

面向工程教育专业认证的 软件工程大类培养计划建设优化*

孙伟峰 佟露 徐秀娟

曲大鹏

大连理工大学软件学院, 大连 116620

辽宁大学信息学院, 沈阳 110036

摘要 2016年中国加入《华盛顿协议》以来,有越来越多的专业通过了工程教育专业认证,并进行持续改进;2020年教育部、工业和信息化部也发布了关于特色化软件学院建设指南;而人工智能、区块链、大数据等学科或技术也不断涌现。针对新时代、新环境、新目标的背景,对软件工程大类的培养方案制定和改进也是一个重要问题。通过分析2017年到2023年大连理工大学软件学院软件工程的培养方案变化,解释调整的原因。并以网络工程专业为例,说明具体的课程关系和调整方案,是以整体发展方向和对学生培养目标的变化引起的;并对未来新的培养计划调整给出改进方向。

关键字 工程认证, 能力培养, 专业模块优化, 课程体系改进

Construction and Optimization of Software Engineering Training Program for Professional Certification of Engineering Education

Weifeng Sun Lu Tong Xiujuan Xu

Dapeng Qu

School of Software
Dalian University of Technology
Dalian 116620, China
wfsun@dlut.edu.cn

School of Information
Liaoning University
Shenyang 100036, China
dapengqu@lnu.edu.cn

Abstract—Since China joined the "Washington Agreement" in 2016, more and more majors have passed the professional certification of engineering education, and continue to improve; In 2020, the Ministry of Education and the Ministry of Industry and Information Technology also issued guidelines on the construction of specialized software schools; And disciplines or technologies such as artificial intelligence, blockchain, and big data are also emerging. Against the background of new era, new environment and new target, it is also an important issue to make and improve the training program of software engineering. Through analyzing the change of software engineering training program of Software School of Dalian University of Technology from 2017 to 2023, the reasons for adjustment are explained. Taking Network engineering as an example, the paper explains the specific course relationship and adjustment plan, which is caused by the change of the overall development direction and the training goal of students. And give the improvement direction to the new training plan adjustment in the future.

Keywords—Engineering certification, ability training, professional module optimization, curriculum system improvement

1 引言

成立于1989年的《华盛顿协议》是国际上最具影响力的工程教育学位互认协议,通过多边认可工程教育认证结果,实现工程学位互认,促进工程技术人员国际流动。2012年6月,我国成为《华盛顿协议》第18个正式成员,标志着我国工程教育质量实现了国际实质等效,工程教育质量保障体系得到国际认可,工程教育质量达到国际标准。从这之后,国内各个高校纷纷加入和准备工程教育认证,工程教育专业认证

的核心就是要确认工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求,是一种以培养目标和毕业出口要求为导向的合格性评价。工程教育专业认证要求专业课程体系设置、师资队伍配备、办学条件配置等都围绕学生毕业能力达成这一核心任务展开,并强调建立专业持续改进机制和文化以保证专业教育质量和专业教育活力。目前,我国已有321所大学通过了工程教育专业认证。在最近一次的2019年工程教育专业认证中,大连理工大学共有24个专业通过全国工程教育认证(评估),通过专业总数在双一流高校中继续保持全国第一。^[1]而软件工程专业和网络工程专业也分别于2016和2018年通过了工程教育认证。

*基金资助: 本文得到“智能数据处理技术在专业课学习内容推荐及考核中的实施探索”(YB2024100)资助。

2016年以来,新技术和新方向也不断涌现,如大数据、网络空间安全、区块链、元宇宙、人工智能等;新的人工智能技术和高性能算力平台也飞速涌现。软件工程作为信息类学科,大连理工大学软件学院下的软件工程和网络工程两个专业在本科生培养计划制定上面临着系列的挑战,也做了一系列的方案调整 and 措施。为更好地优化培养方案,本文以大连理工大学软件学院的软件工程、网络工程两个专业为例,分析2017-2023年培养方案的基本情况和改进情况,分析不同挑战下的应对策略;同时也为2024年优化方案进行预研,给国内同类高校制定培养计划时给以参考。

2 面向工程认证的本科生培养方案

2.1 工程教育专业认证要求及培养方案组成

工程教育专业认证有固定的条件,比如至少已有三届毕业生,学制不低于四年,以培养工程技术人才为主要目标等。面向能力培养,分别有对学生能力培养的要求、满足实践课比例较高的课程体系要求、具有工程经验的教师及教学资源要求、持续改进要求、国际视野与跨文化能力要求。以上各个要求的细节在申请要求文件中有详细说明,本文以大连理工大学软件工程专业和网络工程专业两个专业为例,描述本科生培养方案。在这两个专业的培养方案中,主要包含专业简介、专业培养目标、专业毕业要求、培养目标与毕业要求关系矩阵、毕业学分要求、专业核心课程、专业课程体系及教学计划、课程体系拓扑图(先修关系)、课程修读要求、课程体系与毕业要求关系矩阵等几部分组成。其中,专业核心课程、专业课程体系及教学计划的制定是培养方案制定的重点。为了充分的说明能力达成情况,专业培养目标的制定也是一个重要的导向性工作。

2.2 专业培养目标和毕业要求分解

工程专业认证的对专业培养目标毕业要求有统一标准,可以对培养目标和毕业要求做分点、分项的分解。我们学院的软件工程和网络工程两个专业将培养目标分解为4个培养目标,分别是:

- (1) 具有专业基础和前沿技术领域的知识,
- (2) 分析解决复杂工程问题的能力和实践创新能力,
- (3) 具有健全的人格和责任感、遵守工程职业道德规范,
- (4) 具有优秀的团队精神、国际视野、并有持续学校的能力。

毕业要求分解为13个大要求,其中前12个目标又各分为3个子目标。这13个目标分别包含工程知识、问

题分析、设计/开发解决方案、进行研究、使用现代工具、工程知识对社会的影响、保护环境和可持续发展、职业规范、团队合作、沟通、项目管理、终身学习、树立和践行社会主义核心价值观。

在培养目标和毕业要求分解后,形成培养目标与毕业要求关系矩阵如表1。

表1 培养目标与毕业要求关系矩阵

培养目标 毕业要求	培养 目标1	培养目 标2	培养 目标3	培养 目标4
毕业要求1	●	●		
毕业要求2	●	●		
毕业要求3	●	●		
毕业要求4	●	●		
毕业要求5	●	●		
毕业要求6	●	●	●	●
毕业要求7		●	●	
毕业要求8			●	
毕业要求9		●	●	●
毕业要求10	●			●
毕业要求11	●	●	●	●
毕业要求12	●			●
毕业要求13	●		●	

3 培养方案中学分要求及课程体系的变化

在大数据和人工智能时代,智能算法、Python语言、大数据处理等方向越来越热,而互联网+、网络工程的热度就相对下降,生源质量会降低。在这种热度频出的时代,如何应对热点方向的转换,进行软件工程和网络工程的培养体系制定、优化课程内容组织是亟待研究的问题。

3.1 毕业学分要求变化

在两个专业的毕业学分要求中,课程体系分为通识与基础课程(思政等、体育等、通识等、外语等、数学等、物理类等)、大类与专业基础课、专业与专业方向课程、交叉与个性化发展、第二课堂5类组成。2020年开始,加入了专创融合荣誉课程模块。

从学分要求上看,毕业要求的学分从2020年开始,从175学分减少到160学分;但课程的数目却增加了5门。为了适合工程认证的要求及强调数理基础,从课程设置上,增加了上机和实验的学时,同时增加了专创融合荣誉课程。这类课程是师生利用业余时间进行的训练,包括创新课、新技术、新趋势等课程,课程不安排上课教室和固定上课时间,又师生共同协商上课的形式和地点(也可以安排线上课程)。学生修满15学分后,会得到荣誉证书,说明经历了一系列的创新培训。学分的减少,也是要适应当时“三全育人”的

要求, 并且要给学生减负。这种设置也是受到“新冠疫情”的影响, 增加了线上学习的方式, 同时减少学分也来减轻学生们的压力。一系列线上课程的建设, 给学生课后学习, 充分利用课外学时提供了可能。

3.2 专业模块的变化

整体来看, 专业模块要适应培养人才的需求, 从2020年开始, 软件工程和网络工程两个专业打破了专业方向的限制, 将之前分开的专业方向分为专业方向

模块; 学生可以跨模块选课, 选择的余地更多, 实行多样化培养。2017-2019年, 软件工程专业分为: 软件开发与测试、嵌入式、金融信息化、大数据技术与应用等4个专业方向模块; 网络工程专业分为: 物联网技术、网络安全等2个专业方向模块。2020年开始, 软件工程专业下的模块分为: 软件开发与测试、智能系统技术、金融信息化(后更名为金融科技方向)、大数据技术与应用、水下智能机器人5个模块, 网络工程的模块名称未变, 但课程有所调整。2022年, 软件工程专业又增加了大型工业软件专业模块。

表2 2017-2023培养方案毕业学分要求

课程体系	学分要求						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
通识与公共基础课程	63	64	64	68	70	70	70
大类与专业基础课程	40	41	41	53.5	53.5	53.5	53.5
专业与专业方向课程(含毕业设计)	64.5	64.5	64.5	32.5	32.5	32.5	32.5
交叉与个性发展课程	6	4	4	6	4	4	4
第二课堂	1.5	1.5	1.5	8(不计入总学分)	8(不计入总学分)	8(不计入总学分)	8(不计入总学分)
专创融合荣誉课程(不计入总学分)	-	-	-	15	15	15	15
合计	175	175	175	160	160	160	160

软件工程设立了水下智能机器人。这也是顺应国家“发展海洋经济”的策略、符合学院的整体定位, 设立了人工智能与海洋经济结合的水下智能机器人方向。同时, 2021年入选了国家首批特色化示范性软件学院, 分别设立了“智能嵌入式软件班”、“大型工业软件班”两个特色班, 校企合作、有针对性的专门培养。课程体系和要求也有单独的要求, 在这里就不再详细阐述。

4 课程体系的优化

软件工程和网络工程的课程体系都有一系列的变化, 网络工程专业的两个专业模块没有变化, 但是课程体系还是有较大的变化。此部分以网络工程课程体系为例, 通过借鉴其他高校的课程体系设置, 阐述符合工程教育专业认证的课程体系优化。网络工程是信息学科的专业方向之一, 培养学生系统地掌握计算机、通信与网络的基本理论、工程技术原理和方法; 在互联网+、人工智能、大数据时代下, 满足创新型国家发展需要, 培养的创新型、复合型、应用型网络系统工程技术和管理人才^[2]。目前已有428所学校制定了网络工程专业, 对课程体系设计也有了相应的介绍, 例如东华大学在网络工程专业建设过程中采用的是3+1培养模式, 中国地质大学推出了“课、练、研”三位一体的人才培养模式。

对网络工程专业人才的能力培养也已产生了多种方法, 包括融入及时反馈机制^[3], 理论学习和实践高度融合并进行课程思政^[4], 融合产业技术制定课程体系并持续改进^[5]。大连理工大学软件学院的网络工程专业是软件工程学科下的专业, 因此在课程体系中会选择软件工程相关的课程, 强化软件和动手能力; 同时网络空间安全和物联网技术也都是二级学科, 对主干课程的取舍也是课程体系设置中要解决的一个主要问题。

4.1 网络工程核心课及工程实践设置

专业核心课以计算机类必修课为主, 包括程序设计基础与C程序设计、面向对象方法与C++程序设计、离散数学、数据结构与算法、计算机组织与结构、操作系统、数据库系统、计算机网络、网络信息安全、网络协议栈分析与设计、高级C语言及网络编程技术、软件工程。在专业基础课中设置了软件工程, 也是根据软件工程学科下的网络工程专业特点, 特别是在考研的专业课中, 是本校专业学位专业课, 也是我们学院的课程设置的特色。

网络工程专业的培养目标要求学生掌握理论知识, 重实践, 达到理实交融。针对此目标, 大多数的专业课都配有相应的上机和实验课程, 如模拟与数字电路实验、计算机组织与结构实验等。同时也会专门开设一些实践课程, 如计算机系统实践、程序设计开发实

践等。不断加深产教融合,构建网络工程专业新结构,广泛开展对产业人才需求的调研,尤其是对新经济、新技术、新产业以及辽宁经济发展对专业建设的需求,陆续增设了人工智能、物联网技术等课程。特别是Java高级编程与应用、Python与数据分析两门课程,是针对大数据、人工智能时代开设的相应前沿编程课,不仅能引导学生面向前沿,又能提高学生们的动手能力。

将立德树人与网络工程专业培养的各个环节进行有效融合,思想政治教育贯穿网络工程专业的培养体系,两者同向而行^[7]。在AI时代下,注重将现代信息技术及课程思政融入;如在“网络攻防与实践”课程中通过黑客犯罪直击社会热点,要求学生认真学习网络安全法;在“计算机网络”课程中以网络对社会产生的负面影响为例,强化学生网络道德意识和网络安全意识。让学生掌握专业知识与技能的同时,成为社

会主义核心价值观的坚定信仰者、积极传播者、模范践行者。

4.2 网络工程专业方向模块课

(1) 网络安全模块

网络安全是信息安全领域最大、最迅速的发展方向之一,具有高度丰富的研究与实践内容,需要进行有针对性的取舍,所选取的课程是从基础、理论、单机系统安全、网络安全等几方面设置了专业课程。在最新的课程设置中,网络安全专业课程关系图如图1,从课程的上课顺序、课程的前后关系的安排都是循序渐进的。特别是“互联网+”课程,是网络工程系的教师们以自己的研究方向为主线讲解,在介绍网络工程相关的新技术同时传达给学生每位老师的研究方向,鼓励学生进实验室开展学习研究。

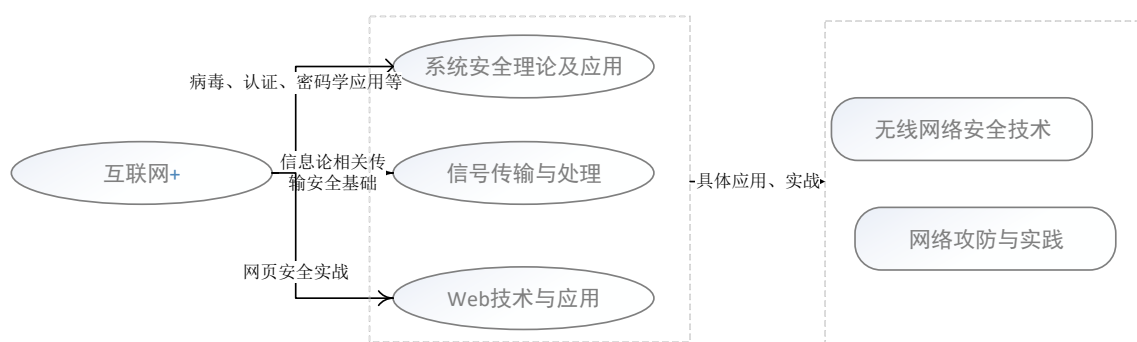


图1 网络安全专业方向课程间关系图

(2) 物联网模块

物联网专业培养的学生要面向与物联网相关企业、行业,从事物联网的通信架构、网络协议和标准、无线传感器、信息安全等的设计、开发、管理与维护,也可以在高校或科研机构从事科研和教学工作。作为一门学科,物联网专业相应的课程也有几十门,同样要做有针对性的取舍。为适应我们学院的特点,专业课程设置主要从数据获取、存储、传输和处理等方面设置课程。具体的课程和课程间关系如图2。其中,“工业物联网技术”、“物联网大数据智能处理”是导论及面向国家重大需求的课程;物联网感知、移动计算、云计算等课程都涉及到AI处理及机器学习,也涉及到上机或实验。

(3) 课程体系中课程的调整

最新的培养方案与2017-2019的方案相比,变化的课程有“网络科学导论”、“通信原理”、“计算机病毒与入侵检测”、“Web安全编程”等,共减少20学分。总体来说,本方案理论教学与实践教学相结合,专业实验、课程设计多,让学生在学中做,自主学,挫折

中学;本方案通过现有教学内容与时代发展相结合,实行双语教学,使学生掌握的专业知识满足社会发展需要,引导学生面向科技前沿。

对比了30余所学校的网络工程专业所开设的课程,发现其中“计算机网络”“数据库系统”“操作系统”是每所学校必开的,“网络攻防实践”“物联网编程技术”则是开设较少的。而“互联网+”“工业物联网前沿”则是我们特有的课程,体现了本方案的不同方向的课程区别度高,专业特色明显;更加系统的培养网络工程本科生的能力和素质,增强其专业竞争力。本方案内容上相比其他高校的方案更注重学生的综合实践能力,在学生实践创新能力上的培养力度大,培养学生具备更好的社会胜任力。

4.3 持续改进方向

随着元宇宙、人工智能、大数据等技术的发展,对未来人才的能力和知识体系也提出了新的需求。虽然现在软件工程专业和网络工程专业已经开设了一些新的课程适应新的需求,如:计算机数学、可视化原理与实现技术、人工智能基础、智能控制系统、智能

网络管理系统、区块链与数字货币、云计算与大数据基础、机器学习、数据挖掘技术、机器学习与深度学习、工业物联网技术、物联网大数据智能处理等课程。但相对来说，两个专业方向的课程有些重合，还未能做到完全互通。同时，有的课程如物联网编程、区块

链等近年选课人数不足 30 人，也是由于业界热点的转化发生了变化，后面会进行课时的调整或取消课程。通过调研，可以考虑增加的课程包括元宇宙开发与应用、智能合约开发、智能网络与边缘计算、未来网络技术；同时也设立校企合作课程。

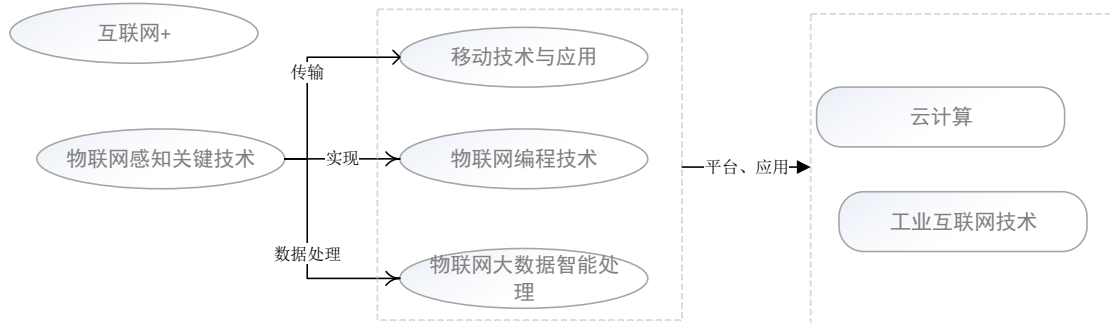


图 2 物联网技术专业方向课程间关系图

5 结束语

本文以大连理工大学软件学院软件工程和网络工程两个专业为例，阐述了适合工程教育专业认证的培养方案制定，总结和分析了 2017-2023 年培养计划的变化和调整的原因。说明课程体系和课程设置的调整是为了适应当前社会和技术发展的实际需求，注重学生的能力培养。对网络工程课程体系的优化和改进方案进行了分析。我们在考虑为学生减负的同时注重了理论与实践的结合，学生能够在较为真实的网络环境中应用所学知识，从而提高学生工程实践的能力，使学生毕业时能具备更好的社会胜任力。也为高校针对工程教育认证的培养方案的改进提出了方向，供教学管理人员及专业教师参考。

参考文献

- [1] 大连理工大学, 继续保持全国第一! 大工 24 个专业通过全国工程教育认证! [EB/OL], [2020-07-22], <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1672924460369915818&wfr=spider&for=pc>
- [2] 刘春红, 张艺宠, 张聪品, 等. 能力导向的网络工程专业课程体系建设研究[J]. 计算机教育, 2019(12): 31-35.
- [3] 李嘉祺. 基于“互联网+应用”的应用型本科网络工程专业课程体系建设研究[J]. 网络安全技术与应用, 2020(1): 99-100.
- [4] 刘汉平, 张秀梅, 栗军, 等. 物联网工程专业课程思政师资队伍建设探究[J]. 高教学刊, 2020, No. 140(18): 159-162.
- [5] 孙伟峰, 张丽君, 姚琳. 新时代下计算机网络课程“三新”探索及实施[J]. 软件导刊, 2022, 21(7): 27-32
- [6] 汤佳梅, 周晓宏. 高职院校人工智能与信息技术应用公共课的 互动式思政教学探索与实践[J]. 科学技术与教育学报, 2022, 10(2), 83-87.
- [7] 刘翔, 刘海鸥, 王建红. 课程思政融入产学研合作协同育人项目研究——以《微信应用软件开发》课程为例[J]. 科学技术与教育学报, 2022, 10(3), 34-38.