

高纲 1513

江苏省高等教育自学考试大纲

30586 机械优化设计

南京理工大学编

I 课程性质与课程目标

一、课程性质和特点

《机械优化设计》是江苏省高等教育自学考试机械工程专业（专升本）现代设计方法模块的一门课程，它综合运用先修课程所学到的数学、计算机编程和机械等方面知识与理论，来解决机械工程领域内有关机构、机械零部件、机械结构及机械系统的优化设计问题及机械工程领域的其他优化问题。通过课程的学习可以培养学生运用现代设计理论与方法来更好地解决机械工程设计问题的能力。为进一步深入学习现代机械设计的理论与方法及更好地从事机械工程方面的设计、制造和管理等相关工作打下良好的基础。本课程的特点是数学基础理论与计算机编程语言与机械设计专业知识高度结合的综合课程。

二、课程目标

本门课程通过授课、练习和上机实践等教学环节，使学生树立机械优化设计的基本思想，了解机械优化设计的基本概念，初步掌握建立优化数学模型的基本方法和要求，了解和掌握一维搜索、无约束优化和约束优化中的一些基本算法及各种基本优化方法的特点和相关优化参数的选用原则，具有一定的编制和使用优化软件工具的能力，并具备一定的将机械工程问题转化为最优化问题并求解的应用能力。

三、与相关课程的联系与区别

本门课程要利用高等数学中有关偏导数、函数、极值、线性代数和矩阵等知识来构建优化的方法；利用力学、机械设计和机械制造等方面的专业知识将工程问题转化成规范的优化设计数学模型，并利用计算机编程语言将优化方法和数学模型转化成可以执行的计算机程序，从而得到优化问题的解。因此，它既区别于基础的数学、力学课程和计算机编程语言课，又不同于机械设计和机械制造等机械专业课程，是利用数学方法和编程语言来解决机械工程设计问题的综合性课程。需要培养学生综合应用各选修课程知识解决工程设计问题的能力。

四、课程的重点和难点

本课程的重点内容：机械优化设计的基本概念、一维搜索优化方法、基本的无约束优化方法和约束优化方法。

本课程的次重点内容：机械优化数学模型建立方法和原则、优化设计的数学基础、线性规划方法、多目标和离散变量的优化方法。

本课程的的难点内容：约束优化方法、优化方法在机械工程设计中的实际应用。

II 考核目标

本大纲在考核目标中，按照识记、领会、简单应用和综合应用四个层次规定其应达到的能力层次要求。四个能力层次是递升的关系，后者必须建立在前者的基础上。各能力层次的含义是：

识记：要求考生能够识别和记忆本课程中有关优化设计数学模型和各种基本优化方法基本概念、基本原理、算法特点、算法步骤等主要内容并能够根据考核的不同要求，做正确的表述、选择和判断。

领会：要求考生能够领悟和理解本课程中有关优化问题数学建模、求解及各种基本优化方法的概念及原理的内涵及外延，理解各种优化方法的数学基础和求解步骤的确切含义，掌握每种方法的适用条件和优化参数选用原则；理解相关知识的区别和联系，做出正确的判断、解释和说明。

简单应用：要求考生能够根据所学的方法，对简单的优化问题求解，得出正确的结论或做出正确的判断。能够针对具体、实际的工程情况发现问题。

综合应用：要求考生能够探究解决问题的方法，建立合理的数学模型，用所学的优化方法进行求解，并学会编程或利用现有优化软件求解优化问题。

III 课程内容与考核要求

绪论

一、学习目的与要求

了解机械优化设计的特点、发展概况以及本课程的主要内容。

二、课程内容

传统设计和优化设计的特点和区别，机械优化设计发展概况及本课程的主要内容。

三、考核知识点与考核要求

1. 传统设计和优化设计

识记：①传统设计特点；②传统设计流程。

领会：①优化设计特点；②现代设计流程。

2. 机械优化设计发展概况

识记：①发展概况。

四、本章重点、难点

重点：①传统设计和优化设计的特点。

难点：①传统设计和优化设计的区别。

第一章 优化设计概述

一、学习目的与要求

通过对人字架、连杆机构和齿轮减速器等优化设计问题建模和求解的实例说明，加强对机械优化设计的具体认识，了解优化设计的具体过程、相关概念以及优化问题的一些基本要求。

二、课程内容

通过对人字架的优化问题和连杆机构和齿轮减速器等优化数学模型建立的讨论，了解典型优化设计问题数学模型的建立方法和步骤，优化设计问题的基本概念和基本解法。

三、考核知识点与考核要求

1. 优化设计问题数学模型的建立方法和步骤

2. 优化设计问题的基本概念

识记：①设计变量和设计空间、设计常量；②约束条件和约束类型、约束曲面；③目标函数、等值线和等值面。

领会：①优化问题的数学模型；②优化问题的分类。

简单应用：①优化问题的数学模型的规范表达方式。

3. 优化问题的几何解释

识记：①可行域与非可行域；②极值点；③全局最优点与局部最优点。

领会：①无约束极值点与约束极值点、起作用约束和不起作用约束。

简单应用：①二维约束优化问题极值点所处不同位置的几何描述。

4. 优化设计问题的基本解法

识记：①优化准则法；②数值迭代法；③搜索方向；④最佳步长；⑤几种迭代

收敛准则：模准则、值准则和梯度准则。

领会：①优化准则法和数值迭代法极值点的搜索过程及特点。

简单应用：①优化准则法和数值迭代法迭代公式；②收敛准则及收敛精度的选用。

四、本章重点、难点

重点：①优化设计问题的基本概念和几何解释。

难点：①优化设计问题数学模型的建立。

第二章 优化设计的数学基础

一、学习目的与要求

为了便于学习以后各章所列举的优化方法，有必要先对极值理论作概略介绍。本章要求掌握机械优化设计的数学基础，掌握等式约束和不等式约束优化问题的极值条件。

二、课程内容

讲述多元函数的方向导数与梯度，多元函数的泰勒展开，无约束优化问题的极值条件，凸集、凸函数与凸规划，等式约束优化问题的极值条件，不等式约束优化问题的极值条件。

三、考核知识点与考核要求

1. 多元函数的方向导数与梯度

识记：①方向导数；②梯度；③负梯度方向。

领会：①方向导数与梯度的关系；②梯度方向与等值线的关系。

简单应用：①二元和多元函数的梯度的计算。

2. 多元函数的泰勒展开

识记：①函数的泰勒展开式；②海赛矩阵。

领会：①二元函数的泰勒展开式的矩阵形式；②函数的泰勒展开式的一次形式和二次形式的意义。

综合应用：①函数的梯度和海赛矩阵的计算；②泰勒展开式的计算。

3. 无约束优化问题的极值条件

识记：①极值点和拐点；②函数取得极值的充分条件；③海赛矩阵正定。

领会：①二元和多元函数取得极值的充分条件。

简单应用：①二元函数取得极值判定

4. 凸集、凸函数与凸规划

识记：①凸集与非凸集；②局部极小点和全局极小点；③凸函数定义；③凸规划和表达形式。

领会：①凸集、凸函数和凸规划的性质。

简单应用：①凸集与凸规划的判定；②凸函数的数学表达和几何描述。

5. 等式约束优化问题的极值条件

识记：①消元法（降维法）定义；②拉格朗日乘子和拉格朗日乘子法定义和表达式。

领会：①拉格朗日乘子法原理与算法步骤

简单应用：①拉格朗日乘子法计算等式约束优化问题。

6. 不等式约束优化问题的极值条件

识记：①一元函数在给定区间上的极值条件；②库恩-塔克条件的表达式。

领会：①库恩-塔克条件的几何意义。

综合应用：①库恩-塔克条件的在约束优化问题中的实际应用。

四、本章重点、难点

重点：①多元函数的方向导数与梯度；②多元函数的泰勒展开；③海赛矩阵；④凸集、凸函数与凸规划、库恩-塔克条件。

难点：①等式约束优化问题的极值条件；②库恩-塔克条件。

第三章 一维搜索方法

一、学习目的与要求

一维搜索是优化搜索方法的基础，本章要求掌握用数值法求解一维搜索最佳步长因子的方法和搜索区间确定和消去的原理。

二、课程内容

搜索区间的确定与区间消元法，一维搜索的试探方法，一维搜索的插值方法。

三、考核知识点与考核要求

1. 一维搜索原理

识记：①一维搜索迭代公式；②一维搜索最佳步长因子。

领会：①一维搜索最佳步长因子数值解法原理。

2. 搜索区间的确定与区间消去法

识记：①确定搜索区间的外推法原理，一维搜索区间的特征；②区间消元法原理；一维搜索方法的分类。

领会：①外推法和区间消去法的工作步骤。

简单应用：①外推原则和区间消去的判定原则。

3. 一维搜索的试探方法

识记：①黄金分割的特点和定义；②黄金分割法的迭代公式；③黄金分割法的特点。

领会：①黄金分割法的迭代过程和收敛准则。

简单应用：①用黄金分割法进行一维搜索求极值的应用。

4. 一维搜索的插值方法

识记：①牛顿法（切线法）的迭代公式；②二次插值法（抛物线法）的原理。

领会：①牛顿法的迭代过程和几何意义；②二次插值法的迭代过程。

综合应用：①牛顿法和二次插值法在一维搜索求极值中的应用。

四、本章重点、难点

重点：①搜索区间的确定与区间消元法原理；②用黄金分割法和牛顿法求一元函数极小点。

难点：①牛顿法；②二次插值法。

第四章 无约束优化方法

一、学习目的与要求

无约束优化问题的解法是优化设计方法的基本组成部分，也是优化方法的基本。本章要求掌握共轭梯度法、鲍威尔法等经典的无约束优化方法。

二、课程内容

最速下降法，牛顿型方法，共轭方向及共轭方向法，共轭梯度法，变尺度法，坐标轮换法，鲍威尔方法，单行替换法。

三、考核知识点与考核要求

1. 无约束优化方法原理

识记：①无约束优化方法的迭代方向和迭代公式；②无约束优化方法的分类。

领会：①无约束优化方法的迭代过程。

2. 最速下降法（梯度法）

识记：①最速下降法的定义；②最速下降法的特点；③最速下降法的搜索方向。

领会：①最速下降法的搜索路径和步骤。

简单应用：①用最速下降法求函数极值。

3. 牛顿型方法

识记：①多元函数求极值的牛顿法迭代公式；②牛顿方向和阻尼牛顿方向。

领会：①牛顿法和阻尼牛顿法的计算过程。

应用：①用牛顿法和阻尼牛顿法求函数极值。

4. 共轭方向及共轭方向法

识记：①共轭方向的概念；②共轭方向的性质；③求共轭方向的迭代公式。

领会：①共轭方向法迭代过程；②格拉姆-斯密特向量系共轭化方法。

简单应用：①会求矩阵的一组共轭向量系。

5. 共轭梯度法

识记：①共轭梯度法的原理和定义；②共轭梯度方向的递推公式。

领会：①共轭梯度法的计算过程。

简单应用：①编程用共轭梯度法求函数极值。

6. 变尺度法

识记：①尺度矩阵的概念；②变尺度矩阵的形式；③拟牛顿条件。

领会：①变尺度矩阵的建立方法；②变尺度法的一般步骤。

综合应用：①应用 DFP 变尺度法求函数极值。

7. 坐标轮换法

识记：①坐标轮换法的定义；②坐标轮换法的迭代公式。

领会：①坐标轮换法的寻优过程。

简单应用：①坐标轮换法的应用和搜索过程特点的几何描述。

8. 鲍威尔方法

识记：①鲍威尔共轭方向的生成；②鲍威尔共轭方向的特点。

领会：①鲍威尔共轭方向的基本算法和改进算法的计算步骤。

综合应用：①用鲍威尔方法求函数极值的计算。

9. 单形替换法

识记：①单形替换法的基本原理；②单形替换法的搜索策略。

领会：①单形替换法的计算步骤。

简单应用：①用单形替换法求二维函数极值。

四、本章重点、难点

重点：①用最速下降法求函数极值；②用牛顿法、阻尼牛顿法求函数极值；③共轭方向和共轭梯度方向的产生；④用共轭梯度法求函数极值；⑤用鲍威尔方法求函数极值；⑥坐标轮换法的应用。

难点：①DFP 算法；②鲍威尔共轭方向法。

第五章 线性规划

一、学习目的与要求

约束函数与目标函数都是线性函数的优化问题称为线性规划问题，线性规划问题的理论与方法均比较成熟，本章要求了解线性规划问题的基本性质和图解方法，掌握基本可行解的转换方法，掌握单纯形方法的基本原理和计算步骤，并能应用单纯形方法求解简单的线性规划问题。

二、课程内容

线性规划的形式与基本性质，基本可行解的转换，单纯形方法，修正单纯形方法。

三、考核知识点与考核要求

1. 线性规划的标准形式与基本性质

识记：①线性规划的标准形式；②线性规划有最优解的条件和最优解的几种情况。

领会：①线性规划的基本性质的图解法和代数法意义。

简单应用：①图解法和代数法求简单线性规划问题基本解和最优解。

2. 基本可行解的转换

识记：①基本解；②可行解；③基本可行解的基本变量。

领会：①基本可行解的转换方法；②初始基本可行解的求法。

简单应用：①应用基本可行解的转换方法求线性规划的一组基本可行解。

3. 单纯形方法

识记：①由基本可行解求最优解的规则： θ 规则②；最速变化规则。

领会：① θ 规则和最速变化规则的基本原理；②单纯形方法的计算步骤。

简单应用：①应用单纯形方法求解简单的线性规划问题。

4. 修正单纯形法

识记：①修正单纯形方法的基本原理。

简单领会：①修正单纯形方法的基本计算步骤。

四、本章重点、难点

重点：①线性规划的基本性质和基本可行解的图解法和代数法求解；②单纯形方法求解线性规划问题。

难点：①修正单纯形方法。

第六章 约束优化方法

一、学习目的与要求

机械优化设计中的问题，大多属于约束优化问题，本章要求掌握求解约束优化问题的若干方法，了解方法的原理和一些基本方法的应用，如：随机方向法，复合形法，惩罚函数法等。

二、课程内容

随机方向法，复合形法，可行方向法，惩罚函数法，增广乘子法，非线性规划问题的线性化解法——线性逼近法，广义简约梯度法，二次规划法。

三、考核知识点与考核要求

1. 约束优化方法的基本原理

识记：①约束优化方法的迭代方向和迭代公式；②约束优化方法的分类（直接法和间接法的类型）。

领会：①约束优化方法之间接法的原理与特点。

2. 随机方向法

识记：①随机数的产生；②初始点的选择。

领会：①可行搜索方向的产生；②搜索步长的确定；③随机方向法的计算步骤。

简单应用：①随机方向的产生；②随机方向的迭代公式；③用随机方向法求约束优化问题的最优解。

3. 复合形法

识记：①初始复合形的形成；②复合形的形心、最好点、最坏点和次坏点求法。

领会：①复合形的搜索方法；②反射、扩张、收缩和压缩；③复合形法的计算步骤；④复合形的收敛准则。

简单应用：①用复合形法求约束优化问题的最优解。

4. 可行方向法

识记：①可行方向法的搜索策略；②产生可行方向的条件：可行条件，下降条件。

领会：①可行方向的产生方法；②步长的确定：最优步长、试验步长的计算、试验点调整到约束面的方法；③可行方向法的计算步骤。

简单应用：①用可行方向法求约束优化问题的最优解。

5. 惩罚函数法

识记：①内点惩罚函数法、外点惩罚函数法、混合惩罚函数法的定义；②惩罚函数的形式；③惩罚因子的取值规律；④初始点的选取要求。

领会：①内点惩罚函数法、外点惩罚函数法和混合惩罚函数法的原理和计算步骤；②内点惩罚函数法、外点惩罚函数法、混合惩罚函数法的最优点的逼近过程和几何意义。

简单应用：①用内点惩罚函数法、外点惩罚函数法和混合惩罚函数法计算约束优化问题的最优解。

6. 增广乘子法

识记：①拉格朗日乘子法、等式约束的增广乘子法原理；②增广乘子函数的形式。

领会：①不等式约束的增广乘子法原理和计算步骤。

简单应用：①用增广乘子法计算约束优化问题的最优解。

7. 非线性规划问题的线性化解法——线性逼近法

识记：①序列线性规划法。

领会：①割平面法；②小步梯度法。

简单应用：①非线性规划法。

8. 广义简约梯度法，二次规划法

识记：①简约梯度法；②二次规划法。

领会：①广义简约梯度法及其迭代步骤。

简单应用：①不等式约束函数的处理和换基问题。

四、本章重点、难点

重点：①随机方向法、复合形法和可行方向法的原理；②用惩罚函数法求解约束优化问题的最优解。

难点：①增广乘子法、广义简约梯度法。

第七章 多目标及离散变量优化方法

一、学习目的与要求

机械优化设计中的实际工程问题，多数情况下有多个设计性能指标，另外设计变量有许多非连续分布，本章要求掌握多目标优化设计问题中目标函数的处理方法及特点，了解离散变量优化设计方法和对离散变量的处理方法，掌握主要方法的原理和一些基本方法的应用。

二、课程内容

多目标优化问题；多目标优化方法：主要目标法；统一目标法、协调曲线法、分层序列法和目标规划法；离散变量优化问题；离散变量优化方法：整型化、离散化方法，拟离散化方法，离散惩罚函数法，离散变量搜索型方法，离散变量型网格法，离散变量组合法。

三、考核知识点与考核要求

1. 多目标优化问题

识记：①多目标优化问题的数学表达；②多目标优化问题的特点；③劣解和非劣解（有效解）；④绝对最优解。

领会：①多目标优化问题解的可能情况。

2. 多目标优化方法-主要目标法和统一目标法

识记：①主要目标法中目标函数和约束函数的构建；②线性加权法和加权系数；

③极大极小法目标函数的形式；④理想点法和评价函数；⑤分目标乘法目标函数的构建；⑥功效系数法和功效系数的形式。

领会：①主要目标法和统一目标法将多目标转化为统一目标的方法原理和目标函数的形式。

简单应用：①用主要目标法和统一目标法来构建实际多目标优化问题的目标函数或评价函数。

3. 多目标优化方法-协调曲线法

识记：①协调曲线法的原理；②协调曲线和满意度曲线。

领会：①协调曲线的构建和几何意义；②协调曲线法求多目标函数最优解的过程。

简单应用：①协调曲线法求解两个目标的优化问题解。

4. 多目标优化方法-分层序列法

识记：①可分层序列法和宽容分层序列法的原理；②分层序列法目标函数处理方法。

领会：①分层序列法和宽容分层序列法计算步骤和最优解的几何意义。

简单应用：①用宽容分层序列法求解两个目标函数优化问题的最优解。

5. 多目标优化方法-目标规划法

识记：①目标规划法原理；②统一目标函数形式；③适应度函数的构建。

领会：①目标规划法计算步骤；②适应度函数与目标函数的关系。

6. 离散变量优化问题

识记：①离散变量优化问题特点；②离散变量的形式。

领会：①离散变量优化问题的数学模型。

7. 离散变量优化方法——整型化、离散化方法和拟离散化方法

识记：①整型化、离散化方法和拟离散化方法的原理；②离散最优点的取法。

领会：①整型化、离散化方法最优点寻找的几何意义；②拟离散化方法优化搜索方法和步骤。

简单应用：①整型化、离散化在离散优化问题中的应用。

8. 离散变量优化方法——离散惩罚函数法

识记：①离散惩罚函数法的原理；②离散惩罚函数项的形式；③离散惩罚因子。

领会：①离散惩罚函数构建和几何意义；②离散惩罚函数法的计算步骤。

简单应用：①离散惩罚函数法求解一维优化问题的几何意义。

9. 离散变量搜索型方法——离散复合型法

识记：①离散复合型法的原理；②离散复合型顶点的构建。

领会：①离散复合型法搜索迭代过程。

10. 离散变量型网格法

识记：①离散变量型普通网格法和正交网格法原理。

领会：①正交网格表的生成方法；②正交网格法的计算步骤。

11. 离散变量组合法

识记：①离散变量组合法的原理；②初始复合型顶点的形成。

领会：①离散一维新点的产生方法；②约束条件的处理及几何意义；③离散变量组合法搜索步骤；④离散变量组合法收敛准则。

简单应用：①离散惩罚函数法求解一维优化问题的几何意义。

四、本章重点、难点

重点：①多目标优化方法中：主要目标法，统一目标法和协调曲线法；②离散变量优化方法中的整型化、离散化方法和拟离散化方法、离散惩罚函数法、离散变量组合法。

难点：①离散惩罚函数法；②离散变量型网格法。

第八章 机械优化设计实例

一、学习目的与要求

了解机械优化设计的一般过程，掌握数学模型建立的一般原则，并通过对一些工程实例的分析，了解针对不同实际工程问题时如何建立规范的优化设计数学模型，如何选择适当的优化方法等。要求能够应用所学的优化知识和机械专业知识建立实际机械工程问题的优化数学模型。

二、课程内容

机械优化设计的应用技巧，机床主轴的结构优化设计，圆柱齿轮减速器的优化设计，平面连杆机构的优化设计。

三、考核知识点与考核要求

1. 机械优化设计时的应用技巧

识记：①机械优化设计的一般过程；②数学模型建立的一般原则；③数学模型的尺度变换。

领会：①目标函数和设计变量尺度变换的意义和几何描述；②约束函数规格化的方法。

简单应用：①规范化的机械优化设计数学模型的建立和表达。

2. 机床主轴结构优化设计

识记：①数学模型的建立。

领会：①优化方法和有限元的结合。

简单应用：①同类型工程问题的优化设计建模。

3. 圆柱齿轮减速器的优化设计

识记：①单级圆柱齿轮减速器的优化设计。

领会：①二级圆柱齿轮减速器的优化设计；②2K-H型行星齿轮减速器的优化设计。

综合应用：①同类型工程问题的优化设计建模。

4. 平面连杆机构的优化设计

识记：①曲柄摇杆机构再现已知运动规律的优化设计数学建模。

领会：①曲柄摇杆机构再现已知运动轨迹的优化设计。

综合应用：①同类型连杆机构优化设计建模。

四、本章重点、难点

重点：①数学模型的尺度变换；②连杆机构的优化设计；③机床主轴的结构优化设计，单级圆柱齿轮减速器的优化设计。

难点：①二级圆柱齿轮减速器和行星齿轮减速器的优化设计。

IV 关于大纲的说明与考核实施要求

一、自学考试大纲的目的和作用

课程自学考试大纲是根据专业考试计划的要求，结合自学考试的特点而确定。其目的是对个人自学、社会助学和课程考试命题进行指导和规定。

课程自学考试大纲明确了课程学习的内容以及深广度，规定了课程自学考试的

范围和标准。因此，它是编写自学考试教材和辅导书的依据，是社会助学组织进行自学辅导的依据，是考生学习教材、掌握课程内容知识范围和程度的依据，也是进行自学考试命题的依据。

二、课程自学考试大纲与教材的关系

课程自学考试大纲是进行学习和考核的依据，教材是学习掌握课程知识的基本内容与范围，教材的内容是大纲所规定的课程知识和内容的扩展与发挥。大纲与教材所体现的课程内容应基本一致；大纲里面的课程内容和考核知识点，教材里一般也要有。反过来教材里有的内容，大纲里就不一定体现。

三、关于自学教材

本课程使用教程为：《机械优化设计》（第5版或第6版），孙靖民、梁迎春等主编，机械工业出版社，2012年或2017年。

四、关于自学要求和自学方法的指导

本大纲的课程基本要求是依据专业考试计划和专业培养目标而确定的。课程基本要求还明确了课程的基本内容，以及对基本内容掌握的程度。基本要求中的知识点构成了课程内容的主体部分。因此，课程基本内容掌握程度、课程考核知识点是高等教育自学考试考核的主要内容。

为有效地指导个人自学和社会助学，本大纲已指明了课程的重点和难点，在章节的基本要求中一般也指明了章节内容的重点和难点。

在本课程的学习中要注意以下几点：

1. 注意掌握各种优化方法的数学基础，如偏导数、方向导数、多元函数的泰勒展开式、海赛矩阵、矩阵求逆等概念及计算，这些是各种优化方法的基础。

2. 注意掌握机械优化设计的基本概念,如：设计变量、目标函数、约束条件、可行域与非可行域、等值线与等值面、全局最优和局部最优、凸规划和非凸规划、共轭方向、尺度变换等，理解这些概念就可以更好地理解优化设计的思想。

3. 注意掌握各种优化方法原理与特点，如搜索方向和最优步长确定、搜索路线、算法的效率和收敛速度、算法的稳定性、计算工作量大小等，这样可以更好理解和掌握各种优化方法。

4. 注意通过计算和上机练习掌握优化设计所涉及基本的数学运算和各种基本算法的迭代过程，提高自己的运算熟练程度。

五、应考指导

1. 如何学习

很好的计划和组织是你学习成功的法宝。如果你正在接受培训学习，一定要跟紧课程并完成作业，注意掌握每一章节的基本概念，重点概念和公式应该记住，并对每章的要点注意及时总结和梳理。为了在考试中作出满意的回答，你必须对所学课程内容有很好的理解，为加深对课程内容的理解，需要通过做一定量的练习来测试自己对内容的理解程度。使用“行动计划表”来监控你的学习进展，制定出每天、每周和每月的学习计划和练习计划，并根据学习效果做适时的调整。你阅读课本时可以做读书笔记，把一些重要的概念、公式、方法特点等进行记录。如有需要重点注意的内容，可以用彩笔来标注。如：红色代表重点；绿色代表需要深入研究的领域；黄色代表可以运用在工作之中等。

2. 如何考试

卷面整洁非常重要。书写工整，段落与间距合理，卷面赏心悦目有助于教师评分，教师只能为他能看懂的内容打分。回答所提出的问题。要回答所问的问题，而不是回答你自己乐意回答的问题！避免超过问题的范围

3. 如何处理紧张情绪

正确处理对失败的惧怕，要正面思考。如果可能，请教已经通过该科目考试的人，问他们一些问题。做深呼吸放松，这有助于使头脑清醒，缓解紧张情绪。考试前合理膳食，保持旺盛精力，保持冷静。

4. 如何克服心理障碍

这是一个普遍问题！如果你在考试中出现这种情况，试试下列方法：使用“线索”纸条。进入考场之前，将记忆“线索”记在纸条上，但你不能将纸条带进考场，因此当你阅读考卷时，一旦有了思路就快速记下。按自己的步调进行答卷。为每个考题或部分分配合理时间，并按此时间安排进行。

六、对社会助学的要求

1. 社会助学者应根据本大纲规定的考试内容和考核目标，认真钻研指定教材，明确本课程与其它课程不同的特点和学习要求，对考生进行切实有效的辅导，引导他们防止自学中的各种偏向，把握社会助学的正确方向。

2. 要正确处理基本知识与应用能力之间的关系，努力引导考生将识记、领会和应用的知识点联系起来，把基本知识转化为解决实际问题的能力。在辅导的基础上，着重培养和提高考生的分析问题和解决问题的能力与素质。

3. 要正确处理好重点与一般的关系。由于考试内容是全面的，而且重点内容与一般内容是相互依存的，所以，社会助学者应指导考生在全面掌握本课程内容的基础上，再突出考核的重点内容。切忌孤立地抓重点，把考生引向猜题押题。

七、对考核内容的说明

1. 本课程要求考生学习和掌握的知识点内容都作为考核的内容。课程中各章的内容均由若干知识点组成，在自学考试成为考核知识点。因此，课程自学考试大纲中所规定的考试内容是以分解为考核知识点的方式给出的。由于各知识点在课程中的地位、作用以及知识自身的特点不同，自学考试将对各知识点分别按四个能力层次确定其考核要求。

2. 本大纲在考核目标中，按照识记、领会、简单应用和综合应用四个层次要求考生掌握，四个能力层次是递进关系。

八、关于考试命题的若干规定

本课程的命题考试，应根据本大纲规定的考试内容和考核目标来确定考试范围和考核要求，按大纲规定试题中主观性题和客观性题的比例来组配试卷，适当掌握试题的内容覆盖面、能力层次和难易度。

1. 本大纲各章所规定的基本要求、知识点及知识点下的知识细目，都属于考核的内容。考试命题既要覆盖到章，又要避免面面俱到。要注意突出课程的重点、章节重点，加大重点内容的覆盖度。

2. 命题不应有超出大纲中考核知识点范围的题目，考核目标不得高于大纲中所规定的相应的最高能力层次要求。命题应着重考核考生对基本概念、基本知识和基本理论是否了解或掌握，对基本方法是否会用或熟练。不应出与基本要求不符的偏题或怪题。

3. 本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为：识记占 30%，领会占 20%，简单应用占 40%，综合应用占 10%。

4. 试题要合理安排难度结构。试题难易可分为易、较易、较难、难四个等级。每份试卷中，不同难易试题的分数比例一般为：易占 30%、较易占 20%、较难占 40%、

难占 10%。注意，试题的难易度与能力层次不是一个概念，在各能力层次上都会存在不同难度的问题。

5. 本课程考试试卷中可能采用的题型有：单项选择题、填空题、简答题、分析计算题、作图题和综合题。

6. 本课程考试方法采用闭卷、笔试，考试时间为 150 分钟，评分采用百分制，60 分为及格。考生只准携带 0.5 毫米黑色墨水的签字笔、铅笔、圆规、直尺、三角板、橡皮等必需的文具用品。可携带没有存贮功能的普通计算器。

附录 题型举例

一、选择题

1. 下列哪种约束优化算法属于直接算法。

- A. 复合形法 B. 惩罚函数法 C. 增广乘子法

参考答案：A

2. 多目标优化问题一般得到的解是（ ）

- A. 全域最优解 B. 局域最优解 C. 非劣解

参考答案：C

二、填空题

1. 优化数学模型的三个基本要素是_____、_____ 和 _____ 。

参考答案：设计变量、目标函数、约束条件。

2. 一维搜索一般包括_____ 和 _____两个基本步骤。

参考答案：确定搜索区间，根据区间消去法原理不断缩小区间

三、简答题

1. 多目标函数一般可转化为单目标函数进行处理，这类具体的方法有哪些？（至少列出 4 种）

参考答案：主要目标法、线性加权法、极大极小法、理想点法、分目标乘除法、功效系数法等。

2. 说明变尺度法算法特点（与梯度法和牛顿法比较）。

参考答案：

（1）同时利用了梯度法和牛顿法的优点，同时避免考虑海赛矩阵及其逆矩阵的大量计算；

（2）收敛速度介于梯度法和牛顿法之间，具有超越线性收敛速度；（3）为保证算法稳定性，

尺度矩阵 $H^{(k)}$ 必须为对称正定矩阵。

四、分析计算题

1. 求解二元函数 $f(x_1, x_2) = x_1^2 x_2 + x_1 x_2^2 + 6x_1 + 5$ 在 $x_0 = [1, -1]^T$ 处的二阶泰勒展开式。

参考答案：解： $f(X_0) = 11$

$$\nabla f(X_0) = \begin{bmatrix} 2x_1 x_2 + x_2^2 + 6 \\ x_1^2 + 2x_1 x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$G(X_0) = \begin{bmatrix} 2x_0 & 2x_1 + 2x_2 \\ 2x_1 + 2x_2 & 2x_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$

$$f(x_1, x_2) \approx f(x_{10}, x_{20}) + \nabla f(x_0)^T \cdot (x - x_0) + \frac{1}{2} (x - x_0)^T \cdot G(x_0) (x - x_0)$$

$$= 11 + [5 \quad -1] \begin{bmatrix} x_1 - 1 \\ x_2 + 1 \end{bmatrix} + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} x_1 - 1 & x_2 + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 - 1 \\ x_2 + 1 \end{bmatrix}$$

$$= 11 + 5(x_1 - 1) - (x_2 + 1) - (x_1 - 1)^2 + (x_2 + 1)^2$$

$$= -x_1^2 + x_2^2 + 7x_1 + x_2 + 4$$

二阶泰勒展开式为： $f(x_1, x_2) \approx -x_1^2 + x_2^2 + 7x_1 + x_2 + 4$

2. 用黄金分割法求函数 $f(x) = x + \frac{20}{x}$ 在区间 $[0.2, 1]$ 中的极小点和极小值，

迭代准则 $|b - a| < \varepsilon$ ，精度 $\varepsilon = 0.4$ 。

参考答案：解： (1) $a = 0.2$ $b = 1$ ，首先插入两点 α_1 和 α_2

$$\alpha_1 = b - \lambda(b - a) = 1 - 0.618 \times (1 - 0.2) = 0.5056$$

$$\alpha_2 = a + \lambda(b - a) = 0.2 + 0.618 \times (1 - 0.2) = 0.6944$$

$$y_1 = f(\alpha_1) = 40.0626, \quad y_2 = f(\alpha_2) = 29.49624$$

因为 $y_1 > y_2$ ，所以消去 $[a, \alpha_1]$

因此新的搜索区间为 $[0.5056, 1]$

(2) 此时 $a = 0.5056$ $b = 1$

$$\alpha_1 = 0.6944, \quad y_1 = f(\alpha_1) = 29.49624$$

$$\alpha_2 = a + \lambda(b - a) = 0.5056 + 0.618 \times (1 - 0.5056) = 0.811$$

$$y_2 = f(\alpha_2) = 25.4678$$

因为 $y_1 > y_2$, 所以消去 $[a, \alpha_1]$

因此新的搜索区间为 $[0.6944, 1]$

因为 $|b - a| = 0.3056 > \varepsilon = 0.4$, 迭代终止

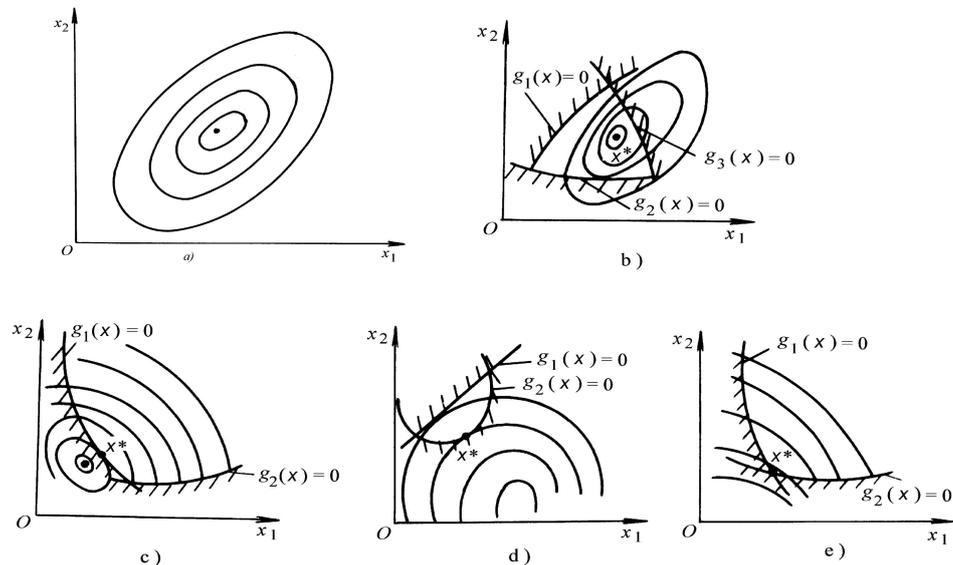
$$\text{所以: } x^* = \frac{1}{2}(0.6944 + 1) = 0.8472 \quad f(x^*) = 24.45$$

五、作图题

1. 以二维优化问题目标函数为例, 用等值线表示约束最优解和无约束最优解的意义, 并说明约束最优解的几种情况。

参考答案: 图 a) 无约束问题最优解, 最优解位于目标函数等值线的中心。

图 b) - e) 为无约束问题最优解的几种情况。其中, 图 b) 最优解位于目标函数等值线的中心, 约束不起作用; 图 c) 和 d) 最优解位于某个约束的边界, 有一个起作用的约束; 图 e) 最优解位于两个或多个约束的边界的交点处, 有两个或多个起作用的约束。



1. 用一块薄钢板 (忽略厚度) 经裁剪、折弯后制造一体积为 6 立方米的

无盖货箱, 高度不超过 3 米, 要求耗费的钢材最少 (包括裁下的废料), 试建立该问题的优化数学模型。

参考答案: 解: 设货箱长、宽、高分别为 x_1, x_2, x_3 ,

$$\text{目标函数为: } F(x) = F(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_2 + 2(x_2 x_3 + x_1 x_3)$$

约束条件为: $h(x) = x_1x_2x_3 = 6$; $g_1(x) = -x_1 \leq 0$

$g_2(x) = -x_2 \leq 0$; $g_3(x) = x_3 - 3.0 \leq 0$

所以该问题的优化数学模型为:

$$\begin{cases} \min F(x) = \min F(x_1x_2 + 2(x_2x_3 + x_1x_3)) \\ s.t. h(x) = x_1x_2x_3 = 6 \\ g_1(x) = -x_1 \leq 0 \\ g_2(x) = -x_2 \leq 0 \\ g_3(x) = x_3 - 3.0 \leq 0 \end{cases}$$