

# 宇宙火箭和星际航行



科学技术出版社



# 宇宙火箭和星际航行

北京市科学技术协会筹委会编

科学技术出版社

1959年·北京

总号: 1328

宇宙火箭和星际航行

編者: 北京市科学技术协会筹委会

出版者: 科学技术出版社

(北京市西直门外邮政局)

北京市书刊出版业营业登记证出字第091号

發行者: 新华书店

印刷者: 北京市印刷一厂

(北京市西便门大街乙1号)

开本: 787×1092 毫

印张: 3子

1959年5月第1版

字数: 84,000

1959年5月第1次印刷

印数: 15,000

统一书号: 13051·255

定价: (9)3角8分

## 前 言

1959年1月2日苏联成功地發射了宇宙火箭后，中华人民共和国科学技术协会全国委员会、中苏友好协会总会、北京市科学技术协会筹委会、北京市中苏友好协会，为了庆祝这一偉大成就，展开了广泛的宣傳活动，于一月八、九兩日，在首都劇場举行了四次大型科学报告会。由于許多人都索取报告記錄和有关苏联宇宙火箭的材料，我們把这些报告的内容还有科学新聞第三期及其他报刊上有关的重要文章，彙集在一起出版，以便使讀者更多地了解宇宙火箭和星际航行的知識。

本書共分三部：第一部分是苏联眞理报上發表的苏联宇宙火箭和苏联科学家的談話及科学家、文学家写的文章；第二部分是三篇講演的記錄，其中錢学森同志的报告較报上已發表的詳細些(根据記錄做了些补充)；第三部分是中国科学家所写的文章。

北京市科学技术协会筹委会

# 目次

## (一)

苏联宇宙火箭 .....	( 1 )
苏联科学家論宇宙火箭和宇宙飞行 .....	( 23 )
宇宙学偉大發現的前夕 .....	多罗德尼次恩( 40 )
对月球和行星际空間的考察 .....	費森科夫( 42 )
用宇宙火箭探測月球 .....	布·庫卡尔金( 44 )
太陽系里的一顆新星 .....	斯特恩菲尔( 46 )
第十个行星 .....	亞历山大·卡贊采夫( 49 )
人类理想的实现 .....	B·薩亞諾夫( 54 )
二十世紀的奇迹 .....	( 56 )

## (二)

宇宙火箭和星际飞行 .....	錢学森( 59 )
宇宙飞行的几个技术問題 .....	屠善澄( 74 )
談談宇宙火箭的發射 .....	曹傳鈞( 84 )

## (三)

对地球物理学將發生深远影响 .....	赵九章( 95 )
宇宙火箭与天体物理 .....	程俊闢( 97 )
宇宙通信的开端 .....	馬大猷( 103 )
苏联第一个宇宙火箭的科学考察 .....	易士家( 108 )
宇宙火箭將解决彗星尾之謎 .....	楊紀珂( 105 )
宇宙火箭和計算技术 .....	馮 康( 118 )

(一)

## 苏联宇宙火箭

1959年1月2日，苏联成功地朝月球方向發射了宇宙火箭。在人类历史中，第一次建造成不仅达到而且超过了第二宇宙速度的飞行仪器。重达1,472公斤的火箭最后一級(燃料不計算在內)，在月球附近飞过，并已成为太陽系中的第一个人造行星。

这一事件标志着征服宇宙空間道路上的新阶段。苏联人民的創造性劳动，制造了一个新的天体，它摆脱了地球引力，圍繞太陽沿橢圓形軌道运行。

宇宙火箭的建造是苏联在洲际火箭和大型人造地球衛星方面进行的工作的必然繼續。众所周知，第三顆苏联人造地球衛星的重量相当于1,327公斤。这些工作积累了必要的經驗，有助于建造巨型宇宙飞行仪器。

由于宇宙火箭在宇宙空間飞行，所以可以进行一系列研究行星际物質的重要科学試驗。在离地球很远的地方，根据广泛計劃进行直接科学测量的可能性已第一次变为现实。

宇宙火箭的發射是苏联科学技术的新的杰出成就。为了实现宇宙飞行建造了多級火箭，这个火箭的特点是設計上高度完善和具有强大的高效能火箭發动机。在把火箭極度精确地送入預定軌道时，对火箭飞行的操縱是依靠專門的自动系統进行的。

为了实现科学試驗的計劃，制造了獨一無二的科学仪器和專門的無線电測量系統。宇宙火箭最后一級上的科学、測

量仪器连同能源及容器，总重量为 361.3 公斤。对于火箭在宇宙空间运行轨道的控制，是采用了许多无线电技术装置进行的。从而保证了火箭运行中每时每刻的协调和速度。

苏联宇宙火箭的发射意味着人类进入了行星际飞行的世纪。这条道路的下一个阶段应当是：进一步探索太阳周围的宇宙空间，考查太阳系行星和人类飞行到其他行星上去的问题。

科学家、设计师、工程师、技术员、工人和试验者们，用自己的忘我劳动在世界科学技术史中写下了新的一页，以宇宙火箭的发射作为向苏联共产党第二十一次代表大会的献礼。

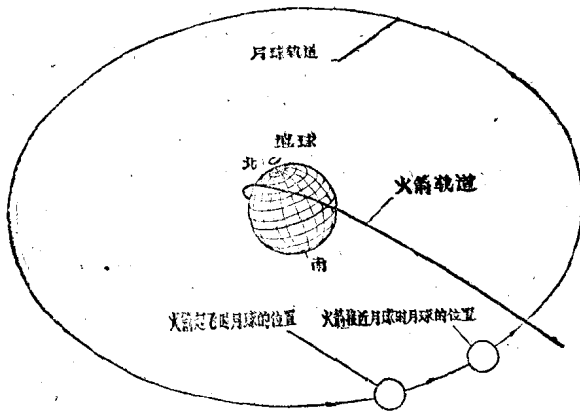
全体苏联人民正在讨论尼·谢·赫鲁晓夫同志在苏共二十一次代表大会上所作报告的提纲中提出的在我国建设共产主义的宏伟规划。在苏联共产党和苏联政府的领导下实现这项规划。将使我国国民经济获得新的更大的飞跃，使苏联人民在科学技术的各部门中占领新的高峰。毫无疑问，在不久的将来我们将亲眼看到我国取得新的杰出的成就，为了苏联人民和全体进步人类的幸福探明自然界中新的秘密。

苏共中央委员会和苏联部长会议，对于科学家、工程师、技术员和工人建造多级宇宙火箭并成功地于 1959 年 1 月 2 日朝月球方向发射了的工作，给予极高的评价；这鼓舞了各科学研究所、设计部门、工厂和试验机构的全体人员为在征服宇宙空间的事业中取得新的成就而忘我劳动。

## 宇宙火箭的飞行

多级宇宙火箭是从地面垂直发射的。在预定的火箭自动控制系统的作用下，火箭的轨道逐渐偏斜。火箭的速度也急速增加。在加速结束时，最后一级火箭达到了继续飞行所必

需的速度。最后一级火箭的自动控制系统关闭了火箭发动



火箭同月球接近的轨道图

机，并且将装有科学仪器的容器同最后一级脱离开。容器和最后一级火箭进入了轨道，开始向月球方向飞行，两者间隔着很短的距离。

为了摆脱地球引力，宇宙火箭的速度必须不小于第二宇宙速度。被称为抛物线速度的第二宇宙速度，在地面上相当于每秒 11.2 公里。当速度小于第二宇宙速度时（这时的速度又叫椭圆速度），物体即要变为地球卫星，或者在升到一定极限高度后重新返回到地球上。在这个意义上，每秒 11.2 公里的速度就是临界速度。当速度大于第二宇宙速度（即双曲线速度）或者等于它的时候，物体就能够摆脱地球引力，永远地离开地球。

苏联宇宙火箭在最后一级火箭发动机停止工作的时候，已超过了第二宇宙速度。地球引力的力量，对于火箭的继续飞行（直到接近月球为止）发生了基本影响。因此，根据天体



力学的規律，对地球中心來說，火箭运行的軌道便十分接近于双曲綫。地球中心是該双曲綫的焦点之一。在地球附近的地方，軌道稍有弯曲；离地球愈远，軌道就逐漸伸直。在远离地球的地方，軌道就几乎接近于一条直綫。

沿双曲綫軌道运行的初期，火箭飞行很快。但是，离地球愈远，在地球引力的作用下火箭的速度也漸漸減緩。这样，假若在1,500公里高空时，火箭的速度对地球中心來說为每秒10公里多，那么在100,000公里高空时，火箭的速度大約相当于每秒3.5公里。

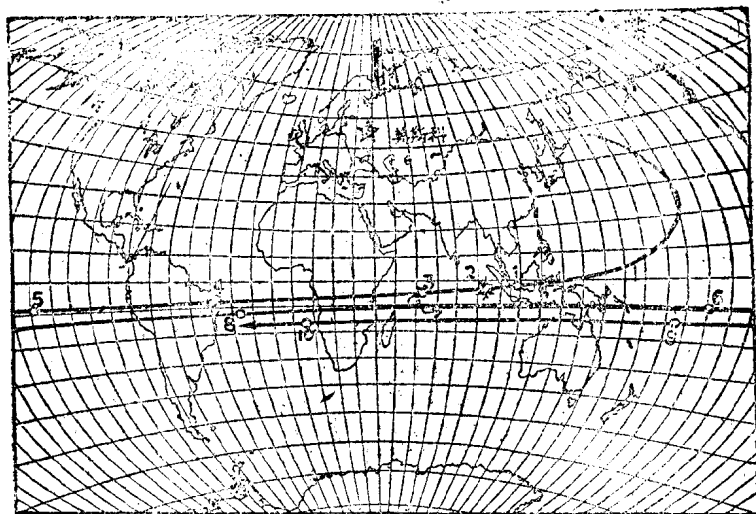
連接地球中心和火箭的向徑的轉速，根据开普勒第二定律，与距地球中心的距离的平方成反比例地減小。如果在运动开始时，这个速度大約相当于每秒0.07度（即超过地球每晝夜旋轉的角速度14倍），那么大約經一小时，这个速度就会变为比地球的角速度稍小。当火箭飞近月球时，它的向徑轉速就減小了2,000倍，比月球繞地球運轉的角速度小5倍。而月球的繞行速度只等于地球的角速度的1/27。

火箭沿軌道运行的这些特点，决定了火箭相对于地球表面运动的性質。

宇宙火箭在地球表面的飞行綫路圖，标明了各个時間內火箭投影在地球表面上的移动。当火箭向徑的轉速比地球的轉速大的时候，这个投影就不断东移，并逐漸向南傾斜。然后，投影又开始向西南方移动，火箭發射后經過6—7小时，当其向徑轉速变得很小的时候，开始向差不多是正西方移动。

火箭在天球中星座間的运行也繪制成圖，火箭在天球上的运行速度極不平穩：起初很快，但最后很慢。

大約飞行一个小时后，火箭在天球內进入了后髮星座，



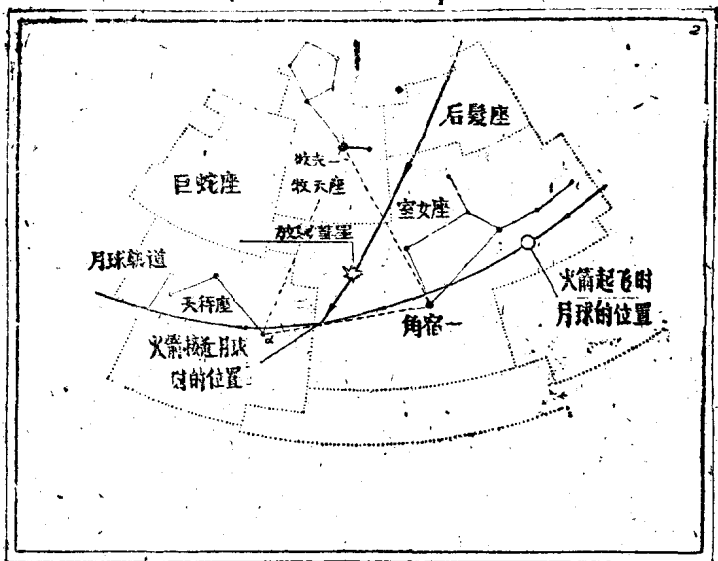
宇宙火箭經過地球表面的路線圖

圖上的數字與火箭在地球表面上投影的順序位置相同：1—13日莫斯科時間3時離地球10萬公里；2—形成人造彗星；3—6時，13萬7千公里；4—13時，20萬零9千公里；5—19時，26萬5千公里；6—21時，28萬4千公里；7—1月4日莫斯科時間5時59分，37萬公里距月亮最近的瞬間；8—12時，42萬2千公里；9—22時，51萬公里；10—1月5日莫斯科時間10時，59萬7千公里

然後，火箭在天空內進入室女星座，接近了月球。

1月3日莫斯科時間3時57分，當火箭進入了室女星座之後，大約在“牧夫—”、“角宿—”和“天秤—”組成的三角形中央，裝置在火箭最後一級的專門設備放出了人造鈉云彗星，在陽光中閃閃發光。在數分鐘之內，自地球用光學儀器可以觀察到這個彗星。火箭在月球旁邊飛過的時候，其位置是在“角宿—”和“天秤—”之間。

接近月球時，火箭在天空中的軌道與月球的軌道傾斜成 $50^{\circ}$ 。火箭在天球內靠近月球時的運動速度，比月球的運動



在星圖上火箭飛行月球的路綫圖

速度大約慢五分之四。假使從地球北部來觀察的話。月球一方面沿自己的軌道繞地球轉，同時又從右方靠近與火箭的接近點。火箭自上方與右方均與這一點相接近。在距離最近的時候，火箭的位置是在月球的上方並稍微偏右。

火箭飛到月球軌道的時間，決定於火箭初速與第二宇宙速度之差數；這個差數愈大，其時間也愈短。在選擇差數大小時考慮到：要使火箭在月球附近通過的情況，能在蘇聯國土和其他歐洲國家以及非洲和亞洲的大部分地區用無線電設備觀察得到。宇宙火箭到達月球的運動時間為 34 小時。

根據已確定的數據，火箭與月球最近的時候，其距離約為 5,000—6,000 公里，也就是相當於月球直徑的一倍半。

當宇宙火箭接近月球，其間距約為幾十萬公里的時候，月

球引力开始显著影响于火箭的运动。月球引力使得火箭运动方向偏斜并改变了火箭在接近月球时飞行的速度。在互相接近的时候，月球的位置低于火箭，因此，由于月球引力的原故，火箭飞行的方向又偏于向下了。月球引力还造成了火箭在某些地区的速度增加。在极为接近的地区内速度增加得更显著。

同月球接近以后，宇宙火箭继续远离地球，其相对于地球中心的速度减缓至每秒约2公里。

在火箭距离地球约100万公里和100万公里以上的时候，地球引力对火箭的影响减小到这种程度，以致可以认为火箭的运动仅仅处于太阳引力的作用下。苏联宇宙火箭约在1月7、8日就进入了绕太阳运转的自己的轨道，变成太阳的卫星，即全世界第一个太阳系的人造行星。

相对于地球中心说，火箭在1月7、8日的运行速度接近于地球绕太阳运转的速度。因为地球的速度是每秒30公里，而火箭相对于地球的速度则是每秒2公里。那么作为绕太阳运转的行星，宇宙火箭运动的速度大约相当于每秒32公里。

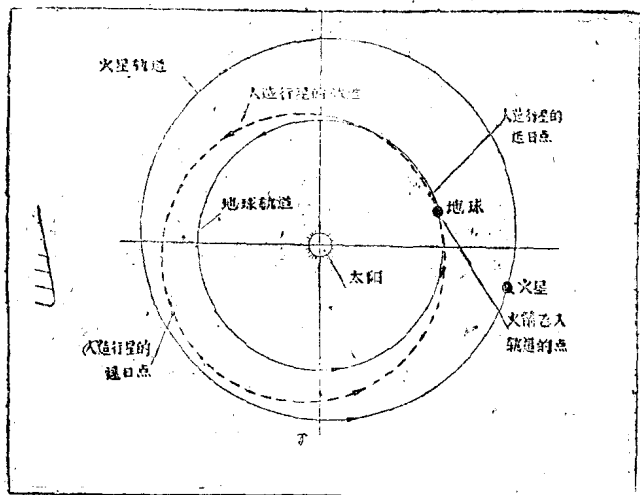
利用关于火箭在远离地球的地方的位置、方向及其速度的大小之准确数据，可以按照天体力学的规律计算出宇宙火箭——太阳系行星的运动。轨道的计算不包括太阳系其他行星和天体对火箭可能发生的影响在内。已经计算出的轨道的数据是：

人造行星的轨道与地球轨道的平面偏斜很小，约为 $1^{\circ}$ 左右；

人造行星轨道的偏心率等于0.148，比地球轨道的偏心率(约0.017)要大得多；

与太阳最小的距离约为14,600万公里，仅仅比地球与太阳的距离稍小几百万公里(地球距太阳的平均距离约为

15,000万公里)；



人造行星围绕太阳运行的计算轨道

人造行星距太阳的最小距离为19,700万公里，这时宇宙火箭将位于比地球与太阳的距离远4,700万公里的地方。

人造行星绕太阳运转的周期将为450昼夜，也就是15个月左右。人造行星在1959年1月中旬将第一次达到与太阳最小的距离，而最大的距离将在1959年9月初达到。

这一事实是十分有趣的：苏联人造行星的轨道将靠近火星的轨道，距离约为1,500万公里，即比地球轨道约近4倍。

当火箭与地球绕太阳运转的时候，两者之间的距离将有变化，有时变大，有时变小。其最大距离可能达到30,000—35,000万公里。

当人造卫星与地球绕太阳运行的过程中，两者之间可能相互靠近，距离约为100万公里。

## 宇宙火箭的最後一級和裝有科學儀器的容器

最後一級宇宙火箭是由自動系統控制的，它是用轉接器與上一級火箭連結在一起的。

自動系統使火箭在預定軌道上的位置得以穩定，並保證在發動機停止工作時能達到預定的速度。在燃料備用完后，最後一級宇宙火箭的重量為 1,472 公斤。

除了保證最後一級火箭正常飛行的裝置以外，這級火箭的內部還裝有：

裝科學儀器和無線電儀器的單獨的密封容器；

兩台裝有天線的無線電發射機，使用的頻率是 19.997 和 19.995 兆周；

宇宙射線計數器；

測定火箭飛行軌道和預測其繼續運行用的無線電系統；

製造人造鈉云彗星的儀器。

容器位於宇宙火箭最後一級的上部，它有一個可以卸掉的外殼，以免在通過濃密的大氣層時發熱。

容器由兩個很薄的球形半殼組成，其間用帶有特殊橡皮墊的加強助密圈連結。其中一個安有四根無線電發射機的天線，使用的頻率是 183.6 兆周。四根天線均對稱地裝在空心的鉛制軸上，軸端安有一個測量地球磁場和發現月球磁場的發射器。保護外殼拋掉之前，天線呈折疊狀，固定在磁強計的軸上，天線在拋掉保護外殼後伸開。在這個半殼上裝有兩個質子捕集器，用來探索星際物質的氣體成分；還有兩台研究流星粒子用的壓電發射機。

容器的兩個半殼用特殊的鉛鎂合金製成。在下半個殼的強肋上安有鎂合金制的管狀結構的儀器架，架內便裝着容器

中的各种仪器。

裝在容器內部的仪器有：

1. 火箭运行軌道的無線电檢查仪器，由频率为 183.6 兆周的發射机和接收裝置組成；
2. 使用频率为 19.993 兆周的無線电發射机；
3. 通过無線电系統向地面發送科学測量材料及有关容器中的溫度和压力的遙控裝置；
4. 研究行星际物質的气体成分及太陽微粒輻射的仪器；
5. 測量地球磁場及探查月球磁場的仪器；
6. 研究流星粒子的仪器；
7. 記錄原始宇宙綫中重原子核的仪器；
8. 記錄宇宙綫的强度和程度变化以及記錄宇宙綫中光子的仪器。

容器中的無線电仪器和科学仪器，均从安在仪器架內的銀-鋅蓄電池和氧-汞電池組取得电源。

容器內裝滿气体，压力为 13 大气压，容器的結構能够保證其內部具有高度的密閉性能，容器中气体的溫度保持在規定的範圍內(20°C 左右)。保持上述溫度的方法是：外壳經過特殊的加工，使其具有一定的反射系数和輻射系数。此外，在容器內裝有通風机，以保證气体的強制循环。在容器內循环的气体从仪器获得热量，并將其傳給外壳，而外壳是一个特殊的放热器。

容器与最后一級宇宙火箭的脫离是在最后一級火箭的动力裝置停止工作后發生的。

从保證容器热量的观点着眼，容器的脫离是必需的。因为在容器內裝有能够放出大量热量的仪器。如上所述，这种热量是由对容器外壳的輻射热与外壳从太陽获得的热之間保

持了一定的平衡而得到保證的。

容器的脫離，保證了天綫、測量地球磁場和檢查月球磁場的儀器的正常工作；容器脫離之後，火箭的金屬外殼便不再影響磁強計的工作。

科學及測量儀器(包括容器)及裝在最後一級火箭上的電源的總重量為 361.3 公斤。

為了紀念蘇聯製造了已成為太陽系人造行星的第一個宇宙火箭，在火箭上安有兩個帶蘇聯國徽的標記。這兩個標記均放在容器里。

其中一個標記是一條很薄的金屬帶，在金屬帶的一面寫道：“蘇維埃社會主義共和國聯盟”，在另一面繪有蘇聯國徽並寫有“1959年1月”的字樣。題字是用特種的光化學方法寫成，以保證長期不致磨滅。

第二個標記是一個象徵着人造行星的球形。其表面上復蓋着許多用特種不銹鋼製成的五角形小塊。在每一個小塊的面上壓有凸形字樣：“蘇聯·1959年1月”，在另一面上有蘇聯國徽和“蘇聯”字樣。

## 測量儀器

為了觀察宇宙火箭的飛行，並測定其軌道的參數以及接受火箭發出的科學測量數據，使用了蘇聯全國各地的大量測量儀器。

測量儀器中包括：精確測量軌道起始段要素用的自動化無線電定位儀組；記錄火箭發出科學情報用的無線電遙測台組；控制與地球距離很遠時火箭軌道要素用的無線電系統；接收 19.997、19.995 和 19.993 兆周訊號的無線電台；對人造彗星進行觀察和照相用的光學儀器。



协调全部测量仪器的工作和将测量结果与天文时间统一，是用专门统一时间的仪器和无线电系统来进行的。

在调整计算中心用电子计算机整理各观察站发来的资料，确定轨道要素并对测量仪器发出目标的指示。为了有效地确定宇宙火箭运动的主要条件，发布长期预测火箭运动和全部测量、观察仪器发出目标指示的数据使用了自动化无线电定位站。这些观察站的测量资料用计算机转换成二进制密码，求出平均值，经与天文时间校准（精确度达几微秒）后，自动送入通讯线。

为防止测量资料在传递过程中可能发生的错误，测量的情报译成密码。使用密码能够查出和改正传递中有一个错误的数字，查出和除掉有两个错误的数字。

这样换算出的测量情报发到了调整计算中心。在此，测量资料利用引入器自动打成穿孔卡，电子计算机根据穿孔卡进行测量结果的综合整理，进行轨道的计算。由于利用了大量的轨道测量资料，由于应用了最小二乘法解决了尖端问题，确定了宇宙火箭运动的主要条件。然后使用了积分法标出火箭、月球、地球和太阳共同运动的微分方程组。

地面遥测站接收宇宙火箭尾部发出的科学情报，用软片和磁带将其记录下来。为保证在远距离内收到无线电讯号，利用了高灵敏度的接收装置和有效面积大的专用天线。

无线电接收站用 19.997、19.995、19.993 兆周接收宇宙火箭发出的无线电讯号，并用磁带将这些讯号记录下来。同时，进行了磁场强度的测量和许多其他能研究电离层的测量。

发射机不时改变着键控的方式，采用 19.997 和 19.995 兆周的两个不同的频率，发出关于宇宙线的数据。沿着频率