



多学科交叉融合构建新工科创新实践教学体系

黄 鹤¹, 赵祥模¹, 黄 莺², 汪贵平¹, 林 海¹

(1. 长安大学 电子与控制工程学院, 西安 710064; 2. 空军工程大学 装备管理与无人机工程学院, 西安 710038)

摘要: 在连续多年本科实践课程教改的基础上, 探索高校新工科创新人才培养的有效方式。构建了适用于新工科人才培养的实践教学平台, 以多学科交叉融合为主线, 设计了新工科创新实践教学体系。运用目标分解法, 将本科阶段大学生的培养总目标进行分解, 完成每个学期的培养任务。整合课程群知识点, 构建了 6 个一级课程项目和 5 个二级课程项目, 提升本科生的创新精神和工程实践能力。按照新工科人才培养的要求, 作为交通行业特色高校, 围绕“新能源汽车与智能汽车”创新产业链的需求, 深化校企协同培养新工科人才的方案。人才培养过程中, 采用兴趣驱动、项目引领、分层推进, 结合工程教育专业认证的要求, 提出实践教学体系的 4 个层次。通过课程内外实践活动相结合、人文精神与工程教育相结合、学校与企业结合协同培育新工科人才。

关键词: 新工科; 实践教学; 专业认证; 多学科交叉

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20210023](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20210023)

Cross-disciplinary Integration and Construction of Innovation Practice Teaching System for Emerging Engineering Education

HUANG He¹, ZHAO Xiangmo¹, HUANG Ying², WANG Guiping¹, LIN Hai¹

(1. School of Electronics and Control Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2. School of Equipment Management and UAV Engineering, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: On the basis of years of practical courses reform, the exploring of effective ways to train innovative talents in emerging engineering education is carried out in colleges and universities. The practical teaching platform for emerging engineering education was constructed. A practical teaching system for emerging engineering education was designed which takes the cross-disciplinary integration as the main body. Using the target decomposition method, the four-year overall learning goal is decomposed into each semester. Based on the course group, the course content is integrated, and six first-level projects and five second-level projects are constructed to improve students' innovative spirit and practical ability. In accordance with the requirements of the talent training of emerging engineering education, the transportation industry's innovative industry chain about the new energy vehicles and smart cars will be used to deepen the school-enterprise collaborative training of emerging engineering education talents. On this basis, combining with the requirements of professional accreditation of engineering education, the methods of interest-driven, project-led as well as stratified advancement are adapted in the courses, and then four levels of practical teaching system are proposed. By combining in-class and extra-curricular, combining engineering education and humanistic spirit, schools and enterprises work together to cultivate emerging engineering education talents.

Key words: emerging engineering education; practical teaching; professional accreditation; multidisciplinary cross

我国高等教育发展处于新的历史时期, 面对新型产业链引起的新挑战和新机遇, 高校的新工科教育势在必行。这不仅要求教师积极开展相关教育政策的研究和实践, 推动高校的新专业改革和人才培养模式构建, 而且通过新工科建设, 可以使高校能够重新认识高等工程教育的实质和发

展规律^[1-3]。

长安大学是教育部直属的交通类行业特色高校, 车辆工程专业是国家级特色专业, 成为我国商用汽车技术领域高层次人才培养的重要来源, 并建设了一支国家级教学团队。计算机科学与技术、交通信息工程、自动化、电气工程及其自动

收稿日期: 2021-01-08; 修回日期: 2021-12-28

基金项目: 中国交通教育研究会 2020—2022 年度交通教育科学研究一般课题(JTYB20-123); 长安大学中央高校教育教学改革专项经费资助项目(300103113201); 长安大学实验教学改革研究项目(20211813)。

作者简介: 黄鹤(1979—), 男, 博士, 教授, 主要从事交通信息类专业教学实践研究工作。E-mail: huanghe@chd.edu.cn

化专业主要依托国家二级重点学科——交通信息工程及控制来办学。自动化专业是国家级综合改革试点专业,并在此基础上于 2019 年申报获批了“机器人工程”这一新工科专业,倾向于无人智能汽车(轮式机器人)人才的培养。电气工程及其自动化和计算机科学与技术两个专业都是陕西省第一类特色专业建设点。5 个专业都具有明显的交通行业特色。学校在此基础上,通过多学科交叉与融合,构建了产业链上的新工科专业——车联网与智能汽车。它能够适应新能源汽车产业、技术和业态对各环节或层次新工科人才培养提出的多样化的新要求,提高人才就业竞争力。

在新工科专业建设过程中,构建车联网与智能汽车特色专业的创新实践教学体系,制定基于企业需求同时又高于企业需求的培养目标,所培养学生又服务于企业,紧密结合工程应用,服务于行业,有效地保证了培养和使用形成一个有机的新工科人才培养闭环控制系统。

1 新工科专业实践教育教学平台的构建

2016 年,长安大学获批“车联网”教育部-中国移动联合重点实验室,并联合 30 多家高校和企业组建“中国车联网与智能汽车测试技术创新联盟”,学校作为理事长单位,开始持续围绕“车联网与智能汽车”产业链进行新工科专业建设,培养产业需要的人才。在长期学科建设积累和项目驱动条件下,以重点实验室的汽车试验场为总载体,如图 1 所示,构建了“车联网与智能汽车”新工科专业实践教学平台,并在新工科专业基础上建立了陕西省创新创业试点学院。通过汽车、电控、信息等多个学院层面协同和积极参与,统筹学校现有实践教学资源,实现充分利用和资源共享,同时借助合作单位设备资助和资金投入等,形成校企协同的教育体系。

平台整合了“道路交通运输工程”和“交通信息工程及控制”两个国家级虚拟仿真实验教学中心以及“自动化与交通控制工程”和“电工电子”两个陕西省高校实验教学示范中心,在宏观上实现教学资源共享和调配,构建专门的新工科实践教学平台,实现对新工科人才培养方案的顶层设计和有工程经验的师资队伍建设。按照教学大纲要求,在中观层面上建立平台的管理制度和运行机制,既保证最大限度发挥实训和创业功能,又充分高效利用平台,兼顾效率和质量。微

观操作层面上,实践教学平台综合了各种车路协同与测试教学实验室功能,注重弥补现有实验室在“综合”上的不足,充分考虑并预留实验室未来拓展和发展的空间和余地,平台内更新教学方法,科学完整构建新工科实践教学体系。



图 1 长安大学车联网实验室汽车试验场

2 贯穿多学科交叉融合主线的“四层次三结合”新工科实践教学体系

在构建新工科实践教学体系的过程中,结合行业特色注重学生个性化培养,通过校企紧密合作^[4-5],将多学科交叉融合作为项目执行的主要手段,着力提升本科生的大工程教育观、工程素养和创新实践能力,重构多阶段、多层次、多要素、多环节的新工科培养实践教学体系,为我国新能源汽车与智能汽车行业信息化培养新工科人才。

2.1 实践教学体系制订的原则

根据新工科人才培养目标和“车联网与智能汽车”产业链的要求^[6-7],制定原则如下。

1) 按照课堂教学、课程实验、综合实验、学校实训和企业实际项目紧密结合、系统连续、循序渐进、层次分明的教学模式,完成理论与实践相互渗透、相互促进的培养方式,构建新工科实践教学体系。

2) 采用层次分析法^[8],分解本科期间所在专业的总的人才培养目标,在每个年级和学期中,分别建立培养子目标,以集群专业课程为基础,以课题为主线整合交叉知识点,完善高质量的实训项目。

3) 节约实践环节的操作成本,在“学中做”和“做中学”的过程中不断循环,培养新生的研究兴趣。

4) 加强校企合作。经过大一到大三持续培养,为新工科学生参加企业生产实践提供过渡,加上校企结合的毕业设计,完成新工科学生的完整实训。

2.2 实践教学体系的总体框架

根据对新工科人才知识、能力和素质的要

求^[9-12],按照学习内容由易到难和学生掌握能力的实际情况,在4年的本科教学过程中,将学生应掌握的核心技术划分为基础入门层、软硬件综合应用层、系统工程设计层、企业实践层4个层次,设计了相应的实践教学内容环节,通过结合理论、实验和项目,循序渐进,组织教学。在执行过程中,采用“课堂+实验室+学校+企业+产业链”五位一体的方式,联合培养本科生的大工程观以及工程创新与综合实践能力,将课内外实践能力培养、校企协同培养、人文与工匠精神培养相结合,构建了贯穿多学科交叉融合主线的“四层次三结合”新工科实践教学体系,发挥多主体协同条件下规模化、集约化的优势,如图2所示。

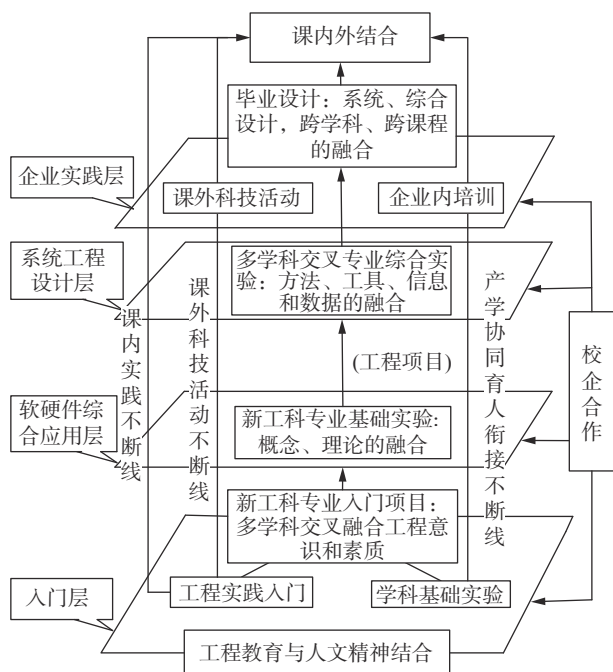


图2 “四层次三结合”新工科实践教学体系

构建新工科专业实践教育综合教学平台,并不是简单叠加多门课程的知识点,而是综合跨越了多个传统专业和新工科专业的内涵。从图2可以看出,实践教学体系是以多学科交叉融合为主线,从入门项目、基础实验、专业课的综合实验到毕业设计拟定的题目都针对多学科交叉知识开展,着重培养本科生的工程素养和实践能力。

3 各级项目的建设

新工科创新实践教学体系整合课程内容构建课程群,贯穿每学期的教学任务,完成了各级项目的建设,包含具体的设计和研究的6个一级项目,

以及每个建设的课程群对应的5个二级项目。

3.1 一级项目建设

“车联网与智能汽车”新工科专业本科实践教学体系所包含的6个一级项目如下:

- 1) 车联网设计入门;
- 2) 车联网算法软件程序设计;
- 3) 智能车载仪器仪表设计;
- 4) 智能汽车设计;
- 5) 交通自动控制系统设计;
- 6) 毕业设计。

以车联网设计入门为例来介绍一级项目的具体实施方法。车联网设计入门作为一级项目,相关课程及具体课时安排如图3所示。

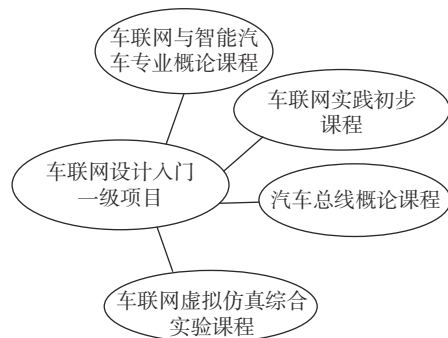


图3 车联网设计入门

两个国家级实验教学中心2016年自获批以来,构建了多套虚拟仿真实验平台供专业学生完成创新实践教学,由微观交通模拟模块、驾驶员半物理执行模块、车辆运动控制实物仿真模块、三维仿真显示平台、多点触控桌面、多通道超大屏幕投影、路车协同平台等子系统组成,完全可以支撑车联网设计入门实验的开展。

车联网虚拟仿真综合实验内容分为基本实验和综合实验两部分。基本操作实验包含5项,如表1所示,第1~4项为必做题目,第5项为选做题目;综合实验项目有14项,如表2所示,学生按3人一组,任选其一,每组题目不能相同,学生也可自选题目(需要在汇报环节审核通过)。教师或者实验人员于学年的第2周给出题目列表,学生从查询课题的基本资料开始,每个小组独立完成Conceive(构思)-Design(设计)-Implement(实现)-Operate(过程),即CDIO全过程,包括课题的思路构建、方案设计、方法改进和运行结果,通过方案评比、PPT答辩汇报和实物测试最终综合确定组内每个学生的成绩。

表 1 基本实验内容

序号	题目
1	微观交通仿真系统实验
2	模拟驾驶操作系统实验
3	ETC控制系统仿真实验
4	基于车联网的车路协同虚拟仿真系统
5	高速公路信息发布半物理仿真系统

表 2 综合实验内容

序号	题目
1	十字路口带倒计时显示交通信号灯控制系统
2	无人驾驶小车自动往返顺序控制系统
3	高速公路“车-路”通信系统
4	高速公路“车-车”双向通信系统
5	ETC收费模拟系统
6	车辆出入库管理系统
7	汽车自动清洗装置控制系统
8	车流检测半物理仿真系统
9	交通事件检测系统
10	主动安全预警系统
11	飞思卡尔无人竞速小车控制系统
12	环形线圈车辆检测系统
13	红外驻车系统
14	车载雷达避障检测系统

3.2 二级项目建设

“车联网与智能汽车”新工科专业本科实践教学体系所包含的 5 个二级项目如下。

1) 思想品德与职业道德类课程。

2) 软件算法程序设计。主要课程包括 C 语言程序设计、Python 程序设计与应用、VC++ 程序设计、数据结构、车联网系统仿真技术、软件工程和车联网系统仿真设计综合实验。

3) 汽车电子系统设计。主要课程包括电路、数电、模电、车载电子原理与设计、汽车总线技术和汽车电子技术课程设计。

4) 车联网系统设计。主要课程包括单片机、计算机网络、现代通信系统原理、物联网技术及应用、通信与网络原理综合实验。

5) 汽车控制系统设计。主要课程包括自控原理、电机拖动、线性控制理论、汽车控制技术、运动控制系统、汽车控制系统综合实验。

通过项目完成综合的课程实验设计，把知识点进行有机关联，消除了课程群内容重复的部分，可大大减少学时数。

3.3 项目建设的特点

综合实验里的各开放项目都取材于实际的工程现场，会根据内容和难度循序渐进让学生开展设计，项目引领，分层推进。随着学生设计的深

入，可以将各个项目综合起来构建成一个综合的控制系统，掌握设计的概念。学生在开发的过程中，可以串联很多已学的知识点，并自学很多新的知识点，通过探究的方式完成课题获取知识，培养学生工程实践能力和终生学习的能力。

4 结束语

通过多学科交叉融合构建“车联网与智能汽车”新工科专业创新实践教学体系，围绕社会新兴产业链的发展，拓展和升级原有工科专业的内涵，优化本科专业布局，推动工科专业交叉复合、多学科的融合，使专业设置和培养方案的制定更贴近实际，能够大力培养工程科技创新人才，服务新兴产业。

参考文献

- [1] 彭江. 美国高等教育认证中的学生学习结果评估[J]. *复旦教育论坛*, 2014, 12(1): 85-91.
- [2] 吴仁华. 论应用技术大学专业建设的基本特征[J]. *高等工程教育研究*, 2016(4): 184-188.
- [3] 杨俊兰, 王泽生. 基于 CDIO 理念的能源动力专业人才培养模式探讨[J]. *中国电力教育*, 2014(2): 22-23.
- [4] 闫哲, 艾红. 自动化专业实践性教学环节改革研究[J]. *大学教育*, 2014(2): 127-128.
- [5] 洪露. 自动化专业卓越工程师人才培养模式探究[J]. *教育教学论坛*, 2016(51): 51-52.
- [6] 盛精, 姚丽萍, 张晨琛, 等. 基于层次分析法的交通运输专业培养目标的一种评价方法[J]. *中国科技经济新闻数据库: 教育*, 2017(12): 167-170.
- [7] 孙虹, 刘建中, 刘沛平, 等. 《中国制造 2025》背景下基于产教融合协同创新视域的新工科实践教学体系研究与构建[J]. *教育教学论坛*, 2020(49): 299-300.
- [8] 李晶, 杨立娟, 陈雪峰, 等. 虚实结合的智能制造实践教学模式构建研究[J]. *高等工程教育研究*, 2020(6): 86-92.
- [9] 雍玖, 王阳萍, 党建武. 面向新工科的“虚拟现实+先进制造”协同创新实践教学体系探索[J]. *计算机教育*, 2021(6): 57-59.
- [10] 郭于明. 基于“工程经验”的创新设计思维培养与实践[J]. *机械设计*, 2021, 38(S2): 142-145.
- [11] 李卫军, 邢延, 蔡述庭, 等. 面向多学科融合的自动化类人才培养模式探索与实践[J]. *高等工程教育研究*, 2021(6): 31-37.
- [12] 于微波, 杨宏韬, 董博. 新工科背景下自动化专业人才培养方案研究与实践[J]. *黑龙江教育*, 2021(10): 1-2.

编辑 张莉