

混合式教学模式下《常微分方程》的数字化资源建设

招燕燕

中国民航大学理学院, 天津

收稿日期: 2025年12月2日; 录用日期: 2025年12月30日; 发布日期: 2026年1月6日

摘要

常微分方程作为专业基础课, 为进一步提高教学效果, 增强学生学习的主动性和积极性, 将线上学习和传统教学相结合, 进行混合式教学。在混合式教学模式下需建设数字化资源。经过考虑数字化资源建设的三个关键问题后, 在两年多的时间里, 常微分方程已建设包含电子课件、线上习题库、课程视频、重难点习题视频、思政视频、其他(拓展)视频、思维导图等数字化资源, 并且完成的部分已上传超星学习通。通过教学过程设计把数字资源融入课堂教学中, 再通过数字资源的使用, 改革考核方式。混合式教学取得了很好的成效。

关键词

常微分方程, 线上线下混合式教学, 数字化资源建设

Digital Resource Construction of “Ordinary Differential Equation” under the Mixed Teaching Mode

Yanyan Zhao

School of Science, Civil Aviation University of China, Tanjin

Received: December 2, 2025; accepted: December 30, 2025; published: January 6, 2026

Abstract

Ordinary Differential Equation, as a fundamental specialized course, has implemented blended teaching by combining online learning with traditional instruction to further improve teaching effectiveness and enhance students' learning initiative and enthusiasm. Under the blended teaching

model, digital resources need to be constructed. After considering three key issues in digital resource development, the Ordinary Differential Equation course has built digital resources over more than two years, including electronic courseware, an online question bank, course videos, videos on key and difficult exercises, ideological and political education videos, other (extension) videos, and mind maps, with the completed portions uploaded to Chaoxing Xuexitong. Through instructional design, digital resources are integrated into classroom teaching, and assessment methods are reformed through the use of these resources. The blended teaching approach has achieved excellent results.

Keywords

Ordinary Differential Equation, Online and Offline Mixed Teaching, Digital Resource Construction

Copyright © 2026 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. 背景

常微分方程是我校信息与计算科学和统计学专业的专业基础课，是双语课程。它既是前边已学的数学分析和高等代数的一个应用，也是后续课程数学模型与民航概论的基础，在整个课程体系中起承上启下的作用。只有不断加强常微分方程课程的建设与改革，才能为国家培养更多德才兼备的创新人才。

随着电脑、智能手机的普及，碎片化、数字化学习正在成为常态。区别于传统教学，混合式教学应运而生。混合式教学是指将传统教学与网络教学相结合，通过互联网技术，将教学内容以多种形式呈现，由学生根据自身智力水平、学习目标和学习节奏自主选择学习方式，通过互相交流和互相配合，进一步提高学习效果并减少学习的时间和成本。

2019 年，教育部发布《关于一流本科课程建设的实施意见》，提出了“双万计划”，由此在全国范围内掀起了一流课程建设的热潮。线上线下混合式一流课程作为“一流课程”的重要组成部分，是“一流本科课程建设的重要着力点”^[1]。数字化资源是线上教育教学内容的载体，进行混合式教学，必须进行数字化资源建设。《中国智慧教育发展报告(2023)》显示，中国在数字资源建设应用、数字素养培养、数字教育体系构建 3 个方面取得明显进展，指数排名从 24 位跃升到第 9 位，前进 15 位。“教育数字化正成为普遍共识”^[2]。目前，不同平台、不同高校、不同科目都在探讨如何建设数字化资源^{[3]-[5]}。

常微分方程从 2022 年开始进行线上线下混合式教学，目前已建设了部分数字化资源，后续继续补充，力争建成线上线下混合式一流课程。

2. 数字化资源建设关键问题

对于在线上线下混合式教学模式下的数字化资源建设，我们认为需要解决下面这些关键问题。

2.1. 哪些资源需要建成数字化资源

在目前进行的常微分方程教学过程中，因为课程特点，是以线下教学为主，线上教学为辅的模式。不管采取哪种教学模式，都是为了更好地完成教学目标。采取线上模式，是为了有效提升绝大部分学生学习的深度和广度，改变我们在课堂教学过程中过分使用讲授而导致学生学习主动性不高、认知参与度不足等问题。线上的资源是开展混合式教学的前提，所以我们需要思考哪些数字资源是混合式教学必须，哪些数字资源是课程的补充。

2.2. 建成怎样的数字资源

课程数字资源的种类包括文字教学资源、图片教学资源、音频教学资源、视频教学资源、课件教学资源、模拟实验教学资源、在线学习平台资源等。常微分方程线上教学依托超星学习通平台，我们需要思考在学习通上线上教学所需资源应该建成什么类型。

2.3. 如何使用数字资源

线上资源如何使用，即线上教学和线下教学如何相结合，这是混合式教学模式中最现实的问题，两者应该是相辅相成的，不能脱节。所以在第一步考虑哪些资源要建成数字资源的时候就要同步考虑如何使用的问题。

3. 常微分方程数字化资源建设内容

我们在调查中发现，学生有从线上学习的习惯(见图 1)。

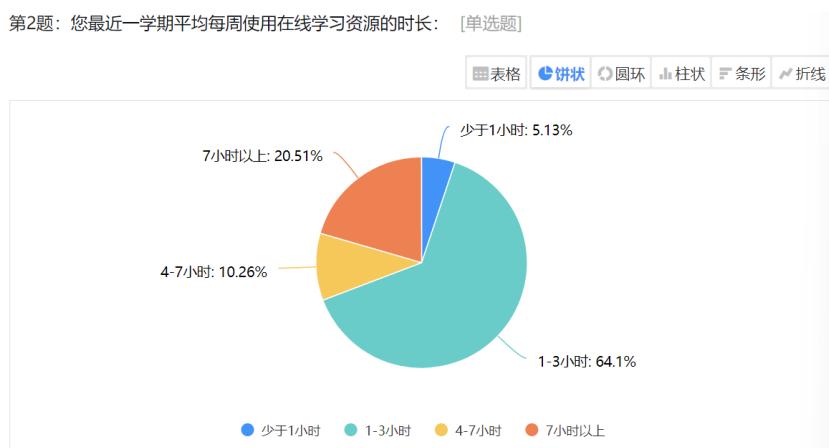


Figure 1. Time students spend on online learning
图 1. 学生在线学习的时间

学生自主学习的过程中用得最多的是课件、课程视频、习题视频(见图 2)。所以

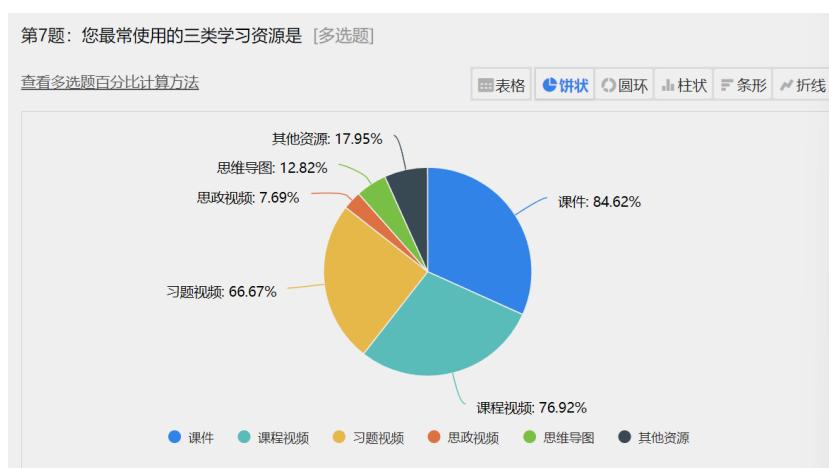


Figure 2. The three most commonly used learning resources by students
图 2. 学生最常用 3 类学习资源

我们建设了完善的电子课件和课程视频，同时建设了包含大量题目的线上习题库和部分重难点习题视频。为了有效学生学习的深度和广度，还建设了思政视频、其他(拓展)视频、思维导图。上述内容完成的部分已上传超星学习通。

3.1. 电子课件

常微分方程是双语课程，教材选用了 Dennis G. Zill 编写的英文原版教材《Differential Equations with Modeling Applications》。作为一门数学课程，以前上课是全程板书。但是学生反馈说英文教材阅读困难，对上课时提到的英文术语反应不过来。所以我们制作了全部的 ppt 课件，并上传超星学习通，以供学生预习和复习，但是在教学过程中，仅对涉及英文术语较多的章节使用 ppt，其他依然是板书。

电子课件一般是课前预习和课后复习使用，学生按需选用，教师不作强制要求。学生反映对课件的使用体验感比较好(见图 3)。

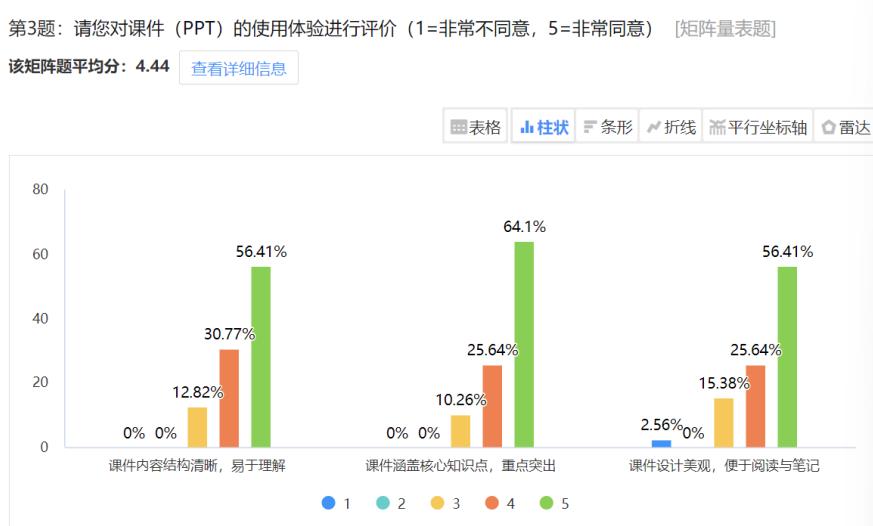


Figure 3. Student's evaluation of the experience of using the courseware
图 3. 学生对课件使用体验的评价

3.2. 线上习题库

进行线上线下混合式教学，必须有能及时反馈学生学习进度的检测方案，使得教师对教学过程能及时进行调整。检测方案可以是课堂测验、章节测验、学生自测等。线上测验可能更快捷，这就需要有题库。目前，线上习题库里有 150 多题，题型有填空题、单选题、多选题、简答题、论述题、计算题等，能够进行课堂测验、章节测验、期中考试等。但是，题目还不够丰富，在进行课堂测验时习题的随机选择性还不够大，题量还有待补充。

线上习题库在课前自测、课中练习测验、课后作业考试均可使用，教师布置习题使用。

3.3. 课程视频

常微分方程课程因为是双语课程，涉及一些英文的专业术语，学生第一次接触可能比较难一下子就反应过来；同时，它的理论性很强，在课堂上也不能一下子就消化掉。所以我们用录屏软件录制了共 24 个全程教学视频，方便学生课前预习和课后复习。

课程视频一般是课前预习和课后复习使用，学生按需选用。

3.4. 重难点习题视频

常微分方程有一些习题理论性很强，如涉及解的存在唯一性的题目；有一些题目是重点题目，在考试或者其他应用中经常出现，如求解各类常微分方程的题目。为了解决这些重难点题目，我们录制了5个习题课视频，方便学生课后复习。但是这里面有两个视频时间过长，一个36分钟，一个46分钟，需要重新制作成若干个10分钟以内的视频，以适应学生的碎片化学习方式。

重难点习题视频一般是课后复习时，教师布置任务强制使用。学生反映，习题视频有助于巩固知识（见图4）。



Figure 4. Student's evaluation of the experience of using the exercise video
图4. 学生对习题视频使用体验的评价

3.5. 思政视频

做了两个关于常微分方程历史的视频。原来常微分方程课程思政都是随堂进行，不单独做视频。后来我们考虑，从数学史的角度，常微分发展历史有其连续性，所以单独的把微分方程学科简介和一阶方程发展史做出来视频，让学生在学习相关理论前对它的历史有一点点了解。学生反映思政视频能引发思考，但和专业知识结合不够自然，同时不太能增强学习认同感。

3.6. 其他(拓展)视频

学习不应该仅限制在现有教材上，还应该有一些拓展。按照学生调查出来的需求，我们录制了常数变易法、部分分式分解两个视频，前者是教材上第二章一阶方程常数变易法的推广，后者是第七章拉普拉斯变换的预备知识。关于解的存在唯一性定理，我们教材侧重点是怎么使用这个定理，没有证明，而中文教材的侧重点是定理的证明，有些考研的学生可能需要了解这个。所以我们从网上的公开资料中选择了西安交通大学的常微分方程课程视频供学生参考。

3.7. 思维导图

常微分方程理论性比较强，而且各个知识点比较琐碎。我们希望把每一章的知识点用思维导图的方式总结出来，使学生可以更好地发现知识点之间的联系和逻辑，从而更好地理解整个知识体系，更好地记忆知识内容。在超星平台上，我们根据教学内容，分章节按知识点建立了知识图谱(如图5~7)。思维导

图一般课后复习时学生选用。知识图谱和习题库、资料库作关联，后续可以看到知识点完成率(见图 8)。学生总体感觉思维导图还是有用的(见图 9)。

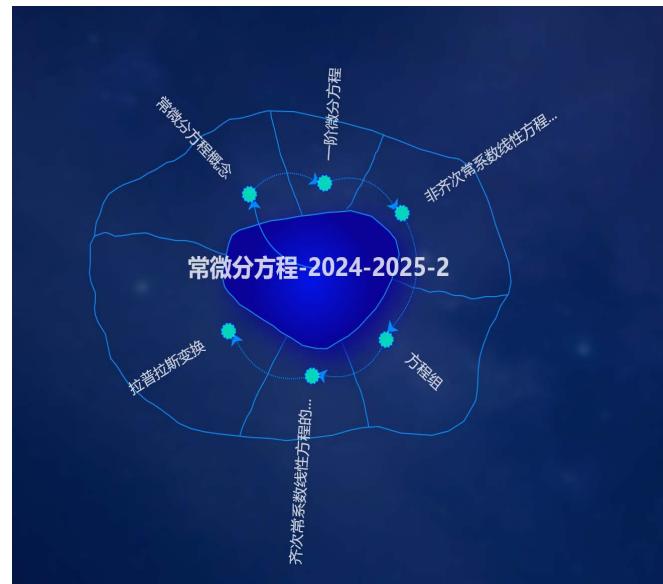


Figure 5. Knowledge map pattern home page
图 5. 知识图谱地图模式首页



Figure 6. Knowledge graph data statistics
图 6. 知识图谱数据统计

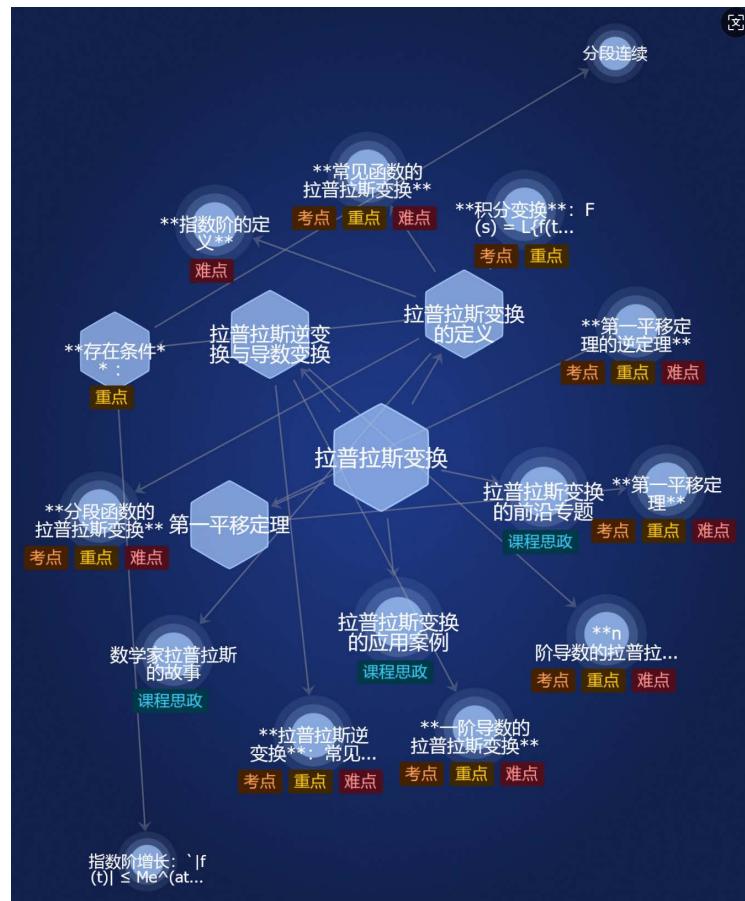


Figure 7. Chapter 7 Laplace transform knowledge map
图 7. 第七章拉普拉斯变换知识图谱

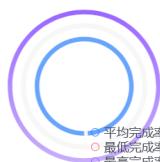
知识点：拉普拉斯变换的前沿专题

知识点说明 相关词条

暂无数据

2023级信息与计算科学 ▼

平均完成率
98.8%



平均掌握率
0%



相关知识点掌握情况

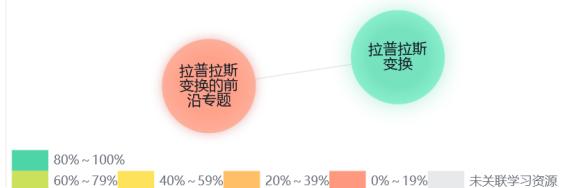


Figure 8. Knowledge point completion rate
图 8. 知识点完成率

第6题：请您对思维导图（知识图谱）的使用体验进行评价（1=非常不同意，5=非常同意） [矩阵量表题]

该矩阵题平均分：4.15

[查看详细信息](#)

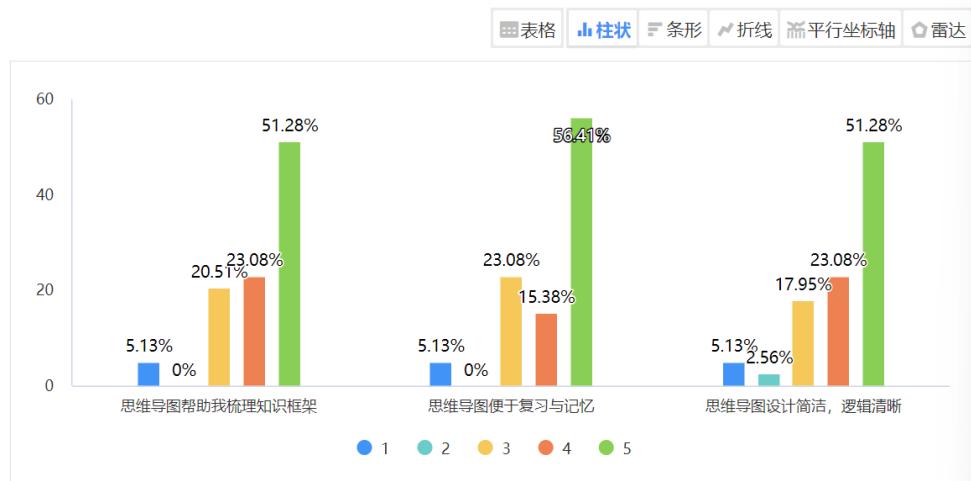


Figure 9. Evaluation of students' experience in using mind map
图 9. 学生对思维导图使用体验的评价

4. 数字资源的使用

4.1. 教学过程设计

不管采取哪种教学模式，都是为了更好地完成教学目标。所以教学目标是教学过程设计的核心。学校的定位是“立足民航、服务社会、面向世界”，信息和统计专业的培养目标是“培养适应民航需求的复合型创新人才”，所以我们不仅关注学生在课程学习过程中学到了什么理论知识，还关心获取的相应知识成果以及这些成果是否有助于学生的成功，其相应的实践能力与创新能力是否得到锻炼，思想认识是否得到提升。根据以上考虑，制定了常微分方程的预期教学目标体系(见表 1)。

Table 1. Teaching objectives system of Ordinary Differential Equation course
表 1. 常微分方程课程教学目标体系

目标名称	具体内容
知识目标	1) 掌握常微分方程的基本概念、基本解法、基本结论，并理解其中的数学思想。 2) 掌握常微分方程课程中常用的英文词汇。
能力目标	1) 能够熟练求解常见的常微分方程，具备良好的计算能力。 2) 能够从实际问题出发，以常微分方程为基础建立数学模型，具备一定的分析问题、解决问题的能力。 3) 能够阅读相关英文文献。
素质目标	1) 通过常微分方程中思政元素，使学生具备良好的人文素养和科学素养，树立正确的世界观、人生观、价值观。 2) 通过独立建立常微分方程模型解决实际问题，使学生具备一定的探索意识和创新精神。

基于上面的教学目标，混合式教学过程设计总思路是：课前发布视频、资料、测试→课中复习、讲解、测试、总结→课后发布作业、视频、资料，中间加上合适的思政内容。

对不同的内容，具体的教学过程设计有所不同。下面展示其中一次课的教学设计过程(见表 2)。

Table 2. Teaching design of exercises in chapters 1 and 2**表 2. 第一、第二章习题课教学设计**

课程名称:	常微分方程		讲授内容:	第一、二章习题课	
主讲教师:	招燕燕		课次:	1	学时:
学习目标:	熟练掌握方程的基本概念和基本定理, 会求解 1 阶方程				
重难点:	1) 基本定理中的 IVP 解的存在唯一性定理、自治方程的定性理论; 2) 一阶方程的解法				
教学过程设计	时间	教学活动	教学方法	学生活动	教材学习内容
课前		布置任务, 复习这两章内容, 画出思维导图	学生自学	积极思考, 形成复习提纲和思维导图	学习通上的第一第二章思维导图
导入/导言 Bridge-in	15 min	一、二章复习总结	互动式串讲	根据自己的总结积极发言	第一、二章
目标 Objectives	5 min	讲解这节课的目标	讲解	听讲	
前测 Pre-assessment	5 min	随堂测试(每章一题, 选择题)	测试	做测试	在学习通活动中做课堂练习, 从题库中选题
	20 min	讲解典型例题(按照测试内容调整)	串讲	听讲	第一、二章习题、学习通上作业题
参与式学习 Participatory Learning	10 min	讲解典型例题	串讲	听讲	学习通上作业题
	20 min	第一、二章章节测试	测试	做测试	学习通上试卷库, 从题库中选题
	15 min	讲解章节测试题	串讲	听讲	学习通上试卷
后测 Post-assessment					
课堂小结 Summary					

课后要求: 1) 认真完成书上的练习; 2) 在下节课前完成观看学习通上 1.3 节的所有视频
思政教育: 注意计算和推导的数学语言, 养成严密的数学思维

4.2. 考核方式

实施混合式教学模式, 考核方式就不能是一刀切的一考定乾坤的方式。常微分方程实施的是过程性考核, 成绩包括期末成绩(占比 50%), 期中成绩(占比 20%)和平时成绩(占比 30%)三部分。平时成绩包括出勤互动、作业、任务点学习、各种测验。这种多元化学业评价方式关注学生的学习过程, 注重学生的动态进步, 对学生进行多个教学环节的全过程评价考核, 及时了解学情。教师可以根据阶段测验结果及时调整授课形式, 学生也可以及时得到学习反馈, 从而适时调整学习方式。通过过程性考核, 更加全面客观考查学生的学习能力和水平。

5. 结束语

经过两年多的建设, 常微分方程课程教学所需的数字化资源基本完成, 后续需进一步丰富、完善。混合式教学从 2022 年春季学期开始, 在信息与计算科学和统计学两专业共 491 名学生中进行。学生可以在超星学习通上随时下载电子版教材和课件, 还可以查看知识图谱、交作业, 反复观看重难点习题视频、课程视频和微分方程历史视频。教师可以在平台上随时进行互动、测验, 了解学情。在使用过程中发现, 通过数字化资源的使用, 学生学习的主动性和积极性都有了明显的提高, 成绩有了显著进步(见表 3)。

Table 3. Comparison of the distribution of students' scores in ODE for statistics major in 2018, 2023 and 2024
表 3. 统计专业常微分方程 2018 年和 2023 年、2024 年学生成绩分布比较

	2018 年春季	2023 年春季	2024 年春季
选修人数	67	73	94
90 分以上(优秀)人数	10	30	39
优秀率	14.93%	41.1%	41.49%
80~89 分(良好)人数	23	21	24
良好率	34.33%	28.77%	25.53%
70~79 分(中等)人数	13	15	20
中等率	19.4%	20.55%	21.28%
60~69 分(及格)人数	16	6	9
及格率	23.88%	8.22%	9.57%
不及格(不及格)人数	5	1	2
不及格率	7.47%	1.37%	2.13%

基金项目

中国交通教育研究会教育科学研究一般课题(JT2024YB033)。

参考文献

- [1] 杨晓宏, 郑新, 田春雨. 线上线下混合式一流本科课程的内涵、建设目标与建设策略[J]. 现代教育技术, 2021, 31(9): 104-111.
- [2] 杨帆. 以数字化助力教育强国建设[N]. 光明日报, 2023-02-11(004).
- [3] 孙国栋, 郝宁. 基于 iSmart 外语学习平台的高职英语数字化资源建设及应用研究[J]. 海外英语, 2024(13): 226-228+231.
- [4] 宫玉斌. 应用型本科高校数字化资源建设现状及其对策研究[J]. 江苏科技信息, 2024, 41(6): 80-83.
- [5] 郭迎春. 混合式教学模式下的《多媒体技术与应用》课程数字化资源建设[J]. 中国教育信息化, 2020(9): 73-75.