

世界科学前沿普及译丛

月球探索

阿波罗登月纪事

Exploring the Moon The Apollo Expeditions

[英] 戴维·M·哈兰 著

于喜海 尹国英 等译

湖南教育出版社



世界科学前沿普及译丛

月球探索

阿波罗登月纪事

Exploring the Moon The Apollo Expeditions

[英] 戴维·M·哈兰 著

于喜海 尹国英 沈羨云

王爱华 邢庆华 译

于喜海 审校

湖南教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

月球探索: 阿波罗登月纪事 / (英) 哈兰著;
于喜海等译. —长沙: 湖南教育出版社,
2001.12

(世界科学前沿普及译丛)

书名原文: Exploring The Moon: The Apollo
Expeditions

I. 月… II. ①哈…②于… III. 月球—通俗
读物 IV. P184-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第
004351 号

湖南省版权局著作权合同登记

图字: 18-2000-002

Translation from the English language edition

Exploring The Moon by David M. Harland

Copyright © Praxis Publishing Ltd., Chichester, UK, 1999

Chinese translation copyright © 2002 by Hunan Education Press

Published in association with SpringerVerlag London Ltd.

All Rights Reserved

(本书中文版权通过上海市版权代理公司帮助获得)

丛 书 名: 世界科学前沿普及译丛

书 名: 月球探索——阿波罗登月纪事

著 者: [英] 戴维·M·哈兰

译 者: 于喜海 尹国英等 审 校: 于喜海

责任编辑: 黄永华

责任校对: 赵 红 封扉设计: 肖 毅

出版发行: 湖南教育出版社 (长沙市韶山北路 643 号 邮政编码: 410007)

经 销: 湖南省新华书店

印 刷 者: 湖南省新华印刷二厂

开 本: 870mm×960mm 1/20

印 张: 25.2 字数: 440000

印 数: 1—5000 册

版 次: 2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-5355-3657-3/G·3652

定 价: 35.00 元

(本书若有印刷质量问题, 请向承印厂调换)

献 给
阿波罗飞船 1 号乘员组
格斯·格里森、爱德华·怀特和罗杰·查菲



“如果我们为此罹难，
愿人民能够接受这一点。
我们从事的事业充满了风险，
但是我们希望，
不要因为出现什么事件
就把飞行计划拖延。
征服太空，
值得豁出生命去实现。”

——格斯·格里森

本书简介

自古以来，月球就是人类非常关注和不断观察的对象，并因此留下了许多美好的夙愿和科学假说。1969年7月20日，从航天员阿姆斯特朗踏上月球静海的“一小步”起，人类才算初步地揭开了月球的神秘面纱。

《月球探索》这本书，从严格意义上讲它应该是有关月球科学的一本专著，但是从写作手法上看，它又是一本大科普的巨著。作者戴维·哈兰(David Harland)到处走访，广看录像，浏览群书，旁征博引，以阿波罗月球探险为主线，图文并茂，将航天员在月面上的所行、所做、所看、所说、所感、所取(采标)的情景全面展示在读者面前，生动地描述了月球探险的曲折历程，读起来犹如身临其境，同航天员们一起漫步于月球上。对现场考察的实况，又同历代的月球观测结果及其假说相对照，进行深入浅出地比较、分析，令人耳目一新，不由地增长了许多知识，仿佛进入了一个新的世界。

《月球探索》这本书，主要描述阿波罗航天员在月面上所进行的探测活动，而不是侧重描述如何抵达月球的技术内容。这是一个冒着巨大风险进行月球探测的真实故事，因此把航天员的话语同人们从不同渠道所拍摄的照片结合在一起讲述。它是一篇月球旅行纪录，通过连续的反思，记载了每分钟里航天员们做了什

么，说了什么以及感受到了什么。当你阅读这本书的时候，你会感受到航天员在月球考察的真实状况……戴维·哈兰集中描述了阿波罗 15 号、16 号和 17 号(最后 3 次)月球着陆的详细情节，每次都在月球上逗留了 3 天，同时使用了著名的“月球车”而到处漫游。这 3 次飞行所完成的任务占了整个月面活动总量的 $\frac{3}{4}$ 。虽然你能读到的这个文本只是描述人类的一次特殊冒险活动，但是航天员的工作关系到月质学的研究，而且能使对行星地质学感兴趣的人们，懂得如何在月面上进行“野外实习”。对阿波罗计划成果来说，这也是一次“空前绝后的研讨会”。

这本读物通俗易懂，富有趣味性，是对月球科学的一种独一无二的贡献。一切关心月球的人们，一切爱好科学的人们，读读这本书，它会带你步入月球科学的神圣殿堂，诱你深思遐想，心驰神往，回味无穷，永志难忘。

译者序

《月球探索》是由英国戴维·哈兰(David Harland)撰写的空间科学与技术系列丛书中的一本,由施普林格(Springer)公司出版发行,原书号为 ISBN 1-85233-099-6。湖南教育出版社慧眼识珠,果断购下了本书的翻译出版权。迄今为止,这本书还是国内图书市场上所能见到的惟一的一部翔实描绘月球地质、地貌、地势和地层等有关月球科学各个领域的高级科普巨著,是一本令人爱不释手的好书。

全书总共分为 10 章 120 节,有 200 多幅照片与图表以及附录、作者序、缩写词表、术语汇编,还有阿波罗 15 号指令长、登月航天员斯科特撰写的后记,有殉难航天员生前写的誓言诗篇和作者为因车祸不幸身亡的月球科学家休梅克写下的一首悼念诗,全书洋洋洒洒数十万字,真是应有尽有,面面俱到,犹如一本月球科学的百科全书。

作者以美国阿波罗登月计划为主线,全面回顾了登月前人类对月球在地面所进行的长期观测以及发射各种无人航天器所进行的探测活动,介绍了科学家们的研究结果和提出的各种假说,并巧妙地融会于阿波罗登月探索实践中,进行了生动、有理、有据的对比研究,不禁让人耳目一新,心悦诚服。作者充分发挥了他从电视节目主持人那里学来的才干,大胆地采用了虚实结合、现

场实况直播的手法，全景式地描述了航天员的音容笑貌、饮食起居、驾驶登月舱月球着陆，综合描绘了航天员野外考察、艰苦跋涉、钻孔采标的情景，生动地再现了当年实施阿波罗计划的壮观景象和艰难历程。读来，仿佛也置身其中，情不自禁地与航天员同呼吸共命运，一起分享着登月活动的喜怒哀乐，也不由地增长了月球知识，令人茅塞顿开，别有洞天。这本书很值得一切月球爱好者和广大青少年一读，它会使人们受益匪浅。

* * * * *

本书由中国译协科技翻译委员会副秘书长陈养正教授推荐给译者，中国译协中国科技翻译委员会副秘书长、中国科技信息研究所尹国英译审给予了指导并翻译了本书的第9章；中国译协中国科技翻译委员会顾问、中国航天医学工程研究所于喜海研究员翻译了本书的第1、2、8章及所有附属部分，并对全书进行了统稿和审校；中国航天医学工程研究所沈羨云研究员翻译了第5章部分内容、第6章、第7章和第10章以及部分计算机处理工作；中国航天医学工程研究所副研究员王爱华翻译了第5章部分内容；中国航天医学工程研究所助工邢庆华翻译了第3章和第4章。

限于译者水平，如有翻译不当之处，敬请批评指教。

译者

2001年5月于北京

序 言

自从尼尔·阿姆斯特朗(Neil Armstrong)从阿波罗 11 号飞船座舱里走出来,以他的“一小步”迈在月球静海那贫瘠荒凉的岩石上,不觉已经过去 30 年了。但是,那激动人心的登月时刻,迄今我仍然记忆犹新,永远不会忘却;那时,我正在 BBC(英国广播公司)电视中心第七演播室工作,对这次登月活动我做了实况解说。然而,仅仅比此早几年,我曾作为天文观测者群体中的一员,借助于望远镜和摄像机,在煞费苦心、竭尽全力地描绘着月球的景色。

自那时以来,社会上就出现了许多有关阿波罗探月的书籍,这些书中有些是大众科普性的,其他则都是些专业技术性的。那么,为什么还要出另外一本书呢?

原因就在于,戴维·哈兰(David Harland)的书同其他任何先辈的书都别具一格。该书以大量篇幅专门阐述了阿波罗月面探险的详细情况。据我所知,这种写作方式以前还未曾有谁尝试过。这里几乎没有那种所谓的花边材料,就像一连串戏剧性的阿波罗 13 号事件那样;他最为关心的是月球本身所实际发生的事件。他这种独到的考虑,使人阅读起来就像在看一篇冒险故事一样,但又包含着大量的令人震惊的月质学资料,这样我们几乎可以想像为,我们是在同航天员一道进行着月球探险工作。本书还参考

了一些十分有用的论文摘要和大量的参考资料及非常全面的文献，不仅包含了整个阿波罗计划，还包括了各种不载人的飞行计划任务，其范围从俄罗斯的微小的月球 1 号(Lunik 1)探测器直到现在的月球探矿者号(Lunar Prospector)航天器，真是应有尽有。

过去的 60 年，我一直在关注着月球。但是我承认，通过浏览这本书，确实学到了许多东西。读读这本书吧，您将不会感到失望的。

帕特里克·穆尔
(Patrick Moore)

作者序

1961年5月25日，约翰·肯尼迪(John Kennedy)总统在他的一篇题为《国家的急需》(*Urgent National Needs*)演讲稿中说道：“我认为，我国本身应该承诺，在今后不到10年的时间里，应能实现这一目标，即派送一个人在月球着陆，并能安全无恙地返回地球。”

肯尼迪当时并没考虑在月球上着陆的科学意义，虽然如此，但是可以确信，这种科学收益还是极为丰厚的。肯尼迪的动机是提高国家的威望，令人惊异的是，自1957年10月4日苏联将它的卫星送入地球轨道以来，美国在航天技术上已逐渐落后了，或者至少能让美国人如何来看待自己国家在该领域所处的地位。

比美国提前了6个星期，前苏联把尤里·加加林(Yuri Gagarin)送入了地球轨道。这样，当时美国所能做的，最多不过就是相当推迟地把阿尔·谢泼德送上亚轨道，又不准确地溅落到大西洋。肯尼迪之所以正确选择了在月球上着陆这个目标，是因为这一决定代表了广泛的技术挑战内容。从“为争夺月球而努力”的这句朴实无华的话里可以看出，肯尼迪当时断定，这样做美国不仅能够太空领域赶上苏联，而且还会稳稳走在前列。他已经得出了这样一个结论：太空就是强权政治的竞争舞台，而他正在对付苏联领导人尼基塔·赫鲁晓夫(Nikita Khrushchev)的挑战。

为了把登月活动看作为一场“竞赛”，肯尼迪强硬地规定了完成这项任务的最后期限。

为了强调任务的重要性，肯尼迪接着说：“在这个时期里，再没有哪项航天计划能给人类造成如此深刻的印象了，或者说再没有哪项航天计划能比这项长期太空探险计划更重要了；而且，也没有哪件事能够如此困难或者花费如此高昂的代价去完成。”

派人到月球这属于古老的“一对一决斗”形式的现代翻版，在决斗场上，对立双方军队排列成行，然后每次派出一个士兵去决一雌雄；而把自己的脚第一个踏上月面的人就将决定着这场特殊决斗的胜负。肯尼迪确信，谁都会懂得这种异曲同工的道理，“这不只是一个人登上了月球……而将是整个国家。”那么，为了强调此事至关重要，他警告说，“如果我们走在半路停下，或者在困难面前缩小我们目标，依我的判断，那就什么也别去干就再好不过了。”

如果肯尼迪没有遭到暗杀的话，那么这项计划很可能是在他离任之后马上就会告吹。如果不通过“缩小目标”，那么技术挑战规模之大将是显而易见的，随后就是使最后期限滑延下来，因而也就会放弃那种“竞赛”精神。肯尼迪的这种过早的遗赠反倒使他的计划许诺更加具体化了，而且为了纪念他而激发出的民族义务感也纯真无邪地支撑着这项宏伟的计划。

随着1962年2月20日的约翰·格伦(John Glenn)绕轨道飞行的成功，标志着美国已经完成了登月阶梯的第一部分搭建工作。但是在下一年，水星号飞船显示出的潜力却极为有限，当时在绕地球轨道飞行了22圈之后，飞船自动化系统失效，航天员戈登·库珀(Gordon Cooper)被迫靠手控再入大气层而返回地面。飞船本应当为其登月目的服务，但是他不能为航天员提供飞向月球所必需的技术。

沃纳·冯·布朗(Wernher Von Braun)倡导研制的土星5号火箭有着令人敬畏的提升能力(可把整整100吨的物体送入地球轨道)，但是它对阿波罗飞船的设计却提出了非常苛刻的限制条件：

必须拥有可分离为两部分的飞船。一旦进入了月球轨道，着陆器应能分离出来，并且降落到月球上；而“母船”应保留在月球轨道上，接着在着陆器返回到“母舰”上之后，再返回到地面家园。尽管肯尼迪原来只规定派送“一个人”在月球上着陆，但飞行任务设计人员认为必须使其倍增达到两个人才行，于是又被迫追加一个第三乘员来照看“母船”，这样就使阿波罗飞船变成了一个3人乘坐的运输工具。

尽管肯尼迪的最后期限透露出了紧迫感，但是十分清楚，在阿波罗飞船正样之前的几年，就应推出一条生产线来，生产的过渡性飞行器，在外观上像永久性飞船那样，但在可操作性上和耐用性上应比永久性飞船强得多，安排进行交会和连接（“对接”）的演练。因为这种新型飞船应乘坐两名航天员，故称为双子座号。

格斯·格里森(Gus Grissom)和约翰·扬(John Young)在1965年3月乘坐双子座飞船进行了试飞。仅仅绕地球轨道飞行了3圈，还没有格伦的历史性飞行时间长，但是它却验证了这种新型航天器基本系统的功能。1965年6月，埃德·怀特(Ed White)打开了飞船舱口，飘浮到舱外。这一举动的意义就在于，虽然阿波罗乘员应通过对接装置里的通道在运载器之间进行移动，但是一旦在应急状况下，乘员必须进行“太空行走”，才能从一个运载器进到另一个运载器中，所以这就必须进行“舱外活动”练习。苏联航天员阿列克谢·列昂诺夫(Alexei Leonov)早在3个月前就进行了这种“舱外活动”演练，而美国也正在进行这种训练。但是，在1965年8月，当美国航天员戈登·库珀(Gordon Cooper)和皮特·康拉德(Pete Conrad)在太空飞行了8天时，美国就声称自己创造了人体耐受性的新纪录。这样做的结果证明，在环月飞行任务所要求的时间里，处于“失重”状态下的人体能够进行工作，并且不会在返回地球时由于重力作用而造成失能。到了1965年12月，这项纪录被弗兰克·博尔曼(Frank Borman)和吉姆·拉弗尔(Jim Lovell)所打破，在太空的飞行时间达到了两周，但是两个人在如此长的时间里，是被禁锢在一个狭小的座舱里，实在有些

被迫接受严峻考验的味道。其中，他们有几个小时还接待了来访者：沃利·斯基拉(Wally Schirra)和汤姆·斯坦福特(Tom Stafford)，他们是乘另一艘飞船赶来，一起进行编队飞行；由此可以表明，太空交会是可行的。交会这事儿，当时苏联尚未尝试过。因为苏联的东方号飞船不具备轨道操作的能力，所以美国在交会技术上占了上风。而下一步的对接，则决定采用阿吉纳火箭作为靶机来试验。1966年3月，尼尔·阿姆斯特朗和戴维·斯科特(Dave Scott)与阿吉纳火箭会合，然后把双子座飞船的前端滑入了阿吉纳火箭的套环里。但是，他们却没有时间来庆贺，因为已打开的推进装置使系统处于翻转状态。地面休斯敦控制中心传来消息，说是阿吉纳可能出了问题，他们便脱离对接状态，但是飞船自旋得更严重。阿姆斯特朗便撤销一级推进装置，接通备份系统以便使飞船稳定下来，但是这样做就被迫缩短了飞行时间，开始应急降落。1966年6月，在汤姆·斯塔福特同新的阿吉纳对接之后，吉恩·塞尔南(Gene Cernan)出舱试验“背包”系统的性能。设计这种背包系统是供航天员太空行走、进行太空操作使用的。但是这套服装式环境系统却不能解决那种费力气的问题，因此对穿戴上背包所不能解决的问题，那就只好放弃不办了。让迈克·柯林斯(Mike Collins)担负一项用力很小的任务进行实验，他发现，在失重条件下企图进行有目的的移动，要比预计的情况难得多，迪克·戈登(Dick Gordon)也有同样的感觉。只是在1966年11月的最后一次飞行中，布兹·奥尔德林(Buzz Aldrin)在经过模拟失重的水下训练之后，同时在航天器中又安装上固脚穴位，这样才能在太空中进行有效的工作。因此，到1966年底，美国在太空领域已经稳稳处于领先地位。

满怀信心的格斯·格里森，按照日程应在1967年2月下旬乘阿波罗飞船进行为期14天的试飞，但不幸的是，在1月27日倒计时试验时，飞船里面起火，他本人以及埃德·怀特(Ed White)和罗杰·查菲(Roger Chaffee)3人一起被烧死。在对阿波罗飞船进行改造的前20个月就已做好了试验准备，但是到了那时候，

冯·布朗的强大无比的土星 5 号火箭已经轰然出世，而且航天员乘坐的月球着陆的飞船原型也发射升空，对其初始设计的各系统进行了不载人的检查。

经过如此的加工制造之后，到 1968 年 10 月沃利·斯基拉乘坐重建的阿波罗飞船升空的时候，整个阿波罗计划便由“开始的阻塞”跃进为竞争登月，以令人难以置信的高速度冲向肯尼迪设置的最后期限：每隔一个太阴月安排一次飞行。飞船的试验序列由地球轨道上的首次试验再逐渐转向月球着陆试验，程序安排得有条不紊。再下一步就是阿波罗整体技术状态试验，但是登月舱的研制还是滞后于时间进度表。根据斯基拉的阿波罗 7 号“101% 成功率”(万无一失)的安排，决定对阿波罗 8 号做无着陆器的飞行试验。阿波罗 8 号并非重复先前的试验，而是飞出地球轨道作环月飞行。对绕月“自由返回”的路径必须勘测清楚，牢记在心。因此决定，飞船应进入月球轨道。这是一次冒险的飞行，返回地球的火箭发动机一旦点火失效，那就会搁浅在茫茫太空里。借助轨道动力学环境，在圣诞节前夕，弗兰克·博尔曼、吉姆·拉弗尔 and 比尔·安德斯(Bill Anders)发现他们自己已来到月球背面，来到这人类从来没有到达过的地方，不觉产生几分孤独；他们在等待发动机点火以减小进入月球轨道的速度，当飞行绕到月球别的侧面时，就安全进入了月球轨道，这时他们观赏了从撞击疤痕累累的月平线上升起的地球奇观美景。而博尔曼所看到的月球，则是“充满了坑洞”。

随着 1968 年的过去，又到了决定命运的 1969 年，阿波罗飞船应该飞绕月球。但是，已经设计好的拟降落到月面的飞船尚没进行试验。3 月上旬，阿波罗 9 号飞船在地球轨道上进行了全系统试飞。戴维·斯科特照料着母船，而吉姆·麦克迪维特(Jim McDivitt)与拉斯蒂·施韦卡特(Rusty Schweickart)则进行投放登月舱以模拟向月球降落和从月面上升的飞行操作试验。阿波罗 10 号指令长汤姆·斯塔福特在月球轨道上对除了着陆以外的各个阶段进行了全面“彩排”演练。当年 5 月，把约翰·扬留在高轨道的指

挥-服务舱里，汤姆·斯塔福特与吉恩·塞尔南在主着陆点上空作了猝然下降的低空试验。

令人震撼的是，阿波罗飞船从在地球轨道上进行指挥-服务舱试验到在月球轨道上进行最后目标的大胆演练，前后总共才飞行了4次。可以毫不夸张地说，每次飞行任务所需要的器材都依赖于原有物，因为在半年多一点的时间里，令人惊异的各种各样的硬件设备都进行了考核试验。1969年上半年所取得的进展确实给人留下了深刻的印象，但对主体工程而言，这仅仅是组装工作。随着飞行序列的展开，满意地解决肯尼迪挑战的重任就落在了阿波罗11号指令长尼尔·阿姆斯特朗的肩上了。

* * *

我写《月球探索》这本书是为了给阿波罗11号登月飞行留下一点痕迹。从驾驶员的观点来看，这一成就便是阿姆斯特朗的鹰号登月舱在月球的着陆，而且他踏在月面上的这“一小步”，却引起了广大公众的无限遐想。

尽管登上月球的动机出于显而易见的政治目的，当阿波罗一取得这场“竞赛”的胜利，就使前苏联变得安分起来。但是，开放的计划还是有利于科学发展的。如果只是采用恶意的嘲讽手段，就像把目标单纯地转换为探索一样，会使广大公众失去兴趣。

对生活在当代的多数人来讲，阿波罗计划仿佛就是圣诞节时，一边是进行绕月轨道飞行，一边是读着《创世纪》圣经中经典名句的航天员，以及第一次月球着陆，还有飞行的失败，就这么简单；而对其他所有的飞行在公众的意识里则很难留下什么印象了。但是，阿波罗计划从最后的3次飞行中，获得了极为丰富的科技成果。本书所描述的就是航天员在月球上的活动情况，最后还要特别关注一下后几批乘员的工作成就。

在研究本书写作过程中，我使用了同时期的一些资料；观看了阿波罗航天员月面活动下行线路的电视录像；阅读了一些正式文件；审查了航天员拍摄的数千张照片，这样对我来说，既是一次“短程旅游”，又为月质标本提供了资料证据。另外，完成了初

步的科学报告，以及从所完成的工作中获得了意义重大、前景美好的创作灵感，我又阅读了几本由参与阿波罗计划的一些地质学家撰写的颇有启发性的书籍。

何以称为地质学家？

问题相当简单，因为执行最后3次飞行任务的航天员，除了安装地球物理仪器外，他们还开展了时间大竞赛，从一个地方跑向另一个地方，以便描绘出月质环境，采集岩石标本，拍摄表示陆地延伸的全景图片。虽然他们中的多数是航天驾驶员，但是在拍摄现场月质特征技术上还是得到了充分的个别指导。只有一名在月球上漫步的人不是驾驶员，他却是一名专业地质学家。鉴于这本书的内容是阐述航天员在月球上做了什么，而且他们实际所做的事都是野外地质学家的工作内容，因此，我的科学论文只能是，也必定是月质学。这是一个令人销魂夺魄的课题，因为这些新发现，倾注了大量的丰富多彩和玄妙无穷的知识。而且这不单单是探测月球，就是对地球，作为对照物的识别过程也刚刚才掌握，难度之大可想而知。几乎是在一夜之间，地质学家们轮换值班，把他们的注意力集中在从“局部”到“全球”的测绘上。从此，“行星地质学”这门学科便诞生了。

在讲述这个故事时，我从月球探测记录文献中借用了大量资料，从而采用了航天员在月球现场所拍摄的照片，图文并茂地编写出此文本；特别是我专为此书汇总了全景视图。这样处理，除了能培养人们如同和航天员一起在月面上探险的感觉以外，我还尽力阐明他们在做什么，以及又发现了什么。因此，这本书是集阿波罗计划的政治、管理和工程诸方面之大成，按照原状，集中表现航天员在重大事件中扣人心弦的活动情景。本书对人类首次登月重大意义是放在野外地质学上去认识，即把阿波罗乘员纳入到对月球做一般性探索的广阔角度上来处理。

在这本书里，有关航天员的对话内容是根据《阿波罗月面日记》中列出的文件编辑的，该文件是由埃里克·琼斯(Eric Jones)精心编撰并做了注释的，对此，我承认我是永远感激不尽的。我编辑