

# 基于“四新”建设理念的问题引领式 高中数学微课程自主学习系统研究

胡俊

济南高新区实验中学, 山东 济南

收稿日期: 2023年11月27日; 录用日期: 2023年12月23日; 发布日期: 2023年12月29日

## 摘要

基于“新工科”、“新农科”、“新医科”、“新文科”的“四新”建设发展的要求, 如何培养未来创新型人才的数学素养成为关键困难之一。目前的研究发现, 高中数学微课可以作为解决这一困难的有效途径。然而, 高中数学知识点繁杂、所需方法技巧多变, 学生基础差距往往较大等因素, 当前缺乏系统性的知识体系构建, 因此很难用好微课这一灵活高效的手段辅助高中数学的教学。文中结合新高考的数学考试题, 分析高考数学考试背景知识的历史演进过程, 确定数学创新思维的背景来源与数学微课程案例的建设原则, 提出设计符合学校学生基础的PPT、录制知识点、思维导图、数学案例视频微课, 建设多个题库, 并充分应用这些资源的自主学习系统。

## 关键词

“四新”建设, 高中数学, 自主学习, 微课

# Research on Problem-Based Learning System of Micro-Lecture Autonomous Learning for High School Mathematics Based on the “Four New” Construction Philosophy

Jun Hu

Jinan High-Tech Zone Experimental Middle School, Jinan Shandong

Received: Nov. 27<sup>th</sup>, 2023; accepted: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Dec. 29<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

One of the key challenges in developing innovative talents for the “Four New” fields of engineering, agriculture, medicine, and liberal arts is to cultivate their mathematical literacy. Current research has found that high school math micro-lecture can serve as an effective way to address this challenge. However, due to the complex and diverse knowledge points in high school mathematics, the need for varying methods and techniques, and differences in student foundations, there is currently a lack of a systematic knowledge structure that can effectively utilize micro-lecture as a flexible and efficient tool to support high school mathematics teaching. The article combines questions from the mathematics exam questions for the new college entrance examination to analyze the historical evolution of the background knowledge of the exam, and identifies the sources of mathematical innovative thinking and the principles for constructing mathematical micro-lecture cases. It proposes to design a self-learning system that is tailored to the school students’ foundation, includes PPTs, recorded micro-lecture of knowledge points and mind maps, establishes multiple question banks to fully utilize these resources.

## Keywords

“Four New” Construction, High School Mathematics, Self-Learning System, Micro-Lecture

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2017年2月18日，教育部在复旦大学召开了高等工程教育发展战略研讨会，会上达成了高校要加快建设和发展“新工科”的共识。2018年8月后，“新农科”、“新医科”、“新文科”相继推出，在当前复杂的国际形势下，“四新”建设已经成为促进我国生产力高质量发展的战略基础。新工科要求学生能多元化的创新性思考问题、解决问题；新文科重视文理交叉，需要学生能够借助信息技术、大数据、人工智能、云计算等，跨学科的研究文学、哲学等课程内容；新农科要求学生借助工程技术、生物技术等，发展、壮大农业；新医科要求学生借助大数据、人工智能等新技术，发展智能医学。“四新”建设的发展均需要借助学科交叉的优势，创新知识、创新产品、创新产业，培养应对未来挑战的创新人才[1]。

2020年1月7日，教育部考试中心发布《中国高考评价体系》，从核心功能、考查内容、考查要求三方面为未来的高考考试评价理论设定了框架，未来中国高考评价体系主要由“一核”“四层”“四翼”三部分组成。其中，“一核”指核心功能，即“立德树人、服务选才、引导教学”，是对素质教育中高考核心功能的概括，回答“为什么考”的问题；“四层”指考查内容，即“核心价值、学科素养、关键能力、必备知识”，是素质教育目标在高考中的提炼，回答“考什么”的问题；“四翼”指考查要求，即“基础性、综合性、应用性、创新性”，是素质教育的评价维度在高考中的体现，回答“怎么考”的问题[2][3]。

由以上国家政策导向我们不难发现，科技人才的数学素养是“四新”建设能否成功的关键因素之一，这就对高中数学教学提出了更高的要求。因此，如何改革高中数学教学，培养和激发学生的自主学习能力和创新能力，是当前亟待解决的重要问题。经过长时间的教学实践，一线教师与教学研究者发现，构

建数学微课教学体系是解决这一困难的有效途径[3]-[13]。近十几年来,微课(或慕课, SPOC 等)自高等院校中兴起,逐渐下移至中学教学中,尤其是理科如数学科目,微课的运用已经成为常态[14] [15] [16] [17]。然而,高中数学知识点繁杂,方法技巧多变,学生基础差距很大,如果缺乏系统性的知识体系,很难用好微课这一灵活高效的手段辅助教学。基于以上的难点,本文基于“四新”建设理念,对问题引领式微课自主学习系统的建设进行了系统的研究与探讨。

## 2. 主要建设思路

基于目前学生学习过程中面临的如下问题[18] [19] [20] [21] [22]: 学生缺乏自主学习能力,基础差距大,导致课前预习不充分、课中“消化不良”、课后无法融会贯通所学知识点,尤其是多个知识的综合应用,提出了以下高中数学微课教学体系的建设思路:

### 2.1. 详细分析新高考的数学考试题, 确定数学创新思维的背景来源

目前关于新高考与传统高考数学难度的比较研究发现[23] [24] [25] [26]: 2021 年 13 套全国数学高考试卷中,新高考卷 32%的题目都有丰富的实际问题背景,其难度均大于其他各省 11 套高考试卷;新高考 I 卷、新高考 II 卷的含参数类问题题量、难度均处于全国中上水平,其无参数题目略多于有参数题目;新高考 I 卷的运算水平难度处于全国第二水平;新高考 I 是 13 套试卷中唯一的复杂推理多于简单推理的试卷,其复杂推理题量占比为 55%,而且其在推理水平上的难度处于全国第一的状态;新高考 I 卷的题目更倾向于综合考查 3 个及以上的知识点,相关题量占比为 23%,单个知识点考查题量占比下降为 32%,其他两个知识点占比含量居中,而且新高考 I 卷在知识点含量上的难度仍然处于全国第一难度水平。2022 年的新高考全国 I 卷更是被称为“难出天际”、“二十年来最难”,它更多的考查逆向思维,相关题量占比 50%以上,其思维难度也处于全国第一位;其对理解层次的考查占比 27%,对运用层次的考查占比为 46%,其认知水平难度为全国第一位。从全国 13 套试卷的总体来看,试卷考评侧重的顺序为(从高到低):逻辑推理能力、知识的认知水平、转化能力、空间想象能力、运算能力等。

从题型来看,2020 年新高考 I 卷开始出现多选题、开放题(结构不良试题)等新题型,更关注学生能否基于基础知识,运用数学的基本思想和个人的基本数学技能,结合个人的学习经验,发现实际问题中所需要的数学知识,从而分析问题,解决问题,并能融会贯通的利用数学知识的内在联系解决问题(具体例子见表 1)。

**Table 1.** Historical evolution of background knowledge in college entrance examination mathematics

**表 1.** 高考数学考试背景知识的历史演进

知识点	背景知识	试卷来源
平面几何、三角问题、微积分	无	1978~1983
立体几何, 对数方程, 极坐标参数方程, 复数	无	1984~1988
待定系数法、配方法、换元法, 坐标法, 数形结合, 函数与方程, 分类讨论, 化归与转化	无	1989~1993
能力、思想、建模	应用题难度加大: 细菌分裂问题, 市场价格, 指数函数对应的增长问题	1994~1997
数据预测与数学模型	环境基础设施投资问题	2018 全国 II 卷文、理科第 18 题
概率、统计检验、函数极值问题, 极大似然估计	无	2018 全国 I 卷理科第 20 题

## Continued

立体几何的结构特征	埃及胡夫金字塔	2020 年全国高考 I 卷文理科第 3 题
对数函数的性质, 不等式性质	信息熵	2020 新高考 I 卷、II 卷第 12 题
平面平行, 线面垂直的性质、球体	中国古代的日晷	2020 新高考 I 卷选择题第 4 题
指数函数模型特征、指数化对数运算法则	新冠肺炎传染模型	2020 新高考 I 卷选择题第 6 题
排列组合问题	北京冬奥会志愿者分配培训问题	2020 全国乙卷理科第 6 题
数据可视化	地方政法公布的税电复工复产指数	2020 新高考全国 II 卷第 9 题
0~1 周期序列	通讯技术应用问题	2020 全国 II 卷理科第 12 题
新知识的理解能力	钢琴演奏: 原位大三和弦、原位小三和弦	2020 全国 II 卷文科第 3 题
半正多面体的棱长、面个数; 立体几何问题转化维平面问题	中国的金石文化: 南北朝时代的官员独孤信的印信形状	2019 年全国 2 卷理 16 文 166
空间几何体的体积	劳动实践为背景: 3D 打印技术	2019 年全国 3 卷理 16 文 16
随机游动问题	药物试验方案	2019 全国 I 卷理科第 21 题
球的表面积	北斗三号全球卫星导航系统	2021 新高考全国 II 卷第 8 题
逻辑推理, 运算求解	北京冬奥会志愿者的培训方案	2021 全国乙卷理科第 6 题
概率统计	一带一路知识竞赛	2021 新高考 I 卷第 18 题
分析问题和数据处理能力	扶贫脱贫工作取得胜利为背景: 农户家庭收入情况的抽样调查结果	2021 全国甲卷文、理科第 2 题
海岛高度	《海岛算经》测量方法	2021 全国乙卷理科第 9 题
数列	我国传统文化剪纸艺术	2021 新高考 I 卷第 16 题
概率, 方程求解	微生物繁殖的个数服从概率分布, 研究该生物若干代后长期存在或最终消亡的原因	2021 新高考 II 卷 21 题
线线关系、线面关系、点面关系	三角高程测量法测量珠穆朗玛峰	2021 全国甲卷理科第 8 题
数据的关系	视力表中的五分记录法和小数记录法	2021 全国甲卷理科第 4 题, 文科第 6 题
概率统计的应用	芯片生产中的刻蚀速率问题	2021 全国乙卷文、理科第 17 题
	二进制	2021 新高考全国 II 卷第 12 题
欧拉公式、多面体总曲率问题	大兴机场	2021 八省联考适应性测试

## 2.2. 确定数学微课程案例的建设原则

综上所述, 更多的数学知识会放在现实中来体现, 要利用生活情景、数学文化、社会热点、科学进展等作为新知识的引入, 构建开放式问题, 引导学生能够以 3 个及以上的知识, 综合运用数学知识, 学以致用。因此, 构建数学微课程案例的基本原则是从数学历史、数学文化、科技进步、产业发展、世界局势、网络热点、技术瓶颈等方面, 借助新闻、传统文化、纪录片、史书、经典名著等多方面渠道背景资料, 截取可用的视频、动画、图片、文字等作为不同的资料库及案例储存, 并结合教师的个人兴趣与爱好, 建设一致性的数学自主学习体系。

### 2.3. 设计符合学校学生基础的 PPT、录制知识点、思维导图、数学案例视频微课

基于不同高中学生的基础不一致性,教师应该制作基本不变的知识点 PPT,比如制作概念微课、公式探究微课、数学定理微课、数学应用微课等,作为基础微课。再利用设计的数学案例,与这些 PPT 进行不同的组合,在实际学习中进行应用。学生在课前预习、课后复习时,都可以重复的观看教师录制的知识点微课视频,并能根据不同的数学案例,发现隐藏的多个知识点,达到能融会贯通的地步。

知识点要从往年真题入手,根据考点,设计新的题目,或者让学生发现新的方法,重点是让学生能感觉到数学的魅力,而不仅仅是题海战术的疲劳感。

核心微课知识点视频讲解是固定的,每个知识点在 3~5 分钟之内,分清楚重点、难点、疑点、易错点、考点等。例如,讲解立体几何知识,可以用我国博物馆中的文物图片、动画、纪录片等进行知识背景引入;数列可用纪录片中的细胞有丝分裂或动画形式,展现数的变化,引出数列知识;圆锥可以用实物图片,立体图形,照片,纪录片等形式展示;定理讲解证明,可以用白板录屏,或手机录制;运用几何画板、flash 动画、网络画板等让学生自己画立体图形;引入数学相关的游戏,增加学习的趣味性;还可以让学生互相讲数学案例,分析其中隐藏的多个知识点,并利用奖励措施激励学生。

基本概念微课可以利用 PPT 的自带录制视频或音频功能,体积小,学生方便观看;或者可使用学习通、雨课堂和微课宝等工具,既能手写推导过程,又能导入音视频,还能互动点名、随机测试、问卷调查等,并能根据学生提前答题情况,了解学生的掌握程度。

思维导图又叫心智图,是表达发散性思维的图形思维工具,它形式简单却极其有效,是学生进行知识建构的有力工具,目前,制作思维导图的工具很多,例如 GitMind、XMind、MindMaster 等。

有余力的教师,可以鼓励学生与教师共同制作基础知识点 PPT,甚至是模拟命题制高考题,可以开拓思维,发展创造力。

### 2.4. 建设多个题库

配套建设单个知识点测试题库、多个知识点测试题库、案例融合式题库,并根据不同的学生层次,生成针对性的课前测试题库、课后测试题库,章节测试题库,期中测试题库,综合知识点测试题库,高考模拟测试题库等。其中同一个知识点要有不同题型的变化:填空、单选、多选、应用等题型,注意举一反三、触类旁通。

## 3. 具体设计案例

以下为一节课的设计:

1) 对于指数函数这一节内容,教师设计的最小知识点微课包含最基本的指数函数表达式:函数  $y = a^x$  ( $a > 0$  且  $a \neq 1$ ), 及其对应的图像(见图 1):

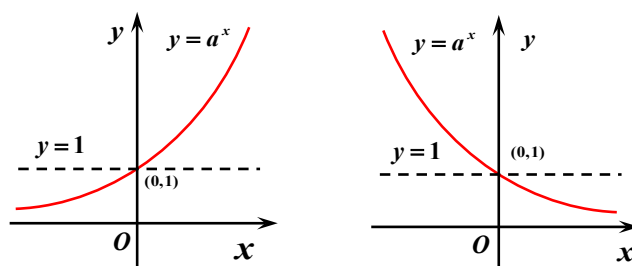


Figure 1. Graph of exponential function  
图 1. 指数函数的图像

学生需要回答该微课包含的如下 4 个问题(每题 25 分):

- 求函数  $y = 2^x$  的定义域;
- 求函数  $y = 0.4^x$  的值域;
- 分析函数  $y = (-2)^x$  的单调性;
- 分析函数  $y = \left(-\frac{1}{3}\right)^x$  的奇偶性。

2) 根据微课的基础定义, 给出复合函数求定义域、比较幂的大小、解指数方程与不等式的简单题目, 并让学生分析、总结这些题目背后对应哪些指数函数的性质。

3) 介绍人口学家马尔萨斯发现的一个重要现象: 1798 年, 马尔萨斯在他的著作《人口原理》中, 以 1790~1820 年间美国四次人口普查数据为基础, 不考虑土地的空间异质性, 并假设每年小麦的产量都会增加 5 倍, 动物例如绵羊数量每两年翻一倍。考虑土地的承受力, 食物增长率是算数级数的速度[27]。根据美国人口普查数据, 可以得到人口随时间变化的趋势(见图 2):

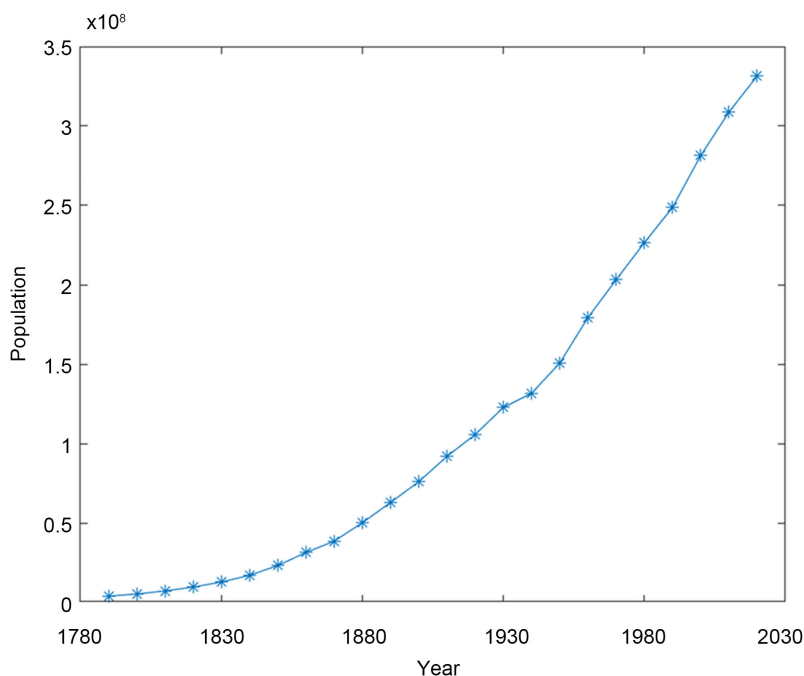


Figure 2. Trend analysis of Malthusian population data

图 2. 马尔萨斯人口数据分析趋势

在做了数据处理之后, 得到的背后隐藏的关系式如下:

$$p = e^{15.5064} e^{0.1908t}。$$

请大家分析: 假如你是当时英国政府的官员, 见到马尔萨斯的人口数据分析之后, 能不能给出恰当的建议? 理由是什么? 请以今天的指数函数相关知识进行解答;

4) 请同学们思考: 如图 3 所示的函数叫对数函数, 它的定义域、值域、单调性、奇偶性与本节课所学的指数函数有什么联系吗?

5) 请分析如下的思维导图(见图 4), 并试着写出对数函数的思维导图

6) 分发课后作业题与测试题。

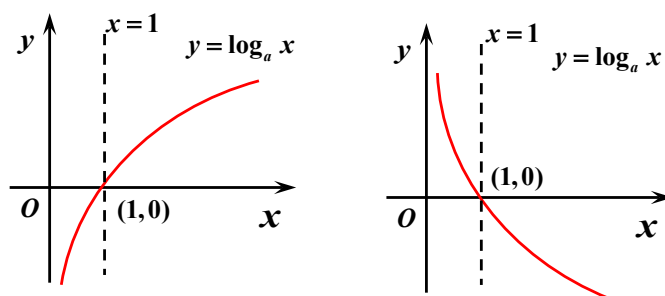


Figure 3. Graph of logarithmic function  
图 3. 对数函数的图像

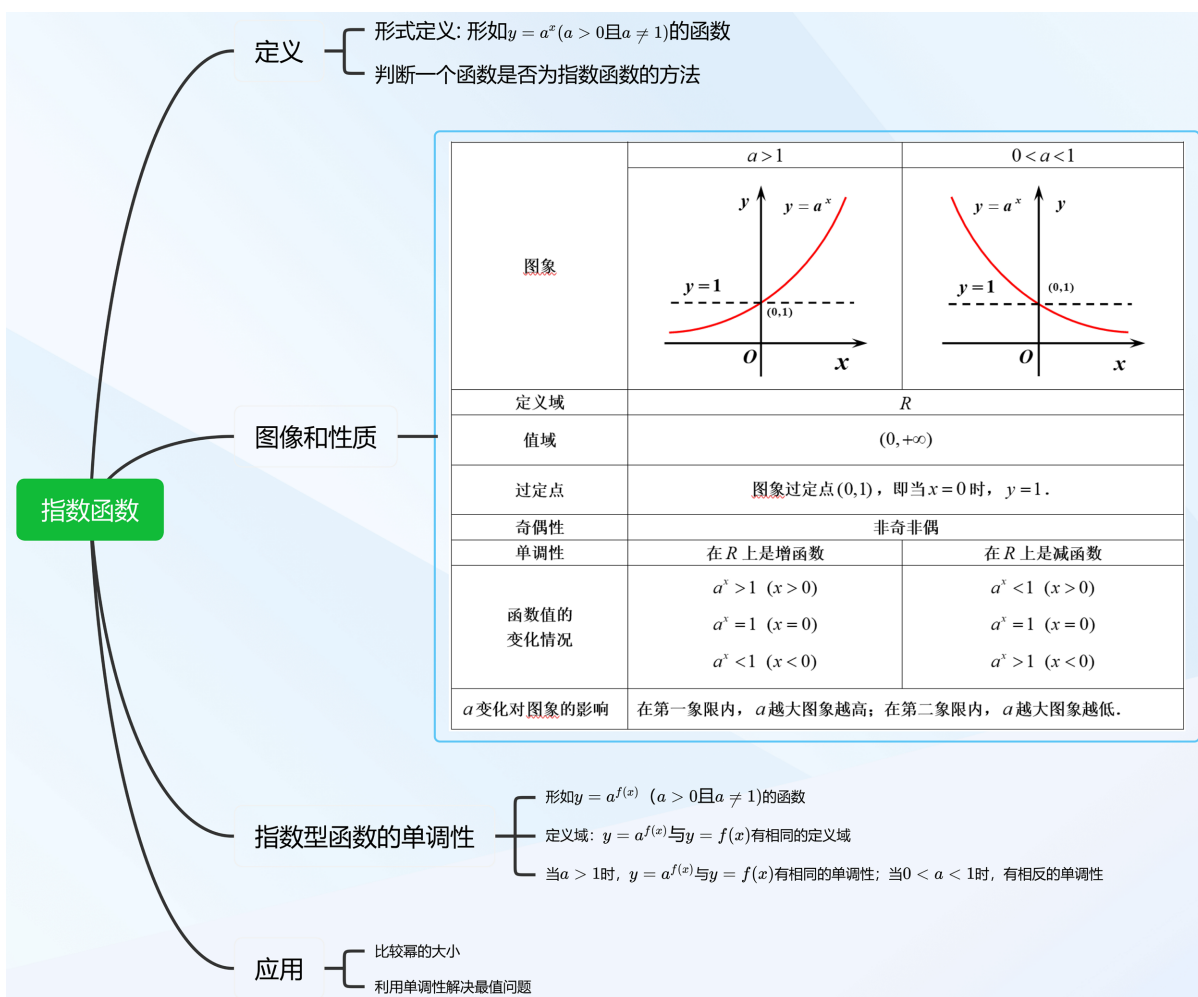


Figure 4. Mind map of exponential function  
图 4. 指数函数的思维导图

#### 4. 结语

要注意的一点是, 讲授式课堂仍然是高中数教授课的主要方式, 而微课是非常有益且有必要的补充, 这两者各有侧重, 并不矛盾。从学生角度来说, 微课能够辅助学生的自主学习, 提高效率, 发展创新思维; 从教师角度来说, 微课教学系统的制作, 能让教师从更广阔的范围关注高考改革, 在专业发展方面

更加贴近国家新高考的政策导向。

在以上的建设过程中, 最难的部分为数学微课的建设。根据目前高中数学学生的问卷调查研究, 除了学生数学基础不扎实、无法做到融会贯通的运用各个数学知识点、做题读题不认真、不能快速、正确地理解题意之外, 学生普遍认为课件难度基本适中, 但趣味性太少, 希望能课后有回看功能的微课, 学生更喜欢有实际应用背景的知识引入。因此, 教师要提升自己的文化素养, 多接触新技术, 例如 R 语言, Python, Matlab 等软件, 通过新高考数学大数据的统计数据, 了解世界科技的进展, 这样才能设计出更加专业、更加高效的数学微课自主学习系统。

## 致 谢

感谢审稿人与编辑的认真与负责!

## 基金项目

基金资助: 济南市高新区教育科学“十四五”规划课题项目“基于问题引领式自主学习的高中数学微课教学体系研究”(145GX005)。

## 参考文献

- [1] 娄立志, 张基惠, 刘淑媛. 新高考改革的社会逻辑初探[J]. 教育理论与实践, 2020, 40(20): 11-14.
- [2] 吕文晶, 陈劲. 当新工科遇上新高考: 机遇、问题与应对[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 78-83.
- [3] 陈守婷. 如何有效衔接新高考改革与大学数学教育[J]. 大学教育, 2020(7): 92-94.
- [4] 莫葵凤, 郑小军. 国内微课研究现状及趋势分析[J]. 广西职业技术学院学报, 2019, 12(4): 67-77.
- [5] 张磊. 关于中学数学教育“微课热”的几点“冷思考”[J]. 数学通报, 2016, 55(4): 4-6, 11.
- [6] 逢淑莲. 微视频技术在高中数学课程教学中的应用[J]. 延边教育学院学报, 2019, 33(3): 151-152, 158.
- [7] 曾光云. 微课程在高中数学概念教学中的应用[J]. 山海经, 2018(24): 73.
- [8] 谈江飞. 微课在高中数学教学中的应用[J]. 新课程教学(电子版), 2019(20): 124.
- [9] 梁宏晖. 如何在高中数学教学中巧用微课实施翻转课堂[J]. 西部素质教育, 2018, 4(10): 117-119.  
<https://doi.org/10.16681/j.cnki.wcqe.201810075>
- [10] 丁金星. 巧用微课创建高中数学高效课堂[J]. 华夏教师, 2018(32): 83-84.  
<https://doi.org/10.16704/j.cnki.hxjs.2018.32.054>
- [11] 张俊. 微课资源在高中数学教学中的有效融入[J]. 教学与管理, 2019(16): 46-48.
- [12] 刘乐金. 在构建高中数学高效课堂中融入信息技术的有效路径[J]. 安徽教育科研, 2022(27): 86-89.
- [13] 顾夕陵. 微课在高中数学教学中的设计策略研究[J]. 文理导航(中旬), 2022(32): 40-42.
- [14] 陈小强. 浅谈微课在高中数学教学中的应用与反思[J]. 数学学习与研究, 2023(3): 5-7.
- [15] 杨光. 探究微视频技术在高中数学课程教学中的应用[J]. 数学学习与研究, 2016(11): 48.
- [16] 周军. 微课在高中数学教学中的应用与反思[J]. 新课程, 2022(10): 120-121.
- [17] 沈红梅. 微课在高中数学教学中的应用与反思[J]. 中学课程辅导, 2022(17): 45-47.
- [18] 代银花. 高中数学教学如何提升学困生学习成绩[J]. 亚太教育, 2022(6): 10-12.
- [19] 吴晓峰, 周奎伟. 高中数学学习困难的成因与对策浅谈[J]. 中国多媒体与网络教学学报(下旬刊), 2021(9): 229-230.
- [20] 李锐堂. 高中数学学习困难的成因与对策[J]. 数学学习与研究, 2021(7): 27-28.
- [21] 马林林. “互联网+”时代高中数学教学困境与突破途径探索[J]. 新课程, 2022(4): 155.
- [22] 肖子鑫, 朱广天, 江丰光. 新高考背景下学生力学推理能力的差异性研究[J]. 物理教学, 2021, 43(5): 20-23, 31.
- [23] 刘兰辉. 成就、问题与挑战: 浙江省新高考改革试点的实践与思考[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2020, 39(7): 68-71.



- 
- [24] 刘静, 周思波, 吴中林. 2020 年新高考与传统高考的比较研究——基于高考试题综合难度模型[J]. 数学教育学报, 2021, 30(6): 26-31.
- [25] 刘静, 周思波. 基于高考试题综合难度模型的比较研究——以全国数学高考 I 卷、新高考 I 卷为例[J]. 数学通报, 2021, 60(4): 47-53.
- [26] 徐思迪, 张红. 基于综合难度系数模型的高考数学试题评价研究——以 2019 和 2020 年高考理科数学全国 II 卷为例[J]. 中学数学研究(华南师范大学版), 2021(3): 14-19.
- [27] 陈蔚然. 马尔萨斯人口思想中“恒常趋势”和“两种抑制”的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2004.