# 东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

## 一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">悉尼智能科技学院</td><td>课程代码</td><td colspan="5">3100313009</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="8">量化管理非线性方法</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="8">Nonlinear Methods in Quantitative Management</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>48</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">48</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学　分</td><td>3</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="8">☑理论课程　☐理论（含实验）课程　☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="8">☐通识类　☐学科基础类　☑专业方向类　☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="8">应用统计学</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="8">数学分析与建模、线性代数</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="8">☐1-1 ☐1-2 ☐2-1 ☐2-2 ☑3-1 ☐3-2<br>☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="3">☑考试 ☐考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="4">☑百分制 ☐五级制<br>☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="8">1、NONLINEAR PROGRAMMING（THIRD EDITION）<br>2、《最优化方法》作者:张薇、薛嘉庆编著,出版社:东北大学出版社</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="8">1、谢政 李建平 陈挚，《非线性最优化理论与方法》，高等教育出版社，2010 年<br>2、王宜举，修乃华，《非线性最优化理论与方法》（第四版），科学出版社，2024 年</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="8">无</td></tr>
</table>

## 二、课程简介

本门课程为悉尼智能科技学院应用统计学专业学生开设的一门专业基础课，是继高等数学建模后的又一门数学基础课。本课程主要讲解量化管理非线性方法的理论基础，无约束最优化问题解法，有约束最优化问题解法，其中包括最速下降法、牛顿法、共轭梯度法、拟牛顿法、罚函数法等内容。通过本课程的学习，使学生理解量化管理非线性方法的基本概念，掌握基本理论和常见的优化算法，为学习后继课程和解决实际问题打下扎实的基础，培养学生用数学知识解决实际问题的兴趣、意识，以及分析问题和解决问题的能力。在培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和科学计算能力等方面起着特殊的重要作用。

## 三、课程目标

**1、知识目标：**

1-1：了解量化管理非线性方法的发展过程及发展方向，以及在金融、工程等领域的应用。

1-2：掌握量化管理非线性方法的理论基础、无约束规划问题的一阶、二阶最优性必要条件、充分条件等具体内容。

1-3：掌握线性搜索技术和最速下降算法的理论基础及算法步骤，明确算法的优缺点及改进方向。

1-4：掌握牛顿法和共轭梯度法的理论基础及算法步骤，明确算法的优缺点。

1-5：掌握 DFP 算法、步长加速法、最小二乘问题的理论基础和实际应用。

1-6：掌握有约束规划问题的几何最优性条件，F-J、K-T 条件的具体内容及理论依据。

1-7：掌握 Zoutendijk 容许方向法的理论基础及算法步骤，明确算法的适用范围。

1-8：掌握罚函数法的理论基础及算法步骤，明确算法的适用范围。

**2、能力目标：**

2-1：具有计算向量函数及向量值函数的梯度和 Hesse 矩阵的能力，掌握多元函数的 Taylor 展开式以及正定二次函数的 Taylor 展开式。

2-2：具有利用无约束规划问题的一阶、二阶最优性必要条件、充分条件进行判定极值点的能力。

2-3：具有运用线性搜索技术求解极值点的能力。

2-4：具有运用最速下降算法、牛顿法、共轭梯度法以及 DFP 算法求解无约束极值问题的能力。

2-5：具有运用步长加速法、最小二乘算法求解无约束极值问题的能力。

2-6：具有运用几何最优性条件以及 F-J 条件、K-T 条件判断有约束极值问题极值点的能力。

2-7：具有运用 Zoutendijk 容许方向法以及罚函数法求解有约束极值问题的能力。

**3、德育/素养目标：**

3-1：使学生具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想以及正确的世界观和方法论。

3-2：注重科学思维方法的训练，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。

3-3：理解全面认识事物的重要性，培养具有自学能力、创新意识的应用型人才，增强学生勇于探索的创新精神、善于解决问题的实践能力。

3-4：让学生体会通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，努力成为德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

3-5：通过展示本门课程在新时代中国特色社会主义建设中的成就，引导学生树立高远志向，明确正确的人生观和价值观，激发民族责任心。

3-6：教育引导学生理解爱国主义为核心的民族精神和以改革创新为核心的时代精神，教育引导学生富有中国心、饱含中国情。

**表 1 课程目标与毕业要求的对应关系**

| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 | 关联性（H/M/L） |
|---|---|---|---|
| 1. 理学知识：具有扎实的数学基础，能够将数学、自然科学和专业知识用于解决复杂实际问题。 | 1-2：掌握统计调查、统计数据处理、统计分析、计算机与统计软件使用等应用统计学的基本理论、知识与方法，具备采集、处理、分析数据的能力，熟悉预研报告、可行性分析报告、研究方案等文档的撰写规范。 | 1-1<br>2-2<br>3-1<br>3-3 | H |
| | 1-3：了解本专业涉及相关行业的发展趋势以及相关产业的运营模式，具备在本专业相关领域进行方案设计、技术创新的能力。 | 1-1<br>2-1<br>3-2<br>3-3 | H |
| 2. 问题分析：能够借助应用统计学的基本原理、方法和手段，识别、表达、并通过文献研究分析复杂实际问题，以获得有效结论。 | 2-1：能够借助应用统计学的基本原理、方法和手段，分析、识别、表达本专业相关的复杂实际问题。 | 1-4<br>1-5<br>1-6<br>2-3<br>2-4 | M |

# 四、主要教学内容

## （一）理论教学

**第 1 章 预备知识**（支撑课程目标 1-2、1-3、2-1、2-2、3-1、3-2）

**【1】知识点：**

（1）最优化问题实例。

（2）最优化问题的基本概念。

（3）二维问题的图解法。

（4）梯度和 Hesse 矩阵。

（5）多元函数的 Taylor 展开式。

（6）凸函数与凸规划。

（7）极小点的判定条件。

**【2】学习目标：**

了解：最优化发展的基本历史。

理解：最优化问题实例。

掌握：最优化基本概念，二维问题的图解法，梯度和 Hesse 矩阵，多元函数的 Taylor 展开，凸函数与凸规划，极小点的判定条件，下降迭代算法的定义及性质。

**【3】重点内容：**

（1）多元函数的梯度与 Hesse 矩阵的性质和求法。

（2）凸函数与凸规划的定义与性质。

（3）极小点的判定条件。

（4）下降迭代算法以及直线搜索的定义。

**【4】难点内容：**

（1）多元函数的梯度与 Hesse 矩阵的性质。

（2）多元函数的 Taylor 展开公式证明、应用。

（3）凸函数与凸规划的性质与判定条件。

（4）直线搜索的性质。

**【5】思政案例：**

从一维到多维的过程中培养学生的空间思维和空间想象能力，在讨论极值点的存在性时，强调物质世界的多样性和客观性，尊重客观规律、提升唯物思想。使学生具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想以及正确的世界观和方法论。

**第 2 章：无约束最优化方法**（支撑课程目标 1-4、1-5、2-3、2-4、2-5、3-3、3-4）

**【1】知识点：**

（1）线性搜索技术。

（2）最速下降法。

（3）Newton 法。

（4）共轭方向法与共轭梯度法。

（5）拟 Newton 法。

（6）步长加速法。

（7）最小二乘问题的解法。

**【2】学习目标：**

理解：线搜索算法的收敛性，熟悉各算法的理论性质。

掌握：本章各算法的计算步骤。

**【3】重点内容：**

（1）最速下降法算法原理及迭代步骤。

（2）Newton 法算法原理及迭代步骤。

（3）F-R 共轭梯度法算法原理及迭代步骤。

（4）DFP 算法原理及迭代步骤。

（5）步长加速法算法原理及迭代步骤。

**【4】难点内容：**

（1）F-R 共轭梯度法基本思想的相关定理与算法步骤的推导过程。

（2）DFP 算法的基本思想与算法步骤的推导过程。

**【5】思政案例：**

本章的算法有着很强的相互关联，引导学生体会分类的思想、构造的思想、定性分析的思想、数学建模的思想等，培养具有自学能力、创新意识的应用型人才，增强学生勇于探索的创新精神、善于解决问题的实践能力。

**第 3 章：约束最优化方法**（支撑课程目标 1-5、1-6、1-7、1-8、2-6、2-7、3-5、3-6）

**【1】知识点：**

（1）最优性条件。

（2）Zoutendijk 容许方向法。

（3）罚函数法。

**【2】学习目标：**

理解：熟悉各算法的理论性质。

掌握：运用几何最优性条件以及 F-J 条件、K-T 条件判断有约束极值问题极值点，本章各算法的计算步骤。

**【3】重点内容：**

（1）几何最优性条件，F-J 条件及 K-T 条件内容和应用。

（2）Zoutendijk 容许方向法。

**【4】难点内容：**

（1）F-J 条件及 K-T 条件理论依据。

（2）罚函数法中惩罚项的构造。

**【5】思政案例：**

描述《厉害了我的国》的内容，介绍其中使用的现代优化方法，揭示我国社会主义现代化的历史成就，通过理性的分析，我国综合国力的不断提升受到哪些因素的影响，从而引入核心价值观中德育因素的内容，引导学生树立高远志向，明确正确的人生观和价值观，激发民族责任心。

## 五、教学安排与学时分配

本课程是课堂教学。课堂教学围绕本课程的基本概念、基本理论、基本原理和实际应用进行授课。课程围绕立德树人根本任务，以培养德智体美劳全面发展社会主义建设者和接班人为总目标，以复变函数的理论知识为主线，并在此基础上学习留数、积分变换等实际应用内容，充分利用线下课堂和思政案例开展教学活动，发挥理论知识传授及价值引领作用，厚植家国情怀和强国理念，扎实基础知识，提升实践技能和创新精神，树立正确的人生观、世界观和价值观。线下面授课堂的学时分配如表 3 所示。

**表 2 学时分配表**

| 讲　　课　　内　　容 | | 学时 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 讲课 | 实验 | 上机 | 设计 | 课外 |
| 第 1 章 | 预备知识 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 第 2 章 | 无约束最优化方法 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 第 3 章 | 约束最优化方法 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 小计 | | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 总计 | 48 | | | | | |

## 六、教学方法

1、讲授基本概念、基本方法、基本计算技巧，理论联系实际，强调量化管理非线性方法在相应的专业课及以后的研究中的应用，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件、网络教学和传统教学相结合的教学方式，赋予课堂生机。

3、理论教学、讨论形式相结合，调动学生的学习积极性，培养学生的自学能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。

## 七、成绩评定

本门课程依据全程监控的理念进行考核。课程考核包括 2 个部分，分别为平时成绩和期末考试成绩。具体要求及评分方法如下：

1、平时成绩包括：出勤、课堂小测验、作业三部分组成，满分 100 分，占总成绩的 50%。具体要求及评分方法如下：

（1）出勤：本门课程的所有环节均要求学生参与，不得缺勤，缺课累计学时超过该门课程教学大纲规定的计划学时数三分之一取消考试资格。出勤成绩占平时成绩的 20%。

（2）课堂小测验：本门课程至少有 3 次课堂小测验，要求学生必须独立完成并在规定时间提

交。未按时提交或有抄袭（雷同）现象的，该次测验成绩按零分计。小测验成绩占平时成绩的 30%。

（3）作业：要求学生必须独立完成并在规定时间提交作业。未按时提交作业或作业有抄袭（雷同）现象的，该次作业成绩按零分计。作业成绩占平时成绩的 50%。

2、期末考试：通过批阅期末考试试卷给出学生成绩，满分 100 分，占总成绩的 50%。

## 八、评价及持续改进

1、教学大纲

考核周期：4 年，修订周期：4 年。

改进措施：课程负责人组织课程团队所有教师讨论后提出改进意见，经教研室主任审核后由教学院长批准。

2、成绩评定考核

考核周期：1 学年，评价依据：学生最终成绩综合分析。

改进措施：根据学生最终成绩的分布，进行相应的内容调整和优化，并改进教学方法。

撰写：　　于艳辉

审核：　　韩　鹏

批准：　　史文博

日期：　　2023.07.05