

新工科背景下光电信息科学与工程专业学生 创新能力培养探索

曹斌芳¹, 乔闹生², 彭梓齐¹, 尚雪¹, 马磊¹

¹湖南文理学院, 数理学院, 湖南 常德

²湖南文理学院, 国际学院, 湖南 常德

收稿日期: 2023年1月9日; 录用日期: 2023年2月17日; 发布日期: 2023年2月27日

摘要

在新工科背景下, 湖南文理学院光电信息科学与工程专业通过调整专业培养目标、课程体系、教学内容等方面的探索实践, 实现了光电信息科学与工程专业学生工程创新能力的增强, 满足了当今社会对光电工程专业人才的需求。该实践对以新工科理念改造升级传统专业具有一定的指导意义。

关键词

新工科, 创新能力, 成果导向教育

Exploration on the Cultivation of Innovation Ability of Optoelectronic Information Science and Engineering Specialty under the Background of the Emerging Engineering Education

Binfang Cao¹, Naosheng Qiao², Ziqi Peng¹, Xue Shang¹, Lei Ma¹

¹College of Mathematics and Physics Science, Hunan University of Arts and Science, Changde Hunan

²International College, Hunan University of Arts and Science, Changde Hunan

Received: Jan. 9th, 2023; accepted: Feb. 17th, 2023; published: Feb. 27th, 2023

文章引用: 曹斌芳, 乔闹生, 彭梓齐, 尚雪, 马磊. 新工科背景下光电信息科学与工程专业学生创新能力培养探索[J]. 创新教育研究, 2023, 11(2): 324-331. DOI: 10.12677/ces.2023.112054

Abstract

Under the background of the emerging engineering education, the optoelectronic information science and engineering major of Hunan University of Arts and Science has achieved the enhancement of engineering innovation ability of through the adjustment of professional training objectives, curriculum system, teaching content and other aspects of exploration and practice, consequently meet the needs of today's society for optoelectronic engineering professionals. This practice has certain guiding significance to transform and upgrade traditional majors with new engineering concepts.

Keywords

Emerging Engineering Education, Innovative Ability, Outcomes-Based Education

Copyright © 2023 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

2017年以来,教育部围绕新工科建设,先后提出了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,深入分析了新工科建设的理念内涵、指明了新工科建设的目标要求、给出了新工科建设的改革路径。在此背景下,全国高校掀起了一场新工科建设热潮[1][2][3]。湖南文理学院地处湘西北常德市,是一所由湖南省人民政府主办的全日制普通本科院校,在引进高层次人才方面存在吸引力不足,同时常德市仅有湖南文理学院一所应用型本科高校,其人才支撑能力不足将在很大程度上影响常德新一代信息技术产业的发展壮大。常德市近年来强力推动“开放强市、产业立市”,不断做强做大工业企业,在其快速发展的同时,市委市政府也明确给学校提出人才培养要求。

湖南文理学院光电信息科学与工程专业自2012年创办以来,不断加大投入,取得了一定的成绩。面对“新工科”建设中培养高素质复合型新工科人才的要求,对光电信息科学与工程专业进行改造,通过调整专业培养目标、课程体系和教学内容等,加强本专业学生工程创新能力的培养,以满足当今社会对应用光电人才需求。

2. 依据成果导向教育理念(OBE)确立培养目标

培养目标是人才培养之本,合理的培养定位与目标内涵对于培养方案的制定极其重要。成果导向教育(Outcomes-Based Education, OBE)理念作为工程教育专业认证工作的基础,正逐渐被国内众多高校关注[4][5]。如青岛科技大学邵华锋等[6]基于OBE理念,介绍了高分子材料与工程专业基于OBE理念下进行的培养目标修订与实践。国防科技大学钟海荣等[3]提出了基于OBE理念、工程教育理念(CDIO)等的人才培养模式设计方案。杨长龙等[7]采用双循环培养目标论证机制,提出了综合考虑外部及内部需求的培养目标制定程序。可以看出,基于OBE理念的人才培养目标修订为培养目标的完善提供了新的思路,也为新工科背景下教学改革提供了新的方案。

依据OBE理念深入分析用人单位对光电信息科学与工程专业学生在知识、能力、素质方面的需求,

转化形成人才培养方案中的毕业标准。本校光电工程专业修订后的培养目标为：面向区域及地方经济社会发展需求，培养德、智、体、美、劳全面发展，掌握必备的数学和自然科学基础知识，具备光电信息科学的基本理论、基本知识和基本技能，能够在应用光学、光电子技术、光纤通信、光电图像处理、光电检测及相关的电子信息科学、计算机科学等领域从事研究、教学、设计、开发、维护、管理等工作的合格应用型工程技术人才。

3. 以工程能力培养为引领，优化课程体系

根据培养目标和毕业要求，优化课程体系，实现应用型工程技术人才的培养。修订后的课程体系包含通识教育课程、数学和自然科学类、工程及专业相关和工程实践课程四个模块，学时学分分配比例如表 1 所示，其中工程及专业相关课程学分占比 31.1%，工程实践和毕业设计学分占比 21.8%，能充分满足专业水平和实践能力提高的需要，强化工程能力的培养。

Table 1. Allocation of hours and credits in the training programs

表 1. 培养方案学时学分分配表

序号	专业认证标注课程类别	学分		占总学分比例(%)			工程专业认证通用标准(%)	
		必修	选修	必修	选修	合计		
1	人文社会科学类通识教育课程	42.5	9.5	26.2 %	5.8%	32%	≥15	
2	数学与自然科学类	24.5	0	15.1%		15.1%	≥15	
3	工程及专业相关课程	工程技术基础	30.5	0	18.8%	0	18.8%	≥30
		专业基础/核心	12.5	0	7.7%	0	7.7%	
		专业选修	0	7.5	0	4.6%	4.6%	
		小计	43	7.5	26.5%	4.6%	31.1%	
4	工程实践与毕业设计/论文	35.5	0	21.8%	0	21.8%	≥20	
占比合计		145.5	17	89.6%	10.4%	100		
学分合计		162.5						

4. 基于创新教育理念改进光电工程专业教学实践环节

创新创业教育是“中国人的理论创造”，是基于中国特色社会主义国情提出的适应国家发展、应对“百年未有之大变局”的教育新理念，其基本内涵为：“提倡创新精神，培养创新意识，训练创新能力，实践创新创业行为”[8][9]。本文积极探索如何将创新教育融入光电信息科学与工程专业教学和实践过程，设计课程教学新模式、建立多元化的实习实训培养模式。

4.1. 根据课程特点，设计课程教学新模式

光电信息科学与工程专业主要课程包括电路分析、模拟电子技术、数字电子技术、信号与线性系统、物理光学、信息光学、激光技术及应用等。根据不同课程的特点研究课程教学方法。如针对“信号与线性系统”这类理论性强、概念抽象的课程，提出在该课程中采用以问题为导向的教学方法，鼓励学生进

行问题的探索和分析。针对“DSP 系统开发”这类应用型很强的课程，同时要求学生具有一定的硬件知识和软件编程基础，提出采用案例教学法，通过引导学生进行案例的交流和研讨式分析，达到利用案例获取相关信息和数据来实现问题的解决，增强学生工程创新能力。

4.2. 多元化的实习实训培养模式

4.2.1. 校内实践教学平台中融合创新教育理念

专业实验教学是理工专业教学中的一个重要环节，对培养大学生的创新意识、训练创新能力，实践创新创业行为具有至关重要的作用。近年来，湖南文理学院校内实践教学平台包括电路实验分室、模/数电实验分室、光电信息与光电图像处理实验分室，光栅光谱实验分室，光电设计与检测实验分室，光电子材料分析与检测实验分室等，用于满足专业相关课程的实践教学需求。在专业实验教学环节融合创新教育进行了有益的探索，以信号与线性系统课程为例，提出了专业基础课程实践环节的改革方案。

1) 融合创新教育理念，优化实验课程内容

信号与线性系统课程实验环节，采用预习实验 - 硬件实验 - 软件实验 - 开放实验的多维度实验方案，如表 2 所示，其中硬件实验部分采用“RZ8664 信号与系统”实验箱，选取了四个硬件实验，通过这些硬件实验，一方面帮助学生巩固课堂知识，另一方面训练学生基本的实验操作技能，锻炼学生运用所学的基础知识进行创造的能力。

针对硬件实验存在的灵活性不足和图视化问题，增设了基于 MATLAB 的综合仿真实验，实验内容涵盖信号的频谱分析，拉普拉斯变换，z 变换的求解和零极点分布图等。通过直观明显的图形帮助学生加深对知识点的理解，激发学生的专业课学习兴趣。最后设置了开放性实验，让同学们自己探索，自己思考，锻炼学生运用所学的基础知识进行创造的能力，提供一个学生验证想法的平台。

Table 2. Experimental scheme of signal and linear system
表 2. 信号与线性系统实验方案

序号	实验项目名称	实验类型
1	常见信号观测实验	预习实验
2	冲激响应与阶跃响应	硬件实验
3	有源无源滤波器	硬件实验
4	抽样定理与信号恢复	硬件实验
5	矩形脉冲信号的分解与合成	硬件实验
6	信号与系统综合仿真实验	软件实验
7	语音信号处理实验	开放实验(软件 + 硬件)

2) 严格控制实验过程

依据理论课程进度安排课程实验，“信号与线性系统”课程实验中预习实验由任课教师根据教学进度提前准备，采用线上学习和课堂演示方案，学生在课堂上即可分组讨论；硬件实验和软件实验则安排在对对应章节结束后，要求学生到实验室完成实验并提交详细实验报告；开放实验则安排在课程学习即将结束时进行，要求学生给出设计报告和思考总结，进行课堂答辩。

3) 实验和理论的有机融合, 互相补充

该实验由任课教师直接参与, 真正实现理论+实验的有机融合, 加深对课堂知识的掌握, 以“抽样定理与信号恢复”实验为例进行实验设计。

针对教材“4.9 取样定理”课程内容讲解完成后, 提出两个问题:

- 1) 信号取样的过程, 如何选取抽样频率才能无失真地恢复原信号?
- 2) 信号恢复的过程, 如何选取滤波器截至频率才能从取样信号中不失真的恢复原信号?

让学生带着问题进行实验, 以三角波被矩形脉冲抽样为例, 其中三角波频率为 1KHZ, 幅度为 1V, 取三角波的有效带宽为 $3\omega_1$, 试分析表 3 中抽样频率和滤波器截至频率为以下几种情况下的波形是否失真?

Table 3. Experimental analysis of sampling theorem and signal recovery

表 3. 抽样定理与信号恢复实验分析

序号	三角波频率 f_1 (KHz)	抽样频率 f_s (KHz)	滤波器截至频率 f_c (KHz)	是否失真?
情况 1	1	3	2	是
情况 2	1	6	2	是
情况 3	1	12	2	是
情况 4	1	3	4	是
情况 5	1	6	4	是
情况 6	1	12	4	否

由时域采样定理可知, 抽样频率需大于原信号频带宽度的两倍, 即 $f_s \geq 2B_f$, 其中 f_s 为抽样频率, B_f 为原信号占有频带宽度。

信号恢复时要通过一低通滤波器就能恢复出原信号, 对于低通滤波器截至频率的要求是 $f_m \leq f_c \leq f_s - f_m$, 其中 f_m 是原信号频谱中的最高频率。

将上述参数带入抽样定理, 本实验的 $f_m = 3$ KHz, 所以有:

① 当 $f_s = 3$ KHz 时, 不满足 $f_s \geq 2B_f$, 所以情况 1 和 4 条件下波形失真, 分析原因是采样不足无法获得更多原始信号信息。

② 当 $f_s = 6$ KHz 时, $f_s = 2B_f$, 处于临界状态, 所以情况 2 和 5 条件下波形上有一定失真, 主要原因是在实际信号中, 大多数信号的频率成分是有限的。

③ 当 $f_s = 12$ KHz 时, $f_s > 2B_f$, 满足采样定理的条件, 再进一步判断滤波器的截至频率, f_c 的取值范围为 $f_m \leq f_c \leq f_s - f_m$, 即 3 KHz $\leq f_c \leq 9$ KHz。情况 3 的截至频率不满足要求造成失真, 情况 6 满足信号的采样和恢复条件, 不会失真。

结合实验环节, 再次回到课堂进行理论知识的深入分析和思考, 有效的提高了同学们思考问题和分析问题的能力。

4) 考核内容评价多元化

在实验成绩的评定环节采用线上预习、课堂实验、课后报告和课堂答辩的多元评价方式, 具体如表 4。通过分组课堂实验关注学生的团队协作能力和工程实践能力培养。

Table 4. Assessment methods of experiments in signal and linear system courses
表 4. 信号与线性系统实验考核方式

序号	考核环节	成绩
线上预习	1) 线上预习完成情况 2) 线上预习效果考核	10
课堂实验	1) 理论是否清楚 2) 动手操作能力 3) 数据记录和数据分析能力	40
课后报告	1) 实验报告的完整性 2) 实验数据的分析是否准确 3) 思考题是否有效完成	40
课堂答辩	1) 实验验证理论 2) 实验结果分析 3) 实验内容扩展分析	10

实验环节是学生创新能力培养的重要环节,可进一步加深学生对理论课程中现象、推论的直观认识,提供一个学生验证想法的平台。同时运用好专业实验平台将大力提升学生创新创业的积极性。

4.2.2. 校企实训平台建设

在实训环节加强与企业的产学研合作,推进学生实习基地建设。以《光电系统设计》实训环节为例,与广州粤嵌通信科技股份有限公司湖南分公司建立产学研合作,共同探索“光电系统设计”校企合作教学模式。

光电系统设计是光电信息科学与工程专业第三学年的集中实践环节。该课程设计是光电子技术及器件、光电传感器与检测技术等课程的辅助教学手段,是培养学生深入掌握课堂教学内容、综合运用光学、精密机械、计算机和电子学等知识的重要教学环节;主要考察学生对专业知识的掌握程度,加强学生的理论和实践相结合的能力,提高学生的动手能力。

校企合作共同确定课程设计的题目,如“智能寻迹避障小车”等,并就课程设计的目标、实施方案、具体内容安排和实施过程、课程设计成效评估方式等进行研讨。该实训环节从平时考勤、项目任务完成情况、项目答辩和设计报告四个方面进行成绩评定,具体如表 5 所示。

Table 5. Scoring detailed rules of the school-enterprise practical training session of “photoelectric system design”

表 5. “光电系统设计”校企实训环节评分细则

考核环节	内容	成绩(%)
平时考勤	考勤包括无故迟到、旷课、早退等情况	20
项目任务	考核学生系统功能完成情况	30
现场答辩	制定了详细的评分细则: 1) 代码功能是否较好满足需求? 2) 有比较新颖的功能? 3) 算法高效、思路及代码清晰与否? 4) 各设计及文档是否规范?	25
设计报告	考核学生整理文档和规范的文字表达能力	20
创新思维	扩展功能	5

图 1 和图 2 给出了 2019 年光电系统设计中某组同学的答辩现场和调试图，其中粤嵌智能循迹避障小车通过应用红外传感器以及蓝牙串口 APP，利用光学原理来识别黑白线路来实现自动循迹以及蓝牙控制的功能。

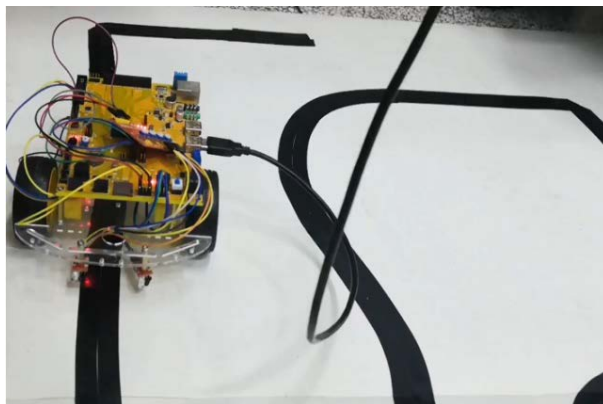


Figure 1. Debugging site of intelligent tracking obstacle avoidance car

图 1. 智能寻迹避障小车调试现场



Figure 2. On-site acceptance of school-enterprise cooperation

图 2. 校企合作现场验收

综合以上指标，2019 年某班同学的综合成绩统计如表 6 所示。

Table 6. Student achievement statistics

表 6. 学生成绩统计

等级	优秀	良好	中等	及格	不及格
人数	22 人	21	5	0	0

从表 6 可知该班同学的成绩分布非常好，说明通过 2 周的校企合作实训，同学们较好的掌握了课程设计的要求，按时完成了相应的任务。通过校企合作模式的探索与实践，通过企业工程师的引导，同学

们可以进一步拓展设计功能,如一组同学进行了蓝牙模块的优化,可以实现蓝牙控制多功能切换以及PWM波调速。达到创新型人才培养的目的。

4.2.3. 校外实习环节

光电信息科学与工程专业的校外实践教学平台主要针对专业认知实习、专业见习、专业实习、毕业设计/论文等开展。学院积极主动联系企业,推进实践平台建设,进行校企合作。在实习环节,聘请企业技术人员,为学生讲授企业文化、企业生产现状及设备特征等重要内容,切实做到理论知识与实际生产的有机统筹。

5. 结论

新工科背景下,湖南文理学院光电信息科学与工程专业通过调整专业培养目标、课程体系、教学内容等方面的探索实践,一方面体现了“以学生为中心”的教育理念,另一方面加强了学生参与教学过程的积极性,提高了学生的学习兴趣。最终实现了光电信息科学与工程专业工程创新能力的增强,满足了当今社会对光电工程专业人才的需求,为区域产业发展培养综合性应用型人才。

基金项目

湖南省普通高等学校教学改革研究项目(湘教通[2020]232号,HNJG-2020-0720,HNJG-2020-0731),教育部产学合作协同育人项目(201901035064),湖南文理学院校级教改项目(JGYB2128)。

参考文献

- [1] 舒燕君,马庄宇,刘宏伟,等.新工科背景下的计算机组织与体系结构实践教学改革[J].计算机教育,2021,5(18):80-83.
- [2] 刘黎明,高玉梅,迟锋,等.新工科背景下应用型本科高校光电信息科学与工程专业人才培养模式研究[J].教育教学论坛,2019(34):242-244.
- [3] 钟海荣,马峰,程溪.新工科背景下军队院校融合式培养模式设计的思考——以光电信息科学与工程专业为例[J].教育教学论坛,2022(40):54-57.
- [4] 孙爱晶,陈怡君,石晓娟.基于OBE的本科人才培养目标评价体系探究[J].高教学刊,2017(9):33-34.
- [5] 马慧子,苗萱,王向荣,刘美娟.OBE理念下统计学实验类课程混合式教学模式探索[J].实验室研究与探索,2022,41(9):223-228.
- [6] 邵华锋,黄兆阁,赵菲.基于OBE模式的高分子材料与工程专业培养目标的修订实践[J].高分子通报,2020(11):56-60.
- [7] 杨长龙,李莉,贾宏葛,张小舟,于岩.基于OBE的人才培养目标制定机制及程序[J].高分子通报,2019(12):74-77.
- [8] 张桂春,张琳琳.“创业教育”思想的生成与流变[J].辽宁师范大学学报,2004(4):63-67.
- [9] 黄治同,纪越峰,尹长川.面向电子信息类创新人才培养的一流本科课程建设探索与实践[J].中国大学教学,2021(10):43-48.