

导 言 历尽艰难成此景

2003 年 10 月 15 日 9 时整，中国的西北大漠里一声惊天轰鸣，巨型运载火箭喷射出一团橘红色的烈焰，托举着“神舟”五号载人飞船拔地而起，载着中国第一个“太空人”杨利伟一路绝尘……

历尽艰难成此景，人间万事出艰辛。曾几何时，是中国人最早发明了古代火箭，最先想到利用火箭的力量把人送入天空……新中国建立后，中国人民依靠自己的力量和聪明才智，在发展航天科学技术方面取得了辉煌成就。如今，中国“太空人”又首次叩访了太空，实现了中华民族的千年“飞天”梦！火箭、卫星、飞船……在进军太空的征程中，中国一次又一次地引起了世界的瞩目。

“长风破浪会有时，直挂云帆济沧海。”“神舟”五号载人飞船的成功发射，无疑是一个“历史性”和“里程碑式”的重大事件，它使人们又一次燃起了对太空的高度激情，再度激发了亲历太空的强烈愿望。

茫茫宇宙，奇譎诡秘；浩瀚长空，令人神往。

自古以来，对于生长在“地球村”的人类来说，太空王国一

直是一块充满神奇、令人向往的“天堂”，是人类寄托遐思的空间。“牛郎织女”“嫦娥奔月”“大闹天宫”“彩虹飞渡”……无一不寄托着人类认识和征服太空的美好憧憬。

于是，探索宇宙、认识太空，并最终征服太空，成为人类孜孜以求的终极目标。

太空即外层空间，又称为宇宙空间，简称空间或外空，在中国一般通称为“天”。它是地球稠密大气层之外的空间区域，是一个等待地球人类去开垦的“处女地”。

在航天技术领域，通常将地球表面 120 千米以上直至遥远宇宙的区域称为空间或太空。由于人类目前的技术水平还无法到达更加遥远的宇宙空间，所以，航天活动主要在太阳系以内的空间进行。

太阳系以内的空间，又可以分为行星空间和行星际空间。行星空间是指行星的引力所作用的区域，行星际空间是指太阳系内除了行星空间以外的行星之间的宇宙空间。

地球宇宙空间就是一个行星空间，它是指地球引力的作用区域。地球与太阳的平均距离约为 1.496 亿千米，在地球与太阳之间距地球 93 万千米的地方，太阳的引力与地球的引力大小相等。以地球为中心、以 93 万千米为半径的球形区域便成为地球的引力作用范围，这个球形区域就是地球宇宙空间。地球宇宙空间还可进一步划分为四个空域：近地空间（120 千米～150 千米）、近宇宙空间（150 千米～2000 千米）、中宇宙空间（2000 千米～5 万千米）和远宇宙空间（5 万千米～93 万千米）。目前，40% 的航天器和 100% 的洲际弹道导弹与潜射弹道导弹均主要运行于或经过近地空间和近宇宙空间，约有 60% 的不载人航天器运行于中宇宙空间。

外层空间是人类认识和实践活动的领域。1981 年在罗马

召开的国际宇航联合会第 32 届年会上，把外层空间称为人类的“第四环境”，而把陆地、海洋和大气层分别称为人类的第一、第二和第三环境。

人类在生活和生产活动中，不断开拓新的疆域，扩展新的生存空间。为了认识和征服太空，人类经历了漫长的艰难探索。如今，飞速发展的航天技术，为人类认识和利用外层空间创造了新的机会，人类获得了离开地球的自由，从此便可到新的天体中去开拓新的疆域。

1961 年苏联“东方号”载人飞船发射成功，加加林成为世界上第一位飞入太空的宇航员；美国“阿波罗”11 号飞船于 1969 年首次实现人类载人登上月球的理想。这些事件表明世界已经进入了太空时代。

人类进入太空以及开始适应、认识、开发和利用“第四环境”这一事件，是人类文明史上一次了不起的飞跃。其意义之重大、影响之深远，难以用语言来表述，但有一点却是十分清楚的，就是这个人类新进入的环境中，蕴藏着极为丰富和多样的太空资源。40 多年来的无人和载人航天活动，为人类认识、探索和开发太空创造了条件。

如今，人类已经叩开了太空的大门，并正继续向更深远的太空挺进。然而，对于古时人类来说，这一切却只能存在于一些美好的幻想之中。

在古代，人们看到月亮圆了缺，缺了圆，便想像为“天狗”在“吃月”；看到无数星星在天空闪烁，便想像成千千万万颗宝石点缀着无边无际的天空；看到巨大的星系横贯长空，便想像为一条很长的天河在太空中奔流……久而久之，在人们的心中便萌发了探索宇宙奥秘，到太空中去旅行或居住的愿望，希望有朝一日能登上人类梦寐以求的“天堂”。于是，便产生了各种有关太

空飞行的神奇幻想和美好传说，借以表达人类征服太空的美好愿望。这也可视为人类开发利用太空思想的最早萌芽。

古代有关太空飞行的幻想和传说，以中国、古希腊、埃及、印度和阿拉伯国家最为著名，流传最广，影响最大。

最早提出太空飞行设想的是中国的祖先。

早在公元前 200 多年前，中国就有“嫦娥奔月”的传说。说的是美丽动人的嫦娥因偷吃了丈夫的长生不老药，便像鸟儿一样飞到月亮上去了，从此她与丈夫天各一方，孤寂无聊，只能与玉兔为伴。另据中国古书《拾遗记》记载，在尧的时代，中国就有载人航天的幻想故事。故事讲道，人们可以从海上直奔天河，也可以乘 12 年绕天一周的“巨槎”到月亮、星星上去。至于中国民间广为流传的“牛郎织女”、“孙悟空大闹天宫”以及春秋战国时期的箫史与弄玉乘龙跨凤双双成仙飞往“天堂”的神话故事，更是反映了中国古代人民征服太空的强烈愿望。

外国关于太空飞行的神话故事也不少。古希腊神话中的代达罗斯父子插翅逃亡、墨丘利的带翅凉鞋，古条顿传说中魏兰的飞行马甲及阿拉伯神话中的波斯飞行毯等，都是古代人类对太空飞行方法的设想。

古代太空飞行的各种传说，反映了古人向往太空、开发利用太空资源的种种愿望，为今天的人类发展航天事业开启了想像的大门。

人类在征服太空的斗争中取得的伟大成就，当然主要是依靠人类本身的智慧和力量，但也是人类善于借鉴的结果。

人们见鸟类、昆虫等动物能在空中飞行，于是决定模仿它们飞上天空。

最初，人们只是对鸟类的飞行进行简单的模仿，把大鸟羽翼都绑在身上，靠重力从高处滑翔而下。据古代资料记载，在

1900 多年前，中国西汉时期有一人在京都长安举行了一次飞行表演。他用鸟羽做成两只翅膀装在身上，并在头和身体其他部位也都绑上羽毛，然后扑动双翅飞行数百步而落地。这是文字记载的人类第一次飞行。后来，世界上还有许多人也制造了各式各样的翅膀，将它们绑在手臂上，试图模仿鸟类飞向天空。结果不是飞不起来，就是翼破人亡，全都失败了。

人类从简单模仿鸟类飞行的一次又一次失败之中，不断总结经验教训，使自己逐渐地聪明起来，开始认真研究鸟类和昆虫飞行的原理和飞行动力学问题，并最终认识到鸟类和昆虫之所以能起飞，缘于其整个身体结构都适应飞行的需要。如鸟类具有流线型的体型，飞行阻力很小；骨骼中空，重量轻；肌肉集中于胸部，功率大等。而人类的体形不但符合流线型，而且骨骼很重，肌肉分散，功率低。因此得出结论，人如果不借助机械动力，单靠自身的体力作扑翼飞行，是难以飞上天的。从此，人类从对鸟类、昆虫飞行的简单模仿，发展到创造性地仿生。即根据动物飞行的原理，从动物身上索取蓝图，加上人的聪明才智，制造飞行器。

早在 3000 年前，中国周朝的墨子就曾带领 300 多弟子用 3 年时间，制成了一只“会飞的木鸟”，古书上把它叫做“竹鹊”或“木鸢”。据说，春秋时代著名工匠鲁班和地动仪的发明者、东汉科学家、文学家张衡等也曾制造过类似的飞行器。15 世纪，德国人米勒曾制造出“铁苍蝇”和“机械鹰”，并进行过飞行试验。400 多年前，意大利著名科学家、艺术家达·芬奇，在总结前人制造飞行器的基础上，对鸟类和蝙蝠飞行进行了深入的观察和研究，设计了一个与真人大小相近的“扑翼飞机”，试图用人的蹬力扑动翅膀而飞行。他虽然没有成功，但在人类飞行的道路上向前迈出了可喜的一步。

大约在公元 1800 年，气体力学创始人之一的英国科学家凯利，从鸟的身上得到启发，仿照鸟翼设计了一种与现代飞机机翼截面曲线几乎完全相同的机翼。法国生物学家马雷在广泛研究了鸟类的飞行原理之后，写了一本名为《动物的机器》的书，系统地介绍了鸟类飞行的知识和原理。接下来，俄国科学家茹可夫斯基也在研究鸟类飞行的基础上，提出了空气动力学的理论。至此，人类经过几千年的探索和千千万万飞行爱好者的共同努力，终于揭开了鸟类飞行的奥秘，找到了人类飞行的关键所在。从此，人类进入了制造飞机的时代，并为以后的火箭、航天飞机、空间站的研制奠定了基础。

人类经过几千年的艰难探索与努力，古代的许多幻想已经变成了今天的现实。我们在赞美今天航天事业的伟大成就的时候，万万不能忘记人类祖先对航天事业做出的艰难探索与贡献。可以说，没有古人的神奇幻想，就不会有今天甚至将来航天事业的巨大成就，也不会有今天甚至将来人类开发利用太空的累累硕果。

随着人类“登天梦”的实现，随着太空不再神秘，太空便成了人类施展智慧的新的“试验田”。如今，太空更成为世界各国展现民族精神、体现国家科技水平和综合国力的新领域。能否在太空中占有一席之地，已成为一个国家的形象的象征。

如果说古人类向往太空，仅仅是因为它的神秘；那么，现代人欲认识和征服太空，则是为了开发和利用它的资源宝藏。

且不说太空存在极其丰富的矿产资源，就是太空特殊的环境和条件，诸如高远的位置、微重力环境、强宇宙粒子射线辐射和高真空环境等等，都是人类可资利用的重要资源。于是，开发利用太空资源，便成为人类“登天”的一个重要内容，并为之奋斗不已。

虽然开发太空的规模和速度将受到一国社会政治、军事、经

济，以至自然因素、领导者的决策和决心等诸多因素的影响和制约，道路是曲折而漫长的，但一定会不断发展下去。随着人类开发宇宙空间的技术日臻成熟，人类可望在 21 世纪实现首次火星载人飞行；永久性载人空间站的正常运行，各种空间平台、天地往返系统等的成龙配套，将会使空间天文观测、对地监测等进入新的境界；太空通信和导航的发展将使地球“变得更小更小”；太空加工和生产的产物将进入市场；太空旅游业等也将兴起；如果进展顺利，首批月球居住点将在 21 世纪初建成运行……

然而，哪里有资源，那里就有利益冲突，那里就有对抗、争夺和战争。这就是人类的历史，这就是人类社会的发展史！

一部几千年的人类战争史证明，资源利益一直是引发战争的主要动因之一，在现代社会里更是如此。以第二次世界大战后几十年所爆发的大量局部战争和军事冲突来看，有 60% 以上都与资源有关。其中典型的有中东战争、两伊战争、海湾战争、科索沃战争、巴以争端等。至于新世纪第一场现代化战争——伊拉克战争，尽管美国举出了开战的诸多理由，但究其实质，还是为了那里的不可再生资源——石油。

在农业社会，国家间的征战主要是为了争夺土地资源、人力资源和农业资源；工业社会里主要是争夺矿产资源和能源资源；在工业社会向信息化社会过渡的今天，人类在继续争夺陆上剩余资源的同时，已将竞争的范围扩展到海洋资源、水资源和生物资源，如今更是将触角伸向了浩瀚的太空。

20 世纪 60 年代美国总统肯尼迪提出的“谁控制了太空，谁就控制了地球”的论断，如今已经被世界航天领域的激烈竞争所证实。

自 20 世纪中叶苏联率先发射了世界上第一颗人造地球卫星，拉开人类征服宇宙空间的序幕以来，一些世界大国为了在太空赢

得优势，抢占新的战略制高点，不惜耗费巨资，动用成千上万第一流的科学家和工程技术人员，在和平开发利用宇宙空间的烟幕掩盖下，展开了一轮又一轮惊心动魄的生死较量。“阿波罗”登月工程、“和平”号大型载人空间站、“哥伦比亚”号航天飞机、“高边疆”战略构想、“星球大战”计划、“2010年联合作战构想”……这些在太空中上演的一幕幕喜剧或闹剧，无不昭示着人类太空竞赛的帷幕已经拉开，太空角斗的号角已经奏响，人类生存与发展受到了新的更大的威胁。

太空，已经向“地球人”敞开了胸怀。作为火箭的“故乡”、最早进行“飞天”实践的国度，作为有过多次坐失战略机遇期而致落后被动的教训的民族，在当今开发和利用太空资源的热潮中，在这次新的战略机遇面前，中国理应扮演积极的角色，争取有所作为。这是中华民族在新的世纪里实现再度腾飞的需要，更是维护太空和平与安宁的需要！

第一章 九天揽月今是时

登上浩瀚太空，进入茫茫宇宙，探索其奥秘，领略其神奇，是地球人类的千古夙愿。然而，“登天”须有“梯”。

火箭的发明，卫星的上天，宇宙飞船的成功，航天飞机的出现和载人空间站的应用，为人类搭起了通往太空的“天梯”，不仅使世代地球人“九天揽月”的梦想变成了现实，也不断拓展了人类认识宇宙视野。于是，神秘的太空不再神秘。

人类从远古对太空的幻想到“登天梦”的真正实现，经历了一个极其艰苦而又漫长的过程，无数人为此奉献了自己的毕生甚至生命。我国明朝的万户，可谓人类探索升空飞行的航天“始祖”。他曾试图以自制的原始载人飞行器实现“飞天”，但却因缺乏科学的支撑而不幸献身。此后，还有不少人努力于“飞天”的探索，但都因缺乏先进的科学技术而步履维艰、建树甚微。直到20世纪初，随着科学技术的发展，俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基、美国科学家戈达德和德国科学家奥伯特等航天先驱，在航天领域进行了开创性的理论研究和试验探索，为航天技术发展奠定了坚实的基础，人类航天才真正步入了发展的“快车道”。

第二次世界大战后期，纳粹德国研制成功并使用了“V-1”

巡航导弹和“V-2”弹道导弹。大战结束后，德国的导弹技术和火箭技术成为苏联、美国等同盟国的“战争红利”。它们在“V-2”导弹的基础上，迅速发展了各自的火箭技术，在世界上率先突破远程战略导弹和航天运载火箭技术。与此同时，美苏两国从战时的反法西斯同盟走向分裂和对抗，并各自拉着一帮“小兄弟”，确立了两极对峙格局，由此展开了长达半个世纪的全面冷战，进而也促进了航天技术的快速发展。

20 世纪以来，空间技术是当代科技发展最快的尖端技术之一。尤其是近 30 年来，世界空间技术和航天活动的发展，极大地扩展了人类活动的新领域。航天技术已成为一个国家科学技术水平的重要标志。特别是在载人航天领域，大国之间的角逐更是日趋白热化，呈现出“千帆竞过、百舸争流”的壮观场面，进而把航天技术的发展推向了巅峰。

如今，人类的千古“登天”夙愿，经过自己历数千年的艰苦探索与实践，终于被今天的地球人变成了现实；人类航天事业也在世界各国日益激烈的竞争中飞速向前发展。

“登天”有“梯”

在地面上，要想上到高处，最简便的方法便是搭梯子。而要上升到相距万里甚至数十万、数百万、数亿千米之遥的星际间航行，显然不能靠搭梯子的办法解决。长期以来，人类一直梦想进入茫茫太空，却苦于被地球引力场紧紧束缚在地球上。现代运载火箭的研制成功，终于为人类架设了一条连接太空的“桥梁”，搭起了一架通往其他星球的“天梯”，使人类进入太空具备了一定的可能条件。

比如绕地球运转的人造天体，包括人造地球卫星、宇宙飞船

和空间站等，都要靠多级火箭或航天飞机提供的动力来克服地心引力束缚，沿着一条事先确定的轨道飞行，才能进入太空轨道运行。而要让它们在近地轨道区绕地球做匀速运动，必须具有一定的速度。只有在圆周运动的离心力能够抵消地球引力的时候，人造天体才能在太空不停息地绕地球运动。

按照牛顿力学理论，一个物体的运动速度只要达到7.9千米/秒（第一宇宙速度），它能够摆脱地球引力的束缚升入距地球200千米的太空，以约90分钟的时间绕地球运转一圈，所以这一速度也叫环绕速度或圆形轨道速度。如果一个物体进入轨道的水平速度大于7.9千米/秒而小于11.2千米/秒，它绕地球运动的轨迹就不是圆，而是椭圆。

当物体的速度等于或大于11.2千米/秒时，物体就可以挣脱地球引力的束缚，成为绕太阳运动的人造天体，或飞行到其他行星上去。所以又把这个速度叫做第二宇宙速度，或叫脱离速度。

达到第二宇宙速度的物体还受着太阳引力的束缚，要想使物体挣脱太阳的束缚，飞到太阳系以外的宇宙空间去，必须使它的速度等于或大于16.7千米/秒，这一速度叫做第三宇宙速度，也叫逃逸速度。

这些速度的获得，都需要运载火箭来完成。因此，运载火箭可视为人类进入太空的基本工具，是人类“登天”的第一级“台阶”。

火箭的结构十分复杂，但原理却比较简单，即利用推进剂燃烧产生的反作用力推进。它自身携带全部推进剂，不依靠外界工作介质产生推力，可以在大气层内飞行，也可在大气层外飞行。它可用于发射各种导弹，攻击空中、地面和海上的军事目标；也可将卫星、载人飞船和太空探测器等航天器送入预定轨道和其他星球上。

运载火箭是装有火箭发动机的航天飞行器。其按是否装有飞行方向和轨迹控制系统，可分为有控制火箭和无控制火箭（如火箭炮发射的无控火箭弹）；按推进剂的物态，可分为液体火箭、固体火箭和固液混合火箭。

运载火箭身躯硕大，堪称名副其实的“大力士”。它一般采用多级结构，即把若干单级火箭（称子级）串联或并联而组成一个整体。其中，串联式多级火箭，各子级火箭依次同轴配置，依次相继工作，并在工作结束后被依次分离抛掉；并联式多级火箭，各子级火箭沿横向排列和连接，它们的发动机同时点火工作，工作结束在先者先分离抛掉。串联式多级火箭最常见，为增大运载能力，有时也在其最下面第一级火箭周围并联几个助推器，这就构成了组合型的捆绑式多级火箭。

火箭从地面起飞一直到进入轨道，一般要经过三个阶段：首先是垂直起飞段，时间为 10 秒钟左右。火箭初始加速度很小，然后加速度逐渐增大直至预定的入轨速度，垂直起飞容易保证飞行稳定，也可简化地面发射设备，并有助于火箭尽快飞出稠密的大气层。其次是转弯飞行段。在制导系统的作用下，执行机构采取相应动作，火箭偏离垂直飞行状态，逐渐使速度方向转为水平，并在入轨点达到所要求的速度方向。最后是过渡飞行段。对于低轨道飞行器，火箭达到所需轨道高度和入轨速度后，发射就完成了，火箭上的有效载荷与末级火箭分离后进入运行轨道。对于高轨道或星际航天器，火箭末级发动机要先进入一条低轨道，经过一定时间飞行后再把有效载荷加速推进到飞向目标的转移轨道上，星箭再行分离，把有效载荷推入预定轨道。

火箭发射前，有一项非常重要的工作，这就是选择“发射窗口”，即允许火箭发射航天器的时间范围。

在人类进入太空的活动中，由于受到节省能量因素、目的地

时空因素和发射场区种种制约因素的限制，实际上可以进入太空的路径和时机是有条件限制的，从而在人类进入太空的时间和通道上便形成了具体的“发射窗口”概念。例如，人类飞往木星，若需 1000 天时间，飞行器出发时，木星应离会合点 83 度（相当于木星在轨道上走 1000 天路程）也就是比地球超前 97 度。同样道理，可以算出飞往金星的初始相对位置：金星应离会合点 234 度（146 天的路程），即在地球后面 54 度。这种特定的相对位置就是“发射窗口”。飞往行星的“发射窗口”，每隔一二年才开放一次。当然，如果飞行器仅在“地一月”之间的空域范围内活动，那么达到某一特定轨道位置的“发射窗口”，其开放周期就要比飞往行星的周期短得多，但对进入太空时机限制的道理却是一样的。

选择“发射窗口”时，要考虑到航天任务和外界限制条件，包括天体运行轨道条件、航天器的轨道要求和工作条件要求以及发射方向、地面跟踪测控、气象等其他因素。只有选择正确的“发射窗口”才能确保火箭发射的成功。

由此可见，运载火箭的“发射窗口”实际上是有限的。随着开发、利用太空步伐的不断加快，随着进入太空的航天器的逐渐增多，能否顺利获得“发射窗口”和获得的多少，将直接关系到开发、利用太空的效益。因此，在未来的航天事业发展进程中，“发射窗口”的限制和反限制、封锁与反封锁的斗争，也就是对进入太空自由行动权的争夺，将会越来越激烈，并最终成为未来太空竞争的焦点。

火箭的发展，经历了一个艰苦而漫长的探索过程，它是集全人类智慧之大成者。

中国是最早发明火箭的国家。火箭的故乡在中国。

早在三国时期，火箭就多次应用于战争之中。最初，只是在

箭杆前部绑上易燃物，点燃后用弓弩射出。当然，它与现代意义上的火箭没有相似之处。后来发明了火药，火箭便广泛地运用于战场。到了 12 世纪，火箭得到了很大发展。在中国民间出现了用火药制作的各种烟花爆竹，其中不少就是利用火药燃烧产生的反作用力推进的，如“二踢脚”、“地老鼠”，“起火”（俗称“钻天猴”，头部捆着火药筒，尾部有箭羽，药筒点燃后喷气推动火箭飞行）等。同时还出现了利用火箭原理的飞火枪，这种武器能使火药在药筒内慢慢燃烧，向前喷射烟和火（原理同现代的火焰喷射器相同）。因此，这种武器便被学者们认为是一种原始的火箭武器。

到了元、明时代，中国的火箭技术得到进一步发展，火箭不仅种类多，而且技术也达到了较高的水平，堪称代表的是戚继光（1528~1587）抗击倭寇入侵使用的一种名叫“二龙出水”的二级火箭。它是在薄竹筒前后两端分别装上木制龙头和龙尾，筒内装火箭数支，引线全部扭在一起，从龙头下的孔中引出。龙身下前后各装两支大“起火”，其引线也扭结在一起。前后两支“起火”的药筒底部和从龙头引出的引线连接在一起。使用时点燃龙身下的 4 支大“起火”，将龙身射向天空，藏在龙身内部的火箭再射向敌人。

中国古代的火箭，大约在 13 世纪传入阿拉伯国家，后来又经阿拉伯国家传入欧洲，为现代火箭的发展奠定了基础。因此，中国作为火箭的故乡，是当之无愧的。

说到火箭的“始祖”，中国明朝的万户无疑是“世界上第一个想利用火箭飞行的人”。至于现代火箭技术的先驱，世界则公认是齐奥尔科夫斯基、戈达德和奥伯特三人。

齐奥尔科夫斯基（1857~1935），俄罗斯科学家，现代火箭技术的“鼻祖”。

齐奥尔科夫斯基自小热爱科学，在顽强的自学过程中，他一直对飞行和星际航行的问题表现出了特别强烈的兴趣，并把毕生精力投入到人类航天的开创性事业之中。

1883年，年仅26岁的齐奥尔科夫斯基在一篇名为《自由空间》的手稿中首次提出利用反作用装置作为外太空旅行工具的可能性。在这篇手稿中，他分析了在没有空气阻力的空间的运动，画出了宇宙飞船的草图。从1896年起，他便系统地研究喷气飞行器的运动原理，并绘出星际火箭的示意图。1903年，发表著名论文《利用喷气工具研究宇宙空间》，此文连同他1911年和1914年发表的著作，论证了喷气工具用于星际航行的可能性，推导出著名的“齐奥尔科夫斯基公式”，奠定了现代火箭和液体火箭发动机的理论基础。1929年，他又提出多级火箭结构的设想，建议用多级火箭来克服地球引力获得进入宇宙空间的速度。

齐奥尔科夫斯基关于航天理论研究的成果集中反映在他的《在地球之外》这本科幻小说里。他在这部小说中系统完整地描述了宇宙航行的全过程，提到了宇航服、太空失重状态、登月车等。令人吃惊的是，他的设想与现代太空技术完全一样。

遗憾的是，齐奥尔科夫斯基的这些科学设想在当时没有得到应有的重视，当时技术条件也不允许实现他的构想，他的理论被埋没了很久，生前始终没能亲自造出一枚火箭来。但齐奥尔科夫斯基对空间技术的未来却始终充满信心，他让人在他死后的墓碑上刻上了这样一句话：“人类不会永远将自己束缚在地球上。”可以告慰这位航天“鼻祖”的是，他构想的太空飞行包括载人太空飞行的目标，都首先在他的故乡苏联实现了，他的大部分预言也在今天变成了现实。

罗伯特·戈达德（1882~1945），美国火箭专家，物理学家和现代航天的奠基人之一。

戈达德是一位喜好幻想的人，对有关太空的科幻作品十分着迷。还是在高中期间，他就一直在思考实现太空飞行的方法问题，并做了大量笔记，记录下随时出现在脑海中的新思想。从 1901 年 12 月至 1909 年 12 月 28 日，在不到 10 年的时间里，他共写下 26 种飞行方法的摘要，包括液体火箭、氢氧火箭、多级火箭等，还有关于进入太空的意义的笔记摘要。这些设想涉及火箭及航天的各个方面，有的是航天新思想的首次阐述。

1914~1916 年间，戈达德利用小型固体火箭发动机从事火箭理论研究和飞行实验。1918 年 11 月，在多年研究、设计和实验的基础上，他成功地发射了一枚固体火箭，为液体火箭的研制做好了技术准备。

1919 年，戈达德出版了著名的《到达极高空的方法》一书，阐明了火箭运动的基本数学原理，提出了用火箭把载荷送往月球的可能方案。

从 1920 年起，戈达德开始研究液体火箭。1926 年 3 月 16 日，他研制的世界第一枚液体火箭试飞成功。1929 年，他在新墨西哥州罗斯维尔主持兴建了火箭研究试验站，并在其他科学家的帮助下，发射了一些大型火箭。这些火箭带有陀螺稳定、涡轮机泵、喷气身流和气动控制舵面，并达到了超音速飞行，为现代火箭的发展开创了一条光明的道路。

与齐奥尔科夫斯基的情况类似，戈达德的试验也没有引起美国政府的重视。这是因为，当时世界各国由于受第一次世界大战的影响，纷纷致力于发展飞机，至于火箭这种新型的飞行工具尚没有引起足够的重视。但是，戈达德火箭试验成功的壮举和献身航天事业的精神，却谱写了一曲人类征服太空的光辉篇章，载入了人类航天事业的辉煌历史。

赫尔曼·奥伯特，德国著名的火箭专家和现代航天学的奠基

人之一，1894年6月25日生于罗马尼亚赫尔曼施塔特，1940年加入德国籍。

同其他航天先驱一样，奥伯特很小就对太空飞行和火箭有着浓厚的兴趣，并一生专注于宇宙航行的研究。

第一次世界大战爆发后，奥伯特在被征入奥匈帝国部队服役期间，就开始研究有关太空飞行的理论问题。这期间，他构想并设计了一种远程战略火箭，并于1917年把设计报告送交德国战争部。战后，奥伯特更是全副身心投入到火箭运动和航天飞行的研究之中。

1922年，奥伯特提出空间火箭弹点火的理论公式和摆脱地球引力的方法。1923年，出版经典理论著作《飞行星际空间的火箭》，1929年经过修改、充实，改名为《通向航天之路》。他在该书中初步建立了宇航火箭的数学理论。之后，奥伯特在美国人戈达德火箭试验的鼓舞下，开始了液体火箭的研制，他还在此基础上进行了导弹的研究。

奥伯特的主要兴趣是固体火箭研究，其主要贡献则在航天理论方面。奥伯特的航天理论研究成果，对早期火箭技术的发展和航天先驱者有较大影响，因而被公认为“德国火箭之父”。

1943年，奥伯特的学生、年仅20多岁的青年火箭专家冯·布劳恩和他的研究小组，经过短暂的攻关和研究，在德国空间飞行协会研制的“A-4”火箭的基础上造出了“V-2”导弹。该导弹质量约6吨，射程达300多千米，速度是音速的6倍。1944年德军用这种导弹袭击英、法两国，造成英、法军民的重大伤亡，产生了极强的威慑作用。尽管“V-2”导弹这种新式武器在战争中扮演了不光彩的角色，但它在技术上是成功的。它可以飞到96千米高的外层空间，是人类所拥有的第一种克服地球引力、突破大气层束缚的工具，并孕育出了今天的现代大型运载