

OBE导向的“产学研赛创”五融通信号与系统课程教学改革与实践

——以“脑机接口项目课程”为例

周雪玲^{1*}, 许冠辉^{1,2}, 张世邦¹, 薛浩然¹, 陈颖曦³, 陈伟¹

¹东莞理工学院卓越工程师学院(创新创业学院), 广东 东莞

²广州惊奇电子科技有限公司, 广东 广州

³东莞理工学院教育学院(师范学院), 广东 东莞

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月13日; 发布日期: 2026年5月21日

摘要

面向新工科工程人才培养需求, 构建OBE导向的“产学研赛创”五融通教学模式。依托《信号与系统》课程, 引入脑机接口项目重构教学内容, 形成“理论-实践-创新”一体化体系, 并通过项目驱动与多维评价提升学生工程实践与创新能力。实践结果表明, 该模式显著提高了课程达成度与人才培养质量。

关键词

OBE, 产学研赛创, 信号与系统, 脑机接口, 教学改革

OBE-Oriented Teaching Reform and Practice of the “Industry-Academia-Research-Competition-Innovation” Integrated Model in Signals and Systems Course

—A Case Study of a “Brain-Computer Interface Project-Based Course”

Xueling Zhou^{1*}, Guanhui Xu^{1,2}, Shibang Zhang¹, Haoran Xue¹, Yingxi Chen³, Wei Chen¹

¹Elite Engineers College (Innovation Entrepreneurship College), Dongguan University of Technology, Dongguan Guangdong

²Guangzhou Amazing Electronic Technology Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

*通讯作者。

文章引用: 周雪玲, 许冠辉, 张世邦, 薛浩然, 陈颖曦, 陈伟. OBE 导向的“产学研赛创”五融通信号与系统课程教学改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 1173-1179. DOI: 10.12677/ae.2026.165972

Abstract

To address the demands of engineering talent cultivation in the context of emerging engineering education, an OBE-oriented “industry-education-research-competition-innovation” integrated teaching model is proposed. Based on the Signals and Systems course, brain-computer interface (BCI) projects are incorporated to reconstruct the curriculum content, forming a unified framework that integrates theory, practice, and innovation. Through project-driven learning and multidimensional evaluation strategies, students’ engineering practice and innovation capabilities are effectively enhanced. Experimental teaching outcomes demonstrate that the proposed model significantly improves course attainment and the overall quality of talent cultivation.

Keywords

OBE, Industry-Academia-Research-Competition-Innovation, Signals and Systems, Brain-Computer Interface, Teaching Reform

Copyright © 2026 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

随着新工科建设推进，工程教育正由知识传授向能力培养与成果导向转型。成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)以学习产出为核心，通过反向设计教学目标与评价体系，实现人才培养与产业需求的有效对接。然而，传统《信号与系统》课程仍以理论讲授为主，实践环节薄弱，课程内容与工程场景脱节，评价方式单一，难以支撑工程应用与创新能力培养[1]。

近年来，“产学研赛创”协同育人模式逐渐成为工程教育改革的重要路径。通过整合产业资源、科研项目、学科竞赛与创新实践等多维要素，该模式有效促进了人才培养与工程实际需求之间的深度对接，推动了学生工程实践能力与创新能力的协同提升[2]-[4]。然而，现有研究与实践在融合深度与实施路径方面仍存在一定不足，主要表现为缺乏系统化教学设计与整体性课程重构，导致各要素之间协同不足，难以形成稳定、高效的育人机制。

针对上述问题，本文基于 OBE 理念，构建了面向《信号与系统》课程的“产学研赛创”五融通教学模式。以脑机接口项目为牵引，对课程内容与教学流程进行系统重构，打破传统以理论讲授为主的教学模式，构建“理论 - 实践 - 创新”一体化教学体系，实现知识传授、能力培养与创新实践的有机融合。在此基础上，设计多维度学习评价机制，从过程性评价、项目实践表现及创新成果等多个层面，对学生学习成效进行综合评估，从而实现教学目标与学习成果的有效对齐，并支撑课程的持续改进与质量提升。

2. 信号与系统专业人才培养现状分析

近年来，在国家新工科建设与工程教育认证持续推进的背景下，“产学研赛创”协同育人理念逐渐

成为工程类人才培养的重要导向[2] [3] [5]。《信号与系统》作为电子信息与自动化类专业的核心基础课程，其教学改革不断深化。各高校依托学科优势与产业资源，积极推进课程体系优化与教学模式创新，例如引入项目式教学与虚拟仿真实验，强化信号分析与系统建模能力[6]。通过校企合作，将通信信号处理与智能感知等工程案例融入课堂，提升课程应用导向。同时，以学科竞赛为牵引，推动“课堂 - 实践 - 竞赛”联动教学模式的构建[7]。

尽管已取得一定成效，但从整体来看，《信号与系统》课程在人才培养过程中仍存在若干亟待解决的问题。

2.1. 岗位需求对接精准度有待提升

随着信息技术的发展，信号处理工程师、嵌入式工程师及脑机接口算法工程师等岗位对人才能力要求不断提高，强调理论基础与工程实践并重。然而，部分高校课程仍以传统理论体系为主，缺乏与岗位需求匹配的实践内容与前沿模块，如脑机接口信号处理与智能分析等，导致学生知识结构与产业需求存在脱节，影响就业适应性。

2.2. 实践教学资源与工程场景支撑不足

当前《信号与系统》课程实践环节多以验证性实验为主，缺乏综合性与设计性任务。受限于实验条件，学生较少接触真实工程系统，如脑电信号采集与嵌入式处理平台，难以形成完整工程认知。“重理论、轻实践”的教学模式在一定程度上制约了学生实践能力的提升。

2.3. 创新能力培养与课程融合不足

虽然高校普遍开展创新创业教育，但与专业课程融合程度不高。《信号与系统》课程中的创新实践多停留在基础层面，缺乏与真实工程问题相结合的项目驱动教学。尤其在脑机接口等前沿领域，尚未形成系统化培养路径，导致学生创新能力培养缺乏深度与持续性。

2.4. 教学与科研融合机制有待完善

教师科研项目具有较强的前沿性与应用价值，但在教学中转化不足。科研内容与课程教学缺乏有效衔接，学生难以及时接触最新技术与研究方法。“课研分离”现象不仅降低了科研资源利用效率，也影响了课程前沿性与人才培养质量。

3. “产学研赛创”一体化培养模式内涵

“产学研赛创”一体化培养模式是以 OBE 导向为引领，以能力培养为核心目标，以课程体系为实施载体，深度融合产业需求、教学过程、科研实践、学科竞赛与创新创业的协同育人机制[5] [8]。该模式强调“多要素协同、全过程贯通、多维度评价”的系统设计，通过构建“产业链 - 教学链 - 创新链”有机融合的育人体系，实现知识传授、能力培养与价值塑造的统一，推动人才培养与行业需求的精准对接。

图 1 展示了 OBE 导向的“产学研赛创”五融通人才培养框架。

其中，“产学研赛创”一体化培养模式的内涵主要体现在以下 6 个维度。

3.1. “产”为需求牵引

以产业发展需求为导向，依托企业真实工程场景与技术标准，明确人才培养目标与能力结构。通过引入企业项目、行业案例与工程问题，构建与岗位能力相匹配的教学内容体系，实现课程教学与产业需求的动态对接，提升人才培养的针对性与适应性。

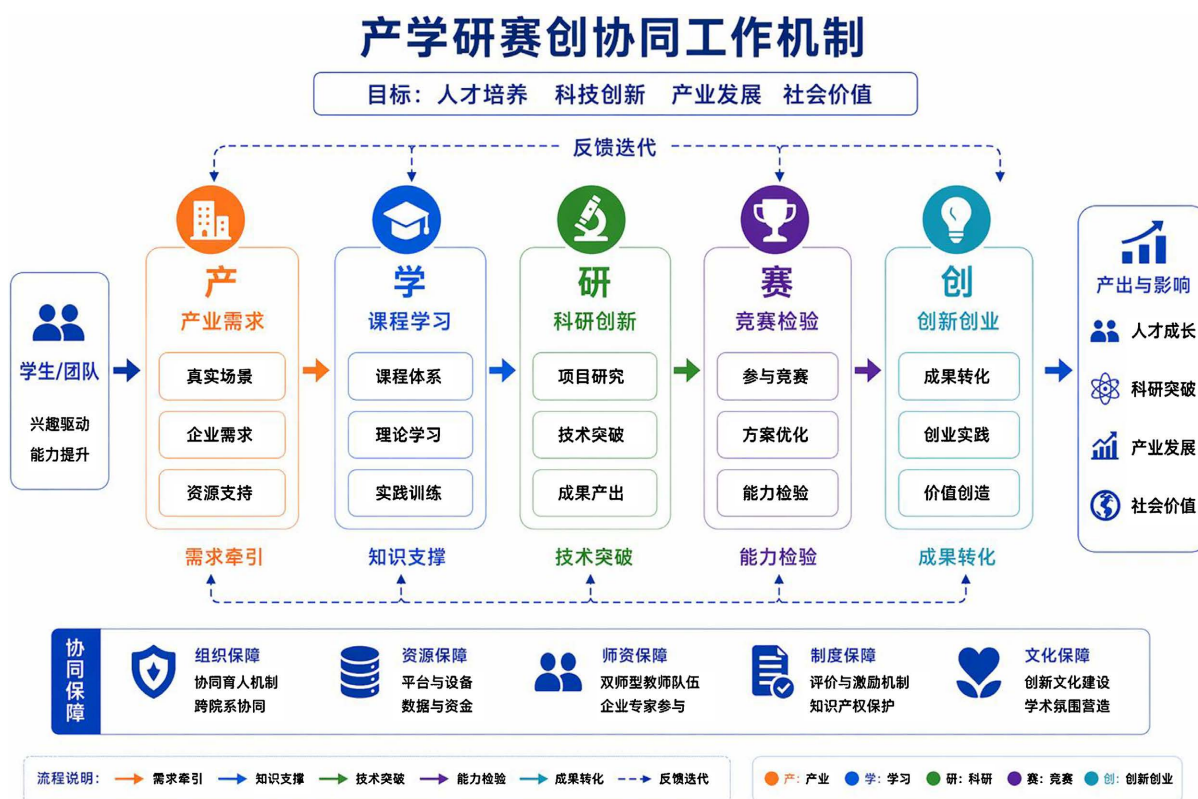


Figure 1. OBE-oriented integrated framework for “industry-education-research-competition-innovation” synergy

图 1. OBE 导向的“产学研赛创”五融通人才培养框架

3.2. “学”为核心载体

以课程体系为核心载体，围绕能力培养目标重构教学内容与教学路径。打破传统学科壁垒，推动课程内容模块化、项目化与案例化，将理论知识与工程应用深度融合，形成“教-学-做”一体化的教学模式，强化学生系统建模与问题分析能力。

3.3. “研”为能力支撑

将科研项目与前沿技术融入课程教学，构建“课研融合”的教学机制。通过引导学生参与教师科研项目、课题研究与技术开发，使其接触学科前沿与真实问题情境，培养科学思维、问题建模能力与技术创新能力，提升人才培养的前沿性与深度。

3.4. “赛”为能力标尺

以学科竞赛为重要载体，将竞赛项目融入课程教学与实践环节，构建“以赛促学、以赛促教、以赛促创”的教学机制。通过参与各级竞赛，强化学生的工程实践能力、团队协作能力与综合应用能力，并以竞赛成果作为能力达成的重要评价依据。

3.5. “创”为价值延伸

将创新创业教育融入专业课程体系，鼓励学生基于课程项目、企业实践项目、科研成果与竞赛作品开展创新实践与创业探索。通过构建创新孵化平台与项目转化机制，提升学生的创新意识、成果转化能力与市场应用能力，实现从“知识学习”向“价值创造”的延伸。

3.6. “融”为协同机制

以系统化设计为支撑，推动“产学研赛创”多要素的深度融合与协同运行。通过构建贯通“课程教学-实践训练-科研创新-竞赛提升-成果转化”的一体化培养路径，实现多环节联动与全过程覆盖，形成闭环式人才培养体系，全面提升人才培养质量。

4. “产学研赛创”一体化人才培养模式的实施路径

4.1. 能力导向的课程体系重构与多要素融合机制构建

以脑机接口领域的实际工程需求为牵引，围绕脑电信号处理、特征提取与智能识别等核心能力，系统重构《信号与系统》课程体系与教学内容。通过将脑机接口项目嵌入课程设计，实现“产学研赛创”要素的有机融合。课程内容以岗位能力为导向，打通课程模块之间的内在联系，将信号分析理论与脑电信号处理实践相结合，形成“课程设计-项目实践-综合应用”的递进式教学结构。具体而言，以脑机接口项目为主线，将课程划分为信号建模、频域分析、滤波设计及系统实现等模块，并融入脑电信号采集与处理任务，构建模块化、项目化的课程体系。同时，参与学科竞赛内容，如世界机器人相关竞赛，实现“以赛促学、以赛促教”，推动课程教学与竞赛训练的深度融合。如图2所示。



Figure 2. Framework of the BCI-based “industry-academia-research-competition-innovation” integrated teaching system
图2. 基于脑机接口的“产学研赛创”五融通教学体系框架图

4.2. 校企协同驱动的产教融合实践路径构建

依托脑机接口与智能信号处理领域的企业资源与科研平台，构建协同育人体系，将真实工程项目融

入教学过程。通过引入便携式脑电头环设备开展实时脑电数据采集,并结合信号处理全流程(包括预处理、滤波去噪、多尺度特征提取及智能分类识别),构建“采集-分析-建模-应用”的一体化实践教学链条,使学生在接近真实应用场景的环境中完成学习任务。同时,联合企业工程师与科研人员共同参与课程设计与项目指导,强化教学的工程导向与技术前沿性,推动课程体系与产业技术发展保持同步演进,从而有效提升学生的工程应用能力与岗位适应能力。

4.3. 课研赛创融合的项目化教学模式设计与实施

在课程教学过程中,将脑机接口相关科研项目与教学内容有机融合,推动“课研融合”向“研创赛融合”转变。依托教师承担的脑电信号分析与智能识别等科研项目,将其关键技术与研究方法转化为教学案例与项目任务,引导学生参与从数据处理到模型构建的完整流程。

通过项目驱动教学,鼓励学生围绕脑机接口应用开展创新设计,如注意力识别、疲劳检测等应用场景开发。同时,引导学生参与相关学科竞赛,将课程项目成果进一步深化为竞赛作品,实现“学-研-赛”一体化发展,提升学生的创新能力与实践能力。

4.4. OBE 导向的多维评价体系构建与持续改进机制

基于 OBE 理念,构建以能力达成为核心的多元评价体系,将脑机接口项目成果纳入课程评价。评价内容包括信号处理能力、系统设计能力、算法实现能力及团队协作能力等,形成“过程评价+结果评价”相结合的评价机制。

具体而言,通过项目报告、系统实现效果、模型性能指标(如分类准确率)以及答辩展示等多维指标,对学生学习成果进行综合评估。同时,引入竞赛成绩与创新项目成果作为补充评价依据,建立“专业能力(40%)+项目实践(30%)+竞赛创新(20%)+综合素养(10%)”的评价体系,全面提升课程达成度与人才培养质量。

5. “产学研赛创”一体化人才培养模式的实践效果

通过在《信号与系统》课程中实施“产学研赛创”一体化培养模式,并引入脑机接口项目进行实践验证,取得了显著成效。首先,学生学习参与度与课堂互动性明显提升,能够将抽象理论知识有效应用于脑电信号处理等实际问题中。其次,学生在信号分析建模、算法实现及系统设计等方面的工程实践能力显著增强,课程达成度明显提高。同时,多名学生基于课程项目参与学科竞赛与创新项目,在“挑战杯”“中国国际大学生创新创业大赛”等赛事中取得优异成绩,体现出较强的创新意识与工程应用能力。此外,课程评价结果显示,学生在团队协作、问题解决及综合素养等方面均有明显提升。

本次调查采用问卷形式,对参与课程的学生进行满意度评价,见表 1。结果表明,各项指标满意度

Table 1. Results of the teaching satisfaction survey

表 1. 教学满意度调查结果

评价指标	非常满意(%)	满意(%)	一般(%)	不满意(%)	满意度(%)
课程内容与工程实践结合程度	53.8	32.5	7.5	1.7	90.8
脑机接口项目教学效果	62.1	30.4	6.2	1.3	92.5
教学方法与课堂互动性	55.7	34.6	8.1	1.6	90.3
实践能力提升效果	60.8	31.2	6.5	1.5	92.0
创新能力培养效果	57.9	33.8	7.0	1.3	91.7
综合教学满意度	61.5	30.1	7.2	1.2	91.6

均超过 90%，其中“脑机接口项目教学效果”和“实践能力提升效果”评价较高，说明项目驱动教学模式在提升学生工程实践与创新能力方面具有显著效果。综合来看，该模式有效促进了知识、能力与素质的协同发展，具有良好的推广价值。

6. 讨论与局限性

尽管“产学研赛创”一体化教学模式在提升学生工程实践能力与创新意识方面取得了积极成效，但在实际实施过程中仍面临一定挑战。首先，校企协同深度有待加强，企业项目在课程中的嵌入程度有限，难以实现全过程参与和持续支撑；其次，科研内容与课程教学之间存在一定门槛，本科生参与高水平科研的广度与深度仍需提升；再次，竞赛导向在一定程度上可能引发“重结果轻过程”的倾向，影响能力培养的全面性；此外，创新成果的转化机制尚不完善，项目从竞赛作品向实际应用转化的效率仍有待提高。同时，本研究主要基于单一课程与有限样本展开，评价方法以成绩、竞赛表现及问卷调查为主，缺乏长期跟踪与多维量化分析，且未设置严格对照组，因果关系验证仍存在一定局限。未来研究应进一步深化校企协同机制，构建分层递进的人才培养路径，完善过程性与结果性相结合的多维评价体系，并加强创新成果孵化与产业对接。同时，有必要在不同高校与专业背景下开展多场景实证研究，以提升该模式的科学性、普适性与可持续发展能力。

7. 总结

本文围绕新工科背景下工程人才培养需求，构建了 OBE 导向的“产学研赛创”一体化人才培养模式，并以《信号与系统》课程为载体，引入脑机接口项目开展教学实践。通过重构课程体系、强化项目驱动与多要素融合，形成了“理论-实践-创新”协同发展的教学路径。实践结果表明，该模式在提升学生工程实践能力、创新能力及综合素养方面具有显著成效，同时显著提高了课程达成度与教学满意度。所提出的教学模式具有良好的可推广性与应用价值，可为电子信息类相关课程的教学改革提供参考。

基金项目

2024 年校级产教融合课程建设项目(2024020236)；2025 年教育部产学研合作协同育人项目(251005181171857)；2025 年国家级大学生创新创业训练计划项目(202511819035)。

参考文献

- [1] 张志美, 程立英, 李柳, 等. 基于 OBE 教学理念的《信号与系统》课程改革[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2019, 37(3): 284-288.
- [2] 吴国玺, 郑直, 刘培蕾. 地方本科高校“产学研教创”育人模式的探索与改革——基于 X 大学 OPCE 创新教育理念的实践[J]. 高校教育管理, 2022, 16(5): 116-124.
- [3] 孙国霞, 赵岚. 应用型本科高校“产学研赛创五位一体”人才培养模式研究[J]. 中国高校科技, 2023(12): 60-64.
- [4] 李毅, 李蕊. 新工科背景下产教融合教学模式的研究[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2022, 38(1): 42-44.
- [5] 杨洪勇, 王福生. 新工科背景下产学研协同创新研究生培养机制的研究[J]. 中国现代教育装备, 2017(23): 18-21.
- [6] 何美霖, 王海泉, 沈雷, 等. 基于 OBE 理念下《信号与系统》课程教学改革与探索[J]. 大众科技, 2020, 22(5): 117-119.
- [7] 方敬, 岳伟伟, 周茂霞, 等. 专创融合驱动下信号与系统课程教学创新探讨[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2023, 44(1): 68-74.
- [8] 韦有信, 赵延喜, 姜景山. 地方应用型高校赛教融合模式创新实践与优化[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(21): 47-49.