

基于产教融合的机器人技术模块综合实训项目设计

李娟娟^{1,2,*}

¹ 华北科技学院应急装备学院, 河北廊坊, 中国

² 华北科技学院河北省矿山设备安全监测重点实验室, 河北廊坊, 中国

* 通讯作者

【摘要】 实习实训等实践类课程是新型人才创新实践能力培养的重要载体, 为了培养学生的创新创业能力, 本文基于产教融合机制, 采用机器时代(北京)科技有限公司的机器人创新组件建设机器人技术综合实训平台, 首先介绍了机器人创新组件, 接着设计了实训方案, 实训过程中采用的方法, 最后介绍了实训取得的成果。通过实训项目的切实开展使学生理解并掌握了机器人的结构设计、控制技术及编程方法, 提升了学生的创新实践能力与综合素质。

【关键词】 产教融合; 机器人技术; 综合实训; 应用型本科

【基金项目】 河北省高等教育学会“十四五”重点课题(编号: GJXH Z2024-29); 河北省创新创业课程“机器人技术模块综合实训”; 中央高校基本科研业务费项目(编号: 3142020016); 河北省教育厅基金项目(编号: ZD2021419)。

1. 引言

产教融合是推动高等教育协同创新、强化现代化建设人才的核心机制。实习实训等实践类课程是新型人才创新实践能力培养的重要载体, 也是实现知识、实践和创新创业能力深度融合的重要途径[1]。实践类课程作为产教融合的主要抓手, 对于提升在校大学生创新实践能力具有重要意义[2]。

机器人作为典型的机电一体化装置, 并非机械与电子的简单组合, 而是机械、电子、控制、检测、通信及计算机等多学科技术的有机融合[3,4]。机器人技术模块综合实训是机器人相关专业的核心综合实训课程, 本实训一般开设在第七学期, 主要内容是使学生能综合运用所学的机器人机构设计、运动分析、控制等专业知识开展创新设计, 该课程的核心目标是为学生创造综合运用专业知识的实践机会, 助力其优化专业知识结构, 提升综合分析能力与团队协作精神。本文采用机器时代(北京)科技有限公司的机器人创新组件(以下简称机器人创新组件)建设机器人技术综合实训平台, 使学生理解机器人运动的基本规律, 熟悉传感器电路及控制电路的设计, 掌握机器人的结构设计、控制技术及编程方法, 并提升学生的综合分析能力与团队协作精神[5]。

2. 设备介绍

机器人技术综合实训平台采用的机器人创新组件, 其机械零件采用国际标准通用式

设计, 可根据学生的设计需求构建“点、线、面、体”, 从而设计出丰富多彩的机械结构, 并能兼容常见标准零件、自加工零件, 核心零件总数约 30 种, 可根据任意搭配, 反复拆装; 图 1 为机器人创新组件中的部分机械零件。

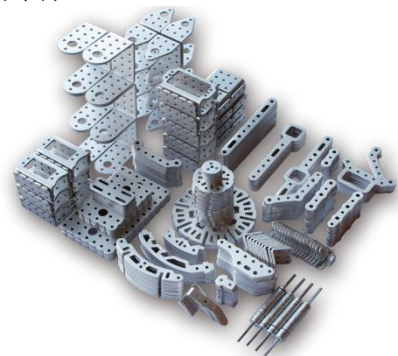


图 1. 机器人创新组件中的部分机械零件

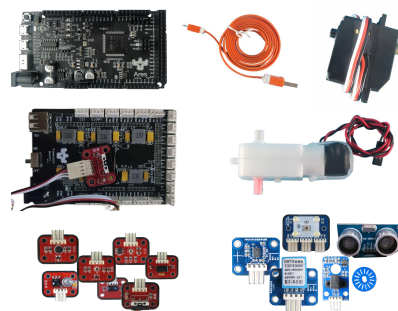


图 2. 机器人创新组件中的部分电子部件

机器人创新组件的电子部件采用标准化、开放式设计, 可兼容常见电子接口和编程环境, 支持常规实验、二次开发和创新研

究；主控板型号为 ARM Cortex M3 芯片；传感器 15 种，包括了语音识别、颜色识别、CCD 摄像头等，通信方式包括蓝牙、NRF、WiFi 无线通信。包含一款手柄扩展板，可实现遥控和示教编程。图 2 为机器人创新组件中的部分电子部件。

3. 实训方案设计

机器人综合实训共计两周，为循序渐进、由浅入深、逻辑清晰执行实训方案，实训方案设计为基础学习、能力扩展和创新实践三个阶段[6]，简称为“三阶段递进式实训平台”，如图 3 所示。

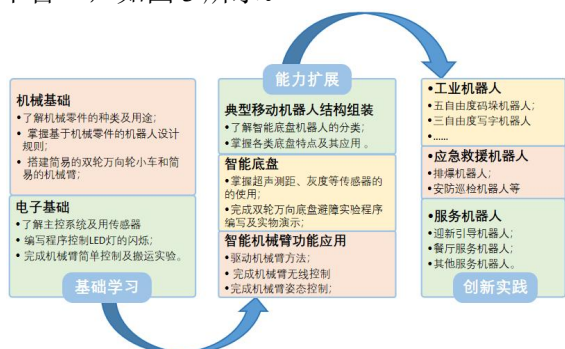


图 3. 三阶段递进式实训平台

3.1 基础学习阶段

基础学习阶段让学生掌握机械基础、电子基础相关内容，其中机械基础的实训内容包括机械零件、通用结构设计及组装规则介绍，双轮万向地盘结构组装和 2 自由度机械臂结构组装，实训目标是让学生了解探索者平台零件的种类及用途，掌握基于探索者零件的机器人设计规则；探索者零件种类及用途、模块化设计应用、基础模块搭建、主控系统的组成、传感器基础及应用、小车避障及机械臂搬运等。

电子技术的实训内容包括主控系统及常用传感器介绍、Blink 实验操作、编写程序控制 LED 灯的闪烁、底盘控制及避障实验、机械臂控制及条件触发搬运，实训目标是让学生了解主控系统的组成、常用传感器的触发方式及应用场景，了解蓝牙、NRF 模块的通信方式，熟悉机械臂简单控制方法。

3.2 能力扩展阶段

能力扩展阶段设计一种智能移动机器人实训，包括典型移动机器人分类、特点、应用、底盘结构组装、循迹、避障、蓝牙遥控、加速度姿态控制等；典型移动机器人结构组装、智能底盘功能应用智能机械臂功能应用。

实训目标是让学生了解智能底盘机器人的分类，掌握各类底盘特点及其应用；掌握超声测距、灰度、加速度等传感器的工作原理和使用方法；完成双轮万向底盘避障实验程序编写及实物演示；掌握驱动机械臂原理和方法，完成机械臂姿态控制；了解蓝牙模块的工作原理，完成机械臂无线控制。

3.3 创新实践阶段

创新实践阶段需结合前两个阶段所学知识，以小组为单位自主设计一款机器人，机器人设计项目可以但不限于从以下企业的实际需求中选取：五自由度码垛机器人、三自由度写字机器人、三自由度排爆机器人、扫地机器人、爬楼梯机器人、楼梯清扫机器人、迎新引导机器人、餐厅服务机器人（点餐、餐具回收等）、安防巡检机器人、图书馆服务（导引、取放等）机器人、移动工作站（售卖、快递等）、体育服务（陪练、器材收纳等）机器人、校园场景中的其他服务机器人应用，要求机器人至少应具备循迹行进、智能识别障碍、搬运功能（六自由度写字机器人除外）。

4. 实训方案实施方法

为了达到培养学生理论结合实践的能力，提高学生创新创业和团队协作能力，在实训方案的实施上，我们坚持“由浅入深、循序渐进、逻辑严谨”的教学方案，采用了教师讲解+学生闯关模式、产教融合+线上线下混合模式、教师+企业专家的双导师模式、问题导向+小组讨论学习模式以及综合评价模式。

4.1 教师讲解+学生闯关模式

由于学生的专业水平和学习能力有很大的差异，为了充分调动学生的学习热情、保障所有学生能掌握基本机械和电子知识，对于基础阶段的学习，主要采用指导教师讲解、带做+学生闯关模式开展，如在机械基础的项目双轮万向地盘结构组装中，首先给学生展示要组装的地盘结构，让学生观察一个二轮驱动小车模型的图片，然后将一个二轮驱动的小车拆分不同的模块，每个模块由不同的零件组成，最后展示组装视频，让学生跟着做，分解和组装过程如图 4 和图 5 所示。

4.2 产教融合+线上线下混合模式

能力扩展阶段的学习，采用产教融合+线上线下结合的模式开展。有了第一阶段的学习，学生学会了使用 STP Viewer 看图方法

和对机械结构的选材和组装，掌握如何使用 Keil5 软件进行编程、编译和下载的方法，练习了使用 keil5 软件界面及烧录的程序的方法，掌握了 Ares 主控板、Ares-SH 扩展板、常用传感器、常用电机的工作原理及控制方法。有了这些基础知识，学生就可以利用第一阶段学习的“点”知识，也就是利用各个功能模块，尝试各种功能模块的 N 种不同的应用案例，然后多个模块的联合应用，进而形成一种智能移动机器人的设计。如双轮底盘运动和四轮地盘运动控制，学生可以掌

握多个电机的机构的调试、差速双轮底盘的差速运动控制以及学习子程序的编写。能力扩展阶段学生的学习进度和学习热情均不相同，很多学生都希望一鼓作气完成一款机器人的设计，这个时候就要给学生提供足够的“线上”学习资源，确保不同设计阶段的学生都有“导师”帮助；线上资源包括教师利用学习通建立的学习资源和企业网站的学习资源；这个阶段指导教师的最重要职责是做好“引导”工作，引导学生开拓思路以及正确获取网络资源的方法。

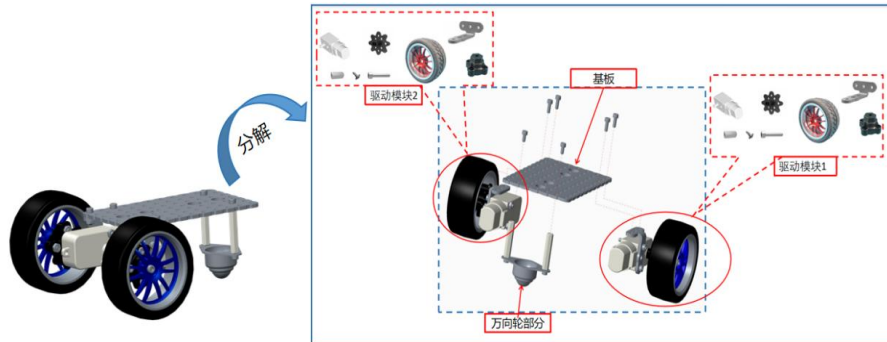


图 4.二轮驱动小车模型的分解

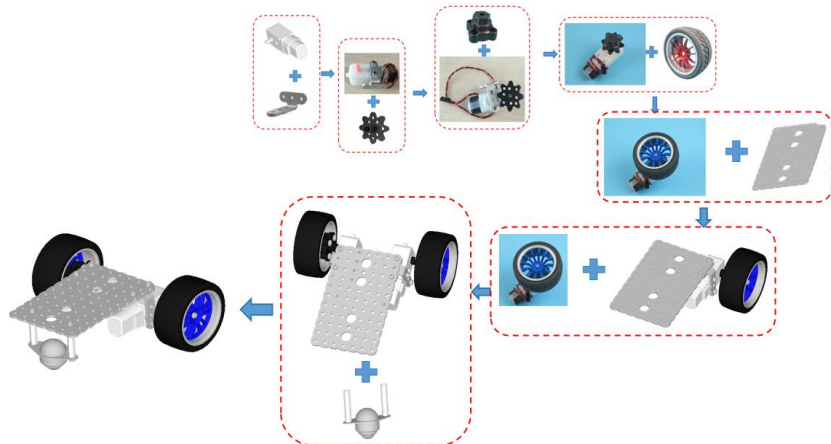


图 5.二轮驱动小车模型的组装

4.3 教师+企业专家的双导师模式

在创新拓展阶段，要增加企业导师的指导，把企业真实需要的项目提供给学生，让学生在完成创新的过程中，学习、掌握理论知识和实践技能，同时还可以培养学生的综合应用能力、解决实际问题的能力、工程项目管理能力以及创新能力[7]。

在能力扩展阶段，学生已经掌握了多个直流电机、伺服电机的控制方法，练习了多种数字量、模拟量传感器的的使用方法，学会了编写主程序、子程序、条件运行程序，并已经在教师的指导下完成了一款智能机器人机械和控制系统的选型与编程，在创新拓展阶段，学生需要根据所选的创新项目，设

计出一种企业真实需要且能实际应用的智能机器人。在学校和企业的双导师教学过程中，让学生亲身感受“创新”的全过程，具体创新的流程如图 6 所示。



图 6.创新的流程框图

根据图 6，创新包括五个步骤：

步骤 1：定义问题，明确项目的需求，找出最需要解决的关键问题。

步骤 2：调查研究，发现和找出解决关键问题的许多可能方法，包括前人的成果。开阔创新者的眼界和创造性思维的思路，为创造性分析打下基础。

步骤 3：分析问题，对问题进行整体分析、拆解分析、转化分析等，为其解决方案提供更多的可能性路径。

步骤 4：提出方案，根据前期的工作，尝试提出解决方案。解决方案不应只有一种，而应有 N 备选方案，防止一个方案验证否定后无后备方案。

步骤 5：验证方案，先用最低代价进行原理机测试。如果有可能的话，应将一个整机分为较独立的多个模块。然后可以对独立的模块进行整合或者融合，在保持模块独立性的同时，使其整体协调。这个阶段做的最多事情就是试错，通过不断地失败，测试每一种方案的极限，用排除法筛选出最优方案。

4.4 问题导向+小组讨论学习模式

在整个机器人实训过程中，将学生以 3-5 人分成若干小组，实行组长负责制，小组长要确保组内成员都掌握基础的结构设计、电气元件选择、程序编写与调试，还要团队成员的分工合理、积极协作完成组内创新设计任务，通过小组合作讨论学习，不仅培养学生分析问题、处理问题的能力，而且还可以让学生积极表达自己的想法、为完成共同的目标做出努力，进而培养学生的自信心、沟通能力、集体荣誉感和团队合作精神，提高学生的学习效果和综合素质[8,9]。在整个实训过程中，要始终贯彻学生主导以及问题导向的项目实施办法，教师仅仅在学生进行项目分析、方案设计、方案优化、系统实现和调试等环节适时的给与引导和启发，引导学生积极探索问题的解决方案，激发学生的学习兴趣 and 主动性，培养学生的创新思维和自主学习能力，引导和帮助学生深入理解和掌握课程知识。

4.5 综合评价模式

综合评价包括操作能力、制作质量、创新思路、实训报告撰写、遵守纪律和答辩情况，学生的成绩由实训过程得分（30%）+设计出的创新机器人得分（30%）+实训报告（20%）+答辩成绩（20%）四个环节组成。

除实训报告以外，其他环节得分均由学校和企业指导老师评分的均值确定，其中，实训过程得分评分包括团队分工是否合理、团队协作是否有序、团队执行能力、实训态度以及团队成员的基础知识掌握情况，设计出的创新机器人评分依据是机器人的实用性、创新性、结构稳定性、程序编写的智能化和优化程度，答辩成绩考察学生的表达能力、沟通能力、团队协作能力[10]。

5. 结论

机器人综合实训项目的设计与应用，为高校机器人相关专业教育提供了全新的教学模式和实践平台。学生利用机器人创新组件完成了四届学生的机器人技术模块综合实训，取得了很好的效果，每届都有优秀案例上传到机器时代集团有限公司的网站供下一届或者其他院校学生学习借鉴，并且每一届也有好的创意去参加机器人及人工智能大赛或先进制造及仿真技术大赛，并获得国家级和省部级竞赛一、二、三等奖二十余项。

尽管课程改革取得了初步成效，但教学方法和内容仍需持续优化和改进。未来，我们将进一步增强产教融合的深度和范围、打造产业转化平台、培养更多“双师双能”型导师、强化数字孪生等薄弱环节，给学生提供更优质的创新环境，全面提升了学生在理论理解、技能操作和系统优化方面的综合能力；同时，完善毕业生职业发展追踪机制，形成人才培养质量闭环反馈系统，持续提升教学质量，培养更多适应新时代需求的高素质工程技术人才。

参考文献

- [1] 蒋永翔，邓三鹏，张香玲等.新工科+产业学院背景下的机器人工程专业教学改革研究[J].装备制造技术，2024，（06）：21-25.
- [2] 杨帆，王亚琼，侯振华等.产教融合背景下深化无人机应用技术专业群专创融合路径研究[J].南方农机，2025，56（12）：192-195.
- [3] 檀盼龙，邵欣，张建新等.基于CBE+CDIO理念的工业机器人技术实训项目设计[J].实验技术与管理，2018，35（11）：189-193.
- [4] 白雁力，卢健，李姮等.“双创”和“新工科”背景下协作工业机器人专业类实

- 训项目设计与实现[J].教育教学论坛, 2019, (15): 40-41.
- [5] 孟国亮, 任金平, 解浩等. “专创融合”协同项目驱动下工业机器人技术课程改革探索[J].创新创业理论与实践, 2023, 6(24): 64-67.
- [6] 冯兴田, 李祥林.电气工程立体化专创融合培养模式[J].电气电子教学学报, 2025, 47(03): 50-53.
- [7] 李睿智, 武志伟, 程晟.新工科背景下应用型本科院校电气控制与 PLC 技术课程实验教学改革探索——以山西能源学院为例[J].中国教育技术装备, 2023, (10): 142-145+149.
- [8] 陈炳, 莫琦, 纪国剑等.基于产教融合背景下的数字孪生实验室建设与实践[J/OL].实验技术与管理, 1-10.
- [9] 魏子秋, 赵露雨.高校物流工程专业“1+3+X”产教融合协同育人模式的探索与实践[J].河北科技大学学报(社会科学版), 2025, 25(03): 83-89
- [10] 蔡军, 郭鹏. “新工科”背景下以创新人才为培养导向的实验教学改革及实践——以机器人应用技术实验教学为例[J].高教学刊, 2019, (11): 52-55.