

Discussion on the Teaching of Signals and Systems under the Background of Ensuring Learning Undisrupted When Classes Are Disrupted

Jianwei Zhan, Hui Zhang, Fei Cao, Zhenhua Wei, Yanlin Li, Wei Qiu

PLA Rocket Force University of Engineering, Xi'an Shaanxi
Email: conceive_mail@163.com

Received: Jun. 8th, 2020; accepted: Jun. 23rd, 2020; published: Jun. 30th, 2020

Abstract

Signals and System is a very important professional basic course for students who major in electronic and information specialty, which has the characteristics of strong theory, many contents, abstract concept, complex calculation and various properties. Based on the teaching organization mode of MOOC watching, key points colluding, tutoring and answering questions and testing under the background of "ensuring learning undisrupted when classes are disrupted", the teaching method of integrating ideological and political elements, paying attention to physical significance, connecting engineering application and flipped classroom is proposed so as to improve the teaching effect.

Keywords

Signals and Systems, Ideological and Political Elements, Physical Meaning, Flipped Classroom

“停课不停学”背景下《信号与系统》课程教学探讨

占建伟, 张 辉, 曹 菲, 魏振华, 李艳玲, 邱 伟

火箭军工程大学, 陕西 西安
Email: conceive_mail@163.com

收稿日期: 2020年6月8日; 录用日期: 2020年6月23日; 发布日期: 2020年6月30日

摘要

《信号与系统》是电子信息类专业一门非常重要的专业基础课程，具有理论性强、内容多、概念抽象、计算复杂和性质多样等特点。文章从“停课不停学”背景下慕课观看、要点串讲、辅导答疑及组织测试的教学组织方式出发，围绕“引起、维持和促进学习”的目标，提出融入思政元素、注重物理意义、联系工程案例和翻转辅导答疑的教学方法，提高教学效果。

关键词

信号与系统，思政元素，物理意义，翻转课堂

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《信号与系统》课程理论成熟、体系严密和方法完善，包含科学研究的一般思维方法及技术手段，是电子信息类专业一门非常重要的专业基础课[1]。在培养学生专业知识体系上，起着连接专业基础课程和专业课程的桥梁作用[2]。但学生不易掌握，主要是其理论性强、概念抽象、课程内容多、数学推导复杂、性质多样，学生学起来往往感觉枯燥、积极性和参与性不高。

受新型冠状病毒疫情影响，全国各级各类学校正在以在线教学方式开展“停课不停学”。在线教学中，《信号与系统》的教学应该如何展开是值得认真研究的问题。俗话说，老师的责任在于引起、维持和促进学习。本文围绕上述目标从课程教学模式、课程授课方法、课程工程应用和课程辅导和测验考核等四个方面来阐述，以期提高教学质量，让学生学会用信号与系统的知识分析问题和解决问题的能力。

2. 课程教学模式

从培养学生自主学习积极性出发，依据专业人才培养方案中的培养目标、任职需求、后续课程的要求和国内 MOOC 改革实践现状[3]，经过反复甄选，在慕课学习、录播授课和直播授课等线上教学组织方式中，《信号与系统》选取慕课学习的方式，主要内容包含慕课观看 + 要点串讲 + 辅导答疑 + 组织测试等。慕课观看方面，筛选推荐的慕课课程是课本配套的“中国大学 MOOC”国家级精品课程，由东南大学孟桥教授主讲，课程内容组织，授课方式循序渐进、深入浅出，适合初学者学习。显然，引起学习的课程目标迎刃而解，留给老师待解决的主要问题是维持和促进学习，也就是当老师面对一个不太想学的学生时，需要想办法引起或激发该生的学习兴趣。

3. 课程授课方式

教学过程初期，学生学习暴露出两个明显的问题：1) 知识点方面，存在学生对知识内容有疑惑、无法学以致用情况；2) 作业和评测方面，存在参考答案情况不能独立完成甚至抄袭等情况。上述两个问题，若不及时理解消化和引导解决，问题将日积月累，从而影响后续内容的学习。美国著名教育家杜威有一句经典名言：教之于学，犹如卖之于买，没人把东西买走，就不能说东西卖掉了。同理，学生没有

学会，老师不能说自己教过了。针对上述问题，笔者从课程自身特点出发，不断实践和探索，反复与学生进行沟通交流，提出融入思政内容，淡化计算、注重物理意义和工程应用的教学方法。

3.1. 融入思政元素

在大学，每门课都应重视教育学生做人，要做一个对社会有用的人就要学会学习[1]。通过讲解《信号与系统》课程中的名人故事，一方面让学生了解本领域研究与应用的历史进展，另一方面对于继承前人成果、正确认识世界以开拓未来会有很大帮助[4]，目的是用故事引导学生，起到润物细无声。同时教师也要以身作则，深刻注意自己的言行举止，用自己的行动影响学生，见表 1。

Table 1. Some ideological and political elements in the course

表 1. 部分教学内容的思政融入点

教学章节	教学内容	思政融入点
绪论	消息及信号的作用	烽火狼烟、周幽王烽火戏诸侯、马拉松的由来；透过古代故事，了解古人的智慧，弘扬爱国主义情怀；
连续时间系统的时域分析	微分算子 卷积积分	1) 结合赫维赛德的故事，让学生保持一个开放心态，不要轻易扼杀新生事物，多鼓励学生创新实践； 2) 结合卷积积分法，突出信号分解的思想，让学生初步了不同学科之间的关系，培养学生科学的思维能力。
变换域分析(连续时间系统的频域、复频域分析和离散时间系统的Z域分析)	傅里叶变换的发展历程 拉普拉变换的发展历程	1) 结合傅里叶、拉普拉斯等人物的故事，让学生知道每项重大成果的取得都曾历经磨难，培养学生锲而不舍、顽强拼搏、一丝不苟的工作作风，不能急功近利，培养正确的人生观、价值观和世界观 2) 理论联系实际，多讲解工程、军事应用案例，增强学生的爱国情怀。
离散时间系统的时域分析	抽样定理	从抽样信号和抽样定理引申出严格遵守各种标准规定的习惯和好的行为习惯，增强遵守法纪的意识。

3.2. 突出主线和思想

《信号与系统》的教学内容，按照学习任务、研究对象和研究分析工具来划分，可以凝练为“一条主线，两个核心和三个变换”，如图 1 所示。

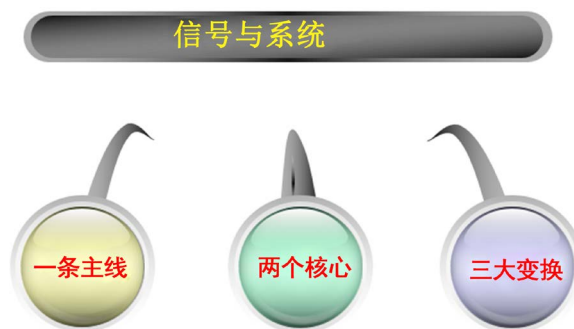


Figure 1. Course content system framework
图 1. 课程内容体系框架

“一条主线”是指《信号与系统》主要是讲确定性信号经线性时不变系统后响应的求解问题，是贯穿课程的学习任务；而两个核心是指连续时间系统和离散时间系统两个研究对象；三大变换，是指傅里

叶变换、拉普拉斯变换和 Z 变换，三者层层推进，概念丰富、逻辑清晰[5]，在完成响应求解的有效工具[6]。在思维方法层面，因为实际信号比较复杂，在求解响应时，利用了信号分解思想，即以从完备性、相似性和简单性为约束条件先选择一个基本信号，然后把复杂激励信号分解为多个基本信号广义和的形式，再来研究基本信号通过系统的响应，最后按照线性叠加的思想得到原信号产生的响应，如图 2 所示。对应到各知识点，具体表现为：



Figure 2. Signal decomposition ideas throughout the course
图 2. 贯穿全课程的信号分解思想

连续时间系统时域分析采用的是把信号分解为冲激函数，涉及卷积积分，如式(1)所示。

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau \quad (1)$$

连续时间系统频域分析是把信号分解为三角函数(虚指数)涉及傅里叶变换，如式(2)所示。

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega)e^{j\omega t} d\omega \quad (2)$$

连续时间系统复频域分析是把信号分解为复指数函数，涉及拉普拉斯变换和 Z 变换，如式(3)所示。

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma-j\infty}^{\sigma+j\infty} F(s)e^{st} ds \quad (3)$$

$$x(k) = \frac{1}{2\pi j} \oint_c X(z)z^{k-1} dz \quad (4)$$

在整个教学过程中，教师需要时刻抓住这条主线，学生学习才有目的性，避免出现只见树木不见森林和盲人摸象的问题，使数学真正成为一种分析计算工具，而不是学习的“拦路虎”。在繁多的数学公式推导方面，也不能完全简略不讲，这样不利于学生科学推理能力的培养。具体到知识点串讲的教学方式，可以有选择工程案例中最为精华的公式进行深入讲解，其他次要的只说明推导的思路。

3.3. 注重物理意义

《信号与系统》公式多(如微分方程求解、卷积运算、差分方程求解、傅立叶级数、三大变换运算等)，很多概念是从数学理论推导后建模得出的。授课的过程中，要重点对计算结果进行物理解释，强调公式中的概念，突出知识的应用性，弱化计算过程，同时适当引入一些学生日常生活能够遇到的现象和工程实践案例，并利用书本知识予以解释，尽可能帮助理解《信号与系统》的本质原理，激发学生的课堂积极性和提高学以致用的能力。

比如卷积积分，是一种数学运算，在讲授的过程中需要讲清楚其物理意义，具体讲解过程中可以通过生活中例子来进行，比如多次喷洒农药的残留量、长期服药的血药浓度，长期吸入污染物在人体内的积累，吸烟或喝咖啡的积累效应、核辐射以及战争毁伤效果评估等，如图 3 所示[7]。至于具体的运算过程，需要课后学生通过多练习来提高自己的数学计算能力。再比如在讲授傅里叶变换时，采取案例分析

的方式来讲解傅里叶变换在工程领域的应用可以更加直观和形象，比如滤除噪声、分辨男女声音、彩虹现象等，让学生领悟到看事物的角度不同，人们对事物的认识也不同的道理，如图4所示[8]。

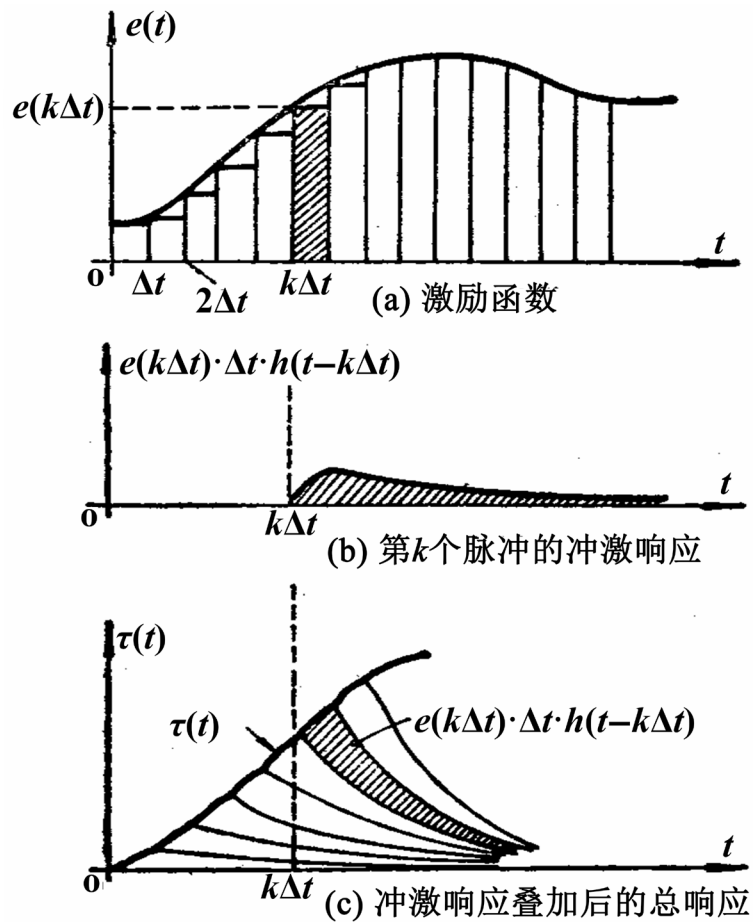


Figure 3. Understand the physical meaning of convolution
图3. 通俗易懂理解卷积的物理意义

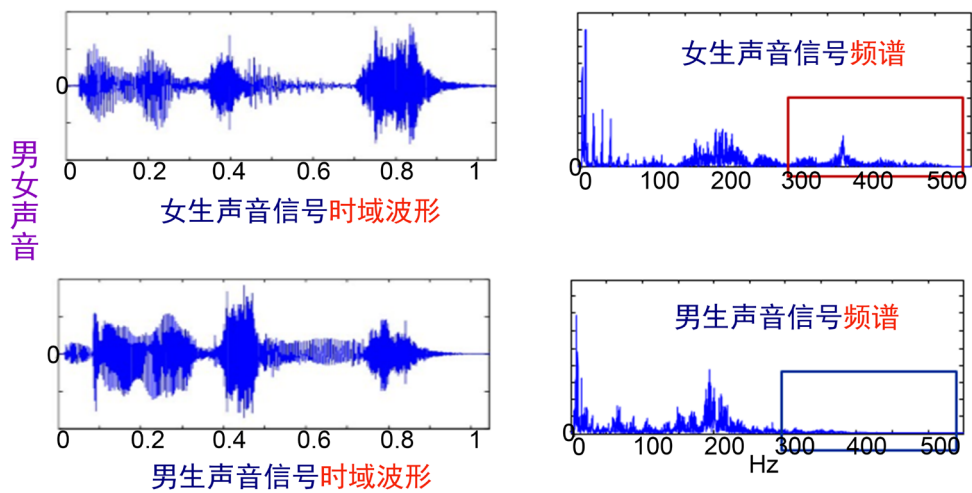


Figure 4. Fourier transform case: Distinguish between male and female voices
图4. 傅里叶变换案例：分辨男女声音

4. 在线教学辅导和过程性考核策略

作业与测验的编制是教学环节的重要一环,前者的目的是帮助学生巩固所学、实现迁移、综合运用,而后者是检验本单元学习目标达成和学以致用情况。

4.1. 作业反馈及讲解方法

作业由课代表收集并排序好后,线上批改作业时,用显著的红笔细致地将学生们存在的问题标记出来并且按照相应的知识点将每名学生的问题分类归纳,以便于更好的分析学生的知识盲区。以 QQ 群视频屏幕共享的方式讲解作业时,结合学生作业图片,选择有代表性的、共性问题进行深入透彻讲解,讲解的过程中,注重问题切入点的引导、思路的梳理和案例的引用,弱化计算;同时采取提问互动的方式,多关注基础较差或不想学的学生,了解他们的思想,引导和鼓励反思;最后采用“翻转课堂”的教学形式,由正确率高或者学习好的学生发挥示范带头作用,针对习题和测验题进行再讲解和再讨论,对不同学生的观点进行反馈和总结,这样不但使没有解题思路的学生加深了对解题思路的认识和对知识点的理解,又可以让讲题的同学对知识点掌握得更加深刻,促使整体学习效果的提高。

4.2. 章节测试做法

章节结束时,将进行在线单元测试。通过对每名学生的考卷进行线上判阅,就能及时掌握学生们对章节内容的掌握程度,便于老师及时调整教学内容和教学进度,而学生可查缺补漏,对知识点进行巩固,加深对课程知识的理解

4.3. 资料留存

在每次串讲课后,将上课用的讲义、重要的公式和课外素材上传到 QQ 群的独立文件夹中,以便于学生在作业和试题讲解结束后再次查漏补缺,并且每次的考卷和作业的批改以及学员每次课的笔记也都留存到 QQ 群文件里,学生可以随时下载查看,能通过一次次的测试知道自己是否进步,也可以相互借鉴课堂笔记。

Table 2. Student's first four unit test scores
表 2. 学生前四章单元测试成绩

学号	测验一	测验二	测验三	测验四
1	51	52	51.5	69.5
2	71	52	61	46.5
3	45	51	64	76.5
4	76	63	86	91.5
5	53	61	81.5	61.5
6	69	81	86	91.5
7	56	86	80	94.5
8	55	51.5	73	88.5
9	49	75.5	74	80
10	75	71	75	58
平均分	60	64.4	73.2	75.8

5. 结论

在线上教学方法上,面对一个不太想学的学生时,如何维持和促进学习,需要想办法引起或激发该生的学习兴趣,是教学中的一个难点。从课堂表现和表 2 所示的近四次的单元测试来看,课堂参与互动更加活跃,单元测验成绩由前期的 60、64.4 逐步提高到 73.2 和 75.8,见表 2,表明学生对知识掌握和学以致用能力有所提高,同时也说明本文所提的融入思政元素、注重物理意义,联系工程应用和翻转辅导答疑的教学方法,较好地激发了学生的学习兴趣,改善了教学效果。但由于样本数量较少,并不能完全反映此种教学模式实施前后的差异,在后续的教学过程中,我们将会增大统计样本数,继续尝试和完善这种教学方法。

基金项目

火箭军工程大学某校级教学团队建设项目。

参考文献

- [1] 刘远社. 新工科背景下民族高效“信号与系统”教学改革探讨[J]. 黑龙江教育(高效评研究与评估), 2020(1): 33-35.
- [2] 林宏翔, 史洪宇. 应用型本科高校《信号与系统》课程教学改进及探究[J]. 高教学刊, 2019(16): 138-140.
- [3] 任蕾, 薄华, 金欣磊. 信号与系统课程微课的设计[J]. 大学教育, 2017(4): 35-36.
- [4] 郑君里. 教与写的记忆——信号与系统评注[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 74-76.
- [5] 林凌, 曾周末, 栗大超, 张宇, 刘蓉, 杨春梅. “电路、信号与系统”中的相量和频域分析教学方法研究[J]. 创新教育研究, 2019, 7(5): 679-685.
- [6] 马赛, 李方能, 吴正国, 等. 《信号与系统》课程群的建设与教学改革探索[J]. 高等教育研究学报, 2010, 33(1): 102-103.
- [7] 管致中, 夏恭恪, 孟桥. 信号与线性系统[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2015: 50-53.
- [8] 陈后金. 信号与系统[M]. 第二版. 北京: 北京交通大学出版社, 2005.