

中国海洋大学本科生课程大纲

课程名称	最优化方法 Optimization Methods	课程代码	075103301333
课程属性	专业知识	课时/学分	48/3
课程性质	选修	实践学时	
责任教师	曾雪迎	课外学时	96 (48×2)

课程属性：公共基础/通识教育/学科基础/专业知识/工作技能，**课程性质：**必修、选修

一、 课程介绍

1. 课程描述：

最优化方法是近几十年发展和形成的一门新兴的应用学科。它利用数学、计算机科学以及其它科学的新成果研究各种系统和实际问题的优化设计，控制和管理的途径以及策略，为决策者和管理者提供科学决策的理论依据和实际操作手段与方法，是集理论性与应用性为一体的学科，在生产管理和工程技术等许多领域中有广泛的应用前景。本课程为运筹学课程的后续进阶课程，针对高年级数学类专业学生开设，侧重非线性最优化问题的理论和方法，包括最优化方法的若干基本内容：无约束最优化方法（最速下降法和 Newton 类方法）、共轭梯度方法、非线性最小二乘问题及数值解法、约束最优化问题的数值解法等。通过课程学习，要求学生掌握最优化的基本理论和方法，能够利用这些理论方法并借助计算机软件对实际问题进行建模、分析和求解，进而提升对应用数学的理解，培养应用数学知识解决实际问题的能力。

2. 设计思路：

本课程在运筹学课程的基础上，旨在为数学类专业高年级本科生提供一个系统严谨且包含最新成果的非线性最优化知识结构，提高学生的科学素质和能力，并为学生将来从事相关领域的理论与算法研究或利用最优化方法实际问题打下坚实的基

础。课程内容主要包括二个模块：无约束优化方法和约束优化方法。

无约束优化在最优化理论中占有重要地位，除了本身的意义与应用外，它也是许多约束优化方法的基础。本部分以光滑的多元函数求极小值问题为核心，介绍无约束优化的基本框架，并且展开介绍不同类型的数值方法。主要包括：最优解条件的刻画、最速下降法、Newton 法、拟 Newton 法及共轭梯度法。同时，针对一类特殊并且有广泛应用背景的无约束优化问题，我们将介绍非线性最小二乘问题及其数值算法。

约束优化与实际问题紧密相关，与无约束优化问题相比，约束优化问题要复杂得多。本部分将为学生介绍如下基本知识：一般约束优化问题的基本概念及最优解条件的刻画；简单约束优化问题的数值方法；将约束优化转化为无约束优化进行求解的罚函数法和障碍函数法。

3. 课程与其他课程的关系：

先修课程：高等代数 I、II；数学分析 I、II、III；数值分析；数学实验基础；运筹学基础等

并行课程：泛函分析；微分方程数值解法等

后置课程：《计算复杂性理论》、《时间序列分析》、《现代数值方法选讲》等。

二、课程目标

本课程目标是为数学类专业高年级学生提供最优化理论和算法的基本知识框架和主流成果，使学生了解学科发展的历程和前沿研究动态，同时引导并培养学生用数学语言和数学思维来描述和解决实际问题的能力，增强沟通能力和团队合作意识。课程结束时，学生应能：

(1) 理解和掌握最优化方法的基本理论，常用算法的构造思想和途径，并能针对简单问题给出这些算法的计算步骤和结果。

(2) 提高数学理论分析能力，理解并掌握本课程中较常采用的数学思想和技巧，并且

能够加以利用。

(3) 利用计算机软件 (Matlab 等) 对最优化问题进行求解、并对结果进行合理分析、并且针对问题的实际背景提供合理的科学解释;

(4) 针对实际问题开展项目研究 (包括问题简化假设、建模、求解、结果分析等), 并通过书面论文和课堂展示的形式提供研究结果; 激发同学深入理解最优化方法在处理实际问题时所遵循的理念, 提升提出问题并解决问题的能力。

三、学习要求

要完成所有的课程任务, 学生必须:

(1) 按时上课, 上课认真听讲, 积极参与课堂讨论, 课堂表现和出勤率是成绩考核的组成部分。

(2) 按时完成常规练习作业。这些作业要求学生按书面形式提交, 只有按时提交作业, 才能掌握课程所要求的内容。延期提交作业需要提前得到任课教师的许可。

(3) 完成教师布置课外实验作业及课程项目。课外实验作业以程序和结果截图的形式提交; 课程项目带有一定的研究性, 以论文的形式呈现结果, 并进行课堂展示。课程项目需要进行一定量的阅读文献和背景资料、编写程序, 要求以小组合作形式完成。项目作业能将课程理论内容学以致用, 解决实际问题, 同时促进同学间的团队合作、相互学习、并能引导对某些问题和理论进行更深层次地思考。

四、参考教材与主要参考书

1、选用教材:

《数值最优化方法》, 高立 编著, 北京大学出版社, 2014 年 8 月出版。

2、主要参考书:

[1] 《最优化方法》(第二版), 孙文瑜, 徐成贤, 朱德通编著, 高等教育出版社, 2010 年出版。

[2] 《凸优化》，英文书名：Convex Optimization, Stephen Boyd 著，王书宁等译，清华大学出版社，2013 年 1 月出版。

[3] 《非线性规划》，英文书名：Nonlinear Programming, Dimitri P. Bertsekas 著，宋士吉等译，清华大学出版社，2013 年 12 月出版。

五、进度安排

序号	专题	主题	计划课时	主要内容概述	实践内容
1	引论	最优化简介及基础知识	2	最优化方法的主要内容、分类及应用实例；最优化方法的基础知识	若干实际问题的最优化模型举例
2	无约束最优化方法的基本结构	最优性条件及方法的特性	2	最优解的必要及充分条件；无约束优化方法的基本框架；收敛性及收敛速度	
		线搜索方法及信赖域方法	3	精确和非精确线搜索准则；线搜索法求步长；信赖域方法的思想及算法	
3	负梯度方法与 Newton 型方法	最速下降法	2	最速下降法及其收敛速度	Matlab 实现梯度下降法并检收敛速度
		Newton 方法	3	基本 Newton 方法；阻尼 Newton 方法；混合方法；LM 方法	Matlab 实现 Newton 法并检收敛速度
		拟 Newton 方法	4	拟 Newton 条件；拟 Newton 方法的修正公式；拟 Newton 方法的基本性质	
		BB 方法	1	BB 方法简介	
4	共轭梯度方法	正定二次函数的共轭梯度法	3	共轭方向及其性质；正定二次函数共轭梯度法的导出及性质	Matlab 实现二次函数的共轭梯度法
		非线性共轭梯度法	2	非线性共轭梯度法的下降性质及其收敛性	

5	非线性最小二乘问题	最小二乘问题	2	最小二乘问题及其分类；Newton 法求解最小二乘问题	
		非线性最小二乘问题的数值解法之一	5	Gauss-Newton 方法；LM 方法；LMF 方法	Matlab 实现 Gauss-Newton 法求解非线性最小二乘问题
		非线性最小二乘问题的数值解法之二	1	信赖域方法-Dogleg 方法	
6	约束最优问题的最优性理论	一般约束最优化问题	2	约束最优化问题的基本知识	
		约束规范条件	2	约束规范条件有关的可行方向及其性质；几种约束规范条件	
		一阶最优解条件及 Lagrange 方法	4	Farkas 引理；一阶必要条件；一阶充分条件；Lagrange 乘子法	
		二阶最优解条件	2	最优解的二阶充分必要条件	Matlab 实现一类约束优化问题的求解算法
7	罚函数方法	外点罚函数法及障碍函数法	4	等式约束的外点罚函数法及其收敛性；不等式约束的外点罚函数；障碍函数方法	Matlab 实现等式约束的外点罚函数方法，并观察其数值表现
		增广 Lagrange 方法	4	增广 Lagrange 函数及其思想；等式约束优化问题及不等式约束优化问题的增广 Lagrange 方法	

六、成绩评定

(一) 考核方式 A ：A. 闭卷考试 B. 开卷考试 C. 论文 D. 考查 E. 其他

(二) 成绩综合评分体系：

成绩综合评分体系	比例%
课后常规书面作业及实验作业	20%
随堂练习、随堂测试、出勤率	10%
课程论文	10%
期末考试	60%
总计	100%

附：作业、平时表现和课程论文的评分标准

1) 常规课后作业及实验作业的评分标准

作业的评分标准	得分
严格按照作业要求并及时完成，基本概念清晰，解决问题的方案正确、合理，程序规范并且运行准确无误，能提出不同的解决问题方案。	90-100 分
基本按照作业要求并及时完成，基本概念基本清晰，解决问题的方案基本正确、基本合理，程序运行基本正确	70-80 分
不能按照作业要求，未按时完成，基本概念不清晰，解决问题的方案基本不正确、基本不合理，程序运行不准确。	40-60 分
不能按照作业要求，未按时完成，基本概念不清晰，不能制定正确和合理解决问题的方案，不能编写程序。	0-30 分

2) 课堂讨论等的评分标准

课堂讨论、平常表现评分标准	得分
积极参与讨论、能阐明自己的观点和想法，能与其他同学合作、交流，共同解决问题。	90-100 分
能参与讨论、能阐明自己的观点和想法，能与其他其他同学合作、交流，共同解决问题。	70-80 分
参与讨论一般、不能阐明自己的观点和想法，与其他同学合作、交流，共同解决问题的能力态度一般。	40-60 分
不积极参与讨论，不能与其他同学合作、交流，共同解决问题。	0-30 分

3) 课程论文评分标准

课程论文评分标准	得分
参考文献的查阅丰富、理论知识熟练运用；程序运行良好，能够解决实际问题，同时论文独立完成，撰写思路清晰、条理清楚，排版及图表格式规范。	90-100 分
基本做到参考文献的查阅、理论知识知识的运用；算法能够程序实现，并基本解决实际问题；论文基本独立完成，撰写较为清楚、规范。	70-80 分

做到一些资料的查阅和知识的运用；程序运行和问题求解的结果一般；撰写论文的认真程度一般，撰写排版等不规范。	40-60 分
不能做到资料的查阅和知识的运用；抄袭或盗用网上资源；论文撰写不认真、不规范，有较为明显的抄袭迹象。	0-30 分

七、学术诚信

学习成果不能造假，如考试作弊、盗取他人学习成果、将网络上的相关资料直接拷贝作为作业，一份报告用于不同的课程等，均属造假行为。他人的想法、说法和意见如不注明出处按盗用论处。本课程如有发现上述不良行为，将按学校有关规定取消本课程的学习成绩。

八、大纲审核

教学院长：

院学术委员会签章：