

四位一体协同软件无线电课程教学改革探索

谭伟杰, 陈玉玲, 牛 坤

(贵州大学 计算机科学与技术学院(贵州保密学院), 贵州 贵阳 550025)

摘要: 针对通信工程专业软件无线电课程中存在的教学内容适配性不足、理论教学与实践存在脱节等问题, 提出“科研反哺教学、学科竞赛驱动、思政元素浸润、校企协同育人”四位一体的协同教学模式。该模式引导学生参与科研项目与比赛, 增强实践能力与创新思维, 实现理论与实际的紧密结合, 培养科技报国情怀。同时, 优化课程模式, 采用多元式教学方法, 引入过程评价机制, 全面培养学生的综合能力。教学实践表明, 该模式能有效激发学生的学习兴趣, 有助于培养出新时代通信领域所需的创新型人才。

关键词: 软件无线电; 教学改革; 科技反哺教学; 学科竞赛驱动; 创新型人才

DOI: 10.11907/rjdlk.251331

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(2025)008-0207-07

Exploration of Teaching Reform in Four in One Collaborative Software Defined Radio Course

TAN Weijie, CHEN Yuling, NIU Kun

(School of Computer Science and Technology (Guizhou Institute of Secrecy), Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Aiming at the problems of insufficient adaptability of teaching content and disconnection between theoretical teaching and practice in the software radio course of communication engineering major, a four in one collaborative teaching model of "research feedback teaching, subject competition driven, ideological and political element infiltration, and school enterprise collaborative education" is proposed. This model guides students to participate in scientific research projects and competitions, enhance practical abilities and innovative thinking, achieve a close integration of theory and practice, and cultivate a sense of patriotism through science and technology. At the same time, optimize the curriculum mode, adopt diversified teaching methods, introduce process evaluation mechanisms, and comprehensively cultivate students' comprehensive abilities. Teaching practice has shown that this model can effectively stimulate students' interest in learning and help cultivate innovative talents needed in the field of communication in the new era.

Key Words: software defined radios; teaching reform; science and technology feed back teaching; subject competition drive; innovative talent

0 引言

当前, 国家大力推行创新驱动发展、科教兴国战略, 以科技创新引领新质生产力发展。随着5G、人工智能等新基建的加速布局, 以及新产业、新技术的蓬勃发展, 高校需

要加快工程教育改革创新, 培养大批创新型工程技术人才^[1]。软件无线电不仅是通信工程专业的核心课程, 更是连接理论与应用、硬件与软件的桥梁, 为学生提供了参与下一代通信技术革命的钥匙, 使其能够适应快速变化的行业需求。该课程教学内容涵盖信号处理等前沿技术, 课程概念术语多、公式推导难, 且与硬件信号处理、无线收发等

收稿日期: 2025-05-08

扫描二维码阅读全文:



基金项目: 贵州省科技创新人才团队建设项目(黔科合人才CXTD(2025)029); 教育部供需对接就业育人项目(20230109205); 嵌入式系统原理及应用省级金课(2024JKHH0034)

作者简介: 谭伟杰(1981-), 男, 博士, CCF会员, 贵州大学计算机科学与技术学院(贵州保密学院)讲师、硕士生导师, 研究方向为通信信号处理; 陈玉玲(1983-), 女, 博士, CCF会员, 贵州大学计算机科学与技术学院(贵州保密学院)教授、博士生导师, 研究方向为信息安全; 牛坤(1985-), 女, 博士, 贵州大学计算机科学与技术学院(贵州保密学院)讲师、硕士生导师, 研究方向为信息安全。

环节紧密结合^[2]。传统的课程体系难以满足新一代信息产业对人才的培养需求,其弊端已逐步凸显^[3]。有必要通过教学方法改革使学生在掌握技术原理的同时锤炼工程思维与创新能力,这对于培养兼具工匠精神与报国情怀的复合型人才意义重大^[4]。

1 软件无线电课程教学现状

1.1 课程概况

软件无线电是电子信息、通信工程专业的核心课程,以现代通信原理、信号与系统、数字信号处理等课程为先修基础,后续可涉及通信系统综合创新设计、通信系统嵌入式开发等课程,在专业课程体系中起到重要的关联作用^[5-6]。该课程主要内容分为理论、技术和应用三大体系,具体如图1所示。通过该课程的学习,学生能够建立系统完整的软件无线电体系框架,深入理解现代通信技术原理与应用,并强化自身工程实践能力^[7]。

1.2 课程教学痛点与研究现状

软件无线电作为通信类专业的主干课程,其重要性日益凸显。该课程旨在使学生理解软件无线电系统的构成及其基本原理,掌握通过软件与硬件相结合的方式进行信号处理和无线通信的能力。目前关于该课程改革的研究有很多,例如吴亚辉等^[1]提出将创客教育理念融入到课程教学中,以提高学生的创新思维能力。向新等^[2]提出使用 App Designer 辅助教学,增强学生理论联系实际的能力。邵鸿翔等^[4]提出将思政内容融入到课程教学中,将育人的价值内涵与与专科课程的教学内涵相结合。邸金红^[6]提

出通过优化理论课程和实验内容来提高学生的学习积极性和创新意识。然而,目前软件无线电课程教学仍面临诸多挑战。

1.2.1 教学内容适配性不足、难度大,学生积极性低

软件无线电课程涉及知识面很广,许多知识点抽象难懂^[8]。高校课程设置缺乏系统化思路,课程之间衔接性弱,教学内容包含许多复杂的数学知识和抽象的理论模型,涉及的算法也多停留在理论层面,缺乏直观的物理意义解释^[9]。有限的课时难以平衡理论深度与实践广度,教学被迫侧重于数学推导,工程应用与实践课时被压缩,致使理论难以应用于实践,学生创新能力培养不足。过度的抽象理论灌输易引发学生畏难情绪,削弱其学习兴趣与主动性。

1.2.2 理论与实践脱节

在传统教学模式下,软件无线电课程通常采用“理论灌输+机械实验”的固化范式,教师采用以讲授为主的“满堂灌”教学方法,以板书或PPT的形式开展数学推导加验证性实验的单一教学模式,存在理论与实际脱节、学生学习难度大、积极性低的问题^[10]。固化的实验流程还会导致学生形成标准答案思维,工程思维与创新能力不足,难以解决实际工程问题。

1.2.3 技术迭代快、教学内容滞后

通信行业技术迭代快,企业需求已转向 AI 驱动的通信优化。然而,现有课程仍以传统经典算法和理论为主,很少涉及实践的新工具与新技术。与迅猛发展的通信技术相比,软件无线电课程部分教学内容略显陈旧,理论与实际应用结合不够紧密,造成学生所学与企业需求脱节,

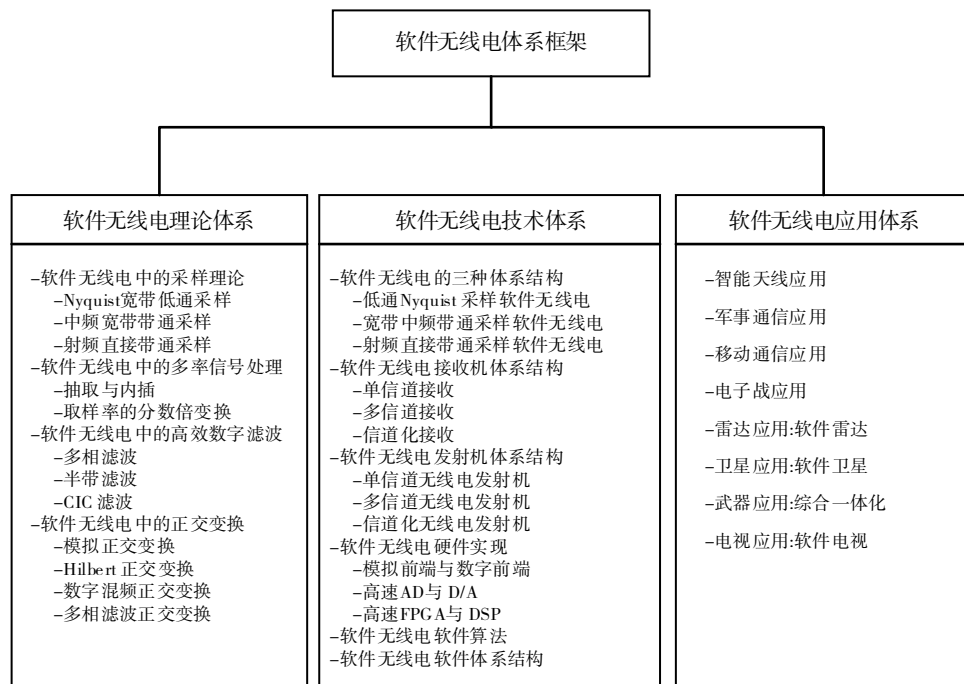


Fig. 1 Content system of software defined radios course

图1 软件无线电课程内容体系

使其在实习、就业时难以快速适应岗位,无法有效运用理论知识,阻碍个人职业发展^[11]。

1.2.4 课程思政元素不足

课程思政是当今中国高校三全育人工作的行动指针和课改热点^[12]。软件无线电课程教学大纲侧重于专业理论与实践技能,课程思政规划不足。授课教师与学生均聚焦于专业知识学习,导致双方思政意识薄弱,知识传授与价值引领难以融合。当前课程思政存在形式化、标签式插入问题,缺乏与专业深度融合的案例,学生参与度低,“重教书、轻育人”现象突出。

1.2.5 班级规模过大,教学互动受限,考核方式单一

在传统教学模式中,软件无线电课程通常以大班授课(70人以上)为主,导致教育资源分配不合理。该课程通常为40学时,其中理论课为32学时,课程时间较短,课上师生互动不足,个性化教学,如“大班授课+小班研讨”难以实施。此外,以期末闭卷考试为主的考核方式使学生能力评价停留在知识记忆层面,未能体现工程教育强调的能力导向原则。更关键的是,实践环节在评价体系中占比偏低,折射出课程设计中工程实践能力培养的忽视。这种重理论、轻实践的评价导向不仅制约了学生创新能力的培养,更与行业对工程人才的核心需求相脱节。

针对当前软件无线电课程存在的教学痛点,亟需构建一套系统性改革方案。为此,本文从以下几个方面开展该课程的改革探索:一是以赛促学,借助相关赛事增强学生对软件无线电技术的认知;二是科研反哺教学,将科研成果转化为教学资源,依托大学生研究训练(Student Research Training)等项目培养学生的创新思维与实践能力;

三是将“思政之盐”溶入“育人之汤”,强化学生的科技报国信念与工匠精神。

以上方案将从课程体系重构、教学模式创新、评价机制优化3个维度入手,通过重构课程内容、竞赛项目驱动、考试+学习通平台学习等具体路径,着力破解理论与实践脱节、技术迭代滞后、思政融入不足等核心问题,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一,全面提升学生的工程实践能力和创新素养。

2 教学改革措施

基于软件无线电课程的特点和人才培养需求,针对当前教学中存在的痛点,以新工科理念为指导,通过重构课程内容体系和完善多元化教学机制系统推进教学内容与方法的改革创新,构建“科研反哺教学、学科竞赛驱动、思政元素浸润、校企协同育人”四位一体的协同教学模式,实现“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体的教学目标。教学改革架构如图2所示。

2.1 优化课程模块

为全面提升软件无线电课程的教学质量,从设计线重构、性能线重构、生态线重构3个方面对课程内容进行优化。具体框架如图3所示。

在设计线重构中,重点讲解软件无线电的系统架构、信号采样重构原理以及调制解调技术,同时新增6G通信技术专题,帮助学生理解前沿发展方向。在性能线重构中,设置从GNU Radio软件仿真实现信号解调的基础实验到基于USRP硬件设备完成OFDM信号传输的综合项目的

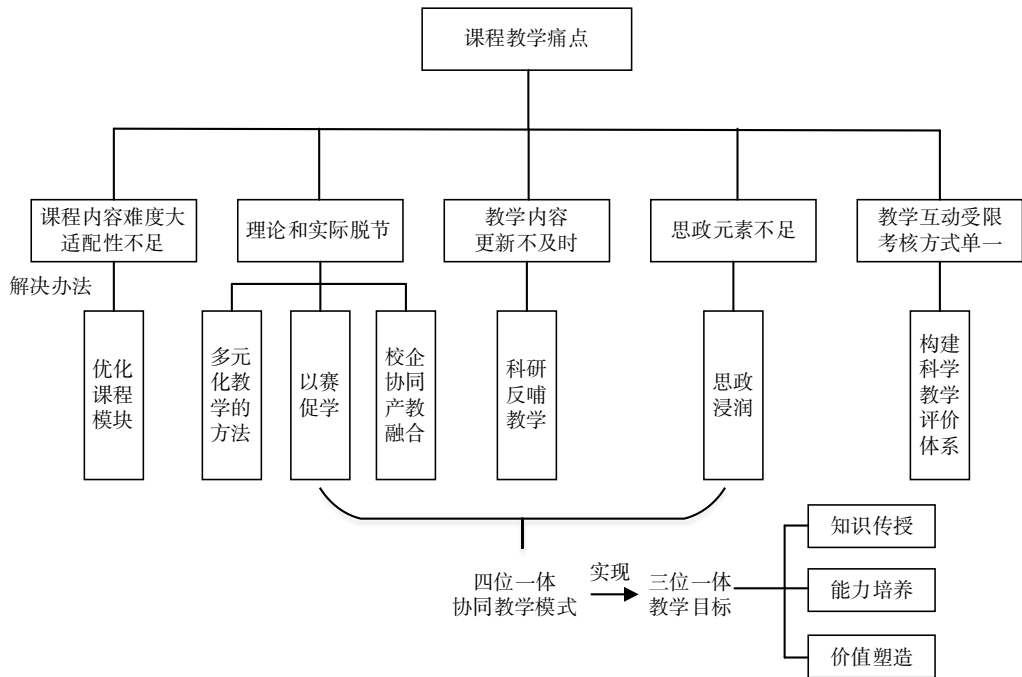


Fig. 2 Teaching reform architecture of software defined radios course
图2 软件无线电课程教学改革架构

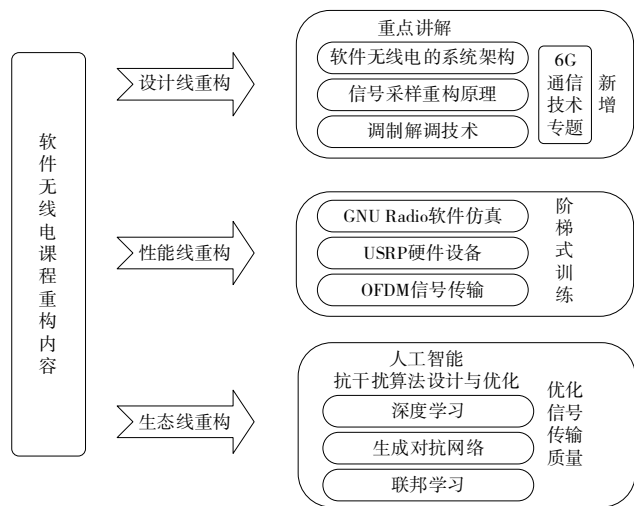


Fig. 3 A three-line reconstruction framework for course content

图3 课程内容的三线重构框架

阶梯式训练,逐步提升学生的动手能力和解决复杂问题的能力。在生态线重构中,进阶至人工智能抗干扰算法设计与优化的创新课题,避免了传统实验方式仅关注单一知识点,导致学生“只见树木,不见森林”的缺点,有助于提高学生的创新与工程实践能力^[13]。

2.2 以赛促学

学科竞赛能使学生了解当前比较热门的前沿技术,促进理论与实践、基础与应用相结合^[14]。以学科竞赛为牵引构建赛训融合、能力进阶范式,将电子设计竞赛硬件开发能力培养融入课程设计,引导学生将竞赛题转化为项目,以提升工程实践能力。借鉴“互联网+”大赛模式将项目成果转化为创业计划书以培养学生的商业思维。突破传统教学模式,通过大赛实训平台来模块化展现重要知识点,采用行动导向教学法,倡导边学边练,培养学生的可持续发展能力。以赛促学的架构如图4所示。

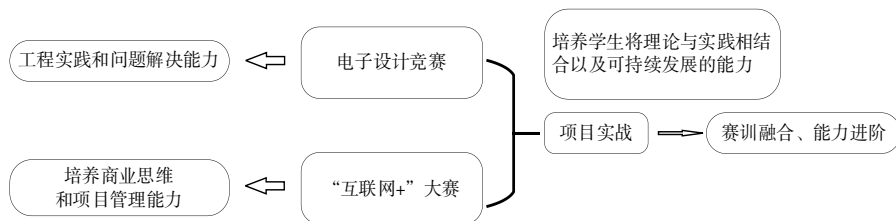


Fig. 4 Framework of competition for learning

图4 以赛促学架构

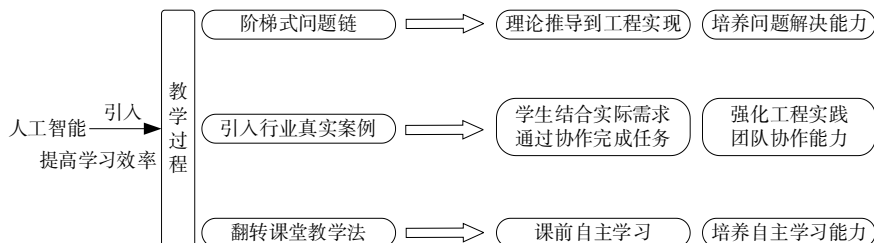


Fig. 5 Diversified teaching structure

图5 多元化教学架构

2.3 多元化教学方法

在软件无线电课程的教学改革中,教师应融合多元化教学方法来提升学习效果。如图5所示,通过设计阶梯式问题链,引导学生从理论推导过渡到工程实现,培养其解决问题的能力。引入真实行业场景,采用案例分析教学法,要求学生结合实际工程 and 项目需求,通过小组协作完成项目,强化其工程实践与团队协作能力。利用模块化视频资源实施翻转课堂教学法,使学生课前自主学习,课堂上聚焦于疑难问题研讨与项目原型开发,课后对开源项目报告展开拓展性分析。此外,将人工智能、大模型融入教学全过程,建立基于人工智能的教学体系,发挥大模型在学习过程中的作用,高效筛选出领域内的重要知识点,并通过跟踪知识获取、问题构建、研究轨迹构建帮助学生建立起问题探索的知识图谱,利用大模型进行社会调研、知识查询、科学计算、语言修正等,以提高学习效率。

2.4 科研反哺教学,以项目驱动能力提升

科研反哺教学是提高教学质量的重要途径^[15]。将项目实践融入软件无线电课程教学中,实施“本科生参与科研实践训练计划”,使在校学生有更多机会参与科研项目。构建分层递进的研创项目体系,包括SRT项目、大学生创新训练计划项目和国家级科研项目子课题,具体框架如图6所示。在SRT项目中,将课程实验转化为科研训练课题,要求学生自主设计实验进行仿真分析,并撰写技术报告。在大学生创新训练计划项目中,设计行业痛点导向课题,使学生结合硬件平台与软件无线电理论,完成系统全流程开发,形成可演示的原型系统。在国家级科研项目子课题中,对接教师纵向科研项目,指导学生参与信道建模、算法开发等核心环节,鼓励其将项目成果撰写成论文、专利或技术报告,并参与学术会议,培养其学术研究和创新意识。项目驱动式教学不仅有助于增强学生的实践能力和创新

思维,而且可培养其团队协作和综合应用能力。

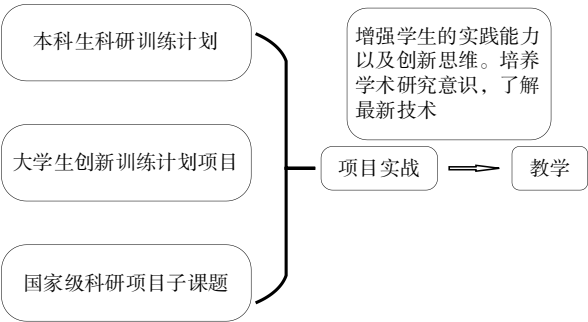


Fig. 6 Framework of research feeding back teaching and learning
图6 科研反哺教学框架

2.5 思政浸润,打造工匠精神

在“三全育人”和“新工科”建设的双重背景下,工科专业的课程思政已成为当前高校教学改革的重要举措^[16]。因此,需要从多角度向软件无线电课程教学中融入思政元素,实现知识与价值的融合。该课程思政设计框架如图7所示。

思政教学将贯穿课程设计、实验、考核全过程。具体来说,在课程理论讲解中融入“北斗抗干扰”等案例,强化学生的科技报国信念。引导学生知行合一地完成调制实验,培养其工匠精神与工程思维。结合AI抗干扰技术辩证分析技术发展,培养学生在科技创新中坚守向善价值观的技术伦理判断力。通过知识点讲解引导学生关注国家通信设施,激发其将个人专业成长融入网络强国建设的使

命担当。此外,课程教学中还设置了“乡村振兴频谱优化”等项目,邀请大国工匠进行讲座,实现全方位育人,培养学生的家国情怀与职业素养。

2.6 校企协同,构建产教融合育人模式

通过深化校企协同,构建“产教融合、能力进阶”的创新育人模式。根据企业岗位人才需求标准,从理论知识、实战技能、项目实践多方面制定完备详细的考核评价细则^[17]。与华为共建鲲鹏&昇腾产教融合育人基地以及华为ICT学院,将企业真实项目转化为课程案例,由企业导师参与评审指导。设计企业实景教学,组织参观通信基站生产线,强化学生的工程规范意识。通过“教育部产学研合作协同育人”项目构建产教融合育人模式。

2.7 构建科学的教学评价体系

构建科学的评价体系对于软件无线电课程教学至关重要。评价体系应能全面、客观地反映学生的学习成果和能力发展,同时促进教学质量的持续提升。评价方式需要从单一的知识点考核转向综合能力评估,并注重学生创新思维、团队协作等软技能的发展。具体来说,整个教学评价环节应形成闭环管理,引入全过程评价机制。其中,过程评价占总成绩的60%,期末成绩占40%。过程评价进一步细分为实践环节的实验成绩,占总成绩的30%,以及覆盖全过程的平时成绩,占总成绩的30%。具体比例如图8所示。智慧课堂教学往往依赖于信息技术工具的辅助,如学习通、雨课堂等在线教学平台,以提供高效、客观、科学的评价数据^[18]。

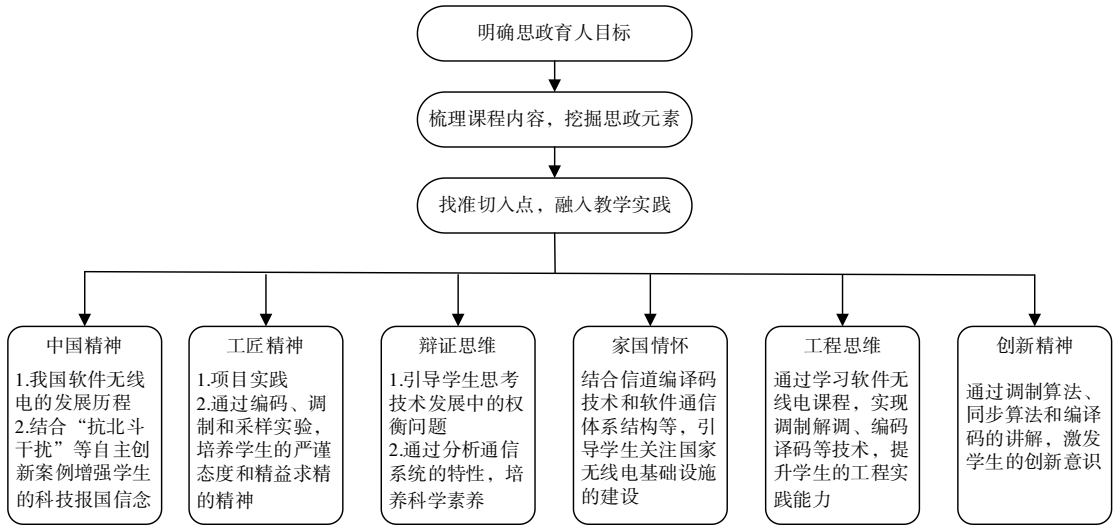


Fig. 7 Ideological and political design framework of software defined radios course
图7 软件无线电课程思政设计框架

3 教学改革成效

目前,教学团队已将四位一体协同的教学改革方案运用到软件无线电课程中,其在课堂讨论参与度、实验案例完成度以及学习成绩方面的提升效果均得到验证。具体

如表1所示。大部分学生通过小组合作的形式完成了课程实践,例如载波同步与时钟恢复实验等,对其实际操作能力有很大提升。此外,教学改革还激发了学生将课程内容延伸至课外的热情。部分学生利用现有实验室资源参与“大唐杯”全国大学生新一代信息通信技术大赛、大学生实践创新项目设计与实验验证、SRT项目、大学生创新创

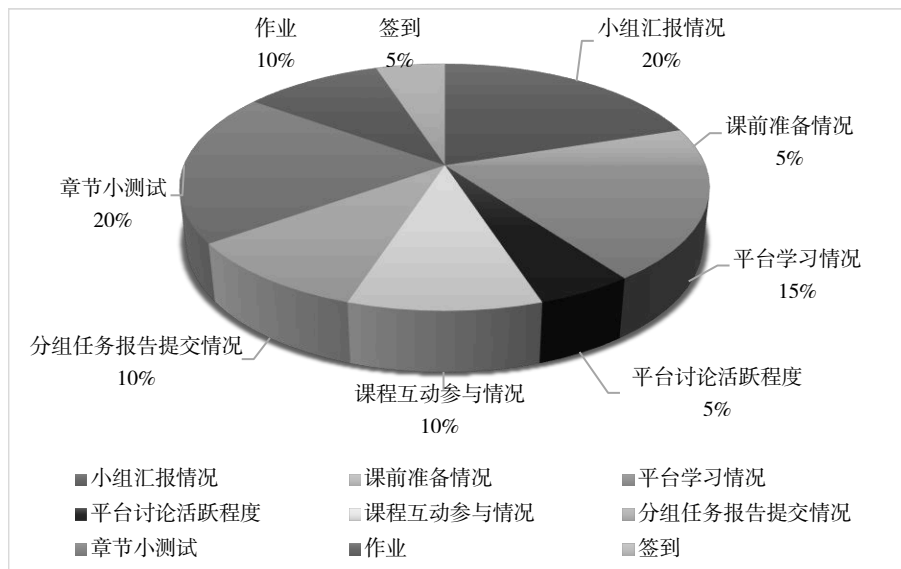


Fig. 8 Composition of process evaluation scores on the SuperStarLearn platform

图 8 学习通平台过程评价成绩组成

业训练计划项目、“华为 ICT”大赛等,提高了利用所学理论知识解决实际问题的能力。学生获得国家级一等奖两项,申请软件无线电方向的省级大学生创新创业训练计划项目 3 项,优秀学生比例明显提升。

Table 1 Comparison of teaching effectiveness before and after reform
表 1 改革前后教学效果比较

类型	课堂讨论 参与度/%	学生提问 率/%	课堂互动 率/%	实验完成 率/%	期末考试 优秀率/%	竞赛获 奖数
常规教学班	5	10	8	80	15	3
改进教学班	75	70	85	95	21	10

4 结语

在新工科背景下,软件无线电课程通过系统性改革确立了“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体的育人目标。通过优化课程内容模块、融入 6G 等前沿技术,以“软件—硬件—实现”阶梯式实验设计解决了传统教学理论与实践脱节、技术迭代滞后等问题。以“科研反哺教学、学科竞赛驱动、思政元素浸润、校企协同育人”四位一体模式为核心,融合项目实践、竞赛实训与思政教育,培养了学生的工程实践能力、创新思维与科技报国情怀。通过多元化教学方法与科学评价体系,课程实现了从“知识灌输”到“能力培养”再到“价值塑造”的递进式目标,为通信领域输送了兼具技术硬实力与责任软实力的高素质人才。未来将进一步深化产教融合、拓展国际合作,为国家通信技术自主创新与产业升级提供强有力的人才保障。

参考文献:

[1] WU Y H, ZHANG Y Q, XING Z G. Integrating maker education concepts into engineering training to enhance students' innovation and entrepreneurship abilities [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38 (12): 152-155.

吴亚辉,张英琦,行志刚. 创客教育理念融入工程训练提升学生创新创业能力[J]. 实验室研究与探索,2019,38(12):152-155.

[2] XIANG X, LIU Y F, LIANG Y, et al. Exploration and practice of App Designer-assisted teaching method: a case study of software-defined radio course[J]. China Modern Educational Equipment, 2024(19): 148-151.

向新,刘宇峰,梁源,等. App Designer辅助教学方法探索与实践——以软件无线电课程为例[J]. 中国现代教育装备 2024(19):148-151.

[3] CAO C P, LIU X Y. Software talent cultivation-oriented integrated undergraduate-postgraduate curriculum reform [J]. Software Guide, 2023, 22 (5): 219-224.

曹春萍,刘新宇. 以软件人才培养为导向的本硕一体化课程改革[J]. 软件导刊,2023,22(5):219-224.

[4] SHAO H X, LYU Z G. Practice and exploration of ideological and political education in "principles of communications" course teaching [J]. Journal of Luoyang Institute of Science and Technology (Natural Science Edition), 2021, 31(2): 93-96.

邵鸿翔,吕治国.《通信原理》课程教学中思政教育的实践与探索[J]. 洛阳理工学院学报(自然科学版),2021,31(2):93-96.

[5] JIN H, ZHANG H T. Application and development of software defined radio technology in military communications [J]. China Defense Industry Conversion & Civil, 2025(2): 24-25.

金虹,张昊天. 软件无线电技术在军事通信的应用与发展[J]. 中国军转民,2025(2):24-25.

[6] DI J H. Teaching reform practice of "principles of communications" course under the background of provincial first-class undergraduate major construction [J]. Internet of Things Technologies, 2021, 11 (8) : 121-122, 125.

邸金红. 省级一流本科专业建设背景下通信原理教学改革实践[J]. 物联网技术,2021,11(8):121-122,125.

[7] LI B. Systematic concept design for "software-defined radio technology" course [J]. Education of Industry and Information Technology, 2024(10): 55-59.

李波. “软件无线电技术”课程系统观理念设计[J]. 工业和信息化教育,2024(10):55-59.

[8] ZHOU X, WANG C Y, WANG X L, et al. Guided teaching innovation and practice of "wireless communication" course under classroom teaching re-

- form background[J]. Journal of Higher Education, 2023, 9(36):79-82.
- 周晓,王成优,王小利,等. 课堂教学改革背景下无线通信课程引导式教学创新与实践[J]. 高教学刊,2023,9(36):79-82.
- [9] LIU H W, LI B, GUI H, et al. Exploration and practice of curriculum reform for "cloud computing platform and technology" course[J]. Software Guide, 2023, 22(6):20-24.
- 刘浩文,李兵,桂浩,等. 云计算平台与技术课程改革探索与实践[J]. 软件导刊,2023,22(6):20-24.
- [10] ZHAO L, CAO W, WU J. Simulation teaching research for "principles of communications" course oriented to 5G[J]. Education of Industry and Information Technology, 2023(1): 65-68.
- 赵亮,曹文,吴静. 面向5G的“通信原理”课程仿真教学研究[J]. 工业和信息化教育,2023(1):65-68.
- [11] WU L L, LI B F, FAN C X, et al. Exploration and practice of ideological and political education in "principles of communications" course[J]. Journal of Higher Education, 2024, 10(22):192-196.
- 吴莉莉,李宝方,樊彩霞,等. 通信原理课程思政教学探索与实践[J]. 高教学刊,2024,10(22):192-196.
- [12] SHAO H X, LYU Z G. Practice and exploration of ideological and political education in "principles of communications" course teaching[J]. Journal of Luoyang Institute of Science and Technology (Natural Science Edition), 2021, 31(2):93-96.
- 邵鸿翔,吕治国.《通信原理》课程教学中思政教育的实践与探索[J]. 洛阳理工学院学报(自然科学版),2021,31(2):93-96.
- [13] LU M, HE X Y, LIU D. "Reform of principles of communications" experimental course based on software-defined radio[J]. Journal of Electrical & Electronic Education, 2022, 44(3): 169-172.
- 卢敏,何雪云,刘冬. 基于软件无线电的通信原理实验课程改革[J]. 电气电子教学学报,2022,44(3):169-172.
- [14] GAO H, MU G H, YUAN X X, et al. Teaching reform research centered on competitions under disciplinary contests[J]. Modern Business Trade Industry, 2022, 43(14): 175-176.
- 高红,牟高辉,袁小茜,等. 学科竞赛下以竞赛中心进行教学改革研究[J]. 现代商贸工业,2022,43(14):175-176.
- [15] SUN L M, LI Z Z, HAN X F, et al. Exploration of research-feedback teaching reform model based on "mechanical foundation" course[J]. China Modern Educational Equipment, 2023(3): 129-130, 139.
- 孙立明,李志尊,韩校粉,等. 基于机械基础课程的科研反哺教学改革模式探讨[J]. 中国现代教育装备,2023(3):129-130, 139.
- [16] SUN J J, DU B. Research on the construction of ideological and political system in "principles of communications" course from the perspective of general system theory[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing (Social Sciences Edition), 2020, 36(4): 112-118.
- 孙佳佳,杜冰. 一般系统论视域下通信原理课程思政体系的建构研究[J]. 北京科技大学学报(社会科学版),2020,36(4):112-118.
- [17] FENG L, FENG B, DUAN X Q, et al. Research and practice of teaching reform for "cybersecurity technology" course based on school-enterprise integration[J]. Software Guide, 2023, 22(11): 212-218.
- 冯玲,冯斌,段西强,等. 基于校企融合的网络安全技术课程教学改革研究与实践[J]. 软件导刊,2023,22(11):212-218.
- [18] SUN Y X, SONG R J, ZHANG Y J, et al. Smart classroom teaching based on the educational philosophy of "Investigation of things-extension of knowledge-virtue cultivation": a case study of "phase diagram of single-component system" [J/OL]. Journal of Hainan Normal University (Natural Science Edition), 2025-03-21. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1075.N.20250320.1318.002.html>.
- 孙玉希,宋若静,张运菊,等. 基于“格物—致知—明德”教育理念的智慧课堂教学——以“单组分体系相图”为例[J/OL]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2025-03-21. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1075.N.20250320.1318.002.html>.

(责任编辑:尹晨茹)