

内 容 提 要

这是一本介绍航天飞机的科普读物。作者掌握丰富资料，以流畅生动的笔触，细腻地描述了“哥伦比亚”号航天飞机第一次轨道飞行的全过程后，较为详细地介绍了航天飞机各部分的结构、功能等等。书中还综述了轨道试飞期间的一些科学实验，今后在商业飞行和空间工业化及开发宇宙中航天飞机的作用和使命。最后介绍了宇航员的训练以及在宇宙空间失重环境中的衣、食、住、行等生活情景。

本书可供具有中等文化水平的读者阅读，对科技人员也不失为一本优秀读物。

航 天 飞 机

——开发宇宙的“挑战者”

沈其忠 张南 虞为 刘敦璋 编著

责任编辑：王健民

封面设计：王庭福

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市通县向阳印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 $1/32$ 印张：5 $1/2$ 插页：2 字数：1

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数：1—10,000册 定价：0.60元

统一书号：15051·1110 本社书号：0834

前 言

目前世界上一些新的尖端科学技术发展非常之快，不断有新的成果涌现。通常报刊杂志零星的报导对于影响面极为深广的领域形成不了系统完整的概念。待新事物成熟后再完整地介绍给读者，就失去了新事物的锐气，丧失了宝贵的时间，延缓了新科技的推广应用。做为科技工作者，我们对于这一点感受颇深。出于这种认识，我们试图在新科技的大海洋中挑出最有影响的一环并理出一个头绪来，及早地介绍给读者。航天飞机脱颖而出，已为我国广大群众知晓。但是，它是怎么一个结构，各有什么功能，到底有多大意义……恐怕许多人还是不甚了了，要找一份系统的中文材料怕也很难。我们希望这本书能弥补这方面的空缺，满足广大读者的需要。

在编写时，我们主要参考了“The Space Shuttle at Work”和“The World's First Spaceship Shuttle”两本书，以及我们所能觅寻到的近年来国外有关的杂志和文献。此外也参考了航天飞机降落时现场的实况录音等，有些部分还参阅了外国专家讲学的讲稿，按我们的意图综合编写而成，力图使内容准确、新颖。我们把一些数据安排在各章适当的部分，希望让人读起来饶有兴趣，有心的读者可以在这本书中找到他们所关心的资料。书中十分详细地介绍了航天飞机第一次轨道飞行的全过程，人们可以从中生动形象地

了解许多航天飞行中的细枝末节，犹如身临其境一般，可以获得比较完整的概念。我们认为，这本书不应只是新知识的堆积。对一些新的尖端科学技术，我们也尝试提出一些启示性的问题，希望引起读者的深思，并从中得到益处。

但愿广大的读者都能从书中找到他们所希望要看的东
西。中学生、工人、农民、解放军和一般干部可以把它作为通俗的科普读物；大学生和有关的科技人员可以把它作为深入了解航天飞机的入门参考书。有志于企业管理、制定经济发展和科学规划的各级领导干部，可以从航天尖端科学技术的发展中敏锐地察觉未来科学技术发展的动向以及预测各行各业将受到的影响。

如果有更多的人通过阅读这本书能产生一些有益于工作的联想，那我们就如愿以偿了。

编著者谨识

1983年2月

目 录

第一章 航天飞机的处女航	1
整装待发.....	1
起飞成功.....	7
别有洞天.....	11
漂浮.....	13
一场虚惊.....	16
干下去.....	18
更上一层楼.....	20
身手矫健.....	21
难入梦乡.....	22
拿大顶.....	23
学坏了.....	24
玻璃棒把戏.....	25
并非轻而易举.....	26
谁在烹调.....	29
最后一班.....	30
摄像大王.....	32
关门大吉.....	33
“下凡”.....	35
歼击机起飞.....	36
桔黄色亮光.....	37
“烤全牲”.....	39

压轴戏	42
终场锣鼓	44
第二章 溯源	46
梦想	46
先驱者	48
探索	50
实现	53
第三章 航天飞机	55
四位一体	55
超级大力神	56
赫赫巨人	60
精华所在	62
飞砖	68
神奇的服装	70
自我拍照	71
逃脱险境	71
第四章 科学试验	74
空间考古	74
配角	77
人造慧眼	78
从“花港观鱼”谈起	80
污染与能源	81
坐井观天和纵观全局	82
育种新途径	83
自由电子神秘失踪	84
不是一尘不染	86
来自太空的危险	88

绝妙的“竖蜻蜓”	89
秘密载荷	90
中学生提出的有趣试验	91
家喻户晓的电话号码	93
第五章 初试锋芒	95
“我们担保可以送得到”	95
得天独厚	96
急等营救	101
星辰与日月争辉	105
第六章 孕育着新突破	110
前奏	110
奇功异彩	113
医疗福音	115
旅游新天地	116
争论还在继续	118
第七章 并非幻想	122
身游银阙珠宫	122
天上琼台楼阁	126
“宝”从天降	128
未能如愿	129
第八章 超脱“凡尘”的生活	132
百里挑一	132
垂涎欲滴	134
不是魔术	137
自找苦吃	139
离不开电扇	140
灵丹妙药	141

第九章 综述	142
第一次轨道飞行试验	142
第二次轨道飞行试验	144
第三次轨道飞行试验	149
第四次轨道飞行试验	152
第五次轨道飞行	154
1983年和1984年航天飞机飞行计划简表	156
附记	158
附录A 有关航天飞机的部分机构和设施的英文缩略 译名	160
附录B 关于航天飞机费用的部分资料	163

第一章 航天飞机的处女航

整 装 待 发

1981年4月12日格林威治标准时间(GMT)7点刚过,宇航员约翰·瓦茨·杨(John Watts Young)和罗伯特·劳雷尔·克里平(Robert Laurel Crippen)在机组人员寝室里起床了。起飞前一天的晚上,他们是住在位于佛罗里达肯尼迪空间中心米里特岛上的美国宇航局(NASA)运行和检查大楼(O&C大楼)里的。在做过简单的例行身体检查,确认每个人的身体情况都良好之后,他们套上了蓝色的专用飞行服。飞行服上缝有NASA的徽记和STS-1(航天飞机第一次飞行)的字样。

吃过早饭,他们接到航天飞机发射主任乔治·佩奇(George Page)发布的放行命令。8点整,杨和克里平进入O&C大楼的着装室。在那里,一些专家把各种生理医学传感器安置在他们身体的各部位上,用来测量心跳、呼吸和体温等等。然后他们就费劲地套上锈红色的紧急弹射服。

紧急弹射服与美国空军的SR-71侦察机驾驶员所用的完全一样。宇航员在发射和返回时穿着这样的服装,是为了防备一旦飞行出现故障需要从轨道器座舱中被弹射出来时,它可以提供各种生命维持条件。穿着这样的服装,杨和克里平可以在低于三倍音速的任何飞行速度下和低于3万米的任何高度上被弹射出座舱。

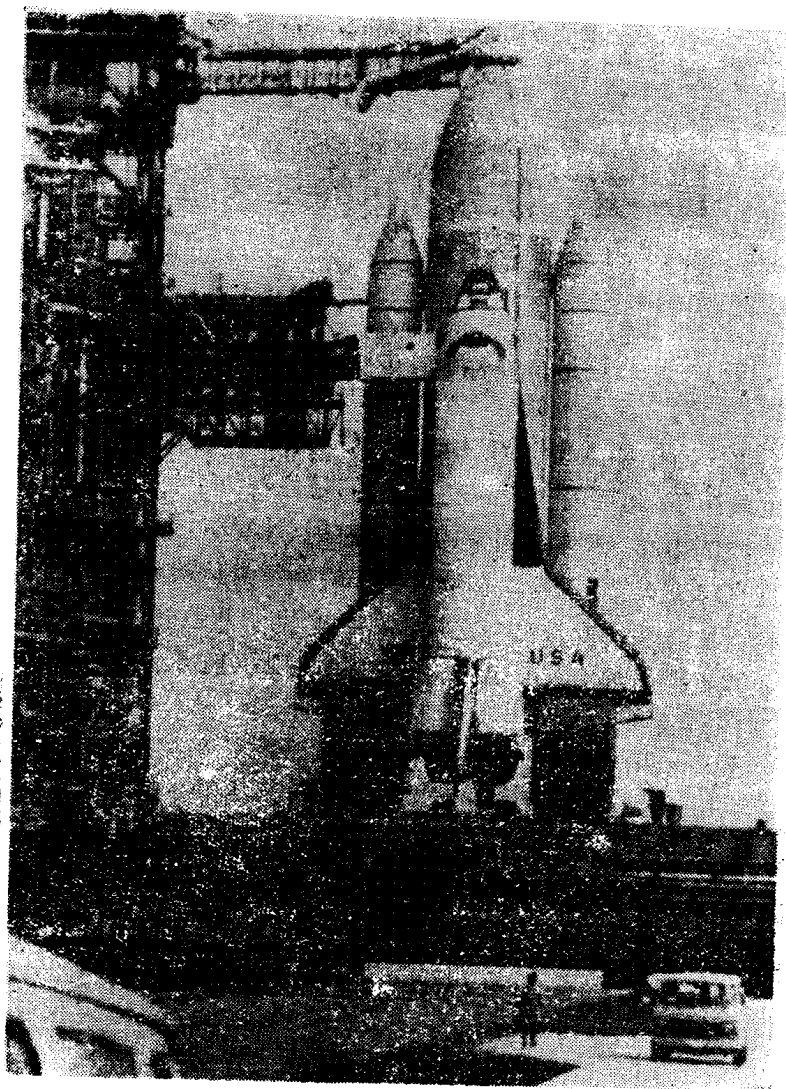


图 1 航天飞机耸立 在发射架上。图中飞机状的是轨道器，两边各有一枚固体火箭助推器，中间的庞然大物即外挂燃料箱

离开着装室以前，他们从闭路电视里收看了发自休斯顿和约翰逊空间中心的天气情况简报。天气情况看来对计划于12点整的发射非常有利：气温21℃，少量浮云，风速很低，相对湿度55%。

低湿度是很有利的。这就可以不必担心外挂燃料箱上结上过多的冰块。空气中的水汽会由于燃料箱里液氢和液氧的低温而凝聚在燃料箱外部，形成一个厚厚的冰外壳。如果空气湿度太高，那么这个冰壳就会变得很厚。在发射时，如果冰块脱落，就会击中并损坏轨道器表面上的防热瓦。现在，通过发射架上的电视摄像机可以看到，目前无需过多地担心这一点。事实上，就连发射架外面专门负责检查冰块的小组也已经撤走了。

9点零2分，杨和克里平步出O&C大楼，15分钟后，专车在固定服务塔前停下。宇航员乘电梯上到服务塔顶部的白色房间里。在那里戴上头盔，迅速地走向哥伦比亚号。最后通过横跨服务塔和机舱之间的行桥，爬进机舱。这时是9点25分，对应的倒计时时间是2小时05分。

宇航员就座后，首先是系好安全带，两条系在肩膀上，一条横过膝部，胸部还要系上交叉的两条。接着宇航员洛伦·施赖弗（Loren Shriver）帮他们接上通讯电缆和呼吸管道，以及那些生理医学传感器。虽然这是第一次试飞，可是这里的一切程序和动作都很默契。9点32分，杨和克里平的第一次通话传出来，这表明通讯线路完好。可是呼吸管道出了点问题，宇航员拉下面罩时，突然感到呼吸困难，只好打开面罩，猛吸了几口气。杨真担心会因此而再度延误飞行。可是施赖弗很快排除了故障，原因是有一个接头没有很好的就位。10点整，发射控制台宣布一切良好。

再次检查了机舱内部后，施赖弗与杨和克里平道别。10点21分，当晨曦的第一线曙光出现在东方时，机舱就与外界隔绝了。从现在起，宇航员就进入了发射前的漫长的等待。

外面，服务塔正在与航天飞机脱离。那间白房子，杨和克里平刚才还在里面进行最后检查和向人们告别的地方，此刻已和航天飞机越来越远了。开始加注液体燃料。场地工作人员首先将液态氢注入巨大的外挂燃料箱后舱。这时发出吱吱嘎嘎的声音，听起来很吓人，实际上并没有什么危险。这声音是由于液氢使燃料箱和其它部件骤冷收缩而引起的。此外，当少量液氢从外挂燃料箱的喷口漏出时，就立即沸腾气化，也会发出吱吱的声音。随后，慢慢加注液氧。由于燃料箱刚才已被液氢冷却，这时便不再收缩了。发射前3分钟，液氧加注完毕。但最后还要再加一些液氢，以补充整个加注过程中它的泄漏量。

飞行控制室外面的新闻席上，坐满来自美国各地和世界各国的采访记者和摄影师。他们几天前就已云集于卡纳维拉尔角。眼下，电视采访小组的记者们吸着烟静候拍摄；报纸记者们正对着自己的录音机在轻轻地说着什么。一架架照相机早已安放在三角架上，正对着那架佛罗里达晨曦中的白色太空船。一切现代化的新闻采访设备都已准备就绪，等待着记录下这一举世瞩目的历史性镜头。在发射场方圆几十公里范围内，也挤满了人群，从各地赶来观看这一开拓性壮举的上百万观众正在急切地等待着发射时刻的到来。

宇航员透过机舱周围的舷窗可以看到头顶上的星星和在东方冉冉升起的太阳投射出来的曙光，欣赏这无比美丽的色彩。克里平的位置可以看得见大海，甚至可以看到鹈鹕在海面上翱翔，一切都显得平和、宁静。但没有多久，他们就忙

起来了。倒计时51分（10点40分）时，宇航员开始对初始检测系统（IMU）进行飞行前的校准。IMU给航天飞机上的五台总任务计算机（GPC）提供稳定的导航数据，这件事十分重要，而且这种校准工作一直要进行到发射时刻。

飞行前的整个IMU'S校准工作要花大约50分钟时间，并应于倒计时20分时完成。这时重置了倒计时时间，加上了20分钟。在这期间，两架NASA航天教练机一直在天上盘旋飞行，一架由宇航员乔·恩格尔（Joe Engle）驾驶，一架由NASA飞行员爱德华·门登霍尔（Edward Mandenhall）驾驶。他们的任务是不断测量肯尼迪空间中心上空的云层资料，以确认发射时天气情况是否良好。

11点30分，开始进行一次最重要的检测工作。那就是确认哥伦比亚号上的四台计算机与唯一的一台备用计算机之间的工作切换是完好的。4月10日那次，就是因为这一项检测发现了问题而不得不宣布发射延期。11点33分得出结论：‘五台计算机完全同步。发射指挥室里的全体控制人员爆发出了一阵欢呼。

在倒计时9分钟时，最后一次重置了倒计时时间，加进了10分钟，也就是说，发射点火时间将为11：51。自此以后，所有的事情都自动地受一台地面发射序列计算机控制。因为在这短短几分钟里，大量事件的监控就连专门的控制人员也应付不了。

但是有一件事情必须由人来完成。在倒计时5分钟时，杨要检查全部开关是否处于正常位置；克里平要启动三台辅助动力系统。

这三台辅助动力系统用来提供液压，以驱动航天飞机的升降副翼、垂直翼和制动器，以及主发动机的万向架。



这段时间里，各项工作完成得非常快。倒计时 3 分 30 秒时，航天飞机内部液压系统的各个气动控制板均开启到一定位置，以调节辅助动力系统供给的液压。哥伦比亚号逐渐达到发射前的动力标准，倒计时 3 分钟时，三台主发动机喷射钟罩进入万向架安置面。2 分 55 秒时，液氧燃料箱泄漏阀门关闭，液氧加压。1 分 57 秒时，液氢燃料箱泄漏阀门关闭，液氢加压。直到倒计时 25 秒时，哥伦比亚号内部的计算机才从“地面发射序列”那里将监控权接过来。克里平直到这时

图 2 起飞成功。本图是 1982 年 3 月 22 日航天飞机第三次发射的情景。自此，外挂燃料箱将不再涂成白色

才意识到，他们真的要飞向轨道了。此刻他的心跳为每分钟130跳，而杨只有每分钟80几跳，因为他毕竟是第五次经历航天飞行了。

起 飞 成 功

倒计时3.46秒时，哥伦比亚号的三台主发动机点火。这时在机舱里，杨和克里平听到一声巨响。曾经当过舰载喷气式飞机驾驶员的克里平感觉到这和被航空母舰液压弹射器弹射起飞时的情况差不多。事实证明，点火令人意外地平和。当两个固体火箭点火时，共释放出2,400吨的推力，可宇航员的感觉却很平缓、稳定，与乘高速电梯的感觉并没有什么不同。这个庞然大物启动一刹那的最精确时刻为1981年4月12日格林威治标准时间12点零分3.983秒。

哥伦比亚号的发射，对于肯尼迪空间中心周围成千上万的围观者来说，是一幅奇异的景色。它腾空而起的速度比很多熟知各种航天器起飞情况的人所想象的还要快得多。从两个固体燃料助推器尾部喷出的桔黄色火舌有180米长，60米宽。它烤得外挂燃料箱后部发出耀眼的白色光泽。长长的灰白色塔柱形烟雾拖在后面，一直可以延伸到发射架。景象之壮观可以和1972年阿波罗17号飞船的发射相媲美。

在飞离了固定服务塔之后，哥伦比亚就按照预置的程序进行侧滚和倾斜的动作，校正姿态并且指向自己的轨道。在39A发射架上时，宇航员的头部几乎是朝着正南方，而在他们向右转了120°后，他们的头部是朝着北偏东，然后哥伦比亚号开始慢慢地仰身倾斜，朝着东北方向飞向大西洋。

飞行一旦开始，时间就以所谓“飞行经历时”累计，也

就是天/小时：分，简称MET。

预计在飞行历时50秒时，哥伦比亚号进入所谓“最大气动压力段”，为了顺利通过这一段路程，总任务计算机控制三台主发动机减小推力，它们自从在发射架上点火以来，一直以最大的推力工作着。到了MET32秒时，节流阀就都控制到只开启65%。在哥伦比亚号通过最大气动压力段之后，它们将重新恢复到最大推力。

就在即将进入到“最大气动压力段”时，宇航员注意到有东西掠过他们的前窗，好象来自外挂燃料箱。它从前窗反弹回去，又向航天飞机的头顶掠去，并在前窗上留下痕迹。克里平认为，那东西不是冰块就是喷涂在外挂燃料箱外部泡沫状的绝缘物质。

在机舱内，杨和克里平都感受到过压，但不如他们在航天飞机模拟器上所感到的那么大。舱内的噪声也不如他们想象的那么厉害。

当固体燃料火箭助推器点火后，机上和地面的监测读数都表明，哥伦比亚号的爬高陡度比预置程序要大5%。这有点问题，但还不至于有什么危险。因为在固体火箭助推器脱离之后，航天飞机的导引系统可以很容易地补偿这个“过量”。然而这个问题必须解决，因为爬高过陡会降低航天飞机的载荷能力。

MET时间2分刚过，固体火箭助推器开始脱离。2分11秒，当固体助推器上的分离火箭点火时，宇航员们看见舷窗前掠过令人瞠目的桔黄色闪光，但这过程极为神速，他们还来不及思索是怎么回事就一切又恢复正常了。佛罗里达海滨观看的人们，可以清楚地看到两支象铅笔一样细细的火箭从正在爬高的航天飞机上脱离开。5分钟后，固体火箭助推

器落入大西洋，然后被回收，准备为以后的航天飞机使用。

甩掉固体火箭助推器后，航天飞机靠主发动机继续升高。使用液体燃料的主发动机也工作得十分出色，甚至比预料的更好。导引系统工作得更是出色，它在很短的时间内就“抓”住了航天飞机并开始跟踪。

休斯敦飞行控制中心从航天飞机起飞7秒钟后就接替了肯尼迪空间中心发射指挥室的监控权。哥伦比亚首航监控工作由三个组轮流执行。这是阿波罗飞行之后形成的一个惯例。每个组都以一种颜色命名。“银”组由飞行主任尼尔·哈钦森（Neil Hulchinson）领导，由宇航员丹·布兰登斯坦（Daniel Brandenstein）担任宇航通信联络官。“古铜”组由查尔斯·刘易斯（Charles Lewis）担任飞行主任，由宇航员亨利·哈茨菲尔德（Henry Hartsfield）担任宇航通信联络官。“绛红”组由唐·布迪（Don Puddy）担任飞行主任，由科学家兼宇航员乔·艾伦（Joe Allen）担任宇航飞行联络官。每个组大约有20人在主控制室里工作，另有十几个工作人员在楼下的辅助控制室里工作。控制室里坐满了人，和当年阿波罗飞行时差不多。正在值班的是“银”组。

在航天飞机整个上升期间，宇航通信联络官、宇航员布兰登斯坦定时地通知杨和克里平，他们处于“中途失败可能性”的那一个阶段。MET时间4分钟以内，任何主要系统的故障都可能导致执行“返回发射点”（RTLIS）程序。RTLIS是一个非常复杂和紧急的飞行作业，它是专为航天飞机甩掉外挂燃料箱，然后从它向东的路线上转回并返回肯尼迪空间中心的降落跑道上而设置的一个飞行作业。MET时间4分20秒时，哥伦比亚号即将超越可以执行RTLIS作业的极限了。布兰登斯坦通知宇航员们飞行已处于“负返回”。这就

意味着从现在起，即使发生重大的故障，航天飞机也不能回头，只能向前飞，然后酌情飞往西班牙的罗塔海军机场或是美国新墨西哥州的一个简易机场着陆。

按照预置的飞行程序，这时航天飞机和外挂燃料箱进一步倾斜，来了个“燕式俯冲”，即宇航员的头朝着地球而哥伦比亚号机腹向上，头部低于水平面呈4度的夹角。只是在这时，杨和克里平才第一次看到了地球那令人叹为观止的景色，同时可以从航天飞机的前窗看到漆黑的空间。“好一幅美景！好一幅美景！”克里平不禁喃喃自语。轨道器共有6个前窗，可以为宇航员提供几乎180度的视角，它比以往任何空间飞行器提供的视野都要大。就连杨也是第一次看到这么宽阔的空间美景呢。

现在的时间是MET时间5分整，哥伦比亚的高度为118.4公里。正当它继续“燕式俯冲”的时候，必须适当增加飞行速度，因为马上就要关闭主发动机了，而在此之前，节流阀必须控制轨道器的加速度在不高于三倍地球重力加速度的水平上。宇航员及时报告说，节流阀工作得非常稳定平缓。

“按MECO键。”布兰登斯坦下达了关闭主发动机的命令。

MET时间8分34秒时，三个主发动机熄火了。宇航员们的感觉非常轻微，杨觉得哥伦比亚号的MECO作业比他早先在双子星座和阿波罗飞行中所感受到的要平和得多。

整个上升过程十分顺利地完成了。这时，哥伦比亚号的高度为117公里，速度为每秒7.8公里，爬高速度为每秒67米。所有这些都在预先规定的范围之内。