

# 新工科背景下生物医学工程专业医疗仪器方向的 创新实践课程教学设计与实践 ——以仿人手臂平台为例

何玉成, 李曙

广州医科大学, 广东 广州 511436

**摘 要 :** 随着科技的快速发展和社会需求的变化, 新工科背景下生物医学工程专业医疗仪器方向的创新实践课程教学面临着前所未有的机遇和挑战。传统的教学模式已无法完全适应新时代的要求, 亟需开展创新实践类课程的研究, 以培养具有创新精神和实践能力的复合型人才。本文以仿人手臂平台为例, 探讨其在生物医学工程专业医疗仪器方向创新实践课程教学中的应用和优势。通过系统的课程设计和教学实践, 本文展示了仿人手臂平台在提升学生工程实践能力、创新思维和团队协作能力方面的显著效果。

**关 键 词 :** 生物医学工程; 创新实践; 教学设计; 仿人手臂

## Innovative Practice Course Teaching Design and Practice in the Medical Instrument Direction of Biomedical Engineering Under the Background of New Engineering -- Taking the Humanoid Arm Platform as an Example

He Yucheng, Li Shu

Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 511436

**Abstract :** With the rapid development of technology and changes in social demands, the innovative practical teaching of medical instruments in the field of biomedical engineering under the background of new engineering is facing unprecedented opportunities and challenges. The traditional teaching mode can no longer fully meet the requirements of the new era, and there is an urgent need to conduct research on innovative practical courses to cultivate compound talents with innovative spirit and practical ability. This article takes the humanoid arm platform as an example to explore its application and advantages in innovative practical teaching of medical instruments in the field of biomedical engineering. Through systematic course design and teaching practice, this article demonstrates the significant effect of the humanoid arm platform in enhancing students' engineering practice ability, innovative thinking, and teamwork ability.

**Keywords :** biomedical engineering; innovative practice; instructional design; humanoid arm

### 一、生物医学工程专业医疗仪器方向的创新实践课程 教学现状

生物医学工程是一门交叉学科, 它将工程学原理应用于医疗健康领域, 旨在开发新技术、新设备来改善人类健康状况<sup>[1]</sup>。近年来, 国家出台了一系列政策, 如“2025中国制造”<sup>[2-3]</sup>、“新人工智能国家战略规划”<sup>[4-6]</sup>和国务院“十三五加快发展医疗健康产业规划”等<sup>[7-8]</sup>, 旨在推动医疗健康领域的技术创新和产业升级, 为生物医学工程专业的发展提供了强有力的支持, 使得生物医学工程专业医疗仪器方向的人才需求日益增长。然而, 当前生物医

学工程专业医疗仪器方向的创新实践课程大部分仍采用传统的教学模式, 存在以下问题<sup>[9-12]</sup>:

1. 重理论轻实践: 许多课程侧重于理论知识的传授, 而忽视了实践操作的重要性。
2. 创新思维不足: 学生缺乏足够的创新训练, 难以应对快速变化的技术需求。
3. 动手能力不强: 由于实践机会有限, 学生的动手能力和解决问题的能力相对较弱。
4. 知识面狭窄: 课程内容较为单一, 综合性不强, 难以满足跨学科发展的需求。

作者简介:

何玉成, 男, 博士, 高级工程师, 研究方向: 医疗机器人与智能医用设备、高等教育;

李曙, 男, 博士, 副教授, 研究方向: 生物医学信号与图像处理、高等教育。

面对上述问题，传统的教学模式已无法完全适应新时代的要求，亟需开展创新实践类课程的研究，以培养具有创新精神和实践能力的复合型人才。

## 二、医用机器人及仿人手臂平台介绍

医用机器人是指应用于医疗领域的自动化设备，它们可以执行手术、护理、康复等多种任务。其在医疗领域的应用主要包括：外科手术、康复治疗、护理服务等<sup>[13-15]</sup>。随着科技的不断进步，医用机器人已经成为现代医疗技术的重要组成部分，极大地提高了医疗服务的质量和效率。

仿人手臂平台是一种模拟人类手臂运动的机电装置，通过多个关节和传感器实现灵活的运动和精确的控制。如图1所示，其主要由以下几个部分组成：

- 1.机械结构：包括基座、连杆、关节等，用于支撑和传递运动。
- 2.驱动系统：包括电机、减速器等，用于驱动仿人手臂的运动。
- 3.传感器系统：包括位置传感器、力传感器等，用于感知仿人手臂的状态。
- 4.控制系统：包括微控制器、电源等，用于实现仿人手臂的控制。
- 5.人机交互系统：包括手柄、触摸屏、手机APP等，用于实现人机交互。

从功能上看，仿人手臂平台可看作一种高度集成的医用机械臂系统，是生物医学工程专业医疗仪器方向创新实践课程教学的理想平台，主要原因在于仿人手臂平台综合了医疗仪器专业本科教学的众多课程，比如：C语言程序设计、电路制作、单片机与嵌入式系统、机械设计、人机交互控制等。因此基于该平台，学生可以综合运用所学的多学科知识，进行从理论到实践的全方位学习。这种综合性实践课程不仅提升了学生的动手能力和创新思维，还培养了他们在实际工程问题中的解决能力，为他们未来的职业发展打下坚实的基础。



> 图1 仿人手臂平台

## 三、基于仿人手臂平台的创新实践课程教学设计

### （一）实验内容设计

为了确保课程的实用性和趣味性，课程组根据学生需求调研，设计了以下13项实验内容：

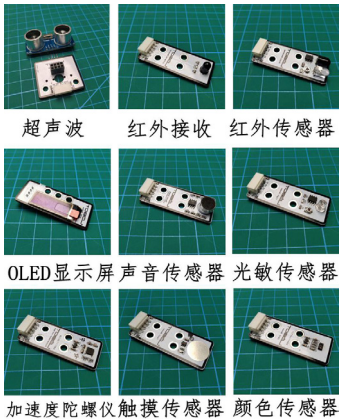
1) 仿人手臂实验环境搭建	2) 仿人手臂的结构及运动学分析
3) 仿人手臂的人机交互控制方法	4) 仿人手臂的转动与速度控制
5) 仿人手臂的外部通信控制	6) 基于 PS2手柄和手机 APP 的手臂控制
7) 仿人手臂动作数据的存储与运行	8) 仿人手臂夹取动作的光敏传感器控制
9) 人体生理信号采集与仿人手臂控制	10) 仿人手臂的触摸人机交互控制
11) 手部运动姿态检测与仿人手臂控制	12) 基于仿人手臂的医用物资分拣项目实践
13) 综合创新实验：综合运用所学知识，针对临床实际问题，基于仿人手臂实现解决方案	

### （二）实验平台搭建

为了支持上述实验内容，课程组搭建一个完整的仿人手臂实验平台。具体步骤如下：1.硬件准备：准备仿人手臂的机械结构、电机、传感器、控制器等。2.电路连接：根据实验手册，连接各个组件电路，确保信号传输稳定性。3.软件配置：安装控制软件和编程环境，编写初始控制代码。4.测试调试：对仿人手臂进行初步测试，确保各部分功能正常。

### （三）各类传感器的应用

为了增强仿人手臂智能化水平，在实验教学中使用了9种传感器，如图2所示。



> 图2 实验平台的9种传感器

各个传感器的具体功能如下：

- （1）超声波传感器：用于检测障碍物距离，避免碰撞。
- （2）红外接收传感器：用于遥控仿人手臂，实现动作。
- （3）红外传感器：用于检测物体位置，实现精确抓取。
- （4）OLED显示屏：用于显示仿人手臂状态信息和操作提示。
- （5）声音传感器：用于检测环境声音，实现语音控制。
- （6）光敏传感器：用于检测光线强度，实现光控操作。
- （7）加速度陀螺仪：用于检测仿人手臂的姿态和运动状态。
- （8）触摸传感器：用于实现触觉反馈，提高人机交互自然性。

- （9）颜色传感器：用于检测物体颜色，实现颜色识别。

### （四）多种教学方法综合应用

为了提高教学效果，课程组根据教学内容特点，采用以下教学方法，以提高教学效果。

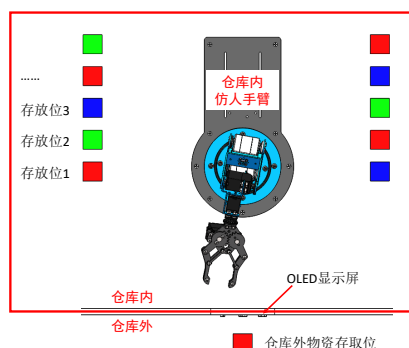
(1) 理论讲解：采用启发式教学和案例教学，结合实际案例（如中国空间站机械臂的功能与应用）分析仿人手臂的机构，帮助学生理解机械臂的基础知识。

(2) 虚拟演示：利用动画、视频等多媒体手段，展示仿人手臂的运动过程，增强教学的直观性和趣味性，如图3所示。

(3) 上机实践：指导学生结合实验平台的众多传感器，进行仿人手臂的实践，提升学生的工程实践能力。

(4) 提问讨论：鼓励学生积极参与课堂讨论，分享自己的想法和经验，培养学生的沟通能力和团队合作精神。

(5) 分析总结：通过小组讨论和课堂汇报，引导学生总结实验结果，反思实验过程中遇到的问题和解决方案，进一步巩固所学知识。



> 图3 实验平台虚拟演示系统

## 四、教学方案制定与实施

课程组根据教学内容特点，制定以下教学过程，以提高教学效果。

(1) 理论教学：通过课堂讲解和多媒体演示，帮助学生理解仿人手臂的基本原理和工作机制。

(2) 实验准备：指导学生搭建仿人手臂实验平台，确保各部分功能正常。

(3) 实验操作：组织学生进行各项实验操作，记录实验数据和现象。

(4) 项目实践：指导学生完成具体项目任务，如医用物资分拣、基于声音锁的智能仓库系统。

(5) 课堂汇报：组织学生进行课堂汇报，展示实验成果和心得体会。

## 五、教学效果分析与讨论

通过二年的实践教学，我们对学生进行了前后测对比，结果显示，课程内容在加入仿人手臂平台后，学生课堂表现、作业完成情况、实验报告等相比之前有了较大的提升。学生的评教评学也有了较大改善，对课程的评价基本在95分以上。学生的C语言编程、STM32单片机应用能力也有了较大的提升，部分同学在此课程基础上，选择仿人手臂平台临床应用作为毕设课题。此外通过问卷调查与访谈，90%的学生反馈自己团队协作能力得到

了显著提升，部分同学组队参加竞赛获得了相关奖项。这些数据充分证明了仿人手臂平台实践教学在提升学生综合素质方面的有效性。未来，我们将持续优化教学内容和教学方法，进一步提升教学效果。

在为期二年的教学中也遇到了一些问题，比如：

1. 实验设备不足：部分实验设备数量有限，影响了学生的实践机会。

2. 学生基础差异大：知识背景和动手能力参差不齐，导致教学难度较大。针对上述问题，课程组在后续教学中将争取教学经费支持，购买更多实验设备，提高学生的实践机会；根据学生的知识背景和能力水平，分层次教学，确保每个学生都能跟上教学进度。

## 六、结论与展望

本文以仿人手臂平台为例，探讨了生物医学工程专业医疗仪器方向的创新实践课程教学设计与实施效果。通过系统的课程设计和教学实践，本文展示了仿人手臂平台在提升学生工程实践能力、创新思维和团队协作能力方面的显著效果。未来，我们将持续完善课程内容，优化教学方法，为培养更多具有创新精神和实践能力的复合型人才贡献力量。

## 参考文献

- [1] 杨子彬. 生物医学工程学—医学进步的动力 [C]. 中国生物医学工程学会第六次会员代表大会暨学术会议论文摘要汇编, 中国协和医科大学基础医学院, 2004:1.
- [2] 孙洪波. “中国制造2025”视域下应用型院校学生工匠精神的培育路径探索与实践 [J]. 现代职业教育, 2023,(09):147-152.
- [3] 王海涛, 王景芹, 赵靖英. 中国制造2025背景下电器可靠性技术教学案例设计 [J]. 中国教育技术装备, 2024,(06):61-64.
- [4] 汪茹, 何达, 符雨嫣等. 构建适合我国国情的医疗人工智能技术评估体系探讨 [J]. 中国卫生经济, 2024,(10):38-43.
- [5] 周文康, 费艳颖. 医疗人工智能前沿研究: 特征、趋势以及规制 [J]. 医学与哲学, 2021,42(19):38-44.
- [6] 袁加俊, 赵列宾, 田丹. 新一代人工智能在医疗健康领域的应用与思考 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020,17(06):780-785.
- [7] 马晓红, 张圆圆, 张文谋等. 新一代信息技术在医疗健康产业中的应用研究 [J]. 电脑知识与技术, 2024,20(21):132-134.
- [8] 郭静玉, 刘文平. “十三五”规划指导下的课程标准改革探究——以医疗设备应用技术专业为例 [J]. 教育教学论坛, 2020,(30):308-309.
- [9] 陈昕, 刘麒龙, 董磊等. 面向行业需求的生物医学工程专业实验教学体系构建 [J]. 实验技术与管理, 2020,37(08):12-16.
- [10] 李华, 曾浩, 梁永波. 生物医学工程类专业课程实践教学改革 [J]. 电气电子教学学报, 2024,46(03):29-36.
- [11] 薛慧君, 焦鹏, 吕昊等. “双导一体”模式下生物医学工程专业电子技术实践教学探索 [J]. 北京生物医学工程, 2024,43(04):409-414.
- [12] 毕晓艳, 罗晓飞, 肖嘉莹. 新工科背景下生物医学工程专业课程教学改革与实践 [J]. 创新创业理论与实践, 2022,5(05):50-52.
- [13] 刘伟, 赵潇, 傅扬. 医疗机器人研究、应用现状及发展趋势 [J]. 中国医疗设备, 2023,38(12):170-175.
- [14] 段星光. 医疗机器人核心技术及产业发展 [J]. 机器人产业, 2023,(04):1-4.
- [15] 黎文娟, 马泽洋, 曾磊, 等. 国内外医疗机器人发展现状及趋势 [J]. 机器人产业, 2022,(06):72-86.