

《数理统计与随机过程》教学大纲

课程编号：3162103

课程中文名称：数理统计与随机过程

课程英文名称：Mathematical Statistics and Stochastic Processes

开课学期：秋季

学分/学时：3/48

先修课程：概率论、线性代数

建议后续课程：最优控制与状态估计、人工智能等

适用专业/开课对象：信息类一年级硕士研究生

团队负责人：李文玲 责任教授：吕金虎 执笔人：李文玲 核准院长：

一、课程的性质、目的和任务

数理统计与随机过程是一门研究随机现象规律性的数学基础课程。它不仅是数学的一个重要分支，而且已成为现代科技领域中收集、整理和分析数据的必不可少的数学工具。本课程的讲授目的是学习和掌握数理统计与随机过程的基本概念和现代分析方法，以及在自然科学和工程技术中的应用案例。注重培养学生的数学思想、数学思维 and 创新能力。通过学习本课程，促使学生理解并掌握数学与自然科学的基本概念和方法，并具有将其运用到工程基础和自动化专业的能力。

二、课程内容、基本要求及学时分配

数理统计与随机过程在信息类专业中是一门重要的基础课程。本课程主要讲授抽样分布、参数估计、统计决策与贝叶斯估计、假设检验、方差分析与试验设计、回归分析和多元分析等数理统计的内容，以及马尔可夫过程和随机分析等随机过程的相关内容。

第一章 抽样分布（4 课时）

1.1 统计量和样本矩

1.2 充分统计量与完备统计量

1.3 抽样分布

1.4 次序统计量及其分布

基本要求：理解统计量和抽样分布的基本概念。掌握总体、样本、样本矩等概念，理解充分统计量、完备统计量的定义。掌握几种常用的抽样分布包括卡方分布、t 分布、F 分布，理解次序统计量及其分布。

第二章 参数估计（6 课时）

2.1 点估计与优良性

2.2 点估计量的求法

2.3 最小方差无偏估计和有效估计

2.4 区间估计

基本要求：理解点估计、无偏估计和相合估计的基本概念，会用矩估计、最大似然估计方法计算点估计。理解最小方差无偏估计和有效估计的定义。理解区间估计的定义，会计算正态总体数学期望、方差、两个正态总体均值差和两个正态总体方差比的置信区间。

第三章 统计决策与贝叶斯估计（6 课时）

3.1 统计决策的基本概念

3.2 统计决策中的常用分布族

3.3 贝叶斯估计

3.4 最小最大估计

3.5 经验贝叶斯估计

基本要求：理解统计判决的三个要素，熟悉几类统计决策的常用分布族包括 Gamma 分布族、Beta 分布族及其性质。掌握贝叶斯估计的定义，熟悉几类特殊损失函数下的贝叶斯估计包括平方损失函数、加权平方损失函数、绝对值损失函数等。了解最小最大估计和经验贝叶斯估计的概念。

第四章 假设检验（4 课时）

4.1 假设检验的基本概念

4.2 正态总体均值与方差的假设检验

4.3 非参数假设检验方法

4.4 似然比检验

基本要求：理解零假设和备选假设的概念，理解弃真错误和存伪错误的定义。掌握几类假设检验方法及适用对象，包括 t 检验、卡方检验、F 检验、单边检验等。了解卡方拟合优度检验、科尔莫戈罗夫及斯米尔诺夫检验方法。掌握似然比检验方法的基本步骤。

第五章 方差分析与试验设计（4 课时）

5.1 单因素方差分析

5.2 两因素方差分析

5.3 正交试验设计

基本要求：掌握单因素方差分析的离差平方和分解方法和基本步骤，掌握两因素非重复试验

和等重复试验的方差分析方法和基本步骤。了解正交实验设计的步骤。

第六章 回归分析（4 课时）

6.1 一元线性回归分析

6.2 多元线性回归分析

6.3 几类一元非线性回归

6.4 多项式回归

基本要求：掌握一元线性回归模型和未知参数的估计及回归方程的显著性检验方法，掌握多元线性回归模型和未知参数的估计及回归方程的显著性检验方法。了解几类一元非线性回归模型包括双曲线型、指数曲线型、幂函数型等。了解多项式回归模型。

第七章 多元分析初步（4 课时）

7.1 多元正态分布的定义及性质

7.2 多元正态分布参数的估计与假设检验

7.3 判别分析

7.4 主成分分析

基本要求：掌握多元正态分布的定义及性质，掌握多元正态分布参数的估计与假设检验方法。了解几种常用的判别分析方法包括距离判别方法、贝叶斯判别方法、费希尔判别方法等。掌握主成分分析方法，会针对协方差矩阵已知和未知情形进行主成分分析。

第八章 随机过程（4 课时）

8.1 随机过程的基本概念

8.2 随机过程的数字特征

8.3 几类重要的随机过程

基本要求：掌握随机过程的定义、分类和有限维分布族的概念，会计算随机过程的均值函数、方差函数、协方差函数等。掌握几类重要的随机过程包括二阶矩过程、正态过程、正交增量过程、独立增量过程、维纳过程和泊松过程等。

第九章 马尔可夫过程（6 课时）

9.1 马尔可夫过程的定义

9.2 齐次马尔可夫链状态的分类

9.3 转移概率的稳定性能

9.4 状态离散参数连续的马尔可夫过程

9.5 柯尔莫哥洛夫方程

9.6 状态分类与平稳分布

基本要求：掌握马尔可夫过程和马尔可夫链的定义及性质，掌握齐次马尔可夫链状态的分类。了解转移概率的稳定性能。掌握状态离散参数连续的马尔可夫过程的概念及性质。了解柯尔莫哥洛夫向后方程和向前方程，了解齐次马尔可夫链的状态分类与平稳分布。

第十章 随机分析（6 课时）

10.1 均方极限

10.2 均方连续

10.3 均方导数

10.4 均方积分

10.5 均方随机微分方程

10.6 Ito 随机积分与 Ito 随机微分方程

基本要求：掌握均方极限、均方连续、均方导数和均方积分的定义及运算法则，了解均方随机微分方程及其解的均值函数和相关函数，了解 Ito 随机积分的定义和性质，了解 Ito 随机微分方程解的唯一性及解的马氏性。

三、教学方法

本课程内容具有较强的抽象性与逻辑性，教学方法以教师为主导的启发式课堂讲授为主，同时适当增加提问等环节，以活跃课堂气氛并加深学生对课程内容的理解和兴趣。

四、课内外教学环节及基本要求

为了强化本课程理论结合实际的特点，引导学生将所学的数理统计和随机过程理论应用于科研工作中；同时，课外指定一定数量的经典书籍，扩展知识面。利用仿真软件对所学的结果进行编程验证，加深对基础理论知识的理解。

五、考核方式及成绩评定

本课程成绩由平时成绩和期末考试组合而成，采用百分计分制。各部分所占比例如下：

平时成绩占 30%，平时作业。

期末成绩占 70%，采用闭卷考试的考核方式。

六、教材和参考资料

[1] 胡政发，肖海霞，应用数理统计与随机过程，电子工业出版社，2021 年第一版（普通高等教育“十四五”规划教材）

- [2] 师义民, 徐伟, 秦超英, 许勇, 数理统计, 科学出版社, 2015 年第四版 (科学版研究生教学丛书)
- [3] 王彩玲, 杨荣, 应用数理统计, 高等教育出版社, 2009 年 (全国研究生教学用书)
- [4] 张卓奎, 陈慧婵, 随机过程及其应用, 西安电子科技大学出版社, 2012 年第二版 (“十二五”重点图书)
- [5] 荣腾中, 孙荣恒, 刘朝林, 随机过程及其应用, 清华大学出版社, 2017 年第二版