



火箭回收“屡败屡战” 美军期待“廉价天梯”

火箭回收成为“亮点”

从基本原理上看,美国太空探索技术公司(SpaceX)开发的火箭箭体回收技术和当年“阿波罗”飞船着陆月球技术是类似的,即通过各种手段调整箭体下落的姿态和速度,最后在接近地面或海面时,由缓冲火箭控制箭体平稳降落在平台上。

虽然基本原理说起来很简单,但火箭回收在实际操作中远比“阿波罗”飞船着陆月面要难得多。飞船的尺寸和外形较小,也较易操控。火箭要想平稳回收,其细长的外形就是大麻烦——由于重心较高,且极易受到气流干扰,箭体在空中的姿态很难控制,航天专家将之比喻为“杂技般的平衡”。此外,要想实现箭体平稳着陆,缓冲发动机的推力控制也要非常精准,稍有偏差就会导致箭体“一头栽倒”。此外,海上回收平台不仅面积有限,而且还会受到海浪影响,试验难度更是大幅增加。

事实上,回收火箭箭体并非 SpaceX 首创,其他国家也有过类似构想。普遍认为,火箭回收主要有 3 种方案:降落伞回收、气囊回收和火箭控制垂直回收。其中,降落伞回收最简单,其缺点是由于落地冲击,箭体难免会受到损伤,且难以精确控制落点。气囊回收则是在箭体上安装气囊,在落地时释放出来包裹住箭体,以吸收落地的冲击力,实现技术也相对简单,但同样难以控制落点。SpaceX 所测试的回收方式是技



术难度最大的一种,需要在箭体上加装姿态控制机构和落地缓冲机构,并为姿态控制和着陆预留足够燃料,不仅会大大增加箭体的复杂度,还会增加箭体的重量,导致火箭的运载能力下降。

“猎鹰”火箭价廉为先

既然垂直回收技术风险如此之高,为何 SpaceX 乐此不疲呢? SpaceX 当家人埃隆·马斯克认为,“猎鹰”系列回收火箭的最大优势是

可以降低航天发射的价格:每次发射仅需要 5400 万美元,远远低于此前由波音公司和洛克希德·马丁公司合资组建的“联合发射联盟”(ULA)每次 3 亿美元的“天价”。

有意思的是,SpaceX 之所以能拿出诱人的优惠价格,是与美国空军、航空航天局(NASA)的支持分不开的。多年来,美军和 NASA 对于 ULA 垄断航天发射市场,并不断哄抬价格颇为不满,再加上 ULA 在其“宇宙神”运载火箭中使用俄罗斯生

产的 RD-180 发动机,更是触动美军的神经。早在本世纪初,NASA 就开始有意识地扶持和资助更多公司参与竞争,SpaceX 只是其中之一。

事实上,且不论“猎鹰”火箭使用的发动机技术基础来自 NASA 的转让,也不谈 NASA 花钱支持 SpaceX 开发新型火箭,单看业务扶持就可见一斑。SpaceX 研制的第一种运载火箭是“猎鹰-1”,2005 年首次发射。然而,直到 2008 年 9 月 28 日,“猎鹰-1”才首次发射成功。在这种情况下,SpaceX 依然在 2006 年获得了 NASA 的“商业轨道运输服务”第一阶段合同,并在 2008 年 4 月再次获得来自 NASA 的发射合同——在 2010 年 6 月至 2012 年 12 月间进行一系列发射,合同金额超过 2 亿美元。“猎鹰-1”发射成功后,NASA 很快又授予 SpaceX 一份价值 16 亿美元的合同,为国际空间站运送补给,涉及 12 次发射。NASA 对 SpaceX 的扶持力度可见一斑。

美军寻求“廉价快车”

有分析人士指出,美国空军之所以对 SpaceX 的火箭回收技术充满期待,主要原因是希望推进“空间快速响应”计划的实施。在现代化战争中,军用卫星的作用日益增大,甚至能影响战争的胜负。然而,随着反导武器和反卫星武器技术的逐渐成熟,卫星系统的脆弱性日益凸显。

基于上述考虑,美国于 1999 年提出太空体系建设新理念——“空

间快速响应”,其主要思想是准确、快速、且低成本地将航天器送入太空轨道,为作战人员提供及时的战役战术支持。整个“空间快速响应”计划包括快速响应运载器、快速空间响应航天器和相关基础设施。目前,快速响应运载器主要是指运载火箭,运载火箭是开展空间活动的前提,研制能够快速发射的火箭是实现“快速响应计划”的必要条件。

2007 年 4 月,美国国防部正式向国会防御委员会提交关于发展“空间快速响应作战”计划的报告。同年 5 月,美国空军在柯特兰德空军基地建立“空间快速响应”办公室,负责充分利用美国的空间力量,它的设立使“空间快速响应”项目进入了快车道。目前,该计划的多颗卫星已被送入太空,使用的是美国轨道科学公司制造的“米诺陶-1”运载火箭。但由于“米诺陶-1”发射前的准备时间仍然较长,发射成本也偏高,“空间快速响应”办公室一直在寻找通往太空的“廉价快车”。

目前 SpaceX 主要受到两方面的制约:首先是发射成功率,迄今为止,SpaceX 的发射成功率是 67%,而 ULA 的发射成功率是 100%;其次是航天技术能力。SpaceX 在运载火箭领域掌握的技术并不多,如今开发火箭箭体回收技术,有利于向外界证明其技术能力。 宋涛