

Cradle to Space

漫步太空

书系

第

3

册

飞天摇篮

——太空行走航天员是怎样炼成的

主编 陈善广



随书赠送
DVD-ROM

陈善广：中国航天员科研训练中心主任，中国载人航天工程航天员系统总指挥兼总设计师

湖南科学技术出版社

Cradle to Space

漫步太空

书系

第

3

册

飞天摇篮

——太空行走航天员是怎样炼成的

主编 陈新彦



图书在版编目(CIP)数据

飞天摇篮 / 陈善广主编. —长沙: 湖南科学技术出版社,
2008.9

(漫步太空书系)

ISBN 978-7-5357-5468-4

I. 飞… II. 陈… III. 航空航天人员训练-普及读物
IV. V527-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 146416 号

主 编: 陈善广

编 委: 黄伟芬 李潭秋 牟加金 肖志军 徐 军 杨许国 王 斌

专家顾问: 张汝果 黄端生 陈景山

总 策 划: 陈善广

统 筹: 徐 军 肖志军

编 者: 黄伟芬 陈 斌 孙铭华

合作单位: 中国航天员科研训练中心《航天员》杂志社

漫步太空书系 飞天摇篮

主 编: 陈善广

责任编辑: 杨许国 王 斌

文字编辑: 杨 旻

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路276号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 湖南新华印刷集团有限责任公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南望城·湖南出版科技园

邮 编: 410219

出版日期: 2008年10月第1版第1次

开 本: 710mm×970mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 217000

书 号: ISBN 978-7-5357-5468-4

定 价: 34.80元

(版权所有·翻印必究)

●●●● 主编的话

飞天摇篮

一个民族有一些关注天空的人，他们才有希望；
一个民族只是关心脚下的事情，那是没有未来的。

——黑格尔

从丝绸之路上的胡椒种子，到大航海时代的冒险指南；从工业革命时期的蒸汽机，到更快更强的动力引擎，再到轮船、飞机、火箭……人类就这样一步一步地冲破地球的束缚，向着更高更远更广的领域挺进。终于，人类走进了太空。

1961年4月12日，前苏联成功发射世界上第一艘载人飞船“东方”1号，尤里·加加林成为世界上第一位遨游太空的航天员；1965年3月18日，乘坐“上升”2号飞船的前苏联航天员列昂诺夫在飞行中进行了世界航天史上第一次太空行走；1969年7月16日，美国“阿波罗”11号载人飞船，第一次把人送上月球……历史的指针仍在有条不紊地旋转，人类探索太空的步伐也不曾停歇，空间站、航天飞机、火星探测器等相继出现在我们头顶的天空。

20多年前，美国未来学家阿·托夫勒的《第三次浪潮》引起了世界各国的注意和研究，其思想震撼至今不绝。托夫勒在这本书中将人类社会划分为三个阶段：第一阶段为农业阶段，从大约1万年前开始；第二阶段为工业阶段，从17世纪末开始；第三阶段为信息化阶段，从20世纪50年代后期开始。我们目前正处于信息化阶段，一系列新技术正在崛起，形成了电子工业、航天工业、海洋工程、遗传工程四组相互关联的工业群。可以想见，当地球上的资源日渐枯竭，地球文明已经发展到极致的时候，人类势必将目光投向遥远的太空，以辽阔太空作为未来的家园。

太空是继陆地、海洋、大气层之后的人类活动的全新领域。太空技术对人类社会的推动作用已经显现，其中包括卫星通信技术对建设信息高速公路和太空对地观测对社会可持续发展的贡献，以及进入太空和开发太空资源对人类社会发展的影响等。人类社会进步历程表明，任何一次新的工业革命，无不以科学技术的重大发现为先导。当今世界上有远见的专家都认为，太空将是下一次人类新工业革命



的场所，太空探索将成为 21 世纪以后人类文明进步的巨大推力。

作为正在发展中的大国，中国自然也不能错失这个千载难逢的大好机遇。近几十年来，我国的载人航天事业无论是在理论上还是在实践中都取得了重大的突破和进展：“神五”实现载人首飞，航天英雄杨利伟成为中国飞天第一人；“神六”的再次翱翔，英雄航天员费俊龙和聂海胜实现了多人多天飞行的突破；“神七”的成功发射更是让国人振奋和自豪，因为在这次飞天之旅中，中国的航天员翟志刚在同伴刘伯明、景海鹏的协助和支持下首次走出座舱，离开飞船，完成了中国历史上的第一次太空漫步。

太空漫步是一种很诗意的说法，它在学术和航天领域中有一个专用名词，叫做“出舱活动”，通常又被人们称为太空行走或太空出舱。

出舱活动是载人航天的一项关键技术，是载人航天工程在轨道上安装大型设备、进行科学实验、释放卫星、检查和维修航天器的重要手段，也是太空探索必须经历的重要阶段。它是多门类、多学科技术的综合，涵盖了机械、电子、自动控制、计算机、新材料、新能源、微电子、通信、医学、天文学、力学等多个学科的内容。出舱活动的实现，对于载人航天事业的发展来说有着举足轻重的影响，同时它还有利于带动相关科学技术的进步，促进高科技成果转化为生产力。自 1965 年列昂诺夫实现人类第一次出舱活动以来，人类已经进行了近三百次太空行走，出舱活动的航天员也达到了几百人次。

随着太空探索进入更高级的阶段，人类需要在其他星球登陆，探寻天外生命的痕迹，破译无垠宇宙的密码，这些科研活动也需要航天员离开飞行器，在太空中进行工作。因为人类在认识领域的每一次突破，将取决于人类活动空间和领域的进一步突破——航海时代如此，航天时代亦然。只有将自己的生命体本身从陆地、海洋和大气层，扩展到广阔无垠的太空，人类才能回答长期困惑自己的根本问题。只有思想和认识在这个层次上达到了飞跃，人类才能引来新一次的科技革命，推动人类文明的不断拓展和进步。从这个意义上讲，掌握航天员太空出舱的技术不仅是必然，而且是必须。

鉴于此，为了进行一次全民性的有关“太空出舱”航天科普知识的传播和推广，同时也是为了让更多的人更好地关注中国航天、了解中国航天、热爱中国航天，中国航天员科研训练中心联合湖南科学技术出版社，精心打造了《漫步太空书

系》这套有关太空出舱（太空行走）的基础性科普丛书。《漫步太空书系》是一套有关航天知识的系统科普教育丛书，尽量满足广大航天爱好者的求知需求；同时，它又是一份在“神七”任务期间向祖国和人民献上航天科技的精神大餐，帮助所有关心祖国航天事业的人们了解和认识神奇的太空出舱活动，让他们从中享受这份振奋和愉悦。

本丛书共分为《探索印记》、《苍穹信步》、《飞天摇篮》、《神七纪实》四册。

第一册：《探索印记》

即人类太空行走简史。充分回顾 40 多年来太空出舱活动历史演变。

本分册着重介绍航天员舱外活动的历史。挑选典型的出舱活动案例，详细介绍从飞船、空间站、航天飞机开展的出舱活动的发展历史，回望人类漫步太空的脚步，并对人类未来将要进行的太空探索趋势进行了科学的展望。

第二册：《苍穹信步》

即太空行走是怎样进行的？详细说明太空出舱活动的过程。

本分册以出舱活动执行任务为线索，全面介绍太空漫步的具体过程及其原理，同时穿插了大量故事，讲述这些程序和过程是如何演化和改进的。例如航天员出舱时要求遵守一定的程序，包括系统检查装备、吸氧排氮、气闸舱泄压、执行任务、气闸舱复压等，每个步骤的背后都有很多知识点、关注点和丰富的故事情节。

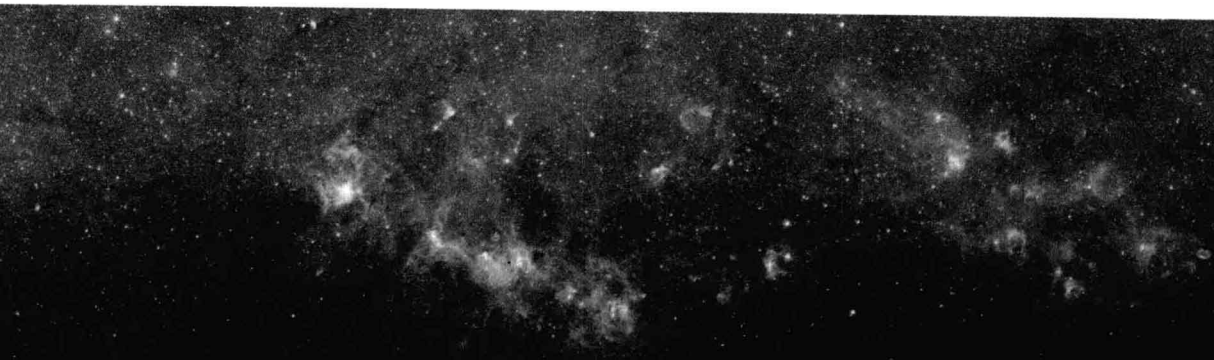
第三册：《飞天摇篮》

即太空行走航天员是怎样炼成的？解释说明出舱活动对出舱航天员的生理、心理要求以及出舱航天员的选拔和训练过程。

本分册以轻松的笔墨介绍航天员要经过怎样的训练才能考取太空漫步的“驾照”，用生动的实例展示选拔的苛刻标准和各种故事。通过国内外航天员的训练感受，向读者展示非常有特色的水下训练、失重飞机训练、出舱程序训练、模拟器训练以及舱外航天服实验舱真空体验训练。

第四册：《神七纪实》

即以“神七”飞天过程为主线，重点介绍我国在出舱航天员的选训及出舱技术方面的科普常识和知识点。



本分册以翔实的资料，温情的笔触和独家的报道，记录了中国航天员首次进行太空漫步这一经典的历史性时刻，并为读者第一时间权威披露中国首位出舱航天员是如何通过层层苛刻的选拔和训练脱颖而出的，同时对我国在出舱技术、出舱装备及出舱训练设备设施等进行重点介绍。

在该套丛书的编写过程中，由我国太空出舱技术方面的资深专家、骨干科研人员和科普作者组成的专家顾问和编委队伍，为该套丛书的编撰倾注了大量的心血，正是因为他们的专业、敬业和热情，丛书的科普性、趣味性、可读性才得以很好的体现。具体来说丛书有如下四个特点：一是科普性方面，立足航天员出舱活动知识的传播和普及，力求科学性、权威性、专业性相统一；二是人文性方面，追求一种诗意化的表述和形象化的解读，具有浓厚的人文色彩，力求避免以往大多数科普图书“一问一答”式的枯燥和单调；三是可读性方面，充满诗意的导语，精巧别致的解说，围绕着太空出舱这一主题进行多方位解读，尽力让读者读有所获、读有所感、读有所言；四是纪实性方面，针对“神七”飞天全过程做一个真实再现和详细记录，并在记录的过程中着重科普常识和知识点的介绍，以及我国在相关科技领域内关键技术的突破和成就。正如大多数专家和编委所说的，作为航天科技工作者，弘扬载人航天精神，普及载人航天知识也是他们义不容辞的社会责任和义务。在此，作为主编，我对他们所付出的一切，深表敬意和感谢。

我还要感谢为本丛书的编辑、出版做出过努力的所有人，是他们不辞辛劳的工作，丛书才得以顺利面世。他们一丝不苟的编校，独具匠心的设计，帮助读者更加准确、直观、感性地认识出舱活动的神奇与奥妙，从而对出舱活动有一个完整清晰、生动形象的认识。

需要说明的是，由于本丛书涉猎的知识面广，加之时间仓促，虽经多方审校，仍难免有疏漏错误之处，敬请广大读者指正。

陈新彦

2008年9月于北京



前言 飞天摇篮



失败是什么？什么都不是，只是离成功更近一步。成功是什么？就是走过了所有通向失败的路，只剩下一路，那就是成功的路。天将降大任于斯人也，必先苦其心智，劳其筋骨，饿其体肤，空乏其身。十年磨一剑，剑气已弥天。

航天员选拔与训练是载人航天中一个必不可少的重要环节，一直备受瞩目。航天员作为载人航天的主体，必须通过严格的筛选和长期的科学训练才能全面系统地了解 and 掌握飞行的相关知识和技能，具备执行飞行任务的能力。作为一本科普读物，传播载人航天知识，搭建世界航天员交流平台，是我们义不容辞的责任。

航天员的培养现在看来还显得有些神秘，但是未来航天员培养方式势必走国际化、多元化、全民化路线。其中，全民化即训练基地拿出一部分资源进行开发，专门用于旅游项目，让普通的老百姓也有机会体验航天员的工作、生活模式，使资本的运作取之于民、用之于民。目前已经开始有试点，对媒体的宣传也日渐透明化、日趋动态化。然而随之而来的政府干预尚未出台，放开的尺度尚未明确，这样一个潜力无法限量的资源一旦开发，如何宏观掌控，还是一个空白。但是我们有理由相信在不久的将来，航天技术将不再仅仅是金字塔的顶端，我们更需要全民的参与和协作。这就需要更多地人了解航天，了解航天员。

为了满足广大航天爱好者的需求，我们查阅和分析了大量国内外相关资料，根

据编者 10 年来航天员选拔训练的实践编写了《漫步太空书系》之《飞天摇篮》一书。

台上一分钟，台下十年功。阴影和光明一样，都是人生的财富。我们都想一口吃成个胖子，在 3 分钟内学好英语，在 5 分钟内解决所有难题，可是难道成功是那么容易的吗？成功者只因不怕困难，所以才能出类拔萃。航天员在执行飞行任务之前，要经历多年严格的训练，长期的训练一再重复，航天员始终以平常的心态去面对。

在太空飞行中，航天员承担着航天器的监视、操作、控制和管理任务，随着载人航天的发展，这些任务种类越来越多，数量越来越大，每一项任务完成的质量都可能影响飞行的安全和整个航天任务，因此对航天员提出了更高的要求，以争取零失误。这对航天员的学习能力，知识结构及职业技能上提出了近乎苛刻的要求。但是经过几个月甚至几年的长期反复训练，由基础训练到专业技术训练，飞行程序与任务训练，再到最后的强化训练与任务准备训练，一步一步走过来，他们最终成为学识渊博、经验丰富的合格航天员。

本书约 11 万字，分为四章，全面系统地介绍了航天员选拔训练的历程及相关训练设备，并通过对航天员选拔训练的分析，总结了选拔训练的经验。同时，我们精心选用了百余幅航天员选拔训练的图片，使本书图文并茂、生动形象、可读性强。

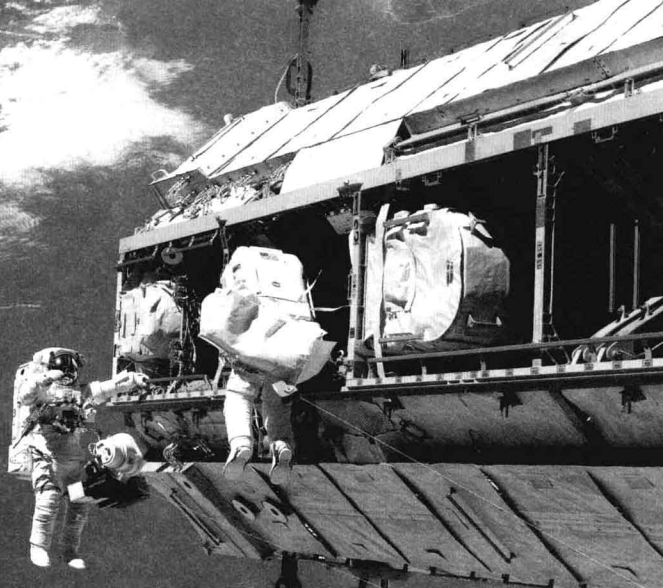
本书以最真实的笔触系统地回顾了航天员选拔训练的过程，内容丰富，融科学性、知识性和趣味性于一体，为广大读者揭开了航天员的神秘面纱，是广大航天爱好者学习与参考的不二选择。

编者

2008 年 9 月

目录

飞天摇篮



第一章 优中选优

群英荟萃，太空门槛有多高 3

- 3 俄罗斯
- 6 链接：航天员的身高
- 6 美国
- 9 链接：日本的航天员选拔
- 10 中国
- 12 链接：taikonaut
- 13 欧洲
- 16 链接：欧洲航天员薪水知多少

问鼎苍穹，你可担当重任吗 17

- 18 第一关——预备航天员的选拔
- 20 第二关——训练期航天员的选拔
- 23 第三关——飞行乘员组的选拔

婉拒排短，岂容半点隐患 27

- 27 与医院的零距离接触
- 28 链接：临床检查有哪些科目
- 29 “超常体验”项目

向天问心，孰能从容相对 38

- 38 心理选拔是件科学的事儿
- 40 链接：航天实例
- 43 心理选拔的“金刚钻”
- 44 心理选拔的结果评定颇有讲究
- 46 乘组选拔
- 48 出舱活动最佳人选
- 50 链接：人类首次出舱实例

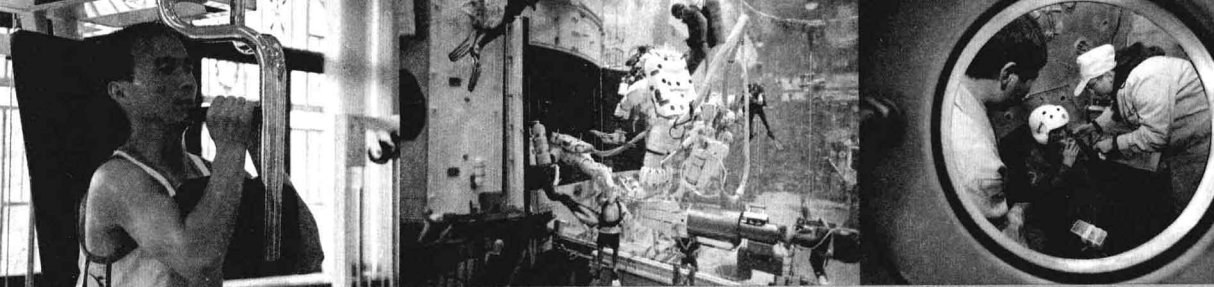
第二章 百炼成钢

千锤百炼，体质训练 57

- 58 链接：航天员的肌力训练
- 62 链接：为了拆个螺钉，每天苦练举重

知己知彼，航天环境适应性训练 64

- 64 挑战极限——超重耐力适应性训练
- 65 链接：胸背向超重效应和头盆向超重效应
- 68 链接：超重训练设备——人体离心机
- 70 头晕目眩——前庭功能训练



74 链接：季托夫与航天运动病

74 “超人”体验——失重训练

76 链接：失重飞机训练的内容

81 链接：失重训练设备——国外失重飞机简介

82 颠三倒四——血液重新分布适应性训练

83 链接：血液重新分布适应性训练设备——自动旋转床

84 其他航天环境适应性训练

驾驭飞船，练就娴熟技能 85

85 上下求索——理论训练

85 我的飞船我做主——专业技能训练

扣动心弦，建立稳健心态 89

89 心理稳定性训练

90 隔离训练

90 心理支持

应急自救，危难之中生存 92

95 链接：我国航天员在各阶段的救生训练

96 链接：航天员的救生装备

96 链接：航天救生的方式

虚实结合，模拟飞行全程 97

97 我命由我，不由天——飞行程序与任务模拟训练

99 链接：正常飞行程序训练的目的

101 链接：应急飞行程序与故障处理训练的目的

102 链接：飞行程序训练模拟器

103 沙场点兵，临危不乱——大型联合演练

第三章 天外漫步

出舱活动训练技术 107

109 链接：出舱活动航天员所面临的挑战

出舱活动理论训练 110

110 出舱活动史概论

110 链接：人类出舱活动简史

111 航天员出舱活动技术

113 链接：选择出舱窗口时需要考虑的主要影响因素

113 链接：美、俄两国出舱活动程序比较

113 出舱活动医学基础理论

115 气闸舱理论

116 链接：典型气闸舱简介

117 舱外航天服理论

出舱活动专业技能训练 119

119 典型的专项技能操作项目

出舱程序训练 122

122 出舱程序训练的内容

123 链接：“奥兰-M”舱外航天服出舱程序训练的主要内容

124 出舱程序训练的方法

126 链接：出舱活动训练设备——出舱活动程序训练模拟器

128 链接：出舱活动训练设备——舱外航天服试验舱

出舱活动任务训练 130

132 链接：出舱活动训练设备——中性浮力水槽

134 链接：着水槽训练服水下训练的基本内容

出舱航天员的心理训练 135

第四章 飞天基地

初现端倪的飞天基地 139

139 欧洲航天局与欧洲航天员中心

142 日本的筑波航天中心

147 印度与载人航天

美国约翰逊航天中心 150

150 中心的诞生

151 中心的任务

152 光辉的历史

153 训练设施

154 飞控任务

155 对外宣传

157 展望

俄罗斯加加林航天员训练中心

158

158 星城——航天员的摇篮

159 辉煌的成就

160 完善的航天员训练体系

161 中心的博物馆——连接历史与未来的地方

162 积极参与国际合作

163 展望

中国航天员科研训练中心 164

164 中心的诞生

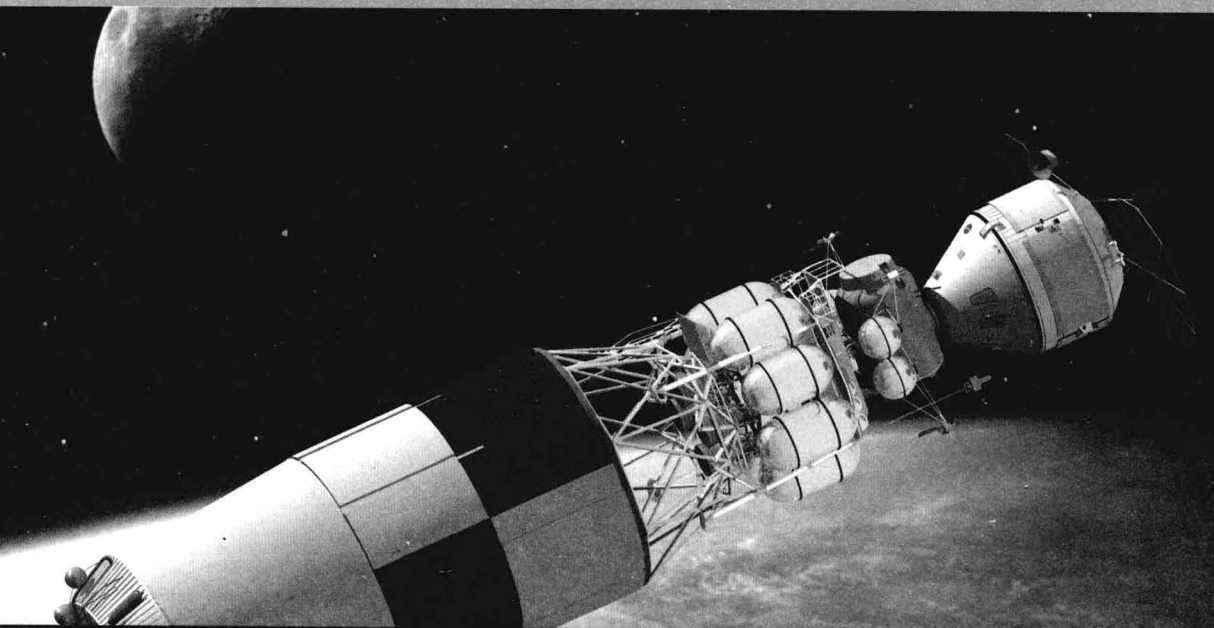
167 中心的使命

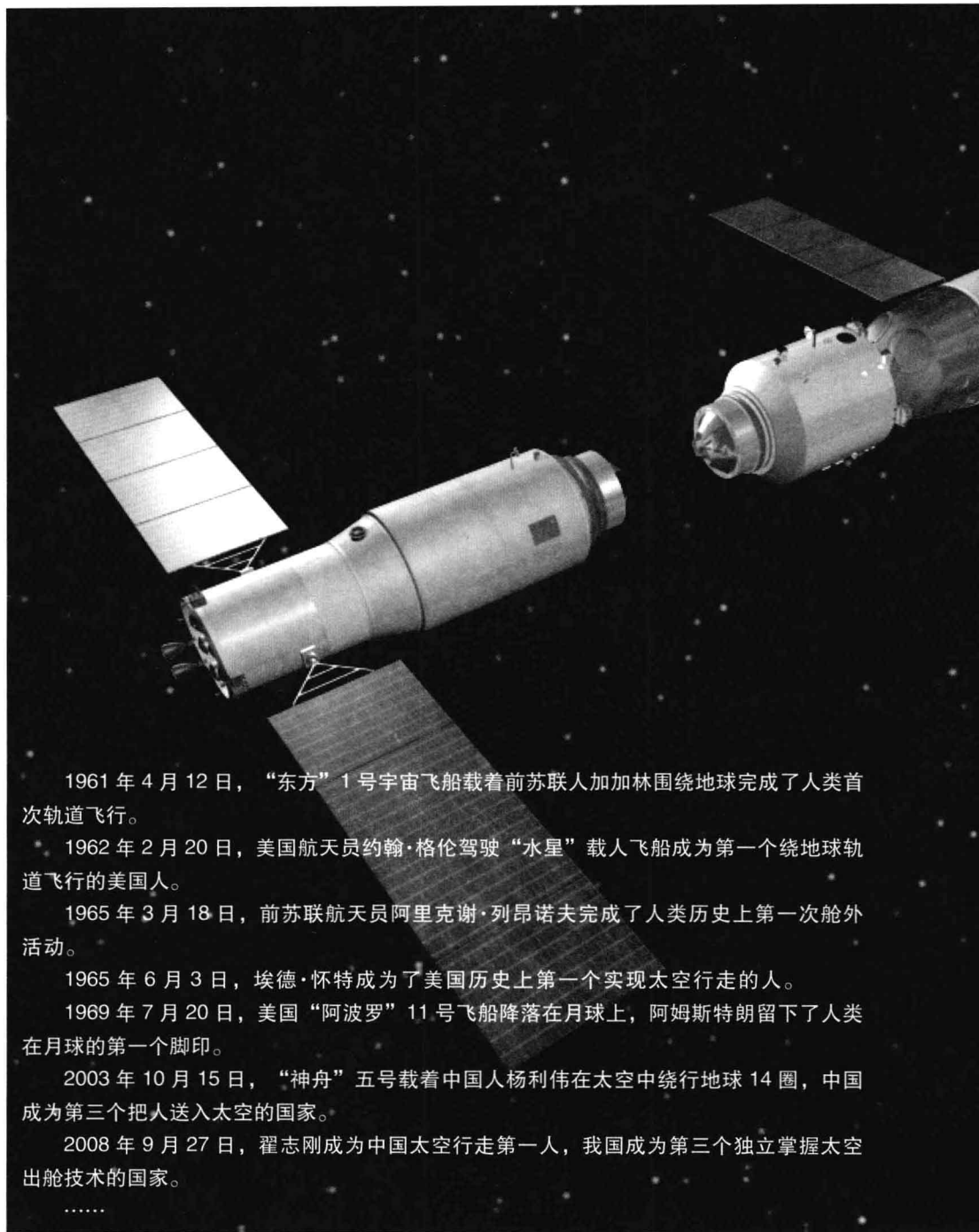
168 追赶世界的中国飞天

170 祖国的航天事业高于一切

171 用中国特色打造世界一流

172 展望





1961年4月12日，“东方”1号宇宙飞船载着前苏联人加加林围绕地球完成了人类首次轨道飞行。

1962年2月20日，美国航天员约翰·格伦驾驶“水星”载人飞船成为第一个绕地球轨道飞行的美国人。

1965年3月18日，前苏联航天员阿列克谢·列昂诺夫完成了人类历史上第一次舱外活动。

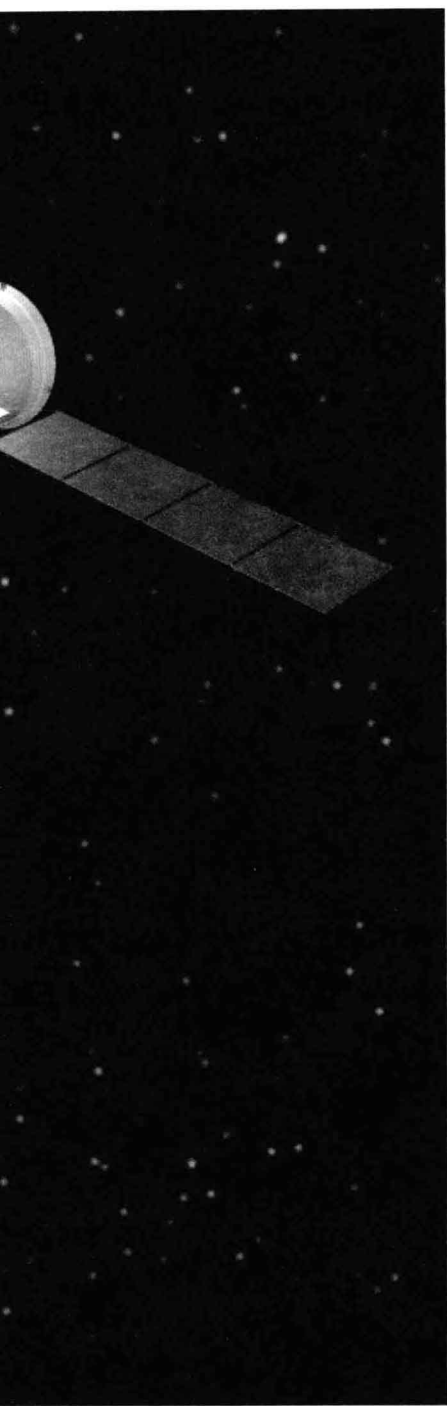
1965年6月3日，埃德·怀特成为了美国历史上第一个实现太空行走的人。

1969年7月20日，美国“阿波罗”11号飞船降落在月球上，阿姆斯特朗留下了人类在月球的第一个脚印。

2003年10月15日，“神舟”五号载着中国人杨利伟在太空中绕行地球14圈，中国成为第三个把人送入太空的国家。

2008年9月27日，翟志刚成为中国太空行走第一人，我国成为第三个独立掌握太空出舱技术的国家。

.....



第一章

优中选优

机遇总是降临到时刻做好准备的人身上。

——巴斯德

只要有眼光去发现，只要有勇气去实践，只要有恒心去坚持，你一定会把美好的梦想变成成功的现实。

——卡尔帕纳·查乌拉

群英荟萃，太空门槛有多高



1959年，美国航空航天局（NASA）在为“水星”计划选拔第一批航天员的时候，对候选者的要求是：具有工程方面的学士学位，40岁以下，身高不超过1.85米，身体健康，试飞员学校毕业，为合格的喷气式飞机驾驶员，并具有1500小时以上的飞行经验。对身高的限制是因为当时“水星”载人飞船座舱狭小，高个子装不下。当时全美国能满足这些选拔标准的人共有500名。NASA最后从这500人中选拔出7人，成为美国首批航天员。

在“水星”计划的7名航天员中，有一名叫约翰·格伦的航天员，他出生于1921年7月18日，1959年被选为航天员时年龄是38岁，3年后他驾驶“水星”飞船完成美国首次载人航天飞行。36年后，在格伦77岁高龄时他又被任命为“发现”号航天飞机航天员。1998年10月29日，他参加了航天飞机的9天飞行，同航天机组的其他乘员一起圆满地完成了这次航天任务。

格伦身上反映出40年来航天员选拔标准的变化。随着载人航天技术的发展，航天员选拔标准大幅度放宽，而且载人航天技术的发展永无止境，人人都可能成为航天员的日子的到来不会太远。

也许有一天，普通人也可以买一张太空机票，乘坐舒适的载人航天器到太空去旅游，尝试一下当航天员的滋味！

俄罗斯

俄罗斯航天员的选拔与前苏联时期的选拔工作一脉相承。前苏联第一批航天员的选拔工作从1957年开始启动，科学家们首先对诸如飞行员、潜水员、医生、工程师和学者等各个职业的从业人员分别进行了反复的对比分析，最后不约而同地发现在空军飞行员中选拔航天员是一条捷径，并且一致认同最好是从喷气式飞机驾驶员中选拔。这是由于这些驾驶员经过长期高空、高速飞行环境的锻炼，能较快地适应恶劣的航天环境，并且，他们有驾驶飞行器的牢靠基础，遇事能迅速果断地决策，善于应付各种意外情况。同时，在部队服务的人员，人事、技术和健康档案齐全，便于进行全面审查。

此外还有一些规定，例如要求试飞学校毕业，有1500小时以上的飞行经验，年龄40岁以下，体重70千克以下，身高1.80米以下，有工程学或科学方面的学士或同等学位，有良好的心



图 1.1 1960 年的前苏联航天员合影

理素质和思想素质等。

选拔采用淘汰法，一轮比一轮严格。首先在前苏联空军中确定约 3000 名飞行员作为候选对象，分三个方面进行选拔：技术及个人特性、健康状况和航天特殊环境因素的应急耐力。

前两项由医学专家和心理学家做一般的医学及心理素质检查，需要连续几天住院进行。第三项应急耐力检查要在低压舱、爆炸减压舱和离心机等特殊设备上完成。其中比较特殊的检查有：对在水平台上站立很久的候选者测验其定向能力和血管紧张程度；让候选者在短时间内从噪音中选出有用的信号和在高速运动中完成指定的一系列任务，以测试其记忆力和协调性；把单独一个人或几个陌生人关在密封舱内进行隔离试验，观察各组成员之间的行为及抗寂静、抗孤独的耐力等。

上述检查和选拔的淘汰率很高，约有 50% 的人没有通过前两项，通过航天

耐力选拔的更少。当时前苏联航天员在一年的时间内，要骑自行车 1000 千米，滑雪 3000 千米，越野跑步 200 多千米。

1959 年 10 月，前苏联从大量报名者中经过身体素质检查精挑细选出 206 人，然后经过医生大刀阔斧、毫不留情地复查淘汰 180 多人，留下 20 人进行第一批航天员培训，再经过严格的训练、筛选和淘汰，最后只剩下 6 人进入前苏联首次航天飞行任务选拔。

6 选 1 难于上青天，因为这 6 个人都训练有素，不存在谁比谁有更多优势的问题。结果在发射载人宇宙飞船前 4 天选中加加林。这是因为，赫鲁晓夫作过如下指示：必须是纯俄罗斯人。而且谁最能代表国家的形象，谁的外表更受看，谁的微笑更迷人等都成为考虑的因素。因而，帅小伙加加林被选中了，具备同等条件的乌克兰族的航天员季托夫成为首次航天的预备航天员。

此后，随着前苏联航天技术的成

熟，航天员的选拔标准也有所放宽，驾驶员可以从航空俱乐部成员、大学生和妇女中选拔，年龄放宽到 40 岁或以上，但仍要求飞行任务专家有较高的专业技术水平。1960~1963 年，前苏联从 3000 多候选者中筛选出 21 人，其中有 3 位女性。

总的来说，前苏联/俄罗斯的载人运载工具都是“联盟”号飞船，它的加速度大，起飞和回收时的舒适性不如美国的航天飞机，这也缩小了航天员的选拔范围。



图 1.2 前苏联功绩卓越的航天员加加林和捷列什科娃

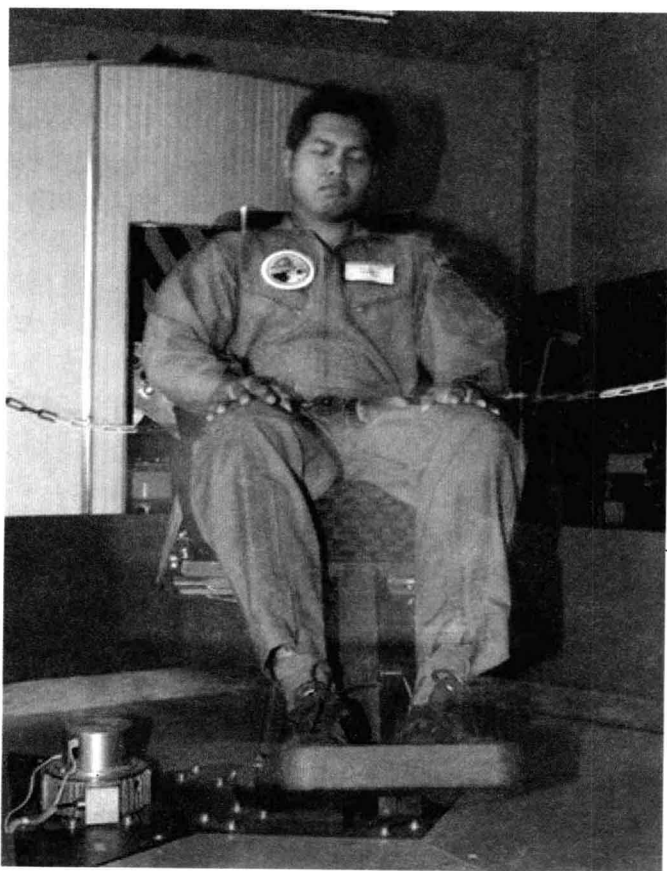


图 1.3 马来西亚航天员法伊兹·哈利德在莫斯科星城接受转椅训练