



项目制驱动的医工融合工程实践课程体系 研究与实践

陈依桐, 陈 建*, 朱鲁闯, 王 杰, 伍剑波

(四川大学 机械工程学院, 成都 610065)

摘要: 医工融合是新工科建设的重要发展方向, 医工融合工程实践课程体系建设是实现培养高层次医工交叉型人才的重要一环。该文基于新时代卓越创新人才培养需求, 研究与实践项目制为驱动的医工融合工程实践课程体系。医工融合工程实践课程体系以解决临床医学工程问题为目标、贯通式医工融合创新项目为驱动、医学工程创新思维为先导、全过程实践为主线、工程创新能力培养为核心、多元化双主体评价考核为闭环, 通过医工学科交叉融合的创新实践教学模式, 完成学生知识、能力、实践、创新、劳动等一体化培养, 全方位提升学生的自主学习能力、实践能力、理论基础、团队协作、创新和沟通表达能力。

关键词: 医工融合; 项目制; 工程实践; 评价考核

中图分类号: G648.0

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230497

Research and Practice of a Project-based Integrated Medical Engineering Practice Course System

CHEN Yitong, CHEN Jian*, ZHU Luchuang, WANG Jie, WU Jianbo

(School of Mechanical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: The integration of medical and engineering is an important development direction in the construction of new engineering disciplines, and the construction of the practical course system for medical and engineering integration is an important part of cultivating high-level medical and engineering interdisciplinary talents. This article is based on the needs of cultivating outstanding innovative talents in the new era, and researchs a practical course system driven by project based integration of medical and industrial engineering. The practical course system of medical engineering integration is aimed at solving clinical medical engineering problems, driven by a continuous medical engineering integration innovation project, guided by innovative thinking in medical engineering, with full process practice as the main line, engineering innovation ability cultivation as the core, and diversified two-way evaluation and assessment as the closed-loop. Through the innovative practical teaching mode of interdisciplinary integration of medical engineering, it aims to achieve the integrated cultivation of students' knowledge, ability, practice, innovation, labor, and other aspects to comprehensively enhance students' self-learning ability, practical ability, theoretical foundation, teamwork, innovation ability, and communication and expression.

Key words: medical and industrial integration; project-based system; engineering practice; evaluation and assessment

随着“大健康”建设的布局^[1], 工程科学更加全面地介入医学领域, 医工融合领域快速发展, 我国迫切需要培养具有工科背景的复合型高层次

医学人才。近年来, 国内许多一流大学都开始增设与“医学+工程”专业相关的融合性学科课程^[2-3]。但是, 由于医工融合涉及领域很广且发展

收稿日期: 2023-10-26; 修回日期: 2024-04-10

基金项目: 四川大学高等教育教学改革工程(第十期)研究项目(SCU10283); 四川大学新时代医学教育创新发展研究项目(SCUYZ09); 2022—2023年四川大学实验技术研究项目“医学装备+智能制造工程创新实践项目开发”(SCU1045); 四川大学高等教育教学改革工程(第十期)研究项目(SCU10086); 四川大学研究生教育教学改革研究项目(GSSCU2023012)。

作者简介: 陈依桐(1993-), 女, 硕士, 助理实验师, 主要从事粉末冶金方面的研究。

* **通信作者:** 陈建(1987-), 男, 博士, 高级实验师, 主要从事高速加工方面的研究。E-mail: gexlclj@scu.edu.cn

迅速,在很多研究方向上缺乏成熟的医工融合类课程,难以满足当前快速增长的高层次医工融合型人才培养的需求。尤其是在教育部大力推进“新工科”^[4-5]和“金课”建设、进一步提高本科生人才培养质量的背景下,探索适合中国当前和未来发展阶段人才培养需求的医工融合类优质课程建设,特别是工程实践类课程建设十分必要^[6]。

四川大学开设的医学技术与智能制造双学位专业以课程教学为基础,以培养学生实际问题为导向,以打造创新能力为核心、培养国际化拔尖创新人才为目标,从社会需求出发,立足学院办学特色,按照“面向工科、背靠医科、医工融合”的办学思路,将医工融合切实有效地落实到教学与实践。

本文以双学位专业必修的医学装备智能制造工程综合实践课程为例,基于新时代卓越创新人才培养需求,探索并实践项目制为驱动的医工融合工程实践课程体系。该课程体系搭建了医工学科交叉的理论教学与工程实践平台,通过改革传统的教学方式,用项目牵引串接训练过程,以项目制为驱动,引导学生主动学习,主动解决项目目标问题,从而完成创新实践项目课题,同时利用多元化双主体评价考核制度为闭环,全面保障课程体系质量,实现对学生知识、能力、素养一体化培养。

1 医工融合工程实践课程体系

1.1 人才培养目标

结合目前我国医工交叉人才培养所面临的成熟模版参考少、跨专业结合不深入等现实问题,医工融合的工程实践课程应立足建设具有中国特色的医工交叉人才培养体系,培养开展高水平医工科技创新工作、服务健康中国战略的高水平复合型人才^[7]。

本课程以解决临床医学工程问题为目标,旨在培养具有坚实理论基础、过硬开发本领、创新应用技能的医工融合复合型人才。学生在课程中学习医学技术、智能制造和项目管理等多学科知识,将理论学习与创新实践相结合,通过完成项目制课题,适应快速学习和团队协作,从而提升医工融合的专业技术能力,解决实际临床工程问题的综合设计应用能力和创新实践能力。由此,进一步培养学生劳动意识、成本管理、创新

意识、团队协作和表达沟通,树立强烈的社会责任感和正确的工程伦理观,建立人文素养和职业素养。

另外,课程包含工程与医学素养的主动思政,医学装备教学内容中学生需要主动查阅学习医学救治的励志人物与故事,主动挖掘红色故事、伦理、职业道德等思政元素,学习救死扶伤的人道主义精神,培养深切的家国情怀。

1.2 项目制驱动

课程体系中的项目制^[8-10]是指为培养学生的创新意识和工程实践能力,以项目为载体,按照任务驱动、螺旋上升的过程组织教学活动的一种教学模式。项目制学习不同于传统的“教师讲授、学生听课、反复练习、考试反馈”的教学模式,而是以小组协作为主,学习成果评价多元化,是一种以学生为中心,注重启发学生、引导学生进行合作、探究的新型教学模式。在项目制实践过程中,相比传统的实验课程中堆砌单项训练的单一、离散化课程教学方式,学生在团队协作能力、自主探究能力、沟通表达能力等方面能得到良好的培养^[11-12]。

本课程体系教学内容的核心模块为创新实践模块。模块中,学生采用项目制管理的方法,通过合理选择项目技术方案,主动学习项目相关基础知识与专业技术,自主创新完成方案设计与加工制作,最终完成项目课题并产出项目成果,从而培养团队协作、项目管理、工程创新、解决复杂工程技术问题的能力。

1.3 课程体系搭建

医工融合工程实践课程体系的搭建思路如图1所示。课程融知识传授、能力培养、素质教育为一体,培养“知识—能力—素养”一体化人才,注重医学与工程、理论与实践、教学与科研、传承与创新相结合的实验教学理念。课程以理论知识为基础,以创新实践项目为拓展,实现“知识—能力—素养”的快速转化。

课程将人才培养、课程创新、实践教学三维一体的高端医疗装备知识与技能的储备融入工程实践创新教学,不断推进工科和医科的深入合作与交流,探索医工融合实践课程体系的特色化建设,努力培养学生医工融合的专业技术能力,解决实际临床工程问题的综合设计应用能力和创新实践能力。

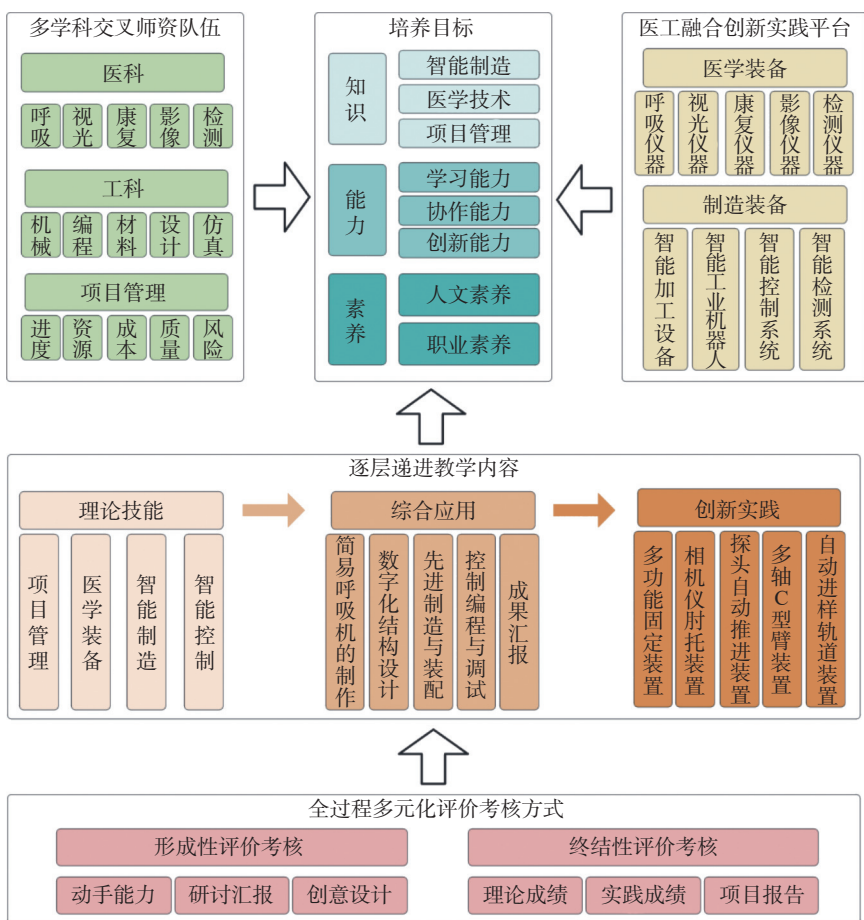


图 1 医工融合工程实践课程体系

2 课程体系实践

2.1 师资队伍构建

本课程贯彻医工融合的创新培养体系, 采用“双师带教”方式, 即医学教师和工学教师同时教授创新实践项目, 因此课程组建了多学科交叉教师团队。课程挑选具备机械、电气和控制等相关背景且理论知识丰富、操作技能过硬、授课经验丰富, 具备优秀实训课程教学能力的教师作为主要的智能制造实践教学教师; 选定医学技术专业中呼吸、视光、康复、影像、检测 5 个方向且理论和临床经验丰富的医学老师, 共同组建医学技术+工程实践的学科交叉融合教师团队。同时, 课程邀请有项目管理类教学经验的教师共同给团队学生进行项目管理相关知识规划和指导。

2.2 实践平台搭建

为保障医工融合实践课程的顺利开展、充分满足学生对于医工实践能力要求, 搭建了医工融合创新实践平台。平台包括呼吸、视光、康

复、影像、检测 5 大方向共 19 台套专业医学装备, 以及智能加工、综合控制、在线检测和智能工业机器人等全链路的智能制造装备 300 余台套, 为学生提供医工融合的实践教学、综合训练提供了良好的基础。

2.3 教学内容设计与实施

课程实施以学生为中心的合作式、参与式和项目制教学, 整体上采用逐层递进式教学内容设计, 课程知识体系划分为理论技能、综合应用和创新实践 3 个模块, 如图 2 所示。

1) 理论技能模块是课程的基础知识, 包含项目方案设计及成本分析基础、医学装备基础理论、智能制造加工原理与实例、数控编程原理与实例。

2) 综合应用模块是课程的重点延伸, 通过老师阶段带教学生共同完成简易呼吸机的设计与制作项目。项目包含产品设计、制造加工与装配控制, 学生可以通过该模块的学习, 掌握呼吸机的重要结构组成、工作原理、应用及相关规范标

准，掌握简易呼吸机的设计与制作开发流程，体验完整的临床工程项目并汇报展示项目成果。

3) 创新实践模块是课程的核心，学生分组按照个人意愿选择呼吸、视光、康复、影像、检测 5 个方向的创新实践项目，并完成相应项目课题。该模块以学生自学、自主设计制作为主，授课老师适当进行引导评价，发挥学生主动性，以项目制为驱动，通过团队协作完成项目目标。教

学过程中，学生从了解项目背景、确定项目内容到自主学习、分析问题、创新设计、解决问题，再到汇报总结和评价，独立解决实际临床工程问题。

针对各模块，分别以知识目标、能力目标和素质目标定位，使理论讲授与实践训练有机结合，基于对课程教学内容的总体设计，组织每堂课的教学任务。



图 2 教学内容实施

3 评价考核方法

3.1 全过程多元化评价

课程的考核、评价及反馈是教学过程的闭环，也是实现教学内容与教学资源合理调配与调度、持续改进教育教学质量的前提和基础^[13]。课程针对医工融合工程实践课程的特点，实施全过程多元化评价考核体系，结合形成性评价和终结性评价的考核方式，具体的考核指标如表 1 所示。

课程通过线上方式记录理论基础、综合应用、创新实践等模块评价考核分数。基于学生在管理系统的基础数据，利用大数据与深度学习方法，建立学生用户可视化图像，全面反映学生能力水平，如自主学习能力、实践能力、理论基础、团队协作、创新能力、沟通表达，实现学生

各项能力的可视化。

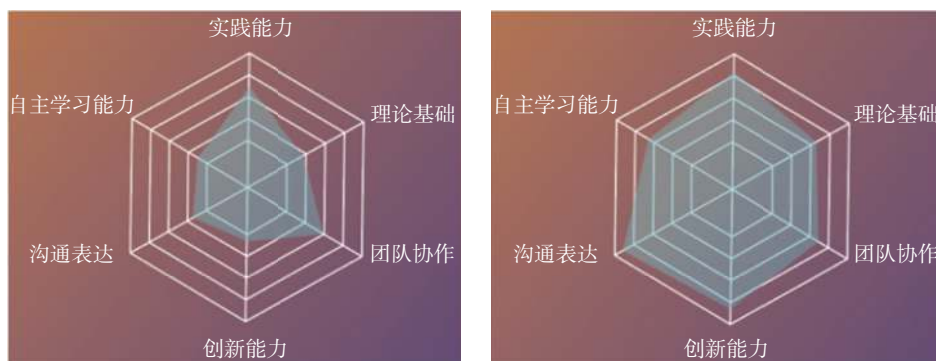
抽取 50 名学生评价数据并取平均值，获得项目制课程实施前和实施后的可视化图像如图 3 所示。可以看出，学生的各方面能力都得到极大提升，课程完成知识传授、能力培养、素质教育为一体，培养“知识—能力—素养”一体化人才的目标。

3.2 双主体评价

课程实行双主体的双向评价制度，即“学生”“教师”两个主体相互双向评价。除了上述教师对学生考核外，学生也可以评价教师。通过线上向学生发放教师教学质量评价的问卷调查，充分从学生的主体角度，对课堂的真实感受、体验和学习效果为出发点，结合教学内容、教学方法和教学效果等方面进行在线的评教，如图 4 所示。

表1 全过程多元化评价考核细则

课程模块	实践内容	全过程考核	培养能力
理论基础 (20%)	基于机械制造基础, 讲授智能制造加工原理与实例, 数控编程原理与实例; 基于医学技术基础, 讲授医学装备基础理论; 工程师职业道德及行为规范、机械发展史、安全规程等; 项目管理, 讲授项目方案设计 & 成本分析基础	制作基础知识的考试题库, 随机抽取100道进行上机考试, 评定学生的专业素养(10%) 对学生提交的的安全和工程师执业规范研究报告打分(5%) 对项目管理基础知识布置电子作业并进行打分(5%)	工程理论和工程职业道德, 安全和环保意识, 医学、机械、项目管理基础理论知识及实践技能
综合应用 (25%)	完成简易呼吸机综合项目制作, 包括产品拆装学习、产品设计、制造加工与装配控制, 体验完整的临床工程项目并汇报展示项目成果	拆装实训情况(5%) 设计创意性(5%) 加工质量及作品完成度(10%) 课程研究报告完成度(5%)	实践动手能力、工程实践创新能力、团队协作和解决复杂工程问题的能力
创新实践 (50%)	教学内容覆盖呼吸、视光、康复、影像、检测5个方向的创新实践项目, 学生通过团队协作, 自主创新完成项目课题的设计与制作	团队研讨及项目参与度(5%) 设计创意性(10%) 理论计算和结构设计(10%) 加工质量及作品完成度(10%) 成果汇报及报告完成度(10%) 项目管理和成本控制(5%)	团队协作、协同创新、沟通能力、自主学习能力、项目管理能力、人为素养、医学常识和解决复杂工程问题的能力
探索研究 培养(5%)	以学生为中心, 注重项目任务探索性, 讲授工程创新方法和创业管理理论, 进行创新创业能力的基础培养, 以竞赛为导向开展创新创业实践	竞赛项目管理和成本控制(1%) 竞赛作品的质量及功能完成度(2%) 竞赛获奖(2%)	团队协作、工程创新思维、项目管理、创新创业能力、解决复杂工程问题的能力和终身学习能力



(a) 课前学生能力评价 (b) 课后学生能力评价

图3 学生能力评价可视化变化

图4 学生线上评教问卷

双主体的双向评价制度可以在重视教学内容本身的同时, 根据调查统计结果, 实现教学内容与教学资源的合理调配与调度, 最大程度释放育

人活力, 提升教师对学生安全生产、工程解决能力、创新实践等方面的培养。督促学生和教师双向的积极性, 做到评价全员参与、公平合理, 使教学质量的评价贯彻到日常教学当中, 在教师和学生中把提高教学质量当成一种习惯, 促进优良学风与教风的形成。

4 结束语

为培养新时期医工融合背景下的高水平复合型人才, 本文提出了探索项目制驱动下的医工融合工程实践课程体系新模式, 以培养“知识—能力—素养”一体化人才为目标, 搭建了医工融合创新实践平台, 采用多学科交叉师资队伍带教, 完成以理论知识为基础、综合应用为延伸的多学科实践教学模块。最终, 通过贯通式医工融合创

新项目为驱动,学生全过程自主设计制作与实践创新,完成项目目标。课程中,逐层递进的教学内容完成学生知识、能力、实践、创新、劳动等一体化培养,全方位提升学生的专业技术能力、综合设计能力和创新实践能力。全过程多元化的评价考核和双主体的双向评价制度,不仅可以促进学生各维度能力提升,而且还最大限度地提升教师教学质量和教学积极性,正向反哺课程体系。

参考文献

- [1] 中共中央国务院. “健康中国 2030”规划纲要 [EB/OL]. (2016-10-25)[2021-01-08]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm.
- [2] 任桑桑, 骆笑, 薛乐. 医工信交叉融合推动高校医学学科发展的思考[J]. *中国高等医学教育*, 2017(9): 34-35.
- [3] 刘巧红. 医学院校医工结合的教育改革探索及对策建议[J]. *教育教学论坛*, 2017(46): 143-144.
- [4] 中华人民共和国教育部高等教育司. “新工科”建设复旦共识[EB/OL]. [2019-02-23]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201702/t20170223_297122.html.
- [5] 中华人民共和国教育部高等教育司. “新工科”建设行动路线 [EB/OL]. [2019-04-12]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201704/t20170412_302427.html.
- [6] 陈建, 朱鲁闯, 王杰, 等. 新工科背景下工程训练创新实践课程体系研究[J]. *实验科学与技术*, 2021, 19(6): 84-88.
- [7] 谷士贤, 何培欣, 乔杰. 新时代医工交叉人才培养的思考与展望[J]. *科教发展研究*, 2022, 2(3): 19-35.
- [8] 张焱坤, 黄章. 基于 OBE 理念的理工科大学生创新创业课程项目制教学模式设计[J]. *教师*, 2022(25): 90-92.
- [9] 胡凡迪. 基于 OBE 理念的项目式学习教学模式设计与应用研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2021.
- [10] 姜佳怡, 高强, 刘艳玲. 结合 OBE 理念的工程训练中心双创教育模式研究[J]. *大学教育*, 2020(5): 168-170.
- [11] 闫晓玲. OBE 理念下基于“双核驱动”的工程训练教学模式创新[J]. *装备制造技术*, 2022(3): 230-232.
- [12] 张辉, 黄凤立, 李积武等. 基于 OBE 的综合工程训练课程探索与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2020, 39(7): 219-222.
- [13] 李疆, 杨秋萍, 金开军等. 基于 OBE 理念的工程训练形成性考核多元评价体系的构建初探[J]. *高教学刊*, 2020(19): 75-78.

编辑 钟晓