

载人航天百科知识图解

迈向太空

(三)

邸乃庸 编著

MAIXIANG TAIKONG

 大象出版社



载人航天百科知识图解

迈向太空



郎乃庸 编著

大象出版社

ACT-70/03

图书在版编目 (CIP) 数据

迈向太空: 载人航天百科知识图解 / 邸乃庸编著. — 郑州: 大象出版社, 2004.1
ISBN 7-5347-3269-7

I. 迈… II. ①邸… III. 载人航天飞行—图解 IV. V 529-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 100196 号

责任编辑 陈 刚 王 卫 王晓宁 孟建华
责任校对 钟 骄
装帧设计 张 伟 高银燕 高金燕 毕焕玉
出 版 大象出版社(郑州市经七路25号 邮政编码 450002)
经 销 大象出版社发行部(电话: 0371-5726194)
印 刷 河南省瑞光印务股份有限公司
版 次 2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷
开 本 890 × 1240 1/16
印 张 32
印 数 1-3000册
全套定价 160.00元(每册40.00元)

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址:郑州市二环路35号

邮政编码:450012 电话:(0371) 3955319



向《迈向太空》的读者朋友表示真
诚的祝愿，祝愿你们努力学习
航天知识，加入到迈向太空，探索
宇宙的行列中来，实现飞天梦，开
发太空资源，为人类造福。

李进

2003. 10. 18.



作者简介

邱乃庸，航天专家，1965年毕业于北京航空学院（现北京航空航天大学）火箭系，分配至航天部第一研究院（现中国运载火箭技术研究院）从事战略导弹和运载火箭总体设计工作。1992年参与我国载人航天工程经济、技术可行性论证，1993年中国载人航天工程办公室成立，被调入该办公室任工程总体室第一任负责人，经历了我国载人航天工程自论证至成功实现首次载人航天飞行的全部过程。



本书作者与杨利伟合影

前言

人类诞生在地球上，世世代代在地球上繁衍生息。人类对未知世界的不懈探索，为追求更美好的生活的辛勤劳作和创造，一直在不断改造着这个世界，同时，也在不断扩展自己的生存空间和活动领域：先是陆地扩展到海洋，继而又在天空中翱翔，1961年4月12日，随着加加林乘坐东方号飞船环绕地球飞行，人类的生存空间和活动领域又从地球扩展到了太空。

人类进入太空并不满足于创造“纪录”，而是要开发太空资源，为人类社会的发展提供新的动力。

太空蕴藏着丰富的资源。在航天事业开启之前，太空是人类从未涉足的领域。航天事业开创了人类利用太空资源的新时代。各种人造卫星利用太空的高度资源，为人类提供着广泛的服务，使人类社会以前所未有的发展速度进入了高度发达的信息社会。而载人航天的发展，为人类开发太空失重、真空、深冷、太阳能等诸多资源创造了条件，将使人类获得更为强劲的发展动力，为人类社会的进一步发展注入新的活力。

杨利伟乘坐我国自己研制的载人航天器成功遨游太空，也宣布了中国载人航天时代的到来，载人航天已经成为现代人类社会的重要组成部分。向人们广泛地介绍载人航天知识，帮助人们深入了解载人航天事业，使更多的人理解并支持载人航天事业，是我们教育图书出版工作者义不容辞的责任。

《迈向太空》以大量翔实的图片和通俗易懂的文字，将代表当代高科技的载人航天知识奉献给普通读者，引导读者进入载人航天的神秘世界，共同分享航天的愉悦。这套书是一部全面、系统叙述载人航天知识的科普图书，包含了载人航天工程的各个方面。读者通过阅读这套书，可以了解载人航天的发展历程，载人航天器、航天员、载人航天设计师、载人航天的发射和返回、测控与通信、太空生活、太空实验以及载人航天未来展望等方面的科学知识，获得载人航天知识的完整概念。《迈向太空》还专辟一册详细介绍了中国的载人航天工程，为每一个关心中国航天事业的读者描述了中国载人航天的壮丽画卷。

迈向太空，探索宇宙，开发太空资源，造福全人类，是载人航天的努力方向，也是中国载人航天的奋斗目标。我们真诚期望更多的人，特别是青少年朋友，关心热爱载人航天事业，学习航天人那种不懈探索的精神，不断开发自己的潜能，为实现这个宏伟的目标、为人类社会更加光辉灿烂的明天共同奋斗。

世界载人航天图片主要来源

NASA 网站

作者

阿列克赛·卡马洛夫

克雷格·科沃尔特

丹尼斯·戴维森

斯文·纳德森

理克·格戴斯

帕特·罗灵斯

马克·道曼

约翰·弗雷桑尼特

阿索舍特斯

卡尔文·汉密尔顿

斯科特·巴罗斯

C·PH·斯考迪特

R·里恩哈德

中国载人航天图片作者

邱乃庸

沈力平

王朋

周雁飞

王宁

鞠浪

林西强

张桐胜

牛爱民

致谢

中国载人航天工程副总设计师沈力平先生，郝淳先生和黄伟芬女士，以及许多同行对本书的编写给予了热情帮助，在此，一并表示真诚的谢意。

作者



目 录

航天员的选拔与训练

航天员的选拔	1
航天员的训练	4
主要训练设备	18
航天员培训中心	22

太空生活

航天员的行为	27
太空饮食	33
太空卫生保健	42
太空睡眠	46
太空锻炼	49
航天员的工作	54
太空医务	62
太空娱乐	64
航天员的衣着	68
太空家务	70

太空实验

材料加工	73
生物技术	78
失重科学	84
太空医学和生命科学	88
观测	93
工程技术试验	101
军事应用	101

意外事件

航天员牺牲	103
营救与被救	110

航天员的选拔与训练

目前,航天事业已经进入应用阶段,众多的应用卫星为人类提供了极为有效的服务,而载人航天仍然处于开拓阶段,仍然处于不断探索和试验中。人们还不能像乘坐飞机在空中飞翔那样随意乘坐航天器进入太空飞行,有幸进入太空的仍然是经过苛刻

选拔和严格训练的航天员。

航天员是开拓太空之路的先锋,他们是人类的佼佼者,他们具有崇高的献身精神、高深的学识水平、非凡的工作能力、优秀的环境耐力、良好的心理素质和健康的身体条件。

如今,航天员已经成为一种极为

诱人和极富挑战的职业,人们向往成为一名航天员。“什么人能够成为航天员?”“如何选拔航天员?”“要经历哪些训练才能成为一名合格的航天员?”这已经成为广大有志于载人航天事业的年轻人想要破解的问题。

航天员的选拔

什么人能成为航天员

航天员包括驾驶员、任务专家、载荷专家。航天员分职业和非职业两大类。职业航天员指专门从事航天飞行工作的航天员。美国职业航天员有

指令长、驾驶员、任务专家。俄罗斯则分为指令长、驾驶员和随船工程师。非职业航天员主要是载荷专家,指专门从事某项科学研究和实验的科学家航天员,他们平时以原职业为主,兼顾航天飞行工作。最近又出现了“游客”类航天员,属于到太空观

光旅游性质。

美国的航天指令长和驾驶员,对全部飞行的安全和任务的完成负责,是飞行中的组织者和指挥者。驾驶员协助指令长工作,负责航天器的操纵和控制。

任务专家负责计划制定,负责飞行器的管理、维护、后勤保障、有效载荷管理和太空行走。

载荷专家负责科学研究和实验。

其中,对驾驶员的要求最高。以美国航天飞机和国际空间站航天员选拔标准为,对驾驶员的基本要求是:获得工程、生物学、物理学或数学方面的学士学位,具有1000小时喷气式飞机驾驶经验,身体条件符合I类体检标准。

原苏联第一批航天员(前排中间为加加林和捷列什科娃)。





美国第一批航天员 (前排右起第二人为格林)。

对任务专家的基本要求是：获得工程、生物学、物理学、天文学、地质学等方面的学士学位，有3年相关专业的实践经验（获得硕士学位等同于1年实践经验，获得博士学位等同于3年实践经验），身体条件符合Ⅱ类体检标准。

对载荷专家的飞行实践和身体条件要求最低，但对实验能力要求较高，基本要求是：对所进行的研究或实验非常熟悉，能够独立完成研究或实验工作，身体条件符合Ⅲ类体检标准。

对于年龄、身高和体重的要求，各国也有所不同。驾驶员、航天员，年龄：美国不超过40岁，俄罗斯不超过45岁，中国不超过35岁。身高：美国1.6米至1.9米，俄罗斯不超过1.75米，中国1.60米至1.72米。体重：一般不超过70千克。载荷专家航天员年龄条件有所放宽（美国为不超过60岁）。

除上述基本要求外，航天员还必须具备以下素质：

优良的心理素质；

具有良好的性格，在任何情况下



身着航天飞机发射一再入航天服的现代女航天员。

都能够沉着冷静地处理遇到的问题，能够控制自己情绪，和同事和睦相处；能够耐受孤独；性情乐观。

良好的环境适应能力：

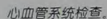
航天环境与地面环境有着显著的差异，要在这种环境中完成各项任务，就需要对这种环境具有较强的适应能力。

坚定的献身精神：

载人航天事业仍然处于开拓阶段，和地面工作相比，具有较高的风险性，作为航天的实践者承受着巨大

国际太空站上身着俄罗斯航天服的美国和俄罗斯航天员。





查的 50% 至 80%。

心理字选板和特殊环境适应 能力选板

心理活动包括两部分内容：一是感知、记忆、学习、思维、语言等构成的认知和意识活动。二是由情感的表达和情绪的调控构成的情绪活动。

心理工作能力等。以面谈、问卷、测验、心理学检查等方式进行。

特殊环境适应能力选拔的主要内容是：超重耐力——头部至骨盆方向过载值为 $3g$ (g 为地面重力加速度)，前胸至后背方向过载值为 $4g$ 至 $8g$ ，峰值持续时间为 $50s$ 。通过离心机可测出受检者心血管功能、前庭植物神经功能及大脑的供血状况等。低气压耐力——先进行相当于 $5000m$ 高度的低气压测试，出现昏厥者即淘汰。再进行相当于 $10000m$ 高度的低气压测试，有“蚊痒”感或关节疼痛，说明出现减压症，也不能入选。前庭功能——利用平行秋千进行线性加速度敏感性测定，进行冷热刺激敏感性测定。如果受检者有头晕、恶心、呕吐、面色苍白、出汗等太空运动病症状反应，心电图、胃电图、血压及眼电图都有异常，便被淘汰。立位耐力——下体负重耐力和头倒位耐力检查，凡有各种调节障碍等耐力不良者被淘汰。

经历了这一系列选拔程序后，脱颖而出的候选人成为预备航天员。这些预备航天员进行几年的训练，确认能够胜任航天飞行任务之后，才能成为正式航天员，承担航天飞行任务。

从众多的报名者中,按照制定的年龄、身高、体重、学历、资历等条件,进行基本条件选拔。这一轮选拔是书面选拔,这个选拔过程的淘汰率约为50%至80%。

医学选拔的目的是在基本条件满足要求的基础上,确定候选人的身体条件是否满足要求。在医学选拔过程中,对候选人进行临床医学的身体检查和生理功能检查。主要进行病史(特别是潜在的心血管病、遗传病及家庭病史)、临床各科检查(重点是内科的心血管、神经科的植物神经功能,耳鼻喉科的听力、发声,眼科的视力,以及肢体、结石、溃疡、血液疾病等)、实验室检查(进一步以物理和化学方法确认是否存在潜在的疾病和功能紊乱)、是否存在潜在的疾病和功能障碍。检查(重点是心血管系统、前庭系统、中枢神经系统)。

在特制的黑白相间条纹的圆形小舱内进行运动病耐力检查。



航天员的训练

职业航天员训练一般需要3年至4年, 载荷专家一般需要2年半时间。

航天员的训练内容分为基础理论知识学习、体质体能训练、环境耐受训练、前庭功能训练、心理训练、飞行训练、任务训练、生活训练、生存训练和应急训练等。

基础理论知识学习

学习的主要课程有:

航天器飞行原理

航天器运动的理论基础, 上升段飞行动力学, 轨道飞行动力学, 返回飞行动力学, 运动方程, 各种因素对航天器运动的影响。

载人航天器和运载火箭

载人航天器和运载火箭的系统组

成, 各系统的功能及基本构成, 各主要仪器设备的功能和性能, 主要参数和特性, 飞行阶段和飞行过程等, 载人航天器的发射和返回。

地球生态监控基础

地理学, 测量学, 制图学。

航天地理学, 包括在太空对地球资源的研究、矿藏勘探、地壳地貌和矿层识别、航天地质构造图的绘制等。

航天气象学, 包括大范围云层和气象事件的识别方法等。

航天海洋学、海洋测量学和水文学。

航天农业和生态学, 包括土壤、农作物、耕地和森林状态的监测, 森林火灾预测, 水域污染监测等。

航天工业基础

航天工艺学, 冶金学和材料学,

航天药理学。

由于材料加工已经成为载人航天的主要实验项目, 有的国家将材料加工也列入课程。

主要的学习方式是课堂教学及实物现场教学。

体质体能训练

体质体能训练的目的在于增进航天员的健康, 提高其运动的协调性和空间定向能力, 培养其勇敢的品质, 增强其情绪的稳定性、身体的力量性、灵活性和刻苦耐劳的精神, 从而提高航天员的身体素质和工作效能。

主要训练方式是通过田径、游泳、体操、球类等活动, 以提高其力

技术人员在国际太空站服务舱实体模型前为航天员授课。



超重训练的目的是提高航天员对超重的耐受能力。

超重训练在离心机上进行。这种离心机是专门为人们设计的，与一般离心机不同。离心机长臂的端头有一个舱，舱内有航天员乘坐的座椅，有对航天员身体状况进行监测的相关设备，有拍摄航天员身体行为特别是面部状态的摄像机。舱能够随着产生的向心加速度的大小旋转，以保证航天员所受到的过载方向（离心机产生的向心加速度和地面重力加速度的综合结果）是预定的方向。超重训练的目的是使航天员对上升段飞行运载火箭所产生的加速度、返回过程中制动和大气阻力所产生的加速度具备良好的耐受能力，使航天员熟练在上升段和返回段超重条件下的操作。

失重训练

航天员自进入太空开始直到返回，其中绝大部分时间处于失重环境中，航天员在太空的一切工作、生活

活动完全是在失重状态中进行，失重是对航天员身体、活动构成影响的诸因素中最重要的因素，所以，失重训练是航天员训练中的重要内容。

在伊尔-76飞机抛物线飞行时，航天员进行失重环境中的穿航天服训练。



失重训练的主要手段有失重飞机和水池。

用失重飞机进行失重训练是普遍采取的方式，当飞机发动机只产生抵消空气阻力的动力进行抛物线飞行时，飞机就处于自由落体的失重状态，飞机内的乘员就处于失重环境中。失重飞机进行一次抛物线飞行，可以提供约20秒钟至30秒钟的失重时间，失重飞机每次飞行可以飞20次抛物线，每次训练可以经历约500秒钟的失重时间。

利用失重飞机所产生的短时间失重，是训练航天员在失重条件下生活和工作能力的最有效的方法。航天员可以利用这短暂的失重时间，体验失重感觉，进行设备、仪器和工具的简单操作训练以及饮水、进食训练，进行某些科学实验、准备出舱活动、穿脱航天服、出舱活动、组装和维修工

美国航天员在KC-135运输机抛物线飞行时，进行自身稳定训练（她手扶的装置是国际太空站上的脚固定器）。

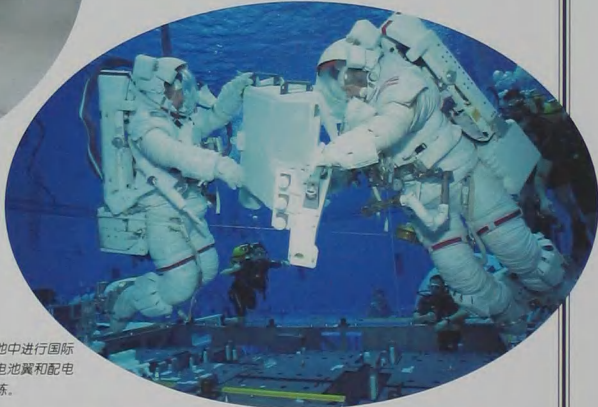




航天员在失重飞机上演练她
将要在航天飞机上执行的美国微重力实验室的操作。

用水池进行失重训练,训练时间长,可以在水池内设置舱外活动所涉及的航天器和设备的实体模型,可以进行航天员舱外活动全过程实物训练。水池训练的缺点是运动阻力比较大,与真实的太空环境有差异。

在水池中训练,为了更好地模拟失重效果,航天服的一些部位需要加配重,所使用的工具也要特殊设计,

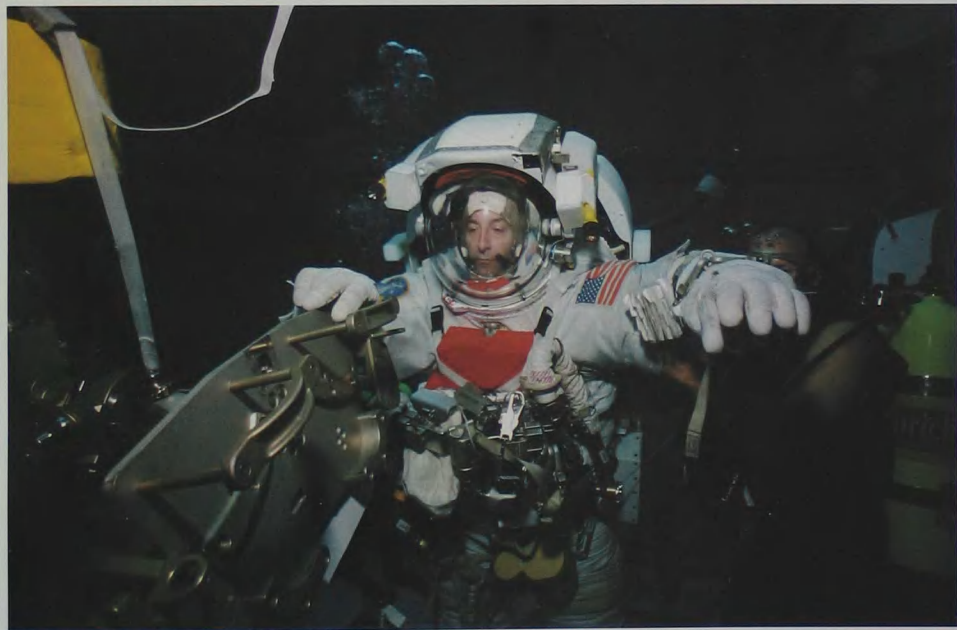


航天员在水池中进行国际空间站太阳能电池翼和配电系统组装训练。

作等训练。

在水中训练,用水的浮力抵消重力对人身和服装的作用,使人产生类似于失重的感觉,也是一种重要的失重训练方法。这种失重训练,主要着重于舱外活动的操作训练。利

航天员在水池中进行舱外活动组装训练。





国际太空站第一批常驻航天员，在莫斯科加加林航天员培训中心的水池中的全尺寸国际太空站服务舱模型上，进行太空行走训练。

