

应用物理学专业设置信号与系统课程的思考与实践

闫 慧 贺 庆 郭 颖

(中原工学院理学院 河南 郑州 450007)

(收稿日期:2017-08-20)

摘 要: 亟于新形势变革和社会需求, 实践应用型本科道路, 应用物理学专业在课程设置中加大实践课程比重, 就应用物理学专业开设信号与系统课程建设和思考, 从课程性质、授课技巧以及多方位教学手段突出物理与工程技术方面的融合, 拓宽专业实践, 培养厚基础、强技能、高素质创新实践型应用物理学专业人才。

关键词: 应用物理学 信号与系统 工程实践

信号与系统是一门重要的专业基础课程, 是通信和电子信息类专业的核心基础课, 其概念和分析方法广泛应用于通信、自动控制、信号与信息处理、电路与系统等领域。随着信息技术的不断发展和信息技术应用领域的不断扩展, 其内容也从单一的电信号与系统分析扩展到许多非电信号与系统分析, 课程也逐步扩展成电子信息、自动控制、电子技术、电气工程、计算机技术、生物医学工程等众多电类专业的专业基础课程, 甚至在很多非电专业, 例如应用物理学专业中也设置了这门课程。对于二本院校, 亟于新形势变革和社会需求, 实践应用型本科道路, 深化课程体系改革, 以中原工学院为例, 应用物理学专业在新修订的 2017 版教学大纲中, 大力增加实践课程比例^[1]。培养计划中对于专业课程体现出拓宽专业, 提高素质的特点。为了拓宽专业, 区分理科物理学专业, 课程设置上适当减少理论物理课时, 加大实践课时的比重, 以突出物理与工程技术方面的融合, 这使得信号与系统课程的重要性得以突出。

1 信号与系统课程性质特点

第一, 作为专业基础课, 信号与系统课程本身是一门理论与实践并重的课程^[2]。另外, 这门课程与很多应用实践型专业课, 例如通信原理、数字信号处

理、通信电路、数字图像处理、微波技术等, 有很密切的联系, 是学习这些专业课程的重要基础性先修课程。这是信号与系统课程的第一个特点, 专业基础课, 用途广泛, 非常重要。

第二, 这门课程涉及到大量数学课程内容, 例如线性微分方程、积分变换、复变函数、离散数学等, 数学应用非常多, 但并不单一阐述数学运算, 而是理论性与应用性并重, 将数学上严谨的方法与工程上的技术结合起来, 实用性很强, 能达到全面培养学生逻辑分析以及知识迁移应用的能力。

第三, 这门课程的基本概念、基本分析方法非常重要, 基本概念包括: 连续周期信号的傅里叶级数, 连续非周期信号的傅里叶变换、连续时间信号的拉普拉斯变换、离散时间信号(序列)的 z 变换等。在系统分析方面, 要求学生掌握系统的各种描述方法, 包括: 连续时间系统微分方程的建立、离散系统差分方程的建立, 系统转移函数的计算。分析方法应用方面, 则主要涉及卷积积分、卷积和以及傅里叶级数、傅里叶变换、拉普拉斯变换、 z 变换等方法求解线性时不变系统; 应用线性系统的稳定性判定条件对连续系统和离散系统进行稳定性分析; 用模拟图(框图)对系统进行模拟以及系统方程的建立; 连续时间系统的时域和复频域解法; 离散系统时域和 z 域

解法等内容.

2 信号与系统课程授课技巧

要想讲好这门课程,突出基础性与课程层进,为后续延伸拓展做铺垫,应从3个层面上讲清楚这3个重要问题.

2.1 基本信号及其响应、分析方法

相比其他专业基础课,信号与系统课程中数学公式和理论定理还是比较多的,一些学生常常采用死记硬背的方式记住公式和解题过程,没能深入理解隐藏在公式和解题方法背后的原理和意义.因此,在授课过程中,需要加强基本概念及定理实际意义的讲解.

例如,冲激函数这个概念学生先前没有接触过,在讲解中就不能只是简单直接给出这么一个数学函数,而是要从冲激函数起源入手,用多媒体课件中的动画演示或板书的方式,让学生清楚地知道这个函数是门函数取极限得到的,表示作用时间极短、作用强度极大的这样一类信号(打击力、雷电作用等),有这样直观的演示过程,学生就可以更容易地理解、掌握冲激函数的基本性质是怎么得到的,为什么会有这些性质等等;

此外,还需要引导学生要有不仅知其然,还要知其所以然的精神,也就是说要有意识地去引发学生思考:这门课为什么要引入这样的一个冲激函数,引入这样一个具有特殊性质的函数之后是不是给信号分析、系统分析过程带来了方便.通过这个过程引导和讲解,让学生带着问题去学习去思考,从而使学生能够知道重要概念的来龙去脉,更好地与其他章节内容联系起来.例如第二章接着引入了冲激响应,即是冲激信号(函数)作用于系统产生的响应,这个基本信号的响应要引导学生和冲激信号的物理意义及表征系统特性联系起来,思考引入基本信号响应有什么作用及便捷,而这又为后续信号分解、零状态响应内容做铺垫.这样层层深入、环环相扣,知识脉络就清晰起来.类似的基本信号还有阶跃函数、单位样值序列、阶跃序列等等.

2.2 信号的分解

在时域分析方法中,将响应的来源分为系统储能和外界激励,即得到零输入响应和零状态响应.把复杂信号分解为众多基本信号之和,根据线性系统的叠加性:多个基本信号作用于线性系统所引起的响应等于各个基本信号所引起的响应之和.这些都是信号分解的思想,处理一般信号较为复杂,那么将信号分解为基本信号的组合,探究一般信号与基本信号及其响应之间的关系,为研究一般性问题拓展了新的思路.

例如第三章引入傅里叶变换

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

这个公式不仅表示将信号从时域变换到频域,更深刻地理解这个公式,它表示了非周期信号分解为无限多个频率为 ω ,振幅为 $\frac{F(\omega)}{2\pi} d\omega$ 的指数分量 $e^{j\omega t}$ 的连续和(积分).通过比较傅里叶级数和傅里叶变换,可以发现,任意周期信号可分解为无穷多项不同频率的虚指数信号 $e^{jn\omega_1 t}$ 之和,其各分量的复振幅为 F_n ,本质都是分解为虚指数这样的基本信号.那么无论周期信号还是非周期信号,只要求出这些基本虚指数信号的响应,那么线性叠加就可以得到总响应.这就是信号分解的便利和内涵.接下来第四章拉普拉斯变换(s 域)以及第八章 z 变换(z 域)都表征着这样的分解,只不过分解的变换域及基本信号不同.

2.3 线性时不变系统的分析方法

前面两个都是在信号这个层次认知,那接下来就需要统观课程,上升到系统这个层面.整个课程,系统分析研究的主要问题概况起来就是:对给定的具体系统,求出它对给定激励的响应.具体地说:系统分析就是建立表征系统的数学方程并求出解答,将具体工程型问题转换为数学模型,利用强大数学工具进行处理,得到实际解答.而信号与系统这门课程涉及的系统分析方法主要是外部法,或者叫输入-输出法:时域分析(用经典的方法求解微分方程和差分方程)以及变换域分析方法连续系统-频域法和

复频域法,离散时间系统- z 域法.这些都是线性时不变系统的基本理论和基本分析方法,需重点讲解和理解.

3 多方位教学手段保障学生全面提高

3.1 教学中引入多媒体辅助教学

利用多媒体课件形象生动、图文并茂、课堂信息量大等特点,与传统教学中所采用的层层递进的逻辑推理、起伏有致的教学节奏以及灵活多变的课堂调控等方法有机地结合起来.信号与系统的基本理论和方法在现代科学技术领域应用非常广泛,这一点一般在绪论中都会强调.但在授课过程中,学生容易陷入繁琐的数学推导和运算,而对其应用认识不足.所以,授课过程中通过多媒体课件展示,适当穿插讲解信号系统基本理论方法在通信(例如抽样定理)、图像处理、生物医学、雷达信号等领域的应用,对提高学生兴趣,加深概念的理解和掌握有着显著效果.

3.2 教学中引入实验箱增强实践能力

信号与系统实验教学是提高学生实践技能的重要部分,开设必要的实验,对学生加深理解深入掌握基本理论和分析方法,理解重要元件例如滤波器性能以及电路网络函数,电路系统框图如何通过元件模拟实现,对信号采样及恢复等重要过程加深理解.另外,现在大多数实验箱采用模块化设计更有利于教学研究,例如 THKSS-E 型实验箱是一款带数字信号处理的实验教学信号箱^[3],其具有全开放式设计,能够实现从模拟到数字,从综合实验到设计性实验,从理论到实践等一系列功能,给学生提供一个很好的二次开发平台.

3.3 教学中引入 MATLAB 软件拓展应用

信号与系统课程数学要求较高,理论结果往往来源于复杂的数学运算及推导,这就导致学生将大量的时间用于手工数学运算(如微分、积分、方程求解、卷积运算等),而未真正理解该结果在信号处理中的实际运用.因此,信号与系统课程开设课程设计,将课程重点、难点及推广应用通过上机实验利用

MATLAB 进行形象、直观地可视化计算机模拟与仿真实现,可以加深理解掌握基本理论,培养学生分析问题和解决问题的综合能力.

特别在设计过程中通过查阅文献、优选方案、完成设计撰写说明书的全过程,学会科学的设计方法,为后续课程的学习以及毕业后从事相关工作奠定基础,积累初步的经验.另外,利用 MATLAB 软件强大综合的功能^[4],结合学生专业特长和教师科研课题,拓展课程在教研方面应用,可以指导学生在毕业设计中开展课程延伸应用,例如基于课设中用 MATLAB 对音频信号采样处理,进一步指导学生将这些音频信号处理内容嵌入 GUI 界面,实现操作简单、人机交互性良好的音频信号处理界面,还有拓宽学生信号处理范围,探究 MATLAB 对数字图像采样及处理等.

4 结论

信号与系统课程是理论性重要的专业基础课程,授课时应注意基本概念、基本分析方法重点讲解,借用现代化教学手段突破数学公式繁多,直观演示抽象信号及响应,展示课程在多领域的应用.对于应用物理学专业,课程设置更要突出物理与工程技术的融合,而信号与系统课程嵌合拓展方向较广,除了通过信号箱、MATLAB 软件增强实践应用,也可从编程、Simulink 仿真、DSP 硬件开发等方面入手,提高学生对信号与系统课程理论直观上的认知,实现应用物理学专业培养学生工程实践和创新能力的潜在宗旨.

参考文献

- 1 纪登辉,祝昆,王淑玲,等.地方二本院校应用物理学专业人才培养研究.物理通报,2017,36(2):8~11
- 2 郑君里,谷源涛.试谈“信号与系统”课程理论与实践之结合.电气电子教学学报,2014(3):1~5
- 3 何腊梅. THKSS-E 型实验箱在“信号与系统”实验教学中的应用.陇东学院学报,2016,27(5):17~21
- 4 熊万杰. MATLAB 用于大学物理教学.物理通报,2004(2):16~19