

顶石课程建设与多视角创新教学方法研究与分享

王尔馥¹ 赵冰¹ 吴宣利² 范春雷¹

(1. 黑龙江大学电子工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150080;

2. 哈尔滨工业大学电子与信息工程学院; 黑龙江 哈尔滨 150006)

摘要: 顶石课相对传统课程最大的不同在于, 它实现了课程教学目标由知识向能力再到素质培养的全覆盖, 从片段与个别专业学习转换为联系与整合大学所学, 从教师为中心的教学转换为以学生为中心, 从单向课程规划转换为不断回顾与反思, 从考核学业表现转换到以未来表现为焦点。本论文对《移动通信与网络优化课程》在“重构课程框架、优化教学内容、创新评价方法、突出核心能力培养”几方面的顶石建设经验进行了总结。

关键词: 顶石课程; 迁移式; 问题式; 项目式

我国拥有世界上最大规模的工程教育, 据不完全统计, 我国每年培养的工科毕业生占世界工科毕业生总数的比例已超过 1/3。但我国并不是工程教育强国, 工科人才培养存在着“目标定位不清晰、工科教学理科化, 通识教育与工程教育、实践教育与实验教学关系模糊, 工程教育与行业企业实际脱节”等不足, 所培养的工科学生在综合素质与知识结构方面尚不完善。统计数据显示, 到 2025 年, 新一代信息技术产业人才缺口将达到 950 万人。人才缺口暴露出我国工程教育与新兴产业和新经济发展有所脱节的短板。

以教育部、工信部、中国工程院《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师培养计划 2.0 的意见》为导向, 以教育部办公厅《关于实施一流本科专业建设“双万计划”的通知》为引领, 以“华盛顿体系工程教育认证标准”的具体要求为重要指导, 以构建新工科特色人才培养模式为目标, 立足理科向新工科延伸过渡的发展实际, 开展通信工程专业的顶石课程建设。

通过顶石课程建设, 整合通信工程专业领域的知识, 提升学生运用学科、专业知识的解决工程问题的综合能力, 同时培养网络优化技能和职业态度。高年级学生经过通识课程、基础课程、专业课程学习后已经形成基本的学科知识框架, 《移动通信与网络优化》作为一门综合性、跨学科的课程, 在高年级(大三下)阶段, 为学生提供通信工程网络建设与优化的情景式学习体验, 将学生通信工程专业的本科知识进行系统整合与升华。该课程以项目牵引式教学模式, 让学生在应用情景中通过团队协作完成学习任务, 学生依靠自己独有的知识和能力协同工作, 促进相互间知识体系交换融合, 最终完成学生系统知识结构的培养和应用能力的提升。同时, 在顶石课程实施的具体过程中, 从多个视角探索创新教学方法。使课程教学具有高阶性、创新性和挑战度, 在教学设计中, 采用合作式学习, 培养学生团队意识和协作沟通能力; 采用探究式学习, 培养学生问题意识、探索精神与创新能力。

一、课程基础与建设历史

在通信工程专业设立之初, 即开设《移动通信》课程。课程开创阶段, 各种教学资源比较有限。教学方法和教学内容都非常

传统, 三分之一的实践教学没有配套的上机实践指导书。课程考核采用笔试, 成绩按 20% 平时成绩 + 80% 笔试成绩计算。

课程发展阶段, 课程组教师根据教学需要编写了实验指导书, 实践环节投入加大, 对学生的实践进行强化训练。但是, 实验部分以验证性实验为主, 没有涉及网络优化部分。在这个阶段, 开设该课程的专业扩展到了电子信息工程、电子信息科学与技术等专业。课程组运用多媒体教学, 注重教学举例的实用性和代表性, 课程教学内容与实际应用联系紧密, 开始积累电子教案、多媒体课件等资源。

经过多年教学实践与经验积累, 2019 年, LTE 移动通信虚拟仿真实验室的建立, 使《移动通信》课程在向着顶石课程建设迈出实质建设的一大步。在 2018 版培养方案中, 课程更名为《移动通信与网络优化》。课程性质更改为必修课, 实践学时 1: 1 匹配。设置针对 LTE 现网的 12 个网络优化案例, 涵盖了移动通信优化过程中的切换、无覆盖、参数错误、天线俯仰角、盲区覆盖、弱覆盖等专题。教学过程采用了任务驱动式教学、案例教学等新型的教学模式, 实践教学得到大幅加强, 充分体现“理论扎实, 实践为重”的原则, 学生应用知识的能力明显提高。与此同时, 与课程知识内容和“案例”教学配套的教材、实践指导书的编写工作扎实地展开; 修订和完善了原来的多媒体教学课件, 突出体现直观易懂、深入浅出、案例详尽等特点。课程答辩环节中, 学生研究和开发了部分有实用价值的项目。

通过多年建设, 《移动通信与网络优化》课程已成为通信工程专业高年级学习阶段的高阶综合性实践课程, 增强学生理论联系实际和解决实际问题的能力, 提高专业综合实践能力, 为就业做好有效衔接。

二、顶石课程建设特色

整合通信工程专业领域的知识, 提升学生运用学科、专业知识的解决工程问题的综合能力, 同时培养网络优化技能和职业态度。高年级学生经过通识课程、基础课程、专业课程学习后已经形成基本的学科知识框架, 《移动通信与网络优化》作为一门综合性、跨学科的课程, 在高年级(大三下)阶段, 为学生提供通信工程网络建设与优化的情景式学习体验, 将学生通信工程专业的本科知识进行系统整合与升华。该课程以项目牵引式教学模式, 让学生在应用情景中通过团队协作完成学习任务, 学生依靠自己独有的知识和能力协同工作, 促进相互间知识体系交换融合, 最终完成学生系统知识结构的培养和应用能力的提升。

1. 基于迁移式学习。实践内容与与时俱进, 紧跟当今移动通信系统。通过对虚拟仿真实验室中, 云平台数据的更新, 实现对现网的优化。

2. 基于问题式学习。《移动通信与网络优化》课程结合理论,

重在网络优化部分。以提出问题、分析问题、解决问题为线索,并把这一线索始终贯穿于整个教学过程,让学生在寻求解决问题的探索与实践过程中,掌握知识、培养技能,进而提升学生发现问题、解决问题的能力。问题的设定应具备复杂性和挑战度,将知识点以问题的形式呈现给学生,或将有待解决的实际问题交由学生(团队)探索解决。

3. 基于项目式学习。以项目方式设计学习任务,整合专业岗位所需的知识和技能,使学生深入到项目完成过程中,促进学生自主学习,关注其对专业问题的深层次理解,侧重项目过程性管理和完成效果评价,全面提高学生综合运用专业技术知识解决复杂问题的能力。

三、课程目标

移动通信是通信工程专业的一门重要专业课。课程综合性强、教学内容多、涉及面广、内容更新快、专业性强,因而,学以致用尤为重要。该门课程与通信工程专业学生就业相关度高,学生通过学习掌握移动通信系统的组成、移动通信系统的各种类型,重点是现阶段移动通信系统的无线网络优化方法,从而在毕业之前具备网络运营商对通信技术专业人才的基本需求。

(一) 知识目标

掌握 4G 移动通信基本原理;掌握 TD-LTE 网络优化关键问题与重要指标和参数;掌握最佳系统覆盖与合理邻区优化,掌握网络开通前后的优化方法;能够根据具体环境和要求完成覆盖与容量、参数规划等工作。

(二) 能力目标

培养学生解决问题的能力,利用所学知识,可以结合实际案例对网络出现的问题进行定位,并给出优化建议。具有一定的跨学科理解能力,能够综合运用本专业领域的知识解决现实问题及复杂性问题。

(三) 素养水平

具备批判性思维、分析推理、量化思维、信息素养和沟通写作等能力和素养。有效提升职业素养与就业能力、职业伦理与社会责任、团队协作与项目管理以及领导与决策等能力,具备一定的创新精神、创造能力、创业意识。

四、顶石课程教学内容更新

当前培养方案中,课程共 48 学时,理论授课 20 学时,占比 41.7%。下一阶段,争取将理论授课时间控制在总学时的 30% 左右。其他时间为学生自主学习时间,用于在教师参与下的学生团队研讨、沟通协作、项目咨询等。课程环节设置着重于学生综合素质的提高,教师授课上除传统的课堂基础理论教学,增加方向性指导及课外咨询辅导的环节;学生学习方面则在课堂学习的基础上,着重加强课外学习环节的比重。按照顶石课程建设意见,本课程以“接受-联系-反思-提炼-建构”的模式对教学内容进行组织,促进学生将所学习知识经验融会贯通。具体如下:

(一) 接受(20 学时)

主要指基本理论,对《移动通信原理》进行讲解,主要包括:

(1) 无线移动通信信道的特征

- (2) 移动通信系统的调制技术、扩频技术及多址接入技术
- (3) 常用的抗衰落技术
- (4) 移动通信组网基本原理
- (5) 移动通信原理在实际移动通信系统中的应用(3G、4G、5G 移动通信标准)

(二) 联系(4 学时)

知识体系组织与串线。针对高年级学生学段特点,将与本课程相关的先修、后修课程,以及同步开设的并修课程,进行体系框架的串联。通过思维导图等形式,将《概率论与数理统计》《信号与系统》《通信原理》《现代交换原理》《光纤通信》进行模块化、体系化的串接,为《专业实习》《认识实习》《毕业论文》(设计)等后修课程奠定基础,也为本课程顶石实践环节做准备。

(三) 反思(线上,交互完成)

学生通过学习通等线上平台,在老师的引导下,可以进行知识的质询和提问。

如,发现奈奎斯特抽样定理等经典理论在工程实践中的处理方法。理解理论的局限性、工程实践的边界条件、社会环境的影响因素等。

1. 提炼(课下,主动完成)

根据本课程的顶石项目,聚焦到对移动通信网络优化具有关键影响的知识点。

2. 建构(24 学时)

给出 14 个网络优化项目,包括 10 个基本优化项目、2 个综合性设计项目以及 2 个开放性设计项目(二次开发)。

- (1) 网优仿真场景搭建
- (2) 路测系统基本认知
- (3) 小区接入失败案例
- (4) 小区从选失败案例
- (5) 小区切换不及导致弱覆盖案例
- (6) 基站参数错误导致弱覆盖案例
- (7) 基站规划不合理导致弱覆盖案例
- (8) 越区切换案例
- (9) 重叠覆盖干扰案例
- (10) MOD3 干扰案例
- (11) 开放性实验:校园网络优化
- (12) 开放性实验:对抗试验
- (13) 二次开发实验:传播模型设计
- (14) 二次开发实验:矩阵天线设计

五、教学方法创新

通过顶石课程,使得学生将自己在学科领域学习中所获得的知识、技能和态度等进行整合、拓展、批判和应用,发展学生综合素质。为学生提供参与真实世界的机会,让学生把先前所学知识和技能应用于解决实际问题,为学生进入职业领域做准备。帮助学生从学校向职场过渡,增强学生的职场竞争力和适应性。

项目牵引式。顶石实践环节中,引入现网的实际优化项目,精选与理论知识和专业工程结合紧密的案例,激发学生的兴趣,

多途径构建职场情景的教学环境。

案例体验式。由教师为学生在虚拟仿真环境下,提供LTE真实的网络环境,在教师或网络优化工程师的指导下让学生参与其中,获得个人经验;学生对所进行的操作优化结果进行反思和总结,概括出优化案例,今后应用到实践中。

团队协作式。网络优化是一项系统工程,需要前端后端配合完成,在团队中,学生角色分工,学会与队友一同完成任务,分享学习成果、汲取经验。

职场情景式。在不同的优化项目中,让学生承担不同的角色,旨在提高学生的迁移能力。也就是说,从一个岗位转到另一个岗位,或从一个行业跨到另一个行业后,已有的知识和技能可以快速迁移。产教标准充分融合,企业不再只是用人方,参与人才培养过程成为常态,学生职场情景学习成为重要经验。

六、教学评价创新

作为一门综合性课程,《移动通信与网络优化》要求学生团队协作完成项目任务,为保证课程考核体系能够系统地、全面地评价学生能力提升情况,因此课程考核环节贯穿课程全过程,并且在考核中纳入了多元化的标准。考核内容上,除项目成果外,还将学生团队协作表现、论文写作表现、语言展示能力作为考核依据;考核标准上,除教师评价外,学生自评与团队成员互评也是重要环节。这种过程化、多元化的考核方式对于充分调动学生积极性具有重要作用。

由终结性评价发展为形成性评价,实行多次评价和随时性评价、“档案袋”式评价等方式,突出过程性;由定量评价发展到定量和定性相结合的评价,不仅关注学生的分数,更要看学生学习的动机、行为习惯、意志品质等。

由相对评价发展到个人内差异评价。相对评价是通过个体的成绩与同一团体的平均成绩相比较,从而确定其成绩的适当等级的表示方法。这种评价缺乏对于个人努力状况和进步程度的适当评价,不利于肯定学生个体的成绩。个人内差异评价是对学生个体同一学科内的不同方面或不同学科之间成绩与能力差异的横向比较和评价,以及对个体两个或多个时刻内的成就表现出的前后纵向评价,这种评价可以为教师全面了解学生提供准确和动态的依据,也可以使学生更清晰地掌握自己的实际情况,利于激发他们学习的动力、挖掘学习潜能、改进学习策略等。

由绝对性评价发展到差异性评价。绝对评价是对学生是否达到了目标的要求或“达标”的程度所作出的评价,也被称为“标准参照评价”。这种评价过于重视统一性,忽视了评价的差异性和层次性。未来改革提倡对不同的学生采用不同的评价标准和方法,以促进所有学生都在“最近发展区”上获得充分的发展。

可见,重视学生在评价中的个性化反应,倡导学生在评价中学会合作,以质性评价整合与取代量化评价,强调评价问题的真实性与情境性。评价不仅重视学生解决问题的结论,而且重视得出结论的过程。突出了评价的激励性功能,重视对学生学习潜能的评价,促进了学生的本科学学习和职业选择的充分发展,为“适合学生的教育”创造了有利的支撑环境。调动了学生主动参与评

价的积极性,改变评价主体的单一性,实现了评价主体的多元化。

七、解决的痛点问题

(一) 学科专业知识的碎片化待整合问题

提供学习TD-LTE网络优化关键问题与重要指标和参数,利用所学知识,结合实际案例对网络出现的问题进行定位,并给出优化建议。在项目驱动、问题导向式学习的过程中,促使学生将碎片化专业知识转变为结构性知识。增加学习知识的主观能动性,进而培养学生创造、合作、批判和归纳能力。

(二) 批判性思维不足、解决问题能力不足问题

现阶段学生习惯被动接受知识、被动接受学习。“思维的全面性、公平性、勇敢性和科学性”欠缺,即缺乏批判性思维。课程以无线电波传输为基本依据,鼓励科学探索,同时在优化案例中培养学生反思、质疑,甚至重新优化。课程学习凸显协作、竞争,强调教师的引导与支撑作用,保障学生学习效果。

(三) 教育经历与职业生涯的衔接过渡问题

针对毕业生开设的一门独立课程,主要帮助学生回顾、总结和应用过往所学知识,衔接学生的教育经历与毕业后的职业生涯,为日后从事与通信相关工作奠定扎实的工程实践基础。

八、结语

本文对《移动通信与网络优化》顶石课程的建设经验进行了分享。该课程是以前序课程为基础,在学生高年级学习阶段设定的高阶综合性实践课程,旨在引导高年级学生对所学知识、技能和素养进行有效整合、反思、应用、深化和拓展,增强理论联系实际和解决实际问题的能力,检验学习效果,提高专业综合实践能力,为其就业做好有效衔接。顶石课程建设可以促进课程教学由简单的知识传授向专业能力培养的转变,整合碎片化的课程知识,引导高年级学生有效开展深度学习,通过基于问题学习、基于项目学习、合作式学习、探究式学习、体验式学习等主动学习方式,切实提高专业人才培养能力。

同时,在顶石课程实施的具体过程中,从多个视角探索创新教学方法。使课程教学具有高阶性、创新性和挑战度,在教学设计中,采用合作式学习,培养学生团队意识和协作沟通能力;采用探究式学习,培养学生问题意识、探索精神与创新能力。

参考文献:

- [1] 张学良,李辉.过程取向与自主建构:美国高校顶石课程形态[J].中国高教研究,2017(03):78-82.
- [2] 裴雪丹,王利利,鄢永明,薛竣文.增设Capstone顶石课程的嵌入式课程体系改革与探索[J].课程教育研究,2019(16):31-32.
- [3] 饶瑞晔,胡家朋,吴芳芳,林皓,宋卫军,谢妤,郭绍英.顶石课程概念下环境工程课程的设计与实施[J].广东化工,2020,47(18):236-237+255.