



C. 弗拉马利翁

# 大众天文学

第二分册

太阳·行星世界·彗星·流星与陨星

213292

# 大众天文学

第二分册

太阳·行星世界·彗星·流星与隕星

(法) C. 弗拉馬利翁 著

李 珩 譯

科学出版社

1965

C. FLAMMARION  
ASTRONOMIE POPULAIRE

Flammarion Cie. 1955

內 容 簡 介

本书是法国著名天文学家弗拉馬利翁为广大讀者写的一本中級性的科普讀物。作者以文学的笔墨、生动的語言将奇妙的宇宙揭示在讀者面前。全书共分七篇，分別介绍了地球、月亮、太阳、行星世界、彗星流星及隕星、恆星宇宙以及天文仪器。书中还附有大量美丽的插画和有趣的传说。

原书篇幅巨大，为了便于讀者阅读，我们将译本分为三册出版。本册为第二分册，包含太阳、行星世界、彗星、流星及隕星。

本书是一部名著，自 1879 年出版以来，已譯成十几种文字，很受广大讀者的称贊与欢迎。譯本是根据 1955 年修訂本譯出的。譯者在翻譯时曾删除了一些错误的议论，并根据最新的材料对原书加了一些译者注，校者也加了若干注释。

大 众 天 文 学

第二分册

太阳·行星世界·彗星·流星与隕星

[法] 弗拉馬利翁著

李 珩 譯

李 杭 校

\*

科学出版社出版

北京朝阳門内大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

\*

1965 年 10 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1965 年 10 月第一次印刷 印张：18 1/2

道平：0001—1,800 插页：2

报平：0001—3,700 字数：425,000

統一书号：13031·1989

本社书号：3061·13—5

定价：[科六] 道平本 3.60 元  
报 2.50 元



第三篇

太阳

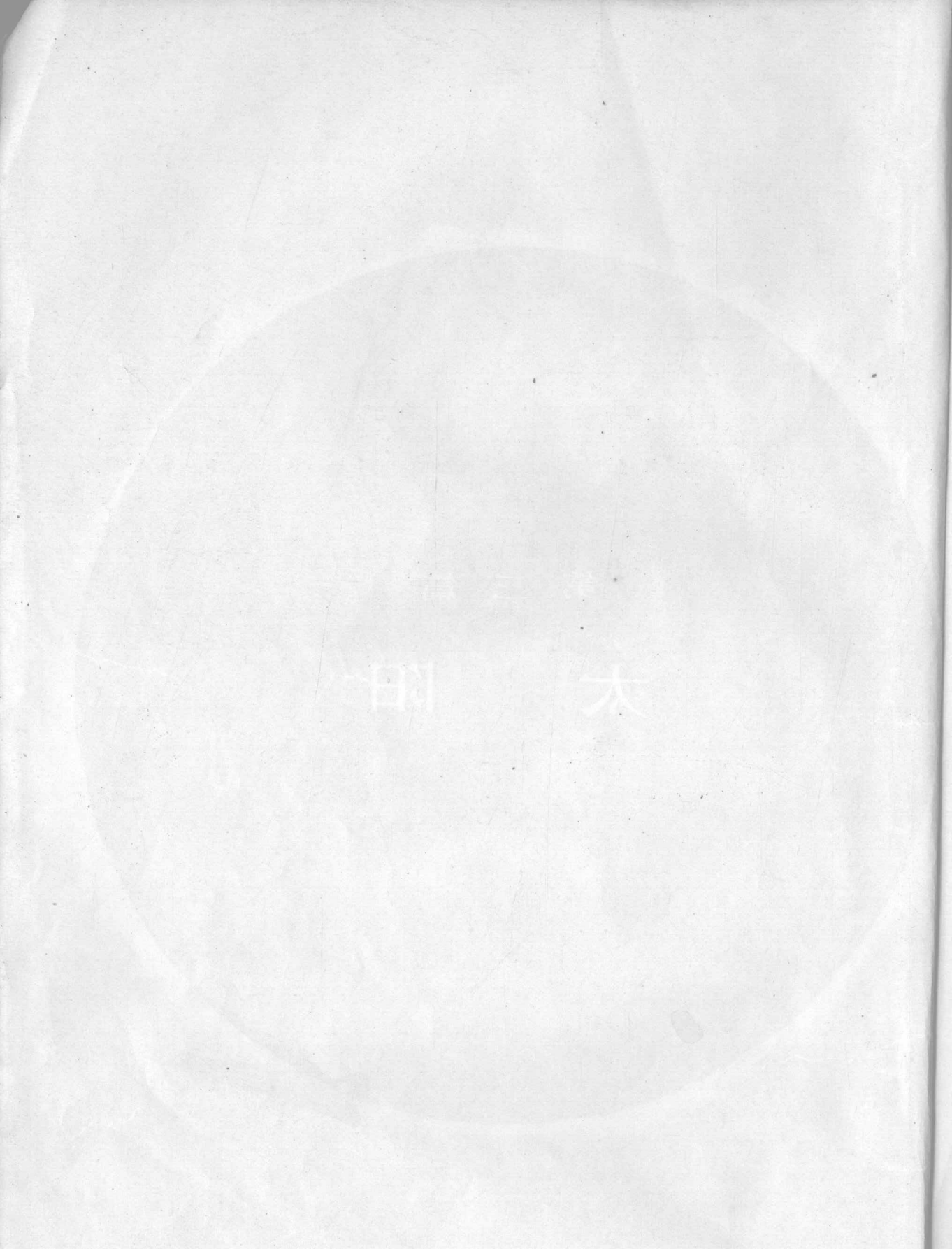


图 201. 低层日冕与日珥 1927 年 6 月 29 日用长 14 米的照相鏡拍摄。注意内层日冕的复杂結構和在日冕上月輪的显著輪廓(格林尼治天文台的照片)。

# 目 录

## 第三篇 太 阳

第一章	主宰世界的太阳	(165)
第二章	怎样测量太阳的距离、大小和质量	(174)
第三章	太阳物理概观	(183)
	太阳与人。太阳物理学目的(183); 研究太阳的仪器概述(188)	
第四章	光球	(195)
	太阳的能量(195); 黑子、光斑、米粒斑(200)	
第五章	原子与摄谱仪	(207)
	光谱学的历史和原理(207); 多普勒效应(211); 原子与光(212)	
第六章	太阳光谱带来的消息	(216)
	巨型摄谱仪和它的附件(216); 太阳化学(218); 光球的结构(220); 极长波和极短波的太阳光谱(222); 黑子的光谱。太阳的磁性(223)	
第七章	日食	(227)
	日食和人类(227); 日全食的科学意义(230)	
第八章	色球与日珥	(234)
	日全食时的观测(234); 太阳单色光摄影图(236); 日珥(240)	
第九章	日冕	(248)
	日全食时的日冕(248); 非全食时对于日冕的观测(253); 太阳的射电波(256)	
第十章	太阳与地球	(261)
	高层大气里的电磁现象(261); 太阳活动的周期, 气象变化与生命(266)	
第十一章	太阳内部	(269)
	太阳的结构(269); 太阳能量的来源(272)	

## 第四篇 行 星 世 界

第一章	视运动与真运动	(279)
第二章	水星	(295)
第三章	金星——牧羊人的星	(305)
第四章	火星——小型的地球	(316)
第五章	小行星	(332)
第六章	巨大的木星	(342)
第七章	土星——太阳系里的奇观	(351)
第八章	天王星——颠倒了的世界	(358)
第九章	太阳系的边界	(363)
	海王星与冥王星(363)	

## 第五篇 彗星、流星与隕星

第一章	历史上的彗星.....	(373)
第二章	彗星在空間的运动.....	(382)
第三章	彗星的組織.....	(406)
第四章	流星与隕星.....	(425)

### 第一節 彗星

(373)	.....	第一章
(374)	.....	第二章
(375)	.....	第三章
(376)	.....	第四章
(377)	.....	第五章
(378)	.....	第六章
(379)	.....	第七章
(380)	.....	第八章
(381)	.....	第九章
(382)	.....	第十章
(383)	.....	第十一章
(384)	.....	第十二章
(385)	.....	第十三章
(386)	.....	第十四章
(387)	.....	第十五章
(388)	.....	第十六章
(389)	.....	第十七章
(390)	.....	第十八章
(391)	.....	第十九章
(392)	.....	第二十章
(393)	.....	第二十一章
(394)	.....	第二十二章
(395)	.....	第二十三章
(396)	.....	第二十四章
(397)	.....	第二十五章
(398)	.....	第二十六章
(399)	.....	第二十七章
(400)	.....	第二十八章
(401)	.....	第二十九章
(402)	.....	第三十章
(403)	.....	第三十一章
(404)	.....	第三十二章
(405)	.....	第三十三章
(406)	.....	第三十四章
(407)	.....	第三十五章
(408)	.....	第三十六章
(409)	.....	第三十七章
(410)	.....	第三十八章
(411)	.....	第三十九章
(412)	.....	第四十章
(413)	.....	第四十一章
(414)	.....	第四十二章
(415)	.....	第四十三章
(416)	.....	第四十四章
(417)	.....	第四十五章
(418)	.....	第四十六章
(419)	.....	第四十七章
(420)	.....	第四十八章
(421)	.....	第四十九章
(422)	.....	第五十章
(423)	.....	第五十一章
(424)	.....	第五十二章
(425)	.....	第五十三章
(426)	.....	第五十四章
(427)	.....	第五十五章
(428)	.....	第五十六章
(429)	.....	第五十七章
(430)	.....	第五十八章
(431)	.....	第五十九章
(432)	.....	第六十章
(433)	.....	第六十一章
(434)	.....	第六十二章
(435)	.....	第六十三章
(436)	.....	第六十四章
(437)	.....	第六十五章
(438)	.....	第六十六章
(439)	.....	第六十七章
(440)	.....	第六十八章
(441)	.....	第六十九章
(442)	.....	第七十章
(443)	.....	第七十一章
(444)	.....	第七十二章
(445)	.....	第七十三章
(446)	.....	第七十四章
(447)	.....	第七十五章
(448)	.....	第七十六章
(449)	.....	第七十七章
(450)	.....	第七十八章
(451)	.....	第七十九章
(452)	.....	第八十章
(453)	.....	第八十一章
(454)	.....	第八十二章
(455)	.....	第八十三章
(456)	.....	第八十四章
(457)	.....	第八十五章
(458)	.....	第八十六章
(459)	.....	第八十七章
(460)	.....	第八十八章
(461)	.....	第八十九章
(462)	.....	第九十章
(463)	.....	第九十一章
(464)	.....	第九十二章
(465)	.....	第九十三章
(466)	.....	第九十四章
(467)	.....	第九十五章
(468)	.....	第九十六章
(469)	.....	第九十七章
(470)	.....	第九十八章
(471)	.....	第九十九章
(472)	.....	第一百章

### 第二節 流星

(473)	.....	第一章
(474)	.....	第二章
(475)	.....	第三章
(476)	.....	第四章
(477)	.....	第五章
(478)	.....	第六章
(479)	.....	第七章
(480)	.....	第八章
(481)	.....	第九章
(482)	.....	第十章
(483)	.....	第十一章
(484)	.....	第十二章
(485)	.....	第十三章
(486)	.....	第十四章
(487)	.....	第十五章
(488)	.....	第十六章
(489)	.....	第十七章
(490)	.....	第十八章
(491)	.....	第十九章
(492)	.....	第二十章
(493)	.....	第二十一章
(494)	.....	第二十二章
(495)	.....	第二十三章
(496)	.....	第二十四章
(497)	.....	第二十五章
(498)	.....	第二十六章
(499)	.....	第二十七章
(500)	.....	第二十八章
(501)	.....	第二十九章
(502)	.....	第三十章
(503)	.....	第三十一章
(504)	.....	第三十二章
(505)	.....	第三十三章
(506)	.....	第三十四章
(507)	.....	第三十五章
(508)	.....	第三十六章
(509)	.....	第三十七章
(510)	.....	第三十八章
(511)	.....	第三十九章
(512)	.....	第四十章
(513)	.....	第四十一章
(514)	.....	第四十二章
(515)	.....	第四十三章
(516)	.....	第四十四章
(517)	.....	第四十五章
(518)	.....	第四十六章
(519)	.....	第四十七章
(520)	.....	第四十八章
(521)	.....	第四十九章
(522)	.....	第五十章
(523)	.....	第五十一章
(524)	.....	第五十二章
(525)	.....	第五十三章
(526)	.....	第五十四章
(527)	.....	第五十五章
(528)	.....	第五十六章
(529)	.....	第五十七章
(530)	.....	第五十八章
(531)	.....	第五十九章
(532)	.....	第六十章
(533)	.....	第六十一章
(534)	.....	第六十二章
(535)	.....	第六十三章
(536)	.....	第六十四章
(537)	.....	第六十五章
(538)	.....	第六十六章
(539)	.....	第六十七章
(540)	.....	第六十八章
(541)	.....	第六十九章
(542)	.....	第七十章
(543)	.....	第七十一章
(544)	.....	第七十二章
(545)	.....	第七十三章
(546)	.....	第七十四章
(547)	.....	第七十五章
(548)	.....	第七十六章
(549)	.....	第七十七章
(550)	.....	第七十八章
(551)	.....	第七十九章
(552)	.....	第八十章
(553)	.....	第八十一章
(554)	.....	第八十二章
(555)	.....	第八十三章
(556)	.....	第八十四章
(557)	.....	第八十五章
(558)	.....	第八十六章
(559)	.....	第八十七章
(560)	.....	第八十八章
(561)	.....	第八十九章
(562)	.....	第九十章
(563)	.....	第九十一章
(564)	.....	第九十二章
(565)	.....	第九十三章
(566)	.....	第九十四章
(567)	.....	第九十五章
(568)	.....	第九十六章
(569)	.....	第九十七章
(570)	.....	第九十八章
(571)	.....	第九十九章
(572)	.....	第一百章



图 202. 阿匹里式杯上太阳神的馬車花紋(現藏巴黎魯渥博物館)。

## 第一章

### 主宰世界的太阳

太阳是光明、热力、运动、生命的来源，給人們以庄严美丽的印象。原始人把它当做神来崇拜，在任何时代里，都受到人民的感激和敬仰。一般人爱它，因为感觉它的力量伟大；科学家喜欢研究它，因为知道它对行星世界的重要性；艺术家欣赏它，因为从它的光辉里可以看出一切和諧的根源。它从天上把能量发射到我們小小的地球上，以至到辽远的冥王星和黯淡飄蕩的彗星上；如果没有阳光的照射，这一切星球都会寒冻以致死亡。这些能量从太阳四周发出，以不可想象的速度在空間里传播；只需要 8 分钟，便越过太阳和地球間的深渊，这种每秒 30 万公里的飞跃，真是不可思議的！

把地球当做 1 米直径的球，太阳的直径将是 109 米，我們从这个比喻里就已经会感到太阳的伟大。如果我們把人类智慧所造成的大圓頂室（如佛罗伦薩的圓頂直径 46 米，羅馬圣彼得教堂的圓頂直径不及 43 米，巴黎废兵院的圓頂直径 24 米，国葬院的圓頂直径只有 20.5 米）和这 109 米直径的大球比較，那么这个球之大就可以想象了。如果将太阳比拟做巴黎废兵院的圓頂那样大，那么地球就会縮小为 19 厘米直径的球体了<sup>1)</sup>。

当然，太阳的质量和它的体积成正比，象我們这样的地球，要 332 500 个才能够等于

1) 北京天文館大圓頂的直径为 25 米，如果这代表太阳的直径，那么地球大約只相当于一个足球的大小。——校者注



一个太阳的质量。

这团巨大的质量把所有的行星管辖在它的权力之下。如果不认为是褻瀆的話，我們很可以把太阳比做住在蜘蛛网当中的蜘蛛。它控制住它周围的世界，好象它們是在它周围轉动的玩物一般。我們把伟大的太阳和它周围渺小的星球比較一下。下面的几张表，虽然是数字組成的，却也很有意义。且先看太阳系的一般情况：

行星到太阳的距离和公轉周期

行 星	到 太 阳 的 距 离		公 轉 周 期
	以日地間的距离为 1	单位: 百万公里	
太阳	—	—	—
水星	0.387	58	88 日
金星	0.723	108	225 日
地球和月亮	1	150	365 日
火星 (2 个卫星)	1.524	228	1 年 322 日
木星 (12 个卫星)	5.203	777	11 年 315 日
土星 (10 个卫星)	9.555	1430	29 年 167 日
天王星 (5 个卫星)	19.218	2880	84 年 7 日
海王星 (2 个卫星)	30.110	4500	164 年 280 日
冥王星	39.6	5900	250 年

上表不需要解释已很明白。我們看到，最远的冥王星为地球距离太阳的 40 倍，为水星距离太阳的 100 倍。因为光和热是随距离的平方而减少的，所以最远的冥王星所接收的光和热仅为最近的水星的 1/10000。同时，我們也看到，冥王星上的一年等于我們的 250 年，等于水星上的 1000 多年。現在再考察一下太阳系内主要成員的大小和质量，按递减的次序排列如下表：

大小和质量的比較表

	直 径	体 积	质 量
太 阳	109	1,295,000	332,500
木 星	11.2	1310	317
土 星	9.4	742	95
天 王 星	4.0	64	15
海 王 星	3.5	43	17
地 球	1	1	1
金 星	0.96	0.87	0.81
火 星	0.53	0.15	0.11
水 星	0.37	0.051	0.053
月 亮	0.27	0.020	0.012

这些数字也不需要作什么解释。我們看到，如果以地球为单位，木星的直径便为 11，水星的直径只是地球的 37%，或者说 0.4。太阳的质量以 332 500 那样大的数字代表，至于水星，其质量不过是地球的 0.05，海王星却有我們的地球的 17 倍之多。从质量和体积，我們容易算出組成这些星球的物质的密度，換句話說，就是单位体积內所含的质量。

太阳系成員的密度(以水的密度为单位)

水 星	5.8	海王星	2.1
地 球	5.5	太 阳	1.4
金 星	5.1	木 星	1.3
火 星	3.8	天 王 星	1.2
月 亮	3.4	土 星	0.7

上表表明，太阳系里的成員，其組成物质最密的是水星，最稀的是土星，它还不及水的密度。

在上表中,我們沒有談到在火、木二星之間运行的小行星。這些小行星也許是一顆大行星的碎片,其中的大多數直徑不過幾公里,或者幾百米。我們已經發現的小行星有1600多個。

讀者如果仔細研究代表太陽系全體的圖 203 和 204, 便會得到你們對於太陽系要得到的知識。圖內行星的軌道是依次序按比例尺繪制的。

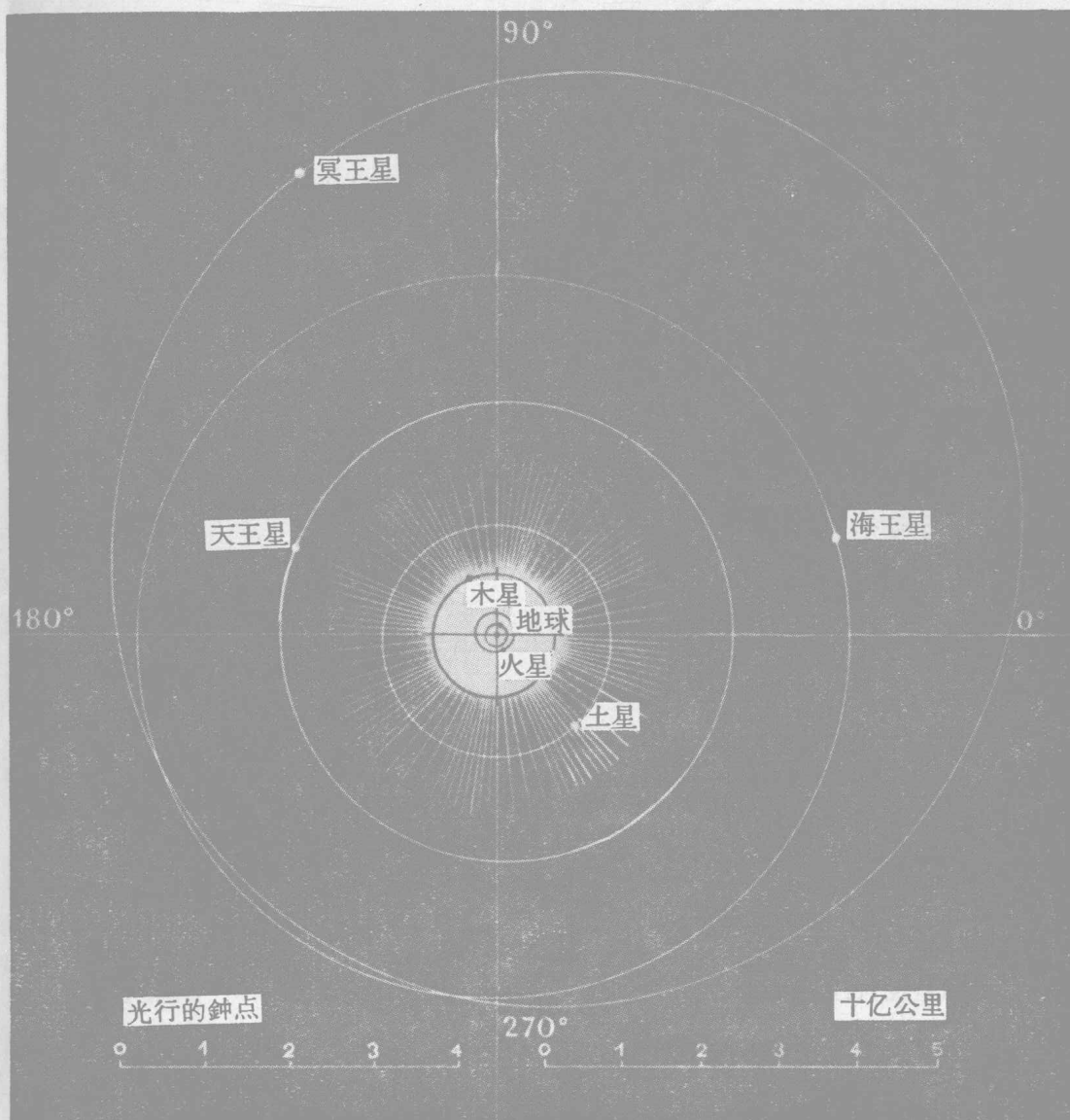


圖 203. 太陽系(由地球到冥王星) 按軌道的大小比例和偏心率描繪。關於水、金兩星見下圖。

這兩個圖使人感到無窮的興趣。我們生息運轉在第三個圓圈上,離發光的焦點可算不遠,但是為什麼我們不象圍繞燈火的飛蛾那樣眼盲體灼呢?

仔細考察一下這幅太陽系宇宙的圖案,便容易看出行星軌道的大小不是完全合乎一種規律的。你不會感到從天王星到海王星的距離太短了嗎?事實上,它是和土星到天王星的距離相同的,這樣便破壞了別的行星之間的距離按比例遞增的情況。天文學家提許斯(Titius)在18世紀即注意到這一點(波德刊布了這法則,故用他的姓命名這個定律),這

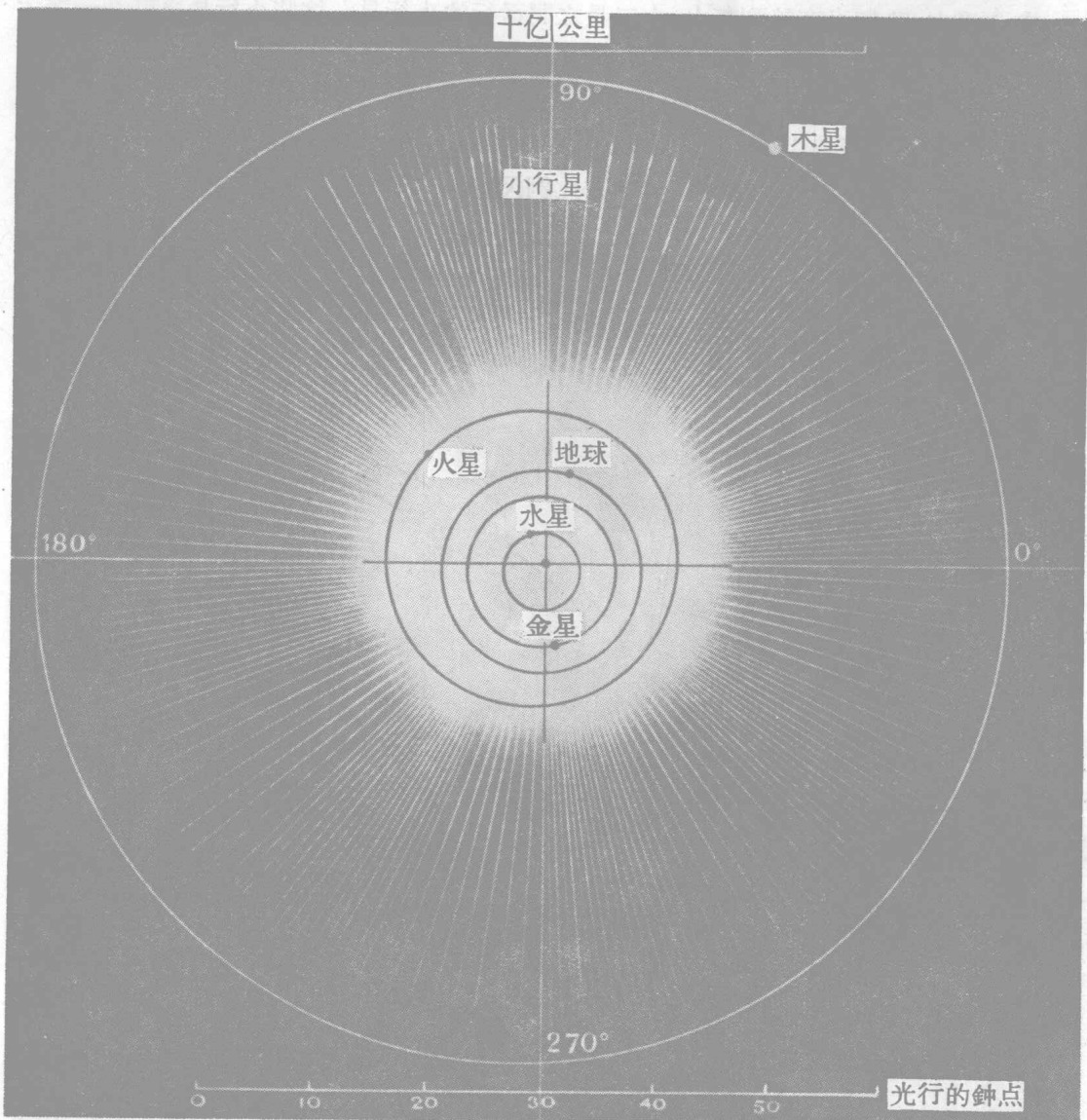


图 204. 太阳系(由水星到木星) 注意水、火二星轨道的偏心率很大.

定律的意思是說,行星至太阳的距离,順次可用一个很简单的級数表示. 我們先写下以 2 为公比的下列的一系列数字:

3, 6, 12, 24, 48, 96;

在这列数字前面添上一个 0, 然后每个数字上加 4, 即得

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100.

如果把地球和太阳之间的距离用 10 表示,其他行星到太阳的距离便可以用这一列数字表示:

水 星	金 星	地 球	火 星	小 行 星	木 星	土 星
3.9	7.2	10	15	27 平均值	52	96

在这个規律发现以后,天王星的距离經人算出为 192, 与由这級数所求出的  $192 + 4 = 196$  相差不远。可是海王星的距离却不是  $384 + 4 = 388$ , 而是 301, 也就是說, 实际是太靠近太阳了。冥王星的距离为 396, 好象應該代替海王星, 它居于第九位。

万有引力使太阳系內所有的星球都繞太阳而运行。愈接近太阳的星球运行得愈快。正如我們在討論月亮那一节里所談到的那样, 星球因繞太阳运行的速度产生了一种离心力, 这力量使它离开太阳, 而太阳的引力使它接近太阳, 二者恰好彼此抵消, 因此这个星球永远維持在平均距离那样远。

我們在討論月亮圍繞地球的运动那一章里, 談到牛頓研究天体运动的原因, 我們看到, 万有引力按距离的平方而減少。在 2 倍远的距离, 引力減少到  $1/4$ ; 在 3 倍远的地方, 引力減少到  $1/9$ , 等等。因此我們很容易在各行星所在的距离处計算太阳引力的大小。下表列出了行星在一秒鐘內离开直綫运动的距离, 换个譬喻說, 也就是把一个石块放在各个行星那里, 会向太阳墜落的距离。

在第一秒鐘里, 向太阳墜落的距离

在太阳面上	137 米	在木星的距离处	0.11 毫米
在水星的距离处	19.6 毫米	在土星的距离处	0.032 毫米
在金星的距离处	5.6 毫米	在天王星的距离处	0.008 毫米
在地球的距离处	3.0 毫米	在海王星的距离处	0.003 毫米
在火星的距离处	1.3 毫米	在冥王星的距离处	0.002 毫米

可見, 一个未經抛擲的自由落下的石块, 如果是从太阳表面出发, 在第一秒里它会墜落 137 米; 可是, 如果从地球的軌道上任何一点出发, 它不过移动 3 毫米; 如果从冥王星的軌道上任何一点出发, 它只移动 0.002 毫米, 或 2 微米。如果这个石块从各个行星的軌道上直落到太阳上去被化为灰烬, 它在途中所需要的时间也不难計算, 現在把这些数字列表如右:

从各行星墜落到太阳上所需要的时间

水星	15 日	火星	121 日	天王星	15 年
金星	40 日	木星	766 日	海王星	29 年
地球	65 日	土星	5 年	冥王星	44 年

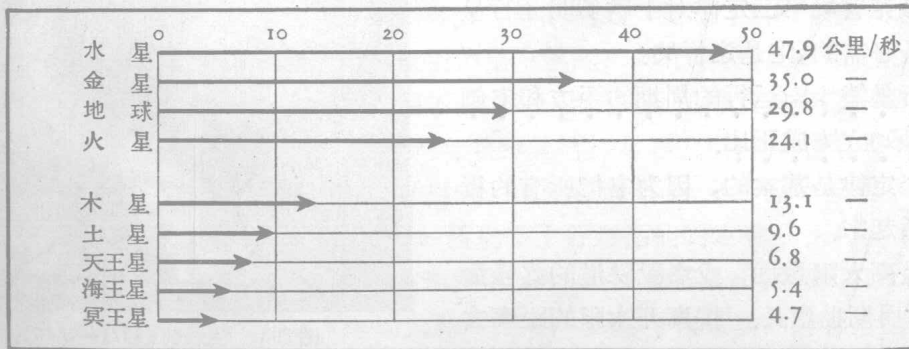
如果讀者要想更精确地自己求出

这些数字, 可以用 32 的平方根, 即 5.6568542 去除每顆行星的恆星周期。

行星在它們軌道上的速度同它們

与太阳的距离有关, 由此速度所产生的离心力总是永远和太阳的吸引力相平衡。我們已經知道地球的公轉速度是每秒 30 公里。下表列出了主要行星的平均速度<sup>1)</sup>。

行星繞太阳公轉的速度(公里/秒)



1) 我們不难証明, 这些速度同行星与太阳之間的距离的平方根成反比。

假使一顆行星在运行中忽然被阻挡住,它的动能立刻变为热,由于它的物质挥发,而发生爆裂。大陆和海洋均变成一团熾热的云雾,造成了一团星云。

在討論地球运动的那一章里,我們曾經說过,地球繞着太阳在椭圆軌道上运行,我們也知道了,牛頓怎样因分析月亮的运动而发现了引力定律。現在我們知道,这个定律可以应用于整个太阳系。我們現在来叙述克普勒(Kepler)所发现的定律:

1. 行星圍繞太阳运行的軌道是椭圆,太阳在这椭圆的一个焦点上。

在討論地球繞太阳的周年运动里,我們已經仔細地研究过这种运动,我們刚才又看到,一切行星都和地球一样,也繞着太阳运行。

2. 連接太阳和行星的向径綫所扫过的面积,和所花的时间成正比。

現在来討論一顆行星,試在它軌道上的几个位置(图 205)描出在等時間內(例如 30 天)所走过的弧  $AB$ ,  $CD$  和  $EF$ 。

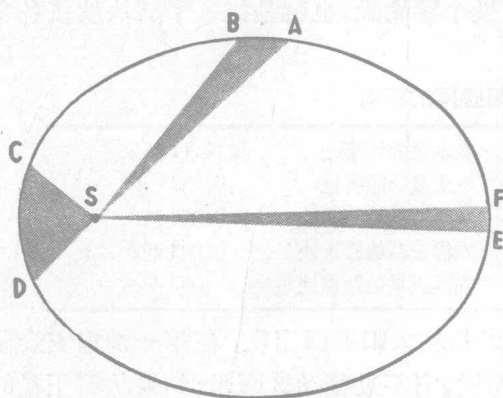


图 205. 行星的椭圆运动和面积定律  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$  三段弧都是在相等的時間內所走过的,有阴影的三个面积是相等的。

行星的速度随它在軌道上的位置而变化。在平均距离  $SA$  那个位置的时候,它是按平均速度在运行。当它接近太阳,如象  $CD$  上那些位置时,它的速度极大。当它远离太阳,如象  $EF$  上那些位置时,它的速度极小。所以地球在它軌道上运动的速度不是均匀的,当地球在近日点的时候(1月2日),它的速度达每秒 30.27 公里,可是当它在远日点的时候(7月2日),这速度只有每秒 29.28 公里。在相等的時間內所走的弧綫,当行星愈远离太阳时愈短;但是,如果两条向径綫(如

$SC$  和  $SD$ ,  $SE$  和  $SF$ ) 之間所包括的面积是相等的,当运行速度小时,向径綫就会长些。这是一件奇特的事实。例如地球由  $E$  到  $F$  和由  $C$  到  $D$  所用的時間相等,可是  $EF$  弧比  $CD$  弧却短得多。这些向径綫所扫过的面积和所用的時間成正比:如果所用的時間是 2,3 或 4 倍长,那么所扫过的面积也是 2,3 或 4 倍大。

認識克普勒第三定律对于确切明了行星的运动是必需的,它是这样的:

3. 行星繞太阳运行的周期的平方和它們軌道长軸的立方成正比。

这个定律是基本的,因为它把所有的行星都連系起来。

行星离太阳愈远,或者說軌道的直径愈长,它的周期也愈长。按离开太阳的距离去排列行星和按它們公轉周期的长短去排列行星,其次序是相同的,不过二者不是按比例增加,周期比距离增长得要更快些。



图 206. 克普勒(1571—1630)。

例如，海王星离太阳的距离为地球离太阳的距离的 30 倍。将 30 連乘 3 次，我們便得 27000。可是海王星的公轉周期为 165 年，只須 165 連乘 2 次，便得 27000（这只就大概的数字來說，因为海王星的公轉周期既不恰是 165 年，距离也不恰是 30 个日地間的距离）。所有的行星都有这样的关系。行星的卫星，例如木卫，也遵循同样的定律。

可見行星的公轉周期是被它和太阳之間的距离所規定的。愈远的星球运行得愈慢。

这三个定律以发现人克普勒来命名，我們还可在它們上面再加上一个补充它們和解释它們的第四条定律，那便是牛頓根据克普勒的工作所发现的万有引力定律；这定律已經在討論月亮运动的一章里說过，現在重說一遍：

物質互相吸引，其強度与質量成正比，并与距离的平方成反比。

不論这种引力是物質本身具有的性质，或者仅仅是为了解释天体运行的一种假說，事实說明一切物体实在有这种超距互相吸引的效应。这引力与距离的平方成反比，那就是說，距离愈远，引力愈小，但这并不是按简单的比例，而是与距离的平方成反比例。一个物体在 2 倍远处，引力便为原来的  $1/4$ ，在 3 倍远处，引力便是原来的  $1/9$ ，等等。

这种天体間的相互吸引力只規定了它們的运动，而不是形成了这种运动。行星的公轉运动无疑应从原始星云的分离而来。

分析到最后，一切都归之于两个原因，或者两种力量。一种力便是重力或者吸引力，这是两物体、两星球互相吸引的趋势，这趋势是和两物体的質量成正比、和它們之間距离的平方成反比的。这力量使得地面的物体墜落，也就是造成重量的原因。假使只有吸引力，月亮便会和地球并成一体，以不断增加的速度，一起落到太阳上去。組成太阳系的行星和一切物体都会結成一团，那么宇宙早变成混沌的情况了。

可是除了这种向心的引力之外，每个行星还有另外一种力量；假使只有后一种力量，那么行星会沿着其速度所决定的直綫方向飞离太阳：这是一种慣性力。牛頓利用几何学和分析数学，把这两种力量綜合在一起，定出它們同时作用所造成的运动，于是証明，这种运动所遵循的定律和克普勒所发现的定律是相合的。无疑地，在我們思想里，只有运动和解释运动的力。首先我們要明了事实的性质，并加以描写，然后才有理論。理論的正确性决定于它是不是能够說明事实，是不是能够使由理論推出的結果和观测的結果相符合。但是，我們不應該把理論引入的力看成是用形象表示現象的一种精神創作，而同时应看成是預言現象的一种方便的方法。

一門名叫天体力学的科学在牛頓所奠定的基础上建立起来。由于这門科学的研究，天体受万有引力而运动的理論已經得到各式各样的結果。要想了解行星运动的各种細小情节，只計算太阳对于每一顆行星的吸引力是不够的；同时需要討論行星間的相互吸引力。如果我們將行星的相互吸引力略而不計，那么我們就会再得到克普勒定律，可是这些定律並沒有严格地表現事实，因为每一顆行星受其他行星的吸引，因而会稍微偏离这些定律所規定的路径。我們把这些差异叫做摄动。摄动虽然很小，但仍沒有逃脱从前大观测家的注意；克普勒已經察觉木星和土星的运动不十分遵循他的定律。天体力学完全解决了这些困难。杰出的数学家，如牛頓、克来罗 (Clairaut)、欧勒 (Euler)、拉格朗日 (Lagrange)、拉普拉斯 (Laplace)、勒威耶 (Le Verrier)、紐康 (Newcomb) 等把摄动的計算弄得十分完善，我們从这些大学者手里得到精密的方法，可以預先算出主要行星的位置。當我們談到最远的行星，海王星和冥王星的发现的时候，我們还要詳細討論到这个问题。



图 207. 克来罗 (1713—1765).

图 208. 欧勒 (1707—1783).

現在我們已經明白行星環繞太陽的運動。衛星環繞它們所隸屬的行星的運動，也同樣遵循克普勒定律。但是太陽系里不只是有太陽、行星和衛星，還有彗星，它們的運動也遵循克普勒定律。彗星的軌道大部分是極長的橢圓，這些軌道的遠日點遠在冥王星軌道之外。哈雷彗星可遠到為日地間距離的 35 倍（海王星可遠到 30 倍，冥王星遠到 39 倍），還有別的彗星可遠到 10 倍乃至 100 倍之處。太陽引力的影響是不是到那里便停止了呢？不，這影響傳播到空間，直到進入另外一個太陽的引力圈以前並不消滅，其距離不是幾十億，而是幾十萬億公里之外。

每一顆星，或者每一顆太陽，就這樣地管轄着行星世界，這些行星也就在它周圍的光輝和權力下運轉。空間里難以數計的太陽，就互相懸空在萬有引力這種非物質的結構里。

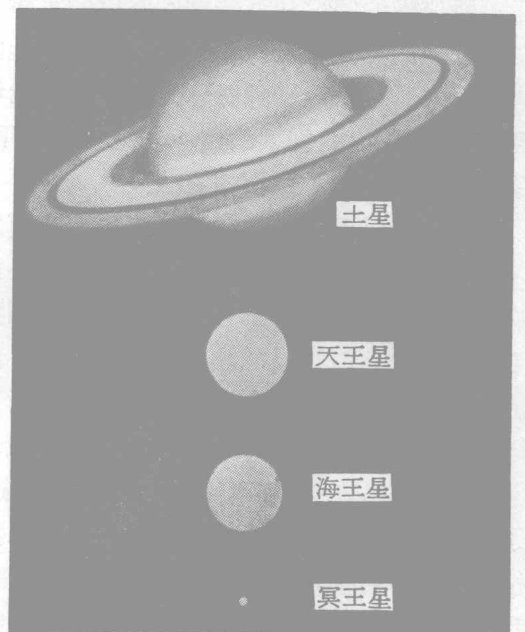
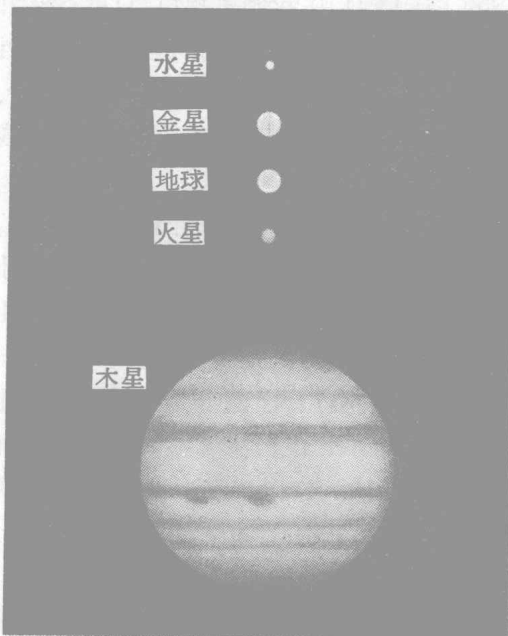


图 209 和 210. 九大行星大小的比較。

宇宙是多么伟大、多么和諧呀！一种普遍的运动挟带着无限空間里的原子(星球),而且按照一定的規律进行着,就象鐘表面上繞中心而轉动的指針,又象靜水里一点受到打击在它周围展开的圓形波浪。这种宇宙里的和諧的音乐不是人类的耳朵所能听見的;誠如毕达哥拉斯(Pythagore)所說,只有凭借智慧的探索,才能够欣賞它的美妙。



图 211. 皇帝向太阳神献礼(美索不达米亚的紀念碑頂,現藏魯渥博物館)。



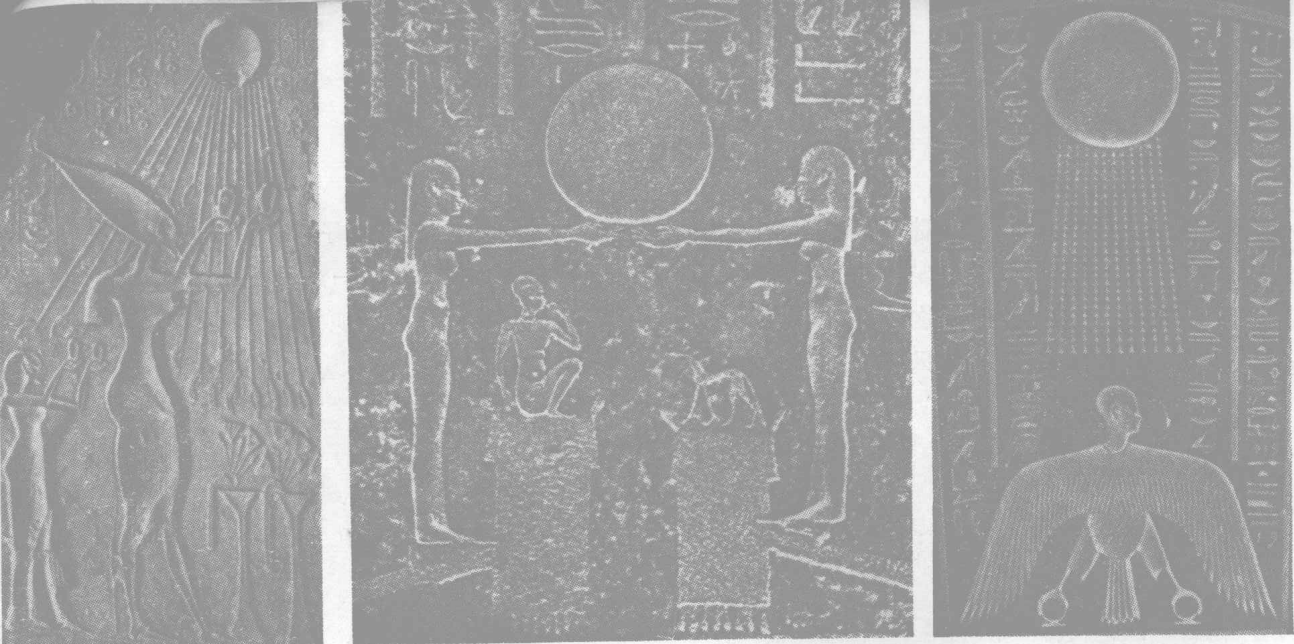


图 212. 古代埃及关于太阳的神话 左图：皇族崇敬太阳，中图：夜神把太阳交给昼神，右图：被太阳再造了的灵魂。

## 第二章

### 怎样测量太阳的距离、大小和质量

上面所說到的关于太阳系大小的一切数字，都依据太阳到地球的距离的测量。这真可算是宇宙里的米尺。前一章說过的行星距离的相对比值，可以不需要先测量它們的绝对值便可以决定。哥白尼便是这样做的，他先从观测决定行星的相对距离，以太阳和地球間的距离为单位去表示，这是他的前人所未曾知道的。如果我们沒有测定日地間距离的绝对值，我們便不能把行星距离表示为若干公里。例如我們說过最远的冥王星的距离等于日地間距离的 39 倍，最近的恆星等于这距离的 270 000 倍；但是要把这些距离表示为绝对数字，我們就應該把这个单位测定，并用公里来表示。所以无怪天文学家都很看重这个天文单位的测定。

讀者也許还記得，月亮距离的测定是由地上相隔相当远的两点对它同时作观测，这两点便是已知长度的底綫的两端，問題便成为已知两个角和一共同边去作出三角形的作图題了。这是一个很容易解决的問題，我們已經說过了。原則上，这方法也可应用于太阳，但在实际上，从这方法所得的結果却不太好。因为太阳离开我們为月亮离开我們的 400 倍，因此从测量角度而来的視差效应也仅为后者的  $1/400$ ；观测上微小的誤差便会造成很大的影响。为了避免这种困难，我們應該把这种三角测量的方法大加修改，才可以获得良好的結果。

我們剛才提到了“視差”这个名詞。在第二篇第一章里，我們說到的月亮的視差，是一位假想的观测者在月亮里定出的地球的視半径，或者说，真半径所对的角。这个定义也适用于太阳系里任何一顆星，換句話說，太阳或者行星的視差，便是在太阳或者行星定出的地球的視半径。星愈远，它的視差愈小。地球的大小是由大地测量测定了的，测出一顆星的視差，便可量出这顆星的绝对距离。如果我们明了了这一点，以后所說的就很容易了解了。

設  $O$  代表地球的中心(图 213)，观测者在太阳的中心  $S$ ，所謂太阳的視差，按照刚才所