

# 最优化理论与方法课程教学模式和内容改革研究

叶峰 穆学文 孟红云

(西安电子科技大学数学与统计学院, 陕西 西安 710071)

**摘要:** 本文首先介绍了最优化理论与方法课程特点及内容选取, 然后分析了最优化理论与方法课程教学现状及存在的问题, 最后提出了最优化理论与方法课程教学改革的方法。课堂教学中要提高学生学习兴趣和学习积极性, 将理论教学与实践教学相结合, 以加深对理论与算法的理解, 培养学生解决实际问题的能力, 注重课程与相关课程的相互联系, 使学生所学知识相互融合, 提升学生科研的能力。

**关键词:** 最优化理论与方法课程教学; 现状与问题; 教学改革; 实践教学

最优化是一门应用相当广泛的学科, 它研究的是在一定的条件下, 从众多可行方案中选取最优方案以达到最优目标, 最优化理论与方法这门课程就是学习最优化的数学理论、计算方法及算法实现。随着计算机技术的发展与普及应用, 它已被广泛应用于工农业生产、经济、军事、科研等各个重要领域。为培养适应时代发展需求的应用型数学人才, 各高校相关专业基本都开设了最优化理论、方法、计算与应用等相关的数学课程。掌握最优化理论与方法这门课程的基本概念与基本方法, 学会使用计算机编程求解实践中遇到的优化问题, 有助于提高学生的数学思维与素质, 提升科研工作和解决实际问题的能力。

最优化理论作为应用数学专业、信息与计算科学专业学生专业课之一, 其内容理论性强, 涉及的数学基础知识比较广泛, 因此学生学习较困难。最优化理论与方法学习中主要涉及到数学分析、线性代数以及数值计算方法等内容, 大部分学生缺乏这些准备知识, 造成学习上的畏难情绪, 影响教学效果。最优化理论讨论的模型都是一些抽象的模型, 在高维空间中各种类型的优化算法比较抽象, 学生不易把握其内涵, 在例题讲解上也给教师增加了很大的难度。该课程的理论具有很强的应用性, 特别是在实际问题的数学建模过程中, 需要教师的及时引导, 克服学生在基础课学习中形成的思维定式。

最优化理论与方法内容丰富, 可以从不同的角度划分为众多的研究分支, 几乎每个分支都有相应的专著。我校主要是以电子与信息学科为特色, 工、理、管、文、经等多学科协调发展的重点大学, 很多专业具有自身的特点, 结合我校的多元化人才培养目标, 我们有必要对最优化理论与方法的教学内容、教学过程及教学方法进行改革, 以适应本校工科学科发展需要和社会发展的需求。本文首先介绍最优化理论与方法课程的特点及主要内容, 然后分析了最优化理论与方法课程教学现状和存在的问题, 最后探索了最优化理论与方法课程教学改革的措施。

## 一、最优化理论与方法课程特点及内容选取

最优化理论与方法课程内容涉及范围广, 理论性强, 主要内容有最优化理论基础、线搜索技术、最速下降法和牛顿法、共轭梯度法、拟牛顿法、信赖域法、非线性最小二乘问题、最优性条件、罚函数法、二次规划等内容。这就要求教师在授课时应充分结合

现代技术教学手段, 加强理论知识的直观性展示与图形化实现, 整合课程教学内容, 丰富课程教学方式, 提升课程教学效率。

教学内容是课程的关键环节, 结合我校的实际情况, 关于本课程教学内容的选择, 我们以非线性规划的传统理论与经典算法作为基础内容, 着重基本理论和基本算法的介绍, 适当简化烦琐的理论推导过程, 缩短理论部分在教材中的比重, 增加一些有关最优化其他研究分支或最新进展与前沿应用, 力求为学生介绍相对完整的最优化理论与方法的知识框架以及最新的研究成果。

随着最优化应用领域的不断拓展, 出现许多新的优化问题需要求解, 而最优化的理论发展与应用是相互促进的, 这就会不断地产生新的理论和方法, 以及新的应用领域。例如近年来发展起来的二阶锥规划、半定规划等最优化分支以及凸规划的发展, 使人们对经典的线性规划和凸规划有了更深入的了解, 进而拓展了线性规划和凸规划的应用范围。把这些最新成果和应用纳入课程教学内容之中, 不但能够增加和完善学生的知识体系, 而且还激发了学生的学习兴趣。

我们同时增加了数学实验的实践教学环节。在最优化理论的教学过程中, 引入 Matlab 实验教学, 培养学生的编程能力, 让学生体会到优化算法在解决实际问题中的作用, 再进行理论学习, 不仅让学生了解到这门课程的重要性, 而且能促进学生主动地将这些理论应用到实际中去, 激发学生更大的学习兴趣。

## 二、最优化理论与方法课程教学现状及存在的问题

由上述最优化理论与方法课程的特点, 造成了教学过程中的一些困难, 传统的最优化理论与方法课程教学大多依然沿袭“知识传授说”模式, 即以传授已有优化理论、知识和思想及算法实现为主旨, 系统地整理成课件并在课堂上讲授给学生。由于该课程涉及的概念及理论知识较为抽象, 教师易受惯性思维的影响, 在教学过程中缺失直观形象和通俗解释, 灵活应用和有效控制不够, 难以调动学生的学习积极性, 加之课堂气氛沉闷, 教学互动效果较差, 致使学生更多的是静听和被动地接受课程知识与内容, 最终导致课程的讲授效果往往不太好。

学生方面来看, 一方面各专业学生的基础差异较大, 对于最优化理论与方法课程教学来说, 有的学生不具备相应的数学基础和建模能力, 在涉及大量且晦涩的数学理论推导上很吃力, 容易产生畏难情绪, 最终失去对课程的学习兴趣。另一方面学生对课程地位认识不足。当最优化理论与方法课程教师教授的知识为高度抽象且封闭的内容时, 学生没有将课程知识与自身的学科专业背景和课题研究方向有机结合, 未能理解最优化理论与方法课程的意义和价值, 进而难以激发学习兴趣。也就是说, 在了解优化理论与模型后, 对于怎样应用所学知识科学地设计相应算法或构建合理模型, 并分析评价其算法或模型的特点, 然后再应用到自己的专业当中去, 对于这些方面学生会感到无所适从, 甚至难以将所学算法或模型转换为相应的计算机语言, 不利于学生学习本课程效率的提升。

### 三、课程课堂教学方法的改革

改革课堂教学方法，是保证教学内容有效实施的主要途径。

针对以上所述，结合自身多年来的本科生和研究生教学研究与实践经验，依据电子工程、电子信息等专业培养目标，提出了基于创新性思维的最优化理论与方法课程教学改革举措。鉴于最优化理论与方法课程的上述特点及传统教学中存在的问题，如何改革并选择有效的教学方法，对讲好本课程至关重要。

第一，在设计最优化理论与方法课程教案时，教师应着力梳理最优化概念定义、定理、理论方法和溯源本质之间的内在联系和思想脉络，搭建起最优化理论与方法课程各个知识点之间的相互关系架构，以促进课程相关内容的有效衔接。对教材中涉及的理论与算法，根据其抽象与难易的程度，进行区别对待。例如，对于无约束优化问题的拟牛顿算法，只需从理论上推导出其迭代格式，其全局收敛性和超线性收敛性的推导很烦琐，学生对于这些定理的推导往往产生厌烦情绪。如果按照传统的教学方法，将逐个定理详细推导，反而使学生忽视了对该算法的整体把握，也丧失了对本门课程的学习兴趣。因此，对于理论性强、推导过程复杂的算法，适当简化理论推导的过程，重点讲解算法的整体框架与性能分析。

第二，将最优化理论教学与上机实践教学相结合。在实践教学过程中，我们增加了 Matlab 工具箱的介绍，在每个章节的理论算法讲解之后，适当安排上机进行必要的数学实验，以加深学生对理论算法的理解和认识，培养学生的实践能力。

第三，在最优化理论与方法课程教学过程中，教师适度引入直观性教学手段，有助于形象性地构架起抽象理论与直观理解之间的桥梁，增进学生对相关课程基本理论的理解，提升学生的学习效率，改善教学效果。在教材的选取上，结合我校的特色专业，比如通信工程，电子工程，计算机等，来进行教材内容的选取，紧密结合专业应用，使得学生在学习到优化理论知识的同时，能够结合专业前沿，将所学知识能够运用到实际问题中去。

第四，传统的课堂讲授与现代化多媒体教学相结合。采用电子教案与板书相结合的方式，既可节约时间，又可调动学生的学习兴趣，活跃课堂气氛，提高课堂的教学效果。提出探索线上线下相结合的教学模式，做到课前提前预习，调动学生的主动性和积极性，将教学和科研紧密结合，培养学生的创新思维和创新精神。

第五，最优化理论与方法课程内容如何与时代发展、行业需求和学科衔接，以及体现专业特色等问题是教师在教学中需要关注和着力解决的问题。虽然最优化理论与方法是人工智能研究的基础，但该课程理论知识和内容如何与其他课程、学科领域和实际应用有机结合，以及体现课程特色，也是教师在推进教学改革过程中应该重点思考的问题之一。

第六，在教学过程中，注重最优化理论与方法课程与其他课程的相互渗透，使学生所学知识相互融合。例如，在实际教学中，特别强调该课程与数学模型课程的密切联系，融合研究性学习的思想和方法，结合数学模型中的典型例题，讲解最优化课程中的具体算法与应用。这样不仅增加了学生学习这门课的兴趣，而且还培养了学生创新意识和创新能力。重视课堂教学中学生的主体地位，积极开展启发式教学，讨论式教学和研究性教学，启发学生的思维，实现掌握知识和提高科研思维能力、掌握科学方法的

有机结合，将课堂教学转变为科研训练过程，从而培养和提高学生的科研能力。

综上所述，作为应用数学、运筹学、管理决策理论与方法等课程的进一步延伸，最优化理论与方法课程特点鲜明，其理论性较强、知识点多，这也使得该课程教学改革是一个耗时长，且需要不断完善的过程。在高校致力于培养具有创新意识及创新能力的新型人才这一大背景下，应该结合学生的实际特点，改革最优化理论与算法课程传统的教学模式，探索有效的教学新途径，以提高最优化理论与算法课程的教学质量。

在国家进行双一流建设的契机下，全面提升本科生培养水平和创新能力是学校整体建设的重要组成部分，新形势下本科生的培养，不仅要注重专业理论、方法和基本技能的培养，还要注重知识的应用和实践，以及创新能力的培养。针对我校各专业的具体情况和多元化人才培养目标，对本课程开展切实可行的教学改革十分必要。通过对本课程教学改革的实践与尝试，提高了学生学习本课程的兴趣，加深了对课程理论和算法的学习，通过提出问题、分析问题、构建模型、模型求解和模型解释等环节的训练，学生将抽象课程理论知识用于学科前沿实际问题的能力得到了锻炼，提高了解决实际问题的能力，提升了学生的专业素质，充分激发了学生学习的积极性及学生主动学习的潜能。最优化理论与方法课程教学改革是一项长期工作，尚存在诸多需改进之处，需要我们进一步进行探索。

#### 参考文献：

- [1] 王刚, 王宜举.《最优化理论与方法》课程教学改革与实践[J]. 教育进展, 2020, 10(6): 1001-1007.
- [2] 徐恭贤. 基于创新性思维的《最优化理论与方法》课程教学研究与实践[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2021, 42(2): 119-125.
- [3] 陈士涛, 宋志华, 许建虹. 系统与优化类课程创新改革与特色核心金课建设研究[J]. 工业和信息化教育, 2022(1): 43-47.
- [4] 王福胜, 姜合峰, 王文静, 王小春. 高师院校《最优化理论与方法》课程教学方法研究[J]. 太原师范学院学报(社会科学版), 2013, 12(3): 155-157.

项目支持：本文系西安电子科技大学教学改革项目《最优化方法课程教学模式和内容的改革与实践探索》(项目编号：C21100)，《工程优化方法课程线上线下教学方式创新研究与实践》(项目编号：JGYB2234)和《工程优化(核心课程)》(项目编号：HXKC2206)阶段性成果。

#### 作者简介：

叶峰(1975-)，男，陕西人，西安电子科技大学数学与统计学院副教授、博士，主要从事最优化理论、算法及其应用研究；

穆学文(1979-)，男，山西人，西安电子科技大学数学与统计学院副教授、博士，主要从事最优化理论中锥规划、半定规划及其应用研究；

孟红云(1975-)，女，陕西人，西安电子科技大学数学与统计学院副教授、博士，主要从事最优化理论、智能算法及其应用研究。