

从火箭到宇宙飞船

K.A. 吉列津 著



国防工业出版社

从火箭到宇宙飞船

K. A. 吉列津著

查偉周庭秋譯

周庭秋校



國防工業出版社

К. А. Гильзин
ОТ РАКЕТЫ
ДО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ
Государственные
издательство оборонной промышленности
Москва 1955
本書系根据苏联国防工业出版社
一九五五年俄文版譯出

从火箭到宇宙飞船

[苏] 吉列津 著
查 偉 周庭秋 譯
周庭秋 校

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号
北京新中印刷厂印刷 新华书店发行

787×1092 1/32 4 $\frac{1}{4}$ 印张90,500字

一九五六年十一月第一版
一九五六年十一月北京第一次印刷
印数 1—16,070册

统一书号: T 15034·71

定 价: 0.67 元

目 录

本書要談些什么	1
第一章 什么叫做直接反作用	8
第二章 火箭发动机的特性	18
火箭发动机的推力	18
火箭发动机的功率	24
火箭发动机的經濟性	29
第三章 固体燃料火箭发动机 (火藥火箭發 动机)	32
火葯火箭发动机的發展史	32
火葯火箭发动机的結構和工作原理	41
第四章 液体燃料火箭发动机	53
康斯坦丁·爱杜阿尔多維奇·齐奥尔柯夫斯基 的貢獻	53
液体燃料火箭发动机的燃料	57
液体燃料火箭发动机的結構与工作原理	62
第五章 火箭发动机的發展	96
火箭发动机的新燃料	97
火箭发动机的改进	104
組合火箭	107
第六章 火箭发动机的未来	112
高速超远程飞行	112
星际航行	119
原子火箭技术	128



本書要談些什么

噴气技术的采用是近年来在科学技术上最卓越的成就之一。噴气技术的基础是利用能發出巨大功率並能以高速飞行的完全新型的發动机。

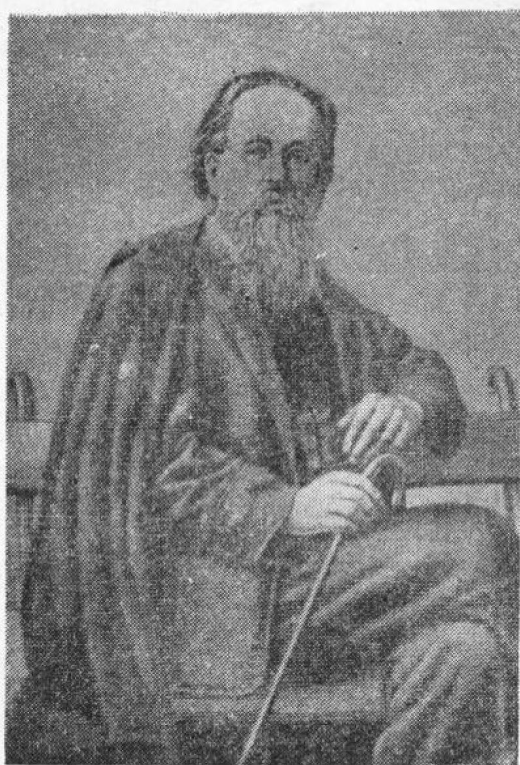
由于許多傑出的俄国学者、發明家和研究家的劳动,首先是在半世紀前第一个在世界科学史中奠定反作用运动理論基础的俄国学者齐奥尔柯夫斯基(К.Э.Циолковский)的聞名世界的著作,使苏联在噴气技术的发展方面贏得了主导地位。

世界上第一架装有噴气發动机的飞机是由苏联駕駛員駕駛飞上天空的。我国傑出的設計家們所設計制造出的威力強大的火箭武器,在偉大衛國战争年代里已獲得了全世界的声誉。

在一年一度在土希諾机場舉行的盛大的航空节中,各种型別的噴气飞机以其神速的飞行,而使成千上万的莫斯科人感到無限欢欣。

广大的劳动人民都对噴气技术、噴气發动机的構造、特性和应用以及將來發展的可能性發生了兴趣。

目前,各种型別的噴气發动机已制造成功並且在应用着。本書所要講到的火箭發动机就是其中最耐人寻味和最有前途的一种。



К.Д.齐奥尔柯夫斯基 (1857~1935)

火箭发动机在工作时不需要空气，这就是它与在现代喷气航空中得到了广泛应用的空气喷气发动机不同的地方。由于火箭发动机具有这样的特点，因此，可以用它来完成真空飞行。例如，用它作为未来的航空发动机、最高空飞行的飞机发动机以及在无边无际的宇宙中和太阳系各行星之间航行的宇宙飞船的发动机。

可是，即使在目前，無論是在和平事業上或軍事上，火箭發動機也都已經有了各種各樣的用途。

下面就是幾個例子。

……在偉大衛國戰爭的日子里曾發生過這樣一件事。根據偵察部門的報告，希特勒匪徒正在往某一村落集中一股很大的兵力。在漫長的冬夜里，由各路調來的德寇步兵沿着公路開往村落。滿載步兵的卡車在奔馳着，馬達發出了隆隆的吼聲。侵略者完成了最後的戰鬥佈署，企圖一待拂曉便從側翼襲擊向前挺進的蘇聯各師團。他們相信自己一定會勝利，以為任何情況的變化也不可能阻礙準備就緒的襲擊，因為他們知道在這一戰區內的蘇聯軍隊並沒有足以擊散他們結集佈署的炮兵陣地。



近衛軍火箭炮對德寇的回擊

（轉載畫家烏賽賓柯的作品）

出乎意料的事發生了。千百隻火箭像閃電似的划破了寒冷的天空。一排排齊發的炮彈密集地落了下來，火焰和彈片掃淨了在自己道路上的一切。希特勒匪徒的巨大戰鬥佈署，在此神速打擊下，全部被歼滅了。收復村落後，我

們的戰士們看見了許多被炸壞和燒燬了的坦克、武器、汽車和東倒西歪地躺在雪地上的德寇屍體以及几十个舉着雙手，混身顫抖的匪徒，在他們的臉上仍然呈現着吓得魂飛胆戰的神色。

要知道，蘇聯軍隊在這個村落附近的确是沒有炮兵的。那麼，究竟是什麼力量把這成千上萬致命的炮彈發射出去並把侵略者击斃的呢？

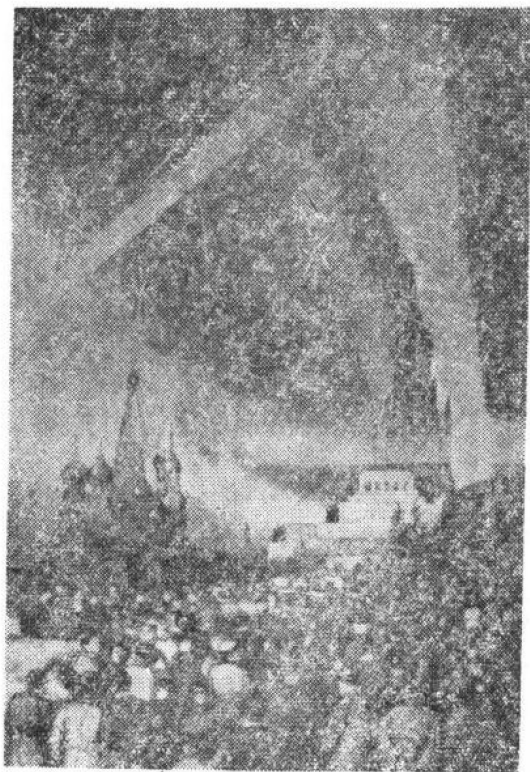
這就是近衛軍火箭炮，光榮的蘇聯“卡秋莎”的一次襲擊。這種炮的每一發炮彈，都是借助於火箭發動機來發射的。

這種發動機就是本書將要講到的。

……1943年8月5日夜晚，成千上萬的莫斯科市民屏住呼吸，站在各大街上的擴音器附近，傾听着最高總司令的有歷史意義的命令中關於在庫爾斯克弧形地帶粉碎希特勒軍隊的通告。大家都感覺到這場勝利是偉大的反攻的開始，而這個反攻只有在攻克柏林時才會結束。興奮的莫斯科市民沒有從街頭散走，彼此慶賀着這勝利的節日。不久，空中出現了紫紅色的閃光，數百門大炮一齊發出了第一响勝利的禮炮，响聲震徹了蘇維埃首都的上空。瞬息間，數千支五顏六色的——紅的、黃的、綠的、白的——焰火映紅了克里姆林宮鐘樓，莫斯科的各大街和廣場的上空，它撒下的五彩繽紛的禮花，就彷彿是成串的奇妙的流星，改變了莫斯科夜空的景色。數百道來自四面八方的各種顏色的探照燈划破了夜空，陪襯着這些燦爛的禮花交織成一幅壯麗偉大的畫面。打從那時起，在祖國夜空散放的這些焰火對於全蘇人民將是多麼親切啊！

在蘇聯人民的節日里，又是什麼力量把這些光彩奪目

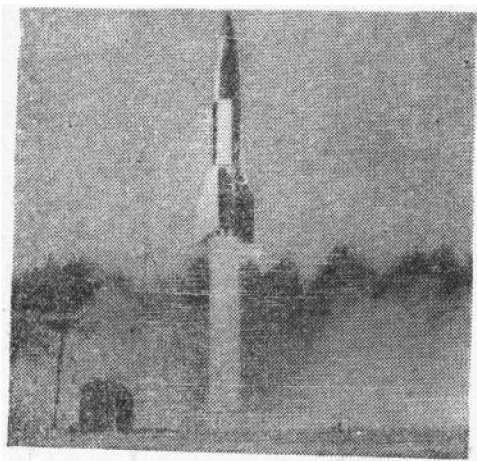
的焰火高高地昇向天空呢？这种力量就是本書將要介紹的火箭發动机。



莫斯科节日之夜

……在气象研究所的發射場上，正在进行着發射重型同溫層火箭的最后准备工作。火箭垂直地放置在發射台上，准备着往同溫層發射。虽然火箭的尺寸还不算小——几乎長达15公尺，重有13吨——但从远处看来，它却像个玩具似的。火箭的前艙中装着各种各样的、复杂而又精确的自动

仪器。这些仪器将要研究大气最上层的构造，在高空中收取空气的试样，记下宇宙线的成分和完成其他各种观察。然后这个装有仪器的部分用降落伞降落下来。



开始发射同温层火箭的情况

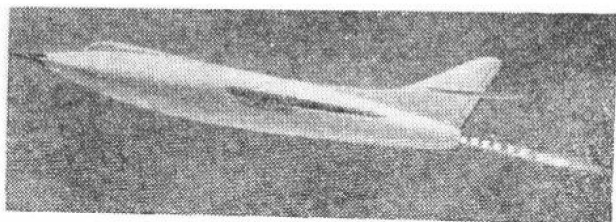
现在，准备工作已全部完成，一声信号，接着从火箭尾部喷射出来一团火焰，火箭抖动了一下便慢慢地离地升起。它上昇得越来越快，转眼之间便消失在万里无云的晴空中，留下来的只是一条宛如轻烟似的长长的痕迹。过了一分钟，又一分钟，现在研究所的无线电台开始收到装在火箭上的无线电发报机所发出的讯号：到达的高度为 100、150、200公里！

是一种什么巨大的力量能把这种重型火箭射到这样高的高空去呢？要知道，最重型的大炮炮弹和不久以前的高度“记录保持者”，测风气球也才不过达到40~42公里的高度。

原来气象火箭是用具有巨大功率的火箭发动机带往高

空的，这种发动机本书也要讲到。

……从机库拖出一架飞机，它与停在机场停机坪上的和机库内的各种飞机都不一样，它有着像箭一样的外形，细长的尖端。这架飞机原来是为获得前所未有的飞行速度而制造的。



飞行中的火箭飞机

飞机已经停在起飞线上，挥动信号旗后，飞机几乎从原地没有经过滑跑，就像一道光似的冲向了天空，只是一眨眼的功夫，便看不见了。瞧！飞机又出现了，它带着巨大的震耳欲聋的吼声用极快的速度从惊奇的观众头顶上空掠了过去，又消失在机场尽头的小树林后面了。

这架空前未有的飞机，一次又一次地像箭一般的在观众面前飞过，并且连续地作出了许多高级驾驶术的特技。看！飞机已经着陆了。

兴奋而又疲劳的飞行员，向正在机库旁边等待着他的设计师和工程师们走了过来，他知道这些从外表上看起来很镇静的人，是怎样在等待着他的裁判啊！还在老远的地方，他就忍不住高高地举起了翘起大姆指的右手，向他们示意。一点不错！驾驶这样的飞机的确可以飞得比声音还快，因为它上面装的是火箭发动机。

关于这种发动机，我们也将要在本书中谈到。



第一章

什么叫做直接反作用

从地下铁道电车站走了上来，再顺莫斯科——列宁格勒公路坐半小时的无轨电车，你就会到达莫斯科运河的起点，莫斯科市民最喜爱的休憩地之一——希姆金水库。

尤其是在夏季阳光普照的假日里，这儿更显得特别热闹。虽然还是在早晨，可是在水库旁已经聚集了许多水上运动的爱好者，同时也光临了大批喜爱在大自然中休息的人们。灿烂的阳光，清新芬馥的空气和平滑如镜的水面，水面上倒映出希姆金航运站建筑物高耸的尖顶，碧绿的树丛和花岗石的河岸……真可以说是一个美妙无比的休憩地！

现在让我们好好地来看一下水库中活跃着的水上运动吧！

你瞧！运动员已走上“狄纳莫”水上运动场的弯曲得很巧妙的跳水台；一躍身就好像飞翔在空中一样，刹那间，已经无声息地钻入水中，好一个漂亮的飞燕入水式！再看那边，在运动场的水上竞赛区，游泳者正在锻炼着自己的水力。

美丽的帆艇静静地在水上移动，微风鼓起了三角形的

船帆。追逐着帆艇的是一隻細長的八槳賽艇，艇上的槳手們隨着舵手的口令，有節奏地把槳插入水中，然後一起使勁往後一划，賽艇就飛速地向前駛去。

一艘雪白的輪船，慢慢地掉過船頭後，離開了碼頭。船上站滿了遊覽莫斯科運河的旅客。在輪船甲板上空飛過了一架水上飛機。看！飛機浮筒已經着水了，發動機又吼叫了起來，它逐漸駛向水上停機碼頭。

所有的一切都在運動着……。但是，儘管這些運動是各種各樣的，我們卻清楚的知道這些運動都遵循着共同的定律：即大家都知道的力學——研究物體運動的科學——的基本定律。

就拿從跳水台上用飛燕入水的姿勢跳下來的游泳者來說，他實際上是被地心吸力吸入水的。要是沒有這種吸力的話，他就會懸在半空中了。

帆艇之所以能夠移動，是由于有風鼓起了它的船帆，如果風靜了下來，再收起了船帆，那麼帆艇也就不會前進了。

無論是跳水的游泳者或是帆艇，都是受了力的作用才得以運動的，並且，我們不难看出，在上面談到的兩種情況下，有一個共同之點，那就是外部的作用力不是取決於運動物體本身的。這些外力不能夠使那些要設計自動運輸車輛（指利用機器運動的車輛）的工程師們感到滿意的。當然，在某些情況下，就是這些力也是值得加以利用的。例如，在很長的歲月中，帆船曾是唯一的海上交通工具。齊奧爾柯夫斯基曾提出過利用太陽光對星際飛艇的壓力來完成宇宙航行。可是，如果能夠利用一種大小和方向都隨心所欲而改變的力，那就要更加方便得多了。

是什麼力量使船能在水面上移動呢？很清楚，是槳

手們所使的勁。如果他們抬槳不划，船就会停下。槳手們把槳插入水中並用力撥水，撥水所用的力消耗在使被撥開的水以一定的速度向与船行相反的方向移动，而按作用力与反作用力的恆等定律，同样大小的力將推动船身向前行进。我們在这兒第一次談到了反作用效应——船就是受被推开的水的反作用力而得到运动的。

此外，我們从这里面还可以發現一个可作为基本特征的情况，这就是使船移动的功是由槳手来完成的，槳手在这种情况下起着“發动机”的作用。但要使船移动仅仅只有槳手还是不行的，必須要有用来产生推力的船槳，因此船槳就等于“推进器”。此时，运动所需要的两个要素——發动机和推进器——正就是它的特征。發动机（槳手）發出了产生运动所需要的功率，也就是作出了所需的功。發动机的功率通过推进器（船槳）产生力，沒有这种力就不会發生运动（这种力通常叫做推进力或推力。因为推开水的並不是發动机本身，而是特制的推进器，並且所产生的反作用力也不是直接作用在發动机上，而是作用在推进器上。因此，在这种情况下所产生的运动，有时称为“間接反作用运动”。

不难看出，在普通的小船和巨大的輪船的运动之間，就这一意义來說，並沒有任何原則上的区别。在輪船上，裝在机艙間里的大功率的發动机代替了划船的槳手，而代替船槳的則是裝在船尾上的螺旋推进器。螺旋推进器推开大量的水，使其以很大速度向后流去；被推开的水即以相等的反作用力作用到螺旋推进器上，推动着輪船前进。在这里，發动机和推进器也是分开的，其反作用力作用在推进器上，而不是直接作用在發动机上（图 1）。

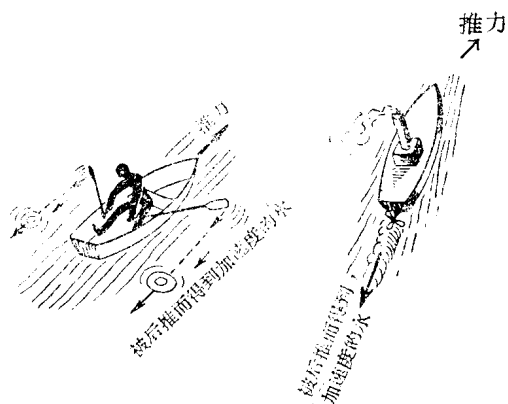


图 1 無論是小船或者輪船都是靠往后推開的水的反作用力才得以前進的

再說我們在水庫上空看見的那架飛機，它在空中飛行也像輪船在水上行進一樣。飛機的發動機使螺旋槳得到旋轉，螺旋槳就是推進器。被螺旋槳所排開的空氣產生反作用力（這裡也不是直接反作用力），使飛機向前飛行。

直到不久以前，在空中或在水上的運動，基本上都是利用這樣的方法實現的。後來才躍進了一大步，出現了直接反作用式發動機，或叫做噴氣發動機，即這種發動機本身能直接噴出大量氣體，從而產生反作用推力。因此這種發動機不需要專用的推進器。噴氣發動機的這種特點，對高速飛行來說是有着特殊價值的。因為隨着速度的增加，已知的推進器的工作效率將開始降低，推進器所消耗的功率也要增加，因之推力和飛行速度就會減小。

而直接反作用式發動機（噴氣發動機）就完全是另外一回事了。

噴气發动机中最簡單的一种就是冲压式空气噴气發动机。它的外形像一个兩头收縮的薄壁金屬圓筒（圖 2）。当

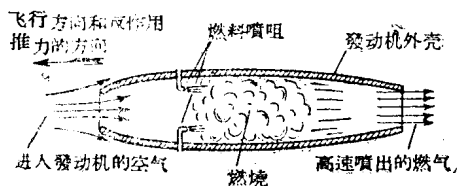


图 2 冲压式空气噴气發动机示意图。
这是一种直接反作用式發动机，因为产生反作用推力的气体是由發动机直接噴出的

这种發动机在大气中以高速运动时，空气从它前面的进气口进入内部。在發动机的中部燃料喷射到进入的空气中，由于燃料燃烧而产生的燃气則从發动机后面的噴口噴入大气。从發动机噴出燃气的速度，要比流进發动机冷空气的速度快，也就是說，空气在流过發动机之后，它的速度增加了（燃气也可以認為是受热后的空气）。因此，經過發动机的这股热气流对發动机發生反作用，也就是产生了反作用推力。我們可以看出，在这种情况下，产生的反作用力已經直接作用在發动机本身，所以，它被叫做直接反作用式發动机。

現代噴气飞机所用的燃气渦輪噴气發动机也就是利用这个原理。只不过这种發动机裝有專用的压气机来压缩空气，使發动机只要消耗不多的燃料便能發出很大的推力，另外，它还裝有帶动压气机旋轉的燃气渦輪（圖 3）。燃气渦輪噴气發动机内所产生的反作用力直接加在發动机上，所以它也是直接反作用式發动机。

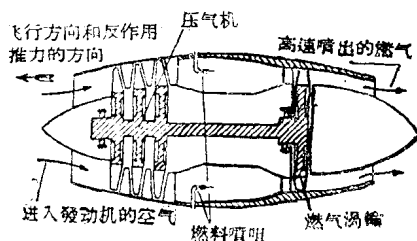


图 3 燃气涡轮喷气发动机示意图。
这也是一种直接反作用式发动机。这种发动机是现代喷气航空的基础

和前面所講到的一样，这两种发动机反作用力的产生，也都是由于发动机在空气中运动並將空气推开的結果。所不同的只是这两种发动机的推力不是由于螺旋桨推开空气，而是由于发动机本身喷气的結果。对于任何空气喷气发动机的工作来说，脱离了它周围的介质——空气——是不行的，因为需要空气的氧气来保证燃料在发动机内燃烧。

直接反作用式发动机的进一步发展，自然是发明一种工作完全不依赖其周围介质的发动机。这种由于移动着的机械本身所排出的分子的反作用，确切的說，由于装在机械中的燃料的燃烧产物的反作用而产生推力的发动机，就叫做火箭发动机^①。

① “火箭”一詞源出意大利語“racchetto”一字，是錠子或桿的意思。这个术语之所以这样定名，是因为世界上第一个火箭的外形与錠子十分相像，並且为了保持飞行的稳定性通常还装上了一根木桿的緣故。很早以前在中国所使用的火箭才真正是第一个火箭发动机，而空气喷气发动机只是在最近几年中才出現的。