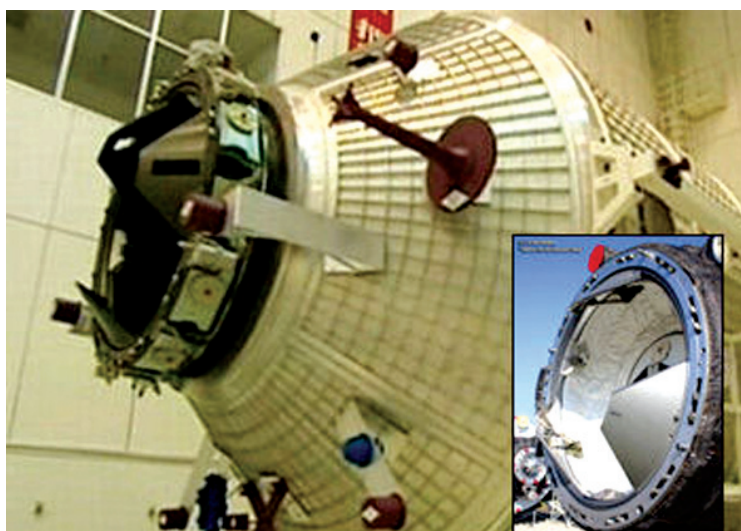
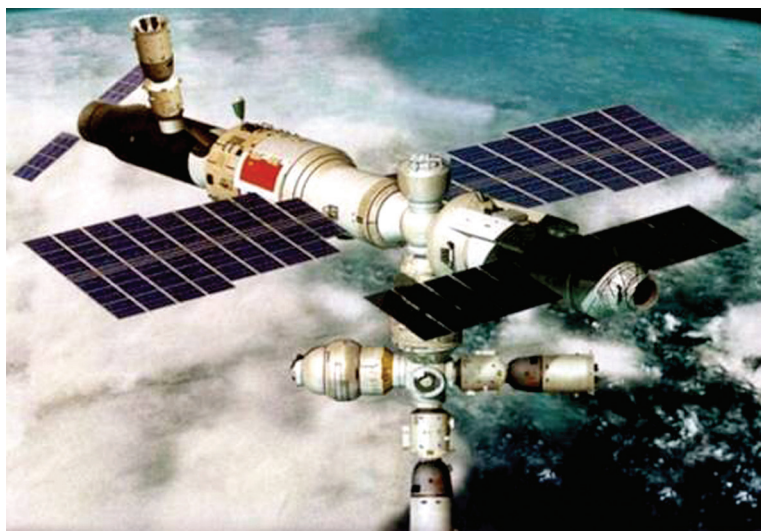




构筑“天宫”何难何用？

文_潘厚任

潘厚任，中国科学院空间科学与应用研究中心研究员、教授。从事太空科技工作五十年。包括我国首批箭载、星载太空探测仪的设计研制、卫星轨道计算；曾参加我国第一、第二颗人造卫星的总体设计和卫星系列规划制订，任“东方红一号”卫星总体设计组副组长；上世纪 80 ~ 90 年代受聘为国家科委空间专家组专家，开展了中美、中德、中葡太空科学与应用的合作交流。退休前为中国科学院空间科学与应用总体部副主任兼载人航天工程应用系统副总指挥。在国内外会议及刊物上发表了 83 篇论文、报告及专著、译著；科普文章 18 篇。所参加和负责的工作曾获七项国家和中科院科技成果奖等奖项。现为中国空间科学学会常务理事和科普工作委员会主任，中国科学院老科学家科普演讲团成员。



我国 2006 年发布的航天白皮书中所列近期主要任务之一是：载人航天实现航天员出舱活动，进行航天器交会对接试验；开展具有一定应用规模的短期有人照料、长期在轨自主飞行的空间实验室的研制，开展载人航天工程的后续工作。

◎ 必须逾越的一步

“神舟七号”的上天，已经实现了我国首次航天员出舱活动，突破了舱外航天服，以及出舱活动相关的一系列关键技术。2011 年预计将发射的“天宫一号”，及随之相继上天的神舟八、九、十号飞船，就是实现这一主要任务的重要组成部分。其中的核心就是突破航天器在轨的交会、对接技术。它是构筑太空实验室、规模更大的太空站，以至进一步实现载人登月、登火星等一系列未来工程所必须逾越的一步。

构筑具有一定规模的太空设施，如欧美等 16 国正在轨道上联合组建的“国际空间站”，其总重量超过 400 吨，至今尚没有能一次将它送上太空的大推力火箭；它的总面积差不多一个半足球场大，试想，一发运载火箭的头部要包容如此大小的载荷，将如何加以组装、运输、竖到发射塔架旁发射上天？合理、可行的办法是将其一部分一部分地发射上去，在运行轨道上组装成整体。这就要通过交会、对接来操作实施。所以它是进一步推进航天事业必须克服的技术关键。

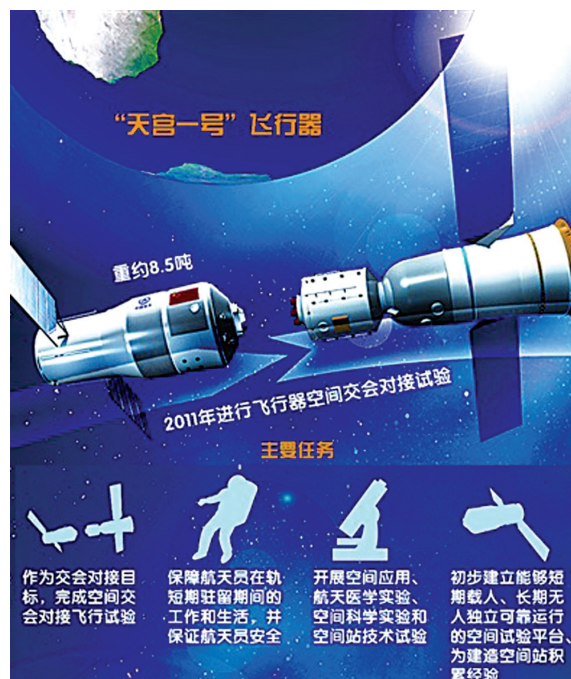
◎ 难点简述

交会对接，就是使两个分别发射的飞行器在运行轨道上会合，最终联结成为一个飞行器。一般是先将目标飞行器发射入轨，精确测定运行轨道，当其飞经待发飞行器发射场上空时，择机发射，使后者与前者运行在相同的轨道上，即相同的高度、速度和轨道倾角，而且两者相距控制在几千米至十几千米的范围内。然后，依靠飞行器本身的机动能力使两者逐渐接近、联结成一体。由此可见，这比拦截、击中飞行器的过程更为复杂，要求也更高。

近地轨道飞行器的运行速度，差不多是子弹刚出枪口时速度的 8 倍，要使如此高速的两个物体在几百千米的高空会合、同步飞行，必要的前提是运载火箭的控制精度和飞行器轨道精确测量技术已经过关。而交会、同步飞行则是最终实现对接的前提条件。要使两个高速飞行器的对接接口能安全、准确地联结在一起，还需要解决稳定而精确的姿态控制技术、可靠可控的机动技术，以及精确定位、瞄准的对接装备。对接过程中，定位、控制不当，致使擦碰或联结后留有扭曲力矩等，都会产生严重后果。

◎ 历史回顾

据报道，前苏联于 1962 年 8 月 12 日首次试验了“东方 3 号”和“东方 4 号”飞船的太空交会，1963 年 6 月 16 日再次用“东



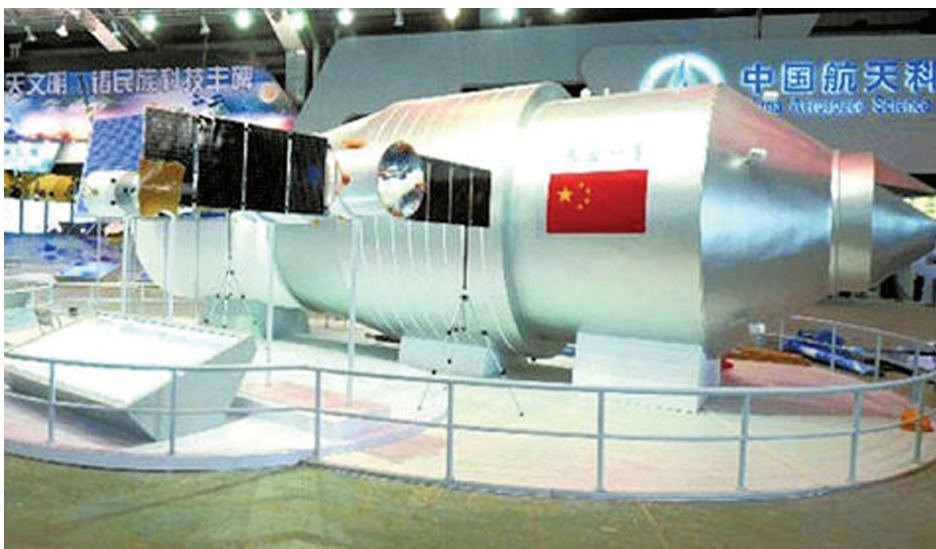
方 5 号”和“东方 6 号”进行交会。两船相距达 5 千米，都没有实现对接。美国最早在 1965 年 12 月 15 日用“双子座 6A”飞船，与“双子座 7 号”飞船实现会合，并靠机动飞行，使两者相距缩小至 30 厘米，也未实现对接，因为当时飞船未备对接功能。

1966 年 3 月 16 日，美国用“双子座 8 号”飞船，与无人的“阿吉纳 8 号”目标飞行器实现了首次太空交会并对接。前苏联则在 1967 年 10 月 30 日用“宇宙 186 号”和“宇宙 188 号”飞行器实现了自动对接。1978 年 1 月，前苏联用“联盟 26 号”和“联盟 27 号”与“礼炮 6 号”太空站构成了 3 体相连的太空飞行平台。

初期，对接过程中曾用雷达来测量定位，现在是用激光加上视频等来捕获定位。人和自动设备结合则更有效，这是“1+1 大于 2”。当代成熟的技术，可使两船接近的速度控制在每秒钟约 5 厘米左右；捕获定位的精度可达 2～3 毫米。若像国际空间站、航天飞机那样装有计算机和人为可控的机械臂，则也可用其实现捕获对接。

◎ 衍生的需求

太空站构建时须用交会对接技术，建成后维持正常运行也离不开交会对接。如用无人飞船定期输送燃料、食物及保证航天员正常生活、工作的各类



必需品；用载人飞船分批接送航天员等。载人登月、登火星、登陆小行星等活动，稳妥的方案是有人登陆的同时，还有人留守在绕轨飞行器内，以便于登陆舱起飞后与轨道舱交会对接，再一起返回地球。昂贵的应用卫星，常由于机动调轨、调姿的燃料耗尽或部件小故障而影响使用寿命，利用交会对接技术，可对其进行补给或修理，航天飞机甚至把哈勃太空望远镜“抓”回地面进行维修。静止轨道只能容纳 360 颗卫星同时工作，现在已经没有多余的星位分配给各国了，也可用交会对接技术对其补给而延长寿命，或把失效的卫星推向“坟墓”轨道而空出位子来。在未来的反卫星等太空对抗中，交会对接技术无疑更会大有用武之地。

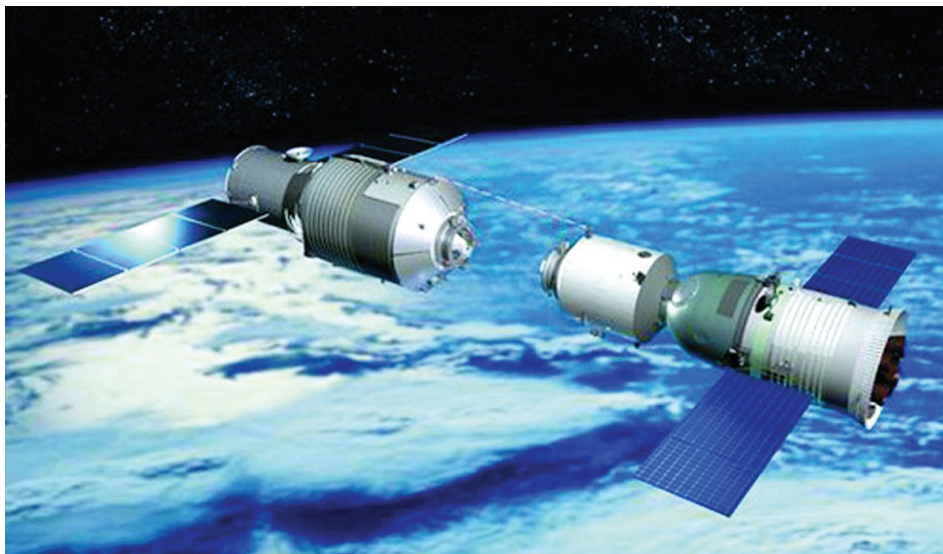
◎ 我国的目标

业已宣布，我国将在 2011 年上半年先把约 8 吨重的、具有多个对接口的无人飞船“天宫一号”发射入轨，作为目标飞船，下半年发射“神舟八号”与它交会并对接。之后再相继发射“神舟”九号、十号载人飞船与它

交会、对接。这意味着我国将在已有成果的基础上，用较短的时间，一鼓作气地突破交会、对接和连接成多体太空飞行平台等关键技术。

目标飞船本身就具备进行太空科学与应用试验条件，与多艘“神舟”飞船对接后，实际上已构成我国第一个初具规模的太空实验室。在“神舟”一号至七号飞船上，已经开展了对地观测、空间环境、空间天文、微重力流体物理、材料科学、生命科学等观测和实验。在各领域有效载荷研制，实验方法，数据存储、传送、处理和理论分析方面打下了基础。相比之下，由于空间实验室运行时间较长，飞船资源（指能以提供给有效载荷的重量、容积、电力、测控信道、数据存储预处理、星内环境保障等能力）及航天员主要精力都可更多地满足科学任务的需要，这将对科学目标的确定、为有效载荷的设计研制创造更为有利的条件，航天员的飞行任务中也可更多地包含有人照料的科学实验。此外，还可在上面开展更先进的自循环生保系统、环保系统等的试验。

我国新型大推力运载火箭研制



的顺利推进，海南新发射场的投入使用和新一批男、女航天员的选拔培训，为我国从空间实验室向构建更大规模太空站的过渡提供了保证。长时间运行和资源相对充足的太空站，可为众多的科学和应用领域，提供舱内和舱外，有人照料和无人照料，微重力和超重，对天和对地等各类实验平台，为太空学的发展开辟更为广阔的前景。当然为面对和适应新的目标任务，对新老航天员也提出了新的更高要求。例如，航天员不仅要熟练新型飞船的操作控制，适应长时间、多任务的太空飞行，还须对新的科学技术实验有一定的了解，在太空按预定计划进行照料，或通过船地信道，根据地面要求进行实时操作控制。

太空科技不是孤立的，它的发展必将带动一系列科技以及经济的发展，同时也将增强开展双边和多边平等互利的国际合作的实力。

◎ 未来不是梦

航空、航天活动的发展也符合普遍的规律。初创时期只囿于飞行员的小圈子内，技术成熟后再逐渐扩展到

更大的范围。现在“登天”已经不是最难的事了。至今，全世界已经有超过 30 个国家的约 500 人上过天，其中约十分之一是女航天员。除航天员外，科学家、医生、教师、记者、议员等也都去过，还有 7 位是花了大钱到太空去旅游的。随着我国太空实验室、太空站的构建与成熟，我国的航天活动也会逐步扩展到航天员的圈子之外。我相信，我国有志于圆太空之梦的科学家、教师、记者等各界人士，对他们来说，未来并非都是梦。我国广大的青少年中也有很多是航天迷，他们之中有很多大胆的太空畅想。他们提出的项目也上过航天飞机。2009 年专为青少年发射的“希望 1 号”卫星，就有 105 个项目参与竞选，其中不乏很好的设想。只是由于能供给的卫星资源有限，只有极少数的项目有幸如愿。那时就鼓励落选的同学不要泄气。在我国未来构建的“天宫”里，所能提供给用户的平台资源会大得多。到时候愁的不是太空平台资源的限制，而是有没有足够的好创意、优秀项目去充分利用、发挥天宫的效益。■