

# 《数学建模》课程教学大纲

课程英文名	Mathematical Modeling				
课程代码	B0714160	课程类别	专业课	课程性质	必修
学 分	2.0		总学时数	32	
开课学院	理学院		开课基层教学组织	数学建模教学团队	
面向专业	全校理、工、经、管、文等各专业		开课学期	第1、2、3、4学期	

## 一、课程目标

《数学建模》课程是作为联系数学与实际问题的桥梁，是数学在各个领域广泛应用的媒介，是数学理论知识和应用能力共同提高的最佳结合点。它是继本科生高等数学、工程数学之后为了提高运用数学知识解决实际问题的基本技能，是工、理、经、管各专业的一门专业任选课，是培育和训练综合能力所开设的一门新学科。本课程主要介绍数学建模绪论、初等模型、微分法建模，微分方程建模，线性规划建模，整数规划建模，动态规划建模，网络优化方法建模初步，概率模型与随机模拟，多元统计方法建模，时间序列建模。使学生初步掌握将实际问题建立模型的基本方法。培养求解问题的数学思维、建模能力、逻辑推理能力和基本科学研究素养，激发学生社会责任心，培养和提升家国情怀与文化自信。

通过理论教学和实践练习，让学生达到如下五个课程教学目标：

**课程目标1：**用数学语言描述实际现象，并综合应用数学知识对问题进行分析处理。

**课程目标2：**通过数学推导计算实现简化分析，利用数学方法和计算机解决实际问题。

**课程目标3：**深刻把握信息、查阅资料、获取知识，撰写学术论文。

**课程目标4：**通过研讨与创新，交流与协作，培养学生的团队合作精神。

**课程目标5：**引导和树立正确世界观、人生观、价值观，确立为建设有中国特色社会主义而奋斗的政治方向。借助数模知识、基于设计数模方法的案例问题等，将知识传授与价值引领相结合，引导学生正确做人做事做学问，助力学生的全面发展。

## 二、课程目标与毕业要求对应关系

作为面向全校多个专业的公共课通识课程，因各专业毕业要求各异，故此不做描述。

## 三、课程目标与教学内容和方法的对应关系

《数学建模》课程目标与教学内容和方式的对应关系如表1所示。

表 1 课程目标与教学内容、教学方法的对应关系

教学内容	教学方法					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. 建模绪论	讲授		●			●
2. 初等优化模型	讲授、案例分析	●	●	●		●
3. 微分法建模	讲授课题报告与讨论、点评	●	●	●	●	●
4. 微分方程建模	讲授、案例分析		●	●		●
5. 数学规划建模	讲授、课题报告与讨论、点评	●	●	●	●	●
6. 网络优化方法建模	讲授、案例分析		●	●		●
7. 多元统计模型	讲授、课题报告与讨论、点评		●	●	●	●
8. 时间序列模型	讲授、案例分析		●	●		●

该课程详细教学内容和方法如下所述。

## 1. 建模绪论

### (1) 主要内容

数学建模由来，从现实对象到数学模型，数学建模的重要意义，数学建模的方法和步骤，数学模型的特点和分类。

**思政融入点 1：**通过近几年国内数模竞赛发展及我校数学建模团队成绩，鼓励团队协作、共同进步，培养刻苦钻研和拼搏精神，让后通过优秀论文的赏析进一步提升学习兴趣。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授为主。

1. 教学要求：了解数学模型与数学建模过程；了解数学建模由来、数学建模竞赛及要求的基本数学方法。了解数学模型的分类，了解数学模型的特点、功能，了解数学建模的步骤与建模过程。

### (3) 重点难点

重点：数学建模的概念、建模过程描述；难点：数学建模的基本方法和步骤。

## 2. 初等优化模型

### (1) 主要内容

代数方法建模、图解法建模和初等概率建模方法等，具体案例：商人们怎样安全过河，最佳存款问题，城市污水治理规划问题与合作对策方法与应用，Dürer 魔方等。‘田忌赛马’、丁渭修皇宫、沈括运粮、《孙子兵法》与运筹学命名及发展历史。

**思政融入点 2：**通过介绍我国古代运筹学思想，并论述其间的运筹学原理，让当代学生意识到中国古代文化的博大精深，增强其民族自豪感。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，课堂提问、讨论为辅。

教学要求：掌握类比方法、图解法、定性分析方法及机理分析方法建模的基本特点。能运用所学知识建立数学模型，并对模型进行综合分析。

### (3) 重点难点

重点：机理分析方法建模，代数法建模技巧；难点：机理分析方法建模。

## 3. 微分法建模

### (1) 主要内容

蚂蚁逃跑问题，存贮问题，路灯安置优化问题，2006C 题：易拉罐的优化设计，2010C 题：输油管的布置。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，课堂提问与讨论为辅。

教学要求：掌握利用导数、微分方法建模的思想方法，能解决静态连续问题。

### (3) 重点难点

重点：微分方法建模的思想；难点：建立静态连续问题模型。

## 4. 微分方程建模

### (1) 教学内容

微分方程建模方法与特点，铅球的投掷问题，檐沟问题，人口预测和控制，传染病模型。介绍微分方程的起源、发展历史和应用。

**思政融入点 3：**通过介绍牛顿、莱布尼兹、伯努利、欧拉、傅里叶、庞加莱、达朗贝尔、拉格朗日、李雅普诺夫、伯克霍夫等众多著名学者对微分方程的卓越贡献，教育当代大学生努力学习，践行实事求是，求真务实，开拓创新的科学精神。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，安排课题报告与讨论、及点评。

教学要求：掌握微分方程建模方法与特点，了解人口预测和控制模型、传染病模型等经典微分方程模型。

### (3) 重点难点

重点：微分方程建模的思想、方法、步骤和技巧；难点：微分方程方法建模。

## 5. 数学规划建模

### (1) 主要内容

线性规划、整数规划的 LINGO 求解程序，LINGO 与 MATLAB 计算线性规划与整数规划的程序比较以及计算方法比较，线性规划、整数规划、0-1 整数规划建模案例，线性规划灵敏度分析输出数据的读取。线性规划对偶问题及灵敏度分析原理及意义，运输问题模型及其应用案例，运输问题模型的拓展案例，整数运输问题；整数规划模型及其分支定界算法；经典指派问题模型与匈牙利法，指派问题的拓展应用。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，安排课题报告与讨论、及点评。

教学要求：了解数学规划基本知识，深刻理解线性规划模型、整数规划的基本特点，理解优化模型的一般意义，掌握线性规划、整数规划建模方法，能结合计算机 LINGO 软件解决相关问题；了解运输模型、指派模型，理解灵敏度分析意义。

### (3) 重点与难点：

重点：线性规划、整数规划建模思想； 难点：算法，灵敏度分析及计算时间复杂性。

## 6. 网络优化方法建模

### (1) 主要内容

最小生成树、最短路、欧拉环游、最优匹配、哈密尔顿圈问题、TSP 问题、问题的计算复杂性、组合算法；案例：扫雪车问题，98B 题：灾情巡视。

**思政融入点 4：**中国邮递员问题的研究和发展历史，通过介绍中国邮递员问题的发展历史，说明我国老一辈运筹学家对世界运筹学的发展做出了巨大贡献，教育当代大学生树立远大理想，为我国科技事业的不断发展做出一定贡献。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，课堂提问、讨论为辅。

教学要求：了解图论基本知识，掌握最小生成树、最短路的网络优化方法建模，了解欧拉环游、中国邮递员问题、TSP 问题及计算复杂性概念。

### (3) 重点难点

重点：网络优化方法建模； 难点：计算复杂性分析。

## 7. 多元统计模型

### (1) 主要内容

多元统计与矩阵代数简介；多元正态分布及其导出的分布；多元正态总体均值向量和协差阵的假设检验；聚类分析；判别分析；主成分分析；因子分析。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，安排课题报告与讨论、及点评。

教学要求：了解多元统计与矩阵代数基本知识结构，理解掌握多元正态分布及其导出的分布，理解掌握多元正态总体均值向量和协方差阵的假设检验，理解掌握聚类分析的基本技巧和方法，理解掌握判别分析的基本方法和技巧，理解掌握主成分分析基本方法和技巧，理解掌握因子分析基本方法和技巧。模型主成分分析方法在食品工业的应用。

### (3) 重点难点

重点：因子分析的数学模型； 难点：多元正态分布的到处分布。

## 8. 时间序列模型

### (1) 主要内容

自回归模型，滑动平均模型与自回归滑动平均模型。

**思政融入点 5：**自中国共产党十八大第一次提出“推进绿色发展，建设美丽中国”以来，绿色发

展、生态环境保护的理念逐渐深入人心，借助于自回归模型实证检验地方政府在环境规制方面的策略互动行为，并进一步探讨了影响地区间环境规制策略互动的因素。

### (2) 教学方法与要求

教学方法：课堂讲授、案例分析为主，课堂提问、讨论为辅。

教学要求：理解掌握滑动平均模型与自回归滑动平均模型。

### (3) 重点难点

重点：各种模型参数的估计方法，模型的定阶； 难点：模型参数的估计方法。

## 四、实践环节及要求

课堂讨论配合课外综合练习，进一步强化对数学建模方法和相关知识的理解和认识。在规定时间内独立完成 3 个建模问题，包括问题的提出和分析、模型的假设、模型的建立、模型的求解、模型的检验和结果的分析等内容的论完整建模论文。

## 五、与其它课程的联系

通常要求在学生学完高等数学、线性代数、概率论与数理统计和其它工程类基础课程以及掌握一门计算机语言的前提下开设本课程。

## 六、课时分配

表 2 学时分配表

教学内容	讲课时数	实验时数	实践学时	上机时数	课外实验	习题课	讨论时数
1. 建模绪论	2						
2. 初等优化模型	2						
3. 微分法建模	2						
4. 微分方程建模	4						
5. 数学规划建模	7						
6. 网络优化方法建模	3						
7. 多元统计模型	8						
8. 时间序列模型	2						
合计	30				18		2
总计	总学时 32 (其中授课 30, 讨论 2), 课外实验 18						

## 七、课程目标达成途径及学生成绩评定方法

### 1. 课程目标达成途径

表 3 课程目标与达成途径

课程目标	达成途径
<b>课程目标 1:</b> 用数学语言描述实际现象，并综合应用数学知识对问题进行分析处理。	由课堂讲授、讨论分析等环节共同支撑，通过对实际问题作合理的、简化的假设，在合理与简化之间作折衷，用数学的语言、符号描述问题，学生在学习、具体实现过程中将体会到将实际问题表述数学模型；通过数学模块知识介绍，结合问题分析探究，思维训练，提高学生分析问题的科学素养。
<b>课程目标 2:</b> 通过数学推导、计算实现简化分析，利用数学方法和计算机工具解决实际问题。	由课堂讲授、课堂分析，课堂报告与讨论、点评，以及课外课题实践等环节共同支撑，通过数学模块知识介绍，结合案例分析、课题实验，提升学生数学推导计算和简化分析，算法设计，利用软件或编程能力；通过按照全国大学生数学建模竞赛的要求完成建模课题，培养应用数学方法解决实际问题的能力。
<b>课程目标 3:</b> 深刻把握信息、查阅资料、获取知识，撰写学术论文。	由课外课题实践等环节共同支撑，通过课题实验，让学生了解实际背景，明确建模目的，搜集有关信息，掌握对象特征，找到问题的关键，构建解决问题的思路与可行方案，锻炼学生的文献检索和信息获取，及能力自学能力。
<b>课程目标 4:</b> 通过研讨与创新，交流与协作，培养学生的团队合作精神。	由课外课题实践、课堂报告和讨论、点评等环节共同支撑，通过课题实验，让学生协作完成，共同分析、讨论问题，共同实现数学建模全过程，培养学生的实践创新能力。
<b>课程目标 5:</b> 引导和帮助学生树立正确的世界观、人生观、价值观，确立为建设有中国特色社会主义而奋斗的政治方向。借助数学建模知识点、基于设计数学建模方法的案例问题等，将知识传授与价值引领相结合，引导学生正确做人做事做学问，助力学生的全面发展。	由课堂讲授、课外课题实践、课堂报告和讨论、点评等环节共同支撑，引导学生坚持正确的政治方向，正确做人做事做学问，助力学生的全面发展。

## 2.学生成绩评定

本课程为考查课程。课程采用形成性评价与终结性评价相结合的评价方法，总评成绩分两部分：平时成绩占比 44%；期末成绩占比 56%。平时成绩包括平时学习、讨论课和 1 个综合课题论文大作业，各部分除了质量考核外均包含思政元素的考核；期末成绩包含 2 个综合课题论文质量考核，也含课程思政实践元素的考核。具体考核内容及比例等如表 4 所示。各考核内容的详细评分标准见表 5 所示。

本课程成绩录入教务系统，参照《杭州电子科技大学本科生成绩管理规定》（杭电教[2013]98 号）规定。

表 4 课程考核与成绩评定方法

考核项目	考核内容	考核关联的课程目标	考核依据与方法及比例	占课程总成绩的比重
------	------	-----------	------------	-----------

平时成绩	平时学习	1,2, 3, 4	课外在线学习、课堂学习、上交、汇报等综合表现 95%	10%
		5	学习作业汇报中思政元素 5%	
	讨论题	1,2, 3, 4	线上线下回复反馈质量 95%	6%
		5	反馈回复中所含思政元素 5%	
	综合课题 1: 确定性连续问题	1,2, 3, 4	课题论文内容质量, 批阅评分 95%	28%
		5	论文中所含思政实践元素 5%	
期末成绩	综合课题 2: 确定性离散问题	1,2, 3, 4	课题论文内容质量, 批阅评分 95%	28%
		5	论文中所含思政实践元素 5%	
	综合课题 3: 随机问题	1,2, 3, 4	课题论文内容质量, 批阅评分 95%	28%
		5	论文中所含思政实践元素 5%	
总分				100%

表 5 考核内容详细评分标准

考核内容	评分标准			
	90-100	75-90	60-75	<60
课程思政实践	1) 平时学习：考核过程中，章节学习及课堂上的思政内容表现综合评估； 2) 讨论题：根据回复反馈情况中的思政综合评估； 3) 三个综合实验的论文中体现的思政元素综合评估。 以上每一项的综合评估后，给出总的百分制分数作为课程思政实践的得分			
讨论题	通常在线平台上通过个人回复、个人观点和资料分享情况进行综合打分。			
综合课题 1-3 以完整论文形式独立完成	综合课题：结论合理，分析准确，能完整解答问题或满足问题全部要求。	综合课题：结论较合理，分析较正确，能基本解答问题。	综合课题：思路基本合理，能接近解答或满足问题大部分要求。	综合课题：结论不够合理或者没有解答思路。
	个人汇报：内容完整准确、PPT 制作精良、表达清晰板书认真，推理演算逻辑性强，结论正确。	个人汇报：内容比较完整、PPT 良好、表达清晰，板书认真推理演算有逻辑性，结论基本正确。	个人汇报：内容不完整、有 PPT 制作、表达比较清晰，有板书有推理演算，结论不明确。	个人汇报：内容不准确、有 PPT 或无 PPT、表达不清，无逻辑，演算错误，结论不正确。

## 八、 教学资源

表 6 本课程的基本教学资源

资源类型	资源
教材	陈光亭、裘哲勇, 数学建模(第2版), 高等教育出版社, 2014.1
参考书籍	1、姜启源、谢金星、叶俊, 数学模型(第5版), 高等教育出版社, 2018.8 2、杨启帆、谈之奕、何勇, 数学建模, 浙江大学出版社, 2006 3、韩中庚, 数学建模方法及其应用, 高等教育出版社, 2005 4、谭永基、蔡志杰、俞文毗, 数学模型, 复旦大学出版社, 2009 5、司守奎、孙兆亮, 数学建模算法与应用(第2版), 国防科技大学, 2015.5 6、卓金武, MATLAB在数学建模中的应用, 北京航空航天大学出版社, 2011.4 7、张文彤、邝春伟, SPSS统计分析基础教程&SPSS统计分析高级教程, 高教社, 2011 8、袁新生、邵大宏、郁时炼, LinGo和Excel在数学建模中的应用, 科学出版社, 2007 9、裘哲勇、潘建江, 数学建模的实践, 西安电子科技大学出版社, 2019 10、司守奎、孙玺菁, Python数学实验与建模, 科学出版社, 2020.4
教学文档	杭州电子科技大学课程网络教学平台或 <a href="http://mooc1.chaoxing.com/course/95314349.html">http://mooc1.chaoxing.com/course/95314349.html</a>

## 九、课程目标指标点达成度定量评价

### 1. 课程目标达成度的评价环节及支撑课程目标的权重分配

本课程共5个课程目标, 用 $CG(i)$ 表示课程目标( $i$ )达成度, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$ 。

#### (1) 评价环节

- A: 平时学习
- B: 讨论题
- C: 综合课题1
- D: 综合课题2
- E: 综合课题3

#### (2) 评价环节的权重

$WA(i)$ : 评价环节A支撑课程目标( $i$ )的权重, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$

$WB(i)$ : 评价环节B支撑课程目标( $i$ )的权重, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$

$WC(i)$ : 评价环节C支撑课程目标( $i$ )的权重, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$

$WD(i)$ : 评价环节D支撑课程目标( $i$ )的权重, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$

$WE(i)$ : 评价环节E支撑课程目标( $i$ )的权重, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$

#### (3) 评价环节的得分

- VA: 评价环节A的学生平均得分
- VB: 评价环节B的学生平均得分
- VC: 评价环节C的学生平均得分
- VD: 评价环节D的学生平均得分
- VE: 评价环节E的学生平均得分

注: 下表中权重和(纵向和)等于成绩评定环节中成绩占比对应表4。

表7 课程目标达成度的评价环节及支撑课程目标的权重分配表

课程目标	评价环节支撑课程目标的权重及符号表示	成绩比例(TO)
------	--------------------	----------

	平时学习	讨论题	综合课题 1	综合课题 2	综合课题 3	
(1)	WA(1) 0.025	WB(1) 0.027	WC(1) 0.10	WD(1) 0.10	WE(1) 0.10	0.352
(2)	WA(2) 0.050	WB(2) 0.010	WC(2) 0.05	WD(2) 0.05	WE(2) 0.05	0.210
(3)	WA(3) 0.010	WB(3) 0.010	WC(3) 0.05	WD(3) 0.05	WE(3) 0.05	0.170
(4)	WA(4) 0.010	WB(4) 0.010	WC(4) 0.066	WD(4) 0.066	WE(4) 0.066	0.218
(5)	<b>WA(5) 0.005</b>	<b>WB(5) 0.003</b>	<b>WC(5) 0.014</b>	<b>WD(5) 0.014</b>	<b>WE(5) 0.014</b>	<b>0.05</b>
合计	0.10	0.06	0.28	0.28	0.28	1

说明：平时学习、讨论题、综合实验 1-3 如何合理得当分别支撑课程目标(1)-(5)，则是教学中需要重点关注的问题。如表中平时学习占比 0.10 即 10% 中，有 0.03 即 3% 支撑课程目标 (1)，这就要求  $0.03/0.1=30\%$  的平时作业或者每次作业中有 30% 的内容能够体现课程目标 (1) 的要求，又如平时要有  $0.04/0.1=4\%$  的内容体现目标 5。同理，其他课程目标要求也分别按要求比重布置作业或学习任务来实现。对于讨论题、3 次综合实验题来说，如何分别支撑课程目标(1)-(5)，在设计题目时同样需要分别考虑对应到课程目标(1)-(5)相应权重比例来设计试题任务。

## 2. 课程目标达成度计算

根据上述的符号定义及上表中的权重分配，课程目标(*i*)的达成度 CG(*i*)可计算如下：

$$CG(i) = \frac{VA \times WA(i) + VB \times WB(i) + VC \times WC(i) + VD \times WD(i) + VE \times WE(i)}{100 \times T_0}$$

其中 T<sub>0</sub> 是支撑课程目标成绩占总成绩的比例，*i* = 1, 2, 3, 4, 5。对应到表 7，课程目标达成度分别计算可得：

$$\text{课程目标}(1)\text{的达成度: } CG(1) = \frac{VA \times 0.025 + VB \times 0.027 + VC \times 0.10 + VD \times 0.10 + VE \times 0.10}{35.2},$$

$$\text{课程目标}(2)\text{的达成度: } CG(2) = \frac{VA \times 0.05 + VB \times 0.01 + VC \times 0.05 + VD \times 0.05 + VE \times 0.05}{21},$$

$$\text{课程目标}(3)\text{的达成度: } CG(3) = \frac{VA \times 0.01 + VB \times 0.01 + VC \times 0.05 + VD \times 0.05 + VE \times 0.05}{17},$$

课程目标(4)的达成度：

$$CG(4) = \frac{VA \times 0.01 + VB \times 0.01 + VC \times 0.066 + VD \times 0.066 + VE \times 0.066}{21.8},$$

课程目标(5)的达成度：

$$CG(5) = \frac{VA \times 0.005 + VB \times 0.003 + VC \times 0.014 + VD \times 0.014 + VE \times 0.014}{5}.$$

## 十、说明

本大纲规定了杭州电子科技大学全校理、共、经、管、人文等各个专业修读《数学建模》课程的教学要求和教学规范，承担该课程的教师须遵照本大纲安排授课计划、实施教学过程，完成学生学习成果评价、课程目标达成度评价评价。

## 十一、 编制与审核

表 8 大纲编制与审核信息

工作内容	责任部门或机构	负责人	完成时间
编制	公共数学教研部	谢强军	2022.02.23
审核	公共数学教研部	裘哲勇	2022.02.28
审定	理学院教学工作委员会	李源	2022.03.09