



宇宙火箭和星际飞行

YUZHOU HUOJIAN HE XINJI FEIXING

宇宙火箭和星际飞行

广东省科学技术协会编写

广东人民出版社

宇宙火箭和星际飞行

广东省科学技术协会编写

*

广东人民出版社出版 (广州大南路43号)

广东省书刊出版业营业许可证粤版字第1号

广东省新华书店发行

广东人民印刷厂印刷

*

书号: 1666·787×1092 1/32·1印张·19,000字

1959年3月第1版

1959年3月第1次印刷

印数: 1-3,100

统一书号: T13111·14

定 价: (5)一角二分

編者的話

今年一月二日，苏联成功地发射了宇宙火箭。它标志着苏联科学技术的新高峰，也开创了人类征服宇宙空间的新纪元，有力的证明了社会主义制度的优越性；同时，也再一次证明了东风压倒了西风的形势。中国人民同社会主义各国和全体进步人类一起，为苏联发射宇宙火箭而热烈欢呼。

我們組織广州物理学工作者，編写了这本介紹有关人造行星的基本原理的小册子。这本小册子，一共有三篇文章。其中“談談苏联宇宙火箭的特点”一文，比較通俗地介紹了苏联宇宙火箭的一般原理；另一篇是“发射宇宙火箭的科学意义”，它从科学方面着眼，闡述了苏联宇宙火箭发射成功所具有的重大意义；还有一篇是“苏联宇宙火箭是怎样成为人造行星的”，它对宇宙火箭的軌道問題，作了比較詳細的說明。这三篇文章，可以帮助我們进一步了解苏联宇宙火箭和星际飞行的有关問題。

1959年1月18日

目 录

談談苏联宇宙火箭的特点……………(1)

发射宇宙火箭的科学意义……………(11)

苏联宇宙火箭是怎样成为人造行星的……(20)

談談苏联宇宙火箭的特点

什么是宇宙火箭，宇宙火箭到底是怎样的，这是大家都想知道的問題。从科学技术上来看，可以从三个方面来談談它的特点。这就是：惊人的速度和重量；准确的控制；重要的科学測量。

一 惊人的速度和重量

人类在地球上生存，时时刻刻都受到地心吸力的限制，不管誰能跳多高，終归要跌回地面。重量是由地心吸力作用得来的。就算你坐飞机离开地面，还是受地心吸力影响。有人想过，坐飞机升上天空，老是在一个地区上空盘旋，希望等待地球自轉一段時間后再降回地面，如果地心吸力影响不到的話，可以降落到另一个地方去，但事实証明，降落回来仍然是原来那个地方，这說明虽然坐飞机离开地面，但仍然受着地心吸力的作用。

千百年来，人类有过美丽的幻想，就是夢游月宮和飞升太虛，在今天，紅色宇宙火箭成为太阳的行星，这是将来宇宙飞船的前奏。

人究竟怎样脫离地心吸力呢？

三百多年前牛頓早就算清楚，物体的速度达到每秒 8 公

里，就可以环绕地球飞行，这叫第一宇宙速度。达到每秒11.2公里，就可以脱离地球在太阳系里面飞行，这叫第二宇宙速度。当速度再增加，连太阳系也可以脱离，这要每秒16.6公里，叫第三宇宙速度。总之，想飞得远又飞得高，必须飞得快。

怎样才能飞得快？怎样才能越飞越快呢？

长久以来，这个问题经很多人苦心想过，但没有解决。

枪炮利用火药的爆炸力把子弹打出去，但这还是不够快，比第一宇宙速度还差得很远很远，而且打出以后，子弹受地心吸力的影响，最后还是跌下来！

俄国科学家齐奥尔科夫斯基多年来研究这个问题，他曾和学生研究氢气球，试放氢气球。氢气球虽然能够离地飞上天空，它是靠着空气的浮力升起的。氢气球是不能脱离地球的。因为升得再高，到没有空气的地方，浮力也就没有了，结果，氢气球还是要跌下来的。人们也想过用飞机，但飞机的飞行也要靠空气，飞机不能飞离地面到达没有空气的地方，所以利用飞机也不能解决问题。

在一个假日里，一只小艇在小河里缓缓前进，齐奥尔科夫斯基和他的助手们划着小艇，他们玩赏两岸的幽美景色，不久小艇停下来，齐氏在沉思他多年来一直没想通的问题。助手们垂钓丝。突然齐氏站起来，把木桨往船后边丢，把一切他能拿到的东西通通往后丢，助手们以为他发疯了，他大笑起来，大声叫着：“问题想通了！”大家惊奇的问这是什么一回事，他说船内的东西往后丢，这就不用拨桨，船也能前进了。可见当整个物体有部分往后飞出，其余部分就往前

冲了，这不是完全不靠外力而获得加速么！

这是齐氏設計宇宙飞船的基本原理，也是火箭的基本原理。因此想脱离地球，利用火箭才是正确的办法。

节日里，大放烟花，放烟花用的火箭是大家见慣的，火箭的升天不是用外力推，而是火箭尾巴噴出气来，箭身就往前进，齐氏的著名火箭公式証明，排气的速度越大，火箭的前进速度就越大，火箭不是靠外力推动，也不象飞机要有空气才能飞行，它本身自备燃料，燃烧时从尾巴不断噴气，火箭就能不断前进。

火箭升空，想越飞越快，那就要用多級火箭，一节大的套着一节小的，小的又套着更小的，先由第一級火箭自备燃料燃烧噴气，火箭急速升空，燃料用尽，空壳甩下来，第二級火箭繼續燃烧噴气，这就可以使第二节飞得更快。想一个物体越飞越快，就得用多級火箭。

苏联第一个人造卫星上天，齐氏的理想实现了第一步，这是人类史上的一个轉折点。苏联人民的智慧，使一个飞行体达到了每秒8公里第一宇宙速度。

人造卫星是环繞着地球飞行，还未能脱离地心吸力的作用，人造卫星完成任务以后，还是要跌回地球上来的。

今天苏联的紅色宇宙火箭，它的速度是每秒11.4公里，它超过第二宇宙速度，地心吸力不能吸住它，月球也吸不住它，今天已按照計劃成为第一个人造行星。它再不受地心吸力的作用，只受太阳吸力的作用，环繞太阳飞行。

宇宙火箭惊人的速度和重量，說明苏联火箭技术已到达新的高峰，把美国远远地抛在后面了。

我們都知道，火箭技术不是单一門科学的成就，它是多門科学成就的結晶，沒有很好的燃料就不能产生足够的排气速度，火箭就不能快速飞行。苏联紅色火箭的速度达到第二宇宙速度以上，說明苏联燃料化学的高度成就。燃料燃烧的地方叫燃烧室，这里燃烧的燃料，它的溫度在3,000度以上，因此，一定要解决耐高溫的材料問題，材料不耐高溫一定会引起爆炸。美国一直沒有解决这个問題。燃烧室的外壳也是十分重要的技术問題，它太薄了，受不起压力，是要爆炸的；它太厚了，散热不快，也要引起爆炸。那么应选那些材料和应选怎样适当的厚度，这就要靠高度的冶金学和传热学，这是制成宇宙火箭在技术上的关键性問題，是非解决不可的。苏联科学在这方面的成功，进一步証明苏联科学技术是最先进的。

从运动能量来講，紅色宇宙火箭的重量比苏联第三个人造卫星的重量，超过一百多公斤，而速度約增加1.4倍（正确計算是1.5倍），因为运动能量和质量成正比，和速度的平方成正比。由此可见紅色宇宙火箭的运动能量应比苏联第三个人造卫星翻了一番，火箭发射机的力量也翻了一番，可以这样说：苏联火箭力量已攀登到另一个新高峰。如果把美国的人造卫星用苏联的火箭发射机来发射，它将会被抛出太阳系以外，換句話說，可以达到第三宇宙速度。

特快火車每小时平均走70公里，今天紅色火箭的速度是特快火車速度的17万倍，这惊人的速度反映着火箭技术惊人的成就。美国发射月球火箭，四次失敗，传为笑柄，这已經是輸定了的。

其次是惊人的重量，沒有惊人的重量是装不了許多仪器和机械的，紅色宇宙火箭容积大到可以住两三个人，里面不单纯是測量仪器，它还要装置許多机器，使里面溫度不太冷也不太热，約二十度左右，以保証仪器和其他机器正常运转。它要装設自找航路的机器，以便按軌道飞行；它要装置把測量紀錄翻譯为电讯的无线电机和必需的电源設備；它还要装置足够的燃料和助燃物；只有惊人的重量才有庞大的体积，这样才能装置必需的机器和仪器，当然也要有惊人的火箭动力，才能使它直冲九霄，飞出地球以外，进入宇宙空間去。

二. 准确的控制

紅色宇宙火箭的另一个特色是准确的控制。这就是說要算准軌道，并使全套机器能接受命令，沿着正确軌道飞行。

什么叫做正确的飞行軌道？它是怎样算出来呢？

火箭飞行的正确軌道，不象火車軌道那样明显，但依照引力的作用，要作一定任务的飞行，这就要沿一定的路綫前进，走錯了就会象火車出了軌，弄出事故来。

我們知道，一切物体互相間都有吸引力。火箭、地球、月球、太阳等都是物体，它們之間都是有吸引力存在的。要找出正确的軌道，它們之間的吸引力就要很好地考虑到，而且要計算得正确。

单从地球引力来講，它和火箭間的引力关系是比較简单的，即所謂“二体問題”，計算是比較容易的。但把地球外围大气层的影响也考虑进去，問題就不那么簡單了，因为整

个大气层的情况，原来我們不很詳細。人造卫星得出来的資料很宝貴，它可以帮助我們准确考虑問題。

飞离地球較远，首先就受到月球的影响，它們之間的关系就变得更复杂了。地球、月球、火箭三个物体，彼此之間都有引力，飞行在空間任一点上，該遵循怎样的规律呢？这是古往今来未曾解决的“三体問題”，加以火箭飞出时受大气层的影响，問題就越来越复杂了。今天苏联宇宙火箭的发射成功，証明了苏联已經解决軌道計算問題，这是苏联数学、天文学、力学方面的高度成就。

苏联宇宙火箭的速度，据估計每秒11.4公里，可以脱离地球引力进到月球附近，这样大的速度可以从月球旁边繞过，探知月球的情况，而且月球的引力也吸不住它，它就脱离月球的牵引而飞离月球，以后火箭主要是受太阳的引力，环繞太阳飞行，成为世界上第一个人造行星。苏联科学家們准确地算出这个人造行星的运行的軌道，事实証明，这計算也是完全准确的。

紅色火箭的任务是成为太阳行星。成为太阳行星，脱离地球时的速度要求比月球速度还更快，其化学价值比单去月球还更重要。

軌道算准了，火箭飞行能否按照人的意图执行命令，那还須看火箭內装备的机器造得够不够准确。紅色宇宙火箭发射的成功，不单纯是速度問題。当然如果速度不够高时，什么也談不到，不过虽然速度够高，但走錯了航綫，結果也会失敗的。所以航綫的准确程度，也是十分重要的关键。

要机器听命，那就牵涉到自动控制，遙远控制，电子

学、无线电学中的极复杂问题，机械制造，电子计算机的制造中的工艺技术问题，苏联今天的成就，反映着以上许多部门科学技术的成就，已达到更高的新阶段。

三 重要的科学测量和研究

苏联红色宇宙火箭的另一特色，是能作更多和更重要的科学测量，这虽然是属于专门研究范围，但牵涉到人类将来生活的提高，未来宇宙飞船的设计，宇宙空间情况的了解和研究，意义是十分重大的。

宇宙火箭内，除三部无线电电机以外，还有九种测量仪器，它们测量的任务大致可以分成三类：（一）地球外围有关情况；（二）月球有关情况；（三）宇宙空间的情况。这三类也不是个别孤立而且是互相关联的。

未有宇宙火箭以前，虽然发射过人造卫星，地球外围情况是了解得比较多了，但并没有完全了解。目前，我们的气象预测，已有很大进步，但谈到长期天气预告，因为必须先要知道很多情报，如果不知道就无法预测。人造卫星离地球最远距离，只有一千九百多公里，没到达更远的太空，因此，很多情况就不得而知。今天红色火箭的飞行，可以了解到更远的太空，对于长期天气预告就有很大帮助。

我们的指南针取一定的指向，原因是受地磁的影响。我们利用磁针指向，解决了航运的方向问题。从地面的磁力的测定也解决了铁矿的探寻等的技术问题。可见研究地磁是和生产有重大关系的。地球为什么有磁性，这个问题至今还没有完满的理论。所以对它变化的规律，还未能完全掌握清

楚。火箭測量儀器中，可以探測地球更遠的地方的磁力強度，其次，地磁的成因沒有弄清楚，地磁的影響又重大，這個問題不能從地球本身獲得解決，須走到地球以外去研究，宇宙火箭就負有這個使命。至於月球究竟有沒有磁性呢？誰也不能回答，因為我們在此之前還未能找出探測月球有無磁性的辦法，這次紅色火箭，在月球外6,000—8,000公里的地方飛過，可以探測月球有無磁場，如果有，它的強度有多少，這次紅色火箭就可以回答這個問題了。這不是什麼純粹的科學研究，而是有關地磁的規律和地球上許多生產技術有關的問題。所以十分重要。

太陽經常向地球“送禮”，除了陽光以外，還有許多帶電的粒子，可是走近地球時，受到地磁影響，多轉彎跑到兩極去。粒子進入大氣層之後，也引起變化，今天宇宙火箭有研究太陽輻射的儀器，就是研究那些帶電粒子的性質和分布狀況，因為它們來自太陽，並且影響地球的，研究它是為了更好掌握這些規律，使我們更好利用自然。

舉例來講，太陽射來的能量，可以將大氣層中一些不帶電的分子分開，產生帶電的離子，白晝時影響大，入夜以後影響又減小了，這些帶電的離子對無線電廣播和通訊是有很大影響的，要很好地掌握電離層的性質，就須研究太陽輻射，紅色火箭將給我們帶來很多科學資料情報。

紅色火箭中另一種重要的測量儀器，是測定宇宙綫的強度和強度的變化。什麼叫宇宙綫呢？它是一種來自地球的一種粒子流，它的能量非常大，進入大氣層以後引起複雜的變化，它是影響地球的。

人类对宇宙綫的研究，虽然有很大成績，可是对它的許多性質还未明了，甚至它是从哪里来的，这一点还没有弄清楚，因为它进入大气层以后，就不是本来面目，又不是在地球上直接可以研究出来的。人造卫星的高度，是在此之前未有过的紀錄，并且供給很多宝貴資料，但对宇宙綫的来源还未能找到答案，只有宇宙火箭上的測量仪器才能提供綫索，所以紅色火箭对宇宙强度的測定，它可以走到远出地磁范围以外，这是一个极出色的工作，是有史以来，人类多年渴望而未得到解决的科学上的一个重大問題。还有一层，据人造卫星測得的結果，高空中宇宙綫强度的数值比我們所估計的更高，它会影响到人体的，为了将来宇宙飞船載客的准备，这项研究是不可少的。

紅色火箭測量的項目很多，我們不可能在这里全部都談到，现在且先談一談鈉云。什么是鈉云呢？鈉是一种灰白色的金屬，遇水可以放出氢气，还能产生氧化鈉，鈉云是鈉的蒸汽，紅色火箭在飞到离地球十一万五千公里的地方，从仪器中按原定計劃放出它。放这种鈉云有什么用处呢？第一点，它受太阳光綫能量的作用，可以发出黄色光綫，让地球上观察到，现在已拍到几张照片，証明鈉云发射成功，这黄色的一条长尾巴是人工造成的彗星，也是人类从未做过的一种伟大事情。第二点，鈉云放出后它象其他气体一样，向外扩散，但扩散到多远，尾巴拖得多长，是和那高空情况有关，反过来说可以从鈉云的变化情况，間接了解这里高空的情况。拍得的照片也可以提供資料。还有一点，鈉云放出以后会不会离开火箭，这一点很重要，因为未放出之前，是在

火箭內以同一速度飞行，放出以后向各方散开，如果还能附着火箭外围，这就給我們很大的启发，因为我們料想到，将来宇宙飞船飞到离地很远的地方，就沒有空气了，飞船的旅客要自携备用空气，如果鈉云能附着火箭不散，那么将来在宇宙飞船放出空气，可不可以不散呢？如果仍能附着不散的話，这会給宇宙飞行旅客带来很多方便。苏联科学家估計宇宙飞船七年可以实现，可见，“乘虛御风”、“遨游太空”的幻想，即将变为现实了。（梁恒心）。

发射宇宙火箭的科学意义

原来我們大地上布滿着一层厚厚的空气层，它供給我們以呼吸所需的氧，調节我們的气候冷暖，保护我們不为外来的太强烈射綫和流星隕石所伤害，这一切都是对人类有利的；可是在对地球外許多物理现象的观察和研究，却等于布下了一重目障，使我們只能在霧里看花，摸不到实际的真相。因此，为着要把那些现象看得一清二楚，就必须冲出这层霧外。人造地球卫星已經大体上做到这一步，但还不够彻底，还局限在地球引力场之内。现在有了宇宙火箭，可以完全脱离地球的引力场而在那实际差不多是完全真空的巨大空間里周游航行，这时要观察宇宙中发生的任何现象，就完全没有什么障碍了。不容否認，过去这一年多中，苏联科学家利用发射出去的三顆人造卫星，已經获得了关于一系列物理现象的非常有价值的數據，大大丰富了科学知識，例如关于电离层、宇宙綫、太阳輻射、地面空間磁场、大气上层的某些数据，包括压力、溫度、离子成分、流星密度等等，都有过仔細的研究，然而有某些现象还得要在距离地球更远的地方进行測量才会較為有效或更加全面。

一 为今后的星际航行鋪平道路

能够获得第二宇宙速度对于星际航行确实具备了基本条件，然而要实际乘载旅客指向某一行星（或月球）的飞行，就还有許許多多的問題必須去解决，諸如关于航程中的制导問題，如何着陆問題，有关宇宙空間的各方面性質，特別关于宇宙尘和气体的成分和分布、生物在旅途中的必需生活条件等等，都是必須具体掌握情况，逐步改进火箭的設計以相适应，才能最后达到安全航行的目的。关于这些問題的研究，就只有靠实际在航道中飞行的象这一次的宇宙火箭来进行。必須指出，星际航行是一个相当复杂艰巨的問題，就只說瞄准和控制这一方面吧，試設想，我們地球是以每秒30公里的速度繞着太阳环行，现在要从地面上发射一支对准着月球的火箭，这就无异于在一輛奔馳的汽車上射击一只飞鳥，而这粒子弹在空中又要停留約两天之久，你想这需要多么高明的射击技术才能希望击中！从力学观点上來說，地球、月球、火箭三者間各以引力互相作用着。这样所形成的运动称为三体問題，原則上是不能得到完全准确的了解的，只能运用微扰法經過繁复計算以获得其近似解。但这还是撇开太阳和其他行星的影响不計，要是計入了它們，就会成为更加复杂的四体問題或多体問題了。何况在航程中的微尘和气体（往往存在于离子状态）分布情况，又往往足以影响其航路。只从这一点已足见整個問題之艰巨复杂，对于这些問題如沒有充分的預先探測研究，是很难以实现正式的星际旅客航行的。这次苏联发射的宇宙火箭可算是开創星际交通的第