# 数学规划与数值优化课程教学大纲

**一、课程基本信息**

课程代码： AUTO3028

课程名称： 数学规划与数值优化

课程英文名称：Mathematical Programming and Numerical Optimization

总学时： 32 理论学时：32 实验学时： 40

上机学时：0 实践学时： 0 课外辅导学时： 0

学分：2

开课单位：机电工程与自动化学院

授课对象：自动化等专业本科生

开课学期：3秋

先修课程：高等数学，代数与几何，计算方法

**二、课程目标**

数学规划是运筹学的重要组成部分，包含内容十分广泛。通过本课程的学习，要求学生牢固掌握线性规划，非线性规划的基本理论和方法，培养应用数学规划方法来解决实际问题的能力，了解如何从实际问题中建立相应的数学规划模型。

课程目标对学生的能力要求如下：

**课程目标1.知识方面，**掌握线性规划，非线性规划的基本理论和方法；

**课程目标2.能力方面，**培养应用数学规划方法来解决实际问题的能力；

**课程目标3.素质方面，**了解如何从实际问题中建立相应的数学规划模型，逐步具有应用先进工具解决工程实际问题的能力。

**三、课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **毕业要求具体描述** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| 1. 工程知识 | 1、掌握线性规划，非线性规划的基本理论和方法，能够运用这些知识解决复杂工程问题。 | 课程目标1 |
| 2.处理问题 | 识别、表达、并通过文献研究发现、分析和解决复杂系统工程问题的能力，以获得有效结论。 | 课程目标2 |
| 3. 设计/开发解决方案 | 从系统整体出发，应用现代数学、计算机、网络计算等工具和手段，对系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能进行分析、设计、制造和服务，以充分发挥人力、物力的潜力，达到系统的最优设计、最优控制、最优管理等目标。 | 课程目标2 |
| 4. 研究 | 以工程、经济、社会等系统为主要研究对象，采用辩证的、逻辑的、形象的和创造性的科学思维方式对其进行统计、分析、综合、归纳；具备基本的线性规划和非线性规划理论、方法和技术，以及达到预期优化目标。 | 课程目标3 |
| 5. 使用现代工具 | 掌握LINDO软件求解线性规划问题掌握LINGO软件求解非线性规划问题。 | 课程目标2 |
| 12.终身学习 | 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。能够根据实际情况不断进行调整和改进，具有主动学习和终身学习的意识。具备勇于面对困难并善于克服困难的心理素质。 | 课程目标3 |

**四、课程目标与课程内容对应关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **教学内容** | **教学要求** | **学时** | **教学方式** | **对应课程**  **目标** |
|  | 课程研究的对象、发展背景、内容、特点和讲授安排、考核方法 | 理解运筹学思想和运筹学建模的概念、定义和特点 | 1 | 授课 | 课程目标1 |
|  | 运筹学基本概念和符号 | 掌握运筹学基本概念和符号 | 1 | 授课 | 课程目标1 |
|  | 数学规划的基本概念与凸集理论 | 1. 了解数学规划模型的形式，理解目标函数与约束函数、可行解与可行域、局部最优 解与整体最优解等概念，能建立实际问题的数学规划模型。  2. 理解凸集、凸组合的概念，了解凸集的简单性质和常见形式，掌握凸集分离定理了解Farkas定理与Gordan定理。  3. 理解多面凸集的极点、方向和极方向等概念，掌握多面凸集的表示定理。  4. 理解凸函数与凸规划的概念，了解凸函数的性质，掌握凸函数的一阶、二阶判别条件，了解凸规划局部最优解与整体最优解的关系。 | 4 | 授课 | 课程目标2 |
|  | 线性规划模型 | 1. 理解线性规划问题标准形的概念及矩阵形式，会将一般线性规划问题化为线性规划标准形，了解简单线性规划问题的图解法；理解线性规划可行解与基本解、基变量与非基变量、基本可行解、可行基等概念，了解基本可行解与多面凸集极点的关系，掌握线性规划的基本定理。  2. 理解单纯形法的思想，掌握根据检验向量判别线性规划的最优解，掌握单纯形法的基本定理；了解单纯形法的计算步骤，理解确定初始基本可行解的两阶段法和大M法，熟练掌握单纯形表求解线性规划问题；理解修正单纯形法的思想，了解修正单纯形表的形式，掌握修正单纯形法求解线性规划问题。  3. 理解对偶线性规划的概念，掌握对称形式和标准形式的对偶线性规划，会写出一般线性规划问题的对偶规划；理解线性规划问题的Kuhn-Tucker条件，掌握线性规划的对偶定理和互补松弛定理，了解对偶线性规划的经济学意义。  4. 理解对偶问题的基本可行解、正则解和正则基等概念，了解对偶单纯形法的思想和计算步骤会构造扩充问题并确定对偶可行的初始基本解，掌握对偶单纯形表求解线性规划问题。  5. 了解线性规划灵敏度分析的概念，会分析当价值系数c、右端向量b、系数矩阵A改变时对线性规划问题最优解的影响；了解多项式时间算法的概念，了解椭球算法与Karmarkar算法的基本思想。 | 8 | 授课 | 课程目标2 |
|  | 最优化搜索算法的结构与一维搜索 | 1. 掌握无约束问题下降方向的充分条件，局部最优解的一阶、二阶必要条件，局部最优解的二阶充分条件，了解凸函数整体最优解的一阶充要条件。  2. 理解约束问题下降方向、可行方向、起作用约束等概念，了解局部最优解的必要条件，了解约束非线性规划问题的Kuhn-Tucker条件。  3. 理解单峰函数、单峰区间的概念，掌握一维搜索的0.618法、Fibonacci法、牛顿法、抛物线法。 | 6 | 授课 | 课程目标2 |
|  | 无约束最优化方法 | 1. 理解最速下降方向与牛顿方向，掌握最速下降法求解无约束问题，了解最速下降法的收敛性、收敛速度等性质，掌握牛顿法和阻尼牛顿法求解无约束问题，了解牛顿法的特点。  2. 理解共轭方向、共轭方向组的概念与性质，了解共轭方向组的构造，掌握二次凸函数的共轭梯度法及其二次终止性，会用FR共轭梯度法求解无约束问题。  3. 理解拟牛顿法思想和拟牛顿条件的构造，理解DFP法的修正矩阵公式，会用DFP法求解无约束问题，了解DFP法的正定性和二次终止性，了解BFGS法法的修正矩阵公式及其计算特点。  4. 了解无约束问题的两种直接方法，模式搜索法和Powell法 | 6 | 授课 | 课程目标1  课程目标2 |
|  | 约束最优化方法 | 1. 了解线性约束时可行方向的判别条件，理解可行方向法的思想，会将条件一维搜索化为无条件一维搜索，掌握Zoutendijk可行方向法求解约束问题。  2. 了解近似线性化方法的思想，会用Frank-Wolfe法求解约束问题。  3. 理解投影矩阵的概念与性质，会用投影矩阵和目标函数的梯度向量构造下降可行方向，掌握Rosen梯度投影法求解约束问题。  4. 理解罚函数法和障碍函数法的思想，了解惩罚函数和障碍函数的构造方法，会用罚函数法和障碍函数法求解约束问题。 | 6 | 授课 | 课程目标2  课程目标3 |
|  | 数学规划求解软件介绍 | 1. 掌握LINDO软件求解线性规划问题掌握LINGO软件求解非线性规划问题。 | 2 | 授课 | 课程目标1 |

**五、课程教学方法**

**1.** 课堂授课

1.1 采用启发式教学，通过提问和互动激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力

1.2 采用CAI 课件、网络视频等多种辅助方式增强教学的直观性，提高课堂教学信息量，同时加深同学们的理解。

1.3 采用案例教学方式，通过一些实际问题的分析是同学们达到理论与工程实践相结合，学会应用自然科学和工程科学的基本原理，进行机理研究、仿真分析、实验验证等，进而培养同学们分析和解决本领域相关工程问题的思维方法和实践能力。

1.4 采用互动式教学，增加师生之间的面对面交流，提高学习效果。

2. 每2周答疑一次。

3. 每章讲完，学生交作业后认真批改一次。

**六、课程考核方法**

课程考核以检验课程目标的达成度为手段，进而评价学生学习成果的达成度。考核的环节包括课后平时作业和期末考试，总成绩以百分计，满分100分，各考核环节所占分值比例及考核细则如下表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核环节** | **所占分值** | **考核与评价细则** | **对应课程目标** |
| 平时和  作业 | 20 | （1）考核学生们平时上课的表现，对提问的回答等；  （2）作业交4次，单独评分；  （3）以上两项最后合计，给出成绩。 | 课程目标2 |
| 期末考试 | 80 | （1）卷面成绩100分，  （2）考试命题以大纲中的应知应会内容为主，题型有填空、简答、分析和计算等，并保证逐年有所变化。 | 课程目标1 |

**七、主要教材与参考书**

教材：吴祈宗主编，运筹学与最优化方法， 机械工业出版社，2003

参考书：

1陈宝林. 最优化理论与算法. 清华大学出版社. 1989

2夏尊铨等译. 线性与非线性规划引论. 科学出版社. 1980

3魏权龄等. 数学规划引论. 北京航空航天大学出版社. 1991

4徐增堃. 数学规划导论. 科学出版社. 2000

撰写人：董广忠

审核人：陈浩耀

日 期：2023年12月12日