

《弹性力学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：弹性力学

Elasticity Mechanics

课程代码：

课程类别：专业拓展平台课程/选修课

适用专业：土木工程专业

课程学时：36学时

课程学分：1.5学分

修读学期：第5学期

先修课程：高等数学、工程数学、理论力学、材料力学、结构力学

二、课程目标

(一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：掌握弹性力学的基本概念、基本原理和基本方法，提高分析问题、初步解决问题的能力，为后续课程的学习和进行科学研究或工程设计工作打下坚实的理论基础。**【支撑毕业要求 4.1】**

课程目标 2：培养学生严谨的科学思维习惯和从实际出发解决工程实际问题的能力，提高数值分析和工程设计方面的素质。**【支撑毕业要求 5.1】**

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	4.1 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂土木工程问题进行分析并设计实验方案。
课程目标 2	5.使用现代工具:能够针对复杂工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,包括对复杂工程问题的预测与模拟,并能够理解其局限性。	5.1 能够针对复杂土木工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具。

三、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 绪论	讲授法、专题研讨	课程目标 1	2
第二章 平面问题的基本理论	讲授法	课程目标 1	10
第三章 平面问题的直角坐标解答	讲授法	课程目标 1	8
第四章 平面问题的极坐标解答	讲授法	课程目标 1	8
第五章 用差分法和变分法解平面问题	讲授法	课程目标 2	6
第六章 用有限单元法解平面问题	讲授法、演示法	课程目标 2	4
合计			36 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

- 1.了解弹性力学的研究内容、研究对象和研究方法；
- 2.掌握弹性力学基本物理量体力、面力、应力、应变、位移的概念、量纲、正负号规定；
- 3.重点掌握弹性力学的几个基本假定及其在建立弹性力学基本方程时的应用。

【学习内容】

- 1.弹性力学的研究对象和研究内容；
- 2.弹性力学、材料力学和结构力学之间的区别和联系；
- 3.体力、面力的概念；
- 4.应力（正应力和切应力）、切应力互等性，应力举例，工程应用；
- 5.形变和位移的概念；
- 6.弹性力学的基本假定；
- 7.弹性力学的产生与发展；
- 8.相关例题讲解，分析问题方法，作用与结果。

【学习重点】

弹性力学的内容、意义与方法；弹性力学的基本概念；弹性力学的基本假定。

【学习难点】

建立正面、负面的概念，弹性力学中应力分量的正负号规定。弹性力学的几个基本假定及其在建立弹性力学基本方程时的应用。

第二章 平面问题的基本理论

【学习目标】

1. 了解和应用圣维南原理及推广，了解按应力求解平面问题的基本思路和步骤；了解边界条件的种类；

2. 掌握平面问题的基本方程，掌握怎样写边界条件，熟练掌握平面应力问题和平面应变问题的特点。

【学习内容】

1. 平面应力问题与平面应变问题；
2. 平衡微分方程；
3. 平面问题中一点的应力状态；
4. 几何方程，刚体位移；
5. 物理方程；
6. 边界条件；
7. 圣维南原理及其应用；
8. 按位移求解平面问题；
9. 按应力求解平面问题 相容方程；
10. 常体力情况的简化 应力函数。

【学习重点】

1. 平面应力问题和平面应变问题的特点；
2. 平面问题的基本方程；
3. 按应力求解平面问题的基本思路和步骤；
4. 边界条件；
5. 圣维南原理的理解和应用。

【学习难点】

1. 按位移求解平面问题；

- 2.按应力求解平面问题；
- 3.相容方程；
- 4.应力函数。

第三章 平面问题的直角坐标解答

【学习目标】

1.掌握平面问题的直角坐标解答方法；重点掌握逆解法和半逆解法以及多项式解答；

2.综合应用：逆解法和半逆解法求解具体问题的过程。

【学习内容】

- 1.逆解法与半逆解法；
- 2.矩形梁的纯弯曲；
- 3.位移分量的求出；
- 4.简支梁受均布荷载；
- 5.楔形体受重力和液体压力。

【学习重点】

半逆解法及其举例。

【学习难点】

逆解法与半逆解法、平面问题的直角坐标表示以及逆解法。

第四章 平面问题的极坐标解答

【学习目标】

- 1.了解应力分量的坐标变换式；
- 2.掌握极坐标中的平衡微分方程、几何方程及物理方程、极坐标中的应力函数与相容方程、边界条件；重点掌握轴对称问题的基本解答方法及其举例；
- 3.综合应用：在极坐标系中按应力法求解平面问题的方法。

【学习内容】

- 1.极坐标中的平衡微分方程；
- 2.极坐标的几何方程及物理方程；
- 3.极坐标的应力函数与相容方程；
- 4.极坐标的应力边界条件；

- 5.应力分量的坐标变换式;
- 6.轴对称应力和相应的位移;
- 7.圆环或圆筒受均布压力;
- 8.压力隧洞;
- 9.曲梁的纯弯曲;
- 10.圆孔的孔口应力集中。

【学习重点】

掌握轴对称问题的基本解答方法及应用。

【学习难点】

极坐标中的应力函数与相容方程;掌握轴对称问题的基本解答方法及应用。

第五章 平面问题的差分法和变分法

【学习目标】

- 1.了解差分公式的推导过程;
- 2.掌握应力函数的差分解;
- 3.了解弹性体的应变能和外力势能推导;
- 4.掌握位移变分法。

【学习内容】

- 1.差分公式的推导;
- 2.应力函数的差分解;
- 3.弹性体的应变能和外力势能;
- 4.位移变分方程;
- 5.位移变分法。

【学习重点】

- 1.应力函数的差分解
- 2.位移变分法

【学习难点】

- 1.差分公式的推导
- 2.弹性体的应变能和外力势能

第六章 平面问题的有限单元法

【学习目标】

1.了解基本量和基本方程的矩阵表示；了解用虚功原理求解离散化结构的步骤；了解保证有限单元法的解答收敛性，位移模式应满足的条件。

2.掌握有限单元法的基本概念，有限单元法的主要工作。

【学习内容】

- 1.基本量及基本方程的矩阵表示；
- 2.有限单元法的概念；
- 3.单元的位移模式与解答的收敛性；
- 4.单元的应变矩阵和应力矩阵；
- 5.单元的节点力列阵与刚度矩阵、节点荷载列阵；
- 6.解题的具体步骤、单元的划分。

【学习重点】

教学重点：有限元的概念、解答的收敛性。

【学习难点】

解答的收敛性、解题步骤和单元划分。

四、教学方法

讲授法、专题研讨、演示法。

五、课程考核

考试：平时考核+期末考试。

本课程为考试课，考试由平时考核及期末考试两部分构成，平时考核由课堂考勤(a_1)、平时作业(a_2)、课堂测验(a_3)三部分构成，所占的权重分别为 $a_1=10%$ 、 $a_2=10%$ 、 $a_3=10%$ 。期末考试为闭卷考试，卷面总分 100 分，占课程考核的权重 $a_4=70%$ 。

课程总成绩 (100%) = 课堂考勤 (a_1) + 平时作业 (a_2) + 课堂测验 (a_3) + 期末成绩 (a_4)

表 3 各考核环节建议值及考核细则

课程成绩构成及比例	考核方式	目标值	考核细则	对应课程目标
-----------	------	-----	------	--------

课堂考勤 a_1	随堂点名	100	老师不定期随堂点名,一般每学期至少点名三次以上。根据学生出勤情况作为课堂考勤成绩。	课程目标 1
平时作业 a_2	课程作业	100	每次作业单独评分,最后取平均分作为平时作业成绩。	课程目标 1、2
课堂测验 a_3	课堂测验	100	随堂根据授课内容对学生所学知识进行课堂测验,最后取多次测验平均分作为课堂测验成绩。	课程目标 1、2
期末考试 a_4	期末考试	100	卷面成绩 100 分。题型以填空题、选择题、简答题、计算题等为主。主要考核应力函数、相容方程、边界条件等相关内容。	课程目标 1、2

六、课程评价

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价,具体计算方法如下:

$$\text{课程分目标达成度} = \frac{\text{相关评价方式加权平均得分}}{\text{相关评价方式目标加权总分}}$$

课程总目标达成度=课程所有分目标达成度加权值之和

课程目标评价内容及符号意义说明: A_i 为平时成绩对应课程目标 i 的得分, B_i 为期末考试成绩对应课程目标 i 的得分; OA_i 为平时成绩对应课程目标 i 的目标分值, OB_i 为期末考试成绩对应课程目标 i 的目标分值; γ_i 为课程目标 i 在总目标达成度中的权重值; S 为课程总目标的达成度, S_i 为课程目标 i 的达成度。

表 4 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	课程目标权重	评价方式	目标分值	实际平均分	目标达成评价价值
课程目标 1	0.7	课堂考勤	$OA_{1-1}=70$	A_{1-1}	$S_1 = \frac{a_1 A_{1-1} + a_2 A_{1-2} + a_3 A_{1-3} + a_4 B_1}{a_1 OA_{1-1} + a_2 OA_{1-2} + a_3 OA_{1-3} + a_4 OB_1}$
		平时作业	$OA_{1-2}=70$	A_{1-2}	
		课堂讨论	$OA_{1-3}=40$	A_{1-3}	
		期末成绩	$OB_1=70$	B_1	
课程目标 2	0.3	课堂考勤	$OA_{2-1}=30$	A_{2-1}	$S_2 = \frac{a_1 A_{2-1} + a_2 A_{2-2} + a_3 A_{2-3} + a_4 B_2}{a_1 OA_{2-1} + a_2 OA_{2-2} + a_3 OA_{2-3} + a_4 OB_2}$
		平时作业	$OA_{2-2}=30$	A_{2-2}	
		课堂讨论	$OA_{2-3}=60$	A_{2-3}	
		期末成绩	$OB_2=30$	B_2	
课程目标 i 权重和	$\sum_{i=1}^2 \gamma_i = 1.0$	课程总成绩	100	课程总目标达成度	$S = \sum_{i=1}^2 \gamma_i S_i$

注：1.目标分值为课程目标对应评价方式的满分，同一评价方式目标分值之和为100。

2.实际平均分为参与评价的学生在该评价方式的平均分。

七、课程资源

（一）建议选用教材

徐芝纶，弹性力学简明教程（第五版）[M]，北京：高等教育出版社，2022.

（二）主要参考书目

[1]林小松，樊友景等，弹性力学题解[M]，武汉：武汉理工大学出版社，2003.

[2]王润富，弹性力学简明教程学习指导[M]，北京：高等教育出版社，2004.

[3]卓家寿，弹性力学中的有限元法[M]，北京：高等教育出版社，1987.

[4]吴家龙，弹性力学[M]，北京：高等教育出版社，2001.

[5]杨桂通，弹性力学[M]，北京：高等教育出版社，1998.

[6]王建学，徐秉业，弹性力学[M]，北京：清华大学出版社，2007.

[7]王敏中，王炜，武际可，弹性力学教程[M]，北京：北京大学出版社，2002.

[8]陆明万，罗学富，弹性理论基础[M]，北京：清华大学出版社，1990.

（三）其它课程资源

1. 同济大学《弹性力学》慕课

https://www.icourse163.org/course/TONGJI-1002980008?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

2. 河南理工大学《弹性力学》慕课

https://www.icourse163.org/course/HPU-1002125014?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

3. 北京航空航天大学《弹性力学》慕课

https://www.icourse163.org/course/BUAA-1464046178?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

执笔人：张 伟

课程负责人：张伟

审核人（系/教研室主任）：高春华

审定人（主管教学副院长/副主任）：袁晓辉

2023 年 6 月