

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	组合设计	课程编号			
课程英文名称	Combinatorial Designs	总学时	54	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	王小苗	教学团队成员			
适用学科/专业	数学, 理工科类	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 ☐ 专业补修课 ☐ 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

组合设计是组合数学的一个重要分支, 主要研究各种离散结构的存在性和构造问题、分类和计数等问题。组合设计理论的最初形成与其在实验设计中的重要应用密切相关。继而, 组合设计理论与密码学、编码理论、光纤通信技术以及计算机科学等学科相互交叉。

三、课程英文简介

The course of “Combinatorial Designs” is one of the most important branches of combinatorial mathematics. It is mainly about the existence and construction problems, and classification and counting problems of discrete objects. The initial formation of combinatorial design theory is closely related to its important applications in experimental designs. Then the subjects of combinatorial design theory, cryptography, coding theory, optical fiber communication technology and computer science intersect with each other.

四、教学目标

通过本课程的学习, 使学生获得组合设计理论的基本概念、基本理论和基本构造方法, 掌握区组设计、对称设计、有限几何、差集和差族、哈达玛矩阵等有关概念与方法, 了解区组设计在相关领域的应用, 具备综合运用所学知识分析和解决实际问题能力。为进一步学习后续课程以及从事科学研究和开发工作打下坚实基础。

五、教学内容、基本要求及学时分配

1.各章节主要内容

第一章 引论

主要内容：有限关联结构、平衡不完全区组设计、成对平衡设计与可分组设计、正交拉丁方与横截设计

重点：各类设计的基本概念和相关联系。

难点：相关设计的存在性。

课程思政融合点：通过介绍组合设计理论的诞生背景与前导理论，为学生铺垫课程的基本概念，由浅入深地展开组合设计教学工作，同时穿插介绍我国在该项领域的科研成果，激发学生继续深入研究的热情，为后期研究打好理论基础。

第二章：对称设计理论基础

主要内容：对称 PBD 设计、对称设计的关联矩阵、拟剩余设计、Bruck-Ryser-Chowla 定理、对称设计的自同构。

重点：对称设计的一些基本性质。

难点：BRC 定理、对称设计的自同构。

第三章：有限几何

主要内容：有限射影平面、有限仿射平面、有限射影几何、Desargues 定理、有限几何中的计数定理与设计的构造。

重点：有限几何与组合设计之间的关系。

难点：有限几何中的计数定理与设计的构造。

课程思政融合点：带领学生领略有限几何与组合设计之间的知识结合点，使学生了解各学科知识的相互渗透，激发学生学习交叉学科的热情。

第四章：差集与差族

主要内容：差集与正则对称设计、乘子定理、Singer 定理、Hadamard 差集、分圆类与差集的构造。

重点：差集与正则对称设计的关系，差集的存在性与构造方法，证明乘子定理。

难点：差集的构造。

第五章：Hadamard 矩阵

主要内容：Hadamard 矩阵与 Hadamard 2-设计、Hadamard 矩阵的递归构造、Paley 方法、Williamson 方法。

重点：Hadamard 矩阵与对称设计的关系，Hadamard 矩阵的存在性。

难点：Hadamard 矩阵的构造方法。

第六章：正交拉丁方

主要内容：Euler 猜想的否定、差阵与分组正则横截设计、拟差阵与不完全横截设计、正交拉丁方的递归构造。

重点：正交拉丁方的存在性和构造方法，差阵。

难点：正交拉丁方的构造。

课程思政融合点：拉丁方是组合设计理论中应用性较强的分支，通过讲解应用实例，将理论教学工作开展得更加形象，可研性更强。正交拉丁方在无线通信仿真设计中也有着重要作用，为学生打开组合设计在科技领域新的研究方向，带动学生将组合设计理论应用于实践。

第七章：PBD 设计的存在性与构造

主要内容：直接构造法、设计的递归构造、PBD-闭集的有限生成集与基、 $B(3,\lambda;v)$ 与 $B(4,\lambda;v)$ 的存在性、可分组设计的存在性与构造、填充与覆盖。

重点：BIBD 和 PBD 的存在和构造，设计的填充和覆盖。

难点：PBD 设计的直接构造和递归构造。

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	
1	引论	§1.1 有限关联结构 §1.2平衡不完全区组设计 §1.3 成对平衡设计与可分组设计 §1.4 正交拉丁方与横截设计	4				
2	对称设计理论基础	§2.1 对称PBD设计 §2.2 对称设计的关联矩阵 §2.3 拟剩余设计 §2.4 Bruck-Ryser-Chowla定理 §2.5 对称设计的自同构	6				
3	有限几何	§3.1 有限射影平面 §3.2 有限仿射平面 §3.3 有限射影几何、Desargues定理 §3.4 有限几何中的计数定理与设计的构造	6		2		
4	差集与差族	§4.1 差集与正则对称设计 §4.2 乘子定理 §4.3 Singer 定理 §4.4 Hadamard 差集 §4.5 分圆类与差集的构造	6		2		
5	Hadamard 矩阵	§5.1 Hadamard矩阵与Hadamard 2-设计 §5.2 Hadamard矩阵的递归构造 §5.3 Paley方法 §5.4 Williamson 方法	6		2		
6	正交拉丁方	§6.1 Euler猜想的否定 §6.2 差阵与分组正则横截设计 §6.3 拟差阵与不完全横截设计 §6.4 正交拉丁方的递归构造	6		2		
7	PBD 设计的存在性与构造	§7.1 直接构造法 §7.2 设计的递归构造 §7.3 PBD-闭集的有限生成集与基 §7.4 $B(3,\lambda;v)$ 与 $B(4,\lambda;v)$ 的存在性 §7.5 可分组设计的存在性与构造 §7.6 填充与覆盖	8		2	2	
小计			42		10	2	

六、考核方式及成绩评定方法

1. 考核方式：考查

2. 成绩评定：平时测试 40%（其中课程思政占比 10%）+期末成绩 60%

3. 考核标准及要求：由平时测试和期末成绩两项确定期末总评，注重学生平时学习对课程的投入程度。

七、本课程创新点（内容、方法等）

理论与应用相结合。

八、教材及主要参考书目、文献与资料

教材至少 1 本，参考书目至少 3 本

类别	教材名称	编者	出版社	版次	出版时间
教材	组合设计理论	沈灏	上海交通大学出版社	2	2008
参考书	Combinatorial Designs: Constructions and Analysis	Douglas R. Stinson	Springer	1	2004
	Combinatorial Designs and Tournaments	Ian Anderson	Oxford Univ Pr on Demand	1	1997
	Handbook of Combinatorial Designs	Charles J. Colbourn, Jeffrey H. Dinitz	Chapman and Hall/CRC	2	2006

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：