

## ANSYS CFD 流体工程师认证考试大纲

### 一 考试目标与要求

ANSYS CFD ( Computational Fluid Dynamics ) 流体工程师认证考试，是针对从事工程设计的工程师应具备的流体力学和传热学分析知识与 ANSYS CFD 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流体和热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流体力学和传热学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**初级**认证考试的人员，可以认为其比较系统地掌握了流体力学和传热学分析的基本概念和基本原理，能**熟练**使用 ANSYS CFD 软件完成几何建模、网格划分、设置边界条件、设置求解参数、结果后处理等工作，**能通过流体力学和传热学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 CFD 流体工程师认证考试的题型为选择题，包括单选题和多选题。

考试要求考生具备一定的流体力学、传热学基础知识，并对有限体积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，**将工程实际中的流动和传热问题转化为 CFD 仿真问题，并能够熟练应用 ANSYS CFD 软件进行快速、准确的建模和计算。**

---

#### 1. 理论基础部分 ( 30% )

---

## ● 流体力学基础

1. 了解流体的宏观性质与微观结构，连续介质假设及其适用条件，流体的粘性、可压缩性、热膨胀性、表面张力，牛顿流体、非牛顿流体，作用在流体上的质量力与表面力；
2. 了解流体静力学基本方程及其应用，了解静压强、等压面的概念，了解平面与曲面上流体作用力，流体的相对平衡；
3. 了解拉格朗日法与欧拉法对流体运动的描述及其之间的联系，了解流线、迹线、涡量、涡管等概念；
4. 了解连续性方程(雷诺输运定理)，动量方程(流体的受力、应力张量)，能量方程(热力学定律)，本构关系，状态方程等流体力学方程组及其定解条件；
5. 了解量纲分析与流动相似理论，流体力学中的无量纲量及其物理意义、相似原理的应用；
6. 了解无粘流、粘性流体的概念及其控制方程的区别；
7. 了解粘性流体的流动状态：层流、湍流，了解雷诺数的概念；
8. 了解边界层的概念，了解边界层的分离，湍流的发生，层流到湍流的转捩等现象；

---

## ● 传热学基础

1. 了解传热学的研究目标，了解热量传递的三种基本方式
2. 了解温度场、导热系数等概念；了解具有内热源的导热微分方程，以及单值性条件的基本概念；
3. 了解稳态传热和非稳态传热的概念及其区别；
4. 了解对流换热，牛顿冷却公式与换热系数；
5. 了解自然对流和强制对流的定义及其区别；

6. 了解热辐射的本质和特点，了解黑体、灰体、漫射体、发射率、吸收率等基本概念，了解斯蒂芬-玻尔兹曼常数；

---

- 有限体积法

1. 简单了解对计算区域进行空间离散化的意义，了解流体力学控制方程离散化的方法和意义；
2. 简单了解显式方法和隐式方法各自的形式和特点；
3. 简单了解对扩散项和对流项的各种离散格式的处理方法、精度和稳定性；
4. 简单了解不同类型的网格特点及生成方法，从而针对不同的问题选择合理的网格类型，了解网格疏密度分布的控制策略，了解壁面附近边界层网格的控制策略，了解网格质量的评判标准；

---

2. 软件操作（60%）

---

- ANSYS 软件的启动运行和用户界面

1. 简单了解 ANSYS 软件产品的安装过程和支持的系统软硬件环境；
2. 掌握 ANSYS workbench 仿真环境的启动和重要设置项 Option；
3. 熟悉 ANSYS workbench 仿真环境的 Tool Box 工具箱中结构分析相关各模块的用途和概念，包括但不限于几何建模、网格划分、流体力学、优化等。
4. 熟悉 ANSYS workbench 的初始项目页面，并能够搭建从几何模型处理、网格划分、求解分析的流程图，包括建立 Fluent 分析流程等；

---

- 几何前处理：SPACECLAIM 的几何建模和几何模型清理

1. 熟悉 ANSYS SpaceClaim 几何前处理模块的用户界面和常规操作；
2. 了解 ANSYS SpaceClaim 支持导入的外部几何文件的格式类型；
3. 熟练掌握目录树结构，可以对组件 ( Components ) 做创建、激活、抑制、隐藏、单独打开、复制、剪切、粘贴、镜像、重命名和删除操作；
4. 熟练掌握对几何对象的单个选择、批量选择的操作；
5. 熟练掌握 ANSYS SpaceClaim 的三种建模或修改模式的基本概念，包括草图模式、剖面模式、三维模式；
6. 掌握使用草图模式，用各类线条创建常规的几何平面；
7. 熟练掌握并灵活使用 Pull、Move、Fill、三种工具，创建或修改几何模型；
8. 熟练掌握并灵活使用 Combine 工具，对几何对象做布尔运算操作，包括合并、切分等；
9. 了解使用几何修补 Repair 中的“缝合 Stitch、间隙 Gaps、缺失面 Missing Faces”三个工具，修补缝隙；
10. 了解使用几何修补 Repair 中的“Split Edges、Extra Edges、Duplicates”三个工具，清理不需要的边线；
11. 了解使用几何修补 Repair 中的“Merge Faces、Small Faces…”等工具，清理不适合的面；
12. 了解使用模型准备 Prepare 页签中的“Rounds、interference、Faces、Short Edges”等工具，批量清理圆角、干涉、小面、短边等仿真分析不需要的几何对象；

---

- 几何前处理：SPACECLAIM 的 CFD 相关前处理和模型输出

1. 了解对薄壁实体模型的自动/手动抽中面方法及相关的修补技巧；
2. 掌握使用模型准备 Prepare 页签中的体积抽取“Volume Extract”功能，从已有的固体几何模型基础上抽取出流体计算域的方法及技巧；
3. 了解共享拓扑 (Share Topology) 的概念，即在接触的体或面上创建共享拓扑(面、边、点的连接关系)，并把这种关系传递到 Workbench，使得这些对象在网格划分时产生共节点网格；
4. 了解从 Spaceclaim 输出几何模型并导入到 ANSYS Meshing 或 ANSYS Fluent Meshing 中的操作过程；

---

#### ● ANSYS MESHING 的网格划分

1. 准确理解网格的细密度和网格质量对计算结果的影响；
2. 掌握使用 Sizing 选项对网格密度做整体控制；
3. 掌握四面体、六面体、CutCell、三角形、四边形的网格划分方法，正确使用 Sweep、Multizone、Uniform 等方法获得高质量的网格；
4. 掌握使用 Inflation 选项生成高质量的边界层网格；
5. 了解对模型各部分的网格做局部精细的控制；
6. 了解使用 Mesh Metrics 工具来检查网格质量，并初步了解软件中对网格质量判断采用的准则；

---

#### ● ANSYS FLUENT 的一般分析功能

1. 掌握 ANSYS Fluent 的用户界面，包括顶部菜单栏、快捷工具栏、左侧树形目录和细节参数设置面板、下方信息输入输出窗口、图形界面等；

2. 了解对网格的各种操作，包括显示、检查、缩放、平移、旋转、合并、删除、替换等操作，掌握将四面体非结构化网格转换为多面体网格的操作；
3. 掌握稳态和瞬态分析的设置，理解瞬态分析时间步的概念并能正确设置所需的时间步；
4. 掌握基于压力的求解器和基于密度的求解器的选择方法；
5. 掌握能量方程的激活方法及相关设置；
6. 了解无粘流、层流以及各种湍流模型和壁面函数的适用范围及设定方法；
7. 了解 S2S、DO、P1、太阳辐射等各种辐射模型的适用范围及设定方法；
8. 掌握材料物性的设置方法，包括气体、液体、固体以及混合物的创建、拷贝、编辑、删除等操作，理解并正确赋予物性参数中的各物理量数值；
9. 了解各种体源项的设置方法；
10. 了解多孔介质的设置方法；
11. 了解多重参考坐标系 (MRF) 的设置方法；
12. 掌握各种边界条件类型及其参数设置的流体力学和传热学意义，并能正确将工程实际的边界条件数据施加到模型上；
13. 了解薄壳导热 (Shell Conduction) 模型的设置方法；
14. 了解操作条件 Operating Conditions 中设置的各项参数的意义；
15. 简单了解求解器的方法选择和相关控制参数的设置，包括求解器的格式选择、离散格式的选择、松弛因子的设置、CFL 数的设置等；

16. 了解对计算结果的数据进行各种数学运算处理的方法，能够将感兴趣的物理量或数据设置为监视值，并监视其数值随着计算进行而发生变化的曲线；
17. 掌握对计算结果输出的内容、类型以及输出频率进行设置的操作；
18. 了解标准初始化和混合初始化的方法；
19. 了解通过迭代步数、时间步数、残差收敛标准或监视数值波动范围等方法控制求解进度；
20. 了解后处理的操作过程，包括创建点、线、面、体用于提取数据，创建云图、矢量图、流线、迹线等并输出动画、图片等，创建二维图表，输出不同位置的温度、压力、速度等感兴趣的物理量或数据结果；

---

#### ● ANSYS CFD-POST 的后处理功能

1. 掌握创建点、点云、线、面、体、等值面、用户自定义面以及从外部导入曲面的方法；
2. 掌握创建云图、矢量图、流线、迹线、体渲染等后处理效果的方法；
3. 简单了解创建用户自定义表达式 ( Expressions ) 和变量 ( Variables ) 的方法；
4. 了解对计算结果的数据进行各种数学运算处理的方法；
5. 了解创建数据表格 ( Table )、二维图表 ( Chart )、报告文件 ( Report ) 的方法；
6. 了解将多个计算模型的结果进行对比的方法；
7. 了解流线动画、扫掠面动画等快速动画 ( Quick Animation ) 的制作方法；
8. 了解瞬态动画 ( Timestep Animation ) 的制作方法；
9. 简单了解关键帧动画 ( Keyframe Animation ) 的制作方法；

---

- ANSYS WORKBENCH 参数化建模及仿真流程

1. 了解 Workbench 各模块中 Input Parameter 和 Output Parameter 的定义方法，了解创建和运行多个 Design Points 的方法；

---

3. 解决具体工程问题 ( 10% )

- 根据提出的具体工程问题，基于流体力学、传热学原理和工程经验对问题进行合理假设、合理简化，能建立 CFD 仿真模型，正确完成求解计算，对问题作出准确的分析和评价 ( 和中级的是一样的，不合理 ) 认证方定义具体工程问题模型、网格分布/质量、计算目标、结果分析时需要参考的后处理变量、可分配的计算资源、可接受的计算时间。基于上述定义，学员能够对模型合理简化、生成符合要求的网格、对计算模型进行合理设置、求解并后处理。

参考书目：

1. 《流体力学 ( 上下册 ) 》，吴望一，北京大学出版社；
2. 《传热学》( 第四版 ) ，杨世铭，高等教育出版社；
3. 《数值传热学》( 第 2 版 ) ，陶文铨，西安交通大学出版社；
4. ANSYS Fluent 19.0 Help Documents ，ANSYS 软件官方在线帮助手册；
5. 《ANSYS Fluent 基础培训教程》，ANSYS 英文原版培训教材；



6. 《ANSYS Workbench 基础教程与实例详解（第2版）》，万水 ANSYS 技术丛书，浦广益著，中国水利水电出版社；
7. 《ANSYS SpaceClaim 直接建模指南与 CAE 前处理应用解析》，万水 ANSYS 技术丛书，王伟达等著，中国水利水电出版社；
8. 《计算流体动力学分析：CFD 软件原理与应用》，王福军著，清华大学出版社；