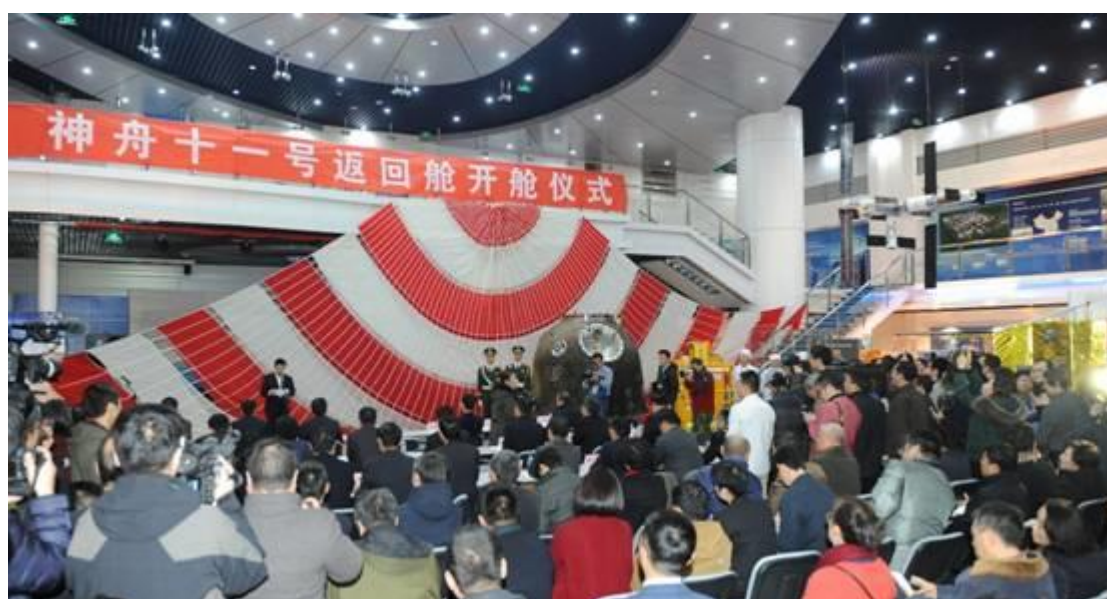


# 联想助力神十一案例

11月22日，神舟十一号载人航天飞船返回舱开舱仪式在京举行。在仪式上，中国载人航天工程办公室相关负责人正式将在太空中陪伴了航天员33天的P系列移动工作站交还给联想，并对联想高性能服务器(HPC)、机架式服务器和图形工作站在历次载人航天任务中表现出来的高性能、高可靠性给予了高度评价。至此，天宫二号与神舟十一号载人飞行任务圆满完成，胜利实现了稳定运行、健康驻留、安全返回、成果丰硕的任务目标。

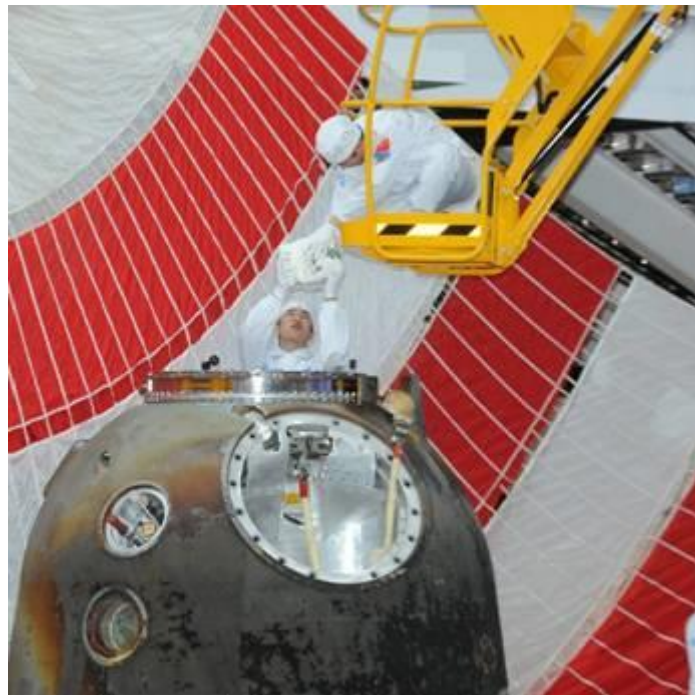


神舟十一号飞船返回舱开舱仪式

今年是我国航天事业创建60周年，也是我国载人航天工程发展进程中极为重要的一年，载人航天接连实施长征七号首飞、天宫二号和神舟十一号三次飞行任务，积极备战天舟一号飞行任务，全力推进空间站研制建设和后续发展论证。

此次任务的圆满成功，标志着我国空间实验室阶段任务取得具有决定性意义的重要成果，为我国空间站建造运营和航天员长期驻留奠定了坚实的基础。

联想自 2012 年与中国载人航天工程办公室建立战略合作伙伴关系以来，联想 HPC、机架式服务器、图形工作站在轨道计算、模拟仿真、航天器设计等关键事件中，承担了大量重要的计算工作，为载人航天工程总体顶层决策提供了有力技术支撑。联想与中国载人航天工程办公室共建的总体仿真实验室，成功助力神十一从发射、交会对接到分离、返回的全过程。



工作人员现场从神舟十一号返回舱取出搭载物品

在本次神十一任务中，联想 P 系列图形工作站也随着两名航天员首次进驻太空实验室。该设备作为航天员的工作和生活用机，为科学实验信息采集、数据分

析、网络接入等提供支持。在工作间隙，航天员还利用移动工作站进行娱乐，以及与地面上的家人开展视频通话。

### **仿真算力保轨道设计分毫不差**

本次载人航天工程任务中，飞船飞行高度比之前“神十”的 343 公里轨道高了 50 公里。因此，轨道计算在整个过程中尤为重要。联想为中国载人航天工程总体仿真实验室，提供了一套以联想高性能计算系统(HPC)和工作站为核心的仿真系统，使实验室拥有了强大可靠的计算能力，为飞船和轨道的各种不同状态，从容进行精确计算。

同样，飞船的归途也并不轻松，温度、环境的剧烈变化及返回舱的着陆冲击都是巨大的考验。任何一点疏漏或意外，都会危及航天员的生命安全。所以神舟飞船的返回弹道、返回舱气动外形和质心配平，都需要利用高性能服务器经过严格的仿真计算，并在各种大气环境参数下进行校验，从而将返回控制风险降至最低。

### **仿真风洞为航天器设计减负**



联想集团首席科学家祝明发教授代表联想接收 P 系列移动工作站

“神舟十一号”载人飞船是经过大量空气动力学和材料学的计算设计出来的，其中，“风洞试验”是研制工作中不可缺少的组成部分。不同于设计周期长、代价高的物理风洞，仿真风洞能在计算机上建立一个集流体动力学计算、可视化以及三维交互等功能于一体的基于虚拟环境的风洞模型，在理论计算和分析的基础上动态模拟分型部件在风洞中的实际情况，从而不断修改、优化部件形态。这个过程中，后台联想高性能计算系统需要进行高负荷的密集运算来模拟物理风洞实验的条件，而前台的工作站则进行实时渲染，生成可视化界面，除了需要强大的性能支持外，也需要稳定可靠的品质，避免宕机风险。

### **仿真训练铸就交会对接“天神之吻”**

天宫二号和神舟十一号在距地面 393 公里的近圆轨道成功完成交会对接，标志着我国成为第三个在空间站运行轨道上，完全掌握空间交会对接技术的国家。虽然航天器的操控日益自动化，但是航天员手控交会对接的训练必不可少。航天员在地面进行交会对接的飞行仿真对接，后台模拟控制系统需要实时测量位置姿态、从传感器读取数据，并将读取的数据进行处理，变成控制量输出，在此期间要把上百个环节做成数学模型，利用联想服务器算出正确的轨道和相对的空间位置并进行实时在线监控，这对服务器和图形工作站可靠性和计算性能提出了极为严苛的要求。