·教学改革·

# 医疗器械领域生物医学工程专业大学生创新能力培养的探索与实践

杨增涛　索智鹏　曹华　毛翔　蒋柳　周平远

超声医学工程国家重点实验室/重庆医科大学生物医学工程学院，重庆　400016

通信作者：周平远，Email：zhoupingyuan@cqmu.edu.cn

【摘要】 目前，我国在高端医疗器械领域与发达国家还存在很大差距，自主创新能力亟待提高。为全面培养医疗器械领域创新人才，推动医疗器械领域的发展，重庆医科大学生物医学工程专业提出了医疗器械领域理论知识传授、实践技能拔高和创新体系保障“三位一体”的创新人才培养体系，搭建了“感知–认识–启迪–挑战”4个阶段的课程体系框架，形成了以超声治疗设备为主线的特色课程。该培养模式经过3年实践，表明学生的创新能力、专业内涵建设质量及就业升学率稳步提升，该人才培养模式对我国高等医科院校医疗器械领域创新型人才培养具有借鉴意义。

【关键词】 医疗器械；　创新；　人才培养；　培养体系

【中图分类号】 R318.6

**基金项目**：重庆市教育科学规划课题（2021-GX-310）；重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划（W0015）；重庆市研究生导师团队（cqmudstd202222）

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220410-01533

**Exploration and practice on the cultivation of innovative ability of college students majoring in biomedical engineering in the field of medical devices**

*Yang Zengtao, Suo Zhipeng, Cao Hua, Mao Xiang, Jiang Liu, Zhou Pingyuan*

*State Key Laboratory of Ultrasound Medical Engineering/School of Biomedical Engineering of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China*

*Corresponding author: Zhou Pingyuan, Email: zhoupingyuan@cqmu.edu.cn*

【**Abstract**】 At present, there is still a big gap between China and developed countries in the field of high-end medical devices, and the ability of independent innovation needs to be improved. In order to comprehensively cultivate innovative talents in the field of medical devices and promote the development of the field of medical devices, the biomedical engineering major of Chongqing Medical University has put forward a "Trinity" innovative talent training system in the field of medical devices, including the teaching of theoretical knowledge, the improvement of practical skills and the guarantee of the innovation system, and established a four stage curriculum system framework of "Perception-Understanding-Enlightenment-Challenge" to form a characteristic course with ultrasonic treatment equipment as the main line. After three years of practice, the results of this training mode show that the innovative ability, professional connotation construction quality and employment postgraduate entrance examination rate of our college students have been steadily improved. The exploration of this talent training mode has reference significance for the cultivation of innovative talents in the field of medical devices in higher medical colleges and universities in China.

【**Key words**】 Medical device;　Innovation;　Talent training;　Cultivation system

**Fund program:** Chongqing Education Science Planning Project (2021-GX-310); Program for Youth Innovation in Future Medicine of Chongqing Medical University (W0015); Chongqing postgraduate mentor team (cqmudstd202222)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220410-01533

目前，我国医疗器械市场已发展为全球第二大市场，2021年销售额达到7 600多亿元，国务院发布的《中国制造2025》十大重点领域，首次把医疗器械行业发展上升到了国家战略[1]。但是，在医疗器械高端领域欧美日等发达地区和国家依旧掌握核心技术，如MRI、CT等高端医疗器械核心技术掌握在通用电气、西门子和飞利浦等公司。我国在高端医疗器械领域的技术水平较发达国家还有很大差距，创新能力整体水平亟待提高。因此，探究如何加快培养医疗器械领域创新人才，对推动我国医疗器械领域技术的发展有重要意义[2]。

创新教育是以培养具有创业基本素质和开创新个性的人才为目标，以培育在校学生的创业意识、创新精神、创新能力为主的教育[3]。近年来，国家加快推进实施创新驱动发展战略[4]。进入新时代，深化高等学校创新教育改革，是国家实施创新驱动发展战略、促进经济提质增效升级的迫切需要，是推进高等教育综合改革、促进高校毕业生更高质量就业的重要举措。因此，探索出高校创新教育改革的新道路非常值得思考与探索。

重庆医科大学生物医学工程学院有着深厚的创新创业基因，孵化出的重庆海扶公司已成为超声治疗设备领域的龙头企业，聚焦超声治疗技术实现了“从0到1的”创新突破。在人才培养方面，着力把办学优势转化为育人资源，依托超声医学工程国家重点实验室、微无创医学协同创新中心等科研平台，建立了产学研用一体化创新平台，探索构建了理论知识传授、实践技能拔高和创新体系保障“三位一体”创新人才培养体系，搭建了“感知-认识-启迪-挑战”4个阶段的课程体系框架，形成了以超声治疗设备为主线的特色课程，将学院在医疗器械方面的创新基因融入人才培养体系中。实践表明，该人才培养模式对培养医疗器械领域的创新人才具有重要价值，现介绍如下。

## 1 工作思路及特色方法

### 1.1 医疗器械领域“三位一体”创新人才培养体系

本院依托产学研用一体化平台，提出了医疗器械领域“三位一体”创新人才培养体系（图1），分为“医疗器械理论夯实”“创新体系保障”和“实践平台能力拔高”3方面。其中“医疗器械理论夯实”通过创新思维教学、理论课程教学和器械仿真实验教学[5]使学生打好理论基础，“创新体系保障”为整个体系运行提供保证，在此基础之上“实践平台能力拔高”以三大平台[6]使学生提高实践技能。同时，在培养体系中全方面全过程融入课程思政元素[7]，分别以科学家精神引领知识传授[8]，以合作精神贯穿体系保障[9]，以创新精神贯穿技能提高[10]，在体系三部分中以课程形式渗透其中，使知识传授、价值塑造和能力培养三方面融为一体，发挥协同增效作用，培养具有扎实的理论知识、熟练的实践技能及三观端正的医疗器械创新人才。医疗器械领域“三位一体”创新人才培养体系的构建，将创新教育与专业教育融合[11]，全面提升了学生在医疗器械领域的创新能力。

### 1.2 “感知-认识-启迪-挑战”4个阶段的课程体系

为加强学生创新思维和动手能力，在五年制培养过程中，探索建立了“感知-认知-启迪-挑战”4个阶段课程体系（图2）。4个阶段的课程设置和时间分配为：公共基础及医工基础课程（大一和大二）、医工专业课程（大三）、专业核心课程（大三）、临床专业实习（大四）及“海扶之星”创新实验和毕业设计课程（大五）。4个阶段课程层层递进，通过前3个阶段的学习，帮助学生建立医疗器械方向医工交叉的完整知识体系，最后阶段旨在构建学生的创新意识和科研思维。分别实现学生从感知设备、认知设备模块，到自主制作设备，最后具备科研实践拔高挑战的教学目标。同时教学全程穿插思政教育，以德育、智育等五育综合培养学生综合素质[12]，稳步提高学生的专业理论基础和创新实践能力。

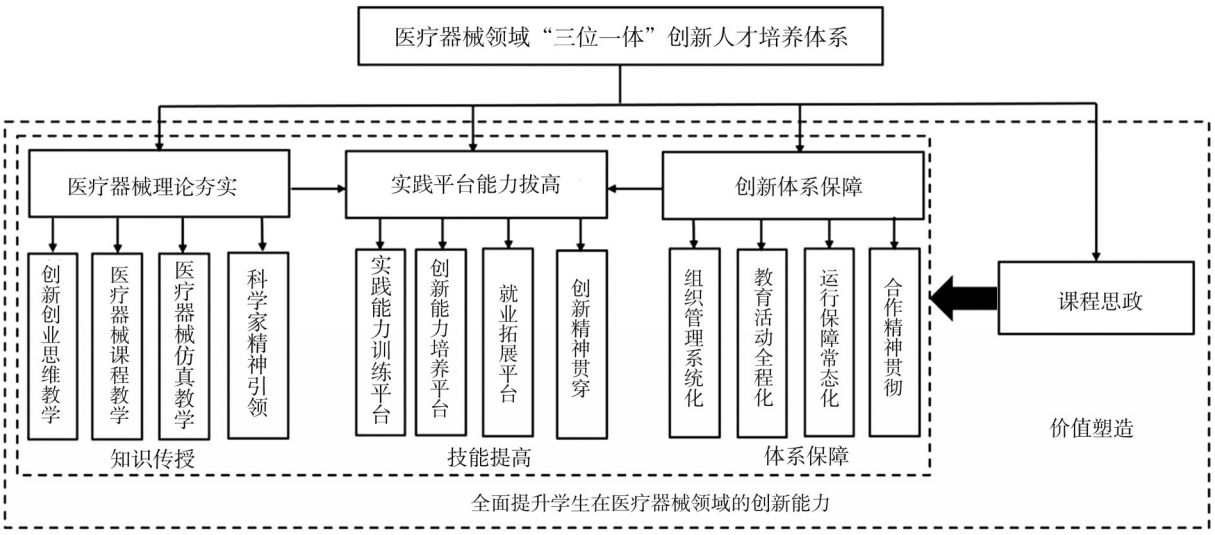



**图1**　医疗器械领域“三位一体”创新人才培养体系框图

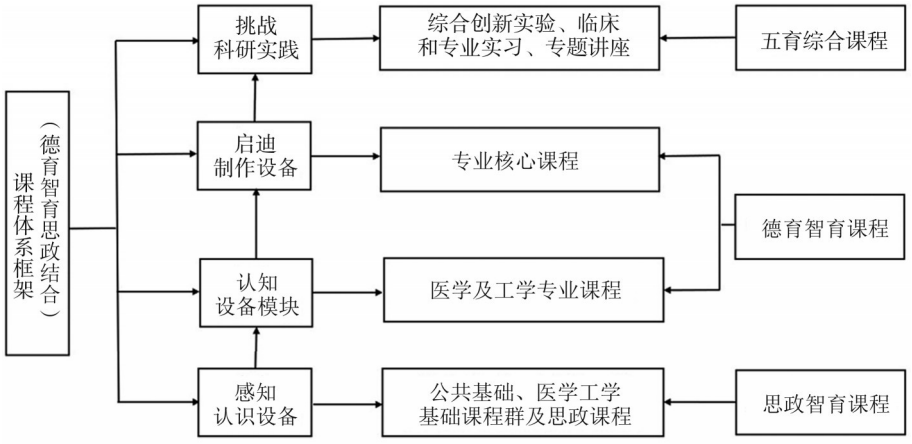



**图2**　课程体系框图

### 1.3　形成以超声治疗设备为主线的特色课程

依托超声医学工程国家重点实验室平台，打造了以超声治疗设备为主线的特色课程，以培养医疗器械领域创新人才为培养目标（图3）。特色课程是由三级理论课程和实践课程有机融合而成，分为基础课程、特色课程和高级课程，依次对应“专业基础知识”“超声特色课程”和“超声设备研发”3个层级。其中“专业基础知识”主要通过线下教学和课程实验开展教学，让学生掌握医疗器械研发的基础知识；“超声特色课程”利用自主开发的虚拟仿真课程和专业实验课程，让学生了解各类超声仪器的原理及结构，亲身体验超声仪器的操作和制作过程；“高阶课程”是通过参加创新活动、“海扶之星”创新实验及毕业设计，使学生能够独立设计出一个小型的超声医学仪器，且所设计的超声仪器需要具有一定创新性和挑战度。

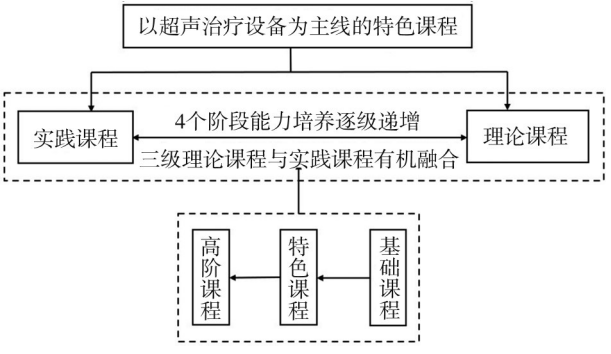



**图3**　以超声治疗设备为主线的特色课程图

## 2　人才培养成效

### 2.1　专业内涵建设质量得到提升

经过以上人才培养模式的探索和课程体系的构建，五年制生物医学工程专业先后获批重庆市一流专业、首批国家级一流专业建设点，2020 年获批

建设省部共建超声医学工程国家重点实验室，学院在平台及专业内涵建设上有了质的飞跃。依托产学研结合的体制，构建的医疗器械领域“三位一体”的大学生创新能力培养模式，受到国内兄弟院校的广泛关注。

**2.2** 学生创新成果显著

学院通过开展“海扶之星”科研项目和暑假技能培训等科研训练，学生的创新能力显著增强，近3年本科生发表学术论文10余篇，申请发明和实用新型专利10余项。同时，近3年在医疗器械创新领域陆续获得创新大赛国家金奖及“挑战杯”国家银奖等国家级奖项3项、省部级奖项13项。其中，爱搏超声医疗科技团队的“爱博超声无线充电心脏起搏器”项目在第十二届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛获得全国银奖、第六届中国国际大学生创新大赛重庆赛区金奖；“爱生可拆卸智能化担架”获得“创青春”全国大学生创业大赛国家级铜奖、市级金奖。

**2.3** 学生就业及升学率稳步提升

学院毕业生就业率常年保持在90%以上，稳定居于学校前列，在2021年达95%以上，列本校第一位。考研升学率稳步提升，2021年考研升学率达到45%以上，近2年8名本科生通过学校鼓励人才计划获得保研，学生推免或考入到华中科技大学、北京航空航天大学、四川大学等攻读硕博连读或硕士研究生。

## 3 结语

在大学生创新能力培养探索的过程中，需要构建明确的人才培养体系。人才培养体系的构建需要有计划和有层次的课程体系来支撑，同时还需要挖掘本专业人才培养的特色元素。此外，课程思政要融入人才培养的全过程，达到知识传授、价值塑造和能力培养3方面融为一体的目标。

重庆医科大学生物医学工程学院在医疗器械领域大学生创新能力培养的探索与实践中取得了初步成效。学生的专业理论基础稳步提高，对所学课程在产品所处位置有清晰的认识，对医疗仪器系统有了深入的理解。同时，学生的创新和实践能力得到提高，在创新大赛、论文发表等创新领域取得显著成效，就业及考研率也得到稳步提升，为将来在医疗器械领域作出重大贡献奠定了坚实基础。实践表明，该人才培养模式对培养医疗器械领域的创新人才有重要价值，对于我国高等医科院校培养医疗器械领域创新型人才具有借鉴意义。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 杨增涛、索智鹏：提出论文构思、撰写论文；曹华、毛翔、蒋柳：审订论文；周平远：总体把关

**参考文献**

[1] 工业和信息化部，发展改革委，科技部，等.《中国制造2025》解读之：中国制造2025，我国制造强国建设的宏伟蓝图[J]. 工业炉，2022，44(1)：6.

[2] 张培茗，方旭超，徐小萍，等. 医疗器械行业的人才培养探索[J]. 医疗卫生装备，2020，41(7)：89-92. DOI: 10.19745/j.1003-8868.2020166.

[3] 查云飞，刘霞. 创新教育与创业教育的比较[J]. 办公自动化，2020，25(22)：8-10. DOI: 10.3969/j.issn.1007-001X.2020.22.003.

[4] 李东兴. 创新驱动发展战略研究[J]. 中央社会主义学院学报，2013(2)：101-104. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0519.2013.02.022.

[5] 李小娟，白晋，杜永洪，等. 大型医疗设备课程中应用虚拟仿真教学仪器的思路与实践[J]. 中华医学教育探索杂志，2020，19(4)：435-439. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20190618-00100.

[6] 李桦楠，胡华锋，童作秀，等. “一导向、三平台、三保障”的大学生创新培养长效机制的探索与实践[J]. 科教文汇(中旬刊)，2018(5)：7-9. DOI: 10.16871/j.cnki.kjwhb.2018.05.003.

[7] 高君. 高校课程思政与思政课程的协同效应[J]. 天津师范大学学报(社会科学版)，2022(2)：122-128. DOI: 10.12255/j.issn.1672-6677.2021.09.2111.

[8] 曹应旺. 周恩来与科学家精神[J]. 党史博览，2021(6)：17-20. DOI: 10.3969/j.issn.1005-1686.2021.06.004.

[9] 李微著. 我国传统文化中的创新精神研究[J]. 文化产业，2021(35)：151-153.

[10] 钱利安，黄喆. 高校体育与大学生团队合作精神的培养[J]. 当代体育科技，2017，7(29)：213-215. DOI: 10.16655/j.cnki.2095-2813.2017.29.213.

[11] 毕倩，赵飞. 高校创新教育与专业教育有机融合的探讨[J]. 产业与科技论坛，2022，21(2)：239-240. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5641.2022.02.116.

[12] 陈安琪. “新工科”建设背景下建筑类高校德育建设探析[J]. 智库时代，2019(22)：105-106.

（收稿日期：2022-04-10）

（本文编辑：张学颖）