

基于目标问题导向的《高等数学》课程 教学实践



张传芳*, 杨春玲

广东石油化工学院理学院, 广东茂名 525000

摘要: 目标问题导向式教学模式是以目标问题为导向的新型教学模式, 该教学模式的关键是教师根据教学目标在课前预设五类问题, 即将教学目标转化为目标问题, 在授课的过程中围绕目标问题引导学生通过预习、分组讨论、教师点评等方式学习新知识。伴随目标问题的解决, 即完成了教学目标使学生掌握了新知识, 又提升了学生自学能力、团队协作能力、分析问题和解决问题的能力。传统的高等数学教学模式面临诸多问题, 如学生学习难度大, 教师教学任务重等, 因此, 改进教学模式、提升教学理念是高等数学走出困境的必由之路。本文以高等数学中函数曲线的凹凸性的教学为例, 详细说明目标问题导向式教学模式在高等数学教学中的应用。实践表明: 这种教学模式降低了课程的难度, 有效地提高了学生的课堂参与度, 提升了学生学习高等数学的信心。既能培养学生良好的学习习惯, 又能提高学生解决问题的能力, 同时将课堂知识与专业知识相结合, 让学生体会到了学以致用, 学用结合。

关键词: 目标问题导向式教学; 教学模式; 高等数学

DOI: [10.57237/j.edu.2023.06.001](https://doi.org/10.57237/j.edu.2023.06.001)

Practice of Teaching in Advanced Mathematics Courses Based on Goal-Problem-Orientation

Zhang Chuan-fang*, Yang Chun-ling

School of Science, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming 525000, China

Abstract: Goal-Problem-Orientation Teaching mode is a new type teaching model, which is based on problems of goal. The key of the teaching mode is the designation of five types problems according to the teaching goals before class, that is, to transform the teaching goals into goal problems. During the teaching process, students are guided to learn new knowledge through preview, group discussion, teacher's comments and other ways. With the solution of the goal problem, the teaching goal is completed, and the students studied new knowledge, while also enhancing their abilities of self-learning, teamwork, problem analysis and problem solving. The traditional teaching mode of Advanced Mathematics is faced with many problems, such as the difficulty of students' learning and the heavy teaching tasks of teachers. Therefore, improving the teaching mode and promoting the teaching concept is the only way for Advanced Mathematics to overcome the difficulties. Taking the teaching of the concavity and convexity of function curves as an example, this paper explains the application of the Goal-Problem-Orientation Teaching model in Advanced Mathematics.

基金项目: 广东石油化工学院科研基金人才引进项目 (项目编号: 2019rc101).

*通信作者: 张传芳, chuanfangzhang@gdupt.edu.cn

收稿日期: 2023-09-08; 接受日期: 2023-11-06; 在线出版日期: 2023-11-15

<http://www.educationrd.com>

The practice shows that this teaching model reduces the difficulty of courses, effectively improves students' participation in the class, and enhances their confidence in learning Advanced Mathematics. It can not only cultivate students' good learning habits, but also improve their ability to solve problems. At the same time, it combines classroom knowledge with professional knowledge, so that students can realize the combination of learning and application.

Keywords: Goal-Problem-Orientation Teaching Mode; Teaching Mode; Advanced Mathematics

1 引言

“目标问题导向式教学”是由广东石油化工学院副校长周如金教授首次提出的一种全新教学模式,是围绕目标设计问题来组织教学的互动式、合作式的教学模式[1]。核心是围绕目标问题的设计[2]。设计问题围绕的目标包括:学校的办学目标、专业的人才培养目标、课程教学目标等[3-4]。设计的问题包括:基本问题、重点问题、难点问题、实践问题、拓展问题等五类问题。基于目标来设计问题,通过问题设计、课堂教授、解疑答惑、研讨交流来主导教与学[1]。通过目标问题的方式引导学生自主学习,有效地促进课堂教学,提升课堂参与度,力求达到“激发兴趣、引发思考、学以致用、素质培养”的目的[5]。

2 高等数学教学中所面临的困境

高等数学是理工科学生最重要的基础课之一,该课程的教学质量是本科教学水平的一个重要标志[6]。大学数学教育的目标不仅在于为学生提供学习专业知识的基础和工具、培养数学的逻辑思维及应用能力,掌握这种现代科学语言,学到理性思维的模式,接受分析、演绎、推理、总结归纳、应用等各项科学素质的训练,而且还要引导学生接受数学文化的熏陶,使学生学到更丰富、更有用的现代化的数学知识,让学生具有更强的运用数学工具和技术的能力,以适应新时代发展的需要[6]。

2.1 学生人数多,课堂参与度不高

高等数学是课时最多的基础课,分上下两个学期授课。一般周学时为6学时左右,教学周数多为14-18周。大多数高校中承担基础课教学的教师授课任务都很繁重。高等数学的授课教师一般都至少承担一个教学班的授课任务,有许多教师要承担两个或两个以上教学班的授课任务,有的还要承担其他课程的教学任

务。繁重的教学任务使得教师很难有精力关注到每个学生的学习情况。高等数学的教学班都是两合班、三合班,甚至四合班一起上课,课堂学生人数往往都很多。传统的教学方法主要是以课堂讲授法为主,如果想让学生参与到课堂上来无非就是点名提问,但这也只能说是粥少僧多。又或者对所有人提问,让学生一起回答问题,这种“大帮哄”的结果势必会造成有的学生“吃不饱”,有的学生“吃不消”的情况[7]。传统的这些方式都无法进一步提高学生课堂的参与度。此外,学生人数众多使得教师课堂上无法照顾到每个学生的学习状态和学习效果,课下也很难做到及时逐一解答学生的问题。如此繁重的教学任务,如此多的学生人数对很多教师来说详细的批改作业都成了一大难题。

2.2 理论性强,抽象性高

初高中的数学多以形象思维为主,抽象思维为辅。很多数学问题都有与之相应的实际模型,而且教师或者教材也经常采用数形结合的方法解释相应的问题。但高等数学理论性较强,抽象性较高,尤其大一学生刚开始接触数列极限的 $\varepsilon-N$ 语言或者函数极限的 $\varepsilon-\delta$ 语言时均不知其所以然。这就要求学生必须具有较高的自主学习能力,必须积极探索、独立思考。这种思想方法和思维方式上的巨大差异让学生感到无所适从,从而失去学习兴趣和信心[8]。

2.3 内容难度大,与专业联系不够紧密

目前,高校比较认可同时使用率也比较高的高等数学教材是由同济大学出版的《高等数学》,但是对于很多学生来说,它的难度系数还是比较大的[9]。当然也可选用相对比较简单一些的高等数学教材,但大多数高等数学的教材内容与工科专业联系都不够紧密,使其与学生头脑中的形象思维之间形成较大的矛盾冲突,这就增加了高等数学的教学难度。虽然很多学者

尝试了在高等数学中引入案例式教学[10-12]，但相较于高等数学数量众多的知识点及数十个工科专业来说也难免显得力不从心。

2.4 没有养成良好的学习习惯

高等数学知识的连贯性强，学习中遇到不懂的问题就要寻求解决问题的方法，不能存在遗留问题，否则影响后续内容的学习，一旦学生无法跟上课程进度就会逐渐失去学习的兴趣。另外，在教学中往往会遇到这样一类的学生，他们在课堂上认真听课，课下也能够认真完成作业，但学习效果一直都不理想。造成这种情况的原因往往是这些学生在学习的过程中缺少探究和深入思考，没能够将学习的内容融会贯通，又或者没有做好课前预习和课后复习，没有养成“学”中有“思”，“思”中有“学”的习惯[13]。此外，高等数学知识点多，作业量大，涉及大量计算及证明，内容较为枯燥，学生难以掌握，很容易产生厌学的情绪，以至于在学习过程中迷失方向。

针对以上这些教学中的困境问题就要求教师在教学过程中要不断地思索破境之法，探索破境之路，找寻破境之门。改革教学方法，创新教学模式，提升课堂参与度，提高学生的学习热情和兴趣。

3 目标问题导向式的教学设计

目标问题导向式教学模式自从提出以来，在很多课程中得到了广泛的应用，如文献[3-5、14-16]等。在该教学模式下，目标问题是其核心。如何设计问题，直接影响到学生学习的质量[17]。教学过程主要包括：目标设计、问题设计、内容设计、流程设计、课堂授课、分组讨论、答疑解惑等。课前教师要依据学校的办学目标、专业的人才培养目标、课程教学目标等设计出五类问题，即将教学目标转化为问题[3]。在课堂中围绕目标问题开展交流讨论，引导学生从被动学习变为主动探索，培养学生的自主学习能力和创新精神。

下面以函数曲线凹凸性为例介绍目标问题导向式教学模式在高等数学教学中的应用。

为了培养学生应用导数工具分析问题和解决实际问题的能力，本节学习导数的另一个应用----函数曲线的凹凸性，它是对曲线性态走势的一个更精确的描述。

授课专业：建筑学专业。

学校的人才培养目标：致力于培养“人格健全，基础扎实，实践能力强，具有创新精神的应用型高级专业人才”[18]。

专业的人才培养目标：适应国家经济发展和城乡建设的需要，培养人格健全，专业基础扎实，具有较强的工程实践能力和创新意识，具有良好的职业道德、社会责任感和团队精神，具有可持续发展理念，主要在建筑设计、城乡规划与管理、教育科研机构、管理部门等，从事建筑设计、城乡规划、风景园林规划、历史建筑保护设计、房地产开发与管理等工作的应用型高级人才[19]。

高等数学课程教学目标：掌握判断曲线的凹凸性的方法，会求曲线的拐点。

3.1 课前准备

依据上述各目标制定本节课的课堂教学目标：包括知识目标、能力目标和思政目标。

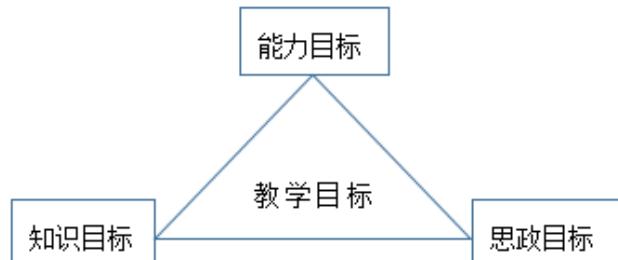


图 1 三维课堂教学目标

知识目标

- 1) 理解函数凹凸性的定义；
- 2) 掌握利用二阶导数判断函数凹凸区间的方法。

能力目标

培养学生的逻辑思维能力，提高学生分析问题、解决问题的能力。

思政目标

理解“理论来源于实践，并应用于实践”的辩证思想；通过讲中国故事，传播中国声音，弘扬人与自然和谐相处理念，提升学生的文化自信和民族自豪感[20]。

围绕目标精心设计循序渐进式、可促进学生自主学习、激发学生学习兴趣的五类问题：基本问题、重点问题、难点问题、实践问题、拓展问题。这五类问题体现了认识的不同阶段，从感性认识到理性认识，再从理性认识到实践的过程[21]。

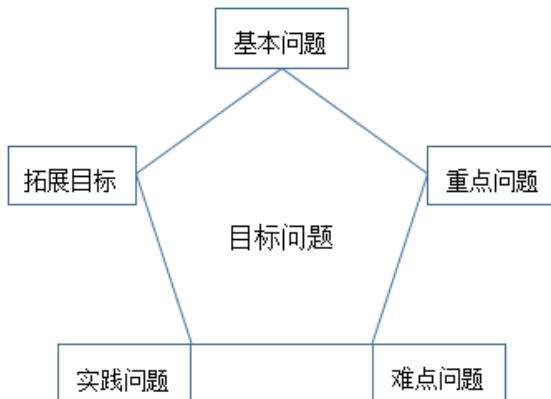


图 2 五类目标问题

3.1.1 基本问题

课前推送视频有助于复习巩固上节课所学内容——借助导数判断函数的单调性，使得学生对知识的学习有系统性和连贯性。同时观看杭州湾大桥和武汉长江大桥的视频，使学生对于曲线的弯曲方向有一个大致的了解。

- (1) 杭州湾大桥和武汉长江大桥有什么不同？
- (2) 函数曲线的凹凸性在图形上的表现有什么不同？
- (3) 观察函数 $y = x^3$ 和 $y = \sqrt[3]{x}$ 的图像曲线在 $x = 0$ 弯曲方向的变化情况，说明什么是拐点？

这些问题多是基于先期的学习为基础，学生能够一看就懂，一学就会，以学生自学掌握为主[2-4, 22]。课堂上交流讨论，教师提问，检查学生掌握情况，对于共性的问题简单讲解。基本问题属于感性认识阶段[21, 23]。

3.1.2 重点问题

- (1) 函数曲线的凹凸性的定义；
- (2) 如何判定函数曲线的凹凸性？

这是要求必须掌握的问题，学生通过观看课前推送的视频或者阅读教材可以获得答案[2-4, 22]。这也是教师在课堂上重点点评之处。重点问题属于理性认识阶段[21, 23]。

3.1.3 难点问题

- (1) 判定函数曲线凹凸性的方法；
- (2) 观察函数 $y = x^3$ 和 $y = x^4$ 的曲线在 $x = 0$ 弯曲方向的变化情况，思考：二阶导数为零的点一

定是曲线的拐点吗？

- (3) 观察函数 $y = \sqrt[3]{x}$ 的图形曲线在 $x = 0$ 弯曲方向的变化情况，并思考：拐点处的二阶导数一定等于零吗？
- (4) 判定拐点的步骤。

这类问题需要学生深入思考，往往分组讨论才能获得答案[4, 22]。难点问题属于理性认识阶段，是对理性认识的进一步深化[21, 23]。

3.1.4 实践问题

- (1) 函数曲线的凹凸性在实际生活中有哪些应用？
- (2) 观察杭州湾大桥和武汉长江大桥的外形有什么不同？为什么杭州湾大桥不设计成直线型而是设计成弯曲的形状？两点之间直线最短，直线工程造价不是更低吗？

与教材中的例题相比，实践问题与日常生活或者生产实践更贴合，能更好的吸引学生的兴趣，通过这类问题的解答能提升学生运用所学知识解决问题的能力，让学生体会到课程知识的实用性[3]。体现了从理性认识到实践的飞跃[21]。

3.1.5 拓展问题

- (1) 平面曲线弯曲方向可以用凹凸来描述，弯曲程度如何度量？
- (2) 空间曲线如何考虑其弯曲方向和弯曲程度呢？
- (3) 空间曲面如何考虑弯曲程度？
- (4) 结合专业知识探讨曲线的凹凸性在建筑专业中有哪些应用？

这类问题主要强调创新应用和素质拓展，属于综合性、开放性的问题[22]。学生需要结合所学知识，课下查阅资料，深入思考才能得出答案，也可借此引入下一节将要学习的知识点[3]。拓展问题是用新的实践来深化认识[21]。

3.2 课堂授课

播放视频动画导入本节课的内容：导数的应用之函数曲线的凹凸性。在讲授新的概念时，努力做到将知识点内容与学生熟悉的图形联系起来，运用数形结合的方法帮助学生理解抽象的概念，化繁为简，化难为易。在此利用弦与曲线的位置关系，引出凹凸性的

定义,直观易懂。

课堂授课方式采用分组讨论式教学,这样既可以锻炼学生的口语表达能力和团队协作能力,又能使学生在一个相对比较轻松的氛围中掌握知识。小组成员围绕基本问题相互学习、交流、完成自主学习,鼓励学生动脑思考,真正让学生参与到课堂中。

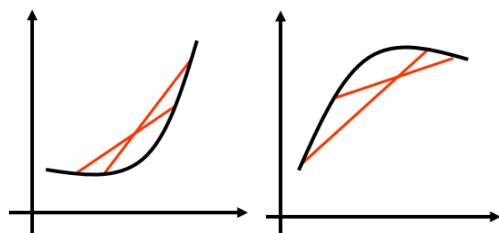


图3 弦与曲线的位置关系

对于预设的重、难点问题,让学生观察播放的动画视频中凹凸曲线上切线的斜率变化情况,总结变化规律:凹的时候,斜率由小变大,即 $f'(x)$ 递增;凸的时候,斜率由大变小,即 $f'(x)$ 递减。通过启发引导可

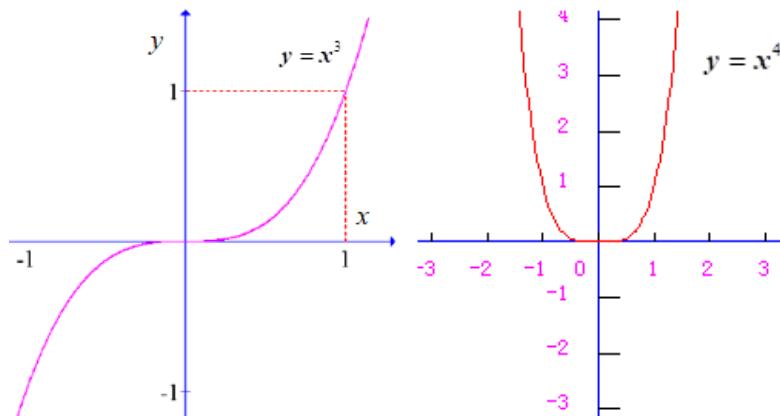


图5 函数 $y = x^3$ 和 $y = x^4$ 图像

这些重、难点问题均可由各学生小组讨论归纳总结出结论,然后小组间不同成员依次回答,逐个补充上不完整之处。最后,由教师通过对知识点的梳理、总结归纳、点评讲解进一步强调重点和难点。

针对实践问题让学生在课堂上充分讨论,各小组派代表发言,教师予以补充说明,为了减轻台风等因素对大桥的影响,并考虑到行车安全的问题,因此杭州湾跨海大桥设计成弯曲的形态。此外,给学生强调大桥在建设过程中取得了多项创新成果,打破了国外技术的垄断,为同类桥梁的建设提供了宝贵经验,体现了中国人民的智慧,以此提升学生的文化自信和民族自豪感[20],激发学生家国情怀和使命担当。

以让学生总结出函数曲线凹凸性的判定定理。

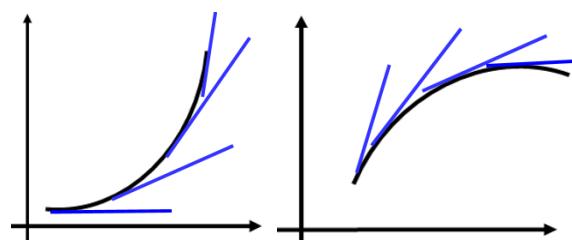


图4 切线与曲线的位置关系

对于难点问题中有关拐点的问题,可以引导学生观察函数 $y = x^3$ 和 $y = x^4$ 的曲线在 $x = 0$ 弯曲的变化情况,从而得出:二阶导数为零的点不一定是曲线的拐点。进一步的观察函数 $y = \sqrt[3]{x}$ 的图像中曲线在 $x = 0$ 弯曲方向的变化情况,并结合先学知识即可得出:拐点处的二阶导数不一定都等于零。由此可总结出判定拐点的步骤和方法。

3.3 课后任务

课后,布置函数曲线的凹凸性的判断定理应用的作业,及时巩固所学知识,同时向学生推送知识点的拓展问题,鼓励引导学生进行思考、讨论,促进学生对知识的思考和深度学习,提高学生发现问题、解决问题的能力[2]。

4 教学总结与反思

目标问题导向式教学模式改变了传统的“一块黑板,一支粉笔,老师讲,学生听”这种高耗、低效、呆

板的教学模式,将其转变为“教师主导,学生主体”的师生讨论交流教学方式,发挥了学生的主体作用,让学生通过自身积极的思维活动、自主参与、亲身经历学习过程,主动获取知识。通过目标问题的提出,引导学生查阅资料、自主学习和思考,降低学习难度。对五类问题的分析解答也激发了学生的学习兴趣,让学生生有一定的成就感[3]。

通过目标问题导向式教学模式在高等数学教学中的实践表明:该模式将抽象难懂的定义、定理转化为直观的目标问题,再利用数形结合的方法,只需观察函数曲线的变化情况及其与弦或者切线的位置关系,即可总结出定义和判定方法。这样的教学模式降低了课程的难度,有效地提高了学生的课堂参与度,提升了学生学习高等数学的信心。此外,通过课前推送基本问题,课后推送拓展问题,将课程教学延伸到课堂之外,让学生学会独立思考,并通过查阅资料等方式去寻找问题的答案,从而继续课堂中没有完成的学习任务,这既能培养学生良好的学习习惯,又能提高学生解决问题的能力。为解决拓展问题,学生需要结合专业知识,并查阅相关资料,会发现很多著名建筑的外形都运用了曲线形的设计,这即体现了建筑的艺术美感,又能够起到稳定性的作用。这正是将所学知识应用于实践并指导实践的很好的例证。让学生体会到了学有所用,学有所获,学有所得。

诚然,目标问题导向式教学模式并非完美,也存在一些需要解决的问题:

- (1)受课堂时长限制,只能注重共性多,而注重个性少[1]。
- (2)课前自主学习效果如何评价?课后讨论、交流过程管理和效果评价?考核中如何确定平时成绩和期末成绩等[4]。

5 结束语

目标问题导向式教学改革涉及教学内容、教学方法、教学过程等诸多方面的改革,教师需要结合高等数学课程的特点,精心设计出多层次、多维度的目标问题,以保证学生的学习质量,提升学生自主学习的能力、分析问题和解决问题的能力、团队协作的能力[2]。在高等数学课程教学中应用目标问题导向式教学体现了教学模式的改革与创新,相信随着该教学模式的不断推进和应用,将会进一步提升教学效果,提高教学质量。

参考文献

- [1] 搜狐. 一篇读懂|什么是“目标问题导向式教学”[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/389579975_656828, 2020.4.20.
- [2] 秦大伟,罗天雨. 目标问题导向式在线教学模式探析 [J]. 广东化工, 2021, 48(2): 242-243.
- [3] 余成华, 乔艳辉, 王雅婷. 浅谈目标问题导向式教学在化工技术经济学中的应用 [J]. 山东化工, 2021, 50(14): 221-222.
- [4] 单书峰, 吴月松, 黄伟莉等. 目标问题导向式教学理念在化学反应工程教学中的实践---多相催化反应动力学为例 [J]. 山东化工, 2021, 50(15): 195-196+200.
- [5] 于月民, 刘宝良, 梁翠香. 基于目标问题导向的“材料力学”课程教学创新 [J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2022(3): 45-46.
- [6] 复旦大学. 高等数学课程网站 [EB/OL]. <https://math.fudan.edu.cn/gdsx/main.htm>. 2019. 10.
- [7] 文秘帮. 高等数学在经管类专业中的教学之我见[EB/OL]. <https://www.wenmi.com/article/pxake103cafz.html>. 2022.9.4.
- [8] 张晓平, 李秀珍. 工科院校高等数学教学面临的困境及解决途径 [J]. 科技视界, 2012(03): 43-45+33.
- [9] 刘冬梅. 高等数学教学的困境及解决探索 [J]. 高教学刊, 2019(23): 78-80.
- [10] 周少华, 刘继颖. 新工科背景下石油类专业高等数学案例教学探析 [J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2020(01): 189-190+248.
- [11] 赵瑞环, 左立娟, 李娟飞. 应用型高校高等数学案例式教学探讨 [J]. 理科爱好者(教育教学), 2019(02): 11-12.
- [12] 郭琼, 张雯莹, 王凤超. 新工科背景下高等数学案例教学与课程思政的融合探索 [J]. 科教文汇(上旬刊), 2021(10): 51-52.
- [13] 品诗文. 季羨林: 谈学与思: 有思有学, 知行合一, 才能进步 [EB/OL]. <https://m.pinshiwen.com/xljt/ganwu/20210319312461.html>, 2021.3.19
- [14] 游子娟, 陈汉林. 基于“目标问题导向式”教学模式的探索---以《大气污染控制工程》课程为例 [J]. 广东化工, 2022, 49 (2): 154-156.
- [15] 王丽, 单书峰, 孙晋等. 基于“目标问题导向”的石油化工工艺学混合式教学改革与实践 [J]. 化工管理, 2023(01): 55-59.
- [16] 姚翠红, 张芹秀, 刘根. 目标问题导向式教学在会计学专业课程中的应用——以《高级财务会计》为例 [J]. 中外企业家, 2021(4): 258-259, 261.

- [17] 王丽, 陈子洋, 付文等. 基于"目标问题导向"的化工类课程在线教学设计与评价 [J]. 化工设计通讯, 2021, 47(1): 109-110.
- [18] 广东石油化工学院新闻网. 【南方日报】发扬“西迁精神”建设高水平理工科大学. [EB/OL]. <https://www.gdupt.edu.cn/info/1053/39723.htm>. 2019.6.27.
- [19] 广东石油化工学院建筑工程学院. 建筑学专业人才培养方案 [EB/OL]. <https://site.gdupt.edu.cn/jiangong/info/1101/2357.htm>. 2020.6.30.
- [20] 潘璐璐, 徐根玖, 台炳龙等. 理工类课程实践课程思政的逻辑及方法——以高等数学函数曲线的凹凸性为例 [J]. 高等数学研究, 2020, 23 (1): 22-25, 50.
- [21] 王忠勇, 许莹婧, 周如, 金刘美. 目标问题导向式教学模式的实践与创新 [J]. 黑河学院学报, 2022, 13(1): 75-77.
- [22] 于月民, 南景富, 刘宝良等. 基于目标问题的材料力学教学改革 [J]. 高教学刊, 2022, 8(10): 120-123.
- [23] 罗天雨、王遨宇、张鸿宇. 基于目标的问题导向教学法探讨 [J]. 广东化工, 2020, 47(21): 219-220.

作者简介

张传芳

1978 年生, 博士, 讲师. 研究方向为变分法的研究.

E-mail: chuanfangzhang@gdupt.edu.cn

杨春玲

1976 年生, 硕士, 副教授。研究方向为大学数学课程的教学与研究.

E-mail: kyyangchunling@126.com.