

国外技术报道

美国空天飞机研制工作的新动向

美国空天飞机的研制工作原计划分三个阶段进行。1985年已完成了概念可行性研究的第一阶段；第二阶段技术发展阶段原定1989年末结束，由于经费的削减和管理体制的变动，大约要推迟到1990年末。这样，第三阶段的X-30的设计、制造与飞机试验工作也将相应推迟。估计X-30的首次飞行将推迟到1994~1995年。

通用动力公司、麦道公司和洛克威尔国际公司正在争取承包飞机机体结构设计而竞争；而普惠公司和洛克达因公司正为承包研制超音速燃烧冲压发动机而竞争。这样，三种不同的飞机机体结构方案再配上两种不同的发动机方案，至少将会出现六种不同的空天飞机方案。从参与竞争承包研制发动机的两家公司来看，洛克达因公司代表火箭发动机界，而普惠公司代表涡喷发动机界，而这两方都转向从事超音速燃烧冲压发动机的研制，这是值得我们注意的一个动向。

1988年3月初，在海面武器中心所做的普惠公司的发动机部件模拟 $M=14$ 的试验是个重要的里程碑。在计算流体力学(CFD)方面也取得了很大进展，但用来计算附面层中的激波和热率时，计算程序(Code)还需改进和更精确化，在这方面还有大量的工作要做。现在公开报道的X-30风洞模型和由电子计算机辅助设计出的飞行器方案都还是为验证计算流体力学编码的“初始模型”，以后将用来实际设计X-30的那部分还处于保密状态。由于这项新技术对美国国家安全非常重要，还将应用于先进的军用飞机上，所以保密性很强。

通用动力公司采取了大胆的措施，整个飞机机体都采用伯碳结构，有可能大大减轻结构重量。如果该公司的方案被选中，则X-30很大一部分结构将用碳/碳复合材料制成。

麦道公司通过改善飞机的气体力学外形和采用先进控制技术来获得高性能，该公司以嵌入碳化硅纤维的钛基复合材料为初始飞机机体的结构材料。

在上一阶段竞争中，洛克威尔国际公司所以获胜，是由于他们采用了将超音速燃烧冲压发动机与飞机机体进行整体化设计的新方案，以及重视研制新材料，该公司研制用钛-铝化物蜂窝结构作为飞机的主要结构材料。

推进系统承包商之一普惠公司提出了用变几何尺寸部件来压缩来流的方案，并且在选用先进材料上也有所创新。在将发动机进气系统与排气系统和飞机机体进行整体化设计方面，该公司所提出的结构方案也具有较强的生命力。

洛克达因公司在发动机研制中融汇进了他们在火箭燃烧室、喷管设计和激光加工技术方面丰富的经验。

在上述技术基础上，通过竞争所产生的最终方案将具有令人振奋的性能特点。在第二阶段竞争中失败的通用电器公司，现在又与洛克达因公司联合，将为洛克达因公司的超音速燃

烧冲压发动机研制进气道。

除超音速燃烧冲压发动机外，还将需要为X-30装备火箭推进系统，以便在空间和再入时控制其姿态。对装备火箭推进系统的必要性问题还有争论。沿整个飞机轨道，超音速燃烧冲压发动机能否把空天飞机加速到 $M = 25$ ，有些人提出了疑问，他们认为需要装备比RL-10还要大的火箭发动机。有的承包商计划研究在高 M 数下点火的火箭发动机，用来最终使飞机加速入轨。但是，原规划人员对上述计划抱反对态度，他们认为可以用空气喷气超燃冲压推进系统使飞机加速入轨。

按X-30研制规划的要求，1987年主要工作集中在对飞机基本构型和推进方案的研究，发展了计算流体力学计算程序和进一步确定了使用的材料。在这一年中获得的突出成就有：

1. 发展了用于计算高 M 数气流沿形状复杂的结构件流动时流场的CFD计算程序，以及可用来对超音速燃烧冲压发动机中的主要问题进行分析计算研究的类似计算程序。
2. 对100多种不同的飞机构型作了气体力学分析。
3. 在从亚音到 $M = 20$ 的速度范围内，对20多种缩比模型在风洞和激波风洞中作了试验，对缩比超音速燃烧冲压发动机进气道和尾喷管模型也作了类似的试验。
4. 为了满足未来试验的需要整修了五个高超音速风洞，并开始改建 $M = 8$ 的作全尺寸发动机试验的试车台。
5. 对高超音速燃烧室模型作 $M = 8$ 的燃烧风洞试验。
6. 用快速固化技术生产钛-铝化物合金。
7. 以钛合金为母体，嵌入碳和碳化硅纤维的复合材料的研制和试验。
8. 对初始低速推进方案的缩比模型开展研究，包括静态试验、风洞试验和严苛环境试验，以积累有关这些发动机方案的资料。

1987年的工作为1988年更广泛细致的方案设计、部件制造和系统试验工作打下了基础。到1989年10月，计划要开展的几项重大研制工作有：研制大尺寸的鼻锥、发动机支杆和机翼前缘的模型，并将在模拟高超音速巡航和再入时的高温（ $2200 \sim 3300^\circ\text{C}$ ）下进行试验；还将制造和试验氢贮箱的大尺寸段和热防护系统，以及制造大尺寸机体、机翼和机体的附属装置。还计划研制和试验用氢来冷却的在 $M = 25$ 加热状态下工作的发动机部件，以及研制接近全尺寸的模块式发动机，并将对其进行 $M = 8$ 的试验。

另据报道，1988年3月初美国组建成了很大的政府/工业界联合体，负责统筹安排美国全国的技术力量，研制开发为X-30飞机所需的新型奇异材料。这不仅对X-30有重大意义，而且还将对未来新式飞机有重大影响。在未来的三年间，国防部/NASA将从X-30规划的经费中拨出一亿五千万美元给属于该联合体的工业部门，还将拨四千万美元给参加该项工作的各国家试验室。为了完成该项工作，估计各有关承包商还将拿出一大笔公司本身的资金。该联合体的基本成员也就是上述的X-30的几个主要承包商，他们将把约70%的有关材料的研制工作承包给一些大学和其它公司。

通用动力公司将负责碳结构方面的研制工作；麦道公司将负责以钛为母体的嵌入碳化硅纤维的复合材料研制；洛克威尔公司将负责钛-铝化物的研制。虽然这些都是他们在各自的设计方案中重点研制的材料，但他们将互相交换他们的情报和技术，以提供最广泛的使用可能性。

李向阳（根据A.W.&S.T.1988年3月7日资料编译）