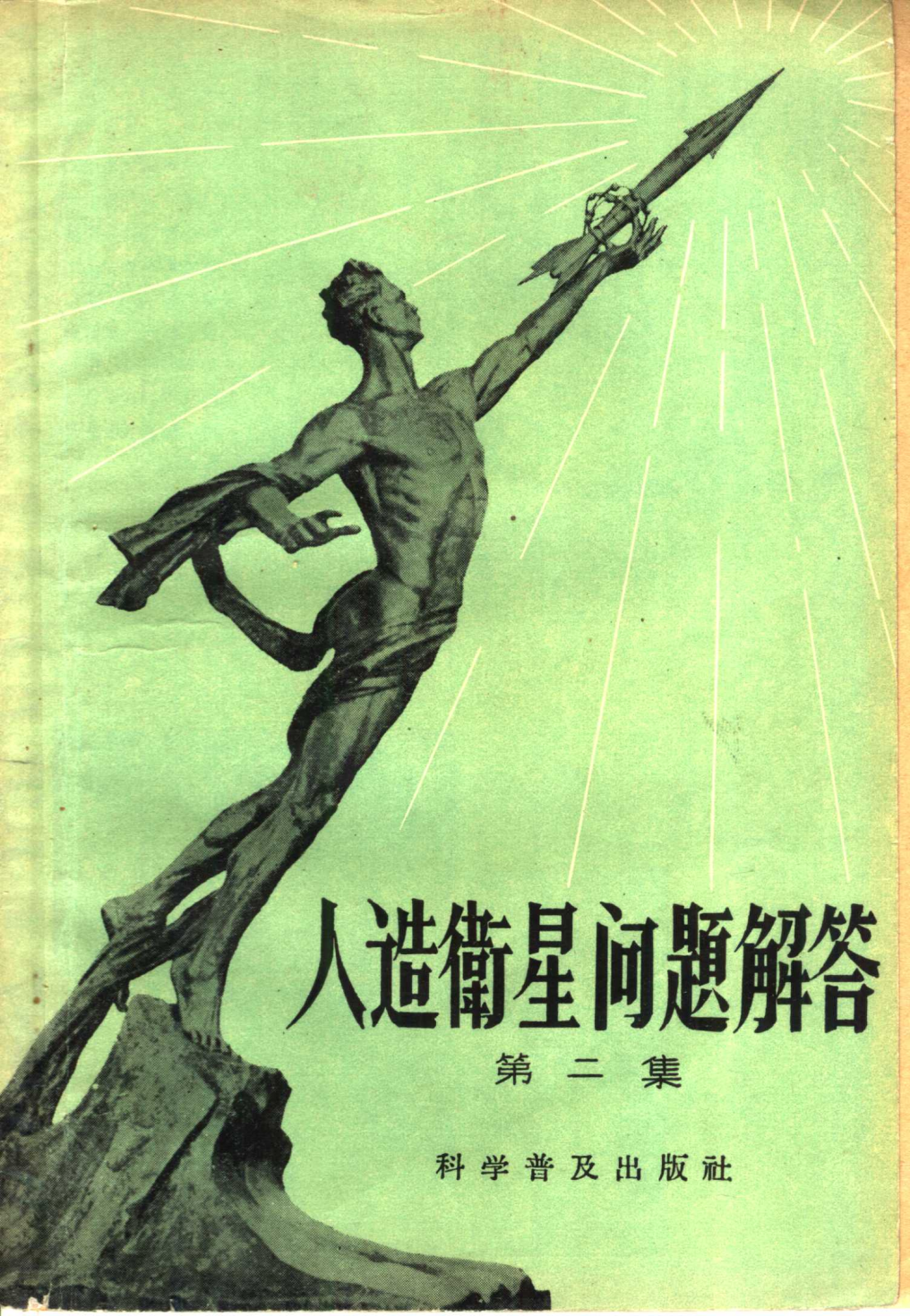




人造衛星問題解答

第二集

科学普及出版社

人造衛星問題解答

第二集

人类不会永远留在地球上，而是要探索宇宙和空間，起初会小心翼翼地越出大气層的范围，然后大胆地征服太陽附近的全部空間。

——K.3.齐奥尔科夫斯基

科学普及出版社

1958年·北京

如果你想多知道一些有关人造衛星和星际
旅行的知識，請參看本社出版的：

人造衛星	〔苏联〕弗·齐格尔著	0.35元
人造衛星問題解答(第一集)	科学普及出版社編	0.29元
宇宙飞行	〔苏联〕A.Γ.卡尔本科著	0.10元
火箭和人造衛星	史超礼著	0.10元
星际旅行	戴文賽著	0.09元
導彈	史超礼著	0.17元
人造地球衛星	〔苏联〕波別多諾斯采夫著	5月出
从人造衛星到宇宙飞行	〔苏联〕施登菲尔特著	6月出

总号：657

人造衛星問題解答（第二集）

編 写 者：科 学 普 及 出 版 社
审 訂 者：郭永怀 蕭 健 李鑾澄 許少鴻
出 版 者：科 学 普 及 出 版 社
(北京市西直門外郝家灣)
北京市書刊出版業營業許可証出字第091號
發 行 者：新 華 書 店
印 刷 者：北 京 五 三 五 工 厂

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：3 $\frac{5}{8}$

1958年4月第1版 字數：62,000

1958年4月第1次印刷 印數：35,403

統一書號：13051·76

定 价：(9) 4角3分

編者的話

苏联真理报編輯部的“苏联第二个人造地球衛星”發表以后，讀者又向我們提出不少科学問題，为了帮助讀者更好地消化这篇历史文献，我們編写了人造衛星問題解答第二集。很多讀者对火箭、星际旅行和宇宙綫有很大的兴趣，因此本書对这三个方面作了特別詳細的介紹。其中前兩部分由我們根据一些通俗讀物来編写，宇宙綫部分則請蕭健先生写的。

为了避免和第一集的内容重复，第一集介紹过的一些基本知识，在第二集中就不介紹了，但我們尽量使第二集的内容系統化，并使沒有看过第一集的讀者，仍能理解第二集的全部内容。我們估計，有初中文化水平的讀者，看懂第二集是不困难的，高小文化水平的人可能有些困难，但若先看第一集，再看第二集，这些困难就不难解决了。为了使文化水平較高的讀者，对本書内容有更深入的了解，在文后还編入三个注。

本書承郭永怀先生审閱第一章火箭的全部内容，蕭健先生創作并审閱了第六章的全部内容，李鑒澄先生創作并审閱了第四章的一部分内容，許少鴻先生审閱并修訂了第五章的大部分内容；并承新华社的同志根据原文重新校閱了“苏联第二个人造地球衛星”的譯文，作为本書的附录。

苏联还将發射新的衛星，也将發表有关衛星和星际旅行的許多文章，广大讀者一定还有很多問題需要解决。希望讀者能把自己的問題，以及对問題解答第一集和第二集的意見，寄給我們，帮助我們做好这项有巨大意义的宣傳工作。

目 次

第一章 火 箭

- (1) 什么是火箭? (1)
- (2) 火箭靠什么力量推动它前进呢? (2)
- (3) 火箭为什么能在真空中飞行? (3)
- (4) 火箭绕的是什么东西? (3)
- (5) 报上常说火箭的推力有多少吨, 这个推力是怎样决定的呢? ... (5)
- (6) 火箭发动机的功率有多大? (6)
- (7) 怎样使火箭跑得更快一些? (7)
- (8) 怎样提高火箭的喷气速度? (9)
- (9) 怎样提高火箭的齐奥尔科夫斯基数? (9)
- (10) 为什么要用多级火箭才能送卫星上天? (10)
- (11) 科学家们怎样估计运载人造地球卫星的各级火箭的重量和
推力? (12)
- (12) 运载卫星的火箭, 用什么推进剂最合适? (14)
- (13) 为什么火箭能按一定的方向飞行? (15)
- (14) 怎样用无线电波控制火箭的飞行? (20)
- (15) 三级火箭是怎样接合起来的? (20)
- (16) 火箭的燃烧室和喷口为什么经得起 2,000 度以上的高温气
流的冲击? (21)
- (17) 火箭上的液体氧或液体氢是怎样保存的? (22)
- (18) 为什么火箭在最近几十年才迅速发展起来? (23)
- (19) 原子火箭是什么样的? (23)
- (20) 什么是光子? 什么是光子火箭? (25)
- (21) 什么是离子火箭? (27)

第二章 卫星的轨道及其演变

- (22) 地球卫星的环绕速度是怎样计算出来的? (28)
- (23) 不论卫星离地面多高, 卫星的环绕速度是不是一样大呢? (29)
- (24) 有没有在天空中固定不动的人造地球卫星? (31)

- 、(25) 衛星離地球越遠，需要的環繞速度越小，那麼建立飛得高的衛星，是不是比建立飛得低的衛星更容易一些？…………… (33)
- (26) 衛星的速​​度不夠環繞速度時，是不是很快就落回到地球上？… (33)
- (27) 在最末一級火箭熄火時，如果火箭的運行方向不和地面平行，會發生一些什麼情況？…………… (34)
- (28) 衛星的周期有多長，是由哪些因素決定的？…………… (35)
- (29) 為什麼蘇聯第二個衛星的周期比第一個長？…………… (35)
- (30) 為什麼衛星的軌道越轉越圓？…………… (36)
- (31) 衛星在什麼時候殞滅？…………… (36)
- (32) 蘇聯第二個衛星的壽命，為什麼比第一個衛星長得多？…………… (37)
- (33) 能不能建立一個永遠不會殞落的人造地球衛星？…………… (38)
- (34) 為什麼不把衛星做成流綫型的？…………… (38)
- (35) 衛星的重量對它的壽命有什麼影響？…………… (38)
- (36) 衛星會不會被其它星球吸過去？…………… (39)
- (37) 衛星或星際火箭會不會和其它星球相撞？…………… (40)
- (38) 為什麼一個不大的流星撞上了衛星，就能貫穿衛星的外殼，使衛星損壞呢？…………… (40)

第三章 星際航行

- (39) 什麼叫做星際航行港？…………… (41)
- (40) 巨大的星際航行港是怎樣建立起來的？…………… (42)
- (41) 火箭怎樣飛到星際航行港去？又怎樣從星際航行港飛回來？… (44)
- (42) 有人說在地球表面上具有每秒11.2公里速度時就能永遠離開地球，有人說只要每秒11.14公里就夠了，究竟哪一種說法正確呢？…………… (44)
- (43) 從地面到月亮上去，需要多大速度？…………… (45)
- (44) 送火箭到月亮上去，是不是一件很難做到的事？…………… (48)
- (45) 為什麼人們設想的到月面上的無人勘探車，需要像坦克那樣結實呢？…………… (49)
- (46) 為什麼人在月面上要比在地面上輕很多？…………… (50)
- (47) 在月面上生活有哪裡不方便？…………… (50)
- (48) 怎樣把火箭發射到火星上去？…………… (51)
- (49) 到火星上去旅行，在什麼時候出發最好？…………… (55)

- (50)怎样到金星上去旅行? (55)
- (51)在什么时间出發到金星最好? (57)
- (52)怎样到水星上去旅行? (57)
- (53)怎样到太陽系其它行星上去旅行? (58)
- (54)怎样到其他恒星附近去旅行? (59)
- (55)有人說,坐光子火箭作恒星际旅行的人,回地球时,比地球上的
人年青,是不是真的? (59)

第四章 衛星的观测工作和电离層对無線电訊号的影响

- (56)什么叫做測風經緯仪? 怎样利用它来观测人造地球衛星? (61)
- (57)什么叫做广角望远镜, 用它来观测衛星有什么好处? (61)
- (58)怎样利用拍攝下来的衛星和运载火箭的相片, 来核实和研
究它們的軌道? (62)
- (59)电离層共有几層, 这些層次是怎样划分的? (63)
- (60)电离層和無線电傳播有什么关系? (63)
- (61)什么叫做最大电离層? 为什么要用衛星来研究它? (66)
- (62)什么叫做折射? 为什么無線电波通过电离層时会發生折射? ... (67)
- (63)为什么衛星發出的無線电波, 在一万公里甚至一万五千公
里以外的地方有时都能收到? (67)
- (64)什么叫做多普勒效应? 研究衛星無線电信号的多普勒效应
有什么意义? (68)

第五章 太陽的短波輻射

- (65)什么叫做太陽的远紫外綫輻射和近紫外綫輻射? (69)
- (66)什么叫做硬 X 綫輻射和軟 X 綫輻射? (69)
- (67)什么叫做太陽短綫輻射? 它和人們的生活有什么关系? (69)
- (68)为什么要在衛星上研究太陽短波輻射? (69)
- (69)为什么短波輻射能使分子电离? (70)
- (70)什么叫做远紫外光譜段的氫光譜綫? (70)
- (71)什么叫做太陽的色球和日冕? 它們和短波輻射有什么关系? ... (71)
- (72)什么叫做光电倍增管? 为什么要利用三个光电倍增管来測
最短波輻射? (72)
- (73)什么叫做濾波器? 为什么測量短波輻射时要使用它? (73)
- (74)什么叫做光电阻? 怎样利用光电阻进行自动控制? (73)

第六章 宇宙綫的研究

- (75)什么是宇宙綫? (75)
- (76)宇宙綫是什么东西組成的? (75)
- (77)宇宙綫中的粒子跑得有多快呢? (76)
- (78)宇宙綫是从哪里發射出来的? (77)
- (79)为什么宇宙綫中的粒子有那样大的速度? (77)
- (80)宇宙綫通过地球磁場时,为什么会有强烈的偏轉? (78)
- (81)为什么只有能量大的粒子,才能到达赤道附近的地面? (79)
- (82)什么叫做宇宙綫的能譜?为什么在不同緯度上測量宇宙綫
的粒子数,就能知道宇宙綫的能譜? (80)
- (83)什么叫做帶电粒子計数器? (80)
- (84)为什么衛星上的計数器的軸綫要互相垂直? (81)
- (85)研究宇宙綫强度随時間的变化,有什么科学意义? (81)
- (86)宇宙綫的强度是固定不变的,还是常有变化呢? (82)
- (87)为什么要特別注意确定鋰、鉍和硼核以及电荷很大的核在
原始宇宙輻射中的含量? (83)

第七章 怎样使生物适应宇宙飞行

- (88)为什么参加宇宙飞行的动物,必須生活在密封艙内? (85)
- (89)什么叫做再生空气裝置?为什么要在动物的密封艙内安上
这种裝置? (86)
- (90)为什么密封艙中要有溫度調節器? (87)
- (91)狗在密封艙里能不能活动? (88)
- (92)狗的糞便怎样处理? (88)
- (93)为什么火箭上的动物,需要穿上紧束在身上的專門服裝? (88)
- (94)人們怎样能从地面上观测到小狗的脉搏、呼吸和体温? (89)
- (95)我們应该怎样看待小狗萊伊卡的牺牲? (90)

第八章 小 結

- (96)为什么人們除了發射人造衛星以外,还要發射高空火箭来
探测高空的秘密? (91)
- (97)苏联最近發射的高空火箭在科学上的意义如何? (91)
- (98)什么时候人們可以到月亮和其它行星上去旅行? (92)
- 附录 苏联第二个人造地球衛星 (95)

第一章 火 箭

(1) 什么是火箭？

火箭对我们来说，不是一件陌生的东西。一千多年以前，我国人民已经创造出一种火箭（圖 1），这是世界上最早的火箭。把这种火箭点着以后，火藥即刻燃燒，并向后噴出火焰，而火箭就向前飞行。这种古老的火箭，至今人們还在使用。在春节前后，人們常常發射这种火箭来取乐。有的地方把它叫做“起花”或者“起火”，有的地方把它叫做“鑽天”。



圖 1 古老的火箭。

現代化的火箭跟这种原始的火箭已經大不相同，重得多，內部結構复杂得多，飞的快得多而且高得多了。但是火箭运动的基本原理还是相同的，都依靠向后噴射气体而前进。

(2) 火箭靠什么力量推动它前进呢？

前面說过，火箭是依靠向后噴射气体而前进的。为什么向后噴射气体，就能得到前进的动力呢？关于这一点我們也是有經驗的。譬如，我們用步槍打靶的时候，槍膛里的火藥爆炸，把槍彈推出槍口向前飞行；而同时槍身連着槍托却往后退，如果你的肩膀頂紧了槍托，就觉得肩膀像給人猛烈地向后退了一下，如果肩膀沒有頂紧槍托，就会受到狠狠的一击。是什么东西推了你或者打了你呢？当然是槍托。什么东西推了

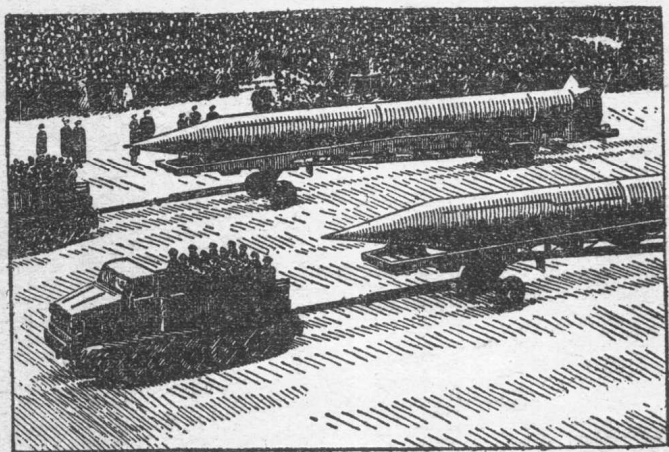


圖 2 苏联的現代的火箭。

槍托呢？那就是槍彈。當槍把槍彈打出去的時候，槍彈就受到槍身向前的推力，這時槍彈就給槍身一個向後的力，這個力就傳到肩膀上，人們把這個力叫做“後坐力”。物理學上把槍身推槍彈前進的力叫做“作用力”，把槍彈推槍身的力叫做“反作用力”。

如果打出去的不是槍彈，而是氣體，也一樣會產生後坐力或反作用力。例如，螺旋槳式飛機發動的時候，螺旋槳把空氣猛烈地推向飛機的後面，飛機就利用這個“反作用力”飛向前面去了。所以在飛機起飛的時候，人們只能站在飛機兩旁，不能站在飛機的後面，否則就一下子被螺旋槳揚起的大風刮倒了。

火箭起飛的時候，燃料在火箭內部猛烈地燃燒起來，燃燒的產物——燃氣很快地從火箭的尾部向後噴射，也就是火箭使勁把燃氣往後推，火箭本身就靠了燃氣的反作用而前進了（圖 3）。火箭起飛時跑得並不快，但是它不斷地受到燃氣的推力，因此就越跑越快，可以遠超過聲音的速度。如果

火箭的燃料燒不完，速度还可以一直增加上去。但燃料总会用完，当燃料用完时，火箭的速度就不能再增加了，这时火箭的速度最大。

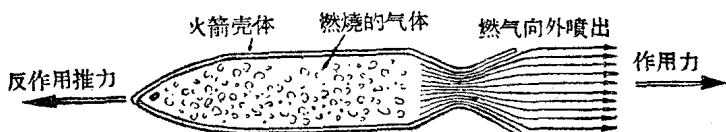


圖 3 火箭靠燃气的反作用力前进。

(3) 火箭为什么能在真空中飞行？

平常的飞机，不論是螺旋槳式或噴气式，都离不开空气。就拿噴气式飞机來說吧，首先，它像風箏一样，靠飞行时的空气流支持它的重量；其次，要靠空气中的氧气帮助燃料燃燒来取得动力。在噴气式飞机的头部有一个大洞，它就是用来吸进空气的。如果没有空气，噴气式飞机不但上不了天，而且根本不能發動起来。

火箭就不同了，它沒有翅膀，不依靠空气的支持，它的燃料也不靠周圍的空气就能燃燒。因此，火箭在真空中一样能飞行，由于真空中沒有空气的摩擦阻力和压力，火箭可以飞得更好。用三級火箭送衛星上天时，第一級火箭已經把衛星送出大气圈；第二級和第三級火箭事实上都在真空中飞行。

(4) 火箭燒的是什么东西？

通常的火箭是燒的固体或液体燃料。燒固体燃料的，叫做固体燃料火箭或固体火箭；燒液体燃料的，叫做液体燃料火箭或液体火箭。

固体火箭的燃料，就是火藥。这种火藥不是爆竹或起花里的黑色火藥，而是無烟火藥或其它化学材料。火藥在点燃

以后，不用空气的帮助，就能自行燃烧，推动火箭前进。火藥的作用時間很短，只有

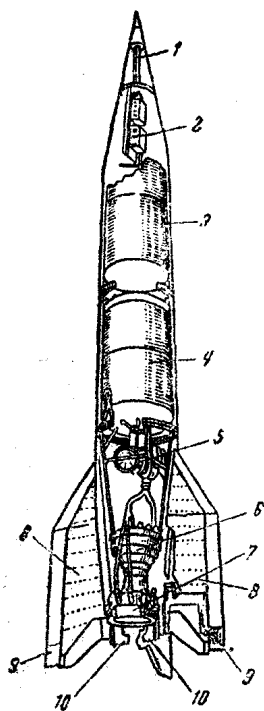


圖 5 甲 最初的一種用來研究
大氣高層的火箭的構
造示意圖：

- 1.有效載重； 2.控制用儀器；
- 3.氧化劑箱； 4.燃料箱；
- 5.向燃燒室供應燃料的渦輪泵
機組； 6.燃燒室； 7.噴口；
- 8.空氣穩定翼； 9.空氣舵；
- 10.燃氣舵。

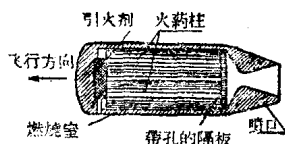


圖 4 固体火箭發動機示意圖。

几分之一秒到几十秒鐘，因此只能在近距离施放。部队里使用的喀秋莎等火箭炮，所發射的都是固体火箭彈。

液体火箭的燃料有酒精、汽油、火油等碳氢化合物，也有胂类，就是氮、氢的化合物，还有把氢气冷到攝氏零下 253 度以下而凝成的液体氢等等。这种燃料要靠氧气的帮助才燒得起来，因此火箭里还需帶上氧化剂。常用的氧化剂有硝酸（焊东西时用的硝酸鋸水，就大部分是硝酸，火箭中用的当然更濃一些），过氧化氢水（就是消毒用的双氧水，只是更濃一些），和把氧气冷到攝氏零下 183 度以下凝結成的液体氧。燃料和氧化剂分別裝在兩個箱子里，当火箭發动时，它們才在燃燒室中混合，并即刻燃燒

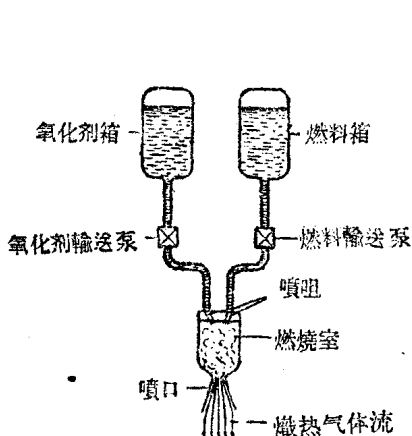


圖 5 乙 液体火箭发动机的原理示意图。

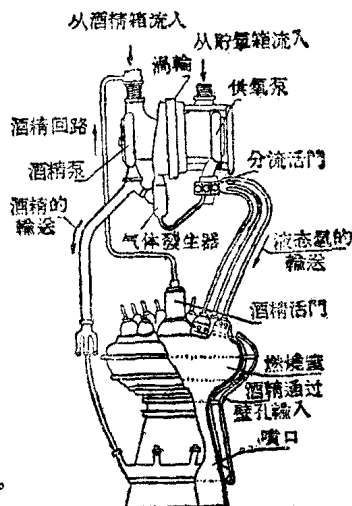


圖 5 丙 液体火箭发动机的构造。

起来，从喷口喷出大量燃气，推动火箭前进。液体火箭的发动机的作用时间可以有几分钟到几十分钟，因此目前中程和远程用的火箭，差不多都是液体燃料火箭。

此外，正在设计和研究中的还有原子火箭、光子火箭等，它们利用了完全不同的燃料，在本章的最后几题中，将分别介绍它们的作用原理。

(5) 报上常说火箭的推力有多少吨，这个推力是怎样决定的呢？

前面第 3 题中说过，火箭前进的动力，就是靠着燃气向后喷射而产生的反作用力。这个反作用力的大小，显然和每秒喷射出的燃气的重量和燃气的速度有关系。喷出的燃气的重量大一倍，火箭给燃气的力就大一倍，燃气给火箭的力也大一倍。燃气的速度大一倍，火箭给燃气的力就大一倍，

那么燃气給火箭的力也大一倍。总起来說，推力是和燃气的重量及速度成正比。

如果噴气的速度是以公尺/秒来計算，燃气量用公斤/秒来計算，把它們的乘积除以9.81，就能得出多少公斤重的推力。例如，V-2 火箭的噴气速度是每秒2公里（即2,000公尺/秒），噴气量是每秒140公斤，那么：

$$\text{推力} = \frac{2,000 \text{ 公尺/秒} \times 140 \text{ 公斤/秒}}{9.81 \text{ 公尺/秒}^2} = 28,500 \text{ 公斤, 約 28 吨。}$$

这个推力很不小了，美国的 F-86 佩刀式噴气机的推力只有2吨多，远比 V-2 为小。当然和苏联的送衛星上天的运载火箭比起来，V-2 的推力又差得远了。据我国科学家估計，运载苏联衛星的火箭的推力約100吨到200吨。

从这里还可以看出，火箭产生燃气的燃料和氧化剂（合起来叫做推进剂）的消耗是很惊人的。V-2 一秒鐘消耗掉140公斤的推进剂，这就够普通的載重卡車用好几个小时。V-2 本身重12.7吨，其中推进剂重8.65吨，这样多的推进剂要用几輛載重卡車来裝了，可是按每秒鐘燒140公斤推进剂来計算，只需一分鐘就燒完了。我国科学家估計，运载苏联人造衛星的火箭每秒鐘要燒几吨推进剂，那就更惊人了。

（6）火箭發动机的功率有多大？

火箭發动机的功率不像火車、汽車的發动机功率那样有固定的数值，而是随着火箭速度的增加而增加的。为了說清楚这个有趣的問題，不得不多說几句话。

我們先拿兩個人背东西上楼来比較。这两个人都背100斤重的箱子，一个人在一分鐘內爬上了一層楼，一个人在一分鐘內爬上了十層楼，虽然他們都背的一样重，我們認為后

面的一个人劲头大，也就是功率大。这里可以看出，决定功率大小的，不仅要看施用的力的大小，还要看在这个力的方向上的速度。如果力的大小不变，速度快一倍，功率也大一倍。火箭的推力差不多是一定的，而速度大不相同。在起飞时，火箭的速度差不多是零，因此功率也是零；这时火箭虽然喷出了大量的燃气，但大部分都损失掉了。以后火箭渐渐地加快，功率也渐渐增大，等到火箭的发动机快要熄火的时候，这时候火箭的速度最快，发动机的功率也最大。V-2 在发射后的一分钟，速度最大，几乎有每秒 1.6 公里，这时发动机的功率有： $28,000 \text{ 公斤} \times 1,600 \text{ 公尺/秒}$
 $=44,800,000 \text{ 公斤-公尺/秒}=44 \text{ 万瓩}$ ，相当于我国小丰满水电站以前的发电能力。就在这样的情况下，燃料燃烧时所发出来的热量，最多只有一半用来推动火箭前进，还有一半以上的热在空间中散失了。V-2 火箭燃烧室中每秒所产生的热量，可以把 1.5 吨重的水从零度烧到沸点。苏联的第二个人造卫星的运载火箭的推力，比 V-2 大好多倍，最高速度也比 V-2 大好多倍，因此最大功率是非常巨大的，可能比世界最大的古比雪夫水力发电站的功率 200 万瓩还要大得多。可见现代火箭的功率是非常惊人的。

(7) 怎样使火箭跑得更快一些？

这是一个非常重要的问题，因为人造卫星能否建立成功，人类能不能离开地球，都决定于火箭的速度。

要使火箭跑得快，第一要喷得快，也就是喷气速度高；第二要装得多，也就是推进剂装得尽可能多，在火箭总重量中占的比例大。

前面第 3 题已经告诉我们，火箭喷气的速度大一倍，推

力也大一倍，显然，火箭的最高速度也要大一倍。因此火箭的最高速度是和喷气的速度成正比的。

另一方面，是不是火箭越重，载的推进剂越多，最高速度就越大呢？情况并不完全是这样。因为火箭重了，火箭外壳的重量也相应加重，要更多的推进剂化在推动外壳上了。如果几个火箭的起飞时的总重量和燃料烧完后的火箭外壳重量的比值相同（这个比值非常重要，一般简称为质量比或齐奥尔科夫斯基数），那么火箭不论大小，它的最高速度是一样多的。换句话说，决定火箭的最高速度的不是火箭的总重量，而是它的质量比。这条规律是齐奥尔科夫斯基发现的。他认为火箭的最高速度和喷气的速度成正比，也决定于质量比的数值（实际上和这个比值的对数值成正比^(注一)）。如果这个比值是2.72左右，那么火箭的最高速度可以和喷气的速度相等；如果这个比值达到2.72的平方，即7.3左右，那么火箭的速度可以达到喷气速度的2倍；如果比值达到2.72的立方，即19.7左右，火箭的速度可能达到喷气速度的3倍。

为什么当比值相同时，我们增加起飞的总重量，烧掉更多的燃料，并不能使最高速度变大呢？为了说明这个有趣的问题，我们可以设想把一个大火箭分成两个只有它一半重的小火箭，小火箭的结构和质量比完全和大火箭相似，推力也是大火箭的一半。如果把这两个小火箭并列在一起发射出去，那么这个并列火箭起飞时的总重量和停火时的总重量之比，是和大火箭一样的，喷气的速度也是和大火箭一样的，合起来的推力也是和大火箭一样的，飞行的情况自然也應該和大火箭差不多。可是从另一方面来看，两个小火箭并列着飞和一个小火箭单独飞相比，不会飞得更快更高一些，而是差不多

一样快、一样高的。把两个方面一综合，我们可以得出这样一个结论：在质量比相同的情况下，大火箭和小火箭飞得一样快，一样高，丝毫占不到便宜。

怎样才能提高喷气速度和质量比呢？说来话长，下面再细谈。

（8）怎样提高火箭的喷气速度？

提高火箭速度的一个办法是提高喷气速度，可是喷气速度是不能无限地提高的。因为要提高速度就必须使气体膨胀得快，也就是气体的温度要高，压力要大。这一方面要求燃料的质量高，燃烧时才能产生更多的热量，来提高燃气的温度和压力；另一方面要看燃烧室和喷口所用的耐热材料，能否经受得起高温、高压和高速。现在的一些液体燃料火箭，燃气的速度不过每秒2到2.5公里，而气体的压力是大气压力的三、四十倍，温度已经高达摄氏3,000度左右。这是一个很高的温度，钢铁到了1,400到1,500度时，已经化为钢水或铁水了；最贵重的白金，不到1,800度也熔化了；就是最难熔的金属钨，也只能承受3,400度的高温，事实上只要热到摄氏700度，钨就很快地氧化了。在这样的高温和高压下，要把温度再提高，燃烧室四壁的耐热材料就会受不住。还有，这种高温、高速的空气通过喷口向后喷射，在喷口的地方由于剧烈摩擦，温度也是非常高的；温度太高，喷口的耐热材料也会受不住。有些科学家认为，如果能使用最好的燃料、适宜的氧化剂和很好的耐热材料，可以使喷气速度提高到每秒4到4.5公里，可是在目前还很难达到。

（9）怎样提高火箭的齐奥尔科夫斯基数？

提高火箭速度的另一个办法，是使起飞时的总重量和燃