

“在轨不小于15年”——

带你揭开中国空间站“延年益寿”的秘密

天宫

- 运行高度:340-450公里的近地轨道
- 额定乘员:3人, 轮换时最多可达6人
- 设计寿命:10年

- 基本功能:支持航天员长期在轨生活工作
- 运行模式:在轨期间载人飞船往返运送航天员, 完成乘组轮换, 货运飞船完成物资补给和废弃物下行

- 3个舱段: 1个核心舱, 2个实验舱。三舱组合体质量约66吨

实验舱II“梦天”

主要功能: 和实验舱I类似
特别配置: 货物专用气闸舱, 可支持货物、载荷自动进出

载人飞船

实验舱I“问天”

主要任务: 开展舱内和舱外空间科学实验和技术试验

主要功能: 有核心舱部分关键平台功能, 需要时可以执行对空间站的整个管理和控制

特别配置: 出舱活动专用气闸舱, 支持航天员出舱活动, 小型机械臂可进行舱外载荷自动安装操作

要点提示

4月29日, 空间站天和核心舱发射圆满成功, 中国空间站距离我们又近了一步。作为空间站的核心舱段, 核心舱是空间站的主要控制节点, 是未来空间站的指挥控制中心。那么中国空间站的设计寿命如何, 又采取了哪些措施来保证长期在轨稳定运行呢?

核心舱

全长16.6m

货运飞船

核心舱

用来控制整个空间站组合体

大柱段
直径 4.2m

小柱段
直径 2.8m

相关链接:

拥有“独门绝技”的空间站舱段“专属列车”

作为运送空间站舱段的“专属列车”, 长征五号B运载火箭再次亮相, 展现出一身“独门绝技”。

长征五号B运载火箭采用一级半构型, 是目前世界在役火箭中唯一一级半直接入轨的火箭。这种设计简洁的系统, 使火箭无需进行级间分离、高空发动机启动等动作, 降低了故障发生的概率, 提高了可靠性。

当然, 要实现一级半入轨, 对火箭的发动机是个考验。长征五号B运载火箭助推器配置液氧煤油发动机, 一级火箭配置氢氧发动机。“氢氧和液氧煤油两种发动机组合形成的基因, 决定了能够构造出一级半直接入轨的火箭, 而且火箭的固有可靠性天生就高。”长征五号B运载火箭总体副主任设计师李平岐说。

由于后续实验舱I和实验舱II要与核心舱通过交会对接, 在轨进行组装, 所以要求火箭“零窗口”发射。交会对接好比在太空“穿针引线”, 失之毫厘可能差之千里, 此时空间站舱段就要消耗燃料来变轨满足对接要求, 造成能力的损失。加上长征五号B运载火箭是低温火箭, 实施“零窗口”发射相比常温火箭难度大得多。

李平岐说, 为了解决这个问题, 研制团队对箭上控制系统迭代制导方案进行了优化改进, 实现了起飞时间与预定时间的误差不超正负1分钟, 也就是说, 只要在这个两分钟里点火起飞, 火箭到达的都是唯一的终点。火箭可以在飞行过程中修正这一时间偏差, 将空间站轨道舱精准送入原定目标位置, 从而为分秒必争的交会对接任务争取出宝贵的时间, 助力空间站舱段在太空中实现顺利“牵手”。

综合新华社消息

1 中国空间站设计在轨飞行10年, 具备延寿到15年的能力

如同汽车, 在使用一定年限和里程后要报废一样, 空间站也没有永久寿命, 只要使用, 只要有人居住、工作和进行科学实验, 就会有损耗。

中国空间站设计在轨飞行10年, 具备延寿到15年的能力。据航天科技集团五院空间站系统副总设计师侯永青介绍:

“为了保证空间站在轨不小于15年长寿命要求, 我们从设计伊始, 就开展了长寿命、可靠性、维修性、安全性一体化设计。具体来讲, 就是以系统和产品的长寿命和固有可靠性设计为基础, 配合开展系统和产品在轨故障诊断、处置预案设计、维修性设计, 以实现长寿命、可靠性的既定目标。”

空间站太空中安家后, 将面对来自宇宙的各种威胁和挑战, 比如, 原子氧、紫外辐照、真空、温度交变、空间碎片以及微重力等, 这些危险元素可能会造成空间站的材料性能衰退, 或者诱发故障, 从而制约舱外电缆、表面涂层、光学镜头等产品和设备的使用寿命。

学优化的设计, 并从材料到构件到舱段都进行了仿真验证, 以确保寿命。”航天科技集团五院空间站核心舱结构分系统主任设计师施丽铭介绍说。

此外, 针对寿命问题, 结构研制团队还创新设计了健康监测子系统。这个新增的子系统就像体检医生一样, 能够在轨对承受的载荷以及自身的结构状态进行实时监测, 也能够对空间碎片等“飞来横祸”进行监测、定位和报警, 一旦发现空间碎片撞击上来, 能及时迅速报警, 第一时间通知地面和航天员。它还能对舱内的压力情况进行监测, 根据不同压力指标进行分级报警。

维修的。

此外, 空间站在轨长寿命的秘方还有很多, 比如舱体结构密封圈、壁板、各种阀门、各种管路等, 都在可靠性和长寿命方面进行了巧妙的设计。“千言万语汇成一句话, 就是空间站采取了以设备长寿命设计为基础, 结合可靠性设计, 补充在轨维修的策略, 确保长寿命。”侯永青说。

2 最大限度减少损坏和伤害

虽然中国空间站有一个结实的身板, 但是再强的壮汉也免不了头疼脑热、磕磕碰碰, 生病、受伤在所难免。

“影响天和核心舱舱体主结构长寿命的因素主要有疲劳损伤、意外损伤和腐蚀三种模式。”航天科技集团五院空间站系统总体主管设计师夏乔丽说。

疲劳损伤, 顾名思义就是在轨后长期受到内压、温度变化以及大部件运动的作用和影响, 一些应力相对集中的部位以及运动部件连接的结构处可能会出现疲劳损伤。

意外损伤则是指空间站在轨运行后, 在微流星、空间碎片撞击等意外损伤的条件下, 有可能会产生较大裂纹, 从而引起舱体开裂、撕裂等灾难性事故。而腐蚀主要是由于密封舱内环境温度变化、湿度变化等因素, 舱体主结构面临腐蚀的风险。

为了最大限度减少损坏和伤害, 设计团队想方设法让空间站变得更结实、更强壮。“在天和核心舱主结构设计时, 我们从抗腐蚀、抗疲劳、抗断裂三个维度进行了综合分析和评价, 从材料选择、结构设计、构型、参数设计等方面进行了科

3 巧妙应对碎片“天敌”

为了应对空间碎片等“天敌”的攻击, 天和核心舱热控分系统针对长寿命可靠性问题, 在之前的基础上, 开展了健壮性设计, 为空间站安装了两条相当于“大动脉”的管子——热管辐射器, 以便减少流体管在外暴露的面积, 大大降低被空间碎片击穿的风险。

航天科技集团五院空间站热控分系统主任设计师韩海鹰介绍, 就像家里使用的水管子、水龙头, 用上几年可能就坏了, 必须及时更换、维修, 否则家里容易闹“水灾”和用水危机。因此, 空间站的热控分系统绝不能坏, 特别是有着热控回路系统心脏之称的“回路泵”, 必须是可