

北京科普创作出版专项资金资助

双平/著

月球密码

[揭秘中国探月工程]

MOON CODE



首都师范大学出版社
Capital Normal University Press

V1/5

2007

双 平 / 著

月球密码

[揭秘中国探月工程]

MOON CODE

图书在版编目(CIP)数据

月球密码/双平著. —北京:首都师范大学出版社, 2007.10

ISBN 978-7-81119-172-1

I. 月… II. 双… III. 月球探索—概况—中国 IV. V1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第154408号

YUEQIU MIMA

月球密码

双平 著

责任编辑 于胭梅 张慧芳

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路105号

邮 编 100037

电 话 68418523 (总编室) 68982468 (发行部)

网 址 cnuph.com.cn

E-mail master@cnuph.com.cn

印 刷 北京嘉实印刷有限公司

全国新华书店发行

版 次 2007年10月第1版

印 次 2007年10月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13

字 数 210千

定 价 28.00元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换

目录

第一章 月球谜案/1

它肯定不是一个好去处/2

月球那些事儿/6

月球上的名人公寓/12

我们所知甚少的月球/19

月亮消失会怎样/24

第二章 热闹的苍凉世界/27

艰难的探月历程/28

奔月初征苏联一路凯歌/32

起步维艰的美国探月/41

苏联登月为何折戟沉沙/45

第三章 阿波罗壮举/55

巨无霸火箭——土星5号/56

生死时速——外星蜘蛛/64

巅峰时刻——鹰已降落/71

功成名就——阿波罗谢幕/80





第四章 中国，从叹月到探月/89

明月几时有/90

中国探月两起两落/96

航天白皮书的味道/103

2007、2012、2017三步走/111

阿波罗与嫦娥的悄悄话/119

第五章 快乐嫦娥舒广袖/127

美女嫦娥素描/128

托举嫦娥的大力士/134

彝海明珠西昌发射场/141

万里嫦娥一线牵/146

嫦娥绕月有归宿/152

第六章 月宫探宝/155

地球后院的财富/156

嫦娥奔月的太空舞步/163

神通广大的月精灵/169

太阳神麾下的壮士/173

第七章 月球舞台好戏多/183

美国“战神”开往月球基地/184

俄罗斯加速“摆渡”“快船”/188

欧洲“曙光女神”“月光”“月靶”一起上/191

日本“月神”和印度“月船”双舸争流/194

第一章 月球谜案

月球是一个充满神奇的地方，它的每一块砂石，每一道山谷都隐藏着难解的密码。

古往今来，地球上的人对这个白天隐身、夜晚亮相，距离自己最近的尤物充满了好奇。古人以对月亮浪漫至极的美妙幻想而自豪，而今人则能够以对它科学严谨的理论观测而自居。远古的地球人，一直把月球看做阴柔秀美的姑娘，白天由光芒四射阳刚壮气的太阳主宰着，而夜晚则由这个心地善良的女子主宰着，她便也有了一个官名——太阴。传说，每当夜幕降临，太阴便会放出她的宠物——一只白兔，遥看人间的万事万物。





远看月球——多么美丽的仙境

1. 它肯定不是一个好去处

“海上生明月，天涯共此时。”“俱怀逸兴壮思飞，欲上青天揽明月。”月亮在古人的心目中一直是最美好的“绝代佳人”，她洒下温柔的月光，抚慰人们的心灵，撩拨人间的爱情。直到17世纪初，月亮才有些烦恼，原来人类发明的望远镜给她娇媚的脸庞“毁了容”。

1609年，意大利人伽利略受荷兰眼镜商的启发，制作了一台折射式天文望远镜，观察物体可放大32倍。在现代人看来，放大的倍数并不算太高，但在当时却使天文观测活动发生了质的跨越。伽利略将这台望远镜对准了月球，他看到了月球上高耸的山脉、广阔的洼地，还看到了奇特的环形山。在他之前，人们一直以为月球是一个冰清玉洁的光滑球体，而他用望远镜看到的月球却像“孔雀尾巴上的圆斑”、“蹩脚厨师烘烤出来的麻点蛋糕”，是一个崎岖不平、坑坑洼洼的世界。伽利略一直认为，月球上颜色较暗的地



Galileo Galilei (1564 - 1642)



伽利略和他绘制的月球草图



波兰天文学家赫维留斯

带是有水的地区，颜色较亮的则是山脉。他对月球做了精彩的描述：“月球是一个崎岖不平的世界，月面上不整齐、不平坦的地方到处都是凹坑和凸出物，月球上的斑点有些环形山，这恰似我们地球本身，由于巍然耸立的山脉和幽深的峡谷而处处不尽相同。”

第一张被世界公认的、比较详细的月面图，是1647年波兰天文学家赫维留斯绘制的。图上显示出许多月面特征，测定了月面上山峰的高度。赫维留斯还提出了月海和山脉的命名方法。1651年，意大利天文学家里乔利发表了一幅月面图，给月面阴暗的平原起了诸如“雨海”、“静海”等颇为浪漫的名字，不少至今还在沿用。后来德国天文学家迈耶、施勒特尔、洛尔曼、贝尔、梅德勒和施密特，还有英国天文学家尼森，他们都绘制过具有历史影响的月面图，撰写过关于月球的专著。1668年，英国伟大的科学家牛顿还发明了反射望远镜。随后天文望远镜越做越大，分辨率越来越高。到了1839年，法国人尼普斯和达盖尔发明了照相术，这一新技术立即引起天文界的广泛关注，并用于月球的拍摄。1879年，德国天文学家施密特甚至出版了25张一套的月面图，月面上的各个亮区和暗区都非常清楚，记录下来的环形山竟有32800多个。

到19世纪末20世纪初，真正的照相天图开始问世。此后所有的月面图，便都以月球照片为根据了。1979年，美国航天局出版了多达2304张的一套月面图，比例为1:250000，图片细致入微，堪称杰作。

越是观察得细，人们就越想了解月亮，越想发现月亮究竟是丑陋的还是美丽的。

科幻小说家们发挥他们非凡的想象力，给月球增添了诱人的神秘色彩。流传最广、影响最大的是法国科幻小说作家儒勒·凡尔纳1865年创作的小说



儒勒·凡尔纳



《从地球到月球》封面



炮弹飞船图

《从地球到月球》。凡尔纳在他的科幻小说中，栩栩如生地描述了地球人利用炮弹作交通工具向月球进发的探险历程。故事发生在美国南北战争以后，巴尔的摩城的一个炮兵俱乐部异想天开地造出一尊巨型大炮，用它作登月飞船的运载工具，凡尔纳设想炮弹飞船以11千米/秒的速度飞出地球，把人送上月球。这是一枚铝制炮弹，直径2.74米，重8.74吨，炮长275米，装107吨火药。为了铸造这样长和这样重的炮和炮弹，炮兵俱乐部在美国佛罗里达州的坦帕城郊挖了一口深270多米，直径180多米的井当铸炮的模具，并用1200个熔炉同时熔化铁水，终于铸成了这尊大炮。炮弹飞船是一枚被掏空的炮弹，名为哥伦比亚号。炮弹飞船上装有温度计、气压表、月理图以及防备月球上各种野兽用的猎枪和步枪。此外，还配备了锯子、铲子等工具以及准备在月面上种植的谷物种子、树苗，准备饲养在月球上的两只小狗和几只鸡。一天下午，三位探险家乘上哥伦比亚号炮弹飞船从坦帕城启程。原定4天飞抵月球，但不幸的是炮弹飞船在接近月球时，突然遇到流星的阻挠而偏离轨道，未到达月面，没能完成从地球到月球的神奇旅行。

1901年英国作家乔治·威尔斯的科幻小说《第一批登月者》也叫人爱不释手。小说中两个旅月者在茂盛的草木丛中蹦跳着行进，他们看见了正在吃草的巨大的“月牛”，还被那些披挂铠甲、脑袋奇大，身高只有1.5米的“月球人”囚禁起来，锁住他们的镣铐全是用纯金做的。

凡尔纳、威尔斯编织的载人登月故事，虽然是虚构的，但却表达了人们探索

月球的强烈愿望和勇敢精神，同时提出了许多引人注目的技术问题。

人类首次用肉眼近距离地细看月球，是1968年12月24日阿波罗8号第一次实现绕月飞行任务的时候。阿波罗8号飞船在这年圣诞节的前一天进入了271.2千米×97.9千米的环月轨道。

没有想到的是，月球——这个在地球人心目中最美丽的女神，竟然长得如此丑陋。以至于虽然对月亮脸谱已经烂熟于心的航天员们，在首次亲眼目睹她的苍凉时，仍然有些心理准备不足。这是一段40年前地面控制中心与阿波罗8号飞船极有意思的一段对话——

地面飞船通信官问道：“从60英里之外看，古老的月球是什么样子？”

航天员洛弗尔回答：“基本上一片灰暗，没什么色彩，像是熟石膏，又像海滩上一种浅灰色的沙子”，“贫瘠的月面，无边的孤寂让人恐惧，并让我们意识到地球上是多么丰富多彩”。航天员博尔曼说：“它真的是一片不毛之地，像一块被上百万颗子弹射击过的灰色钢板。”

“它肯定不像是一个工作和生活的好去处。”这就是第一批近距离目击者对可怜的月球的评价。

阿波罗11号的航天员柯林斯在飞临月球时说：“我早已司空见惯的月球——那个挂在天空中的黄色二维小圆盘已不知跑到哪里去了，取而代之的是一个我见到过的最令人望而生畏的星球。它是三维的，它明目张胆地用鼓起的‘肚皮’朝向我们。”人类第一个踏上月球的航天员阿姆斯特朗，他站在月面上说出了“个人一小步，人类一大步”的名言，却竟然想不出适当的词句来形容脚下的月宫，还是他的同伴奥尔德林为他摆脱了尴尬，奥尔德林使用的词汇是——“啊，壮丽的荒凉！”



近看月球——多么壮丽的荒凉

2. 月球那些事儿

在人类感兴趣于月球的几千年间，特别是伽利略使用32倍的望远镜掀开了月亮的闺帘以来，地球人似乎有理由说，已经了解月球了。不信？你看我们把她的履历表填写得多么完整！

姓名：月球、月亮

别名：太阴（古人把白昼司光之日称为太阳，把夜晚司光之月称为太阴），玉兔，桂宫，广寒，婵娟，蟾宫，玉镜，银盘，玉钩，玉轮，冰壶，半轮，冰鉴，蟾光，顾菟，挂镜，金波，金镜，金盆，清光，秋影，素娥，兔影，悬钩，银阙，幽阳，玉蟾，玉盆……

出生时间：46亿年前

死亡日期：31亿年前

享年：15亿岁

盖棺定论：目前的月球是一个古老的僵死的天体，其内部的能量已近衰竭，表面热流几乎为0，月震释放的能量微乎其微，年释放量仅为地球的 $1/10^8$ ，31亿年以来，月球没有出现过显著的火山活动和构造运动。月球自身已经没有活力和生机，它的生命时钟停止在31亿年前，现在的月球是一具保存完好的天体“木乃伊”。与地球“木乃伊”有所不同的是，她还按照天体的运动规律，不停地自转和围绕地球公转。

籍贯：银河系中的太阳系中的地月系。在太阳系中，可以把地球和月球当做一个系统、一个质心看待，这个系统或质心绕太阳作旋转运动即公转，同样，月球和地球又分别绕它们各自的质心作转动运动即自转。月球围绕地球质心做平面椭圆轨道运动，旋转一周的时间等同于地球上的27日7时43分11.47秒，这一时间称为“恒星月”，它在自己的轨道上绕地球运行的平均速度为1.02千米/秒。由于地球的自转，我们每天可以看到月球的“东升西落”，不过月球每天升起时间都比前一天平均推迟50分钟。这是因为在地球上某一点某一时刻看到月球升起后，当地球自转一周时（第二天同一时刻），月球围绕地球运动已经又向东运行了约13度，因此地球要再自转约13度，即约50分钟后才能看到月球。

家庭出身：众说纷纭。主要有四种假说：捕获说、共振潮汐分裂说、双星说和大碰撞分裂说，现时流行说法为月球诞生于“大碰撞分裂”。

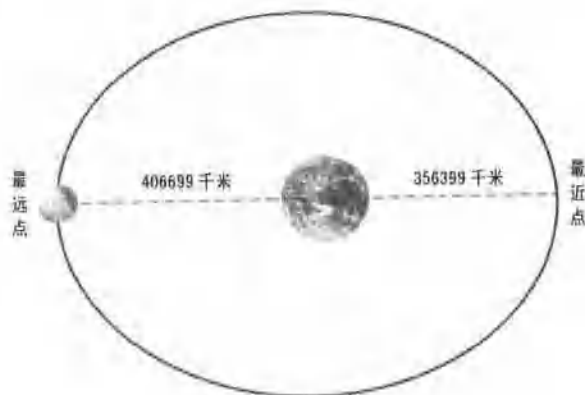
社会关系：与地球的关系不明朗，主仆、母女、姐妹还是夫妻，尚未定论。虽然“大碰撞”假说较合理地解释了地球与月球相关的一系列事实，例如，月球的平均密度（3.34 克/立方厘米）比地球和其他类地行星低得多；

月球的钾、铅、铋等挥发性元素严重亏损而钙、铝、钛及铀等难熔元素则比较富集；月球的氧化铁比地球上地幔多50%；地-月系的角动量、地球自转加速及地-月自转速度的差异；月球早期曾产生过岩浆洋及斜长岩月壳与月海玄武岩的喷发。然而，大碰撞分裂说并非是完美无缺的，它难以解释地-月系统早期演化过程的时间框架问题、地球与月球的钾同位素组成几乎没有分馏等。

本人成分：地球的唯一卫星。对于人类而言，月球不仅是诗人吟咏的对象，更是人类忠诚的卫士。几十亿年来，它是地球最好的“挡箭牌”，它那疤痕累累的“大花脸”就是它“自我牺牲”的“功劳簿”。一旦失去了这道天然屏障，地球遭受飞来横祸的危险会陡增几百倍！

加入过何种党派：地-月“派系”的坚定分子，忠心不二。

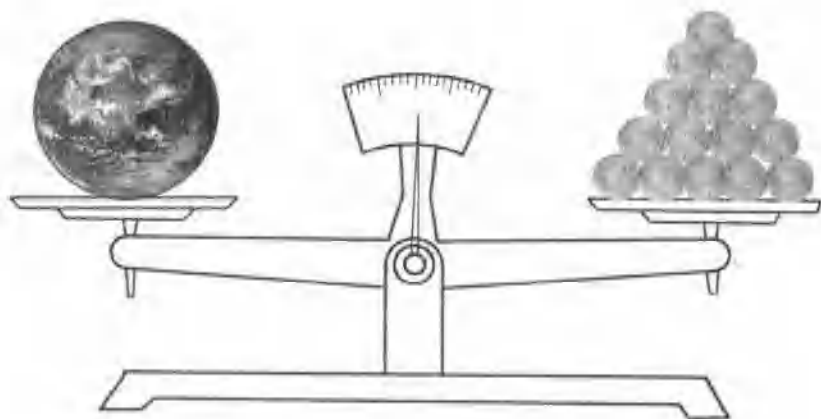
与上级组织的关系：时近时远。通常人们将月球围绕地球的运动看做为圆周运动，实际上月球是以椭圆轨道围绕地球运动的，它离地球最远时约406699千米，最近约356399千米，平均约38万千米，这一距离大约相当于地球直径的30倍，或者说月球围绕地球运行的轨道，其平均直径大约可以排列



月球轨道图

60个地球，而轨道的周长大约为240万千米。

体形：一个南北稍扁，赤道略微鼓起的圆球体。月球两极的半径比赤道的半径短约500米。月球的平均直径为3476千米，相当于地球直径的27.3%；体积只有地球体积的 $1/49$ ，表面积为3800万平方千米，是地球的 $1/14$ ，大约相当于4个中国的陆地面积，比亚洲面积稍小一点。因此，即使环月球旅行一圈，也跑不出亚洲那么大的地域；体积为0.0203地球体积。



81个月球的质量相当于1个地球

体重：平均密度为 3340千克/米^3 ，质量为7350亿亿吨，仅为地球质量的 $1/81$ 。月球表面的重力加速度为 1.62米/秒^2 ，约为地球表面重力加速度的 $1/6$ 。这样，一个在地球上重60千克的人，到月球上只有10千克了，如果人在地面上可跳高2米，在月球上就可跳过12米的横杆。重力的大幅度减小，使人走起路来东摇西晃，举手投足像是电影中的慢镜头。后来，登月航天员发明了月球上袋鼠式跳跃的行进方法。

体质：疤痕性体质。月球满身满脸皆为坑洼，疮疤遍野，伤痕累累。月球疤痕的主要地形单元是盆地、高地和撞击坑。月球表面直径大于1000米的撞击坑（也称环形山、月坑）有33000个以上，直径大于1米的撞击坑多达3万亿个！撞击坑的总面积约占月球表面积的7%—10%。

体温：一半是火焰，一半是冰水。由于没有大气层的保温和传导，月球白天受阳光照射之处，温度可达 130°C — 150°C ，而夜晚和阳光照射不到的地方，温度又会低至 -160°C — -180°C ，最高和最低温度相差 300°C 多。

体态：月有阴晴圆缺。由于太阳、地球、月球三者的相对位置随着月球绕地球运行而变化，在地球上观月球的角度不一样，月球就有了各种月圆月缺的景观，即各种月相的更迭。月球位于日、地之间时称为“朔”，月球暗的半个球朝向地球，我们看不到它；朔之后的一两天，镰刀状的新月从西方的天空中出现，凸面向着落日的方向，以后月球相对于太阳逐渐向东移动，亮的部分日益扩展，五六天以后成了半圆形，这时的月相称为“上弦”；日落时月球在天子午线附近，再经过七天，便到了满月即称为“望”，满月以后，圆轮的西部日益亏缺呈半圆形称为“下弦”。

身体抵抗能力：逆来顺受，弱不禁风。由于没有大气层的保护，月球的抵抗力相当差。各种陨石、小天体可以长驱直入砸向月面，宇宙间的各种辐射可以毫无阻拦地直接到达月球表面并与月壤相互作用。月球所受到的主要辐射源有三种：太阳风、太阳宇宙线和银河宇宙线，其中太阳风粒子是最主要的辐射源。太阳风发源于高温日冕，当高温日冕的温度使热等离子体超过太阳引力对它的控制时，太阳风便从各个方向发射出去，太阳风95%以上的成分是电子和质子。太阳宇宙线是太阳间歇性产生的高能带电粒子强流，也称为太阳耀斑，其主要成分是高能质子。银河宇宙线指来自太阳系以外的银河系的高能粒子。强烈的辐射环境不仅会对月球探测器产生损害，对人体也产生致命伤害。

性格特征：给点阳光就灿烂。从地球上，月球是除太阳之外第二明亮的星体，但实际上月球自己并不发光，它擅长反射太阳的光，平均反照率为7%，也就是说，只有7%的太阳光被月球反射。在平均距离处看满月的亮度为-12.7等星，大致与21米外的100瓦电灯的亮度相当，正好给人一种朦胧的、诗一般的感觉。月光大体上是一种冷光，不会让人感到灼热，更不会晒黑皮肤。根据科学家的精确测量，满月照耀下的气温只比无月时候气温高0.03℃。月面不同地方的阳光反射率相差很大：月海仅反射6%，所以显得黝黑，而月面的高地和环形山的反射率可达17%，从地面上看此处分外明亮。

品格特征：当面一套，背后一套。由于月球自转的周期恰好等于它绕地球公转的周期，我们在地球上永远只能看到月球



月球的疤痕“脸面”



月相图

的正面，另外半个月亮总是背向地球，始终向人们掩盖着另外的半张脸。

月海是月球上宽广平坦的低洼平原，约占月球总表面积的25%。目前人们所知道的22个月海中，有17个位于月球的正面，只有3个在月球的背面，而且大小悬殊极大，正面最大的月海——风暴洋直径达1740千米，而背面最大的莫斯科海直径仅为250千米。背面3个月海加起来，总面积仅相当于正面的第四大月海——澄海。与此相反，月球背面高出月海的月陆面积却很大，月陆上布满了大大小小的凹坑，环形山比正面更多更密。

月球正面的月壳平均厚度约为50千米，而月球背面的月壳平均厚度为74千米，最厚处达165千米；月球正面有12个“重力异常区”（又称“质量瘤”或“重力瘤”），其成因至今尚有争论，但在背面却没有；月球两半球的质量不相等，它的质量中心向正面偏过了约2千米，而月球半径的最大、最小处却都在月球背面。

月球的地貌：名不副实。人类初识月球时靠的是肉眼和简单的望远镜，那时的人们误以为月球上大片深色的地形是一片汪洋大海，零散的小片暗区则与地球上的江河湖泊相似，以为月球上亮一些的地区是高山峭壁。于是他们便把月球的地形单元像地球一样划分为月海、月湖、月沼、海角、月溪、月湾、山脉、平原、峭壁、环形山等几类。随着人类观察手段的提高，后来人们发现月球的山脉、平原、峭壁、环形山与地球上相应的地形地貌单元的定义基本吻合，但所谓的海、潮、溪、湾、沼、泽等，实际上并没有水。更不对称的是，风暴洋里没有风暴，雨海里没有雨水，澄海里没有颜色，湿海里

没有湿地，酒海里连一滴酒也没有……想要改名，无奈这些名称已经广为流传，后人也不好姑且叫之。地球人因为无知而送给了月球名不副实的美丽地名。

个人成长经历：根据月球的成因理论，结合月球内部结构演化过程，各种热历史特征，以及月球物质演化的时间序列，可以将月球的演化史划分为四大阶段，即：形成阶段与早期熔融阶段，高地和月海形成阶段，月海玄武岩喷发阶段和晚期演化阶段。

人气指数：大熊市。由于月球质量小，月球表面的引力只有地球的 $1/6$ ，逃逸速度为 2.38 千米/秒，比地球 11.2 千米/秒小得多。微弱的重力使它保不住大气层，绝大多数的气体分子众叛亲离纷纷逃逸到行星际空间，空气的密度大约比地球小 14 个数量级，因此可以说，月球没有大气。月球上没有生命，没有活动的有机体，化石或有机体固有的有机化合物。月球的空气指数几乎为零，人气指数也很难攀升。但是这是一只潜在的绩优股，保不准哪一天，它会低开高走，爬出熊栏窜上牛市。

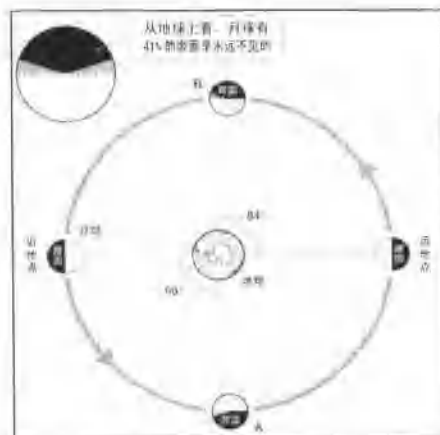
其他需要说明的问题

“天平动”：由于月球的运行轨道是椭圆形的，在近日点时运动最快，远日点时运动最慢，所以人们从地球上可以观测到月球并不是 50% 的正面月球，而是可以看到它整个表面的 59% ，这叫做月球的“天平动”。

私房“钱”：月球上含有地球上的全部元素，有 6 种地球上没有的矿物。月球表面储存着大约 100 万～ 500 万吨的氦- 3 ，是一种可长期使用，清洁、安全，高效的核聚变燃料，而氦- 3 在地球上的含量微乎其微，理论储量只有 15 吨。月海玄武岩中蕴藏着大量而品位极高的钛铁矿，比我国著名的攀枝花钒钛磁铁矿的品质还要好。月球上的稀土资源量为 2250 亿～ 4500 亿吨！



风暴洋



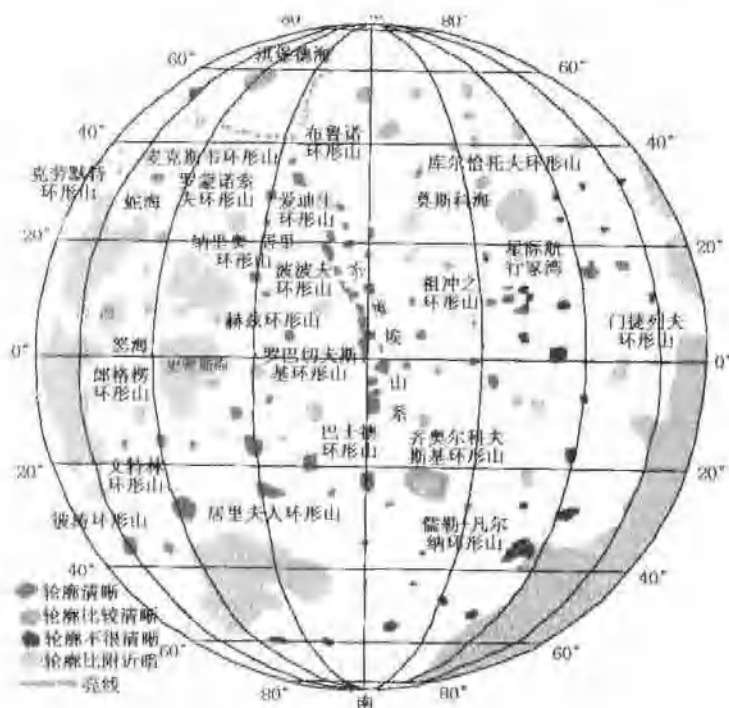
“天平动”

让人看不懂的参数：平均半长轴是384400千米，白道与黄道夹角是 $5^{\circ} 9'$ ，赤道与白道夹角是 $6^{\circ} 41'$ ，离开地球的速度是3.8厘米/年。

3. 月球上的名人公寓

月球上的环形山多以人名命名。据统计，有1333位世界级的名人“住”在月球的环形山里，他们基本上都是高风亮节的科学大师，从不为地盘大小而争执。月球正面居住的大多是古代名人，而月球背面的别墅里则不乏现代名家，如雷贯耳的爱迪生、门捷列夫、巴甫洛夫、居里夫人、冯·卡门、焦耳、马赫以及原子弹之父奥本海默、宇航之父齐奥尔科夫斯基等均在其中。

更为有意思的是，月球上还有一个航天俱乐部，从祖师爷齐奥尔科夫斯基到著名火箭总设计师科罗廖夫，到一批精英航天员，如加加林、捷列什科娃、列昂诺夫、季托夫、沙塔洛夫、阿姆斯特朗、怀特等十几个人都在其中。由于加加林是人类历史上第一个飞上太空的航天员，具有无与伦比的知名度，所以他占据了月球背面最大的环形山，直径达265千米、面积约50000平方千米。月球航天员队伍的壮大应当感谢国际天文学联合会。1970年，国



月球背面地形图