《优化与决策》教学大纲

课程编号：2121573B

课程类型：□通识教育必修课 □通识教育选修课

□学科基础课 □专业核心课

☑专业提升课 □专业拓展课

总 学 时：48 讲课学时：32 实验（上机）学时：16

学　　分：3

考试类型：□考试 ☑考查

适用对象：信息管理与信息系统专业

□是 ☑否 适合作为其他专业学生的个性化选修课

先修课程：《运筹学》《统计学》《数据挖掘方法与技术》

一、教学目标

1.课程教学目标

本课程的类别和性质是专业提升课，在人才培养方案中被列为第6学期的主要选修课之一。通过该课程的学习，使学生掌握优化和决策的基本理论与问题的基本求解方法。内容主要包含两大方面，第一方面介绍优化的数学基础和最优性条件、凸优化、线性优化、无约束优化的求解方法、约束优化的求解方法、动态规划、求解优化问题的智能算法；第二方面介绍决策论、对策论、图与网络分析、排队论、存储论。本课程将最优化方法和最优化问题的求解方法融为一体，培养学生充分利用计算机软件和自编程序实现优化问题求解的能力。

目标1：学生熟练掌握各类优化问题的计算机求解方法、程序的使用方法。

目标2：注重学科的系统性，培养学生将实际应用问题抽象成数学规划问题，利用现代计算方法求解数学规划问题的能力。

2.课程思政目标

课程思政是指“将高校思想政治教育融入课程教学和改革的各环节、各方面，实现立德树人润物无声”。立德树人是教育的根本目标，教育的根本立足点在于“育人”，因此，课程思政教学的目标就是要寻求专业知识与思想政治教育内容之间的切合点，在学科知识传授的过程中，融入思想政治教育的相关内容，通过学科知识渗透的方式达到思想政治教育的目的。

针对系统优化与决策课程的特点，在教学过程中将专业知识与思想政治教育相结合，强化培养学生的发现问题与独立解决问题的思维能力，坚持问题导向，强调系统化的方法。本课程系统地介绍了优化和决策的基本理论与问题的基本求解方法，将最优化方法和最优化问题的求解方法融为一体，培养学生从整体和全局出发去思考问题、解决问题，并能通过各种要素和条件的有机联系与重新组织已有的知识经验，提出新的方案或程序，并创造出新的思维成果。

通过对实际应用问题抽象成数学规划问题并利用现代计算方法求解数学规划问题的讲解，使大学生了解和掌握系统性的主要研究思想，以及体会其中所蕴含的思政元素，培养学生认知问题的整体观。同时，培养大学生初步建立处理问题的观点等。在此基础上，使大学生掌握优化与决策的基本理论和方法，提高学生分析问题解决实际问题的能力，培养大学生团队合作的精神和协调能力，以及具有实事求是的科学精神和正直的品格，能够全面客观地认识当代中国，看待外部世界。

二、教学内容及其与毕业要求的对应关系

本课程是信管专业学生本科阶段第六个学期开设的一门专业提升课。内容分为14章，第一章介绍运用最优化的一般理论，并给出三个应用实例，唤起学生的学习兴趣。第2章介绍本课程涉及的最优化方法的数学基础知识。为了理论的系统性，第3章给出了最优性条件。第4章和第5章分别对两种特殊的线性凸规划和线性规划进行讨论。第6章和第7章介绍无约束优化和有约束优化问题的求解方法。值得注意的是，在第6章给出迭代法的思想和框架，然后将各种传统的优化求解方法对应于迭代法中的处理。这种处理方法使得零散的知识系统化了，更有利于学生掌握算法的实质。第8章讲解动态规划，第9章详细介绍遗传算法和差分演化算法，这两种算法近年来在求解优化问题上展现了强大的活力。上机课详细介绍MATLAB遗传算法工具箱的使用，对国内外广泛流传和使用的演化算法程序进行整理和介绍，并给出使用方法和示例。第10章和第11章介绍决策论和对策论。第12章介绍图和网络分析，在这一章，本课程给出的算法不同于一般的离散数学、运筹学等课程，本课程给出的算法易于计算机程序的实现，在这一章的每个算法都给出了通用的计算机程序和程序使用方法，学生可以直接使用这些程序解决实际问题。第13章和第14章分别介绍了排队论和存储论。

为了提高学生综合运用本课程所学的优化与决策问题的基本求解方法、理论、模型方法和算法解决实际问题的能力和素质，充分发挥多媒体教学的优势，精心制作课件，启发学生思维，注重培养实践能力，准备易于掌握的应用实例，使得教与学融为一体，使得学生能把学到的理论知识应用到实践中去，通过实践来巩固自己所学知识。在课外，为学生自主学习提供便利条件。

三、各教学环节学时分配

**教学课时分配**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 讲课 | 实验 | 其他 | 合计 |
| 第一章 | 最优化问题 | 2 | 0 |  | 2 |
| 第二章 | 最优化方法的数学基础 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第三章 | 最优性条件 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第四章 | 凸规划 | 2 | 0 |  | 2 |
| 第五章 | 线性规划 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第六章 | 无约束数学规划求解 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第七章 | 有约束数学规划求解 | 4 | 2 |  | 6 |
| 第八章 | 动态规划 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第九章 | 智能优化算法 | 4 | 2 |  | 6 |
| 第十章 | 决策论 | 2 | 2 |  | 4 |
| 第十一章 | 对策论 | 2 | 0 |  | 2 |
| 第十二章 | 图与网络分析 | 2 | 0 |  | 2 |
| 第十三章 | 排队论 | 2 | 0 |  | 2 |
| 第十四章 | 存储论 | 2 | 0 |  | 2 |
| 合计 |  | 32 | 16 |  | 48 |

四、教学内容

第一章 最优化问题

第1节 最优化问题的数学模型

第2节 最优化问题的应用

第3节 最优化问题求解

教学重点、难点：最优化问题的数学模型、应用和求解。

**课程思政切入点**：在介绍最优化问题时，通过我国古代最成功最优化案例让大家理解什么是优化思想，比如我国历史上的都江堰水利工程：战国时期（大约公元前250年）川西太守李冰父子支持修建，目标是利用岷江上游的水资源灌溉川西平原，追求的效益还有防洪与航运，巧妙结合：“鱼嘴”岷江分水工程，“飞沙堰”分洪排沙工程，“宝藏口”引水工程，完整严密，相得益彰。两千多年来，这项工程一直发挥着巨大的效益，是我国最成功的水利工程，如果做事情能够纵观全局，合理优化各部分，可以使得利益最大化。

我国古代优秀的优化案例还有很多：孙武与《孙子兵法》；孙膑与齐王赛马；围魏救赵；减藻之法；运筹帷幄中，决胜千里之外；贾思懿与《齐民要术》；丁渭修皇宫；沈括运粮；高超治河等等。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生了解最优化问题数学模型的基本形式及应用，了解求解优化问题的方法。

复习思考题：

1. 建立生产计划问题的优化模型？

2. 求解优化问题的常见方法？

第二章 最优化方法的数学基础

第1节 向量和矩阵范数

第2节 方向导数和梯度

第3节 海森矩阵和泰勒展开式

教学重点、难点：方向导数和梯度，海森矩阵和多元函数的泰勒展开式。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握方向导数和梯度，海森矩阵和泰勒展开式的用法。

复习思考题：

1. 练习求向量的常用范数。

2. 练习求多元函数的海森矩阵和二阶泰勒展开式。

第三章 最优性条件

第1节 最优化问题

第2节 无约束优化问题的最优性条件

第3节 有约束优化问题的最优性条件

教学重点、难点：无约束优化问题和有约束优化问题的最优性条件。

**课程思政切入点**：1939年，苏联学者发表了重要著作《生产组织与计划中的数学方法》，针对生产的组织、分配、上料等一系列问题，提出了一种极值问题。这种问题不能用数学分析的方法解决，是一类新问题，他还提出了解乘数法的新方法。1960年他的著作《最优利用资源的经济计算》出版，为此他获得了经济学的诺贝尔奖金。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握无约束优化问题，等式约束，不等式约束，一般约束优化问题的最优性条件。

复习思考题：

1. 练习求解约束优化问题的KKT条件。

2. 练习使用KKT条件解非线性规划问题。

第四章 凸规划

第1节 凸集

第2节 凸函数

第3节 凸规划

教学重点、难点：凸集分离定理，凸函数的性质，凸规划问题的标准形式、局部优化和全局优化、最优性条件以及解的性质。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握凸集分离定理，凸函数的性质，凸规划问题的最优性条件及解的性质。

复习思考题：

1. 什么是局部优化和全局优化？

2. 练习判断非线性规划是否为凸规划。

第五章 线性规划

第1节 线性规划问题的标准形式

第2节 线性规划问题的解

第3节 线性规划问题解的性质

第4节 线性规划问题求解的基本方法——单纯性法

第5节 线性规划问题的MATLAB求解——linprog函数

第6节 对偶问题和对偶规划

教学重点、难点：线性规划问题的标准形式，一般形式到标准形式的转换以及应用，线性规划问题的解以及解的性质，求解线性规划问题的基本方法-单纯形法和MATLAB求解-linprog函数，对偶问题和对偶单纯形法。

**课程思政切入点**：引入线性规划发展历史上的两个重要人物的事迹，告诉大家，无论是做学问还是做什么工作，都要有不急躁，有耐心，有担当，总有成功的一天。

1947年，美国数学家G.B.Dantzig给出了一般的一般的线性规划模型和理论，他所创立的单纯形方法奠定了这一理论的基础，阐明了其解集的组合结构，直到今天它仍然是应用得最广泛的数学方法之一，这些又导致以网络流为代表的运筹学中的一系列问题的形成与发展，开拓了人们目前成为组合最优化的组合学的新分支。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握单纯性法，MATLAB求解线性规划问题，对偶问题和对偶单纯形法。

复习思考题：

1. 单纯形法和对偶单纯形法的区别和用法？

2. 简述单纯形法的求解步骤。

第六章 无约束数学规划求解

第1节 迭代法

第2节 梯度法（最速下降法）

第3节 牛顿法

第4节 单纯形搜索法

第5节 共轭方向法

第6节 方向加速法（Powell法）

第7节 无约束数学规划问题的MATLAB求解

教学重点、难点：迭代法、梯度法（最速下降法）、牛顿法、单纯形搜索法、共轭方向法和方向加速法（Powell法）的基本思想和主要步骤，无约束数学规划问题的MATLAB求解，fminsearch函数和GUI-fminsearch函数用法及具体应用。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握梯度法（最速下降法）、牛顿法、单纯形搜索法的基本思想和主要步骤。会用MATLAB求解无约束数学规划问题。

复习思考题：

1. 牛顿法的主要思想和步骤？

2. 单纯形法的主要步骤？

第七章 有约束数学规划求解

第1节 罚函数法（SUMT方法）

第2节 外点罚函数法

第3节 内点罚函数法

第4点 混合罚函数法

第5节 有约束规划问题的MATLAB求解

教学重点、难点：本章介绍有约束最优化问题的方法——惩罚函数法，包括罚函数法，外点罚函数法、内点罚函数法和混合罚函数法。有约束规划问题的MATLAB求解，fminsearch函数和GUI-fminsearch函数用法及具体应用。

**课程思政切入点**：有约束数学规划与科学发展观相结合的设计，这一部分主要讲授有约束数学规划的思想、作用和方法，培养大学生的科学发展观，看待问题不盲目，充分利用已有的信息去估计与预测。学习正确的、科学的数学规划方法，这是正确决策的前提和依据。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握外点罚函数法、内点罚函数法的基本思想和主要步骤。会用MATLAB求解有约束数学规划问题。

复习思考题：

1. 内点罚函数法的主要步骤？

2. 熟练使用MATLAB优化工具箱求解优化问题？

第八章 动态规划

第1节 投资方案案例

第2节 多阶段决策问题

第3节 动态规划中的基本概念

第4节 动态规划原理和递推方程

第5节 逆推解法和顺推解法

第6节 动态规划的应用

第7节 动态规划问题的MATLAB求解

教学重点、难点：本章介绍多阶段决策问题，动态规划原理、递推方程及其应用。动态规划问题的MATLAB求解。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握动态规划顺推解法和逆推解法的具体步骤。会用MATLAB求解动态规划问题。

复习思考题：

1. 动态规划逆推解法的具体步骤？

2. 动态规划顺推解法的具体步骤？

第九章 智能优化算法

第一节 遗传算法

第二节 差分演化算法

教学重点、难点：本章介绍遗传算法和差分演化算法，包括遗传算法的生物学基础、组成部分、步骤、实现以及MATLAB遗传算法工具箱及应用，标准的差分算法、差分演化算法的改进、实现及应用。

**课程思政切入点**：遗传算法是一种概率化选优的人工智能算法，被广泛应用于最优组合和方案的选择中。有别于传统的专家会议法等方法，这种算法近年来在教育活动中已有一定运用，在培养方案设计、教务排课、调研任务分配等方面有出色的表现。在精准思政中穿插、运用遗传算法进行教育方案选优，能够极大程度上节省教育者的时间和精力，规避方案选择中人为造成的误差。更重要的是，遗传算法能够实现最为匹配每个教育对象自身特点的方案，使精准化由理念成为现实。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生使用遗传算法和差分演化算法求解优化问题。

复习思考题：

1. 遗传算法的具体步骤？

2. 差分演化算法的具体步骤？

第十章 决策论

第1节 决策论概述

第2节 确定性决策

第3节 非确定性决策

第4节 风险型决策

第5节 效用函数方法

第6节 多目标决策方法简介

第7节 多目标决策的层次分析法

教学重点、难点：本章首先是关于决策的基本概念及确定型决策的扼要介绍；接着讨论非确定型决策和风险型决策的主要方法、灵敏度分析等，其中风险型决策是重点内容，最后介绍目前国内外已经得到广泛应用的多目标决策及其层次分析法。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生了解决策的概念和分类，多目标决策方法和多目标决策的层次分析法。

复习思考题：

1. 谈谈你对本章介绍的五种非确定型决策准则的评价。

2. 常用的多目标决策方法有哪些？

第十一章 对策论

1. 对策论的基本概念
2. 纯策略矩阵对策
3. 混合策略矩阵对策

教学重点、难点：本章首先简要介绍对策论的一般概念，然后就对策论中最基本的对策——矩阵对策加以讨论，主要内容包括矩阵对策、基本理论及其解法。

**课程思政切入点**：讲解对策论的数学理论和方法时，主要培养学生在遇到多个不同的决策主体相互竞争和对抗中进行决策的时候，如何解决个人理性和集体理性的矛盾？如何解决人与人之间利益和冲突、竞争与合作的问题。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生了解矩阵对策的模型、基本理论及其解法。

复习思考题：

1. 谈谈对策现象的三个基本要素。

2. 谈谈对策问题的类型。

第十二章 图与网络分析

1. 图的基本概念
2. 实际问题与图模型
3. 图的表示
4. 树和生成树
5. 最短路问题及其算法
6. 最小生成树问题及其算法
7. 匹配问题及其算法
8. 网络最大流问题及其算法

教学重点、难点：本章介绍图与网路的基本概念和几个相关的重要问题：最小生成树问题、最短路问题、匹配和网络最大流问题。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生熟练掌握MATLAB解决最小生成树问题、最短路问题、匹配和网络最大流问题。

复习思考题：

1. 谈谈最小生成树问题、最短路问题、匹配和网络最大流问题有哪些衍生问题？。

2. 谈谈对策问题的类型。

第十三章 排队论

1. 排队系统的基本概念
2. 顾客到达系统和服务时间的分布
3. 单服务台排队系统
4. 多服务台排队系统
5. 排队系统的最优化问题

教学重点、难点：本章主要介绍排队论的一些基本概念，分析并建立几类常见的排队模型、模型求解、以及排队系统的优化问题。

**课程思政切入点**：日常生活中存在大量有形和无形的排队或拥挤现象，如旅客购票排队，市内电话占线等现象。排队论的基本思想是 1909 年丹麦数学家、科学家，工程师 A. K. 埃尔朗在解决自动电话设计问题时开始形成的，当时称为话务理论。他在热力学统计平衡理论的启发下，成功地建立了电话统计平衡模型，并由此得到一组递推状态方程，从而导出著名的埃尔朗电话损失率公式。

自 20 世纪初以来，电话系统的设计一直在应用这个公式。30 年代苏联数学家 А. Я. 欣钦把处于统计平衡的电话呼叫流称为最简单流。瑞典数学家巴尔姆又引入有限后效流等概念和定义。他们用数学方法深入地分析了电话呼叫的本征特性，促进了排队论的研究。50 年代初，美国数学家关于生灭过程的研究、英国数学家 D. G.肯德尔提出嵌入马尔可夫链理论，以及对排队队型的分类方法，为排队论奠定了理论基础。在这以后，L. 塔卡奇等人又将组合方法引进排队论，使它更能适应各种类型的排队问题。70 年代以来，人们开始研究排队网络和复杂排队问题的渐近解等，成为研究现代排队论的新趋势。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生了解排队论的主要研究内容，常见的排队模型及模型求解。

复习思考题：

1. 排队论也称随机服务系统理论，其研究内容有哪些部分？。

2. 谈谈排队系统的分类。

第十四章 存储论

1. 存储论的基本概念
2. 确定型存储模型
3. 随机性存储模型

教学重点、难点：本章主要内容是有关存储论的三个方面问题，包括存储论的基本概念、确定型存储模型和随机型存储模型及其求解。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生掌握几种典型存储的建模思路、存储模型最优策略的要求和求解方法，从而实现最优控制。

复习思考题：

1. 什么是确定型存储模型？

2. 什么是随机型存储模型？

五、考核方式、成绩评定

本课程建议采用考查的方式进行考核。在本课程中，建议成绩评定分为三部分：考勤占10%，平时上机作业占比30%，期末大作业占比60%。

六、主要参考书及其他内容

[1]范玉妹，徐尔，赵金玲，胡毅庆.《数学规划及其应用》. 北京：机械工业出版社，2018年3月.

[2]许利杰，方亚芬.《大数据处理框架Apache Spark设计与实现》. 北京：电子工业出版社，2020年7月.

执笔人：贾利芬 教研室主任：胡磊　 系教学主任审核签名：