理邪说，在天文学的科学内容面前完全是不堪一击的“纸老虎”。

三、天文学的发展

（一）天文学的起源及古代天文学

天文学的起源可以追溯到人类文化的萌芽时代。远古时候，人们为了指示方向、确定时间和季节，很自然的就会观察太阳、月亮和星星在天空中的位置，找出它们随时间变化的规律，并在此基础上编制历法，用于生活和农牧业生产活动。从这一点上来说，天文学是最古老的自然科学学科之一，是为了适应人们生产和生活的需要，特别是农牧业的发展而诞生、发展、壮大的。

早期及古代天文学的内容就其本质来说就是天体测量学。

如古埃及人在长期的实践中发现了星空的变化与尼罗河泛滥

的关系。尼罗河是古埃及人的命根子，它定期泛滥既能带来农耕迫切需要的水和肥沃的淤泥，也给广大地区和人民带来洪涝灾害。通过长期的观察和研究，古埃及人就发现了星辰更替与季节变化的对应关系，把原先一年 360 日，改正为一年 365 日 这就是现今阳历的来源。古埃及人还运用正确的天文知识，在沙漠上建筑起硕大无朋的金字塔。耐人寻味的是，金字塔的四面都正确地指向东南西北。在没有罗盘的四五千年前的古代，方位能够定的如此准确，无疑是使用了天文测量的方法。

再如古希腊的天文学。古希腊人总结了许多世代以来天象观测的结果，概括了古代人们对天体运动的认识，建立了天球的概念，并力图建立一个统一的宇宙模型去解释天体的复杂运动。在公元 2 世纪，古希腊天文学家托勒密（Ptolemy）出版他的著作《天文学大成》 提出完整的“地心说”在整个中世纪 这本书被人们奉为天文学知识的经典著作，在天文学界占据了一千多年的统治地位。

我国古代天文学。中国是世界上天文学起步最早、发展最快的国家之一，天文学和农学、医学和数学同为我国古代最发达的四门自然科学。公元 16 世纪前，天文学在欧洲的发展一直很缓慢，在从 2 世纪到 16 世纪的 1000 多年中，更是几乎处于停滞状态。在此期间，我国天文学得到了稳步的发展，取得了辉煌的成就。我国古代天文学的成就大体可归纳为三个方面，即：天象观察、仪器制作和编订历法。

天象观察。我国最早的天象观察，可以追溯到好几千年以前。无论是对太阳、月亮、行星、彗星、新星、恒星等天体 还是日食和月食、太阳黑子、日珥、流星雨等罕见天象，都有着悠久而丰富的记载，观察仔细、记录精确、描述详尽，其水平之高，达到了让今人惊讶的程度，这些记载至今仍具有很高的科学价值。如 1973 年在长沙马王堆汉墓中出土的彗星图，被认为是迄今发现的世界最古

老的彗星图。图中描绘了彗星的不同形状，不仅画出了三尾彗、四尾彗，还似乎窥视到今天用大望远镜也很难见到的彗核。可以看出，我们的祖先已经对各种形态的彗星进行了认真的观测。世界天文学界公认，我国对哈雷彗星观测记录的久远、详尽，是其他任何国家不能相比的。《史记·秦始皇本纪》中记载的秦始皇 7 年（公元前 240 年）的彗星，各国学者认为这是世界上最早的哈雷彗星记录。从那时起到 1986 年，哈雷彗星共回归了 30 次 我国史籍和地方志中都有记录。

我国还有不少太阳黑子记录，如公元前 165 年的一次记载中说“日中有王字。”战国时期的一次记录描述为“日中有立人之像”。更早的观察和记录，可以上溯到甲骨文字中有关太阳黑子的记载，离现在已有 3000 多年。从公元前 28 年到明代末年的 1600 多年当中，我国共有 100 多次翔实可靠的太阳黑子记录，这些记录不仅有确切日期，而且对黑子的形状、大小、位置乃至分裂、变化等，也都有很详细和认真的描述。这是一份十分宝贵的科学遗产，对研究太阳物理和太阳的活动规律，以及地球上的气候变迁等，是极为珍贵的历史资料，有着重要的参考价值。

我国古代对著名的流星雨，如天琴座、英仙座、狮子座等流星雨，都有好多次记录，光是天琴座流星雨的记录至少就有 10 次，英仙座的记录至少也有 12 次。狮子座流星雨从公元 902~1833 年，我国以及欧洲和阿拉伯等国家，总共记录了 13 次狮子座流星雨的出现，其中我国占 7 次。

仪器制作。在创制天文仪器方面，我国古代天文学家也作出了杰出的贡献，创造性地设计和制造了许多种精巧的观察和测量仪器（见彩图一）。中国古代的天文仪器大致可分为三类：圭表、漏刻和仪象。圭表是一种既简单又重要的测天仪器，它由垂直的表（一般高八尺）和水平的圭组成。圭表的主要功能是测定冬至日所在，并进而确定回归年长度，此外，通过观测表影的变化可确定方

向和节气。漏刻是古代的一种计时工具，漏是指计时用的漏壶，刻是指划分一天的时间单位，除日常生活中需要准确的时间计量外，天文历法中更要求有精确的时间计量系统。张衡、沈括等都对漏壶的改进有过贡献。同样作为指示时间的仪器还有日晷，它由石制的晷盘和铜制的晷针组成，通过阳光照射晷针，其影投射到晷盘上得知一天中的不同时刻。仪象是古代测量天体位置和演示天象的两类基本仪器，其中浑仪是古代测量天体位置的主要仪器，测量天体位置是古代天学事务中最为重要的基础性工作，因此，历代对浑仪的制作均是竭尽所能。史籍中最早明确记载浑仪制作的是西汉的落下闳，东汉张衡、唐代一行、北宋沈括等都对浑仪作过不同程度的改进，使它有利于实际观测，而元代郭守敬在此基础上制作的简仪则更为简单和实用。浑象是古代用来演示天球周日运动的仪器，类似于现代的天球仪。张衡创制了世界上第一架利用水作为动力的浑象。这些测量仪器的出现对天文学的发展做出了重大贡献。

编订历法。古人勤奋观察日月星辰的位置及其变化，主要目的是通过观察这类天象，掌握他们的规律性，用来确定四季，编制历法。根据对天体运动的观测，我国古代上百次地改进了历法。据史籍所载，中国古历前后近一百部，其中获得官方正式颁行的五十余部。以元代郭守敬于公元 1280 年编订的《授时历》来说 通过三年多的 200 次测量，经过计算，采用 365.2425 日作为一个回归年的长度。这个数值与现今世界上通用的公历值相同，而在六七百年前，郭守敬能够测算得那么精密，实在是了了不起，比欧洲的格里高里历早了 300 年。

（二）近现代天文学的发展

在西方，古代天文学家倾注了很大力量，研究行星在星空背景中的运动。他们年复一年、精益求精地测量行星的位置和分析行星运动的规律，终于导致了中世纪哥白尼日心学说的创立，给当时

的宗教势力以有力的打击，是世界上自然科学捍卫唯物主义的一次胜利。从 16 世纪哥白尼提出日心体系开始，天文学的发展进入了全新阶段。

1. 16 世纪日心体系的提出和确立

1543 年哥白尼出版了不朽名著《天体运行论》提出太阳中心说的观点，彻底推翻了长期以来为宗教神权所利用的地心体系，引起了人类宇宙观的一场伟大的革命，使天文学在摆脱宗教束缚的同时，逐步形成一门近代科学。哥白尼的伟大成就，不仅铺平了通向近代天文学的道路，而且开创了整个自然界科学向前迈进的新时代。从哥白尼时代起，脱离教会束缚的自然科学和哲学开始获得飞跃的发展。

2. 力学宇宙体系的建立

在哥白尼《天体运行论》发表近 150 年之后，1687 年牛顿出版了具有历史性的、阐述万有引力理论的巨著——《自然哲学的数学原理》，将力学概念应用于行星运动的研究，发现并验证了万有引力定律和力学定律，奠定了天体力学的基础。牛顿以后的天文学家沿着他所开创的道路，解释了许多天体现象，并且形成了用数学去研究天体运动的专门学科——天体力学。天体力学的诞生，使天文学从单纯研究天体的几何关系，进入到研究天体之间相互作用的阶段。天文学不仅仅是单纯的描述天体的位置和运动，而且进一步研究这种运动的内在规律及其力学原因。18 世纪经典天体力学达到了鼎盛时期。由于分光学、光度学和照相术的发展，天文学更深入地向着研究天体的物理结构和物理过程的天体物理学方向发展。

3. 天体物理学的建立及现代天文学的发展

虽然天体力学的发展使人们认识到天体运动的规律及原因，但人类对于天体本质的认识几乎为零。19 世纪中叶分光学、光度学和照相术广泛应用于天体的观测和研究，诞生了天文学的一门

新的分支——天体物理学，深入研究天体的结构、化学组成、物理状态。天体物理学的诞生，是现代天文学的起点。

20 世纪，现代物理学和现代技术的发展使天体物理学成了天文学的主流，也使经典的天体力学和天体测量学有了新的发展。人们对宇宙的认识达到了空前的深度和广度。20 世纪 40 年代后期打开了射电天窗，兴起了一门利用波长从毫米到米的电磁辐射研究天体的新学科——射电天文学；60 年代，航天时代的到来，使天文学冲破了地球大气的禁锢，人类开始到大气外去探测宇宙，天文学开始成为全波段的宇宙科学，使我们得以考察大到 150 亿光年空间深度的天象，并可追溯早于 150 亿年前的宇宙事件。

20 世纪的天文学进入了黄金时代，人们可以阐明地球、太阳和太阳系的来龙去脉、星系的起源和星系的演化、宇宙过去和未来、地外生命和地外文明等重大问题。

（三）从望远镜的改进看天文学的发展

天文学就本质上说是一门观测科学。17 世纪之前的观测全凭肉眼，古代仪器充其量只能比较准确地测定肉眼所能看到的天体位置，却不能发现更多的星象。现代天文学上的一切发现和研究成果，离不开天文观测工具——望远镜和望远镜后端的接收设备。可以毫不夸张地说，没有望远镜的诞生和发展，就没有现代天文学。随着望远镜在各方面性能的不断改进和提高，天文学也正经历着巨大的飞跃，迅速推进着人类对宇宙的认识。

1. 光学望远镜的出现和改进，使人类可以看到更远、更暗的天体

1608 年，荷兰人李波尔赛发明望远镜，1609 年天文学家伽利略制成第一架天文望远镜，他使用平凸透镜作为物镜，凹透镜作为目镜，制作了一架口径 4.2cm，长约 1.2m 的折射式望远镜。伽利略用这架望远镜指向天空，并很快作出许多重要发现，如月亮的环形山、木星的卫星……，从此天文学跨入了用望远镜观测、研究天

象的新时代。1611年，德国天文学家开普勒又将天文望远镜作了改进，用两片双凸透镜分别作为物镜和目镜，使放大倍数有了明显的提高，直到今天人们使用的折射式望远镜还是这两种。折射望远镜的优点是焦距长，底片比例尺大，对镜筒弯曲不敏感，比较适合于做天体测量方面的工作。但是它也有缺陷，巨大的光学玻璃浇制也十分困难，到1897年折射望远镜的发展达到顶点，技术上的限制使得此后的100多年中再也没有更大的折射望远镜出现。

1668年，牛顿用反射镜代替折射镜发明了第一架反射式望远镜。相对于折射望远镜有许多优点，没有色差，能在广泛的可见光范围内记录天体发出的信息，且相对于折射望远镜比较容易制作。几经改良后，1918年口径为254cm的胡克望远镜投入使用，天文学家用这架望远镜第一次揭示了银河系的真实大小和我们在其中所处的位置，更为重要的是，哈勃的宇宙膨胀理论就是用胡克望远镜观测的结果。

望远镜的集光能力随着口径的增大而增强，望远镜的集光能力越强，就能够看到更暗更远的天体，这其实就是能够看到了早期的宇宙。天体物理的发展需要更大口径的望远镜。随着人们对望远镜的性能不断加以改进，并且越做越大，望远镜可以观测到更多、更暗的天体和取得更高的分辨率。目前世界上最大光学望远镜的口径已达到10m，它们是两台美国安装在夏威夷的凯克望远镜，因其经费主要由企业家凯克捐赠而命名。其他大型望远镜还有欧洲南方天文台的甚大望远镜、美国的双子望远镜、日本的昴星团望远镜等，它们的口径都是8m。这样的大望远镜，可以让我们沿着时间的长河，探寻宇宙的起源，凯克望远镜更是可以让我们看到宇宙最初诞生的时刻。

2. 射电望远镜的出现为人类认识宇宙打开了另一扇窗口

自望远镜发明300多年来，光学望远镜一直是天文观测最重要的工具。但光学望远镜接收的只是天体发射的可见光波段，20

世纪中期，出现了用于接收天体辐射的无线电波的射电望远镜，这是天文学发展史上的又一次飞跃，从此人类认识宇宙的窗口从可见光波段转到射电波段。

射电望远镜为射电天文学的发展起了关键的作用，20世纪60年代天文学的四大发现，类星体、脉冲星、星际分子和宇宙微波背景辐射，都是用射电望远镜观测得到的。射电望远镜的每一次长足的进步都会毫无例外地为射电天文学的发展树立一个里程碑。目前世界上口径最大的射电望远镜是1963年安装在波多黎各的美国阿雷西博射电天文台的著名抛物面射电望远镜，它固定在地球上，利用地球的转动来改变指向，其直径为305m。由德国建造的100m直径的全向转动抛物面射电望远镜，是世界上最大的可转动单天线射电望远镜。

除了射电观测，非可见光天文观测还包括红外观测、紫外观测、X射线观测和 γ 射线观测等。由于这几种天文观测受地球大气的影响更大，人们往往利用空间技术将望远镜送到地球大气层外开展空间探测。

3. 空间望远镜使天文观测摆脱了地球大气的影响

由于地球大气对电磁波的严重吸收，在地面上只能进行射电、可见光和部分红外波段的观测。随着空间技术的发展、人造卫星的发射，使天文观测得以摆脱地球大气的影响，所以就有了可以在大气层外观测的空间望远镜（Space telescope）。从此天文学的发展进入了一个崭新的时期，从地面观测跃入空间观测，探测到更多宇宙的秘密。

与地面观测设备相比，空间观测有极大的优势。光学空间望远镜可以比在地面接收到宽得多的波段；由于没有大气抖动，分辨率也得到了极大的提高；空间没有重力，仪器也不会因自重而变形。

以天文学家哈勃的名字命名的哈勃空间望远镜（HST），1990

年由航天飞机运载升空，但是由于人为原因造成的主镜光学系统的球差，不得不在 1993 年进行了规模浩大的修复工作，成功的修复使哈勃望远镜的性能达到甚至超过了原先设计的目标。观测结果表明它的分辨率比地面的大型望远镜高出几十倍，它对国际天文学界的发展有非常重要的影响。

21 世纪人类将建造口径更大、观测能力更强的空间望远镜，以期在探索宇宙形成早期的天体、搜索其他恒星的行星、以及更广阔的天体物理研究方面取得突破性的进展。人类还将利用月面理想的天文观测条件，建立月基天文台。空间观测和地面观测相结合，必然会为天文学的发展插上飞翔的双翼。

第一章 恒星和星系

恒星是宇宙中存在的最普遍的天体，在地球上人们用肉眼看到的星星，全天有 6000 多颗，除了太阳系内的水、金、火、木、土五大行星和流星、彗星之外，都是恒星，如我们平常比较熟悉的牛郎星、织女星、北极星、北斗七星等，太阳也是一颗普通的恒星。恒星和星云都拥有巨大的质量，相比较而言，太阳系内的行星、卫星等，其质量是微不足道的。

大量恒星和星云又构成了巨大的天体系统——星系，地球以及整个太阳系所属的星系叫做银河系，银河系以外无数的星系，统称河外星系。

第一节 恒星

一、天球和星座

(一) 天球

人类对天空的直觉印象是：抬头看天，头顶最高；平视四野，天地相连，天空像一个巨大的半球罩在地面上。我们把人们所能直接看到的地平以上的半个球形天空，称为天穹。由于天体的距离十分遥远，故尽管它们在距离上差别很大，但人眼并不能分辨它们的远近，被认为是等距的，日月星辰仿佛都位于天穹内侧，并随之

旋转。

从天穹的概念出发，人们设想在地球的另一侧同样有半个球面，天空作为球面不仅存在于地上，也存在于地下。宇宙包括地球在内似乎是一个球体，这种假想的球体叫天球。天球即以地心为球心，以无穷大为半径的假想球体。这个概念说明了天球的两个特点：其一，天球的球心为地心，这样天体在天球上的相对位置大体上同它们在天穹上的位置一致，因为地球半径与无穷大相比被忽略了。其二，天球的半径为无穷大，因此所有的天体都在天球上有自己的投影。人们可以把这种投影位置当作它们的真实位置，这种假想也符合人类的直觉印象。

如图 1-1 所示， O 是天球中心，天体 A 、 B 、 C 在天球上的投影 A' 、 B' 、 C' ，就是人们所看到的它们在天球上的位置，这种不考虑天体实际距离的投影位置，叫做天体的视位置，观测者所能直接辨别的也只是天体的方向。

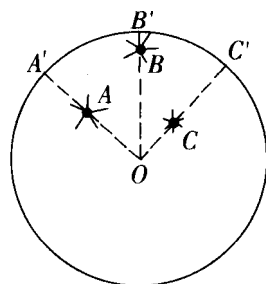


图 1-1 天体的视位置

事实上天球并不存在，人们能感觉到天球的原因基于两点：一是天体离我们太远，以至人眼不能分辨其远近，似乎都位于天球内表面上；二是天体之间的相对位置几乎保持不变，人们自然的想到它们镶嵌在天球上并随之旋转。

以上所说的是地心天球，根据需要，人们也可以把天球的球心定为太阳中心或者任意的的位置。通常所说的天球一般均指地心天球。

为了说明天体在天球上的位置，人们人为的在天球上划分了相应的圈和点，如同地球上的经纬网一样。其中最常用的几个圈和点是：

——天赤道。天赤道是地球赤道平面无限扩大与天球的交

线，它将天球划分为南北两个半球。同时，地轴无限延伸称作天轴，天轴与天球表面有两个交点，分别叫做天北极（P）和天南极（P'）。

——黄道。黄道是地球公转的轨道平面无限扩大与天球的交线，它也是在地球上看起来太阳做周年运动的视行路线。如图 1—2, E_1 、 E_2 是地球在公转轨道上的两个位置，在地球上看来，这时太阳在天球上的投影位置分别是 S_1 和 S_2 当地球公转一周后重新回到 E_1 的位置，太阳的投影位置则在天球上巡天一周，也回到 S_1 的位置上。这种运动叫做太阳的周年运动，其运动路线就是黄道。

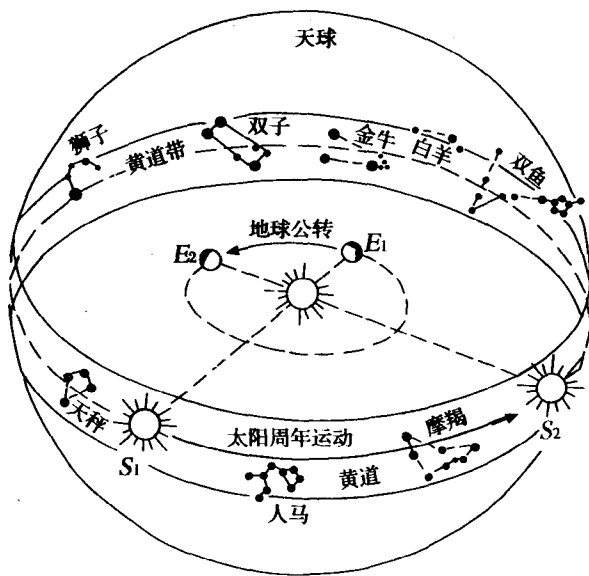


图 1—2 太阳周年运动图

——春分点和秋分点。黄道和天赤道在天球上相交，由于地球公转平面和自转平面的不一致，黄道和天赤道存在一个 $23^{\circ}26'$ 交角，称为黄赤交角。黄道和天赤道在天球上也因此存在两个相距 180。的交点：春分点和秋分点。其中太阳沿黄道从天赤道以南