

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

飞行给人类插上翅膀

第一章 人类对飞天的向往

在古代，人类对宇宙空间的认识，白昼能感知太阳的光热，夜晚能望见月球的身影，于是产生了许多访日探月的幻想故事。中国出现过夸父追日、嫦娥奔月的神话，其他国家也有不少类似的飞天传说。这些神话传说寄托着人类征服太空的愿望。

随着科学技术的发展，人们竭尽自己的智慧和才能，开始把幻想变为现实。从创立航天理论到制造登天工具，经过不知多少代人的探索和努力，终于在20世纪50年代跨出了摆脱地球的束缚的第一步，人类离开地球这个繁衍生存的摇篮，进入一个陌生而诱人的太空世界。在这条漫长的道路上，记录下了人类飞向太空的奋斗足迹。

1、从嫦娥奔月说起、

自古以来，人类就对浩渺无垠、神秘莫测的宇宙空间充满各种各样的幻想。飞出地球，遨游太空，到地外星球去观光探秘，成为千百年来人们的憧憬和追求。

我国一直流传着这样一个动人的故事：在远古时代，华夏大地上有一位聪颖美丽的女子，名叫嫦娥。她与射日勇士后羿结为夫妻，诚实劳动，和睦生活。有一天，由于后羿射日有功，昆仑山上的西王母娘娘奖给他一葫芦灵药丹丸，说是两人各吃一半可以长生不老，一个人全吃下就会升天漫游。嫦娥听了感到十分高兴和惊奇，要是真能到天上去游历一番该多有意思啊。于是她趁后羿睡着的时候，偷偷地把葫芦里的灵药丹丸全吞下去了。吃完，她走出门外，望着夜空挂着一轮明月，不觉药性发作，感到身不由己地飘飞起来。于是，嫦娥告别人间，直飞云霄。经过漫长的飞行，到达被称为广寒宫的月球，看到一幅恬淡幽静的景象。从此，嫦娥在月宫定居下来，成为一位长生不老、青春永驻的仙女。这个嫦娥奔月的神话家喻户晓，千古流传，寄托着人类对飞于的美好向往。

这类飞天神话，不独我们中国有，在外国也有。在像我国一样古老的希腊国土上，民间传诵代达罗斯父子飞向太阳的神话。这个神话故事说，古建筑师达罗斯和他的儿子伊卡洛斯，在地中海克里特岛上修建了一座迷宫，因为得罪了克里特国王而被囚禁起来。他们渴望逃离这个苦难的地方，返回自己的故乡雅典。但国王米诺斯却竭力阻止他们回国，因为得不到国王的许可，无法弄到船只渡过地中海。代达罗斯望见天上远飞的海鸟，启发了他的灵感。于是，他和儿子伊卡洛斯开始收集岛上飞鸟的羽毛，并用这些羽毛编织成两对翅膀，用蜂蜡将它们粘住。父子俩人各在自己背上装上一对翅膀，然后便乘风飞了起来。他们升空翱翔，穿过海洋，越飞越高，越飞越远。代达罗斯劝告儿子停下来，飞出苦海就行了，但年轻的伊卡洛斯好奇好胜，继续向前飞行，一直飞到太阳附近，尽览彩色斑斓的太阳风光。不料太阳的高温很快使粘住羽毛的蜂蜡融化了，羽毛做的翅膀也烧着了，勇敢的伊卡洛斯失去双翅，烧毁了羽毛，最后坠身于大海，父亲代达罗斯痛心不已。这个充满诗情画意的悲剧故事，反映了人类遨游太空、征服太阳的英雄壮志豪情，也暗示着飞向太空的严峻和艰险。

人们发现，从中国的“嫦娥奔月”到希腊的“伊卡洛斯飞日”，都是靠

的仙术或幻想。后来的神话传说中，出现了一些被神秘化的飞行工具。从神鸟、飞龙到魔毯、飞车，无不带有浪漫的色彩。在我国晋朝人写的一部著作中，记述了古人乘坐飞船横空遨游、浪迹星海的故事。说是在尧舜时代，人们制造了一座巨大的飞船，载入飞上太空，在星海之中飘浮，晚上还从飞船上发出耀眼光芒。这艘飞船在太空 12 年往返飞行一次，可以飞到月球降落，也可作星际航行。在另一部著作中，还描绘了一种飞船的具体形状和飞行的情况，说这种飞船长 50 余尺，结构坚固不朽，经常在天地之间往复飞行，后来飞向太空深处，再也不回。这些关于古代飞船的描写，只不过是古人的一些想象罢了。

2、万虎飞天的故事

16 世纪，我国明代有一位叫万虎的人，试图乘坐火箭飞天，勇敢地献出了自己的生命，成为人类历史上第一个向太空挑战的英雄。

据说万虎原来是一名木匠，喜好工艺技术，善制交通器具。后弃艺从戎，在军中参与改进刀、枪、车、船等各种作战用具。万虎手艺高强，盼望制造一种飞龙，能够日行万里，山河无阻，甚至腾空飞行。

这时军中已广泛使用火箭武器。早在 10 世纪的宋代，中国就发明了火药火箭，开始是用作节日庆典的娱乐活动，后来发展成了打仗用的武器。这种火箭是将一截前端封闭的火药筒，绑在箭杆上，利用火药点燃后产生向后喷射的燃气，推动箭杆向前飞行。10 世纪中叶，宋朝大将冯继升、岳义方发明了一种用作兵器的火箭，并试验成功；11 世纪的唐福、石普先后把自己制造的火箭献给朝廷，并组织了射击表演。宋军在与金兵、元兵的作战中，广泛使用了一种叫“霹雳炮”的火箭。到 16 世纪，明代名将戚继光在抗倭战争中，曾使用一种重 2 斤、射程 300 尺至 600 尺的火箭，显示了较强的威力，使倭寇闻箭丧胆。这种火箭武器的战绩辉煌。明朝制造的火箭，最著名的有“神火飞鸦”、“火龙出水”、“飞空砂筒”、“一窝蜂”等。“神火飞鸦”箭筒像一只大鸦，呈纺锤形，腹内装火药。每个翅膀下斜插两支火箭。鸦背上钻一小孔，安装火药线与翅下火箭相连。点燃火药线后，两支火箭同时燃烧，能把大鸦发射到百余丈远的地方。“火龙出水”是用一根长筒，装上木制龙头龙尾，龙身两侧前后各安装两支火箭，同一根火药线连在一起，龙腹内则装有一组火箭。先点燃筒外的火箭，推动筒身向前飞行；火药燃尽后引燃筒内火箭，并从龙口射出飞向目标。它是一种两级火箭的雏型。“飞空砂筒”是在箭杆上绑两支方向相反的火箭，发射时先点燃向前的火箭，当飞向目标后炸药砂筒落地爆炸，然后引燃向后的火箭返回原处。这是一种可回收的两级火箭。“一窝蜂”是一个箭筒内插上多至 32 支火箭，同时点火射出，众矢齐发可加大杀伤威力，还可增大射程。这是一种最早的集束式火箭。这些火箭工具有现代火箭的特征，在飞行原理、结构等方面几乎没有什么不同，只是构造原始简单一些罢了。

万虎和军营中的工匠们从这些火箭中，特别是吸取了“神火飞鸦”和“火龙出水”的技巧，设计制造成一种会飞的“飞龙”火箭。这种前后两端分别是木质雕刻的龙头龙尾，它们下面各装两个火箭筒，龙肚子里装有火药，用引信点燃后，可飞行 1 里的路。谁来乘龙试飞呢？万虎挺身而出，表示“不入虎穴，焉得虎子”，愿意亲自进行一次飞行实践。

这一天，在一座山坡上，聚集着观看飞行的人们。军中工匠们将一把椅子安放在一个木制构架上，构架四周绑上 47 支火箭，万虎坐在椅子内，两只手各握着一只大风筝。他打算等火箭升空后，就利用这两只大风筝带着自己在空中飞行。等一切都准备就绪后，他命令工匠点燃火箭，随着支支火箭发出的轰响声，喷出一股股火焰，“飞龙”拔地升起，冲入半空……。突然，火光消失，“飞龙”下坠，栽到山脚下，万虎不幸牺牲。人们无不感到惊讶，纷纷称赞万虎勇于探索和不畏艰险的精神。

从此，万虎作为世界上试图利用火箭进行飞行的第一人而名扬四海。中国人不仅是火箭的发明者，而且也是首先借助火箭载人到太空飞行的实践者。在将近 500 年后，1959 年在月球背面发现的一座环形山，就以万虎命名，纪念他勇于实践、探索太空的壮举。中国人的名字在那时就飞出地球，写到月球上去了。

3、登月飞行的科学幻想

19 世纪，由于科学技术的发展，建立在科学基础上的幻想小说风靡起来。

最为著名的是法国作家儒勒·凡尔纳的科幻小说。这位科学幻想小说的鼻祖一生写了大量的科幻作品，其中包括 1863 年的《从地球到月球》和 1869 年的《环绕月球》两部关于宇宙航行的小说。它们引人入胜地描写主人公从地球出发飞到月球而后再返回地球的探险历程。

作者以美国南北战争结束后的社会为背景，叙说巴尔的摩城一个由大炮发明家组建起来的俱乐部，制造出一种巨型大炮，用作送人攀登月球的工具。凡尔纳设想炮弹达到每秒 11 公里的速度飞出地球。为此，他在书中描述大炮俱乐部用铝制炮弹，直径 2.74 米，重 8.7 吨，把它放进一座长 270 米的大炮里，然后垂直发射出去，直飞月球。

这个大炮俱乐部在佛罗里达州的坦帕城郊，挖了一个深 270 米的坑道，在坑道中铸造一尊大炮，准备载人升空飞行。法国人米歇尔·陈当自荐让他乘坐炮弹执行这项任务，大炮俱乐部接受了这位勇敢者的申请，决定由大炮俱乐部主任英倍·巴比康和大炮制造家尼切尔陪伴飞行。他们把炮弹掏空，经过修改，设计成载人宇宙飞船，并在这艘炮弹飞船中装进温度计、气压表、月线图，以及防备月球上各种野兽用的枪支弹药。此外，还带上在地球上使用的锯子、铲子等工具和谷物种子。他们似乎打算在月球上安家落户。一切准备就绪后，米歇尔·阿当等 3 人随身带上两只狗、几只鸡，开始乘炮弹飞船从地球启程。

这艘炮弹飞船以预定每秒 11 公里的速度，向着月球飞驶。但在接近月球时，突然遇到流星的阻挠而偏离轨道，未能飞到月面着陆，仅路经月面的里侧折回地球，最后溅落在太平洋上，完成了一次奔月飞行。

经过将近一个世纪之后，令人惊奇地发现，儒勒·凡尔纳科幻小说中的主人公当年飞向月球的出发地坦帕城，竟然距今天佛罗里达州卡纳雅拉尔角的肯尼迪航天中心不远，这种巧合给这座最大的航天基地罩上了一层神秘的色彩。

1901 年，英国著名作家威尔斯发表科幻小说《月球上的第一批人》，又描述了两个英国人伯德福德和凯伏尔结伴登上月球的诱人故事。物理学家凯

伏尔发明了一种不受地球引力束缚的合金材料，用它制成一艘球型宇宙飞船。他邀约探险家伯德福德一起乘坐这艘飞船，关上百叶窗，摆脱地球引力，向月球进发。

他们到达月球世界，看到那里有空气，夜间凝固成白雪，覆盖着月球表面，太阳出来后又变成气体。月球表面上的植物生长很快，夜间还是种子，一夜之间到白天就发芽生长。月球人怪得像蚂蚁，身長却 1.5 米，在一切都用金子装饰的世界里生活。这些显然是作者臆造出来的情景。

威尔斯的《月球上的第一批人》比之于凡尔纳的《从地球到月球》，描写更为生动有趣，富于想象，但却多夸张猎奇。这些科幻小说虽然都是虚构的故事，但其中也融进了一些科学道理，因而具有很强的感染力和吸引力，激发了后来的人们探访月球的热情。

4、牛顿炮弹的科学启示

伟大的英国科学家艾萨克·牛顿在 1678 年完成的《自然哲学的数学原理》一书中，首先从科学的角度阐述了物体摆脱地球引力束缚的原理。他明确指出：如果一个抛物体，不受地球引力的作用，就会像一个浪子一样，沿着一个方向在太空深处飘游，浪迹天涯，永远不会回到地球。为此，牛顿进一步设想，在一座高山上，架起一座大炮对着前方，以一定速度将炮弹平射出去，那么由于地球引力的作用，它会沿着一条抛物线，达到一定距离后落到地上。如果把炮弹的速度加大，则其射程也会随之增加。这样不断加大速度，射程就会继续延伸，而只要炮弹的速度增加到足够大的数值，它就会克服地球的引力而绕地球作圆周运动，甚至脱离地球轨道而进入宇宙空间漫游。这个摆脱地球引力束缚的力学经典原理，为人类飞出地球指出了正确方向。

按照牛顿万有引力定律，人要飞向茫茫太空，必须向地球引力挑战，设法挣脱地球引力。我们在童年时可曾做过这样的游戏：用一根绳子拴上一个球，拉住球不让其挣脱，从而使它周而复始地旋转。要知道，这个迫使球不断转圈并使之作圆周运动的力，必须时刻与球的运动方向垂直，即时刻指向圆心，这种力叫向心力。这同牛顿设想射出炮弹的情况一样，从理论上讲，炮弹随着速度的增加，其弹着点不断伸远，直到可围绕地球作匀速圆周运动，这里围绕地球运动的向心力正是因为有地球引力的缘故。因此，加快速度是克服地球引力的关键。

那么，究竟一个物体要得到多大的速度才能摆脱地球的束缚呢？根据牛顿提出的理论，人们很快找到了答案。经计算，如果一个物体达到每秒 7.9 公里的速度，就能使地球对它的吸引力，即物体的向心力，与它的离心力保持平衡，物体便可不再坠落地面，而是环绕地球运行，并与到地面的距离始终保持不变，这个物体就成为地球的一个卫星，环绕地球飞行。这个速度被叫做“第一宇宙速度”，或称环绕速度。

如果物体运行的速度再增大，那么它离地球中心的距离就会越来越大，同时飞行速度逐渐减小，飞行轨道变成一个椭圆形；并随着速度的增加，飞行曲线越来越平滑。当速度大到每秒 11.2 公里时，则椭圆形的曲线就会裂口，地球引力就再也不能对这个物体起作用了。于是，它就会飞离地球，成为太阳系中的一颗行星。这个速度被叫做“第二宇宙速度”，或称“逃逸速

度”或“脱离速度”。

当这个物体的速度再增加到每秒 16.7 公里时，太阳的引力就会显得无能为力，对它也管束不了，只好让其飞出太阳系，到更加广阔的宇宙空间任意遨游了。这个速度被称为“第三宇宙速度”。

这样就从科学上找到了一个正确的理论根据：

人类要实现航天的愿望，首先要突破第一宇宙速度，这是摆脱地球束缚的第一步。

5、飞出地球摇篮的预言

人怎样才能飞出地球？凡尔纳的大炮，牛顿的炮弹，都无法达到目的。必须寻觅一种能够超越每秒 7.9 公里速度的飞行工具。

伟大的俄国科学家齐奥尔科夫斯基首先指出：只有火箭才是实现宇宙航行的最理想的交通工具。这位被誉为“宇航之父”的先驱者，于 1857 年出生在一个贫寒之家，10 岁时因患猩红热而失去听力，无法继续上学，只念完三年小学就辍学了。但他靠自己的勤奋努力，顽强进取，通过自学读完了从中学到大学的课程，在崎岖、坎坷的道路上成长起来。

1880 年，齐奥尔科夫斯基考取了中学教师资格，并在教书之余研究宇宙航行。他对于宇航的痴心和入迷，使他不断提出一些异乎寻常的问题，他的思路有时异想天开，超出了他作为一个中学教师的学识范围。为了研究气流的阻力对飞行的影响，他竟像孩子一样，迎着大风身披被单猛跑，或者拽着风筝在泥泞路上奔跑，因此往往招致一些人的奚落和冷遇，甚至有人把这位耳聋的穷教师视为精神不正常的怪人。但齐奥尔科夫斯基冲破世人的偏见，克服重重困难，执著地追求。

1883 年他写出了一本叫《在地球之外》的科幻作品，其中所描述的宇宙航行比凡尔纳和威尔斯的故事具有不可辩驳的科学性。它设想在和平环境下，科学家们制造出一种长 100 米、直径 40 米的纺锤形“火箭航天船”，载 20 人，进入环绕地球的轨道。航天船处于完全无重力状态，乘员靠一种“宇宙枪”喷出气体在真空的宇宙空间飘游。他们在航天船内栽种蔬菜和水果，制造金属材料，储备足够的食品和用具，然后飞往月球，其中两人开动月球表面着陆车看到使人眼花缭乱的多姿多采景象。经过若干年之后，航天船平安返航，溅落在印度洋，胜利完成这次难忘的宇宙航行。这个构想与今天的真实情况有着惊人的相似之处。

两年之后，齐奥尔科夫斯基又发表了《关于地球和天空的幻想及万有引力效应》一书，进一步提出了发射人造地球卫星的设想。他把自己的愿望建立在严格的科学基础上，锲而不舍地致力于宇航理论的研究和实践。

齐奥尔科夫斯基的研究成果，集中地体现在他于 1898 年写成的《利用喷气装置探索宇宙空间》的著作中，首先提出了火箭在自由空间中运动的基本原理，推导出了描述火箭在重力场运动时所能达到的最大速度的数学公式，这就是著名的齐奥尔科夫斯基公式。这个公式表明，火箭要达到最大速度，第一需要采用高能推进剂来提高火箭的喷气速度，第二需要尽可能减轻火箭结构重量。确切地说，是要提高火箭起飞前的质量与火箭耗尽燃料后的质量之比值。这就为火箭的设计奠定了科学的理论基础。可以毫不夸张地说，没有这个公式，就没有今天的宇宙飞行。齐奥尔科夫斯基第一个把火箭原理和

航天概念建立在科学基础上，还研究了宇宙飞船的起飞方法和条件，设想了未来人在飞船中生活的情景。同时他还大胆提出采用液体推进剂的多级火箭建设地球之外航天站的方案。

齐奥尔科夫斯基第一次提出液体火箭的概念。当时他认为，用液氧和煤油作推进剂能产生较高的推力，并且可以解决太空中由于空气稀薄甚至缺乏空气而没有氧气助燃的困难。液体燃料可以用泵来调节燃料的流量，便于控制它的燃烧速度。而固体推进剂燃烧所产生的能量，一般来说要比液体推进剂的小，并且一旦点燃就很难控制，振动较大，影响精度。这个最先采用液体火箭实现航天飞行的设想，具有划时代的意义。

但是，航天科学技术的发展不是一帆风顺的。齐奥尔科夫斯基的这部奠基之作并未引起当时人们的注意，甚至被拒绝出版，经过他的奔波和呼喊，5年之后的1903年才在友人的帮助下得以正式发表出来。这部著作在航天理论发展史上树立起一座丰碑。

这部著作问世之后，人们对齐奥尔科夫斯基开始刮目相看，不再嘲笑他是与世隔绝的怪人了。

但在沙俄时代，齐奥尔科夫斯基饱经风霜，备受冷遇，曾一度产生悲观失望的情绪，不过他终究没有放弃对理想的追求。经过7年的艰苦努力，1911年1914年又发表了他的第二部科学著作《火箭与太空探索》，把关于利用火箭进行宇宙航行的思想向前推进了一步。特别是俄国十月革命给这位穷困潦倒的中学教师带来希望和光明，为他施展自己的才华和抱负创造了良好的条件。他在晚年仍不遗余力地向宇宙航行的目标攀登，取得了辉煌的研究成果。直到1935年逝世之前，齐奥尔科夫斯基一直在为实现人类奔向太空的理想不懈努力，用他的智慧和贡献搭起了一座通向太空的桥梁。

“地球是人类的摇篮，但是，人不会永远生活在摇篮里，他们不断地争取着生存世界和空间，起初将小心翼翼地穿出大气层，然后便是征服整个太阳系。”齐奥尔科夫斯基的这一预言启迪和激励人们对宇航事业的无限憧憬，成为人们征服太空的一种巨大精神力量。

6、戈达德火箭的挑战

齐奥尔科夫斯基在他那部开拓性的著作中，不仅提出了著名的火箭运动公式，而且还描绘了世界上第一个用液体火箭发动机作动力飞行器草图。但遗憾的是，他并未来得及把这个草图变成现实的航天飞行器。

谁料与此同时，在地球另一端的美国，被誉为“火箭之父”的罗伯特·戈达德却在世界上第一个实现了现代液体火箭的飞行。

戈达德于1882年诞生在美国马萨诸塞州的伍斯特城。从幼年起，就迷恋于科学发明，具有超群的想象力。1920年他就写了一篇题为《空间导航》的科学论文，虽未发表，但却显露了戈达德对于实现宇宙航行的理论素养。1904年他进入伍斯特理工学院后，曾在《1950年的旅游》一篇命题作文中，依靠他的知识积累，展开想象的翅膀，描述了制造一种磁悬浮列车，从波士顿到纽约只需10分钟，而当时的火车却要用8小时。后来，戈达德在克拉克大学攻读博士学位期间，开始把注意力转向利用火箭推力实现宇宙飞行，并指出只有用液体燃料才能提供宇宙航行所需的能量。这与齐奥尔科夫斯基的研究结果一样，可谓英雄所见略同。所以，根据当时的科学认识水平，大都集中

研究用液体燃料作动力的火箭来实现飞出地球的构想。

戈达德以挣脱地球引力为目标，于 1919 年发表《一种达到极端高度的方法》论文，从理论上阐明制造一种足以脱离地球引力并击中月球的火箭的可能性，描述这种火箭的有效载荷携带镁粉，那么地球上的人借助望远镜便可以看到火箭击中月面发出的闪光。1920 年华盛顿传出一条新闻，称戈达德成功地设计出一种火箭可能把探测仪器送到大气层之外，甚至飞到月球。戈达德的“月球火箭”曾名噪一时，有讥笑嘲弄的，有赞叹夸奖的，有半信半疑的，有寄予希望的，而戈达德对所有这些议论处之泰然，毫不理睬，照样走他自己的路。

为此，他在给一位朋友的信中表达出自己的心境和态度：“生命如此之短暂，而世上又有那么多的事需要我们去完成，这是令人着急的。我们应当冒点风险，去做那些我们力所能及的工作。”

在马萨诸塞州奥本郊外的沃德农场，建起了一座液体火箭静态试验和发射基地，这是戈达德艰苦努力的结果。他一面在克拉克大学从事理论研究，一面利用假日到沃德农场进行试验。试验中遇到过不少挫折和失败。他在对大型燃料贮箱进行试验时，第一次点火发生逆火现象，烧坏了液氧管路；第二次点火试验中，燃料溢出，发生爆炸；第三次试验烧毁了橡皮管道。经过多次失败，最后才成功地获得了供飞行试验用的液体火箭样机。

1926 年 3 月 16 日，这是“戈达德火箭”首次飞行试验日子。在沃德试验场，竖立在简陋发射架上的一枚液体火箭，顷刻由尾端喷射出一簇火焰，火箭冉冉升空，飞行 2.5 秒，上升高度 14 米，飞行距离 68 米。“戈达德火箭”一鸣惊人。尽管它的飞行时间很短，但却敲开了火箭技术的大门。

这是世界上第一枚飞行成功的液体火箭，看似平淡无奇，其貌不扬，然而却是戈达德花了 20 多年心血的结晶。这枚火箭高 3.04 米，由一台 0.6 米长的液体发动机和两个燃料贮箱组成。它的试飞成功，使戈达德信心倍增，焕发出不断进取的精神。他克服困难，奔波操劳，又研究新的液体火箭，选择新的试验场。1930 年 7 月 15 日，戈达德在第一次飞越大西洋的飞行员林白的帮助下，从著名慈善家古根海姆那里得到资金，把试验基地迁到新墨西哥州罗斯韦尔东北的梅斯卡勒罗农场。他和同事们在这里定居下来，一心一意从事他的火箭试验工作。同年 12 月 30 日，又一枚戈达德火箭从地平线上升起，发射高度 610 米，飞行距离 300 米，速度达到每小时 800 公里，火箭的性能大大提高了一步。

正当戈达德的火箭试验迅速进展的时候，1932 年 6 月由于受到经济萧条的影响，古根海姆基金会无力继续资助，他不得不中止试验，离开他苦心经营的车间和靶场。但他并不气馁，以顽强的毅力战胜困难，孜孜以求。后来又在好友林白的支持下，再次回到罗斯韦尔试验基地，重建他的火箭试验事业。从 1934 年到 1941 年，戈达德先后研制出 4 种系列的液体火箭，获得许多试验成果。第二次世界大战爆发后，为了不致因战争而中断对液体火箭的发展，戈达德发起“写信运动”，试图说服军方重视液体火箭的基础研究工作。但军方却把注意力放在那些短程研究工程上，希望发展有较大潜力的固体燃料火箭。戈达德当时在与世隔绝的荒漠中消息闭塞，无法适应军方的要求，这给他的研究试验工作又带来极大困难。尽管在战争环境下，戈达德的研究试验几乎无人问津，但他初衷不改，志向坚定，不断取得新的进展。

戈达德向地球引力挑战的初步成功，应验了今天在戈达德航天中心的一

块纪念碑上镌刻着他说过的一句话：“很难说有什么办不到的事情，因为昨天的梦想，可以是今天的希望，而且还可以成为明天的现实。”

它既是戈达德在实验不断遭到失败并不断受到嘲讽时对自己的勉励，也是表示他对于液体燃料火箭和进行其他发明时所具有的信心。

7、令人失望的成功

现代火箭的首先应用，完全有违它的初衷，不是开始用于宇宙飞行，而是挑起了涂炭生灵的战火。

当戈达德的第一枚液体火箭问世之时，德国的赫尔曼·奥伯特也在研究液体火箭的领域作着同样的努力。这位诞生于1894年的科学家，由于后来在火箭技术上的卓越贡献，被誉为“欧洲火箭之父”。他早在1923年就发表《飞往星际空间的火箭》论文，创立了火箭的数学理论，提出了关于火箭的构造和高空火箭的新概念。在这篇奠基性的论文里，他描述了未来液体火箭、人造卫星、宇宙飞船和空间站等各种航天器的发展。在奥伯特的影响下，火箭技术的研究在德国蓬勃开展起来。

1925年，德国的一个13岁孩子读了奥伯特的《飞往星际空间的火箭》一书，对宇宙航行发生了浓厚兴趣。这个孩子就是日后大名鼎鼎的火箭大师冯·布劳恩。这时，在德国兴起了一股“火箭热”。1927年，在一批业余火箭研究者的倡议下，德国成立了“宇宙旅行协会”，会员超过1000人。当时尚在罗马尼亚的奥伯特应邀回到德国，主持协会的工作，推动了火箭技术的发展。1930年，冯·布劳恩进入柏林理工学院学习，在这里加入协会，利用课余时间协助奥伯特从事液体火箭发动机的研究工作。在奥伯特和布劳恩的指导下，1931年3月14日，德国宇宙旅行协会研究的微型1号火箭进行发射试验，射程仅200米，但终究是实现了欧洲第一枚液体火箭的试验飞行。1934年12月，布劳恩领导研究的两枚液体火箭，发射到2.4公里的高空，获得了巨大成功。

当时的德国在第一次世界大战中战败，经过战后经济的恢复和工业的发展，又跃跃欲试，东山再起。在第二次世界大战爆发前，德国法西斯主义者就看中了火箭是一种有发展前途的武器。现代火箭具有速度快、射程远、威力大、精度高，能在大气层外飞行，便于隐蔽等特点。既是炮兵指挥官，又是工程学博士的沃尔特·多恩伯格被破格晋升为少将，受命负责秘密研制液体火箭武器。他清楚地认识到液体火箭有着不可忽视的军事潜力，并发现宇宙旅行协会拥有一批火箭技术人员，于是招兵买马，搜罗人才，把宇宙旅行协会解散后包括布劳恩在内的一批火箭专家争取到军方的研究工作中来，从而加快了火箭武器的研制步伐。

冯·布劳恩后来回忆说：“火箭就像古罗马的守门神那样具有两副截然不同的面孔，即火箭可以用于和平目的的空间探索，也可以用于毁灭人类的战争。”事实也正是这样。1932年，应多恩伯格的聘请，布劳恩参加到军用液体火箭研制的行列。德国在波罗的海附近的佩内明德村修建了一座大型火箭研制试验基地，布劳恩作为技术指导，从1933年到1936年先后研制成功A—1、A—2、A—3、A—4四种试验型火箭。随着德国纳粹分子称霸世界野心的膨胀，火箭作为杀人武器在战争的道路上越来越跨近了。

1944年6月13日凌晨，在英国伦敦上空突然响起了可怕的爆炸声。随

后，嗡嗡的呼啸声不断，一个个火球从空中落下，立刻爆炸燃起大火，人们惊恐万状，不知发生了什么事情。原来这是德国发射的 V—1 火箭。V—1 火箭是一种飞航式导弹，它的飞行距离约 240 公里，携带装有 700 公斤普通炸药的弹头，这在当时是一种令人闻声丧胆的可怖武器了。在 3 个月内，共有 2000 多枚 V—1 火箭落在英国领土，造成上万幢房屋焚毁，2 万多人伤亡。同年 9 月 8 日傍晚，伦敦突然遭到更猛烈的空袭，德国使用了威力更强的 V—2 火箭。这是有史以来世界上投入战争的第一枚弹道式导弹。这种采用液体火箭发动机的 V—2 导弹重 13 吨，长 14 米，最大直径 1.65 米，最大飞行速度每秒 1.7 公里，射程 320 公里。这种导弹载有重 1 吨普通炸药的弹头。在半年之内，德军在战争中发射 V—2 导弹共 4320 枚，其中对英国发射了 1402 枚，落到伦敦市区的有 517 枚，造成和平居民无辜死亡，财产巨大损失，带来难以估计的灾难。据说，当 V—2 导弹首次从荷兰海牙郊区隐蔽的丛林中发射，飞越英吉利海峡击中伦敦后，布劳恩不无感叹地自言自语说：这枚导弹性能良好，只是降落在了错误的星球上。所以，后来人们称 V—2 火箭是令人失望的成功。

但是，这种被称为“神奇武器”的 V—2 火箭，也未能挽救德国法西斯的覆灭命运。火箭不应该用作战争的工具，而应成为打开宇宙大门的钥匙。

8、开辟航天时代的新纪元

迄今为止，人类只有借助多级运载火箭，才能实现太空飞行。因为根据现有火箭推进剂性能和技术水平，用单级火箭尚达不到所需的第一宇宙速度，因而无法把人造天体送入空间轨道运行。

德国在战争中使用的 V—2 火箭，如果将火箭组合起来进行“接力赛跑”，使它变成多级火箭，飞行速度就有可能从每秒 1.7 公里增大到每秒 7.9 公里，就具备发射人造地球卫星的能力了。这就是说，V—2 火箭的出现，本来可以表明，人类距离飞出地球引力的门槛已经近在咫尺，遗憾的是航天史却走了一段战争的弯路。

第二次世界大战结束后，前苏联和美国作为两大获胜国家，都看中德国 V—2 火箭的技术的发展前景，相互争夺这一战利品。美国抢先下手，俘获佩内明德火箭基地的 130 多名主要研究人员，其中包括著名火箭专家冯·布劳恩等人，同时缴获 100 枚 V—2 火箭实物。前苏联却晚到一步，只得到剩下的一些 V—2 火箭资料、设施和普通工程技术人员。这两个国家的火箭技术原先都各自已有一定基础，现在有 V—2 火箭可资借鉴，如虎添翼，如鱼得水，它们在相互竞争中领先登上了太空舞台。

战后，美国和苏联相继提出了研制人造地球卫星计划。1945 年 9 月，美国陆军航空局发表《向着新的地平线》的报告，宣布“在近期发射人造地球卫星是可能的”。随后，美国海军航空局也提出了“应该优先推进人造地球卫星计划”的意见。由于火箭作为运载工具，是发射人造卫星的必不可少的前提，因此，1946 年美国空军制订边缘计划，提出首先发展运载火箭，然后到 1951 年发射人造卫星。尽管美国军方在继续研制导弹武器的同时，把发展人造地球卫星的空间探测提上日程，但没有政府的支持，进展缓慢。直到 1955 年 7 月 29 日，美国政府才正式批准了人造卫星研制计划。前苏联的卫星发展一直处于秘密状态。1946 年，前苏联成立有火箭科学研究所。1947 年至 1948

年，在运载火箭总设计师谢·科罗廖夫和人造卫星总设计师米·吉洪拉沃夫的主持下，解决了卫星运载工具的理论问题。1955年8月30日，苏联人造地球卫星委员会成立，1956年1月30日正式作出研制人造地球卫星的决定，开始全面展开研制工作。

1957年7月1日到1958年12月3日是国际地球物理年，世界各国的许多科学家呼吁发射一颗人造地球卫星，开展宇宙空间研究活动，进一步揭示地球及其周围空间的奥秘。1957年初，美国一家报纸透露，在国际地球物理年内将发射一颗小型科学卫星。这一消息传到苏联，立即引起科罗廖夫的极大重视，他权衡利弊之后，立即写报告要求赶在美国之前发射第一颗人造卫星，以便在空间探测领域取得领先地位。苏联政府很快批准了科罗廖夫的报告，下令不惜任何代价加紧研制运载火箭和卫星的工作。一切在秘密进行。

1957年10月4日，对研制人造卫星从未透露信息的苏联却通过塔斯社发表声明：“从苏联领土上成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。”消息不胫而走，世界为之震惊。接着，人们从广播中收听到这颗卫星在太空中发出的“噼啪”无线电信号声，真实地感到人类航天时代已经来临。这颗被称为“伴侣1号”的人造卫星重83.6公斤，近似球形，直径58厘米，由铝合金制成，以每秒8公里的平均速度在椭圆轨道上环绕地球运行。它的轨道远地点为950公里，近地点为230公里，绕地球一周的时间为96分钟。第一颗人造卫星在太空轨道上运行3个月，于1958年1月4日坠入大气层途中烧毁。它的寿命虽然短暂，但由于是第一次向地球引力挑战获得成功，成为第一个派往太空的地球的使者而名垂史册。从此揭开了人类航天活动的序幕，开创了宇宙航行的新纪元。

第二章 架设通向太空的天梯

登天，首先要有克服地球引力的交通工具。20世纪初，就有形形色色关于宇宙梯、空间桥、通天塔的设计。自从齐奥尔科夫斯基第一个提出应用火箭实现征服太空的方案之后，科学家们就开始集中力量进行架设通向太空的天梯的实践。经过半个世纪的研究和试验，人类首先突破了运载火箭这一大难关，开辟了通向太空的道路。

从50年代末以来，世界各国研制出了数十种运载火箭，其中无论是运载火箭的种类和数量，还是火箭的运载能力，前苏联和美国都各列前茅。但自70年代开始，中国、法国、日本等国的运载火箭相继研制成功，从而打破了苏、美在航天领域的独霸局面。今天，除了前苏联的天顶号、旋风号、质子号、能源号运载火箭，美国的宇宙神、德尔它、大力神、土星系列运载火箭著称于世外，中国的长征系列火箭、欧洲空间局的阿丽亚娜系列火箭、日本的N系列和H型火箭已崭露头角，从地球上崛起。

1、向太空进发的火箭列车

俄国科学家齐奥尔科夫斯基最早提出采用火箭飞行太空的思想。他在1903年发表的《利用喷气装置探索宇宙空间》论文中，科学地阐明了火箭原理和航天环境，建立了火箭推进的速度公式，畅想了利用火箭发射载人飞船的活动。1919年，美国“火箭之父”戈达德在《一种达到极端高度的方法》一书中，论证了利用火箭探索太空并飞往月球的途径。1923年德国火箭始祖奥伯特在《飞往星际空间的火箭》的小册子中，进一步论述了火箭脱离地球引力飞出地球到行星际空间的科学方法。这些宇航先驱者都认为火箭是通向太空的理想交通工具，因此现代火箭受到许许多多科学家的青睐，并作为一门新兴技术迅速发展起来。

迄今为止，火箭之所以被看作是航天的理想工具，是因为它的动力装置自带燃料和氧化剂，不仅因其自带燃料而能够逐渐加快飞行速度，而且还因其自带氧化剂而能够在没有空气的宇宙空间继续进行燃烧，这样才能使火箭发动机保持不断产生喷气反作用力，推动宇宙飞行器而进入太空飞行。

目前投入使用的航天运载火箭都采用化学燃料作为动力来源，这种化学燃料一般分为固体和液体两种。尽管古代中国的火箭早就使用称为火药的固体燃料，这种固体火箭结构简单，制作容易，但一旦燃烧起来，控制它就比较困难，往往形成剧烈的爆炸；而液体火箭利用阀门可以自由调节燃料的流量，便于控制它的燃烧和喷射速度。因此，齐奥尔科夫斯基指出：“液体燃料火箭比固体燃料火箭更适宜于宇宙飞行。”

实际上，最初液体火箭的发展确实占有明显的优势。人们发现，目前大多数运载火箭就使用液体燃料，只有一部分多级火箭中的第一级助推器或上面级发动机才使用固体燃料，也有个别小型运载火箭几级都用固体燃料。当然，由于火箭技术及其相关领域的不断完善和进步，固体火箭和液体火箭因各有其明显的特点而在竞相发展。

科学家们在寻求建造作为天梯的火箭的过程中，发现单级火箭无论采用固体或液体燃料的性能多么好，按照现在的先进技术所能达到的最大速度大约为每秒4.5公里至6公里，这就是说，根本达不到把卫星送上地球轨道所

需的每秒 7.9 公里的第一宇宙速度。那么，怎么解决这个难题呢？

在现有条件下，还是齐奥尔科夫斯基想出了一个绝妙的办法：建造被称为“火箭列车”的多级火箭。这种多级火箭由两节以上的火箭串联或并联组成。并联一般用于第一级火箭，以加大整个火箭的起飞推力。“火箭列车”从地面开出时，最先第一节火箭点火，达到一定速度后燃料耗尽自动脱落；这时第二节火箭点火，加大速度继续飞行，燃料用完后关机而自行脱离；然后第三节火箭接着点火飞行，直到速度提高到所需数值，把卫星或飞船等有效载荷送入预定轨道。当然，航天运载火箭不是级数越多越好，因为多加一级，不仅制造工艺和级间分离等技术多一层困难，而且所能增加的速度也有一定限制，最多只能比单级火箭的速度大 70%。现在一枚三级火箭能达到的速度比单级火箭已超过 45%。因此，限于各种因素，目前的多级火箭都选在二级至四级之间，一般用三级的最多，也最为适宜。

从最初的单级火箭问世，到后来多级火箭的使用，经历了漫长的半个世纪，人类终于借助齐奥尔科夫斯基设想的“火箭列车”驶进了太空的大门。

2、第一座通向天穹的天梯

第二次世界大战后，根据齐奥尔科夫斯基关于“火箭列车”的设想，前苏联在俘获一批德国火箭技术人员和缴获 V—2 火箭资料的基础上继续推进由齐奥尔科夫斯基开创的火箭技术研究计划，加紧架设第一座步入太空的天梯。

经过 10 年的发展，苏联在拥有强大的洲际导弹的同时，研制成了远程运载火箭。1957 年 8 月 27 日，苏联塔斯社突然发表公告称：世界上一枚多级远程弹道火箭发射成功。火箭试验进展顺利，完全证实计算和所定的结构是正确的。经过短时间的远距离飞行之后，火箭在预定区域降落，完成了一次前所未有的试验飞行。这一消息对于未来的宇宙飞行具有非凡的意义。但是当时人们并不知道架设这第一座天梯的总设计师是谁，若干年之后，在一些报刊中才逐渐披露出火箭大师科罗廖夫对于开辟航天之路作出的卓越贡献。

谢尔盖·巴甫洛维奇·科罗廖夫可以说是将人类的航天理想变为现实的第一个开拓者。他于 1907 年 1 月 12 日诞生在乌克兰瑞特米尔城的一个教师家庭，9 岁时随父母迁居敖德萨，在离他家不远的地方驻扎一支飞行中队，几乎天天都可以看到飞机表演，这在他幼小的心灵里播下了飞行的种子。在青年时代他信奉一句座右铭：既要造出飞行器，又要驾驶它上天飞行。科罗廖夫在著名的莫斯科包曼高等工业学院学习期间，就成为飞行设计大师图波列夫的学生，后来又在齐奥尔科夫斯基的指导下，参加组建苏联早期的火箭喷气推进研究小组的工作。

1932 年科罗廖夫担任火箭技术部门的领导职务，主持制订了宏伟的火箭发展规划，参加研究设计的液体火箭试验成功。在卫国战争时期，科罗廖夫把他主持设计的液体火箭发动机用作战斗机轰炸机的加速器，取得了辉煌的战绩。他当时就满怀信心地说：“我致力于研究航空用火箭发动机不是最终目标，而是作为通向宇宙飞行目标的工具，尽管困难很多，但只要作出很大努力，必能成功。”

战后的 1946 年 8 月 9 日，科罗廖夫被任命为苏联第一枚弹道式火箭的总设计师。在他的精心组织下，发挥火箭专家集体的智慧和创造精神，只经过

一年时间，1947年10月18日苏联第一枚弹道式火箭首飞成功。在50年代初期，他发起用火箭进行地球物理研究，为实现太空飞行准备条件。1957年5月，科罗廖夫设计局研制的一种地球物理火箭把2200公斤的有效载荷发射到了212公里的高度，但是这种单级火箭因其飞行速度低于第一宇宙速度，还不能达到实现宇宙飞行的目的。

科罗廖夫充分展示了自己的创造才能，大胆地提出了用单级火箭串联和并联的方式组成多级“火箭列车”来实现宇宙飞行的设计方案。

这个方案计划用一枚较长的地球物理火箭作芯级，芯级长28米，直径2.95米，装一台P—108液体火箭发动机，由于芯级一台液体发动机产生的推力有限，就在它的四周捆绑4台火箭发动机作助推级，这种助推级提供辅助推力。这样，把芯级和助推级串联起来，以便能够产生足够的推力和需要的速度把一定重量的卫星送上地球轨道。助推级长19米，直径3米，各装一台P—107液体火箭发动机，与芯级一起组成一枚两级火箭，人造地球卫星就安装在最上面一级的火箭的整流罩内。起飞时，5台发动机同时点火，产生398吨的起飞推力。火箭飞行120秒后，4个捆绑的助推器工作完成后抛掉，这时火箭飞行高度为50公里，飞行速度达每秒3.2公里。然后中心芯级的火箭发动机继续工作80秒，使火箭加速到每秒8公里的速度，这时卫星与火箭脱离，进入绕地球运行的预定轨道飞行。

1957年8月21日，第一枚名叫P—7的弹道式洲际火箭发射试验成功。在此基础上，科罗廖夫对P—7洲际火箭作了改进，把它用作发射卫星的运载工具。仅过了不到一个半月，1957年10月4日，这枚经过改装的卫星号运载火箭果然按预定方案成功地将第一颗人造地球卫星发射到环绕地球的轨道。科罗廖夫为此倾注了毕生精力，终于把齐奥尔科夫斯基的设想变成了现实，在人类航天史上写下了辉煌的一页。

这枚被称为“卫星”号的运载火箭，为苏联的航天事业开了先河。科罗廖夫利用这一基本型火箭，提出上面再加上一级，设计出了一种新型三级运载火箭。1961年3月9日和25日，这种新型运载火箭先后试验成功。一个月后，它载着“东方”号宇宙飞船把世界上第一位航天员加加林送上太空飞行，从而揭开了载人航天的序幕。这枚称为“东方”号的运载火箭，是科罗廖夫对人类新兴航天事业的杰出贡献。人类长期以来向往飞出地球的梦想，终于变成现实。这是航天史上具有划时代意义的事件。

科罗廖夫于1966年1月因心脏病辞世，但是人们永远不会忘记他为架设第一座天梯所建树的伟大功绩。

3、从红石导弹到土星号火箭

美国第一个飞越大西洋的飞行员林白在目睹美国第一颗人造卫星发射上天时，曾意味深长地回忆说：“1929年，戈达德在我面前展现了一幅多级火箭发射前景的美丽蓝图，30年后的今天，我在卡纳维拉尔角亲眼看到一枚巨大的多级火箭腾空而起的动人情景。我真不知道，是他那时在做梦，还是我现在在做梦。”美国火箭先驱戈达德早在1945年8月10日就被病魔夺去了生命，他所梦寐以求研制多级火箭到太空飞行的执著追求，后来由1955年加入美国籍的德国著名火箭专家布劳恩实现了。

冯·布劳恩就在戈达德逝世不久，被作为战俘从德国到了美国，把戈达

德留下的事业担负起来。开始，布劳恩仍然从事导弹研制，为美国制造战争武器效劳。1945年至1949年，他在白沙靶场继续研究试验V—2导弹，同时把它改装成高空地球物理火箭。1950年8月，布劳恩被调到亚拉巴马州亨茨维尔的红石兵工厂，在V—2导弹的基础上研制红石导弹。这种导弹长19.2米，直径1.78米，总重18吨。1955年研制成功丘比特型导弹，弹长17.7米，直径2.68米，总重48吨。这两种导弹都是单级火箭结构，还不足以达到运载卫星的能力。1957年10月4日苏联抢先把世界上第一颗卫星送上地球轨道之后，美国为了不落人后，赶上苏联，决定将丘比特导弹改装为丘比特C运载火箭。原来，美国于1955年开始实施发射卫星的计划，曾研制过一种运载火箭，结果不仅未赶在苏联之前捷足先登，而且在紧步苏联后尘于1957年12月6日第一次发射卫星遭致失败。因此，布劳恩感到责任重大，决心一试身手，挽回声誉。

1958年2月1日，布劳恩主持研制的丘比特C运载火箭把美国第一颗人造卫星“探险者1号”成功地送上地球轨道运行。丘比特C运载火箭有四级，第一级是红石导弹的改进型，第二、三、四级分别由11个、3个和1个固体火箭捆绑而成。由于丘比特C火箭的推力较小，它发射的“探险者1号”卫星重量只有8.22公斤，不及前苏联第一颗卫星重量的十分之一。尽管如此，它毕竟打开了美国通向太空之路。

此后，在布劳恩的主持和参与下，从1958年起，美国先后利用几种中程和洲际导弹，经过改进研制成功雷神系列、宇宙神系列，大力神系列运载火箭，其中每一个系列都包括了几种不同用途的型号。这些运载火箭在美国航天计划中争奇斗艳，各显其能，屡建奇功。而布劳恩的辉煌成就，莫过于为“阿波罗登月计划”而研制的土星5巨型运载火箭，这是火箭发展史上的一个重要里程碑。

美国在发射卫星和载人上天的激烈竞争中，都落在前苏联的后面。为了摆脱这种难堪的局面，在美国第一个航天员格伦上天飞行之后，就马上把赌注下在载人登月上，决心要抢在前苏联之前夺走这顶桂冠。1961年4月20日，美国总统在一份备忘录中提出：用火箭载人登月，再返地球。为此，总统召见国家宇航局的科学家，询问在60年代能否把人送上月球。布劳恩斩钉截铁地回答说：“行！”

于是，美国决定把规模浩大的“阿波罗登月计划”作为国家目标。而实现这一目标的关键是要有推力相当大的运载火箭。为了抢先登上月球，布劳恩担起重任，迅速制定了土星号登月火箭的研制计划。经过苦心经营，两年后首先研制出了“土星1”号两级液体火箭，它全长35米，直径6.5米，看起来已经是一具庞然大物了。1966年又研制成土星1号的改进型“土星1B”运载火箭，从1966年到1968年曾进行过5次不载人的亚轨道试验飞行，直到1968年10月11日用它完成了第一次载人轨道飞行。在此前一年，1967年“土星5”号巨型运载火箭问世，从而确立了它在火箭发展史上的重要地位。这是一种三级液体火箭，相当于36层大楼高，全长110.6米，直径10米，起飞重量2840吨。它是美国最大的运载火箭，能把100吨重的卫星送上地球轨道，或者把50吨重的飞船送上月球。1967年11月9日进行飞行试验，将不载人的“阿波罗4”号飞船送入地球轨道。此后不到两年时间，1969年7月20日美国用“土星5号”运载火箭破天荒地完成了人类第一次登月飞行，写下航天史上最壮丽的一页。

从红石导弹到“土星5号”运载火箭，记录下布劳思的艰辛而光荣的历程。“土星5号”的成功，标志着他一生事业的顶峰。当人们赞誉布劳恩为发展航天事业做出的巨大贡献时，他回答说：“我认为，要像一个从萌芽、成长、开花、结果的自然生命那样，经过理想、奋斗、成功来实现前人和他人未完成的事业，乃是人生的最大乐趣。”

4、火箭腾飞的动力源泉

航天运载工具一般包括火箭结构、动力装置、控制系统三大部分。火箭飞行，首先离不开动力装置，因此作为火箭动力装置的火箭发动机的发展，对于运载火箭的兴衰成败有举足轻重的作用。前苏联著名的液体火箭发动机专家瓦连金·彼得罗维奇·格鲁什科就曾说过：“齐奥尔科夫斯基从理论上已经解决了宇宙航行问题，而我的任务就是把这些理论变为现实。所以搞火箭发动机就成为我一生奋斗的目标。”

格鲁什科生于1908年9月2日。1922年当他只有14岁时，从一本叫《星际航行》的书中知道了齐奥尔科夫斯基为之献身的事业，唤起了格鲁什科对宇宙航行的憧憬。他如饥似渴地阅读齐奥尔科夫斯基的著作，并渴望齐奥尔科夫斯基给他指点迷津。于是他大胆地写信给齐奥尔科夫斯基，表达自己立志闯入宇航大门的理想。不久，齐奥尔科夫斯基回信给以热情鼓励，还两次给他寄书，希望他树立信心，不懈努力。从此，他们结下了亲密的师生情谊，格鲁什科追随齐奥尔科夫斯基的足迹，走上了研制火箭发动机的道路。1929年，格鲁什科从列宁格勒大学毕业后，开始从事空气动力实验工作，同年倡议成立液体火箭发动机研究小组，并参加早期的OPM（试验火箭发动机）—52型发动机的设计工作。格鲁什科认为，宇宙航行的基础是动力工程，如果不很好地解决与他有关的问题，那么航天只能是幻想。因此他选择火箭发动机研制作为致力于火箭技术发展的起点。

1945年，由于格鲁什科在研制火箭发动机方面成绩卓著，他被任命为总设计师，先后主持了几个P系列的液体火箭发动机的设计工作。格鲁什科毕生致力于液体火箭发动机结构的完善程度，因为它决定火箭向太空发射的有效载荷重量，在航天技术领域具有更大的意义。他主持设计的液体火箭发动机最基本、最常用的是P—107和P—108两种，它们均采用液氧和煤油作推进剂，前者用在发射早期人造卫星和载人飞船的运载火箭上，后者多数用在发射行星探测器的运载火箭上。其次是P—200系列发动机，采用普通的硝酸和煤油作推进剂，或具有较高能量的四氧化二氮和偏二甲联作推进剂，其中P—211、P—213、P—214发动机用在发射宇宙号系列卫星的运载火箭上，P—219和P—253分别用在旋风号运载火箭和质子号运载火箭上。前苏联最大的运载火箭能源号采用先进的液氢液氧发动机。氢能自燃，氧能助燃，液氢和液氧都是在低温高压下被压缩的液体，因而液氢和液氧是一种高能低温推进剂，不仅能产生很高的能量，而且氢加氧燃烧后的产物是水，它无毒无污染，是目前性能最佳的一种火箭推进剂。格鲁什科主持的液氢液氧发动机，代表了他晚年最杰出的成就。这些发动机闻名于世，反映了苏联火箭发动机发展的光荣历程。

5、在飞行中拨正火箭航向