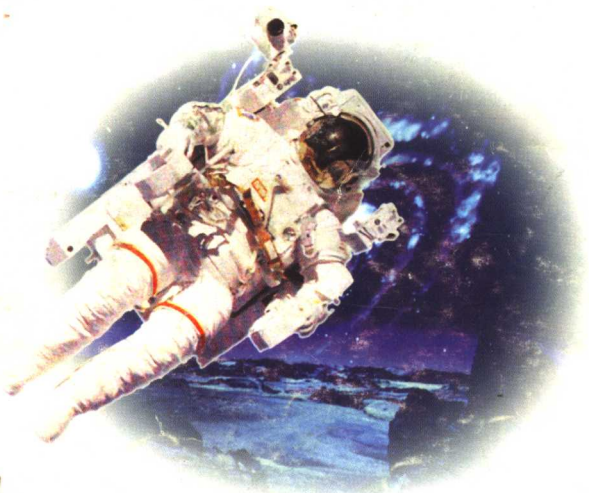




人与太空系列 57



月球探秘

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全集百卷书 57

· 人与太空系列 ·

月球探秘

编写 戚飞

中国建材工业出版社

目 录

认识月球

月球起源的几种假说	(2)
月球的奇辉	(8)
月体肿瘤	(14)
月球在运动	(19)
月面风光	(22)

皓月传真

月震	(50)
野月亮	(56)
壮观的天象	(62)
诱人的月背	(67)
月到中秋	(71)

月球与人类

月亮与人生	(74)
天文潮汐与地球	(75)
天文潮汐对地球人类的影响	(77)
登月行动	(90)

认识月球

“床前明月光，疑是地上霜，举头望明月，低头思故乡。”李白的这首《静夜思》，不知为多少代人所吟诵。它反映了诗人对皎洁月光的赞美，更抒发了游子的思乡之情。古往今来，以月亮为题抒情感怀的文人墨客数不胜数。“嫦娥奔月”的故事在民间广为流传，可以说是家喻户晓，妇孺皆知。每当盛夏的夜晚，老奶奶总是一边摇着扇子，一边给小孙孙讲述着这个古老的故事：巍峨的广寒宫，寂寞无助的嫦娥，被吴刚砍了又长，长了又砍的桂花树，三条腿的哈蟆，会捣药的小白兔，……。

在古希腊的神话中，月亮女神的名字叫阿尔特弥斯，她不但有花一样的容貌，而且武艺非凡，常常背着弓箭在山林中追捕猎物，所以又是狩猎女神。

月球在我国古代诗文中有许多有趣的美称：

玉兔（著意登楼瞻玉兔，何人张幕遮银阙——辛弃疾）；夜光（夜光何德，死则又有？——屈原）；素娥（素娥即月亮之别称——《幼学琼林》）；冰轮（玉钩定谁挂，冰轮子老辙——陆游）；玉轮（玉轮轧露湿团光，鸾珮相逢桂香陌——李贺）；玉蟾（凉烟霭外，三五玉蟾秋——方干）；桂魄（桂魄飞来光——贾岛）；顾菟（阳鸟未出谷，顾菟半藏身——李白）；婵娟（但愿人长久，千里共婵娟——苏轼）。此外，月球还有许多别致的雅号，如玉弓、姮娥、玉桂、玉盘、玉钩、

玉镜、冰镜、广寒宫、嫦娥、玉羊等。

月球起源的几种假说

自古以来，月亮在人们心目中的地位仅次于太阳。晴朗的夜晚，皓月当空，令人生出无限的情思遐想，文人墨客更是赋予月亮许多的笔墨。北宋词人苏东坡《水调歌头》中的“明月几时有？把酒问青天。不和天上宫阙，今夕是何年。”；唐朝诗人张若虚《春江花月夜》一诗中的“江上何人初见月，江月何年初照人”，都可称得上是脍炙人口的咏月佳句。

月球是离我们最近的一个天体，月球中心与地球中心的平均距离只有 38.44 万公里，相当于地球半径的 60 倍，或相当于 9 次多环球旅行的行程。

月球的平均直径是 347.8 公里，大约是地球直径的 $1/4$ 。月球的面积是 3800 万平方公里，差不多是地球面积的 $1/14$ ，比我们亚洲的面积略大一些。月球的体积是 220 亿立方公里，地球的体积几乎比它大 49 倍。月球的质量大约等于地球质量的 $1/81$ ，也就是 7350 亿亿吨。月球的平均密度是每立方厘米 3.34 克，只及地球密度的 60%，相比之下，月球不如地球瓷实。

天文学家对月球的位置、运动规律和物理性质作了周密的研究，随科学技术的突飞猛进，又利用人造地球卫星、无线电技术、激光技术和计算机技术对月球作了进一步的测量和考察，取得了大量更新、更丰富的资料。

尽管如此，对“月球起源”这个十分古老的问题，今天的天文学家仍然是众说纷纭和语焉不详。这也难怪，对生我

们养我们的地球，人们研究了几个世纪，到现在不也照样对它的起源知之甚少吗？

月球是怎样形成的？撇开人类早期那些不着边际的神话，如果将 18 世纪以来的月球起源假说归纳起来，可以分为三类，即同源说、分裂说和俘获说。

同源说

周

李淑芳

2004.11.29

同源说是最早出现的一种月球起源假说，它主张月球和地球具有相同的起源。18 世纪法国天文学家布丰是这类起源说的最早代表。布丰认为：太阳系的所有天体起源于一次彗星对太阳的猛烈碰撞所撞下来的太阳碎块。稍后，德国的康德和法国的拉普拉斯提出了著名的太阳系起源的“星云说”，认为月球和地球都是同一团弥漫物质形成的。这团弥漫物质的大部分形成地球，小部分形成月球，或者地球形成后剩余的物质形成了月球。按照这种理论，地球的年龄和月球的年龄应该不相上下。

近年来，科学家对“阿波罗”宇航员们从月面采集的月岩样品作了放射性年代测定。结果证明，月球形成的时间和地球形成的时间相同，即都形成于 46 亿年前。在这一点上，同源说获得了实验的支持。但同源说却无法解释为什么具有相同起源的地球和月球，在物质组成上显著的差异？它们的密度为什么不同？它也无法解释，与太阳系其他行星的卫星相比，月球所具有的一系列特征。譬如，其他卫星与中心行星的质量比都小于 $1/10000$ ，而月球与地球的质量比却高达 $1/81$ ，这在太阳系中没有第二例。同源说显然要对太阳星云中的地月形成区情况，做相当多的规定才行。

分裂说

英国著名生物学家、“进化论”创始人达尔文之子乔治·达尔文，是英国剑桥的一位天文学家。他在研究地——月间的潮汐影响时，注意到由于潮汐作用，地球的自转速度在逐渐变慢，月球在逐渐远离地球。他由此推断月球在远古时一定离地球非常近。达尔文在 1879 年发表了题为“太阳系中的潮汐和类似效应”的文章，提出月球在形成之前是地球的一部分。他认为，在太阳系形成初期，地球还处于熔融状态时，地球的转速相当高，以致有一部分物质被从赤道区甩了出去。后来，这部分物质演化成为今天的月球，甚至还认为太平洋就是月球分出去后留下的疤痕。

有不少人支持达尔文的观点。据计算，月球的物质刚好能填满太平洋。支持者们认为，分裂出去的是上地幔物质，因此月球没有地球那样的金属核，密度与地壳接近也就变得合情合理了。另外，现代激光测距定出月球每年远离地球 5 厘米，因而在遥远的过去，月球确实离地球近多了。

但是，这个罗曼蒂克的假说也遇到了重重困难。譬如，马尔科夫在研究太阳系中各天体时，注意到天体的扁率与它的自转速度、密度有关。要使地球上的物体在离心力作用下飞离出去，地球的自转速度必须是现在的 17 倍。然而根据地——月系现状和角动量守恒定律，推算出的 46 亿年前的地球自转率并不是那么快。况且，如果月球是从地球上飞出去的，那么，月球的轨道应该位于地球的赤道面上，而事实却不是这样。另外经过研究证明，熔融状态的地球根本不可能分出一部分物质去。即使退一步说，月球是从地球分裂出去的，那

么在刚分出去的时候，也一定会受到地球的引力作用而产生很大的潮汐，最后还是重新落到地球上来的。再有，对太平洋底部的研究，证明它和其他海洋底部的结构相同，由洋底沉积的厚度及沉积速度来看，太平洋的年龄只有1亿年，和月球的年龄相差悬殊。

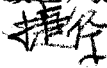
俘获说



鉴于同源说和分袭说所遇到的困难，瑞典天文学家阿尔文提出了“俘获说”。该假说认为：月球和地球是在不同的地方形成的，一次偶然的机会，地球把运行到附近的月球俘获，成为自己的卫星。有人甚至干脆认为月球就是被地球俘获的小行星。这个颇富戏剧性的假说受到多数科学家的赞成，它很好地说明了地球和月球在物质组成上的差异，和不同于太阳系其他卫星的特征。

然而和上述其他两种假说一样，俘获说也有难以自圆其说的地方。首先是月球太大，地球俘获如此之大的一个天体是很难想象的，即使能抓住，轨道也不会像现在这样规则。

上述三种月球起源假说，可以说各有千秋，都能或多或少地解释月球的成分、密度、结构、轨道及其他基本事实。从目前来看，除分袭说遇到致命的问题，似乎难以成立外，俘获说和同源说这两种假说究竟哪一种更合理一些，还无定论。现有假说的困难，迫使天文学家不得不另辟蹊径，提出新的起源假说。



“大碰撞”假说



美国科学家本兹、斯莱特里，以及卡梅伦，于1986年3

月在美国休斯顿举行的一次月亮和行星讨论会上，提出了一个崭新的、摆脱了上述三种假说框框的月球成因假说。该假说认为：在太阳系早期，行星际空间有大量的“星子”，星子经过碰撞、吸积而逐渐变大。大约在相当目前地—月系统存在的空间范围内，形成了一个质量大约相当于现在地球质量9/10的原始地球，和一个火星般大小的天体。这两个天体在各自的演化中，均形成了以铁为主的金属核和以硅酸盐组成的幔和壳。由于这两个天体相距不远，一个偶然的时机，这两个天体发生了碰撞，剧烈的碰撞不仅使地球的轨道发生了偏斜，而且使火星般大小的撞击体碎裂，壳和幔受热蒸发，膨胀的气体“裹胁”着尘埃飞离地球。这些飞离的物质中还包括少量的地幔物质。火星般大小的天体碰撞后，被分离的金属核因受胀飞离的气体阻碍而减速，被吸积在地球上。飞离的气体尘埃受地球的引力作用，一部分处于洛希极限内，一部分落在洛希极限外，呈盘状物出现。位于洛希极限外的物质通过吸积，先形成几个小天体，最后不断吸积，像滚雪球似的，形成了月球。

这一新的“大碰撞”假说，在某种程度上兼容了三种经典假说的优点，并得到了一些地球化学、地球物理实验的支持。

由于大碰撞假说认为，月球是撞击后飞离的物质凝聚而成，这样就不必要求月球的运行轨道非要与地球赤道面重合不可。此外，由于月球的大小取决于飞离物质的多少，因此也不必考虑为什么地、月的质量比远大于其他行星和它的卫星了。

从物质组成看，由于该假说认为月球是由碰撞体和少量

地幔组成的，这就了月球密度为什么较低，没有像地球那样的金属核。另外由于碰撞所产生的高温使易挥发的元素蒸发掉，从而也解释了月球上为什么富集难熔元素，而缺少易挥发元素。

目前，大碰撞假说还未得到天文学家的普遍承认，需要进一步改进和完善。这需要很多工作。

天文学家无论是在讨论经典假说还是大碰撞假说时，都把月球看做是地球的一颗卫星，而不久前有人提出了一个新奇的观点，认为月球原来是太阳系的一颗行星。

月球行星论

美国著名地球物理学爱拜塞尔在《地球》一书中提出：“近代太阳系形成学说确认月球是个正统的行星。实际上地球和月球是一个双星系统的关系，而绝不是从属于地球的母子关系。”他的证据是：（1）在形成年代上，月球略早于地球；（2）地、月的直径比和质量比相差不多，卫星与主体行星之间这样大的比值在太阳系中“只此一家”；（3）地球属于类地行星，而类地行星除地球和火星以外，其他的都无卫星；（4）月球并没有绕着地球旋转，而是伴着地球对转。在太阳系中，其他行星的公转轨道都是比较光滑的图形，唯有地球的公转轨道是波浪般的图形。

月球行星论产生了一定的反响。一些天文学家对此持有异议，我国紫金山天文台刘炎认为，这个结论过于武断了。他认为，月球形成的年代是否早于地球至今尚无定论，而且即使我们承认月球的“年岁”高于地球，也不能就由此推论月球不是地球的卫星了。因为关于卫星和中心行星的“年岁”是

一种历史上的月地关系，而月球是否是地球的卫星，却是一个卫星的概念和定义的问题，是一种现实的月地关系。月球的质量虽大，但还是在它作为地球卫星所应有质量的合理范围之内；而月球相伴地球“对转”、地球轨道“波浪形”起伏，也完全符合力学规律，月球在它漫长的演化史上很可能曾经是一颗行星，但它现在确确实实是一颗卫星。

正像科学家所说的那样，宇宙间只有未被认识的事物，而绝没有不可认识的事物。随着人们在实践中认识的不断深化，月球是怎样产生的，月球是行星还是卫星这些问题，一定会弄清楚的。

月球的奇辉

月球表面既无大气，也无水分，没有风霜雪雨，没有江河湖海，更不要说鸟语花香的生命现象了。一句话，月球是个死寂的星球。

但是，这并不意味着月面上什么变化都没有发生过，它表面的辉光现象就是一例。月球表面有时突然出现某种发光现象，甚至还有颜色变化，它引起了天文学家们的兴趣和关注。

1958年11月3日凌晨，前苏联科学家柯兹列夫在观测月球环形山的时候，发现阿尔芬斯环形山口内的中央峰，变得又暗又模糊，并发出一种从未见过的红光。两个多小时之后，他再次观测这片区域时，山峰发出白光，亮度比平常几乎增加了一倍，第二夜，阿尔芬斯环形山才恢复原先的面目。

柯兹列夫认为，他所观测到的是一次比较罕见的月球火

山爆发现象。他说，阿尔芬斯环形山中央峰亮度增加的原因，在于从月球内部向外喷出了气体，至于开始时山峰发暗和呈现出红色，那是因为在气体的压力下，火山灰最先冲出了火山口。

柯兹列夫的观点遭到了一些人的反对，其中包括一些颇有名望的天文学家。他们承认阿尔芬斯环形山的异常现象是存在的；但认为不能解释为通常的火山爆发，而是月球局部地区有时发生的气体释放过程。在太阳光的照耀下，即使是冷气体也会表现出柯兹列夫所注意到的那些特征。

早在1955年，柯兹列夫就在另一座环形山——阿利斯塔克环形山口，发现过类似的异常发亮现象，他也曾怀疑那是火山喷发。1961年，柯兹列夫又在阿利斯塔克环形山中央观测到了他熟悉的异常现象，不同的是，光谱分析明确证实这次所溢出的气体是氢气。

这类现象究竟应该怎样解释呢？是火山喷发？还是气体释放？或者是其他什么现象呢？

红色斑点

天文学家们还不止一次在月球面上发现神秘的红色斑点。也是那个阿利斯塔克环形山，美国洛韦尔天文台的两位天文学家在观测和绘制它及其附近的月面图时，先后两次在这片地区发现了使他们惊讶的红色斑点。第一次是在1963年10月29日，一共发现了3个斑点：先是在阿利斯塔克以东约65公里处见到了一个椭圆形斑点，呈橙红色，长约8公里，宽约2公里。在它附近的一个小圆斑点清晰可见，直径约2公里。这两处斑点从暗到亮，再到完全消失，大约经历了25分

钟的时间。

第三个斑点是一条长约 17 公里、宽约 2 公里的淡红色条状斑纹，位于阿利斯塔克环形山东南边缘的里侧，出现和消失时间大体上比那两个斑点迟约 5 分钟。

第二次他们观测到奇异的红斑是在 1 个月之后的 11 月 27 日，也是在阿利斯塔克环形山附近，红斑长约 19 公里，宽约 2 公里，存在的时间长达 75 分钟。这次由于时间比较充裕，不仅有好几位洛韦尔天文台的同事都看到了红斑，还拍下了一些照片。为了证实所观测到的现象是确实存在的，他们还特地给另一个天文台打了电话，告诉那里的朋友们赶快观测月球上的异常现象，但故意没有说清楚是在月球上的什么地方。得到消息的天文台立即用口径 175 厘米的反射望远镜（那两位洛韦尔台的天文学家用的是口径 60 厘米折射望远镜）进行搜寻，很快就发现了目标。结果是，两处天文台观测到的红斑的位置完全一致，说明观测无误。红斑确实是存在于月面上的某种现象，而不是地球大气或其他因素造成的幻影。

这两次色彩异常现象都发生在阿利斯塔克环形山区域，而且都是在它开始被阳光照到之后不到两天的时间内。考虑到这些方面，有人认为月面上出现红色斑点的现象可能并不太罕见，只是不知道它们于什么时间、在什么地区出现，而且出现和存在的时间一般都不长，要观测到它们就不那么容易了，需要具备较大和合适的观测仪器，以及丰富的观测经验和技巧，同时认为这类现象可能与太阳及其活动有关。另一种意见则认为，这类变亮和发光现象经常发生，单是在阿利斯塔克环形山区域，有案可查的类似事件至少在 300 起以

上，表明它们是由于月球内部的某种或某些常存原因引起而形成的。

1969年7月，首次载人登月飞行的“阿波罗11号”宇宙飞船，在到达月球附近和环绕月球飞行时，曾经根据预定计划，对月球面上最亮的这片阿利斯塔克环形山地区进行了观测。这座著名环形山的直径约37公里，山壁陡峭而结构复杂，底部粗糙而崎岖。飞船指令长阿姆斯特朗是从环形山的北面进行俯视的，他向地面指挥中心报告说：“环形山附近某个地方显然比其周围地区要明亮得多，那里像是存在着某种荧光那样的东西。”遗憾的是，宇航员们没有对所观测到的现象作进一步的解释。

红色发光现象

就在洛韦尔天文台的两位科学家发现阿利斯塔克环形山附近的红斑时，英国的两位科学家注意到了另一个著名的环形山——开普勒环形山也存在类似现象。开普勒环形山在阿利斯塔克环形山东南方向，直径约35公里，是带有辐射纹的少数环形山之一。1963年11月1日，英国曼彻斯特大学的两位研究人员，在拍摄开普勒环形山及其附近地区的照片时，注意到就在这片地区内，在两小时内两次出现了红色发光现象，发光面积大得使他们惊讶，每次都超过了10000平方公里。

他们从三个方面对这次有色现象提出了自己的见解。首先，他们指出持续时间不长而面积那么大的发光现象，不可能由某种月球内部原因造成，而应该认为是起因于太阳。其次，他们认为，由于月球不存在大气，月面受到紫外线、X射线、伽马射线等全部太阳辐射的猛烈袭击，这时，月面的某

些地方有可能被激发而发光，面积也可能比较大。再次，他们明确提出，开普勒环形山这两次发光现象的根源在于太阳面上出现了耀斑。11月1日那天，太阳上出现了两次规模不算大的小耀斑，它们的时间间隔与开普勒环形山的两次红色发光现象的时间间隔基本一致。

两位英国科学家的观点比较新颖，但他们没有得到广泛的支持。如果他们把月面辉光现象与太阳耀斑联系在一起的解释是正确的话，那么，月球发光现象也该有周期性，而且在太阳活动极大、耀斑出现较多的那些年份里，红斑现象也应该出现得更多、更频繁。观测表明，这样的事从来没有发生过。

亮点位于月球明暗界线附近

1985年5月23日，希腊的一位学者正在调试自己口径为11厘米的折射望远镜。当时月球的月龄为4，也就是从月朔算起，大体上只过了4天的时间。在连续拍摄的7张月球照片中，有1张吸引了大家的注意，照片上出现了一个事先没有预料到的清晰的亮点。经过核查，亮点位于月球明暗界线附近的普洛克鲁斯C环形山地区。

对此，希腊学者提出了一个大胆的假设。他认为：由于月面没有大气，被太阳照亮的月面部分的温度，与没有太阳照亮部分的温度相差悬殊。当太阳从月面上某个地区日出时也就是从那些正好处在明暗界线附近的地区日出时，一下子从黑夜变为白天的那部分月面温度迅速升高，从零下100多摄氏度升到100多摄氏度。强烈而迅速的溫度变化使得月球岩石胀裂开来，被封闭在岩石下面的气体突然冲到月面，迅

速膨胀，产生了明亮而短暂的发光现象。

最近，美国的一位通讯工程师也提出了类似的看法。他曾检测过一些从月球上采集回来的月球岩石标本，发现岩石中含有像氦和氩之类的挥发性气体。他认为，月岩热破裂时释放出来的电子能，完全有可能把挥发性气体点燃，引起短暂的闪光现象。他还表示，他的设想并非毫无根据。据说，月球岩石在地面实验室里进行人工断裂时，确实曾放出过小火花。

过去也确实多次有人在月球明暗界线附近，发现过这类短暂的发光现象。但是，在得不到阳光的月球阴暗部分，也曾观测到过这种闪闪发光现象。这又该如何解释呢？

短暂的现象

早在1787年，英国著名天文学家赫歇耳就曾观察到过月球表面的红色辉光。最近这些年来，月球上的辉光、雾气、彩斑现象似乎有所增加，这也许与观测手段的发展有关。这些被称为“月球短暂现象”的变幻现象，日益引起各国天文学家的关注。

到目前为止，已经记录到的“月球短暂现象”数以千计，也许其中的一部分是由于大气干扰等原因造成的错觉或幻觉，但短暂现象的存在是否定不了的。

这类短暂现象的范围一般都不大，方圆一二十公里，平均持续时间一二十分钟到半个来小时，而且多数都发生在地质年龄比较轻的那些环形山附近，譬如阿利斯塔克、阿尔芬斯等环形山，以及月面洼地的边缘地区。应该相信这决不是偶然的。

至于这些短暂现象的原因是什么，一直是众说纷纭，似乎是证据充分、很有说服力的火山喷发和火山活动学说，也没能得到多数人承认。其中很致命的一点是：不论是地面观测还是宇航员亲临月球的考察，都没能找到新喷射出来的熔岩痕迹，也没有看到月面局部面貌有所改变。前面提到的其他论点，以及认为是地球的潮汐作用触发月震、月震转而又使密封在月岩下面的气体冲向月面等观点，那就更不完善了。

有人把月球短暂现象称做“变幻无常的月球现象”。说它“变幻无常”，反映了我们对它的来龙去脉还不清楚，但事实真相总会有大白的一天，尤其是发生在离我们这么近的月球上的现象。

月 体 肿 瘤

在人类对月球的一系列发现中，有这么一种奇怪的现象：月球体内存在着不寻常的物质瘤，而且不止一个。月球也会生病吗？月球怎么会长瘤子呢？这是什么类型的瘤子？就像医生通过仪器给人体检，发现病人体内有变异的肿块一样，科学家们已经确诊，月球体内有“肿瘤”。

月球体内的质量瘤不是科学家用什么仪器给月球体检发现的，而是根据月球对绕它运动的人造天体的引力变化推测出来的。1966年8月至1967年8月，美国为人类登月积极做准备，先后共发射5个“月球轨道环行器”飞船。它们航行到月球后，成为环绕月球运动的人造月球卫星，实现对月球近距离全面考察。

“环行器”飞船在环绕月球运动的过程中，有时发生莫名