

面向前沿技术的信息论与编码课程混合式教学改革研究

詹文 朱威龙 吴不为 卓颖

中山大学, 广东 深圳 518000

[摘要]针对信息论与编码课程传统教学过程中存在的理论知识繁杂抽象、课堂形式单一刻板、课堂内容陈旧等问题,文章在深入剖析学生学习困境诱因的基础上,从教学内容、思政元素、教学模式、考核模式四个方面,探讨了信息论与编码课程的教学改革方案,提出将课程内容与前沿技术热点相结合、与国家发展热点相结合,借助信息化线上平台,构建“三段两维”式PBL混合式教学模式和“N+2”考核模式,以期为信息论与编码课程混合式教学改革提供新思路。

[关键词]信息论与编码;前沿技术;混合式教学;PBL;“N+2”考核

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-3437(2023)23-0042-06

随着数字孪生、天地一体化通信和AI大语言模型等新技术的快速发展,人类社会正以惊人的速度迈向全新的信息时代。在海量数据信息的浸润下,“新基建”“智慧城市”“数字中国”等国家重要发展举措如雨后春笋般涌现,引领着中国在以新技术、新业态、新产业为基础特征的数字产业化、产业数字化的道路上飞速发展。

信息论作为现代信息科学与技术的重要基础理论,不仅在数据通信、电子计算机、自动控制等重要工程领域具有根本性地位,而且对生物学、经济学等传统学科产生了深远的影响。它所涉及的香农信息论、信源编码和信道编码等方法论及相关理论,在信息的接收、存储、传输和应用的完整分析处理过程中发挥着重要作用,掌握信息论相关知识对从事信息科技领域的人才来说是必不可少的。

各大高校已广泛开设信息论以及相关课程。然而,部分高校的信息论课堂长期以传统的线下理论教学为主,教学内容和教学方式都略显陈旧,与我国社会生产发展需求不符。高等教育的数字化

改革和人才培养观念的革新已受到广泛关注,教育部早在2019年发布的《教育部关于深化本科教育改革全面提高人才培养质量的意见》中,就重点强调了高等院校必须以经济社会发展需求和人才培养目标为基础,全面提高课程建设质量,积极发展“互联网+教育”,探索智能教育新形态,推动课堂教学改革^[1]。2023年,教育部等部门联合印发的《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》进一步指出,对现有工科专业全要素改造升级,将相关学科专业发展前沿成果、最新要求融入人才培养方案和教学过程^[2]。

信息论与编码课程作为电子信息类专业本科生的必修课,其改革工作也应积极响应国家号召,紧跟时代步伐,结合新工科的发展理念,培养适应新时代中国社会发展要求、满足新工科蓬勃发展需求、具备独立思考能力和自主学习能力的多维度、多层次、复合型信息技术人才。因此,本文针对信息论与编码课程教学现状展开探讨,从教学内容、思政元素、教学模式、考核模式四个方面提出改革

[收稿时间]2023-07-18

[基金项目]广东省教育厅+面向前沿技术的《信息论与编码》混合式教学改革研究(高等教育教学改革项目)(粤教高函[2023]4号-368号)。

[作者简介]詹文(1990—),男,四川人,博士,助理教授,硕士研究生导师,研究方向为无线通信技术。

思路。

一、教学现状

信息论与编码课程是一门基于概率论与数理统计、随机过程、高等数学和线性代数等前序课程知识而开设的课程,主要讲解信息产生、处理、传输和存储等基本概念,以及通信系统有效性和可靠性设计方法,该课程通常是大三年级的电子信息类专业本科生的专业必修课^[3-5]。学习该课程可以让大学生深入了解现代通信系统架构,掌握信息论的相关知识、概念和原理方法,有助于培养学生在信息领域从事科学研究、解决工程实际问题的能力。

尽管信息论与编码课程在工科核心课程体系中占据重要地位,但在长期的教学实践中,学生反映存在课程难度大、难以理解和应用等典型问题,主要原因有以下几方面。

(一)前序课程范围广,学生需要具备多维的数学知识

信息论与编程课程内容高度抽象,涉及一些复杂、抽象的数学概念。在教学过程中,如果教师只注重讲述理论知识和概念,而缺乏实际应用的解释和演示,学生可能会感到枯燥乏味,难以理解实际工程意义,容易产生厌学心理,降低课堂的活跃度。

(二)教学内容陈旧,与前沿技术脱节

信息论与编码课程已经有了多本国家级一流教材和相关课程资源,这些教材和课程资源提供了规范化的内容体系。然而,随着信息技术的快速发展,理论知识的经典性与工程应用的前沿性并未得到有效的融合。学生在学习过程中常常不清楚课程的工程意义,容易将其误解为纯数学的学科,导致学生难以把握课程学习的正确方向。

(三)思政元素缺失

传统的课堂教学内容缺乏思政元素,教师在教学过程中过于注重知识传递,忽视了课程的人文精神和历史意义,与社会主义核心价值观的联系较少,不利于提升学生的综合能力,也未能响应《全面推进“大思政课”建设的工作方案》^[6]要求。

(四)教学模式陈旧,课堂数字化发展缓慢

当前,信息论与编码课程主要还是采取传统的讲授方式。对于本应是主体的学生来说,这种传统教学方式,在较大程度上弱化了学生的自主性和主

动性。近年来,由于疫情的影响,各高校开始采取线上教学,使用了腾讯会议、雨课堂等平台进行授课。然而,这些平台仅仅被当作一种远距离通信手段,课程的教学模式没有发生本质改变。

(五)考核方式单一,无法全面体现学生的学习效果

部分高校的信息论与编码课程仍采用传统的闭卷考试模式,仅凭期末考试成绩来衡量学生学习效果,难以全面体现学生的课堂参与度、学习态度和学习效果,容易导致学生过分注重应试技巧。即便学生在考试中获得高分,也不意味着他们真正理解和掌握了课程内容。

总体而言,当前部分高校的信息论与编码课程存在内容高度抽象、与前沿技术脱节、思政元素缺失、数字化发展缓慢和考核方式单一等问题,无法满足新工科建设对高质量人才培养的需求。

二、课程的教学改革

针对以上五个方面的问题,课程组根据课堂中的实践教学情况、效果和学生反馈,提出了信息论与编码课程改革方案。

(一)教学内容革新,紧扣前沿技术

信息论与编码课程的内容具有高度的系统性和理论性,前后内容环环相扣、逻辑严谨。现有的教学内容体系一般是从现代通信系统整体架构开始讲解,然后采用分而治之的思想,将教学内容模块化(例如分成信源模块、信道模块、信宿模块)。在模块内和模块间,通过数学推导和逻辑推理来讲解信息论的概念。这样的内容体系虽然体现了严谨性和逻辑性,但过于琐碎、冗长的理论探讨以及枯燥的授课形式,容易导致学生的学习动力不足。

实际上,信息论作为一门工科专业的基础学科,其包含的每一个公式和每一条定理都有对应的实际、前沿工程应用案例,例如5G系统和医学图像配准等,许多学生在日常生活学习很可能已经广泛接触了这些案例。从学生熟悉的案例、未来可能从事的前沿领域出发,在“学以致用,用以促学,学用相长,知行合一”的理念下丰富信息论与编码课程的内容,将是该课程改革的重要方向之一。既要实现理论知识的传递,又要紧贴前沿技术热点,本文认为课程内容改革需要从以下两方面着手。

一方面,课堂上应减少公式推导讲解的比重,强化学生对概念的理解。由于信息论中的数学定义以及公式结论往往伴随着复杂的证明过程,若所有数学公式的推导证明都在课堂上进行详细讲解,教学课时将严重不足。因此,适当减少公式推导讲解的比重,根据公式的重要程度可以将推导过程分为必须讲解、略讲或不讲。例如,在讲解最大熵定理时,可以精讲细讲,给出完整的推导证明;而对于信息论失真函数公式的推导,则可以略讲,只介绍推导过程中的几个关键点,通过布置作业的方式引导学生自学;对于更复杂的公式推导证明,可以在在线教学平台提供相关文献,鼓励学生自行了解。

另一方面,将前沿技术热点作为课程内容的切入点,并作为学生课后线上活动的扩展点。具体来说,教师需要将教材中抽象的数字符号与实际工程应用案例相结合。在课程开始时,可以选取学生熟悉的工程应用案例,让学生感受到课程知识点的重要性和趣味性。在课程结束后,通过线上平台,以话题讨论的方式,引导学生探索课程知识点的具体应用细节和前沿应用案例。这样既可以强化学生对知识的理解,也可以培养学生探索未知、从事研究的能力。教师在前沿技术热点的选择上,要全面贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康。

本文提供了部分教学知识点所对应的思政内容前沿技术热点作为参考(见表1)。

表1 教学内容—思政内容—前沿技术热点关联参考表

教学内容	思政内容	前沿技术热点关联
信息论的形成和应用、通信系统模型	以香农为案例,阐述重视实践、追求卓越、专注深入的科学精神	香农对信息的定义缺乏对语义的考虑,由此衍生探讨当前热门的“语义通信”
信源的分类及数学模型	讲述马尔可夫“传薪火于数学内外,留得身后百年声名”的人生故事,鼓励学生学习人文学科,关心社会发展	马尔可夫链在强化学习中的应用
离散信源熵和互信息	以奥运赛场上,中国运动员获奖概率为例,激发学生的民族自豪感	基于互信息的医学图像配准技术

表1(续)

教学内容	思政内容	前沿技术热点关联
熵的性质、离散序列信源熵	薛定谔观点——生命以负熵为生,人活着的意义,就是不断对抗熵增的过程	马尔可夫信源对5G会话管理模块建模的启发意义
信息率失真函数的性质和计算	用中国航天“天宫课堂”直播视频清晰度自动调整为案例,展示中国航天风采	信息率失真函数在视频数据压缩领域的应用
编码的概念、无失真信源编码	由变长编码的思想引导学生生活中合理分配时间,学会对重要的事情投入精力,实现个人的快速成长	变长编码在JPEG图像处理中的应用
限失真编码定理、典型信源编码方法	不同编码方法适合不同的信源场景,引导学生要善于思考,因地制宜,采用适宜的方法解决生活中的问题	深度学习在信源编码中的应用
信道编码的基本概念和定理	冗余在通信数据传输中的重要性,培养学生的辩证思维	5G系统中的冗余信息传输对信道估计的重要性

(二)思政元素融入课堂动脉

信息论与编码课程不能仅传递信息论相关知识,也应该强化落实立德树人的根本任务,实现“教书”与“育人”双重目标。信息论与编码课程缺乏思政元素,其根本原因在于课程内容抽象且数学理论较多,缺乏与实际应用的联系^[7]。要实现信息论与编码课程的思政元素融入,就需要梳理教学内容,深挖课程中涉及的历史、时事、以信息论为基础的科技成就及生活启示等方面的内容,将具体人物或事件中蕴含的人文精神和科学精神与社会主义核心价值观相融合,以案例形式或话题形式呈现。

例如,讲解熵的相关知识时,教师可以引用薛定谔的著名观点——生命以负熵为生,人活着的意义,就是不断对抗熵增的过程,这既有助于生动鲜活地阐述“熵”这一抽象概念的含义,也有助于进一步引发学生关于生命意义的思考,鼓励他们在面对危机和问题时能够自律、自强。在讲解信源编码和信道编码这两部分内容时,教师可以将这两个概念进行比较,从而引导学生思考。信源编码通过去除冗余来实现数据压缩,要求把握事情发展的主要矛盾,以此鼓励学生在学习、工作和生活中减负减压,将精力集中在主要矛盾。信道编码则通过增加冗余来提高系统的检错和容错能力,以此鼓励学生在

科研过程中保持检查的习惯。

此外,教师还可以在课堂上举例介绍 AVS 压缩标准、5G 系统中的 Polar 码、北斗导航系统中的多进制 LDPC 码等由我国自主研发的多项前沿技术。这些技术真正展现了我国在信息化环境中的强大实力,使我们能够在全球科学领域中拥有更多话语权。学生可以从中深刻认识到中国在电子信息技术上所取得的巨大进步,从而增强学生的民族自豪感和自信心。在讲述维特比译码算法时,可以用“高通税”这一案例说明通信前沿技术对社会和经济生活的重要影响,进一步强调科技自立和创新的重要性。

(三)基于线上平台的 PBL 混合式教学模式探索

问题导向型学习法(Problem-Based Learning, PBL)^[8]于 1969 年被提出,它强调学习与问题情境强关联,要求学生的学习围绕复杂的问题展开,并贯穿以学生为中心、教师为引导、学生自主学习的教学理念,注重培养学生自主解决复杂问题的能力和高水平思维。信息论与编码课程使用 PBL 教学法具有以下优势:第一,信息论领域的诸多重要理论都是围绕通信系统的关键问题展开的,因此非常适合利用 PBL 教学法阐述相应理论和知识点;第二,“问题导向”既是教学方法,也是重要的工程思维。通过在课堂上实施 PBL 教学法,有利于学生提升个人终身学习能力。

传统 PBL 课堂采用学生分组查找资料、教师线下课堂讲解、习题练习和提问答疑等方式开展教学^[9-12]。学生在学习过程中与教师、同学之间缺乏交流,容易闭门造车,对知识点的理解程度参差不齐;教师对学生学习情况的了解仅限于作业成绩,

或对每个小组内进行汇报的个别学生有所了解,难以做到因材施教以及把握每个学生对知识重点、难点的掌握程度。在雨课堂和课堂派等数字化教学平台被广泛应用于教学的背景下,如何有效运用线上平台,打破传统 PBL 教学的局限性^[13-15],尤其是面向信息论与编码课程,构建新型的混合式教学模式,是一项具有重要意义的探索性议题。

针对传统 PBL 教学过程中存在的痛点和难点,本文提出了“三段两维”式 PBL 混合式教学模式(见图 1),即课前、课中和课后三个阶段以及线上和线下两个维度。

课前阶段:教师可以在课堂派在线学习平台上上传课程预习资料,供学生自主预习使用,使其能熟悉教学内容并发现问题,在预习资料过程中学生可以将自己的困惑发布在互动话题的留言区。在线下的课堂教学前,教师通过课堂派后台数据了解学生的整体预习情况,并根据学生反馈的问题更新教学课件和适当调整讲解重点。同时,教师可以利用课前的时间与学生直接沟通预习情况。

课中阶段:教师根据课前阶段收集到的反馈内容,精讲课程的重点、难点,保证学生掌握信息论与编码课程的基础理论知识,并通过课程思政、案例分析引导学生,将前沿技术知识融入教学中,培养学生的创新思维。同时,教师可以在课程间隙或知识点总结之后,通过课堂派在线平台发布随堂测试题,通过主观题答案或选择题正确率了解学生对知识点的整体掌握程度。对学生而言,在课中阶段遇到的问题,他们可以主动通过在线平台与教师进行交流,向教师提问,教师的及时解答,不仅提高了课堂效率,而且加深了学生对知识点的理解。

课后阶段:教师布置思考题,指导学生开展学

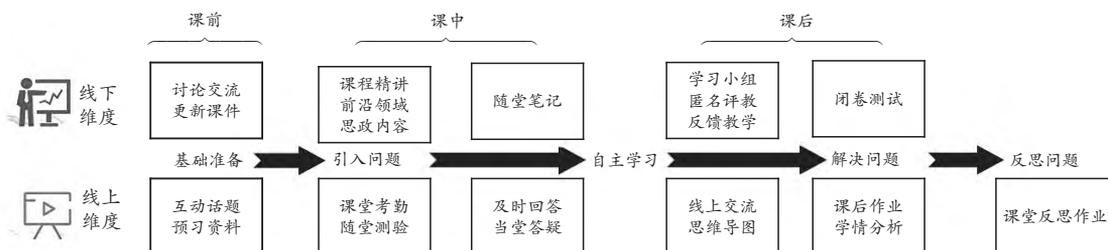


图1 “三段两维”PBL 混合式教学模式

习,夯实基础,思考题需要注重题目的高阶性和前沿性,激发学生自主探索与思考。教师可以鼓励学生自行组建学习小组,通过小组作业或成果汇报的形式开展学习,学生之间可以相互交流讨论思考题的内容。同时,教师通过在线平台发布课程的思维导图,以便学生自查知识体系,并随时与学生保持沟通,答疑解惑,帮助学生消化吸收课程内容,增加师生互动。此外,课程还可以结合企业微信和腾讯会议等信息化教学手段,缩短教师与学生之间的距离,实现更紧密的互动交流。线上学习资料的共享和实际案例的分析,将有助于学生加深对知识的理解。在课后阶段,教师可以组织匿名评教活动,鼓励学生畅所欲言,针对课堂教学的内容和形式提供相关建议或反馈,推动信息论与编码课堂教学逐步完善。

“工欲善其事,必先利其器”,利用功能日渐丰富的在线平台作为沟通的桥梁,PBL混合式教学模式不仅能够有效地解决传统教学中学生参与度不高的问题,而且能够解决传统PBL模式下学生与教师沟通不够及时、了解不够深入的问题。PBL混合式教学模式既能提高学生的学习热情,实现“以问促学、以问导学”,又能让教师准确且及时地掌握课堂教学动态,避免学生对课程知识“走马观花、浅尝辄止”,保证课程知识的完整性和系统性。然而,对于在线学习平台上众多的功能,教师需要仔细甄别、按需取用,既要避免给学生徒增负重,也要避免在线平台沦为考勤签到的工具。只有这样才能充分发挥在线学习平台在信息交互、学情统计、资源共享等方面的重要作用。

(四)“N+2”考核模式

在教学改革探索中,课程组结合形成性评价和总结性评价,构建了“N+2”考核模式,“N+2”考核评

价表如表2所示,其中“N”是多维度形成性评价,包括课堂考勤、线上互动、随堂测验和课后作业;“2”是总结性评价,即课程期中考试(针对上半学期教学内容)和期末考试(针对下半学期教学内容)。

构建“N+2”考核模式的原因在于,仅以期末考试成绩为主的传统考核忽略了对学生学习过程和课堂参与度的评估,不利于提高学生主动思考问题的积极性。而传统PBL教学模式中,由于缺少在线学习平台,考核仅限于小组作业或成果汇报,考核成绩往往以等级制划分,缺乏对不同学生学习情况的具体评价,不利于培养学生自主思考和学习相关知识的独立性和探索性。因此,这两种考核模式都不适合开展基于在线平台的PBL混合式教学。

基于信息化教学手段的“N+2”考核模式,能够将每一名学生的最终考核成绩与其平时学习过程中的课堂参与度、独立性和积极性、问题解决能力等紧密联系起来。教师可以在自主学习的全链条流程内逐一细化考核分数,鼓励学生主动参与到每一个问题的“产生—思考—解决—反思”流程中。总而言之,丰富多样的形成性评价环节,以及每个环节中明确、透明的百分制评分标准,考核方式实现了个性化、多元化、全面性及公平性,有效解决了传统考核模式中“一考定分数”的弊端和传统PBL教学模式中“一碗水端平”的模糊打分问题。

三、结语

在新工科建设的时代背景下,以信息论与编码课程为代表的工科课程,应积极践行“学生中心,产出导向,持续改进”的教育理念,以学生为课堂主体,充分激发学生的积极性和主观能动性,培养具备“高水平科技自立自强”的高素质人才。

当前,部分高校的信息论与编码课程存在内容高度抽象、与前沿技术脱节、思政元素缺失、数字化

表2 “N+2”考核评价表

评价形式	考核项目	考核要素	成绩类别	评分标准	成绩占比	
形成性评价	“N”	线下参与度考核	平时成绩	考勤	按百分制,旷课扣10分/次,三次以上设0分	10%
		线上话题互动与课堂测验		按百分制,每次参与线上话题互动或者课堂测验得5分	10%	
		作业		共5次作业,每次作业成绩占比4%,每次作业按百分制评卷	20%	
总结性评价	“2”	理论考核	期中考试	期中成绩	卷面分数	30%
		期末考试	期末成绩	卷面分数	30%	

发展缓慢和考核方式单一等问题,本文提出了一种适用于信息论与编码课程的PBL混合式教学模式,通过在线学习平台的丰富功能和便捷特性,打破传统课堂的时间和空间的局限性。通过引入前沿技术和思政元素,实现了理论联系实际和“知识+育人”的协同目标;通过构建“N+2”考核模式,量化学生在课堂内、外的参与度和积极性,并对学习效果进行了精准评价。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国教育部.教育部关于深化本科教育改革全面提高人才培养质量的意见[EB/OL].(2019-10-12)[2023-07-01]. http://www.moe.gov.cn/src-site/A08/s7056/201910/t20191011_402759.html.
- [2] 教育部,国家发展改革委,工业和信息化部,等.教育部等五部门关于印发《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案的通过》[EB/OL].(2023-03-29)[2023-07-01]. http://www.moe.gov.cn/src-site/A08/s7056/202304/t20230404_1054230.html.
- [3] 曹雪虹,张宗橙.信息论与编码[M].3版.北京:清华大学出版社,2016.
- [4] 傅祖芸.信息论:基础理论与应用[M].5版.北京:电子工业出版社,2022.
- [5] 姜楠,王健.信息论与编码理论[M].2版.北京:清华大学出版社,2021.
- [6] 教育部,中共中央宣传部,中共中央网络安全和信息化委员会办公室,等.教育部等十部门关于印发《全面推进“大思政课”建设的工作方案》的通知[EB/OL].(2022-08-18)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/24/content_570662-3.htm.
- [7] 黄英,雷菁,刘严,等.工科研究生课程思政改革实践探索研究:以“信息论与编码”课程为例[J].工业和信息化教育,2022(9):53-56.
- [8] HOWARD S, BARROWS. A taxonomy of problem-based learning methods [J]. Medical education, 1986,20(6):481-486.
- [9] 闫妍,赵红,张洪瑶.基于PBL的高校管理类课程教学模式研究[J].高教学刊,2023,9(14):109-112.
- [10] 刘清华,王箐,崔星慧,等.基于“微信+腾讯会议”的线上PBL教学平台构建与应用探索:以“临床思维与综合能力训练”课程为例[J].中国医学教育技术,2023,37(2):229-233.
- [11] SPRUNG C, 陈颖,方贵银.浅析基于问题的学习在高等教育中的实施[J].应用型高等教育研究,2021,6(1):70-75.
- [12] 陈佳丽,范体贵,吕立君,等.基于设计思维的PBL教学模式构建[J].赤峰学院学报(自然科学版),2021,37(4):98-102.
- [13] 杨雷,马安香,张晓红,等.新工科建设的背景下基于PBL的《数据结构》课程教学模式研究[J].高教学刊,2021(8):105-108.
- [14] 李金龙,高晓蓉,彭朝勇,等.新工科背景下专业课教学模式改革与实践:将PBL、TBL及BOPPPS相结合[J].教育教学论坛,2023(4):94-97.
- [15] 王莉,张燕.基于PBL的《5G移动通信》课程教学探索[J].通信与信息技术,2021(5):82.

[责任编辑:苏祎颖]