



宇宙航行和数理化

沈国良

广东科技出版社
459092

目 录

序言：数理化——探索宇宙奥秘的金钥匙	1
一、在探索的道路上发展航空技术	5
插翼人飞行和翅膀上的加减法	6
孔明灯·气球·阿基米德定律	10
原子飞机也冲不破大气层的罗网	16
二、反作用力原理给宇宙航行带来了希望	22
“百步穿杨”、箭、焰火以及其它	24
火箭的应用与坐喷“火”座椅上天试验	27
监狱里的发明和齐、哥两氏勋业	30
乘炮弹旅行可不行	34
三、为挣脱地心“铁索”而奋斗	39
“凯伏利特”假想等等	42
让勾股定理插上飞翔的翅膀	46
走出“老家”的门坎去	50
递升级数帮了火箭的大忙	54
四、决定着人造卫星命运的一对力	61
向心力在天体运行和日常生活中	62
“闯祸的办事员”与旋转体、卫星定向	67
离心力的功过评述	72
“卫星世家”同数理化关系密切	79
五、朝“第八大洲”挺进的简单计算	82
月球引力、潮汐和“癞蛤蟆吃月亮”的笑谈	85
月球飞航的代数与“爬”月需要的时间	90

月球——宇宙航行天然的中转站·····	96
六、谁在为遨游太空建奇功？·····	102
燃料选择——加快上天的步伐·····	103
钢筋铁骨的空中“潜水艇”·····	109
“顺风耳”·向导·过婴孩生活的舵手·····	113
七、地球的姊妹盛邀小科学迷·····	121
有趣数列·太空哥伦布·刻卜勒定律·····	123
内外切在星际航行中的地位·····	129
陌生世界疑云密布·····	134
八、寻求新的动力·····	142
靠电加速推进剂·····	143
解开太阳来电之谜和观看脉冲飞行奇景·····	148
原子火箭技术的展望·····	154
九、“牛郎”“织女”的“鹊桥”自有人来搭·····	158
原子结构理论的新贡献·····	161
看不见的“帆”推进着离子火箭·····	165
学科学，抢时间，去搭人造“鹊桥”·····	168
十、认识“过路客人”和所谓“下凡神仙”·····	171
“太阳系第十行星”以及彗星史话·····	172
流星的形成与飞行的禁区·····	178
让彗星、流星也来为宇宙航行服务·····	182
十一、光的启示和光子火箭·····	184
光压·光子飞船的幻想小说·····	186
爱因斯坦相对论为人类飞往遥远星系提供机会·····	190
长寿动物趣闻与人的生命储存·····	193
结束语：加入我们的行列吧，未来的宇宙 航行者·····	197

数理化——探索宇宙奥秘的金钥匙

(序 言)

广阔的天空，一眼望不到它的边际，上面的月亮，围绕太阳在转的水星、火星、木星等行星，“银河”之类的星系，拖长尾巴的彗星，“小不点儿”——流星，都包着蒙面纱巾，遮住了脸庞。这些星球的结构和变化，象谜一样引人思索。

抬头看去，月亮表面为什么会有许多“斑点”，是山，是海，还是人造的建筑物？我国古时候流传至今的《嫦娥奔月》神话传说，有位名叫嫦娥的女子，她吞下了两粒仙丹，身体变得很轻，终于飞到了月亮上，住在那里的广寒宫里(图1)。月亮上有没有广寒宫呢？还有些孩子会这样问。另外，嫦娥为什么“身体变得很轻”才能够飞上月亮？



图1 嫦娥奔月

水星是离太阳最近的一颗行星，据说，它朝着太阳的半面，热到摄氏400度，即使有铅、锡这样的金属，都会被融化；而背着太阳的半面，却冷至摄氏零下200多度，连氢气、氧气都会冻成硬梆梆的固体，什么原因呢？同样也受到太阳光照射的地球，为什么朝着和背着太阳的两个半面就没有这样悬殊的温度差别呢？

1877年，一位意大利的天文学家发现火星的沙漠里有许多有规则的、纵横交错的黑色线条。这个消息引起了轰动，不少人认为这是“火星人”修造的运河，从此，出现了火星上有没有人的争论，持续了将近一个世纪。后来，有的科学家经过观测判断，说火星上并不存在运河，而是人们用望远镜望去，把一些彼此挨得很近的许多点子错看成线条了，这样，就否定了火星上有人造运河的说法，更别说有所谓的“火星人”啦！近年来对火星的考察，也证实了这一点。为什么远处的许多点子，粗略看去，会幻觉成一条条线条呢？

木星，与太阳系内的火星、地球、土星、天王星和海王星一样，有自己的天然卫星。所不同的是，木星的天然卫星特别多，有十几

颗。最小的木卫十三，直径只有8公里，最大的木卫三，直

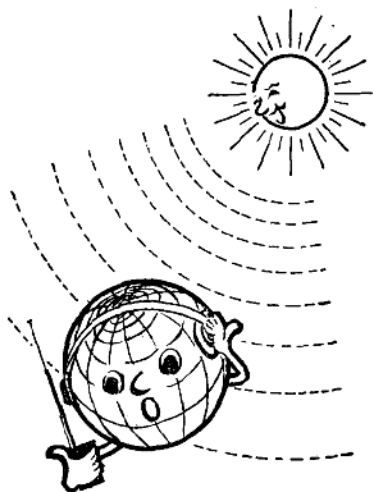


图2 地球上收到来自太阳的电波

径达5200公里，这些卫星究竟是怎样产生的呢？木星的卫星为什么特别多？据知，宇宙飞船抵达木星，返回地球相当困难；如果让宇宙飞船落在木星的一颗卫星上，尤其是落在木卫十三上，从那里考察木星，回来的时候，起飞就很方便了，什么原因呢？

1942年，人类首次接收到来自太阳的无线电波(图2)，太阳是个大火球，上面绝对不可能有人居住，显然，无线电波是太阳自身发出的。为什么太阳会发出无线电波？难道是太阳表面高达一、二百万度的温度在起着作用吗？

“银河”里，有两颗明亮的星：牛郎星和织女星，它们隔着银河相望。古人凭借丰富的想象力，编出过美丽动人的《牛郎织女》的故事，说什么牛郎织女每年农历七月初七相会，由成群的喜鹊为他俩在银河上搭桥。牛郎星和织女星相距多远？假如这两个星球上确有牛郎、织女两个人的话，并且，在太空用世上最快的速度——光速行走的话，他们每年真的能够“相会”一次吗？

彗星，也叫扫帚星，它的尾巴好象只有很短的一截，其实呀，长得不得了，甚至有长三万万公里多的，观测发现，所有彗星的尾巴方向都是背着太阳的，这个特点对解释彗星尾巴的形成又有什么用处呢？

1976年3月8日，在我国东北吉林地区，“落”过一次世界历史上罕见的陨石雨，先是一个耀眼的大火球在空中由东向西很快地飞行，紧接着，传来惊天动地的爆炸声，持续4~5分钟之久的闷雷般的轰隆声，“落”下陨石100多块，最大的重1770公斤，比美国收藏的世界最大的陨石要重690多公斤，这是流星造成的奇妙景象。中外历史上，也都有过陨石雨的一些记载。在什么情况下，天上才会下陨石雨呢？

这么些问题摆在面前，亲爱的青少年读者，你都能够回答吗？

或许，有人会这么说：“那得要有很高深的学问才行呀！”

其实，不。

上面这些问题的答案，就在你们学校里学的数理化里。而且，运用你们在中、小学里学到的数理化知识，还可以进行宇宙航行方面的许多计算哩。

数理化——它可是把探索宇宙奥秘的金钥匙。

谁想了解更多一些，就请翻过一页往下看吧。

一、在探索的道路上发展航空技术

宇宙的结构是怎么样，它有没有一个开头，可以凭什么来研究，太阳和月亮为何高悬在空中而不坠落？等等。早在2200年前，我国大诗人屈原就在他写的《天问》一书中提出过一连串的询问。为了研究日月星辰的运动规律，东汉时代的张衡还造出了世界上第一架自动的天文仪器——流水转浑天仪。

飞出地球，去探索宇宙的千古奥秘，更是人类很早就有的理想。《嫦娥奔月》的神话，在一本古书《淮南子·览冥训》中有过记载。另外，有个《乘槎经月》的传说，说的是我国古代劳动人民在同黄河洪水作斗争时，有位名叫张騫的人，为了探寻黄河的源头，找出确实可行的治水方案，乘着一种叫“星槎”的竹木编成的筏逆流而上，不知不觉离开地面，飞到太空，游了“银河”。这些神话和传说，都反映了人类要揭示宇宙秘密的心情。屈原在抒情诗《离骚》中，更是用“驷玉虬以乘鸞兮，溘埃风余上征”的句子，表示了自己要驾馭白龙，乘坐凤凰，借助大风，向天上飞行，誓去追求光明和理想的意愿。各国民间故事，同样有许多关于乘飞毯，骑仙鹤，游太空的情节。十九世纪开始，法、英等国又相继出版了大批描写星际旅行的科学幻想小说。

为使宇宙航行这个理想变成现实，人类最早的努力是从离地飞行开始的。

插翼人飞行和翅膀上的加减法

鸟，会在空中盘旋，大转弯，翻跟头，可以忽而上升，忽而下降，要停就停，要飞就飞，有着很高的飞行技巧。鹭可以升至离地面六、七公里的高度，褐燕每小时的飞行速度为144公里，在顺利的情况下，鹞不需要中途休息，能够一鼓作气地飞行3000多公里的路程。早在古时候，鸟的双翅就引起了人类的注意。

我国明朝隆庆、万历年间（公元1567—1619年）成书的古代神话小说《封神演义》里，塑造过一个长肉翅的、能够在空中飞行的人物雷震子。

由英国画家裴拉克曼（生于1755年，卒于1826年）插图的《希腊的神话和传说》一书中，有个《代达罗斯和伊卡洛斯》的故事，说有代达罗斯和伊卡洛斯父子两人，流落到孤岛克瑞忒上，由于技艺高超，该岛统治者弥诺斯国王想叫他们终生为自己服务，将代达罗斯和伊卡洛斯父子俩软禁起来。他们一心想逃走，将鸟羽依一定的次序排列，起初是最短的，其次是长的，在中间束以麻线，末端胶以蜜蜡，形状完全象真的鸟翼一样，缚在身上，离开孤岛在海面上空飞行。起初，一切都很顺利，过了不久，伊卡洛斯由于飞行的轻便变得更加大胆，离开父亲代达罗斯的航线，越飞越高，以致粘翅膀的蜡被强烈的太阳光晒熔，羽翼散落，他终于也坠入海中淹死了。

文艺作品是这样描写的，在实际生活中又怎么样呢？古人也装上象鸟一样的翅膀，进行过大胆的飞行尝试。

我国的历史上有过这样一段记载：离开现在大约1900多

年以前，西汉王莽时代（公元8—23年），为了抵抗匈奴的侵略，深入敌营去侦察敌情，有一个勇敢的人曾经作过插翼飞行，他用大鸟的羽毛做了一对很长的翅膀，缚在两臂，头上也插了一些羽毛，从高台上一跃而起，滑翔了几百步远才落地，实现了人类第一次飞行（图3）。

八、九百年前，欧洲有一个僧侣，也做过相似的试验。

在十六世纪末的沙皇俄国，有一个农民也尝试进行插翼飞行，他先用云母片做翅膀，后又改用了薄羊皮。

这些努力，始终都没有获得满意的结果，插翼人根本无法做到象鸟一样自由飞翔，只能够由高到低地向下滑翔，而且，滑翔得并不太远。

什么原因呢？

秘密在羽毛里。

春秋战国时期（公元前722—前221年），我国杰出的学者墨子（墨翟）说过：“力，刑之所以奋也。”（图4）



图3 王莽时代插翼人飞行

据解释，“刑”字当物体讲，而“奋”字当开始运动或运动加快讲，整句话的意思就是：力是物体开始运动或运动加快的原因，那么，很容易理解运动物体速度减慢或停止下来，也是由于力的作用。鸟在空中，由于自身的重量，受到一个垂



图4 墨子谈力

直地面、方向向下的重力；要使它不坠落到地面上，必须有一股将鸟托在空中、与重力相抵消的力才行。这股力，航空科学中称之为举力。

所谓“举力”，顾名思义，是一个将鸟“举”到空中，或者说，是一个将鸟托在空中的力，它是靠鸟掀动翅膀作下扑、上拍的往复运动产生的。

鸟的翅膀上有许多根大羽毛，每根大羽毛的根部都有操纵的肌肉。往下扑动时，由于根部肌肉的操纵，大羽毛彼此并紧，使整个翅膀成为一张上下表面基本不通气的翼面，翅膀的原来位置和下扑位置中间一瞬间形成真空状态，对鸟翼上表面有吸力；鸟翼下表面，则受到被排开的空气给予的压力，这两个力的方向都是向上垂直于翼面的，合成为将鸟托在空中的举力（图5）。当鸟的翅膀朝上抬起时，会合成将鸟往下推去的又一个力——通常称之为负举力。如果把翅膀下扑产生的正的举力和上抬产生的负举力相加的话，那不是相互抵消光了，鸟受重力作用仍然会跌落下来吗？是的。因



图5 鸟翼上举力的合成

此,负举力是要绝对避免的。幸好,鸟翼的结构有它独特的地方。当鸟的翅膀朝上抬起时,肌肉操纵每根大羽毛都转过一个角度,彼此散开,上下翼面之间出现了许多通气的缝,空气在这些缝里可以随便通行,两边的压力、吸力都不显著了,负举力就跟着小下来。每次下扑、上抬,产生的举力总是远远大于负举力,鸟才能够凌空飞翔。而插翼人呢?尽管装上了象鸟一样的翅膀,但没有操纵羽毛作复杂运动的本领,翅膀上做不出这么理想的加减法,每次下扑、上抬产生的举力和负举力大小相等,方向相反,从而抵消掉啦,所以,只能由高处逐渐地降落下来,直至地面。

另外,与鸟相比,人的肌肉力量有限。一般的鸟儿是靠很发达的胸肌掀动翅膀作扑翼飞行的。动物学家告诉我们:鸟儿的胸肌重量,在全部体重中占的比例很大,海鸥占17%,雉鸠占20%,山鹑占25%左右,而人的胸肌在全部体重中所占的比例要小得多,即使加上腿部肌肉的力量,也不

及鸟儿。十五世纪初，意大利艺术家兼学者达·芬奇画过一张扑翼飞行器的草图，设想借助大腿的力量来飞行；八、九十年前，俄国莫斯科州农民米特列庚用木料制成一架人力飞行器，也只在离地面2米多的高度，前飞10米左右远；60多年前，法国人普梭制造的一台空中自行车，不过离地飞行11.46米；1935年，三个德国设计师用木料和帆布做成35公斤重的空中自行车，飞行200多次中成绩最好的一次，仅仅只飞行712米；两年以后，意大利人制造的空中自行车，飞行路程也不过是1公里左右。

难怪，意大利的生物学家波列利会在十七世纪下半叶他发表的《论动物肢体的运动》著作里下这样的结论：“人靠肌肉力量飞行是不可能的。”

那么，人类究竟应该走哪条道路才能够通向天空呢？

孔明灯·气球·阿基米德定律

傍晚的炊烟，为什么总是袅袅上升？人们发现，热空气比冷空气轻。

三国时代的诸葛亮，曾经发明过一种“孔明灯”，它象一个大灯笼，用很细的竹篾做成骨架，外面糊一层薄纸，连顶上也封住，只留下面一个小口，就成了一盏孔明灯，接着，再把一个盛满松香的小瓦碟放进去，引火点燃，逐渐地把里面的空气烧热了，孔明灯就会慢慢地升到空中去，直到松香烧光，才渐渐地落下来。据说，诸葛亮在率领部下夜间行军的时候，曾经用孔明灯传递信息（图6）。

孔明灯的升空与下落，同里面松香点燃与烧光、空气发热与冷却，有着直接关系，说明了热空气比冷空气轻，启示

人们去寻求轻于空气的飞行工具上天。

于是乎，轻气球开始出现了。

据一份很简短的材料记载：“1731年在拉赞（注：拉赞是远离莫斯科的俄国古城）地方有一个疯子书记官克拉库特诺做了一个大球，其中充满了肮脏难闻的气体，球下做了一个绳套，他坐在绳套上，就有一种妖力把他举过了树顶，撞在钟楼上，但他抓住了打钟的绳子而



图6 孔明灯传递信息

得不死。人们把他赶出了城市，有人还想把他活埋或烧死，结果他跑到莫斯科去了”（图7）。看来，当时的克拉库特诺是乘坐着一个充满了热空气——烟的轻气球升空的。可惜，有关这次飞行的材料，现在存下来的不多，克拉库特诺更被一度称作“疯子”，他逃到莫斯科以后干了些什么，也无从查考。

相隔52年以后，1783年，法国蒙脱哥尔菲兄弟再次乘着装有热空气的气球飞上天去，他们升到1000米的高空，等到气球里面的空气冷却以后，又平安地降落到地面上来。

紧接着，人们改用氢、氦气体来充灌气球，力求使气球升空的高度大大地增加。



图7 乘坐气球升空的首次尝试

为什么装有比空气轻的气体的孔明灯、气球，能够升空呢？

这得讲一下古代希腊学者阿基米德检验黄金王冠的故事啦。

大约在二千多年以前，在现在意大利的西西里岛上，有一个叙拉古王国的国王亥尼洛，他叫金匠给自己做了一顶纯金的王冠。这顶王冠，做得十分精致，漂亮极了，拿在手里，国王亥尼洛越看越称心。突然，他脑中闪过这么一个念头，王冠是不是用纯黄金制成的呢？亥尼洛疑心金匠以假充真，弄不好会在银芯外面包一层黄金来骗自己，就把有名的希腊学者阿基米德请来，要阿基米德想办法检验这顶王冠是

不是纯黄金制成的，同时，又不得把王冠弄坏。“真是个问题呀！”阿基米德走路在想，吃饭在想，睡梦里还在想，有一天，气候闷热，阿基米德耽在屋子里想呀想呀，想得汗流满面，决定洗个澡以后再想下去。待到跨进浴缸，阿基米德顿时被一个经常遇到而没有注意的现象吸引住了，盛满水的浴缸，人跨进去，许多水溢出来，自己仰躺在里面，身子忽地轻了起来，怎么回事呢？阿基米德又想呀想呀，联系王冠的检验去想，终于恍然大悟了。阿基米德立刻跳出浴缸，披上衣服，冲出屋子，在街上一面跑一面喊：“攸勒加！攸勒加！”“攸勒加”是“我知道了”的意思。阿基米德知道了什么呢？他知道了浮力原理。阿基米德跑进王宫，当着国王亥尼洛的面，先在空气里称了下王冠的重量，接着，再将王冠放进盛满了水的容器内，称一下王冠在水中的重量，王冠减轻了重量就等于它受到的浮力大小。再说，王冠放进盛满了水的容器内以后，是沉底的，从容器内流出的水的体积，正好跟王冠的体积相等。因为任何物体的比重都可以由每一立方厘米有多少克重计算出来，知道了王冠的体积和放进水里减轻了的重量，很容易算出它的比重。当时，已经知道了纯黄金的比重是19.3，两者对照一下，马上就能够检验出王冠是不是纯黄金的了。由检验黄金王冠开始，阿基米德又进一步的从事研究和反复实践，发现了一条重要的定律：“浸在液体（或气体）中的物体，受到一个向上的浮力，浮力的大小等于物体所排开的液体（或气体）的重量。”这个定律，在物理学上称之为阿基米德定律。

孔明灯和气球升空，靠的也是浮力原理。

应该指出的是，初期的气球不能操纵，只能任凭风的摆布。

怎样使气球能够随人的意志飞行呢？

1785年横渡英吉利海峡的气球，采用的是“划船”的办法，以大而长的扇子作“桨”，用人力“划进”的(图8)。大约70年以后，才出现了一个装有三马力蒸汽机的气球，用蒸汽机带动一个螺旋桨产生推进力，达到了每小时10公里的飞行速度，方向由舵来操纵。从此，人类开始了有动力的可操纵的飞行。

近些年来，气球飞行取得了很大进展。截至目前为止，上升高度已经达到离地面52公里左右的高空，飞行距离也增大了。1978年8月17日，美国三名航空家乘坐充灌氦气的“双鹰Ⅱ号”气球，由美国缅因州海岸升空，经过六天的飞行，横越大西洋，胜利抵达法国巴黎西北近100公里的小镇埃夫勒，行程5000公里。

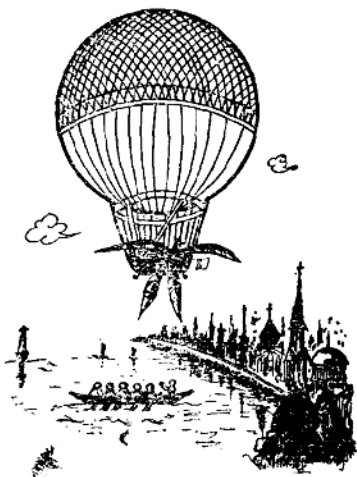


图8 用人力“划进”的气球

但是，气球飞行相当危险。因为地球周围笼罩着密疏不一的大气，离开地面越远，高空中大气的密度就越小，1875年，法国科学家西未尔、斯皮聂尔和提桑捷乘气球升空，在高空飞行以后“顺利”地着陆了。可是，当人们跑到降落地点的时候，在吊舱中只看到了两具尸首，而第三位科