

数学 与文学

科学家
科普讲演集

SHUXUE
YU WENXUE

科学家科普讲演集

数 学 与 文 学

《科普系列丛书》编委会 编

上海科学普及出版社

1160331

编辑委员会

主 编：饶忠华
编 委：宋南平 郭允熙 陈 刚
王福康 孙崇恩 李正兴

责任编辑：陈泽加

封面设计：范一辛

(沪)新登字第305号

数 学 与 文 学

《科普系列丛书》编委会 编

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路500号 邮政编码200063)

新华书店上海发行所发行 上海长鹰印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 4 字数 98000

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数 1—10000

ISBN 7-5427-0491-5/N·11 定价：2.20 元

编 审 委 员 会

主 任 委 员：章道义

副主任委员：林志宽 陈念贻

委 员：顾方舟 王梓坤 蔡祖泉
刘 吉 束家鑫 徐正泰
高孝冲 李敦厚 饶忠华

前 言

为了提高广大群众的科学文化水平,增强他们的科技意识,同时考虑到读者不同年龄、不同爱好、不同文化层次的需要,我们编写了这套丛书。

近年来,全国各地区和城镇开展了各种形式的大型科普宣传活动,吸引了千百万群众,人们从中了解了许多最新的科技成果,学到了许多身边科学。这一活动还大大丰富了社区文化的内容,提高了科普工作的社会地位。但是,在开展科普宣传活动中,广大群众和基层科普工作者越来越感到科普资料的缺乏,不断地提供科普宣传资料已成为巩固和发展大型科普活动的一个重要问题。本丛书也是为了配合这一需要而编写的。

本丛书的编写着重考虑:有助于促进精神文明建设和物质文明建设,倡导文明、健康、科学的生活方式;有助于启迪智慧,增强能力,提高全民族的科技意识。

本丛书是在中国科协和上海市科协直接指导下,由上海市科普创作协会组织编写的。按照科学、准确、实用及通俗易懂的要求,由从事本专业的,具有一定科普写作水平的科技工作者撰写,或是科技工作者与专业科普作者合作的作品。

愿《科普系列丛书》的创作与出版能得到广大读者的欢迎,同时也希望大家提出宝贵意见。

章道义

1991年7月于北京

目 录

1. 航天技术与星球大战.....许椿荫(1)
2. 低温世界.....尉迟斌(10)
3. 二十一世纪的核能源.....张家骅(15)
4. 绿色能源.....沈岳瑞(20)
5. 海洋新发现与新研究.....雷宗友(24)
6. 数学与文学.....谈祥柏(31)
7. 全世界密切关注的艾滋病.....康来仪(36)
8. 中医和中国第一奇书——《周易》.....王佑民(43)
9. 人体组织器官的代用品.....石美鑫(50)
10. 药物怎样修补人的机体.....嵇汝运(58)
11. 遗传与疾病.....薛京伦(65)
12. 现代生活方式与癌症.....俞鲁谊(72)
13. 让下一代聪明、漂亮、健康.....曾溢滔(76)
14. 微生物与人类.....丁正民(80)
15. 当代微生物学.....焦瑞身(84)
16. 甲壳动物对人类的贡献与危害.....堵南山(89)
17. 森林与人类.....严玲璋(94)
18. 让人们摆脱性愚昧.....马永江(100)
19. 生物固氮和植物根瘤的秘密.....洪国藩(106)
20. 上海的农业现代化.....徐正泰(108)
- 后记.....林志宽(120)

航天技术与星球大战

上海航天局科学技术委员会常委
中国宇航学会理事、研究员

许椿荫

航 天 技 术

一、航天飞行的几个基本概念

1. 第一、二、三宇宙速度：假设地球为圆球，地球绕太阳运行的轨道也为圆形。

第一宇宙速度 V_1 ：根据推算，物体绕地球自由旋转，不落回地面的速度为每秒 7.91 公里；旋转一周的周期为 84.5 分；地球同步卫星的旋转周期与地球自转周期相等（24 小时 = 1440 分）；地球同步卫星离地面高度为 35868.73 公里。

第二宇宙速度 V_2 ：从地球上发射一个永远离开地球引力场的物体所需的速度为每秒 11.186 公里。

第三宇宙速度 V_3 ：物体脱离太阳系引力场所需的最小速度为每秒 16.63 公里。

2. 齐奥尔科夫斯基公式：不考虑空气阻力和地球引力，建立动量守恒方程，即火箭增加的动量等于火箭发动机喷出燃气的动量，符号相反。

$$\frac{M_1}{M_2} = e^{\frac{v}{W}}$$

M_1 是起飞时火箭质量， M_2 是发动机停止工作时火箭质量， V 是火箭飞行速度， W 是发动机喷气速度。由公式知：喷气速度 W

越大,质量比 $\frac{M_1}{M_2}$ 越小, W 降低,质量比 $\frac{M_1}{M_2}$ 按指数函数增加极

快,质量比大即所需推进剂增多,有效载荷减小,应从多方面设法提高喷气速度,降低质量比。

3. 多级火箭:实现航天飞行,关键是提高飞行速度,将齐奥尔科夫斯基公式改写为:

$$V = W \ln \frac{M_1}{M_2} = g I_s \ln \frac{M_1}{M_2}$$

式中 I_s 是推进剂比冲, 在一定的推进剂重量下, 火箭重量越小越好, 以获得尽可能大的飞行速度。也可提高推进剂比冲 I_s , 降低 M_2 来提高火箭飞行速度, 采用多级火箭可有效提高飞行速度。多级火箭把不需加速到预定速度的子级抛弃, 以降低推进剂消耗, 提高飞行速度, 限制加速度的“无限”增加, 对火箭上的仪器和航天员有利。它的工作可靠性比单级火箭低。每抛弃一级, 质量、惯量变化很大, 引起整个火箭组合体动力学特性的变化, 因此, 控制系统参数也将相应变化。

4. 航天与航空的区别: 航天是无人或载人航天器在太空的航行活动, 靠火箭发动机的推力支承飞行器重量实现飞行, 发动机燃烧所需的氧由飞行器携带, 在大气层外飞行。

航空是无人或载人飞行器在大气层中的飞行活动。轻于空气的飞行器: 气球、飞艇靠空气静升力飞行; 重于空气的飞行器: 飞机、直升机靠空气动力的升力飞行。发动机燃烧用的氧取自大气。只能在大气层中飞行。

二、航天器的种类和组成

1. 人造地球卫星: 是最早发展的无人航天器, 自 1957 年 10 月 4 日苏联成功地发射第一颗人造地球卫星到 1984 年底, 全世界共发射 3022 颗人造地球卫星。我国从 1974 年 4 月 24 日到现在, 共发射 29 颗不同类型和用途的人造地球卫星。卫星系统由卫星、

运载火箭、发射场、控制、数据采集传输和通信站组成。卫星由星体、能源、温控装置、姿态控制发动机、各种不同用途的测量仪器装置、无线电收发设备及天线组成。星体一般由轻合金制成,维持一定外形及安装星上设备用。能源可以是化学电源、核电源、带有大面积接收阳光帆板的太阳能电源。姿态控制发动机用于修正卫星轨道,可按地面测控中心给的指令多次启动。温控装置用于控制星内温度。卫星按运行轨道分为低轨道卫星、中高轨道卫星、地球同步卫星、太阳同步卫星、大椭圆轨道卫星、极地轨道卫星。按用途可分为科学卫星、技术试验卫星、应用卫星等。人造地球卫星基本上按天体力学规律绕地球运动,实际上运动情况要复杂得多,它的运行轨道受非球形地球引力场影响,低轨道卫星还受大气层阻力影响,高轨道卫星、静止轨道卫星受日、月引力和光压影响。

2. 载人飞船:能保障航天员在外层空间生活、工作,在执行任务后能安全返回地面。它的飞行时间有限,是一次使用的载人航天器,可独立进行航天活动,也可作为空间站与地面间往返的“渡船”,还可与空间站或其它航天器对接作联合飞行。载人飞船的用途有:作近地轨道飞行,进行载人航天技术的各种试验。载人飞船一般由乘员返回舱、轨道舱、服务舱、对接舱、应急救生装置组成。登月飞船还具有登月舱。“阿波罗”飞船是世界航天史上的创举,美国靠它实施登月飞行,先后五次共有12名航天员登上月球。飞船由指挥舱、服务舱、登月舱组成。指挥舱是航天员工作生活的场所。服务舱由计算机进行控制,用于轨道转移、变轨机动。登月舱由下降级、上升级组成,下降级由着陆发动机,四条末端带底盘的着陆腿和着陆传感器、仪器舱组成。上升级为登月舱主体,航天员完成月球考察后,驾驶上升级返回环月轨道与指挥舱对接。

3. 空间站:是供航天员在轨道上长期工作生活的载人航天

器。运行期间，航天员的轮换，物资补给由载人飞船或无人航天器运送。单一型空间站由运载火箭直接发射入轨，组合型空间站由多枚运载火箭分几次发射入轨，在轨道上组装成。空间站由轨道舱、生活舱、服务舱、对接舱、气闸舱、太阳能电池帆板组成。空间站可用于天文观测；医学、生物学研究；地球资源勘探；新工艺、新材料研究以及为人类长期迁居太空提供条件。苏联发射“礼炮”空间站系列，航天员在“礼炮”号中生活最长一次达236天22小时50分钟。在“礼炮-6”上先后停靠过12艘“进步”号无人货船，16艘“联盟”载人飞船，共16批33名航天员进入站内，累计居住676天，共完成120项科学试验，拍摄1万余幅照片。

“天空实验室”是美国第一个空间站，与三艘“阿波罗”飞船对接，共接待三批航天员，累计工作171天，进行270项科学试验，拍摄18万幅太阳活动照片，4万余幅地球照片。

4. 航天飞机：是可多次重复使用、往返于地球和近地轨道之间运送有效载荷的飞行器。在轨时可用机载有效载荷与航天员共同完成多种飞行任务，是航空和航天技术的产物。美国研制4架航天飞机，已发射飞行二十几次。1986年1月27日“挑战者”号爆炸失事，7名航天员殉职。航天飞机由外贮箱、两个固体助推器和轨道器组成，总重2040吨。轨道器是航天飞机最主要也是最复杂的组成部分，气动外形采用适合于高速-低速飞行的三角翼正常式布局，结构类似飞机，设计使用寿命为100次（10年）。轨道器前段是驾驶舱和生活舱，可乘3~7人，在轨道上持续工作7~30天，舱内温度为18.5~24℃，提供氧与氮组成的一个大气压气体。轨道器翼展23.97米，机身长32.9米，全长37.24米，机高17.27米，空重68.04吨，总重114吨。机身中段上方有一个长18.3米宽4.6米的货舱，装有机械手，用于太空装载有效载荷。机身后段装有3台高压补燃液氢液氧发动机。

外贮箱是航天飞机最庞大的部件，也是唯一不回收的部件，用

于贮存液氢液氧,向主发动机输送推进剂。连接轨道器和固体火箭助推器,总长 47.1 米,直径 8.38 米,空重约 33.5 吨,总重 743.253 吨。前箱装液氧,容积 552 米³,重 608.356 吨。后箱装液氢,容积 1523 米³,重 101.397 吨。

两台固体助推器总推力 2440 吨,总工作时间 117 秒,点火后 55 秒推力可降低 1/3 以保证轴向过载不大于 3。长度 45.46 米,直径 3.7 米,重量 $2 \times 591.4 = 1182.8$ 吨。固体燃料由雾化铝粉、聚丁二烯丙烯酸(粘合剂)、过氯酸铝粉(氧化剂)、氧化铁粉(催化剂)和高氯酸铵组成。每个助推器装药约 500 吨。固体助推器推力 $2 \times 1220 = 2440$ 吨,轨道器上三个主发动机推力 $3 \times 170 = 510$ 吨,总推力 2950 吨。

轨道器上有制导、导航、控制系统,数据处理和软件系统,无线电通讯、电视、电话系统,跟踪和测量系统,遥测监测和显示系统,应急救生系统,人体生活保障系统,电源配电系统。

轨道器尾部左右各有一台机动发动机,用于作入轨机动,修正轨道和离轨返回之用。每台的真空推力 2.72 吨,用四氧化二氮做氧化剂,一甲基肼做燃料,在飞行中可多次启动,最多 10 次。在前舱和两个后舱中还装有 44 台反作用控制发动机,用于精确控制姿态和三轴移动。其中 38 台为主推力室,每台推力 396 公斤,6 台游动推力室,每台推力 11.34 公斤,所用推进剂与机动发动机相同。

航天飞机的飞行过程:发射段、运行加速段、减速返回段。

采用垂直发射,可缩短穿出稠密大气层的时间,对防热有利,轴向过载限制在 3 以内,使气动加热、气动载荷控制在结构允许承受的范围内。起飞 116 秒后高度约 50 公里,速度 1391 米/秒,两台固体助推器与轨道器分离,轨道器靠惯性飞行继续爬高到 74 公里,助推器降到 2000 米时启动由引导伞、减速伞、主伞组成的减速系统,两个助推器以 24 米/秒的速度溅落在距发射场 290 公里

预定海域,由军舰打捞回收,修复后重复使用。

运行加速段:两台固体助推器分离后,速度为1391米/秒,远不能满足入轨需要。轨道器在3台主发动机推力推动下继续加速爬高到115公里,速度达7823米/秒,接近第一宇宙速度,主发动机熄火,分离外贮箱,堕毁在距发射场约3555公里海域。为使轨道器最后精确入轨,需启动机动发动机精确修正速度和姿态,入轨后进行各种轨道作业,在轨飞行时间长短由作业任务决定。

减速返回段:经历返回、再入、着陆阶段,控制和操纵复杂。轨道器降低轨道高度,在大气层内滑翔50分钟,航程约9000公里,启动制动发动机,从185公里轨道进入再入轨道,保持攻角 40° 滑翔,离轨点火后10分56秒,降到最有利于再入高度121.92公里,速度为7940米/秒。再入后25分26秒,降到45.3公里高,速度为2438米/秒,轨道器制导系统改用调整偏角法消除距离误差,攻角从 30° 变为 10° 。再入后30分30秒,降到25公里高,速度为731米/秒,反作用控制系统停止工作,改用气动控制。再入后31分33秒,降到21.3公里高,速度为478米/秒,开始末端能量管理段,进行无推力飞行,利用已有能量调整气动面飞行。精确控制轨道器的能量、高度、速度、航向、侧向距离等参数。降到3.05公里高开始最后着陆段,精确选择着陆方向,攻角降到 10° 左右,从11公里处下滑,降到518米高拉平,降到152米放起落架,在跑道1070米处触地滑行,完成着陆。

5. 空间探测器:是对月球或更远的星球和空间进行探测的无人航天器,分为月球、行星、行星际探测器。与前述各类航天器的区别在于飞行路程更遥远(几十万到几亿公里),所承受的空间环境更恶劣。控制要更精确,如火星探测器入轨速度若差1米/秒,则到达火星时距离偏差10万公里。在飞行过程中不断对轨道进行修正。空间探测器飞向外行星远离太阳,不能用太阳能电池而需用核电源。为将探测到的信息传回地面,还须解决极远距离信号

传输问题。空间探测目的是了解太阳系起源、演变、现状，进一步研究地球环境的形成和演变，探索生命的起源和演变。

星球大战

战略防御倡议 SDI (Strategic Defence Initiative) 俗称“星球大战”。

1983 年 3 月 23 日美国总统里根发表电视演说，要求美国战略力量现代化，采用“特殊的技术系统”，确定一项长远研究计划，为此成立两个研究组。

未来战略方针研究组，经研究得出结论是：反弹道导弹防御可以对美国安全做出重要贡献，提出遏止核战争的新概念，即以防御来对付进攻，不是单纯依赖核报复。

防御技术研究组得出结论是：可利用新技术来开展大规模的研制工作，为未来核弹道导弹防御提供技术上最佳选择方案，研究工作的重点是确定技术可行性，而不是系统研制。

1984 年 1 月里根批准国防部研究报告，1985 年 1 月白宫发表《总统战略防御计划》，提出多层次、多手段、以天基定向武器为主的庞大的、纵深防御设想。四个层次的探测系统和拦截武器包括非核爆破的各种新技术。

SDI 的目的是加强美国及盟国的安全，最终消除弹道导弹威胁。这是美国历史上耗资最多的研制计划，估计需 8000~10000 亿美元。

SDI 由五大子系统组成：目标监视、探测、捕获、识别、拦截效果评定系统；瞄准和跟踪系统；拦截和摧毁目标系统；作战指挥系统；作战保障系统。

SDI 的研制内容有监视、探测、捕获、跟踪、杀伤效果评定研究，包括雷达识别和数据库；光学识别和数据库；雷达成像；激光成

像；红外探测；助推段监视和跟踪试验；空间监视和跟踪试验；光学监视；末段雷达成像；天基成像试验；通用技术和结构等十项。

定向能武器研制包括天基激光武器；地基激光武器；天基粒子束武器；核动力定向能武器等四项。动能武器研究包括大气层内、外非核杀伤技术；超高速发射器；高层大气防御拦截器；大气层外非核杀伤试验台；动能杀伤武器等。此外还有系统的生存性；杀伤性和目标加固；空间能源与能量转换；空间后勤；系统方案和作战管理工程研究等各项内容。

SDI 计划执行以来，技术上已有较大进展。美陆军验证了用非核弹头导弹拦截并摧毁大气层外来袭导弹的能力。用 F-15 战斗机携带反卫星导弹，自主地摧毁一颗报废科学卫星。洛斯阿拉莫斯实验室研制成 200 万电子伏加速器和输出功率为 200 千瓦化学激光器，并在白沙靶场完成对“大力神”助推器的打靶实验。劳伦兹·利弗莫尔实验室制成波长可调的自由电子激光器（峰值功率达 100 兆瓦）和受激准分子激光器，试验成功由核爆炸产生 X 射线聚焦的新方式，突破核激励 X 射线激光器的重大关键。空间反射镜使激光束穿过大气层进入太空，通过镜面反射摧毁飞行中的导弹和弹头，也可用作反卫星。

美国实施 SDI 计划在政治、军事、科技、经济上均具有重要意义。政治上宣扬非核防御，在国际上取得主动，国内容易取得国民支持。将美苏争霸斗争引向空间，是 21 世纪新一轮军备竞赛。二次大战后，美国的科技领先地位受到苏、英、法、德、日等国的严重挑战。经过若干年努力，美国在人造卫星、航天飞机、激光、粒子束、通信、数传、计算机等尖端科技领域取得重大突破，为 SDI 计划打下基础。为对付 SDI 计划，苏联提议经互会成员国制定《经互会国家到 2000 年科技进步综合纲要》；法国提议西欧共同体制定《尤里卡》计划。英国制定《信息技术》计划；日本制定《高技术城》计划。激起一场高科技领域的激烈竞争。面临这种严峻形势，

我国必须做出相应努力,制定航天、自动化、激光、信息、能源、生物工程、新材料七个领域的高技术计划。

尽管 SDI 是采用多层次、多手段、高可靠的防御系统,但并非“天衣无缝”,采取相应措施仍可对付它。

发展反卫星武器系统,摧毁天基武器发射平台、天基探测器、天基能源均为有效手段。释放相当数量的假弹头,可有效干扰其探测、跟踪、识别系统。弹头机动突防,改变末段弹道,可避开 SDI 探测跟踪系统。也可采用弹头或导弹的隐身技术,尽量缩小雷达、红外特性。研制高能高燃速推进剂,缩短发动机工作时间,可减少发动机喷焰的红外辐射以躲避探测系统。压低助推段弹道,可利用大气作屏障。

近 50 年来,航天科学技术蓬勃发展,它是知识技术密集的综合性高技术,成为衡量一个国家科技、工业、国防、文化教育水平的重要标志。

我国航天科学技术事业已经取得一系列重大成就,在卫星回收、一枚运载火箭发射多颗卫星、固体火箭发动机、液氢液氧发动机、潜艇水下发射运载火箭、远程运载火箭、地球同步卫星等技术领域均跻身于世界先进行列。

航天科学技术必将促进相关科学技术的发展,21 世纪人类将进入大规模开发太空的时代,发展航天科学技术,定将促进我国社会主义四个现代化建设,造福于全国人民。

低温世界

上海市制冷学会理事长

上海交通大学教授

尉迟斌

所谓低温，从广义上来说，凡低于环境温度的都属于低温范围。在自然界中，根据人类目前所掌握的探测技术，已知地球最冷处的南极，其最低温度为 -90°C (183K^*)。离地球表面90公里处的太空，其温度约 -100°C (173K)。月球的背日面温度低达 -160°C (113K)。而宇宙深处的最低温度可达 -269°C (4.2K)。

低温下的特殊现象

随着科学技术的发展，人们认识到热现象是组成物质的大量分子不断运动的表现，而温度又是反映分子运动剧烈程度的标度。温度的降低也会引起物质内部分子运动的变化。由于我们生活在常温环境中，这种变化不显著，因此没有这种感受。例如在常温下，水是流体，钢铁是坚硬的，等等。但温度下降后，就会发生变化，水到 0°C 将变成固态的冰。鱼肉放在冰箱里就不易变质等等。这些现象人们还是可以感受到的。假如温度降到平常不可能达到的低温，则钢铁在 -196°C 的液氮中会变得很脆，锡会碎成粉末等。这些现象因人们不可能亲身经历，所以不会感受到。但物质变化规律确实是这样，连最难液化的氦气在绝对温度 4K 时也会

* 绝对零度(0K)为 -273.15°C ，

液化。如温度达到 -270°C 左右,那么空气中所有的气体都要被液化。

1911年荷兰物理学家卡曼林·昂尼斯发现水银在 -270°C 时,对电流不产生阻抗,即“超导”现象;当温度再降低到 2.19K 时,液氮的粘滞性完全消失,而发生了“超流”现象。它可以流过极小的孔口或沿板壁扩散成很薄的膜。这些在低温下发生的特殊现象使人们发现,它可以用来为生活、生产服务,从而有力地促进了制冷技术的发展。

制冷技术的发展和應用

谈起制冷,通俗地讲就是降温。但在制冷技术上是专指比大气温度低得多的某种气体沸点以下的温度。到底为多少,一种认为是以液态空气的沸点 81K 为划分限;另一种则认为 120K 以下的温度区域为低温。但至今还没有统一的划分标准。

制造低温远没有制造高温那么容易。从历史上看,人类很早就掌握了产生高温的办法——用火。但人造低温却只是近200多年的事。如果不算“采冰降温”那种原始的制冷方法,则在18世纪才发现在雪中掺进某种成分后,会得到比雪温更低的低温。最早在1724年,科学家把冬天的雪放进氯化铵混合,发现雪比零度还低,得到 -17.8°C (华氏 0°);1760年,把雪与硫酸或亚硝酸混合后得到了 -40°C ;1773年,由雪与氯化钙混合可得到 -50°C ;1834年,人们又发现了冰与乙醚混合得到了 -110°C 。但是,这种制冷方法既受到季节的限制,又不能在工业上使用,且冷量也很小,无实用价值。直到以后,科学家发现了能不断地从低温物体中将热量转向高温物体的途径,才真正开辟了为人类服务的制冷技术。

那末,如何找到这条路呢?经过科学家们的不断努力,终于发现了某些液体在真空下沸点会很低,某些液体在大气压力下沸点