

Aerospace

熊 伟 编著



载人航天

——中国飞船控制者的现场讲述

北京大学出版社

载人航天

——中国飞船控制者的现场讲述

熊 伟 编著

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

载人航天:中国飞船控制者的现场讲述/熊伟编著. —北京:北京大学出版社, 1999. 11

ISBN 7-301-04385-6

I. 载… II. 熊… III. 载人航天-普及读物 IV. V476.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 66709 号

书 名: 载人航天:中国飞船控制者的现场讲述

著作责任者:熊 伟

责任编辑:王 艳

标准书号:ISBN 7-301-04385-6/G · 547

出版者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址:<http://cbs.pku.edu.cn/cbs.htm>

电 话:出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752038

电子信箱:zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者:兴盛达激光照排中心

印 刷 者:北京大学印刷厂

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

850 毫米×1168 毫米 32 开本 5.875 印张 119 千字

1999 年 11 月第一版 1999 年 11 月第一次印刷

定 价:9.50 元

前 言

历史会记住1999年11月20日6时30分至21日3时41分中国“神舟号”这21小时11分钟的飞行。

今天早晨飞船返回的时候我不在指控大厅,是同事用电话告诉我飞船成功降落的消息,8时整这个消息成了中央电视台新闻的头条。我看到国际互联网上最早的新闻来自中新社,除了十余篇报道,还有一组关于载人航天的新闻背景,看来他们早有准备。接着中国日报的站点编发了新华社的英文报道。我打开书稿,加上实际飞行的时刻,完成了这本书。

如果说写这本书是为了提高航天事业的影响力,那就太自以为是了。中国航天几十年来取得的荣誉和对整个工业体系的技术推动有目共睹,“远不是我们微薄的力量所能增减的”。载人飞船计划作为一个标志,巩固我国航天大国地位的同时,必将给长征火箭的商业发射带来巨大的广告效益。载人飞船计划在总结过去成就的同时,开创了一个新纪元。

书是献给读者的,为此我感到愉快。书店里介绍航天的书已经很多,大都是为航天发展作传或展示各种航天器,真正科普意义上的颇罕见。对上面两类题材有兴趣的读者当然不少,我想乐于知道个中奥妙的读者也该有吧,于是写了这本小书。

事物处在彼此间的联系中。从单一的思维活动可以总结出普遍智慧来。这本书算是给读者朋友们提供的一套“脑筋操”。若有人从航天的原理中看到了科学和工程的原则,我一

定要“欢喜赞叹”了。

我还想把这本小书献给我们自己，我们是一群航天控制程序员。同事们此刻正在机房调试，他们让我向所有关心航天的朋友问好。我们的职业是激动人心、值得付出的，但在时下的中国，选择这样的职业需要勇气和牺牲精神。

作 者

1999年11月21日于北京

引子

失踪五年的小欧出现了！

刚才和网上一个自称是 15 岁小丫头的美国人聊天，她谈起她养的 10 只猫。我以为很没劲，随意检查一下电子邮箱，在一大堆订阅的杂志中发现一封标题为“你好”的信，我想可能是广告信件，打开，居然是小欧。

大学时小欧和我上下铺，毕业五年一点儿消息都没有，我们猜他去当 007 了。现在他来信说：“我的任务就快结束，获准与外界联系。”然后他说了地址。我从报社的玻璃门看出去，已经是初冬了，傍晚的阳光透过道旁树上没有落尽的黄叶照在 563 路公共汽车的站牌上，照亮了一个站名——航天村。小欧竟与我一直在同一条公交线的两端！

总编老说上班不要打私人电话，我管不了这么多了，照着信上的号码就拨了过去。小欧不在，接电话的是位小姐，我隐约听见她问别人“小欧是不是在楼下机房”，然后给了我一个号码。再拨，这回是小欧。

“虫子！我知道你会马上联络我。你现在怎么样？在哪儿？干什么呢？”小欧说话还这么急，封闭几年，可能憋坏了。

“我跟你都在 563 线上。”

小欧大叫一声表达惊讶。

“你知道《数字化中国》吧，我给它的电子版做网页。”

“不做程序了？”小欧似乎有点惋惜，他说，“我一直干这个。”

我说：“你给你们软件头儿交差，我等着我们主编点头，没什么不同的。”

“你说得对，”小欧回答道，“作为自在之物的人评价作为现象的人。”

我想这小子还这么能吹。我突然说：“这个星期五下午我不上班，去你那儿吧！”

“星期五？”小欧迟疑了几秒钟，说，“好吧，你下午4点半到航天村站牌下，我去接你。”

563车上，我想起五年前毕业的时候，问小欧和哪个单位签约他也不说，他记下了弟兄们各自父母家的电话，说是比较稳定，然后就消失了。他这一手还真不错，同学们大多跳槽，仍在干第一份工作的没几个了。车渐渐出城，经过几所大学的校门，到郊区较窄的路上，两边是大片的菜地，绿的底，白色塑料棚三三两两地排列着。空气也越来越透明，可以看见前方远处大山的轮廓，再开一段，山脊和山谷的纹理都依稀可辨了。我望着云块在山间投下的影子，想：“航天村难道藏在山后面？”

汽车转弯打断了我的思路，路一下就宽了许多，两边路灯整齐，完全不是刚才的郊区情景。航天村比我想的近多了，从报社到这里总共只花了45分钟。

小欧也提早到了，大家碰碰触角打招呼。他从制服口袋里掏出个蓝牌子夹在我衣服上，我摘下来看，上面有我的名字和“《数字化中国》记者”字样，是个出入证。小欧在一边得意洋洋：“你是星期三打的电话，我找保卫处一天就办好了这东西，

怎么样？”我问：“没有它我进不去？”小欧指指有两个士兵站岗的大门，说：“平时有人接就可以，今天肯定不行。”

“今天有什么不同？”

“你就会知道了。”

航天村里很安静，建筑物的形状也不夸张。小欧飞快地走，还没等我看清楚，他就领我走进一栋巨大的建筑中。我曾想，进他们工作的场所会是这样的情景：直径 10 米的半圆形大门，不知是什么金属做的，幽幽发光，小欧抽出一张 IC 卡在某条缝里划过，再盯着小红窗验过眼纹，门这才无声开启。跟小欧说了，他大笑，说我科幻电影看多了。实际上，大楼的门口也有个士兵，看了我们的出入证就放行。我注意到小欧的证件是绿色的。

三楼。从电梯出来，我见到七八条走廊，像章鱼爪一样伸展着。走廊的路灯都嵌在墙壁上，离地板不足 1 米，发着柔和的光。或许是光线很暗的缘故，每条走廊——叫甬道可能更合适——都望不到头，我想金字塔、秦始皇陵一类的地方，里面大概也这样。小欧转向一条较宽的甬道，两边是无数高 2 米、宽 30 厘米的狭长铁柜，每一个上面都贴了标签，写着“胡亚晶”、“李松杰”、“朱剑”……。小欧告诉我，每个人的工作服、拖鞋，或者程序的打印件、数据文件，任何东西都可以放进去。说着走到他的柜子前，掏出钥匙打开门，他伸手拿了四个透明鞋套，递给我两个，我照他的样子套在脚上。小欧又取出一件浅蓝大褂，对我说：“你穿这个，我还有一件在机房。”

我们经过几间有很多终端的大机房，人很少，小欧说他们就快来了。他在屋子里飞快地穿行，避开各种设备，我觉得跟

建筑工人在未完工的楼里避开脚手架的动作差不多。小欧的机房比较小，几台计算机开着，衣帽架，几把转椅，空无一人。

小欧请我坐下来，终于可以表达我的好奇心了，我说：“给我讲讲你的神秘工作吧，如果可以的话。”

“我也早想跟你说说了，”小欧出了一口气，“今天终于可以说了。”他叫我坐到他的计算机显示器前，继续说道：“说来话长，可能要用一整天。”

这大大出乎我的意料，好像去找一块宝石，却有人许诺给一个宝藏。我赶紧凑过去，作小学生听讲状，只听小欧说：“我们先了解航天的源头……”小欧突然站起来，给我们各自接了一杯水，盯着手中的一次性杯子问我：“做纸杯要砍树，塑料杯不好分解，到底该用什么？”

这时候我无心讨论这个问题，催促他坐下来，问：“航天的源头在哪里？”

目 录

引子	(1)
1. 飞人之梦	(1)
1.1 模仿鸟类的探索	(1)
1.2 风筝和滑翔机	(2)
1.3 动力飞机的诞生	(8)
1.4 轻飞行器	(14)
1.5 一张家谱表	(16)
1.6 万户传奇	(18)
2. 加加林与阿波罗	(22)
2.1 两位奠基人	(22)
2.2 东方 1 号	(25)
2.3 首次太空行走	(31)
2.4 登月之旅	(33)
3. 长征	(48)
3.1 早期的火箭和导弹	(48)
3.2 长征历程	(54)

3.3 风暴一族	(61)
3.4 中国为载人航天作的准备	(63)
4. 火箭和飞船	(69)
4.1 解剖运载火箭	(70)
4.2 飞船多舱段结构	(72)
4.3 密封和防热	(79)
5. 轨道	(84)
5.1 牛顿的石头	(84)
5.2 轨道概念和分类	(87)
5.3 影响轨道的因素	(94)
5.4 一个轨道设计的范例	(95)
6. 环境控制和生命保障	(98)
6.1 总体印象	(98)
6.2 大气成分	(100)
6.3 温度控制	(102)
6.4 废物处理和水处理	(104)
6.5 航天员服装	(106)
7. 控制系统	(110)
7.1 姿态	(110)
7.2 感觉器官	(111)
7.3 动作器官	(120)
7.4 姿态稳定和姿态机动	(122)

7.5 轨道保持与轨道机动	(129)
8. 测控通信	(133)
8.1 外测、遥测和遥控	(133)
8.2 中国的测控网络	(138)
8.3 通信	(141)
9. 应急救生	(144)
9.1 弹射座椅	(144)
9.2 逃逸塔	(145)
9.3 在轨应急返回	(149)
10. 从发射到入轨的现场	(153)
后记	(161)
附录一 中国航天事业大事记	(164)
附录二 世界载人航天之最	(169)
主要参考书目	(171)

1. 飞人之梦

小欧把鼠标指针移到屏幕中心空无一物的地方快速点了几下,计算机没有什么反应。停了一会儿,他终止了这项工作,转过头来对我说。

你也许听说过这个著名的古希腊传说,几乎每个人在讲述人类飞天梦想的时候都会提起,我也不例外。

底得洛斯身兼机械师、建筑师和雕刻家——如果说神话中才会有这样全能的人,我承认,凯撒和达·芬奇也是神话人物——底得洛斯在克里特岛上给米诺斯王造了一座巨大的迷宫。大约帮帝王做事的人都没有好结果,米诺斯把底得洛斯和他的儿子伊卡尔关了起来。于是底得洛斯做了两对翅膀,可能是用某种骨架支撑许多羽毛而成,用蜡连在两人身上。人造翅膀帮他们成功地逃出了克里特岛,向故乡雅典飞去。在海上飞行,令伊卡尔兴奋不已,他迎着太阳越飞越高。故事总有一个戏剧性的结尾,不幸的事发生了,太阳的热力把连接伊卡尔身体与翅膀的蜡融化,失去翅膀的人坠入了大海。

1.1 模仿鸟类的探索

后来有源源不绝的试验者制作翅膀或扑翼机,当然没有

再使用蜡来连接。《汉书·王莽传》记载,汉朝与匈奴作战,当时的丞相王莽(后来他也尝了尝当皇帝的味道,用他的生命作为代价)招募有特殊技能的人,希望对打仗有所帮助。一个年轻的猎人来应征,他说自己会飞,可以作空中侦探。王莽请他飞飞看。猎人用大鸟的羽毛做了副翅膀,用绳子绑在两臂上,又在头上、身上披戴羽毛,从高处跳下来。他飞了一小段距离,落地时摔成了重伤。

干这事儿的老外更多。1010年,英国人艾莫,在手臂和腿上全捆了翅膀,确切地说是两对。我觉得这样更像某种巨大的昆虫,而不是一只鸟。他从教堂塔楼上飞下来,双腿骨折,两对翅膀也没能挽救他。

这些模仿鸟类的飞行从来就没有什么进展。人为什么不能用鸟的方法自由飞翔呢?主要的原因在于人和鸟的生理结构大不相同。能飞的生物就是为了能飞而进化成能飞的构造的。这话是绕口令,却也是事实。鸟(我们现在谈的是飞鸟)的骨骼大都中空,密度比人骨小得多;鸟用于飞翔的肌肉十分发达,效率极高,人类望尘莫及;鸟适合飞翔的心脏和散热系统也和人有天壤之别。另外,为了减轻重量,鸟的排泄物是不储存的,我们显然不能随地大小便。

1.2 风筝和滑翔机

将人“变成”鸟的努力不可避免地失败了。人类飞行的梦想其实是循着风筝、滑翔机、动力飞机的步伐得以实现的。

风筝不仅是最早的,也是迄今为止生命力最长的人造飞行器。相传风筝的发明者是刘邦的大将韩信,他用风筝把人放到高处,对着被围困的项羽部队大唱楚歌,成功地瓦解了他们

的斗志。当然这是不可信的。到天上去独唱不一定比在地上合唱效果好,犯不着费这么大劲放人上去,还让“歌手”处于险地。但传说证明了两件事:一是风筝的发明很早,二是风筝足够大时可以载人。我给你看一张漂亮的风筝(见图 1-1)。

小欧开始在他的计算机里找风筝图,硬盘里有无比复杂的目录树,层数之多让我觉得打开文件如同采矿。子目录的命名也很古怪,有一级竟全用了太阳系九大行星的名字,我疑惑小欧怎么能记得住他的东西在哪儿。可是他马上在很深的地方找到了风筝图,打开给我看。后来的讲述中他又在计算机里翻出了许多图片。

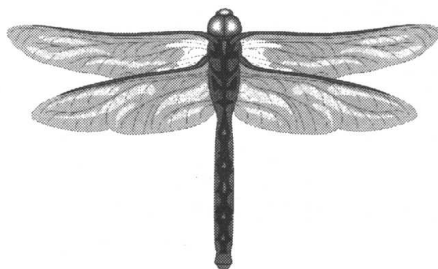
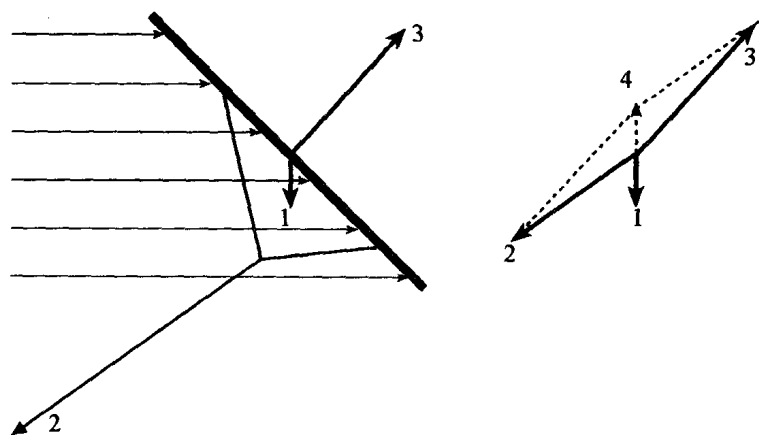


图 1-1

小欧继续说。

这只蜻蜓风筝是不是很逼真?我们放过各种各样的风筝,它们无一例外地具有至少一个能“吃住风”的面,这个面一般就是风筝的主体。图 1-1 中的那只风筝是平板形的,侧面看起来如图 1-2 所示。左图是风筝平板受到的三个力:重力、绳子

的拉力、风的推力。我们把风产生的力统称气动力。右图显示了力的平衡,气动力和拉力合起来抵消了重力,所以风筝能停在空中。我们还把平板和来风方向的夹角叫做迎角,意思是“迎风的角度”。你幸好没有遇到一位学空气动力学的人,否则他一定会向你炫耀迎角的几种说法,如同孔乙己谈论回字。迎角为零时,平板不会受到向上的力。



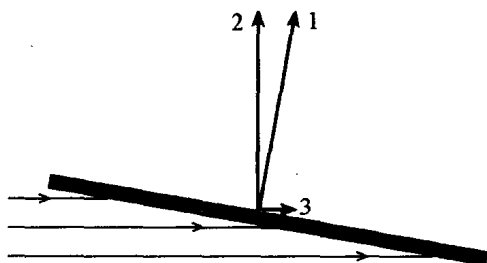
1. 重力 2. 绳子的拉力
3. 风的推力(气动力) 4. 拉力与推力的合力

图 1-2

滑翔机和风筝一样,也是利用气动力来飞行的。古时候有人观察到鸟的滑翔。葛洪是东晋时期一个道家学者,他的《抱朴子》颇有些名气。书中一段关于飞行的论述指出,老鹰伸直双翼,并不扇动,也能盘旋飞行,愈飞愈高,这是由于有上升气流。这基本上说出了滑翔机的原理。

滑翔机的翼相当于风筝平板,翼相对于空气运动就产生和风筝受力图中一样的气动力,所以放风筝要有风才行,滑翔

机则必须有足够的速度用于产生气动力。滑翔机受到的气动力可以分解为向上的升力和向后的阻力,如图 1-3 所示。



1. 气动力 2. 升力 3. 阻力

图 1-3

升力可以平衡重力,阻力却会使滑翔机的速度减小,速度减下来意味着风变小,气动力也会相应变小,导致升力不足以平衡重力,这时候滑翔机就要降落了。如果有发动机提供向前的速度,飞机可以持续航行,但它就不再是滑翔机,而是动力飞机了,这是后话。让滑翔机增加飞行时间的东西是《抱扑子》提到的上升气流。上升气流把滑翔机往上吹,让它增加高度,滑翔机飞回原来的高度做的俯冲动作可以提高速度,这就补充了阻力引起的速度损失。

值得纪念的滑翔机先驱有两个:英国人凯利爵士和德国人奥托·李林达尔。他们不仅成功地制造出载人的滑翔机,而且将他们在实践中获得的飞行知识总结出来,各自写了一本书,给后来的探索者极大的帮助,这才是最可贵的。

凯利爵士的试验历程长达半个世纪。1804 年,他的滑翔机只有 1.5 米长,1809 年造了个大一点的,这两架滑翔机都不能载人。四十年过去了,凯利 1849 年的滑翔机终于可以载