



总顾问 费孝通 总主编 季羨林 副总主编 柳斌
中华万有文库

科普卷

中小學生航空航太知識

踏上月球

ZHONG XIAO XUE SHENG HANG KONG HANG TIAN ZHI SHI



北京科学技术出版社
中国社会科学出版社

中华万有文库

总 顾 问 费孝通
总 主 编 季羨林
副总主编 柳 斌

科普卷·中小学生航空航天知识

踏 上 月 球

《中小学生航空航天知识》编委会

主 编	王 冈	曹振国			
副主编	邓 翔	胡向阳	向 英		
编 委	王 冈	曹振国	邓 翔	胡向阳	
	王辅忠	项 华	赵文博	王 希	
	王 靖	齐小平	齐旭强	李 巍	
	张富民	杨邵豫	向 英		

北京科学技术出版社
中国 社 会 出 版 社

中 华 万 有 文 库

图书在版编目 (CIP) 数据

中小學生航空航天知識/季羨林總主編.-北京:北京
科學技術出版社, 1997. 10 (中華萬有文庫·科普卷)

ISBN 7-5304-1868-8

I. 中… II. 季… III. ①航空-基本知識-青少年讀物
②航天-基本知識-青少年讀物 IV. V-49

中國版本圖書館 CIP 數據核字(97)第 23747 號

科普卷·中小學生航空航天知識

踏上月球

主編 王 岡 曹振國

北京科學技術出版社出版
中國社會出版社

北京印刷一廠印刷 新華書店經銷

787×1092 1/32 4.625 印張 94 千字
1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷
印數: 1-10000 冊

ISBN 7-5304-1868-8/Z·923

定價: 144.00 元(全套 24 冊)單冊定價: 6.00 元

中华万有文库

总 顾 问 费孝通

总 主 编 李美林

副总主编 柳 斌

《中华万有文库》编辑委员会

主 任： 刘国林

秘书长： 魏庆余 和 癸

委 员：（按姓氏笔画为序）

王 斌	王寿彭	王晓东	白建新
任德山	刘国林	刘福源	刘振华
杨学军	李桂福	吴修书	宋士忠
张 丽	张进发	张其友	张荣华
张彦民	张晓秦	张敬德	罗林平
封兆才	和 癸	金瑞英	郑春江
侯 玲	胡建华	袁 钟	贾 斌
章宏伟	常汝吉	彭松建	韩永言
葛 君	鞠建泰	魏庆余	

《中华万有文库》

总序言

本世纪初叶，商务印书馆王云五先生得到胡适之、蔡元培、吴稚晖、杨杏佛、张菊生等 30 余位知名学者、社会贤达鼎力相助，编纂出版了《万有文库》丛书。是书行世，对于开拓知识视野，营造读书风气，影响甚巨，声名斐然，遗响至今不绝。

1000 多年以前，南朝学者钟嵘在《诗品》中以“照烛三才，晖丽万有”来指说天地人间的广博万物。今天，我们全国各地的数十家出版发行单位与数千名作者以高度的历史责任感，联袂推出《中华万有文库》，并向社会各界读者，特别是青少年读者做出承诺：传播万物百科知识，营造益智成功文库。

我们之所以沿用《万有文库》旧名，并非意图掠美。首先，表明一个信念：承继中国出版界重视文化积累、造福社会、传播知识的优秀传统，为前贤旧事翻演新曲，把旧时代里已经非常出色事情在新时代里再做出个锦上添花。其次，表明我们这套丛书体系与内容的鲜明特点。经过反复论证，我们决定针对中小学生在提倡素质教育的需要和农村、厂矿、部队基层青年在提高基本技能的同时还要提高文化与科学修养的广泛需要，以当代社会科学和自然科学的基础知识为基本立足点，编纂一套相当于基层小型图书馆应该具备的图书品种数量与知识含量的百科知识丛书。万有的本意是万物，百科知识是人类从自然界万物与社会万象之中得到的最重要的收获，而为表示新旧区别，丛书之名冠以中华。这就是我们这套丛书的缘

起与名称的由来。

《中华万有文库》基本按照学科划分卷次，各卷之下按照内容分为若干辑，每一辑大体相当于学科的2级分支，各卷辑次不等；各辑子目以类相从，每辑10至100种不等，每种约10数万字，全书总计300余辑3000余种。《中华万有文库》不仅有传统学科的基本知识，而且注意吸收与介绍相关交叉学科、新兴学科知识；不仅强调学科知识的基础性与系统性，而且注重针对读者的年龄特点、知识结构与阅读兴趣而保持通俗性和趣味性；不仅着眼于帮助读者提高文化素质与科学修养，而且还注重帮助读者提高劳动技能和社会生存能力。

每个时代中的最大图书读者群是10至20岁左右的青少年。每个时代深远影响的图书，是那些满足社会需要，具有时代特点，在最大读者群中启蒙混沌、传播知识、陶冶情操、树立信念的优秀图书。我们相信，只要我们扎扎实实地做下去，经过几个以至更多的暑寒更迭，将会有数以百万计的青少年读者通过《中华万有文库》获取知识，开阔眼界，《中华万有文库》将在他们成长的道路上留下明显的痕迹，伴随他们一同走向未来，抵达成功的彼岸。

海阔凭鱼跃，天空任鸟飞，凭借知识力量，竞取成功，争得自由。在现代社会中，没有人拒绝为获取知识而读书，这是《中华万有文库》编纂者送给每位读者的忠告。追求完美固然是我们的愿望，但世间只有相对完善，《中华万有文库》卷帙庞大，子目繁多，难免萧兰并擷，珉玉杂陈。这些不如人意之处，尚盼大家幸以教之。我们虚心以待。是为序。

《中华万有文库》编委会

目 录

从地球上看见月球	(1)
月球概况	(1)
人类对月球的认识	(4)
月儿有圆有缺	(7)
月亮是地球美丽的卫星	(11)
新月和满月	(11)
上弦和下弦	(13)
满月的光亮度	(13)
月亮上的“海”	(14)
月海之谜	(15)
月球上的环形山	(17)
月球山形成的原因	(17)
月球上的水和空气	(19)
月球上的温度变化	(19)
月球上的山的特点	(20)
月亮上的“天”	(21)
月亮离我们多远	(22)
月亮为什么不会掉下来	(24)
月球是从哪儿来的	(25)
美国与前苏联的登月竞赛	(27)
到达月球的第一号使者——前苏联“月球号”	(30)

美国“徘徊者”探测器抵达月球	(32)
前苏联探测器软着陆月面	(35)
美国探测器软着陆月面	(37)
绕月运行的人造地球“孙卫星”	(39)
前苏联第二代探测器	(42)
附：前苏联、美国探月计划结果	(47)
美国的得意之作——“阿波罗”载人登月	(55)
“阿波罗”计划	(55)
载人登月前的勘察工作	(58)
美国的第三代宇宙飞船	(61)
宏大的“阿波罗”装配工程	(70)
拉开载人登月的帷幕	(72)
“阿波罗”第一次环绕月球飞行	(73)
首次载人登月的“阿波罗 11 号”	(76)
第二次载人登月的“阿波罗 12 号”	(90)
阿波罗 13 号历险记	(91)
阿波罗 14 号登月考察月球丘陵地带	(94)
带自动月球车的阿波罗 15 号	(95)
战胜险阻登陆高地的阿波罗 16 号	(97)
最后一次登月的阿波罗 17 号	(99)
附：“阿波罗”宇宙飞船的飞行记录	(102)
前苏联的载人登月计划	(105)
登上月面的前苏联“月行者”	(105)
前苏联载人飞船登月的破灭	(106)
登月勘察的收获	(110)
月震的研究	(110)

月球岩石与月球起源·····	(114)
开发月球的前景·····	(117)
未来的登月构想·····	(119)
未开垦的处女地·····	(119)
丰富的矿产资源·····	(122)
探月仍须继续·····	(125)
建立月球基地的构思·····	(126)
日本月球基地的设想·····	(130)
未来的能源基地·····	(131)
月球资源的利用·····	(134)

从地球上观月球

月球概况

1609年，意大利科学家伽利略制成了一架简单的望远镜，首先用它来观察月亮，迈出了人类用科学仪器观测天体的第一步。观察结果使伽利略大为惊奇，原来，月亮并不象人们想象的那样洁白无瑕，景色迷人。月亮上有明有暗，瘢痕累累，有些地方还凹凸得十分厉害。伽利略认为：那些明亮的部分不断改变颜色，一定是山脉；那些总是黑暗的部分，一定是海。他还给月面上这些暗的部分起了海洋的名称，比如“云海”、“湿海”、“雨海”、“冷海”、“风暴洋”等等。

三百多年来，人们继伽利略之后，不断地观测月亮，绘制了许多幅月面图，一张比一张精细。不过，人们在地球上看到的月亮，只是它朝着我们的那张“笑脸”，却始终看不到它的“后脑勺”。直到1959年10月7日，前苏联火箭“月球3号”第一次飞到月亮背面，把它的“后脑勺”照了相回来，这才使我们有可能认识月亮的全貌。原来，月亮的背面也同样荒凉坎坷，山地比正面更多一些。

月亮在太阳系的卫星中虽然不算最大的，但是跟它的主星——地球相比，月亮却是个大卫星。月亮的平均直径3475.8千米，大约相当于地球直径的 $\frac{1}{4}$ ；它的表面积是3800万平

方千米，相當於地球面積的 $1/14$ ，比我們亞洲的面積稍微小一點；月亮的體積是 220 億立方千米，等於地球體積的 $1/49$ ；月亮的質量是 7350 億噸，大約等於地球質量的 $1/81$ ；月亮物質的密度是每立方厘米 3.34 克，相當地球密度的 $3/5$ 。這樣大比例的衛星，在太陽系里是少有的，月亮和地球簡直象是一對行星。

月亮離開我們有多遠呢？從月亮到地球的平均距離是 384400 千米，相當於地球半徑的 60 倍，約等於環繞地球赤道 10 圈的行程。

月亮繞地球旋轉的軌道不是正圓，而是橢圓形的，所以離開我們有遠有近：最近的時候只有 363300 千米，最遠的距離是 405500 千米。如果我們注意觀察，可以看出月亮有時候顯得大一些、亮一些，離我們最近的時候要比最遠的時候看起來大 12%，亮 30%。

月亮表面的暗斑，就是伽利略稱之為“海”的部分。實際上，月亮上根本沒有水，“月海”有名無實，發暗的部分是比周圍低洼的廣闊平原。最大的“月海”——風暴洋的面積 500 萬平方千米，比我國面積的一半還要大一些。“月海”共 22 個，約占月亮總面積的 40%，其餘 60% 發亮的部分被稱為“陸”。這裡是高地和山脈，峰巒重迭，溝壑縱橫。“陸”比“海”平均高出 1500 米。

月亮上的特產是環形山。環形山一般是圓形的，四周山壁突出，內坡比較陡峭，外坡比較平緩，樣子很象火山口。有些環形山中心還聳立著一個孤立的山峰，叫“中央峰”。環形山的山壁有高有低，一般高度在 200~500 米之間。環形山的範圍有大有小，最大的環形山是月亮南部邊緣的貝利環形山，

直径 295 千米，四周山壁高达 4250 米，简直是被高山包围的大平原，把我国的海南岛装进去还绰绰有余。有些环形山四周山壁不高，可是中间底部深陷。最深的是牛顿环形山，比外围的平原低 7 千米，比山壁低 8858 米；把地球上最高的珠穆朗玛峰装进去，可以看不见山尖。

月亮上的环形山很多，“陆”上有环形山，“海”里也有环形山，“陆”上的环形山比“海”里的多。用望远镜能够看清的直径在 1 千米以上的环形山，大约有 33000 多个，直径在 1 千米以下的只能算是坑穴了，多得不计其数。这些坑穴把月面弄得千疮百孔，瘢痕满目。

环形山是怎样形成的呢？有两种说法。一种说法认为是火山喷发的结果。火山喷发时岩浆喷涌出来，向四面八方流去，形成了环形山壁，火山口就是环形山中间的盆地。另一种说法认为行星际空间有许多游荡的石头——流星体，因为月亮没有大气保护，它们可以毫无阻拦地冲击月面，造成坑穴和环形壁。这两种说法都有道理，有待进一步探索研究。

月亮上的“海”徒有其名，可山却是名副其实。山脉不多，大多以地球上山脉的名字命名。月亮上的山同地球上的山相比毫不逊色，甚至更加险峻陡峭。最长的山脉长达 1000 千米。月球南极附近的莱布尼兹山脉，最高的山峰高达 9 千米，地球上的最高峰见了它也得“甘拜下风”。

除了“海”和山以外，月面上还有许多其他的结构：以环形山为中心向四面八方伸展的长而宽的条纹——“辐射纹”，像峡谷一样长长的裂缝——“月谷”，“海”的分支——“湾”，比“海”高而比“陆”低的区域——“沼”，范围比较小的“暗块”——“湖”，等等。

同地球一樣，月亮上也有土壤，厚度從幾厘米到幾十米。人們原來以為月亮上的塵土很鬆軟，可人類登上了月亮以後，留下的第一個腳印卻只有幾分之一厘米深。土壤里含有氧、硅、鐵、硫、鈷、鋁、鎂、鈦等元素，沒有發現與地球上不同的新元素。很有意思的是這些土壤里含有不少玻璃質的小珠，它們很可能是流星體撞擊月面，產生高溫高壓，熔化了岩石，向周圍飛濺形成的。

土壤下面是岩石，大多是由熔岩凝固而成的玄武岩。在地球上很普遍、含量很豐富的鈉和鉀，在月球上倒很少見，而在地球上相當稀有的鉛、鋅、鈾和稀土元素，在月岩中含量卻很高。月岩中含有很多的鐵、鋁和鈦，將來可以開發這些礦藏，用來滿足人类的需要。人們利用放射性紀年法，測得月面岩石的最高年齡是 47.2 億年，與地球年齡差不多。很可能月亮和地球是在同一種環境條件下，同時誕生的。

月亮確實荒涼沉寂，但還不是一個完全僵死的天體。它內部的溫度仍然相當高，月震、山崩、火山噴發等類似地質變動的自然現象也在發生。月亮還在活動着。

人類對月球的認識

人類向宇宙進軍的第一個目標是我們的近鄰——月亮。月亮是地球的衛星，顧名思義，它就象一名衛兵，環繞在地球的周圍。月亮與地球可以說是形影不離，它的柔和的光亮，曾使天文學家和詩人們激動不已。古往今來，多少文人墨客賦詩著文，為月亮編織了層層奇妙的面紗。

自從伽利略以來，人們用望遠鏡可以看到月球上有許多

环形山，山与山之间有凹地，天文学家开始把它叫“海”，其实根本不是什么海，更没有水。月球上有大大小小数不清的坑，这是由宇宙中的流星击中月球所造成的。为什么月球这么“不幸”呢？说来还得怪月球自己，这是因为月球的引力很小，它“抓”不住空气，于是月球上的大气层很薄很薄。流星在闯入月球过程中不能烧毁，可以无遮无碍地、无情地砸到月球上，就留下了点点“伤痕”。月球是一个完全没有生命现象的世界，这一点科学家是清楚的。我们探索月球的目的，并不想从月球上寻找生命，而是想把月球开辟成一个宇宙航行的基地，从这里向更远的宇宙探索。此外，由于在月球上更便于了解宇宙空间的知识，我们可以把更多的仪器放在那里，获得更多的宝贵资料。还有一点是，月球一直保持着原始的未开发状态，还是几千万甚至几亿年前的老模样，因此研究月球岩石和地质构造，对了解地球的生成及演变是很有帮助的，这就是人们一直对月球感兴趣的原因。

2000年前，人类就向往月球。16世纪意大利物理和天文学家伽利略（1564~1642）发明了望远镜，人类第一次通过望远镜观察到月球。这大大有助于人们认识月球。18世纪末，拍摄到的照片仍然是始终面向地球的月半球，分辨率为1千米左右；同时出版了月球图。至此，人类能看到月球的轮廓，但对月球结构、月面实际情况以及月球空间环境仍不清楚。

月球自转和绕地球运行是同步的，周期为27.32天；可见面中约1/3是阴暗色盆地。最初称它为“海”，实际上是盆地。月球赤道直径是3476千米，为地球直径的27.25%；它的体积为地球的2%，质量是地球的1%（地球密度为5.5克/厘米³，而月球密度则是3.3克/厘米³）。月球轨道呈椭圆形，

近地点 356330 千米，远地点 406610 千米。月球表面布满沉积的尘埃，既无空气，又无水。由于是一个真空环境，向日面和背日面温度差别极大。根据美国加利福尼亚州威尔逊天文台的纪录，月球赤道点中午温度是 101°C ，而子夜为 -152.7°C 。

在空间时代之前了解月球，只能依靠对电磁和粒子辐射的研究，利用望远镜观察，测量原始行星引起的太阳风，并寻找陨星落到地球上的碎块进行分析。在“阿波罗”宇宙飞船登月前，许多天文学家认为月球与地球有相同球粒陨星的组分。有的行星学者以为月球相当热。一段时间里，月球“热”和“冷”的学派争论不休，各执己见。

1893 年，格罗夫·卡尔·吉伯特 (1843~1918) 对月球表面提出了新的解释，支持月球寒冷学派。他用美国海军观测站的 0.67 米焦距望远镜观察了月球 18 个夜晚，并假定平坦的浅灰色月球表面是与巨大的物体面碰撞而成的。1961 年获得诺贝尔化学奖的哈罗德·克莱顿·尤里 (1893~1981) 这样解释他看到的月—地之间的差别：“地壳岩石大概是由于经过未完全熔化过程和长期的分裂而形成的。在月球上似乎未产生后期的分化。”美国史密森天体物理观测台台长弗雷德·惠普尔断定在月球上有许多火山活动证据；最大火山口是小行星或陨星碰撞的结果。天文学家和企业拉尔夫·鲍德温推测，大部分月面是由于强大物体碰撞、通过热和压力使岩石成形。1963 年英国天文学家帕特里克·穆尔指出，月球硬壳是灼热粘稠岩浆的固化；1966 年美国地质学家杰克·格林描述月球海是由玄武岩构成的，像地球上的火成岩。根据美国宇航员带回来的月岩分析，证实了美国耶基斯和麦克唐纳

天文台台长杰勒德·凯珀(1905~1973)1954年作出的结论：月球是由放射性热物质构成的。

在上述有关月球起源争论中形成了三个学派：凯珀主张月球的形成是与地球一样长久；尤里假定月球是因太阳阴霾的某一个地方被捕获而形成，这是从动力学观点推测月球起源；乔治·达尔文(1854~1912)提出了第三种不同的说法。他介绍说，在聚变过程中，月球是由地球喷射出的物质中一个巨大滴分化而迅速旋转形成，那个巨大滴停留在近地球轨道上，以后，由于潮汐驱动分开成为月球。他的设想得到美国天文学家威廉·皮克林的支持。他还进一步认为太平洋盆地是巨大滴分化的遗迹。月一地分开论的一些支持者援引了月球密度(3.3 克/厘米^3)低于地球平均密度(5.5 克/厘米^3)，相当于地壳和地幔部分密度的情况作证据。

前苏联对月球起源所持的观点，是根据月球演化物理学概念。该理论认为，在地球形成时小物体和重粒子聚集在地球周围，最后形成月球。关于地一月系的形成，前苏联倾向从日心轨道粒子开始，由一个小核心起，在质量上逐渐增大而形成月球；或者在绕地球质量中先形成几颗大卫星，每一个有月球现在质量的一半或 $1/3$ ，以后受潮汐的摩擦，使之接近轨道并引起碰撞结合。

月儿有圆有缺

月亮有时圆，有时缺，总是在有规律地变化着。人们天天看到这种变化，却不一定都知道它的原因。

早在1800多年以前，我国东汉时代的天文学家张衡就认

为，月亮本身不发光，它的光是太阳照耀反射出来的光。宋代学者沈括进一步指出，月亮的形状象弹丸，太阳照耀才发出光来：开始的时候，太阳在月亮的旁边，光从一侧照它，我们就看到“月如钩”；以后太阳渐渐离得远了，阳光斜照，月相也就慢慢地“满”起来。沈括还用一个半边涂了白粉的球做实验：从侧面看，涂粉的地方好像一个弯钩；从正面看，确是一个正圆。

月亮确实也是一个黑暗的天体，自己不会发光，是靠反射太阳光而发亮的，所以我们才能看见月亮。月亮是地球的卫星，它不停地绕着地球运行，同时，月亮又和地球一起，环绕着太阳转动，这样就造成了太阳、地球、月亮三者之间的相对位置不断发生变化，我们在地球上见到月亮就有圆有缺。月亮圆缺的各种形状，就叫做“月相”。

月亮公转时有8个不同位置。太阳光从右面照来。当月亮转到太阳和地球中间，太阳照亮月亮的背面，这时候，月亮和太阳一同从东方升起，又一同从西方落到地平线下，所以我们看不见它。月亮在这个位置是“新月”或者叫做“朔”。“朔”以后两三天，太阳光能够照亮它朝着地球那半球的边缘部分，我们可以在太阳落下去的西方天空，看见一钩弯弯的月牙儿，叫娥眉月。这就是“初三、四，月如眉”的来历。月亮逐渐转到与太阳和地球的连线成直角的位置，被我们看见的明亮部分不断增大，这时候就能看到半个明月，叫做“上弦”。半月一过，月亮一天比一天地圆起来，就到了“凸月”的阶段，难怪群众以“七洼八平九鼓肚”的说法来形容“上弦”前后几天的月相变化！等到月亮转到与太阳完全相对的一面，也就是地球在太阳和月亮中间，太阳光把月亮