



航天科技图书出版基金资助出版

远征火星

[英] 马丁·J·L·特纳 著

陈昌亚 方宝东 俞洁 译



中国宇航出版社

航天科技图书出版基金资助出版

远征火星

[英] 马丁·J·L·特纳 著

陈昌亚 方宝东 俞洁 译



中国宇航出版社

·北京·

Translation from the English language edition;

Expedition Mars by Martin J. L. Turner

Originally published by the Springer-Praxis books.

ISBN 1 - 85233 - 735 - 4

Copyright © 2004 Praxis Publishing Ltd.

All rights reserved.

本书中文简体字版由著作权人授权中国宇航出版社独家出版发行, 未经出版者书面许可, 任何个人或者组织不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

著作权合同登记号: 图字 01-2011-4297

版权所有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

远征火星/(英)特纳著;陈昌亚,方宝东,俞洁译. —北京:中国宇航出版社,2011.7

ISBN 978-7-5159-0000-1

I. ①远… II. ①特… ②陈… ③方… ④俞… III. ①火星探测 IV. ①P185.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 134829 号

责任编辑 曹晓勇 责任校对 祝延萍 封面设计 03 工舍

出版

发行

社址

网址

经销

发行部

零售店

承印

版次

规格

印张

书号

定价

中国宇航出版社

北京市阜成路8号

(010)68768548

www.caphbook.com

新华书店

(010)68371900

(010)68768541

读者服务部

(010)68371105

北京画中画印刷有限公司

2011年7月第1版

880×1230

12.875

彩插 16面

ISBN 978-7-5159-0000-1

68.00元

邮编 100830

(010)88530478(传真)

(010)68767294(传真)

北京宇航文苑

(010)62529336

2011年7月第1次印刷

开本 1/32

字数 371千字

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

航天科技图书出版基金简介

航天科技图书出版基金是由中国航天科技集团公司于2007年设立的,旨在鼓励航天科技人员著书立说,不断积累和传承航天科技知识,为航天事业提供知识储备和技术支持,繁荣航天科技图书出版工作,促进航天事业又好又快地发展。基金资助项目由航天科技图书出版基金评审委员会审定,由中国宇航出版社出版。

申请出版基金资助的项目包括航天基础理论著作,航天工程技术著作,航天科技工具书,航天型号管理经验与管理思想集萃,世界航天各学科前沿技术发展译著以及有代表性的科研生产、经营管理译著,向社会公众普及航天知识、宣传航天文化的优秀读物等。出版基金每年评审1~2次,资助10~20项。

欢迎广大作者积极申请航天科技图书出版基金。可以登录中国宇航出版社网站,点击“出版基金”专栏查询详情并下载基金申请表;也可以通过电话、信函索取申报指南和基金申请表。

网址: <http://www.caphbook.com>

电话: (010) 68767205, 68768904

译 序

科学技术的发展和对探索未知的渴求，不断促进着人类对宇宙空间的了解和认识。自 20 世纪 60 年代以来，人类对宇宙空间的探索已从地球空间探测扩展到月球空间探测，甚至更加遥远的星际航行。

火星作为距离地球次近的一颗类地行星，有着许多与地球相似的地理环境特征，蕴藏着巨大的探索价值。迄今人类对火星的探测已达 40 余次。随着世界航天强国和新兴国家深空探测计划的实施，将有越来越多的空间探测器飞往火星，掀起新一轮火星探测的高潮。

“十一五”期间，在中俄两国政府航天合作框架协议的基础上，开展了中俄联合火星探测项目。中方独立研制的“萤火一号”火星探测器将搭载俄罗斯“福布斯”探测器飞向火星，实现环绕火星的科学探测。

有理由相信，中国作为负责任的航天大国，随着国家综合国力的不断增强，在不久的将来将适度开展以火星为重点的深空探测活动，中国人自主深空探测的足迹必将踏上距离地球约 4 亿千米的火星乃至 10 亿千米以远的星球，以更好地认识宇宙、服务地球、造福人类。

《远征火星》系统地阐述了火星探测任务的关键技术，重点对火星飞行的动力系统、能源系统等关键技术进行了论述，对未来人类开展的火星探测返回任务的难点和重点进行了深入细致的分析，内容比较丰富，可读性较强。

很钦佩，译者作为火星探测的热衷者和相关领域专家，不辞辛劳地将其翻译成中文。期望着《远征火星》中文版的出版，将对中国未来深空探测项目的实施起到积极作用。对广大从事深空探测领

域的工程技术人员和从事相关理论的研究人员及大学航天专业的教学具有良好的参考价值。

中国航天科技集团公司科技委副主任



2011 年 6 月 18 日

前言

长期以来，载人火星探索一直令许多人魂牵梦绕。当人类首次登上月球表面时，探索火星便被认为不可避免。然而事实却并非如此，历史可以告诉我们其中的原因。然而，将人类足迹扩展到空间，远征那些表面适合人类踏足的行星、卫星和小行星，这种想法一直存在，特别是在年轻人当中尤为盛行。有一些对空间探险冷嘲热讽的老者，他们也许会不同意空间探险，但对许多人而言，正是这种探索的想法激发了他们对空间的最初兴趣。让这个梦想再次破灭、让我们这一代人继续失望是令人遗憾的。人类一直在争论是否要登陆火星。我们真的需要探索火星吗？人类真的有必要这样做吗？我们负担得起远征火星的高昂成本吗？我们真正需要进入空间吗？这些问题并不是总能得到正面回答。哥伦比亚号航天飞机事故突显了载人航天的风险性。当载人航天探索的倡导者在摇旗呐喊时，国际空间站的花费和航天飞机飞行的高昂成本毕竟是无法回避的。机器人火星探测器在获取有关火星更多、更详细的信息中所取得的巨大成功对载人火星探测的必要性是一个打击。尽管如此，人们仍坚定地认为人类远征火星终将实现，因为我们是“人类”，探索并将对周边世界的无知减至最小是人类探索空间的天然推动力。

阿波罗计划在1972年终止，曾经在一个短暂的时间内人类远征火星看上去前景光明。在阿波罗时代，美国航空航天局（NASA）曾制定了一项拟于1982年执行的“短暂停留任务”计划，但当时尼克松政府航天计划的重点并非在此。1987年，由美国第一位女航天员莎莉·瑞德（Sally Ride）担任主席的一个委员会提出了远征火星方案，但里根政府没有批准。1989年，老布什总统提出了到2019年实现载人登陆火星的计划，但国会认为该计划成本过高。一直到今

天，美国航空航天局仍然没有制定出一项载人探索火星的明确计划，甚至连重返月球的明确计划也没有。不过，美国航空航天局已开展了一些行动，其高潮是1997年的“火星参考任务”以及次年发布的“补遗任务”。同时俄罗斯也进行了若干载人火星飞行研究，但未有将这些研究付诸实施的确切目标。欧洲空间局“曙光”（Aurora）计划的最终目标是到2030年实现载人登陆火星，但迄今为止的投入也是极其有限的。实际上，把国际空间站（ISS）看做是载人行星探测任务的先驱也不为过。

但这只是一些苗头，载人远征火星只是梦想而已，除非世界上有一个或多个航天机构真正做出确切的承诺。但我们也不必为此而悲观。载人远征火星在成本和技术上都不是那么高不可攀，花上20年，用少于航天飞机计划的年均费用就足够了，同时大多数技术难题都可用现有技术解决。

本书将论述这一重大技术挑战：如何让航天员乘组到达火星并安全返回。从某种意义上说，载人远征火星似乎仅仅是阿波罗计划的一个延伸，它的路途更为遥远。但显然，无论是在本质或数量上，更遥远的火星之旅肯定会遇到大量问题，它们对我们现有的技术水平，以及人类自身的能力都提出了远非阿波罗计划所能相比的挑战。30年后，依靠不断积累的载人航天飞行经验，我们理应更能应对这些挑战。从本质上说，远征火星主要有两大难题：人类承受长时间空间飞行的能力，以及为远征提供动力的化学火箭发动机的能力。我们可以利用俄罗斯和美国载人航天飞行计划积累的宝贵经验，以及从国际空间站获得的新知识，这些对未来载人远征火星都是宝贵的财富。新能源技术，如电推进和核推进方面的新技术将在这种长时间空间旅行中扮演重要角色。

当然，迄今已有许多书籍介绍过载人行星探索。我撰写此书的目的旨在以一种较为客观的方式研究远征火星的理论基础、技术挑战以及可能的结果。当然可以有多种方式来设想对火星的远征，但有些问题是必须考虑且无法回避的，比如在火星上停留的时间。

如果采取最小能量转移轨道，航天员必须在火星上呆 400 多天，直至火星进入恰当的相对位置才能安全返回。这对所需携带的保障物资和火箭推进剂的数量都将产生重大影响。本书试图揭示所有这些边界条件并通过可能的技术方法加以解决。当然这些边界条件早已为火星任务的设计者所熟知，但我仍希望通过以直观叙述的方式，帮助读者了解计划制定者做出的技术决策。然而，抛开数据去讨论这些问题是毫无意义的，我试图（大致）计算出相关参数，并适当地对这些参数是如何得出的加以解释说明。因此，本书的某些章节中会含有一些方程，以供需要详细讨论的同仁所用，同时对我的计算结果加以核对。当然读者也可以跳过这些方程，直接采用我的计算结果，这对阅读本书影响不大。

自空间时代开启以来便为人们所熟知的化学火箭完美无缺地为阿波罗登月工程立下了汗马功劳：阿波罗 13 号的故障也是源于其电源系统而非推进系统。然而，对旅途更为遥远的火星而言，化学火箭不是最佳选择——至少对从地球轨道上离开来说是如此。现在可用的更好的推进装置是电推力器，其效率更高，但它的缺点主要是推力小。如今，人们逐渐认为采用核推力器将可能是人类远征火星的最佳选择。

我知道有许多人会对使用核推力器持怀疑或惊恐的态度，亦或两者都有。怀疑者是因为他们认为核推力器是一种遥不可及的未来技术，惊恐者在于其认为核废料会污染空间环境，甚至会污染地球大气层，还可能出现意想不到的事故。然而事实胜于雄辩，读者可通过本书对这一问题加深了解。核推力器不仅效率远高于化学火箭发动机，其运行状况也良好可控。20 世纪 60 年代以来，美国的核动力火箭发展（NERVA）计划和俄罗斯的研制进程都说明了这一点。核推力器未点火时完全没有辐射，其危险程度也不比化学火箭高出多少，它仅在空间点火，并在深空轨道上进行安全处理，数百万年也不会与地球发生相互影响。当然，许多人从根本上反对其应用，本书也包容这些观点。

致 谢

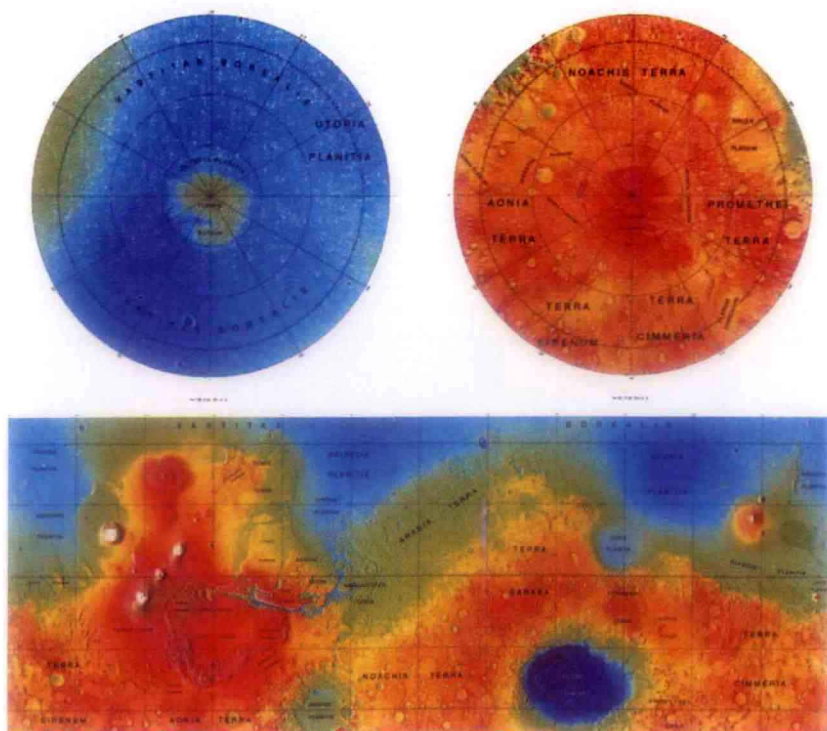
此书凝聚了许多人的努力。本人在此非常感谢莱斯特大学物理学与天文学系的同事们，特别是猎兔犬 2 号有效载荷管理专家马克·西姆斯（Mark Sims）博士，他们和我进行了大量颇有价值的讨论。非常感谢奥地利航天局邀请我参与其夏季学习班“国际空间站——登上月球——登上火星”，借此机会，我得以和其他老师——世界级载人航天专家们——讨论重要问题。我还要对夏季学习班及本系的学生们表示感谢，他们之中，有人对本书中的观点作出了自己的贡献，还有人指出了我所犯的方向性错误。

非常感谢美国航空航天局允许我在本书中引用大量插图，加州理工学院的喷气推进实验室也在这一方面提供了极大的支持；本书引用的所有插图都做了标注说明。在火箭发动机方面，我非常感谢欧洲空间局和阿里安航天公司。同时，伊利诺伊大学出版社允许我使用沃纳·冯·布劳恩（Werner Von Braun）《火星计划》（The Mars Project）一书中的三幅插图，对此我深表感谢。经过美国航空航天局许可，本书中还引用了多幅艺术性的想象图，在此，我对他们的工作表示感谢。我还要对德文·伯尔（Devon Burr）博士、美国地球物理联合会（AGU）以及美国地质测量局（US Geological Survey）表示感谢。马克·韦德（Mark Wade）的《航天百科全书》（Encyclopedia Astronautica）一直是火箭、航天器及发动机详细信息的珍贵来源。第 6 章引用的部分表格，引自得克萨斯大学奥斯汀分校学生编写、得克萨斯州太空联盟出版的《核热推进》（Nuclear Thermal Propulsion）。

所有对人类火星探险感兴趣的人们，都应感谢《美国航空航天局火星探测研究小组参考任务》（Reference Mission of the NASA Mars

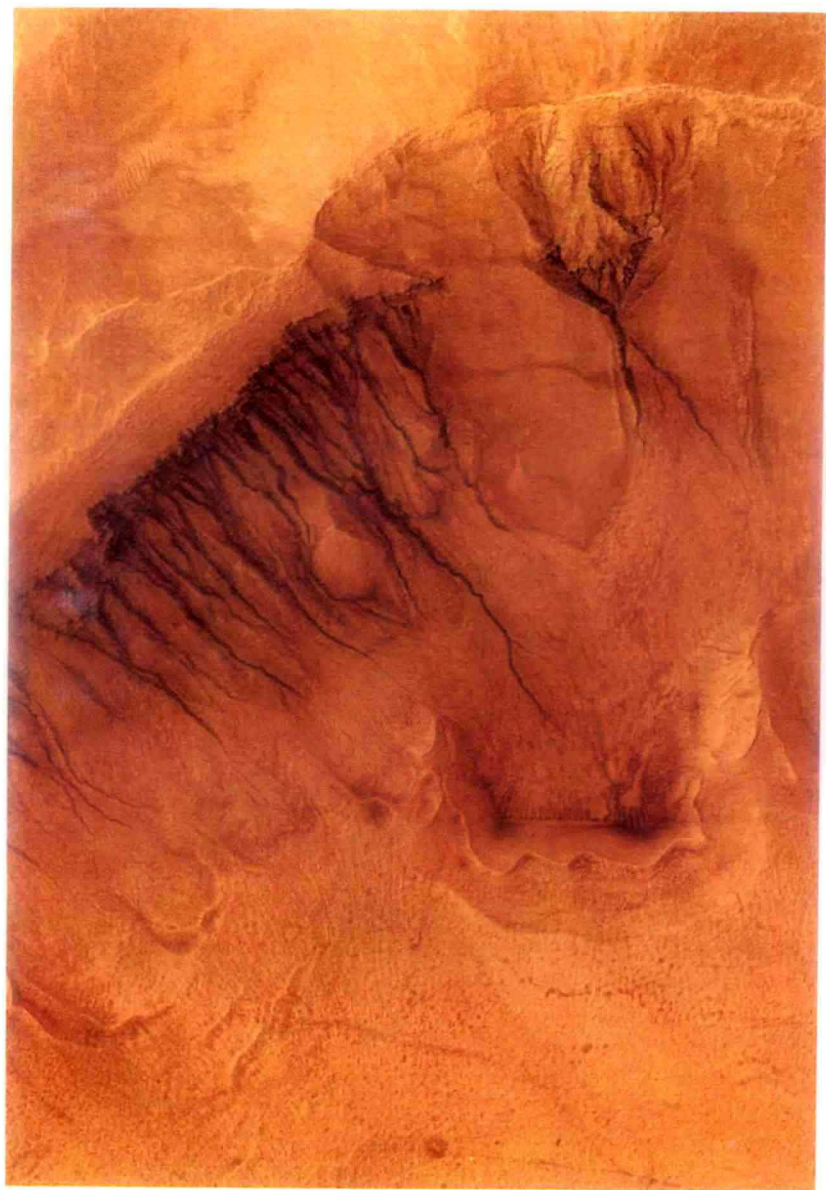
Exploration Study Team) 的编写小组, 该《参考任务》由休斯敦林登·约翰逊航天中心的史蒂芬·J·霍夫曼 (Stephen J. Hoffman) 和大卫·I·卡普兰 (David I. Kaplan) 编辑; 其附录由林登·约翰逊航天中心的布雷特·G·德雷克 (Bret G. Drake) 编辑。我从这些无价的文献中获得了大量资料。

最后, 感谢克莱夫·霍伍德 (Clive Horwood) (Praxis 主席) 和施普林格—Praxis 公司为我提供了撰写本书的机会以及责任编辑鲍勃·马里奥特 (Bob Marriott) 为书稿付出的巨大心血。



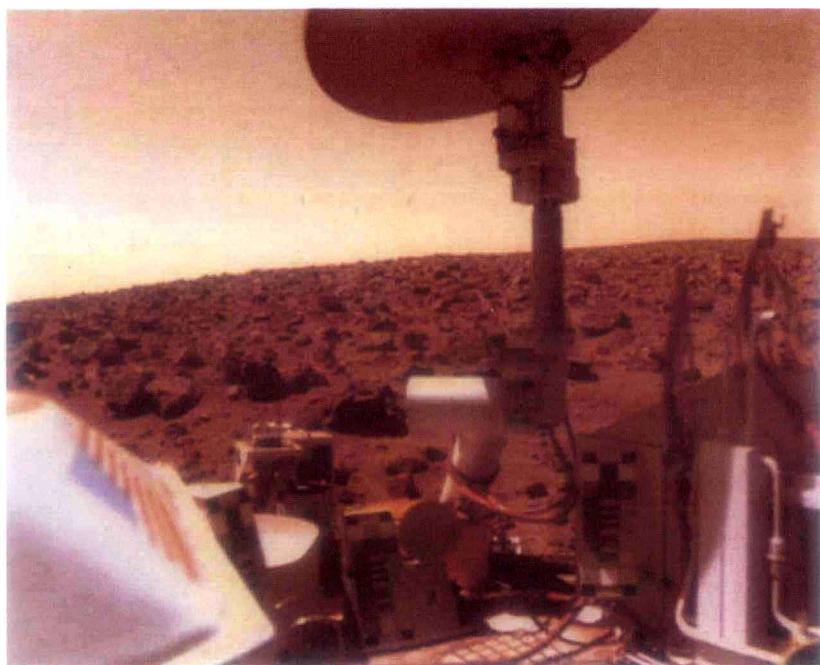
火星全球形貌测绘图

低地显示为蓝色和绿色，高地显示为黄色和红色。水手峡谷、奥林帕斯山和塔尔西斯火山非常明显，与冲击盆地赫拉斯相似（美国地质测量局提供）



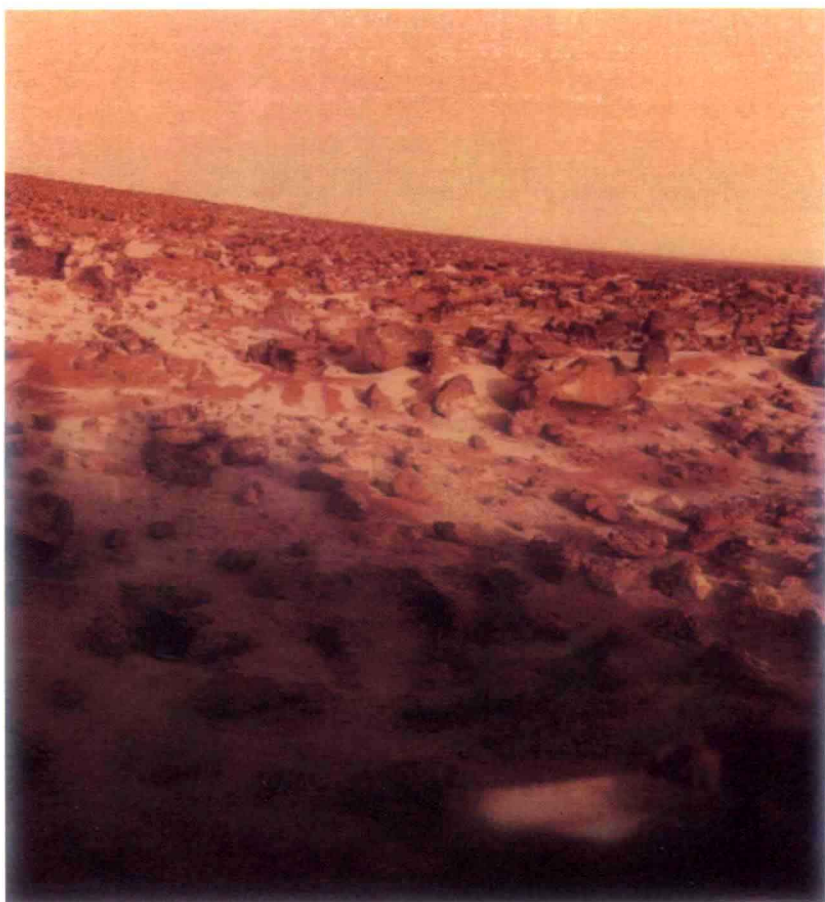
火星表面上水流冲刷形成的峡谷（真实色彩）

（NASA/JPL 提供）



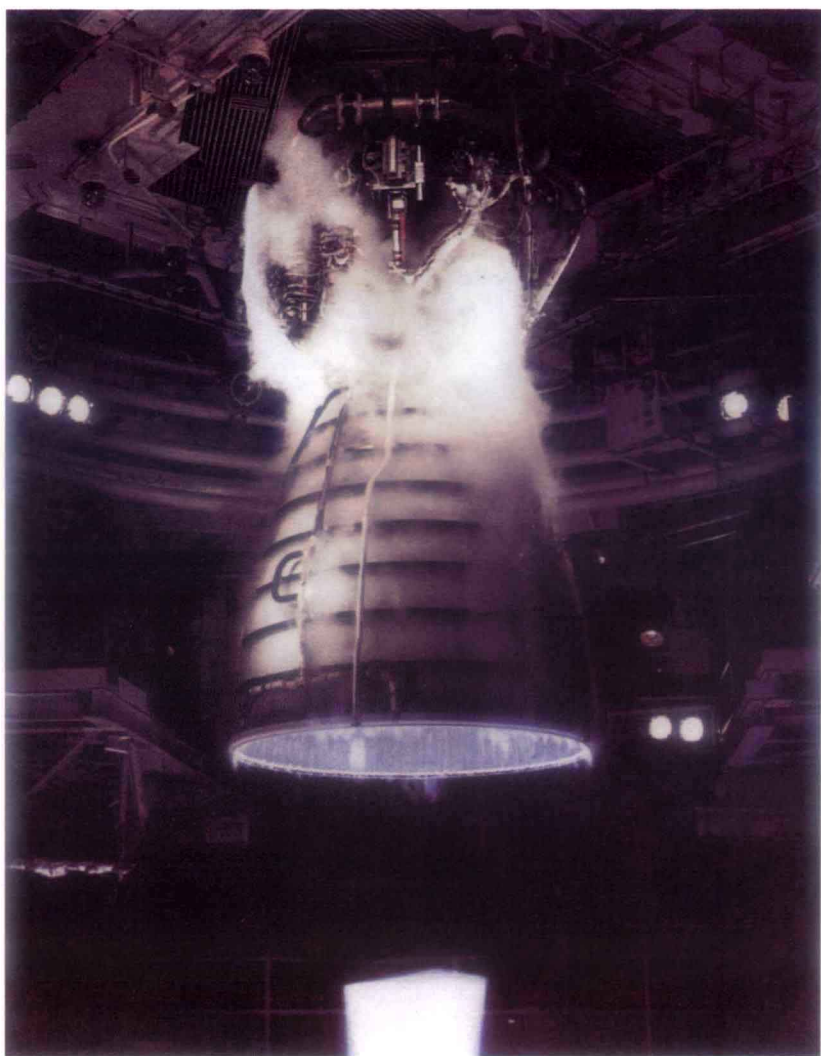
海盗号着陆器提供的火星表面真实色彩的图像

经过再处理后与最新的信息相一致，请注意天空的颜色（NASA 提供）



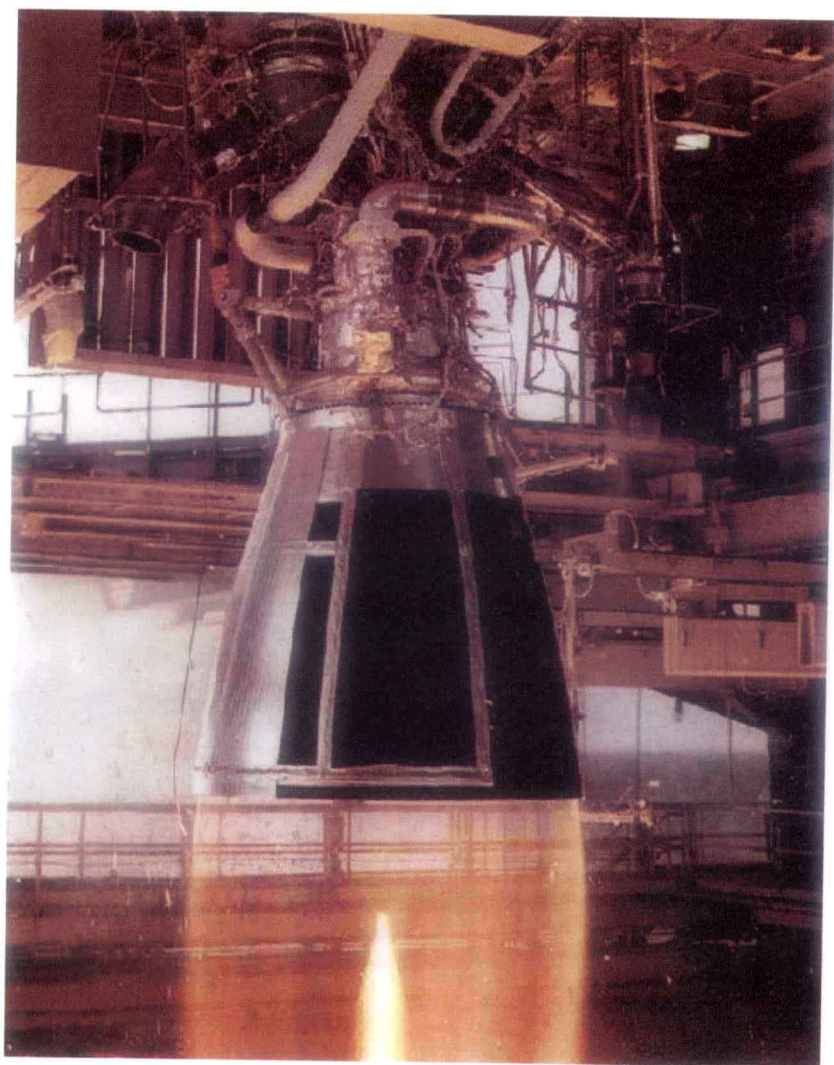
海盗号着陆器提供的火星表面真实色彩的图像

冬季火星表面已结冰，这是水冰（NASA 提供）



试验中的航天飞机主发动机

(NASA 提供)



试验中的 RS-68 发动机
(NASA 提供)