

工程教育专业认证背景下实践教学研究

——以电气控制与 PLC 技术课程为例

万凯^{1*}, 许清媛²

¹惠州学院电子信息与电气工程学院 广东惠州

²广东技术师范大学电子与信息学院 广东广州

【摘要】为适应满足工业 4.0 与“互联网+”时代工程技术人才培养的需求,惠州学院电气工程及其自动化专业将针对面向智能制造的电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践进行改革。电气控制与 PLC 技术课程重在应用和实践,符合应用型人才培养和专业认证教育模式的探索。因此,本论文以工程教育专业认证为抓手,通过完善和优化课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作项目研发和教师科研项目三级迭代更新的实践体系、革新教学模式和建立基于核心能力和培养目标的显性评价体系,积极推进电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践改革。

【关键词】实践教学改革;电气控制与 PLC 技术;工程教育专业认证;显性评价体系

【基金项目】国家自然科学基金青年基金(62103159),广东省教育厅青年创新人才项目(2021KQNCX093),惠州学院自主创新能力培养项目(HZU2020019),惠州学院博士启动项目(2020JB017)

Study on Practice Teaching under engineering education professional certification

——Take the electrical control and PLC technology course as an example

Kai Wan^{1*}, Qingyuan Xu²

¹School of Electronic Information and Electrical Engineering, Huizhou University, Guangdong Huizhou China

²School of Electronics and Information, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangdong Guangzhou China

【Abstract】In order to satisfy the needs of engineering and technical personnel training in the era of “Industry 4.0” and “Internet +”, the electrical engineering and automation major of Huizhou University will reform the teaching methods and practices of electrical control and PLC technology courses for intelligent manufacturing. This course focuses on application and practice, which is in line with the exploration of applied talent training and professional certification education mode. Therefore, taking the engineering education professional certification as the starting point, this paper improves and optimizes the practice system of three-level iterative update of in-class practice teaching, extra-curricular subject competition, school-enterprise cooperation project research and development, and teacher scientific research projects. Innovate the teaching mode and establish an explicit evaluation system based on core competencies and training objectives, and actively promote the teaching method and practice reform of electrical control and PLC technology courses.

【Keywords】practical teaching reform; electrical control and PLC technology; engineering education professional certification; an explicit evaluation system

引言

惠州学院电气工程及其自动化专业(简称“电气

工程专业”)于 2003 年开始规划应用型人才培养模式,探索专业认证教育,并于 2018 年获得中华工程教育

*通讯作者:万凯(1988-)男,江西抚州,博士,讲师,研究方向为控制理论与控制工程
作者简介:许清媛(1986-)女,江西兴国,博士,副教授,研究方向为智能控制

(IEET) 工程专业认证, 这标志着电气专业工程教育认证的发展取得了阶段性成果。电气工程专业于 2021 年顺利通过 IEET 中期审查认证。电气工程系将持续推进工程教育专业认证工作, 根据专业认证规范进行专业建设, 提升专业建设水平和人才培养质量, 并以获得国家教育部工程教育专业认证为目标, 积极探索专业认证教育模式的建设和发展。为适应满足工业 4.0 与“互联网+”时代工程技术人才培养的需求, 电气工程专业针对面向智能制造的电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践进行改革。电气控制与 PLC 技术课程重在应用和实践, 符合应用型人才培养和专业认证教育模式的探索^{[1]-[7]}。因此, 本论文以工程教育专业认证为抓手, 通过完善和优化课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作项目研发和教师科研项目三级迭代更新的实践体系、革新教学模式和建立基于核心能力和培养目标的显性评价体系, 积极推进电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践改革。

电气控制与 PLC 技术实践课程要求学生扎实掌握应用三菱 FX 系列 PLC 设备实现交通灯控制、水塔水位控制等简单的实训项目。虽然满足电气工程专业学生的课堂实训和毕业设计需要, 但很难达到电气专业工程认证教育的建设目标。为此, 电气控制与 PLC 技术课程实践教学研究将以工程教育专业认证为导向, 在现有的实验室条件下通过校内实践、校外学科竞赛、校企合作和教师科研项目驱动模式不断提升实践质量。通过设置灵活多变的实训方式和丰富的实训项目, 通过“引进来, 走出去”策略, 给学生提供更多的企业项目参观、学习、参与等课程实训内容。以电气控制与 PLC 技术课程为依托下的专业认证模式实践教学研究的主旨是查找课程现有的实训内容和方式存在的不足, 不断完善和优化课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作项目研发和教师科研项目三级迭代更新的实践体系、革新教学模式和建立以电气控制与 PLC 技术课程为对象的显性评价体系。其意义在于促进电气控制与 PLC 技术实训内容和方式的创新发展, 提高实训教学质量, 实现电气工程专业认证教育与社会实际需求目标的一致性。电气工程专业认证模式实践教学研究通过校企合作, 以丰富的、实用的项目充分调动学生学习积极性, 带领学生到企业参观, 了解真实的工艺, 培养学生主动学习精神和自主学习能力, 带动学生有效合理利用课余时间到实训课程上, 从而高效完成实训任务, 获得电气技术应用能力及 PLC 控制与组态能力, 从而充分体现电气工程专业以实践和应用为

特色的培养人才理念。

1 电气控制与 PLC 技术课程主要现状

电气控制与 PLC 技术课程在大三下学期开展实践课程。根据大四学生找工作和毕业设计选题情况, 电气工程专业学生对实践课程表现出极大的兴趣。另外, 有部分同学毕业后成功进入 PLC 相关行业从事电气控制相关技术工作, 实现了专业教育、能力与工作岗位的对接。电气控制与 PLC 技术工程教育实践对象是大三学生, 受到就业、考研、考公务员等影响, 不能按时按量完成 PLC 实训, 严重阻碍了工程教育实践的开展。因此, 开展电气控制与 PLC 技术实训课程能够更好地、充分地开展工程教育实践。

目前, 在现有实践教学过程中, 电气控制与 PLC 技术的教学案例比较单一, 实践内容缺乏创新; 有少量同学通过向往届学生借实验程序的方法逃过 PLC 实训与锻炼机会, 未能做到因材施教。所有同学采用统一的教学案例, 也有内部抄袭的情况。方法比较传统, 在技术和方法的探索上受到诸多限制。借助本项目开发更多实训案例, 多样化教学, 丰富电气控制与 PLC 技术实训课程内容, 使学生受益同时吸引更多的同学参与其中。目前电气工程专业开展的实践教学主要依附于理论教学, 主要内容有课程实验、课程设计和毕业设计等。工科专业的理论教学内容在科学技术快速发展中不断的更新, 而实践教学受限于实际投入明显滞后于理论教学, 内容陈旧、形式单一, 缺少自主性和创新性, 无法有效提高学生的创新能力和实践能力。针对这个问题, 许多应用型高校通过建设校内外实习、实训基地、与企业合作等多样化形式来完善实践教学体系, 但是更新速度仍然较慢且缺少层次性; 最后是教学效果的评价体系不够完善, 从广度上看, 传统的评价只是针对结果, 而缺少对过程的有效评价。从深度上看, 传统的评价只能针对学生的知识应用和实验分析的能力, 对其它的能力评价缺失。现代企业发展, 所需的高素质人才要具备的不仅仅是课堂上掌握的知识应用和实验分析能力, 还要有团队协作、持续学习等能力。这些能力评价的缺失, 会导致学生在就业选择上没有清晰的定位和相应的思想、行为准备。此外, 通过对近几年毕业学生的调查反馈分析发现, 由于工作地点和薪酬与心里目标不符, 很多大学生宁愿等待也不愿就业, 带来了人力的大量浪费, 深思背后的原因与大学课程缺少适当引导有一定的关系。

本论文设计了以多层次能力培养为目标的实践教学体系。将学生毕业应具备的核心能力作为横向坐标,

评价等级作为纵向坐标构建了立体多层次能力培养目标; 设置由课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作项目研发和教师科研项目三级实践内容组成的迭代更新的实践体系; 同时基于隐性的核心能力建立显性的评价过程, 对于教学效果评价体系在广度和深度上给予了完善。此外, 将思政要素与核心能力深度融合后嵌入实践体系, 给予学生正确的人生观和价值观引导。

2 课程教学实践改革

结合工程教育专业认证理念, 建立以结果为导向、以项目为引领、以任务为驱动、以实践融合为手段的教学模式, 设计多层次的实践内容, 多课程构成多层次的实践教学体系。力求把理论知识、实践应用和思政育人有机结合起来, 不断更新教学方法, 通过课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作和教师科研项目研发三级实践内容组成的迭代更新的实践体系, 同时基于隐性的核心能力建立显性的评价过程, 对于教学效果评价体系在广度和深度上给予完善。本课程的教学改革体现如下:

2.1 优化课程体系内容, 增强新颖性和实用性

按照工程教育专业认证模式的教学要求修订电气控制与 PLC 技术课程大纲, 修订实训指导书, 并向学生阐明实训任务、实训目标和考核标准等。面向智能制造的电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践改革以现代工业自动化技术为立足点, 发挥学生创新能力和工程实践能力, 教师将自身科研和学术成果转化为优质教学资源, 带动学生提升其工程实践创新水平。改革和创新实践教学模式, 积极开展第二课堂和课外实践活动, 实施本科生进团队, 科研反哺教学、产教融合, 依托教师承担的与本课程相关的课题, 发挥本科生创新能力和工程实践能力, 更新教学资源, 带动学生提升其工程实践创新水平。

2.2 革新实践教学模式, 优化实践教学体系

电气控制与 PLC 技术是实践性很强的课程, 实践环节对于整个课程的学习至关重要。一个迭代更新的实践体系, 可以显著提升应用型人才培养的质量和效果, 使得更多学生达成目标、部分学生达成更高目标。

本体系首先根据立体多层次的培养目标设置了课内实践教学—课外学科竞赛—校企合作项目研发和教师科研项目的三级实践内容。课内实践教学依托理论教学设置了包括课程实验、课程设计、综合设计和毕业设计等环节; 课外学科竞赛选择与电气工程专业紧密相关赛事(PLC 编程与技能大赛/ROBOMASTER 机器人大赛)作为实践内容; 以校政行企联合建立的“仲恺

信息产业学院”为平台联合惠州行业龙头企业(电网惠州有限公司、惠州亿纬锂能股份有限公司、惠州德赛西威汽车电子有限公司、惠州九联科技股份有限公司、惠州利元亨有限公司等)开展以项目研发为载体的实践活动。其次, 学科竞赛是以学生兴趣为导向, 以创新型科技成果为载体的科研实践活动, 它要求学生在实践过程中培养和发展创新思维, 最终完成创新性作品。作为课内教学和项目研发的衔接环节, 它的作用至关重要。因此, 设计了双反馈的迭代更新, 具体如图 1 所示。更新后的竞赛体系还可向前反馈至课堂实践教学的改进, 向后传递到校企项目的立项。最后, 迭代更新的不仅是技术难点带来实践内容的更新, 还有其带来的与之相关其它能力的更新。因此实践体系的迭代更新是全立体的。

2.3 依托工程教育专业认证, 建立多维度的评价体系

按照工程教育专业认证的标准重新制定严格的多维度评价体系, 可以客观地评估学生的综合能力, 给予学生对于自身的完整认识, 为其今后的发展提供清晰的定位。以立体多层次的培育目标为评价基本点, 从深度上完善了教学效果评价体系。电气工程专业通过以下三个渠道实施综合评价:

- (1) 教学质量监控和保障环节(30%)
- (2) 通过实训课程评量学生核心能力(40%)
- (3) 利用问卷和咨询方式征询应届毕业生意见(30%)

评价体系不仅可以完成对结果的评价, 还对过程进行了评价。从广度上完善了教学效果评价体系。课外学科竞赛、校企合作项目和教师科研项目研发的评价则依据核心能力 λ 与成果的关系公式: 竞赛成果(项目成果)=加权系数 $w(\lambda, t)$ *核心能力 λ +输出成果。加权系数 $w(\lambda, t)$ 与时间(过程)和核心能力相关, 并可根据实际情况自适应动态调整。

3 实施方案

3.1 基于培养目标的实践教学体系构建

(1) 多层次培养目标的建立

以核心能力作为横向坐标, 评价等级作为纵向坐标构建立体多层次能力培养目标。电气工程及其自动化专业于 2018 年通过 IEET 工程教育专业认证, 认证要求学生毕业应具有知识及应用、使用现代工具、实验分析、系统设计设计、团队协作、工程实践、持续学习和职业和社会责任等 8 项核心能力, 结合合格、良好、优秀三级评价等级建立一个立体多层次能力的

培养目标。

(2) 培养目标与实践教学体系的对应关系

一个清晰明确的培养目标可以为实践体系的构建提供指导方向, 因此设置了如表 1 所示的培养目标与实践教学体系的对应关系。表中横行为实践内容, 竖

行为核心能力。课内实践教学设置的达成目标是 8 项核心能力为合格以上, 课外学科竞赛的达成目标是核心能力为良好以上, 而校企合作项目、教师科研项目研发的达成目标是核心能力均为优秀。

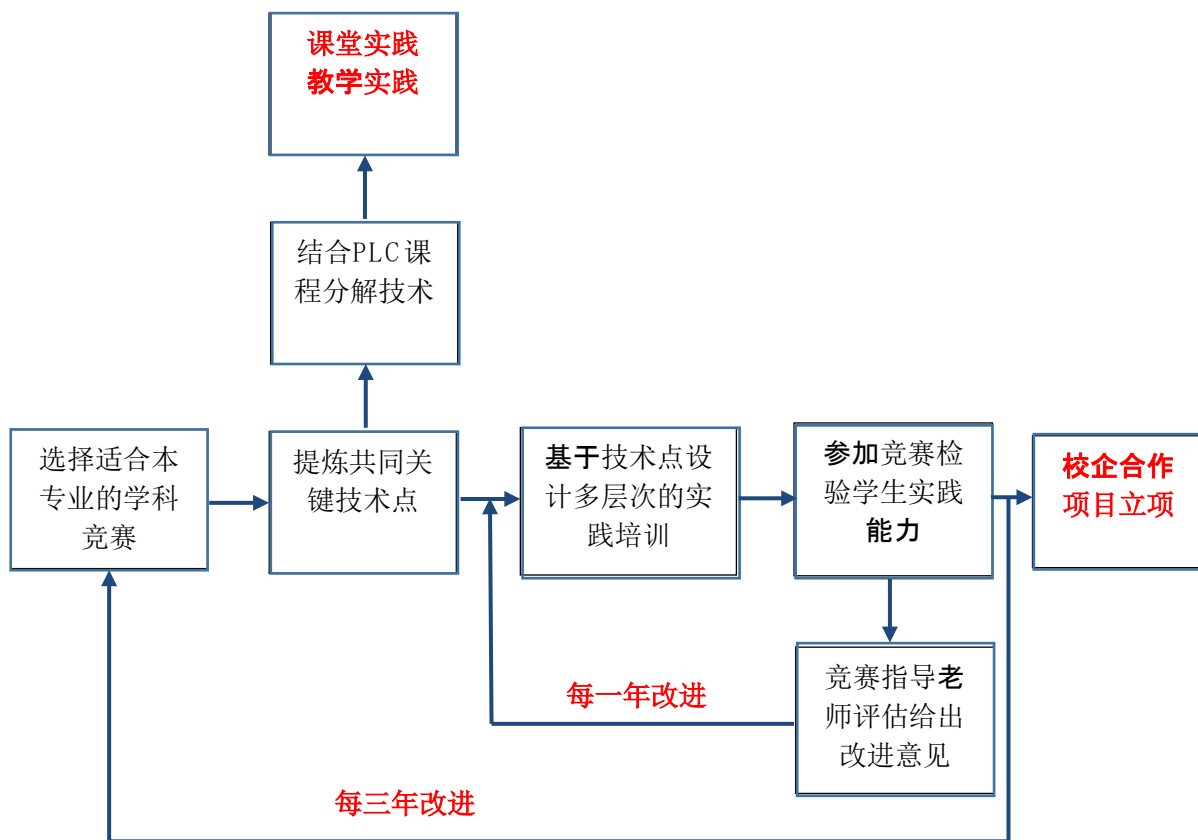


图 1 基于双反馈的学科竞赛实践

表 1 培养目标与实践教学体系的对应关系

核心能力	实践内容	课内实践教学				课外学科竞赛 PLC 编程与技能大赛 /机器人大赛	校企合作、教师科 研项目研发
		课程 实验	课程 设计	综合 设计	毕业 设计		
知识及应用能力		合格	良好	良好	良好	优秀	优秀
实验分析能力		合格	良好	良好	良好	优秀	优秀
使用现代工具能力		合格	合格	良好	良好	优秀	优秀
团队协作能力		合格	合格	良好	良好	优秀	优秀
系统设计能力		合格	合格	合格	良好	优秀	优秀
工程实践能力		合格	合格	合格	合格	良好	优秀
持续学习能力		合格	合格	合格	合格	良好	优秀
职业与社会责任		合格	合格	合格	合格	良好	优秀

(3) 实践内容的迭代更新

自主迭代更新的实践体系, 可以显著提升应用型人才培养的质量和效果。作为课内教学和项目研发的衔接环节, 学科竞赛实践环节至关重要。本专业设计了一个双反馈全立体的竞赛实践环节。以 2018-2021 三年学科竞赛为例, 专业主要参加的竞赛有全国大学生智能车竞赛、全国大学生电子设计大赛和全国大学生机器人竞赛。通过对竞赛中出现的关键技术点分析发现, 机器视觉技术和 PLC 控制飞速发展, 并且越来越广泛应用于控制领域。因此, 在竞赛的实践环节培训中增加了视觉技术。同时, 向前反馈至课内教学, 2019 版电气工程及其自动化人才培养方案中增加了机器视觉工业应用课程, 2021 版人才培养方案中增加了机器人的主动感知与行为学习课程。另外, 配套完善了《电气控制与 PLC 技术设计项目》, 在实训指导书

中给出了 20 个可选项目, 及对应的考核方法。20 个项目如表 2 所示。

3.2 基于培养目标的评价体系完善

合理完善的评价体系, 可以客观地评估每个学生的综合能力, 给予学生对于自身的完整认识, 为其今后的发展提供清晰的定位。然而如何将隐性的核心能力通过量化建立显性的评价过程, 并从广度和深度上给予定量分析, 这是一个难点。清晰明确的培养目标对评价体系完善至关重要。以多层次的培养目标为评价基本点, 对应等级赋分(合格: 6 分; 良好: 7-8 分; 优秀: 9-10 分), 从深度上量化了教学效果评价体系。其次, 在课内实践教学中, 专业通过三个渠道实施综合评价评价, 不仅可以完成对结果的评价, 还对过程进行了评价, 从广度上完善了教学效果评价体系。

表 2 PLC 电气控制与 PLC 技术设计项目

电气控制与 PLC 技术设计项目	
序号	项目名
1	回火炉控制系统的设计与组态
2	车床控制系统的设计与组态
3	饮水机的节能智能控制系统设计与组态
4	智能灯控系统的设计与组态
5	智能交通系统的设计与组态
6	机械臂系统的设计与组态
7	智能分拣系统的设计与组态
8	智能洗车系统的设计与组态
9	污水处理系统的设计与组态
10	立体车库的设计与组态
11	智能闸道管理系统的设计与组态
12	四层电梯的控制与组态
13	智能温控系统的设计与组态
14	自动售货机系统的设计与组态
15	智能空调节能控制系统的设计与组态
16	全自动配料生产线控制系统的设计与组态
17	全自动洗衣机控制系统的设计与组态
18	水塔水位控制系统的设计与组态
19	带式传输控制系统的设计与组态
20	饮料灌装生产线的控制与组态

过程评价的量化是本项目拟解决问题的关键点之一。以竞赛成果为例, 过程评价以核心能力及竞赛成绩为输入参数, 引入多个关键因素(如参与时间等)作为权重, 构成计算公式: 竞赛成果(项目成果)=加权系数 $w(\lambda, t)$ *核心能力 λ +输出成果。这样的量化过程更为客观, 同时还可以实际情况持续调整。

3.3 思政要素与核心能力的深度融合

通过对近几年毕业学生的调查反馈分析发现, 电气控制与 PLC 技术课程缺少对学生人生观和价值观的引导。因此有必要将思政要素与核心能力深度融合后嵌入实践体系后给予学生润物细无声的影响。选取二十四字核心价值观中的爱国、敬业、诚信、友善作为思政育人目标。然后将教学目标与育人目标进行点点融合, 比如爱国精神的培养融合入设计能力和学习能力的培养, 同时敬业精神的培养融合入设计能力、学习能力和使用现代工具能力的培养。电气控制与 PLC 技术课程思政融合的途径主要包括中国共产党党史、改革开放以来的巨大成就、中国传统文化和校企文化等, 比如从建国初期的国家工业化和社会主义改造, 到改革开放时的多种经济形式, 尽快将工业化实现, 发展是硬道理, 一直到中国成为唯一拥有全部工业门类的国家, 到中国制造。

4 结语

本文从课内实践教学、课外学科竞赛、校企合作项目研发和教师科研项目三级迭代更新的实践体系、革新教学模式和建立基于核心能力和培养目标的显性评价体系, 积极推进电气控制与 PLC 技术课程教学方法与实践改革。以工程教育专业认证理念为指导, 多层次能力培养为目标从顶层设计完整的实践课程体系, 使实践教学成为一个层次鲜明、输出显著的有机整体; 贯彻因材施教原则构建实践教学体系, 达成高水平应用型专业培养目标, 可以输出满足多行业、多岗位需求的具有创新精神、实践能力强的高素质人才。

参考文献

- [1] 李胜多. 电气控制与 PLC 技术系列课程教学改革探索[J]. 设备管理与维修, 2010(06): 13.
- [2] 文晓娟, 李春亚. 基于项目化教学的电气控制与 PLC 课程改革与实践[J]. 高教学刊, 2017(15): 115.
- [3] 胡冬生, 彭宽栋, 羊荣金, 等. 面向智能制造的电气控制与 PLC 应用课程教学改革[J]. 中国设备工程, 2018(19): 192.
- [4] 吴跃飞. 智能制造工业 4.0 时代下电气控制与 PLC 应用技术课程教学方法与实践改革探索[J]. 学周刊, 2021(25): 7-8.
- [5] 王双园, 白国振. 电气控制与 PLC 课程教学实践改革研究[J]. 教育教学论坛, 2019(44): 95-96.
- [6] 陈永红. PLC 控制技术在教学实践中的应用[J]. 科技情报开发与经济, 2007, (30): 262-263.
- [7] 刘桂波, 齐建家. 电气控制与 PLC 技术课程改革与实践[J]. 内燃机与配件, 2020, (01): 264-265.

收稿日期: 2022 年 6 月 23 日

出刊日期: 2022 年 7 月 27 日

引用本文: 万凯, 许清媛, 工程教育专业认证背景下实践教学研究——以电气控制与 PLC 技术课程为例[J]. 国际教育学, 2022, 4(3): 69-74
DOI: 10.12208/j.ije.20220083

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS