

《土木工程实验》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：土木工程实验

Civil Engineering Experiment

课程代码：

课程类别：学科专业课程/选修课

适用专业：道路桥梁与渡河工程专业

课程学时：24学时

课程学分：0.5学分

修读学期：第7学期

先修课程：材料力学、结构力学、混凝土结构设计、钢结构基本原理

课程组成：理论课+实验课

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：

课程思政目标：塑造正确的世界观、人生观、价值观，通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，努力成为德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

课程目标1：理解并掌握土木工程结构的基础理论，包括不同类型的结构（如梁、框架等）的受力特性、变形特性以及破坏机制等。学会运用这些理论知识对建筑工程结构的设计和性能进行预测和分析。熟悉土木工程实验中常见仪器和设备（如应变片、位移计、拾振器和回弹仪等等）的工作原理、技术指标和适用工况以及针对具体土木工程问题设计合理的实验方案并选择合理的实验仪器。【支撑毕业要求5.1】

课程目标2：通过实验操作，加深对土木工程理论知识的理解和运用。培养学生严谨的科学态度、规范意识和分析解决土木工程结构实际问题的能力，激发创新能力。同时，提升在实验过程中的操作技能，包括使用测量设备、处理实验数据、安全与团队协作等。通过对各种实验数据的综合分析得到合理有效的实验结论。【支撑毕业要求4.2】

(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	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 能够针对土木工程问题合理选择现代仪器、工具和模拟软件。
课程目标 2	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。	4.2 能够分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

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 概论	讲授法、案例教学	课程目标 1	1
第二章 加载方法及加载设备	讲授法、案例教学	课程目标 1	1
第三章 结构试验的量测技术	讲授法、案例教学、试验教学	课程目标 1	2
第四章 结构静载试验	讲授法、案例教学、试验教学	课程目标 1	2
第五章 结构动载与抗震试验	讲授法、案例教学、试验教学	课程目标 1	3
第 6 章 结构模型试验	讲授法、案例教学	课程目标 1	1
第 7 章 结构试验数据处理与分析	讲授法	课程目标 1	2
合计			12 学时

表3 课内实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	支撑的课程目标	学时	实验类型	每组人数
1	电阻应变片的使用	1.应变片的粘贴; 2.电阻应变仪的使用 3.应变桥路检测技术	课程目标 2	2	验证性	20
2	混凝土结构无损检测技术	1.熟悉回弹仪和钢筋位置扫描仪的操作; 2.钢筋位置无损检测 3.测区划分; 4.回弹测强; 5.数据处理。	课程目标 2	1	综合性	20
3	钢桁架静载试验	1.杆件应变测试; 2.节点位移测试;	课程目标 2	3	综合性	20

		3.数据采集和数据处理。				
4	钢筋混凝土梁正截面受弯性能实验	1.混凝土应变测试; 2.钢筋应变测试; 3.挠度测试; 4.裂缝宽度测量; 5.数据采集和数据处理。	课程目标 2	4	综合性	20
5	钢框架(动力特性)动载实验	1.熟悉动态数据采集分析系统的组成及工作原理; 2.初位移法、初速度法、脉动法的加载方法; 3.波形图测试、频谱分析; 4.数据处理。	课程目标 2	2	验证性	20
合计			12 学时			

(二) 具体内容

第一章 概论

【学习目标】

了解土木工程结构试验的任务、作用、分类和发展。

【学习内容】

1. 土木工程结构试验的任务。
2. 土木工程结构试验的作用。
3. 土木工程结构试验的分类。
4. 土木工程结构试验的发展。

【学习重点】

1. 土木工程结构试验的作用。
2. 土木工程结构试验的分类。

【学习难点】

第二章 加载方法及加载设备

【学习目标】

了解常用的加载方法和加载设备。

【学习内容】

1. 重力加载法。
2. 液压加载法。
3. 机械机具加载法。

4. 气压加载法。
5. 惯性力加载法。
6. 电磁加载法。
7. 现场激励加载法。
8. 加载辅助装置。

【学习重点】

1. 液压加载法。
2. 现场激励加载法。
3. 加载辅助装置。

【学习难点】

第三章 结构试验的量测技术

【学习目标】

1. 掌握应变测量、位移测量、力测量的原理和方法。
2. 了解常用的裂缝测量仪器、温度测量仪器，能够进行裂缝、温度的测量。
3. 掌握拾振仪的工作原理，了解其技术参数的意义，能够根据工况选择合适的拾振仪。
4. 了解光栅传感器的工作原理及适用范围；了解数据采集系统的组成及各部分的作用。
5. 熟悉回弹法测混凝土强度、钢筋扫描原理、应用和操作。

【学习内容】

1. 应变测量的原理和方法（理论+试验一）。
2. 位移测量的原理和方法。
3. 力值量测的原理和方法。
4. 裂缝测量的仪器和方法。
5. 温度测量的仪器和方法。
6. 拾振仪的工作原理和振动参数的量测。
7. 光栅传感器的工作原理及使用范围。
8. 数据采集系统的组成及各部分的作用。
9. 回弹仪和钢筋位置检测仪的原理和测量方法（理论+试验二）。

【学习重点】

1. 电阻应变仪的工作原理、接桥方式及其特点。
2. 位移传感器的原理、种类、特点及应用范围。
3. 力传感器的原理、种类、特点及应用范围。
4. 拾振仪的工作原理和及其技术参数的选择。
5. 回弹仪的原理和混凝土无损检测方法。

【学习难点】

1. 电阻应变仪的工作原理、接桥方式及其特点。
2. 位移传感器的原理、种类、特点及应用范围。
3. 拾振仪的工作原理和及其技术参数的选择。
4. 回弹仪测量操作与数据处理。

第四章结构静载试验

【学习目标】

1. 掌握结构静载试验的试验方案的设计内容。
2. 掌握受弯、受压构件试验，以及桁架试验和砌体结构试验的加载、量测的程序。
3. 掌握静载试验的试验数据处理方法，并能根据试验结果进行结构性能评定。

【学习内容】

1. 试验的前期准备工作。
2. 加载方案设计。
3. 量测方案设计。
4. 结构静载试验（理论+试验三、试验四）。
5. 试验数据整理。
6. 结构性能评定。

【学习重点】

1. 加载方案设计。
2. 量测方案设计。
3. 结构静载试验。

4. 试验数据整理。
5. 结构性能评定。

【学习难点】

1. 试验数据整理。
2. 结构性能评定。

第五章结构动载与抗震试验

【学习目标】

1. 掌握动荷载特性试验的测试内容和方法。
2. 掌握结构动力特性试验，以及结构动力反应试验的测试内容和方法。
3. 了解结构疲劳试验以及风洞试验的特点及应用范围。
4. 了解伪静力试验和拟动力试验的特点和适用范围，并能进行试验测试和数据处理。
5. 了解模拟地震振动台试验的原理、特点及应用。

【学习内容】

1. 动荷载特性试验。
2. 结构动力特性试验（理论+试验五）。
3. 结构动力反应试验。
4. 结构疲劳试验。
5. 风洞试验。
6. 伪静力试验。
7. 拟动力试验。
8. 模拟地震振动台试验。
9. 量测数据整理。

【学习重点】

1. 动荷载特性试验。
2. 结构动力特性试验。
3. 结构动力反应试验。
4. 伪静力试验。
5. 拟动力试验。

6. 量测数据整理。

【学习难点】

1. 动荷载特性试验。
2. 结构动力特性试验。
3. 结构动力反应试验。
4. 拟动力试验。

第六章结构模型试验

【学习目标】

1. 理解模型试验的相似理论。
2. 了解结构模型的设计和分类。
3. 了解结构模型试验材料的种类、特点和选用。

【学习内容】

1. 模型试验的相似理论。
2. 结构模型的设计和分类。
3. 结构模型材料与选用。

【学习重点】

结构模型的设计和分类。

【学习难点】

结构模型的设计和分类。

第七章土木工程结构试验数据处理与分析

【学习目标】

掌握试验误差的分析方法和实验数据的表达方式。

【学习内容】

1. 试验数据的整理和换算。
2. 试验误差分析。
3. 实验数据的表达方式。

【学习重点】

1. 试验误差分析。
2. 实验数据的表达方式。

【学习难点】

1. 试验误差分析。
2. 实验数据的表达方式。

四、教学方法

本课程的主要教学方式方法：讲授法、案例教学、实验教学。

五、课程考核

本课程的考核方式：理论考核+实验考核

总成绩（100%）=理论考核（30%）+实验考核（70%）

理论考核=课堂考勤+平时作业+课堂表现

实验考核=试验一+试验二+试验三+试验四+试验五

本课程为考察课，由理论考核及试验考核两部分构成，理论考核（ a ）为课堂理论讲授部分组成，占总成绩权重为 $a=30%$ 。本课程共包括5个试验内容，实验成绩（ b ）占总成绩的70%，其中各试验占课程总成绩的权重分配如下： $b_1=10%$ （试验一）、 $b_2=10%$ （试验二）、 $b_3=20%$ （试验三）、 $b_4=20%$ （试验四）、 $b_5=10%$ （试验五），详细情况参考表4。

课程总成绩（100%）=理论考核（ a ）+试验一（ b_1 ）+试验二（ b_2 ）+试验三（ b_3 ）+试验四（ b_4 ）+试验五（ b_5 ）

表4 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
课堂理论 a	课堂考勤 平时作业 课堂讨论	100	课堂考勤： 理论课期间不定期随堂点名，共3次。根据学生出勤情况作为课堂考勤成绩。每次考勤分出勤、迟到、缺勤，得分系数依次为1、0.5、0。占课堂理论成绩的20%。	课程目标1
		100	平时作业： 以课后习题为主，重点考核学生对每个章节知识点的复习、熟悉和掌握程度，通过作业习题训练提高学生的力学分析、计算能力；每次作业单独评分，最后取平均分作为平时作业成绩。占课堂理论成绩的40%。	
		100	课堂讨论： 以分组的形式就课程中的基础理论或主要疑难问题，在独立钻研的基础上，共同进行讨论、辩论，每次讨论单独评分，最后取平均分作为课堂讨论成绩。占课堂理论成绩的40%。	
试验一 b_1	课堂考勤 试验实操	100	课堂考勤： 实验课前清点学生到课情况：共4次考勤，每次考勤分出勤、迟到、缺勤，得分系数	课程目标2

	实验报告		依次为 1、0.5、0（注意：缺勤试验实操也为 0）。占试验成绩的 20%。 试验实操： 实验课期间，学生分组独立操作时，任课教师根据学生对仪器的使用情况和操作步骤掌握情况进行现场判定：熟练、生疏、完全不会，得分系数依次为 1、0.5、0（注意：缺勤试验实操也为 0）。占试验成绩的 20%。 实验报告： 分为实验预习报告和试验结果整理报告，共五个试验独立评分。占试验成绩的 60%。
试验二 b_2	课堂考勤 试验实操 实验报告	100	
试验三 b_3	课堂考勤 试验实操 实验报告	100	
试验四 b_4	课堂考勤 试验实操 实验报告	100	
试验五 b_5	课堂考勤 试验实操 实验报告	100	

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（详见表 5）：

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

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 为理论考核平时成绩对应课程目标 1 的实际得分， B_i 为试验 i 成绩对应课程目标 2 的实际得分； OA 为理论考核对应课程目标 1 的目标分值， OB_i 为试验 i 成绩对应课程目标 2 的目标分值； γ_j 为课程目标 j 在总目标达成度中的权重值； S 为课程总目标的达成度， S_j 为课程目标 j 的达成度。

表5 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	目标达成评价值
课程目标 1	0.3	课堂考核	$OA = 100$	A	$S_1 = \frac{aA}{a_1OA_1}$
课程目标 2	0.7	试验一	$OB_1 = 100$	B_1	$S_2 = \frac{b_1B_1 + b_2B_2 + b_3B_3 + b_4B_4 + b_5B_5}{b_1OB_1 + b_2OB_2 + b_3OB_3 + b_4OB_4 + b_5OB_5}$
		试验二	$OB_2 = 100$	B_2	
		试验三	$OB_3 = 100$	B_3	
		试验四	$OB_4 = 100$	B_4	

		试验五	$OB_5 = 100$	B_5	
课程目标 i 权重和	$\sum_{j=1}^2 \gamma_j = 1$	课程总成绩	100	课程总目标 达成度	$S = \sum_{i=1}^2 \gamma_i S_i$

七、课程资源

（一）建议选用教材

[1] 易伟建, 张望喜. 建筑结构试验 (第四版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018. (十二五规划教材)

（二）主要参考书目

[1] 王天稳. 土木工程结构试验 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2018.

[2] 杨艳敏, 刘殿忠. 土木工程结构试验. 武汉: 武汉大学出版社, 2019 年.

[3] 周安, 扈慧敏. 土木工程结构试验与检测 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2018.

[4] 熊仲明, 王社良. 土木工程结构试验 (第二版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.

（三）其它教学资源

1. 西南交通大学结构实验室

<https://space.bilibili.com/3461568178161716>

2. 应变片安装教程

https://www.bilibili.com/video/BV1b64y1S7At/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=e88b23243525697781ec0e7f34c4fec4

3. 简支钢筋混凝土梁受弯破坏实验

https://www.bilibili.com/video/BV1Ac411s7iz/?spm_id_from=333.788.recommend_more_video.1&vd_source=e88b23243525697781ec0e7f34c4fec4

4. 简支桁架非破坏实验

https://www.bilibili.com/video/BV1jN411A7E5/?spm_id_from=333.788.recommend_more_video.3&vd_source=e88b23243525697781ec0e7f34c4fec4

5. 回弹仪检测混凝土强度试验

https://www.bilibili.com/video/BV12a411K72K/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=e88b23243525697781ec0e7f34c4fec4

执笔人：陆荣威、胡兵立

课程负责人：陆荣威、胡兵立

审核人（系/教研室主任）：王士革

审定人（主管教学副院长/副主任）：袁晓辉

2023年6月