

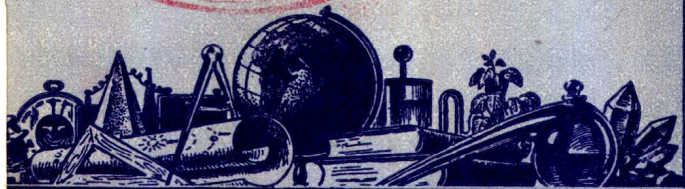
科学和科学家的故事

19

火箭炮和噴气式發動机

〔苏联〕M. 阿尔拉左罗夫著

吳 寧 譯



科学技術出版社

科学和科学家的故事

19

火箭炮和噴气式發动机

原 著 者 [苏联] М. Арлазоров

原 著 者 Трудрезервиздат

譯 者 吳 寧

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路336弄1号)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九号

新華印書館印刷 新華書店上海發行所总

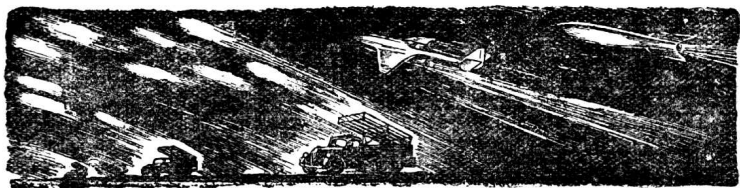
开本 787×1092 1/32 印張 3/4 字數 16,000

一九五六年十月第一版

一九五六年十月第一次印刷 印數 1—15,000

統一書号：13119

定价：(9)一角一



火箭炮和噴氣式发动机

M. 阿尔拉左罗夫

火药——火箭的燃料

1710 年的夏天，在莫斯科郊外称为外籍居民区的地段，有一所精致地漆着假砖的小木屋，在敞开着的小窗旁边，坐着一个有长长假发的人，平静地在厚厚的白纸上写着。

射进屋里的阳光，照耀着那写好的一行行字句，在桌上投下了明亮的光点。

“很难想象，在获得令人兴奋的消息时，在各种庆祝会上，在鸣放礼炮的时候有多少数量的火药，消耗在豪华的宴会和取乐上啊！……因为在俄罗斯火药不比沙子贵，未必能找到这样的国家，他们能制造这么多的火药，并且在质量和威力上能和这里的相比”。

有长长假发的人就是彼得大帝宫廷中丹麦国家的代表，他把鹅毛笔蘸了一下墨水，签上了自己的名字“尤斯脱·尤立”。

信是写好了，尤斯脱·尤立还在沉思着。想些什么呢？俄国人把火药不仅仅消耗在玩乐上，象在胜利的战役中被烟雾笼罩着的彼特洛夫斯基大炮，以及不久以前在“火箭制造局”的基地

上所准备的那样，更需要大量的消耗。

还在彼得大帝时代，在俄国的军队里已经开始使用信号火箭了。这种火箭的构造是非常简单的，一端开口的一根管子和一根飞行时能保持正确方向的木柄，这就是它的全部结构。管子中装有火药和炭的混合物。混合物点燃后，由于燃烧所产生的气体向四周压着，然而只在开口的方面才是个出路，于是气体竭力从孔中冲出；气体的“坐力”——反作用力推动火箭向前，这样火箭就飞出去了。



燃烧时所产生的气体对各个方向施加压力，然而管子的出口只有一个，气体竭力从出口处冲出，气体的“坐力”——反作用力推动火箭向前，这样火箭就飞出去了

在街道上行走，我们开始体会到火箭的推动力量。我们走着、运动着，如果街道和鞋底象镜子一样光滑，那么就不可能有这个运动。这样可以作出一个重要的结论：要有运动，必须推动；没有推动就没有运动。汽车由地面来推动（汽车轮子下面的尘土，并不是无端地向后方飞扬的），轮船由水来推动，枪弹和炮弹是由火药的气体从武器中推出的。那末，火箭是由什么东西来推动的呢？是空气吗？不，这个结论是完全不对的，因为火箭在没有一点空气的地方也能飞行的。它是自己推动自己，正确地讲，由于火药燃烧所产生的气体从它开口处飞出去时，乃推动了火箭前进。

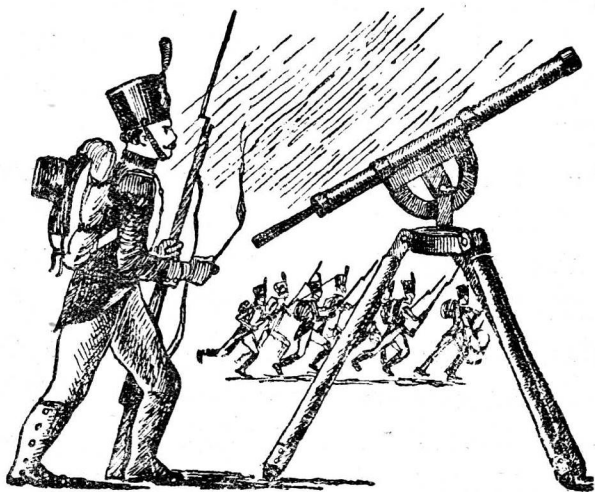
我们再谈彼得大帝的火箭吧，沙皇对自己“火箭制造局”的工作是非常感到兴趣的。二个多世纪以来，在俄国军队里一直在

使用着 1717 年型的彼特洛夫斯基火箭，它的構造是很成功的。

彼得大帝所創立的“火箭制造局”在 1847 年康斯坦丁諾夫中將还不曾領導以前，一直是手工艺的企业。祖国火箭制造业以后的历史是和康斯坦丁·伊万諾維奇·康斯坦丁諾夫的名字連在一起的。他非常关心，如何把火箭应用到战斗中，他向年青的軍官講解，写了許多科学作品，这些作品已譯成欧洲各种文字了。

康斯坦丁諾夫將軍使制造火葯的危險过程自动化了，并且这种設備做得非常好，使得向俄国訂購制造火箭設備的西班牙政府指明这种設備必須“按照康斯坦丁諾夫的方法”制造的。

康斯坦丁諾夫將軍以他的劳动使俄国的战斗火箭成为威武的力量。从他同时代的人那里，我們看到了这样的記錄“使用有榴彈的火箭来代替大炮，在落地时它那火焰般的尾巴所作的响



康斯坦丁諾夫將軍的劳动使俄国的战斗火箭成为威武的力量

声和爆炸，引起了非常深刻的印象……”。同时代人所講的这些，可由数字来証实。俄国火箭的射程远达4公里。根据当时的条件，这是一个杰出的成績。

康斯坦丁諾夫的研究作出了一个結論：随着飞行速度的增高，火箭需要較少的燃料。只有在我們的时代里才能珍視这个結論的重要性。

属望將來，康斯坦丁諾夫就火箭武器的問題写道：“必須使火箭武器成为一种單个的独立的武器，把它委托給为这项特殊工作服务的人們，以便得到完全有效的使用。”这些话是具有多么先見之明啊！

虽然火箭获有这么些成就，但是到了上一世紀的八十年代中，世界各国的軍队里已經不使用战斗火箭了。火箭有了强勁的敌手——来复炮。它射得比較远，并且准确得多。

可是火箭并没有就此作廢，在科学家的長期幻想中，只是想制造火箭发动机来代替火箭武器。还在使用战斗火箭的时代里，許多俄罗斯的发明家已經萌芽了关于用噴气式发动机来飞行的思想。

“……好象每一个人都知道，一般講来，航空对于人类的好处是无窮尽的。对于我們的祖国，航空除了有其他說不完的好处外，在軍事方面也能帶來极大的效果。尤其在高加索，在那里，我們軍队必須在路上和自然障碍作斗争，所遇的困难，比之当地崎嶇山地的居民更大。如果在那里能用气球，这些困难在某些情况下是能够避免的”——軍事工程师特列捷斯基上尉在1849年3月里写給高加索总督公爵伏龙佐夫的报告中提到自己的著作“关于控制气球的方法”时曾經这样写过。特列捷斯基提議用反作用力来推动气球。发明者虽然不能把自己所想到的

概念作出最后的解决，可是他的道路是正确的。

在 K. И. 康斯坦丁諾夫將軍的一篇論文的影响下，海軍軍人尼古拉·米哈依洛維奇·索科夫宁上校写了一本很厚的書叫做“飞艇”。这本书起先在俄国出版，后来譯成英文，在倫敦出版。

索科夫宁設計了一个噴气式汽艇的草案，并附有发动机的計算。

1861年警察逮捕了彼得堡交通工程学院的学生尼古拉·基巴立齐契。他是“民意党”的党员，因为謀刺皇帝亞历山大二世而被控告。

勇敢的革命家幻想过火箭的飞行。他被沙皇宪兵抓住后，判处了死刑。但是在沒有把自己的理想告訴人們以前，基巴立齐契是不願死去的。

他要求笔和紙。牢房里沉重的鎖鏈叮噠地响着，管牢人答应了死囚的最后要求。

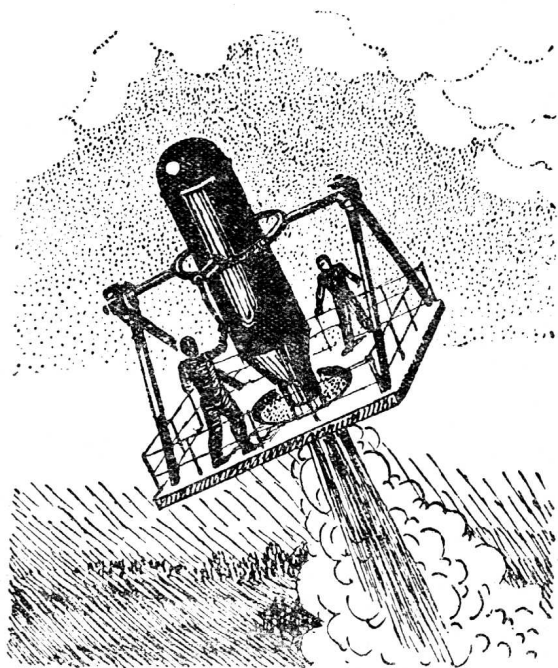
“在我死亡前的几天，我在监牢里写了这个草案，我相信我的理想是会實現的，正是这个意志在我可怕的情况下支持了我。

如果我的理想經過專家的詳細討論后，認為可能实行的話，那我將能为祖国和人类效劳而感到幸福，当我知道我的理想不随我同时死去，而在人类中存在着，那时我將要安逸地迎向死亡，为了人类我曾經准备着牺牲自己的生命……。”

笔尖在紙上飞奔着，基巴立齐契的时间太少了，他急急乎要解答主要的問題。

“……航空到底要应用什么力量呢？我認為这种力量是一种慢慢地熾燃的爆炸物。”

“……假如我們有一个用鉄皮做成的有一定大小的圓筒，圓筒的各面都是密閉着的，只有在它的底部有一个孔……在这个圓筒的軸上我們安置一块压縮过的火药……再从一端来点燃它，在燃燒时就会产生气体。如果把圓筒封閉的一端向上，那末在气体的一定的压力下……圓筒一定会向上升起……。”

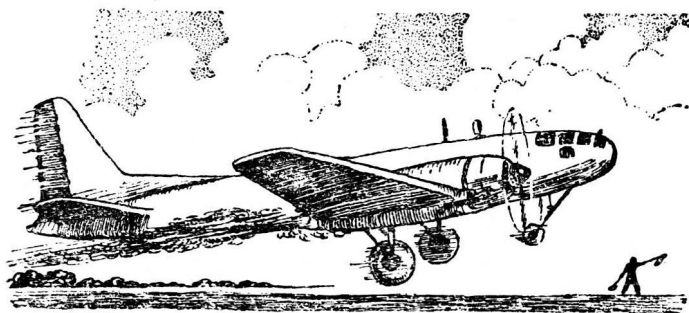


发明者尼古拉·基巴立齐契是这样想象火箭飞行的

蜡烛慢慢地点完了，革命的科学家的生命就要很快地中止了，但是在这个草案上宪兵軍官的手在大揮大舞地批着：“現在把这个东西給科学家去研究不見得适时，可能只会引起不好的結果。”基巴立齐契有名的草案就这样躺在暗探局的档案內。一

直躺到偉大的十月社会主义革命为止。

我們沒有忘記基巴立齐契。当重载的运输机离开地面的时候，我們想起了他。在飞机的翼下裝有噴气式加速器——火药火箭，使它在起飞时有額外的牵引力。



噴气式加速器帮助沉重的飞机离开地面

星际飞艇发动机

能够杀害一个科学家，但是不能阻止科学的前进。基巴立齐契沒能做成的事，由其他的人来完成了。

1903年在加罗格的小省城里，当地中学的一位物理学教师康斯坦丁·爱杜阿尔道維奇·乔尔柯夫斯基写了一本不厚的题为“用噴气式仪器来研究太空”的书。这本书和乔尔柯夫斯基其他著作成为研究火箭技术的人們所必讀之書。

由于乔尔柯夫斯基非常注意星际飞行，他作出了一个正确的結論：火箭是能作为实现这个目的的唯一有效的发动机。但是一般的火药火箭是一个功率很低的发动机。在太空中甚至在普通的大气中用火箭来飞行，那貯藏量不多的火药是很快就会燒光的。



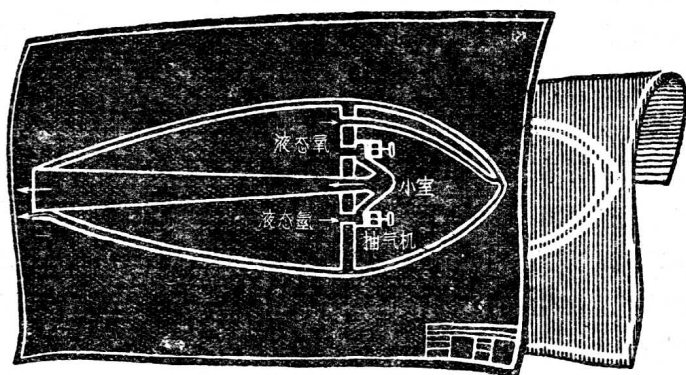
斯大林同志称乔尔柯夫斯基为有名的科学活动家

这一点科学家是了解的，因此他从运动的反作用问题的深奥的理论分析上来着手他的工作。科学已奠定了这种研究的某些基础。1687年牛顿创立了他那有名的作用力和反作用力相等的定律。1730年俄国科学院正式院士丹尼尔·别尔努里在他的论文里分析了容器中泄出气流的反作用问题。但是，这仅仅是第一步。乔尔柯夫斯基却把火箭的科学推向新的阶段。

飞行时火箭的燃料在燃燒着，而燃燒物从排气孔中噴出。火箭的質量在改变着，也就是說，它逐漸减少了。乔尔柯夫斯基研究質量改变的物体的运动理論，在这个理論的基础上来計算火箭的飞行。

这就大大地向前推进了一步，但是醉心的科学家繼續深入下去。在長时期內火药总是火箭的唯一燃料。乔尔柯夫斯基找到了很好的东西来代替它。在氧气中燃燒的氫气是一种很好的燃料。发动机的燃料愈好，那末所消耗的燃料就愈省。

乔尔柯夫斯基一步步地深入到火箭航行的問題中去。在科学家的面前已經形成了將来的星际飞艇的輪廓。飞艇將要飞行在遙远的星际空間里。在飞行中还隐藏着許多不为人知的秘密，但是飞艇准备踏上艰难的程途。在巨大的貯藏器內安放上燃料……飞艇的头部是乘員的艙位。氧气保證了勇敢的星际飞行者的呼吸，而特殊的吸收器清洁了艙內空气中所含的碳酸气。



在長时期內火药是火箭的唯一的燃料。乔尔柯夫斯基找到了氫氧混合气体来代替火药（這張火箭的草案，乔尔柯夫斯基还在1903年就拟出了）

飞艇的图样被越来越新的零件装置起来。乔尔柯夫斯基幻想着，但是他的幻想是建立在正确的计算上的。如果今天的技术还不能使这个幻想实现，那末它一定会在明天实现的。乔尔柯夫斯基对这一点是深信的。他的手有信心地写出了预言：“螺旋桨飞机的世纪的后面，紧接着的一定是喷气式飞机的世纪。”

这个科学家惊人的信念在许多工程师的心里引起了反应。苏维埃工程师参杰尔进一步发挥了自己导师的思想。火箭星际飞艇必须穿过地面上的大气，突破包围地球的许多公里的空气层。为了节省燃料和渐进驱动火箭（为了使飞船上人员不会因速度急剧增加而促致死亡，这一点很是重要），参杰尔提議在起飞开始时使用螺旋桨并在火箭上装起机翼来代替喷气式发动机（PД）的牵引力。但是在大气层以外，机翼就变得多余了。固然可以把它們卸去，但参杰尔却决定用别的方法来解决这个问题。他提議用铝镁合金来制造机翼，当机翼成为火箭的贅瘤时，就讓发动机“吃掉”它們，也就是把它們当作燃料来燒掉。

工程师参杰尔对自己的计算进行了复驗，并用实验証实了这个主意的实际可能性。

乔尔柯夫斯基的逝世离开喷气式飞机的世纪沒有多久。但是我們已經站在这个世纪的門口，并且是喷气式飞行的見証人。天空中已經飞起了第一批裝有根据乔尔柯夫斯基的理想所制造的发动机的飞机。这种发动机称为液体喷气式发动机（ЖРД）。所以这样称呼它，不仅因为它是依靠液体燃料来工作，并且还用液态的氧来燃燒的。

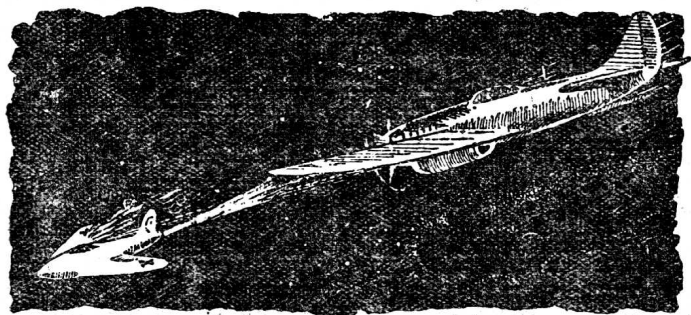
除液体喷气式发动机外，其他任何一种类型的发动机都不需要液态的氧。从一般的汽車活塞式发动机或者是航空活塞式发动机，到其他类型的喷气式发动机为止，都是在空气的气态氧

中工作的。

液体噴气式发动机已經获得了实际的应用。除了在火药火箭中应用外，人們还有效地使用它来改善重型飞机的起飞。

但是在地面的大气层中，广泛地使用液体噴气式发动机来飞行是不适合的。因为它太“貪嘴”了，它要消耗大量的燃料。

在战争时期大家都在急急乎寻觅新武器，德国人在軍器中使用了装有液体噴气式发动机的战斗机“米賽尔斯基特”，这种飞机飞行的速度是每小时 850 公里，但是没有战斗的效果。它的发动机只能工作 7~9 分鐘，超过这个時間限度的飞行只好依靠滑翔，这时对于驅逐机來說，它就成为很容易被獵取的对象。



在急急乎寻觅新武器中，德国人制造了液体噴气式发动机的战斗机。但是，这种飞机沒有战斗的效果

战斗机“米賽尔斯基特-163”并没有成功。德国人在战争的最后阶段射击倫敦时所使用的“V-2”式火箭（即噴气式炮弹）則具有某些較大的成效。“V-2”式火箭在一分鐘內要燃燒 6 吨以上的燃料，发出 50 万匹馬力，在差不多 300 公里的距离中，其飞行速度达一小时 5,000 公里以上。

当然“V-2”式火箭沒有也不可能給德国人帶來他所期望的

胜利,但是英国居民受到“V-2”式火箭的心理影响是很大的。

空气中的氧

1929年苏联科学家斯捷契金教授研究了噴气式发动机的理論,但是这种发动机和乔尔柯夫斯基所提出的有所不同。这种发动机的名称是空气噴气式发动机(БПД)。斯捷契金为丰富世界技术开辟了可能性。他从世界技术的領域里除去了一块很大的不为人知的空白区。他完成这件工作的时候,正是外国科学家倫聶,罗連納和福諾遭到完全失敗的时候。

在大气中有足够的氧,那为什么还要携帶氧气呢?假使飞机上可以不帶氧气,那末我們就可以空出放燃料的地方来。想来是很簡單的,但是,它的技术只有在斯捷契金研究了空气噴气式发动机的理論以后才能实现。

斯捷契金教授工作的結果使科学在世界上找到了最簡單的发动机,它有时戏称为“飞管”。

管子怎样能变成发动机呢?为了要回答这个問題,首先讓我們看一看这种发动机在急速飞行的飞机中是怎样工作的。管子的进口部分——通风口是圓錐形的。由于这个形狀,空气到达称为燃燒室的管子的中央部分时它的压力就升高了,就在这时从噴霧器中噴出了燃料。混合物用火花塞点燃。燃燒时所形成的气体向四壁冲压,但是管壁和經過入口孔竄入到发动机的空气流阻当了它們。只有一条路——出口孔是开着的。气体沿着这条道路以极大的速度冲出,它的速度要比进入管子的空气的速度快得多。由于这样,冲出了的灼热的空气構成反作用力,使飞机向前推进。

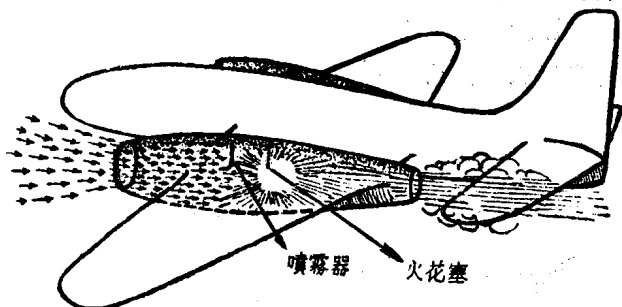
根据斯捷契金教授的理論,能够制造出特殊的发动机。进

到发动机入口孔的空气流不仅能供給发动机以氧气，并且在燃燒室中形成較高的压力。飞行的速度愈快，这种压力就愈大，发动机的效率就愈高。

以每小时 600~800 公里的普通速度飞行时，直冲式空气噴气式发动机(ПБПД, 字母“П”表示直冲的意思)的工作很差。它的效率很低，很多的燃料都白白地燒掉。发动机所需的燃料比一般活塞式发动机要多到 10 倍。

但是当直冲式空气噴气式发动机的飞机作超音速飞行时，譬如說：每小时的飞行速度是 2,000~2,500 公里，那末发动机所消耗的燃料和一般活塞式航空发动机是同样的經濟。

直冲式空气噴气式发动机具有任何一个机械工程师所幻想的性質：它是非常簡單的，不仅簡單，而且非常輕便，差不多比同样功率的活塞式发动机要輕到 10 倍。此外，这种发动机沒有旋轉部分，而旋轉部分就意味着零件的磨損，并且縮短发动机的寿命。



直冲式发动机是非常簡單的。通过入口孔进入发动机的空气和燃料混和在一起。火花塞点燃了混合物，燃燒物只有向后的一条道路，因为新进入的空气流不使它通过。于是燃燒时所产生的气体从发动机中射出，組成了反作用力，它使飞机向前推动。

“飞管”似乎具有这么許多的优点。但是要这种发动机工作，必須有空气流通过它。裝这种发动机的飞机开始飞行时便

必須具有每小时 500~600 公里的速度，只有这时才能使用直冲式空气噴气式发动机。在速度很小的情况下发动机不能产生牽引力。

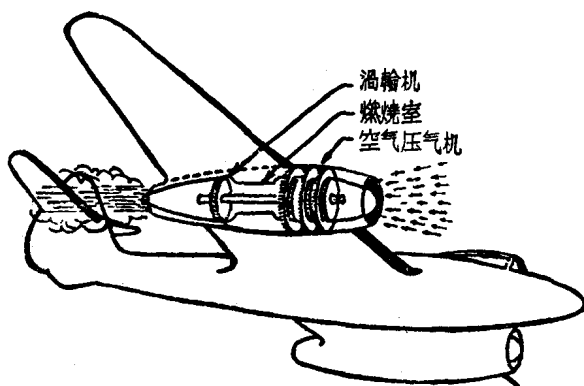
这种发动机还有其他的缺点，它工作时需要空气，因此有“飞管”的飞机不能飞得很高，20 公里——这已經是极限高度，因为高空层大气稀薄已不能使它在飞行中产生足够的牽引力。

空气压缩机和渦輪机

怎样来帮助“飞管”工作呢？

怎样使空气噴气式发动机的飞机，不依靠其他輔助的发动机能独立地离开地面呢？

現代发动机制造业回答了这些問題。現在已經有了工作时不受飞行速度限制的空气噴气式发动机。它們称为渦輪噴气式发动机(TPД)。如果我們想了解它們的構造，那末可以看一下我們所知道的“飞管”。在飞管内部的一根軸上裝置了空气压缩机(也叫空气压气机)和渦輪机。



渦輪噴气式发动机——最近代的噴气式发动机

要使“飞管”很好的工作，必須要飞行得很快，使进入管内的空气受到强力的压缩。在涡轮喷气式发动机中有特殊的装置（空气压缩机）使我们免除了这个必要性。

具有涡轮喷气式发动机的飞机开始飞行时，开动起动机，这种起动机和开动一般活塞式航空发动机的起动机有些不同。

起动机使发动机转动起来。这时，虽然飞机停在地上不动，空气压缩机已经开始抽压空气了。压缩了的空气和燃料混在一起，火花塞点燃了混合物。发动机开始工作了，现在可以关上起动机，飞机就向空中起飞。

发动机内部是怎样的呢？

空气压缩机在压缩着空气，并将它送入燃烧室。混合物燃着后就向外冲去。但是在燃烧物的去路上装有涡轮，灼热的气体冲击涡轮的叶片。出现在涡轮叶片上的气体的反作用力使转子转动起来。

但是不要忘记，在装在涡轮的一根轴上还装着空气压缩机。涡轮转动了，就是说，空气压缩机也在转动了。空气压缩机的转动也能够压缩新的一部分空气。

这样，空气压缩机和涡轮机在相互为用的情况下工作着。涡轮喷气式发动机要比“飞管”复杂些，可是毕竟比一般活塞式航空发动机要简单并轻便得多了，就这一点说，无疑它是优越的。还不止此，它并且不需要高级燃料，普通的煤油或者其他燃料就行了，而这些煤油和燃料很明显的在一般的航空发动机的工作中是不适用的。

那么为什么不用涡轮喷气式发动机来替换活塞式发动机呢？这是不是经常需要呢？为什么不取消在航空中工作得很久很好的活塞式发动机呢？原来这样做不是很简单的。数十个不同的