

基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式研究

刘艳磊 姜海丽 刘志海

(哈尔滨工程大学物理与光电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要 随着科学技术的日新月异,大学物理教育面临前所未有的挑战,传统的以理论知识灌输为主的教学模式已难以契合当今社会对具备多元技能的复合型人才的需求。为此,积极探索并提出基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式,旨在构建一个既科学又合理的考核体系,以全面评估学生的理论素养与实践能力。研究显示,非标准化考核模式不仅能够有效提升学生的实践操作能力和创新思维能力,还极大地激发了学生的学习兴趣与内在动力。本研究设计了涵盖理论知识、实践操作和创新能力的考核指标与标准,并通过多样化的考核内容与形式,实现了对学生综合素养的全面评估。实证结果表明,该考核模式显著提高了学生的学习效果,促进了学生的全面发展,为他们未来的学术研究与职业生涯奠定了坚实的基础。

关键词 大学物理;非标准化考核;理实融合;考核指标;教学效果

RESEARCH ON NON-STANDARDIZED ASSESSMENT MODE OF COLLEGE PHYSICS BASED ON THE INTEGRATION OF THEORY AND PRACTICE

LIU Yanlei JIANG Haili LIU Zhihai

(College of Physics and Optoelectronic Engineering, Harbin Engineering University, Harbin, Heilongjiang 150001)

Abstract As science and technology advance rapidly, college physics education faces unprecedented challenges. The traditional teaching model, which mainly focuses on theoretical knowledge imparting, can no longer meet society's urgent need for versatile talents with multiple skills. Therefore, this study puts forward a non-standardized college physics assessment mode based on the “integration of theory and practice” concept. It aims to build a scientific and reasonable assessment system to evaluate students' theoretical knowledge and practical abilities comprehensively. Research indicates that this non-standardized assessment mode can not only enhance students' practical and innovative abilities but also greatly boost their interest and motivation in learning. In this study, assessment criteria covering theoretical knowledge, practical skills, and innovative abilities are designed. Diversified assessment content and forms are used to evaluate students' overall qualities. Empirical results show that this assessment mode has significantly improved students' learning outcomes and promoted their all-around development, laying a solid foundation for their future academic and career paths.

Key words college physics; non-standardized assessment; integration of theory and practice; assessment indicators; teaching effectiveness

收稿日期: 2025-01-09

基金项目: 教指委教改项目“‘新工科’背景下大学物理 AI 课程的建设探索与实践研究”(DJZW202302db); 省教改项目“‘双一流’课程建设背景下,跨学科、跨地域的大学物理虚拟教研室的实践探索”(SJGY20210178)。

通信作者: 姜海丽, jianghaili@hrbeu.edu.cn。

引文格式: 刘艳磊, 姜海丽, 刘志海. 基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式研究[J]. 物理与工程, 2025, 35(4): 86-92, 111.

Cite this article: LIU Y L, JIANG H L, LIU Z H. Research on non-standardized assessment mode of college physics based on the integration of theory and practice[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(4): 86-92, 111. (in Chinese)

新工科的研究与实践紧密围绕着工程教育领域的全新理念、先进结构、创新模式、卓越质量以及综合体系深入展开,重塑人才能力需求,强调培养工程实践与创新精神兼备的复合型人才。大学物理课程对理工科及部分文科学生至关重要,能激发探索精神、创新能力,培养科学思维与爱国情怀,为学生奠定物理基础,助力后续专业学习。

新时代培养应用型人才要求下,提升学生综合应用能力尤为关键。以此为契机实行基于理实融合的非标准化考核模式,培养学生的逻辑推理、归纳、总结、提出问题和解决问题的能力,促进创新精神,全面提升学生综合素质,为后续专业课程与创新训练储备知识。

1 “理实融合”的教育理念

“理实融合”源于古代的“知行合一”,强调知识与实践紧密结合^[1-3],让学生在实践学习中、探索中建构知识^[4-6]。在确保学生掌握扎实理论的同时,能通过实践深化对知识的理解^[7-9]和应用,致力于培养兼具高素质与卓越实践能力的复合型人才。

“理实融合”的内涵丰富而深刻,强调理论与实践相互渗透、促进、转化。理论知识蕴含实践智慧,实践活动需理论指导;理论学习推动实践,实践加深理论理解;学生转化理论为实践能力,实践总结提炼形成新理论^[10]。教育部在相关文件中明确强调了教学过程的实践性,要求课程教学改革以实际工作过程为导向,实现“教、学、做”三者的有机融合,这为“理实融合”教育理念的实施提供了坚实的政策支撑和实践指导。

“理实融合”理念顺应教育趋势,满足新时代人才培养需求。践行此理念可有效促进学生的理论与实践能力全面发展^[11,12],培养理论实践兼备的人才,为社会持续发展提供人才和智力支撑。

2 基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式的优势

大学物理非标准化考核模式打破固有框架,灵活评估学生理论素养与实践能力,贴合教育改革趋势,关注学生个性化差异与全面发展。

2.1 增强理论与实践的结合度

增强理论与实践结合是提升教育质量的关键。通过“理实融合”考核,学生需将物理知识应用于解决实际问题,深入挖掘概念内涵,巧妙融入理论于问题分析之中,全面提升综合素养与实践能力。

2.2 培养综合素质和创新能力

培养综合素质和创新能力是教育的重要目标。“理实融合”考核模式要求学生熟练掌握理论知识,并强调实际操作、团队协作、问题解决及创新能力。激发创新思维和探索精神,培养灵活应变、独立思考能力,为未来职业生涯奠定坚实基础。

2.3 全面地评估学生实践能力

全面评估学生实践能力是保证教育质量的关键。非标准化考核模式通过引入实验操作、项目策划、社会实践以及深度案例分析等多种考核形式,能精准衡量学生的实践能力。考核即时反馈系统,帮助教师精准把握学生实践的长处与短板,调整教学策略,提升教学效果。

2.4 促进个性化学习和发展

促进个性化学习与发展是现代教育的核心追求。“理实融合”的非标准化考核模式以学生为中心,关注个性化学习需求,通过多元化形式与内容,贴切满足学生学习需求和发展特性。执行过程中量身定制任务与要求,助力展现优势与特长。

2.5 提高考核的灵活性和多样性

提升考核的灵活性与多元化是现代教育评价体系革新的关键路径。非标准化考核注重动态互动,采用实验报告、项目设计等模式,并加入在线测试、虚拟实验,使考核生动有趣。

大学物理非标准化考核模式优势显著,应用前景广。它能全面评估学生理论水平与实践能力,激发创新思维与探索精神,助力教育评价体系革新。

3 大学物理非标准化考核模式设计

3.1 考核指标与标准

充分考虑“理实融合”的核心理念,紧密结合理论与实践,基于“理实融合”的大学物理非标准化考核指标与标准如图1所示,考核指标包括传统的理论知识掌握情况,并涉及学生的实践操作能力和创新思维。

理论考核采用简答形式,设计进阶层次的问题,要求有完整的推导和演算过程,以检验学生对

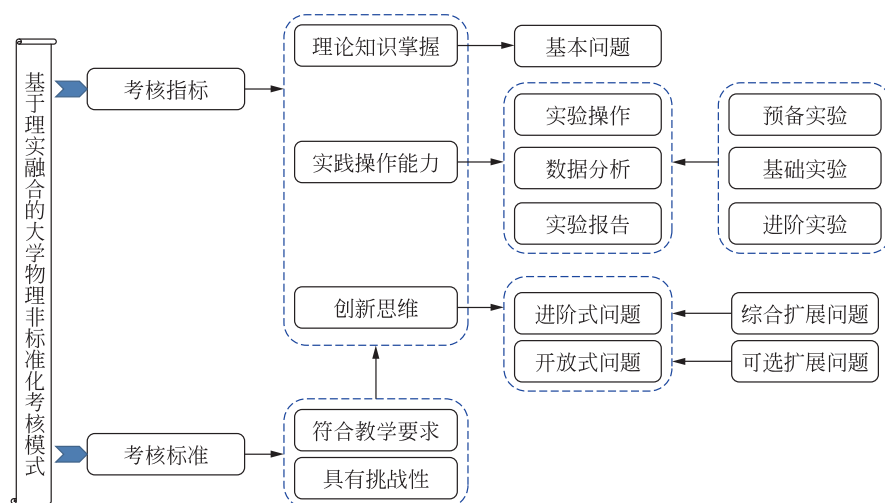


图1 基于“理实融合”的大学物理非标准化考核指标与标准

物理概念、原理和定律的理解与掌握程度。为增强考核的灵活性与深度,引入了开放性问题,要求学生运用所学知识进行深入分析与解答。

实践操作考核涵盖实验操作、数据解析与实验报告撰写,精心策划一系列探究性实验项目,鼓励学生亲身实践,亲自动手制作实验演示器械,细致观察实验现象,精确记录实验数据,并展开深入的分析与讨论。此举旨在全面而有效地评估学生的实践操作能力及其科学素养水平。

设计具有创新性的课题或项目,旨在激励学生释放无限的想象力,促使他们勇于提出新颖独到的见解与创造性的解决方案。这一做法的核心,在于深入评估学生的思维敏捷程度与创新能力。

制定考核标准时,需综合考虑学生的实际水平、既定的教学目标、详尽的课程大纲及丰富的教学内容,以确保所定标准既契合教学需求,又具备一定的挑战性。清晰界定每一项考核指标的具体要求,并确立公正客观的评分标准,以便对学生的综合表现进行准确且量化的评估。

“理实融合”的大学物理非标准化考核机制,全面覆盖了理论知识、实践操作及创新思维三大维度,旨在综合评估学生的整体素质。考核标准需兼具实用性与量化性,既贴近学生的实际水平与发展需求,又蕴含一定的挑战性,以充分激发学生的求知欲与积极性。这一考核模式有助于我们深入洞察学生的学习状况与潜在能力,从而为后续教学提供更具针对性的引导与帮助。

3.2 考核内容与形式

在“理实融合”的理念引领下,大学物理考核的内容与形式亟需革新,以契合新时代人才培养的迫切需求。考核内容不再仅仅拘泥于物理定理、公式的记忆与理解,而是广泛拓展至对物理现象的深度剖析、物理问题的有效解决以及物理实验的创新设计与熟练操作等多个维度。

自2022年7月,学院率先开创大学物理非标准化考核的先河以来,这一创新举措已稳固融入我们每学期的教育体系之中,每年定期举办两次,迄今为止,已成功实施了四次大学物理非标准化考核。在这四次考核历程中,我们的考核团队始终坚守严谨细致的原则,每次考核前夕,均倾注大量心血与时间,精心策划并编制考核题目。

考核题目分为理论和实验两大核心部分,旨在全面评估学生的综合能力。在每次考核中,进阶式问题和开放性问题始终是不可或缺的要素,前者循序渐进地引领学生深化思考,后者则激发学生的创新思维,鼓励他们自由探索问题的多元化解决方案。理论与实验环节均为学生搭建了充分展现个人能力与潜力的舞台,其中,理论环节着重于知识体系的系统构建与逻辑分析能力的培养,而实验环节则聚焦于动手实践技能与实际问题解决能力的实战演练。《大学物理(二)》期末非标准化考核部分试题如图2所示,其中图(a)为2023年秋季学期《大学物理(二)》期末非标准化考核试题册理论部分试题,图(b)为2022年秋季学期《大学物理(二)》期末非标准化考核试题册实验部分试题。

题1 平行直导线间的作用力 (基础理论)

(本题 10 分, 上交的答案需包括你的姓名、学号和完整的计算过程)

如图 1, a 和 b 为两根相同的放置于光滑水平面上的载流均为 I 的无限长平行直导线, 两导线间的距离为 d_0 , 试计算此时导线 b 上长度为 l 的一段所受的磁场力。

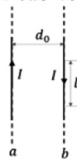


图 1

题2 平行直导线间的作用力做功 (综合扩展)

(本题 20 分, 上交的答案需包括你的姓名、学号和完整的计算过程)

(1) 如图 1, 若导线 a 固定, 导线 b 初始静止, 而后在磁场力作用下在光滑水平面上从初始位置 (距离导线 a 距离为 d_0) 运动到末位置 (距离导线 a 距离为 $2d_0$), 试计算该过程中磁场力对导线 b 上长度为 l 的一段所做的功和导线 b 的末速度 (导线单位长度的质量为 λ)。

(2) 如图 1, 若导线 a 和导线 b 均不固定且初始均静止, 而后在磁场力作用下在光滑水平面上运动, 初始时两导线间距离为 d_0 , 末状态时两导线间距离为 $2d_0$, 试计算该过程中磁场力对导线 b 上长度为 l 的一段所做的功和导线 b 的末速度 (导线单位长度的质量为 λ)。

题3 圆线圈间的作用力 (可选扩展)

(本题 (1)、(2) 两问共 20 分, 上交的答案需包括你的姓名、学号和完整的计算过程。(3) 问为可选计算, 可以不做, 如完成 (3) 问, 最多可以额外得到卓越分 5 分)

如图 2, a 和 b 为两个平行放置的载流均为 I 的圆线圈, 两线圈间垂直距离为 h , 试: (1) 分析 a 受到的磁场力的方向; (2) 说明计算 a 受到的磁场力的大小的思路和计算方法; (3) (可选) 若 $R = r = h$, 计算 a 受到的磁场力的大小 (如有必要可以使用软件进行数值积分)。

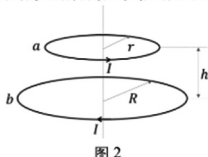


图 2

(a)

(b)

图 2 《大学物理(二)》期末非标化考核试题册部分试题

(a) 2023 年期末非标化考核试题册理论部分试题; (b) 2022 年期末非标化考核试题册实验部分试题

通过进阶式问题和开放性问题的设定, 让学生在具体的问题情境中运用所学的物理知识进行分析和解决。这种题型不仅能够检验学生对理论知识的掌握程度, 还能锻炼他们的逻辑思维和问题解决能力。问题的提出涵盖本学期大学物理教学尽可能多的内容, 确保考核的全面性。在实验考核环节, 学生需要参与实验项目流程的规划及实验报告的撰写, 项目设计进一步检验了学生将物理知识融会贯通, 解决实际问题的能力, 同时在这一实践过程中, 他们的创新思维与实践操作能力也得到了显著提升。实验报告则成为衡量学生在物理实验操作熟练度、数据处理精准性以及实验分析深入度上的重要标尺。

通过丰富多样的考核内容与形式, 能够更为全面且客观地衡量学生的理论素养与实践能力, 进而助力他们在物理学习之路上实现全面发展。这种根植于“理实融合”理念的大学物理非标准化考核模式, 无疑将为新时代下复合型人才的培育提供强有力的支撑。

题3. 预备实验 (2 分)

认真阅读综合测试题的附件所提供的材料 (或自行查找更多相关资料), 学习使用手机软件 phyphox, 利用 phyphox 测量自己所在位置的磁场, 自行查找相关资料 (例如 IGRF 国际地磁参考场模型等) 获取本地地磁场数据, 并与你自己的测量结果进行比较。

题4. 基础实验 (4 分)

⚠ 实验安全要求:

实验安全至关重要, 请务必认真阅读并严格按以下要求执行!!

(1) 本实验只允许使用 1.5V 干电池供电;

(2) 干电池供电过程中会发热, 有一定的爆炸隐患, 为安全起见, 实验中电流持续时间不得超过 5 秒, 请提前设计好电流开关方案和磁场测量方案并进行多次练习, 务必保证在 5 秒内完成一次测量;

(3) 两次测量之间的时间间隔不得少于 30 秒。

制造一个尺寸大小合适的正方形电流, 在正方形电流附近自行选定如题 2 所描述的 4 个点, 测量 4 个点的磁场的大小及方向, 估算你所制造的正方形电流的电流强度, 并进行误差分析。

题5. 进阶实验 (选作, 2 分)

(进阶实验可以不做, 如选择完成进阶实验, 最多可以额外得到 2 分, 额外得分将直接加在综合测试的总分上, 如果加上额外得分后的总分超过 10 分, 超出部分将直接扣除, 按 10 分处理。)

3.3 考核实施与流程

考核实施与流程是基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式研究中的重要组成部分, 如图 3 所示。为确保考核模式能够得到有效运行, 必须精心组织并实施考核流程。

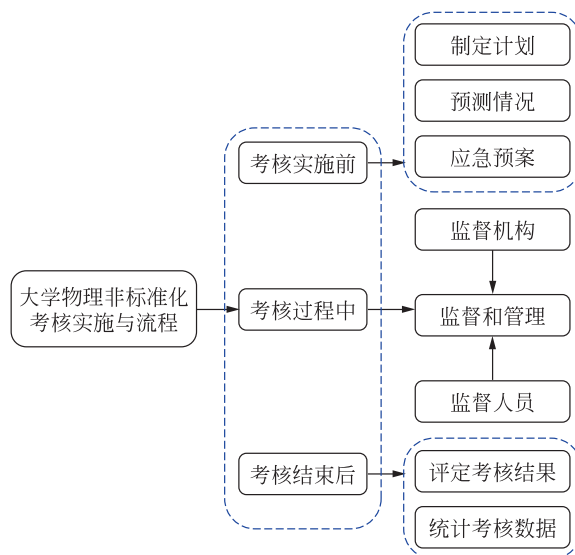


图 3 基于“理实融合”的大学物理非标准化考核实施与流程

考核前夕,务必精心规划详尽的考核方案,清晰界定考核的具体时间节点、采用的考核方式以及具体要求,确保每位参与考核的人员均能充分知晓并做好万全准备。同时对考核进程中可能出现的各种突发状况进行预判与应对,精心制定应急预案,以确保考核能够平稳有序、顺利无阻地进行。

在考核进程中,监督与管理环节扮演着举足轻重的角色。要设立专业的监督机构或指派专门的监督人员,对考核全程进行细致入微的指导与监督,确保考核工作能够秉持公正、公平、公开的原则顺利推进。高度重视学生的参与度,积极鼓励他们畅所欲言,提出宝贵的意见和建议,以便能够及时而准确地把握学生的学习状况与实际需求,为后续的教学改进工作提供有力参考与借鉴。

考核结束后,对考核结果进行深入分析与细致总结。我们运用科学的统计方法对数据进行分析,全面而深入地了解学生的学习状况及知识掌握程度,从而精准地发现教学过程中存在的问题与不足。在此基础上,教师依据学生的个体差异及具体学习需求,量身定制个性化的指导方案与建议,助力学生更加牢固地掌握知识,有效提升自身能力。

考核实施与流程是保障基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式高效运作的核心环节。鉴于“理实融合”的非标准化考核模式高度重视多样性与灵活性,因此在考核实施的过程中,务必强调灵活性与适应性,依据实际情况进行适时且恰当的调整。依据学生的解答状况与反馈意见,及时且精准地调整考核评价指标,以确保考核既具备有效性又兼具针对性。

4 大学物理非标准化考核的实施效果分析

4.1 数据分析

在评估基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式的实施效果时,利用 Excel 软件对学生的考核结果进行了整理和初步分析。通过绘制成绩分布图、计算百分比指标,直观地展示了学生在非标准化考核模式下的整体表现,并对不同考核形式下的成绩进行了对比分析,以探究考核形式对学生成绩的影响。四次大学物理非标准化考核的实施年度及参与人数概况,详见表 1。值得注意的是,2023 年春季学期的非标准化考核采取了学生自愿报名的新模式,因此参与人数仅为 234 人,而其余三个学期则实现了全体学生的广泛参与。

在不断的摸索中,自 2023 年秋季开始,试题总分从最初的满分 10 分调整为满分 100 分。

表 1 大学物理非标准化考核参与人数信息

实施年度	参加考核人数	试题总分 (理论+实验)	试题个数 (理论+实验)
2022 年秋季	2880	10(4+6)	5(2+3)
2023 年春季	234	10(4+6)	5(2+3)
2023 年秋季	3377	100(50+50)	6(3+3)
2024 年春季	3449	100(50+50)	6(3+3)

2022 年秋季、2023 年春季非标准化考核学生成绩分布如图 4 所示,各分数段的人数占总人数的百分比,则详细列于表 2 之中。

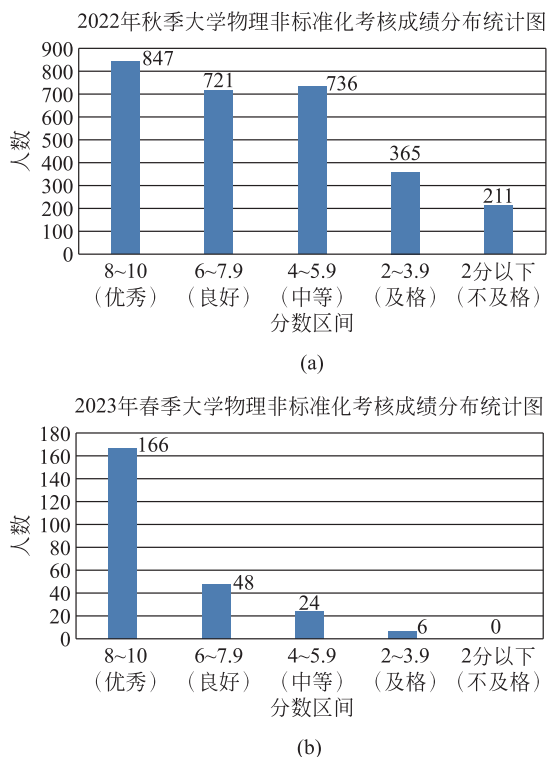


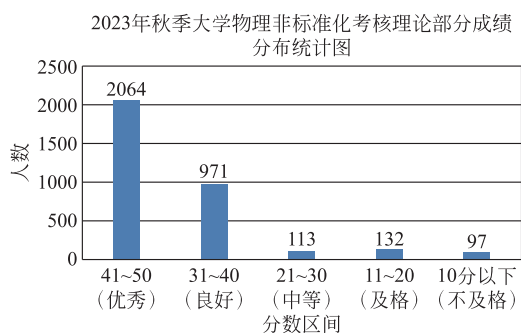
图 4 基于“理实融合”的大学物理非标准化考核成绩分布图
(a) 2022 年秋季; (b) 2023 年春季

表 2 各分数段的人数占总人数的百分比

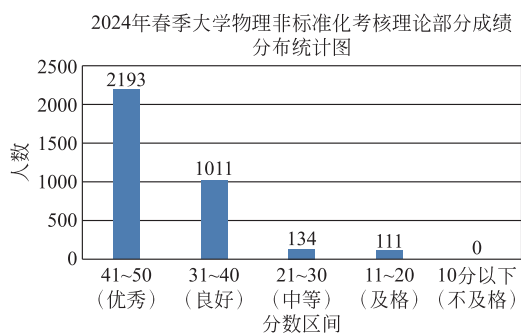
实施年度	优秀/ %	良好/ %	中等/ %	及格/ %	不及格/ %
2022 年秋季	29.4	25.0	25.6	12.7	7.3
2023 年春季	70.9	20.5	6.0	2.6	0

2023年秋季、2024年春季非标准化考核理论考核成绩和实验考核成绩单独统计,历年学生成绩分布如图5所示,理论考核成绩各分数段的人

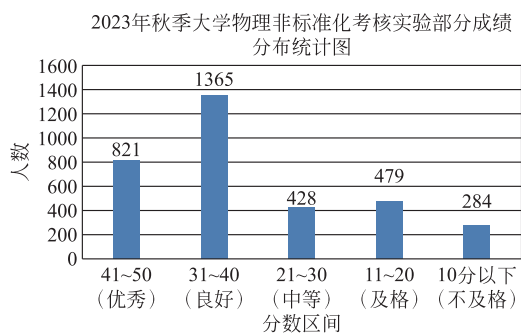
数占总人数的百分比,则详细列于表3之中,实验考核成绩各分数段的人数占总人数的百分比如表4所示。



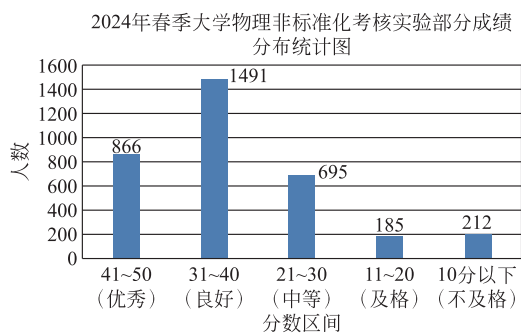
(a)



(b)



(c)



(d)

图5 大学物理非标准化考核理论试题部分与实验试题部分成绩分布图

(a) 2023年秋季理论部分考核; (b) 2024年春季理论部分考核;
(c) 2023年秋季实验部分考核; (d) 2024年春季实验部分考核

表3 理论考核部分各分数段的人数占总人数的百分比

实施年度	优秀/%	良好/%	中等/%	及格/%	不及格/%
2023年秋季	61.1	28.8	3.3	3.9	2.9
2024年春季	63.6	29.3	3.9	3.2	0

表4 实验考核部分各分数段的人数占总人数的百分比

实施年度	优秀/%	良好/%	中等/%	及格/%	不及格/%
2023年秋季	24.3	40.4	12.7	14.2	8.4
2024年春季	25.1	43.2	20.2	5.4	6.1

2022年秋季学期是初次尝试,到了2023年春季,自愿原则导致非标准化考试的参与人数略显稀疏,尽管优秀率实现了显著提升,但鉴于样本量有限,其可比性并不强。到了2023年秋季与2024年春季,考试迎来了全员参与的新局面,理论试题部分与实验试题部分均设定了50分的满分标准,为学生提供了一个更加明确、统一的评价尺度。从成绩分布的态势来看,理论和实验部分考核成绩的优秀率呈现出逐年稳步上升的趋势。这不仅验证了考试改革的正确性,也为未来的教育改革提供了有力的数据支持。通过科学合理地运用数据分析工具和技术手段,不仅客观地评估了考核模式改革的效果,还为后续的改进和完善提供了有力依据,有助于不断优化考核模式。

4.2 实施效果评估

在深度探索并推行了基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式后,评估其成效至关重要。这既检验了考核模式的科学性与实效性,也剖析了学生的学习成效及全面发展水平。从学生的理论素养与实践技能提升的视角来看,非标准化考核模式不仅要求学生掌握扎实的理论基础,更强调其在实践操作中的运用和创新思维的培养。因此,通过细致对比改革前后的考核结果,可以清晰洞察到学生在理论素养与实践技能上的全方位提升。

非标准化考核模式在激发学生的创新思维与增强团队协作能力方面,同样取得了瞩目的成果。得益于考核内容与形式的丰富多样与高度灵活,使学生从被动接受知识转为主动探索解决问题,从而点燃创新思维火花,激发求知欲,实现自我突破。实验项目流程的规划等考核形式的巧妙融入,也让学生在团队协作的实践中学会了倾听他人意见、清晰表达自我观点以及高效沟通协调,从而有力地增强了他们的团队协作能力。

学生对考核模式的满意度及认可程度,同样是评判其实施成效的关键标尺之一。通过细致收集并深入分析学生的反馈心声,绝大多数学生对非标准化考核模式抱有积极且肯定的态度。他们认为这一考核模式更为科学严谨、全面而高效,能够精准映照出他们的真实水平与潜在能力,学习兴趣与积极性被极大地激发,学习效果也得到了显著提升。因此,这种考核模式与现代教育的发展趋势高度契合,是培育复合型人才的重要桥梁之一。

5 大学物理非标准化考核的挑战与对策

在推进基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式过程中,师资力量的核心作用不言而喻。此模式要求教师具备扎实的理论基础、丰富的实践经验和创新的教学方法。学院定期组织专业培训,涵盖物理前沿、实验教学先进方法、实践能力培育策略,确保教师紧跟学科发展,提升专业素养和教学水平,为推动大学物理教学的改革与创新奠定坚实的基础。

为确保非标准化考核的顺畅实施,学院加大了教学资源与设施建设投入。更新实验设备,引入先进技术和教学软件,重视教学场地规划,提供充足空间便于学生操作和团队协作。学校还构建了资源共享平台,促进跨学院、跨专业资源互通,实现高效整合与配置。制定实施方案和细则,建立考核评价与激励机制,加强与相关部门沟通协调,为考核模式改革提供了有力的保障和支持。

6 结语

本论文的研究结论充分证明了基于“理实融合”的大学物理非标准化考核模式在提升学生学习效果、促进学生全面发展以及推动高校教学改

革等方面的重要价值。未来,将继续深入探讨非标准化考核模式的优化策略和推广路径,以期为高校物理教育乃至更广泛领域的教育改革提供有益的参考和借鉴。

参 考 文 献

- [1] 黄明儒,成波. 构建“理实融合”双轨制教学模式[J]. 法学教育研究, 2024, 44(1): 155-172.
HUANG M R, CHENFG B. On the Construction of the Dual-Track Teaching Model of “Integration of Theory and Practice”[J]. Legal Education Research, 2024, 44(1): 155-172. (in Chinese)
- [2] 李晓岩,王鹏超,毕冰. 理实融合,构建“教、学、做、思、用”立体化教学模式[J]. 生物学杂志, 2023, 40(5): 126-130.
LI X Y, WANG P C, BI B. Integrating theory and practice, creating a three-dimensional class of “teaching, learning, doing, thinking and using”[J]. Journal of Biology, 2023, 40(5): 126-130. (in Chinese)
- [3] 龙慧,马振中,张雅璐,等. 基于双理实融合的程序设计课程混合式教学模式探索[J]. 计算机教育, 2023(8): 177-181.
LONG H, MA Z Z, ZHANG Y L, et al. Exploration of a blended teaching model for programming courses based on dual theory-practice integration[J]. Computer Education, 2023(8): 177-181. (in Chinese)
- [4] 陈亮. 芬兰职前教师教育的理实融合逻辑及启示[J]. 教育探索, 2020(8): 80-85.
CHEN L. The logic of theory-practice integration in Finnish pre-service teacher education and its implications[J]. Education Exploration, 2020(8): 80-85. (in Chinese)
- [5] 唐笑年,段彬,王潇潇. 以学启创 以创促学 构建物理学引领多学科融合的创新实践教学模式[J]. 物理与工程, 2024, 34(5): 69-73, 81.
TANG X N, DUAN B, WANG X X. Learning to inspire innovation, innovation to promote learning: research and exploration on innovative practical teaching model of multi-disciplinary integration led by physics[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(5): 69-73, 81. (in Chinese)
- [6] 许昊翔,蒲源,吴登峰. 科教融合理念下化工类专业课程案例教学模式的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2024(5): 45-52.
XU H X, PU Y, WU D F. Exploration and practice of case-based teaching models in chemical engineering education under the concept of science-pedagogy integration[J]. China University Teaching, 2024(5): 45-52. (in Chinese)
- [7] 安宪军,董克俭. 基于理实一体化教学模式的课程思政实践探索[J]. 教育教学论坛, 2024(8): 102-105.
AN X J, DONG K J. Exploration and practice on curriculum ideology and politics of SCM course based on the integration of theory and practice[J]. Education and Teaching Forum, 2024(8): 102-105. (in Chinese)

(下转第 111 页)

- [18] ASHIDA Y, GONG Z, UEDA M. Non-Hermitian physics[J]. *Advances in Physics*, 2020, 69(3): 249-435.
- [19] BENDER C M. Making sense of non-Hermitian Hamiltonians (Article)[J]. *Reports on Progress in Physics*, 2007, 70(6): 947-1018.
- [20] MOSTAFAZADEH A. Pseudounitary operators and pseudounitary quantum dynamics[J]. *Journal of Mathematical Physics*, 2004, 45(3).
- [21] 唐原江, 梁超, 刘永椿. 宇称-时间对称与反对称研究进展[J]. *物理学报*, 2022, 71(17): 32-43.
TANG Y J, LIANG C, LIU Y C. Research progress of parity-time symmetry and anti-symmetry[J]. *Acta Phys. Sin.*, 2022, 71(17): 171101. (in Chinese)
- [22] 张禧征, 王鹏, 张坤亮, 等. 非厄米临界动力学及其在量子多体系统中的应用[J]. *物理学报*, 2022, 71(17): 44-56.
ZHANG X Z, LANG C, LIU Y C, et al. Non-Hermitian critical dynamics and its application to quantum many-body systems[J]. *Acta Phys. Sin.*, 2022, 71(17): 174501. (in Chinese)
- [23] 白凯. 非线性非厄米奇异点的研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2023.
BAI K. Exploring non-linearity in exceptional singularities of non-Hermitian systems[D]. Wuhan: Wuhan University, 2023. (in Chinese)
- [24] 耿琳琳, 袁锦波, 程文等. 非厄米力学系统基本原理与研究进展[J]. *力学进展*, 2024, 54(1): 1-60.
GENG L L, YUAN J B, CHENG W, et al. Fundamental principles and research progress of non-Hermitian mechanical systems[J]. *Advances in Mechanics*, 2024, 54(1): 1-60. (in Chinese)
- [25] KLAUCK F U J, HERINRICH M, SZAMEIT A, et al. Crossing exceptional points in non-Hermitian quantum systems[J]. *Science advances*, 2025, 11(2): eadr8275.
- [26] ZHU X L, PENG T, et al. Non-Hermitian quasicrystal-line topological insulators[J]. *Physical Review B*, 2025, 111(3): 035305.
- [27] TEO H T, MANDAL S, LONG Y, et al. Pseudomagnetic suppression of non-Hermitian skin effect[J]. *Science Bulletin*, 2024, 69(11): 1667-1673.
- [28] SURJAN P R, SZABADOS A, GOMBAS A. Real eigenvalues of non-hermitian operators[J]. *Molecular Physics*, 2024, 122: e2285034.
- [29] 许森东. 艾里涡旋光束通过负折射率介质的传输特性[J]. *激光技术*, 2022, 46(6): 850-854.
XU S D. Study on propagation properties of vortex Airy beams through negative index medium[J]. *Laser Technology*, 2022, 46(6): 850-854. (in Chinese)
- [30] 夏刚, 张亚鹏, 汤婧雯, 等. 电磁感应透明条件下里德伯原子系统的亚稳动力学[J]. *物理学报*, 2024, 73(10): 175-183.
XIA G, ZHANG Y P, TANG J W, et al. Metastable dynamics of Rydberg atomic system under electromagnetically induced transparency[J]. *Acta Phys. Sin.*, 2024, 73(10): 104203. (in Chinese)
- [31] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. 2020-06-01. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice of the Ministry of Education on Issuing the Guiding Outline for Ideological and Political Construction of Higher Education Curriculum [EB/OL]. 2020-06-01. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html. (in Chinese)

(上接第 92 页)

- [8] 李祺, 徐天一, 李孟国, 等. 项目式实践教学与课程思政的融合探索——以电工电子综合课程设计课为例[J]. *大学教育*, 2023(3): 84-86.
LI Q, XU T Y, LI M G, et al. Integrating project-based learning with curriculum ideology and politics: A case study of comprehensive electrical and electronic course design[J]. *University Education*, 2023(3): 84-86. (in Chinese)
- [9] 张洪玉, 尹文生, 柴智敏. 结合“三位一体”的理实一体化教学模式探索[J]. *高教学刊*, 2024, 10(28): 21-24.
ZHANG H Y, YIN W S, CHAI Z M. Exploring a trinity-integrated theory-practice teaching model: Synergizing knowledge, skills, and values in pedagogical innovation[J]. *Journal of Higher Education*, 2024, 10(28): 21-24. (in Chinese)
- [10] 曹蓉, 奚家米, 倪小勇. 基于交叉融合理念的地方综合性大学实践教学体系构建[J]. *中国大学教学*, 2023(8): 71-75.
CAO R, XI J M, NI X Y. Constructing an Interdisciplinary practice-oriented teaching system in regional comprehensive universities: A convergence-based approach[J]. *China University Teaching*, 2023(8): 71-75. (in Chinese)
- [11] 朱健民. 新时代如何加强课程、教材及学习者的融合[J]. *中国大学教学*, 2018(9): 93-96.
ZHU J M. Enhancing curriculum-materials-learner convergence in the new era: A tripartite integration framework for digital-age education[J]. *China University Teaching*, 2018(9): 93-96. (in Chinese)
- [12] 施星君. “两翼”产教融合体建设的理论研究综述、实践探索及推进策略[J]. *教育与职业*, 2024, 1069(21): 46-53.
SHI X J. Industry-education convergence ecosystem with dual wings: A systematic review, practical implementation, and strategic roadmap for integrated development[J]. *Education and Vocation*, 2024, 1069(21): 46-53. (in Chinese)