

全国中文核心期刊·CSSCI来源期刊

中国工程院教育委员会会刊

中国高教学会工程教育专业委员会会刊

高等工程教育研究



分类分层，自主培养，构建研究型行业特色高校卓越拔尖人才培养体系 杨丹 康国政 崔凯 王坤

再论设计思维——设计哲学研究之二 李伯聪

教研协同驱动，多维交叉融合 郭星 邹卓 贾守梅 郑立荣

我国研究型大学“工科不工”现象及其成因探析 韩双淼 庞淑杰

产业重构下车辆工程专业学位研究生课程体系构建 申焱华 杨耀东

共栖、共生到协同：产教深度融合的逻辑与路径 李冲 盖甄迪 李胜利 高松会

高职院校办学模式的演进历程、发展趋势及理性反思 邵建东 王亚南 徐珍珍

绩效导向下团队合作模式与独立研究者培养 谢心怡

2024 5

高等工程教育研究

(双月刊)

□ 特约专稿

- 分类分层,自主培养,构建研究型行业特色高校卓越拔尖人才培养
体系 杨丹 康国政 崔凯 王坤 1
再论设计思维——设计哲学研究之二 李伯聪 6

□ 新工科研究与实践

- 教研协同驱动,多维交叉融合
——信息技术与护理学交叉的新工科人才培养路径探索
..... 郭星 邹卓 贾守梅 郑立荣 15
储能科学与工程本科教育模式的创新与探索:新质生产力要求下
的新工科教育 李威 凌祥 21
能源特色高校应用物理学专业建设初探
..... 王升 李贤丽 赵鹏程 杨旭 27

□ 工程教育前沿

- 我国研究型大学“工科不工”现象及其成因探析
——基于学科分类的视角 韩双森 庞淑杰 31
“工科学科化”的生成路径及阻断策略 欧阳鹏 胡弼成 37
应用工程师培养路径构建
——以工业机器人产业为例 刘怀兰 李世壮 王兴 唐以志 43
AIGC 技术赋能工程教育转型:教学方法与学习体验革新
..... 付金伟 魏佳鑫 刘美 汪志昊 51
产业重构下车辆工程专业学位研究生课程体系构建
..... 中焱华 杨耀东 58
如何实现“计算”的价值
——工程师计算能力培养模式研究 ... 吕正则 陈刚 王雨洁 吴婧妍 63
聚焦能力交付的跨学科项目式课程群的研究与实践
..... 彭岷 刘惠 徐世中 黄廷祝 69
基于实验图谱的虚拟仿真实验建设与评价初探
..... 郭丰 孙厚涛 郑春辉 杨清香 76
融通赋能的分层式课程集群建设探索与实践
——以北航仪器光电学院信号课教学改革为例
..... 王睿 邹泽森 孙江涛 李慧 83

□ 高等教育改革与发展

- 共栖、共生到协同:产教深度融合的逻辑与路径
——基于鞍钢集团与辽宁科技大学的研究
..... 李冲 盖甄迪 李胜利 高松会 89
科研导师指导与本科生能力增值
——基于“2023 中国本科生学习与发展状况”的实证分析
..... 张青根 张世倩 95



融通赋能的分层式课程集群建设探索与实践

——以北航仪器光电学院信号课教学改革为例

王睿 邹泽森 孙江涛 李慧

【摘要】新工科强调互通互融与创新改革,旨在培养造就一批具有创新能力、跨界整合能力的高素质交叉复合型卓越工程科技人才。本文从宏观、中观、微观角度阐述了在新工科背景下,围绕“一条主线”,实施“两个结合”,遵循“三坚持四机制”,通过融合贯通课程模块、重构课程体系,在具体化、常态化上下功夫,探索出的以培养学生核心素养和提高教学效益为目标的仪器科学类信号课程分层式集群教学新范式;该范式深化了柔性互动“教做学三位一体”教学模式、打造了理论实践双培养的“一流课程”体系,为持续性提升本科教学质量提供了参考。

【关键词】小型信号课程群 分层教学 理论实践双培养 新工科人才

人才培养是高等教育的根本任务之一,也是新工科建设的核心内涵,新工科专业人才培养对巩固国家利益、保障科技持续创新以及成功实现国家战略转型意义重大。而课程作为高校实现人才培养的基本单位和保证本科教育质量的核心要素,备受高等教育研究者和实践者关注。党的十九大、二十大以来,中国已启动一系列重大举措,如教育部2017年的“新工科研究与实践”计划^[1]及2019年启动的一流课程建设工程,明确指出了“两性一度”建“金课”的要求,本质上就是要培养造就一批与“新工科”的人才培养目标一致、具有创新能力和跨界整合能力的高素质复合型卓越工程科技人才。新工科建设三部曲,即强调工程科技和产业创新的“复旦共识”、提倡探索工科发展新范式的“天大行动”以及将模式创新作为新工科建设指导意见的“北京指南”,均以综合型工程技术人才作为培养目标,以创新作为新工科建设的关键词。“新工科”之“新”意味着需对工科中的核心专业基础课程进行教学改革和模块创新,因此,很多院校都在培养创造性人格和加强全人格教育方面进行了回归课程的相应教改,希望通过深化改革达成课程的高阶性、创新性和挑战度目标。比如,在卓越工程师培养中,北航构建了“使命、问题、需求”驱动的培养体系^[2],本文所介绍的融通

赋能分层集群教学新模式,就是与此同频共振的教学改革探索和实践,即以两性一度课程建设为目标,以仪器光电学院核心专业课程“信号分析与处理”为主建,通过重构课程体系、划分教学模块功能,建立了分层集群、柔性互动的小型信号课程群。

小型信号课程群已实践了5轮,本着课程群建设不仅是为了增加各门课程之间的联系,更是为了使各门课程共同作用、协调发展,以提高课程内容的整体教学效益^[3],我们从具体化和常态化着手,在宏观定位、中观分解及微观实施三个维度建设优化课程群,较好地缓解了单门课程教学时数膨胀与培养方案要求精简学时的矛盾,并从系统论的视角论述了课程间的关联和统一。课程于2020年获得北航“一流本科课程”建设专项支持,并荣获“北京市优质本科课程”。课程群教学团队的老师们近5年主持参加了2项部级4项校级的教改项目,2022年教学团队还获得中国仪器仪表学会高等教育教学成果二等奖的荣誉。

一、宏观层面:对标培养要求,提升教学理念,确立信号课定位和目标

高校课堂是立德树人和知识传授的主要阵地,课堂教学的实施和优化离不开课程建设和教学改革。打造“金课”,塑造“一流课程”,就必须向

收稿日期:2024-05-09

基金项目:北京航空航天大学一流本科课程建设项目“信号分析与处理融通赋能教学模式探索与研究”(42020080);教育部2023年产学研合作协同育人项目“‘科教融通’信号处理实验教学体系改革”(230804443807291);教育部2022年产学研合作协同育人项目“新工科背景下《信号分析与处理》培养学生创新实践教学改革”(220601913232301);北京航空航天大学“凡舟”教育基金项目

作者简介:王睿、孙江涛,北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院副教授,工学博士;邹泽森,北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院硕士研究生;李慧,北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院教授,工学博士。

课程要质量,而全面提高课程质量,既是大学本科教育改革的外在需要,也是高等教育自身健康发展的内在要求。^[4]高校在促进课程高质量发展的路径主要有两种:开发新课程和持续改进存量课程,而不论走哪种路径,都必须根据培养目标的需求和学生特点,把教学理念贯彻到课程改革和课程结构优化的过程中。

目前的 00 后大学生是独立而多元化的群体,他们见多识广中夹带幼稚,渴望有效指引,找到与社会需求相融合的热度,以实现个人价值。因此,我们对标投无路“新工科”人才要求和 00 后大学生的特色,将开发新课程和改进存量课程相结合,探索在有效的时间内以最合理的课程结构使学生获得最大化的理论和实践知识,将教学理念提升为“构建体系,融通创新,主体主导,智慧育人”,将创新能力培养落实到课程设计和教学实践的活动中,建立起“理论”与“实验”相结合,“素养”和“技能”并行培养的新模式,通过融合贯通来进行信号处理课程的小型集群教学。

以北京航空航天大学仪器光电学院本科信号课程教学为例,为了更好地贯彻“厚植情怀、强化基础、突出实践、科教融通”的人才培养方针,打造对标“两性一度”要求的教学体系,我们首先针对该课程“全面讲授了模拟与数字信号分析处理的基本原理和内容”这一特色,从行业和学科视角出发,将该课程所涉及的知识内容定位为仪器学科的“神经系统模块”(如图 1 所示)。基于这一定位,我们着力向学生阐释这门专业核心平台课程具有广阔的应用前景,指出仪器学科新工科复合型人才未来可“上天”“入地”,在国防、航空航天、工业、民用等领域大显身手。

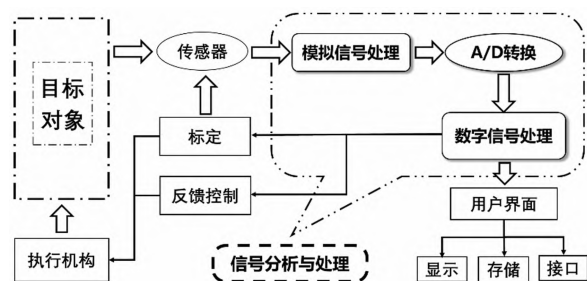


图 1 信号分析与处理在仪器科学中的地位

在教学工作中,针对如何帮助学生高效解读大跨度的课程知识?如何缓解规模化教学与学生个性发展的矛盾?如何助力师生共成长?我们重组教学内容,整体优化教学计划,重塑教学分层结构和重构信号课程的集群体系,以使课程群具有因材施教、理论与实践相融合的特色。

众所周知,在课程教学中,激发“教”与“学”的

双重动力是培养“新工科”人才的关键。为了提高学生的能力素质落实到课程教学和知识传授这些有型的载体和互动活动之中,我们对课程教学理念确立了“素质与情感、知识与技能、方法与模式”的三维教学目标(如表 1)。与此同时,采用自创的“三坚持四机制”对课程和教学团队进行管理,以便更好地建立起教师和学生的情感连接,规划课程间互动有序的群体性信息,形成师生学习共同体。从学生层面,为促进学生对课程学习的价值认同和高质量课程教学的达成:

表 1 仪器光电学院信号课程群的教学目标

三维教学目标	内容
素质	善于思考、研判并能引领未来的仪器科学“新工科”人才
情感	深刻认识信号处理在仪器科学中的重要作用和地位
知识	理解信号处理的知识主线、掌握连续和离散确定性信号在时域和变换域中分析与处理的原理、方法及滤波器应用
技能	具备辩证多视角分析、沟通合作实践、自主学习和解决复杂工程问题的能力
方法	深度融合现代数字信息技术于教学活动
模式	构建并优化柔性互动的“教做学三位一体”教学模式

(1) 坚持以学生为主体进行教学设计,教学设计兼顾了拔尖引领与课程培养要求的结合,确保学生在课程学习中具有选择权且选择路径畅通,有效满足了学生培养的共性要求和个性需求。

(2) 坚持理论和实践教学的良好互动,设置“必修理论课+选修实操实验课”的课群结构,兼顾学生兴趣与信号课程功能之间的适配性,同时在理论课中还保留了组队 Matlab 编程以保证最基本的课内实践环节要求。

(3) 坚持学生知识、能力、素质的协调发展,开展学生自组队讲台展示的讨论课环节,展示题目可以是课内重点概念的深入解读,也可以是相关课外信号处理前沿技术的探讨,全面开发学生的潜能。

在教师层面,与学校学院的教学科研大环境相衔接,兼顾课程建设与教师自身成长的需求,实行动态扁平式团队管理机制:

(1) 统一融合分散机制:团队授课执行统一的课程大纲、规划和考核标准,课程设计内容融合分层集群特色,教师自主进行课程的实施。

(2) 资源共享共建机制:共享课程已有的教学资源,共建课程发展和建设中的新课程资源。

(3) 课时安排渐进机制:对新入团队教师,前 3 年执行符合他们循序渐进熟悉业务的课时安排。

(4) 准入退出机制:学院所有具有信号处理科研背景并能保证主讲本课程至少 6 年的讲师、副教授、教授通过学院所组织的考核后即可加入本课程教学团队;如果退出教学团队,需至少提前

半年报知学院批准。

“三坚持四机制”的实施,有利于团队教师之间和师生之间的互动,调动了师生在信号课程教与学过程中的主观能动性,缓解了课程体系的一致性与教学要素具有流动自由化需求之间的矛盾,有力促进了信号课程沿“规范化-信息化-层次化-集群化”的建设方向不断发展和提升,使得课程既有的“教做学三位一体”教学模式在生生互动和师生互动中不断获得柔性优化。

二、中观层面:设计课程群结构,实施主线牵引,强调课程间的联系和补充

大学里的“课程”是教学计划的基本组成元素,也是形成人才培养特色的基本保证。课程建设的成败影响和决定着教学宗旨和人才培养目标的实现。图1所示表明,作为信息科学的一部分,信号处理技术已不再是通信系统的专属,信号课所涉及的模拟与数字信号分析与处理的经典原理、方法和滤波应用等知识与仪器科学中的各专业都具有紧密的关联。鉴于其不可或缺的专业基础课定位,以及社会(主要指用人单位)对仪器科学类“新工科”人才的信息科技核心素养的迫切需求,只对64学时的“信号分析与处理”单门理论课程的教学内容及其结构进行改革,已无法解决因承载教学内容多而导致的学时数膨胀与培养方案要求精简学时的矛盾。我们进而提出了建构整体优化的信号课程体系即小型“信号课程群”,通过模块化优化整合课程与教学资源,使课程群发挥群体优势,将“新工科”人才所需的信息科技核心素养,即信息素养、数字素养、创新素养和社会责任素养,合理地分配到相关课程中,并强调群内各课程的渗透及融合,使它们成为既各自独立完整,又相互影响、互动有序的有机整体。

在设计课程群结构时,我们以培养学生的创新、跨界和开放这一“新工科”素质为出发点,提出了一条教学主线“如何使各种信号在数字信号处理设备中进行分析、处理、滤波及应用”,以此关联串接课程群的各门课程,并遵循均衡性、综合性和选择性原则来设计构建小型信号课程群的结构和教学内容,使信号课程群内各课程的类型、课程的各要素和各成分之间具有功能分明又强相关的组织形式,产生目标共鸣效应。

课程群的均衡性是指信号课程群中的课程门数、类型、属性、和课时安排能够保持一种恰当、合理的布局,其规模和课程内容以培养学生信息科技核心素养和信号处理技能需求为导向,并能针对“拔尖人才”的创新特质组织课程教学;课程群的综合性体现在课程群各门课程之间的相互渗透

及课程内容安排上可实现对信号处理的理论与实践的有效整合,能够为学生创设将知识应用于解决真正问题的情境,帮助学生建立起相对完整的知识体系;课程群构造的选择性是针对学生兴趣和能力的差异性而提出的,课程群的结构既要反映学校本科教学宗旨和改革方向,又需兼顾社会对“新工科”人才的需求及学生个性发展的需要,在类型上有必修和选修之分。因此,小型信号课程群最终落实为由3门课程组成,如图2所示。

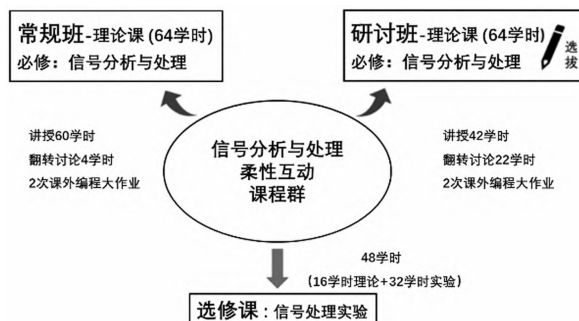


图2 因材施教,理论+实践,灵活开放的小型信号课程群

该课程群的核心是一门较为全面而系统的64学时纯理论必修专业基础课“信号分析与处理”,该课程采用自编《测试信号处理技术》为课内教材,以确定性信号为主要研究对象,将“信号与系统”及“数字信号处理”的内容精简后合二为一,着力于使学生了解体会仪器设计操控中信号流的工作机制和原理。通过课前对学生的学水平、能力、内在潜力的选拔考试,在该课的教学方式上分层为“掌握信号基础知识及其工作原理”的常规班(约占上课人数的90%)和“深度理解信号知识并适当拓展”的研讨班(约占上课人数的10%),研讨班由经验丰富且富有创新能力的教师任教。信号课程群中48学时的选修实验课,满足了部分学生“希望通过实操体会将信号理论学以致用”的需求。这样,所构建的小型信号课程群具有了因材施教、理论+实践、分层集群灵活开放的特点,且群内各课程相对独立,为学生量身选择不同形式和内容的信号处理知识学习模块提供了路径。

从系统论角度来看,功能、要素和连接是任何系统的三要件,而我们构建的小型信号课程群就是一个非线性的复杂随机系统^[5],在这个分层集群模块结构的系统中,其功能是通过融合和规划相关课程的相关性和一体性信息,使学生在有效的时间内,以最合适的方式获得最大化理论和实践知识,以顺应“新工科”人才所需的“知识创造”素质而非仅“技能就业”能力的培养导向;而该系统的核心要素是教师和学生,学生是系统的核心和主体,教师则是施加系统激励的主导。^[5]在数字

信息化时代,实施激励的教师角色必将逐步从传统的“知识体系的提供者”迁移为“知识体系的引导者”,以使系统在新的条件下获得满足社会需求的输出;连接就是把要素和系统功能联系到一起,这里,我们首先以一条问题驱动式教学主线“如何使各种信号在数字信号处理设备中进行分析、处理、滤波及应用”将各课程的知识学习贯穿在一起,同时结合孔子的因材施教和美国学者卡罗尔·汤姆林森所提出的最大限度地发挥每个学习者潜力的“差异化教学”^[6]理念,参考布鲁姆模型及能力目标分类,构建出为达成相关教学目标而对应于模型相应层级的可行载体^[7],强调教师应充分利用小型信号课程群的分层集群特性使自己具有促进学生素质发展的教学能力,建立起信号课程群教学中以学生为主体,以教师为主导的连接关系。概括而言,小型信号课程群这个系统较好地兼顾了学生的知识衔接、发展和应用,也为培养学生的“新工科”素养和素质构建了基于规范性、包容性和实践性的课程体系框架。

此外,为使课程兼具思想性和学术性,多个有针对性的课程思政案例已开发,以便将思政教育贯穿而持久地渗透到课程教学中,如辩证法与批判性思维—傅里叶变换理论的由来、挂像英模林俊德—冲激函数特征参数的测量、陀螺精神—FIR滤波器在光纤陀螺中的应用等,润物无声地活化了专业和思政相融合的教学效果,在知识传授中弘扬家国情怀、科学态度与创新精神,培养学生多视角分析问题的能力。与此同时,我们也非常重视教材建设的助推器作用,自编的课内理论课教材《测试信号处理技术》已修订3版,融合了教学电子资源信息,是国家规划教材且被评为了北京市精品教材;所构建的小型信号课程群经过实践检验,取得了良好的教学效果和学生评价,学生反映:该课程群为他们学习、发展和应用信号处理知识提供了多种选择,问题驱动式教学主线可以帮助他们更好地理清各知识点的关联。

三、微观层面:贯彻互通互融,实施主体主导,信息技术助力高效教学

基于大学课程质量是教师教和学生学的双边活动的辩证统一,且主要取决于学生和教师就相对静态的课程内容进行动态互动和生成的结果^[4]这一事实,为实现课程质量的持续改进和不断提升,理论课“信号分析与处理”实施常规班和研讨班的分层教学。分层选拔是学情调查的结果,首先通过数据信息了解学生前期相关课程的学习情况,挑选出年级排名前30%的同学参加研讨班的课前推介和测试,在推介中对常规班和研讨班的

课时安排、授课方式及教师情况进行了详细介绍,而测试则采用分组合作回答问题的开放形式,每组一位教师记录测试时生生之间及师生之间的互动表现,结合学生的自评、互评,对参评学生的有关学习方式、学习习惯、主动探索性及领导力和创新力等分别给出过程性评价,最终每学年双向选择出占比全年级约10%左右的学生参加研讨班学习,履行拔尖培养的教学方案。为提升课程群系统的一致性,我们将问题驱动式教学主线,更广泛和深入地贯彻在课程群教学中,使之串接起不同课程的多个知识点,这样不但缓解了信号课程知识跨度大、公式多的学习难点,而且为学生构建自己的知识体系提供了抓手。通过贯彻专业与思政内容、基础知识与前沿知识、信息技术与教学手段、理论与实践教学的互通互融,让教师能够隐性和显性地在课程群教学中发挥主导驱动作用,从而真正将成长的选择权交给学生自己。

与常规班的同学相比,研讨班学生一般数学基础好、学习内驱力强且具有自身独特的思维方法,因此对该群体的教学主要以引导为主。虽然对信号学习的概念与原理、知识内容的重点与难点等基本要求与常规班别无二致,但对他们的教学重点不在于单纯的学习知识,而是通过探究问题的小组合作讨论和课堂翻转教学,强调学以致用、能力内化和素质养成等高阶目标^[7],启发他们更加深入地分析问题,了解信号处理理论体系的构成与发展,学习和讨论内容常会超越课内教学大纲的要求。“组间异质,组内同质”的分组学习模式使得研讨班小组合作学习具有鲜明的协作与竞争共存特征,竞争关系的建立不仅体现在组间,还体现在小组内部个人能力的互动表达上。在这种学习模式中,同辈带来的学习压力形成了积极的竞争氛围,提高了学生的学习积极性和效率,可引导学生产生更多的思考与表达,引领他们在学习知识时相互合作、不断迎接挑战、突破自我,通过思维训练和主动学习来培育他们对专业知识的检索、表达和应用能力及善于思考并发现问题、积极探究并解决问题的创新人才特质。

对于大多数的常规班同学,教师推进教学计划时则重点在于准确有效地揭示、阐述、分析基本知识和原理的关联性及系统性,课程教学的最大难度是需要对症下药地帮助他们,通过掌握基本理论和一些基础的习题有效建立起科学的信号知识学习思维;同时结合课程讲述的教材知识内容,通过与工程原理、思想、技术、方法及其运用的交融,梳理教学目标达成的渐进路径,通过组织2次课内翻转讨论和2次自组队课外Matlab编程作

业,进一步提高学生对专业信息的阅读、检索、表达和逻辑分析能力,促进学生学会合作,形成解决信号处理领域实际问题的能力。

教学中,常规班和研讨班的考核方式及各项成绩的权重分配是一样的,综合评定成绩为百分制,其中 30%为平时作业及讨论成绩;10%为课外编程大作业成绩,60%为期末同一试卷的闭卷考试成绩。因此终评成绩中的 40%权重是学生过程性学习中参与多元学习活动的细化评价标准,这样既可利用这些评价标准检查学生的阶段性学习与发展状态,又可从剖析背后的经验、不足与原因,切实发挥考评对教学的检查与评价、反馈与改进作用,进而调适教改的方向与呈现点。

信号课程群各门课的教学中,还使用了各种现代数字信息技术如雨课堂、微信公众号、智慧教室、自创作业 Email 自动分发程序等;教学课堂中辅以动态演示实验^[8],教学 PPT 中应用动图、视频和动画,使抽象的知识直观易懂;智慧教室的信息设备有效保证了分组圆桌式翻转讨论课的开展^[9];这些现代信息化教学手段对学生高效地理解信号知识的抽象概念起到了很好的助推作用。

秉持工程教育要永远面向工程实践,课程群开设了 48 学时“信号处理实验”选修课,每学期全年级约有 30%-50%的学生会选修-信号处理实验,选修课上的“真枪实弹”设备,即:THKSS-D 型信号与系统试验箱和 ICETEKDM6437-A4 型 DSP 教学实验箱,使选修的同学在实验操作过程中能所见即所得地感受信号处理的实际应用,加深了同学对原理和方法的理解,有利促进了有需

求的学生在完成信号理论课的自组队编程实践后,进一步提高自己信号处理开发应用能力的需求,并通过实操实验的所见所思倒逼学生去进行理论分析(如怎样合理地选择信号的抽样频率、FIR 滤波器与 IIR 滤波器的应用等实际问题),从而更有目的地学习理论,形成了理论—实践—有目的理论提高的良性循环。团队老师为进一步使学生体会学以致用,以建构主义理论为基础,以学生为主体,把学习、研究、实践有机结合,还将理论实践双培养融入了科研驱动式项目化^[10]教学,鼓励和引导本科生们以兴趣为导向,自主设计和完成了如多通道人体阻抗测量及信号处理仪、基于计算机视觉的无人机三维测量^[11]等多个科技创新性项目,在 iCAN 国际传感器创新大赛获得一等和二等奖各一项、在北航“冯如杯”竞赛中获奖 3 项。

这一“必修+选修”以及理论课中所安排的自组队课外 MATLAB 编程作业,使得小型信号课程群既有的“教做学三位一体”的教学模式不断获得柔性优化,具有了 STEP(Software, Theory, Experiment, Project)教学模式^[12]特色,即:软件工具、理论教学、实验和项目实践在工科教学中的紧密结合,可有效促进本科生在课程教学中自我构建知识体系。图 3 具象地表征了小型信号课程群的教学机理和范式:通过实施“素养+技能”与“理论+实践”二个结合激发出学生学习的内驱力是高质量课程群教学的目标,而对学生内驱力和能力的筛选进行分层教学,是高质量课程群教学设计的前提,也是因材施教实施智慧教学的保证;

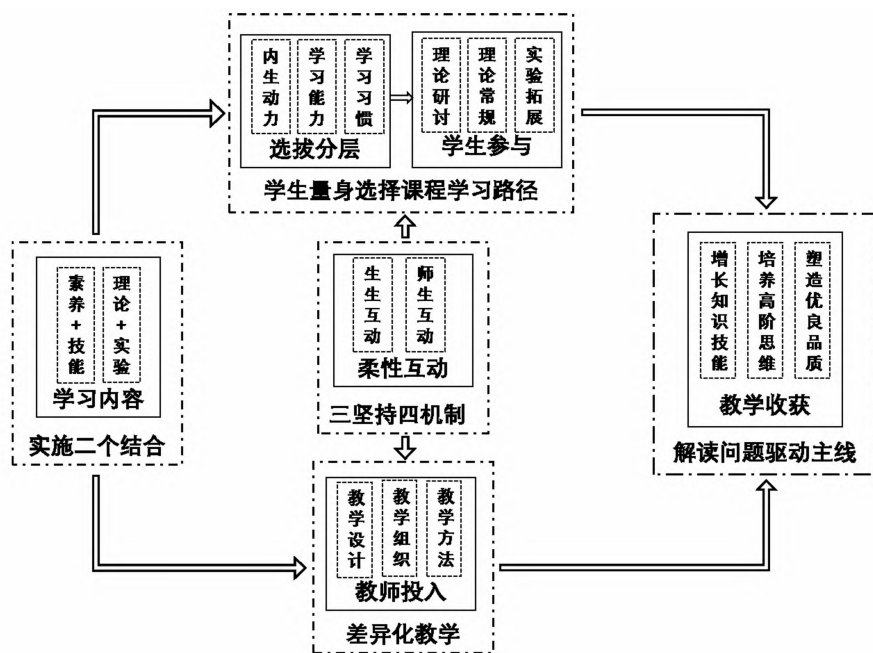


图 3 小型信号课程群的教学机理及范式

教师的教学理念和对教学的充分投入是关键,通过师生互动可调动生生互动,从而形成师生教学共同体,进而强化学生的深层次学习参与,最终催生出老师和学生高水平的教学收获。

四、结语

培养不仅要在本行业领域专精,而且要具备以跨行业、跨学科知识和能力为基础的跨界整合特色素质的卓越工程人才^[13]是高校所有工程专业的核心任务,“素养+技能”,“理论+实验”双结合的培养模式,顺应了通过重塑高校课程体系培养新工科人才的教育理念,在帮助学生发挥主观能动性、自我构建知识体系、养成前瞻交叉思维方式的探索中,北航仪器光电学院打造了一个相对成熟的仪器类信号处理分层集群课程体系,以期对相关工程专业的人才培养改革提供有益的借鉴。然而,课程体系改革是一项复杂而规模巨大的系统性工程,很难一蹴而就,如何把握教育数字化机遇,探索更好地发挥数字信息技术和融通分层集群教学的优势,制定出更科学更合理的教学考核和学生分类指标、内容及决策,在实践中采取渐进式改革路径支撑新工科建设行稳致远是一项需要任课教师深度参与的、长期而系统的工作。

参 考 文 献

[1] 教育部高等教育司.教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. [2024-02-20]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.

- [2] 赵长禄.加快培养新时代卓越工程师服务建设世界重要人才中心和创新高地[J].中国高等教育,2022(20):13-15.
- [3] 顾容,杨青青,张蜜,等.面向能力培养的课群结构优化设计[J].高等工程教育研究,2018(1):54-57+87.
- [4] 张杨,和学新.高质量发展视域下的大学课程质量:内涵、特征与实现路径[J].黑龙江高教研究,2023(4):39-44.
- [5] 熊庆旭.教学创新的基础、特点和途径[J].中国大学教学,2021(8):73-78.
- [6] 张学波,林书兵.数据驱动的差异化教学决策:症结、逻辑与机制[J].现代远程教育研究,2022(3):48-57.
- [7] 徐赢颖,施晓秋.传统专业课程新工科改造的路径、方法与实践[J].高等工程教育研究,2023(3):46-52.
- [8] 王睿,李博,周浩敏.信号处理课堂动态演示实验的研究与实现[J].实验技术与管理,2008(1):30-33.
- [9] 王睿,周昊源.面向数字信息时代的“信号分析与处理”课程智慧教学探索[J].工业和信息化教育,2023(3):31-35.
- [10] 何锋,李峭,张玉玺,等.科研驱动式“数字电路与系统”层次化实验创新[J].高等工程教育研究,2021(3):76-82.
- [11] GUO Y, WANG R, TANG X, et al. Extracurricular sci-tech research activities' effect in cultivating undergraduate innovative quality-in case of a project in "Fengru Cup" competition of Beihang University [C] // 2016 International Seminar on Education Innovation and Economic Management, January 2016. Paris: Atlantis Press, 75: 473-476.
- [12] 于靖军,郭卫东,陈殿生.面向工程教育的STEP教学模式[J].高等工程教育研究,2017(4):73-77.
- [13] 林健.新工科人才培养质量通用标准研制[J].高等工程教育研究,2020(3):5-16.

Exploration and Practice of Interacted and Energized Hierarchical Curriculum Cluster Construction

—Take the Teaching Reform of Signal Course in School of Instrument Science and Opto-electronics Engineering in Beihang University as an Example

Wang Rui, Zou Zesen, Sun Jiangtao, Li Hui

Abstract: The emerging engineering emphasizes mutual integration and innovation reform, aiming to train a group of high-quality cross-compound excellent engineering talents with innovative ability and cross-border integration ability. From macro, meso and micro perspectives, this paper expounds that under the background of emerging engineering, focusing on “one main line”, implementing “two combinations”, following the “three adherence and four mechanisms”, and putting efforts into concretization and normalization, exploring a new paradigm of hierarchical cluster teaching for instrument science signal courses with the goal of cultivating students’ core literacy and improving teaching efficiency. This paradigm deepens the flexible interactive teaching mode of “teaching, doing and learning in trinity” and creates a “first-class curriculum” system with both theoretical and practical training, which provides a reference for continuously enhancing the quality of undergraduate teaching.

Key words: small signal course group; hierarchical teaching; double training in theory and practice; e-merging engineering talents

(责任编辑 黄小青)