

恒星和 星云

W. J. 卡夫曼 著
科学出版社

S. 492

70

50

恒星和星云

W. J. 卡夫曼 著

马星垣 杨建 译

科学出版社

1988

内 容 简 介

几千年来,壮丽的星空一直吸引着人们的注意.了解遥远恒星的奥秘,发现宇宙间基本规律的愿望激励人们不断地去观测,去思索.在本书中作者为你展现了当代天文学所取得的新成果,描绘出恒星世界丰富多采的面貌,揭示了恒星的物理本质和它们的演化历史.恒星是怎样诞生的?在其漫长的生命旅途中经历了哪些戏剧性的变化?最终归宿又将如何?阅读本书会使你增加许多天文知识,帮助你更加全面地认识我们人类自身和周围的世界.

W.J. Kaufmann

STARS AND NEBULAS

W.H. Freeman and Company, 1978

恒 星 和 星 云

W. J 卡夫曼 著

马星垣 杨建 译

责任编辑 夏墨英

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1988 年 4 月第一次印刷 印张: 5 1/4 插页: 4

印数: 0001—2,800 字数: 116,000

ISBN 7-03-000331-4/P·51

定价: 2.90 元

序 言

夜空的壮观几千年来一直强烈地吸引着人们的注意。同我们无数前辈一样，我们都极目凝视过星空，并为我们所见到的情景惊叹不已。我们大多数人，只是对星星投以短暂的一瞥，并提出一些模棱两可的简单问题——这不过是我们日常生活的欢乐和烦恼之外的暂时消遣而已。不过，长期以来，也有些人反复考虑过星星的内在含意。在有推理能力的人看来，太阳每天的升落，月相每二十八天的循环，并不是混乱的现象，而是表示了一种秩序。了解天体的这种秩序，发现宇宙的基本规律，这一愿望正是天文学的核心所在。

在古代，解释天体的运行主要求助于神话和幻想。人们相信，恒星和行星上居住着神仙、英雄、妖魔和鬼怪，他们支配着从日月食到星座所有的一切。但是，距今不过几百年前，一项非凡的新发现深刻而永远地改变了人类的进程。当时人们发现，支配我们这个世界的规律，也就是支配行星、恒星和宇宙行为和特性的规律。把我们牢固吸附在地上的力，也就是使地球绕太阳旋转的力。构成石头和人体的化学物质，也就是构成行星、恒星和星系的物质。因此，借助实验室里的实验，我们可以发现支配宇宙的基本规律。通过对宇宙的观测，我们可以发现在我们周围世界起作用的基本原理。

在当代天文学和天体物理学中，我们确实看到了我们和宇宙的统一性。小宇宙的规律就是大宇宙的规律。通过对恒星和星云的探索，我们可以更加全面地认识和评价我们自己，以及我们周围的世界。

W. J. 卡夫曼

目 录

序言

第一章	恒星简说.....	1
第二章	光的规律.....	20
第三章	星光的意义.....	38
第四章	我们的太阳——一颗典型恒星.....	53
第五章	恒星的诞生.....	69
第六章	恒星的壮年期和老年期.....	88
第七章	恒星的死亡.....	102
第八章	脉冲星和中子星.....	114
第九章	时空中的黑洞.....	128
跋.....		144
参考书目.....		146
每月星图.....		148

第一章 恒星简说

本章中，我们将谈论一些我们尚未认识的事情，讨论一些尚未掌握的概念，我们还要研究一些我们尚未理解的过程。

这已成为当代天文学和天体物理学的传统。人类的才智已经驱使我们进入一个远远超过人类经验领域的不可思议的王国。

我们经验中的世界是以毫米与公里来量度的。然而当我们讨论恒星之间的距离时，却不得不采用数十光年这样的尺度。

在我们居住的行星上，普通的岩石便属于人们所遇到的最致密的物体了。然而我们却被要求去想象白矮星或中子星内部的致密状态，那里的原子密度竟是如此之高，以致被挤压致碎的情况，远远超出了我们的一切想象力。

我们大多数人都知道手握冰块和偶然被滚烫的开水溅到手上是什么感觉。这便是我们直接感受的温度范围。然而，在那些产生恒星的巨大星际云中，我们会发现仅在绝对零度以上几度的低温，而在恒星中心那炼造出原子和元素的热核“火焰”之中，我们又将发现几亿度的高温。

地震、雷暴雨、飓风和龙卷风无疑都是地球上最剧烈的事件。然而，我们将看到，它们同垂死恒星被撕裂而形成超新星那种大灾变相比，只能算是平淡无奇的事件而已。

要学习当代天文学，你必须得去理解那些远远超出人类经验的事物。你要用多少光年和多少秒差距来谈论距离而不再用几厘米或几公里；你将用数百万年和数十亿年来考虑时

间,而不再用几小时或几天.不可思议的事物将变为平凡的事物.当你窥测苍穹时,你必须学着去想象不可思议的事物.

在没有月光的晴朗夜晚,当我们凝视布满星星的天空时,我们有时似乎觉得能看见千百万颗恒星.实际上,这是一个过分的估计.人类肉眼能够看见的恒星总数只有 6,000 颗.在

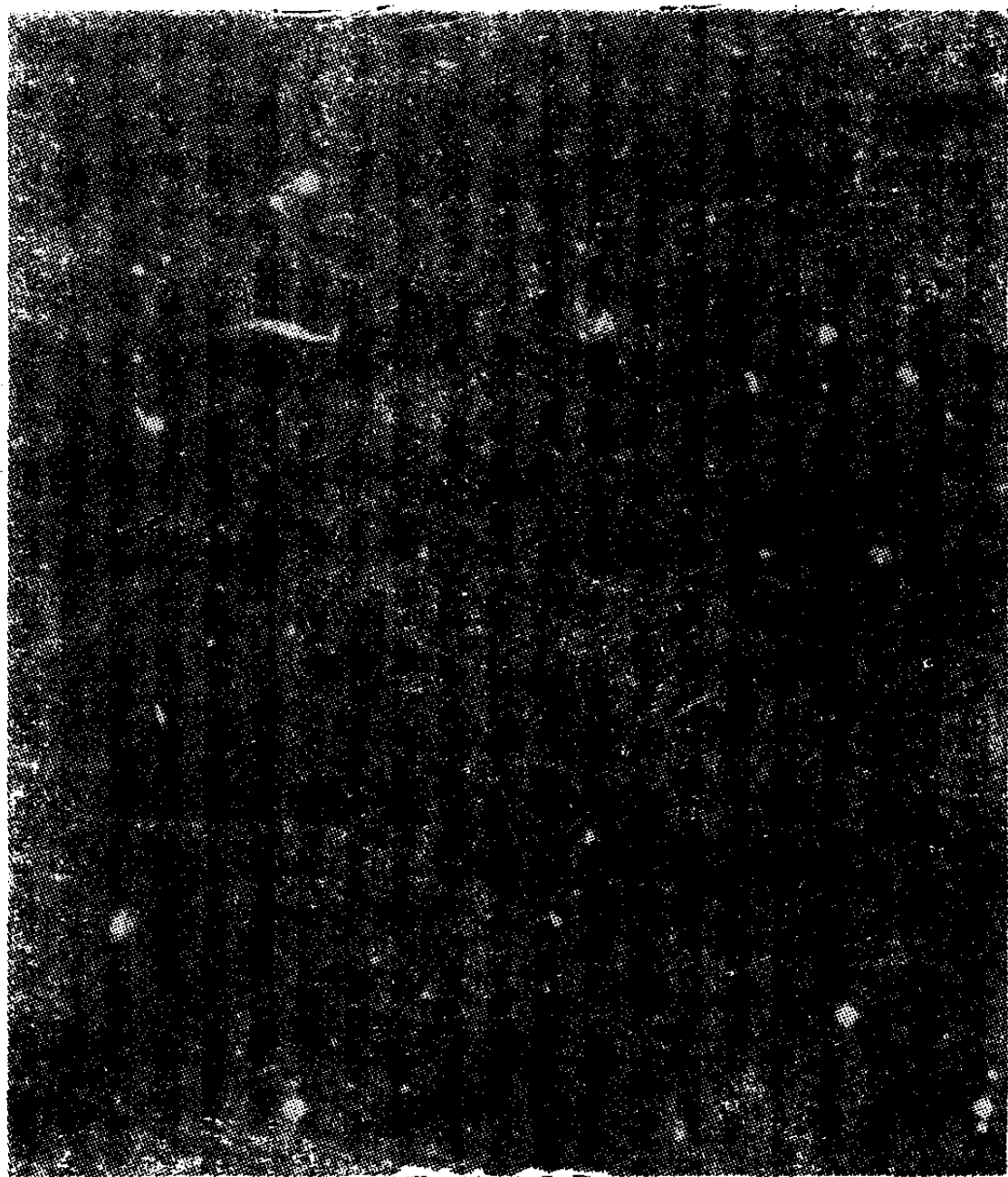


图 1-1 星系团

在宇宙中散布着成亿万个数不清的星系.一个典型的星系其直径有 10 万光年,包含有 1 千亿颗以上的恒星.我们在天穹中所看到的广袤无垠的一切使得天文学成为人类知识王国中一个最自觉地不断扩展着的领域. (海尔天文台摄)

任一时刻我们看见的满天恒星,粗略地说,只有 3,000 颗。另外 3,000 颗在地平线以下因而看不见它们。当然,宇宙间实际存在着几十亿、几百亿颗数不清的恒星。但除了肉眼可见的 6,000 颗恒星之外,所有其它恒星都十分微弱和遥远,必须利用大威力望远镜或长时间露光照相才能见到它们。

人们已经仰望苍穹数千年之久了,从古老的金字塔直到现代的帕洛玛天文台,人们曾经不断地探索天空想寻找出苍穹的起源和发展的线索。当代天文学的许多观念证明是承袭古代的传统。例如,我们的祖先把某些恒星组合想象成动物、英雄以及神话中的怪物的图形。这些恒星组合被叫做星座。其中绝大部分星座的名字来自神话或民间传说。有狮子、金牛、天鹰和天鹅等动物,有来自神话的英雄,武仙、英仙和猎户等,并且还有摩羯(海山羊)、天龙、鲸鱼(海怪)和飞马等想象



图 1-2 巨石阵

对苍穹的迷恋和神往可以回溯到史前。象巨石阵这样的古迹就可以作为我们的祖先对天空进行细心与耐心的观测的一种无声的证据。(英国出版和发行局供图)

出来的怪物。

整个天空覆盖着88个星座。甚至现在的天文学家们也常常感到利用星座来指示天空中某些区域的方便。正象某个人可以谈论法国的某一特定城市一样，天文学家可以谈论室女座中某个特定星系；正象你可以获悉中国的一次地震一样，天文学家可以在仙后座中发现一颗彗星。

正象绝大多数星座名称来自古代那样，绝大多数较亮恒星的名字也是如此。但是，星座名称来源于古代希腊和罗马的神话，而绝大多数的恒星名字是伊斯兰教的和阿拉伯语的。在中世纪文明黑暗时期，当西方文明在欧洲正处在大混乱的时候，伊斯兰教国家的文化达到了它们的顶峰。正是在这一时期，穆斯林天文学家给绝大多数亮星予以命名。例如，北斗七

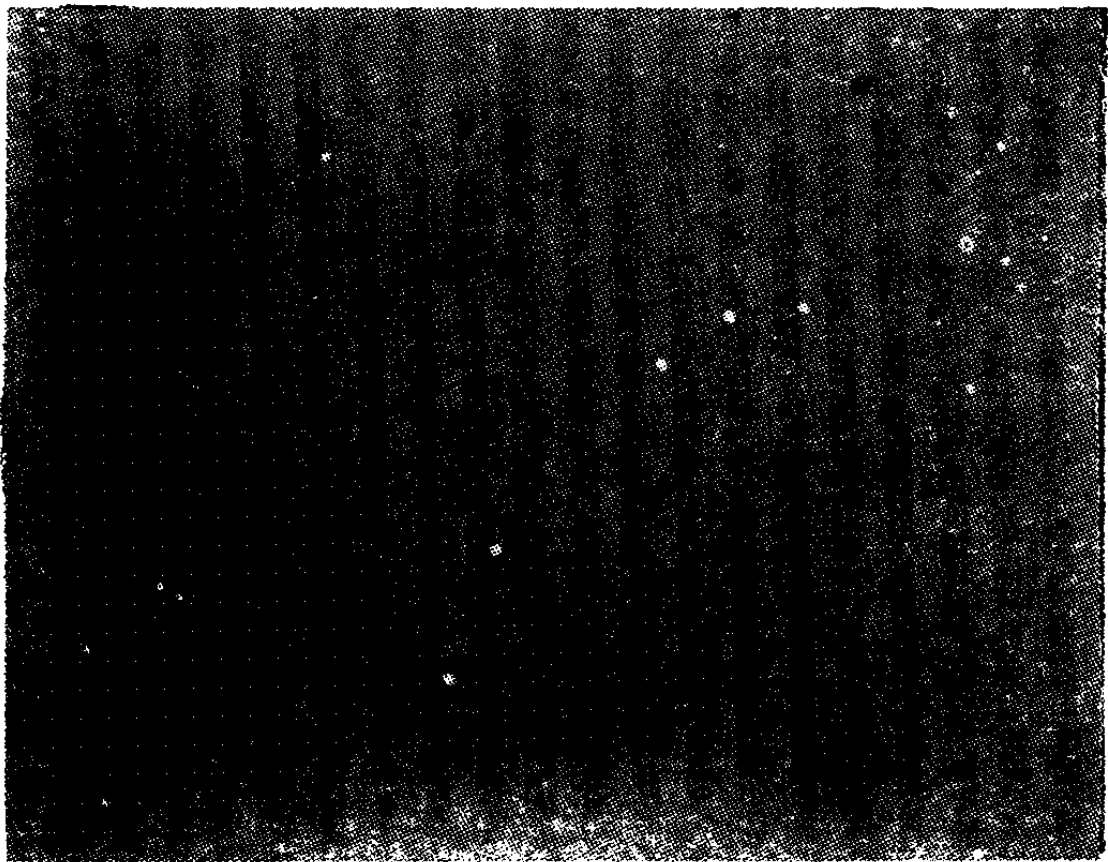


图 1-3a 天蝎座

天蝎座是夏夜天空中很显眼的星座。现代天文家们仍然采用这些古代的星座来标明天空中的某些区域[霍夫曼 (S. W. Hoffman)供图]

星的名字就叫做 Dubhe, Merak, Phecda, Mergrez, Alioth, Mizar 和 Alkaid*.

这些星名是颇有诗意和浪漫色彩的,但也往往证明使用起来是麻烦和不方便的. 例如,天秤座中最亮的恒星叫做 Zubenelgenubi**.很少有天文学家对记忆这种阿拉伯字母构成的长长的名字会感兴趣,至于能拼写这些名字的人就更少了. 就这样,十七世纪一种新的命名系统应运而生. 这个系统采用希腊字母($\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ 等)标明一个星座中的恒星. 星座

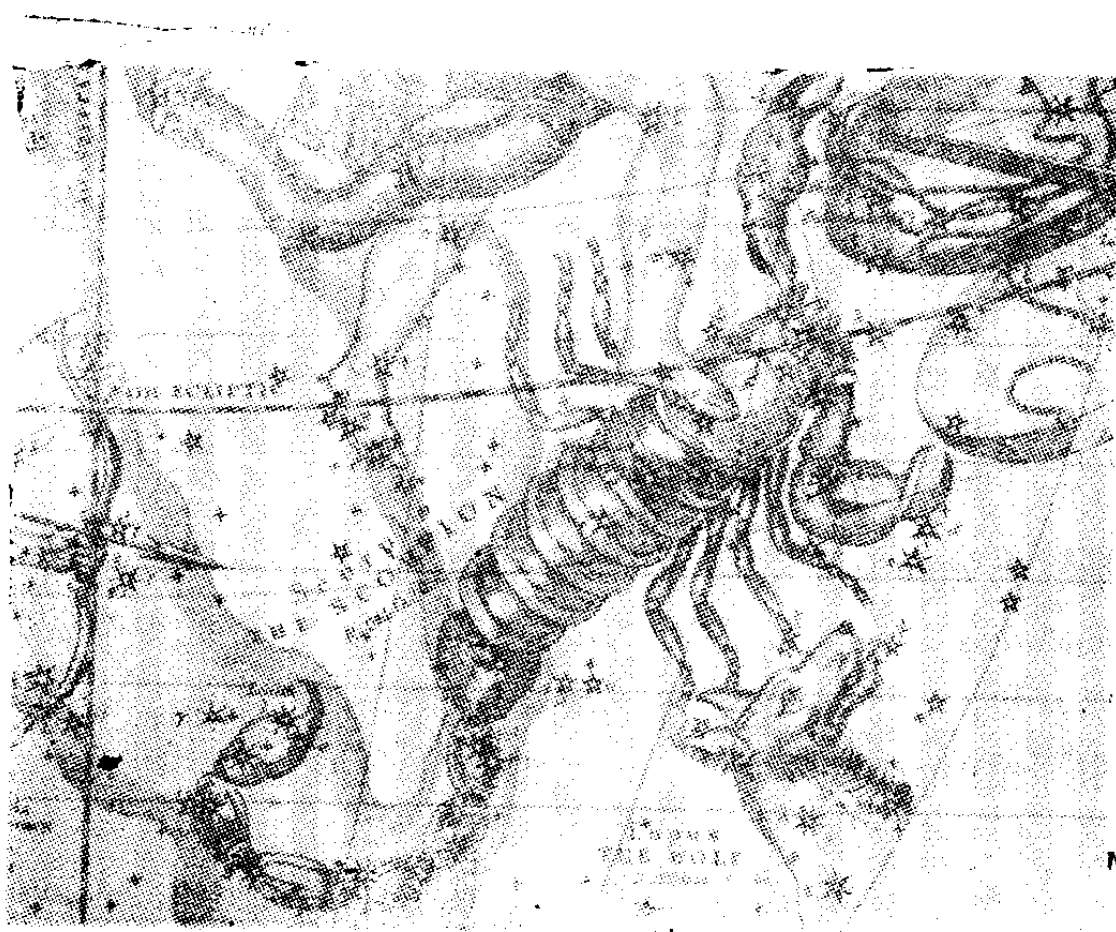


图 1-3b 天蝎座图画

古老的天文学书籍中的星图是描绘得十分详细和形象的. 尽管这些星图是些很好的艺术作品, 却包含着许多关于星座的位置和边界的自相矛盾的情况(格里菲斯天文台摄)

* 中名为天枢、天璇、天玑、天权、玉衡、开阳和摇光。——译者注

** 中名为“氐宿一”。——译者注

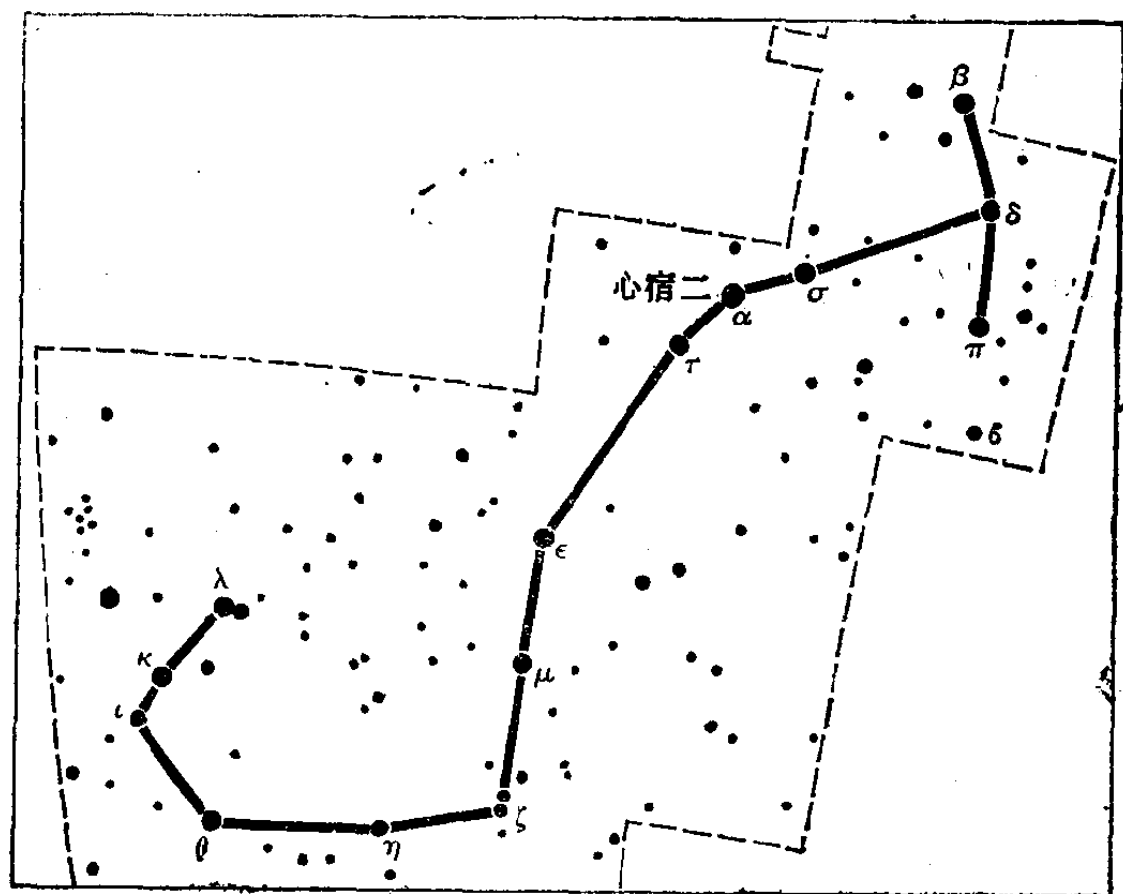


图 1-3c 现代的天蝎座

1928 年来自世界各地的天文学家们共同确定了全部 88 个星座的边界和位置。正象本图所示，星座边界一般呈东西与南北走向。

中那颗最亮的星常称为 α 星，第二亮星称为 β 星以及第三亮星称为 γ 星。例如，依此命名法，在狮子座中最亮的星叫做狮子座 α 星。那颗 Zubenelgenubi 星就叫做天秤座 α 星，猎户座中那颗第三亮星就叫做猎户座 γ 星。这样一来，使天文家似乎可以方便些。

地球每 24 小时自转一周，这便是为什么太阳、月亮、行星和恒星看起来东升西落的原因。因而，夜空随着时间的推移而变化。新的恒星和星座从东方升起，同时，原来的恒星和星座向西方落下。而且，除此之外，夜空还逐夜发生不断的变化。这是由于地球沿轨道围绕太阳公转运行的缘故。地球需要整整一年 $\left(365 \frac{1}{4} \text{ 天}\right)$ 才能绕太阳一圈，随着地球的公转，

• • •

地球上黑夜的那一面逐渐朝向天穹的不同部分，如图 1-4 所示。这种效应在一两夜之间很难觉察出来。4 月 2 日晚 10 时的天空同 4 月 3 日晚 10 时的天空看起来几乎完全相同。但是几个星期、几个月过去后，这一变化便非常引人注目了：8 月的夜空看起来同 4 月的夜空截然不同。本书书末给出一组星图，共 12 幅（每月一幅），分别显示了一年不同月份傍晚时分星空的样子。

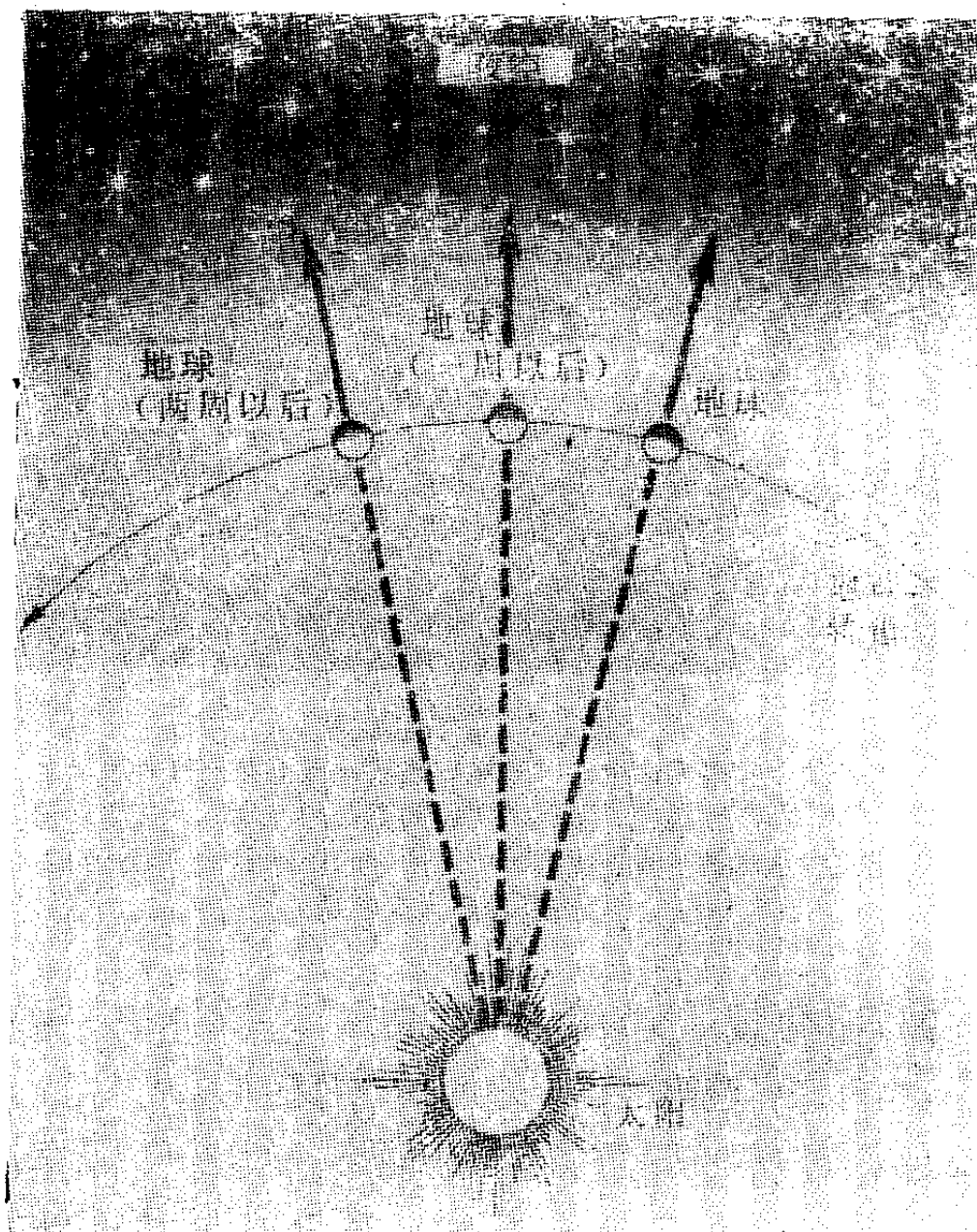


图 1-4 变化着的夜空

随着地球在其绕日轨道上的运行，地球上黑夜的那一面朝向天空的不同部分。这就是为什么在一年中的不同时间会看到天空的不同的星座的原因。



图 1-5 海尔望远镜

这座位于帕洛玛山上的圆顶室安装着世界上最大的望远镜之一——海尔望远镜。望远镜主镜的直径为 5 米。天文学家凭借这台望远镜能看见比肉眼所见最暗的星还要暗 40 万倍的暗星(海尔天文台摄)

即使很随便地对夜空瞥上一眼，也会看出天上既有许多亮星，也有许多暗星。但星星的外观可能是骗人的。在夜空中看起来是一颗亮星可能实际上只是一颗恰好位于邻近的很暗弱的恒星。反之，在夜空里一颗外观很暗弱的星实际上也可能正好是一颗离我们极其遥远的非常明亮的恒星。一句话，对天空看上一眼是揭示不出任何有关恒星自身的真实本

质的。

漫不经心的观测者们能从星象外观获得乐趣，然而天文学家和天体物理学家却更想弄清楚恒星的真正亮度而不只是它们的视亮度。恒星的真亮度将告诉科学家们，恒星以星光的形式从它的表面实际上辐射多大功率（例如，以千瓦为单位）。不过，为了探明恒星的真亮度需要首先搞清楚它们离我们有多远。

设想你正走在街上。当你从一个地点走动到另一个地点时，你近旁的物体便显现出它们相对于背景风光移动了位置，如图 1-6 所示。这一现象称为视差，这是我们日常生活中的普通经验之一。与此类似，随着地球的绕日运行，邻近的恒星相对于遥远的背景恒星显出位置有了移动，如图 1-7 所示。但是，恒星（也包括最近的恒星）离我们非常遥远，以致极不容易

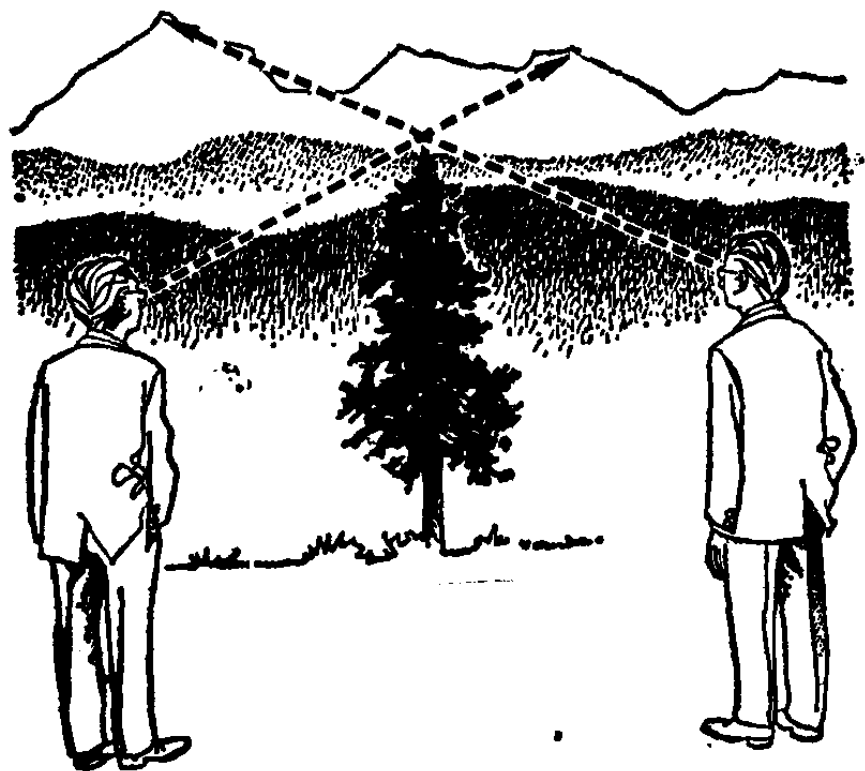


图 1-6 视差

设想以远处物体(山)为背景来观看某一个靠近的物体(树)。如果你从一个地点移动到另一个地点，则靠近的物体相对于远处的背景来说将显出位置移动。这种现象叫做视差，这是我们日常经验中经常遇到的。

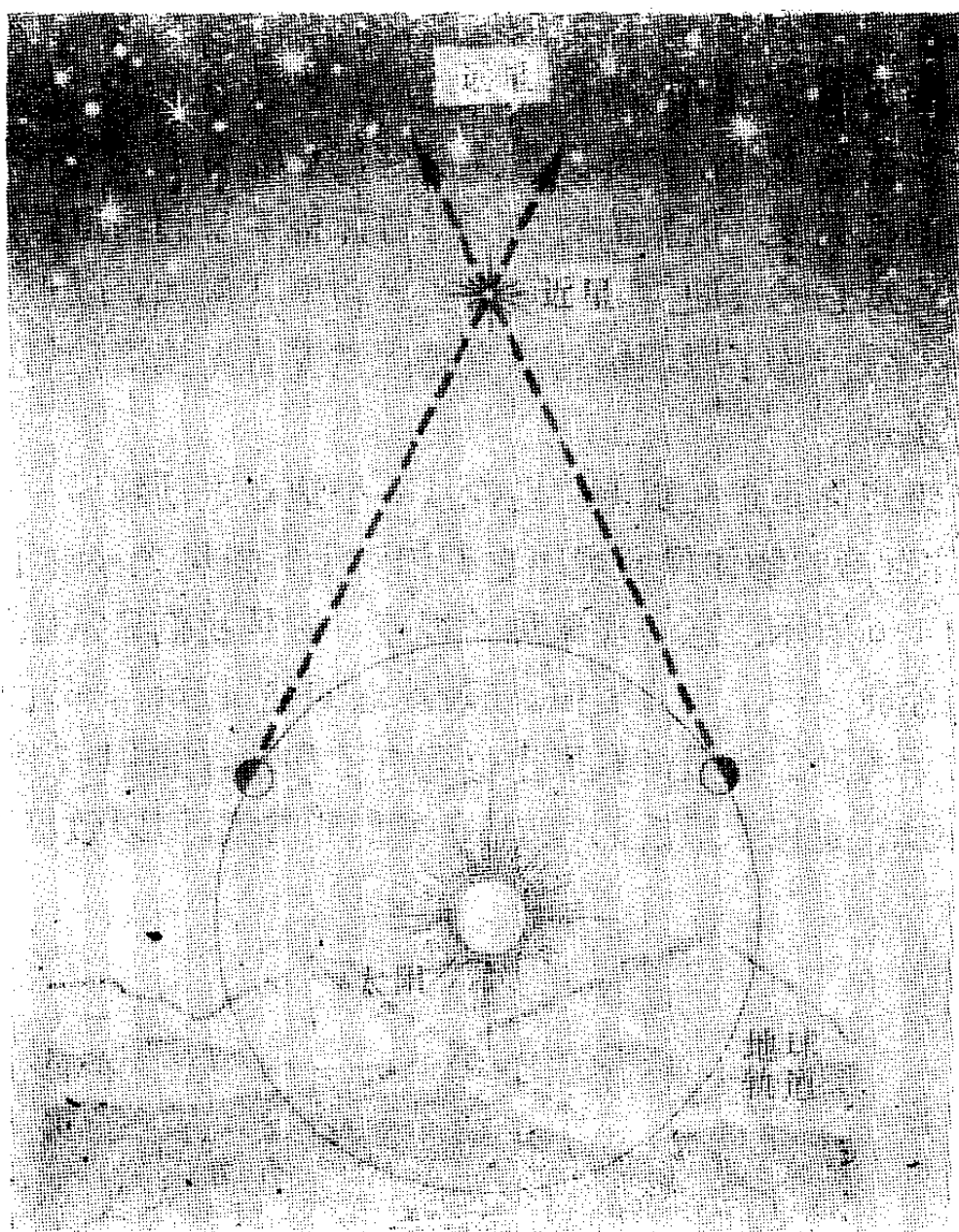


图1-7 恒星视差

由于地球绕日运行，邻近的恒星相对于背景恒星来说出现位置变化。因为一切恒星（也包括最近的恒星）都离我们极其遥远，所以这种现象很难测量出来的。

察觉出它们的视差。不过，如果能够测出这个视差位移的话，那么利用三角学中的最简单的测量公式将立即算出恒星的距离。

到十九世纪初，天文学家们终于研究出了测定恒星视差的必要方法。通过好几个月对一些邻近恒星的微小位移的观测，天文学家们最后有机会发现恒星的真实距离。

测量出它的视差的第一颗恒星是称做天鹅座 61 星的暗星。随后不久便测出亮星织女星的视差，接着又测出了半人马座 α 星的视差。自从十八世纪四十年代开始进行这些恒星视差的测量以来，已经以相当好的精度测定了一千颗以上恒星的视差。在全部情况下，视差角(当地球绕日运行时恒星显示出偏移的角度)都是极小的。反过来，这又意味着这些恒星必定离我们极其遥远。确实如此，这些“邻近的”恒星远在几十万亿、几百万亿公里以外。

正像你可能预计的那样，采用万亿公里来表示到恒星的距离是很麻烦的。的确是这样，这就象谈论地球上城市间的距离时采用厘米或毫米一样笨拙。没有谁愿意把纽约和洛杉矶间的距离想成 394,000,000 厘米。同样的道理，天文学家们觉得把我们到织女星的距离表示成 250,000,000,000,000 公里*未必有好处。为了对付这一困难，于是创造了光年这种单位。1 光年只不过是光在一年中行进多远：大约 9.5 万亿公里。我们发现，用了光年以后，我们到恒星的距离能表示成十分方便适用的数字。例如，织女星离我们有 26 光年远。天狼星，看起来是天空中最亮的一颗星，离我们有 9 光年远。离我们最近的恒星，半人马座比邻星，离我们仅仅 $4\frac{1}{4}$ 光年远。夜晚我们肉眼看见的绝大部分恒星位于距地球 1,000 光年的范围之内。

一旦知道了恒星的距离，算出恒星的真亮度就变成一件容易的事。例如，就北极星来说，即小北斗(小熊座)杓柄末端的那颗星，它在夜空里并不是一颗特别显眼的恒星。但北极星是非常遥远的。到北极星的距离是 680 光年**。由于北极星

* 原文漏一个零——译者注。

** 北极星的距离应是 780 光年。——译者注

如此遥远而还能够用肉眼很容易地看到，它必定是极其明亮的。从已知的视亮度(例如，利用安装在望远镜焦点上的灵敏的光电装置精确测定的)与已知的距离(例如，由测量视差而确定的)出发，天文学家能够计算出恒星的真亮度。于是，我们发现北极星以 10,000 个太阳的真亮度照耀着。10,000 个太阳的真亮度就是既与恒星的距离又与恒星的视亮度相符合一致的恒星的唯一的光度。

在讨论恒星的真亮度或光度时，拿太阳的光度作单位是有其方便之处的。我们的太阳以 400 亿亿瓦的输出功率照耀着。为了方便，我们说这个功率就等于 1 个太阳光度。一颗恒星的固有亮度为太阳光度的两倍时就说它有 2 个太阳光度。一颗恒星只有太阳输出功率的一半时就说它有 $\frac{1}{2}$ 个太阳光度。

换句话说，太阳的光度就是标准。其它恒星的光度采用比太阳亮或暗几倍来表示。

恒星的光度涉及的范围是巨大的。最明亮的恒星如同一百万个太阳那样辉煌地照耀着，而最暗弱的恒星的辐射却微弱到仅有太阳光度的百万分之一。十分有趣的是，我们的太阳处于恒星整个光度范围的中间位置。这便首先提示我们，地球在沿轨道环绕一颗十分普通的恒星运行着。

仅仅在几百年前，人们还普遍相信，恒星的非常遥远的距离使我们永无希望发现它们的真实本质。人们感到，夜空里闪现着的这些又微小又触摸不到的一点点光线将永远超出我们接近和理解的限度。但是，几乎在天文学家们开始第一次测定恒星距离的同时，物理学家们也对有关光本身的性质作出重大发现。这些发现表明，光束能够包含大量的信息。天文学家们用这一新的知识武装起来以后，他们认识到能够分解并分析来自恒星的光。他们所以要这样作，是希望解开包