

中国载人航天工程圆满完成“三步走”战略,建成世界一流空间站

三十载圆梦“天宫”,中国智慧耀苍穹

2月24日,为期三个月的中国载人航天工程三十年成就展在国家博物馆开展,面向社会公众全面系统展示中国载人工程的发展历程和建设成就。经过三十年的奋斗和创新,我国载人航天“三步走”发展战略的所有任务已全部完成。举世瞩目的辉煌成就背后充满艰辛,中国航天人在这一极具挑战的领域付出了巨大努力,也凝聚起了非凡的中国智慧。

■ 庞之浩

1992年中国载人航天工程正式立项实施,2022年圆满完成“三步走”战略任务,全面建成中国空间站,目前已正式进入空间站应用与发展阶段。经过三十年的奋斗和创新,我国载人航天“三步走”发展战略的所有任务已全部完成。举世瞩目的辉煌成就背后充满艰辛,中国航天人在这一极具挑战的领域付出了巨大努力,也凝聚起了非凡的中国智慧。

回首三十年,在一次次成功跨越背后,中国载人航天工程经历了一次次艰苦卓绝的抉择与攻坚。这一路走来的经验和智慧,必将指引“天宫”空间站在未来的运行中成果迭出,成为国际太空合作的新平台。

方案之争

载人飞船终成“性价比之选”

中国载人航天工程发展战略的制定,要从1986年我国开始实施“863”计划谈起,它对我国如何发展载人航天技术有着直接影响。

迄今,人类共研制了两大类载人航天器:一大类是作为交通工具的宇宙飞船和航天飞机,其优点是天地往返,但体积小,运行时间短;另一大类是作为科研基地的空间站,其优点是体积大、寿命长和功能强,但不能进行天地往返。所以,空间站是开发太空资源的理想平台。但在建造空间站之前,必须先突破和掌握载人天地往返运输技术,即研制出载人飞船或航天飞机。

为此,1986年11月,中央下发了《高技术研究发展计划(“863”计划)纲要》。该纲要列出了七个发展领域,其中第二个便是航天技术领域(简称863-2),并规定了研究的两个主题项目,一是大型运载火箭及天地往返运输系统,二是空间站系统及其应用。

1987年4月,原国防科工委组织了“863”国家高技术航天领域专家委员会,成立了“863”计划航天技术专家委员会和两个主题项目专家组(分别简称863-204和863-205专家组),负责提出我国载人航天技术的发展途径和总体方案。

1987年4月,863-204专家组提出以招标方式选择在技术方面有优势的单位进行载人航天技术的概念研究和方案论证工作。在不到两个月的时间里,全国60多个单位一共提出了11种可供选择的方案。专家组经过筛选,确定对其中5种方案进行进一步论证。

在这5种方案中,有4种都是航天飞机方案。这是因为当时美国航天飞机“看起来很美”。比如,运载能力大,可载7至8人,还能携带30吨货物上天;可部分重复使用,能大大降低研制成本;可靠性也比载人飞船高,因为航天飞机是在固定机场水平着陆,比载人飞船返回舱垂直着陆在某一区域更安全。所以,刚开始有不少专家认为,要研制就研制最先进的载人天地往返运输器——航天飞机。

当时,航天一院一部、航天八院805所和航空部640所、航天部北京11所、航空部601所都提出了呼声较高的航天飞机方案,只有航天五院508所提出了载人飞船方案。

航天五院的方案是用火箭把飞船送入轨道,飞船靠制动火箭从轨道返回大气层,最后用降落伞着陆,类似于苏联的联盟号飞船。它在研制时间上能够保证在21世纪初投入使用,研制费用在5种方案中也是最低的。

根据我国国情,基于“在很长一段时间内,载人航天运输任务的规模不会很大”的判断,最后各方形成共识:采用一次性使用的载人飞船方案,在投资效益上比可重复使用的方案要好。因为,载人飞船还可作为今后发展重复使用运输器起到技术探路的作用。空间站建成后,载人飞船还可作为救生船,长期停靠在空间站上。

当时,著名航天专家王希季认为,美国航天飞机人货混装,既不经济,也不安全,没有发展前景。其实,载人飞船和航天飞机两者最显著的不同就是载人飞船没有机翼,升力小,采用半弹道方式返回,气动过载和落地误差都较大,只能在海面溅落或在荒原上径直着陆。所以载人飞船对航天员的要求很高,需长期训练。但正是由于载人飞船没有“翅膀”,结构相对简单,无需复杂的空气动力学控制面,也没有着陆机构及相关装置,因此其可靠性和安全性较高,成本也低得多。

科学决策

“921”立项确定“三步走”战略

中国载人航天发展的第一步怎么走?起点多高?与后续发展如何衔接?

这些看似简单的问题,却让中国的航天专家们苦苦思考和争论了将近4年之久。发展途径的选择不仅是个技术问题,而且涉及到国家财力、综合国力、人才培养、国际影响力等诸多因素。

据悉,1989年,有一个论证组曾致函当时的航空航天部,认为航天飞机代表了国际航天发展潮流。当时航空航天部请示已退居二线的钱学森院士,钱老建议应将飞船方案也上报中央。

钱学森当时倾向于载人飞船的技术方案。他认为,中国还是一个发展中国家,载人飞船是一种经济、技术难度都不很大的运输器,而且中国已经熟练掌握返回式卫星的回收技术,可用于载人飞船返回舱的回收,所以研制载人飞船符合中国的国情——可以用简单的办法走一段路,以保持中国在载人航天领域的发言权。

这一年,在北京市阜成路8号的航天大院里,航空航天部召开了载人飞船与小型航天飞机比较论证会。经过长时间讨论,慢慢地,支持载人飞船方案的方针赢得了越来越多的支持。著名航天专家任新民最初也倾向于航天飞机,但经过两三年的思考和探讨后,开始倾向于载人飞船,他认为“航天飞机的造价和运行成本太高了,另外载人飞船的安全性更可靠”。

1989年7月,863-204专家组完成了《大型运载火箭及天地往返运输系统可行性及概念研究综合报告》。该报告提出,充分利用我国返回式卫星回收技术,以较少的经费和较短的周期(在2000年左右)研制出初期的天地往返运输系统——多用途飞船,使得我国尽快突破载人航天技术,解决有无问题,满足初期空间应用的需要。

1990年5月,863-2专家委员会最终确定了“投资较小,风险也小,把握较大”的载人飞船方案,即利用我国现有的长征二号E运载火箭进行改进,发射一次性使用的载人飞船,作为突破我国载人航天的第一步。

1991年6月,863-2专家委员会正式提出了《关于发展我国载人航天的意见》,其中包括载人飞船工程的四大任务和七个系统、工程研制的经费和进度及组织实施的建议等。至此,我国载人航天从飞船起步的发展途径取得了专家们的一致同意。

实践证明,我国载人航天工程从载人飞船起步的决策是非常科学并符合我国国情的,它使我国载人航天发展少走了一段弯路,节省了一大笔资金。

当时,好几个国家都曾研制航天飞机,但只有美国的航天飞机投入了实用。美国一共研制了6架航天飞机,发射了5架,飞行了135架次,但损失了2架,牺牲了14名航天员,耗资2000亿美元。最后,美国也承认,航天飞机既贵又不安全,结果只能让航天飞机于2011年提前退役,并重新开始研制新型载人飞船。

1992年8月1日,时任国务院总理李鹏召开中央专委会,听取了载人航天的可行性论证情况的汇报。与会者一致同意论证组提出的中国载人航天分三步走的意见。

1992年8月25日,中央专委会向党中央、国务院、中央军委呈上了《关于开展我国载人飞船工程研制的请示》,建议我国载人航天工程分三步走,并建议第一艘无人飞船要争取1998年、确保1999年首飞。

1992年9月21日,中共中央政治局第十三届常委会第195次会议听取国防科工委和航空部的汇报,审议中央专委会提交的《关于开展我国载人飞船工程研制的请示》。这次会议正式批准中国载人飞船工程立项上马。

三舱飞船

安全可靠得并非一帆风顺

现在,大家都知道,我国“神舟”飞船采用三舱式构型,即返回舱居中、轨道舱在前、推进舱在后的三舱串联模式。但在刚开始时,专家曾提出过多种载人飞船方案。

“神舟”飞船的构型是由它所承担的任务决定的。当时,中国载人飞船工程要在确保安全可靠的前提下,完成以下四项基本任务:突破载人航天基本技术;进行空间对地观测、空间科学和技术实验;提供初期的天地往返运输器;为载人空间站工程大系统积累经验。

根据上述任务,在载人飞船立项论证中最后形成了三种研制方案:一是返回舱在前端的由返回舱、轨道舱、推进舱组成的三舱方案;二是返回舱在前端的由返回舱、推进舱组成的两舱方案;三是返回舱居中的由轨道舱、返回舱、推进舱



神舟十四号航天员在轨拍摄的照片。(来源:中国载人航天工程官网)

组成的三舱方案,即目前的“神舟”方案。

后经专家论证认为,虽然方案一和方案二有利于发射段的大气层内救生(即在发射段进行大气层内应急救生时,位于飞船前端的返回舱可少分离一次,由逃逸飞行器直接带走),但两者都有不足。

方案一的明显缺陷在于,航天员要从返回舱进入轨道舱很麻烦,需要在返回舱大底开口或另外建立通道才行,这样会降低返回舱的防热性能和在轨密封的可靠性。比如,若在返回舱大底开口,返回舱在返回再入大气层时就很危险。

方案二的不足是,没有轨道舱,需将食物、饮水和实验设备等放在返回舱内。这样,就得把返回舱的直径设计得更大。然而,用当时的技术是难以保证大直径返回舱安全回收着陆的。载人飞船返回时,为减速、防热及结构可靠,其返回舱的质量越小越好,这也是载人飞船采用分舱式设计的原因。

经过综合考虑,方案三是最佳的,它可在确保安全、可靠的前提下,较好完成预定的四项基本任务。

然而,研制和发射“神舟”系列载人飞船的过程并非一帆风顺,经常遇到意外的问题需要解决。

比如,将航天员座椅缓冲装置作为返回舱落地前反推发动机点火反推的备份。由于神舟一号到神舟四号飞船不载人,其座椅缓冲装置的缓冲性能未得到太大的关注。在神舟五号载人飞船发射之前,专家发现座椅缓冲装置所采用的拉刀式缓冲方案并不能满足航天员安全所需的指标要求,过载较大。而此时,离计划发射的时间已不足3个月。

为了确保航天员的绝对安全,有关领导毅然决定更改方案,采用性能更好的胀环式缓冲方案。经过航天五院专家49天的拼搏,新装置终于在2003年9月15日通过了评审,准时送到发射场进行了更换,并成功地经受了飞行考验。

又如,2005年10月17日,神舟六号飞船的返回舱安全着陆,实际着陆点距离瞄准的理论着陆点仅偏差1.7千米。为什么能着陆得这么准?一个重要原因是专家采用了一项控制返回舱着陆点的“风修正技术”。简单说来,就是返回舱上的制导导航和控制分系统可根据当时着陆场上的风速大小和方向,来控制返回舱的开伞时间,这就大大消除了高度为10千米以下风场对返回舱着陆点的影响。

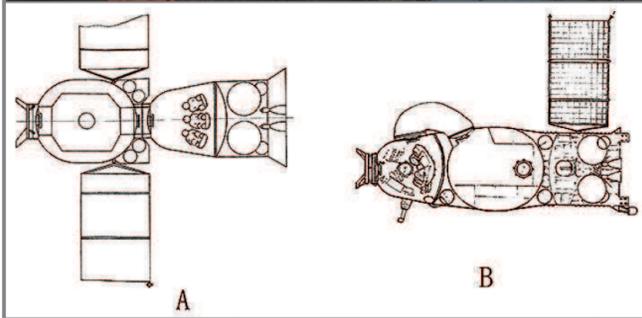
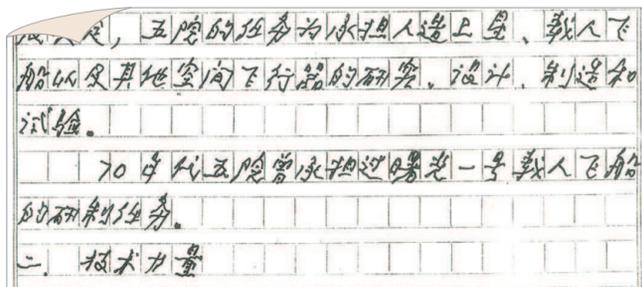
“T”型天宫

协调稳定规模适度追求高效

2022年10月31日,随着“梦天”实验舱的成功发射,航天五院抓总研制的中国空间站最后实现了“T”字基本构型。这时空间站上的供电、信息和热控等系统才进入最佳工作状态,从而为开展大规模的空间应用实验提供保障。因此,三舱形成“T”字基本构型,对完成空间站全面建造具有标志性意义。

为了使航天员易于运动控制,航天器构型要保证主结构和质量分布尽量对称、紧凑,使航天器的质心居中,从而减少因姿态控制所消耗的能量。俄罗斯和平号空间站曾因对接了多个实验舱后而不对称,质心不居中,从而消耗了较多能量。

中国空间站的三个舱采用水平对称的T形构型,这样设计有三个优点:一是能保证空间站质心居中,从而节省姿态控制所需的能量;二是不管空间站以何种姿态飞行,装在两个尺寸、质量大体一致的实验舱末端的大型太阳翼都能照上太阳;三是两个实验舱的气闸舱分别位于T字一横的端头,正常泄压或异常隔离时,均不会影响其他密封舱段构成连



(来源:中国载人航天工程官网)

从上至下:
“两弹一星”功勋科学家王希季院士手稿;
神舟载人飞船返回舱(中国载人航天工程办公室供图);
刚开始我国载人飞船有多种方案(局部);
2022年12月3日,神十四与神十五航天员乘组完成首次轨上交。本版图片除注明外,均由庞之浩提供

延伸阅读

中国载人航天“三步走”发展战略

第一步 发射载人飞船,建成初步配套的试验性载人飞船工程,开展空间应用实验。

第二步 突破航天员出舱活动技术、空间飞行器交会对接技术,发射空间实验室,解决有一定规模的、短期有人照料的空间应用问题。

第三步 建造空间站,解决有较大规模的、长期有人照料的空间应用问题。

新一代载人飞船什么样

与目前“神舟”飞船采用的三舱构型不同,我国正在研制的新一代载人飞船采用了两舱构型,但直径比“神舟”大,目的是把内部加压空间都集中在一个舱段内,以便显著增加航天员的舒适度,多搭乘航天员,降低成本,提高可靠性。

在载人航天飞船上,返回舱的外形设计十分重要。国际上,返回舱通常采用无翼的大钝头旋转体,目前有球形、漏斗形、钟形等。目前我国的“神舟”飞船返回舱采用了结构简单、易于实现的钟形。而新一代载人飞船的返回舱则改用采用流畅的倒锥形钝头体气动外形,这是因为采用倒锥形外形空气升力更大,能在高速返回时依靠空气阻力减速,使飞船更加平稳、精准地落地。

除了外形改变,返回舱的防热结构还采用了耐烧蚀的新型轻质防热材料,比“神舟”返回舱减重30%以上,防热效率也是“神舟”的3倍。

此外,新一代载人飞船的返回舱在返回时采用群伞气动减速和气囊着陆缓冲技术,可将重约6吨的返回舱速度由近200米/秒平稳减速至零。

(作者为全国空间探测技术首席科学传播专家)