

# 空间探测技术的起源及发展简史

■文 / 党朝辉（装备学院）

“地球是人类的摇篮，但人类不会永远呆在摇篮里，而会不断探索新的天体和空间。人类首先将小心翼翼地穿过大气层，然后再去征服太阳空间。”

——齐奥尔科夫斯基（1857—1935）

## 齐奥尔科夫斯基与人类航天技术的诞生

说起航天，我们便不能忘记一个人。正是这个人，最早开启了现代意义上的航天探索。他就是出生于俄罗斯的康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基（Konstantin Tsiolkovsky，1857~1935）。齐奥尔科夫斯基家境贫寒，但自幼好学，他自学成才，学会了数学、物理等多个学科。26岁的时候，首次提出利用喷气推进原理实现从地球进入空间的方法。他推导了火箭飞行的运动公式，设计了液体燃料火箭的原理图，被后世尊称为“现代航天探索之父”。齐奥尔科夫斯基不仅是一位严肃的科学家，也是一位充满想象力的科幻作家。在齐奥尔科夫斯基所处的年代，人类还尚未研制出火箭和卫星，但他却大胆地预言了

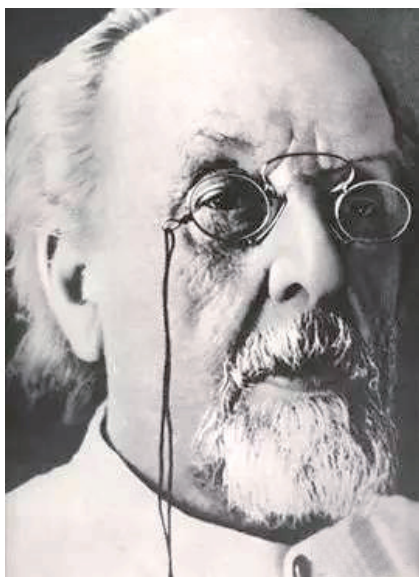


图1 现代航天探索之父：  
康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基

航天时代的到来。他曾有过这么一段著名的话：“地球是人类的摇篮。但人类绝不会永远躺在这个摇篮里，而

会不断探索新的天体和空间。人类首先将小心翼翼地穿过大气层，然后再去征服太阳空间。”正是这段热血沸腾、启人深思的话，鼓舞了后来一大批数学家和物理学家投身实践研究火箭和卫星，造就了20世纪后半叶航天时代的伟大繁荣。

## 火箭技术的奠基者

空间探测离不开火箭技术。历史上，对火箭技术做出重要贡献的有三位科学家，分别是美国的罗伯特·戈达德（Robert Hutchings Goddard，1882—1945），以及出生于德国后加入美国国籍的赫尔曼·奥伯特（Hermann Oberth，1894—1989）和维纳·冯·布劳恩（Wernher von Braun，1912—1977）。戈达德于1936年成功发射了世界上第一枚液体火箭，可惜齐奥尔科夫斯基没有看到，因为他于前一

年刚刚离开人世。在戈达德的基础上，1942年10月3日，布劳恩与奥伯特研制成功了V2火箭。该火箭能够进

行弹道飞行，被认为是世界上第一枚实用火箭。V2火箭也叫“飞弹”，是德国在第二次世界大战时的重要导弹

武器，其名称中的V表示“复仇”的意思。



图2 奠定火箭技术的三位科学家（罗伯特·戈达德，赫尔曼·奥伯特，维纳·冯·布劳恩）

事实上，导弹和火箭本质上都是一枚飞行器，都是利用喷气反推的作用实现从一个位置移动到另一个位置的运载工具。两者的区别在于有效载荷，也就是头部所装的东西有所不同。如果在火箭头部装的是炸药，那它就是一枚导弹；如果装的是卫星，那它就是一枚火箭。

当时，V2火箭（或者说飞弹）研制成功后，德国共制造了6000多枚，其中4300多枚被发射攻击了英国和荷兰。由于导弹攻击的距离和精度都远高于炮弹，这给英国和荷兰人民带来了深重的苦难。尽管有V2火箭的帮助，德国法西斯最终还是不可避免地战败了。二战结束后，布劳恩和奥伯特等火箭专家被美国掳掠并吸纳成为美国航天技术的首席科学家。而德国研制火箭的相关技术资料及设备则被运往了苏联，这也成为苏联后来进行航天研发的基础。

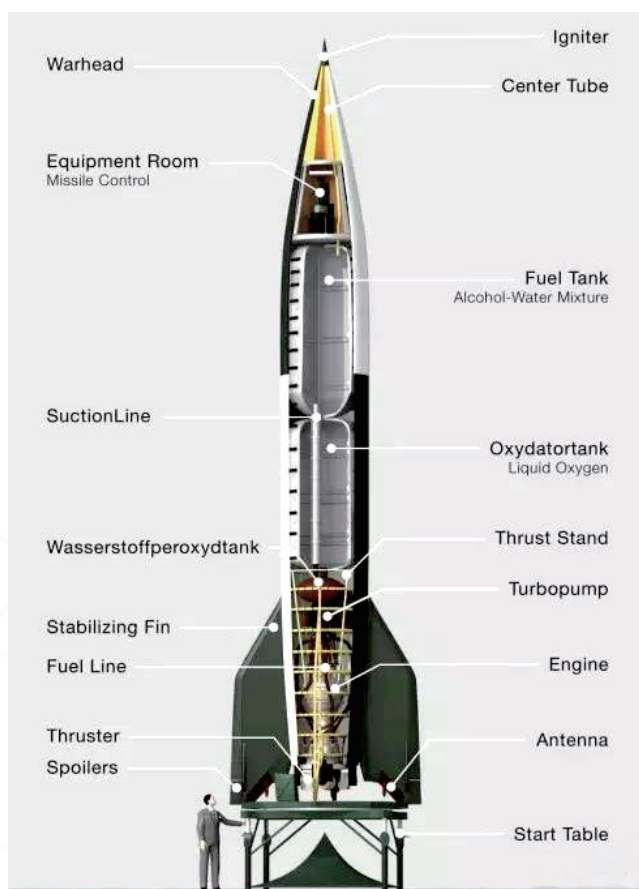


图3 V2火箭结构示意图

## 人造地球卫星的出现

有了火箭，人类便具备了向太空发射卫星的能力。1957年10月4日苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星 Sputnik-1（人造地球卫星一号），标志着人类进入了航天时代。人造地球卫星1号呈球形，外径0.58米，重83.6kg。该卫星入轨高度距地面215km，最远距离不超过1000km，每隔1.5个小时环绕地球一圈。卫星在轨共飞行了92天，后坠入大气层烧毁。人造地球卫星1号的成功发射，导致了美国的极大恐慌，亦激起美苏两国之后长达40多年的太空竞赛，航天技术也成为冷战时期一个主要的竞争点。值得指出的是，由于航天技术的重要意义，新中国成立后，毛主席高瞻远瞩，制定了为后人津津乐道的“两弹一星”计划。在以钱学森（1911—2009）为代表的老一辈科学家的艰苦奋斗和全国人民的大力支持下，1970年4月24日“东方红一号”卫星发射成功，使中国成为继苏、美、法、日之后世界上第五个独立研制并发射人造地球卫星的国家。

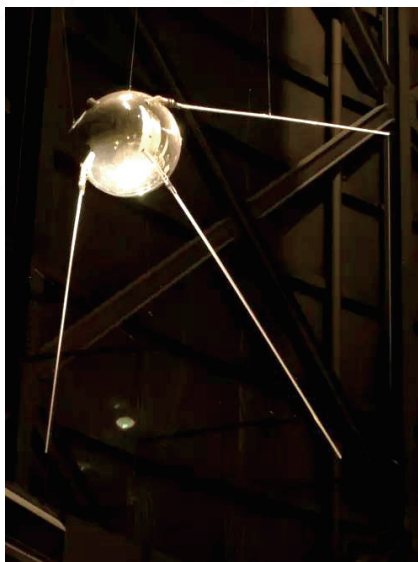


图4 人造地球卫星一号 Sputnik-1

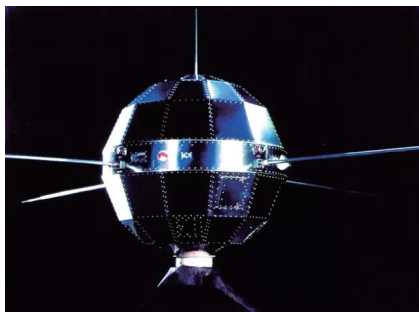


图5 东方红一号



图6 中国航天之父：钱学森

人造地球卫星的升空，使人类第一次以站在地球之外的视角重新审视我们所生活的地球。尽管历代的科学家早已通过其他间接手段证明地球的形状是球形的，但人造卫星升空后对地球全景的直接拍照则第一次清晰明了、确认无疑地坚定了人们的这一观念。1966年8月23日，美国国家航空航天局的月球探测器在数十万公里远的月球轨道上，拍摄了第一张地球照片。不过，那时限于照相机分辨率，地球照片尚不足够清楚。现在人们经常看到的较为清晰的地球照片是1972年阿波罗17号太空飞船的船员在月球上多角度拍摄后合成得到的。

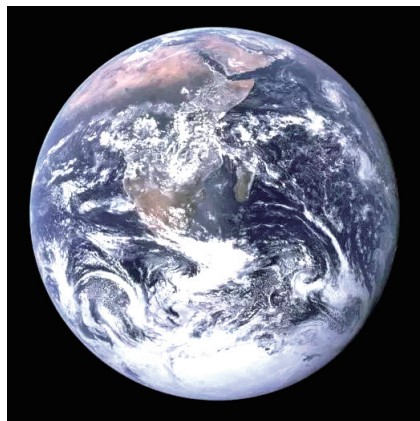


图7 从 Apollo-17 上看到的地球（1972年）

人造地球卫星的出现，带来了人类对自身所处环境的全新认识。这种认识地球环境的新技术也被很快投入军事领域。装载可见光相机、红外相机、无线电侦听雷达的卫星可以有效探测位于地球上感兴趣目标的光学特征及电磁信号，有力地辅助了军事行动的策划和运用。以最近几年发生的军事侦察事件为例说明卫星在军事上的巨大作用。美国福克斯新闻2016年2月16日报道，美卫星发现我驻永兴岛上的红旗-9导弹阵地。该机构通过比较2月3日、2月14日两天对我南海岛礁的卫星图片，发现永兴岛海岸上多出了疑似红旗-9发射车的影像，给我国带来了极大的外交压力。这一事件只是卫星技术在军事上的众多应用中的一个小小的例子，但却充分表明卫星技术的出现将被世界各军事强国重视。

早期发射的人造地球卫星由于受火箭推进能力的限制，其轨道高度一般较低。例如，人造地球卫星一号的轨道高度不超过1000km；东方红卫星的轨道高度不超过2000km。这些轨道都被称作低地轨道，也就是2000km以下的轨道。对于低地轨道卫星来说，由于高度较低，其轨道周期也较短，



一般也就是 1.5 个小时左右。这意味着，卫星从头顶飞过的时间有限，如果期望卫星能够对地进行通信转播，这就会带来限制。在第一颗人造地球卫星发射后，苏联和美国都期望能够研制更大推力的火箭，并将卫星发射到更高的轨道上去。1964 年 8 月 19 日，美国的“辛康”3 号通信卫星发射上天，其轨道高度为 36000km，轨道周期是 24 小时，它是世界上第一颗地球静止轨道卫星。36000km 高度的轨道也叫做静止轨道，因为在这一高度上，卫星运动一圈的周期和地球自转周期相同，均为 24 小时，它相对地球就好像静止了一样。

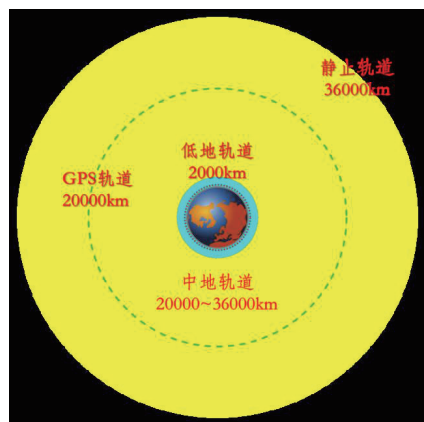


图 8 卫星的轨道高度分类

### 冷战时期的航天竞争

航天技术在军事上的潜在价值激起了世界霸权主义国家的大力投资和激烈竞争。上世纪 60、70 年代，正是以苏联和美国为首的两个阵营的冷战时期。苏联和美国的相互竞争使得人类航天技术在短短的时间里就已经达到了前所未有的高度。1961 年 4 月 12 日，苏联发射了世界上第一艘载人飞船“东方”1 号，尤里·加加林（Yuri Gagarin, 1934—1968）少校成为第一位遨游太空的航天员。苏联

将人类送往太空的消息传到美国，令美国人感到非常震惊，同时也让他们非常羞愧。在美国人看来，自己的国家是世界上经济、科技和军事最先进的国家，然而在卫星技术开发上，美国人却在第一次发射卫星、第一次将人类送入太空的标志性事件上全都落后于苏联，这实在无法接受。因此，当美国前总统艾森豪威尔以及其继任者肯尼迪先后向国会提出载人登月计划时，全美国人都全心全意支持这个计划。



图 9 苏联宇航员加加林

人类历史上最大规模的航天活动在上个世纪 60~70 年代开展，这就是美国 1961~1972 年的阿波罗计划。1969 年 7 月 16 日，美国发射的“阿波罗”11 号载人飞船，第一次把人送上月球。尼尔·阿姆斯特朗（Neil Alden Armstrong, 1930—2012）成为第一个踏上外星球的人类。至此，人类的脚步横跨了地月 30 万公里的空间，航天技术的研究与开发达到了 20 世纪后半叶的最高峰。

有文件记录表明，当年在阿姆斯特朗即将踏上月球之前，美国的政府官员曾秘密要求他在踏上月球之时

通过无线电向地球宣布，月球是美国的领土。然而，阿姆斯特朗，作为一个具有和平主义和世界性公民意义的个人，并没有听从美国政客的唆使，他在踏上月球的时候，将那句政治台词改成了：“这一步对我个人而言只是一小步，但对全人类而言则是一次巨大的跳跃。”当这句台词传回地球被记者广为报道时，全人类都激动不已。在那一刻，登月的辉煌和成就已经不仅仅属于美国，而是属于全人类，它代表了人类在科技上所取得的新高度，它表明人类终于踏上了地球之外的其它星球，它的意义远远超越了狭隘的民族主义和政客的阴谋诡计。

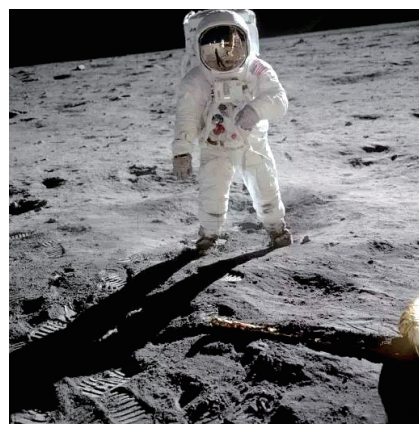


图 10 美国宇航员阿姆斯特朗



图 11 人类踏上月球的第一脚印

登月的成就是无比巨大的，但在那之后，不仅其他国家没有开展相似任务，美国自己也没有再继续同样的试验。有资料表明，整个阿波罗计划耗资 255 亿美元，在工程高峰时期，参加工程的有 2 万家企业、200 多所大学和 80 多个科研机构，总人数超过 30 万人。如此庞大的投入和消耗，是世界上任何一个国家都无力多次承担的。随着冷战趋于平缓，在 20 世纪的最后二三十年时间里，由于财政的紧缩和航天技术开发的巨额消耗，世界各国的航天活动逐渐趋于平缓 and 理性。随后赶上的欧洲各国以及亚洲的日本、中国、印度等国家，都把主要的财力和精力投入到对近地空间的探索中。此后，没有哪个国家再达到或超越美国所创造的登月壮举。

这里给出了一张世界主要航天大国的综合实力排名表及其年度航天经费预算。由这个表我们可以看到，排名第一的是当之无愧的世界头号强国美国，排名第二的是俄罗斯。中国排名第三。值得指出的是，美国航天的霸主地位是和它的雄厚的资金投入不无关系的，其 2005 年的航天预算是 164 亿美元，超过了其他航天大国的预算总和。中国的航天预算虽然没有直接公布，但据一份资料记载，中国从 1992 年开始载人航天计划，到 2013 年完成神舟十号载人飞行试验，20 年时间共花费了 59 亿美元。20 年的总花费仅相当于美国一年花费的 1/3，年平均经费不到 3 亿美元，远低于排在中国之后的欧盟、日本和印度。由此可见，相比投入水平，中国在航天方面所取得的成就还是相当瞩目的。但另一方面，由美国、俄罗斯、欧盟等国家的投入力度来看，航天事业总体上还是非常花钱的。

综合实力	国家	经费预算 (2005年/2014年, 单位)
1	美国	164/176
2	俄罗斯	21/42
3	中国	--/--
4	欧盟	29/40
5	日本	--/27
6	印度	--/4

图 12 世界主要航天大国航天经费预算对比

### 卫星经济效益的凸现：GPS 导航星座

为了使航天上所花的钱能有所回报，在美国登月完成之后，世界各国并没有立即沿着追逐登月壮举的路线发展本国的航天技术。在那之后发射的卫星，型号日益繁多，用途也日益广泛。侦察卫星、通信卫星、导航卫星、地球观测卫星等等开始被研制、发射，它们在军事及民用两个方面均日益显示出巨大的作用。在卫星技术影响人类生活方面，最大的例子莫过于美国的 GPS 卫星星座。

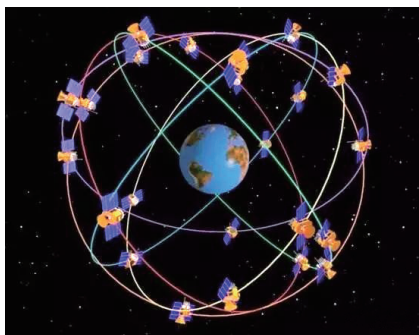


图 13 美国 GPS 卫星星座

GPS 的全称是 Global Positioning System，即全球定位系统。GPS 系统本质上是一个给地面用户提供导航定位的卫星系统。GPS 系统是一个卫星星座，它由 24 颗卫星组成，每颗卫星都运行在特定的空间轨道上。地面用户通过配置接收装置，可以不断获取可见范围内 GPS 卫星发送的伪距信息，接收机通过联立求解

四颗以上卫星的数据就可得出自身在地面的位置。GPS 卫星系统于 1973 年开始部署，到 1995 年历时 22 年完全建成。如今，GPS 几乎家喻户晓。我们的汽车上装有 GPS 接收机，从而实现汽车导航；我们的手机上装有 GPS 接收机，从而可以实时查询路线。GPS 的定位精度相对较高，民用时在不经特殊设备进一步改进的前提下目前就已经能够达到 6.2m，而军用的精度比这要高至少一个量级。通过特殊的差分处理，其精度甚至能够达到厘米量级，完全可以引导导弹精确打击目标。由于导航和定位如此重要的价值，世界各国也都在研发自己的卫星导航系统。除了美国的 GPS 导航系统外，俄罗斯有 GLONASS 系统，欧洲有伽利略系统，我们国家有北斗导航系统。截至 2016 年年初，我国北斗系统已经在轨部署了 21 颗卫星，能够满足我国本土及周边地区基本需求。预计 2020 年前后，全部 35 颗卫星部署完毕后，将形成全球定位能力，且定位精度有望超过美国 GPS 卫星。可能有人会问，既然世界上已经有 GPS 卫星了，且使用价格也不算太贵，为什么我们国家还要发展自己的北斗导航系统呢？实际上，这个问题非常容易回答。因为一旦我们和美国发生军事冲突，我们的导弹将无法使用美国的 GPS 信号实现精确定位。我们的导弹必须安装有自己的眼睛。因此，北斗导航系统必须搞，而且要搞得更好。

### 人造卫星数量知多少

那么到现在为止，全世界的卫星有多少呢？根据美国 NASA 在轨数据监测网报道，截至到 2016 年 2 月 17 日为止，世界各国累计发射入轨的人造卫星共计 7359 颗。美国忧思科学



家联盟的一份报告显示，截至 2015 年 8 月 31 日，全世界仍在轨运行的卫星有 1305 颗，美国有 549 颗，中国 142 颗，俄罗斯 131 颗。这里面，我们也看到，美国在卫星数量占有率上仍当之无愧地排名第一位。然而值得指出的是，我们国家这么多年的努力已经使自己在卫星数上超越俄罗斯排名世界第二。而未来中国在航天的投入还在继续增大，这将进一步缩小与美国的差距。



图 14 全球卫星发射数量统计  
(注 1: 截止 2016 年 2 月 17 日,  
注 2: 截止 2015 年 8 月 31 日)

不过，目前在轨工作的卫星数量远远小于累计发射过的卫星数量，前者为 1305 颗，后者为 7359 颗。那么，另外那些卫星去哪呢？事实上，更多的卫星已经报废。在这些报废的卫星中，有的已经从轨道上降落，掉入大气层焚毁，但还有相当比例的卫星仍停留在轨道上，或者解体、爆炸后的碎片仍停留在近地轨道上。而这已使得我们卫星所处的空间环境变得相当复杂。

除了近地轨道外，地球静止轨

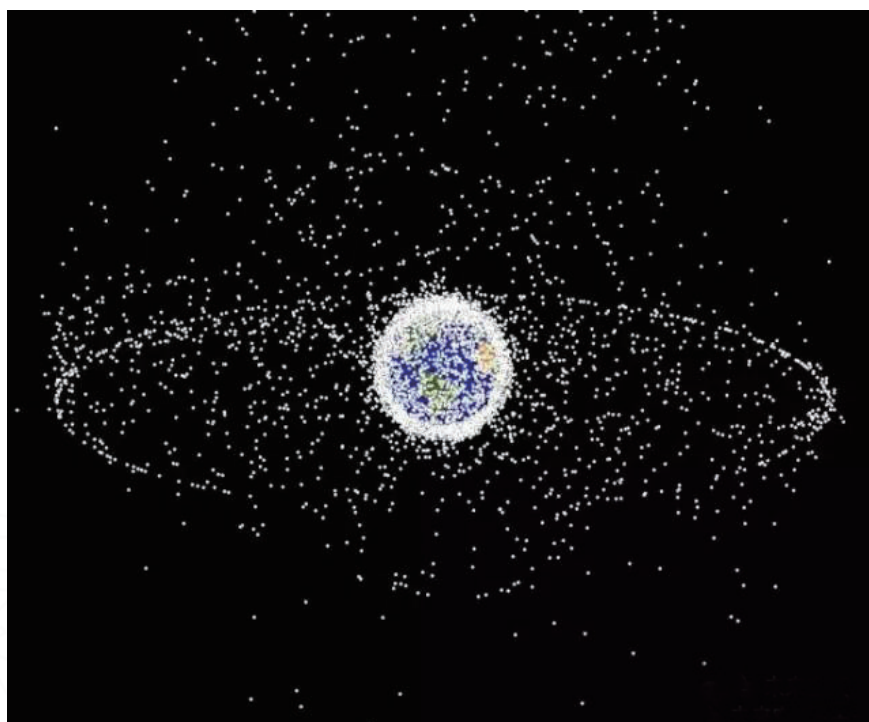


图 15 近地空间碎片 (space debris) 总体分布图

道目前的空间碎片数量也是非常密集的。那么到底有多少空间碎片呢？

据统计，直径小于 1cm 的空间碎片有 170 万颗，直径介于 1cm 到 10cm 之间的碎片大约有 67 万颗，而直径大于 10cm 的碎片也有 2.9 万颗。其中，对航天威胁最大的是直径大于 1cm 的碎片。所以，这也带来了一个新的学科方向，那就是空间碎片的清除问题；也带来了未来绿色航天的问题，即发射航天尽可能减少碎片的产生，报废的卫星尽快被带回地面。当然，这也

从另一个方面说明，人类航天活动的强度是多么的大。

以火箭及卫星为代表的人类空间探测技术，已走过了艰难而又辉煌的 81 年（1936~2017）历程。在这期间，人类的步伐已由地球表面穿越空间到达了其它星球，并进一步指向更遥远的星空。我们有理由相信齐奥尔科夫斯基说过的话，人类探索及认识自然的脚步将会走得越来越远！[科技](#)

文章来源：未来空天