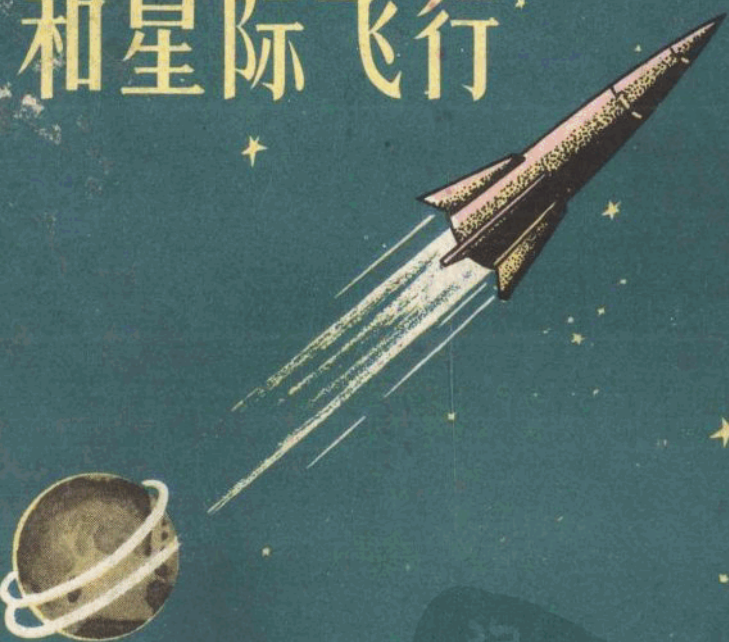


宇宙火箭 和星际飞行



馮麟保 編寫

宇宙火箭和星际飞行

海潮保 编著

河北人民出版社出版 (保定市裕华东路) 河北省书刊出版业营业登记证第三号

河北人民出版社印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092 1/32·1 $\frac{1}{8}$ 印张·26,000字 印数: 1—5,800册 1959年6月第一版
1959年6月第一次印刷 统一书号: T 18096·26 定价: (9) 0.12元

目 录

前言

一、宇宙常識.....	2
二、怎样飞出地球去.....	5
三、运载的工具——火箭.....	11
四、宇宙火箭的飞行.....	18
五、宇宙火箭的科学研究任务.....	23
六、宇宙火箭和科学技术.....	27
七、星际飞行的展望.....	29
結語.....	35

前 言

1959年1月2日，苏联成功地向月球方向发射了一支巨型宇宙火箭。这支多级宇宙火箭按着预定计划飞过月球区域，直奔太空，成为环绕太阳运转的第一颗人造行星。

苏联发射宇宙火箭的成功，是一件震动全世界的大事情；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。苏联宇宙火箭的发射成功，显示了社会主义制度的无比优越性，表明了苏联共产党的英明领导，也表明东风正以更大的优势继续进一步压倒西风。这一事件将更加有力地打击帝国主义，大大加强世界进步人类维护持久和平的力量和信心。

全世界爱好和平的人们都将为苏联在科学技术上对人类作出又一次伟大贡献而欢呼！

什么是宇宙火箭？宇宙火箭怎样离开地球飞到宇宙空间去？发射宇宙火箭有哪些用处？飞往别的星球上去是不是可能？这些都是大家很关心的问题，这本小册子就准备谈谈关于这些方面的一些常识。为了使大家对宇宙有一概括的认识，在这本小册子开头的一节中，还简单地介绍了一些有关宇宙方面的常识。

由于水平所限，书中错误之处在所难免，希望读者给以指正。

编 者

1959年3月

一、宇宙常識

“宇宙”是什么呢？我国古書上說：“天地四方曰宇，往古來今曰宙”。这里說的天地四方就是“空間”，也就是平常說的“这里”和“那里”；往古來今就是“時間”，也就是平常說的“过去”、“現在”和“将来”。我們居住的地球，經常看到的太阳、月亮和星星，以及形形色色的其他一切物質，不是在“这里”，就是在“那里”；它們的发展和变化都有“过去”、“現在”和“将来”。所以“宇宙”就是物質世界的总体，它在空間上沒有边界，在時間上沒有穷尽。宇宙中的一切物質都在不断地运动变化着。

宇宙中究竟都有些什么？它們又是怎样地运动变化着？不断发展的科学使我們知道了許多关于宇宙的知識。

我們居住的地方，并不是象桌面一样平平的，而差不多是一个球体，所以叫做“地球”。从前有人認為“天圓地方”，是沒有科学根据的，是錯誤的。登高望远，海外駛来的船只，总是先見船桅、后見船身；在不同地点看到太阳的时刻也不相同，总是住在东边的人先看到太阳；沿着一定方向一直走下去，迟早总能回到原处；……都証明了大地是个圓球。地球的直徑約一万二千七百多公里，繞它一圈約四万多公里。地球的質量約六十万万万万万吨。

月亮是离我們最近的星球，它是繞着地球轉动的卫星，比地球小得多，它的直徑是三千四百七十七公里。如果拿体积来計算，四十九个月亮才有地球那么大。它离开我們平均是三十八万四千四百公里，要是一个人步行到月亮上去，每

天走五十公里，需要二十一年多才能走到。

太陽和我們的关系最密切，它是我們地球上一切生命的源泉。太陽的直徑約有一百三十九万多公里，約為月球直徑的四百倍，是地球直徑的一百零九倍；它的体积是地球的一百三十万倍，而質量是地球的三十三万二千倍。比起月球來，大的就更多了。但是由於太陽離開地球很遠，大約是一億五千萬公里，相當於月球和地球之間距離的四百倍。我們看上去，太陽和月亮似乎一樣大小，就是因為物體離我們近，看着覺得大；離開我們遠時，就覺得小。

雖然看起來太陽很小，可是我們的地球却在圍繞着它轉動，不能遠離。這是什麼緣故呢？

原來天地萬物之間，都是相互吸引着的，這種相互吸引的力叫做“萬有引力”。如果兩個物體的質量不大，俗說成不太重，那麼它們之間的引力也就不大，離開得遠一些時引力就更小。可是對重一些的物體來說，引力就大一些，物體愈重，相互間的引力愈大。太陽比地球還要重三十三万二千倍，所以無論什麼物體和它之間都有着強大的吸引力，這種引力使得地球和其他許多星球圍繞着太陽轉動。

圍繞着太陽轉動的星球叫做“行星”。大的行星一共有九個，我們居住的地球是其中之一。按照離開太陽遠近排列起來，它們是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星（圖1）。這些星球有的很有趣，例如土星周圍有一道光環，那是在它附近的微小天體環繞而成的；木星有十二個衛星；火星上有四季變化，還有人推測說在那里可能有生物存在，甚至有高級生物存在。

除九大行星外，還有許多小行星也圍繞着太陽轉，現在已經發現的有二千個左右的小行星，它們都分布在火星和木

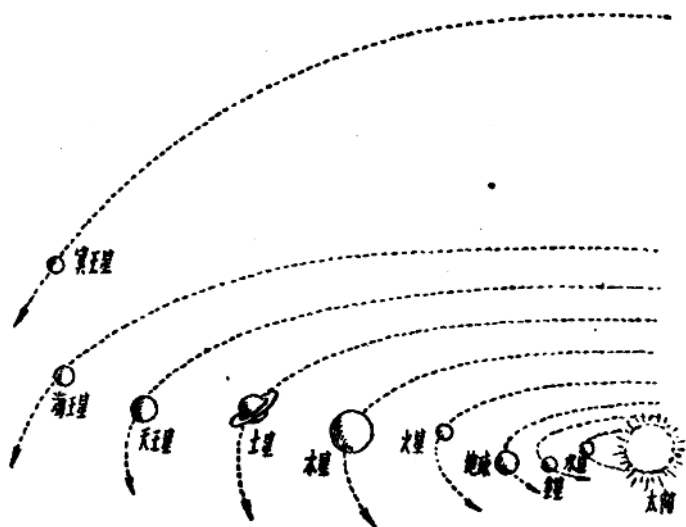


图 1 行星繞太陽運轉的示意图

星的軌道之間。

圍繞着行星轉的星球叫做“卫星”，上边談到的九大行星一共有三十一个卫星。

環繞在太陽周圍的還有彗星和流星。

彗星是一種帶着長尾巴的星，平常叫做“掃帚星”。從前有人把彗星出現當作大災難降臨的預兆，完全是迷信，無稽之談。其實彗星是由很稀薄的物質組成的星體，只有頭部是小的固體物質，其餘大部是由氣體物質組成的，所以在它接近太陽的時候，太陽光的壓力把彗星的氣體部分推向後面，就形成了一條很長的發光尾巴。

流星是常見的天象。在晴朗的夜里，仰視天空，往往看到一道白光閃過，常有人把它叫做“賊星”。其實流星是一

些大小不一的固体物質，它們原来也是繞着太阳运动，但当和地球接近时，受到地球的吸引，就从空間以巨大的速度飞进大气（就是空气）层里，和空气摩擦，发出热和光，因此地球上能看到一道长长的白光閃过，这就是流星。大的流星經過地球大气层时，沒有完全被“烧毁”，剩余的落到地面上，叫做隕石。

太阳和九大行星、小行星、卫星、彗星和流星群等，不管它們直接繞着太阳轉，还是間接繞太阳轉，一起組成了一個以太阳为中心的大家庭，叫做“太阳系”。太阳系大得很，它的直徑將近一百二十亿公里，就是最快的噴气客机从太阳系的这一头飞到那一头也得一千六百八十年；然而太阳系在整个宇宙中只不过占很小很小的一部分。

几千年来，人們就梦想飞上天去，飞到月亮上去，飞往別的星球上去。流传着的多少故事，象嫦娥奔月、唐明皇游月宮、牛郎織女、孙悟空鬧天宮等等，都表达了人們的理想，但終究不是事实。苏联宇宙火箭的发射成功就为星际飞行开辟了新的道路。

二、怎样飛出地球去

在很久以前，人們就知道，一切物体都不能离开地面。把箭射到天空，把石头抛向远处，或者使劲从地面上跳起来，迟早都要落回地面。力气用得大一些，就能升得高和落得远一些，可是在空中停留的时间仍不会太长。有了枪炮以后，可以得到更远一些的射程，和更大一些的高度，然而同样地不能停留在空中或者离开地球。

到底是什么妨碍了人們和物体离开地面呢？就是前面談

到过的万有引力。巨大的地球和任何物体之间的引力就象一条看不见的链条，把在地面上的一切物体都牢牢地系住。我们居住的地方不仅是个球体，而且还象小孩玩的陀螺一样；陀螺是围绕它的中心轴旋转的，地球没有象陀螺那样特制的轴，不过天文学家给它假设上了一根轴，就是“地轴”。地球就是以地轴为中心，自西向东不停地自己转动着，每天转一个圈（叫做自转）；同时地球还围绕太阳转，每年转一圈（叫做公转）。人们生活在这飞快转动着的地球表面上，为什么不感觉到摇晃？为什么不象坐在汽车里面，当汽车在拐急弯时那样给甩了出去似的？就是因为受到了地球的引力作用。也正是这个引力，使得向上抛出的物体，愈走愈慢，终于掉转头来，向下落回地面；它也使斜着抛出或水平投掷的物体不断下落。

我们都有这样一个体验，物体跑得愈快，拐起弯来就愈不容易，要多用好些力。骑过自行车、尤其是骑过摩托车的人都有这种感觉。同一个物体在离地面不太高的地方受到的地球引力（这种情况下的引力常叫做“物体的重力”或“重量”）是一样的。根据经验得知：如果物体是沿水平方向抛出，那么不论它飞得快还是慢，在一定时间里，落下的高度总是一定的。因此，在地面上物体飞得快一些，它在落地前所通过的距离会远一些；飞得慢的物体，落得近些。只要运动的方向一定，快慢一定，通过什么样的路径也就一定了。我们把物体在空中通过的路径叫做“轨道”。可以推想到，跑得快的物体在空中的轨道形状要比较平坦些，而慢的物体通过的轨道必然弯曲得多。

到底有多“快”，怎样才称得起“快”？总得有个比较。我们用在一定时间里通过的距离来比较运动物体的快慢

程度，这个比值叫做“速度”。譬如：人每点钟走五公里（合十华里），它的速度就是每小时五公里；自行车的速度每小时二十公里、汽车每小时一百公里、客运飞机每小时八百公里等等。一个比一个快。当然上面提到这些例子除了飞机以外，都没有凌空，在这里我们只是谈它们的快慢问题。然而用这样大小的一些速度抛掷一个物体，想叫它不落地，还是不可能的。就拿飞机那样快的速度沿水平方向扔出一个物体，如果离地不高，也不过落在几百米或上千米的远近地方而已。再找快一些的物体，例如用长口径的大炮打出的炮弹要比飞机快上好几倍，可是充其量也飞不出十几公里，最多几十公里远，同样在空中停留不了多久，全得落地。实际上，如果把炮弹水平发射的速度提高一倍，它飞行的距离也会差不多加大一倍；如果速度增大到三倍，飞行的距离也增到三倍；……由此不难想象：加大发射速度，就能够加大炮弹飞行的距离。可是前面谈过在相距不大远，也就是把地面看成平面时，炮弹下落的高度在一定时间里是一定的。这样，炮弹飞行轨道的弯曲程度就必然随着发射速度的增加而



图2 炮弹飞行的轨道

逐渐减小，变得愈来愈平坦（图2）。随着假想的发射速度的不断提高，炮弹飞行的距离逐渐增大，等大到一定程度

时，地面的球形性質就要呈現出来。我們只要注意到炮弹的下落是在飞行过程中逐渐发生的，所以前面談到的飞行距离，如果沿着球形地面来量的話，應該和速度的提高倍数成同样比例地增加。在这种情况下，人們不大容易体会出地面的球形性質。虽然在图上飞行軌道已是弯弯的了，可是沿着炮弹飞过区域的不同地点上观察的人如果只从炮弹离开地面的高低来考虑，就会觉得炮弹在一定高度处飞过，或者是炮弹下落的很緩慢，軌道平得很。

把上面的討論繼續下去，如果我們能給一个物体（不一定非炮弹不可）以足够大的速度，那么它飞行的軌道就呈現得不太弯曲（至少在不同地点拿物体高度来衡量軌道形状的

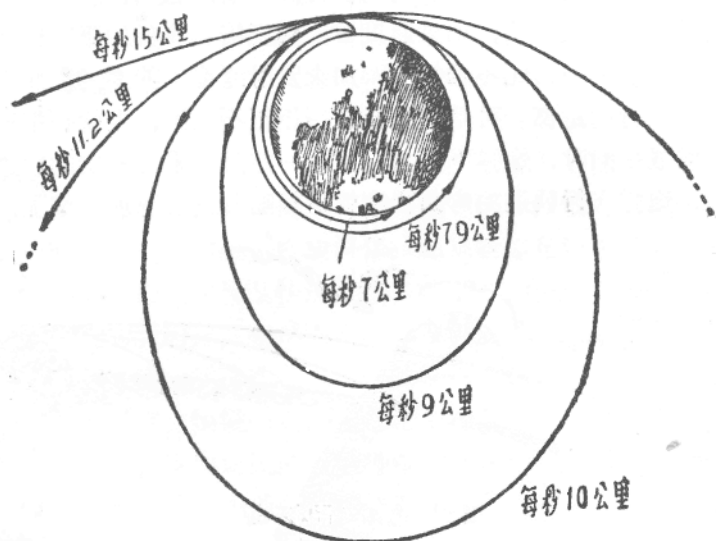


图3 地面上平抛物体的速度和軌道

入会这样認為），因而也会落得更远（图3）。譬如速度提

高到每秒七公里（前面談起的客运飞机的速度每小时八百公里折合每秒零点二公里多一点，相差三十几倍之多），物体就会落到地球的另一面，在空中飞行的時間可以长到一两个小时。洲际导弹就接近这样的速度。

計算証明，如果速度达到每秒七点九公里（常說成每秒八公里），地球引力使得飞行物体通过的軌道弯曲得恰好和地球表面的形状一样，这在地面上不同地点处的人看来，就会觉得物体总是保留在一定高度上飞行。物体的这种沿着圆形軌道繞地球轉动的情况，就好象用手握住另一头拴着一块石头的繩子，讓石头繞着手轉动起来时，无论轉得多么快（当然以繩子沒有扯断为限），石头总也跑不脫，只能沿着繩子所画的圓圈轉动。原因就在于手牢牢地通过了繩子将石头牵住。环繞地球轉动的物体和地球之間的关系，与手和石头之間的关系相仿佛，不同处仅在繩子是可見的，牵住石头的手感受到的是拉力；而牵住地面上物体的力是看不見的地球引力。如果运动物体的速度小于每秒七点九公里，就仍要落回地面。这个环繞地球轉动的速度是个关键性的速度，叫做“第一宇宙速度”，也叫做“环繞速度”。人造地球卫星至少得有这么大的速度。苏联前后发射的三顆人造卫星的速度比这个数值略大一些，仍然繞着地球回轉，不过軌道的形状变了，不再是圓，而是比圓要扁一些长一些。所有这些卫星的軌道都是一头离地球近，一头离地球远，从軌道的几何形状規定了它的名字，叫做“橢圓軌道”。在沿橢圓軌道运行的过程中，由于地心引力作用的结果，物体在不同地点的速度大小并不一样，在离地球最近的地方（近日点）速度最大；离地球最远的地方（远地点）速度最小。如果速度再增大，物体就会沿着更长更扁的橢圓軌道运行。太阳系里的行

星繞太陽运行的軌道都是橢圓的，道理和地面上空的環繞物體（就是人造衛星）完全一樣。我們只要把吸引運動物體的地球引力用吸引住行星的太陽引力來代換一下，就能和前面談過的一樣，很好地說明行星运行的規律。

速度再提高，當物體的速度達到了每秒十一點二公里時，計算證明：不論它是從哪個方向（即使是沿豎直方向向上）發射，都將一去不返，不再落回地球。物體運動所沿的軌道形狀都是拋物綫（豎直上拋時所沿的直綫軌道是一特殊情况，應包括在內），這些不同形式的拋物綫軌道和橢圓軌道（或圓形軌道）有個根本不同的地方，就是沒有經過一定時間又能重新回到原來地點的這種性質（所謂周期性），象地球繞太陽轉過一周後又回到原處那樣。而拋物綫軌道是愈走愈遠，不能再回來。這一個脫離地球的關鍵性速度叫做“第二宇宙速度”，也叫做“脫離速度”。

上面談到物體運動問題時，只提到了地球引力，實際上，在地面附近的物體一直還同時受到太陽引力的作用，和地球受到太陽的引力作用一樣。不過，一來是我們談到的速度是對地球來說的（也就是從地球上來看的意思）；二來在地面上的物體所受到的太陽引力，由於和太陽相距過遠，所以比起它們受到的地球引力來說，簡直是微不足道。這些物體的質量不知要比整個地球小多少倍，所以受到的引力也不能和太陽和地球間的巨大引力來相比。然而當物體以第二宇宙速度出發，終於脫離了地球引力的影響時，太陽引力的作用就大大地顯示出來，物體不能夠遠離太陽，而是依它最後相對於地球來說所具有的速度，來決定它將沿着一條什麼樣的橢圓軌道象地球一樣地繞太陽轉動。計算表明：要使物體從地球表面上同時擺脫地球和太陽的雙重引力，就得使它

对地球来说具有不小于每秒十六点七公里的速度。有了这样的速度，就能离开太阳系，到别的恒星上去，这个速度叫做“第三宇宙速度”。它就是在地球轨道附近（或地球表面附近）发射脱离太阳系的物体所需要的相对于地球的最低速度。苏联这次发射的宇宙火箭的速度还小于这个速度，所以仍受太阳吸引，成为它的第十颗行星。

三、运载的工具——火箭

百公尺赛跑的世界纪录是十秒正，这就是说跑得最快的人的速度是每秒十米；最快的火车一点钟跑九十公里，它的速度大约是每秒二十五米。拿这两种速度和在地球上空盘旋不落地所需的每秒七点九公里（一公里等于一千米），以及脱离地球引力的每秒十一点二公里两个宇宙速度来比较，相差何止千百倍。重型远程炮发射的炮弹的速度也相差很多倍。曾经有人想到用大炮把人造卫星打到天上去，实际上是不可能的，因为想使炮弹的速度提高到每秒七点九公里，不知要用多么大威力的炸药，和多么长的炮筒，现有的科学技术水平办不到。纵使制造出了足够大的大炮，还是不能把人造卫星送上天。为什么呢？原因很简单，前面谈到的如果物体在地面的水平方向上以加倍速度飞行，距离也加倍增大；如果物体在水平方向上具有了第一宇宙速度，它就能环绕地球转动而不落下；如果达到了第二宇宙速度，不论朝什么方向出发，都能远离地球等等。这都是假定在地球表面附近运动时，不受任何阻碍的情况下，作出的计算和结论。实际上，如果从地面上起飞，只考虑到如何克服地球引力是不够的；物体在地球表面浓密的大气层中作快速飞行时，所受到

的空气阻碍是无法避免的。骑摩托車或乘敞篷車的人在晴朗的天气里，照样会感到有风，就是空气流，它阻碍着車的前进。跑得飞快的物体和空气流急剧擦过时，溫度会升得很高，足以达到被烧毁的程度。前面談过的流星就是物体在大气中烧毁的实例。因此用大炮发射这条道路是行不通的。用飞机把卫星送上軌道怎么样呢？同样不行。因为无论什么类型的飞机（包括噴气式飞机在內）都需要空气来帮助燃烧，并且靠着空气来支持它本身的重量，所以不能离地太高，得在大气层里飞行，过高了空气稀薄，飞行很困难。既然要保留在大气层里，速度就不允許过高。另一方面，所有飞机能够达到的速度还远小于人造地球卫星所要求的速度。

大炮不能发射、飞机不能运送，那么究竟得用什么方法才能把人造卫星、宇宙火箭，以至星际航船送上天空去呢？

現代科学家发明了一种“火箭”，能在很短时间里得到相当大的速度。火箭是什么呢？我們对它并不生疏，远在一千多年前，我們的祖先就发明了世界上最早的火箭。它在点火后，火药立刻燃烧，并向后噴出火焰，火箭就被推动得向前飞行。过年时北方广大群众喜爱的一种娱乐玩具叫“起花”，有的也叫做“起火”或“鑽天”，在南方人們叫它作“冲天炮”或“冲天子”，和火箭类似；点放过的人都会記得这个小玩意儿飞得真够高的。

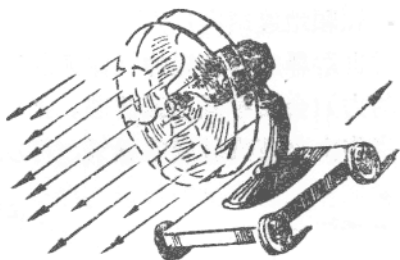
現代的火箭和原始的火箭可就大不相同了，不仅重得多，而且内部结构也复杂得多；飞得也更高更快了。可是运行的道理是一样的，都依靠向后噴射燃着的气体前进。为什么火箭由于向后噴射气体就能前进呢？我們說使火箭前进的推力是由高速噴向后方的气体“反作用”而来的。那么什么是“反作用”呢？打个比喻，我們划船时，用桨拨水，水受

到了木桨的作用,或者说受到了力的作用,水被拨向后退;与此同时,水也有力作用在木桨上,这个力就叫做“反作用”。水的反作用压在桨面上,就使得与桨固连的船,向前行驶。再譬如大家都看到过夏天桌子上放着的电风扇,当它接通电流快速转动时,就

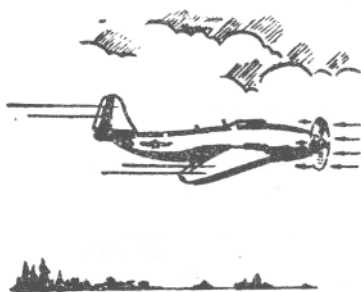
有风迎面吹来;如果你注意一下它的构造,就会发现它的底座相当沉重,底座之所以如此笨重是为了使电扇在转动时不致于滑动或滑倒。如果你在电扇底座下面装上小轮,或者把它安置在一个小小的车子上,再开动电扇时,它就会沿着扇叶拨动吹出的风向的相反方向运动

(图4)。飞机前进的道理和底座下装上轮子的电扇一

样,所不同的只在于使用了力量更大、速度更高的螺旋桨来代替了电扇的扇叶而已。螺旋式桨面或电扇的叶面在转动时打击空气,造成一种气流;气流的反作用就推动了飞机前进或电扇后退。



甲、空气流的反作用使得电扇后退



乙、空气流的反作用推动飞机前进

图4 空气流的反作用

火箭和上面所說的几个例子略有不同，它的推力不是来自周围的空气或水的反作用。火箭是由它本身噴射出的燃气的反作用来推动前进的。大家都知道，或許从电影上也看到过，大炮在发射炮弹时炮身会向后坐。假如把大炮和炮弹一齐放在一只小船上，炮口朝向船尾，我們从船上将所携带的炮弹一顆顆地連續向后发射出，由于炮弹飞出时的反作用力（有时也解释成弹药爆炸气体膨胀产生压向弹头和炮身两方推动的力）会使小船加速前进。把船和炮看成火箭本身，把炮弹当作由火箭噴射出的燃气，可以得到相当好的近似（图5）。

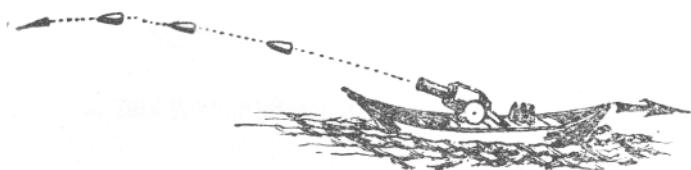


图5 連續向后发射炮弹使得小船前进

火箭使用的燃料可以是固体的，也可以是液体的。推进剂为固体燃料的火箭，叫做固体燃料火箭。固体燃料就是普通的火药，燃烧的快慢决定于火药压紧的程度，可以根据需要预先调节好，点火后，不用空气帮忙，能够自行燃烧，燃着的气体向后噴出，它的反作用就推动火箭前进。固体燃料火箭的特点是构造简单、貯运安全、使用方便，但燃料不易控制，而且燃烧时间太短，短到几秒甚至不到一秒钟，因此，这种火箭一般用在近程快速导弹上。苏联有名的喀秋莎火箭炮就是固体火箭弹。

液体燃料火箭是一种用液体燃料作原动力的火箭。携带的燃料有汽油、火油、酒精等（碳氢化合物），也有用肼（氮氢化合物）或液态氢的。它要靠自带的氧化剂，例如液