

数智赋能驱动下的航空发动机控制课程 教学模式创新研究

彭靖波 王磊** 张驭 曾昊 王玮轩

空军工程大学, 西安 710038

摘要 随着生源复杂化、学习手段多样化以及教学资源爆炸式增长,传统教学模式在智慧施教方面的弊端也日渐显现。本文针对传统教学模式中航空发动机控制课程智能化与精准性不高的教学痛点,在“数智赋能”驱动下进行了创新研究。提出以互联网 AI 助教平台和校园网知识图谱智慧教学平台为技术支撑的 MP⁴S 教学模式,通过课前任务发布、个性化学习路径生成、课前测试、参与性学习、课后测试、课堂总结六个环环相扣的教学环节实施精准的差异化教学。初步实践证明,MP⁴S 教学模式通过结构化的知识、个性化的学习和精细化的管理,能够有效提升教学效果,促进学生的个性发展和能力培养。

关键字 教学模式, 航空发动机控制, 差异化教学, 知识图谱, AI 助教

Research on the Innovation of Aero-Engine Control Course Teaching Mode Driven by Digital and Intelligent Empowerment

Jingbo Peng Lei Wang** Yu Zhang Hao Zeng Weixuan Wang

Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China

Abstract: With the increasing diversity of student backgrounds, the diversification of learning methods, and the explosive growth of educational resources, the drawbacks of traditional teaching models in terms of intelligent pedagogy have become increasingly apparent. Driven by digital and intelligent empowerment, innovative research has been conducted to address the limitations of traditional teaching models in aero-engine control courses, particularly the lack of intelligent features and precision. An innovative MP⁴S teaching model is proposed, leveraging an internet-based AI teaching assistant platform and a campus network knowledge graph-based smart teaching platform as technological foundations. The model is implemented through six interrelated teaching stages (M-mission, P-personal path, P-pretest, P-participatory learning, P-post assessment, S-summary), enabling precise, differentiated instruction. Preliminary practice demonstrates that the MP⁴S teaching model effectively enhances teaching outcomes by offering structured knowledge, personalized learning experiences, and fine-grained management, thereby promoting students' individual development and capability cultivation.

Keywords: Teaching Model, Aero-Engine Control, Differentiated Instruction, Knowledge Graph, AI Teaching Assistant

1 引言

航空发动机被誉为现代工业皇冠上的明珠,而控制系统则是航空发动机的大脑,结构复杂,交联关系多,维护难度大^[1]。随着人工智能等技术的迅猛发展,航空发动机正迈入以“综合化、智能化”为特征的新时代^[2],这对于未来航空发动机控制领域人才的培养提出了更高的要求。

然而传统教学模式中,由于缺乏对学生知识与能力水平的精准评估,教学策略调整针对性不够,以致教学组织趋于同质化,忽视了学生的独特个性、兴趣和能力发展,无法充分发挥学生的学习主动性和创新

能力,教学过程的智能化程度与精准性急需提高。本文借鉴 BOPPPS 教学模式中的课前测试、参与性学习、课后测试、课堂总结等部分教学环节,在此基础上充分发挥数智技术优势,提出基于“双平台+双教师”的 MP⁴S 教学模式,实施精准的差异化教学。

2 BOPPPS 教学模式的内涵

BOPPPS 教学模式^[3]源于加拿大教师技能培训体系,目前已在全球范围内被广泛验证。该教学模式以学生为中心,倡导有效的教学互动,它的核心精髓是将一个相对独立的教学单元科学地解构为六个层层递进的教学环节,即 Bridge-in (导言)、Objective (目标)、Pre-assessment (前测)、Participatory Learning (参与式学习)、Post-assessment (后测)

** 通讯作者: 王磊 52540989@qq.com。

和 Summary (总结), 该教学模式构建了一个完整的教学闭环, 通过持续的教学反馈不断修正教学策略。

各教学环节的设计原则可以概括为:“导言”是吸引学生注意力, 激发学习兴趣, 建立与已有知识的联系。“目标”则是清晰明确地告诉学生, 通过本节课他们能够学到什么, 这为整个教学过程指明了方向。“前测”的目的是了解学生的前置知识水平和短板所在, 以便有针对性的调整教学内容深度和节奏。“参与式学习”是 BOPPPS 模式的核心, 让学生从被动听讲变为主动建构知识, 通过互动、实践和思考来内化知识。“后测”是检验教学目标是否达成, 评估学生是否掌握了本节课的知识或能力, 这是对教学效果的即时反馈。“总结”则是回顾和梳理本节课的重、难点, 帮助学生巩固知识, 形成体系。BOPPPS 教学模式凭借其高度的结构性、互动性和反馈性, 有效克服了传统教学模式中目标模糊、学生被动以及反馈滞后的弊端。

但 BOPPPS 模式的某些教学环节设计比较简单, 比如导言和前测, 对于航空发动机控制这类需要前置知识较多的课程, 可能无法真正获取学生的短板弱项, 另外在参与式学习环节中, 如何让学生获得更多的参

与感, 如何在参与过程中完成知识学习和能力培养, 也需要更细化的创新研究。

3 基于“双平台+双教师”的 MP4S 教学模式

3.1 总体设计

“双平台+双教师”的 MP⁴S 教学模式如图 1 所示, 它是互联网 AI 助教平台和校园网知识图谱智慧教学平台为技术支撑, 以数字 AI 助教和真人教师组成“双师”学习向导, 在 BOPPPS 教学模式的基础上, 将导言环节扩充为课前任务发布、个性化学习路径生成和课前测试三个环节, 形成个性化的学习路径和差异化的课前学习任务, 创新了以案例探究式教学法为基础的参与性学习, 以真实故障案例为牵引, 最大程度提升学生在课堂中的参与感, 并且在课后测试和总结环节中增加多元综合评价机制, 对学生学习效果精准画像, 最终形成了 MP⁴S 的教学新模式。充分发挥“双平台+双教师”的赋能作用, 实现知识结构化、学习个性化、管理精细化的多人多策差异化教学模式, 通过数智技术的运用, 促进学生的个性发展和能力培养。

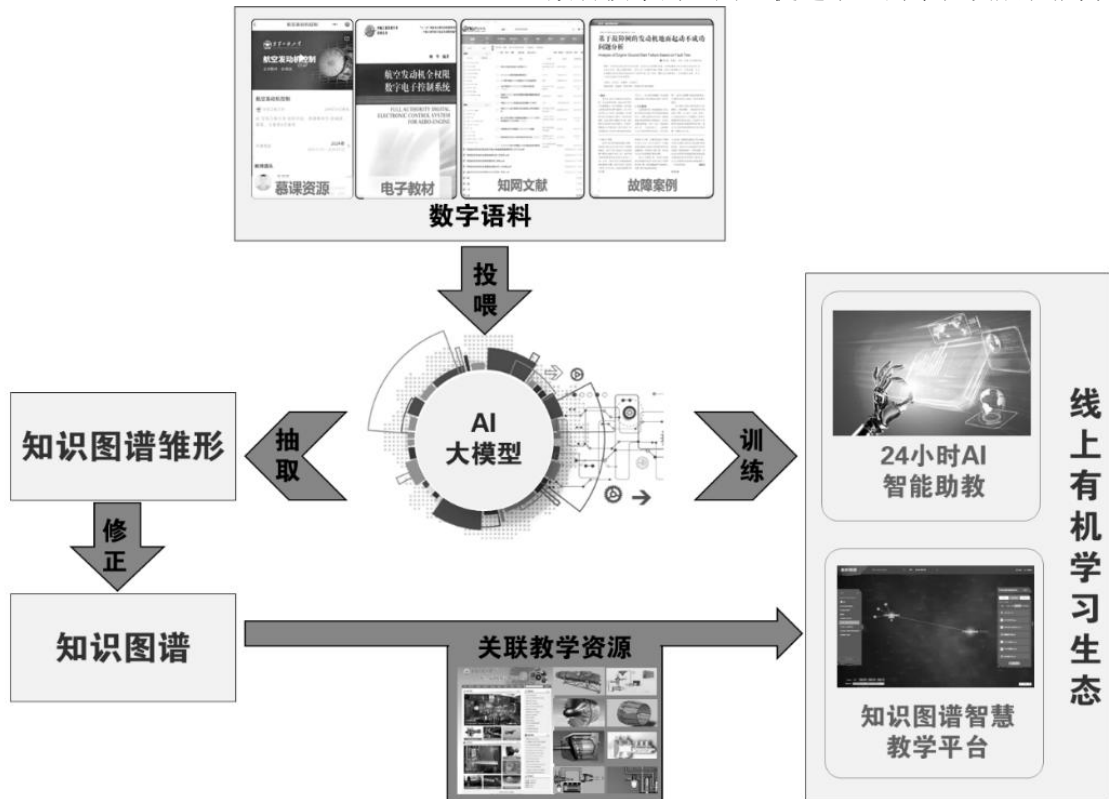


图 1 基于“双平台+双教师”的 MP4S 教学模式实施路径

3.2 “双平台”建设

(1) 互联网 AI 助教平台

AI 助教平台^[4]是向基础大模型投喂慕课视频、电

子教材、知网文献、故障案例等数字语料训练而成, 具有即时答疑与辅导功能。学生可以通过 AI 助教获得 24 小时的智力支撑。同时 AI 助教也是学生个性化的学习伙伴, 基于对学生学习数据的分析, AI 助教能提

供定制化的学习建议,也能提供作业批改、试题生成、学习资源推荐等多种学习辅助。

为了避免大模型“一本正经的胡说八道”,我们将用于模型训练的资源进行了分类。投喂给AI助教平台的资源均为通用公开资源,分为基础级、专业级和创新级三个层级,基础级资源主要服务于基本概念、控制器结构和原理的学习,重在培养学生的结构分析能力、动手操作能力和自主学习能力。综合级资源主要服务于控制器复杂结构、控制系统交联关系、系统协调工作、使用调整和故障分析等高阶学习,重在培养学生的性能分析能力、故障分析能力、解决问题能力和自主学习能力等。创新级资源主要服务于控制律设计、先进控制理论、基于数据的发动机监控等创新性内容学习,重在培养学生的批判性思维、创造性思维和自主学习能力。通过大量资源的训练和用户的持续使用反馈,不断修正AI助教的“幻觉”表现。

(2) 校园网知识图谱智慧教学平台

利用AI大模型抽取课程知识图谱雏形,结合院校特点和学生就业需求,修正形成课程知识图谱。课程知识图谱^[5]以图的方式来描述航空发动机控制系统及其各元件、部件之间的内在关系。各元件、部件和整体系统均以节点来表示,相互关系用边来表示,这样

航空发动机控制系统的组成元件和部件及其关系就可以表示成“节点-边-节点”的简单结构,这种单元结构的连接不断扩展和延伸,就构成了完整的航空发动机控制系统的知识网络。

校园网知识图谱智慧教学平台知识体系比互联网AI助教平台更庞大,它在通用公开知识点的基础上增加了院校特色和学生未来就业岗位的精准需求,并且与海量内部资源关联,可以进一步修正AI的“幻觉”表现。校园网知识图谱智慧教学平台集知识点、信息化资源和考核评估于一体,能够对学情进行精准分析,一方面向学生推荐个性化学习路径,帮助理清知识脉络,构建对知识的深层次认知;另一方面,帮助教师实时调整教学策略,让教学决策更加具有针对性。

校园网知识图谱关联的数据资源与互联网AI助教类似,包含基础级、专业级和创新级三个层级。基础级资源包括已建成的学堂在线慕课、部分二/三维动画、视频等数字资源和教材、部附件、传感器实验台等实物资源,以及AR数字发动机和控制系统辅助学习软件。综合级资源包括各类型发动机慕课、虚拟调整系统等数字资源和发动机、半物理仿真台、教材等实物资源,以及VR资源、发动机全权限数字电子控制模拟训练系统等。创新级资源包括发动机仿真软件、研究性实践系统,以及AI助教等。

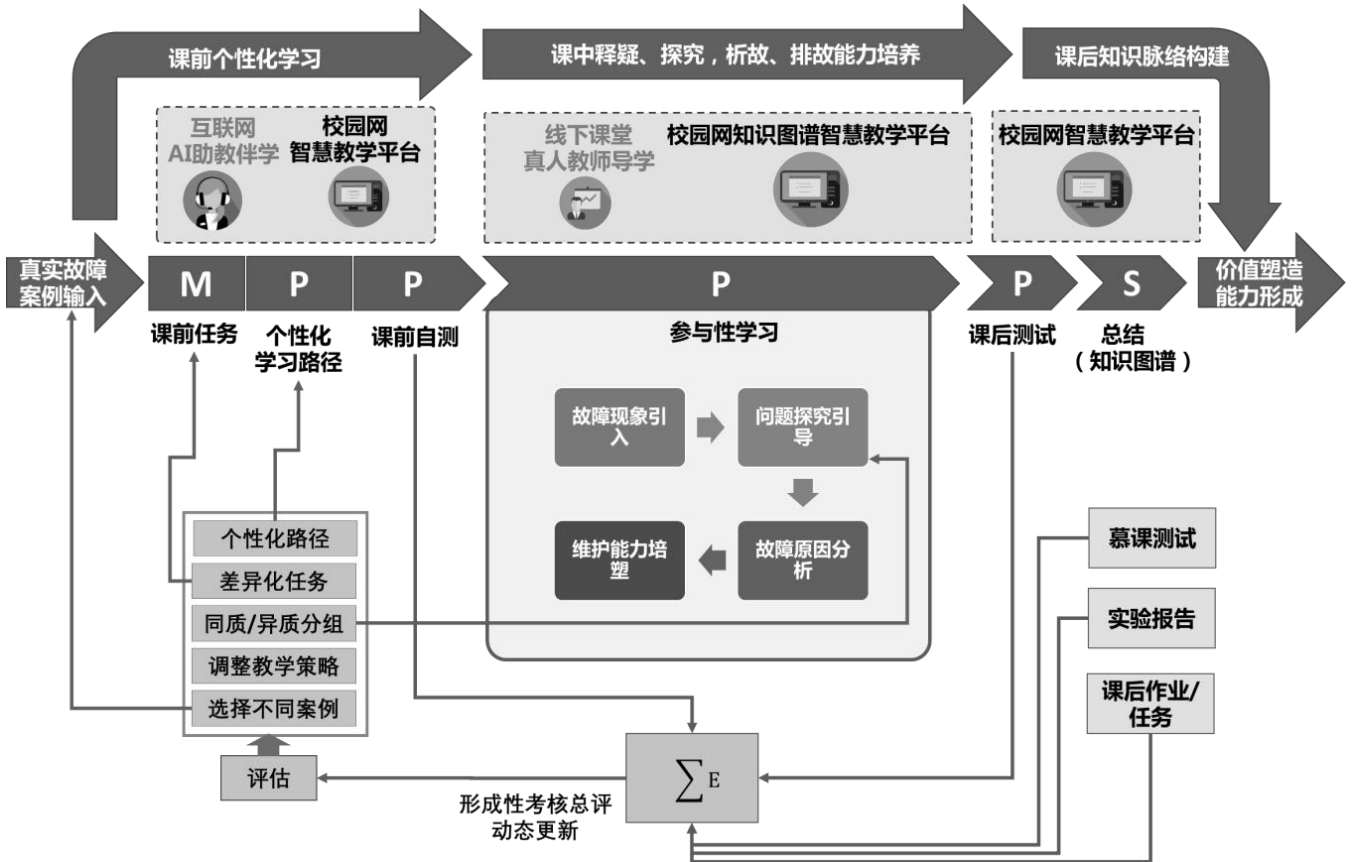


图 2 MP4S 型差异化教学模式

(3) MP4S 教学模式

MP⁴S 教学模式如图 2 所示,是借鉴 BOPPPS 教学模式中的课前测试、参与性学习、课后测试、课堂总结等部分教学环节,以互联网 AI 助教平台和校园网知识图谱智慧教学平台为技术支撑,以 AI 助教和真人教师组成“双师”学习向导,通过 M-mission (课前任务发布)、P-personal path (个性化学习路径生成)、P-pretest (课前测试)、P-participatory learning (参与性学习)、P-post assessment (课后测试)、S-summary (课堂总结) 六个教学环节共同作用,实现多人多策的差异化教学。

具体教学模式步骤为:

① 课前 MPP: 教师在知识图谱智慧教学平台基于上一阶段学生学习效果的评价结论为每一名学生制定差异化的课前学习任务和学习目标,旨在弥补本节课所需前置知识的短板,提前预习本次课的关联内容。同时根据每一名学生的接受程度不同,选择难易程度匹配的故障案例用于课堂探究学习,为其制定个性化的学习路径。学生在知识图谱智慧教学平台根据推送的个性化学习路径学习对应的慕课片段和教学资源。探究任务根据学生能力差异,区分难度等级。学生可在 AI 助教帮助下完成课前学习,并完成课前测试。

② 课中 P: 教师根据学情反馈适时调整教学策

略;充分利用各类信息化资源和知识图谱等工具,强化难点知识的理解;学生的学习过程强调参与性,以案例探究式教学法^[6]为基础,按照“故障现象引入、问题探究引导、故障原因分析、维护能力培塑”的教学环节实施,学生按照课前分配的不同难度故障案例进行分组,每名学生在小组内参与案例探究讨论或互讲互评,重在通过故障案例的逐步探究培养学生故障分析能力和辩证性思维。真人教师在课中环节主要完成组织、引导、释疑解惑任务,在组织过程中调动好学生的参与积极性,保证教学任务的完成。

③ 课后 PS: 教师布置具有挑战性的课后任务或线上讨论,测评本次课教学目标达成情况;课后测试任务针对每名学生有所差异,对于完成度较好的学生,给予高阶任务,重在聚焦学生高阶能力的培养,对于完成度较差的学生,给予低阶任务,旨在复习课堂知识,达成主要教学目标。学生完成课后测试任务和互评后,生成测试结果,同时本次课线上测试、生生互评、教师评价等数据将计入形成性考核总评。

MP⁴S 教学模式将真实故障案例引入课堂,贯彻案例探究式教学方法,通过课前个性化学习,课中释疑、探究等教学环节完成析故、排故能力培养,课后通过知识图谱智慧教学平台构建本节课知识脉络,完成价值塑造和素质提升。

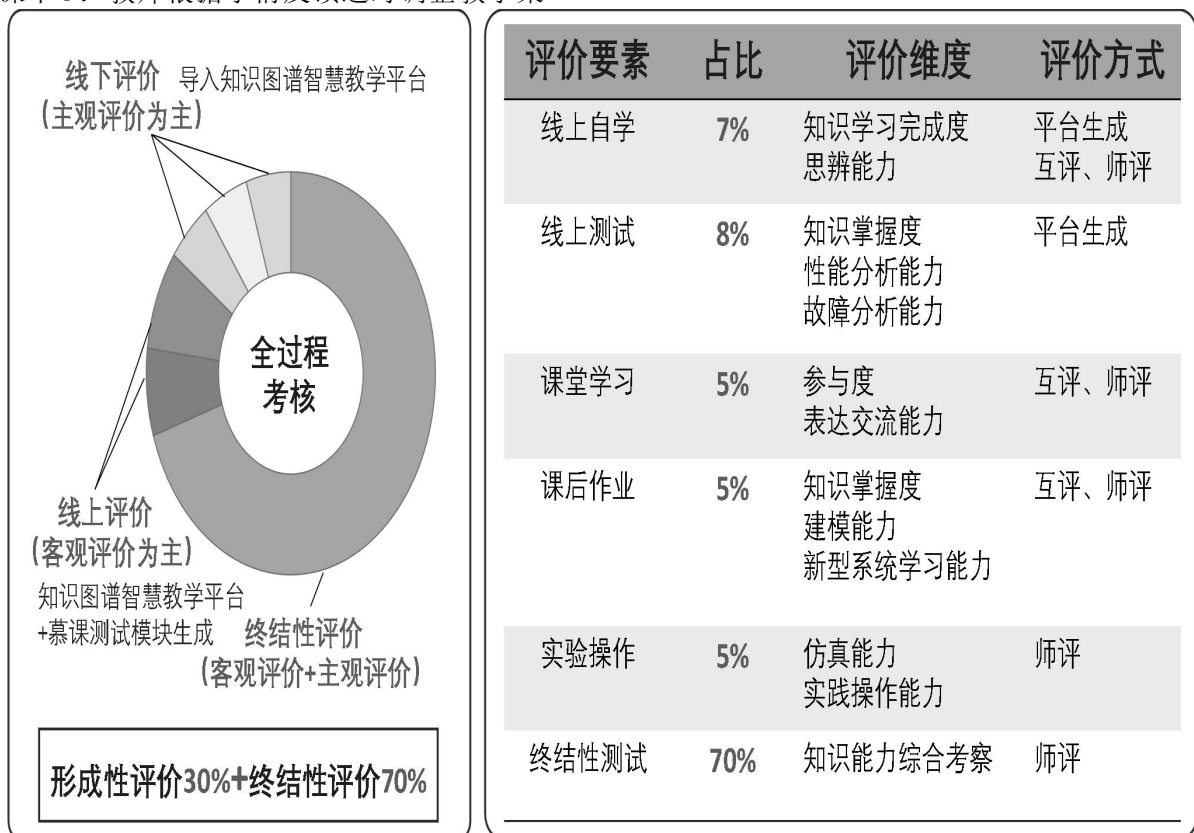


图 3 学习效果综合评价机制

④多元综合评价机制：差异化的教学离不开对学生的精准“画像”，基于“双平台+双教师”的MP⁴S教学模式将传统的作业+实验报告的形成性考核，改革为多元综合评价机制如图3所示。线上评价依托知识图谱智慧教学平台和慕课测试模块，促使学生主动在线自主学习；线下评价主要通过课堂提问、问题互动、汇报讨论和课后作业等形式进行，促进学生深度参与；实践评价主要依托实验报告和实物训练进行，促进学生多方面能力形成；所有形成性考核分数在智慧教学平台进行加权统计。

MP⁴S教学模式特别关注考核反馈和持续改进，具体包括过程反馈和结果反馈两方面。过程反馈主要用于实时调整教学策略，实现差异化教学，并以榜单的形式向学生定期公布，以激励先进，鼓励后进。结果反馈由课程组在学期结束后进行，以评价教学目标的达成度，分析教学中存在的问题，为差异化教学模式

和考核机制的持续改进提供依据。

4 教学模式创新实践

通过5轮5个教学期班的教学模式创新实践，学生学习主动性显著提高，线上学习、作业提交和自主测试完成率均在90%以上，AI助教平台、学堂在线慕课和知识图谱智慧平台日均访问量在200次以上。在同等难度试卷考试中，学生成绩优良率、期末考试平均成绩均逐年稳步提升，如图4所示，学生还结合课后实践任务取得了多项专利和软著授权。据后续课程教师和用人单位反馈，学生对航空发动机控制系统的认知能力、故障分析和排除能力得到明显提高，参加毕业考核通过率100%，人才培养系列做法获得陕西省教学成果特等奖等多项奖励。课程先后获评陕西省线上一流课程和首批军队级精品课程，建设成果为教学课题研究和教学论文发表提供了有力支撑。

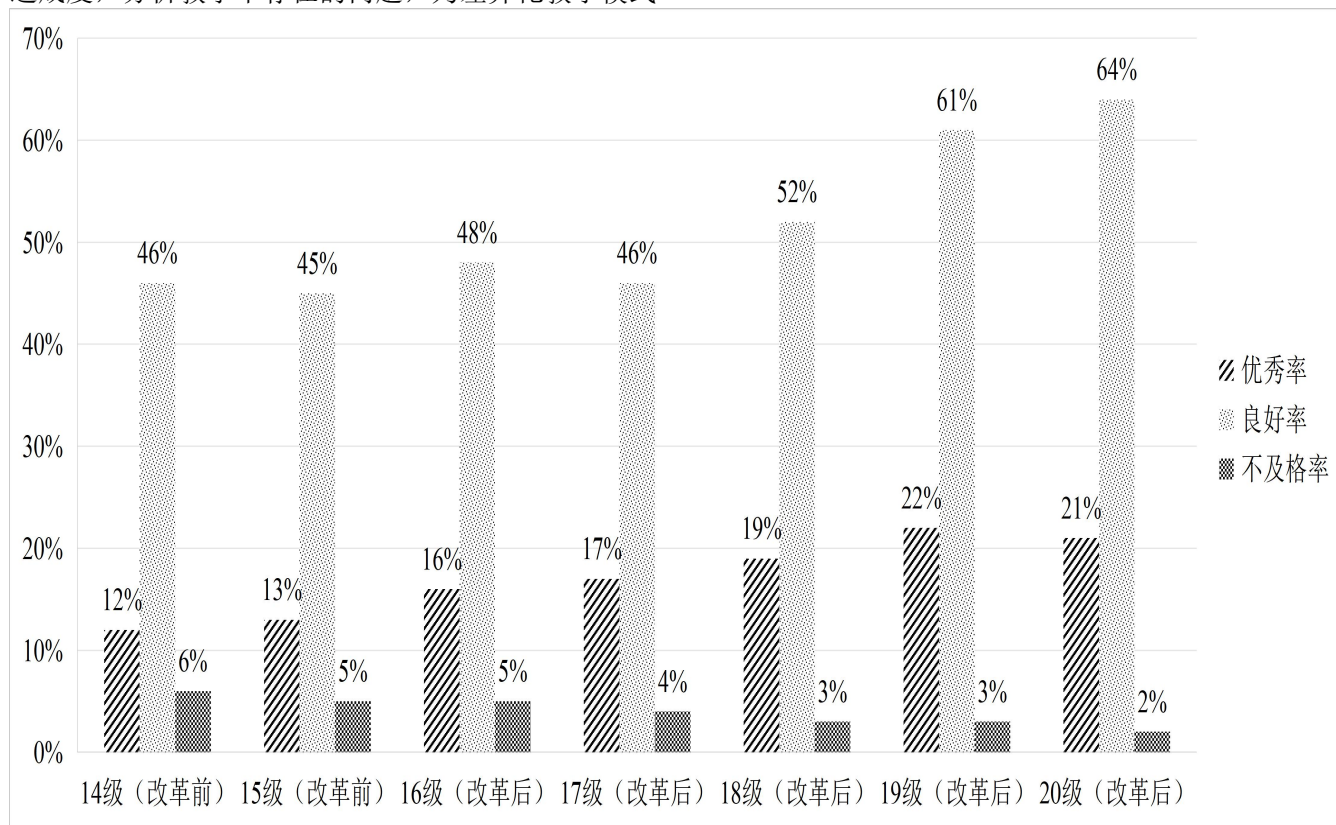


图4 采用新模式前后学生成绩优良率、不及格率对比图

5 结束语

本文以传统教学模式下航空发动机课程教学中存在的问题为切入点，以“个性化学习、差异化教学”为目标，紧跟教育信息化转型发展，在“数智赋能”的驱动下对航空发动机控制课程进行了教学模式的创新研究与实践。借助AI大模型构建了互联网AI助教平台和校园网知识图谱智慧教学平台，并创新性

提出基于“双平台+双教师”的MP⁴S教学模式，该教学模式以案例探究式教学法为基础，通过课前任务发布、个性化学习路径生成、课前测试、参与性学习、课后测试和课堂总结六个教学环节共同作用，实现了多人多策的差异化教学。通过初步教学实践，学生的课程平均成绩稳步提升，对航空发动机控制系统的认知能力、故障分析和排除能力也得到明显提高。

参 考 文 献

- [1] 安理会, 王建礼, 刘意, 等. 航空发动机燃油控制装置可靠性研究综述[J]. 推进技术, 2024, 45(1): 6-22.
- [2] 廖忠权. 2024年民用航空动力发展[J]. 航空动力, 2025, (1): 17-22.
- [3] 叶威, 叶鹏, 孔维广. 基于BOPPPS的算法设计与分析课程教学设计与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,13(7): 131-134.
- [4] 李亚坤, 颜荣恩, 杨波, 等. 生成式人工智能背景下高校软件工程课程的教学改革与探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024,12(4): 79-84.
- [5] 王建, 周红, 赵慧玲, 等. 基于大模型和知识图谱的个性化教学新模式[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,13(7): 93-99.
- [6] 彭靖波, 王志多, 曾昊, 等. 以案例探究式教学法为中心的航空发动机控制课程教学改革[J]. 高教学刊, 2023,9(27): 134-137.