

2. 计量室校验环境条件简单,而工作现场试车环境条件复杂,对传感器性能要求更严。

a) 计算机系统中有交、直流供电、A/D变换器、接口、主机等抗干扰能力的影响;

b) 随同压力讯号进入计算机采集处理系统的还有温度、推力、流量、转速等讯号引进的干扰,以及与这些并联的常规测量各系统所引入的干扰;

c) 试车时动力启动电源、电机、发动机运转时产生的电场和磁场的强干扰。

以上诸多干扰因素,即串模干扰和共模干扰会对传感器及计算机系统产生较大影响。所以计量室的传感器校验不能代替工作现场校验。由此要求:只要传感器进入计算机系统,必须控制在完全法拉第屏蔽之中,才能有效地排除串模和共模干扰。

3. 计量室校验与工作现场校验的电源供电方式不一样。计量室校验仅有电场干扰,采用电源12V供电。而在工作现场校验不仅有电场干扰,还有磁场干扰,故必须采用 $\pm 6V$ 对称供电。

4. 对传感器零点漂移的处理,计量室比较容易,只要控制传感器的工作时间、环境温度、湿度即可,而试车工作现场就很困难,因而零点漂移问题很突出,误差可达百分之几。为此在校验程序中对系统的零位漂移进行“自举”补偿处理,可极大地减轻传感器零漂对测量精度的影响。

5. 若传感器本身抗干扰能力差,就会在工作现场暴露出来。所以出现计量室校准合格,而工作现场校验为不合格。对传感器的使用处理是大大提高系统精度并得到理想数据的关键。对本系统精度进行校测,其结果为 $\pm(0.15\sim 0.2)\%$ 。

## 四、结 论

1. 压力传感器校验应由计量室和试车工作现场共同承担。计量室主要对传感器本身的性能指标检定;而工作现场因校验的环境、条件、抗干扰能力等影响因素多,情况较复杂,因而会产生不同的校验结果。所以不能简单取用计量室校验结果,也不能用现场校验代替计量室校验,以免传感器误差大,致使计算机系统在测量压力上的失真。

2. 由于工作现场环境复杂,接传感器的管线长,干扰多,因而工作现场校验出传感器的精度往往偏低,但如果系统处于良好状态下,操作人员精心操作及默契配合,也会校验出传感器比计量室精度高的结果。

## 参 考 文 献

- (1) 中华人民共和国航空航天工业部部标准(QJ28-87): 压力传感器静态基本性能指标和精度计算方法。

## 固体火箭发动机的目标指向外层空间

自从“Project Farside”将一个小的仪器组件输送到4300km的外层空间以来,固体推进在美国空间计划中就扮演了一个重要角色。固体火箭的主要优点是以比液体火箭更小的容积

容纳所需要的能量。

近三十年，空间固体推进主要用于轨道转换和将宇宙飞船送入轨道，直至36000km的地球同步高度。当卫星由空天飞机或其运载器送入低地轨道时，必须消耗很多能量，来改变卫星轨道，以满足任务需要。很多卫星需要一个地球同步轨道，要用一个近地点起动的发动机将其初始的近似圆形轨道转变到地球同步“转换”轨道，也用该发动机使它进入高的椭圆形轨道，然后椭圆轨道由远地点发动机工作使之成为圆形(图1)。由于改变轨道所需的推进系统质量占卫星质量的很大比重，这就要求推进系统质量要轻，能量要高。

当前多数轨道转换发动机的壳体，有的采用钛合金制造，有的采用带缠绕结构，例如Kevlar环氧或S-玻璃-环氧。更轻而且更有效的发动机壳体已用带绕石墨环氧制造出来了，它具有高于5500MPa的纤维强度(T-1000和T-1000GB)。这种高性能复合材料，由于不用生产锻件，使设计生产周期大为缩短，比钛合金壳体明显优越。金属壳体需要较长的周期，包括对薄壁元件进行复杂的机械加工、焊接、热处理和最后的精密机械加工等。

从制造和装卸角度考虑，高强度复合材料发动机壳体可制成厚壁结构。即使是这样的厚壁，也比尺寸和承压能力相同的当今金属壳体和复合材料壳体轻。

当前很多空间发动机采用双向渐开线碳-碳叠层质量较轻的喷管出口锥体。这些第一代锥体比碳酚醛塑料质量可大大减少，但对内外表面需进行形面加工。第二代较轻的碳-碳出口锥体是带缠绕结构。这些锥体不需要最后的机械加工，其厚度只有1.5~2.0mm和现行锥体相比，它大大减轻了劳动强度。

减少喷管质量的另一项革新是喉道和出口锥体的整体式网状带缠绕。应用致密工艺使喉道形成高密度材料，锥体形成低密度材料，喷管的质量和抗烧蚀都最好。在生产过程中，带缠绕也可以使用一个抗烧蚀喷管喉道的衬套，该衬套和锥的形状一样。这种方法，形成的衬套的外表面就是带缠绕出口锥体的形状。

由于喷管膨胀比随着燃烧时间增加而减少，所以喷管喉道的烧蚀使比冲下降。不烧蚀的喉道可以改善性能。用小片状的增强陶瓷做喉道材料的试验正在进行并证明对某些推进剂和发动机燃烧时间是最好的。减小轨道转换发动机外形尺寸和提高发动机性能的措施是采用折叠

式出口锥体延伸段，在发动机点火后，由燃气将它展开。该装置连接在靠近喷管膨胀锥出口平面处，点火前收藏在出口锥体内。展开后，大大地增加了喷管的膨胀比。

改善空间发动机性能的另一项措施是采用一次性使用的出口锥体(EEC)的先进设计。

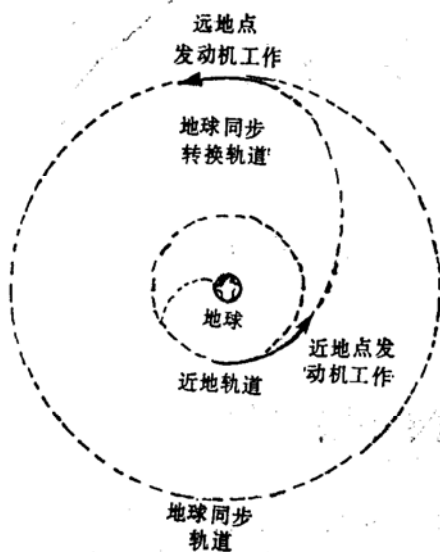


图1 发射地球同步卫星轨道示意图

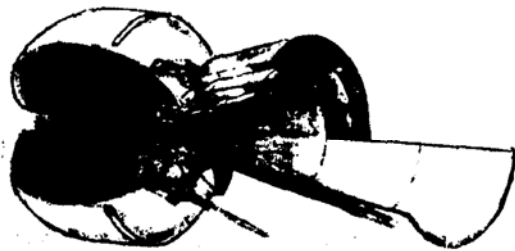


图2 一次性使用的锥体的空间发动机

空军IUS现在采用的具有EEC的Orbus 6 E发动机,可使喷管的膨胀比从50:1增加到180:1。在该设计中,由电动延伸杆将两个套装的截头锥体向后平移(图2)。未来的空间发动机将采用质量较轻的锥体和展开系统,产生较高的膨胀比。

未来的固体火箭发动机可采用固体燃料和液体氧化剂,这就集中体现了固体和液体的优点。固体燃料的种类很多,从硫化橡胶、有机玻璃、含铝的HTPB,直到当前正在研究的未来空间应用的高能燃料。氧化剂可由可储存的液体,例如四氧化氮变到低温液氧。比冲较易达到3300到3500N·s/kg之间,某些组合则可猛增到4000N·s/kg。混合燃料的燃烧与固体推进剂不同,由于燃烧加热,混合物的表面被蒸发,随着氧化剂注入燃烧室,与蒸发产物进行混合。上述燃料的强制燃烧不是在它的表面,而是在燃料药柱的孔隙和裂缝处,对燃烧室压力或混合燃烧药柱的递减没有影响,这种情况在固体发动机中将是灾难。

此外,混合燃料药柱是惰性的,所以生产和装卸很安全。发射准备工作也比较简单。试验表明,即使混合系统的氧化剂箱体破裂,也不致引起灾难性的爆炸。液体氧化剂抑制了燃烧产物的生成,使压力和推力终止。

混合发动机有终止-起动的能力,而固体发动机则没有。混合发动机的燃烧可由关闭液体氧化剂活门而终止。由于燃料是惰性的,来自喷管的辐射热不可能使药柱再点火。气体点火系统的第二次触发可使发动机再次起动,这个情况已为1969年的一个混合发动机所证实,它具有二次触发终止-起动能力。

在过去三十年已经证实固体火箭具有高可靠性和高性能。随着推进剂的有效改进,采用效率更高的加工技术和新的材料,实行全面质量管理方法,提高可靠性和降低成本,用轨道固体发动机向更远的空间进行探索,我们可以预见其光明的前景。

斯人 摘译自Aerospace America, July 1990

## 简 讯

### 《推进技术》第四届编辑委员会 在大连市召开

第四届《推进技术》编委会于1991年7月21日至24日在大连市召开。会议由编委会主任刘

列航天系统35种期刊中的第二名,获一等奖,并代表我部航天系统参加全国科技期刊评比。

在闭幕式上,何洪庆编委根据几天来编委们讨论的内容,从办刊方针与宗旨;扩大稿源;关于保密;进一步提高刊物版面质量;经费;八·五期间打算;关于给予编辑人员奖励和人员补充的建议等七个方面作了总结发言。