

青少年科技丛书

航天——奔向宇宙之路

石水荣 编著

上海科学普及出版社

序

张民生

十分高兴地看到继《青少年文化艺术丛书》之后《青少年科技丛书》的出版,青少年正处于长身体、长知识的时期,用人类优秀的科学文化积累充实青少年一代,是一项十分重要和紧迫的任务。我想,这也符合广大青少年迫切希望提高自身素质的强烈愿望。

回顾我们的学生时代,就有大量优秀书籍伴随着我们成长。《钢铁是怎样炼成的》、《把一切献给党》读后使人热血沸腾;奥斯特洛夫斯基“不虚度年华”的名言成为我们的座右铭;为革命不顾个人安危的吴运铎,成为我们学习的榜样;《居里夫人传》、儒勒·凡尔纳的小说使人读后真实地感觉到知识就是力量,激励我们攀登科学高峰;古代诗人的名篇,使人对祖国的美好山河充满着爱,至今途经名山大川,那些名诗佳句时时还会跃出记忆,使人不自觉地吟诵起来;今人的佳作,使人加深对社会的认识和理解,给人以力量,使人增长才干,更加成熟。今天的青少年一代是二十一世纪的主人,肩负着振兴祖国的光荣使命,任重而道远。希望我们的青少年朋友努力学习,从书的海洋中不断汲取养料,努力使自己成长为社会主义建设的有用之材,不辜负党和人民的期望,不辜负历史赋予我们的重任。

我们常说“好读书,读好书”,“读书好”。本丛书的作者,是上海科技界和教育界方面的专家,他们积多年从事科学教育

的经验,精心编选,努力融思想性、科学性、可读性于一炉。丛书内容丰富,具有时代感,既较为全面地介绍了自然科学主要领域的基础知识,又反映了当今科学技术的最新成果,阅读后可以使青少年增长科技知识,开阔科技视野,启迪科学思维,提高科学素质。丛书又注意到文字表述的可读性、趣味性,插图的形象性、生动性。我相信,这套丛书对于培养和提高青少年的科学素质是大有裨益的,也是会受到青少年欢迎的。丛书的作者实实在在地为我们青少年做了一件好事,我们感谢他们,相信青少年朋友读了这套丛书后,也会这样说的。

1993 年 11 月

前 言

人类从诞生那天起,白天目睹太阳从东方升起,徐徐上升,又缓缓西落;晚上仰望满天的繁星在神秘莫测地闪烁着。人们多么渴望认识 and 了解那深邃的太空。无限的遐想留下了许多人类奔向宇宙的美丽神话和传说。

历史进入 20 世纪中叶,科学技术的发展使人类奔向太空的梦想变成了现实。人类的历史揭开了辉煌的一页。航天技术和工业的蓬勃兴起和发展,为人类开发宇宙展示出更加美妙的前景。全世界的许多国家,都在致力于发展航天事业。航天,越来越为广大人民,特别是向往着未来的青少年的关注。

为了帮助广大青少年认识航天这门新兴的科学技术,了解人类开发宇宙的前景,本书收集了大量国内外航天科技的最新信息,以问答形式,通俗、生动地把航天科技的进展和成果介绍给读者。主要内容有空间技术三十年巡礼,载人航天技术,人在太空,航天科技造福人类,太阳系行星探测,未来航天一瞥等六部分。

本书是一部普及航天知识的读物,科学性、知识性和趣味性兼备,特献给渴望了解这门高新技术知识的广大青少年读者。

目 录

一 空间技术三十年巡礼

1. 人造卫星为何能绕地球运行?	1
2. 人造卫星靠什么升空?	4
3. 世界上第一颗人造卫星是哪国发射的?	5
4. 美国的初期航天活动领先吗?	7
5. 我国怎样独立自主发射第一颗人造卫星?	9
6. 我国取得了哪些航天技术成就?	13
7. 阿波罗登月探险计划是怎样实现的?	17
8. 月球真的美吗?	22
9. 月球对人类有什么意义?	25
10. 为何要建立太空航天站?	27
11. 和平号航天站是怎样发展起来的?	29
12. 美国天空实验室有什么特点?	31
13. 自由号国际航天站什么时候发射?	33
14. 航天飞机与飞机有什么不同?	37
15. 美国为何发展一次性运载系统?	40
16. 美苏阿波罗联盟号飞船是怎样对接的?	43
17. 中国人何时能进入太空?	46

二 载人航天技术

1. 什么是载人航天飞船?	50
---------------------	----

2. 载人航天飞船如何打开通向宇宙的大门？	52
3. 飞船在空间轨道上怎样进行交会和对接？	55
4. 人怎样进入开放空间？	57
5. 前苏联的载人航天体系是什么？	59
6. 为什么要对飞船或航天站遥控？	68
7. 礼炮 7 号航天站在空间失控后，联盟 T13 号飞船 是如何与其进行对接的？	70
8. 如何在太空修复礼炮 7 号航天站？	72
9. 飞船、航天站及其设备的日常维修工作如何进行？	76
10. 空间航天器怎样进行维修活动？	77
11. 为什么要同时发展载人和不载人航天技术？	79

三 人在太空

1. 如何挑选和训练航天员？	82
2. 人类飞向太空有哪些重要记载？	84
3. 人在太空感觉如何？会得“太空病”吗？	88
4. 为什么要在航天站装备锻炼器械？	90
5. 航天员在航天站如何生活和工作？	93
6. 航天站上航天员们做什么样的梦？失重干扰睡眠吗？	95
7. 航天员吃些什么？	96
8. 航天员是否可以选择自己的食物？	97
9. 航天员穿什么衣服？	98
10. 航天员为何要到开放空间活动？	99
11. 航天员生了病怎么办？	100
12. 航天员怎样度过业余时间？	102

13. 航天乘员之间的心理相容性问题严重吗?	103
14. 为什么要逐步增加执行太空任务的持续时间?	105
15. 人的身体能适应失重状态多久?	107
16. 发射生物卫星有什么意义?	109
17. 航天飞行中航天员最强烈的印象是什么?	111
18. 从太空能用肉眼看到地球上的景物吗?	113
19. 人类飞向太空面临哪些危险? 有何安全措施?	115
20. 宇宙空间会受到人造碎片的严重污染吗?	117
21. 人类飞向太空有过哪些挫折?	119

四 航天科技造福人类

1. 航天科学技术如何为人类造福?	122
2. 航天科技对现代通信有何重大影响?	124
3. 通信卫星有什么特点?	129
4. 什么是电视直播卫星?	130
5. 什么是气象卫星? 有何用处?	131
6. 海洋卫星有什么用途?	135
7. 如何利用卫星帮助解救被重冰围困的海上运输船队?	137
8. 卫星怎样在救援中发挥作用?	138
9. 导航卫星有何作用?	139
10. 空间技术如何应用于地球资源勘测?	141
11. 空间地质学的作用是什么?	145
12. 什么是空间技术试验?	146
13. 空间新材料技术试验取得了哪些成就?	147
14. 从空间技术试验转向空间工业化生产的前景如何?	148

15. 空间生物学技术试验进展如何?	150
16. 航天站里植物能生长吗?	152
17. 航天科技在工业和日常生活中有何应用?	153

五 太阳系行星探测

1. 自动航天器如何探测太阳系?	155
2. 金星探测取得什么成果?	157
3. 金星上能住人吗?	161
4. 火星上有生物吗?	163
5. 火星的两颗卫星上有什么?	166
6. 探测木星的意义何在?	167
7. 木星探测取得哪些成果?	168
8. 伽利略号木星探测飞船的任务是什么?	170
9. 自动探测飞船如何利用引力跳板探测行星?	171
10. 土星探测有什么收获?	172
11. 天王星是一颗超高温水球吗?	176
12. 探测海王星揭示了什么奥秘?	179
13. 旅行者 2 号是怎样的一艘探测飞船?	182
14. 人类对其他行星探测了吗?	185
15. 哈雷彗星是什么样的天体?	187
16. 发射尤里西斯号太阳探测飞船的目的何在?	192
17. 尤里西斯太阳探测飞船的飞行路线有何特点?	194
18. 为什么要把天文观测的中心移向太空?	195
19. 太空紫外望远镜发现的超新星是什么天体?	197
20. 目前最先进的太空望远镜是什么样的?	199

六 未来航天一瞥

1. 谁将参加未来的航天活动?	202
2. 如何供应未来星际旅行所需要的氧、食物和水?	203
3. 建立空间太阳能电站的前景如何?	206
4. 建造月球基地的可能性如何?	210
5. 发展月球基地的关键是什么?	212
6. 人类有建立月球基地的计划吗?	214
7. 太空居民城镇何时能建造?	215
8. 为什么要去考察火星?	217
9. 为什么不现在就飞往火星?	219
10. 俄罗斯拟定了飞往火星的计划了吗?	220
11. 美国飞往火星有什么打算?	224
12. 人类飞往火星会用什么样的运载工具?	225
13. 科学家为未来向宇宙渗透有何设想?	226

一 空间技术三十年巡礼

1. 人造卫星为何能绕地球运行？

人类希望揭开天空的奥秘，拜访当空的明月，探索闪烁的星斗。古往今来，这种想法绵延不断。我国民间传说的嫦娥奔月和七仙女下凡，正是古代人渴望天地间往来而编织成的美丽故事。但是，直至现代科学的建立，特别是天体力学、数学和计算技术的发展，人类飞向太空的愿望才有了现实的可能。本世纪初，著名俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基大胆提出了到月亮、星球旅行的科学设想，而且提出具体实现办法。他指出，用液体燃料作推进剂的多级火箭可能实现这种宇宙航行，并推导了著名的齐奥尔科夫斯基公式，对太空飞行做了科学的、精确的计算，为现代宇宙航行奠定了一定的理论基础。

发射人造地球卫星是星际旅行的第一步。那末怎样才能使一物体像月亮一样成为地球的卫星呢？现代科学证明，这里必须满足两个条件：一是该物体应具有一定的速度；二是要有一个向心力。对于环绕地球运行的卫星来说，向心力就是时刻都存在的卫星重量，即地球对它的引力。靠这种向心力的作用，地球力图将卫星吸回地面。关键是卫星必须获得一定大小的速度，这个速度称做第一宇宙速度。其含义是这样的：在不考虑空气阻力的情况下，在地面将物体以每秒 7.9 公里的速度沿水平方向抛出去，它就会沿着以地心为圆心的圆形轨道

运转起来。

卫星在地球引力作用下环绕地球运行的规律,符合行星在太阳引力作用下绕太阳公转的开普勒三定律和牛顿的万有引力定律。归纳起来有三点。第一,当卫星速度大于环绕速度时,其运行轨道是一个椭圆,地球位于椭圆的一个焦点上,卫星速度越大,椭圆轨道也就拉得越长、越扁;当卫星速度恰好等于环绕速度时,其运行轨道才是一个圆,地球位于这个圆的圆心;当卫星速度小于第一宇宙速度时,卫星在地球引力作用下将坠落地面。第二,卫星在椭圆轨道上运行的速度是变化的,在离地球最远的一点即远地点时速度最小;反之,在离地球最近的近地点上速度达到最大。这就是说,地球对卫星的引力,随卫星的高度增加而减小,环绕速度也相应变小。例如,离地 36000 公里高度处的环绕速度,不再是每秒 7.9 公里,而只有每秒 3 公里。卫星离地越高,环绕速度越小,可是发射卫星所需能量并不减少,反而增加。第三,卫星绕椭圆轨道一周的时间与短轴无关而与半长轴的 $3/2$ 次方成正比。因为人造地球卫星的质量远远小于地球质量,这个数学关系是严格成立的。但是,椭圆轨道的半长轴应是卫星离地最远距离再加上地球的平均半径即 6371 公里。

如果人造地球卫星的速度不断加大,会出现什么情况?这时的椭圆轨道也就越来越长、越扁,当速度增大到某一个限度时,卫星终于摆脱地球的引力飞离地球而去,象地球一样绕太阳运行,成了人造行星。这个使卫星脱离地球而去的速度,称做第二宇宙速度,其大小是每秒 11.2 公里。如果卫星要离开太阳系,就必须克服太阳的引力。太阳的质量远比地球大,需要的脱离速度就更大。为此,除了借助地球绕太阳约每秒 30 公里的速度外,还要再加一个约每秒 16.7 公里的速度,这个

速度叫做第三宇宙速度。

发射人造地球卫星,除了上面所介绍的理论外,还要考虑其他因素。地球被一层厚厚的空气包围着,其厚度大约有1000公里;不过离地越远,空气越稀薄,真正浓密的大气层只有几十公里。大家知道,空气会对运动物体产生阻力,物体运动速度越大,阻力也越大。人造卫星脱离火箭以后,在地球的引力场内作椭圆绕地运动,由于大气阻力,它的速度会变小,其结果是飞行高度逐渐下降;如果高度降低到进入了地球浓密大气层,和空气产生的摩擦非常剧烈,会产生几千度高温将卫星烧毁。为避免卫星过早烧毁并使它能在空间长时间运行,就必须把卫星送到离地一定的高度。人造卫星的轨道高度,根据工作需要通常在数百公里到数万公里之间。

要把人造卫星送上那么高的高度并达到环绕速度,不是一件易事。运载卫星的火箭速度是最关键的问题。所以发展威力强大的多级运载火箭,是发射人造地球卫星和其他人造天体的首要条件。

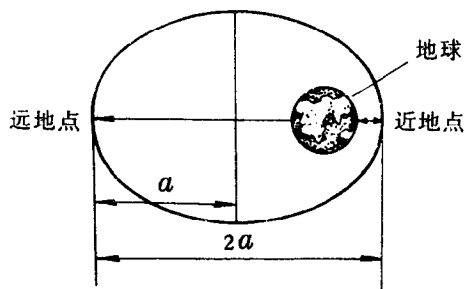


图 1.1 人造卫星运行轨迹

2. 人造卫星靠什么升空？

火箭不像一般的飞机发动机那样需要大气中的氧气来燃烧，而是自己带有燃料和氧化剂，能在真空条件下工作。因此，要把一个物体送入空间轨道，只有借助火箭。到目前为止，人造卫星和其他人造天体都是借助多级火箭作运载工具送上空间的。多级火箭能在飞行过程中不断地把工作完毕的火箭壳体抛掉，以提高飞行速度。当多级运载火箭的末级火箭之速度达到或超过第一宇宙速度，也即地球环绕速度时，人造卫星便与火箭分离并进入地球轨道。

然而，运载火箭的发展经历了相当长的时间，多级火箭的设想，在 20 世纪初就提了出来。

第二次世界大战期间，德国利用火箭技术，首先研制成功 V-2 导弹，这就把自动控制技术、无线电遥控技术和火箭技术科学地结合起来，并把火箭技术的应用推上了新的发展道路。战后，美国和苏联又在德国 V-2 导弹的基础上，先后于 50 年代后期研制成功洲际弹道导弹。遥控和自动控制技术获得较大的发展；同时，火箭技术包括火箭发动机的性能、推力以及试验方法又有了大幅度的提高和完善。导弹武器的先期发展，为大推力卫星运载工具的发展铺平了道路并提供了技术基础。实际上，多级卫星运载工具的研究、设计、制造和试验方法，基本上和导弹武器一样。因此，可以说，多级卫星运载火箭，是在弹道导弹的基础上发展起来的，洲际导弹则是它的前身。在洲际导弹研制成功不久，苏联就发射第一颗人造地球卫星，这不是偶然的，因为发射卫星的运载火箭就用 P-7 洲际导弹改装过来的：把核弹头换成人造地球卫星，置换一些有关仪

器,修改一些系统。

洲际弹道导弹,由于受到作战性能要求的限制,例如它要采用可储存推进剂,因而很难应用低温混合燃料推进剂,运载能力有限,改装成卫星运载工具后,只能发射高度约 300 公里的近地轨道卫星。

卫星运载工具的研制,从此走上自己独立的发展道路,主要侧重于增大运载能力。由于它不要求储存燃料、发射准备时间不太严格,因此可用低温混合燃料作推进剂,使火箭发动机的性能大为提高,其推力可增加 50%~100%。

卫星运载工具的发展,除了燃料推进剂的改进外,在结构上也经历了变化,如多级火箭串联,由 2 级、3 级至 4 级串联火箭;后来又发展串并联火箭技术,例如在第一级火箭周围捆绑一些助推火箭,以加大初级推力。现今的大推力运载工具,有能力把几十吨乃至 100 多吨的有效载荷送入地球近地轨道,把数吨重的深空探测飞船送往太阳系其它行星。

3. 世界上第一颗人造卫星是哪国发射的?

二次大战结束不久,满目战争疮痍的苏联,就着手研制洲际弹道导弹和运载火箭。也许是由于战后美苏对峙、冷战浓云密布的原因,当时的苏联政府对此十分重视。然而要搞导弹和火箭,需要有资金、技术和人才。最困难的是资金。由于苏联是二次大战中遭受战争破坏最严重的国家,损失了几乎三分之一的国民财富;有 1700 个城镇和数万个乡村要重建;而且还有数百万人住在战时防空洞内,生活困苦,需要安置。因此,资金奇缺。尽管如此,当局还是拨出巨款,一定要搞导弹和火箭。他们采取的第二个有效措施,就是调集全国的资源和技术

力量,保证导弹与火箭研制工作的进行,特别是集中一些权威性的专家,进行研制大威力火箭的攻关。由于俄罗斯是齐奥尔科夫斯基的故乡,不乏优秀的火箭人才,研制工作在对外绝对保密的情况下,不断取得重大进展。在各项工作取得进展的同时,加强了组织协调、技术协调的工作。当时曾正式宣布,在科学院天文委员会的范畴之内成立一个跨部门的星际通信协调委员会,以实现对研究工作的协调和监督。这一点是十分重要的,因为搞导弹、火箭并发射卫星,是一项极复杂的系统工程,全局的技术协调,往往比研制工作更难,更费时。

运载火箭的研制成功,不仅使苏联能够成功发射洲际导弹,而且使卫星上天成为可能。1953年11月,苏联人在日内瓦世界和平大会上宣布:“制造人造地球卫星是完全可能的。”这就预示苏联要研制人造地球卫星以及它的运载工具。但是并未引起人们多大注意。1955年,美国宣布要在1957年至1958年期间发射尖兵号地球人造卫星,当时没有人怀疑美国的能力和信心。但是,1956年苏联的代表在一次国际会议上又提出在“国际地球物理年”期间,将把一颗人造地球卫星送入轨道。当时没人注意这事。一些西方记者认为,这可能是一种心理宣传而已。实际上,苏联的人造地球卫星研制工作已接近尾声,正准备把洲际导弹改装成运载工具,供发射卫星用。

1957年10月4日,苏联人在拜科努尔发射场用P-7洲际导弹改装的卫星号运载火箭把世界上第一颗人造地球卫星斯普特尼克1号送入轨道,开创了人类航天新纪元。

斯普特尼克1号是个铝制球体,直径58厘米,重83.6千克,有4根鞭状天线,内装有科学仪器,用以测量227公里至941公里轨道之间的大气密度、温度和电离层的电子浓度。卫星在轨道上共运行92天,绕地球约1400圈,并在1958年1

月4日坠入大气层烧毁。

苏联紧紧抓住发展大威力火箭这一关键,又向着把人送上太空的目标努力。把载人宇宙飞船送入空间,要求运载火箭有把数吨重的有效载荷送入地球轨道的能力,这又是一次飞跃。

苏联人不断增大运载火箭的推力,在发射了重83.6千克的第一颗人造卫星之后,短期内将发射的斯普特尼克2号卫星重量大幅度增至508.3千克,斯普特尼克3号则重达1327千克。大威力运载火箭如此快速发展过程中获得的技术窍门帮助并显著加速了载人航天飞船的准备工作。因此,苏联在第一颗人造地球卫星发射后不到四年时间,在1961年4月12日就成功地将4.73吨重的东方号载人航天飞船送入地球轨道,尤里·加加林成为第一个太空人。这时,世界又一次受到震动。从此开始了人类在太空的活动。纵观苏联的初期航天活动,给人一种比较顺利的印象。

4. 美国的初期航天活动领先吗?

和苏联一样,二次大战结束后,美国也立即着手研制自己的洲际导弹和人造地球卫星。

美国拥有世界上最雄厚的经济实力、最优秀的技术、最优秀的人才。二次大战结束后,美国俘获了以布劳恩为首的共492位德国导弹和火箭专家。他们是一些最优秀的技术人才,过去在希特勒统治下,曾在世界上首先研制成功V-1和V-2导弹。现在这些专家已为美国服务,继续从事运载火箭技术的研究工作。美国还将装满V-2导弹各种部件的约300辆货运车用船从德国运到了美国。一位美国将军说,德国领先的火箭

专家以及 V-2 导弹部件能使美国节约 5000 万美元和 5 年研究时间。后来在布劳恩领导下研制成功威力极大的土星 V 运载火箭,曾保证阿波罗飞船登月计划的成功。

美国对自己的优越条件充满信心,因此早在 1948 年就向全世界宣布打算发射一颗地球近地轨道人造卫星,并着手进行这项研制工作。1955 年,美国根据运载火箭及卫星研制情况又向世界宣布发射它的人造地球卫星的时间表,即在 1957 至 1958 年期间发射。1958 年 1 月,美国实现了自己的计划,将他们的第一颗人造地球卫星送入了地球轨道,卫星重量 8.3 千克。如果和苏联的第一颗人造地球卫星相比较,美国的第一颗卫星发射时间晚了一个季度,而重量只有前苏联卫星重量的十分之一。给人们的一种印象是美国的成就似乎和他们的经济技术实力不相称。

在第一颗人造地球卫星发射成功之后,美国开始了水星号载人航天飞船的研制工作。然而,与苏联的东方号飞船计划相比,美国载人航天初始阶段的水星号计划开始进行得很不顺利。例如,1961 年 5 月 5 日,即苏联成功实现世界第一次载人航天之后的 23 天,由于小艾伦·谢泼德中校所乘的水星 3 号使用的红石号运载火箭推力不足,只作了一次直上直下的亚轨道飞行。这次飞行持续了 15 分 22 秒,全程 478 公里,最大飞行高度 185 公里。在飞行过程中,有一分钟时间是在失重状态下进行的,最后这艘飞船溅落于大西洋,由直升飞机将它回收。10 个星期后,弗吉尔·格里索姆上校又作了一次类似的亚轨道飞行,显得更不顺当。在座舱溅落洋面时,飞船的应急出口莫名其妙地突然炸开,海水顷刻间涌入座舱,使飞船急速下沉。幸好一架救护直升机及时赶到并放下潜水员奋力抢救,格里索姆才没有葬身海底。