

工科专业基础课“以学生为中心”的课堂教学探索

范崇祯，黄晓涛
(国防科技大学 电子科学学院，湖南 长沙 410073)

摘要：开展“以学生为中心”的个性化教学是提高人才培养质量的重要途径。课堂是教学的主阵地，本文基于笔者承担的“阵列信号处理”课程教学实践体会，分析了理工课程课堂上开展“以学生为中心”教学的必要性与困难，并从教学内容、教学设计、教学手段等方面给出了具体建议。实际授课加强了对学生的关注，提高对学生的接纳度，不断反思教学效果与教学手段。通过“阵列信号处理”课程教学得到的体会对其他工科理论课程的教学工作也有借鉴意义。

关键词：研究生；“以学生为中心”；课堂教学

中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1672-8874 (2017) 04-0113-06

An Exploration of “Student Centered” Class Teaching for Postgraduate Engineering Professional Base Course in Universities

FAN Chong-yi, HUANG Xiao-tao

(College of Electronic Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: “Student-centered” individualized teaching is an important way to improve the quality of talents training. Classroom is the main position of teaching. Based on the “Array Signal Processing” teaching experience, this paper analyses the necessities and difficulties to carry out “student-centered” classroom teaching for the science and engineering courses and give specific recommendations from the teaching content, teaching design, teaching methods and other aspects. The actual teaching strengthens the attention to the students, enhances the students’ acceptance, and constantly reflects on the effect and means of teaching. The experience gained from teaching array signal processing course has a referential significance to the teaching work of other engineering theory courses.

Key words: postgraduates; student- centered; class teaching

一、引言

随着新一轮科技革命和产业变革的挑战，理工科院校面临着加快工程教育改革创新，培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才的历史使命^[1-2]。课堂教育是理工科院校学生系统学习专业知识、建立专业思维最常用、最主要的方式。

专业基础课需要针对不同层次的学生传授常用的专业思维，帮助学生构建自己的知识体系，为今后从事科学研究或实践应用奠定基础。如何充分利用课堂时间，满足不同学生的学习需求，激发学生自身的学习兴趣，提高教学质量在当前的理工科院校教学环节中值得深入探讨。

笔者基于所教授的研究生“阵列信号处理”课程的经验，深入分析了在课堂上引入“以学生

为中心”存在的必要性与困难,并就如何上好此类课程给出了若干建议,希望本文的讨论能够为从事这方面教学工作的教师提供借鉴。

二、课堂上开展“以学生为中心”的必要性与困难

“以学生为中心”的教学理念起源于建构主义理论^[3-5],自20世纪中期产生以来,已逐渐成为当前教育界的主流教育理念。建构主义理论强调:知识不是独自形成的,而是在与外部环境的交互过程中形成的;学习者的知识需要依赖自己建构;学习者是学习的主体等认知理论观点。落实到教学策略上主要体现以提高学生的实践能力、创新能力和学习能力为主;强调实践导向,按专业能力构建教学内容;强调双向沟通;教学过程的起点置于学生的学习需要上,教学过程中将学生对课堂学习的参与度及师生互动点的多少作为考查学生是否真正投入到学习活动中去的核心指标;考核体系注重评估学生分析问题和解决问题的能力。教学效果主要集中体现在学生理论联系实际的能力、动手能力和创新能力上。然而当前教育资源相对紧缺,严格推广“以学生为中心”的教学模式,对几十人的课堂教学存在很多困难。如何将“以学生为中心”的教学理念深入人心,在现有教学基础上设计“以学生为中心”的课堂教学模式并运用于教学实践中,真正实现“学生成为主动构建知识的学习主体,掌握自我学习能力”是当前有必要深入研究的重要课题。

阵列信号处理是信息与通信工程学科研究生的专业基础课。这门课应用数字信号处理、统计信号处理等基础课,连接着雷达、通信、声呐、自动控制等多个领域的实践应用。课程在课堂教学方面落实“以学生为中心”面临以下几个问题:

首先,修课学生基础参差不齐,跨度较大。课程设立之初面向的是博士研究生,随着学生需求的拓展,课程逐渐进入了混班制。修课的学生包括博士研究生、硕士研究生、地方委培生、专业硕士生等各个层次的研究生,其中硕士研究生中又包括本校直升、地方本科毕业生、跨专业本科毕业生、部队生等。学生的理论基础、自学能力、学习期望等方面都相距甚大。如何调整课程内容充分利用课堂45分钟时

间满足不同层次学生的个性化需求,引导学生投身专业课程的学习与实践成为课堂教学内容改革的重点。

其次,修课学生的学习目标不同。由于培养目标、研究方向不同,修课学生的学习目标不同。有的研究生希望了解掌握课程基本研究方法,有的研究生则是希望能够加深理解,有助于后续课题研究的展开。不同的学习目标,使得学生对课程学习的课后投入不同。考虑到修课学生的公差勤务、社团活动以及慕课、微课等新教育手段的学习,学生在传统课堂课后进一步消化课程内容开展自主学习的时间是相对减少的。如何充分利用课堂时间,增强课程的吸引力,设计不同层次学生的学习目标、计划其投入的课后学习时间,保证不同层次学生掌握课程内容构建相应的知识体系,完成人才培养方案预定的目标亦是课程教学改革需要深入思考的问题。

再次,学生的自我状态调节不同。研究生阶段,学生独立思考、实践研究的比重大大增加,但是从“灌输”、“引导”为主的学习到自己发现问题、自己寻找问题的学习状态转变过程对每个人而言是不同的。有的学生习惯采取被动姿态,长于聆听教师讲授完成短期的学习任务,依赖性较强;有的学生对自身目标不够明确,对自己要通过课程学习达到的锻炼不清晰,无法落实“以学生为中心”的学习。课堂学习需要激发学生对内心自我的探索,帮助学生设立自己的目标,提高学生承受挫折、享受失败的能力。教师如何引导学生加强课堂交流,投入课程学习,是提高教学效果的关键。

三、工科专业基础课程教学探讨

“以学生为中心”的教学思想的核心认为整个教学过程以学生为主体,教师是学习的组织者和指导者;通过教师的引导,充分发挥和调动学生的学习积极性和主动性;通过设计学习环境,利用各种教学资源,采用合作、讨论、情境的方式完成对知识的学习。对此,我们利用几年时间逐步完成了阵列信号处理课程的课堂教学改革,包括如下几个方面:

(一) 梳理知识点明确教学内容的“中心”

按照“以学生为中心”的教学模式,结合目前学生课题、就业的实际需要,针对不同层次的

学生设立教学目标, 在教学内容上进行调整, 明确教学内容的“中心”。实际教学中, 通过建立基本知识点、小知识点以及衍生知识点帮助学生构建课程的整体框架, 选择自己最感兴趣的研究方向, 建立自己的学习目标。

课程要求学生树立空域信号处理的完整概念, 掌握阵列信号处理的基本方法, 建立基本知识框架。在基本框架上, 设立小知识点, 拓展课程内容, 建立课程的深度知识框架。对此, 课堂教学的主体讲授内容为 36 课时, 包括空域滤波、自适应阵列信号处理、空间谱估计、阵列信号发展新趋势四大部分。其中前三部分建立课程的基础框架, 讲授时重点引导学生通过比较数字信号与空域信号建立阵列信号处理的关键概念, 例如空域信号、空域滤波、波束形成、空间谱估计等。通过回顾数字信号处理、线性代数、统计信号等基础课程, 引导学生体会如何利用现有的知识发展自己的知识树。该部分知识点填补不同层次学生前期学习的不足, 明确了课程基础部分的教学中心。其次, 课程利用基础框架将重要的概念、重要的算法作为课程学习必须完成的教学目标, 包括波束形成基本原理、最优波束形成及其算法、基于特征向量的多重信号分类 (MUSIC)、旋转不变子空间算法 (ESPRIT)、空间平滑及其改进等。在大框架基础上, 再衍生小知识点, 拓展学生思路。例如讲完常规 MUSIC 算法后, 通过实例引出 MUSIC 方法的局限性, 鼓励学生思考相对应的解决方法, 从而理解求根 MUSIC、加权 MUSIC、一维噪声子空间等 MUSIC 算法的变形。该部分知识点是课程的主题部分。该部分教学内容中心的明确, 为不同层次的学生, 在基本框架的基础上思考、了解、掌握衍生小知识点, 设立自己的学习目标提供帮助。再次, 阵列信号发展趋势部分重点讨论了稳健方法、空时自适应处理、多输入多输出 (MIMO) 雷达阵列等研究进展及应用, 通过基础框架的延拓建立衍生知识点, 重点介绍相关方向的研究思路、研究方法, 为学生提供课题研究的思路。讲授时重点引导学生利用已建立的专业内容进行扩展, 引出相对较新、较难的研究内容。例如讲授稳健方法时, 鼓励学生利用信号高阶特征拓展常规 MUSIC、ESPRIT 方法; 讲授空时自适应处理时鼓励学生将以掌握的一维 MTI 滤波器或者一维空域滤波器拓展到二维。这部分为学生明确课程深化部分的教

学内容中心, 提供阵列信号相关的课题研究方向。总体而言, 通过课堂教学知识点的梳理明确了教学内容的中心。不同层次的学生, 可以在基础知识框架的基础上, 建立自己的知识树, 选择自己的学习目标, 逐步建立、巩固专业的思维方式。

(二) 丰富课堂科研案例建立能力的“中心”

“以学生为中心”的教学, 需要以学生最终获得的能力为评价。笔者认为, 教师利用课堂可以有效培养学生的思考及实践能力, 包括总结归纳能力、公式理解及推导能力、编程能力、文献搜索及阅读能力等。每个学生对这些能力的需求不同, 需要根据自己的情况建立能力的“中心”, 这种培养在课堂上可通过丰富的科研案例实现。

课堂针对每堂课的教学内容及知识点设计了实际案例与问题, 将复杂的工程问题化简为学生可以处理的小问题, 每个小问题至少涉及一种能力的培养。例如讲授自适应波束形成, 首先巩固数字信号处理的基本概念, 回顾数字信号处理中维纳滤波的公式推导, 注重学生的公式理解及推导能力。其次, 介绍阵列信号中波束形成的实际案例, 基于阵列基本概念, 引导学生将问题从实际的工作模式、信号、天线等抽象出来, 建立合理的假设, 将复杂的实际问题转变成自己可以解决的问题, 注重学生的总结归纳等能力。然后, 鼓励学生利用已有的维纳滤波提出解决方案, 开展空域波束形成下的公式推导、编程、讨论等实践, 注重公式理解及编程能力。这一过程可根据不同的优化准则、不同的优化方案进行重复与比较, 加深学生对自适应波束形成器的理解, 注重学生思维深度的培养。最后, 邀请学生深入实际案例, 通过文献阅读及总结深化自己的理解, 思考可能存在的问题与未来的解决方案。在这一过程中, 自适应波束形成的讲授被拆分成了数字信号处理中的维纳滤波问题、空域波束形成的案例假设、阵列自适应波束形成准则选取与求解、案例总结及深化等若干小问题, 涉及了课程教授内容中自适应波束形成的基本假设建立、求解方法、方法流程、应用范围等多个相对独立的教学知识点。学生通过这些问题学习知识点, 了解自己的不足, 建立自己的“中心”, 加大学习的自主性和灵活性。教师则在课堂交流过程

中更容易了解学生的不足,从而在后续的课堂中开展有针对性的能力训练,设计相关的问题加强学生薄弱环节的培养。譬如,有的学生在前期的学习中暴露出对相关编程语言运用的不熟练,难以将理解的公式、产生的想法化成编程语言进行验证,那么在后续的课堂中,就要求学生实时提交拟写的编程代码,检验学生的掌握程度。

(三) 尊重学生个体发现个人的“中心”

每一个体不同优势智能领域的充分发展才能使个体的特殊才能得到充分展示,个性得以充分展现,才能保证个体在社会需求多元和职业转换频繁的背景下,实现个人的充分发展^[6-7]。以“学生为中心”的教育应该以尊重学生个性差异,发现学生的优势潜能为出发点,精心呵护和努力挖掘学生的巨大潜力。在这个意义上,“学生的中心”不仅仅是课堂学习的目标、专业学习的能力,也包括学生个人的发展,自身优势的提升,我们称为个人的“中心”。

传统工科教育中多只重视语言表达、逻辑数理推导等能力培养,难以发现能力不足的学生的优势,促进学生潜能的发展。针对这一问题,我们尊重学生的选择,营造宽厚包容的课堂气氛。譬如,有的学生对课上提的问题不感兴趣,采取消极态度不思考,针对这一问题通常会在课下与个别学生深入探讨其碰到的困惑。经过沟通,发现有的学生是担心自己的基础太弱,在课堂上回答暴露自己的短处让自己难堪,对这类学生则以鼓励为主,鼓励他们允许自己犯错,注重体会学习的困境,引导学生用开放的身心去学习。有的学生则可能是处在人生的转折期,在生活等其他方面遇到了问题无法安心学习,对这类学生则在课堂上讲讲研究者或研究过程的逸闻,启迪学生如何面对困境和压力。有的学生习惯听,不擅长思考,对这类学生则利用课堂上下的时间多问问题,鼓励其探索自身特点,改变过去的学习模式、学习习惯。教师多反思自己的课堂讲授内容、课堂用语,给学生多一点时间犹豫、迷茫,对有困难的学生加强关注,提高对学生的接纳度,以长期培养人才的态度对待授课。总体而言,个人的“中心”是学生提高内在学习动力的关键一环,教师对每个学生的关注就像一缕阳光能够帮助学生内在学习的种子生根发芽。

(四) 应用多种教学手段推进学生的自主学习

“以学生为中心”的教学要为学生提供“即学即看即练即掌握”的机会,培养学生自主学习自我感悟的能力,达到专业课程的要求。为此,课堂教学应用了多种教学手段推进“以学生为中心”的自主学习。

通过知识点梳理、科研案例的引入,教师可以掌握大部分学生暴露出来的问题,但暴露的问题无法做到个体化、精细化。针对这一问题,设计随堂问题或是小调查,实时了解每个学生的问题。例如,我们针对课堂建立了微信群,在群里发放 ABCD 的图片,提出课堂问题后就请学生拿着手机选择相应选项的图片进行回答。这种方式让课堂上的每个学生通过独立思考参与课堂教学,帮助教师对学生情况有迅速、直观的了解。这种方式让学生的思考不易受他人的影响,也克服了部分学生习惯的课堂“沉默”,能够让学生保持课堂的注意力,避免课堂手机的“低头族”。由于课程对数学推导、编程应用的能力要求较高,基础相对薄弱的学生实施起来困难,学生对如何进一步思考、如何扩展应用感到困惑。针对这一问题,课堂教学加强了师生互动、生生互动。课堂上首先采用了学生自行推导和小组互相讨论的教学手段,确保学生在短暂的课堂时间能够集中注意力深入思考。例如,针对步骤相对复杂的算法,关键表达式请一名学生上黑板推导,其余学生自行推导,借助网络将学生手写的内容进行直接投影。如果示例的同学遇到问题,就由其他同学进行完善或者开展讨论,甚至是留下参考书目等待下堂课进行探讨。引导学生分组讨论也是一个有效的教学手段,针对算法小组中的每个人完成其中的某一步骤,然后小组间交换成员继续深入讨论。教师的讲义和课件上网供学生课后参阅,并为学生提供各种教学资源 and 参考资料,建立网上师生互动平台加强师生课后交流。为了推进“以学生为中心”,课堂还注重情景化,让学生身临其境的进行学习。其中,案例设计是学生实践课堂理论的一个重要教学手段。课程根据讲授内容以雷达、麦克风阵等应用为背景设计了多个项目案例,每一期学生围绕一个项目案例开展阵列信号处理的实践。例如本学年度以空警 2000 的相控阵雷达为背景,设计相控阵雷达在不同工作模式下的波束

形成、空间目标检测,讨论雷达系统检测运动目标的可行性等。这种案例实践将课堂上的空域滤波、自适应波束形成、空间谱估计等技术进行综合,引导学生站在系统总工、技术人员、作战指挥等角色上,将相对基础的知识点进行内化。同时配备部分实测数据供有需求深入学习的学生进行验证,进一步提高动手实践、认识的能力。身临其境的学习还体现在课程考核上。课堂注重学生的过程化考核,包括平时课上设置的随堂问题,课程学习期间以项目案例为主的项目案例设计考核,课程结束后的小组汇报的团队考核。这些丰富的考核手段力在以学生为中心,培养学生的专业能力。总体而言,通过应用多种教学手段,我们的课堂促进了学生针对自身需求开展独立思考,同时增进了不同层次、不同来源的学生间交流。

四、“以学生为中心”教学改革建议

当前信息化的社会给予学生海量信息和丰富的选择,学校课堂教育的优势是通过面对面的授人以渔,教会学生如何选择课题开展研究,如何面对困境和压力,建立独立的心智人格,从而加强学生学习过程中的自我体验。在课堂上营造学生敢于质疑老师、权威,敢于向固有理论挑战的软环境,进而培养学生的思辨能力,使学生成为具有批判精神的精英设计人才。

经过四年的教学改革与实践,“阵列信号处理”课程逐渐落实了“以学生为中心”的课堂教学模式。本研究最近对课程教学效果进行了调查,调查涉及博士研究生8人,硕士研究生29人。其中博士研究生中有2人为部队在职,硕士生中本校直升军人11人,地方生10人,部队在职生3人,地方委培生5人,有4人是跨学科背景。调查结果显示:95.1%的学生满意课程体验,72.4%的学生认可课堂内容,感到课堂上培养的能力对未来的课题研究、工程实践有所帮助;17.3%的学生觉得课堂交流效率低,不如老师上课讲授,41.4%的学生感到课堂交流对自己的学习帮助较大,41.3%的学生觉得课堂交流和老师的讲授同等重要;95.8%的学生认同课程较好的锻炼了编程能力;93.1%的学生认同课程巩固了基础知识;87.2%的学生认为课程中公式讲解非常清晰;也有1%的学生认为课堂效率低,不如自己看书学习。学生为课程提供

了不少建议,例如针对基础参差不齐的情况,提供可自行学习的微课知识点弥补部分学生基础太差的情况;讲授多一些对公式推导的理解,包括怎样想到,如何调整公式推导方向等关键内容;增加案例细节,提供更多生动案例等。笔者感到要进一步推进“以学生为中心”的工科专业课课堂教学,需要注意以下几个问题:

第一,教师要努力提高科研实践、教学讲课能力,通过给予学生身临其境的感受帮助学生建立“中心”。我们认为,“以学生为中心”的中心需要学生根据自己的情况建立学习知识点的“中心”、专业能力的“中心”以及个人发展的“中心”。但大部分学生从应试教育而来,对这一转变认识不足,需要教师实时的总结与分析。教师提高自身教学、科研能力能够通过合理教学知识点、设计适合不同层次学生的科研案例,吸引学生深入思考,投入到自身的学习中,摸索自身的“中心”。这种课堂的体验特别要注重身临其境。譬如,讲授波束形成优化问题时恰逢南韩“萨德”雷达的威胁,课堂就以萨德雷达的基本参数为例,鼓励学生应用已学的波束形成算法,从敌我双方思考现有算法的应用问题,结合文献阅读讨论解决方案,总结研究思路以及研究方向。学生在这一案例的讨论中锻炼了编程、逻辑、文献搜索、归纳总结、沟通交流等多种能力,巩固了教学知识点,对专业的研究工作获得了多种感官体验。不少学生通过这一课堂问题慢慢了解了自身的问题,逐步建立了自己的“中心”。教师丰富的科研案例和深厚的科研实践经验有利于与学生获得共鸣,从而可以帮助学生围绕关键问题展开讨论,及时为学生总结自身问题提供建议,使得学生逐渐认识自己的“中心”,明确自己要学些什么,怎么学。

第二,要加强对学生的关注,鼓励学生体会研究进展中的困难及面临困难时自己的心境,引导其发掘自身特点,实施自己的“中心”。“以学生为中心”的学习要打破“灌输”、“引导”为主的学习,从根本上是要培养学生独立学习的能力。这个转变最大的难点就在于引导学生享受“失败”,从一次次的错误中寻找到的答案,鼓励学生从追求短期目标成就感转变为追求长期目标带来的成就感。譬如,课程中算法代码实现的过程一开始部分学生不会基本的编程语言,教师就通过讲解基本运算、常用函数以及配合参考例程

带领学生实现编程入门,并对这部分学生加强关注,引导学生克服基础不足的困难;课程开展后,在实现某些具体算法时,学生可能无法写下完整的语句,教师需要尊重学生的错误,引导学生互相讨论进行改错,鼓励学生挖掘自身错误产生的根源,体会“失败”;课程深入后,学生可能对算法的局限会产生疑惑,教师就要选择关键问题,鼓励学生结合文献等资料提出并实现新的方法,引导学生克服对未知的恐惧。由于不同层次的学生困难点不同,出现的时间也不同。有的学生可能到期末还存在基本的编程语言不熟练的问题,与其他学生差距很大。这种时候特别需要在课后和学生深入交流,了解学生的困难,提供必要的额外帮助,帮助学生建立自信。总之,教师需要充分关注每一个学生,尊重每一个学生的问题,呵护学生的自尊心。

第三,要在宽松氛围下给予学生思考时间的同时,把握课程内容进度,提高交流效率。“以学生为中心”的课堂交流非常多,教师引导的交流首先要保证学生充分的思考时间,不要急于给出答案,要等着学生来回答。其次,教师抛出问题时,需要关注大部分学生的思考程度。譬如,课程讲授的数字自适应滤波部分,该部分内容实为数字信号处理的部分,属于已学内容。在课程刚开始教改时对这部分内容建立了较多的教学点,希望能引导学生从理论上深入思考“学习曲线”、“步长”等概念。但是课堂实践发现能跟上教师节奏的不多。通过课后调查发现大部分学生在前期课程中并未深入学习,印象不深刻。针对这一问题,调整了教学内容,去除了从理论上深入讨论算法性能的部分,改为通过编程实践来验证结论,巩固学生的前期学习。减少教学点降低知识点难度后,师生间的讨论增加了,反而促进了学生对课程内容的理解,提高了交流效率。再次,课堂需要留心有困难的学生,在课后给予充

分帮助。例如对编程有困难的同学,会重点与其开展邮件交流,鼓励其反复修改自己的程序,跟上大部分同学的进度。总之,教师要在课堂上实现“以学生为中心”需要在课堂前后花费较多的时间关注学生、了解学生,获得自身教学成效的评估,及时调整教学内容、教学手段。

五、结束语

为适应工程教育建设与发展的需要,课堂教学改革势在必行。本文针对阵列信号处理课程教学在“以学生为中心”的改革问题,对相应教学内容、教学设计和教学手段建设进行了一些有益的实践,为工科课堂教学提供了参考。后期,我们将继续结合学生反馈,“以学生为中心”推进本专业基础课的教学。

参考文献:

- [1] 张恒旭,王日照,刘玉田.我国电气工程学科人才培养现状[J].电气电子教学学报,2017(4):5-9.
- [2] 李志义.解析工程教育专业认证的学生中心理念[J].中国高等教育,2014(21):19-22.
- [3] 刘献君.论“以学生为中心”[J].高等教育研究,2012(8):1-6.
- [4] 颜兵兵,魏天路.构建“以学生为中心”的高校课堂教学评价体系[J].内蒙古师范大学学报:教育科学版,2016(7):86-88.
- [5] 吴维仲,李国庆,关晓辉.“以学生为中心”的教学改革思考[J].东北师大学报:哲学社会科学版,2017(3):162-166.
- [6] 郭广生.创新人才培养的内涵、特征、类型及因素[J].中国高等教育,2011(5):12-15.
- [7] 兰红,李淑芝.基于“以学生为中心”理念的信息类专业教学模式构建与实施[J].江西理工大学学报,2010(4):48-51.

(责任编辑:陈 勇)