

学历教育合训学员“信号与系统”课程教学方法刍议

周剑雄, 吴京

(国防科学技术大学 电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要:“信号与系统”课程是电子和信息类本科学历教育中承上启下的一门重要的专业基础课, 为达到学历教育合训阶段培养目标, 必须针对合训类学员的特点更新教学理念, 改革教学方法。结合长期教学实践介绍了合训学员“信号与系统”课程教学方法, 对如何在传授课程基本理论和基本方法的同时提高学员的技术底蕴和工程素养的问题进行了探讨。

关键词: 学历教育; 合训学员; 信号与系统; 教学方法

中图分类号: G642.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2016)01-0093-03

Methods of Teaching Signals and Systems in Academic Credentials Education of Junior Commanding Officers

ZHOU Jian-xiong, WU Jing

(College of Electronics Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: In undergraduate academic credentials education of majorities such as electronics and information, Signals and Systems is an important specialized basic course which acts as a connecting link between the proceeding and the following. To attain the objective of academic credentials education of junior commanding officers, the teaching principles and methods must be innovated according to the characteristics of the trainees. The methods of teaching Signals and Systems for junior commanding officers are presented based on our long term experience, with emphasis on how to improve the technical comprehension and the engineering capability of the trainees as well as teach them the basis theory and methodology of this course.

Key words: academic credentials education; junior commanding officers; Signals and Systems; teaching method

为适应世界新军事变革对高素质新型军事人才的需求, 我军从2000年开始对部分本科层次初级指挥生长干部实行“学历教育合训, 任职培训分流”的组训模式^[1]。学员在“合训”阶段接受学历教育, 这一阶段的培养目标兼具普通高等教育和军政基础训练的双重要求, 要为学员的长远发展打牢思想政治、科学文化、军事素质、领导

管理和身体心理五个基础^[2]。学员通过“合训”阶段的学习, 既要具有比较扎实、宽厚、系统的科学文化基础知识, 又要具有过硬的军事素质和较强的岗位任职能力, 成为懂技术、会管理、能指挥的高素质复合型初级指挥军官^[3]。

“信号与系统”课程是大专院校电子、通信等专业一门重要的专业基础课程, 也是我校相关专

业合训类学员的一门必修课。学员通过本课程学习,获得信号与系统分析方面必要的基本理论、基本概念、基本方法,同时培养学员分析问题、解决问题的能力,为后续课程的学习和从事相关工程技术、工程指挥工作打下良好的理论基础。教学组在多年为合训类学员讲授该课程的过程中不断探索实践,根据军事指挥人才培养的特点,在教学过程中一方面重视基本概念、基本理论的阐述,另一方面采取多种方法促进学员联系实际积极思考,提高学员的科学底蕴和工程素养,服务于合训类学员的培养目标。

下面结合“信号与系统”的课程特点和合训类学员的特点,从四个方面介绍我们在为合训类学员讲授该课程中形成的教学理念和教学方法。

一、编织网状的知识结构

“信号与系统”课程围绕确定性信号通过线性时不变系统传输的基本理论和分析方法展开,主要内容包括信号与系统的基本概念、信号与系统的时域分析、频域分析、复频域分析、 z 域分析等^{[4]-6},这些内容构成一个有机的整体。根据课程内容之间的相互联系构建知识网络,能帮助学员快速掌握课程的总体结构,提高学习效率。

连续时间信号、连续时间系统、离散时间信号、离散时间系统是本课程的主要研究对象,四者之间存在紧密联系:(1)系统可以用单位冲激响应信号表征,从而将对系统的分析转化为对信号的分析;(2)连续时间信号通过抽样可转换为离散时间信号,抽样带来的频谱变化是从连续时间信号与系统分析过渡到离散时间信号与系统分析的关键。除了研究对象间的相互联系,本课程的主要研究方法——三大变换(傅立叶变换、拉普拉斯变换和 z 变换)间也是相互联系相互转换的。(1)连续时间傅立叶变换是拉普拉斯变换在复平面虚轴上的特例;(2)离散时间傅立叶变换是 z 变换在单位圆上的特例;(3)通过 $z=e^{sT}$ 的映射可以实现拉普拉斯变换和 z 变换的相互转换。图1和图2分别给出了本课程研究内容和研究方法的相互联系。

网状的知识结构图概要性地描述了本课程的全貌,能有效地帮助学生建立起对课程的总体把握。这两张图在授课过程中反复出现,每开始新的一章,教师都会将本章内容在结构图中的具体

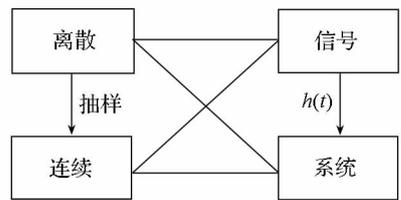


图1 课程主要研究对象相互联系

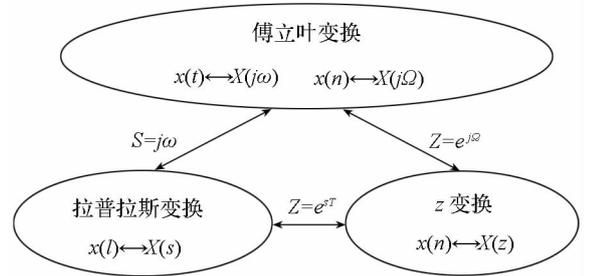


图2 课程主要研究方法相互联系

位置指出来。一方面重复出现可以加深学生的印象,另一方面随着课程推进学生逐渐理解了这两张图的内涵,建立起完整的知识体系。合训类学员学习和训练的任务都很重,采用联系图的方法可以帮助他们牢固地形成对课程的总体认识,提高学习效率。

二、贯穿信号分解与合成的基本思想

将任意信号分解为基本信号的线性组合,以及根据系统对基本信号的响应合成任意响应,是贯穿本课程的一个基本思想。选择不同的基本信号,就形成了不同域(时域、频域、复频域)的分析方法。例如,在时域分析中采用的基本信号为单位冲激信号 $\delta(t)$,由单位冲激响应合成任意响应的方法为卷积积分;在频域分析中采用的基本信号为复正弦信号 $e^{j\omega t}$,系统对它的响应为 $H(j\omega)e^{j\omega t}$,反映了系统的频率特性;在复频域分析中采用的基本信号为复指数信号 e^{st} ,系统对它的响应为 $H(s)e^{st}$, $H(s)$ 正是系统在复频域的描述——系统函数。

基本信号、系统对基本信号的响应以及基于它们的分解与合成,是本课程的理论基础。在讲授过程中,随着授课内容从时域向频域、复频域、 z 域的推进,不断重温分解与合成的基本思想,并将各个域的具体形式进行对比,能帮助学员深入理解这一基本思想,并形成对知识的融会贯通。

另外,信号分解与合成不仅是贯穿本课程的基本思想,武器装备中的很多应用案例也可以用这一思想来分析,例如单兵无线通信中采用的码分多址(CDMA)技术和正交频分复用(OFDM)技术。更进一步,信号的分解与合成实际上是分析与综合这两种最基本的逻辑思维方法在本课程中的一个具体表现。因此,强调信号分解与合成的基本思想,不但能帮助学员把握课程核心知识,锻炼学员运用知识分析问题的能力,还能培养学员的理性思维,提高科学素养,符合学历教育“厚基础、宽口径、高素质”的要求^[5]。

三、培养变换域的观察视角

本课程的分析方法包括时域和变换域(频域、复频域、z域)两大类。尽管时域的表现形式更符合我们的直观感受,如波形、图像等,但变换域的方法往往更简便、物理意义更清晰,例如时域的卷积积分可以通过变换域的乘法实现,时域的微积分运算在复频域可以用s和1/s算子描述。变换域的分析方法也是工程应用的主流方法,例如控制系统分析和设计通常基于复频域的系统框图和系统函数展开,工程师通过测量系统的频率响应了解系统的特性,等等。因此,本课程的一项重要任务,就是帮助学员培养变换域的观察视角,掌握变换域的分析工具,从而提高学员的工程素养。

三大变换是时域与各个变换域相互转换的数学工具,也是“信号与系统”课程一直以来的核心内容。具体地,它又包括变换及反变换的定义和性质、基本的变换对、变换与反变换的求法等内容^{[4]4-6},其中很多都用到复杂的数学推导和运算技巧。对于合训类学员,按照传统的方式讲授往往会使其陷入推导和计算细节,“一叶障目,不见泰山”,影响了对变换域物理意义的理解和掌握,还容易挫伤学习兴趣。因此,我们在授课时充分考虑合训学员的知识基础和培养目标,将重点从“推导”转移到“理解和运用”,例如变换对 $\delta(t) \leftrightarrow 1$ 说明单位冲激信号包含所有的频率分量,傅里叶变换的频移性质在调幅广播信号中的应用,等等。而变换域分析方法中丰富的图形表示手段,如频谱图、零极点图等,也为形象地展示抽象概念、深入浅出地说明物理意义提供了便利。通过这样的实例,不但锻炼了学员运用变换域方法的

能力,还使他们领会到变换域方法的工程价值,从而自觉形成从变换域分析问题、解决问题的思维习惯,而这正是电子信息等专业应具备的工程素养中的一个重要方面。

四、结合装备实例提升技术底蕴

20世纪50年代,美国麻省理工学院总结二次大战以来在通信、雷达和控制等领域广泛应用的基础理论,为二、三年级的大学本科生开设了“信号与系统”课程,它以全新的面貌改变了电机和电子学课程体系,形成了这门课的雏形^[6]。这一历史渊源说明,本课程的原理方法在现代武器装备中有广泛而重要的应用。课程组老师在参与科研实践的过程中也深刻体会到这一点。将这些科研体会引入课堂,将理论方法与装备实例结合起来,不但能提高合训类学员的学习兴趣,还能帮助他们建立起从技术视角认识装备的思考方法,提升技术底蕴。

例如,雷达发射脉冲信号照射目标,获得含有目标特征信息的回波的过程,就可以从系统响应的角度来理解。将目标视为线性时不变系统,目标特征信号是系统的单位冲激响应,雷达发射波形为输入信号,而目标被照射后产生的回波则是发射波形与目标特征信号的卷积积分。正是由于回波中包含目标的信息,通过分析回波可以探测和识别目标。

又如在现代战场侦察中发挥重要作用的合成孔径雷达(SAR),它并不直接测量目标区域的图像,需要经过复杂的信号处理过程才能从原始的测量数据变换为目标区域的SAR图像。SAR成像算法中多次使用傅里叶变换实现时域和频域的相互转换,为提高图像质量而进行的补偿、校正等步骤一般都在频域展开,变换域方法的优势在这个过程中得到了充分的体现。

在选择实例时,我们没有局限于课本中某个具体的知识点,也没有聚焦在装备研制中的单项技术,而是强调本课程的基本思想、基本方法在武器系统中的运用,如系统的响应、信号的分解与合成、变换域的分析方法,等等。这样的案例,有利于培养合训类学员从宏观技术视角认识武器装备的思维习惯,提升学员的技术底蕴,更好地服务于培养“懂技术的指挥官”这一目标。

(下转第120页)