



空天传奇系列科普丛书

丛书主编 周日新

天河行舟

——载人航天器的今生来世

石 磊◎编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



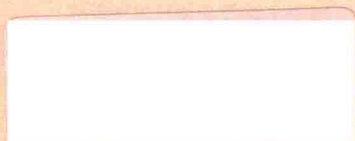
空天传奇系列科普丛书

丛书主编 周日新

天河行舟

——载人航天器的今生来世

石 磊◎编著



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

无垠的太空充满神秘,对其一探究竟是无数人的梦想。随着航天技术的发展,载人航天早已梦想成真,而天地往返载人航天器则是实现这种梦想的天梯。从第一个进入太空的航天员加加林迄今,天地往返载人航天器发生了巨大的变化,这种变化不仅反映了航天技术发展的曲折,也折射出人类探索太空的艰难。本书以天地往返载人航天器的发展历程为主线(由于篇幅所限,不返回地面的载人航天器,如空间站等并未涉及),介绍各种天地往返载人航天器研发和应用中的有趣故事,同时简明扼要地介绍与载人航天有关的各种科学知识点。本书力求把枯燥的概念融入生动的故事中,让读者享受一番悦读的愉快。

图书在版编目(CIP)数据

天河行舟:载人航天器的今生来世/石磊编著.——
北京:北京航空航天大学出版社,2016.1
ISBN 978-7-5124-2006-9

I. ①天… II. ①石… III. ①载人航天器—普及读物
IV. ①V476.2-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第314817号

版权所有,侵权必究。

天河行舟 ——载人航天器的今生来世

石磊 编著

责任编辑 陈守平

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

中国铁道出版社印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:700×1000 1/16 印张:12.25 字数:294千字

2016年1月第1版 2016年5月第2次印刷

ISBN 978-7-5124-2006-9 定价:32.00元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。

联系电话:010-82317024

编委会

主 任：刘嘉麒

编 委：（按姓氏笔画排序）

王直华 王渝生 尹传红 石顺科

朱毅麟 刘大响 刘德生 孟东明

陈芳烈 张聚恩 周日新 居云峰

戚发轫

丛书主编：周日新

作 者：（按姓氏笔画排序）

王宏亮 王钟强 车晓玲 石 磊

李 杰 李成智 周日新 庞之浩

顾世敏

总 策 划：赵延永

编 辑：赵延永 胡 敏 蔡 喆 陈守平

天外有天

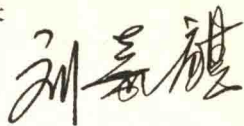
《空天传奇系列科普丛书》序

自古以来，人类一直对天空充满着神秘感，寄托着飞天的企盼，于是发明了风筝、热气球、飞艇、滑翔机、飞机、直升机、火箭、卫星、飞船……一步步腾空而起，一程程远走高飞，从地球到宇宙，在浩瀚的天空翱翔，不仅能“坐地日行八万里”，一天绕地球一圈，还能挣脱地球的引力，将人送入远离地球 300 千米以上的太空，在那里遨游，停留……从第一个驾机腾空的莱特兄弟，到发明喷气式发动机的欧海因、惠特爾，从第一个进入太空的加加林到中国航天第一人杨利伟……人类在探索空间的征程中，创造了无数奇迹，留下了许多惊心动魄、感人至深的故事。天外有天，地外有地，天有多高，梦想就有多远，探索空间的征程永无止境。航空航天始终是探索宇宙的急先锋，是人类最伟大、最光荣的事业。

人们通常把地球表面以上的大气层空间称为空，在这部分空间的航行称为航空；而把地球大气层以外的广大空间称为天，在近地球和地球以外宇宙空间的航行称为航天，有时也称为航宇。可见，航天比航空的范围要大得多。无论是航空还是航天，都需要高度复杂精准的飞行器，它需要特殊的材料，特殊的设计，特殊的加工制造，以适应特殊的宇宙环境，并保持与地面联系的畅通。可想而知，每个飞行器都包含着无数的奥秘：为什么数百吨的飞机能够在高空飞行？为什么宇宙飞船可以在漫无边际的天河里行舟？空中旅行与地面旅行有什么不同？在失重环境下，人们是怎样生活的？……

为了揭开这些引人入胜的奥秘，北京航空航天大学出版社邀请国内一批知名专家和科普作家，创作了“空天传奇系列科普丛书”。作者们以独特的视角选取了航空航天中颇有代表性的八个主题，从不同的方面展现了航空航天的迷人世界，把载人航天器的今生来世徐徐道来，航母舰载机的非凡战绩活灵活现，既显示了空中旅行的快捷与舒适，也抒发了出使宇宙的神奇与豪迈。我作为探索自然奥秘的痴迷者，被空间科学的博大精深和这套丛书的丰富内容深深地吸引，也被航空航天人的博大胸怀和大无畏精神所感动。期待着这套丛书早日与读者见面。

中国科普作家协会理事长
中国科学院院士



主编序

1897年，巴西青年桑托·杜蒙坐在气球下用柳条制成的吊篮里，抓起一个沙袋扔下后，气球系着吊篮冉冉升空，杜蒙感觉周围的空气好像静止不动，随着气球一起上升着。他完全痴迷了，升空是如此快乐，好像不是气球在上升，而是大地在下沉！

1963年，美国飞行员瓦尔克驾驶飞机升上107.9千米高空，成为名副其实的驾驶飞机的航天员，他经历了3分钟失重的感觉，体验到脱离地球桎梏的喜悦，看到了置身美丽太空似被蓝白色彩带所包围着的弯弯的地球！

人类关于航空航天的梦想源远流长，而航空航天之魅更是无与伦比，无数人为之痴迷，为之奋斗，不惜牺牲生命。千百年的努力，成就了今天航空航天事业的辉煌。

航空实现了人类自古就有的升空梦想，航天更是让人类迈出了走向太空的重要一步。

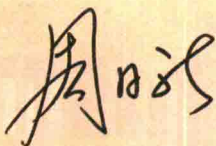
今天，航空航天仍是神秘的高科技领域，人们对航空航天的好奇心有增无减。人类进军航空航天的势头更为强劲。航空航天又是现代国防的重要组成部分，随着我国各种新型号战机和大型客机的推出、航空母舰的服役和载人航天的发展，航空航天正在走向大众，大众也迫切需要了解航空航天的前世今生，普及航空航天知识不仅可以满足人们的好奇心，还将对我国的国防事业起到积极的推动作用，可促使更多优秀的青少年投身于祖国的航空航天事业。

2003年飞机诞生100周年之际，北京航空航天大学出版社邀我主编了一套10册的“百年航空系列科普丛书”，在社会上产生了一定的影响。13年后的今天推出的“空天传奇系列科普丛书”则吸收了航空航天领域的最新成果，内容更为翔实，故事更为生动，装帧更为精美，力争给读者一个全新的感受。

本丛书共8册，均由资深航空航天科普专家撰写，内容涉及航空器设计、航空史第一次、航空动力、空中旅行、航母舰载机、载人航天器、探访太空、拓荒宇宙诸领域，记述了航空航天发展的前世今生以及为之拼搏的探索者，可以说是最新版的航空航天概览。

愿此丛书能够给青少年航空航天爱好者和广大读者带来知识与愉悦。

丛书主编



作者自序

人类实现宇宙飞行的梦想是 20 世纪最伟大的科技成就之一。

从古人插翅升天的幻想到人类第一次借助热气球升空，中间经过了漫长的几千年；从热气球到有动力的飞机问世，中间经历了 120 年；从莱特兄弟的载人飞机到“东方”号载人飞船，其间只用了 58 年；而从加加林上天到阿姆斯特朗登月，只不过相隔短短的 8 年。人类的脚步从陆地踏上海洋，迈上天空，再拓展进太空，其跨越已越来越大胆，其步伐已越来越迅速。可以预见，人类到火星、到外星安家落户已不再遥遥无期。

就像所有的科学技术都在帮助人们延伸自己的器官功能一样，天地往返载人航天器承载着人类遨游太空的使命，成为登天最好的替步工具，它把天河与陆地紧密地联系在一起。伴随着它的诞生，我们正在从容地荡舟天河，享受着它给我们带来的无穷乐趣和惠益。

如今，我们不可能人人都成为加加林、成为阿姆斯特朗，但是随着科学技术飞速的发展，谁能否认今后我们不会人人都成为加加林、成为阿姆斯特朗呢？谁又能否认有朝一日我们乘坐天地往返载人航天器不会像今天乘坐民航飞机一样方便随意呢？

了解一下天河行舟吧，了解一下它的发展历程和技术奥秘，了解一下它的神奇功能和美好未来，再用你的智慧去为它编织新的光环。走进它的世界，你会听到阿波罗的壮举和“神舟”号的春曲；看到“联盟”号的历险和挑战者号的悲怆。就像月有阴晴圆缺一样，科学之路上也充满了喜怒哀乐。你将觉得天宫并不抽象，并不遥远，就像车窗外掠过的田野一样实在，就像烛光里伸手可抓的火花一样接近。

我们中华民族在天河行舟的国际竞赛中，起步是晚了点，但是我们毕竟奋力划桨追了上来。“神舟”号飞船的问世，宣告中国已经具备了进驻太空的能力，中国载人航天“三步走”的计划正在顺利实施。随着 2016 年“天宫 2 号”的升空，中国空间站建设、载人登月的喜讯将掷地有声，青少年朋友们将会看到、甚至参与这些激动人心的伟大壮举。

目 录

第一章 爆炸性新闻

首航天河	2
航天纪元第一人	8
天街漫步	16
宝刀不老	22

第二章 两代飞船 美国赌气

我不会成为“烧鸡”	34
登月预演	43

第三章 “阿波罗”蟾宫折桂

火箭巨无霸	50
奔月之路	56
直闯月宫	65
功成名就	73
阿波罗轶事	80

第四章 不能忘却的纪念

黑色记录	88
科马罗夫罹难	94
都是细节惹的祸	100

第五章 想说告别 别亦难

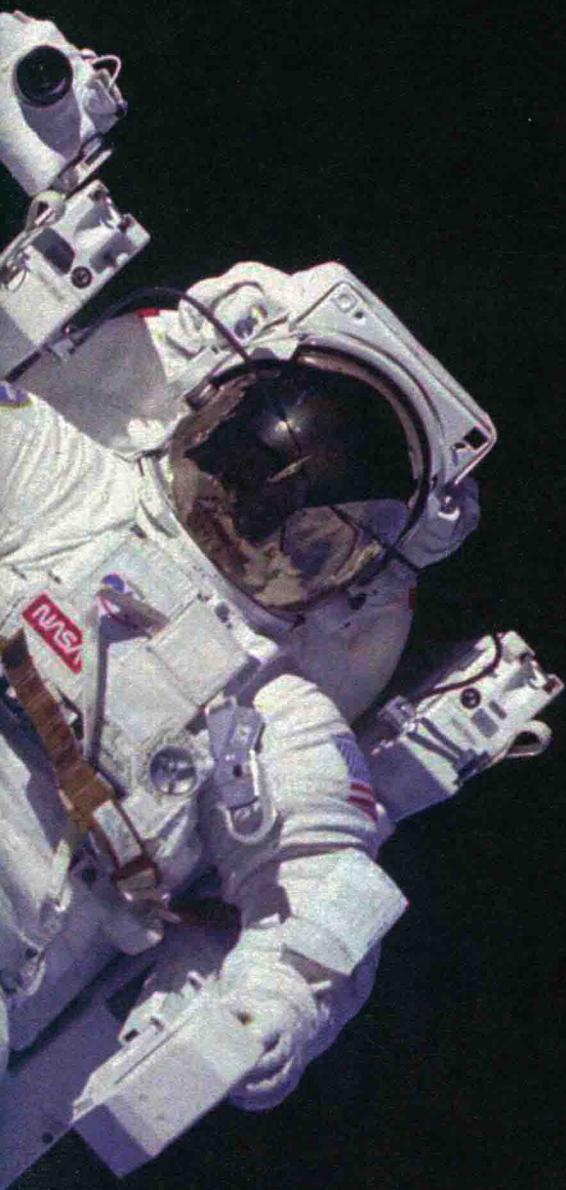
X-15 火箭战机	108
巧夺天工	113
“哥伦比亚” 一鸣惊人	121
离歌一曲挑战未竟	128
“发现” 号重整旗鼓	136
“奋进” 号后来居上	141
“亚特兰蒂斯” 告别一个时代	146

第六章 中国神舟

往事如烟	156
后发优势	161
中国新高度	172
“神舟” 的中国情结	179

第一章

爆炸性新闻



首航天河

“1961年4月12日，苏维埃社会主义联盟共和国把世界上第一艘宇宙飞船‘东方’号发射到地球轨道上，‘东方’号上的航天员是苏联公民尤里·阿历克谢耶维奇·加加林少校……”这条由苏联国家广播电台播音员列维坦饱含兴奋之情播报的新闻无疑是爆炸性新闻，瞬间就传遍了全世界。

举世沸腾



1961年4月12日美国《亨斯威尔时报》惊呼加加林进入太空的报道

如果不是这条爆炸性新闻，这个普通的星期三，很可能会像许多其他平平常常的日子一样，很快从人们的记忆中消逝。然而，这一天全人类因加加林而集体失眠！

助力加加林创造奇迹的，是人类历史上第一艘载人飞船——“东方”号。

“东方”号飞船是苏联第一代飞船。1961年4月—1963年6月，一共发射了6艘。

早在1958年5月，杰出的航天专家科罗廖夫就带领设计人员完成了“东方”号飞船的总体设计任务，1958年底就造出了第一艘不载人样船，并开始了各种秘密的试验。

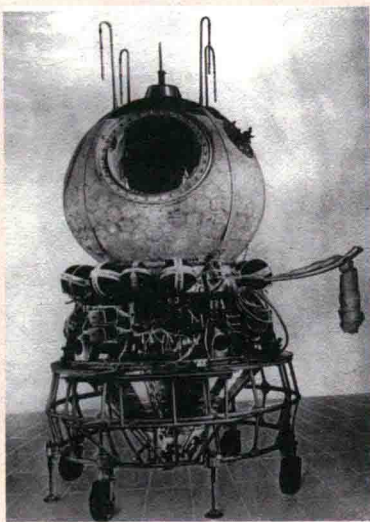
但是，试验进行得异常艰辛，发射了7次，只有3次成功。其间，拜科努尔发射场还发生了一起火箭在发射台上大爆炸的严重事故，炸死了包括战略火箭军司令涅杰林元帅在内的数十名军队将领和科学家。

载人飞船

载人飞船是保障航天员在外层空间生活和工作以执行航天任务并返回地面的航天器。载人飞船可以独立进行航天活动，也可成为往返于地面和空间站之间的“渡船”，还能与空间站或其他航天器对接后进行联合飞行。载人飞船容积较小，不具备再补给的能力，不能重复使用。

“东方”号计划仍然艰难地向前行
进着。

1961年3月30日，苏共中央收到一份绝密报告，报告中写道：“科研人员
和试验人员无论在地面还是在空中，
都做了大量工作，到目前为止，已经进
行了7次未载人飞船的发射，对飞船结
构和着陆设备的进一步处理以及对航天
员的训练等工作情况都说明，现在完全
可以实施载人飞船的飞行计划，继续领
先美国……”在这份报告上签名的有苏
共中央部长会议副主席乌斯季诺夫、国
防部部长马利诺夫斯基、战略火箭军司



“东方”号飞船

“东方”号

“东方”号飞船由球形密封舱和圆柱形设备舱组成，最大直径2.4米，总长7.35米，质量约4.73吨，只能乘坐1名航天员，最长飞行时间4天。设备舱是飞船的动力及服务保障系统，飞船返回地面时，被抛弃在太空。

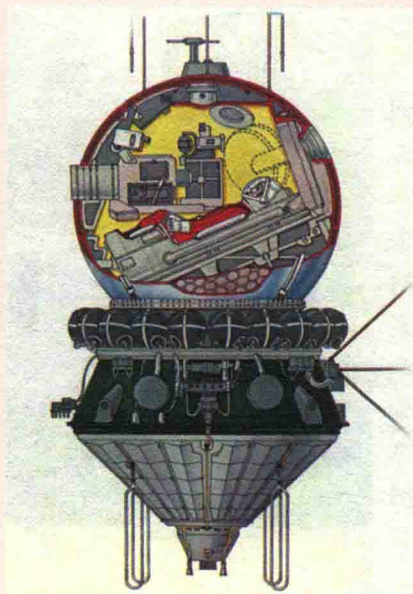
苏联航天巨擘科罗廖夫

谢尔盖·帕夫洛维奇·科罗廖夫，苏联航天事业的伟大设计师与组织者，第一枚洲际导弹的设计者，第一颗人造地球卫星运载火箭的设计者，第一艘载人飞船的总设计师。他1907年1月12日出生于乌克兰的日托米尔城，因家境贫寒，靠半工半读完成了中学和高等专科学校的课程。1924年，他进入基辅工学院航空动力系学习，1926年转入著名的莫斯科鲍曼高等技术学院，成为飞机设计大师图波列夫的学生。1929年，他在卡卢加见到宇



谢尔盖·科罗廖夫

航之父齐奥尔科夫斯基后，研究兴趣由飞机制造转向了航天火箭。在1937年开始的“大清洗”中，科罗廖夫因莫须有的阴谋颠覆罪被押解到西伯利亚罚做苦役。1944年，科罗廖夫被提前释放。从1953年开始，他开始领导研制P-7洲际弹道导弹，1956年又将导弹改装成发射人造地球卫星的运载火箭。在他领导下，1957年8月3日苏联首枚洲际弹道导弹P-7试飞成功；当年10月4日，苏联的运载火箭成功发射了人类第一颗人造地球卫星；1961年4月12日，世界第一艘载人飞船发射成功。当他继续领军向月球进发时，因积劳成疾，于1966年1月14日与世长辞，终年59岁。



“东方”号飞船示意图

固体火箭发动机

固体火箭发动机指使用固体推进剂的化学火箭发动机，由药柱、燃烧室、喷管组件和点火装置等组成。与液体火箭发动机相比较，固体火箭发动机工作时间短，加速度大，推力不易控制，重复启动困难，主要用作火箭弹、导弹和探空火箭的发动机，以及运载火箭发射和航天飞机起飞的助推发动机。

令涅杰林的继任者莫斯卡连科、空军总司令韦尔希宁、科学院副院长克尔迪什、火箭总设计师科罗廖夫以及苏联克格勃第一副主席伊瓦舒金。

3天后，苏共中央批准了这份报告。

“东方”号飞船的球形密封舱是航天员升空和返回的座舱，质量2.46吨，直径只有2.3米，舱内有可供航天员10天生活的氧气、食物、饮水等生命保障系统，还有姿态控制系统、遥测系统、返回系统和弹射座椅等。座椅位于座舱正中央，航天员升空时的姿势有点像母亲子宫里胎儿的姿势

势，从医学角度讲，这种姿势承受过载的能力最大。座椅还用于紧急救生，其下放置着救生包、降落伞和两台**固体火箭发动机**，可将座椅弹射出舱应急着陆。

这么多东西都堆积在座舱里，而座舱的自由空间仅1.6立方米，可想而知航天员的“住房”多么狭小，几乎没有地方可供走动。座舱的舱壁上开了三个舱口，一个供航天员进出，另一个是返回时航天员座椅的弹射口，还有一个是与设备舱的接口。航天员在前两个舱口边可以观察或拍摄太空、地球的照片。加加林上天后会向地面报告他所看到的一切：“太空显得非常非常黑暗，而地球却是那样蔚蓝。”

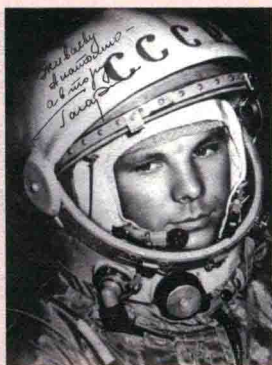
1961年4月12日莫斯科时间9点07分，“东方”号火箭山崩地裂般地轰鸣，托举着“东方”号载人飞船冉冉升空。地面控制室里清晰地传来了航天员加加林激动的声音：“我去了！”他在距地球



加加林在“东方”号飞船舱内

181~327 千米的轨道上绕地球飞行了一圈、89 分钟，108 分钟后安全返回。

“东方”号首航成功后成为全世界议论的焦点，加加林的照片成了最时髦的招贴画。加加林从太空返回后，苏联政府在莫斯科红场举行了盛大的欢迎仪式，时任最高领导人赫鲁晓夫为他颁发了“列宁勋章”，并授予他“苏联英雄”和“苏联英雄航天员”的光荣称号。



人类第一位太空使者加加林

辉煌的“东方”号

自加加林首航后，“东方”号飞船开始了编号。加加林乘坐的为“东方”1号。

“东方”2号在“东方”1号上天4个月后的8月6日发射，航天员是26岁的格尔曼·季托夫。那天上午9点，季托夫含笑走进拜科努尔发射场，沿着加加林开辟的天路走了更远。在飞行中他创造了人类航天史上的三个“第一”：第一次用手动控制飞船的定向；第一次用摄像机拍到了太空、地球、月球的影像，还用仪器进行了生物学研究和技术实验；第一次在太空实行了8小时工作制。季托夫共绕地球飞行了



苏联第二个飞上太空的航天员
格尔曼·季托夫

17圈，历时25小时11分，在太空中度过了整整一个昼夜，他按地面的习惯工作、吃饭、锻炼、睡觉。季托夫惊奇地看见，他每绕地球一圈，就有一次日出日落，他在一昼夜里竟迎来了17次朝阳。季托夫在飞行中还出现了一种怪现象，他的头突然向两边左右摆动，头昏眼花，无法

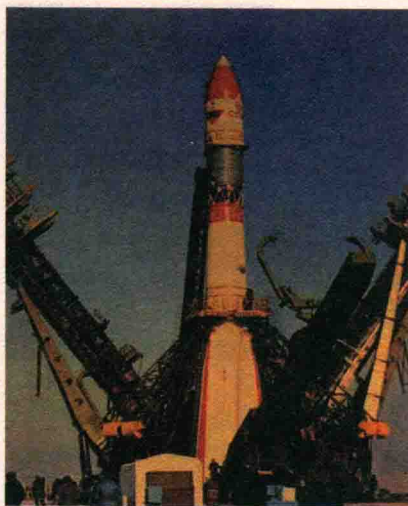
季托夫病

季托夫病又称航天运动病，症状为当身体失重时，出现头晕、恶心、腹部不适、体位翻转等。病因是失重时感觉重力的器官将异常信号传入大脑，形成前庭、视觉、运动觉等信号冲突，引起人体功能紊乱。该病发生率很高，尤以升空初期最重，持续一段时间人体对失重环境适应了，可自行痊愈。



“东方”号系列飞船

集中精力工作，过了一会儿，又好了。后来医生把这种失重状态下的头部反应称为“季托夫病”。“东方”2号的飞行证明，人类完全可以在太空进行长时间的飞行，一昼夜的失重对人的心脏、呼吸系统、各种感官、精神状态、工作能力都不会产生什么不



“东方”号系列运载火箭

良影响。

一年后的1962年8月11日,“东方”3号又顺利升空;第二天,“东方”4号尾追“东方”3号也飞入太空。3号飞船航天员安·尼古拉耶夫和4号飞船航天员帕·波波夫像驾驶歼击机一样在太空中进行了蔚为壮观的飞船编队飞行,他们手动控制飞船,保持相互间的距离同向飞行,还互相观测拍照、互相用无线电联络。两位航天员还在座舱中首次试验了失重时的自由移动,他们把自己的精彩表演传给苏联中央电视台,国际电视组织实行了直播,成为人类历史上空间电视播放的开端。“东方”3号飞行了94小时10分,绕地球67圈;“东方”4号飞行了70小时42分,绕地球50圈。

太空女杰

最值得青史留名的是1963年6月16日升空的“东方”6号,世界上第一名女航天员瓦莲京娜·捷列什科娃乘坐这艘飞船进入太空。26岁的巾帼英雄与比她早升空2天的“东方”5号航天员贝柯夫斯基进行了飞船编队飞行。两艘飞船入轨时间只差2天,编队飞行时,两船间的距离仅为4.8千米,他们在同一天即1963年6月19日返回了地面。捷列什科娃在太空绕地球飞行了48圈、70小时50分,航程200万千米。她的飞行是经过精心策划的,飞行时间正值莫斯科世界妇女



世界第一位女航天员瓦莲京娜·捷列什科娃

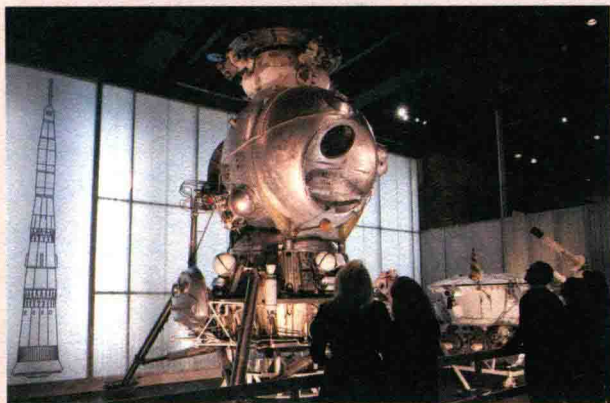
大会开幕的前夕。她的经历证明,男人能做到的事,妇女也能做到,她们完全有能力在太空与男子并驾齐驱。世界上第一位女航天员遨游太空的奇迹,使她芳名大振,月球背面的一个撞击坑的冠名权便授予了她。“东

编队飞行

两架以上飞机按一定队形编组或排列飞行。在编队飞行中,各机之间必须保持规定的距离、间隔和高度差。基本的编队队形有楔队、梯队、横队和纵队。飞船在太空中的编队飞行与此类似。

方”6号的飞行是苏联“东方”航天计划的最后一项内容，1963年6月19日，随着“东方”6号的成功返回，苏联完成了第一代飞船的试验任务。

这6艘“东方”号飞船在太空进行了人体科学、医学、生物学研究及技术试验后，全部安全返回地面。通过“东方”号飞船的飞行，科学家了解了人在太空的适应能力和飞船编队飞行的可行性。



“东方”6号飞船

第一位女航天员捷列什科娃

瓦莲京娜·弗拉基米罗夫娜·捷列什科娃，世界上第一位实现太空飞行的女性。她1937年3月6日出生在苏联雅罗斯拉夫尔州的一个工人家庭。18岁时，她在州属“红渠”纺织厂当粗纺女工，兼任厂共产主义青年团书记。1959年，22岁的她利用业余时间，在州航空俱乐部从事跳伞运动。1961年，加加林成为世界上第一名航天员，捷列什科娃和航空俱乐部的女友们一起联名给有关部门写了一封信，强调男女平等，并呼吁派一位女子登上太空。令她惊喜的是，没过几天，所有在信上署名的姑娘都被邀请去莫斯科。经过了3个月的层层筛选，幸运女神降临在了捷列什科娃的身上。在两年的时间里，她到宇宙航行学校接受了种种航天员所必需的严酷的训练。1963年6月16日，她驾驶“东方”6号飞船升空，飞行了70小时50分，绕地球48圈，成为人类第一位进入太空的女性。她获得过联合国和平金奖、列宁勋章、齐奥尔科夫斯基奖章等，是世界上十几个城市的荣誉市民，月球背面的一个撞击坑以她的名字命名。



捷列什科娃

航天纪元第一人

1961年4月12日10点55分，苏联萨拉托夫州恩格斯城西南郊斯梅洛夫卡村的田野上，护林员塔赫塔罗夫的妻子正在种土豆。突然她身边6岁的小孙女丽塔喊了起来：“奶奶，你看！”女人被喊声吓了一跳，抬起头来，一个她们从未见过的、身穿橘红色飞行服被一大堆彩色降落伞拉着的人，正站在田野那边的大麦地里。

充满危险的太空首航



第一只飞上太空的小狗莱伊卡

在加加林上天之前，苏联航天科技工作者面对着一大堆技术难题：一是要有可靠性和制导精度很高的运载火箭，必须把载人飞船准确地送入预定轨道，使飞船绕地球飞行的最后一圈正好经过预定回收地区的上空；二是要有坚实、密封、具有生命保障功能的飞船；三是要有先进、可靠的地面测控设备，能精准地测量控制飞船的飞行轨道，确定飞船返回的时间；四是飞船要有精确的姿态控制系统，返回时能精确调整姿态，准确执行返回命令；五是飞船的返回舱必须结构牢固，经得起再入大气层时剧烈的震动、冲击，必须有很好的隔热材料，经得起与空气剧烈摩擦所产生的几千度的高温；六是有可靠的降落伞等减速装置和安全回收装置；七是训练出能适应太空各种

恶劣环境的航天员。

为了解决这些难题，苏联科学家用各种生物火箭进行了31次动物飞行，用生物卫星进行了7次动物试验，研究失重、震动、辐射、真空等太空环境对动物各种器官及生命的影响，还进行了一系列载人飞船飞行回收试验。

1951年6月，苏联火箭总设计师科罗廖夫精心挑选了两只小狗充当

真空

工业和真空科学上的真空指的是，当容器中的压力低于大气压力时，把低于大气压力的部分叫做真空，而容器内的压力叫绝对压力。工业真空有程度上的区别：当容器内没有压力即绝对压力等于零时，叫做完全真空；其余叫做不完全真空。而狭义相对论等狄拉克之前的物理理论中的真空则特指不存在任何物质的空间状态，对应于工业里的完全真空。按现代物理量子场论的观点，真空不空，其中包含着极为丰富的物理内容。狭义相对论等理论中的真空只是普朗克常数趋于0时的近似情形。