

《工程荷载与可靠度设计原理》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：工程荷载与可靠度设计原理

Engineering load and reliability design principle

课程代码：09312092

课程类别：专业限选课

适用专业：土木工程专业

课程学时：18学时

课程学分：1学分

修读学期：第3学期

先修课程：画法几何、土木工程材料、理论力学、材料力学

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：

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：掌握土木工程学科中所涉及荷载的基本理论和基本知识；包括荷载产生的主要背景、特点以及荷载计算方法；了解荷载与结构抗力统计分析；【支撑毕业要求 3.1】

课程目标 2：掌握结构设计的主要概念、结构可靠度原理和现行规范中满足可靠度要求的结构设计方法。具备一般工程结构荷载统计的能力以及正确处理施工及设计中常见问题的能力；培养学生的工程意识、安全意识和实事求是的学风，提高学生自主学习的能力。【支撑毕业要求 6.1】

（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	3.设计/开发解决方案:能够设计针对复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	3.1 能够设计针对复杂工程问题的解决方案,设计满足土木工程需求的结构、构件、节点及其施工工艺流程。
课程目标 2	6.工程与社会:能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任	6.1 能够基于土木工程相关背景知识进行合理分析,评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,理解工程师应承担的责任。

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	课程目标 1	1
第二章 重力、侧压力	讲授和实践性教学相结合	课程目标 1	1
第三章 风荷载	讲授和实践性教学相结合	课程目 1	1
第四章 地震作用	讲授和实践性教学相结合	课程目 1	2
第五章 其他作用	讲授法	课程目 1	2
第六章 荷载的统计分析	讲授法	课程目 1、2	3
第七章 结构抗力统计分析	讲授法	课程目 1、2	3
第八章 工程结构可靠度计算方法	讲授法	课程目 1、2	3
第九章 概率极限状态设计法	讲授法	课程目 1、2	2
合计			18 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

- 1.熟练掌握工程结构中的各种作用特点,如直接作用、间接作用等;掌握结构的功能、荷载、材料强度的取值及分项系数的意义;
- 2.了解一般工程结构中各种荷载的作用形式及应用;了解我国工程结构的设计方法的经历。

【学习内容】

结荷载与作用、随时间的变异分类、空间位置分类、结构反应特点分类、结构设计方法。

【学习重点】

- 1.工程结构中各种荷载的特点；
- 2.结构的功能和设计方法。

【学习难点】

- 1.结构的功能和设计方法。

第二章 重力、侧压力

【学习目标】

1.掌握工程结构中各种材料的自重的求法；掌握土体自重应力的求法及意义、基本雪压及屋面活荷载的意义；掌握相应的规范要求；掌握静止土压力、主动土压力、被动土压力的求法；

2.了解兰金土压力理论、库伦土压力理论；了解冻土的概念、性质及与结构物的关系；

3.理解工程结构的两项基本功能；理解工程结构中永久荷载和可变荷载的基本概念及基本规律（如结构的自重、土的自重应力基本雪压等概念）、土体自重应力、土体侧向压力的数学表达式。

【学习内容】

- 1.结构自重；
- 2.土的自重应力、土的侧向压力、静水压力及动水压力、冻胀力；
- 3.屋面的雪压、车辆荷载、楼屋面活荷载、人群荷载。

【学习重点】

- 1.土的自重应力概念、任意点土的自重应力求解；
- 2.楼面和屋面活荷载、规范规定不同荷载形式的折减；
- 3.静止土压力、主动土压力和被动土压力的求法。

【学习难点】

- 1.兰金土压力理论、库伦土压力理论。

第三章 风荷载

【学习目标】

- 1.了解失风的有关知识及风的形成原因、顺风向结构及横风性结构的风效应；
- 2.理解基本风压的基本概念、结构抗风计算的几个重要概念；
- 3.掌握风速和风压的关系，掌握规范对基本风压是如何规定的。

【学习内容】

- 1.风的形成；
- 2.两类性质的大风、我国风气候总况；
- 3.风压与风速的关系；
- 4.基本风压、结构的风力和风效应、横风向风振、风荷载体型系数。

【学习重点】

- 1.规范对不同地区基本风压的规定；
- 2.工程中涉及的横向风振；风荷载体型系数、风压高度变化系数和风振系数。

【学习难点】

- 1.荷载规范的学习。

第四章 地震作用

【学习目标】

- 1.了解世界地震带及我国地震带的分布；了解多质点体系的地震反应、振型分解反应谱法、底部剪力法；
- 2.理解单质点体系地震作用及地震反应谱；理解多质点的地震反应及阵型分解法；
- 3.掌握有关地震的震级、地震烈度等基本概念；掌握单质点地震反应和地震反应谱法及多质点的底部剪力法。

【学习内容】

- 1.地球的构造及地震的类型与成因、地震分布、震级与烈度；
- 2.单质点体系地震反应、地震作用和地震反应谱；
- 3.多质点体系地震反应；
- 4.阵型分解反应谱法、底部剪力法。

【学习重点】

- 1.地震的基本概念；

2.单质点体系的地震反应和底部剪力法。

【学习难点】

- 1.多质点体系的地震反应及多质点阵型分解反应谱；
- 2.多质点体系的底部剪力法。

第五章 其他作用

【学习目标】

- 1.了解爆炸作用、浮力作用、冲击力和撞击力及预加力的作用；
- 2.掌握工程结构中温度作用的基本概念及原理、地基发生不均匀沉降使得结构物被迫产生的变形；掌握工程结构中混凝土的收缩和徐变及对混凝土结构的有利和不利影响；
- 3.理解温度作用对结构或构件的影响，能够熟练的计算温度应力与变形。

【学习内容】

- 1.温度作用的基本概念及原理、变形作用；
- 2.爆炸的概念、爆炸的作用原理及荷载计算、爆炸对地下结构的作用；
- 3.浮力的作用、汽车竖向冲击力、汽车水平撞击力。

【学习重点】

- 1.工程结构中温度作用的基本概念及原理、结构或构件的支座移动；
- 2.工程结构中混凝土的收缩和徐变及对混凝土结构的有利和不利影响。

【学习难点】

1.混凝土的徐变和收缩对混凝土结构的有利和不利影响计算温度应力与变形。

第六章 荷载的统计分析

【学习目标】

- 1.了解荷载的概率模型；了解确定一般住宅楼面活荷载的分布情况；
- 2.掌握荷载的统计参数和统计方法、荷载效应及荷载效应的组合原则。掌握常遇荷载的代表值和设计值；掌握民用建筑的永久荷载、楼面活荷载、临时性活荷载统计分析；
- 3.理解常遇荷载的统计分析方法，掌握荷载的各种代表值；荷载效应及荷载效应组合的原则。

【学习内容】

1. 荷载的概率模型、荷载的统计参数和统计方法；
2. 设计基准期内最大荷载的概率分布函数、荷载效应和荷载效应组合的原则、荷载与荷载效应的关系；
3. 永久荷载、民用建筑楼面活荷载、荷载代表值、荷载组合值、荷载效应的设计值。

【学习重点】

1. 承载力极限状态下的荷载效应设计值及正常使用极限状态下的荷载效应设计值。

【学习难点】

1. 承载力极限状态下的荷载效应设计值是本章的难点。

第七章 结构抗力统计分析

【学习目标】

1. 了解抗力的统计参数和概率分布类型；
2. 理解工程结构中材料性能的不定性、几何参数的不定性；
3. 掌握材料的标准强度及其设计值；掌握材料性能的不定性、几何参数的不定性。

【学习内容】

1. 材料性能的不定性、几何参数的不定性、计算模式的不定性；
2. 抗力的统计参数、结构构件抗力的分布类型、材料强度的标准值、材料强度的设计值。

【学习重点】

1. 是工程结构中材料性能的不定性、几何参数的不定性；
2. 材料的标准强度及其设计值；
3. 掌握材料性能的不定性、几何参数的不定性；

【学习难点】

1. 参数统计方法。

第八章 工程结构可靠度计算方法

【学习目标】

- 1.了解工程实际中验算点法的应用、相关随机变量结构的可靠度分析；
- 2.理解工程结构可靠度的定义、可靠度指标的概念、规定时间、预定功能等要求；
- 3.掌握随机点法随机变量的模式；掌握结构可靠度的基本概念，结构可靠指标的概念，计算结构可靠指标的方法。

【学习内容】

- 1.可靠度的定义、结构的功能函数、可靠指标的概念；
- 2.两个正态分布随机变量的模式、两个对数正态分布随机变量模式、多个随机变量服从正态分布的情况、两个正态分布随机变量、多个正态分布随机变量、非正态变量、广义随机空间的概念、相关随机变量可靠度分析的验算点法；
- 3.结构体系可靠度的计算、结构体系可靠度的近似计算方法。

【学习重点】

- 1.结构可靠度的基本概念，结构可靠指标的概念；
- 2.计算结构可靠指标的方法，结构体系可靠度的计算。

【学习难点】

- 1.中心点法及验算点法。

第九章 概率极限状态设计法

【学习目标】

- 1.了解结构的安全等级和目前的设计状况，掌握概率设计的一般概念、基本思路；
- 2.理解结构设计的目的和原则；
- 3.掌握结构的承载力极限状态、正常使用极限状态；掌握先行规范给出的极限状态设计表达式。

【学习内容】

- 1.结构的极限状态、结构的安全等级和设计状况；
- 2.结构构件的目标可靠指标、直接概率法的基本思路、分项系数模式、现行规范给出的极限状态设计表达式、各分项系数确定的原则和方法。

【学习重点】

- 1.基于分项系数表达的概率极限状态设计法。

【学习难点】

1.现行规范给出的极限状态设计表达式。

四、教学方法

讲授法、讲授和实践性教学相结合法。

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)、课堂讨论(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) + 课堂讨论 (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	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、2
平时作业 a_2	课程作业	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；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
课堂讨论 a_3	课堂讨论	100	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。	课程目标 1、2
期末考试 a_4	期末考试	100	卷面成绩 100 分。题型以选择题、判断题、作图题、计算题等为主。主要考核力系平衡、点、刚体的平面运动、动力学等相关内容。	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	$OA_{1-3}=70$	A_{1-3}	
		期末考试	$OB_1=70$	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	$OA_{2-3}=30$	A_{2-3}	
		期末考试	$OB_2=30$	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

白国良等. 荷载与结构设计方法(第 2 版)[M]. 北京:高等教育出版社,2010.

(二) 主要参考书目

[1]白晓红等.荷载与结构设计方法[M].北京:中国建材工业出版社,2017.

[2]李长风等. 荷载与结构设计方法[M]. 北京:机械工业出版社,2018.

(三) 其它课程资源(相关规范)

[1] GB 50068-2018. 建筑结构可靠度设计统一标准[S]. 北京:中国工业出版社,2018.

[2]GB 50009-2012. 建筑结构荷载规范[S]. 北京:中国工业出版社,2012.

[3]GB 50011-2010 (2016 年版).建筑抗震设计规范[S]. 北京:中国工业出版社,2016.

执笔人: 吕强

参与人: 吕强

课程负责人: 吕强

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