

项目引导式的机器人控制与电路课程融合教学模式探索

吴肖龙*, 胡建功, 曹 晔, 万晓凤, 胡凌燕, 李 豫

南昌大学信息工程学院, 江西 南昌

收稿日期: 2022年10月23日; 录用日期: 2022年12月15日; 发布日期: 2022年12月26日

摘 要

自动化专业课程的基本教学理论性、实用性强, 同时课程的理论知识衔接性强。怎样将多种相对单一, 且教学目的不同的课程在项目式教学探索和实际应用进行合理连接与深度融合, 是适应当前自动化专业变革急需探索攻克的难题。本文研究了《电路》和《机器人控制》课程在教育实践中面临的实际问题基础上, 提出基于项目引导式的课程融合教改思想, 并同时选取新能源汽车制造机械手控制项目为例, 探讨了项目执行过程中课程融合的具体案例。这不但符合了当前工程教育认证政策下本科生培养模式的要求, 同时可以极大地提高学生的学习主动性和专业技能。

关键词

项目式教学, 课程融合, 机器人控制, 电路课程

Exploring a Project-Guided Teaching Model for Integrating Robot Control and Circuitry Courses

Xiaolong Wu*, Jianguo Hu, Ye Cao, Xiaofeng Wan, Lingyan Hu, Yu Li

School of Information Engineering, Nanchang University, Nanchang Jiangxi

Received: Oct. 23rd, 2022; accepted: Dec. 15th, 2022; published: Dec. 26th, 2022

Abstract

The basic teaching of automation professional courses is highly theoretical and practical, while

*通讯作者。

文章引用: 吴肖龙, 胡建功, 曹晔, 万晓凤, 胡凌燕, 李豫. 项目引导式的机器人控制与电路课程融合教学模式探索[J]. 创新教育研究, 2022, 10(12): 3159-3166. DOI: 10.12677/ces.2022.1012491

the theoretical knowledge between courses is strongly connected. How to connect and deeply integrate relatively single, and different courses with different teaching purposes in project-based teaching exploration and practical application in a reasonable way is a difficult problem that needs to be urgently explored and overcome to adapt to the current change of automation profession. Based on the practical problems faced by the courses “Electrical Circuit” and “Robot Control” in education practice, this paper proposes a project-based curriculum integration teaching and reform idea, and takes the new energy vehicle manufacturing robotic control project as an example to discuss the specific case of curriculum integration during the project implementation. This not only meets the requirements of undergraduate training mode under the current engineering education accreditation policy, but also can greatly improve students’ learning initiative and professional skills.

Keywords

Project-Based Teaching, Curriculum Integration, Robot Control, Circuit Courses

Copyright © 2022 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

我国普通高等院校的工程类本科专业教学开始步入了全新的历史阶段，在二零二二年7月15日发布的《工程教育认证标准》是中国高等教育在人才培养质量与评价领域，首个被列入国家标准体系框架内的社会团体规范[1][2]。今天，随着中国的现代化智能制造产业提升和中国社会经济结构调整的日益加速，自动化产业对高学历人才的要求日益迫切、技术需求也愈来愈高。所以，通过对自动化专业课程逐步加以现代化教学改革，不但可以大幅度提高学生的能力和理论知识水平，同时也能够顺应国家当下国情和经济社会发展的需要。

在当前大多数高等院校自动化本科教学中，《电路》课程的理论性质较重，是自动化专业的重要基础课程，也是今后一些应用课程教学的主要先导课程。作为《电路》的后续课程之一，《机器人控制》是一门实用性非常高的专业课程。国内巨大的人工智能、智能制造等产业需要，决定了目前《机器人控制》领域对高水平、高学历人员的需求极大。传统教学计划中，这门课程被分别划分到大一和大四，存在着教学间隔周期大，教学内容贯通性差等问题。此外，无论“教”还是“学”均很难切实做到把理论知识运用于实际，使得对学生的培养效果无法满足市场需求。鉴于《电路》教学和《机器人控制》教学在实践教育过程中出现的严重脱节现象、且理论课和实践课程之间无法有效互补，所以本文将在实际实施中以真实的新能源汽车制造机械手控制项目为载体，根据这二门课程的课程属性和时代发展需要，提出多课程融合教学方法，尝试将理论知识和实际运用融入教学内容，以切实提升教学效果和学生的专业技能。

2. 《电路》课程和《机器人控制》课程教学现状

2.1. 两门课程在教学中的不足

《电路》基础课主要包括了传统电路线性理论和非线性理论两大模块，由于理论性较强，其教学内容目前已经有了一个相当完善的理论知识与教学框架。在教学过程中一般采用了多媒体 + 实验教学的授

课模式，学生进行闭卷考试和完成日常作业的考核方式。但上述教学模式和考核方式均过于强调概念性的知识，着重关注课堂教学和实践课堂教学讲授。这种模式衍生出了一系列问题——学生和任课老师的课程都是根据教学大纲进行，没有针对课题和工程现场存在的具体问题，所导致的后果就是学生的兴趣与课程教学脱节、理论知识与工程实际脱节、认识体系的前后脱节，难以从工程应用的角度理解电路线性理论和非线性理论的实践内涵，而这样的概念教学也很难适应工程认证的要求[3][4]。

《机器人控制》同样存在类似问题，其虽然是一门实用性较强的课程，但就自动化专业而言，许多普通高校将它设置为主要的选修课。但传统的《机器人控制》课程教学通常偏向于 Matlab 构建模型和设计软件方面的应用课程，主要因素有两点：一是学生对电路的基础知识把握较差，无法完全根据电路知识对《机器人控制》系统进行设计规划。对于《电路》课程，任课老师处于介绍其工作原理后再展开实验设计课程的阶段；而对于机器人控制系统，若想使学生完全吃透《电路》知识后再进行机器人先进控制系统设计，则必将影响教学进展和教学安排。其次，《电路》教学在本科教育中一般安排在大一春季学期至大二秋季学期，但在这阶段学生们其实对实际工业自动化系统中的电路接触并不多，因此很难把《电路》知识与工业现场的控制联系到一起，在后期《机器人控制》等课程教学过程中也导致了设计效果不佳，所设计的控制系统方式即便能够满足电路方面的技术要求，也往往无法解决实际工业现场应用要求。

2.2. 两门课程在本科教学中的联系

独立教学模式是目前大多数本科学校的主要模式，即每门专业课程由相互独立的教学老师和相互独立的教案设计。《电路》课程与《机器人控制》二门专业课都分属不同的学期，因此无论是教学内容或是培养计划基本都没有体现出体系化与融合性，且上课老师间一般也极少进行交流。理论知识和实际工业现场的脱节将会直接造成学生对知识点的理解不深，也不利于训练学生的对基础知识的运用能力和使用技巧。

所以，本科教学中《电路》与《机器人控制》课程急需与企业实践类项目加以衔接，以实际自动化生产的基本原理与设计流程为依据，把《电路》理论知识点与《机器人控制》的设计知识加以综合，有助于学生拓展自己的电路设计、数据分析和检测，及机器人控制设计知识方面的能力。

2.3. 两门课程在项目式教学培养中的劣势

2.3.1. 无法培养学生的综合能力

目前的《电路》课程和《机器人控制》课程由于理论和实际各自的侧重且往往彼此割裂，不利于学生综合技能的发展和训练。以实际企业生产的工程项目为载体开展理论与实际的课程，能够让学生在为项目进行方案设计的过程中了解《电路》设计与《机器人控制》的基础理论知识，在企业项目实施的过程中了解控制方案、电路设计的绘图原理和使用方法，在工程生产的过程中提高控制电路设计、选用控制元器件等能力，在现场测试的环节中深入掌握《机器人控制》和《电路》的基础知识与工程实践能力，在项目的答辩环节培养学生的沟通技巧与团队协作能力，并且在整个项目执行的过程中融合了企业需求，进一步培养学生专业素质。基于项目式引导的课程融合教学，能够使学生的专业技能和课程知识的掌握程度显著提升。

2.3.2. 无法达成项目式培养学生的目的

目前自动化专业核心课程“各自为纲”，内容上存在缺乏相互支持，不能交融的问题。课程融合的出发点是整合与优化教育资源，形成更具针对性的教学过程，并加强课程内容的有效性，只有将课程间、课程与项目间相互融合，才能让学生在学习典型项目的同时掌握《机器人控制》、《电路》与其他方面

的知识。本文以典型新能源汽车制造机械手项目为例，将自动化专业《机器人控制》和《电路》课程的知识点融合到项目学习中。

3. 基于项目引导式的课程融合

3.1. 项目引导教学法的内涵与作用

项目引导教学法的诞生可以追述到 18 世纪的欧洲大陆，然后经历约 300 年的发展，已逐步趋于成熟，且形式也逐步完善。项目引导的方法是指通过完成一个完整的项目作为学习驱动，而开展的教学活动，其根本目的在于调动学生的学习主动性，从而使他们高效地掌握解决工程问题的本领[5]。

然而在这种教学模式下，对老师也提出了更高的要求，具体为：

1) 转变身份。改变传统的课堂授课模式，更多地与企业、与社会相接触，挖掘潜在合作资源，供给学生锻炼机会。

2) 作业布置。改变传统的课后习题模式，以真实企业项目为需求，布置课题，让学生思考解决方案，并与老师进行讨论，提升解决工程问题的能力。

3) 作业批改。改变传统的单一考核模式，学习成果不仅要接受老师的批阅，同时需要接受企业技术部门和市场部门的评价。

通过项目引导法，对课程的硬件配置要求较高，需要学校和企业深入交流沟通，为学生创造良好的技术攻关条件，形成良好的学习氛围。项目引导法能够让企业、行业深入交流，了解企业、市场的真实需求，避免纸上谈兵，培育学生工程素质和创新理念。

3.2. 面向项目的多课程融合机制建立

《电路》与《机器人控制》课程的融合教改需要高校教学管理行政部门与任课教师协同共进、破除陈旧观念。另一方面，需要相应的激励机制与考核体系为教改提供制度保证，从制度上支持多元化的教学与考核方法；另外，任课老师们要主动掌握信息的前沿内容和现代化的教育方法，提升自身技术和管理水平。另外，任课老师们双方要充分沟通交流，协调制订协同项目的具体教学内容、推进课程过程管理和统筹方式，确保项目在全面融合的条件下进行[6]。

进行《电路》与《机器人控制》课程项目化的融合教育，需要从制定课程目标与教师培养计划入手。这二门课程的教学时间，要排课在相近学期或者要使课程知识点的紧密性加强，是融合教育课程的基础，而《电路》与《机器人控制》课程内容与项目进行融合的教育模式至少需要二个学期方能完成。在课程结构上需要将理论教学知识进行独立授课，将实践课程模块建议贯穿于两门课程教学的始终，让学生及时了解项目的工程应用背景与课程进展、项目推进的融合程度。在整个学习过程中，任课老师和学生均是带着项目(课题)、教学计划、工程问题进行推进，以实现项目、理论教学工作的共同进行、即理实合一。另外，两门课程《电路》和《机器人控制》的考核方式也采用联合考核方式，实现两门课程考核方式的融合，以项目驱动为主导，对学生进行分组后，在了解两门课程理论知识的基础上设计一种全新的、适应新能源车制造的机械手控制设计方案，通过方案的设计过程和实现效果来完成两门课程考核。最后，通过对企业的项目进行新能源车制造机械手的现场控制调试，加深对两门理论课程知识理解，同时提升学生对机器人建模、控制设计、电路设计等知识技能的培养，为后期进行各类双创项目选拔队伍。

《电路》与《机器人控制》的课程融合研究，是以项目完成为导向的。在后期新能源汽车制造机械手控制实现的过程中，可以仿照实际控制需求进行项目的模拟。教学过程运用讲授的教学模式，根据智能化生产的特点对项目实施过程进行合理设计，能够让学生及时了解项目进度，培养个人素质，并帮助他们熟悉实际的工业现场控制流程，确保项目的高效实现，同时还能够培养他们成为具有专业素质的高

学历人才，使其具备团队协作能力。

3.3. 项目落实

基于项目导向的《电路》与《机器人控制》课程融合教学方法目前正在自动化专业的部分课程中尝试，该项目已立项校级“教学改革研究”项目，作为试点教学与实践。

3.3.1. 教学改革

《电路》与《机器人控制》融合教学安排在自动化专业大二至大三学年的春季或秋季两个学年进行，任课教师按照新能源车制造机械手控制项目分阶段循序渐进地进行教学。开始阶段，由任课老师根据教学计划，与企业方预先设计项目问题，然后通过“认知实习”参观企业或工业现场，通过按照工程问题分解细化后的小知识点进行学生分组(4人为宜)，在任课老师与企业导师的帮助下寻找完成工程项目的方式和所需知识，使课堂教学过程变为“疑惑-探究-学习-实施”的问题解决过程和实现过程，学生的主观能动性可以得到激发。

同时，为引导学生利用当今最成熟的平台技术进行自主学习，利用包括由任课老师们组织建设的《机器人控制》、《电路》“MOOC”教育资源。在“问题探究”的教学过程中，由任课老师借助网络学习平台“学习通”对项目执行过程中遇到的问题进行方便快捷地答疑解惑，从而引导学生在项目中顺利完成学业。

3.3.2. 项目选择

项目与教授课程的选择要兼顾课程知识点与项目交叉的可能性。既必须兼顾理论性、综合型和探索性相互之间的联系，又必须维护既有知识结构中的科学性，真正达到理论知识和实践的紧密结合，使学生能够有效地形成体系化的思维框架和知识框架[7]。

把《电路》课程与《机器人控制》课程中的有关理论知识点划分成若干个，再根据项目需要配成相关的设计作业。同时设计作业的选取必须要考虑项目本身的可行性和学生的专业能力，第一个学年以基本理论与实验教学为主，第二个学年以复杂工程问题的综合课程设计为主，项目实施过程由浅入深、难度逐步加深，使得学生能够适应这种教学模式。

3.3.3. 项目的推进保障

项目推进的过程中，教学应当由两门课程《电路》和《机器人控制》的实际任课老师共同协作完成，学生采用四人制小组，项目推进过程综合考虑企业理论知识点和学生的专业知识掌握程度，同时结合企业新能源汽车制造机械手控制需求开展项目教学任务。此外，教学过程需要督导参与，督导由专业所在系领导和教研室领导担任。在项目进行的第二阶段末期，通过学生完成的设计作品交由企业方进行产品试制与加工，该过程学生也全程参与，包括新能源汽车制造机械手的后续元器件装配、组装、调试等。让学生更加熟悉企业产品流程。老师们通过对分小组项目开展状况进行检查，针对性提出了科学合理的指导意见，让学生项目开展过程中能够针对企业实际状况持续改善，进一步培养了学生的专业实践能力。同时，通过以项目为引导的自主型课程驱动，更容易使教师之间建立良好的交流关系和默契，有利于师生间有关专业知识学习的良性互动[8]。

3.3.4. 课程效果评价

教学实行过程式管理评价方法，其中项目实施的进行和评价结果占全部教学的百分之六十，平时表现、课堂表现占学生成绩的百分之四十。学生完成课题设计与项目方案后要写出实验报告进行答辩，针对学生工作的设计状况、报告内容和答辩状况，老师会对每个新型量化考核指标进行考评打分，优异的学生将作为双创项目的后备军[9]。

为了评价项目引导式的教学效果，分别针对连续两级的学生融入项目引导教学。

数据来源：每级学生(高年级 126 人，低年级 108 人)均抽取 50% 学生参与项目式引导的教学方式，另 50% 学生仍采用传统课堂教学和期末考核的方式。

评价方式：问卷调查对学生进行不记名采集，老师对参与两类教学形式的学生期末考核结果进行评价。

问卷设置：针对学生的问卷中有关学习效果而设置的主要问题为：

(1) 是否认可本门课程的教学方式？

选项有：a) 认可；b) 不认可。

(2) 结合本课程的项目是否对您掌握专业知识的效果显著提升？

选项有：a) 提升效果明显；b) 提升效果一般。

(3) 您是否更认可以项目引导式的教学方式？

选项有：a) 是；b) 不是；c) 未参与。

评价指标：学生问卷 + 老师期末考核，二者的最后结果见图 1。

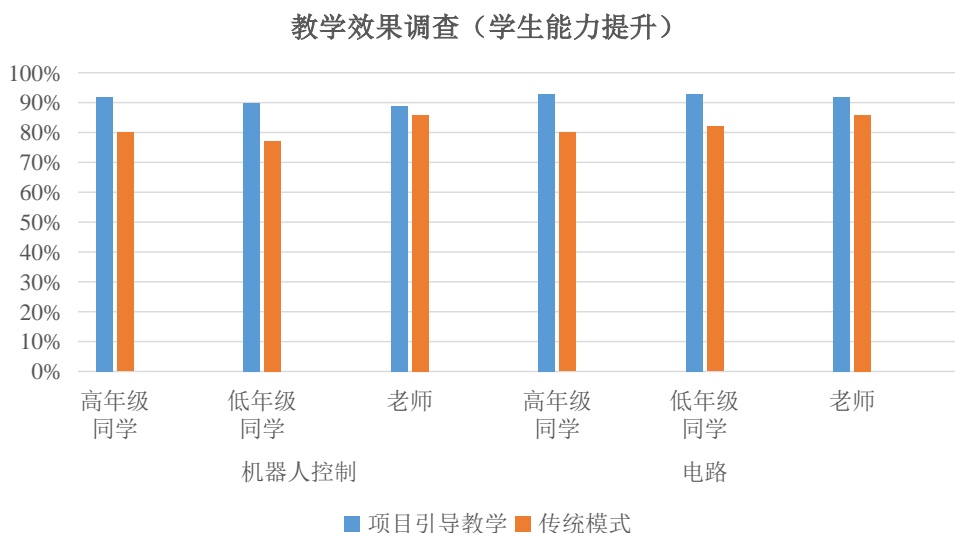


Figure 1. Comparison of the teaching effect of using project-guided method and traditional teaching method

图 1. 采用项目引导法和传统教学法的教学效果对比

以学生能力提升的满意度为指标进行判断时，若问卷设置中的问题(1)、(2)和(3)均选择答案 a)，则我们认为“从学生的角度来看，项目引导的教学使学生的专业能力得到了提升”。在图 1 中，“高年级同学”、“低年级同学”中对教学效果的评价采用问卷均选 a) 的占所属学生的比例来表达，用蓝色柱状表示；除此之外的选项组合，均认为是“从学生的角度来看，项目引导的教学未使学生的专业能力得到了提升”，其比例用红色柱状表示。

以老师对学生期末成绩的考核为指标进行判断时，以调研数据“高年级同学”、“低年级同学”前三年的课程平均分作为参考，在忽略每级学生人数不同因素的前提下，计算出超出往年平均分人数的百分比，在图 1 中用 Y 轴表示，X 轴用“老师”标识的柱状图进行表达。

由此可以看出在图 1 中，分别列出的最近两级学生在《电路》和《机器人控制》课程上参与项目的学生和未参与项目的学生，在学生自评和老师评价中，均可以看出采用了项目引导方式(蓝)的教学效果是

好于传统教学模式(红)的。

3.4. 教学要点

在项目式教学背景下，多课程融合进行过程中，任课老师应当注重以下事项：

(1) 做好准备工作。老师们应该安排好把项目进行全过程。在课程开授之前进行全面的准备、调研工作，包括项目导入的设计、教学大纲、实验方案、项目实施过程考核等。

(2) 建立健全的管理体系。老师们必须控制好计划执行全过程。尤其是在实际进行过程中，《电路》和《机器人控制》两门课程的授课老师必须分工协作，以确保计划实施合理，有序高效地完成。

(3) 完善安全管理体系。教学进行的过程中必须参照项目合作公司的有关规定，建立完善的项目专项管理规章制度，进而进行过程管控。此外对于实验室的安全教育和企业安全生产制度的学习也必须教授学生，以保障项目执行过程中的绝对安全。在新能源的汽车机械手产品仿真、制造、装配、控制调试与优化阶段，也必须强调学生的安全，从而保障项目实施过程的安全。

(4) 考核形式要科学合理。考核既要使学生感受到分数获取过程中的机会平等性与成就感，还要充分调动学生继续从事本领域知识学习的动力。

3.5. 课程融合的创新点和意义

新能源汽车制造机械手控制设计融合了《电路》、《机器人控制》、《自动控制理论》、《现代控制理论》、《电气与 PLC 控制》、《运动控制技术》、《matlab 仿真》、《智能控制技术》、《现代检测技术》、《机械设计基础》等十余门课程，融合了机械设计、控制设计原理、运动机理、先进控制原理、工艺流程图识图和绘图原理、仿真验证、电气原理图绘制和 PLC 控制设计等十余个典型的自动化专业知识点。每学到一个项目的知识点，都把这个知识点当成一项内容单独讲，工艺项目的知识点都能理解，知识掌握起来就更加容易。通过具体的教学活动，同学们在新能源汽车机械手控制设计工艺中，将以上知识点融入到该项目的学习中，既巩固了自动化专业基础知识，又对新能源汽车制造机械手的控制工艺有了更深的理解和掌握。

4. 结束语

基于项目的《电路》课程与《机器人控制》课程融合模式教学改革以项目创新能力训练为导向，打通了课程间固化的教学隔膜，将理论知识传授、实践应用、科学评价融会贯通，做到在理论知识教育的过程中更加强调对学生思维 and 实际创新能力的训练，并利用实例数据进行了说明。在项目实施过程中不仅提高了学生对知识的掌握与运用，同时也符合国家当前对普通本科高等教育改革的要求——“中国制造 2025”、“工程教育认证”、“国家一流本科专业建设”背景下对自动化专业改革的需求。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目(202002301010)，南昌大学教学改革研究课题(NCUJGLX-2022-160-71, NCUJGLX-19-94)。

参考文献

- [1] 林清滢, 徐林, 彭中兴. 基于工程教育认证的毕业要求达成度评价研究与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(28): 71-73+77.
- [2] 刘孝保, 李鑫, 伍星. 工程认证教育理念下机械工程一体化案例培养体系构建[J]. 价值工程, 2018, 37(5): 187-189.
- [3] 周军妮, 王燕妮, 江莉, 董惠. 基于工程认证的“电路理论”教学改革探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2021(48):

109-112.

- [4] 谭草, 葛文庆, 李波. 工程教育认证体系下的专创融合课程教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2021(35): 65-68.
- [5] 郭俊恩, 陈荟慧. 以“项目引导教学法”促进数据库教学[J]. 计算机教育, 2010(16): 69-71.
- [6] 赵长青. 一流本科教育建设下的公共基础课程与后续专业课程融合度的探索与研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(10): 218+220.
- [7] 李妮, 董占军, 王天健. 构建 PDCA 一体化的项目导向式工程教育方法研究[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(5): 149-152.
- [8] 慎玲, 王野. 高校课堂教学改革项目示范引领机制的研究与实践——以丽水学院为例[J]. 生活教育, 2019(9): 48-50.
- [9] 游琪. 即时反馈在项目化课程教学中的探索与实践[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(1): 226-228.