

# 甘肃省高等教育自学考试 课程考试大纲

专业名称：水利水电工程（专升本）

专业代码：081101

课程名称：弹性力学及有限元分析（02457）



甘肃省高等教育自学考试委员会 制定

2024年3月

# 目 录

- I 课程性质与设置目的
- II 课程内容与考核目标
- III 有关说明与实施要求
- IV 题型示例

# I 课程性质和设置目的

## 一、课程性质和特点

《弹性力学及有限元分析》是水利水电工程专业的一门专业基础课，固体力学学科的分支。该课程是在理论力学和材料力学的基础上，进一步学习弹性力学的基本概念、基本原理和基本方法，了解线弹性体简单经典问题的计算方法和基本解答，分析各种结构物或构件在弹性阶段的应力和位移，校核它们是否具有所需的强度和刚度，并寻求或改进它们的计算方法，提高分析与计算能力，为学习有关专业课程打好初步的弹性力学基础。

## 二、课程的基本要求

本课程的教学目标是培养学生的逻辑思维能力、估计和评价弹性固体中应力和应变的分布规律及计算结果的能力、用弹性力学方法研究和解决实际工程中力学问题的能力，使学生掌握分析一般工程结构在外力作用下的变形、内力分布与承载能力的方法，以及为进一步研究工程结构的强度、刚度、稳定性等力学问题打下基础，并着重在基础理论和实际应用两方面进行科研能力的培养。

具体课程教学要求如下：

1.通过课内授课，使学生初步了解实际工程问题抽象为力学问题的基本概念和基本方法；掌握弹性力学的基本假定、体力、面力、应力、应变和位移的基本概念；

2.通过课内授课和课外作业，使学生掌握平面应力问题和平面应变问题的特点，平面问题的基本方程，了解按应力求解平面问题的基本思路和步骤，边界条件和圣维南原理。能根据工程的实际情况，将问题简化为平面问题，并能应用圣维南原理简化边界条件，通过工程实例，培育认识、解决实际工程问题的能力；

3.通过课内授课和课外作业，使学生掌握平面问题的直角坐标解答方法，掌握逆解法与半逆解法；了解应力分量的坐标变换式，掌握极坐标下弹性力学的基本方程；掌握轴对称问题的基本解答；

4.通过课内授课、课外作业，使学生了解有限单元法的基本原理及其分析方法、掌握有限单元法的基本方程和计算步骤；了解实际工程问题抽象为有限元模型的基本概念和基本方法。

## 三、本课程和相关课程

本课程内容繁多、涉及面广，范围大，学生学习本课程时，须具有一定的高等数学、工程力学等基础知识。

## II 课程考试内容与考核目标

### 第一章 绪论

#### 一、学习目的与要求

通过本章学习，了解实际工程问题抽象为力学问题的基本概念和基本方法；掌握弹性力学的基本假定、体力、面力、应力、应变和位移的基本概念。

#### 二、课程内容

##### （一）弹性力学的内容

1. 研究对象
2. 研究方法

##### （二）弹性力学中的几个基本概念

1. 体力
2. 面力
3. 应力
4. 应变
5. 位移

##### （三）弹性力学中的基本假定

1. 连续性假定
2. 完全弹性假定
3. 均匀性假定
4. 各向同性假定
5. 小变形假定

#### 三、考核知识点和考核要求

##### （一）弹性力学的内容

1. 识记：弹性力学的基本任务。
2. 领会：弹性力学的研究对象，研究方法与特点。

##### （二）弹性力学中的几个基本概念

1. 领会：体力、面力、应力、应变和位移的基本概念。

##### （三）弹性力学中的基本假定

1. 识记：弹性力学的基本假定。

### 第二章 平面问题的基本理论

#### 一、学习目的与要求

通过本章学习，掌握平面应力问题和平面应变问题的特点，平面问题的基本方程，了解按应力求解平面问题的基本思路和步骤，边界条件和圣维南原理。能根据工程的实际情况，将问题简化为平面问题，

并能应用圣维南原理简化边界条件。

## 二、课程内容

### （一）平面应力问题与平面应变问题

1. 平面应力问题
2. 平面应变问题

### （二）平衡微分方程

### （三）几何方程 刚体位移

1. 几何方程的推导
2. 刚体位移

### （四）物理方程

### （五）边界条件

1. 位移边界条件
2. 应力边界条件
3. 混合边界条件

### （六）圣维南原理及其应用

1. 静力等效的概念
2. 圣维南原理

### （七）按位移求解平面问题

### （八）按应力求解平面问题

1. 应变分量表示的相容方程
2. 应力分量表示的相容方程（九）常体力情况下的简化、应力函数
1. 常体力情况下按应力求解的方程和条件
2. 常体力情况下按应力求解的简化
3. 应力函数

## 三、考核知识点和考核要求

### （一）平面应力问题与平面应变问题

1. 识记：两类平面问题的几何特征和受力特性。
2. 简单应用：两类平面问题的异同点，能判断构件是否为平面问题，能根据工程的实际情况，将问题简化为平面问题。

### （二）平衡微分方程

1. 识记：平衡微分方程的表达形式。
2. 领会：平衡微分方程的推导方法。

### （三）几何方程 刚体位移

1. 识记：几何方程的表达形式。
2. 领会：几何方程的推导方法，刚体位移的概念。

### （四）物理方程

1. 识记：物理方程的表达形式。

2. 领会：两类平面问题物理方程的转化。

(五) 边界条件

1. 识记：三类边界条件。

2. 简单应用：会写出简单边界的应力边界条件。

(六) 圣维南原理及其应用

1. 识记：圣维南原理的表述。

2. 领会：圣维南原理的适用范围。

3. 简单应用：应用圣维南原理简化边界条件。

(七) 按位移求解平面问题

1. 领会：平面问题的两条求解途径，按位移求解平面问题的基本思路。

(八) 按应力求解平面问题

1. 识记：三种相容方程的表达式。

2. 领会：按应力求解平面问题的基本思路和步骤。

3. 简单应用：应力需要满足的基本方程。

(九) 常体力情况下的简化、应力函数

1. 识记：应力函数与应力分量之间的关系式。

2. 领会：按应力函数求解平面问题。

## 第三章 平面问题的直角坐标解答

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，掌握平面问题的直角坐标解答方法，掌握逆解法与半逆解法。

### 二、课程内容

(一) 逆解法与半逆解法、多项式解答

1. 体力为常量时，按应力求解平面问题，应力函数须满足的条件

2. 逆解法

3. 半逆解法

4. 多项式解答

(二) 矩形梁的纯弯曲

(三) 位移分量的求出

1. 由物理方程求出应变

2. 代入几何方程，积分求  $u$ 、 $v$

3. 由边界约束条件，确定刚体位移分量

(四) 简支梁受均布荷载

1. 假设应力分量

2. 由应力分量推出应力函数的形式

3. 将应力函数代入相容方程，求解应力函数

4. 由应力函数求解应力

5. 考察边界条件

#### （五）楔形体受重力和液体压力

1. 用量纲分析法假设应力
2. 由应力分量推出应力函数的形式
3. 将应力函数代入相容方程，求解应力函数
4. 由应力函数求解应力
5. 考察边界条件

### 三、考核知识点和考核要求

#### （一）逆解法与半逆解法、多项式解答

1. 识记：逆解法与半逆解法的概念。
2. 领会：一次、二次、三次、四次多项式对应的应力分量的性质。

#### （二）矩形梁的纯弯曲

1. 简单应用：应用逆解法求解矩形梁的纯弯曲问题。

#### （三）位移分量的求出

1. 领会：已知应力分量如何借助于基本方法求解出位移分量。

#### （四）简支梁受均布荷载

1. 简单应用：应用半逆解法求解简支梁受均布荷载的问题。

#### （五）楔形体受重力和液体压力

1. 综合应用：借助于量纲分析法，应用半逆解法求解楔形体受重力和液体压力的思路及方法。

## 第四章 平面问题的极坐标解答

### 一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握应力分量的坐标变换式、极坐标下弹性力学基本方程、轴对称问题的基本解答。

### 二、课程内容

- （一）极坐标中的平衡微分方程
- （二）极坐标中的几何、物理方程
- （三）极坐标中的应力函数与相容方程
- （四）轴对称应力和相应的位移
- （五）圆环或圆筒受均布压力、压力隧洞
- （六）圆孔的孔口应力集中

### 三、考核知识点和考核要求

#### （一）极坐标中的平衡微分方程

1. 识记：极坐标下物理量的表达方式、极坐标中的平衡微分方程。
2. 领会：平衡微分方程的推导方法。

#### （二）极坐标中的几何、物理方程

1. 识记：极坐标中的几何、物理方程。

(三) 极坐标中的应力函数与相容方程

1. 领会：极坐标下的应力函数与相容方程的推导方法。

(四) 轴对称应力和相应的位移

1. 简单应用：能判断某个问题是否是轴对称问题，能用轴对称问题的通解求解其应力和位移。

(五) 圆环或圆筒受均布压力、压力隧洞

1. 综合应用：借助于轴对称问题的通解求解圆环或圆筒受均布压力、压力隧洞等问题。

(六) 圆孔的孔口应力集中

1. 领会：孔口应力集中现象。

## 第五章 用有限元法解平面问题

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，掌握有限单元法的基本原理及其分析方法、有限单元法的基本方程和计算步骤；了解实际工程问题抽象为有限元模型的基本概念，具备解决简单工程问题的基本能力。

### 二、课程内容

(一) 基本量及基本方程的矩阵表示

1. 体力、面力、应力、应变、位移分量的矩阵表示
2. 物理方程和几何方程的矩阵表示
3. 虚功方程

(二) 有限单元法的概念

(三) 单元的位移模式与解答的收敛性

1. 三结点三角形单元的位移模式
2. 位移模式需要满足的条件
3. 虚功方程

(四) 单元的应变列阵和应力列阵

1. 单元的应变列阵
2. 单元的应力列阵

(五) 单元的结点力列阵与劲度矩阵

(六) 单元的结点荷载列阵

(七) 结构的整体分析、结点平衡方程组

(八) 解题的具体步骤单元的划分

(九) 计算成果的整理

### 三、考试知识点和考核要求

(一) 基本量及基本方程的矩阵表示

1. 识记：基本量及基本方程的矩阵表示。

(二) 有限单元法的概念

1. 领会：有限单元法的概念。
2. 简单应用：单元的划分。

(三) 单元的位移模式与解答的收敛性

1. 识记：形函数的概念。
2. 领会：位移模式需满足的三个条件。

(四) 单元的应变列阵和应力列阵

1. 识记：单元的应变列阵和应力列阵。

## 第六章 实践内容

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，能够应用有限单元法商业软件 ANSYS 进行结构静力学的计算和分析。

### 二、课程内容

有限单元法商业软件 ANSYS 的操作指南，上机实践和习题训练及上机报告编写。

### 三、考试知识点和考核要求

ANSYS 的数值模型的建立、ANSYS 求解问题的一般步骤，利用 ANSYS 解决工程实际问题。

## III 有关说明和考核实施要求

### 一、本大纲的作用

本自学考试大纲是根据水利水电工程专业自学考试计划的有关规定而编写的,其为个人自学、社会助学、考试命题、编写教材和自学辅导材料的重要依据。个人自学、社会助学、考试命题、编写教材和自学辅导材料,必须与大纲规定的课程内容和考核知识点基本一致。大纲各章所规定的基本要求、知识点及知识点下的知识细目,都属于考核内容。大纲中未列出的知识点则不属于必须掌握的内容,也不属于考核内容。

### 二、学习要求与考核要求的说明

本大纲的课程基本要求是依据专业计划和专业培养目标而确定的,其明确了课程的基本内容以及应掌握的程度,大纲中课程考核知识点是考试考核的主要内容。在学习目的与要求中,对自学教材各章、节内容掌握的程度要求由低到高分四个层次,依次为了解、理解、掌握、熟练掌握。

本课程考试内容基本体现在各章节的考核知识点中,由于各知识点在课程中的地位、作用以及知识自身特点不同,故在“考核要求”中分别按四个认知层次确定考核要求,从低到高依次是

**识记:**要求应考者能够对知识点,如名词、定义、概念、性质等有清晰的认识,并能做出正确的判断和选择。

**领会:**要求应考者能够对知识点,在识记的基础上有一定的理解,清楚地知道与有关知识点的联系与区别,并能做出正确的表述和解释。

**简单应用:**要求应考者能够运用各章节少数几个知识点,解决一些简单问题。

**综合应用:**要求应考者能够运用各章节多个知识点,分析解决本学科中较为复杂的问题。

### 三、自学教材与主要参考教材

#### (一) 自学教材:

徐芝纶,弹性力学简明教程,北京:高等教育出版社,2018。

#### (二) 参考教材:

刘平安,槐创锋,详解 ANSYS 有限元分析,北京:电子工业出版社,2015。

### 四、自学方法的指导

《弹性力学及有限元分析》课程知识性、实践性较广,内容丰富。因此,自学者应根据自己具体情况,参考自学考试大纲,制定自学计划,认真阅读规定的教材,坚持按计划进行自学。自学的内容和掌握的程度应参照本大纲规定的要求,深入理解各章的知识点。

### 五、社会助学

(一) 社会助学应根据本大纲规定的基本内容与考核内容认真钻研指定教材,明确具体要求,妥善安排教学辅导环节。

(二) 针对自学者情况,教师有计划地进行讲解辅导,对考生布置一定的作业以帮助

自学者加深对主要内容的理解和掌握。

(三) 自学者应按照本大纲的要求,认真学习规定教材,全面而系统,并循序渐进地学习教材中规定的内容,只有这样,才能顺利完成学习任务。

## 六、考试命题

1. 本大纲各章所规定的考核要求中各知识点均为考试的内容。试题覆盖到章,适当突出重点,加大重点内容的覆盖密度。

2. 命题不应有超出大纲中考核知识点范围的试题,考核目标不得高于大纲中所规定的相应最高能力层次要求。

3. “识记”、“领会”、“简单应用”、“综合应用”四个认知层次的试题在试卷中所占的分数比例依次约为:20%、30%、30%、20%。

4. 试题的难度可分为:容易,中等偏易,中等偏难,难;它们在试卷中所占分数比例依次大致为:20%、30%、30%、20%。

5. 试题的题型有:单项选择题、多项选择题、判断题、概念解释题、简答题、综合应用题(分析论述、计算题)等。

6. 考试方式为笔试、闭卷;考试时间为150分钟;60分为及格线。

## IV 题型示例

一、单项选择题：虚位移与虚应变之间满足（ ）。

- A. 虚功方程      B. 平衡微分方程      C. 物理方程      D. 几何方程

二、多项选择题：以下属于理想弹性体假设的是：（ ）

- A、小变形假设      B、各向同性假设      C、完全弹性假设      D、连续性假设

三、判断题：三结点三角形单元是常应变单元。（ ）

四、概念解释题：静力等效

五、简答题：

黄河小浪底工程中的泄洪、输沙、发电、导流等孔口共有 18 个，组成孔口洞群，在设计中孔口之间的净间距取为大于 1~1.5 倍孔径，为什么？

六、综合应用题：

试写出下图示构件的边界条件。

