

ANSYS HF/SI 高频/高速工程师认证考试大纲 (中级)

一 考试目标与要求

ANSYS HF/SI (High Frequency/Signal Integrity) 高频/高速工程师认证考试, 是针对从事工程设计的工程师应具备的高频电磁场和高速电路知识与 ANSYS HF/SI 软件应用能力而实施的技能考核与认证。认证考试的面向对象包括航空、航天、船舶、车辆、机械、能源、化工、电子、兵器、核能等专业领域的在校本科生及研究生, 以及企事业单位从事电磁场和高速电路设计及分析工作的工程技术人员。通过认证考试, 可以督促考生深入掌握工程计算电磁场和电子电路分析技能并提高软件应用的熟练度, 可以帮助考生提高工程实践技能以增强就业能力。该认证考试的成绩也可以为相关企事业单位提供招聘用人参考。

通过认证考试的人员, 可以认为其比较系统地掌握了电磁场理论、微波工程理论、天线原理等基础理论, 熟悉电磁场、传输线、射频无源器件、天线等仿真方法, 掌握 ANSYS 旗下 HFSS 软件的设置和操作方法, 掌握使用 HFSS 进行各种仿真的流程与操作方法, 能通过计算电磁学和电路分析基础理论和工程经验知识来确认仿真模型与工程问题的等效性, 并能对计算结果进行准确解读和评价。

二 考试内容和分值权重

ANSYS HF/SI 工程师认证考试 (中级) 的题型为选择题, 包括单选题和多选题。

考试要求考生具备一定的计算电磁学、电路基础知识, 并对有限元法及积分方程算法的数值计算过程和相关处理技巧有一定了解。要求考生可以利用基础理论, 将工程实际中的电磁场和电路问题转化为电磁场与电路仿真问题, 并能够熟练应用 ANSYS HF/SI 系列软件进行快速、准确的建模和计算。

1. 理论基础部分 (30%)

A) 电磁场、微波，天线和电路相关理论和仿真算法（10分）

1. 麦克斯韦方程组，及其积分和微分形式，了解麦克斯韦方程组与计算电磁学的关系；
2. 电磁波传播原理，电场，磁场及其时变场与传播的原理；
3. 电磁波的极化，了解电磁波极化定义及区分；
4. 高频近似算法，了解高频算法的分类及主要种类；
5. 掌握波动方程和波动方程的推导方法
6. 了解电磁场唯一性和互易性定理及其应用
7. 掌握电磁场格林函数的物理意义以及常见边界下格林函数的形式
8. 熟悉常见边界下点源的电场分布
9. 全波有限元和矩量法，了解有限元算法和矩量法与麦克斯韦方程组的关系，以及其算法的基本原理；
10. 了解改进节点法仿真电路的计算原理和过程
11. 了解高频近似算法，如弹跳射线法，几何光学法，物理光学法等
12. 掌握线性代数和矩阵的基本理论和求解过程，了解特征向量和特征值的物理意义

B) 微波网络基础（5分）

1. 网络参数的定义，及其归一化
2. 插入损耗、反射系数与驻波比的关系

3. 二端口网络的相移、衰减
4. 常见互连结构 S 参数的特点
5. 掌握传输线理论及其应用，如电报方程，特征阻抗，RLCG 参数，传播常数等
6. 掌握分布式电路和集总电路的区别
7. 对差分传输线有一定认识，了解奇模和偶模
8. 史密斯圆图和阻抗匹配
9. 了解波导理论，能够绘制矩形波导的主模的场分布，知道简并模的概念

C) 天线与滤波器 (5 分)

1. 天线的辐射与极化
2. 天线的方向图
3. 增益、副瓣电平、波瓣宽度、交叉极化等参数定义
4. 天线阵列的波束扫描
5. 天线的测试方法
6. 了解滤波器的基本参数，如带宽，纹波，中心频点，插损和回损等。
7. 了解不同类型滤波器的主要优势，如微带滤波器，腔体滤波器等

D) 高速电路基本理论 (10 分)

1. 掌握信号完整性和电源完整性基本理论

2. 了解电源网络的构成与电源阻抗的物理意义
3. 掌握时域数据和频域数据的关系
4. 了解去耦电容的性能指标
5. 了解过孔，焊盘，走线，电源平面对高速信号的影响
6. 了解PCB 前仿真和后仿真的区别
7. 了解 SPICE 模型，IBIS 模型，AMI 模型的作用

2. HFSS 和 HFSS 3D LAYOUT 的功能和使用 (40%)

● HFSS 中的求解器，求解类型与仿真界面

1. 熟悉 HFSS 不同类型求解器的作用，可根据具体问题判断如何选取对应求解器；
2. 掌握 HFSS 有限元算法下 Driven Modal 和 Driven Terminal 的区别与使用场景
3. 了解 HFSS 3D LAYOUT，以及它和 HFSS 的区别和联系

● 模型和数据的建立和导入

1. 熟悉 HFSS 中点、线、面、体的建立过程；
2. 熟悉 HFSS 针对已有模型的平移、拉伸、旋转、切割等操作；
3. 了解 HFSS 几何清除与修复功能；
4. 熟悉 HFSS 中外部 CAD 模型导入的具体方法
5. 掌握材料库的使用、查看、修改方法；

6. 掌握个人材料库的创建、新增、删除方法；
7. 熟悉不同分析类型需要的材料以及材料在该分析中起到的作用
8. 掌握 PCB 版图的导入流程，以及 PCB 版图的切割方法和技巧
9. 掌握在 HFSS 3D LAYOUT 中对 PCB 的叠层参数进行设置
10. 掌握在 HFSS 3D LAYOUT 中对电容，电感等器件赋予模型的方法
11. 掌握在 HFSS 中实现 PCB 和 Package 进行组装的操作过程

- HFSS 中激励和边界条件

1. 熟悉 Lumped Port 和 Wave Port 的规则和限制，能够对针对复杂端口情况正确建立 Wave Port
2. 熟悉 HFSS 中集中辐射边界的设定方法和区别，熟悉 HFSS 中不同吸收边界条件 Radiation/PML/FEBI 边界的区别的设定方法和应用场景；
3. 掌握主从边界，以及利用主从边界建立周期性阵列仿真模型的方法
4. 掌握在 HFSS 3D LAYOUT 中基于 Trace 和 Component 快速建立 Port 的方法
5. 掌握在 HFSS 3D LAYOUT 中设定空气盒子和辐射边界的方法
6. 平面波激励与 RCS 扫描角设置
7. 合成激励与传统激励方式的区别

- HFSS 仿真功能设置

1. 了解 HFSS 中网格的生成过程，掌握对网格进行干预的方法

2. 如何根据工程需要设定求解精度，并能均衡考虑求解速度/精度以及内存占用的关系
3. 掌握多机多核并行计算的设置过程，并了解 Core 和 Task 概念的区别。
4. 掌握 Derivative 的作用，和仿真结果实现调谐的实现步骤
5. IE-region/PO-region/SBR-region 的特点及其设置方法
6. 三种扫频方式 Discrete, Interpolating 和 Fast 的特点与区别
7. 自适应宽带网格的设置方法以及优势
8. 部件库与模型加密的使用方法
9. 求解设置中的计算精度的含义，以及迭代步数与求解精度的关系

- HFSS 仿真结果查看和后处理

1. 掌握 HFSS 查看 S 参数，天线参数等结果的方法
2. 掌握 S 参数结果的导出方法，已经使用 Network Data Explorer 对 S 参数进行检查和等效电路转化。
3. 能够在感兴趣的物体内部和表面显示电磁场分布，并可以以标量和矢量的形式展示
4. 掌握 HFSS 场计算器的具体使用，可针对一个待求解物理量分解每一步的操作步骤，实现对复杂电磁场结果的计算和处理；
5. 了解在 HFSS 中通过 UDO，Toolkit 或者 Python 脚本生成自定义的输出结果的方法；

- 参数化与优化

1. 掌握参数化建模和扫描的具体操作步骤；熟悉参数化扫描设置中各个选项卡的物理意义，可针对提出的具体要求做相应设置；
2. 熟练掌握 HFSS 优化的具体操作步骤；熟悉优化过程中各个参数的具体物理意义；
3. 了解敏感性分析操作步骤；了解敏感性分析与参数化扫描之间的关系与差异；
4. DOE 优化与传统优化的区别与优势

3. SIWAVE 的功能和使用 (15%)

● SIWAVE 中模型和数据的建立和导入

1. 掌握 PCB 模型的导入和切割方法
2. 掌握 PCB 的 LAYOUT 的完整性检查以及清理方法
3. 掌握 PCB 叠层的设置与修改
4. 掌握过孔与焊盘的设置与调整
5. 掌握 PCB 和封装的组合操作流程。
6. 掌握电容真实模型的导入方法

● SIWAVE 的功能与设置

1. 了解 SIWAVE 的仿真原理，应用场景和主要优势
2. 掌握手动建立 Port 和基于器件建立 Port 的操作方法
3. 掌握直流压降仿真中 Source 和 SINK 的建立方法

4. S 参数扫频范围的计算以及操作流程
5. 掌握使用 PI Advisor 进行去耦电容优化的操作过程
6. 掌握 PCB 谐振仿真的设置流程
7. 掌握利用 SIWAVE 对 PCB 各网络特征阻抗和串扰的快速扫描方法
8. 掌握 SIWAVE 中计算近场和远场的设置方法

- SIWAVE 中仿真结果查看与后处理

1. 掌握 S 参数的查看和导出
2. 直流压降仿真中电流和损耗分布查看。能够生成并理解 Power Tree
3. 掌握从 S 参数仿真结果中获得 RLCG 的操作流程
4. 掌握把 SIWAVE 中的近场和远场导入到 HFSS 中的操作流程

4. SI/RF OPTION 电路仿真软件 (5%)

- 模型的导入和建立

1. 掌握 IBIS 模型, SPICE 模型的导入和相关参数设置方法
2. 掌握 HFSS 工程, SIWAVE 工程的导入方法, 掌握与 HFSS 进行层次化参数传递的操作
3. 基本电路元器件的建立和参数设定

- 电路仿真功能与设置

1. 掌握时域仿真的 time step 和 total time 设定, 能解决简单的仿真收敛性问题

2. 掌握线性网络的参数提取设置方法
3. 掌握在软件中进行滤波器和传输线的设计和综合的操作流程
4. 掌握电路和电磁场协同仿真的方法，完成阵列天线系统级分析
5. 掌握低噪放的阻抗匹配仿真操作流程。
6. 掌握瞬态眼图，快速眼图和统计眼图的设置方法，并了解三种方法的优劣。
7. 掌握把电路仿真结果推送会电磁场仿真中，进行电磁辐射计算的操作流程

5. 解决具体工程问题的能力（10%）

- 根据提出的具体工程问题，基于高频电磁场，高速电路理论和工程经验对问题进行合理假设、合理简化，能建立相应的电磁场和电路仿真场景，正确完成求解计算，对问题作出准确的分析和评价。

参考书目：

1. 《简明微波》，梁昌洪，高等教育出版社
2. 《HFSS 原理与工程应用》，谢拥军，科学出版社；
3. 《ANSYS HFSS 19.0 Help Document》，ANSYS HFSS 软件官方帮助手册
4. 《ANSYS SIWAVE 19.0 HELP Document》，ANSYS SIWAVE 软件官方帮助手册
5. 《ANSYS 信号完整性分析与仿真实例》，房丽丽，中国水利水电出版社

6. 《天线（第三版）》 Kraus 著，章文勋 译，电子工业出版社
7. 《电磁场与电磁波（第四版）》 谢处方 高等教育出版社
8. 《基于 ANSYS 的信号和电源完整性设计与分析》 周润景 电子工业出版社
9. 《高速集成电路互连》 毛军发 科学出版社
10. 《信号完整性与电源完整性分析》 Eric Bogatin 著 李玉山 译 电子工业出版社