

大 众 观 月 手 册

# 美丽月球

## *Beautiful Moon*

张元东 / 编著



 中国青年出版社

大 众 观 月 手 册

# 美丽月球

*Beautiful Moon*

张元东/编著

 中国青年出版社

(京)新登字 083 号

图书在版编目(CIP)数据

美丽月球:大众观月手册/张元东编著. —北京:中国青年出版社,2005

ISBN 7-5006-6639-X

I. 美... II. 张... III. 月球-普及读物 IV. P184-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 125204 号

\*

中国青年出版社出版 发行

社址:北京东四 12 条 21 号 邮政编码:100708

网址:www.cyp.com.cn

编辑部电话:(010) 64034350 营销中心电话:(010) 64065904

聚鑫印刷有限责任公司印刷 新华书店经销

\*

889×1194 1/16 21.5 印张 13 插页 300 千字

2006 年 1 月北京第 1 版 2006 年 1 月河北第 1 次印刷

印数:1-7000 册 定价:38.00 元

本图书如有任何印装质量问题,请与印务中心质检部联系调换

联系电话:(010)84047104

但願入妻久  
十里共婵娟

王璠



# CONTENTS

## 目录

### 第一篇 人类探测月球的历程

- |             |                          |
|-------------|--------------------------|
| 1. 古人观月 /3  | 4. 登月考察 /12              |
| 2. 望远镜窥月 /4 | 5. 我国的探月工程——“嫦娥工程”展望 /24 |
| 3. 近月探测 /9  | 6. 我国航天技术发展概况 /26        |

### 第二篇 到月宫去旅行

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 1. 行前准备 /31            | 5. 月面的东南部(第Ⅳ象限)之游 /56 |
| 2. 从危海到静海(第Ⅰ象限)之游 /38  | 6. 月背鸟瞰 /60           |
| 3. 辽阔的雨海盆地(第Ⅱ象限)之游 /44 | 7. 月球的北极地区 /66        |
| 4. 攀登科迪勒拉山(第Ⅲ象限)之游 /50 | 8. 月球的南极地区 /71        |

### 第三篇 “月地关系”趣谈

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1. 涛之起也,随月盛衰 /76 | 4. 月亮与地球气象 /88 |
| 2. 月份不一样 /79     | 5. 月亮与人生 /91   |
| 3. 月球可能触发地震 /85  | 6. 咏月诗抄 /94    |

## 第四篇 月球上的名人世界(A)

北纬 70°-90°, 24 个 /102  
北纬 60°-70°, 24 个 /105  
北纬 50°-60°, 26 个 /107  
北纬 40°-50°, 40 个 /110  
北纬 30°-40°, 34 个 /115  
北纬 20°-30°, 66 个 /119  
北纬 10°-20°, 62 个 /126  
北纬 0°-10°, 94 个 /133

南纬 0°-10°, 91 个 /143  
南纬 10°-20°, 70 个 /153  
南纬 20°-30°, 67 个 /160  
南纬 30°-40°, 55 个 /168  
南纬 40°-50°, 53 个 /174  
南纬 50°-60°, 28 个 /180  
南纬 60°-70°, 22 个 /183  
南纬 70°-90°, 22 个 /185

## 第五篇 月球上的名人世界(B)

北纬 70°-90°, 19 个 /190  
北纬 60°-70°, 19 个 /192  
北纬 50°-60°, 27 个 /194  
北纬 40°-50°, 46 个 /197  
北纬 30°-40°, 51 个 /202  
北纬 20°-30°, 43 个 /209  
北纬 10°-20°, 50 个 /213  
北纬 0°-10°, 46 个 /219

南纬 0°-10°, 39 个 /225  
南纬 10°-20°, 43 个 /229  
南纬 20°-30°, 45 个 /235  
南纬 30°-40°, 36 个 /240  
南纬 40°-50°, 35 个 /244  
南纬 50°-60°, 32 个 /248  
南纬 60°-70°, 14 个 /252  
南纬 70°-90°, 10 个 /253

# CONTENTS

# 目录

## 第六篇 月亮的照片

图 A:月面总图 /256

图 1 及说明 /258

图 2 及说明 /260

图 3 及说明 /262

图 4 及说明 /264

图 5 及说明 /266

图 6 及说明 /268

图 7 及说明 /270

图 8 及说明 /272

图 9 及说明 /274

图 10 及说明 /276

图 11 及说明 /278

图 12 及说明 /280

## 第七篇 月亮的观测

1.月亮视运动的观测 /284

2.目视光学观测 /284

3.照相观测 /288

4.月食的观测 /289

## 第八篇 月球球面图简介

### 附表

表 1 月球基本数据 /296

表 2 月面上的高山与峡谷 /297

表 3 月面上的海、湖、湾 /301

表 4 直径小于 10 千米的特别环形山表 /305

**表 5 月球正面上直径大于 100 千米的  
环形结构表**

表 5 月球正面上直径大于 100 千米的环形结构表 /307

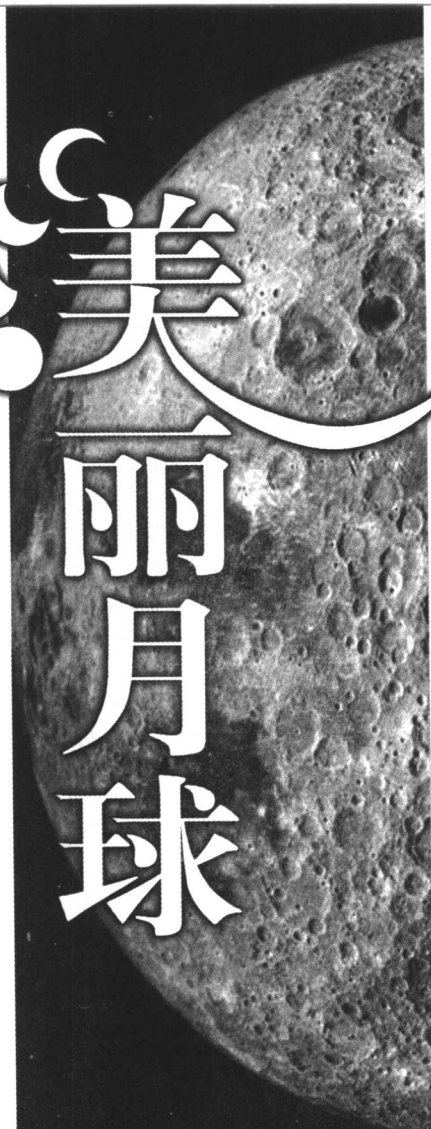
表 6 月球正面上高度大于 2000 米的环形结构表 /308

表 7 月球背面上直径大于 100 千米的环形山 /310

**索 引** /313

**参考文献** /336

**后 记** /337



# 美丽月球

第一篇

人类探测月球  
的历程



图 1.1.1 月球正面

## 月亮的别名、雅号

在我国古诗词中有不少关于月亮的称呼，我们暂且作为月亮的别名、雅号看待吧！

明月、月轮、月桂、月子、月浦、月魄、水月、桂月等等，全带“月”字。

玉兔（玉兔东升）、白兔、玉镜、圆兔、蟾兔等。

嫦娥、娥、娥眉、广寒、玉宫、广寒宫等。

玉盘（朦胧吐玉盘）、金盘、银盘、圆盘、玉镜、圆镜、寒镜、水镜、玉弓、玉环、冰轮、飞镜等等。

秋影（一轮秋影转金曲）、婵娟（千里共婵娟）等。

在罗马神话中，月亮称狄安娜；在希腊神话中，月亮称阿尔忒弥斯。

## 1. 古人观月

除了太阳以外，大家最熟悉的天体就是月亮了。月亮古称太阴。这些称呼无疑跟我国悠久的“阴阳学说”有关。

宁静的夜晚，明月高挂天宇，柔和的月光洒满人间，总会引起人们的无限遐想。唐代诗人李白的那首《静夜思》：“床前明月光，疑是地上霜，举头望明月，低头思故乡。”几乎是人人会背诵的。“万古秋香悬宇宙，一株倩影照山河”，明媚的月亮，曾引起多少诗人墨客为她写诗作画，千古流传。

抬头望明月，我们只可看见圆月中有一个大片黑暗的区域，像棵大树的形状，古人就想像：月亮上有大树，在大树底下还有可爱的小白兔在捣药。那种树可不是平凡的树，它是特别的桂花树，能四季都开花飘香，使广寒宫香气氤氲！

我国古代还流传有“嫦娥奔月”的故事。说是人世间的嫦娥，在她的丈夫（后羿）不在家的时候，偷吃了一颗小仙丹，身体就变得轻飘飘了。于是从窗户飞出去，看见天上琼楼玉宇的广寒宫，仙女们轻歌慢舞，一片欢乐的景象，也就飞上去了。这个故事也表达了古人想飞上天空，作宇宙旅行的理想。不过人们也想到：嫦娥奔月之后会怎么样？不少骚人墨客就此驰骋想像了。唐代人似乎觉得嫦娥在广寒宫里生活的并不幸福。请看，李商隐写到：“云母屏风烛影深，长河渐落晓星沉。嫦娥应悔偷灵药，碧海青天夜夜心”（《嫦娥》）。罗隐说：“嫦娥老大应惆怅，倚泣苍苍桂一轮”（《咏月》）。当然，奔月故事只是神话，我们

不必为此而挂心了。

在没有精密观测仪器的时代，人们只可以通过肉眼或简陋的观测工具（例如十字形量角器）去测定月亮的位置，去了解月亮的运动。四大文明古国——中国、埃及、印度、古巴比伦，在公元前二三千年前就测出月相变化的周期（叫“朔望月”）为29天多。很早以前，人们就以月亮的运动周期来作为比较长的计时单位——月。而更长的计时单位——年，则是以太阳的视运动周期（叫“回归年”）来定的。无论是古中国、古埃及或古巴比伦，都测出年长约 $365\frac{1}{4}$ 日。我国古六历（黄帝历、颛顼历、夏历、殷历、周历、鲁历）又称四分历，就是因为有这个 $\frac{1}{4}$ 日的缘故。

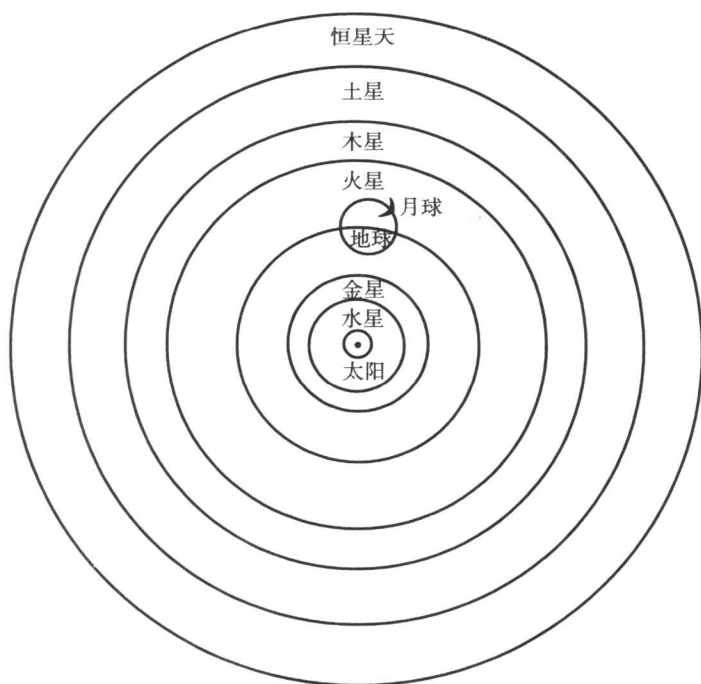
月份长以太阴的运动为标准，年长以太阳运动为标准，这种历法就是“阴阳合历”。除古埃及使用太阳历外，其他古国都用阴阳历。这就是说，月亮很早就被人们引用于社会生活中了。不过，阴阳历仍然是很复杂的，请参阅本书第三章。

我国汉代科学家张衡（公元78—139年）对天文学与地震学很有研究。他发明的候风地动仪是世界第一个地震仪，用于测定地震发生的方向与强度。他还再次确定了王充（公元27—97）和京房的见解，认为月光是太阳光的反射，月食是由于地球遮住太阳光而发生的。张衡还测出月亮和太阳的视角径约为半度。这些都是正确的见解。

汉宣帝（公元前74—前49年）时，耿寿昌（生卒年不

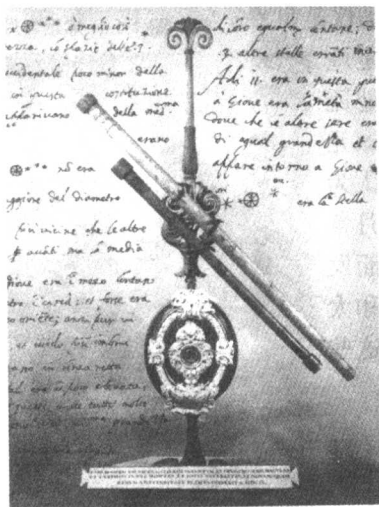
图 1.1.1 嫦娥奔月





详)观测出月亮的运动有快慢。到了后汉,李梵、苏统发现月行快慢的原因是“月道有远近”,用现代话说就是,月亮在近地球时走得快些,在远地球时走得慢些。他们还测出“近点月”的长度为 27.55 日(详见第三章)。古希腊天文学家,依巴谷(希帕库斯,公元前 190—约前 25 年)曾经发现过月行有快慢,但没有李梵等

图 1.2.1 伽利略望远镜



测得那么准确。希帕库斯求得月亮到地球的距离为地球直径的  $30\frac{1}{6}$  倍(今测值约 30.17 倍),真是惊人地准确。

希帕库斯的继承人是托勒密(约公元 90—168)。托勒密总结出宇宙结构的“地心学说”,即认为地球在宇宙的中心,月亮是围绕地球旋转的,再往外是

水星、金星、太阳、火星、木星、土星,最外边是恒星天。月亮围绕地球旋转是正确的,其他天体围绕地球旋转,则是不正确的。可是,托勒密地心说在西方传播了一千多年。一直到 1543 年波兰天文学家哥白尼(1473—1543)提出“日心说”后,才逐渐淘汰了“地心说”。在正确宇宙观的影响下,自然科学便大踏步地前进了。

月球是围绕地球旋转的卫星。而地球是围绕太阳旋转的行星之一。

但是,对月亮的表面状况的了解,却是在 17 世纪时才开始的。从那时起,有了天文望远镜,人们才能看到了月亮的真面目。

## 2. 望远镜窥月

1609 年,意大利科学家伽利略(1564—1642 年)发明了天文望远镜。他用一根管子,一头嵌凸透镜,另一头嵌上凹透镜,做成了放大倍率为 32 倍的望远镜。1609 年末的一个晚上,他用了望远镜去观察月亮,看到了月面上有大山和平原。他兴奋极了——啊,原来月亮上面跟我们地球表面的情景毫无两样!伽利略根据自己的观测,画了一个月面图。这个图成为世界上第一幅月面图。

伽利略首次给月亮上的两条大山脉起名。用他祖国的两座大山名称——亚平宁山脉和阿尔卑斯山脉来命名月球山脉。从此以后,月面上的许多山脉与高山照例用地球上的山来命名。

伽利略用望远镜发现了太阳上有黑子,木星有 4 个卫星,金星有位相变化。从而进一步证实了哥白尼

的日心学说。使人类从地心说的束缚中解放出来，逐渐树立起正确的宇宙观。

伽利略发明的天文望远镜，虽然不大（物镜口径为 4.4 厘米），但是，他开创了天文学的新世纪。使人类对宇宙天体的认识进入科学实验的新阶段。伽利略是首倡科学实验的伟大科学家。

天文望远镜是人的视线的延长，通过它能够看到更遥远天体，对于天体的表面状况也有更多的了解。因此，人们为了认识宇宙，制造了越来越大的望远镜。1668 年，英国科学家依萨克·牛顿（1642—1727）发明了反射望远镜。反射望远镜的物镜由一个抛物面或双曲面形的凹面镜组成（见图 1.2.4），光线由凹面镜反射后，经一个小平面镜反射出来。由目镜进行观测。伽利略发明的望远镜的物镜为透镜，故称为折射式望远镜。

折射式望远镜的缺点是有“色差”现象。在目镜中所见天体周围有彩虹似的花边，不很清楚。而牛顿发明的望远镜没有色差影响。这也是反射式望远镜的优点之一。

牛顿式反射镜中的小反射镜是平面。目镜在镜筒的侧边，观测对准天体很不方便。后来卡塞格林（1625—1712）与格雷果里（1638—1675）将镜筒中的小镜改为双曲面镜或椭圆面镜，而在反射物镜中央开一个口，光线聚焦在镜筒后边，再由目镜观测。这样观测就方便得多了。

折射式望远镜对于玻璃光学质量要求很高（比如不能有杂质及小气泡），磨制大的物镜透镜难度比较大。所以，目前世界上最大的折射望远镜的口径为 1 米，那是 1897 年在

美国叶凯士天文台建造的。物镜直径 102 厘米，镜筒长达 18.6 米。后来，再没有造比它更大的折射镜了。

反射望远镜的物镜是作反射光线用的，对物镜的质量要求不像折射镜那么高。牛顿制作的物镜是一片金属，后来的人用一块玻璃来磨制，再在镜面上镀一层反光性能好的铝或银。这样，反射镜就可以做得比较大。1948 年，美国在帕洛玛山天文台建成一架口径 200 英寸（5.08 米）的反射望远镜，成为当时世界上最大望远镜。1976 年，苏联在高加索山上建成一架口径为 6 米的反射镜。堪称“世界之最”了，但设计不太合理，其观测效果还不如美国建造的 5 米口径的望远镜。后来，美国于 20 世纪 90 年代建成了口径达 10 米的巨型望

远镜（称凯克 I 号），安装在夏威夷的海拔 4200 米的莫纳克亚天文台。望远镜的主镜不是一块玻璃（如用整块玻璃，重量超过 150

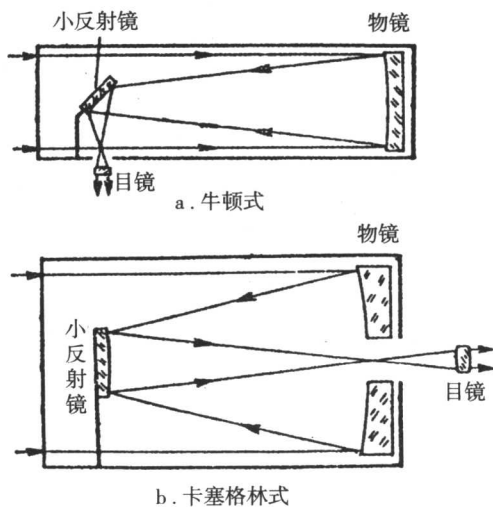
图 1.2.2 伽利略手绘的月面图

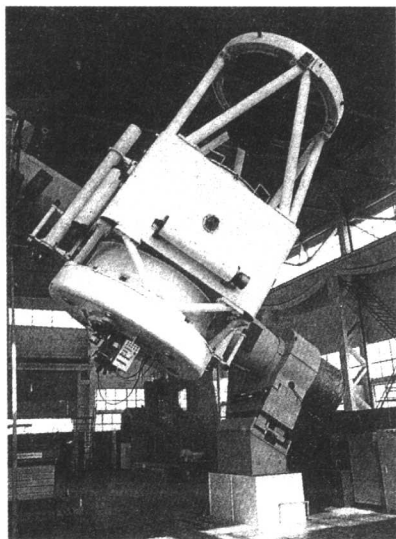


图 1.2.3 牛顿式望远镜



图 1.2.4 反射望远镜光路图





吨), 而是用 36 块六角形的镜面镶拼而成的 (每块六角形的镜面的直径为 1.8 米, 厚仅 10 厘米), 像蜂窝的结构。该台望远镜观测质量不错, 因此赞助人凯克 (W. M. Keck) 又投资建造了凯克 II 号反射镜 (已于 1996 年落成)。

现在再回过头来, 谈谈对月亮的观测吧!

伽利略用他那不大望远镜观测月亮, 画下了 5 幅月面图, 发表在他的《星空使者》(1610 年出版) 书中。后来比利时的数学家、博物学家朗格林诺斯 (1600—1675), 于 1645 年发表了他画的月面图。在这图上标有 322 个地形物。他把暗的区域叫做“海”, 把亮的区域叫做“大陆”。这种称法沿用至今。对月面上的环形山, 他用了王公贵族的的名字来命名, 但没有被留用, 仅留下了他自己的名字 (朗格林诺斯山, 月面坐标为  $61^{\circ}\text{E}, 9^{\circ}\text{S}$ )。

波兰天文学家赫维留斯

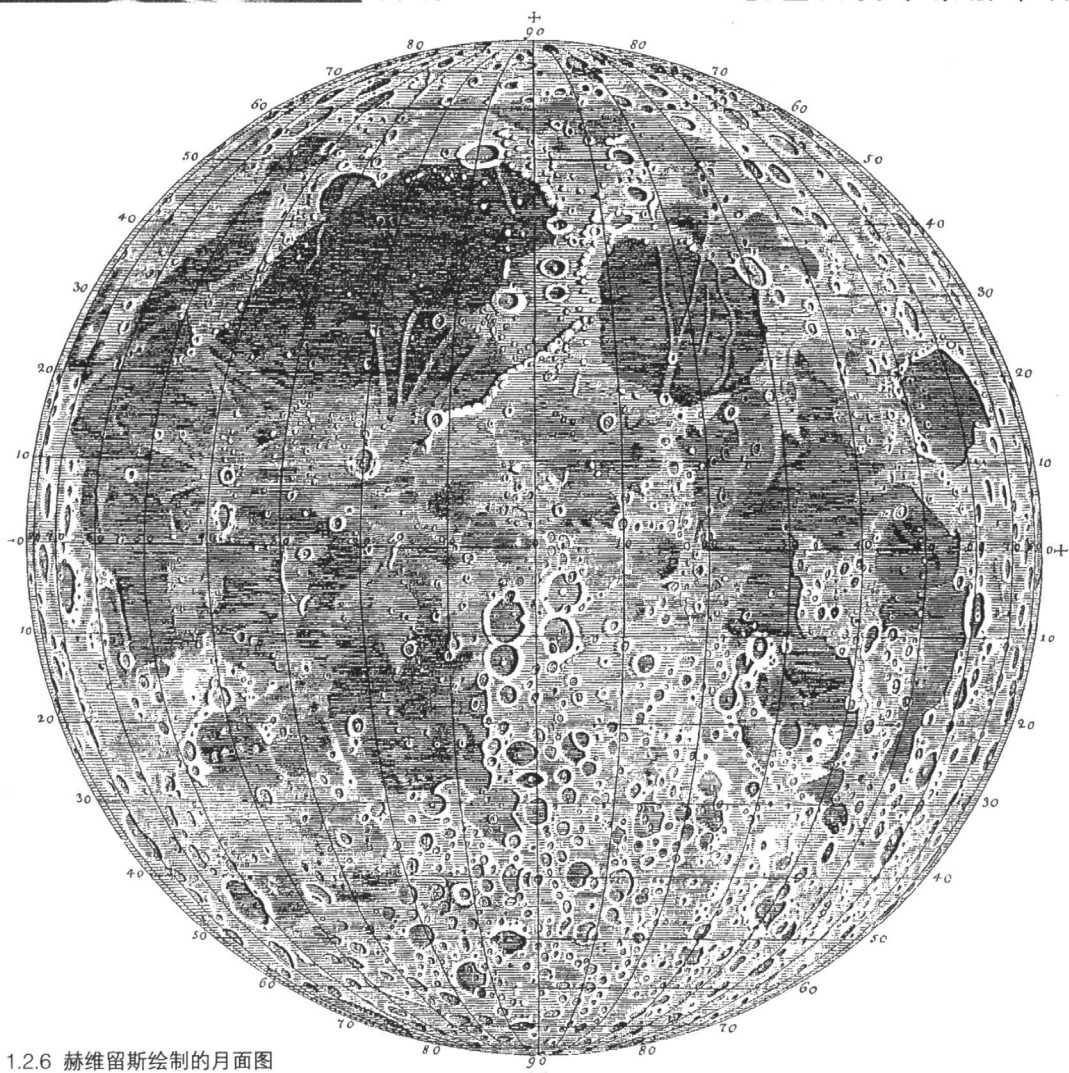


图 1.2.6 赫维留斯绘制的月面图

(1611-1687) 经过 10 年的观测,于 1647 年出版了《月面图谱》一书,书中有 3 幅月面图(直径 28.5 厘米)与 40 幅月相图(直径 16 厘米)。在他的图上,对月面的山脉、环形山都起了名字。据说他测定的月面山峰高度比伽利略所测定的更精确。

1651 年,意大利科学家里希奥利(1598-1671)出版的一本书里载有直径 28 厘米的月面图,此图是他的学生格里马尔迪(1618-1663)所绘。现代天文学沿用了他的命名法,跟朗格林诺斯一样,里希奥利也将月面暗区称为海,比如晴海、风暴洋等。对于环形山,则采用古代科学家和哲学家的名字。里希奥利不相信哥白尼学说,所以将一些小的环山命名为哥白尼、伽利略、开普勒,而将大的环形山用他的弟子格里马尔迪来命名。唉,这种以个人好恶来给天体命名的恶习,不幸流传到现代。我国古代、现代的许多科学家对人类历史的贡献巨大,而在月球的环形山中,却很少有用中国科学家名字来命名的(后详),不能不令人愤慨!

1679 年,巴黎天文台首任台长 G·D·卡西尼(1625-1712)发表了他绘的月面图。在这种图中首次记入具有中央峰的环形山、史密斯海、勒伊塔谷等地形。

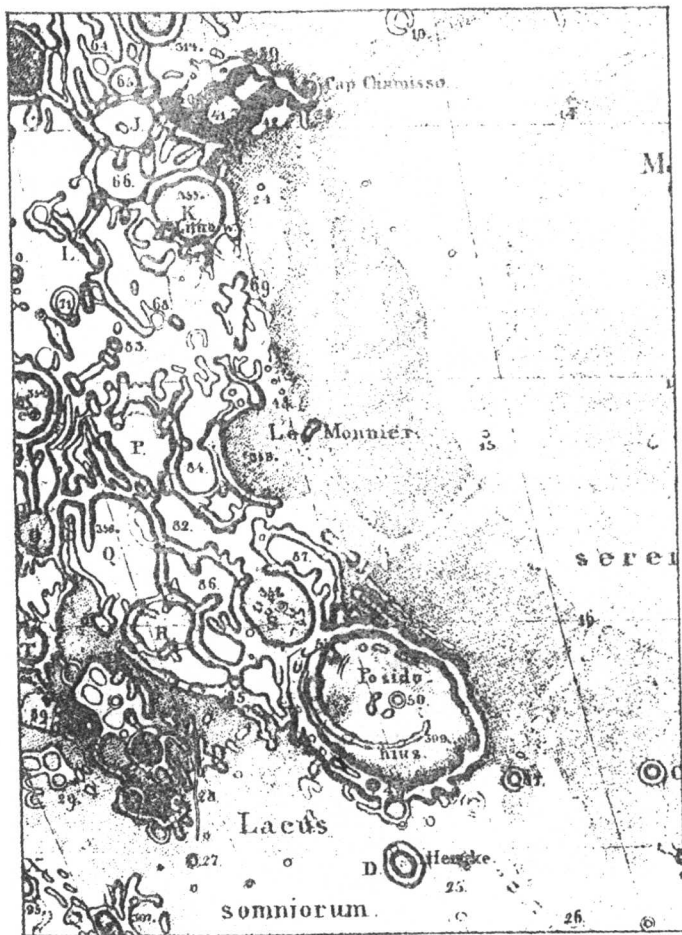
进入 18 世纪以后,随着望远镜的改善,对月面的了解更深入一些。德国天文学家 T·迈耶尔(1723-1762)使用测微器测定了月面 23 个地点的位置。并且首先引用坐标,因此他被后人誉为近代月面之父。但他的月面图在他死后才问世(1775 年发表 45 厘米的月面图一幅,1881 年发表 19 厘米的月面

图一幅)。18 世纪另一位著名的月面图描绘者,是德国的天文爱好者施勒特尔(1745-1816)。他详细描绘了月面各个区域的草图数百张(《月面图》,1791-1802 年)。

19 世纪中有不少天文学家从事于月亮上构成物的测量。测定位置与高度,以作出更精确的月面图。最著名的代表人物有洛尔曼、巴德勒和施密特。

洛尔曼(1796-1840)为德国大地测量学家。天文只是他的业余爱好。他所测定的 79 个环形山的位置,记录在直径 96 厘米的月面图上。该图被分划成 25 部分(即 25 张),其中 4 张被作为《月面形态》一书的附图发表于 1824 年,这是近代

图 1.2.7 施密特于 1878 年出版的月面图之一



最早的月面论文。1836 年完成全图，而 96 厘米的月面图发表于 1878 年，那时洛尔曼已经离开人间了。

马德勒 (1794-1874) 为德国天文学家，他和银行家贝尔 (1797-1850) 合作。用测微器测定月面上 105 个地点的基本位置，并以此为基础，绘制了由 4 幅图组成的，直径 95 厘米的月面图，1837 年正式发表。在这张图上标有 148 个环形山的直径和 830 个山峰的高度（高度由其影长测出，后详）。马德勒还认为，月球是一个无空气、无水、无生命的世界，使人们对月球有进

一步认识。

德国天文学家约翰弗里德里希·施密特 (1825-1884) 集了 30 余年的观测经验，于 1878 年发表了月面图。这份图直径 195 厘米，由 25 幅分图组成，上面标有近 33000 个地物，根据山影测出的山峰高度有 3000 个。

19 世纪中有一个重大的发明是照相术。它是由法国的尼普斯和达盖尔于 1839 年发明的。随着照相术的发展，对天体的摄影研究也就开始了。1857 年，英国天文学家德一拉一吕 (1815-1889) 初次拍到较清晰的月亮照片。后来，美国天文学家

### 月球天平动

月球是我们地球的天然卫星。它围绕地球转中有两个特点：一是轨道为椭圆形，月亮最近地球时平均距离为 363300 千米，最远地球时平均距离为 405508 千米。因此月球绕地球运行的速度不是均匀的，在近地时走得快些；在远地时走得慢

些。二是月球自转轴的空间方向保持一定，但它并不垂直于月绕地运行的轨道面。

由于月球运动的这两个特性，才产生了“天平动”，即从地球地看去，月球好像天平一样来回摆动。以自转轴定向来说，当月球走到地球的“右边时”（图 1.2.8），地上的人就可以多看月球南极附近的月面。而当月球走到地球的“左边时”，地上的人可以多看到月球北极附近的月面。在月球绕地球运行一周中，人们就多看到月球北极和南极附近的月面。这种摆动现象叫做“纬度天平动”。

再说轨道运动，月球在近地点附近时走得快些，在 1/4 个月的时间它绕地球转动 1/4 圈多一点（图 1.2.9），但同时它只自转了 1/4 圈，因此它的西边缘的外侧，可以被我们略为多看一些。而月球在远地点附近时走得慢些，结果是它的东边缘的外侧，会被我们多看一些。这种东西方向上的摆动，即在经度方向上的摆动现象（多看  $7^{\circ}45'$ ），叫做“经度天平动”。

除了“纬度天平动”和“经度天平动”外，还有其他的微小摆动，比如由于月球不是一个均匀的圆球，而是一个三轴不等的椭球，在月球绕最短轴的自转中会产生微小的变化，通常称为物理天平动。

图 1.2.8 月球纬度天平动

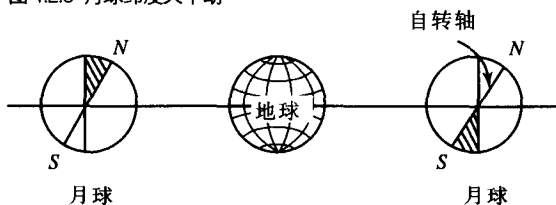
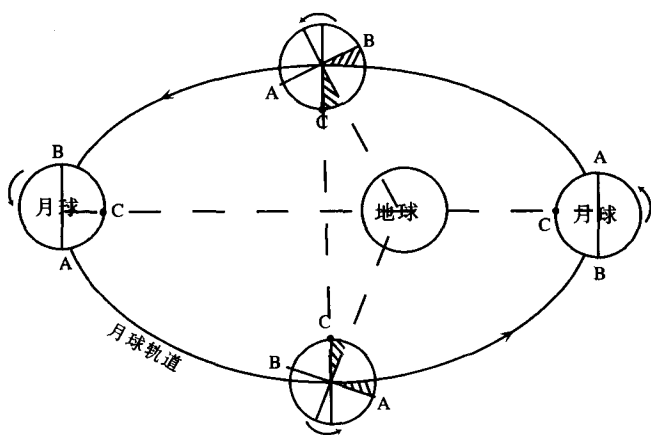


图 1.2.9 月球经度天平动



霍尔登(1846—1914)使用利克天文台 90 厘米的折射镜,作摄影研究。法国天文学家洛威(1833—1907)等人使用巴黎天文台 60 厘米镜子作观测,于 1894 年发表了《月球摄影图》一书。此后,有不少人作月球的照相观测。1946 年,英国月面学家威尔金斯(1896—1960)绘制了一个直径达 7.6 米的大型月面图。图上包括 9 万个月面结构物。数量之多,真可以说是登峰造极了。

但是,月球这个卫星,由于它自转一周的时间恰好等于它绕地球公转一周的时间。使得月球只以同一面对着地球,人们只可看到月球近地球的半球面(称“正面”),而对远地球的半球面(称“背面”或“月背”)则永远看不到。所幸的是,月球运动中有种种“天平动”(见后一),使得人们可见月面的 59% 左右。那么,不可见的月背也只占月球面的 41% 左右。怎么才能了解月背有些什么呢?那只有依靠于空间飞行技术了。

### 3. 近月探测

1957 年 10 月 4 日,苏联发射成功了世界上第一颗人造地球卫星,开创了人类探测宇宙的新纪元。不久后,我国政府宣布:“我们也要搞人造卫星。”经过十几年的努力,我国于 1970 年 4 月 24 日发射成功第一颗人造卫星,成为世界上第五个能发射卫星的国家。人造地球卫星具有很大的军事价值与经济效益,所以各国都在争先恐后地进行研制。

人造卫星是用多级火箭作为运载工具的,如果火箭的动力足够大,制导技术水平足够高,要发射一个

物体到月亮上,那就可以实现“登月”的梦想了。

要想登月,首先要考虑飞行的路线(或轨道)问题。

飞往月球的轨道可以有好几种(暂不考虑月球的引力作用),图 1.3.1 所示三种轨道形式。月球轨道上带有圈的数字表示火箭(带飞船)起飞时,月球的初始位置。1 为抛物线轨道,运行时间比较短,故①比较近些。4 为双曲线轨道,运行时间更短,故④最近会合点。2 为椭圆轨道,3 为椭圆轨道的另一端在月轨以外当飞船返回时遇上月球。这里选取飞行轨道都在月球轨道平面上,并且都是顺向(向东)飞行。

采取不同的轨道,抵达月球的时间就不一样。如按半椭圆轨道飞行,约需 5 天。如按抛物线轨道飞行,约需 2 天。飞行中,如飞船用小火箭加速,所需飞行时间可以大为缩短。

但是,月球本身是自有引力作用的,因此使飞船的轨道运动变得复杂些。请参阅附注。

最先作“登月”试验的是苏联与美国,1959 年 1 月 2 日,苏联发射“月球”1 号探测器,途中飞行顺利,但是没有击中月球,而是

图 1.3.1 飞往月球的三种轨道形式

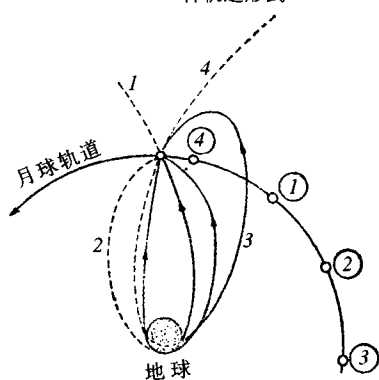


图 1.3.2 “月球”9 号软着陆方法

