

工程仿真技术（CAE 结构分析师）

职业能力等级评价标准

（试行稿）

1 职业概况

1.1 职业名称

工程仿真技术（CAE 结构分析师）

1.2 职业定义

借助计算机辅助工程软件进行结构力学仿真分析的技术人员。

1.3 职业能力等级

本项目共设三个能力等级，分别为初级、中级和高级。

1.4 职业环境条件

常温、室内工作。

1.5 职业能力特征

具备结构力学相关理论基础、熟练使用 CAE 仿真软件；具备分析和解决具体工程问题的能力；具有较强的学习、计算、逻辑思维及语言表达能力；具备项目管理能力、严谨的工作态度和沟通和团队协作能力。

1.6 普通受教育程度

大学专科（或同等学力）及以上。

1.7 职业能力等级评价要求

1.7.1 报考条件

具备以下条件，可申报初级结构分析师：

- （1）大学专科（或同等学力）及以上（含在读学生）。

具备以下条件之一者，可申报中级结构分析师：

- （1）大学本科（或同等学力）及以上，并从事相关职业累计工作 3 年（含）以上。
- （2）大学研究生（或同等学力）及以上（含在读学生）。
- （3）获得初级职业能力认证的人员满 1 年以上。

具备以下条件之一者，可申报高级结构分析师：

- （1）大学本科（或同等学力）及以上，并从事相关职业累计工作 6 年（含）以上。

(2) 大学研究生（或同等学力）及以上，并从事相关职业累计工作 3 年（含）以上。

(3) 获得中级职业能力认证满 2 年以上。

1.7.2 评价方式

本职业评价内容分为理论知识考试、操作技能考试和综合评审。理论知识考试以笔试或机考方式为主，主要考核从业人员从事本职业应掌握的理论基础知识及职业道德基本知识；操作技能考试主要采用现场计算机操作方式为主，主要考核从业人员从事本职业工作要求的技能水平；综合评审主要针对高级分析师，采取审阅申报材料、答辩等方式对从业人员实际工作能力评价和审核。

理论知识考试、操作技能考试和综合能力评审均实行百分制。理论知识考试和操作技能考试成绩皆达 70 分（含）以上者为合格，综合能力评审成绩达 60 分（含）以上者为合格。

1.7.3 监考人员、考评人员与考生配比

理论知识考试监考人员与考生配比不低于 1:20，且每个考场不少于 2 名监考人员；操作技能考试监考人员与考生配比不低于 1:20，且每个考场不少于 2 名监考人员；理论知识考试与操作技能考试考评人员为 3 名（含）以上单数；综合评审人员为 3 人（含）以上单数。

1.7.4 考评时间

理论知识考试时间不少于 60 分钟，操作技能考试时间不少于 90 分钟，综合评审时间不少于 30 分钟。

1.7.5 评价场所

理论知识考试在标准教室或计算机机房进行；操作技能考试在具有计算机、网络、仿真软件等软硬件设施完善的实训场所进行；综合评审在配备必要多媒体设备的室内进行。

2 基本要求

2.1 职业道德

2.1.1 职业道德基本知识

2.1.2 职业守则

- (1) 爱岗敬业，忠于本职工作，精诚团队协作；
- (2) 勤奋学习进取，精通专业技术，保证工作质量；
- (3) 礼貌待人，尊重客户，热情服务，耐心周到；
- (4) 遵守标准与法规，遵守保密规定，保护知识产权；
- (5) 诚实守信、讲究信誉；
- (6) 遵纪守法，安全生产，遵守环保规定。

2.2 基础知识

2.2.1 材料力学基础知识

- (1) 变形固体基本假设；
- (2) 内力、应力和应变的概念；
- (3) 拉压、剪切、扭转、弯曲四类基本变形；
- (4) 应力状态分析；
- (5) 四种常用强度理论。

2.2.2 弹性力学基础知识

- (1) 弹性力学的基本概念和基本假设；
- (2) 平面问题的基本理论；
- (3) 平面问题的直角坐标解答和极坐标解答；
- (4) 用差分法和变分法解平面问题；
- (5) 空间问题的基本理论。

2.2.3 振动力学基础知识

- (1) 振动的分类；
- (2) 单自由度系统自由振动；
- (3) 单自由度系统受迫振动；

-
- (4) 多自由度系统振动。

2.2.4 疲劳强度基础知识

- (1) 疲劳的基本概念；
- (2) 应力疲劳；
- (3) 应变疲劳。

2.2.5 有限元分析基础知识

- (1) 有限元方法的概念和一般流程；
- (2) 杆梁结构分析的有限元方法；
- (3) 连续体结构分析的有限元方法；
- (4) 单元和插值函数的构造。

2.2.6 仿真软件操作知识

- (1) 仿真软件环境配置及操作界面；
- (2) 几何模型前处理；
- (3) 接触与连接关系处理；
- (4) 材料模型选择及设置；
- (5) 网格模型划分；
- (6) 分析计算设置；
- (7) 载荷和约束条件设置；
- (8) 求解计算；
- (9) 结果后处理。

2.2.7 相关的法律法规及标准

- (1) 《中华人民共和国网络安全法》相关知识；
- (2) 《中华人民共和国数据安全法》相关知识；
- (3) 《中华人民共和国知识产权法》相关知识；
- (4) 《中华人民共和国产品质量法》相关知识；

-
- (5) 《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》相关知识；
 - (6) 《中华人民共和国计算机软件保护条例》相关知识；
 - (7) GB（中国国家强制性标准）的相关知识；
 - (8) ISO（国际标准化组织）的相关知识；
 - (9) 信息化和工业化融合、信息技术领域国家标准相关知识。



工业和信息化部教育与考试中心

EDUCATION & EXAMINATION CENTER OF MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY

3 工作要求

3.1 初级工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 几何模型前处理	1.1 几何模型创建	1.1.1 能够将物理对象的二维图纸或概念模型转换为三维几何模型，做到三维几何模型规格及特征与物理对象保持一致。 1.1.2 能使用 CAE 软件直接创建三维几何模型，创建的三维几何模型规格及特征要与物理对象保持一致。	1.1.1 仿真软件环境配置及操作界面； 1.1.2 几何模型前处理。
	1.2 几何模型导入	1.2.1 能正确识别常见三维 CAD 文件格式并导入仿真软件，格式至少包括 .Step、.Iges、.X_T 和 .SAT 格式。 1.2.2 能正确地设置导入参数，修正导入过程中的错误，保证导入的模型关键特征不丢失。	1.2.1 仿真软件环境配置及操作界面； 1.2.2 几何模型前处理。
	1.3 模型简化	1.3.1 能根据三维几何模型的特点和仿真需求，裁剪和去除冗余部分，做到简化后的模型能适应仿真计算效率的要求。 1.3.2 能根据三维几何型模型的特点和仿真需求简化模型，做到模型简化而不影响仿真计算准确性的要求。	1.3.1 仿真软件环境配置及操作界面； 1.3.2 几何模型前处理。

2. 网格模型划分	2.1 单元类型选择	<p>2.1.1 能根据物理对象的结构特征选择合适的单元类型，单元类型至少包括实体单元、壳单元、板单元、杆单元和梁单元；</p> <p>2.1.2 能正确区分三角形、四边形、四面体、六面体等网格单元类型的几何形状和适用范围，能根据网格单元特点匹配对应的应用场景。</p>	<p>2.1.1 杆、梁结构分析的有限元方法；</p> <p>2.1.2 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>2.1.3 单元和插值函数的构造；</p> <p>2.1.4 网格划分方法。</p>
	2.2 网格设定	<p>2.2.1 能使用仿真软件网格设置的默认值，根据分析类型、计算资源情况评估并设置网格尺寸和类型；</p> <p>2.2.2 能使用仿真软件网格设置功能设定网格整体参数和局部参数，适应比较复杂的几何形状网格剖分需求。</p>	<p>2.2.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>2.2.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>2.2.3 网格划分方法。</p>
	2.3 网格生成	<p>2.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形和四面体等网格文件，完成常规网格模型的创建；</p> <p>2.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体网格文件，完成高精度网格模型的创建。</p>	<p>2.3.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>2.3.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>2.3.3 网格划分方法。</p>
3. 物理模型设置	3.1 材料属性定义	<p>3.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构响应的准确性；</p> <p>3.1.2 能在仿真软件中设置线弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。</p>	<p>3.1.1 四种常用强度理论；</p> <p>3.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；</p> <p>3.1.3 材料模型选择及设置。</p>
	3.2 连接关系处理	<p>3.2.1 能在仿真软件中设置刚性接触、粘合接触和自接触等接触关系，用于准确描述两个物体接触面之间的法向、切向相互作用。</p>	<p>3.2.1 仿真软件环境配置及操作界面；</p> <p>3.2.2 接触与连接关系处理。</p>

		3.2.2 能在仿真软件中设置焊点、焊缝、螺栓、粘接、多点约束等连接关系，准确描述两个或多个物体之间的力学联接关系。	
	3.3. 分析类型选择	3.3.1 能根据分析需求选择合适的分析类型，至少掌握静态分析、动态分析和热分析三种分析类型。	3.3.1 四种常用强度理论； 3.3.2 弹性力学基础知识； 3.3.3 振动力学基础知识； 3.3.4 分析计算设置。
	3.4. 载荷和约束条件设置	3.4.1 能在仿真软件中正确设置惯性载荷、集中力、分布力、变载荷等载荷，以确保模拟出接近实际工作条件的结构响应； 3.4.2 能在仿真软件中正确设置固定约束、位移约束、远端约束等约束，确保仿真结果更接近实际情况。	3.4.1 四种常用强度理论； 3.4.2 弹性力学基础知识； 3.4.3 振动力学基础知识； 3.4.4 有限元分析基础知识； 3.4.5 载荷和约束条件设置。
4. 求解计算	4.1. 求解参数设置	4.1.1 能根据分析需求选择合理的求解参数，掌握求解器类型、精度设置、时间步长、求解器控制和内存分配等常见的求解参数的定义和适用范围及作用； 4.1.2 能在仿真软件中设置计算时间、时间步长、最大迭代次数等求解参数，确保结构仿真的经济性。	4.1.1 四种常用强度理论； 4.1.2 弹性力学基础知识； 4.1.3 振动力学基础知识； 4.1.4 分析计算设置。
	4.2. 求解过程查看	4.2.1 能实时查看仿真软件残差变化，确认收敛状态，方便及时发现、调整求解参数提高计算效率； 4.2.2 能实时查看仿真软件计算状态，确认求解进度，评估计算时间，更好地控制和调整求解过程。	4.2.1 弹性力学基础知识； 4.2.2 振动力学基础知识； 4.2.3 求解计算。

	4.3. 求解过程控制	<p>4.3.1 能使用功能键启动、终止正在求解计算过程中的仿真任务，可以更加灵活地控制仿真过程，确保计算资源得到有效利用；</p> <p>4.3.2 能使用功能键暂停、重启正在求解计算过程中的仿真任务，可以检查中间结果，避免长时间等待，灵活控制求解过程。</p>	<p>4.3.1 弹性力学基础知识；</p> <p>4.3.2 振动力学基础知识；</p> <p>4.3.3 求解计算。</p>
5. 结果后处理	5.1 结果处理及验证	<p>5.1.1 能使用后处理功能显示结果变量，方便深入地理解仿真结果，从而做出更明智的设计决策；</p> <p>5.1.2 能使用后处理功能创建动画，实现仿真结果的动态可视化；</p> <p>5.1.3 能根据力学基本理论判断仿真结果合理性，确保仿真的准确性。</p>	<p>5.1.1 材料力学基础知识；</p> <p>5.1.2 弹性力学基础知识；</p> <p>5.1.3 振动力学基础知识；</p> <p>5.1.4 结果后处理。</p>

3.2 中级工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 仿真方案分析	1.1 工程项目分析	<p>1.1.1 能制定结构分析项目的分析目标, 确定分析范围, 形成仿真分析目的详细文档;</p> <p>1.1.2 能识别分析模型的主要变量和关键指标, 发现潜在的问题和风险, 用模型和数字量化展示。</p>	<p>1.1.1 材料力学基础知识;</p> <p>1.1.2 弹性力学基础知识;</p> <p>1.1.3 振动力学基础知识;</p> <p>1.1.4 疲劳基础知识;</p> <p>1.1.5 有限元分析基础知识;</p> <p>1.1.6 仿真软件操作知识;</p> <p>1.1.7 相关的法律法规及标准。</p>
2. 几何模型前处理	2.1 几何模型创建	<p>2.1.1 能够将物理对象的二维图纸或概念模型转换为三维几何模型, 做到三维几何模型规格及特征与物理对象保持一致。</p> <p>2.1.2 能使用 CAE 软件直接创建三维几何模型, 创建的三维几何模型规格及特征要与物理对象保持一致。</p> <p>2.1.3 能创建参数化几何模型, 提高设计的灵活性和效率, 地探索和优化设计空间。</p>	<p>2.1.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.1.2 几何模型前处理。</p>
	2.2 几何模型导入	<p>2.2.1 能正确识别常见三维 CAD 文件格式并导入仿真软件, 格式至少包括 .Step、.Iges、.X_T、.STL、.obj 和 .SAT 格式。</p> <p>2.2.2 能正确地设置导入参数, 修正导入过程中的错误, 保证导入的模型关键特征不丢失。</p>	<p>2.2.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.2.2 几何模型前处理。</p>

	2.3 模型简化	<p>2.3.1 能根据三维几何模型的特点和仿真需求, 裁剪和去除冗余部分, 做到简化后的模型能适应仿真计算效率的要求。</p> <p>2.3.2 能根据三维几何型模型的特点和仿真需求简化模型, 做到模型简化而不影响仿真计算准确性的要求。</p>	<p>2.3.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.3.2 几何模型前处理。</p>
	2.4 模型修复	<p>2.4.1 能检查模型的几何形状、尺寸、拓扑关系等几何信息, 发现几何缺陷、拓扑一致性和尺寸准确性等问题;</p> <p>2.4.2 能修复破损、缝隙、交叉等几何模型中的常规错误, 达到清除模型缺陷, 提高网格质量的作用。</p>	<p>2.4.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.4.2 几何模型前处理。</p>
3. 网格模型划分	3.1 单元类型选择	<p>3.1.1 能根据物理对象的结构特征和分析目的选择合适的单元类型, 单元类型至少包括实体单元、壳单元、梁单元、杆单元和板单元等;</p> <p>3.1.2 能正确区分膜单元、接触单元、弹簧单元、复合材料单元和粘滞阻尼单元等等网格单元类型的几何形状和适用范围, 能根据网格单元特点匹配对应的应用场景。</p> <p>3.1.3 能根据计算资源选择合适的单元类型, 优化网格质量, 提高计算效率。</p>	<p>3.1.1 杆、梁结构分析的有限元方法;</p> <p>3.1.2 连续体结构分析的有限元方法;</p> <p>3.1.3 单元和插值函数的构造;</p> <p>3.1.4 网格划分方法。</p>
	3.2 网格设定	<p>3.2.1 能使用仿真软件网格设置的默认值, 根据分析类型、计算资源情况评估并设置网格尺寸和类型;</p> <p>3.2.2 能使用仿真软件网格设置功能设定网格整体参数和局部参数, 适应比较复杂的几何形状网格剖分需求。</p>	<p>3.2.1 连续体结构分析的有限元方法;</p> <p>3.2.2 单元和插值函数的构造;</p> <p>3.2.3 网格划分方法。</p>

	3.3 网格生成	<p>3.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形、四面体、二节点梁单元、三节点梁单元、点-面接触单元、面-面接触单元等网格文件，完成常规网格模型的创建；</p> <p>3.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体和楔形单元网格文件，完成高精度网格模型的创建；</p> <p>3.3.3 能整体加密和局部加密网格，提高计算精度和效率。</p>	<p>3.3.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>3.3.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>3.3.3 网格划分方法。</p> <table border="1" data-bbox="1002 504 1345 757"> <tr> <td data-bbox="1002 504 1050 616">2.3 网格生成</td> <td data-bbox="1050 504 1214 616">2.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形和四面体等网格文件，完成常规网格模型的创建；</td> <td data-bbox="1214 504 1345 616">2.3.1 连续体结构分析的有限元方法；</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 616 1050 757">3.1 材料属性定义</td> <td data-bbox="1050 616 1214 757">2.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体网格文件，完成高精度网格模型的创建。 </td> <td data-bbox="1214 616 1345 757">2.3.2 单元和插值函数的构造；</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 757 1050 813"></td> <td data-bbox="1050 757 1214 813">3.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构响应的准确性；</td> <td data-bbox="1214 757 1345 813">2.3.3 网格划分方法。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 813 1050 869"></td> <td data-bbox="1050 813 1214 869">3.1.2 能在仿真软件中设置线弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型和损伤模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。</td> <td data-bbox="1214 813 1345 869">3.1.1 四种常用强度理论；</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 869 1050 925"></td> <td data-bbox="1050 869 1214 925"></td> <td data-bbox="1214 869 1345 925">3.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 925 1050 981"></td> <td data-bbox="1050 925 1214 981"></td> <td data-bbox="1214 925 1345 981">3.1.3 材料模型选择及设置。</td> </tr> </table>	2.3 网格生成	2.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形和四面体等网格文件，完成常规网格模型的创建；	2.3.1 连续体结构分析的有限元方法；	3.1 材料属性定义	2.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体网格文件，完成高精度网格模型的创建。	2.3.2 单元和插值函数的构造；		3.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构响应的准确性；	2.3.3 网格划分方法。		3.1.2 能在仿真软件中设置线弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型和损伤模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。	3.1.1 四种常用强度理论；			3.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；			3.1.3 材料模型选择及设置。
2.3 网格生成	2.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形和四面体等网格文件，完成常规网格模型的创建；	2.3.1 连续体结构分析的有限元方法；																			
3.1 材料属性定义	2.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体网格文件，完成高精度网格模型的创建。	2.3.2 单元和插值函数的构造；																			
	3.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构响应的准确性；	2.3.3 网格划分方法。																			
	3.1.2 能在仿真软件中设置线弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型和损伤模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。	3.1.1 四种常用强度理论；																			
		3.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；																			
		3.1.3 材料模型选择及设置。																			
	3.4 网格质量检查	<p>3.4.1 能识别并修正网格扭曲、交叉等异常状态，提高计算稳定性；</p> <p>3.4.2 能检查并调整网格连续性，确保模型的完整性和一致性；</p> <p>3.4.3 能根据模型特征评估网格质量并优化网格数量；不仅可以提高计算效率还可以保障结果的准确性。</p>	<p>3.4.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>3.4.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>3.4.3 网格划分方法。</p>																		
4. 物理模型设置	4.1 材料属性定义	<p>4.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构响应的准确性；</p> <p>能在仿真软件中设置线弹性模型、非线性弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型和损伤模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。</p>	<p>4.1.1 四种常用强度理论；</p> <p>4.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；</p> <p>4.1.3 材料模型选择及设置。</p>																		
	4.2 连接关系处理	<p>4.2.1 能在仿真软件中设置刚性接触、粘合接触、绑定接触、不分离接触、无摩擦接触、摩擦接触和自接触等接触关系，用于准确描述两个物体接触面之间的相互作用。</p> <p>4.2.2 能在仿真软件中设置焊点、焊缝、螺栓、粘接、多点约束等连接关系，准确描述两个或多个物体之间</p>	<p>4.2.1 仿真软件环境配置及操作界面；</p> <p>4.2.2 接触与连接关系处理。</p>																		

		<p>的连接关系。</p> <p>4.2.3 能在仿真软件中设置界面的热接触,以更准确地模拟系统的热行为。</p>	
	4.3 分析类型选择	<p>4.3.1 能根据分析需求选择合适的分析类型,保证仿真的准确性;</p> <p>4.3.2 能在仿真软件中正确设置静力、模态、谐响应、反应谱、热等分析类型。</p>	<p>4.3.1 四种常用强度理论;</p> <p>4.3.2 弹性力学基础知识;</p> <p>4.3.3 振动力学基础知识;</p> <p>4.3.4 有限元分析基础知识;</p> <p>4.3.5 分析计算设置。</p>
	4.4 载荷和约束条件设置	<p>4.4.1 能正确将实际约束和载荷转换为仿真中的约束和载荷,确保仿真结果的准确性;</p> <p>4.4.2 能在仿真软件中正确设置惯性载荷、集中力、分布力、变载荷等载荷,以确保模拟出接近实际工作条件的结构响应;</p> <p>4.4.3 能在仿真软件中正确设置固定约束、位移约束、远端约束等约束,确保仿真结果更接近实际情况。</p>	<p>4.4.4 四种常用强度理论;</p> <p>4.4.5 弹性力学基础知识;</p> <p>4.4.6 振动力学基础知识;</p> <p>4.4.7 有限元分析基础知识;</p> <p>4.4.8 载荷和约束条件设置。</p>
5. 求解计算	5.1 求解参数设置	<p>5.1.1 能根据分析需求选择合理的求解参数,掌握求解器类型、精度设置、时间步长、求解器控制和内存分配等常见的求解参数的定义和适用范围及作用;</p> <p>5.1.2 能在仿真软件中设置计算时间、时间步长、最大迭代次数、求解器等求解参数,确保结构仿真的准确性和效率兼顾。</p> <p>5.1.3 能根据计算资源,设置并行计算参数,充分发挥计算资源,提高计算效率。</p>	<p>5.1.1 四种常用强度理论;</p> <p>5.1.2 弹性力学基础知识;</p> <p>5.1.3 振动力学基础知识;</p> <p>5.1.4 有限元分析基础知识;</p> <p>5.1.5 分析计算设置。</p>

	5.2 求解过程查看	<p>5.2.1 能实时查看计算进度、残差变化、收敛情况等，及时发现问题、调整求解参数提高计算效率；</p> <p>5.2.2 能实时查看错误或警告提示，并理解这些信息，采取相应措施，保证求解过程顺利进行；</p> <p>5.2.3 能查看中间结果，及时发现潜在问题或调整分析策略；</p> <p>5.2.4 能阅读和分析求解日志文件，全面了解求解过程中的实时状况。</p>	<p>5.2.1 弹性力学基础知识；</p> <p>5.2.2 振动力学基础知识；</p> <p>5.2.3 有限元分析基础知识；</p> <p>5.2.4 求解计算。</p>
	5.3 求解过程控制	<p>5.3.1 能通过仿真软件启动、暂停、终止、重启求解计算过程中的仿真任务，可以检查中间结果，避免长时间等待，灵活控制计算过程；</p> <p>5.3.2 能调整时间步长、最大迭代次数、收敛精度等参数控制求解精度和稳定性；</p> <p>5.3.3 能调整时间步长、最大迭代次数、收敛精度等参数解决不收敛问题；</p> <p>5.3.4 能通过并行计算、系统预处理、软硬件优化等措施，提高求解过程的计算效率和稳定性。</p>	<p>5.3.1 弹性力学基础知识；</p> <p>5.3.2 振动力学基础知识；</p> <p>5.3.3 有限元分析基础知识；</p> <p>5.3.4 求解计算。</p>
6. 结果后处理	6.1 结果处理	<p>6.1.1 能使用后处理功能显示结果变量，方便深入地理解仿真结果，从而做出更明智的设计决策；</p> <p>6.1.2 能使用后处理功能创建动画，实现仿真结果的动态可视化；</p>	<p>6.1.3 材料力学基础知识；</p> <p>6.1.4 弹性力学基础知识；</p> <p>6.1.5 振动力学基础知识；</p> <p>6.1.6 有限元分析基础知识；</p> <p>6.1.7 结果后处理。</p>
	6.2 数据提取与统	6.2.1 能从仿真结果数据中提取关键点或区域的数据，进行定量分析；	<p>6.2.1 材料力学基础知识；</p> <p>6.2.2 弹性力学基础知识；</p>

	计	6.2.2 能用仿真结果数据生成图表和曲线,直观地展示变量随时间、位置或其他参数的变化趋势。	6.2.3 振动力学基础知识; 6.2.4 有限元分析基础知识; 6.2.5 结果后处理。
	6.3 结果验证	6.3.1 能根据力学基本理论判断仿真结果合理性,确保仿真的准确性; 6.3.2 能参照仿真对象的规范文件验证结果合理性; 6.3.3 能根据分析结果中的异常值判定产生原因。	6.3.4 材料力学基础知识; 6.3.5 弹性力学基础知识; 6.3.6 振动力学基础知识; 6.3.7 有限元分析基础知识; 6.3.8 结果后处理; 6.3.9 相关的法律法规及标准。
	6.4. 结果反馈	6.4.1 能根据仿真结果数据提出优化改进建议,提高产品的性能和可靠性; 6.4.2 能撰写包括项目分析目的、载荷分析参数、材料参数、有限元分析模型、结果评定与总结、分析结论等内容的仿真分析报告。	6.4.3 材料力学基础知识; 6.4.4 弹性力学基础知识; 6.4.5 振动力学基础知识; 6.4.6 有限元分析基础知识; 6.4.7 结果后处理; 6.4.8 相关的法律法规及标准。

3.3 高级工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 仿真方案分析	1.1 工程分析	<p>1.1.1 能制定结构分析项目的分析目标, 确定分析范围, 形成仿真分析目的、技术路线的详细方案;</p> <p>1.1.2 能识别分析模型的主要变量和关键指标, 发现潜在的问题和风险, 用模型和数字量化体现;</p> <p>1.1.3 能系统规划仿真分析路线, 并优化与调整分析模型。</p>	<p>1.1.1 材料力学基础知识;</p> <p>1.1.2 弹性力学基础知识;</p> <p>1.1.3 振动力学基础知识;</p> <p>1.1.4 疲劳基础知识;</p> <p>1.1.5 有限元分析基础知识;</p> <p>1.1.6 仿真软件操作知识;</p> <p>1.1.7 相关的法律法规及标准。</p>
2. 几何模型前处理	2.1 几何模型创建	<p>2.1.1 能够将物理对象的二维图纸或概念模型转换为三维几何模型, 做到三维几何模型规格及特征与物理对象保持一致。</p> <p>2.1.2 能使用 CAE 软件直接创建三维几何模型, 创建的三维几何模型规格及特征要与物理对象保持一致。</p> <p>2.1.3 能创建参数化几何模型, 提高设计的灵活性和效率, 地探索和优化设计空间。</p>	<p>2.1.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.1.2 几何模型前处理。</p>
	2.2 几何模型导入	<p>2.2.1 能正确识别常见三维 CAD 文件格式并导入仿真软件, 格式至少包括 .Step、.Iges、.X_T、.STL、.obj 和 .SAT 格式。</p> <p>2.2.2 能正确地设置导入参数, 修正导入过程中的错误, 保证导入的模型关键特征不丢失。</p>	<p>2.2.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.2.2 几何模型前处理。</p>

	2.3 模型简化	<p>2.3.1 能根据三维几何模型的特点和仿真需求, 裁剪和去除冗余部分, 做到简化后的模型能适应仿真计算效率的要求。</p> <p>2.3.2 能根据三维几何型模型的特点和仿真需求简化模型, 做到模型简化而不影响仿真计算准确性的要求。</p>	<p>2.3.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.3.2 几何模型前处理。</p>
	2.4 模型修复	<p>2.4.1 能检查模型的几何形状、尺寸、拓扑关系等几何信息, 发现几何缺陷、拓扑一致性和尺寸准确性等问题;</p> <p>2.4.2 能修复破损、缝隙、交叉等几何模型中的常规错误, 达到消除模型缺陷, 提高网格质量的作用。</p>	<p>2.4.1 仿真软件环境配置及操作界面;</p> <p>2.4.2 几何模型前处理。</p>
3. 网格模型划分	3.1 单元类型选择	<p>3.1.1 能根据物理对象的结构特征和分析目的选择合适的单元类型, 单元类型至少包括实体单元、壳单元、梁单元、板单元、膜单元、接触单元、弹簧单元、杆单元和复合材料单元等;</p> <p>3.1.2 能正确区分膜单元、接触单元、弹簧单元、热单元、复合材料单元和粘滞阻尼单元等等网格单元类型的几何形状和适用范围, 能根据网格单元特点匹配对应的应用场景。</p> <p>3.1.3 能根据计算资源选择合适的单元类型, 优化网格质量, 提高计算效率。</p>	<p>3.1.1 杆、梁结构分析的有限元方法;</p> <p>3.1.2 连续体结构分析的有限元方法;</p> <p>3.1.3 单元和插值函数的构造;</p> <p>3.1.4 网格划分方法。</p>
	3.2 网格设定	<p>3.2.1 能使用仿真软件网格设置的默认值, 根据分析类型、计算资源情况评估并设置网格尺寸和类型;</p> <p>3.2.2 能使用仿真软件网格设置功能设定网格整体参数和局部参数, 适应比较复杂的几何形状网格剖分需求。</p>	<p>3.2.1 连续体结构分析的有限元方法;</p> <p>3.2.2 单元和插值函数的构造;</p> <p>3.2.3 网格划分方法。</p>

	3.3 网格生成	<p>3.3.1 能使用仿真软件生成三角形、四边形、四面体、二节点梁单元、三节点梁单元、点-面接触单元、面-面接触单元等网格文件，完成常规网格文件的创建；</p> <p>3.3.2 能使用仿真软件生成五面体、六面体和楔形单元网格文件，完成高精度网格文件的创建；</p> <p>3.3.3 能整体加密和局部加密网格，提高计算精度。</p>	<p>3.3.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>3.3.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>3.3.3 网格划分方法。</p>
	3.4 网格质量检查	<p>3.4.1 能识别并修正网格扭曲、交叉等异常状态，提高计算稳定性；</p> <p>3.4.2 能检查并调整网格连续性，确保模型的完整性和一致性；能根据模型特征评估网格质量并优化网格数量；不仅可以提高计算效率还可以保障结果的准确性。</p>	<p>3.4.1 连续体结构分析的有限元方法；</p> <p>3.4.2 单元和插值函数的构造；</p> <p>3.4.3 网格划分方法。</p>
4. 物理模型设置	4.1 材料属性定义	<p>4.1.1 能根据物理对象材料和分析需求选择合适的材料本构模型，以保证模拟结构行为的准确性；</p> <p>4.1.2 能在仿真软件中设置线弹性模型、非线性弹性模型、弹塑性模型、粘弹性模型、损伤模型、复合材料模型和多物理场耦合模型等本构模型，保证物理模型与材料本构相匹配。</p>	<p>4.1.1 四种常用强度理论；</p> <p>4.1.2 弹性力学的基本概念和基本假设；</p> <p>4.1.3 材料模型选择及设置。</p>
	4.2 连接关系处理	<p>4.2.1 能在仿真软件中设置刚性接触、粘合接触、绑定接触、不分离接触、无摩擦接触、摩擦接触和自接触等接触关系，用于准确描述两个物体接触面之间的相互作用。</p> <p>4.2.2 能在仿真软件中设置焊点、焊缝、螺栓、粘接、多点约束等连接关系，准确描述两个或多个物体之间的联接关系。</p>	<p>4.2.1 仿真软件环境配置及操作界面；</p> <p>4.2.2 接触与连接关系处理。</p>

		能在仿真软件中设置界面的热接触，以更准确地模拟系统的热行为。	
	4.3 分析类型选择	4.3.1 能根据分析需求选择合适的分析类型，保证仿真的准确性； 4.3.2 能在仿真软件中正确设置静力、模态、瞬态、谐响应、随机振动、反应谱、特征值屈曲、热分析等分析类型。	4.3.1 四种常用强度理论； 4.3.2 弹性力学基础知识； 4.3.3 振动力学基础知识； 4.3.4 有限元分析基础知识； 4.3.5 分析计算设置。
	4.4 载荷和约束条件设置	4.4.1 能正确将实际约束和载荷转换为仿真中的约束和载荷，确保仿真结果的准确性； 4.4.2 能在仿真软件中正确设置惯性载荷、集中力、分布力、变载荷等载荷，以确保模拟出接近实际工作条件的结构响应； 4.4.3 能在仿真软件中正确设置固定约束、位移约束、远端约束等约束，确保仿真结果更接近实际情况； 4.4.4 能设置载荷组合，模拟真实工作条件，可以计算更加复杂的工况。	4.4.1 四种常用强度理论； 4.4.2 弹性力学基础知识； 4.4.3 振动力学基础知识； 4.4.4 有限元分析基础知识； 4.4.5 载荷和约束条件设置。
5. 求解计算	5.1 求解参数设置	5.1.1 能根据分析需求选择合理的求解参数，掌握求解器类型、精度设置、时间步长、求解器控制和内存分配等常见的求解参数的定义和适用范围及作用； 5.1.2 能在仿真软件中设置计算时间、时间步长、最大迭代次数、求解器等求解参数，做到结构仿真的准确性和效率兼顾； 5.1.3 能根据计算资源，设置并行计算参数，充分发挥计算资源，提高计算效率。	5.1.1 四种常用强度理论； 5.1.2 弹性力学基础知识； 5.1.3 振动力学基础知识； 5.1.4 有限元分析基础知识； 5.1.5 分析计算设置。

	5.2 求解过程查看	<p>5.2.1 能实时查看计算进度、残差变化、收敛情况等,及时发现问题、调整求解参数提高计算效率;</p> <p>5.2.2 能实时查看错误或警告提示,并理解这些信息,采取相应措施,保证求解过程顺利进行;</p> <p>5.2.3 能查看中间结果,及时发现潜在问题或调整分析策略;</p> <p>5.2.4 能阅读和分析求解日志文件,全面了解求解过程中的实时状况。</p>	<p>5.2.1 弹性力学基础知识;</p> <p>5.2.2 振动力学基础知识;</p> <p>5.2.3 有限元分析基础知识;</p> <p>5.2.4 求解计算。</p>
	5.3 求解过程控制	<p>5.3.1 能通过仿真软件启动、暂停、终止、重启求解计算过程中的仿真任务,可以检查中间结果,避免长时间等待,灵活控制计算过程;</p> <p>5.3.2 能调整时间步长、最大迭代次数、收敛精度等参数控制求解精度和稳定性;</p> <p>5.3.3 能调整时间步长、最大迭代次数、收敛精度等参数解决不收敛问题;</p> <p>5.3.4 能通过并行计算、系统预处理、软硬件优化等措施,提高求解过程的计算效率和稳定性。</p>	<p>5.3.1 弹性力学基础知识;</p> <p>5.3.2 振动力学基础知识;</p> <p>5.3.3 有限元分析基础知识;</p> <p>5.3.4 求解计算。</p>
6. 结果后处理	6.1 结果处理	<p>6.1.1 能使用后处理功能显示结果变量,方便深入地理解仿真结果,从而做出更明智的设计决策;</p> <p>6.1.2 能使用后处理功能创建动画,实现仿真结果的动态可视化;</p>	<p>6.1.1 材料力学基础知识;</p> <p>6.1.2 弹性力学基础知识;</p> <p>6.1.3 振动力学基础知识;</p> <p>6.1.4 有限元分析基础知识;</p> <p>6.1.5 结果后处理。</p>
	6.2 数据提取与统计	<p>6.2.1 能从仿真结果数据中提取关键点或区域的数据,进行定量分析;</p> <p>6.2.2 能用仿真结果数据生成图表和曲线,展示变量随时间、位置或其他参数的变化趋势。</p>	<p>6.2.1 材料力学基础知识;</p> <p>6.2.2 弹性力学基础知识;</p> <p>6.2.3 振动力学基础知识;</p> <p>6.2.4 有限元分析基础知识;</p> <p>6.2.5 结果后处理。</p>

	6.3 结果验证	<p>6.3.1 能验证模拟结果的物理及力学合理性, 确保仿真的准确性;</p> <p>6.3.2 能参照仿真对象相关的规范文件验证结果合理性;</p> <p>6.3.3 能根据分析结果中的异常值判定产生原因。</p> <p>6.3.4 能根据模拟结果与实验数据进行比较, 验证模型的准确性。</p>	<p>6.3.1 材料力学基础知识;</p> <p>6.3.2 弹性力学基础知识;</p> <p>6.3.3 振动力学基础知识;</p> <p>6.3.4 有限元分析基础知识;</p> <p>6.3.5 结果后处理;</p> <p>6.3.6 相关的法律法规及标准。</p>
	6.4. 结果反馈	<p>6.4.1 能客观分析模拟方案、评估模拟结果, 提出改进意见, 提高结构性能或产品可靠性;</p> <p>6.4.2 能撰写包括项目分析目的、载荷分析参数、材料参数、有限元分析模型、结果评定与总结、分析结论等内容的仿真分析报告;</p> <p>6.4.3 能根据仿真分析报告分析不同工况下的性能差异, 迭代设计方案。</p>	<p>6.4.1 材料力学基础知识;</p> <p>6.4.2 弹性力学基础知识;</p> <p>6.4.3 振动力学基础知识;</p> <p>6.4.4 有限元分析基础知识;</p> <p>6.4.5 结果后处理;</p> <p>6.4.6 相关的法律法规及标准。</p>

4 权重表

4.1 理论知识权重表

考核项目		能力等级		
		初级	中级	高级
		(%)	(%)	(%)
职业道德	职业道德基本知识	5	5	5
	职业守则	5	5	5
基础知识	材料力学基础知识	15	15	10
	弹性力学基础知识	15	15	10
	振动力学基础知识	5	10	10
	疲劳基础知识	5	5	5
	有限元分析基础知识	15	15	20
	仿真软件操作知识	35	25	25
	相关的法律法规及标准	-	5	10
合计		100	100	100

4.2 操作技能权重表

考核项目		能力等级		
		初级	中级	高级
		(%)	(%)	(%)
操作技能	仿真方案分析	-	10	15
	几何模型前处理	30	20	15
	网格模型划分	30	20	15
	物理模型设置	20	20	15
	求解计算	10	15	20
	结果后处理	10	15	20
合计		100	100	100

4.3 综合评审权重表

考核项目		能力等级		
		初级	中级	高级
		(%)	(%)	(%)
综合评审	仿真方案分析	-	-	15
	几何模型前处理	-	-	15
	网格模型划分	-	-	15
	物理模型设置	-	-	15
	求解计算	-	-	20
	结果后处理	-	-	20
合计		-	-	100