The Practical Teaching Reform of Electronic Information Engineering Based on Engineer Behavior Logic

Xudong Liu, Kun Zheng*, Zhuozheng Wang and Qingwu Fan
Faculty of Information Technology, Beijing University of Technology, Beijing, China
*Corresponding author

Keywords: Based on engineer behavior logic, Engineering practical ability, Practical teaching.

Abstract. In view of the gap between graduates of electronic information engineering and electronic engineers, from the perspective of engineers, the teaching philosophy of “based on engineer behavior logic” is first proposed to change the student's traditional study habits, cultivate engineering thinking and improve engineering practice ability. Secondly, the practical teaching reform of electronic information engineering is made, and a gradual practical teaching system is designed, and multiple school-enterprise co-construction courses is built, which strengthened the role of enterprises in personnel training. Finally, taking the self-study school-enterprise co-construction courses "Electronic Engineering Intermediate Level Practice" as a case, the content, implementation and assessment methods of the course reform are introduced in detail. Since the implementation of the teaching philosophy of “based on engineer behavior logic” and the practical teaching reform, it has been unanimously recognized by students, experts and enterprises, and has achieved good practical results.

基于工程师行为逻辑的电子信息工程专业实践教学改革

刘旭东, 郑鲲*, 王卓峥, 范青武
北京工业大学信息学部，北京，中国
*通讯作者

关键词：基于工程师行为逻辑；工程实践能力；实践教学

摘要： 针对电子信息工程专业毕业生与电子工程师之间存在的差距，从工程师角度出发，首先提出了“基于工程师行为逻辑”的教学理念，用以改变学生传统的学习习惯、培养工程思维并提高工程实践能力；其次对电子信息工程专业实践教学进行了改革，设计了渐进式实践教学体系，建设了多门校企共建课程，强化了企业在人才培养方面的作用；最后以自学型校企共建课程“电子工程中级实践”为案例，详细介绍了该课程改革的内容、实施与考核方法。“基于工程师行为逻辑”教学理念和实践教学改革自实施以来，得到了学生、专家和企业的一致认可，并取得了良好的实际效果。

1. 引言

电子信息工程是一个实践性很强的宽口径专业，培养符合社会需求的电子工程师是专业的主要人才培养目标[1]，但是目前普遍存在的问题是高校学生培养与社会需求之间有较大的脱节[2]，毕业生所具备的知识结构与实践能力不足以胜任企业具体工作要求。这反应出现阶段许多高校在其工程型人才培养中存在一些问题，特别是教学模式和教学方法大都仍以传统讲授为主，以教师为主导、以学生为主体的研究型教学模式还没有完全建立，在操作层面的有效实施不足，推动的力度也不够，学生被动学习多，主动参与少[3][4]。这种知识传授方式一

Copyright © 2019, the Authors. Published by Atlantis Press.
This is an open access article under the CC BY-NC license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

定程度上禁锢了学生思维和发展，不利于有效地激发学生的学习兴趣和培养学生的工程实践能力。

基于此，本专业提出了“基于工程师行为逻辑”的学习理念[5]，以期提高学生的主动学习能力和工程实践能力，并在修订培养方案时对实践环节进行了重点改革，开设了多门校企共建课程，与企业一起制定课程教学大纲。通过实践环节训练，改变学生学习习惯，培养工程思维并提高工程实践能力。经过几年运行，得到了学生的普遍认可并在专业评估时获得了专家较高评价。

2．基于工程师行为逻辑的学习理念

大学生在校期间主要任务是学习知识和技能，无论理论课还是实践训练（实验、课设、实习及毕业设计），一般按照“预习—听课—作业—复习—考试”的流程，学生被动学习多，主动参与少。工程师则是项目驱动的工作方式，以产品研发工程师为例，其工作流程一般包括“查阅—研讨—分析—研发—总结—鉴定—交付”等环节，工程师需要较强的主观能动性，能主动参与产品研发的每一个环节。

这种差异导致大学生和工程师二者在行为方式上有很大不同。学生在开始做一个实践项目之前，已经学习了相关的理论点及技能，具有较完备的知识储备，并且对于过程中遇到的困难和问题，在教师的帮助下往往能得到解决。而工程师在开始一个项目时，并不一定具备该项目所需要的全部知识和技能，而且并不能预料到项目实施过程中所遇到的各种技术难关或问题，往往要在项目进展中一边实施一边补充学习，遇到问题解决问题，需要具有较强的主动学习能力和解决问题能力。

为提高学生的主动学习能力和工程实践能力，使电子信息工程专业学生毕业时达到企业对工程师的能力要求，有必要从工程师的工作方式以及行为逻辑角度重新定义学生的学习方式。“基于工程师行为逻辑”就是在这种背景下提出来的一种学习理念，重点解决两方面问题：首先是行为习惯，是指在不具备系统知识储备的情况下，工程师应具有学习新技能、应对新任务的能力，能够在项目实施中主动学习新知识新技能，解决复杂工程问题；其次，是工程思维，对于优秀的电子工程师，还需要具备良好的产品意识、团队协作能力以及项目管理知识等综合素质。

3．渐进式实践教学体系

针对以上“基于工程师行为逻辑”的学习理念，本专业依托大学生校外实践教育基地及众多校企合作资源，建设多门校企共建课程，调整优化第一课堂的实践教学体系，构建了由基础到应用、由理论到实践的一整套循序渐进的实践教学体系，如图1。通过渐进式地与企业融合，校企共建课程，体现企业逐渐深度参与的过程，符合新工科建设中以学生为中心、对接产业行业的理念和要求。

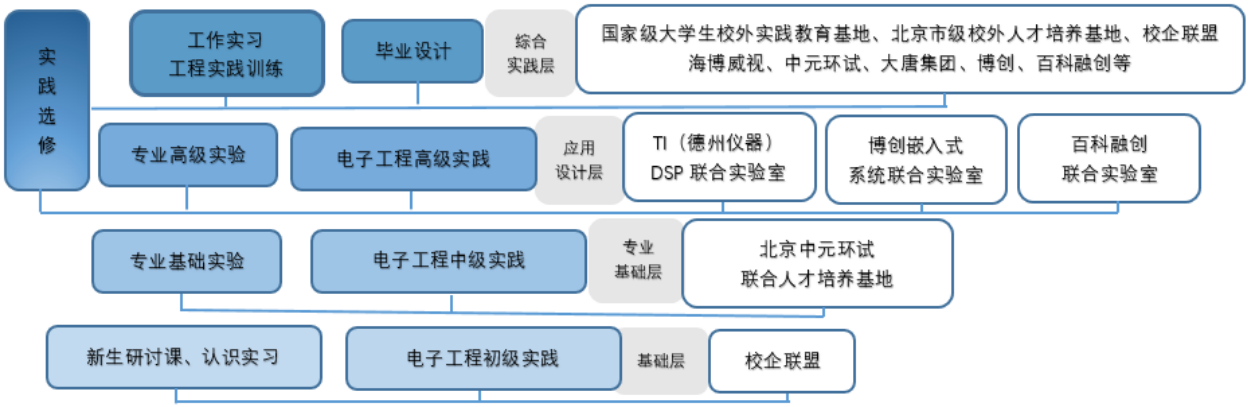

图1 渐进式实践教学体系

第一层“基础层”，在大学一年级进行。该层的实践教学主要涉及专业认知教育以及学习专业知识之前必须掌握的电子信息工程软硬件基础知识，设置一门“电子工程初级实践”课程，分为软件实践、硬件实践两部分：软件实践主要涉及计算机基本语言以及专业常用工具软件的安装、配置和使用；硬件实践除介绍计算机基础硬件结构外，还需重点掌握常用电子仪表的操作以及焊接技术，为后续调试电路打下基础。第一学年进行的“专业认知”课程除了将向学生介绍本专业的教学计划与课程体系，参观实验室外，还要邀请企业参与进行讲座，特别发挥校外人才培养基地的作用，使学生尽早融入专业实践之中。

第二层“专业基础层”，在大学二年级进行。该层的实践教学主要涉及专业基础课程实验以及必须掌握的计算机实践能力，包括模拟/数字电路实验、信号与系统实验以及电子工程中级实践等课程。“电子工程中级实践”是一门自学型校企共建课程，由企业制定课程内容及考核标准，教师负责组织、培训及过程监控，最后由教师与企业一起完成成绩评定。本课程中向学生明确提出“基于工程师行为逻辑”的学习理念，使学生建立工程师的概念、要求及行为准则。大一大二重点普及计算机信息技术，符合新工科的信息化、数字化和智能化的要求。

第三层“应用设计层”，在大学三年级进行。该层的实践教学主要涉及专业高级实验以及一门校企共建课程“电子工程高级实践”，企业深度参与课程实施的完整过程，通过一个真实的、具体的电子系统设计与开发案例，将学生在不同课程、不同阶段积累的知识与技能融会贯通，使学生掌握电子产品开发的一般方法，了解系统开发流程，培养学生完整的系统设计与开发能力。

第四层“综合实践层”，在大学四年级进行。本层的目标就是将实践环节更进一步，让学生近距离接触企业与电子产品的研发。该层全部为校企合作的实践教学，其中“工程实践训练”与日立北工大等公司合作，采用基于问题的学习方法(PBL，Problem-Based Learning)，以课题为主线，将实际课题引入实验室，学生按照不同特点组成团队，分专题进行课题开发，全面提升学生的工程实践能力、分析问题、解决问题的能力、外语运用能力以及职业素养。本层次中提倡将“工作实习”、“工程实践训练”及“毕业设计”三门课程打通，学生可以选择在同一企业中完成同一课题，通过延长在企业中实习时间，切实达到提高工程实践水平的目的，从而毕业时能初步达到电子工程师水平，同时还可以提高毕业设计质量，并满足卓越工程师计划中“3+1”的教学要求。

除以上实践必修课程外，在大三大四阶段还设置了多门选修课程，用以拓展和强化工程能力与思维。“TRIZ发明原理及应用”是一门创新课程，主要讲授TRIZ的核心原理与方法，培养学生具有创造性思维，提高学生科技创新思维能力，同时加强学生对知识产权的保护意识。“电子产品可靠性工程概论”是研究产品可靠性和环境试验的应用型工程类课程，电子工程师除掌握本专业必备的理论及相应技术进行电子产品设计外，还应将质量与可靠性的意识贯穿于产品的设计、制造、试验之中，熟悉产品可靠性的基本概念，耐环境设计方法与环境试验方法，有助于提高产品的环境适应性能力和可靠性水平。“嵌入式系统设计与实践”课程则融合了Linux操作系统智能设备的硬件和软件的底层和应用部分，是嵌入式操作系统、数据结构与算法、C语言程序设计等先修课程的综合应用，是一门紧密结合社会需求的技术类课程。此外，工程师的人文素质（职业道德、社会责任、职业规范等）教育贯穿于完整的大学四年教育之中，从入学教育直至最终的毕业设计环节，在多门理论和实践课程中均有相关内容的设计。

综上所述，本实践教学体系通过“基础层”引入的基本软硬件技能，“专业基础层”针对专业基础课程的实践能力训练，再到“应用设计层”企业深度参与的针对专业高级课程的电子与信息系统工程设计训练，直至“综合实践层”的与企业紧密结合的工程实践综合能力及职业素养训练，最终达到对学生全面实践能力的提升——构建了循序渐进的实践教学体系。

4．课程改革案例

二年级开设的“电子工程中级实践”是一门具有突出特色的自学型校企共建课程，在课程中首次向学生明确提出“基于工程师行为逻辑”的学习理念，并贯穿于完整的课程实施过程中，取得了较为突出的成绩。

4.1 课程改革的背景

在卓越工程师计划和新工科建设的背景下，专业积极建设大学生校外实践基地，并与多个校企联盟企业组织研讨，优化培养方案，筹划课程改革。经过多次与北京中元环试联合人才培养基地（市级校外人才培养基地）研讨，决定对二年级下学期设置的“电子线路设计”课程进行改革。课程改革颠覆了传统式的课堂教学形式，采取自学型课程形式，从课程内容、组织实施过程，到考核模式均进行了重新设计，与原课程完全不同，因此在后续教学计划调整时更名为“电子工程中级实践”。

4.2 课程改革的内容、实施与考核

课程内容充分听取了企业建议，并借鉴了国外院校的实际案例，决定在课程中设计制作一个智能循迹小车，原因考虑如下：1）智能小车包含硬件和软件设计，方案可扩展性强（可难可易），对于二年级学生难度适中； 2）通过比赛确定名次，容易激发学生的兴趣；3）应用广泛，案例成熟，可参考资料较多，便于查找和学习。

课程采用课题管理方式，在二年级第一学期末召开课题布置会，向学生详细讲解课程的意义及实施安排，使学生从思想上重视本课程，并明确提出“基于工程师行为逻辑”的学习理念——要求学生在知识储备不完整的情况下接受任务，在“做中学”，培养解决实际工程问题的能力。学生自行分组，每组3人，配备一名专业教师做指导教师，同时布置课程任务，说明要求及考核方式，第二学期分别组织开题、中期检查及最终考核。课程采用自学型模式，不组织课堂教学，仅组织培训和集中答疑，以提高效率。

企业全程参与课程实施过程，与专业教师配合完成课程的培训与考核。培训一般按照“硬件”、“软件”、“算法”等专题组织，指导教师负责团队管理并汇总学生的共性问题与企业工程师一起不定期组织集中答疑。考核方式分为成果展示和结题答辩两个环节，成果展示即现场比赛，可以直接排出名次，学生兴趣浓厚，具有较高观赏性；结题答辩要求每组撰写课程报告并制作PPT，现场讲解并回答问题。考核目标的设计除重点考虑功能实现外，还要考虑产品外观、经济性、创新性以及团队协作、技术文档等因素，使学生初步具有工程师思维和产品意识，项目评分表如下表1。

表1 项目评分表

序号	评分项	分项	分项要求	满分	得分
1	人员组织	人员配备及分工	人员能力的互补性、任务覆盖	2	
2		团队合作	完成任务，相互配合	3	
3	技术文档	工作日记	日积月累，养成习惯	5	
4		阶段小结	发现问题，解决问题	5	
5		项目结题报告	技术文档撰写及规范	15	
6	成果展示（比赛）	空载	见成果展示规则	50	
7	结题答辩	答辩	表达能力、学习及解决问题能力	10	
8		外观设计	外观是产品化的关键	5	
9		经济成本	成本设计是产品之本	5	
10	加分项	负重	见成果展示规则	10	
11		自主性及创新性		10	
综合成绩				120	

4.3 经验与收获

课程改革收获了诸多经验，经过后续不断改进完善，得到了学生和专家的高度认可。在本专业教学评估中，邀请部分已经毕业的学生回校进行访谈，学生评价本课程是其大学四年印象最深收获最大的一门课程，得到了参与评估的教学专家和企业专家的高度评价。

“基于工程师行为逻辑”的教学理念及实践教学改革，极大地提高了学生的专业学习兴趣和工程实践能力，学生积极参与星火基金、大学生创新创业训练计划项目以及各类学科竞赛等科技活动并获得了丰硕成果。截至2017年，本专业学生参与科技竞赛共获得国际级奖项9人，国家级奖项108人，省部级奖项272人，并连续七年本专业均有一名本科生被评为北京工业大学“科技之星”。

5．结束语

大学是学校和社会之间的纽带，学生毕业后要进入社会工作，因此有必要从社会需求角度来研讨和制定教学方案，尤其是在专业课程的实践教学中，更要符合社会对工程师的基本要求。“基于工程师行为逻辑”是本专业与众多校企联盟企业长期合作过程中逐步形成的教学理念，并在此基础上进行了电子信息工程专业实践教学体系的设计及课程改革，经过近几年的运行，取得了良好的实际效果。

致谢

本课题为北京市教育科学“十三五”规划重点课题 “基于复杂任务驱动与学习数据分析的创新实践研究” (CADA18069)，以及2018年教育部产学合作协同育人项目“机器人综合实践创新课程建设（第一批）”、“机器人工程专业实践课程体系建设（第二批）”阶段性研究成果之一。

References

[1] Jinming Zhang. The goal of the new university engineering is to train great engineers. Guangming Daily, 2017-08-22(13).

[2] Guohua Yan and Fangming Zou. Conjugation of university and society: A study on the moderate relationship between talent cultivation and social demand. Journal of Northeastern University (Social Science), 2013, 15(2): 200-204.

[3] Research Group of the “Made in China 2025” Plan and the Cultivation of Engineering Technology Talents. “The Made in China 2025” Plan and the Cultivation of Engineering Technology Talents. Research in Higher Education of Engineering, 2015(6): 6-10.

[4] Xiaojuan Liang and Fangzhi Pan. Problems and solutions in the cultivation of applied talents in colleges and universities. Journal of Changchun Institute Technology (Social Science Edition)，2016, 17(3): 114-116.

[5] Xudong Liu, Qingwu Fan, Zhuozheng Wang, et al. Research and Practice on Teaching Reform of Excellence in Electronic Information Engineering. China University Teaching, 2014(8): 58-60.