

# 类脑智能高层次人才培养模式改革与实践

饶妮妮\*, 任 鹏, 胡顶灿, 张凯旋, 李永杰, 徐 鹏, 尧德中, 李文远

电子科技大学生物医学工程系, 四川 成都

收稿日期: 2025年2月6日; 录用日期: 2025年3月12日; 发布日期: 2025年3月27日

## 摘 要

类脑智能是生物医学工程学科的一个重要方向, 目前已经上升为国际科技竞争的一个战略高地, 迫切需要培养造就能解决疑难复杂类脑智能科学问题及其背后“卡脖子”技术问题的科研骨干和未来领军人才。然而, 传统的生物医学工程-类脑智能人才培养模式还存在不足, 影响到高层次研究生培养质量。本研究以类脑智能核心课程改革作为突破口, 以高水平科研支撑研究生培养, 构建了以科-教、赛-课、赛-研“三融合”为特征的类脑智能高层次人才培养新模式, 塑造了一支“导学、导研、导赛”的“三导型”导师队伍, 以加强“三融合”之间的贯通性, 提高高层次、创新性人才培养质量。十多年的实践表明, “三融合”、“三导型”人才培养模式实现了学生学习内生动力和创新能力提高、工程实践能力增强以及就业前景好的良性循环, 高层次人才培养质量改善显著。

## 关键词

生物医学工程, 类脑智能, 高层次人才, 培养模式, 改革

# Reform and Practice of High Level Talent Training Mode for Brain-Inspired Intelligence

Nini Rao\*, Peng Ren, Dingcan Hu, Kaixuan Zhang, Yongjie Li, Peng Xu, Dezhong Yao, Wenyuan Li

Department of Biomedical Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu Sichuan

Received: Feb. 6<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 12<sup>th</sup>, 2025; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 饶妮妮, 任鹏, 胡顶灿, 张凯旋, 李永杰, 徐鹏, 尧德中, 李文远. 类脑智能高层次人才培养模式改革与实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(3): 345-355. DOI: 10.12677/ces.2025.133194

## Abstract

Brain-inspired intelligence is an important direction in the subject of biomedical engineering, and at present, it has risen to a strategic highland of international technological competition. There is an urgent need to cultivate research backbones and future leading talents, who can solve difficult and complex brain-inspired intelligent scientific problems, as well as chokehold technical issues behind scientific problems. However, the traditional biomedical engineering—brain-inspired intelligence talent training mode still has shortcomings, which affects the quality of high-level graduate education. This study first takes the reform of core courses in the field of brain-inspired intelligence as a breakthrough point, and then supports the cultivation of graduate students through high-level scientific research. Finally, a new mode characterized by “three fusions” (science and education, competition and course, competition and research) for training high-level talents in the field of brain-inspired intelligence is constructed. A team of mentors who can synergistically supervise learning, research and competition is formed, named “three supervising” mentors, in order to enhance continuity among “three fusions” and improve the quality of training high-level and innovative talents. More than ten years of practice have shown that the talent training mode with “three fusions” and “three supervising” realizes a virtuous circle among the improved intrinsic motivation for learning and innovation capacity, enhanced engineering practice ability and good employment prospects. The quality of high-level talent cultivation has been significantly improved.

## Keywords

Biomedical Engineering, Brain-Inspired Intelligence, High-Level Talents, Training Model, Reform

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

类脑智能是生物医学工程一级学科的重要方向之一，是涉及脑科学、计算神经科学、人工智能和神经形态工程等的交叉学科，已上升为国际科技竞争的一个战略高地[1] [2]。我国于2018年将“在类脑智能领域取得重大突破”作为新一代人工智能发展规划的战略目标之一，在2021年明确将“类脑智能”作为科技创新2030——“脑科学与类脑研究”中“一体两翼”研究布局的“两翼”之一[1] [3]。服务强国战略，从微观、介观和宏观水平实施类脑智能研究，是推动我国面向人民健康的智慧医疗高质量发展、引领未来复杂难治疾病诊疗技术和类脑智能理论技术创新的决定性举措[4]，迫切需要培养造就能解决疑难复杂类脑智能科学问题及其背后“卡脖子”技术问题的科研骨干和未来领军人才。研究生培养质量是国家实施类脑智能创新驱动战略的人才基础和成功的关键。然而，传统的生物医学工程-类脑智能人才培养模式还存在以下问题：

(1) 同一门交叉性课程的不同学科知识隔离、整合性不强，使其与研究生人才培养目标和教学方法的改革难以有机结合起来，最终对学生的多学科知识体系塑造与跨学科思维培养形成制约。

(2) 人才培养在理想信念、知识体系和能力素养方面还不能充分满足能够解决复杂科学和“卡脖子”技术问题的使命要求。

(3) 对通过学科竞赛提高实践创新能力与学术水平提升之间的相互促进作用认识不足。

在四川省教育厅和电子科技大学研究生院的支持下，在调研了国内外高层次人才培养模式的基础上

[5]-[8], 我们全面和深入地开展了生物医学工程 - 类脑智能学科的高层次人才培养模式改革和建设, 以核心课程改革作为突破口, 以高水平科研支撑研究生培养, 构建了以科 - 教、赛 - 课、赛 - 研“三融合”为特征的类脑智能高层次人才培养新模式, 塑造一支“导学、导研、导赛”的“三导型”导师队伍, 以加强“三融合”之间的贯通性, 确保高层次人才培养质量。

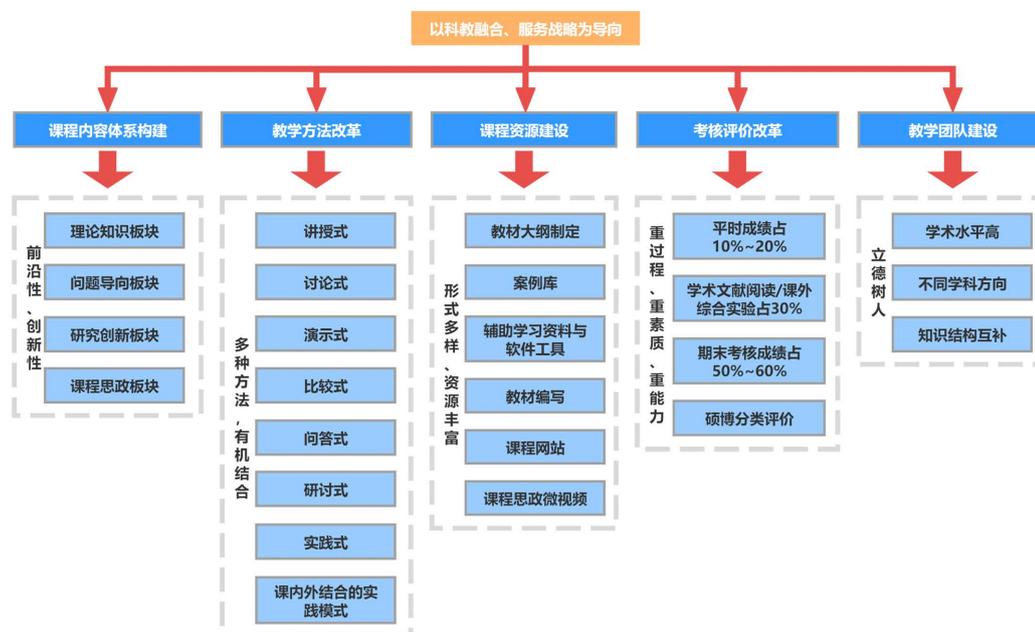


Figure 1. Technical roadmap for the reform of core courses in subject

图 1. 学科核心课程改革技术路线

## 2. 方法与措施

### 2.1. 以科教融合、服务战略为导向，改革学科核心课程

我们从课程内容体系、教学方法和考核评价方法、课程资源和教学团队等多个方面对生物医学工程-类脑智能学科核心课程进行改革与建设, 其技术路线如图 1 所示。

#### 2.1.1. 兼具前沿性和创新性的课程内容体系构建

以科教融合、服务战略为导向, 以“知识作为课程基础、问题导向作为课程核心、教学作为课程本质”为理念, 运用伯恩斯坦的知识话语理论[9]对跨学科课程的知识进行整合, 构建了理论知识板块、问题导向板块、研究创新板块和课程思政板块的课程内容体系, 以满足生物医学工程高素质、高质量多学科交叉人才培养需求。理论知识板块由课程涉及学科的基础理论组成, 为后续基于问题的学习和研究创新活动提供认知基础。问题导向板块设计成由一至两项技术就能解决问题的小实例, 有利于引导学生进入新的探索活动, 有助于发展学生的科学素养并亲自经历知识的发现的过程, 有助于学生将前后学习的知识连贯起来。在研究创新板块中引入科研成果, 设计成与课程内容密切相关的多个案例, 旨在把最前沿的知识带给学生, 全面培养学生的创新思维[10]。课程思政板块是要传播科学精神, 弘扬社会主义核心价值观, 培养学生的社会责任感, 树立积极向上的精神风貌。

#### 2.1.2. 教学方法改革

为了适应学科核心课程理论知识、问题导向、研究创新和课程思政等四大板块课程内容的研究性教

学,我们改革了过去单一的讲授式教学,增加了讨论式、演示式、比较式、问答式、研讨式和实践式方法,将多种教学方法有机结合、融会贯通,培养学生高阶思维,极大地提高了学习积极性。特别是在研讨式教学中,开展了以博士生主导的前沿研讨论坛,将最新前沿技术引入课堂,拓宽了学生的学术视野、培养了创新思维。

为了在有限课堂学时内提高学生的实践创新能力,将课堂实验延伸到课外,开展了课外综合性实验。学生结合课堂上学习的内容,自己提出研究问题,发展或设计解决问题的方法,在课外通过计算机实验验证假设和方法的有效性,培养了学生解决复杂问题的能力和创新能力。

为了提升课程学习效果,精心遴选教学辅助学习资料,结合课程建设的网站,建立了一种基于问题的课外线上学习模式,有效拓展了学习空间和时间,培养了学生利用课堂知识自我获取新知识的能力。

### 2.1.3. 课程资源建设

为了提升教学效果,我们开展了与研究性教学相适应的课程资源建设,如下:

(1) 根据新的课程内容体系、教学方法的改革以及前沿技术的发展,每年修订核心课程的教学大纲并更新教案;每门课程建设一个案例库,包括 15~20 个覆盖课程全部章节的教学案例。建设了丰富的辅助教学资料。考虑到部分选修学科核心课程学生的专业背景为医学、生物学等非工程类,将课程与科研紧密结合,集成了课程学习中常用的软件和分析工具,使没有相关先修课程基础的学生能够较好运用智能数据处理方法解决面临的生物医学问题。

(2) 已分别为“神经信息学基础”和“生物医学信号处理”两门学科核心课程建设了教材和辅助教材 3 部,并将其正式出版,分别是《神经信息学基础》[11]、《异常心电图特征波定位与常见心律失常检测方法》[12]和《脑电与认知神经科学》[13]。

(3) 按照研究生精品课程要求,为重要核心课程建成了共享网站,以满足学生课后线上主动学习的需求,课程网站设计了以下模块:

**首页:** 对本课程做一个全面的简介;

**课程介绍:** 课程目标,课程特色,教学大纲,考核要求,参考资料;

**教学团队:** 团队介绍,课程负责人,团队成员,团队成果;

**课程思政:** 建设思路,思政目标,思政安排,思政案例;

**教学资料:** 教学课件,教学视频;

**教学效果:** 教学评价,学生感悟,课程荣誉;

**在线问答:** 用于师生互动,解答学生疑问。

如图 2 是建成的研究生“生物医学信号处理”课程网站首页。

(4) 紧扣课程思政主题,为每门学科核心课程编写了多个典型的教学案例,并制作成时长 8~10 分钟的思政教学微视频,如图 3 是“生物医学信号处理”课程思政的一个代表性案例:以黄家驷院士生平引导学生树立正确的专业价值观。

### 2.1.4. 考核评价改革

以“重过程、重素质、重能力”的学习评价理念为指导,加强对学生的平时学习考核、重视对学术文献阅读/课外综合性实验的能力考核,从平时成绩、学术文献阅读/综合实验成绩和期末考试成绩等几个方面综合评定学生的课程总成绩。对于硕博生共同授课的课程,博士生的考核应该高于硕士生。

改革后的课程考核评价方法如下:

(1) 平时成绩占 10%~20%,包括:考勤、课堂互动和平时作业等。

(2) 学术文献阅读/课外综合实验成绩占 30%,包括:研究问题的意义:10%,方法的创新性:10%,

实验结果的可靠性：10%。

(3) 期末考核成绩占 50%~60%，包括：期末开卷考试成绩。

由此可见，过程考核由平时成绩和学术文献阅读/课外综合性实验成绩组成，在总成绩中占据 40%~50%，有效地促进了学生重视学习过程的每一个环节，促进他们养成良好的学习习惯，提升科学素养、解决问题的能力 and 创新能力。

2019年“课程思政”示范课程申报

生物医学信号处理  
Biomedical Signal Processing

首页 课程介绍 教学团队 课程思政 教学资料 教学效果 在线问答

首页

“生物医学工程”是国家一级学科。该学科是应用工程技术的理论和方法来解决生物学和医学中的科学问题，是一个涉及生物学、医学、理工等多个领域的交叉性学科。该学科对生物学和医学的发展能起到极大的推动作用。

生物医学工程学科的研究方向十分广泛，包括：生物医学信号处理、生物医学图像处理、医疗仪器、医学信息学、计算生物学与生物信息学、生物材料以及组织工程等。生物医学信号处理是生物医学工程学科的重要方向之一，与其他学科方向密切相关且相互作用。

生物医学信号处理课程是我校生命科学与技术学院生物医学工程学科博士和硕士生的专业基础课，同时也是我校其他理工学科博士和硕士生的专业选修课，是电子科技大学重点建设的研究生精品课程之一。该课程教学团队由生命科学与技术学院的4名教师组成，已连续18年面向全校研究生开课，累计选课人数近千人，教学效果优良。

课程的宗旨是培养学生如何应用信号处理理论与技术去解决具体的生物医学问题，掌握生物医学信号处理技术的最新发展动态和发展趋势，培养学生对生物医学的兴趣和爱好，激发学生为人民健康、民族昌盛和祖国富强贡献自己的才华和智慧。

电子科技大学

友情链接

成电学堂 教务处

研究生院 国际教育学院

图书馆 信息中心

联系我们

feishu@uestc.edu.cn

成电飞书【工作台】·【成电服务台】

028-61831184

清水河校区：成都市高新西区西源大道2006号主楼A2-501

沙河校区：成都市成华区建设北路二段4号科技实验大楼710

Copyright 2021-2022 电子科技大学信息中心 蜀ICP备 05006379 号 | 川公网安备 51019002000280 号 教师登录

Figure 2. Graduate core curriculum website for “Biomedical Signal Processing” (<http://i.study.uestc.edu.cn/bsp>)

图 2. 《生物医学信号处理》研究生核心课程网站(<http://i.study.uestc.edu.cn/bsp>)

### 黄家驹院士生平



1943年，赴美国密歇根大学医学院研修胸腔外科，留美期间，他担任密执安大学中国留学生会主席，每两周组织一次中国建设讨论会，**立志学好本领，报效祖国。**

1945年，他不为美国优裕待遇所动，持美国外科专家和外科学硕士两个证书**回到祖国**，决心为开创中国的胸外科事业**披荆斩棘。**

### 树立正确的专业价值观




黄家驹的生平告诉我们，**正确的价值观**在工作中具有极为重要的地位，也会成为专业进步创新的原动力。

Figure 3. Representative ideological and political case of “Biomedical Signal Processing” curriculum

图 3. 《生物医学信号处理》课程代表性思政案例

### 2.1.5. 课程教学团队建设

吸纳了不同学科方向的青年教师参与课程教学，建立了青年教师培养措施，形成了合理的教师知识结构，以提高课程的整体教学水平。组建的教学队伍稳定性好、学术水平高，能够更好地适应本课程多学科交叉知识教学的需求。

### 2.2. 构建“三融合”“三导型”的高层次人才培养新模式

以“立德树人、服务需求、提高质量、追求卓越”为培养目标，以“教研赛”交叉融合、互涉共生为理念，构建了以“三融合”（科-教融合、赛-课融合、赛-研融合）为特征的人才培养新模式，打造了一支依托国家级科研项目与大平台，融导学、导研、导赛为一体的“三导型”导师队伍，其方案如图4所示。

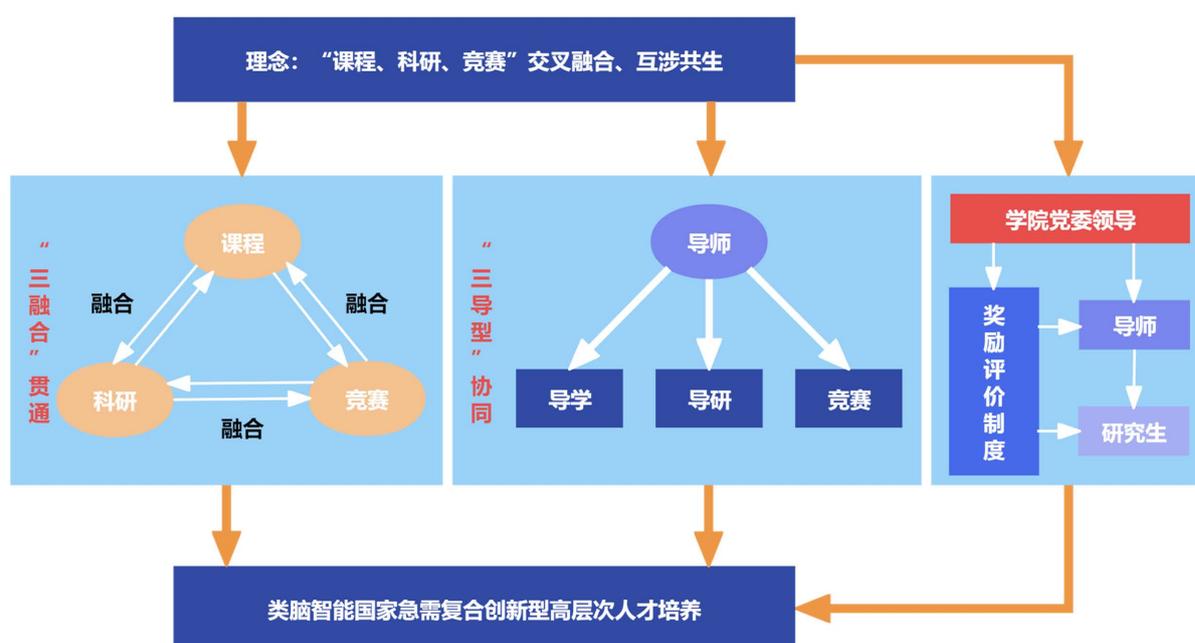


Figure 4. High level talent training mode scheme with “three fusions” and “three supervising”

图4. “三融合”、“三导型”的高层次人才培养模式方案

新模式有其深入的理论基础。基于建构主义认知理论[14]和情境学习理论[15]，科教融合对应知识建构的“同化-顺应”机制：科研问题为教学提供真实认知情境(如类脑智能核心课程中的研究创新板块)，教学成果反哺科研认知迭代。参照麻省理工学院的构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate) (CDIO)工程教育模式[16]，赛课融合通过学科竞赛(如全国生物医学工程创新设计大赛)构建“CDIO”的完整学习闭环，符合 Kolb 体验学习循环理论[17]。赛研融合则体现创新扩散理论[18]，竞赛中的技术突破(如设计脑机接口信号处理新算法)可转化为科研论文或专利，形成“问题识别-方案验证-知识产出”的创新链。在认知学徒制[19]框架下，导学侧重知识传递的“示范-指导-消退”过程(如四大板块的课程内容)；导研遵循科学研究方法论(如类脑计算模型构建的假设检验流程)，体现科学研究共同体(科学哲学[20])的培养路径；导赛则符合竞技型学习理论(Vygotsky 最近发展区理论[21])，通过竞赛任务搭建能力发展的脚手架。根据分布式认知理论[22]，“三导型”协同机制形成了“课程导师-科研导师-竞赛导师”的认知分工网络。

“三融合”、“三导型”高层次人才培养模式的具体做法如下。

### 2.2.1. 以高水平科研和大平台为支撑，提高创新能力和国际竞争力

《关于加快新时代研究生教育发展的意见》提出“加强系统科研训练，以大团队、大平台、大项目支撑高质量研究生培养”。本研究贯彻实施科教兴国战略，以高水平的科研带动高层次人才培养。在十多年的人才培养过程中，承担了科技部重大/重点专项和国家自然科学基金等国家级科研项目和省部级科研项目数十项，全部投入硕博生的科研训练过程中。分别于2014年、2018年和2024年建成了神经信息教育部重点实验室、高场磁共振脑成像四川省重点实验室和中国-古巴神经技术与脑器交互“一带一路”联合实验室(国家级)等大平台，为提高人才创新能力培养质量起到了强有力的支撑作用。在此基础上，充分发挥导师对系统科研训练的指导和课程学习对学术水平的正向调节作用，建立有效的“导研”和“导学”模式(图5)，提高了高层次人才的创新能力和国际竞争力。

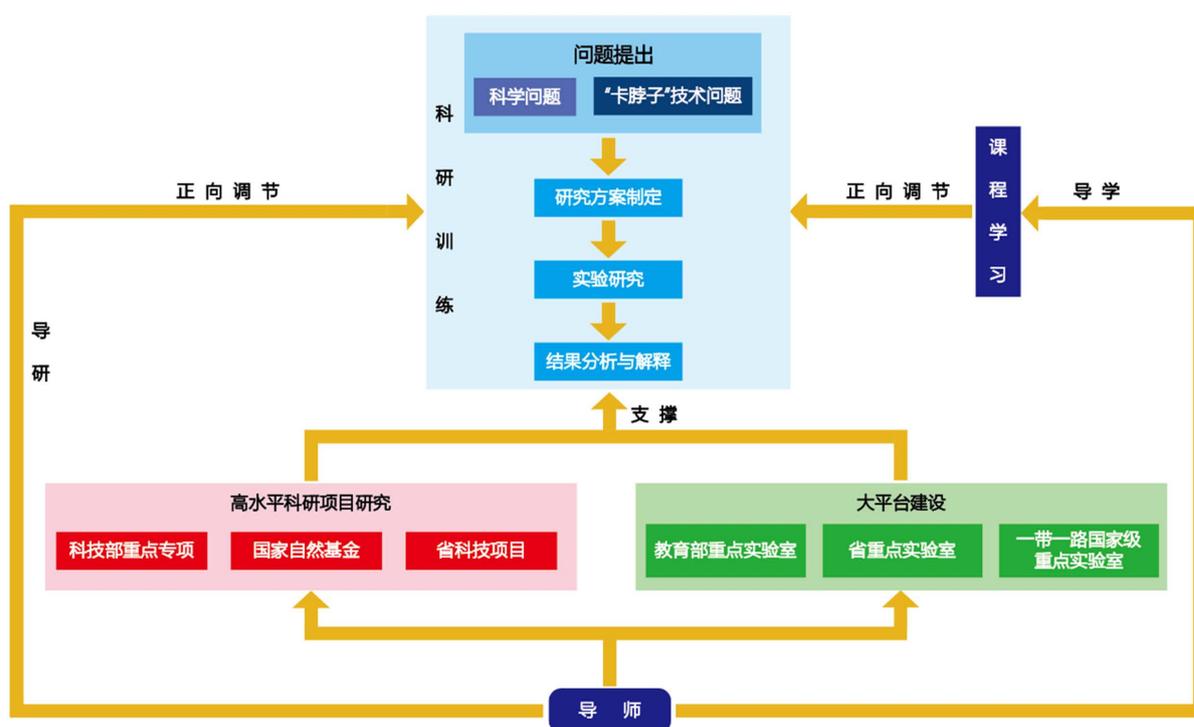


Figure 5. Constructing the model of supervising research and learning based on science and education fusion

图5. 构建科教融合的导研、导学模式

### 2.2.2. 以学科竞赛为主要途径，提高实践创新能力

对于研究生创新实践能力的培养，学科竞赛是至关重要的环节之一。本研究主要依托全国和四川省生物医学工程创新设计大赛，强化以赛促教、以赛促研，采取博士生和不同年级硕士生的递进式组队方法参加学科竞赛，各尽所能，达到不同的培养目标。在教学中，将学科前沿的科技竞赛与学生参与的科研项目结合起来，以课堂教学内容为基础，融合与课程内容匹配的科技竞赛和科研项目内容，让学生利用课程知识主动去了解、探索问题并进行深入的思考；将科研项目研究思想/成果提供给学科竞赛，将科研平台转变成竞赛实训平台，促进了研究课题对学科竞赛的支撑作用；通过学科竞赛为研究生科研训练提供机会，使学生在学位论文的选题中与自身参与的项目和竞赛相结合，促进选题的早日明确化。以此建立竞赛与课程、竞赛与科研的交叉融合实训模式(图6)，提高研究生的工程实践创新能力。

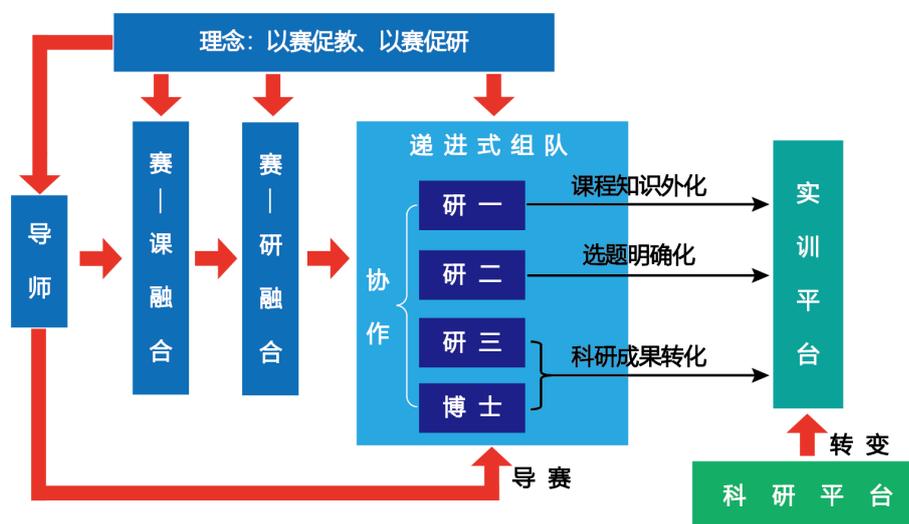


Figure 6. Cross fusion training mode based on the fusions of competition-course and competition-research

图 6. 赛 - 课融合、赛 - 研融合的交叉融合实训模式

### 2.2.3. 塑造一支立德树人的“三导型”导师队伍

导师队伍是研究生教育高质量发展的关键，导师的学术水平、治学态度、领导力、科研条件以及师生关系五个方面对提升研究生创新能力具有显著影响。一方面，“三导型”导师队伍中每名导师都切实担负起为党育人、为国育才的重任，承担课程教学任务，主持国家级科研项目，带领学生探索科学前沿，同时指导研究生参加学科竞赛；另一方面，每名导师追求高尚师德，在为学、为事、为人方面做学生的行为示范，同时还在职业发展、思想品德教育等方面承担起责任。“三导型”导师队伍老、中、青结合，充分发挥“传帮带”作用，促进青年导师成长。

### 2.2.4. 以制度为保障，确保“新模式”的顺利实施

在学院党委领导下，开展了奖励制度和考评制度的建设工作。形成了年终考核给予考评合格的“三导型”导师一定工作量的制度，以提高导师“导学、导研、导赛”的积极性，促使“新模式”有更广泛的参与性。研究生发表高水平学术论文和获得竞赛奖均认定相应的奖学金评定学分，提高了学习的内生动力。确保了“新模式”在党建学术双带头作用中发挥出更大的效能、顺利组织与开展。

## 3. 实践效果

### 3.1. 课程教学效果

“生物医学信号处理”和“神经信息学基础”两门类脑智能核心课程入选了电子科技大学研究生精品课程，学生反响好(图 7)，教学效果长期保持优良及以上。

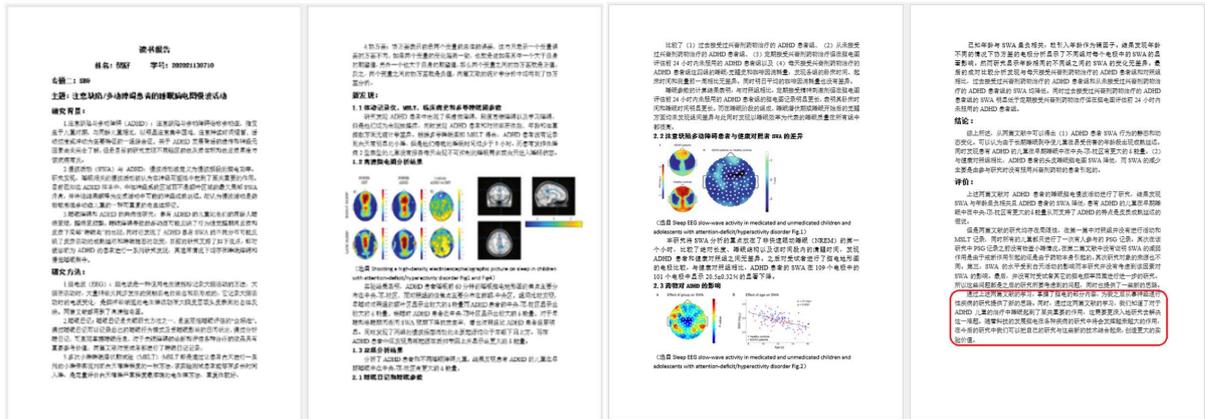
### 3.2. 人才培养模式实践效果

十多年的实践表明，“三融合”、“三导型”人才培养模式实现了学生学习内生动力、创新能力提高、工程实践能力增强和就业前景好的良性循环，高层次人才培养质量改善显著。

#### 3.2.1. 人才培养深度解决“卡脖子”的关键科学与技术问题

在实践中，研究生参与高水平科研项目贡献突出，正在参与和完成国家自然科学基金重点/面上/青年项目、科技部重大/重点项目和省级科研项目数十项；在保持高学术水平的同时(代表性论文详见文

献[23]-[26]), 还参与获得授权发明专利五十余项; 研究生参与完成的研究成果获省部级、省部级、全国性学会科技奖励近十项。社会认可度高, 国际影响力大。



通过上述两篇文献的学习, 掌握了脑电的部分内容, 为我之后从事神经退行性疾病的研究提供了新的思路。同时, 通过这两篇文献的学习, 我们知道了对于 ADHD 儿童的治疗中睡眠起到了至关重要的作用, 这需要更深入地研究去解决这一难题。随着科技的发展脑电在各种疾病的研究中将会发挥越来越大的作用, 在今后的研究中我们可以把自己的研究与这些新的技术结合起来, 创造更大的实验价值。

(a)

**生物医学信号处理课程学习感悟**

在生物医学信号处理的学习过程中, 收获颇丰, 我有从以下几个方面谈谈我的感悟。

首先, 课程思政元素的融入, 让我深刻认识到那些攻克本领域难题的前辈们凭借着坚定的信念和无私奉献的精神为人类事业做出了巨大的贡献, 激励我从更积极的态度投入到学习中。

其次, 理论学习阶段, 我系统地掌握了生物医学信号处理的基本概念、原理和方法, 从时域到频域分析, 从滤波到特征提取, 从开始的简单理论到后面复杂的知识体系, 随着不断地深入学习, 我逐渐理解了其在诊断疾病、生理监测等方面的关键作用。

同时, 每学完理论知识, 讲解师会应用到, 进一步加深了我们的理解。我深刻地感受到了本课程的应用性, 比如通过分析 EEG 信号的特征来诊断癫痫, 让我明白精准的信号处理能够为医生提供关键诊断依据, 提高诊断效率。

最后, 在案例讲解环节, 老师还会讲述一些我们在理论或者做实验时需要注意的事项, 这进一步锻炼了我们的科研思维和学术表达能力, 让我们学会批判性思考问题, 也将所学知识应用到实际研究中。

(b)

Figure 7. Thoughts after studying the courses. (a) Neuroinformation basis; (b) Biomedical signal processing  
图 7. 学生学习课程后的感悟。(a) 神经信息学基础; (b) 生物医学信号处理

### 3.2.2. 贯通“教研赛”交叉融合的协同育人机制, 创建可延续的人才培养模式

依托研究生精品课程、高水平项目与科研平台和全国性学科竞赛, “三融合”、“三导型”人才培养模式将课程学习阶段的硕博生理论知识有效外化、促进选题阶段的硕博生确立课题方向、助推课题研究阶段的硕博生实现成果应用、增强了即将就业硕博生的职业自信心, 贯通了教研赛高度交叉融合、互

涉共生的协同育人机制，形成了一种高层次人才培养新模式。研究生获得了全国性、省部级大学生生物医学工程创新设计竞赛一、二和三等奖数十项，其他全国性竞赛奖多项。本研究具有可推广性和延续性。

### 3.2.3. 在读优秀研究生不断产生，起到了学习示范与带头作用

新的人才培养模式实施期间，产生了成电杰出研究生、四川省优秀毕业生、电子科技大学优秀硕博学位论文获得者、学会优秀博士论文提名奖获得者以及国家级奖学金获得者数十名。“三融合”、“三导型”人才培养模式下的研究生获一、二和三等奖学金的比例超过 85%。他们在学生中起到了很好的学习示范与带头作用。

### 3.2.4. 校友中杰出人才不断涌现，勇挑科学研究与人才培养重任

新的人才培养模式培养的毕业生中，大多数勤奋工作在类脑智能相关行业的关键岗位。校友中涌现出一批优秀/杰出人才，如全国优秀教师奖获得者、国家优秀青年项目获得者、国家青年拔尖人才、国家高层次人才、四川省学术与技术带头人、“青年人才托举工程”项目获得者、电子科技大学学术新人奖获得者以及巴渝学者等。

上述实践结果表明，通过新模式，使科研项目与课程匹配度提升 62% (近五年数据)，竞赛获奖成果转化高水平论文的比例大幅度上升，印证了知识生产模式II [27]的跨界创新特征。与传统学徒制对比，新模式突破了单一师生关系，构建了“三导型”协同网络；与 CDIO 模式对比，新模式增加了科研创新和竞赛实践的双重驱动环节；与问题式学习或者项目式学习的教学方法对比，强化了国家战略导向的“卡脖子”问题情境设置；与创新创业教育对比，新模式突出了类脑智能学科特异性培养路径。

## 4. 结束语

本研究通过创新课程内容架构来融通类脑智能跨学科课程知识体系，贯通了教、研、赛交叉融合的协同育人机制，构建了可延展的“三融合”、“三导型”类脑智能国家急需人才培养模式，促进了学科竞赛与学术研究之间的正向关联。经过十多年的实践检验，取得了显著的教学与实践推广应用效果。

## 基金项目

本研究得到电子科技大学研究生精品课程建设项目(2019 年、2020 年)和电子科技大学 2024 年研究生教研教改项目(JYJG2024012)支持。

## 参考文献

- [1] 张学博, 袁天蔚, 张丽雯, 朱成姝, 熊燕, 阮梅花. 2022 年脑科学与类脑智能发展态势[J]. 生命科学, 2023, 35(1): 1-17.
- [2] 曾毅, 张倩, 赵菲菲, 等. 从认知脑的计算模拟到类脑人工智能[J]. 人工智能, 2022(6): 28-40.
- [3] 李萍萍, 马涛, 张鑫, 等. 各国脑计划实施特点对我国脑科学创新的启示[J]. 同济大学学报(医学版), 2019, 40(4): 397-401.
- [4] Naghshvarianjahromi, M., Kumar, S. and Deen, M.J. (2019) Brain-Inspired Intelligence for Real-Time Health Situation Understanding in Smart E-Health Home Applications. *IEEE Access*, 7, 180106-180126. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2958827>
- [5] 周慧颖, 邴海霞. 世界一流大学工程教育跨学科课程建设的经验与启示: 以麻省理工学院为例[J]. 黑龙江高教研究, 2014(2): 50-53.
- [6] Klaassen, R.G. (2018) Interdisciplinary Education: A Case Study. *European Journal of Engineering Education*, 43, 842-859. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1442417>
- [7] Menken, S., Keestra, M., Rutting, L., et al. (2016) An Introduction to Interdisciplinary Research: Theory and Practice. Amsterdam University Press, 5, 12.
- [8] Shulman, L.S., Golde, C.M., Bueschel, A.C. and Garabedian, K.J. (2006) Reclaiming Education's Doctorates: A Critique

- and a Proposal. *Educational Researcher*, **35**, 25-32. <https://doi.org/10.3102/0013189x035003025>
- [9] 文雯, 周京博. 大学教育环境如何塑造本科教学关系: 伯恩斯坦教学关系理论在大学教学研究中的探索性应用[J]. 复旦教育论坛, 2021, 19(4): 60-66.
- [10] 林志勇, 李自然. 学科前沿课程与研究生创新实践能力培养[J]. 高等教育研究学报, 2017, 40(1): 116-120.
- [11] 夏阳, 尧德中. 神经信息学基础[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2015.
- [12] 饶妮妮. 异常心电图特征波定位与常见心律失常检测方法[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2019.
- [13] 田银, 徐鹏. 脑电与认知神经科学[M]. 北京: 科学技术出版社, 2020.
- [14] Piaget, J. (1971) *The Principles of Genetic Epistemology*. WW Norton & Co. Inc.
- [15] Lave, J. and Wenger, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815355>
- [16] Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., *et al.* (2007) *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. Springer International Publisher, 60-62.
- [17] Kolb, D.A. (1984) *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.
- [18] Rogers, E.M., Singhal, A. and Quinlan, M.M. (2014) Diffusion of Innovations. In: Salwen, M.B. and Stacks, D.W., Eds., *An Integrated Approach to Communication Theory and Research*, 2nd Edition, Routledge, 432-448.
- [19] Collins, A., Brown, J.S. and Newman, S.E. (2018) Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: Resnick, L.B., Ed., *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, Routledge, 453-494. <https://doi.org/10.4324/9781315044408-14>
- [20] Kuhn, T.S. 科学革命的结构[M]. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2004.
- [21] Vygotsky, L.S. (1987) *The Collected Works of LS Vygotsky: Problems of the Theory and History of Psychology* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- [22] Hutchins, E. (1995) *Cognition in the Wild*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1881.001.0001>
- [23] Gao, S., Yang, K., Li, C. and Li, Y. (2015) Color Constancy Using Double-Opponency. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, **37**, 1973-1985. <https://doi.org/10.1109/tpami.2015.2396053>
- [24] Liu, D., Gan, T., Rao, N., Xing, Y., Zheng, J., Li, S., *et al.* (2016) Identification of Lesion Images from Gastrointestinal Endoscope Based on Feature Extraction of Combinational Methods with and without Learning Process. *Medical Image Analysis*, **32**, 281-294. <https://doi.org/10.1016/j.media.2016.04.007>
- [25] Jiang, Y., Wang, J., Zhou, E., Palaniyappan, L., Luo, C., Ji, G., *et al.* (2023) Neuroimaging Biomarkers Define Neurophysiological Subtypes with Distinct Trajectories in Schizophrenia. *Nature Mental Health*, **1**, 186-199. <https://doi.org/10.1038/s44220-023-00024-0>
- [26] Jiang, Y., Li, W., Li, J., Li, X., Zhang, H., Sima, X., *et al.* (2024) Identification of Four Biotypes in Temporal Lobe Epilepsy via Machine Learning on Brain Images. *Nature Communications*, **15**, Article No. 2221. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46629-6>
- [27] Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. and Trow, M.A. (1994) *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE Publishing.