



混合式教学平台下脑机接口实验教学改革

黄 微, 韩 妮, 李家琦

(大连东软信息学院 智能与电子工程学院, 大连 116023)

摘要: 随着教育信息化技术的发展, 基于脑机接口技术的实验课程改革与实践依托混合式教学平台, 开展传统课堂、在线课堂、虚拟仿真结合的“三堂联动”混合式教学多维引导学生发展, 使不同层次学生都参与课程并有所收获。实验建设将基于学习产出的教育模式(OBE)引入课堂教学, 通过趣味性实践教学培养学生创新意识, 开展面向创新能力和实践能力培养的实验案例, 构建教学质量的持续改进模式, 旨在让学生在专业教学中实现知识获取、能力培养和价值塑造的终极目标。

关键词: 脑机接口技术; 混合式教学平台; 思政教育; 教学改革

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220677

Experiment Teaching Reform of Brain Computer Interface under Hybrid Teaching Platform

HUANG Wei, HAN Ti, LI Jiaqi

(School of Intelligence and Electronic Engineering, Dalian Neusoft Institute of Information, Dalian 116023, China)

Abstract: With the development of the educational information technology, the experimental curriculum reform and practice based on the brain computer interface technology rely on the hybrid teaching platform to carry out the “three classroom linkage” hybrid teaching combined with traditional classroom, online classroom and virtual simulation to guide students’ development in a multi-dimensional way, so that students at different levels can participate in the curriculum and have some harvest. The experimental construction introduces the outcomes-based education (OBE) concept into classroom teaching, cultivates students’ innovation awareness through interesting practical teaching, carries out experimental cases oriented to the cultivation of innovation ability and practical ability, and constructs a continuous improvement mode of teaching quality, aiming to enable students to achieve the ultimate teaching goal of knowledge acquisition, ability cultivation and value shaping in professional teaching.

Key words: brain computer interface; hybrid teaching platform; ideological and political education; teaching reform

新工科背景下, 基于脑机接口实验教学的创新能力和实践能力的培养已成为开设相关课程高校人才培养工作的重点^[1-2]。然而, 传统实验教学侧重基本知识的传授, 课堂以教师为中心, 学生被动学习, 习得率低, 并且教学趣味性不足, 学生缺乏创新意识和思政目标的引入力度远远不够。按照传统实验课的模式进行教学比较枯燥, 学生难于理解^[3-4]。

为了更好地实现“停课不停学”^[5-6], 基于脑机接口实验的教师团队采用线上线下混合式教学模式^[7], 在改革与实践过程中引入混合式教学平台, 按照“课前、课中、课后”在学习平台导入“课程资源”, 结合智慧教学平台及信息化工

具, 正确应用“教法”与“学法”。教师通过案例牵引、实验实践、融入思政三位一体, 使学生“做中学”, 实现教学效果持续改进。实验设计特色如图 1 所示。

1) 将 OBE 理念引入课堂教学中^[8]

以成果为导向融入教学目标, “以学生为中心”反向教学设计, 拆解实验环节, 从教学目标调整、教学内容优化、分层实验体系搭建、混合式教学模式实施和考核方式革新等方面着手。

2) 培养学生创新意识

在实验结果评定环节, 不设定“死”结果, 引导学生发散性思维, 通过对比多种实现方案, 使学生在熟练掌握脑电波的采集和输出数据解析

收稿日期: 2022-11-30; 修回日期: 2022-12-22

基金项目: 辽宁省教育厅省级一流本科课程(辽教办〔2022〕303号); 辽宁省民办教育协会教育科学“十四五”规划项目(LMJX2023240)。

作者简介: 黄微(1993-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事人机交互方面的研究。E-mail: huangwei@neusoft.edu.cn

的方法的基础上,体会知识运用的灵活性。既考查对知识点的掌握程度,锻炼了学生的动手能力,又将创新意识融入实验实践环节,结构清晰,充分体现了理论与实践的有机结合。

3) 开展趣味性实践教学

好的实验案例设计可以打破学生对实验教学的刻板印象,在此基础上培养学生综合运用所学基础理论、专业知识的基本技能,增强学生发现、分析、解决实际工程问题的能力。在实验课中融入与课程内容相关的网络热门新闻,学生感兴趣的电影等,调动学生的积极性,激发学生思考,打造乐趣魅力并存的实验课堂。在覆盖课本理论知识的基础上,尽量做到不同学科交叉,推

进成果转化,达到产学研一体化。

4) 建设课程思政^[9-12]

挖掘课程中蕴含的思政元素,如工程伦理教育、科学精神、职业素养教育等,盐化水般融入课程建设,把思政目标“下沉”到课程思政一体化教学模块中。同时通过运用脑机接口技术,拉近实验学习与前沿技术的距离,使学生学有所用,为学生后续参与相关学科竞赛和就业奠定良好的基础。

通过以上教学设计,旨在提升学生的理论素养和信号处理能力,以项目为导向,有效地激发学生学习动力,实现知识传授、能力培养和价值塑造的有机融合,促进高质量人才的培养。

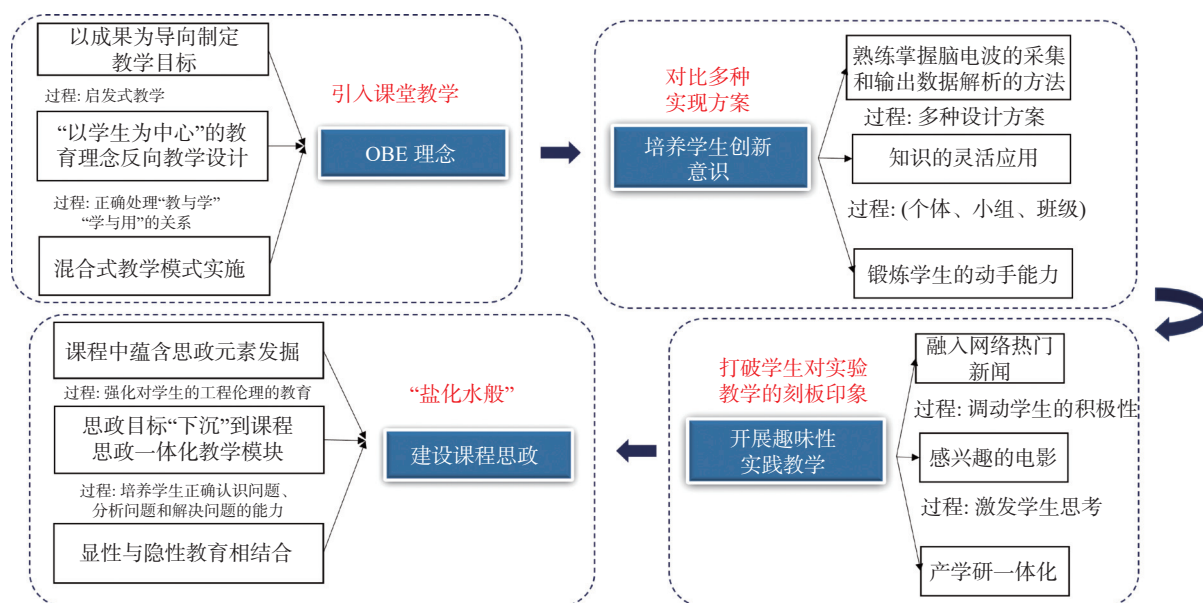


图1 实验设计特色

1 基于混合式教学平台的教学实施

混合式教学平台依托混改学习平台、作业系统、课程资源网站、智慧黑板以及希沃品课等智慧平台及信息化工具,开展传统课堂、在线课堂和虚拟仿真“三堂联动”式多维引导学生发展。采用启发式教学,通过教学设计课前、课中、课后相结合,使不同层次学生都参与实验并有所收获。实验通过线上线下教学应用的有机融合,正确应用“教法”与“学法”。教师通过案例牵引、实验实践、融入思政三位一体,使学生“做中学”,实现以赛促学^[13]。实验依据教法与学法实施过程如图2所示。

在实验课程实施之前,教师首先进行学情分析,通过先修课及本课程前部分章节的学习对学

生能力水平进行定位,通过课前测试情况对学生知识经验进行分析,然后统计班级人数及男女比例情况对班级学风进行分析,最后总结要提升的知识、能力和素养。

1.1 课前准备

课前准备对于基于脑机接口技术相关实验来说是非常重要的环节,目的是让学生提前了解实验内容、实验流程,教师课前通过课程网站上传实验指导书、实验仿真软件、实验报告模板、实验设备脑电波传感器使用方法及注意事项文档、脑电波传感器佩戴注意事项、微课视频等课程资源,学生根据教师课前发布的学习任务单查看学习平台相应资源,完成线上预习任务,填写预习报告。

1.2 课中教学

课中教学教师采用希沃品课完成考勤,同时

发布课前线上测试，教师根据学生测试情况分析预习效果，动态调整授课进度，进行辅导、讲授、

话题讨论。课上结合问题引入法、项目教学法以及案例驱动法等多种教学方法来更好地引导学生。

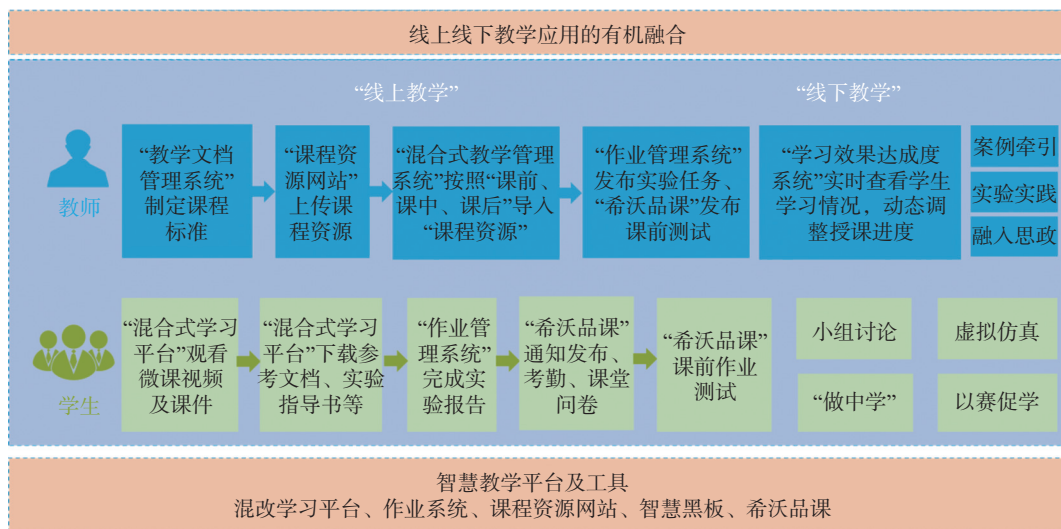


图 2 教法与学法实施过程

1.3 课后巩固

实验结束后，教师通过作业系统发布实验任务，通过学校综合管理系统记录过程性考核成绩，学习效果达成度系统计算学习效果达成度，根据达成度情况，实时反馈调整课程，教学效果持续改进。学生可以基于混改学习平台完成课上知识点的复习巩固。

1.4 成绩评定

实验考核的设置采用实验过程与实验报告相结合的方式，其中实验过程与实验报告权重比为 6 : 4，在实验过程中对实验中包含创新性、积极主动帮助其他同学解决问题的同学，可酌情加分，加分后不超过实验总成绩，具体评分标准如表 1 所示。

表 1 实验评分标准

考核方式及权重 (总分10分)	优	良	中	差
实验过程(6分) 注：实验有创新性、积极主动帮助其他同学，可酌情加分，加分后每次实验总成绩不超10分	① 正确、合理佩戴实验设备 ② 认真进行程序编写和调试 ③ 执行演示结果正确 ④ 遇到问题能够积极思考，自主解决，有一定创新性	① 正确、合理佩戴实验设备 ② 较认真进行程序编写和调试 ③ 执行结果正确 ④ 遇到问题能够在教师指导或提示下解决	① 正确、合理佩戴实验设备 ② 能够进行程序编写和调试，但态度不认真 ③ 不能对执行结果的正确性进行判断	① 旷课 ② 不参与实验完成过程
实验报告(4分)	① 预实验内容完整，能够积极思考，带着问题去实验 ② 各项内容全面、准确 ③ 排版清晰、合理	① 预实验内容基本完整，能够积极思考 ② 各项内容基本全面、准确 ③ 排版合理	① 预实验内容基本完整 ② 各项内容基本全面 ③ 字迹潦草	① 未完成实验报告 ② 内容雷同或抄袭

2 基于混合式教学平台的应用实践

以“基于脑机接口的智能小车控制设计”实验为例，探索“混合式教学平台”模式在脑机接口实验中的具体实施过程。

2.1 课程导入

在课程导入方面，首先通过内容回顾及希沃品课测试，复习与实验案例相关的脑电图相关知识，包括脑电图的定义、脑电图的分类。接着观看《黑镜》中短片片段，由未来脑机接口技术的应用形式，启发学生思考“脑机接口的分类有哪

些”“科技进步为人类带来了便利，但是如果不能合理地使用科技，对人性、社会、道德都会产生负面的影响”，从而强化对学生的工程伦理的教育。

2.2 案例引入

在案例引入方面，通过介绍中国首例侵入式脑机接口运动功能重建案例，72岁的高位截瘫患者通过侵入式脑机接口技术用意念控制机械手，实现抓、握、移等三维空间运动。引入学生感兴趣的热门新闻对非侵入式、半侵入式、侵入式脑机接口技术的分类及特点进行介绍，脑电信号经过采集、处理、流畅准确地控制外部设备，讲解

脑机接口技术的原理。结合新闻中医疗团队取得的重大突破,将电极准确无误地植入患者大脑,尽可能减少对患者带来的损失。引入思政元素,培养学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力,把阻力转换为动力,具有不畏艰难,迎接挑战的精神。

2.3 项目设计

通过问题牵引将实验细化分解为3个任务单元,分别是正确佩戴脑电传感器头带、脑电信号采集与处理任务和智能小车控制设计。

1) 佩戴脑电传感器头带

在佩戴脑电传感器头带方面,教师演示脑电传感器头带的佩戴方式,如图3所示。首先在实验前需清洁额头中心部位,去除污垢,保持皮肤洁净。然后,指导学生戴上脑电传感器头带,将装置内侧的干电极对准额头中心,注意干电极下不要有头发,否则会干扰信号,将参考电极用耳夹夹在任一侧耳垂处脑电波传感器上。最后,打开电源,适当调整传感器位置以确保其与皮肤能够有良好接触。设备操作过程中,需要让学生先明确自己要做什么,做出来应该是什么样的。



图3 教师演示脑电传感器头带的佩戴方式

2) 脑电信号采集与处理

教师通过问题引入法提出“如何对脑电波信号进行解析?”引发学生思考,讲解脑电波传感器硬件主要参数、信号采集原理、脑电波信号数据解析方法。其中, TGAM 芯片每秒钟会通过蓝牙发送 513 包数据,包括 512 包的原始数据包和一个包含 EEG 数据的大包,通过串口通信软件读取脑电信号数据包,解析找到数据包中的专注度数据。利用 MindViewer 仿真软件观察脑电波波形图,如图4所示,并结合希沃品课,测试学生对知识点的掌握程度。

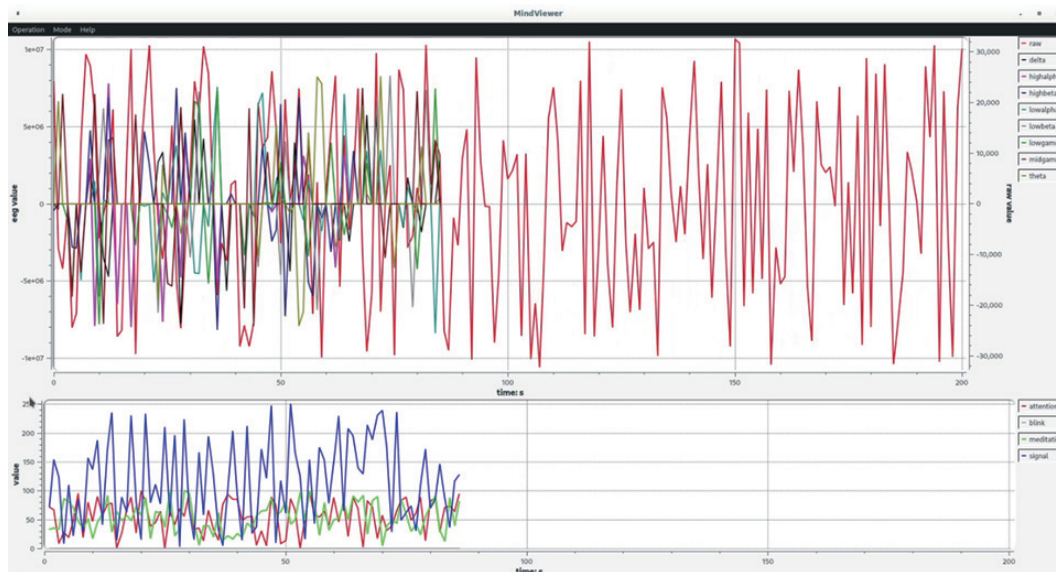


图4 MindViewer 仿真软件观察脑电波波形图

针对疫情期间部分学生无法按时返校参加线下实验的同学,为了让线上同学更好地参与实验,掌握脑机接口技术的原理,特别将线上线下同学分为同一组,共同完成实验任务。线下同学通过佩戴脑电传感器,利用串口通信软件采集到.txt格式的数据包,发送给线上同学,线上同学可以借助虚拟串口软件,利用线下同学发来的数

据包,通过 MindViewer 仿真软件观察脑电波波形图。在线上同学共同协助下完成了实验,既理解了脑机接口技术的原理,又培养了学生团队合作、分工协作的能力。

3) 智能小车控制设计

教师提出“智能小车是如何通过意念控制的?”引发学生思考。基于前期对智能小车的了解,学生

设计完善智能小车运动状态控制的初始化、转向、倒车等单片机程序，修改不同“专注度”数值对应的 PWM 占空比(如将 0~100 数值划分为 0~40、41~50、51~60、61~70、71~80、80~100 共 6 个区间)，获得几个区分度较好的车速值，具有较好的操作体

验。不同学生佩戴脑电波头带后，可明显地感受到注意力越集中，小车速度越快。不同学生全神贯注盯住自己的小车，用“专注度”进行比赛。通过车速挡位选择，改变对抗的激烈程度。使用 IAR 集成开发环境对智能小车控制设计流程图如图 5 所示。

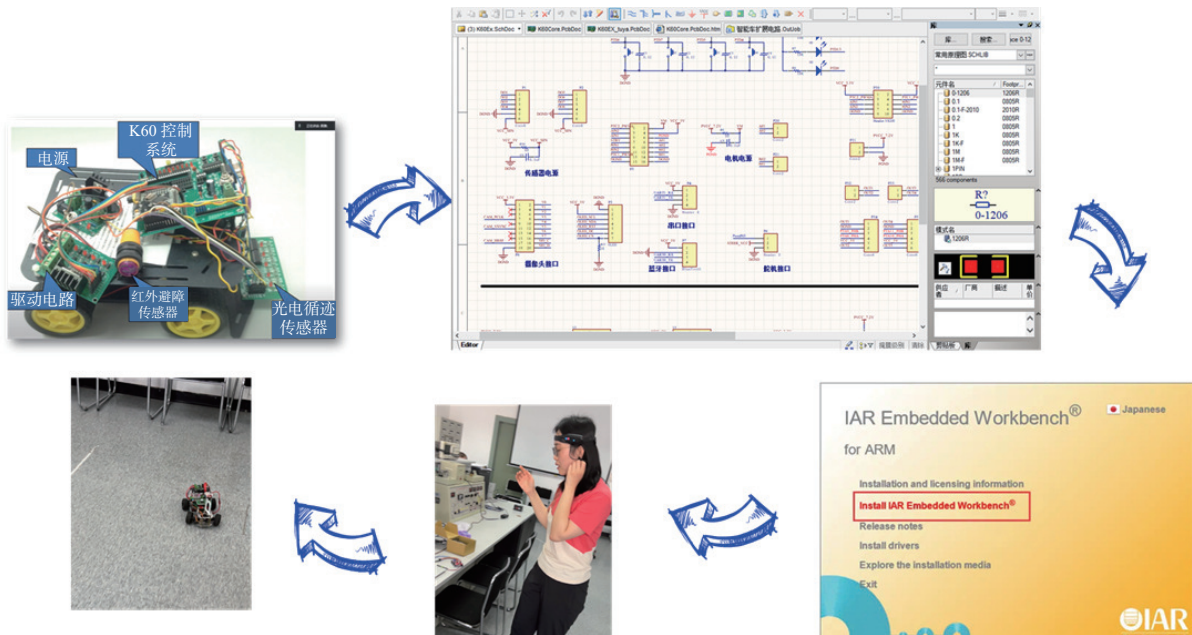


图 5 智能小车控制设计流程图

2.4 实验小结

实验课结束，教师总结，引导学生讨论反馈对实验课的学习感受及学习建议，及时掌握学生需求，以便更好地设计教学过程，另外要求学生实验进行总结分析，填写问卷星上的无记名调研，完成实验报告。

3 教学效果及评价

脑机接口实验采用混合式教学平台后，统计 2020—2022 年同一专业的实验完成效果对比图如图 6 所示。

通过发送“问卷星”对 126 名学生关于脑机接口技术实验学习感受进行调查，发布问卷内容如图 7 所示。其中有 83.33% 的学生对基于混合式教学平台的线上线下混合式教学完全满意；79.37% 的学生在线平台学习时，认为播放情况为非常流畅；79.37% 的学生认为平台提供的丰富资源，可以满足学习需求；77.78% 的学生认为在课前会主动使用在线学习平台无须督促或提醒；80.16% 的学生认为实验环节设计非常好，有很大帮助，“问卷星”调查实验环节设计合理性如图 8 所示；69.05% 的学生对课程中涉及的课程思政内容很感兴趣；

69.05% 的学生认为任课教师有课程内容引申的课程思政内容，对在工程伦理教育、工匠精神、报国热情、螺丝钉精神、团队协作精神以及正确认识问题、分析问题和解决问题的能力的影响程度非常大；71.43% 的学生非常习惯任课教师使用考勤形式。“问卷星”调查实验设备操作难易程度如图 9 所示。“问卷星”生成实验课后感受词云图如图 10 所示。实验环节设计通过学生的学习感受及学生期末评价可以看出，学生对于实验建设满意度较高，通过智慧平台、智慧教室进行课程教学、考勤、分组等管理，学生在实验中参与度较高。

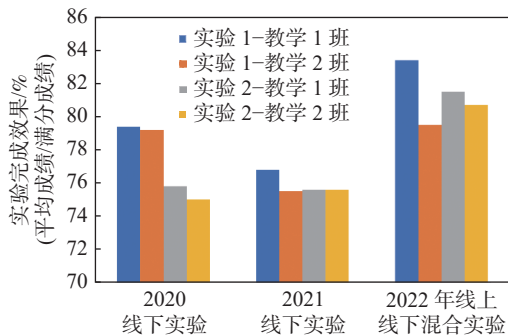


图 6 实验完成效果对比图

脑机接口实验教学满意度调查表

1. 您对线上线下混合式教学总体满意度? [单选题]*

○非常满意 ○不满意
○很满意 ○很不满意
○满意 ○完全不满意
○一般

2. 您使用在线平台学习时,播放情况如何? [单选题]*

○非常流畅 ○卡顿
○比较流畅 ○有点卡顿
○流畅 ○非常卡顿
○一般

3. 平台提供的丰富的学习资源,能满足您的学习需求? [单选题]*

○非常同意 ○不同意
○同意 ○非常不同意
○中立

4. 在课前您会主动使用在线学习平台,无需督促或提醒? [单选题]*

○非常同意 ○不同意
○同意 ○非常不同意
○中立

5. 您认为本课程的实验环节设计是否合理,对消化理解理论知识是否有帮助? [单选题]*

○感觉非常好,有很大帮助 ○感觉一般,有一点帮助
○感觉很好,有帮助 ○感觉不好,没有帮助

6. 对您来说,实验课程中脑电波传感器使用与操作过程难易程度如何? [单选题]*

○困难 ○比较简单
○比较困难 ○简单
○一般

7. 您对课程学习中涉及的课程思政内容的态度是? [单选题]*

○很感兴趣
○比较感兴趣
○不感兴趣

8. 您认为任课教师有课程内容引申的课程思政内容,对您在工程伦理教育、工匠精神、报国热情、螺丝钉精神、团队协作精神以及正确认识问题、分析问题和解决问题的能力的影响程度? [单选题]*

○非常大 ○较小
○较大 ○非常小
○一般

9. 您认为任课教师使用考勤形式如何? [单选题]*

○非常习惯 ○不太习惯
○习惯 ○不习惯
○一般

10. 您对本课程最大的收获是? 请简单描述。 [填空题]*

图7 “问卷星”调查问卷内容

第5题:您认为本课程的实验环节设计是否合理,对消化理解理论知识是否有帮助? [单选题]

选项	小计	比例
感觉非常好,有很大帮助	101	80.16%
感觉很好,有帮助	25	19.84%
感觉一般,有一点帮助	0	0%
感觉不好,没有帮助	0	0%
本题有效填写人次	126	

图8 “问卷星”调查实验环节设计合理性

第6题:对您来说,实验课程中脑电波传感器使用与操作过程难易程度如何? [单选题]

选项	小计	比例
困难	9	7.14%
比较困难	8	6.35%
一般	59	46.83%
比较简单	29	23.02%
简单	21	16.67%
本题有效填写人次	126	

图9 “问卷星”调查实验设备操作

第10题:您对本课程最大的收获是? 请简单描述。 [填空题]



图10 “问卷星”生成实验课后感受词云图

4 结束语

在以往的脑机接口技术实验教学过程中,出现比较多的问题一般是传统的实验过程和实验内容对于实验的效果大打折扣,没有取得很好的教学效果,无法提高学生的主观能动性。针对这一点,在授课过程中采用混合式教学平台,明确实验体系层次,模块化、递进式,有助于学生在实践中理解消化所学知识,更好地将理论应用于实验,并对实验内容进行了分层设计,鼓励学生完成基本项,冲刺高阶创新项。设计了适合的教学方法、引导方式,如教师讲授、调研、微视频、报告、讨论等形式。实验课程中蕴含思政元素,制定与课程相关的制度、规范、教学流程,拓展了教学实践与空间,使课堂内外、学校内外、线上线下的实验学习方法得到持续改进。

参考文献

- [1] 张静娜,张晔,王倩楠,等.基于运动想象的脑-机接口案例教学实验设计[J].实验技术与管理,2022,39(9):168-174.
- [2] 秦静怡,李玲,陈秀,等.新工科与创新创业教育融合的模式研究——基于扎根理论的80所高校样本分析[J].中国高校科技,2022(8):10-16.
- [3] 方心葵,葛海燕,陈鲁勇.验证性实验教学改革的实践与探索[J].实验室研究与探索,2022,41(3):212-216.
- [4] 杜学领,张开智.基于OBE理念的数字化实验教学改革[J].实验技术与管理,2020,37(1):181-186.
- [5] 教育部.继续严抓疫情防控有序推进教育工作.教育部党组学习贯彻中央关于统筹推进新冠肺炎疫情防控和经济社会发展工作部署会议精神[EB/OL]. [2020-02-24]. <http://www.moe.gov.cn/>.
- [6] 教育部.总结推广典型经验深入做好“停课不停学”[EB/OL]. [2020-03-07]. <http://www.moe.gov.cn/>.
- [7] 张倩,马秀鹏.后疫情时期高校混合式教学模式的构建与建议[J].江苏高教,2021(2):93-97.
- [8] 秦俊,肖静.基于OBE理念的高校创新型工程人才的培养路径[J].武汉理工大学学报,2021,34(4):149-153.
- [9] 鄢显俊.论高校“课程思政”的“思政元素”、实践误区及教育评估[J].思想教育研究,2020(2):88-92.
- [10] 阮茹敏,霍跃.构建课程思政与思政课程协同效应的新审视[J].思想政治教育研究,2021,37(1):74-78.
- [11] 谢国民,田国胜.工科实验课程思政建设的途径研究[J].学校党建与思想教育,2022(13):65-68.
- [12] 王学俭,石岩.新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J].新疆师范大学学报,2020,41(2):50-58.
- [13] 吕海霞,张丽靖,张艳辉,等.学科竞赛与实验中心教改深度融合的探索[J].实验室研究与探索,2020,39(1):170-172.