

上天下

上之下

北京科普创作出版专项资金资助

飞 天 浪 漫 宇 宙

首都科学讲堂报告集

主 编 周立军

副主编 柴丽杰

清华大学出版社



上之下

飞天 浪宇宙



首都科学讲堂报告集

主 编 周立军

副主编 柴丽杰

清华大学出版社

北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

飞天与浪漫宇宙 / 周立军主编. -- 北京：清华大学出版社，2014

(上之下. 首都科学讲堂报告集)

ISBN 978-7-302-37915-7

I. ①飞… II. ①周… III. ①航空 - 青少年读物 ②航天 - 青少年读物 IV. ①V-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第204951号

责任编辑：宋成斌

装帧设计：罗 岚

责任校对：刘玉霞

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：北京嘉实印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：170mm×230mm 印 张：19.5 字 数：259 千字

版 次：2014 年 9 月第 1 版 印 次：2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：56.00 元

产品编号：060400-01



主编简介

周立军，河北永清人，中国科学院大学管理科学与工程专业博士。现任北京市科学技术协会党组成员、副主席，中国科协科普委员会委员，中国科普作家协会副理事长，北京科普创作协会理事长，《科普研究》编委。

在青少年科技教育理论研究方面，发表《基于“九要素模型”的青少年科学素养指标体系建构》、《青少年科学素养的形成机理研究》等学术文章，主编《首都科学讲堂：名家讲科普》系列科普丛书、《传播者——十位传播科技的优秀人物》等十余部科普图书。



《飞天与浪漫宇宙》

《你的生活达标了吗？》

《我们家纵横10000米》

特约策划：银古



副主编简介

柴丽杰，嘉星一族传媒董事长，辽宁大学中文系本科毕业，中国传媒大学电视系、北京大学哲学系科学传播专业研究生，中国对外经济贸易大学影视EMBA学员。2004年创办嘉星一族传媒，一直致力于科学、艺术与人文的融合与传播。制作了国内首部卡通科普剧《拉拉与茹比》665集，原创科普歌曲30首，代理发行国外BBC、ORF等科教纪录片、影片近万小时。近几年，带领团队合作策划与执行了品牌科学传播活动“首都科学讲堂”、“诺贝尔奖获得者专场论坛”、“科学传播人颁奖盛典”、“北京国际科技电影展”等。



C序

坚守中的感动

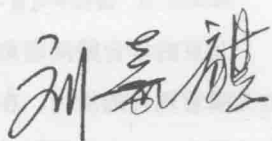
北京的楼台殿阁密集如林，文化古迹遍布全城，它包含着悠久的历史，也充满着现代的活力。在这数千万人集聚的超大城市里，一座闪耀着科学之光的殿堂——“首都科学讲堂”正悄然兴起，成为首都灿烂群星的一员，吸引着成千上万的民众，到那里去学习、去交流……领略科学家的风采，品尝科学知识的盛宴。

这座科学讲堂从2007年创立以来，以提高全民科学素质为宗旨，紧紧围绕当今科学热点问题，邀请相关领域的顶级专家，开展系列演讲活动，丰富多彩地传播科学知识，生动有力地弘扬科学精神，方便自由地进行思想交流……讲座越办越好，人气越来越旺。7年来，已有300多名院士、教授莅临讲坛演讲，受众达5万余人。从年逾花甲的老人到天真活泼的孩子，许多人已成为“首都科学讲堂”的忠实粉丝；他们不仅积极参加讲堂的活动，还自觉自愿地为讲堂活动服务，甘当无私奉献的志愿者。我有幸应邀前去为听众讲述“地球的灵魂：火山”，带领大家探索“极地的神奇与奥秘”，深感组织者的尽心尽力和听众的热情高昂，他们对科学知识的渴求和对问题的探究，有时超出我的想象。社会企盼科学，科学也要拥抱民众，回馈社会。

这次新出版的2011—2013年“首都科学讲堂”报告集，凝聚了科学家和编辑出版人员的心血，除了包括科学家本人补充、修改和审定的报告文稿之

外，还增添了科学家的近期关注、推荐阅读等提示，使内容更丰富，条理更清晰，可读性更强。书的最后，是这三年“首都科学讲堂”的全部报告目录，加之之前出版的8册《首都科学讲堂·名家讲科普》系列图书及DVD光盘，读者可以一目了然，知晓“首都科学讲堂”的全貌。

在快餐文化、碎片知识时髦的今天，能从科学大家那里多接受一些系统的、准确的、深入浅出的科学熏陶，对每个人来说，都会受益匪浅。如果有一天，人们周末去科学讲堂能像西方人虔诚地去教堂做礼拜，那将是多么令人欣慰和振奋啊！我祝愿“首都科学讲堂”越办越好，使它成为人们业余文化交流的场所、科学传播的殿堂。



刘嘉麒

2014年8月

飞天的 诗意世界

1

- 01 飞天英雄的足迹 / 陈善广 / 02
- 02 探索太空 / 周建平 / 34
- 03 “神舟”飞船上的生命科学实验 / 王谷岩 / 48
- 04 前景美妙的小行星探测与开发 / 庞之浩 / 70
- 05 地外生命探索之路 / 郭红锋 / 102
- 06 太阳风暴和人类生活 / 王劲松 / 124
- 07 外星人在哪里? / 林元章 / 140

2 宇宙的 浪漫传奇

- 01 浪漫宇宙, 越弱越暗越美丽 / 李 森 / 168
- 02 上帝掷骰子吗? 量子信息前沿进展 / 潘建伟 / 188
- 03 对量子世界的调控: 探秘极端条件实验室 / 于 录 / 208
- 04 暗物质和暗能量问题对引力理论的挑战 / 陈大明 / 230
- 05 黑洞、白洞与虫洞 / 苏 宜 / 266

2011—2013 “首都科学讲堂” 报告目录 / 297

1



飞天的
诗意世界





01

飞天英雄的足证

陈善广

中国载人航天工程副总设计师

1962年12月生，湖南祁东人。工学博士，研究员，博士生导师。曾任中国航天员中心主任、载人航天工程航天员系统总指挥兼总设计师。现任中国载人航天工程副总设计师，人因工程重点实验室主任；国际宇航科学院院士，中国空间学会副理事长/空间生命科学专业委员会主任委员，中国宇航学会常务理事/航天医学工程和空间生物学专委会主任委员；《航天医学与医学工程》、《航天员》杂志主编；国家“973”重大基础专项首席科学家。

作者网页：

www.cmse.gov.cn

• • Why

本文关键词

航天员 载人航天 航天员选拔与训练 航天食品 航天医学
太空生活

中国远古就有飞天的传说,近二十年来,在载人航天领域,我国的成就斐然。2003年10月15日北京时间9时,杨利伟乘坐由长征二号F火箭运载的“神舟五号”飞船首次进入太空,圆了千年古国的飞天梦想。此后,中国载人航天捷报频传,先后突破天地往返运输技术、多人多天飞行技术、出舱活动技术和交会对接技术,培养了10名航天员(其中包括2名女航天员)成功进入太空,向世人展现了中国航天人的独特风采。

这些飞天英雄们是如何通过选拔、训练而脱颖而出的?他们在地面和天上要经受哪些磨炼和考验?太空生活真如我们想象的那样浪漫有趣吗?让我们沿着英雄的足迹去认识、解开这些迷惑和谜团吧。

• •

01

· # · 飞天英雄的足迹

…//… 陈善广

1 // 天生我材必有用

载人航天活动是一项高风险和极具挑战性的职业活动，作为载人航天飞行最闪亮的标志，不是所有人都适合当航天员的，必须要是这块材、这块料。

层层选拔，优中选优

航天员选拔是指从特定人群中选拔预备航天员开始，优中选优，直至最终挑选出能够胜任载人航天飞行的飞行乘组的整个过程。它包括预备航天员选拔、训练期的选拔和飞行乘组的选拔，涉及临床医学、航天医学、心理学等学科领域。

(1) 预备航天员选拔。预备航天员选拔主要是对候选人的基本条件、身体健康状况、身体素质和心理素质进行检查和评定，从而给予参加训练的资格。

(2) 训练期航天员的选拔。训练期航天员的选拔是指预备航天员为取得和保留航天员资格必须经过的检查、考核与评定。在训练期间，不仅要预备航天员进行各种训练科目考核、训练阶段考核及训练结业考核与评定，进行心理观察和测评，同时还要定期进行医学检查与评定。如果被医

学鉴定为不合格，则可能面临淘汰。

(3) 飞行乘组的选拔。飞行乘组的选拔是指从合格的预备航天员中，为某次航天飞行任务选拔出最佳飞行乘组的过程。飞行乘组的选拔需要充分考虑飞行任务的特点和要求，因此不仅要对飞行乘员个体做出评价，更重要的是必须对乘组整体效能做出评价。

无论是训练期的航天员选拔，还是飞行乘组的选拔，均比预备航天员的选拔复杂，不仅要考察航天员的思想素质、身体健康状况、身体素质和心理素质，还必须考察航天员掌握的知识与技能情况，以及乘组整体效能等各方面的情况。

航天员在执行一次航天飞行任务之后，如果还要执行下一次航天飞行任务，也必须重新接受选拔，即参加飞行乘组的选拔。除了地面例行的选拔项目之外，航天员在以前历次航天飞行中的表现，如完成任务的情况、身体状况、情绪反应和人际关系等，也是影响他是否能够参加下次飞行的重要因素。

预备航天员的选拔标准包括基本条件、医学选拔标准、心理选拔标准和综合评定标准。训练期航天员的选拔标准和飞行乘组的选拔标准包括医学、心理、政治思想、知识与技能考评标准和综合评定标准。

航天员选拔标准主要是根据航天飞行任务、飞行时间、载人航天器及其装备、航天飞行环境对人的影响和要求确定的，一般包括候选者的基本条件、身体健康状况与身体素质、心理素质、知识储备与操作技能等方面的内容。对候选者的检查与评价，具有全面、系统、多阶段、不间断和动态等特点。

航天员选拔的标准、方法和程序是随着载人航天技术的发展、飞行技术状态的变化、飞行经验的积累、人类对航天环境认识的不断深入、航天员任务的变化，以及科学技术的进步而不断地调整、变化和改进，并逐步发展和完善的。经过 40 多年的发展，无论是美国还是俄罗斯，都已制定

了一整套比较完善的选拔标准，对不同类型的航天员（如指令长、驾驶员、飞行工程师或任务专家、载荷专家）、不同的载人航天器（如飞船、航天飞机、空间站）的航天员和担负不同飞行任务的航天员，有不同的选拔标准和训练要求。在身体条件、航天环境的耐受性和适应性以及心理素质方面，对指令长和驾驶员的要求最严、标准最高，任务专家次之，载荷专家相对最低。

经过多年的研究与实践，中国已经制定了一整套科学有效的航天员选拔标准，包括预备航天员选拔标准、训练期航天员选拔标准和飞行乘组选拔标准。“神舟”五号、六号、七号、九号和十号5次载人飞行的圆满成功，证明了这一选拔标准的科学性和有效性。随着载人航天事业的发展，中国将会进一步补充和完善航天员的选拔方法和标准，完善航天员选拔体系。

入选预备，初现风采

预备航天员的选拔一般由负责载人航天计划的部门组织临床医学专家和航天医学专家成立选拔委员会，从基本条件、医学和心理方面制定选拔标准和方法，确定选拔实施程序，执行选拔各个阶段的任务，负责作出评定意见或建议。选拔实施分为以下几个阶段。

（1）初选阶段。初选阶段主要是按照选拔的基本条件对申请人提供的各种个人资料、档案进行基本资格审查和初步临床体检，目的是筛除有明显疾病和功能障碍者，合格者可进入下一阶段的选拔。

（2）复选阶段。复选阶段要对初选合格者进行全面、深入、详细的临床医学检查、生理功能检查和心理测评，这是预备航天员选拔中最重要的阶段。各种检查的主要目的是了解候选者有无临床上尚没有表现出来的潜在疾病，确定机体功能的储备能力、调节能力和航天环境耐受能力，以及心理状况。临床医学检查通常在指定的权威医疗单位进行，并严格按照医学选拔标准选拔，排除一切可能的疾病和功能障碍，并从功能上优选适合航天环境、有利于完成航天飞行任务的人。心理测评旨在揭示候选者

性格，以及在应激状态下的行为和情绪反应。

(3) 评定录取阶段。评定录取阶段又称定选阶段，该阶段的主要任务是对候选者各项检查结果进行综合评价，最终确定参加训练的合格人选。

谁人飞天，几锤定音？

一旦飞行任务规划完成，就需要从有飞行资格的航天员中挑选飞行乘组来执行本次任务。什么是飞行乘组？它是怎么确定的？

(1) 飞行乘组的构成

参加载人航天飞行的乘组一般由不同类型的航天员组成。一个乘组可能会由不同时期毕业的航天员组成，成员的选择与飞行任务的特点及要求有关，人数的多少除了任务需求外，主要与航天器的规模和类型有关。飞行乘组的每个成员分别承担着不同的任务，他们必须各司其职，协同配合，共同完成飞行任务。

飞船乘组一般由2~3人组成，分别是指令长兼驾驶员、飞行工程师，或指令长兼驾驶员、飞行工程师和载荷专家。航天飞机乘组一般由5~7名航天员组成，其中包括指令长1名、驾驶员1名、执行有关任务的任务专家和载荷专家3~5名。迄今为止，航天飞机乘组人数最多为8人，而航天飞机额定乘员人数为10人。

研究与实践证明，飞行任务完成的好坏不仅与航天员的个人素质、能力和技术水平相关，而且与乘组成员之间能否密切配合、建立合适的乘组结构、团结一致、高效运转有较大的关系。

在为某次飞行任务选配乘组时，首先要考虑飞行任务对人的需求，选拔出适合该次飞行、满足任务要求的各类航天员，即指令长、驾驶员、飞行工程师或任务专家、载荷专家等若干名，按照他们的能力、技术水平、个性特征组成合适的乘组，并根据个人的特点进行任务分工，组成飞行乘组进行训练。其次，在满足任务需要的前提下，选择个人身心素质、能力和技术水平接近或相当的航天员构成乘组，并考虑乘组成员技术、能力、

个性等方面的互补以及心理相容性问题，为圆满完成训练和飞行任务奠定良好的基础。

(2) 飞行乘组选拔项目和安排

选出的飞行乘组必须由身体素质、心理素质、知识与技能等方面最能满足任务需要的航天员组成，而飞行乘组包括备份乘组的选拔又必须充分分析和考虑飞行任务的特点及要求，不仅要对飞行乘员个体做出评价，更重要的是必须对乘组整体效能做出评价。有的航天员在某个乘组内与其他航天员配合不好，但却可以在另一个乘组内与他人进行很好的、高效的协同配合，因此组成合适的乘组是飞行乘组选拔的一个关键环节。

在发射前的训练和任务准备过程中，航天员的健康状况存在变数，因此，通常会为某次飞行任务选出若干名航天员，组成1~2个乘组进行训练和任务准备，其中一个为正式飞行乘组，另一个为备份乘组或者是候补乘员。

通常是正式飞行乘组参加航天飞行，但不能保证他们在航天飞行前不发生意外。例如，苏联航天员V. 列别杰夫接受了6个月严格的飞行任务训练课程，但却在执行飞行任务前不久的蹦床运动时脚部严重受伤，不得不被替换下来。

参加过航天飞行的航天员是否能够进行第二次和第三次飞行，受到各种因素的影响，其中包括航天飞行中的表现，如完成任务的情况、身体状况、情绪、人际关系等因素。原则上，参加过航天飞行的航天员要和其他航天员一样参加新任务的飞行乘组选拔，有些航天员可能是几年后再次飞行，但也有飞行后仅几个月就被选中参加另一次飞行任务的航天员，如苏联航天员V. 柳明、V. 贾尼别科夫等待了8年，才于1978年进行第一次飞行，此后还参加了4次飞行任务。

(3) 选拔飞行乘组的标准和方法

制定飞行乘组选拔标准和方法是航天员选拔的关键环节。在制定选拔标准和方法时，应遵循选拔的指导思想、原则和策略，并重点考虑和解决