

《光电检测技术及应用》课程非标准答案考试的改革和实践

马 佳*, 杨 迪, 李文博, 杨 柳

沈阳航空航天大学, 理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年9月13日; 录用日期: 2025年10月17日; 发布日期: 2025年10月24日

摘 要

本文基于《光电检测技术及应用》课程创新性地构建了非标准答案考试 - 线上学习讨论 - 翻转课堂三位一体的教学模式, 系统性地实现了知识掌握、创新能力和综合素质的多维度培养。教学实践表明, 该模式有效提升了学生的高阶思维能力和问题解决水平, 教学满意度、成绩分布和竞赛成果均有改善。这一探索验证了非标准答案考试在理工科的应用价值, 为创新型人才培养提供了实践参考。

关键词

非标准答案考试, 光电检测技术及应用, 改革和实践

The Reform and Practice of Non-Standard Answer Test in the Course of “Photoelectric Detection Technology and Application”

Jia Ma*, Di Yang, Wenbo Li, Liu Yang

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: September 13, 2025; accepted: October 17, 2025; published: October 24, 2025

Abstract

This study presents an innovative trinity teaching model for the Optoelectronic Detection Technology

*通讯作者。

文章引用: 马佳, 杨迪, 李文博, 杨柳. 《光电检测技术及应用》课程非标准答案考试的改革和实践[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 1210-1217. DOI: 10.12677/ae.2025.15101958

and Applications course, integrating non-standard answer examinations, online learning discussions, and flipped classrooms to achieve multi-dimensional cultivation of students' knowledge mastery, innovation capability, and comprehensive quality. The model demonstrates significant effectiveness in enhancing students' higher-order thinking skills and problem-solving abilities, as evidenced by improved teaching satisfaction, grade distribution, and competition results. This research validates the practical value of non-standard answer examinations in STEM education and provides actionable insights for innovative talent development.

Keywords

Non-Standard Answer Examinations, Photoelectric Detection Technology and Application, Reform and Practice

Copyright © 2025 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

《光电检测技术及应用》是应用物理学专业光电技术方向的一门专业必修课。课程系统地讲授了光电检测系统的结构、原理以及光电检测技术的应用。学生不仅要从知识层面能够认识光电检测系统的基本组成、原理和光电检测技术的主要应用范围及最新进展；运用光电效应原理解释光电探测器件的原理；能够根据光源和探测器的各种特性参数，选择与光源匹配以及保证检测最佳状态的探测器；根据不同光电探测器件的特性，能够对其检测电路进行设计；认识各类探测器件并明确它的发展现状和应用。还要在自主学习、调研文献、协同合作、创新以及沟通表达等能力层面得到锻炼，并且通过课程的学习能够将科学思维方法的训练和科学伦理的教育结合起来，在探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感等素质层面得到提升。知识层面通过试卷是容易考核的，但如何对学生能力和素质层面进行考核是教学评价面对的一大挑战。

传统标准答案考试模式长期占据教学评价体系的核心地位，它有其优势，但其最突出的缺陷在于答案的绝对化倾向。这种考试要求考生必须匹配预设的标准化答案，任何细微的偏差都可能被判定为错误，严重限制了思维的开放性。这种评判机制本质上是对思维多样性的压制，容易导致学生形成机械记忆的学习模式——他们更关注如何猜中出题者的意图，而非真正理解知识内涵。传统标准答案考试模式不但无法对学生能力和素质层面进行考核，反而在这种教学评价的引导下，抑制了学生批判性思维和创新能力的发[1] [2]。

相比于传统标准答案考试，非标准答案考试通过开放性命题和多元评价机制，有效弥补了传统考试的缺陷[3]。王莉等人将非标准答案考试改革应用在数学基础学科中，研究发现采取非标准答案考试的过程性考核，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[4]。梁玉娟等人《在《诊断学》中对非标准答案考试模式进行了探索与实践，发现非标准化考试模式优于传统命题模式，可以更全面、更合理地评估学生的学习成绩，是高校教学改革趋势所在[5]。陈智等人对《算法设计与分析》课程进行了非标准化考试改革，他们认为通过非标准化考试改革，因材施教，激励了学生积极参与学习过程，实现了自主学习、互助学习、创新学习，为培养应用型本科人才奠定了基础[6]。总体来说，非标准答案考试其核心优势在于鼓励批判性思维和创新能力。这种模式显著提升了学习自主性，

支持通过多种方法解决问题,真正实现了学以致用教育目标,这也与成果导向教育(OBE)理论“以学生为中心”的核心价值相契合[7][8]。

《光电检测技术及应用》课程目前试卷采用传统的考试答卷,具有统一的标准答案,侧重于实现学生对背记的评定,考核内容书本化,形式单一,往往学生考前努力刷题,死记硬背也能应付考试,造成不平等的竞争局面,很难实现对学生创新思维的培养。《光电检测技术及应用》是一门偏应用的课程,学时均为理论学时。目前的考核方式很难考察学生理论联系实际、创新和实操的能力。而且课程内容丰富,在有限的学时内只能涵盖其主体部分,仍有许多内容可作为拓展内容让学生发掘。

因此,现有的传统试卷类型的考试不能完全调动学生的学习积极主动性以及体现学生的综合能力。OBE 是一种以学生学习成果为核心,强调“学生中心、产出导向、持续改进”的教育理念与方法论。其本质是从“教师教什么”转向“学生能做什么”,通过反向设计教学体系、聚焦高阶能力培养、实施多元评价,最终培养能适应未来社会需求,具备高阶能力与创新精神的人才[9]。强化基础理论知识,提高学生的自主学习能力、创新实践能力一直是课程改革的关键,所以作者对《光电检测技术及应用》课程进行了非标准化答案考试的改革和实践。

2. 实施方法

本改革研究基于 OBE 理念构建了非标准答案考试试题-线上学习和讨论-翻转课堂三位一体的教学模式,具体举措及评分标准如下。

2.1. 课程实行非标准答案考试改革的主要举措

1、在期末考试试卷中安排 8~15 分的开放性设计题目,此类问题没有标准答案,但需学生结合所学知识深入思考,考查学生知识的综合运用能力。例如,在设定场景中要求选择探测器进行探测,需考虑哪些参数?如何测量光电探测器的响应度曲线等实验设计类问题。

2、由于课上无法将课程的知识面面俱到,可以将部分内容放在课下。要求学生充分利用 MOOC 资源,选取适当的章节如探测器的应用等让学生自主拓展学习并参与超星平台中的讨论,讨论题都是教师设置的与线上学习内容相关联。通过此环节,学生拓展了知识;在讨论区学生畅所欲言,教师可对学生的讨论进行点评,并分享精华讨论。此举一方面激发学生的学习热情,另一方面教师可以实时掌握学生的学习动向。如学生自主学习激光器一节,需完成激光器原理及应用等问题的讨论。本课程选用中国大学慕课网武汉理工大学的国家级精品课《光电技术》课程。

3、安排学生开展研究性学习,完成翻转课堂任务。学生需在掌握课程知识基础上,开展实验设计或仿真研究。要求学生撰写报告、制作 PPT 进行课堂汇报并在超星平台上开展进一步讨论及投票。通过此项改革内容的实施,强化基础理论知识,学生的自主学习能力、创新实践能力都将得以锻炼提高,最终提高学生的解决复杂实际问题的能力。学生亲自动手解决光电类的问题,而不是只停留在纸面上,学生尝试到学以致用的成就感,也会加深学生对专业方向的认识,增加对专业的喜欢,知道将来的就业面向,而在这过程中教学相长,使得课程的建设与学生的需求导向相符。超星平台中的多元化评价功能有助于培养学生的协作能力和合作精神,并有利于促进学生自主学习,自我发展和自我评价,而且促进学生之间的信息交流与共同提高。

4、课程思政通常作为课程的教学目标,但又很难进行考核。在本次考核改革中一方面通过下达翻转课堂的任务,学生通过调查研究对章节知识点的相关思政元素进行提炼并总结汇报;一方面通过期末试卷中相关知识点的扩展思考,实现对思政目标的考核,如学生需结合白炽灯的三个发展阶段,谈收获和感受。

2.2. 课程考核评分标准

在本轮教学中设置平时成绩占总成绩的 30%，期末成绩占总成绩的 70%。平时成绩包含线上学习、作业、翻转课堂、章节测试等。其中非标准答案考核部分的评分依据为：期末卷面中的开放性题目的评价依据学生对问题的解决程度，满分为 15 分；线上学习的评价依据完成视频学习的程度以及参与讨论的次数，满分为 8 分；翻转课堂的评价依据准备的态度和充分程度、内容的创新性、PPT 制作情况以及讲解清晰完整性，满分为 10 分(由 100 分折合而成)，见表 1。其中翻转课堂的考核评分计算方式如下：翻转课堂成绩 = 教师打分 100 分 * 50% + 学生间互评 100 分 * 40% + 互评参与度 100 分 * 10%。

Table 1. Course assessment grading standards
表 1. 课程考核评分标准

考核形式	分值	评分依据
线上学习(慕课学习以及讨论区讨论)	8	完成线上学习任务程度以及参与讨论的态度和次数(超星平台统计)
作业	6	正确率(雨课堂统计)
翻转课堂	10	参与度、团队合作、研究能力及表达能力等(超星平台统计)
章节测试	6	正确率(雨课堂统计)
期末考试	70	正确率，非标准答案部分依据对问题的解决程度

3. 非标准答案考试的实践

本项教学改革在物理 2201 班实践，非标准答案考试的三项内容如下：

1、期末试卷中的开放性题目，以论述题(5 分)和设计题(8 分)形式出现

论述题为“白炽灯由英国物理学家汤姆·爱迪生在 1879 年发明，而由于国家政策导向白炽灯于 2016 年全面退出照明领域。在学习了白炽灯的三个发展阶段后，谈谈你的感受。”

此题需要学生结合白炽灯的三个发展阶段谈感受，没有统一的标准答案，但可对学生的跨学科分析能力、批判性思维与辩证评价能力以及未来意识进行考查。如：学生可以结合物理学(灯丝材料)、经济学(成本效益)、环境科学(能效政策)等多维度评价白炽灯的兴衰；学生可以从对技术局限性的认知(如低效)、社会影响的权衡(如就业 vs 环保)，以及历史进步的辩证视角等角度回答问题；学生也可从历史案例中提炼科技伦理与可持续发展启示等。

设计题为“现要对野猪的夜间活动进行研究，需要对探测器的哪些参数进行考量，请推荐一款成像器件，简要说明它的工作过程”。

此题学生需理解探测器在低光环境下的关键性能指标(如最低照度、动态范围、信噪比等)，并能结合野猪夜间活动的实际需求(如隐蔽性、环境复杂性)进行参数匹配。考查学生对光学传感技术原理的掌握，以及将理论参数转化为实际应用场景需求的能力。此题对推荐的探测器没有标准答案，学生可以综合考量技术参数，环境适应性和成本效益等因素进行推荐。如学生针对“无光环境”这一核心挑战，提出可用红外补光 + AI 降噪，体现了学生能够突破常规思维(如依赖可见光成像)，结合多技术手段(光学 + 算法)解决复杂问题。此题通过“需求分析→参数匹配→方案设计→原理说明”的完整链条，综合考查了学生的技术知识应用能力、工程思维、创新意识及科学表达能力，符合理工科高阶能力培养目标。

2、线上学习内容及讨论题目

线上学习内容(中国大学慕课网《光电技术》)和讨论题目通过超星平台布置，学习内容为课上知识点拓展部分，根据其完成视频学习情况和参与讨论的次数给分，如有雷同不计分。本轮教学给出 8 道讨论

题，题目见表 2。

Table 2. Online learning content and discussion topics

表 2. 线上学习内容及讨论题目

1、学过黑体辐射的相关内容后(问题解决的过程、定律内容、应用等)，你有哪些体会？
2、学习慕课 3.4 节激光器，简述一种激光的实际应用。
3、学习慕课 4.4 节并查阅资料，简述光敏电阻的一项应用。
4、阅读慕课第四章课程学习拓展资源中的 CdS 光敏电阻技术手册。从此手册中你能获取哪些光敏电阻的信息？
5、学习慕课 5.4.2 和 5.5.2 两节并调研 PIN 型和 APD 型光电二极管的应用。请选择其中一例回复在讨论区。
6、学习慕课 5.6，5.7 或 5.8 中的一节，回答你学习到的探测器的基本原理并列举其一应用。
7、学习慕课 6.5 光电倍增管的应用并查阅资料，简述其一例应用。
8、如何用光电计数器测转速？

3、翻转课堂题目

翻转课堂在本课程已实施 2 轮，经过这两轮的教学实践、反馈和调整，本轮教学供学生选择的题目分成三类：1、关于光电技术所涉及到的光源和探测器的应用；2、光电设计类题目，一般来自学科竞赛中关于光电技术的题目，企业调研的题目或者学生感兴趣的自拟项目；3、教材章节中的思政元素调研总结。此三类题目侧重点和难度各不相同，能够适合班级不同层次的同学选择。本次翻转课堂的题目和难度如下表 3 所示。

Table 3. The content and difficulty grading of Flip class

表 3. 翻转课堂题目和难度

题目	难度等级
在校园中寻找光源拍照，并研究其工作原理	★
激光应用	★
结型光电器件的应用	★
光敏电阻的应用设计(如设计路灯自动控制电路)	★★
光敏电阻在使用时应注意什么？(特性参数对其影响)	★
实现静磁屏蔽	★★
光电倍增管的应用	★
发挥想象，第四代图像增强器应具有什么结构和特点	★
在评测一台相机时，需考虑哪些参数，为什么？	★
红外探测器在军事等领域的应用	★
光电式流体流量传感器设计	★★★
基于光电传感原理的人流量监测和查询智能分析系统设计	★★★
教室使用率自动检测与查询系统设计	★★★
非接触测酒精浓度	★★★
光电测速仪的设计	★★
小夜灯的设计	★★
基于迈克尔逊-萨格纳克复合干涉结构的浓度光纤传感器设计	★★★
课程思政元素调研与总结	★
自选项目	★★★

4. 非标准答案考试的实施反馈和效果

1) OBE 以“学生学习成果”为核心，着重强调“以学生为中心”的反向设计与持续改进。学生问卷作为反映教学效果的重要工具，其作用贯穿于 OBE 教学的整个流程。通过结课问卷，针对本次考核改革，得到了如下学生反馈。

1、关于试卷中非标准答案试题，67.9%的同学认为设计题较难，32.1%的同学认为论述题较难，反映出设计类题目对学生思维挑战性更高。从平均分上来看，设计题 6.48/8 分，得分率为 81.0%，论述题 4.76/5 分，得分率为 95.2%，论述题得分率显著高于设计类，与学生的预期相符。学生的理论联系实际的能力应在下一轮教学中进一步得到锻炼，做到不畏难，有思路，能得分。

2、对于本学期的成绩评定比例，90%的同学认为合理，觉得作业部分能及时检测对于本节课的掌握情况，翻转课堂能体现自主思考能力，全面评估。

3、关于翻转课堂的评分依据，75%的同学认为对题目的完成程度应排在第一，其次是在研究过程中的创新型，是否体现独立思考过程。演讲者的表达能力，PPT 的制作是否精良以及题目的难易程度也应作为考核的依据。

4、对于本次翻转课堂评分采用教师 50% + 学生间互评 40% + 互评参与度 10%，90%以上的同学认为合理，学生参与度高。有同学认为应保证所有同学都参加互评，并且能够做到合理打分。这个打分合理性问题，很难 100%保证，但在下一轮打分前，教师应跟学生强调互评、参与考核也是交流共同进步的途径，要态度端正地对待互评。互评要做到双匿名。

5、本次课程评定中，有非标准答案的考核部分，如：线上慕课学习及讨论，翻转课堂以及期末试卷中的设计题(白炽灯的发展)和论述题(成像器件的推荐)。96%的同学认为非标准答案考核的开展对课程的学习有益处。学生的想法词云见图 1，本次考核改革得到了学生的认可。



Figure 1. Word cloud of student responses to questionnaire questions

图 1. 学生对问卷问题回答的词云

Table 4. Total score and score distribution statistics in recent two years

表 4. 近两年的课程总成绩与成绩分布统计

学期	考试人数	平均分	及格率%	均方差	0~59	60~69	70~79	80~89	90~100
2023~2024 (1)	32	68	71.87	16.36	9	4	12	5	2
2024~2025 (1)	25	77	96	12	1	4	9	5	6

2) 本轮教学学生成绩呈现显著优化：课程的平均分有了大幅提升，教学效果达成度明显提高；均方

差降低,反映学生学习成果趋于集中,成绩两极分化现象有效缓解;及格率提升至 96%,基础教学目标全面达成。优秀率实现跨越式增长,占比从 21%跃升至 44%,通过课程改革,中等生向高分段转化效率显著提高。详细数据见表 4。

3) 通过本轮教学改革,学生通过项目式学习和翻转课堂模式,自主学习能力提升,知识面拓展;学习兴趣激发,注重参加学科竞赛,创新创业实践能力得到了较好的锻炼。一年来,学生在全国大学生光电设计竞赛、辽宁省大学生物理竞赛中有 18 人,共 31 人次取得省级奖项。

5. 研究的局限性和挑战

项目实施过程中发现非标准答案考试对教师的命题能力和课程设计水平提出了更高要求。教师不仅需要设计出能够有效考察学生综合能力的开放性题目,还需在评分标准的制定上保持灵活性与客观性的平衡,避免因标准模糊导致评分偏差。同时,部分学生长期习惯了传统标准答案式的学习模式,在面对非标准答案考试时,初期可能存在适应困难,表现出对开放性问题的畏难情绪,需要教师投入更多精力进行引导和训练。

还应持续完善翻转课堂的多元评价指标,例如可将项目日志、团队协作表现纳入考核范围。学生的学习能力存在差异,自主学习能力较弱的学生难以跟上翻转课堂和线上学习的节奏。针对学生的个体差异,计划提供个性化支持,比如为自主学习能力较弱的同学设计分层任务(如基础型项目、进阶型项目)。此外,还可借助 AI 工具精准识别学生在学习遇到的困难,并为其提供个性化辅导。

6. 结论

本研究在《光电检测技术及应用》课程中创新性地构建了非标准答案考试试题-线上学习和讨论-翻转课堂三位一体的教学模式。通过设计开放性试题,组织线上学习和讨论以及实施翻转课堂,系统性地实现了对学生知识掌握、创新实践能力和素质的锻炼的多维度考查。从教学反馈、学生成绩以及参与学科竞赛获奖情况来看,这一实践验证了非标准答案考试在理工科课程中的适用性,其培养高阶思维、强化问题解决能力的教学价值值得进一步推广。

基金项目

2021 年辽宁省普通高等教育本科教学改革研究优质教学资源建设与共享项目“基于跨校修读学分课程《宇宙探索与发现》的混合式教学模式的研究,应用与实践”;2024 年沈阳航空航天大学校级教改项目“基于 OBE 理念的《光电检测技术及应用》翻转课堂教学模式的研究与实践”;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] 陈守东,张金标.地方应用型院校《金属学与热处理》课程的非标准答案考试研究[J].黄山学院学报,2022,24(3): 104-107.
- [2] 冯颖.大学数学非标准化考试模式的研究[J].教育观察,2021,10(45): 92-94.
- [3] 赵丽萍.深化教学改革,探索课程考核非标准化新模式[J].继续教育研究,2006(5): 149-150.
- [4] 王莉,孙菊贺.非标准答案考试改革在数学学科基础课中的探索与实践[J].创新教育研究,2024,12(8): 245-251.
- [5] 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.
- [6] 陈智,梁娟,谢兵.应用型人才培养模式下《算法设计与分析》非标准化考试改革研究[J].教育现代化,2017,4(28): 70-72.
- [7] 付星.“以学生为中心”的大学物理课程教学改革与实践——以“非线性光学原理”课程为例[J].物理与工程,2025,

35(3): 112-117.

- [8] 董显娟, 徐勇, 魏科, 李鑫, 姜丽红, 涂则立. 融入 OBE 理念的专业基础课程教学改革与实践——基于“材料成型工艺基础”课程的探索[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2024, 38(2): 120-125.
- [9] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 包能胜, 陆小华, 熊光晶, 陈严. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.