

马夸特公司改建发动机 试车台以支持高超音速飞机研究

为了支持美国空天飞机(NASP)发动机模块的高超音速研究,马夸特公司正在更新现有的发动机试车台,以便模拟 $M = 8$, 30km高空的飞行状况。由于NASP推进技术发展的需要,制订了6百万美元的发动机试验设备(ETF)的改建计划。这使马夸特公司在五、六十年代提出的许多冲压发动机和超燃冲压发动机设计能力重新得到发挥,其中大多数设计属于保密计划。NASP联合办公室提出,马夸特喷气实验室2*台的现代化方案是增加新的空气加热器、喷管、供气系统和流量自动调节器,以便试验实际工况下的吸气式发动机和高速发动机。据悉空气喷气发动机公司也正在建造类似的发动机试验设备。

试车台改建

2*试车台,长24.4m,直径为3.66m,额定推力为45kN,可试全尺寸发动机。试车台前部结构要做重大修改,具有可调进气道,能够以 $0 \sim \pm 5^\circ$ 的攻角向试验发动机供气。用改变隔板转换接头而不用改变发动机试验装置的方法来改变进气角度。

在试验室前端增加一个新的入口门,这样容易通向喷管或自由射流区而不影响试验的发动机。如不装新入口门,当要根据 M 数的变化改变喷管时,需要拆开多达500条管路与测试线路,搬掉试验发动机,从试车台排气末端的唯一出口取出喷管。一旦装上新喷管,全部试验设备必须按原样修复。新结构将大大加快试车台设备的更换速度,从而提高了适应性和灵活性,而且设备成本将显著降低。

新的2*试车台加热器提供的空气温度为2600K,压力达20.68MPa,流量为81kg/s,在高速状态下模拟发动机进气成分。供气系统向试验发动机供给富氧大气,在该温度下,含有38%的氧,7%的丙烷,55%的空气。

加热器的SUE型燃烧室的设计将能承受19.3MPa的压力,加热/冷却循环1000次。1.83m长的反应段主要由不锈钢做成,内径为457.2mm,用水冷却,流经153根镍管。每根管子的直径是9.5mm。

一个 $M = 6.5$,喉道直径为330.2mm的新的自由射流喷管与实验室的20.68MPa贮气系统连接。模拟试验发动机 $M = 8$ 的工况,试验时间最少30s。另一个 $M = 4.1$,喉道直径为61mm的自由射流喷管,试车时间将在90s以上。这两个喷管共用一个钟形段,它在喉道下游,其出口直径为1067mm, M 分别为4.1和6.5的两个喷管在试车中间可交替使用。

为了NASP推进技术研究,还改进了复杂的供气系统。61m长、直径为203mm的氧化剂管路,加压至19.2MPa,向加热器供给合适的空气与氧气混合气体。液氧流经此管路时蒸发并与供给的空气混合。另外,高压空气引入 $M = 6.5$ 的喷管喉道借于喷管的两个微孔环进行发汗冷却。

马夸特公司研究了一种加热器空气的自动调节系统。为使发动机在整个试车过程中保持稳定燃烧,加热器空气必须从发动机点火时的低压精确地调节到17.9MPa。该系统用DEC

Microvax 2计算机监视并控制供气系统中的电动液压调节阀。计算机也控制试车时间分布和操作安全特性。预先拟定好整个发动机试车流程图,以保证获得可重复的喷管流动状态。研究人员也可在相当简单的试车过程中给精确的参数编制程序,以使有效试验系列获得的数据最佳化。虽然单个的控制环路可用人工通过控制面板检测,但是试车台模拟高 M 数工况的全部换气工作必须通过已编程序的试车流程图用计算机控制。

发动机试验设备更新计划虽然只限制在2*台,但大约10年前,前空军实验室转交给马夸特公司以来,该公司一直在逐步更新其他试车台。该公司还有五个别的试车台和三个试验发射台贡献给推进系统的研究、发展和生产鉴定。

研 究 复 兴

马夸特公司已经注意到人们对高速的研究又开始感兴趣,从而正在使设备和专门技术复兴。六十年代,这使得该公司的喷气实验室已成为先进的推进系统研制的一个重要中心。当美国指定火箭发动机用于导弹和空间时,就放弃了对高 M 数吸气式方案的研究,从而马夸特公司在高速研究方面的项目迅速减少,因为关键人员已从事其他工作。新的军事计划和有关NASP的研究工作正促使该公司复兴那些能力以及有关设备与技术。

马夸特公司的规划主任Charles H. Carlson 是该公司的冲压发动机和超燃冲压发动机多项计划的关键人物,虽已退休,现又被聘请来帮助重建该公司的NASP计划的知识库。他说,他们尽量将五十年代、六十年的著名科学家集中起来,当时该公司从事的这种工作吸引了世界上的某些权威人士。他认为六十年的文献,即使用现在的标准来衡量也是很先进的,甚至令人难以置信。

七十年代初解密的数据支持了Carlson的主张,例如,马夸特在六十年代中期制造的 $M = 8$ 的氢冲压发动机,现在有可能用于飞行器。可是此种发动机还当作可适用于 $M = 2 \sim 8$ 速度范围内的最高性能冲压发动机之一。 $M = 3$ 时,该发动机的比冲大约 $36 \sim 40 \text{ kN} \cdot \text{s} / \text{kg}$,而最好的超燃冲压发动机达 $32 \text{ kN} \cdot \text{s} / \text{kg}$ 左右。Carlson还指出,超燃冲压发动机比较简单,所需结构件较少,而且控制特性较好。

马夸特公司保留了许多这样的试验发动机,大多数型号能够很快整修以用于新的高速用途研究,这样可以节省大量的重新研制费用。

龙玉珍摘译自A.W.&S.T. September, 5, 1988.