

非标准答案考试改革在数学学科基础课中的探索与实践

——以数学分析1课程为例

王莉, 孙菊贺

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2024年6月11日; 录用日期: 2024年8月7日; 发布日期: 2024年8月16日

摘要

传统的标准答案考试侧重对知识掌握情况的考核, 对学生的某些能力素养考核很难实现。特别是数学学科基础课程具有理论性强、比较抽象等特点, 单一的标准答案考试不利于学生主动探索知识和创新能力的培养, 且容易让学生失去学习兴趣。文章采取非标准答案考试的过程性考核, 特别是线上线下学习任务的设计、个人及团队研究任务的完成等不仅对学生知识掌握程度的提高, 而且对学生自主探索知识能力和创新能力的培养等都有良好的效果, 特别是在教学质量评价系统的测评结果中, 课程教学目标的达成情况的结果令人满意。

关键词

非标准答案考试, 数学学科基础课程, 数学分析

The Exploration and Practice of the Reform of Non-Standard Answer Test in Basic Mathematics Courses

—Taking the Course of Mathematical Analysis 1 as an Example

Li Wang, Jue Sun

School of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Jun. 11th, 2024; accepted: Aug. 7th, 2024; published: Aug. 16th, 2024

Abstract

The traditional standard answer test focuses on the assessment of knowledge mastery, and it is difficult to realize the assessment of some ability and accomplishment of students. In particular, the basic course of mathematics major has the characteristics of strong theory and relatively abstract, and the single standard answer test is not conducive to the cultivation of students' active exploration of knowledge and innovation ability. Moreover, it is easy to make students lose interest in learning. This article adopts the process assessment of non-standard answer test, especially the setting of online and offline learning tasks, the completion of individual and team research tasks, not only has a good effect on the improvement of students' knowledge mastery, but also has a good effect on the cultivation of students' independent knowledge exploration ability and innovation ability. Especially in the evaluation results of the teaching quality evaluation system, the achievement of the teaching objectives of the course is satisfactory.

Keywords

Non-Standard Answer Test, Mathematics Basic Course, Mathematical Analysis

Copyright © 2024 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

随着社会的发展,大数据和智能时代的到来,对信息与计算科学专业的人才需求呈现出高水平、多样化的趋势。在《沈阳航空航天大学高水平应用型大学建设方案》的指导下,在理学院“强理通工”的“新理科”的专业建设目标的要求下,信息与计算科学专业以“成果导向教育”的OBE理念,形成了“重理论、强实践、求创新”的专业优势特色,并根据培养目标的需要全面改革了本专业的教学方法,突出了课程设置的系统性、强化实践环节及过程管理、培养了学生扎实的数学理论基础和较强的创新实践能力。沈阳航空航天大学信息与计算科学专业2020年被评为辽宁省一流专业建设点,数学分析1课程2022年被评为辽宁省一流本科课程。

数学分析课程是信息与计算科学专业的学科基础课,在专业课程学习中起着基石作用。数学分析1为该课程学习奠定坚实的理论基础,其课程内容包括实数理论,数列及函数的概念,极限理论,一元函数的连续性,一元函数的导数、微分和微分中值定理及其应用等。具有很强的理论性、逻辑性和抽象性,培养学生具有良好的数学思维和科学的思想方法。授课对象是信息与计算科学专业大学一年级学生。本课程是学生从初等数学思维到高等数学思维转变的开始,由于数学分析1的强理论性,特别是在数学推理及证明思维,数学语言,数学科学思想方法等方面的培养使得入学新生在开始学习时会产生难度很大、不易理解、无从下手的感觉。数学分析1旨在调动学生自主学习意识,敢于迎难而上,并主动发现问题和解决问题,打好坚实的数学理论基础和形成良好的数学建模思维。

数学分析课程的强基础性和强理论性的特点,针对本课程在应用型人才培养和实践应用能力的培养方面,众多学者[1]-[5]就数学分析课程的教学模式探索、建模能力培养等方面展开研究和探索。考试是教学工作的重要环节之一,在人才培养过程中能够发挥检测、激励和筛选的重要手段,也是评价教师的教学效果的基本方式和手段[6]。为全面贯彻落实《深化新时代教育评价改革总体方案》和《教育部关于一

流本科课程建设的实施意见》，各高校深化课程考核改革，科学合理测评学生的学习效果，改革考核内容和方式，注重考查学生运用知识分析问题、解决问题的能力，破除“死记硬背”和“高分低能”积弊，培养学生创新意识和知识运用综合能力[7]-[12]。

2. 学科基础课程传统考核方式的问题

1) 以标准答案考试为主，考核方式单一。

由于学科基础课程的特点，特别是数学专业的学科基础课程，具有很强的理论性、知识内容抽象且概念、定理及公式较多等，传统的考核都是以标准答案的期末闭卷考试为主。目前增加了平时考核环节，但是平时考核也是以标准答案的平时测验、期中测验、作业成绩的占比来形成平时考核的成绩，其特点还是以标准答案考试为主，形式相对单一。

2) 自主学习能力和创新能力培养不足，不利于学习兴趣的激励。

标准答案考试会造成学生被动学习、“死记硬背”和刷题，对于其主动探索知识、创新能力培养都不利，容易造成学习兴趣的丧失。任何一门学科的产生都有其应用的背景，都是为了解决问题而形成的，因此学习的时候也应该激励和引导学生探索学习，而不是只是学习已有的知识，或记忆已有的知识，其实去探索知识如何而来对知识的掌握是一种更有效的学习方法。

综上所述，为了弥补传统考核方式的不足，非标准答案考试优势在于培养学生自主学习、主动研究和团队分工协作的精神；而且也培养学生的表达能力、独立思考能力和创新能力。紧紧围绕“以学生为中心”的教学理念，学生在学习过程中，学生因为兴趣而主动学习，不是为了考试而被动学习，形成良性循环。

3. 非标准答案考试方案实施内容

3.1. 课程考核主要内容

1) 知识内容考核：通过期末试卷测试完成。根据教学大纲学时比例分配，采取教考分离，运用融智云平台和超星平台跨校修读课程题库进行命题，题型包括填空题、选择题、计算题、证明题和解答题。试题覆盖面全，考核重点要突出，对学生的知识内容掌握进行全面考核。卷面 100 分，占比总成绩 80%。

2) 能力素养考核：数学分析 1 课程的能力素养培养包括分析问题及解决问题能力、自主学习能力、数学研究及创新能力、团队协作能力四个方面。具体考核方式及考核内容如下表 1。

Table 1. Competency assessment methods and assessment contents

表 1. 能力素养考核方式及考核内容

	考核方式	考核能力
	期末试卷测试	分析问题及解决问题能力
非标准答案考试	线上学习任务完成度	自主学习能力、分析问题及解决问题能力
	个人及团队研究任务完成度	自主学习能力、数学研究及创新能力、团队协作能力
	平时测验成绩	分析问题及解决问题能力
	作业完成度	分析问题及解决问题能力、自主学习能力

3.2. 非标准答案考试方案实施举措

在一流课程建设中的一个重要方面是“逐步实施过程评价的多元化考核方式，加强非标准化、综合性等评价。”同时，本课程承担着本专业的基石作用，在培养学生具有扎实的数学理论基础之上，更要注重培养学生的自主学习能力、数学研究及创新能力、分析问题及解决问题能力和团队协作能力等。而

能力的培养体现在平时教师的教学和学生的学习过程中,为此采取如下的非标准答案考试改革措施如下:

1) 有效运用线上学习资源,实现课前、课中到课后立体式学习。

雨课堂辅助教学平台应用:课前预习课件及预习试题发布;课上签到、课上习题发布、随机点名回答问题等。重在培养学生的自主学习能力及提高学习兴趣和热情,让学生意识到学习重在平时积累和理解。

超星平台跨校修读资源应用:本课程选用了超星平台的跨校修读课程,给学生布置相应的任务点包括视频讲解及章节习题测试,学生可以运用其进行预习或者复习,同时对习题解题技巧的练习是一个补充。重在培养学生的自主学习能力和分析问题及解决问题的能力。

2) 针对课程内容及特点,布置个人及团队研究课题,以课堂汇报或纸质作品提交方式完成。

个人研究课题的课堂汇报:本课程共计 80 学时,40 次课,运用每节课的课前十分钟汇报,针对学习内容,会按照学号顺序给每位同学布置个性化研究课题,学生可以制作 PPT 或者板书等形式进行汇报。重在培养学生的自主学习能力和数学研究及创新能力,同时也提高学生对课程的学习兴趣及对知识探索的热爱之情。

团队研究课题的纸质作品提交:以寝室为单位自动形成学习小组,学习小组的研究课题将会在期末进行,最后以纸质作品的方式上交。重在培养学生的团队协作能力和数学研究及创新能力。

3) 多样化的平时测验,让学生重在平时的努力与学习,加深对知识的理解和应用。

平时测验的“多样化”指的是考核时间不必特别固定,可以是某一节结束、某一章结束或者某一重要知识点结束等;考核的方式可以是随堂的重要知识点应用、可以是雨课堂开放问题发布雨课堂作答等;考核的内容可以是有唯一解答的重要知识内容的考核,可以是没有唯一答案的发散式问题等。重在培养学生分析问题及解决问题能力。

4) 通过纸质版作业及时完成,检查学生课堂知识的理解程度和对知识的应用情况。

经过近几年的线上教学、线上线下混合式教学的研究,最终在作业提交和完成上要求学生准备好作业本,以纸质版形式提交作业。由于小班教学,要求学生每节课务必带好作业本。教师会在课前、课上或课间随机抽查学生的作业本,抽查时对作业完成的情况给予记录。一方面,确保学生积极且及时完成每节课的作业;另一方面,及时发现作业存在的问题并及时解决。完成一章的教学内容后,作业本统一上交,教师全批全改,同时根据平时作业的抽查记录及作业的完成情况评出作业的成绩。作业的完成情况反映学生对课堂讲授的理解程度及对所学知识的应用情况。重在培养学生及时运用所学知识解决问题的能力。

3.3. 课程考核评分标准

课程考核评分计算方式如下:

$$\text{总评成绩} = \text{期末试卷测试 } 100 \text{ 分} \times 80\% + \text{非标准答案考试 } 100 \text{ 分} \times 20\%$$

非标准答案考试的评分标准见表 2。

Table 2. A breakdown of the non-standard answer test criteria

表 2. 非标准答案考试标准明细表

考核内容	考核标准	考核折合分值
线上学习任务完成度	完成雨课堂的预习课件观看、预习试题解答、课上推送试题解答;积极签到、完成雨课堂发布的测试等,根据雨课堂形成的考核数据作为依据折算成该项任务完成度的分数值。	10 分
超星平台跨校修读任务完成度	完成超星平台跨校修读课程中的任务点发布:视频学习、章节习题完成等,根据平台形成的考核数据作为依据折算成该项任务完成度的分数值。	10 分

续表

个人及团队研究任务完成度	个人研究任务完成度	根据所给的研究题目能否进行充分准备、查阅和整理形成讲义或 PPT 讲稿; 讲解时思路清晰、语言表达流利; 对内容理解是否充分等不同方面的程度进行评分, 满分 20 分。	20 分
	团队研究任务完成度	根据所给的研究题目能否进行充分准备、查阅和整理形成团队纸质作品上交, 根据纸质作品的完成情况给出相应评分, 满分 10 分。	10 分
平时测验成绩		多样化的平时测验, 但每次测验都会有相应的分数评比。最后总分数进行折算形成折算后的分数, 满分 30 分。	30 分
作业完成度		纸质版作业提交, 及时批改, 根据作业完成数量、完成质量、完成的认真程度等进行 A, B, C 等级评比, 最后根据所获得的 A, B, C 等级程度进行分数折算, 满分 20 分。	20 分

4. 非标准答案考试方案实施效果

数学分析 1 课程目标包括数学知识培养、推理证明能力、数学建模能力、发现新问题能力、提出新方案能力、算法设计能力、持续学习能力七个方面, 具体内容如表 3。

Table 3. Teaching objectives of Mathematical Analysis 1

表 3. 数学分析 1 课程教学目标

1) 学习和理解实数理论, 极限理论, 一元函数的连续性, 一元函数微分学等数学知识, 具有扎实的数学基础和较强的数学语言表达能力。
2) 学习数学分析学证明问题的技巧, 能够将复杂的实际问题进行推理、论证和抽象, 为数学问题的转化做好准备。
3) 学习数学分析定义中蕴含的几何含义和物理含义, 能够正确理解和分析遇到的复杂的实际问题, 根据问题建立数学模型。
4) 通过对数学分析知识的学习、理解和应用, 能够研究遇到的新问题、新知识及新领域。
5) 学习数学分析中解决问题的技巧, 对遇到的实际问题提出自己的解决方案, 并能论证方案的可行性。
6) 理解数学分析中的知识原理, 学习分析中的科学的思想方法, 具有较强的数学语言能力, 逐步建立算法设计思想, 能够利用计算机等现代工具解决问题, 并能够理解各种工具在模拟和预测复杂问题中存在的局限性、不完备性和近似性。
7) 认识数学分析在后续课程中的重要作用。

通过沈阳航空航天大学执行的教学质量评价系统的测评, 得到其各教学目标达成度如下:

Table 4. Achievement of Mathematical Analysis 1 course objectives

表 4. 数学分析 1 课程目标达成度

学号	非标准答案考试折合分数	期末试卷总分	总评成绩	课程目标 1 达成情况	课程目标 2 达成情况	课程目标 3 达成情况	课程目标 4 达成情况	课程目标 5 达成情况	课程目标 6 达成情况	课程目标 7 达成情况
1	94	55	63	0.54	0.59	0.64	0.77	0.98	0.43	0.53
2	84	60	65	0.83	0.35	0.89	0.7	0.5	0.5	0.29
3	88	73	76	0.96	0.43	0.92	0.58	0.81	0.9	0.29
4	93	74	78	0.76	0.67	0.61	0.77	0.98	0.97	1
5	87	78	80	0.91	0.71	0.89	0.77	0.46	0.9	0.76
6	97	83	86	0.9	0.84	0.97	0.98	0.56	0.97	0.53

续表

7	89	54	61	0.8	0.28	0.69	0.7	0.61	0.37	0.29
8	90	54	61	0.82	0.6	0.94	0.22	0.15	0.53	0.53
9	90	60	66	0.8	0.25	0.92	0.57	0.74	0.93	0.53
10	89	70	74	0.83	0.63	0.92	0.38	0.74	0.93	0.76
11	84	54	60	0.73	0.43	0.69	0.55	0.57	0.37	0.53
12	90	80	82	0.84	0.87	0.92	0.58	0.94	0.57	1
13	85	62	67	0.7	0.5	0.94	0.55	0.65	0.9	0.76
14	91	60	66	0.76	0.36	0.92	0.53	0.8	0.97	0.29
15	84	72	74	0.69	0.77	0.94	0.73	0.94	0.67	0.29
16	83	44	52	0.63	0.34	0.89	0.35	0.43	0.53	0.29
17	92	64	70	0.78	0.75	0.69	0.58	0.54	0.7	0.29
18	96	91	92	0.9	1	0.97	0.78	1	0.97	0.76
19	92	72	76	0.9	0.8	0.72	0.77	0.3	0.57	0.76
20	90	76	79	0.83	0.6	0.92	0.77	0.81	0.97	0.76
21	86	61	66	0.77	0.5	0.69	0.55	0.81	0.53	0.29
22	85	54	60	0.74	0.43	0.92	0.27	0.57	0.53	0.76
23	91	62	68	0.63	0.68	0.92	0.57	0.54	0.97	1
24	87	48	56	0.58	0.47	0.67	0.55	0.3	0.97	0.76
25	90	54	61	0.64	0.56	0.92	0.55	0.59	0.57	0.29
26	91	47	56	0.65	0.49	0.64	0.35	0.44	0.57	0.76
27	89	72	75	0.66	0.99	0.92	0.55	0.96	0.57	0.53
28	91	61	67	0.69	0.49	0.94	0.9	0.81	0.3	0.29
平均分	89.21	64.11	69.18	0.76	0.59	0.84	0.6	0.66	0.7	0.57

表 4 是信息与计算科学专业 2023 级学生的成绩情况, 学生的学习基础和学习能力较之前学生相比要弱一些, 因此学生的期末标准答案闭卷考试成绩偏低。非标准答案考试在对提高学生学习和自主学生能力方面起到了非常良好的作用。

从以上表格中的结果可以看出, 教学目标 1, 教学目标 3, 教学目标 4, 教学目标 5 和教学目标 6 的达成度达到 0.7 左右或者接近 0.7, 在对于学生的知识掌握考核及建模能力培养和发现问题、解决问题和算法设计能力等培养方面的实施效果良好。而教学目标 2 是推理证明能力的培养的达成度为 0.59, 数值偏低, 数学分析 1 的理论性及抽象性确实是本课程的一个难点, 在未来的教学过程中还需要进一步增强这方面的锻炼和更加有意识的培养。教学目标 7 的达成度为 0.57, 说明学生对持续学习方面的认识还有待进一步加强, 数学分析 1 的基石作用还需要学生有更加深刻的认识。

5. 结论

由于数学学科基础课程具有理论性强、知识内容抽象等特点, 传统的考核都是以标准答案的期末闭卷考试为主, 考核方式单一且不利于学习兴趣的提高, 也不利于自主学习能力和创新能力的培养。为此, 采取了非标准答案考试的过程考核。从教学质量评价系统的测评结果可以看出: 非标准答案考试的实施

对于培养学生主动学习、主动研究和团队分工协作的精神以及培养学生的表达能力、独立思考能力和创新能力都起到了良好的效果。本结果可以实现对数学其他学科基础课以及考试课进行相应的非标准答案考试改革, 相信一定都能达到理想的效果。

基金项目

2021 年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目辽教办[2021] 254 号; 沈阳航空航天大学一流课程建设重点项目; 沈阳航空航天大学课程非标准答案考试改革项目。

参考文献

- [1] 李洪恒, 邹进, 张之鹤. 关于数学分析课程教学中的数学实验模式与应用型数学人才培养的探究[J]. 新课程, 2015(8): 10, 12.
- [2] 牛玉俊, 马戈. 应用型人才培养模式下数学分析教学探索[J]. 亚太教育, 2016(19): 84-85, 79.
- [3] 尚旭东, 夏慧明. 应用型人才培养模式下数学分析教学的探索与实践[J]. 科教导刊(下旬刊), 2020(27): 87-89.
- [4] 段雅丽, 程艺. 数学分析课程分层教学探索与实践[J]. 大学数学, 2023, 39(5): 5-9.
- [5] 钱龙霞, 王正新, 束慧. 基于多学科交叉融合的数学建模案例设计与分析[J]. 大学数学, 2023, 39(6): 94-101.
- [6] 梁丽娟, 米友军, 王秋兰, 张敏敏, 杨宏强. 非标准答案考试模式在诊断学中的探索与实践[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(19): 56-60.
- [7] 张显, 邓绍伟, 屈太国, 刘毅文, 印东. 计算机组成原理实验课程非标准答案考试方法改革与实践[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(31): 112-114.
- [8] 罗婷, 聂俊飞. 《MATLAB 仿真技术》课程的非标准答案考试改革初探[J]. 福建电脑, 2018, 34(12): 89-90.
- [9] 唐海. 国内外高校非标准答案考核评价改革: 现实样态与优化路向[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2023, 48(8): 128-132.
- [10] 王玲. 课程非标准答案考核方式的探索与应用[J]. 商业会计, 2022(12): 127-128.
- [11] 顾雯雯, 祝诗平, 杨峰. 基于全过程考核和非标准答案考试的路原理课程教学改革[J]. 农业工程, 2023, 13(1): 112-115.
- [12] 崔琚琰. 基于应用型人才培养的非标准答案考试改革路径探析[J]. 成都师范学院学报, 2021, 37(7): 52-58.