

ANSYS Workbench在基站结构随机振动环境下的模拟

- 郑伟巍/ 高级机械工程师

- 前言
- 有限元分析模型
- 有限元模态分析
- 基站结构随机振动谱分析
- 试验
- 结论

前言

- 户外基站产品的工作环境非常恶劣、复杂，不可避免地要受到振动、冲击等各种随机动力荷载的作用, 设计中应研究和解决设备在动态环境下的工作可靠性以及抵御恶劣环境的能力。
- 利用ANSYS Workbench仿真分析软件，对结构进行瞬态动力学仿真和随机振动谱分析。
- 某一户外基站产品的外形结构见图1，机架上安装了天线，两个射频模块，两个滤波单元和一数字模块。

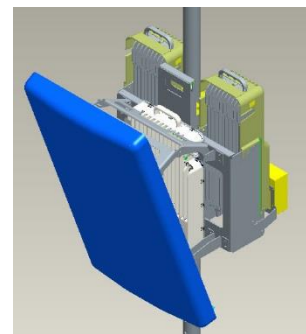


图1 基站外形结构图

基站结构有限元分析模型

- 模型简化和导入
- 材料参数设置
- 网格划分
- 边界条件设置

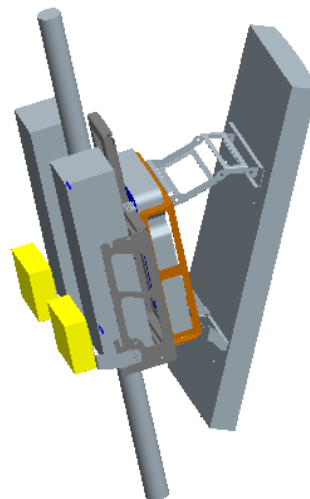


图2 基站结构简化模型

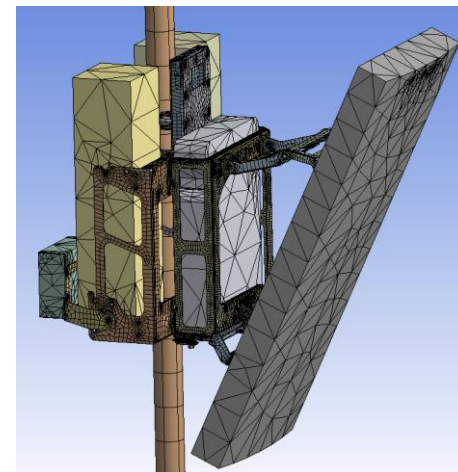


图3 有限元模型

材料	密度(Kg/m3)	弹性模量(Mpa)	泊松比	屈服强度(Mpa)
AISI 1010 钢	7870	205000	0.29	305

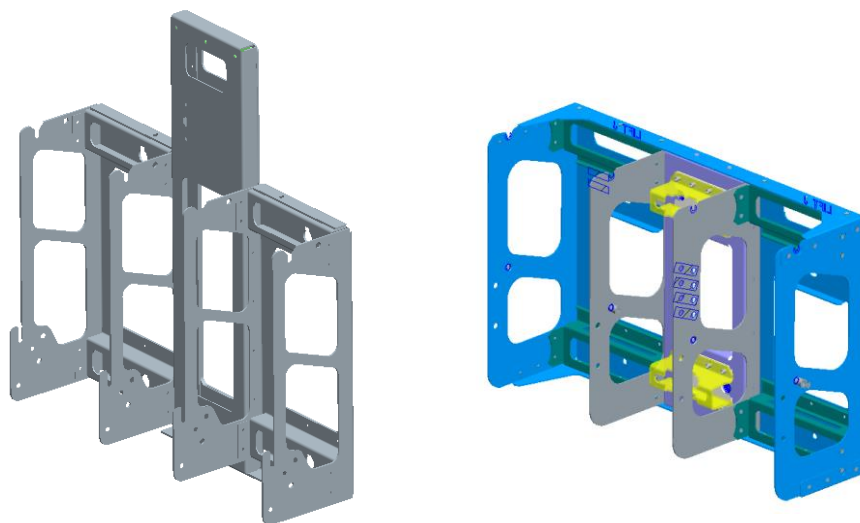
表1 AISI 1010的材料特性

有限元模态分析

- 户外基站结构的模态分析是其结构设计的重要内容之一，它也是随机振动分析的前提。
- 模型设计改进前后的前五阶模态自振频率数据对比见表2。

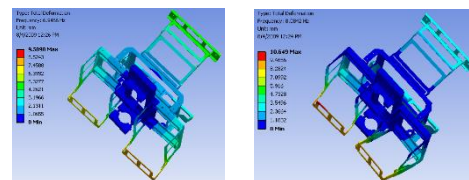
阶数	1	2	3	4	5
改进前频率值 (Hz)	6.95	8.08	10.42	10.5	10.66
改进后频率值 (Hz)	15.07	21.51	36.25	41.19	44.16

表2 设计改进前后的前五阶模态自振频率

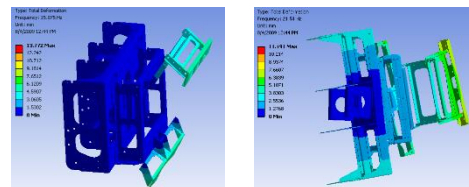


a) 最初的设计结构 b) 改进后结构

图5 设计改进前后主框架结构



a) 一阶振型图 b) 二阶振型图
图4 最初的设计结构一二阶振型图



a) 一阶振型图 b) 二阶振型图
图6 改进后结构一二阶振型图

基站结构随机振动谱分析

- 加速度PSD

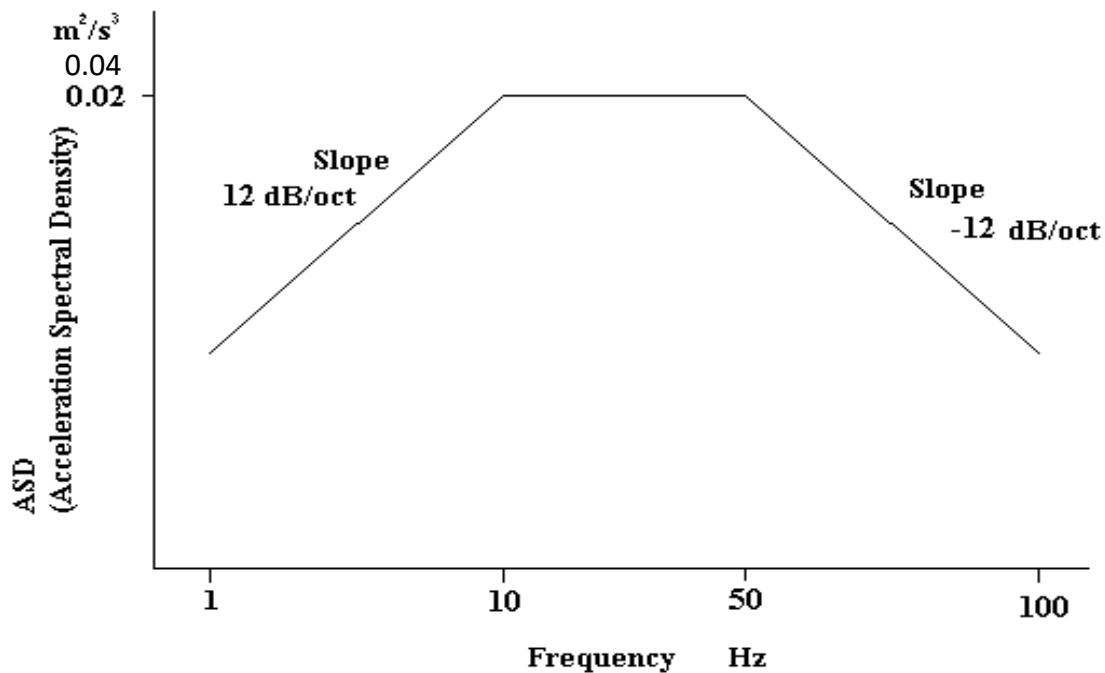


图7 加速度谱密度

随机振动谱分析

- 强度理论

第四强度理论和Von Miss等效应力

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

[1]式中： σ_1 、 σ_2 、 σ_3 三向应力状态下主应力。

- “3 6 ” 准则

- 随机振动分析是一种定性的分析技术。在分析中，对随机振动的应力分析采用了“3 6 ” 准则。
- 当Von Miss 3 6 等效应力值达到材料的屈服极限时，判定结构材料就会发生塑性变形。
- 运用Von Miss 3 6 等效应力来判断机柜结构的强度，对于不知道材料的S-N曲线，不能判定随机应力的疲劳破坏情况时，对随机振动结果分析是一条简单而有效的途径。

随机振动谱分析

- 建模的注意点
 - 模态分析
 - 线性行为
 - 材料性质

机架的随机振动结果分析

- 最初的设计结构随机振动中的Y方向（沿抱杆方向）振动的最大1 σ 应力为372 MPa，高于材料的屈服强度, 见图8。
- 设计改进后机架Y方向的3 σ 应力为292.5 MPa，而1010钢的屈服应力为305MPa，判定机架材料不会屈服。

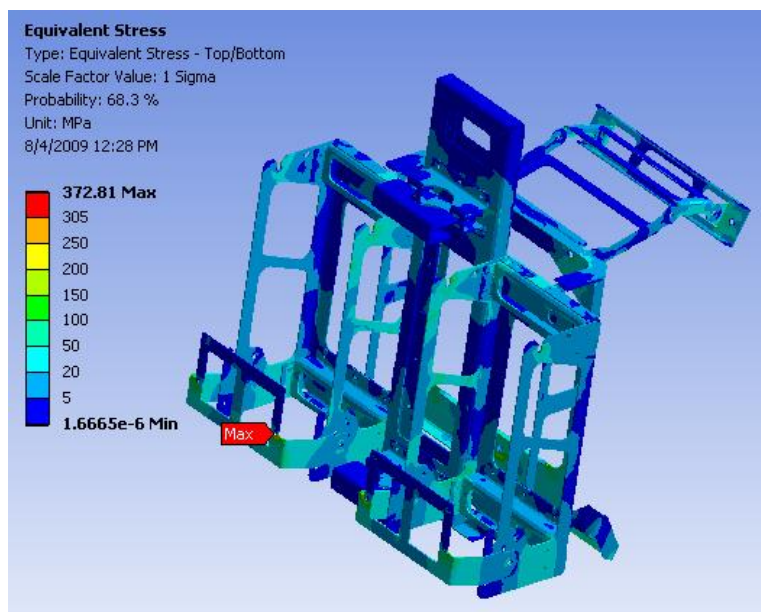


图8 设计改进前机架Y方向1 σ 应力云图

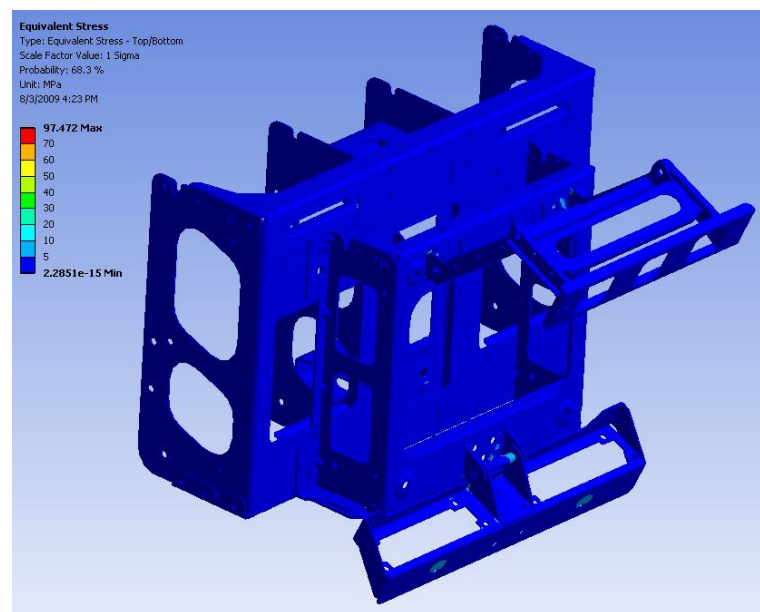


图9 设计改进后机架Y方向的1 σ 应力云图

试验

- 基站产品安装到试验夹具上，试验夹具和振动台用螺栓拧紧，见图10。在随机振动试验中，可从加速度读到加速度谱的曲线，见图11。
- 随机振动测试前进行正弦扫频。有限元模型得到的主要低阶模态频率的计算值与试验测试值的误差在5%以下。
- 经过三个方向随机振动测试，改进后的机架通过了测试，结构的强度和刚度达到了设计要求。



图10 随机振动测试

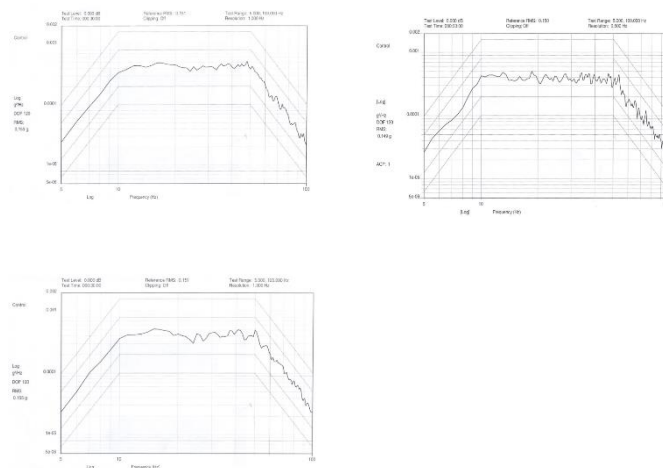


图11 随机振动测试中加速度谱的曲线

结论

- ANSYS Workbench在基站结构随机振动环境下的模拟,能够与实际随机振动试验较好吻合,文中建立的基站结构有限元动力分析模型是合理的,机架结构的强度和刚度达到了设计要求。
- ANSYS Workbench是基站机械结构在动态优化设计中的一个有效的工具。根据分析结果,可以定性的指导设计,改进设计方案,进而提高研发效率。
- ANSYS Workbench有限元分析软件是一个简单实用的分析软件,能对复杂模型进行各种力学分析。可以优化设计,节省设计成本。而且能够明显缩短产品的研制周期、降低生产成本、确保产品质量,保证项目顺利完成,从而提高企业的经济效益。

ANSYS®



ANSYS中国技术大会
中国·上海

感谢聆听