

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	非线性规划理论	课程编号			
课程英文名称	Nonlinear Programming Theory	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	何洪津	教学团队成员	罗文昌、张莉楠		
适用学科/专业	计算数学、运筹与控制	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（黑体，四号）

本课程是针对计算数学、运筹与控制专业研究生开设的基础课程，旨在培养学生掌握无约束优化和约束优化的基本概念、基本理论和基本方法。内容包括最优性条件、梯度法、拉格朗日乘子理论与算法、对偶性与凸规划、对偶方法等。通过本课程的学习，使学生具有一个系统严谨的非线性规划理论知识结构，掌握非线性规划的基本算法，能对实际问题利用非线性规划理论进行分析和提炼，具备利用非线性规划方法求解实际问题的能力。

三、课程英文简介（黑体，四号）

《Nonlinear Programming Theory and Algorithms》 is a fundamental course for graduate students who major in Computational Mathematics, Operational Research & Cybernetics. This course aims to make students master the basic concepts, theory, and algorithms of unconstrained and constrained optimization problems. The contents of this course include optimality conditions for unconstrained and constrained optimization problems, gradient methods, Lagrangian theory and methods, duality and convex programs, and dual methods, etc. The purpose of this course is to enable students to systematically understand theory and algorithms of nonlinear programs with the ability to analyze and solve real-world problems by what they learned from this course.

四、教学目标

《非线性规划理论与算法》是数学和运筹与控制专业研究生的一门非常重要的基础课程，

在工程实践、管理决策等很多方面有着广泛的应用。通过学习《非线性规划理论与算法》的理论知识与算法，达到本课程如下目标：

课程目标(1)：掌握非线性规划的基本理论，包括无约束优化问题和约束优化问题的最优性条件、拉格朗日乘子理论、对偶理论、凸规划的理论等，能利用优化理论分析实际问题的数学性质；

课程目标(2)：掌握无约束优化问题的梯度法、拉格朗日乘子方法、对偶方法等，能利用优化算法进行编程解决实际问题。

课程目标(3)：了解中国非线性优化的发展历史以及中国非线性优化理论、方法及应用等方面取得的重大成就，介绍著名数学家华罗庚先生的优选法、中国科学院院士袁亚湘、斯坦福教授叶荫宇教授、南京大学何炳生教授等人在非线性优化上的探索精神，培养学生的科学思维和吃苦耐劳、坚忍不拔的科研精神，增强学生的民族自豪感和爱国主义情怀。

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 无约束优化

主要内容：无约束优化的主要概念、最优性条件以及一系列的无约束优化算法；介绍我国中科院院士袁亚湘院士及国家杰出青年戴彖虹研究院在 BB 方法上做出的杰出贡献，培养学生开拓创新的科学精神。

教学方法与要求：使用课堂讲授法，要求理解与掌握无约束优化的主要概念、最优性条件以及一系列的无约束优化算法。

重点：凸集优化的最优解理论、条件梯度法、梯度投影法

难点：条件梯度法

第二章 凸集优化

主要内容：凸集定义、凸函数定义、凸优化的最优解理论、条件梯度法、梯度投影法

教学方法与要求：使用课堂讲授方法，要求理解并掌握在不适用拉格朗日乘子的情况下解决凸集上的无约束优化问题的方法。

重点内容：凸集优化的最优解理论、条件梯度法、梯度投影法

难点内容：条件梯度法

第三章 拉格朗日乘子理论

主要内容：等式约束优化问题的充分必要条件、不等式约束优化问题的 KKT 最优性条件；介绍拉格朗日乘子理论在经济管理的含义，激发学生学习热情，培养学生树立正确的价值观，人生观，立志做出有价值的科研成果。

教学方法与要求：使用课堂讲授与讨论方法，要求理解并掌握非线性等式和不等式约束的约束优化问题的拉格朗日乘子理论。

重点内容：等式约束优化问题的充分必要条件、不等式约束优化问题的 KKT 最优性条件；

难点内容：KKT 最优性条件

第四章 拉格朗日乘子算法

主要内容：障碍函数法和内点法、惩罚法和增广的拉格朗日方法

教学方法与要求：使用课堂讲授和讨论法，要求理解并掌握求解约束优化问题的惩罚函数方法和增广拉格朗日乘子算法；

重点内容：障碍函数法和内点法、惩罚法和增广的拉格朗日方法

难点内容：增广的拉格朗日方法

第五章 对偶性与凸规划

主要内容：偶理论、凸目标函数-线性约束问题、共轭函数及 Fenchel 对偶。介绍凸规划在统计数据分析、人工智能发展中的重要作用，使学生深刻认识到高科快速发展是以基础研究为基石，帮助学生树立正确的人生观、价值观，培养他们刻苦钻研，开拓创新的科研精神。

教学方法与要求：使用课堂讲授和讨论法，要求理解并掌握约束优化的对偶理论；

重点内容：对偶理论、凸目标函数-线性约束问题、共轭函数及 Fenchel 对偶；

难点内容：共轭函数及 Fenchel 对偶

第六章 对偶方法

主要内容：对偶微分及次梯度、可微对偶问题的对偶上升方法、分解方法

教学方法与要求：使用课堂讲授和讨论法，要求理解并掌握基于对偶理论的大规模优化方法；

重点内容：对偶微分及次梯度、可微对偶问题的对偶上升方法、分解方法

难点内容：分解方法

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	无约束优化	无约束优化的主要概念、最优性条件以及一系列的无约束优化算法	7				
2	凸集优化	凸集定义、凸函数定义、凸优化的最优解理论、条件梯度法、梯度投影法	8				
3	拉格朗日乘子理论	等式约束优化问题的充分必要条件、不等式约束优化问题的 KKT 最优性条件	10				
4	拉格朗日乘子算法	障碍函数法和内点法、惩罚法和增广的拉格朗日方法	9	1			
5	对偶性与凸规划	偶理论、凸目标函数-线性约束问题、共轭函数及 Fenchel 对偶	9				
6	对偶方法	对偶微分及次梯度、可微对偶问题的对偶上升方法、分解方法	9	1			
小计			52	2			

六、考核方式及成绩评定方法

1.考核方式

考试： ☐ 闭卷 ☐ 开卷 ☒ 笔试 ☐ 口试 ☐ 口试+笔试

考查： ☐ 课堂作业 ☐ 课程论文 ☐ 调研报告 ☐ 实践报告 其它 课堂讨论

注：学位课必须采用考试方式，采用百分制。

2. 成绩评定方式

该课程为考查课程，总成绩=课堂讨论 30% + 课程论文成绩 70%。

3. 考核标准及要求：

(1) 平时成绩：主要包括课堂出勤，讨论以及平时作业完成情况

(2) 课程报告：主要考查学生对课程的理论掌握程度，使用相应理论方法解决实际问题能力以及必要的学术写作能力。

七、本课程创新点（内容、方法等）

课程创新点主要包括以下几方面：

1) 课程包含了非线性规划的基本理论以及相应的经典优化问题算法，能够帮助学生建立完整的理论体系与解决实际问题的能力；

2) 课程内容包括了非线性优化问题的发展历程与前沿内容，能够帮助学生快速了解相关领域的热点问题，对研究方向有系统了解。

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	Nonlinear Programming	Dimitri. P. Bertsekas	Athena Scientific	2	1999
	非线性规划	Dimitri. P. Bertsekas 著	清华大学出版社	2	2015
参考书	Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with MATLAB	Amir Beck	SIAM		2014
	Practical Methods of Optimization	R. Fletcher	John Wiley & Sons	2	1987
	Numerical Optimization	J. Nocedal, S.J. Wright	Springer		1999

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：