

面向专业特色的“信号与系统”教学案例设计

赵雨辰*

西安理工大学自动化与信息工程学院 陕西西安

【摘要】案例教学法有助于解决“信号与系统”课程数学理论抽象、学生理解和运用困难的问题，但如何设计具有专业特色的教学案例仍然是一个需要不断探索的问题。为此，本文通过对本校电子科学与技术专业的特色和该专业“信号与系统”课程的定位进行分析，以信号无失真传输的相频特性为例，设计了基于集成光波导对其进行物理实现的教学案例，进而对其中所蕴含的思政元素进行了挖掘。所得成果可为学生搭建起从信号与系统分析理论到半导体集成电路特色实践的桥梁，从而有助于提升课堂教学的效果并提高学生理论联系实际的能力。

【关键词】信号与系统；教学案例设计；专业特色

【基金项目】西安理工大学中外合作办学教育教学改革研究项目（项目编号：xzwjy2407）

【收稿日期】2025 年 1 月 24 日

【出刊日期】2025 年 3 月 22 日

【DOI】10.12208/j.ije.20250086

Design of teaching case for "Signals and Systems" based on major's traits

Yuchen Zhao*

School of Automation and Information Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi

【Abstract】 Case-based teaching is conducive to addressing the issues of the abstract mathematical theories in the "Signals and Systems" course and the difficulties students face in understanding and applying them. However, how to design teaching cases with major's traits remains a question that needs continuous exploration. To this end, this paper, through an analysis of the characteristics of the electronic science and technology major at our institution and the positioning of the "Signals and Systems" course in this major, takes the phase frequency characteristics of signal distortion-free transmission as an example, designs a teaching case based on integrated optical waveguide for its physical implementation, and then explores the ideological and political elements contained therein. The outcomes can build a bridge for students from the analysis theory of signals and systems to the characteristic practice of semiconductor integrated circuits, thereby helping to enhance the effectiveness of classroom teaching and improve students' ability to connect theory with practice.

【Keywords】 Signals and systems; Teaching case design; Major's traits

1 引言

“信号与系统”作为电子、电气、通信等诸多工程类专业在信号处理方向上的入门课程，其涉及到的数学概念较为抽象，容易造成学生的理解困难^[1]。同时，由于“信号与系统”的数学模型和实际物理现象之间存在一定的距离，学生在将理论知识应用到真实问题时，也时常会感到困惑^[2]。因此，教师在教学中应寻求更直观的教学方法。

案例教学法是一种以学生为中心的教学模式，它强调通过理论知识与实际问题的结合为学生带来深刻的

学习体验，并激发他们的学习热情，被国内外广泛认为是“信号与系统”等较为抽象的工程和科学课程的有效教学方法之一^[3-4]。通过案例教学，学生不仅能够学习到解决问题的基本理论知识，还能够洞见这些高度概括性的理论知识和高度复杂性的工程问题之间的统一性。

在案例教学法中，案例的设计是启动整个学习过程的关键，直接关系到教学的效果。许多高校在“信号与系统”课程中设计了多样化的教学案例，涵盖通信、医疗、交通等多个领域。例如，兰州大学借助于 MATLAB，设计了以日常生活中的音频信号和图像信

*通讯作者：赵雨辰（1986-）男，博士，副教授，主要从事信号与系统相关的教学和科研工作

号为对象的傅里叶变换教学案例^[5]。首先,使用一维的音频信号案例以促进学生对傅里叶变换的物理意义有了更直观的理解,进而,将扩展信号维度至二维的图像信号以加深学生对相位谱和幅度谱的认识。东北电力大学则依托所在行业特色,以相关技术的发展史为背景,设计了分级式教学案例和相应的大作业,在提高课堂教学质量的同时,助力了新时代专业人才的培养^[6]。除了上述以专业特色为主的案例设计外,解放军战略支援部队信息工程大学还探讨了脱离专业背景的束缚,从公共事件中挖掘教学案例的方式^[7]。通过设计以病毒核酸检测为例的卷积和教学案例,并进一步挖掘其中的思政元素,提高了学生的学习积极性和知识掌握程度。总得来看,“信号与系统”教学案例的设计就是要在信号理论知识和生产生活实际之间建立起有效的链接,使学生能够直观地感受到课堂上讲授的知识有什么用以及怎么去用,进而激发学生学习和探究的热情。

因此,为了进一步为本校电子科学与技术专业(以下简称电子专业)学生搭建“信号与系统”理论知识与专业特色实践之间的桥梁,本文从信号的时域延迟及傅里叶变换的时移特性出发,设计了以实际器件物理特性为落脚点的信号不失真传输教学案例。通过将抽象的负斜率线性相位与实际的器件物理特性相结合,就能够直观地展示附加相位的物理实现方式,让学生对于不失真传输条件中的相位谱有一个更具象化的认识,从而达到提升学生理论联系实际能力的目的。

2 课程教学背景

2.1 专业特色

本校电子专业着重培养学生在半导体集成电路领域的专业技能,课程设置以“半导体物理”“电力半导体器件原理与设计”“半导体集成电路”等为核心,形成了鲜明的“物理—器件—电路”三层级核心课程体系。再加上诸如“半导体材料”“半导体化学”等选修课程,可进一步扩展为“材料—物理—器件—电路”的四层级体系,形成了对该领域知识体系的较完整覆盖。而从电子信息行业的整体角度看,本校电子专业专注于作为基础的物理层,以为其上涉及面逐步扩展的信号层、信息层和应用层的支撑,整个倒金字塔格局如图1所示。

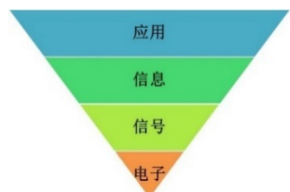


图1 本校电子专业在电子信息行业中的定位

2.2 课程定位

本校电子专业的“信号与系统”课程开设于大二下学期,定位为专业的专业基础课程,在课程体系中起着承上启下的作用,既巩固了学生在“高等数学”、“线性代数”等基础课程中学到的数学知识,又为后续的专业课程提供必要的理论基础和分析工具。从课程体系的走向来看,由于本专业具有鲜明的半导体集成电路特色,所以后续的专业课程也主要围绕这一特色进行设置,包括“半导体集成电路”、“功率集成电路基础”、“电力电子技术”以及“光电子技术”等。因此,从“启下”的角度讲,本专业“信号与系统”课程需要对接的领域是明确的。于是,在设计本课程的教学案例时,本文也就更倾向于从面向专业特色的角度出发,因为这样可以更好地为学生提供在与教师的教学互动中拓宽专业视野、提高信号理论联系专业实际能力的机会。以下以信号的无失真传输为例,探讨面向本校电子专业特色的教学案例设计方法。

3 面向专业特色的教学案例

3.1 信号的无失真传输条件

信号的无失真传输是指系统的输出信号与输入信号相比,只有幅度的大小和出现时间的先后不同,而没有波形上的变化。设输入信号信号为 $f(t)$, t 表示时间,那么经过无失真传输后,输出信号应为:

$$y(t) = Kf(t - t_0) \quad (1)$$

其中,时间常数 $t_0 > 0$,为简单起见设 $K = 1$,则无失真传输后的信号 $f(t - t_0)$ 是将原信号沿 t 轴正方向平移 t_0 时间,如图2所示。

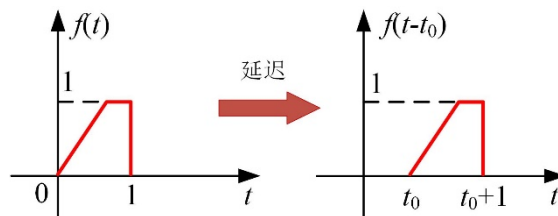


图2 信号无失真传输的时域波形示意图

设输出信号的频谱为 $Y(j\omega)$,输入信号的频谱为 $F(j\omega)$,其中 j 为虚数单位,根据傅里叶变换的时移特性,输出与输入信号频谱之间的关系为:

$$Y(j\omega) = e^{-j\omega t_0} F(j\omega) \quad (2)$$

于是,为使信号无失真传输,系统频率响应的相频特性应为

$$\varphi(\omega) = -\omega t_0 \quad (3)$$

即在全部频带内，系统的相频特性应为通过原点的斜率为 $-t_0$ 的直线，如图3所示。

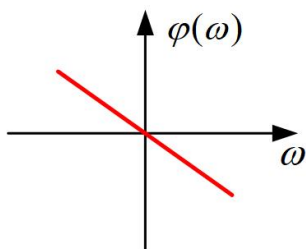


图3 无失真传输系统的相频特性

无失真传输系统所应具有相频特性特点非常鲜明，但在讲授时若仅仅停留在其数学特征上，又难免让学生感到抽象，并不知道实际中如何从物理层面实现这样一个无失真传输系统。接下来就通过具有专业特色的教学案例设计，来阐释无失真传输系统相频特性的物理实现。

3.2 教学案例设计

以集成光波导为例，作为光子集成电路中的核心器件之一，通过设计其随频率变化的群折射率 $n(\omega)$ 曲线，即可从物理上实现信号的无失真传输。具体来说，根据物理学的基本知识，不同频率的光在群折射率为 $n(\omega)$ 的波导中的传播速度 $v(\omega)$ 为

$$v(\omega) = \frac{c}{n(\omega)} \quad (4)$$

其中， c 表示真空中的光速，那么对于一个含有许多频率分量的光脉冲输入信号而言，只有当其中各个频率分量在波导中的传播速度一致时，输出的光脉冲信号才不会发生变形，从而达到无失真传输的目的。因而，理论上这个集成光波导的群折射率 $n(\omega)$ 应为一个与频率无关的恒定值，记为 n_0 ，则有

$$n(\omega) = n_0 \quad (5)$$

此时，不同频率分量通过波导的时间延迟 t_0 也相同，均为设

$$t_0 = n_0 \cdot \frac{L}{c} \quad (6)$$

这里， L 为波导的长度。于是，不同频率分量经过波导传播后的相位延迟可以表示为

$$\varphi(\omega) = -\omega t_0 = -\omega \frac{n_0 L}{c} \quad (7)$$

至此，无失真传输系统经过原点的负斜率线性相频特性被具象为了集成光波导中恒定的群折射率。若再进一步考虑物理实际，集成光波导的群折射率曲线

不会是那么理想的恒定值，往往呈现如图4所示的分段特性。

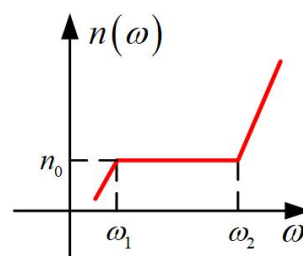


图4 集成光波导的群折射率曲线示意图

从图中可以看出，集成光波导群折射率曲线在整体上并不是线性的，但其局部可以认为是线性的区域，而其中的水平部分就对应于能够无失真传输的频率范围。借由此，课本中理想化的理论知识和实际中具象化的物理实现将在学生的认知中实现一定程度上的统一，从而助力其理论联系实际能力的发展。

3.3 思政元素挖掘

除了知识讲授之外，在教学过程中有机地融入思政元素是落实立德树人根本任务的重要举措。因此，在使用本文所设计的案例进行无失真传输知识点教学的同时，还可以进一步挖掘其中的思政元素，开展课程思政。下面列举几个可以从本文所设计的集成光波导教学案例中挖掘出思政元素。

国家战略与科技自立自强。光子集成电路作为“后摩尔时代”的核心技术之一，对于打破国外技术垄断、实现科技自立自强具有重要意义。通过教学，可以引导学生认识到光子集成电路在国家战略中的重要地位，激发学生的爱国情怀和科技报国的责任感。

学科交叉与创新精神。集成光波导涉及物理、化学、材料、电子、通信等多个学科的交叉与融合。教学中可以强调这种跨学科的特点，培养学生跨学科的思维能力和创新精神。

工匠精神与专业素养。在教学中引入光子集成电路领域的工匠事迹和科研案例，如我国科研人员在集成光波导性能突破方面的努力，培养学生精益求精、追求卓越的工匠精神。

4 结语

针对“信号与系统”课程理论性强、教学内容抽象导致的学生理解与运用困难的问题，以信号的无失真传输为例，设计了具有本校电子专业特色的教学案例。通过将无失真传输系统所具有的负斜率线性相频特性具象化为集成光波导的恒定群折射率，为学生建立起了沟通课本上理论知识与实际中器件特性之间的桥梁。

在此基础上,挖掘了该案例所蕴含思政元素,以更好地在教学过程中落实立德树人根本任务。实践表明,以此思路设计的教学案例能够提升教学效果,并提高学生理论联系实际的能力。

参考文献

- [1] 原东昇,尹忠刚,于维佳,张那明.积极心理学视域下《信号与系统》课程教学改革探索与实践[J].陕西教育(高教),2024,18(8):27-29.
- [2] A. Prochazka, O. Vysata, V. Marik. Integrating the role of computational intelligence and digital signal processing in education: Emerging technologies and mathematical tools[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2021, 38(3): 154-162.
- [3] 张敬奎,张佳凯,范毅,蔡靖雍.案例教学法在工科院校专业课程教学中的应用研究[J].教育理论与实践,2024,44(36):57-60.
- [4] L. Wijnia, G. Noordzij, L. R. Arends, R. Rikers. S. Loyens. The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis[J]. Educational Psychology Review, 2024, 36(1): 29.
- [5] 李月娥,刘毓超.工程应用牵引的傅里叶变换教学方法探讨[J].电气电子教学学报,2024,46(5):132-136.
- [6] 于华楠,王鹤.“信号与系统”课程分级式案例教学模式[J].电气电子教学学报,2024,46(2):31-34.
- [7] 王成,叶金来,王妍.公共事件中的“信号与系统”教学案例设计[J].电气电子教学学报,2024,46(2):156-158

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS