

An illustration of a satellite in space. The satellite is a red sphere with a yellow center, featuring a stylized figure of a person. It is positioned in the upper right corner. Several thin, yellow lines radiate from the satellite, extending towards the bottom left. The background is a dark blue, textured surface with numerous small, yellow, star-like specks scattered across it.

人造地球卫星

李 广 申 编 写
河 南 人 民 出 版 社

內 容 提 要

本書是根据作者自己在各地为紀念十月革命四十周年所举办的通俗科学講座的講稿編写的，全書共分三大部分。即，为什么要發射人造地球衛星；人造地球衛星的構造、發射和觀測；苏联在發射人造衛星竞赛中的胜利，本書着重介紹了苏联兩次發射人造衛星的胜利，并結合介紹了一些有关科学知識外，通过苏联与美国的对比，說明社会主义制度下的科学發展的优越性，原稿經作者吸取听众的意見作了修改补充。是为一般讀者所能閱讀的科学普及讀物。

人 造 地 球 衛 星

李廣中編写

河南人民出版社出版（郑州市行政区經五路）

河南省書刊出版業營業許可証出字第一号

地方國營洛陽印刷厂印刷 新華書店河南分店發行

豫总書号：910

787×1092 1/32 · 1 3/8 印張 · 32,000字

1958年6月第1版 1958年6月第1次印刷

印数：1—1,638册

統一書号：13105·13

定 价 （7）0.14元

目 录

为什么要发射人造地球卫星	(2)
一、高空的物理现象的研究	(2)
二、发射人造地球卫星可以研究那些问题	(6)
(一) 可以有把握做好天气预报工作。(二) 可以探讨 电离层的本质和构造。(三) 可以研究太阳的紫外线、爱克斯 光和宇宙线。(四) 解决地球物理学上的有关疑案。(五) 证明广义相对论	
人造地球卫星的构造、发射和观测	(12)
一、“圆周速度”和“第二宇宙速度”	(12)
二、火箭发射的原理	(14)
三、关于发射人造卫星的技术问题	(16)
四、苏联第一号与第二号人造卫星的发射	(17)
五、人造卫星为什么能在高空继续飞行	(19)
六、“人造卫星”将会变成“人造流星”	(20)
七、苏联第一号人造卫星的构造	(22)
八、苏联第二号人造卫星的构造	(24)
九、宇宙飞行的“失重”问题	(25)
十、怎样用肉眼观测人造卫星	(27)
苏联在发射人造卫星竞赛中的胜利	(30)
一、从“起花”发展到“洲际弹道火箭”	(30)
二、苏联火箭技术的卓越成就	(33)
三、“斯普特尼克”成了全世界人们所熟悉的词彙	(35)
四、“美国月亮在地面上爆炸”	(38)
五、迟到的“小探险者”——美国的人造卫星	(44)
六、这是社会主义制度在和平竞赛中科学上的大胜利	(42)

为什么要發射人造地球衛星

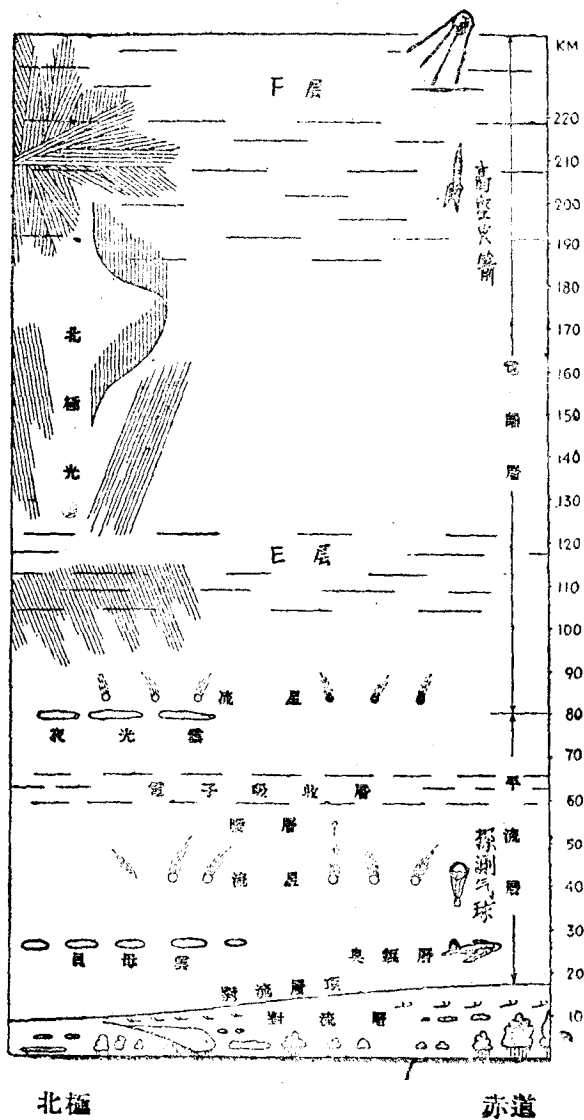
二千多年来,我国流傳着“嫦娥奔月”的故事,唐朝也出現了“唐明皇游月宮”的傳奇,敦煌莫高窟有“飞天”的画壁,洛陽龍門有“飞天”的浮雕;古代的印度和希臘也都有关于太空探險的詩篇。所有这些,都反映着自古以来人类对星際航行的幻想。如今,苏联人造月亮——人造地球衛星的發射成功,标明了星際航行是完全可以實現的。古代祖先們的幻想,不久即將成为事实。

当然这次苏联發射人造地球衛星的目的是,主要的还不是在于实现星際航行的幻想,而是在于研究探討高空的物理現象的需要,以便进一步解决当前有关气象学、天文学和物理学等的疑案和問題,同时也提供了一些有关將來發展星際航行的資料。

一、高空物理現象的研究

地球表面包有一層很厚的大气,总厚度要超过一千公里,每平方厘米約重1.05公斤。但是由于重力的关系,它的密度随高度而变。一般說:越近地面的大气,它的密度也越大。离地面約5公里的上空,它的密度与質量,只等于总量的一半;10公里則为四分之三;20公里的高度,就可以占总量的十分之九;因此,如达1,000公里的高空,大气的密度与質量可以小到几近于零。

根据条件情况,不同高度的大气可以分成若干層。它的最下一層,由于接近地面的空气,受到地面反射热的影响,溫度



圖一 对流层、平流层与电离层之構造以及各层中之特征現象。

較高，就产生不断上升，而上面的冷气不断下降的“对流现象”。所以称为“对流层”。在一般情况下，它的温度是随高度而递减的，是一切台风下雨的天气现象都在这层发生的。“对流层”的顶层，称为“对流顶层”，它的高度是因地面寒暖不同、地势差异、季节变化等而有不同的变化。一般说：在赤道地区为15—17公里，温带夏季是10—12公里；冬季是9—10公里；两极带是7—8公里。

“对流顶层”以上为“平流层”。“平流层”下部，约离地面20多公里处，有一层富有臭气的，称为“臭氧层”。“对流顶层”至海拔35公里之间，因为一般受不到对流现象的干扰，空气表现较稳定，气温也经常保持稳定，称为“同温层”。

“平流层”的中、上部，约35—60公里处，多是流星失视地区，温度就较高，约有 60° — 70° C。60公里以上至80公里之间，温度又随高递减。约离地面60公里的气层，有因日照产生吸收无线电波的即谓“电子吸收层”，即“D”层。正因为此，所以表现我们收听无线电时，白天没有夜间效果好。

80公里以上为“电离层”。这层的空气由于太阳的短波辐射线与带电微粒互相撞击的结果都成了游离状态的原子。在这层中，由于不同高度处的电离度不同，分成若干层次。其中以离地100—120多公里处的“E层”比较最稳定。这层可以反射无线电波回到地面，因此与无线电台的远射程的通讯关系很重要。“E层”以上为“F层”，就不甚显明，而且高度不定，时常崩解成为许多层。电离层上层的温度达 600° C以上，并且昼夜略有变化，关于这一高温现象，至今成是个迷。

在“电离层”中，常有北极光和其他相类似的现象出现。它有时可高达1,200公里以上。由此可见，在这样高度，仍有极稀薄的空气存在。

过去我們探討高空的物理現象，除了一般气象台、測候站觀測記錄地面的大氣外，還有建台在高山上的气象台，例如陝西的著名華山气象台，能記錄離地面若干里的大氣狀況。但是，它們能達到的高度是很有限的，即令我們把气象台建到世界最高峯珠穆朗瑪峯頂，也不過拔海8.9公里，離“臭氧層”還差十幾公里。

利用飛機進行高空氣象探測，是個辦法。但是，讓飛機到達“平流層”飛行，却是相當冒險的事，而這種冒險性的最高紀錄，在1953年曾達到25.4公里的高空。

利用不載人攜帶自動儀器的气象气球，可以上升達40公里，這是气象台最常用的高空探測方法。但也只是處在“平流層”以內，“電離層”的情況是無法記錄的。

火箭原是軍用武器，第二次大戰後，取下火箭的炸彈頭，換上氣象儀器，裝成氣象火箭，發射向高空曾達450公里。它在高空攝了大地的相片，研究了“臭氧層”對太陽輻射線的吸收情況，而且落下來火箭殼上，還可以看到高空受流星撞擊的痕迹；近年來，蘇聯曾多次讓火箭把小動物（小狗、小龜等）帶上了200公里高空，也成功地研究了在這情況下的動物生理反應，作為未來的星際航行的準備試驗，確是一件有趣的事。毫無疑問，氣象火箭是研究高空物理現象的有力工具。可惜火箭在空中停留的時間十分短促，不能進行連續的長期記錄。如美國在近十年來，發射氣象火箭二百數十次，但總合在一起的時間，只不過十小時。

因此，很自然地在科學技術界面前擺着一個急待解決的任務，就是設法使氣象儀器以及其他測量儀器，發射到高空，還能使它在高空留得很久，以便進行長期的連續的記錄工作。是否能達到這目的呢？答復是肯定的。因為月亮不就是一直在高

空繞地球轉動嗎？只要我們的那些儀器，能像月亮一樣繞地球轉動，那就也可以長期居于高空了。

近兩年來，各國科學家曾熱烈地談論發射人造月亮的技術上的困難，談論人造月亮對擴大科學眼界的重大意義。

1957年10月4日，蘇聯月亮——世界上第一顆人造地球衛星的發射成功。為近代科學史上開辟了一個新紀元。它對天文學、物理學、氣象學、生理學等提供了極其有意義的資料。將解決一些過去所不能解決的學術懸案；並為未來人們進行星際旅行事業立下第一個里程碑。



圖二 人造衛星
紀念郵票

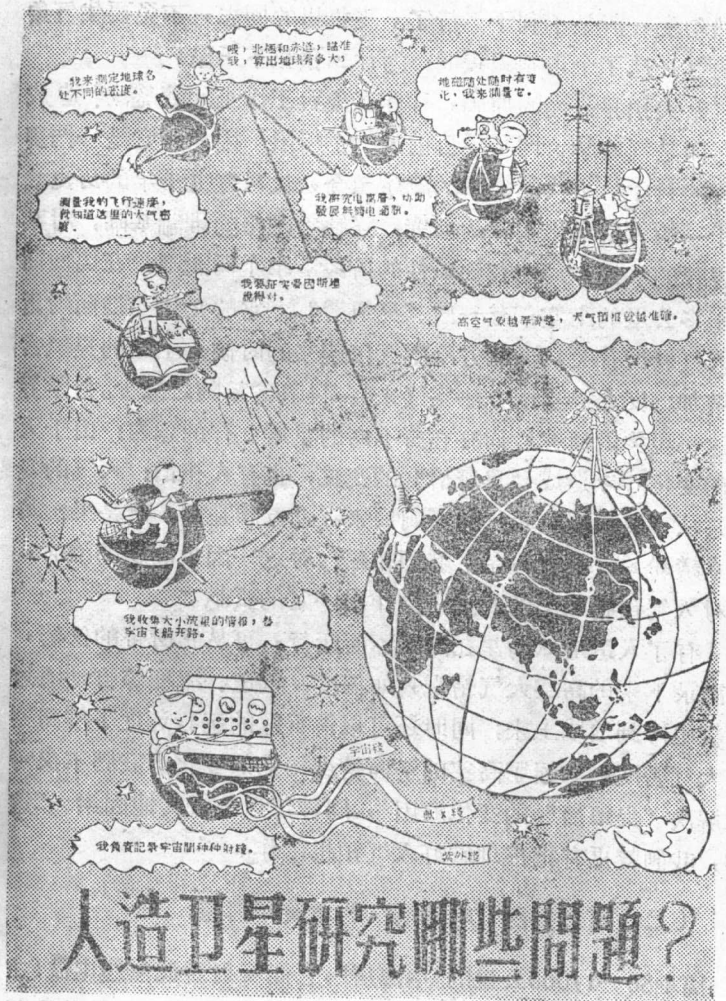
二、發射人造地球衛星可以研究那些問題呢？

就目前來講，我們可以簡述主要的幾項如下：

（一）可以有把握做好天氣預報工作

什麼時候有冰雹、霜凍或刮風、下雨？這是大家所關心的。因為這和農業、航海，尤其是航空的關係很密切。因此，這些部門都希望氣象台能十分準確地進行天氣預報。

但是，如今的气象台只能預報一天半以內的天气变化，所謂“短期預報”。至于三五天或几星期的“中期、長期預報”問題，迄今还是处在摸索阶段，可以說，没有什么把握可言。就是在“短期預報”中，也不是百分之百可靠，一般地說：準確率大体是略略超过百分之八十；十次預報里，会有兩次失当。例如有时候，飛機場根据預報說，下午可以飛行。于是事前就



圖三

本圖原載“科学画报”

把飞机全部檢查一番，作好各种准备，但是，万一到时候天气突然幻变，說是不利于飞行了。飞机場的同志，不免要生气象台的气。挂了个电话去責問：为什么預报不正确！

其实預报失当的原因，并非气象台工作上的疏忽所造成，而是气象学这门科学目前的水平所限。因为，它是一门很年青的科学。近代气象学的誕生至今，仅只有几十年的历史。对于一般天气变化規律的研究，还缺乏严格的理論基础；对某些規律的掌握，尚处在經驗性的阶段。举个例說吧！在离地面二十多公里的上空，有一層“臭氧層”。它的变化与地面附近的天气狀況有关。当北方冷空气侵襲来的时候，上空的臭氧含量增加；反之，当南方热空气来临，臭氧含量随之减少。科学界对这一現象的研究，尚存在着不同的見解。有的認為：由于天气的变化，才造成“臭氧層”的变化；也有人相信：天气的变化是从“臭氧層”变化的影响而来。究竟誰是因，誰是果？真是众議紛云，莫衷一是。我們相信：对这一因果問題的澄清，將对天气預报工作的改进，会作出一定的貢獻。

有了人造地球衛星在高空不断运行，可从它所帶的仪器，把記錄下来的高空大气情况，如溫度、气压、濕度等自动通过無綫电傳到地球上来；同时还可以借着它的运行速度了解高空的大气密度，掌握了高空的全面情况和它的变化。我們不仅可以解决“臭氧層”的变化原因，同样可以分析其他因素，这样，我們就更有把握地做好天气預报工作。

（二）可以探討“电离層”的本質和構造：

离地80—1,000公里的“电离層”，它能反射短波無綫电波（主要的是“E層”），正像鏡子反射光綫一样。因此，我們的收音机短波部分可以收听国外的——如莫斯科的电台。实际上莫斯科

發出的短波無線電是經過“电离層”和地面反复反射而送达的。

当太陽的紫外綫輻射發生变化，“电离層”也就随之發生变化，这种变化对無線電通訊会产生一定的影响，例如白天因日照可以在离地60公里处产生了一層“电子吸收層”（即“D”層）它吸收着無線電波。所以，我們收听短波無線電台的效果，晚間較好；而白天則差，听到的电台也較少。一般說“电离層”反射短波，以“E層”为最穩定。但有时候，太陽表面出現急剧的爆發，紫外綫突然增强，即会严重地干擾了“电离層”，因而造成国际間無線電通訊的中断。例如1956年2月23日，太陽表面出現了一次爆發，紫外射綫突然增强到相当于一百万个氢彈的强度。那天中午12时15分前后半个多鐘点內（36分鐘），中国和澳洲各地突然收听不到短波电台。又如1957年10月22日，由于太陽爆發，捷克斯洛伐克对外無線電联系中断达四十分鐘之久；与此同时，英国的电视机銀幕上出現了巴黎的电视节目，而本国的节目反而看不見。这真令人惊讶不已。

人造衛星是在“电离層”或在“电离層”的上空，不断發出無線電訊号，人們从地球上收听这种訊号所發出的变化，就可以研究“电离層”的本質与構造了。

（三）可以研究太陽的紫外綫、爱克斯光和宇宙綫：

一般紫外綫和爱克斯光是来自太陽的輻射，这些射綫經過很厚的大气層时，已被吸收和散射了大部分，而能达到地面的只是其中一小部分。因此，越向高空，它們的强度越大。地球如果没有大气保护，强烈的紫外綫輻射，对生物生理影响可能是很大的。特別是“臭氧層”，吸收了大部分紫外綫，防禦了紫外綫对生物的有害作用（在地面上較弱的紫外綫，又是生物不可缺少的）。另一方面，紫外綫和爱克斯光是科学技术上应用最广的

輻射綫。利用人造地球衛星到大氣層的外面可以研究這些輻射綫，對人或生物發生什麼影響，將來星際航行發展以後是否可利用等等，這對將來人們發展星際航行是有關係的。

宇宙綫是一種很厲害的射綫，它在宇宙間日夜不斷地射向地球的，如果不被大氣吸收掉了，人們就會嚴重地灼傷。這種宇宙綫是如何產生的，直到今天還不知道。研究宇宙綫對於物質的結構研究有很大幫助的；而且，為了將來進入宇宙旅行，也必須研究。有了活動在大氣層外面的人造衛星，就可以進行這種研究。

（四）解決地球物理學上的有關疑案

（1）查考地磁：地球是個大磁體，地球周圍空間有個磁場，因此，指南針才會指南。可是地球為什麼會有磁場呢？直到現在還是個謎。在地球表面上，各地磁場強度、磁偏角、傾角各不相同，並且有長期或短期的周期性變化。磁場發生比較大的變化，會影響無線電通訊；從事航海和無線電工作者要研究它。又因為它和地面下的礦藏有關，所以採礦的地質工作者要研究它。但這只在地面上研究是不夠的，還應該到地球周圍不受地下礦藏影響的高空去測量，掌握到磁場空間分布和隨着時間變化的規律，和地面的測量印證起來。這件事，有了人造衛星，就可以做到了。

（2）可以精確地測量地球的形狀和大小：地球是赤道部分比較肥大，兩極比較扁平的扁平橢圓體。因此順赤道的剖面是圓形，通過兩極的剖面是橢圓形，但是1940年蘇聯測量學家弗·恩·克拉索夫斯基和他的工作者精密測量的結果，証實了赤道的大圓也是一個橢圓。無疑的，後者要準確得多，但正確到什麼程度呢？可以通過人造衛星的運行軌道的微細變動來考

查，就能極精確地得到地球的大小和形狀的數字了。

(3) 測定地球各處的不同密度：地球外殼各地區的地質情況不一樣，物質密度也有不同。人造地球衛星在各地區上空飛過時，受到的地心引力大小不一樣，因此，產生了一些不規則的攝動。從這些攝動的情況，我們可以推算出各地區的地質密度情況。同時，這些攝動的研究，對導彈彈道的掌握也有用處。

此外，通過在人造地球衛星上裝電視設備或照相等，對於繪制和校正地圖很有用處。

(五) 證明廣義相對論

相對論是偉大科學家愛因斯坦所發明的普遍原理之一。分“特殊相對論”與“廣義相對論”。都是已在現在物理界廣泛應用了。廣義相對論，它的三個論點：第一個論點：萬有引力作用是有傳遞速度和光的速度相同。根據這一論點，解決了水星軌道近日點旋進的疑案。第二個論點是：光線在空間中不是依直線進行，而是會受附近物體的影響而偏轉，如同受到引力所吸引一樣。事實上，在日食時所觀測到的太陽周圍恆星的位置，証實了來自恆星的光線經過太陽附近的確略有偏轉。第三個論點指出：來自恆星的光因受恆星的引力而需作功，所以光子的能量應減小了些，或者說：光譜線呈現向紅端偏移。這一現象已從觀測密度大的恆星光譜所証實。上述三個效應，可以用人造地球衛星作進一步的驗證。但是，從廣義相對論獲得另一個推論，就是：衛星繞靜止的或有自轉的中央球體的運動，應當是不同的（按：在牛頓的經典理論中，認為這兩種情況是相同的），理論指出，由於中央球體的自轉，將使衛星軌道的近地點有附加移動。關於這一推論尚未被証實。因為效應十分微小，目前尚不能在天文現象中觀測出來。而人造地球衛星

的这一效应相当显著，因此科学家们对它十分感到兴趣，相信它在验证广义相对论方面将作出巨大的贡献。

此外，我们还可以借着人造地球卫星的所处地位的有利条件，进一步观察“日冕”、研究“黄道光”、“对日照”和“北极光”，研究流星和宇宙尘等情况。

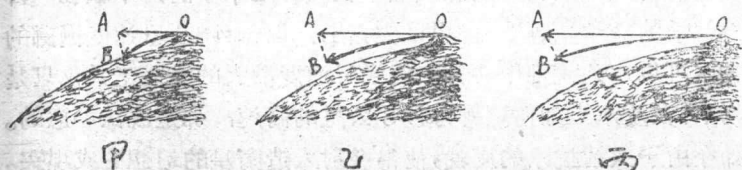
总的一句话，人造地球卫星的发射成功，对科学技术界的价值是不可估量，虽然以上的問題并不是每一颗人造地球卫星能全部解决，而将来发射了许多人造卫星，各种不同的设备，可以解决各种不同的問題。是可以肯定的。

人造地球卫星的構造、發射和觀測

一、“圓周速度”和“第二宇宙速度”

当我们站在山上，沿水平方向抛掷出一块小石头，这石头会沿着水平方向有一定的速度离开我们一段距离，就落到地面；如果我们使劲地抛掷，石头就会更快地飞出，在离我们远一些地方才落下来；如果用步枪水平射击，子弹的速度是每秒800米，可以越过几里地才掉下地面；要是速度达到每秒六、七公里的话，那就可以把东西抛到日本上空不会下来，到太平洋的檀香山群岛仍不下来，可以一直飞到美国才落到地面。从亚洲抛射到美洲或其他各洲去的火箭，这叫作“洲际弹道火箭”。这种火箭苏联已在1957年就试验成功了（详见1957年8月26日塔斯社公报）。

如果把速度再提高些，达到每秒8公里的话，那火箭可以到美洲也不掉下来，越过大西洋、欧洲、亚洲，绕地球一周以后，回到我们上空仍落到地面，这一来，它将长期绕地球旋转，就是所谓“人造地球卫星”。



速度小于每秒8公里 速度等于每秒8公里 速度大于每秒8公里

圖四

为什么人造地球卫星能不落下来呢？

这问题是比較复杂的，不过我们可以从我們的水平拋射物体的例中作簡單的說明：因为我們原定的拋射方向是水平方向，（圖中OA既表示方向，同时表示了單位時間內所应有的位移），所以實質上这使拋擲的物体飞离地球。但是因为物体受到地球的引力作用，使它又得落回地面（圖中的AB），結果的情况就如三幅圖所表示的那样：当速度小于每秒8公里，那么它必將落回地面；但是当物体拋射的速度等于每秒8公里，那么它一方面飞离地球，另方面受引力而落向地面，二者正好抵消，結果总是和地面保持一定的距离而飞行，它的軌道成为一个稍大于地球的圓形，所以这速度有叫做“圓周速度”，以这速度繞行地球一周大体是一个半鐘点。如果速度略較大一些，那么这物体飞行的軌道將更大，并且是橢圓形；要是速度提高到每秒11公里以上，它將以拋物綫的軌道飞离地球。未来飞向月亮、金星、火星的星际火箭的速度应当是这所謂“第二宇宙速度”，和“第三宇宙速度”。

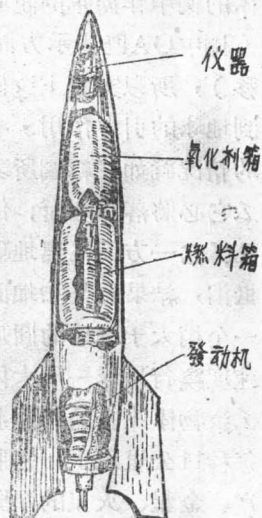
發射人造地球衛星，需要每秒8公里的速度，這可不簡單，

这速度远非火车、飞机所及。想一想，一秒时间只是鐘摆“的、塔”一回合，要跑8公里就是16华里。人造卫星以这样的速度飞奔，从海南島跑到兴安嶺仅只10分鐘；要讓火車跑，中途不停站也得几天几夜；因此虽然早在二百七十年前，牛頓在“自然哲学的数学原理”一書里已經指出：以每秒8公里速度抛擲的物体可以永久繞地球而行。但当时速度最大的交通工具仅只是馬車，在技术上如何达到每秒8公里的高速？那是沒法考虑的。如今由于火箭技术的成就，使得發射人造卫星的幻想变成现实。

二、火箭發射的原理

用过步槍射击的人都知道，当他扣动扳机，子彈向前發射出去时，就感到槍身有一种向后退回的冲力，这种力，在力学上称为反作用力，它是与彈壳里火藥燃燒的气体推出子彈头的作用力相反方向的力。根据力学原理，作用力与反作用力应相等的，所以作用力越大，反作用力也越强。

我們过年玩的“起花”，就是利用反作用力上升的。起花紙筒里的火藥燃燒时，产生了气体由紙筒下端冲射出来，就像彈壳里的火藥燃燒冲出子彈头的力一样，紙筒本身就像槍身一样受到反冲力，因为紙筒比槍身輕，所以被这种反冲力帶到上空。具体火箭發射來講，和“起花”上升的道理是一样的。因为火箭本身較重而且射得很高，所以需要更多的

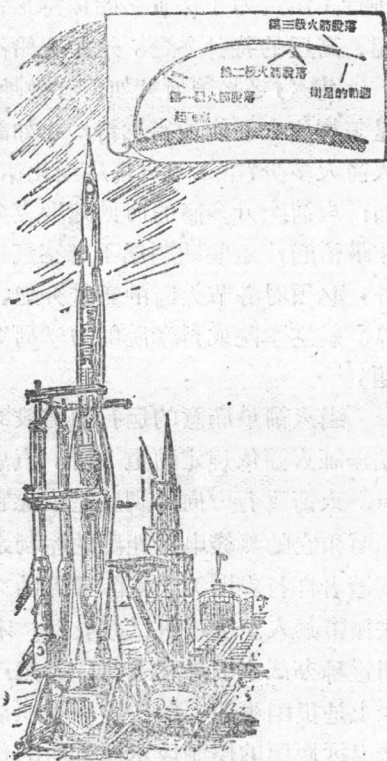


圖五 液体燃料火箭的構造

燃料，并要有更多的助燃的氧化剂，右圖的标明液体燃料火箭的構造中，有两个大容器，一个就是燃料箱，另一个就是氧化剂箱。用的燃料，可能是汽油或酒精等碳氢化合物，氧化剂可以是液态氧。把这两种液体压送到燃料室里燃烧，产生巨大的气流压力，把燃气向后方喷出，因此，火箭就受到很大的反冲力，急速向前奔驰。火箭就这样射出了。

人造卫星是用火箭载运發射出去的，但是，目前单个火箭的速度达不到發射人造卫星的速度。要使火箭达到更高速度的办法有：二一是研究更优良的燃料以提高噴气速度；二是采用多級火箭（如右圖）。苏联的兩次發射的人造卫星用的就是三級火箭。

三級火箭的發射，首先是开动下面最大的火箭，等它的燃料燒完后就自动脫落，这就减少了負担，輕裝前进。然后再开动第二个火箭，使能达到更高的速度。第二个火箭燃料用畢也自动脫落，再开动第三个火箭。这就是使火箭能达到每秒8公里速度的办法。



圖六 三級火箭