

宁波大学研究生课程教学大纲

一、课程基本信息

课程中文名称	随机场论	课程编号	40220045		
课程英文名称	Statistical field theory	总学时	51	学分	3
开课学院	数学与统计学院	开课学期	☐ 春季 ☒ 秋季 ☐ 全年		
课程负责人	马飞遥	教学团队成员	马飞遥		
适用学科/专业	基础数学/应用数学	授课语言	☐ 中文 ☐ 全英文 ☒ 双语		
适用学生	☐ 学术学位博士 ☐ 学术学位直博生 ☐ 学术学位直博生（留学生） ☒ 学术学位硕士 ☐ 专业学位硕士 ☒ 学术学位硕士（留学生） ☐ 专业学位硕士（留学生） ☐ 专业学位硕士（非全日制）				
课程类别	☐ 公共学位课 ☐ 专业学位课 ☐ 公共选修课 ☒ 专业选修课 ☐ 专业必修课 ☐ 必修培养环节 ☐ 其他_____				
主要教学方式 （可多选）	☒ 讲授 ☐ 讨论 ☐ 专题讲座 ☐ 文献研读 ☒ 专题研讨 ☐ 案例分析 ☐ 实验（含上机） ☒ 自学 ☐ 其他__				
考核方式	☐ 考试 ☒ 考查				

二、课程中文简介

随机场论是一门涉及概率论和统计物理的交叉学科。它扩展了概率论的研究领域，并为统计物理提供了一种严格的数学工具。本课程简要介绍随机场论的基础内容，特别是离散时间相关理论。包括离散鞅、Haar 系统、Lebesgue 微分理论、随机游走、随机矩阵、高斯场、连续场等

三、课程英文简介

The theory of random fields is an interdisciplinary subject that involves probability theory and statistical physics. It expands the research scope of probability theory and provides a rigorous mathematical tool for statistical physics. This course offers a brief introduction to the fundamental content of the theory of random fields, particularly focusing on discrete time-related theories. It includes discrete martingales, Haar systems, Lebesgue's differentiation theorem, random walks, Gaussian fields, continuous fields, and more.

四、教学目标（黑体，四号）

1. 熟练掌握常见随机场的概念和性质。如鞅、随机游走、随机矩阵等。
2. 推导并掌握并理解高斯场的正则性、收敛性等性质以及常用不等式估计。
3. 了解几种常见连续随机场，如布朗运动、马尔可夫过程、随机微分方程等。

五、教学内容、基本要求及学时分配

1. 各章节主要内容（宋体，小四，加粗）

第一章 离散鞅

主要内容：介绍以可数子集为索引的多参数鞅的基本理论。

教学方法与要求：主要通过板书进行数学公式的推导与演算。要求学生熟练掌握以上离散鞅的经典内容。

重点：极大不等式等。

难点：同上。

第二章 两个应用

主要内容：介绍鞅论的两个重要的应用：Haar 系统和 Lebesgue 微分定理。

教学方法与要求：主要通过板书进行数学公式的推导与演算。

重点：两个基本分析定理的概率/鞅证明。

难点：，使用多参数鞅方法的多维扩展。

第三章 多参数随机游走

主要内容：N 个随机粒子的随机路径会无限多次地交叉性、强大数定律、重对数定律、Bernstein's 不等式。

教学方法与要求：主要通过板书进行数学公式的推导与演算。要求学生深刻理解并熟练掌握大数定律。

重点：强大数定律、重对数定律。

难点：重对数定律。

第四章 高斯场和极限理论

主要内容：在可分希尔伯特空间上连续线性泛函的空间中构建高斯场理论包括正则性定理和极限性质。

教学方法与要求：主要通过板书进行数学公式的推导与演算。要求学生了解上述高斯场定义和极限定理的证明。

重点：正则性理论。

难点：极限理论。

第五章 连续场理论

主要内容：连续场理论简介，包括布朗运动，马尔可夫过程

教学方法与要求：主要通过板书进行数学公式的推导与演算。要求学生了解上述内容。

重点：布朗运动。

难点：马尔可夫过程。

2. 学时分配表

章节	标题	教学内容	学时分配				备注
			理论	实验	讨论	其他	
一	离散鞅	可数参数鞅的基本理论	6				
二	两个应用	Haar 系统和 Lebesgue 微分定理	6				
三	多参数随机游走估计	交叉性、强大数定律、重对数定律	15				
四	高斯场和极限理论	希尔伯特空间中高斯场理论和极限性质等	15				
五	连续场理论	连续场理论简介	9				
小计			51				

六、考核方式及成绩评定方法（黑体，四号）

1. 考核方式：课堂报告（口头）与期末研究报告（书面）
2. 成绩评定：课堂报告 50%，期末报告 50%
3. 考核标准及要求：课堂报告需熟练掌握随机场论的基本概念，清晰阐述基础理论和方法以及内部联系。期末报告需反映相关专题比较全面的学术背景和科研动态，适当评价和总结，尽量给出相关未解决问题

七、本课程创新点（内容、方法等）（黑体，四号）

随机场论是数学与物理的交叉研究领域，它揭示了众多物理现象的基本数学规律，在自然科学和工程实践中具有重要的理论和应用价值。本课程主要介绍随机场论的基础内容，特别是离散时间场论相关内容。包括离散鞅、Haar 系统、Lebesgue 微分理论、随机游走、高斯场、布朗运动、马尔可夫过程等连续场等等。本课程适合随机分析方向研究生进行学习。

八、教材及主要参考书目、文献与资料

类别	教材名称	编者	出版社	版次	出版时间
教材	Multiparameter processes : an introduction to random fields	Davar Khoshnevis an	Springer	1	2002
参考书	Statistical field theory for neural networks	M.Helias and D.Dahmen	Springer	1	2020
	Introduction to statistical field theory	Brézin, Edouard	Cambridge university press	1	2010

	Random Operators Disorder Effects on Quantum Spectra and Dynamics	M.Aizenman S.Warsel	AMS	1	2015
	Topics in Random Matrix Theory	T.Tao	AMS	1	2012

课程负责人（签名）：

日期：

学位点负责人（签名）：

日期：

所在学院主管领导（签名）（公章）：

日期：