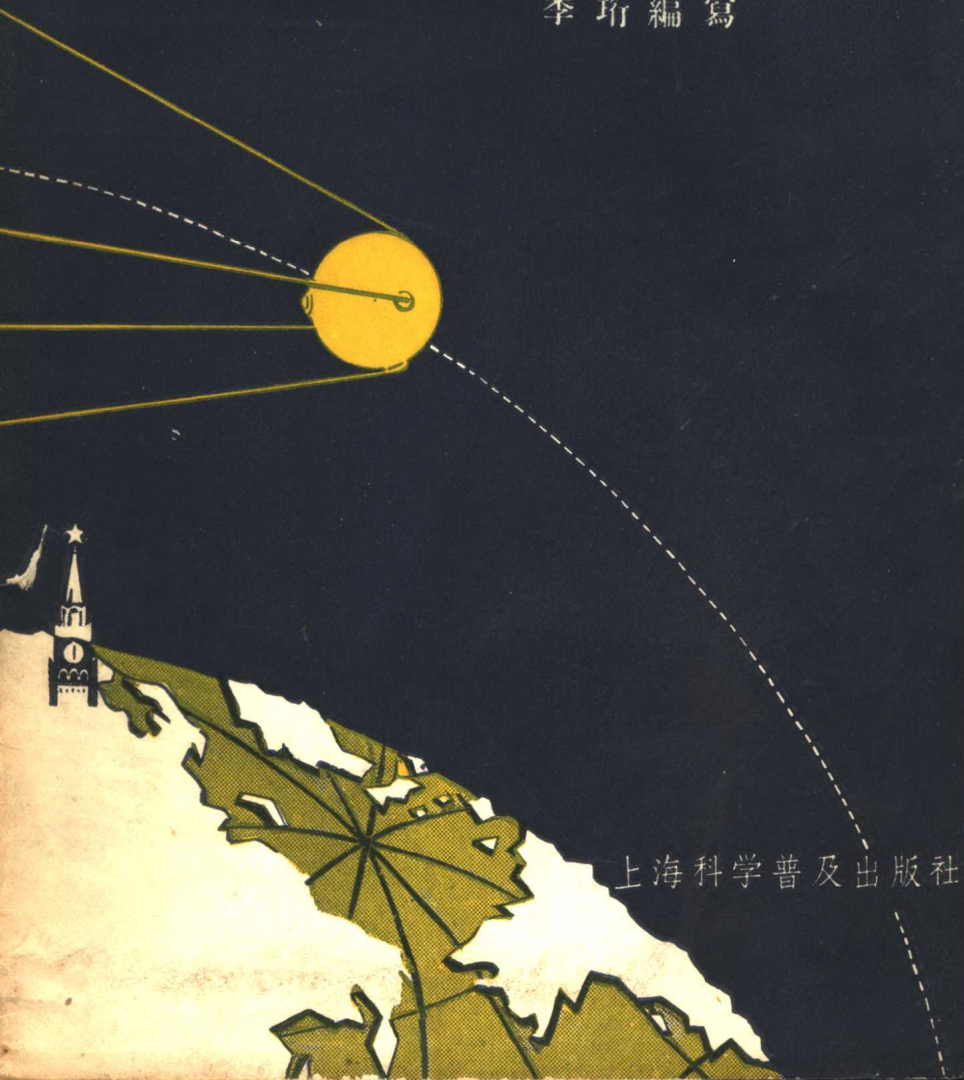


科 普 資 料

人造衛星

李 珣 編 寫



內 容 提 要

自从苏联放射出第一顆人造衛星以后，大家迫切要求得到些有关这方面的、比較有系統的常識。中国科学院紫金山天文台李珩先生，曾为应这种要求而作过几次通俗性的报告，这本小册子就是講演者本人根据报告內容加以補充和整理而成，可供講演参考和閱讀。

內容有怎样观测人造衛星、研究火箭的历史与火箭的原理、人造衛星的用途与星际航行等等。用作講稿时可根据对象水平及要求，加以选择和重行組織。

总号：047

人 造 衛 星

編 写 者： 李 珩
封面設計： 楊 文 義
出 版 者： 上海科学普及出版社

(上海市南昌路 47 号)

上海市書刊出版業營業許可証出字第 085 号

發 行 者： 新華書店上海發行所
印 刷 者： 上海市印刷四厂
上海新聞路 1745 号

開本：787×1092 · 1/32

印張：1 1/4

字數：27,000

印數：40,000

1957 年 10 月第一版

1957 年 10 月第一次印刷

統一書号：T130128 · 20

定價：1 角 5 分

	頁
世界科学划时代的偉大成就.....	1
第一顆人造卫星的一般情况.....	3
怎样观测人造卫星.....	4
万有引力与脱离速度.....	11
由理論到实际：火箭原理.....	13
火箭研究的历史.....	14
人造卫星的用途与星际航行.....	26
人类文化历史的回顧与前瞻.....	30
参考文献.....	33
附录：人造卫星十問.....	34

世界科学划時代的偉大成就

1957年10月6日，全国各地报纸头条新聞登載着塔斯社莫斯科10月5日电：苏联已經在10月4日成功地发射了世界上第一顆圍繞地球运行的人造卫星。这是全人类历史上惊天动地、震古铄今的一件大事。这是苏联科学家再一次对人类所作的一个偉大貢獻，是原子能发现以后世界科学中划时代的偉大成就。这也是再一次証明苏联拥有全世界最先进的科学技术，同样也再一次生动具体地証明社会主义制度的无比优越性。人造卫星的放射成功，証明苏联科学技术已达到世界的最高前列，并且具有高度的組織性。就美国这个社会制度来看，美国即使也有这种技术，但是他們却缺乏組織这种技术的力量。

巴黎国际論壇周刊在一篇題为“美国的悲剧”的文章內指出：“美国的社会制度不具备在星际火箭方面从事大规模科学工作的可能性。如果要在科学和技术的若干方面赶上苏联，美国就必须將一批企业收归国有，但是在目前美国的政治制度下，国有化是完全不可能的。”

美国失敗的另一种原因，据美国著名原子物理学家諾貝尔奖金获得者尤雷博士說：“美国政府对科学家的迫害，使許多第一流的科学家放弃了象人造卫星这样的研究工作，而使美国科学落在苏联后面。”

人造卫星的放射是科学技术上极其复杂而又細致的事情，从制造到放射成功，正証明苏联在数学、物理、化学、天文、气

象、彈道學、空氣動力學、機械、機器製造、冶金、電子學、無線電、半導體、自動化技術、遠距離操縱……等許多方面的科學研究和工業生產的高度水平；這種科學的創造是整體的，缺了任何一方面都將得不到成功。

不久以前蘇聯洲際彈道導彈製造成功，為保衛世界和平作了巨大的貢獻。這次人造衛星的放射成功，再次給帝國主義的戰爭挑撥者以當頭棒喝。帝國主義者和右派分子對於蘇聯的成就總不相信，以為蘇聯的洲際導彈是瞎吹；可是今天這顆人造衛星，抬頭可以看見，收音機里可以聽見，誹謗者該可以閉口了吧！總之，今天世界最新科學技術掌握在愛好和平的人民手里，戰爭販子們就休想毫無顧忌地利用近代科學來殺害人民。

第一顆人造衛星的一般情況

這一顆人造衛星是一個圓球，它的直徑是 58 厘米（約合市尺 1 尺 7 寸 4 分），重量是 83.6 公斤（約合 167.2 市斤），比美國設計要放的人造衛星既大些又重些。這顆衛星有一個密封的外殼，是用鋁合金制成的。衛星表面光滑，並且經過特別的加工。

衛星體內裝置一些儀器，以及供給這些儀器的能源。在發射以前，人造衛星體內裝滿了氮氣。衛星上裝有兩個無線電發射機，不斷發出訊號，頻率是 20,005 和 40,002 兆周，波長分別為 15 公尺和 7.5 公尺。因為衛星的重量比較大，能夠裝置

功率大的无线电发射机，所以在很远的距离还能够收听到卫星的讯号，使全世界的广大无线电爱好者能够观察到卫星。

卫星外面装置长 2.4 到 2.9 公尺的 4 根杆状天线。发射卫星的时候，天线杆紧缩在火箭体上。卫星发射出去以后，天线杆扭转自己的接头，呈现出图 1 所描绘的样子。

人造卫星是用三级火箭发射出去的，最后一段首先发动，火箭开始垂直上升；几秒钟以后第二段开始发动，这时火箭的速度已经达到每小时 7,000 到 7,500 公里（约每秒 2 公里），第二段开始采取倾斜方向，继续上升。到第三段工作的时候，速度达

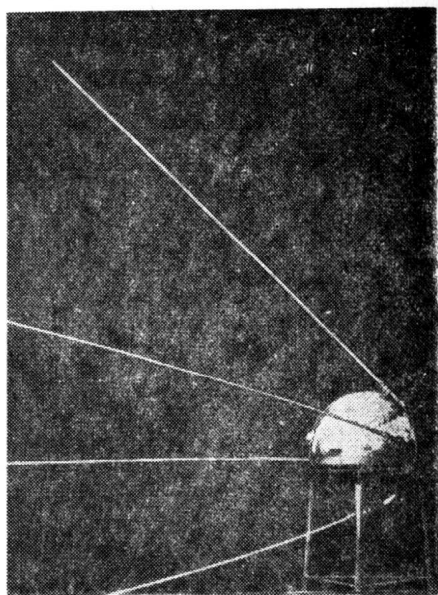


圖 1. 第一顆人造衛星的照片

到每小时 18,000 至 20,000 公里。第三段火箭把卫星送到轨道上的时候，火箭在几百公里的高空，以每秒约 8 公里的速度，与地球表面平行运动。接着火箭发动机工作结束，圆锥形保护体脱掉，人造卫星就离开火箭，开始单独运行。

除了装载仪器的人造卫星以外，还有火箭和圆锥形的保护体，也在围绕地球运转。因为保护体脱离卫星和卫星脱离火箭

后，彼此的速度相差不大。火箭和保护体在一段时间内和人造卫星离得不远，它们沿着同人造卫星的轨道相接近的轨道，围绕地球运行。由于脱离时的相对速度不同，大气对它们的阻力也有差异，因而它们各有其运行的周期，在运行的过程里总是隔着相当的距离。

卫星的轨道是椭圆形的，这椭圆的一个焦点便是地心。卫星距离地面的高度不是固定的，按着一定的周期在改变。最高的时候可达到1,000公里(远地点)；近地点还没有公布。据理论计算，近地点为320公里的卫星，它的寿命只有40天左右；近地点增加到480公里，卫星的寿命可延长到3年。据现有资料估计，如果不遭意外事故(如陨石碰撞)，这颗卫星可能飞行1年。

卫星的速度时常变化，平均速度是每秒8公里。以后速度当逐渐减慢，逐渐下降到大气层中，最后象流星那样烧掉。速度减低的原因是这样的：虽然卫星在900公里的高空中飞行，但是那里还有大气离子和陨星的灰尘，形成了人造卫星的阻力。

人造卫星开始只需96分钟便绕地球运转一周，现在的周期每天减少3秒。每小时平均约走28,800公里(北京至上海需时3分，沈阳至广州需时7分)。它的轨道平面和赤道平面所形成的倾斜角是 65° ，除了高纬度寒带、两极地方，全球各处均可望见。它曾欢乐地从愁云密布的华盛顿上空飞过。卫星自10月4日放出，迄至12日8时(莫斯科时间)止，已经环绕地球115圈，飞行了500万多公里。

怎样观测人造卫星

苏联的第一颗人造卫星成功地发射出去以后，大家都喜欢亲眼看见它一下，我们到处听见人们发出“怎样观测人造卫星”这个问题。我们在这里举出两个方法：

(1) 无线电视测法

电子学工作者对于跟踪人造卫星的方法，叫做“相角比较法”，就是测量一个电磁波被两个地方接收所生的相角差，而定出人造卫星的位置的方法。从人造卫星上发出的电磁波传达到地面的时候，如果地面上有两只间隔若干距离的接收天线，电磁波达到这两只天线的时就有先后的差别（图2）。从卫星发出的电磁波到达 A_1 比到达 A_2 要多走一段路 P_1A_1 。如果 P_1A_1 不是波长的整数，那么到达 A_1 和 A_2 的电磁波将有一个相角差。电子学家有种种办法测量这个相

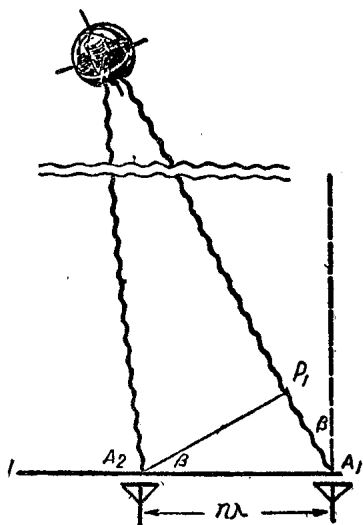


图2. 利用人造卫星所发的电磁波的跟踪方法

角差。他們根据这个数字和两付天綫 A_1A_2 間的距离，去算出人造卫星的高度和方向，因而得知它的来踪去迹。讀者对于这个比較有专门性的問題，如果要知道詳細一些，請看“无綫电”月刊 1957 年 7 月号內杜連耀同志所写的“人造卫星中的电子学”那篇文章。

但是这种用卫星所发出的电磁波来观测的方法，当卫星內电源用竭，不发电磁波的时候，便不能进行，这是它的缺点。

还有由地面发出电磁波射到人造卫星上，再反射回来，以定卫星位置的方法，这是雷达追踪法。但是来回的电波須穿过几个电离层，技术上也有相当的困难。

(2) 光学观测法

人造卫星經過一个地方的上空，只有黎明以前或者黄昏以后的短時間里才可以被人看見。白昼因天空的背景太明亮，人造卫星反射太阳的光輝，微弱得象一顆恒星那样，它将象白昼天空里的星星一样不能被人看見；到了夜晚，人造卫星进入地球的影錐，太阳的光綫照不着它，因此它便沒有光綫反射到地球上来。观看人造卫星最好的时候，当在日出以前或者日落以后半小时的時間里（图 3），那时天空背景黑暗，我們如果发现一个光点，象 3 等到 6 等那样亮的星，在天空中移动，不及流星那样快地飞过，这就很有可能是人造卫星了。

观测人造卫星的光学方法是集队在子午綫上进行的。每队有 10 至 16 人，排成两行对坐形式（图 4）或者一字长蛇形式（图 5），分别坐在預先划好的子午綫的高杆两旁，每人面前有一架小型望远镜，物鏡的口徑大約是 45 至 55 毫米，放大率是

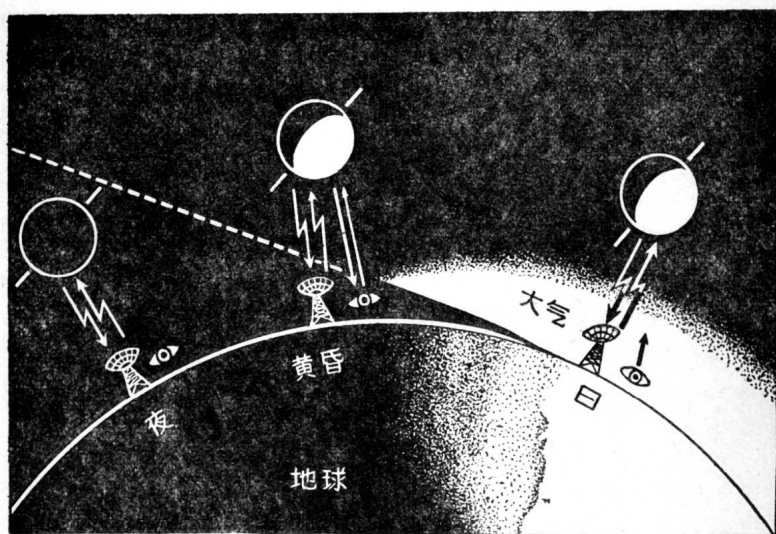


圖 3. 人造衛星的光學觀測和雷達追蹤



圖 4. 人造衛星的集體光學觀測之一

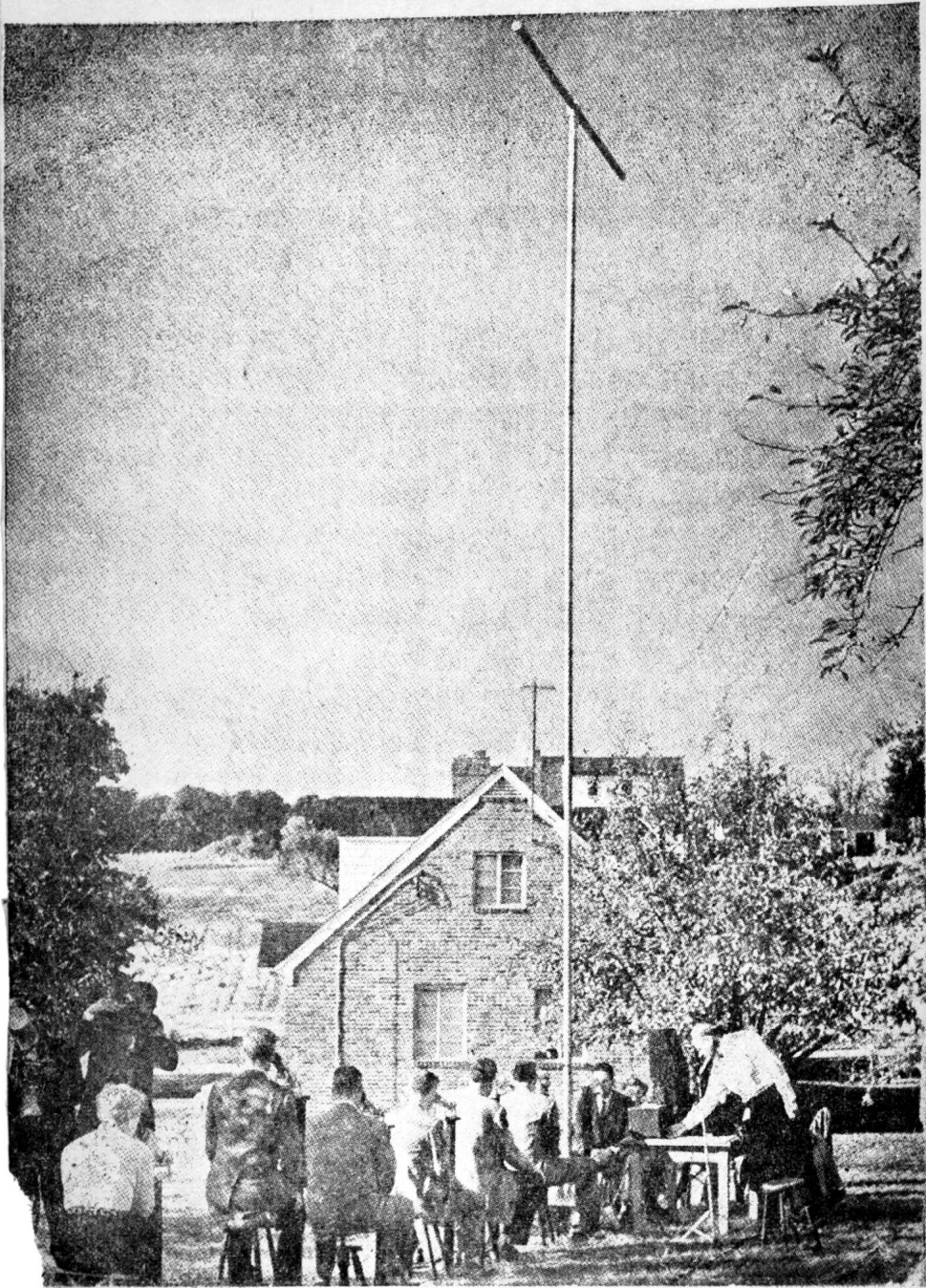


圖 5. 人造衛星的集体光学观测之二

6至7倍，視野是10至12度。這些望遠鏡不指向天空，而對着它的物鏡下面和它成45度角的反光鏡。每個觀測者擔任觀測子午綫附近的一定範圍。每一隊有一隊長，他除發號施令之外，兼管時刻的記錄。記錄時刻的辦法有許多種，最好的辦法當然是利用天文鐘和記時儀，這樣容易準確到0.1秒。一般要求只須準確到1秒，只須在觀測前後將所用的鐘表和天文台所發的時間信號核對兩次，觀測者用目視耳听法或者停表記錄法，均可辦到要求的精確度。

觀測者看見衛星進入望遠鏡的視野的時候，衛星過子午綫或者被高杆遮住的時候，以及衛星從望遠鏡的視野出去的時候，觀測者均須呼叫，使隊長記下時刻，或者自己按電鍵或停表，記錄下時刻。這時刻更須由所用的標準時化成世界時，譬如我們現在所用的“北京時”須減去8時才得世界時。其次觀測者須記下衛星所經過的背景上的星座，最好把所看見的衛星的行徑立刻描繪在星圖上面。再其次觀測者還須估計衛星的星等，這可由衛星和它附近的一兩顆恒星的亮度加以比較而定出來。於是隊長將衛星過觀測點的時間、方向（精準到1度）和星等三個數據立刻電報通知國際地球物理年國家委員會，該會將匯集各處觀測轉告蘇聯有關機構統一整理，用作改正衛星軌道的數據。

象上面所說的觀測人造衛星的特製望遠鏡，蘇聯科學院天文委員會準備送給我們幾組；我們將在北京、南京、上海、昆明、廣州、西安幾個地方組織觀測隊，利用這種望遠鏡從事觀測。

至於一般人民沒有望遠鏡，只好用肉眼觀測。他們可以在閱讀早報和晚報的時候，注意並且記下人造衛星將要經過他們所在的城市時刻。譬如10月10日上海的報紙預報當天晚上

卫星的行踪：21 时 0 分过万隆，10 分过上海，12 分过汉城。我們通过这三点在地球仪上繪了一个大圆弧，便知那晚卫星在上海天空南偏西 26 度的方向进入上空。有好些人得着这个消息，都注視着那一带的方向，可惜因阴云密布，沒有看見卫星，只是收音机里卫星所发的信号特别响亮吧了。

万有引力与脱离速度

我們居住在地球上，被一种奇妙的力量羈絆着，无法离开，我們好象和地球結了不解之緣。不管什么东西被我們抛上空間去以后，总要落下地来。足球可以踢到几丈高，鎗彈可以射到几十丈高，第一次欧战的时候，德国襲击英国的大炮彈曾經达到 35 公里的高空。这些东西所以达到不同的高度，那是因为冲击力有大小，人們賦与它們的能量有差别；它們所以終于落回地面，是因为所得着的动能还不足以胜过地心的引力，終为引力所战胜。所以当它們升高到一定程度，达到最高点的时候，完全耗尽所得的功能，上升的速度沒有了，地心引力又把它們拖回到地面上。

有人会問：要把一个东西送到无穷远去，或者說使它脱离地球不再回来，是不是需要給与它无穷大的动能，或者說賦予它无穷大的初速度呢？假使这样的话，我們便沒有法子使一个东西脱离地球。幸喜事实上并不是这样的。原来地心引力是一种万有引力，万有引力的大小是和两物体之間的距离的平方成反比而变化的。譬如在地球的表面，物体受着一定大小的地

心引力，距地心有2倍地球半徑那里，这引力变为 $1/4$ ，3倍地球半徑那里，变为 $1/9$ ……10倍地球半徑那里，变为 $1/100$ 。这样看来，要使一个东西脱离地球，并不需要无穷大的初速度，因为距地愈远引力愈小，愈是难以羈絆。人造卫星达到900公里高处，地心引力已经打了7折，所以在那里，一个物体便容易脱离地球了。

根据能量守恒的定律，我們可以很容易地求得一个物体飞向天空永不落地的“脱离速度”，是2倍地心引力加速度乘地球的半徑再开平方，实际算出的数字是每秒11.2公里，或者每小时40,320公里，足以环绕地球一周。这脱离速度真是大得惊人啊！

如果我们不要一个物体脱离而只要它象月亮那样环绕着我们兜圈子，又该给与它怎样大的初速度呢？这个初速度自然比脱离速度要小一些。月亮环绕地球兜圆圈，那是因为由它运动所生的离心力和地球所施于月亮的引力相抵消，起了平衡作用。月亮距离地球是地球半徑的60倍，所以月亮所受的地心引力的影响只是地面的引力的 $1/3600$ ，因而月亮运行的速度虽然只有每秒1公里，也可得到平衡。至于在地面呢，这个环绕速度也是不难算出的，只須将离心力和摄引力作一个等式，便可得出环绕速度是地心引力加速度乘地球半徑然后再开平方，算出来即是每秒8公里（确切一些是7.9公里）。苏联所放的人造卫星便达到了这个速度，所以才能成为卫星，走上它的轨道。因为不达到这个速度，火箭便会落下来，譬如洲际导彈的速度只有每秒6或7公里，所以上去以后，这个负载导彈的火箭终于要落下去的。

由理論到实际：火箭原理

物体能够脱离地球或者环绕地球运行，自牛顿以来人们早就知道了。上面所说的脱离速度和环绕速度，也老早已经有人算出来了；只是人们没有这样大的能量可供支配，所以没有办法使任何东西脱离地球，或者环绕地球运行。

法国科学小说家费尔伦著有“由地球到月亮”的一本小说（有鲁迅的译本），书中说有一位冒险家想游月球，铸了一个身长270公尺的大炮，中贮火药18万公斤，一个重达8,000公斤的炮弹，中间住着3位探险的人，炮弹从炮口射出，得着脱离速度，飞向月球。我们即使不谈炮弹中的人受不了那样大的冲击（体重70公斤的人会受到14,500吨的冲力），这颗炮弹一经开出炮口，空气的阻力比一个钢板还要厉害，立刻会把它象流星那样焚燬。这座“宇宙炮”的主要缺点便是一下就想办到脱离速度，而不在大气以外、没有阻力的高空去增加速度。

至于乘飞机或者气球等靠空气浮力支持的机器不能脱离地球，那更是很明显的事实，因为在十几公里高处，空气已经稀薄得载不住飞机或者气球了。

惟一可以使一个东西脱离地球或者环绕地球运行不息的机器，只有用喷气的反作用来推进的机器，这机器叫做火箭。那么什么是火箭？火箭是怎样摆脱地心引力羁绊的呢？

牛顿的运动第三定律说：“有作用必有反作用，大小相等而方向相反”。我们用手拍桌子，桌子也反击我们的手；拍重

一些手便感觉疼痛。从鎗口射出一粒彈丸，射击者感觉鎗身后退。这都是反作用的表现。在我们日常生活里，例如走路、划船，都須借助于反作用；这样的例子很多，就不必一一列举了。有人用下面的一个比喻来说明火箭上升的道理：在两列非常平滑、摩擦很小的铁軌上放一輛車廂，車廂里装满人，一个一个地从車廂后面跳出去，車廂便因反作用的原故，向前面移动。在这个比喻里，車廂便是火箭本身，从車廂后跳出去的人便是从火箭噴气嘴射出去的气体。所以气向后面射，犹如人向后面跳，由于反作用的原故，火箭向上升正象車廂向前移动一般。

火箭研究的歷史

据欧洲历史上的紀載，中古世紀末期、近世紀之初有所謂三大发明，即是罗盘針、活字版与火药。历史学家都承認这些促进近代文明的东西是我国发明的。我国人大約在唐代发明黑色火药以后，到了北宋真宗年間(公元968—1022年)，軍事家开始利用这种燃燒得又快又猛的黑色火药来做武器。

过新年的时候，孩子們喜欢玩一种“流星”或者“起花”，里面装着火药，尾部拖着一个竹片或者稻草的尾巴。火药着火爆炸以后发生大量气体，“流星”后端就噴出气体而使流星直升天空；这种小玩意儿是和我国古代的火药火箭差不多的，和今天发射人造卫星的第三节固体燃料火箭在原理上完全是一样的。今天飞航世界的超声速噴气式飞机、洲际導彈、載着人造卫星的火箭，都是从我国古代的火箭演进而来的。

再說一句：火藥和火箭都是中國人發明的。

我們剛才說過宋朝抵抗金人侵略的時候，曾經有人把“大流星”綑在一支箭上用來當做武器，叫做火箭。為着增加攻擊效果，以後更將 10 支、49 支乃至 100 支火箭并在一道一齊發射出去，而有“一窩蜂”、“飛簾”和“百虎齊奔”等等名稱。明朝時還有一種飛彈，在一個直徑 3—4 寸大的圓球中裝兩節火藥，象爆仗那樣，點燃下半節火藥，大量氣體向尾部噴出，使圓球飛射到敵方陣地，這時引綫燒到了上半節火藥，就爆炸開來殺傷敵人。我國的各種火藥武器，在元朝時經阿拉伯人的手傳到了歐洲去。

在 19 世紀的英丹戰爭和俄土戰爭中，火箭還是有力的武器，以後因為發明了來復鎗，命中率比火箭高，戰爭中就不再用固體燃料的火箭了。

據說 500 年以前，我國曾經有一位將軍，把許多大火箭綑在一把椅子上，椅上坐着一位手執大扇的人，希望火箭着火以後，能夠把這個人送上天空，但是沒有成功。19 世紀中，俄國人克巴爾奇契和德國人昂斯芬蒂都曾設計過利用噴氣飛行的宇宙船。但這些都只是空想，既沒有什麼理論上的根據，也沒有經過實際的考驗，所以沒有什麼成就。星際旅行的正確方法的提出，當首推俄國一位中學數學教員齊奧爾科夫斯基(1857—1935)。他在 1905 年發表一篇論文，題目是“利用噴氣機器來探測宇宙”，他被人公認為噴氣火箭技術的創始人。他積 40 年的努力，奠定了星際航行的理論基礎。他首先建議用火箭將人造衛星送到軌道上去，使它環繞地球運行，作為到別的星球去的中途休息站，這站上還有天文台和實驗室。齊奧爾科夫斯基