

商洛学院课程思政案例库



课程名称： 信号与系统

负责人： 李亚文

编著时间： 2022年12月

前言

一. 编写背景

在全国高校思想政治工作会议上，习近平总书记发表了重要讲话：“教育实施的主渠道是课堂教学，要利用好课堂教学这个主渠道，让思政理论课程和各类学科课程向同一个方向前进，形成协同发展的效应”。课程思政的发展既是顺应课程改革的要求，也是提高高校思想政治教育实效性的有效举措，还是高校“立德树人”的客观要求，课程思政指的是在学科课程教学和改革的各个环节和各个方面融入思政教育，实现其润物细无声的教育功能，进而达到“立德树人”的教育目的。

电子信息科学与技术专业培养具备良好的工程素质和人文素养，具有团队精神、管理协调能力和社会责任感，掌握信号获取、处理和传输、电子设备与信息系统分析与设计等方面的基础理论和专业知识，能够在电子信息相关领域从事系统设计、研究开发、管理与维护等方面工作，服务于电子信息行业和地方经济社会发展需要的应用型人才。

《信号与系统》是电子信息类专业一门专业基础课，该课程选用张晓虹教授编著的《信号与系统》（第四版），西安电子科技大学出版社出版。课程共六章内容，主要讲解了连续时间信号与系统的时域分析、频域分析和复频域分析，以及离散时间信号与系统的时域分析和复频分析。内容系统、完整，第2章、3章和第4章讲解连续时间信号与系统的分析，第5章和第6章讲解离散信号与系统分析，第2章和第5章讲解时域分析，第3章，第4章，第6章讲解频域分析，因此学生学习时便于知识类比，举一反三，每章课后都有基于MATLAB的信号处理仿真演示，通过软件仿真帮助学生加强理论的巩固。

二. 编写目的

本课程分析了信号的基本概念和特性以及系统的数学建模和基本特点；确定性信号通过 LTI 系统传输与处理的基本分析方法：包括连续系统与离散系统的时域分析、连续系统的频域分析、连续系统的复频域分析和离散系统的 Z 域分析等；掌握各种分析方法相互间的联系及区别，初步具备应用信号与系统的观点和方法处理实际问题的能力。《信号与系统》的教学目标是通过这门课程的讲授和学习，使学生能够正确理解信号与系统的基本概念，掌握线性时不变系统的时域及频域理论和方法，理解工程中发现问题、解决问题的思维。课程设置课程目标 5 个：

- (1) 学生掌握电路系统的频域响应和复频域响应，具备应用频域或者复频域分析法

分析连续时域电路系统的响应的能力；

(2) 学生掌握傅里叶变换分析法，具备利用傅里叶变换分析法分析周期信号和非周期信号的频谱及其特点的能力，从而能解决实际工程中图像和视频信号的检测与识别；

(3) 学生掌握拉普拉斯变换分析法，具备利用拉普拉斯分析法分析电路系统的时域响应的的能力；并能利用复频域和 Z 域分析法中的系统函数分析系统的特性，具备设计稳定电路系统和部分通信系统的能力；

(4) 学生掌握 LTI 连续时间系统和离散时间系统模型建立的原理，具备系统分析的能力，能够根据实际情况合理建立系统模型，并能掌握复杂信号通过 LTI 连续时间系统和 LTI 离散时间系统的时域响应和频域响应，从而解决实际中信号处理的问题；

(5) 学生掌握 Matlab 仿真软件中相关信号分析和系统相关的函数调用和脚本文件编写，具备对 LTI 连续时间系统和离散时间系统进行电路系统建模、性能测试和系统响应仿真的能力；

本次教学案例库编写由商洛学院电信学院“信号处理课程团队”完成，由李亚文副教授负责，赵杰、鱼轮、王园园和张娜等5名教师共同研究完成。总结整理了共6章所涉及知识内容的思政教学案例。知识传授方面，让学生掌握 LTI 连续时间系统和离散时间系统响应的分析，以及利用频域和复频域分析系统的时域响应及系统性能。在能力培养方面，提高学生实践创新动手能力、分析问题、解决问题的能力 and 团结、协作的团队精神，了解工程训练的优化意识。在素质提升方面，培育和践行学生社会主义核心价值观，激发学生爱国情怀、敬业精神、职业素养、工匠精神、专业使命感和科技兴国的抱负。

三. 编写意义

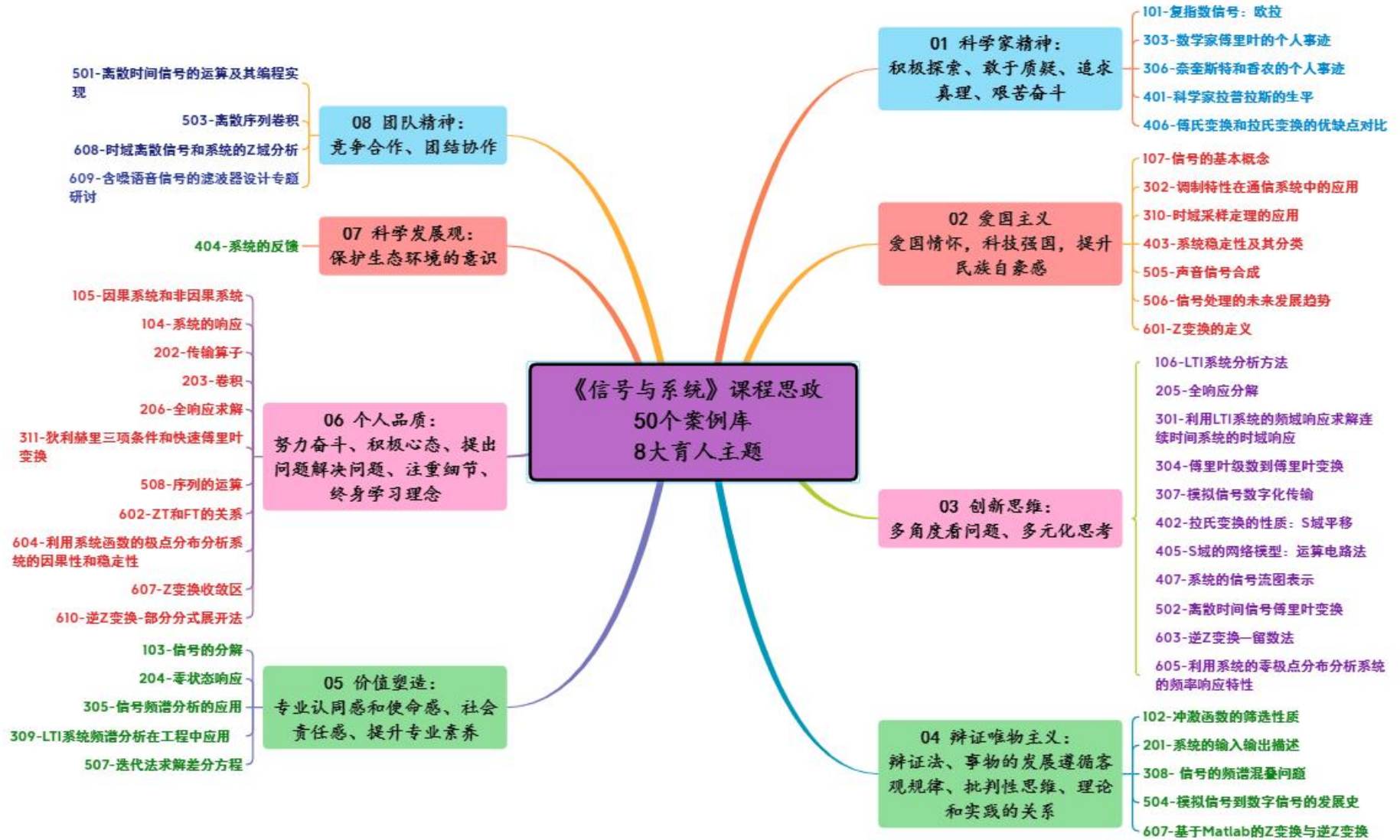
《信号与系统》课程中引入思政教育，将德育元素与专业理论相结合，才能培养学生的爱国热情和社会责任感，为专业知识和工程理论的创新提供可持续的内在驱动力。《信号与系统》课程思政案例库，编写主旨是将知识传授、能力提高与素质提升相融合，实现价值塑造、知识传授、能力培养三者有机融合。深入挖掘课程思政元素，构建系统化的课程思政体系，坚持“以学生为中心”，落实立德树人根本任务。以知识点为思政融合的基本点，通过对课程各章节内容的分析，挖掘与知识点相关的历史事件、经典案例、知名人物、人文知识、传统文化等内容，作为思政讲解的课程要素，使得课程思政切入自然，做到“盐溶于水”、春风化雨、滴水穿石。

四. 案例框架

本课程思政案例库包括8个课程育人主题，共50个教学案例。

育人主题	案例个数	案例编号
主题 1: 科学家精神 积极探索、敢于质疑、追求真理、坚持不懈，勇攀高峰	5个	042106-103, 042106-303 042106-306, 042106-401 042106-406
主题 2: 家国情怀, 民族自信心 爱国情怀, 科技强国, 提升民族自信心, 民族自豪感	7个	042106-107, 042106-302 042106-310, 042106-404 042106-507, 042106-508 042106-601
主题 3: 创新思维 多角度看问题、多元化思考,	11个	042106-106, 042106-205 042106-301, 042106-304 042106-307, 042106-402 042106-405, 042106-407 042106-502, 042106-603 042106-605
主题 4: 辩证唯物主义观点 辩证法、事物的发展遵循客观规律、批判性思维、理论和实践的关系	5个	042106-102, 042106-201 042106-308, 042106-504 042106-607
主题 5: 价值塑造 专业认同感和使命感、社会责任感、提升专业素养	6个	042106-204, 042106-103 042106-305, 042106-309 042106-310, 042106-507
主题 6: 个人品质塑造 努力奋斗、积极心态、提出问题解决问题、注重细节、终身学习理念	11个	042106-104, 042106-105 042106-202, 042106-203 042106-206, 042106-311 042106-408, 042106-508 042106-602, 042106-604 042106-610
主题 7: 科学发展观 保护生态环境的意识	1个	042106-404
主题 8: 团队精神 竞争合作、团结协作	4个	042106-501, 042106-503 042106-608, 042106-609

五. 《信号与系统》课程案例库思维导图




目 录

第1章课程思政点梳理(7个).....	1
第2章课程思政点梳理(6个).....	28
第3章课程思政点梳理(11个).....	49
第4章课程思政点梳理(8个).....	93
第5章课程思政点梳理(8个).....	119
第6章课程思政点梳理(10个).....	146

《信号与系统》第1章 课程思政点梳理

案例编号	知识点	课程思政切入点	育人目标
042106-101	1.复指数信号	在复指数信号的讲解部分,会用到欧拉公式,通过讲解科学家欧拉的生平故事,从而在精神上滋养学生,使之坚定理想信念,学好本领建设国家,实现人生价值。	领悟科学家精神:不畏艰难、追求真理、求知若渴等。
042106-102	2.冲激函数的筛选性质	讲解冲激函数的筛选性质(取样性质),通过公式推导讲解冲激函数的筛选性质,引入课程思政“带着批判眼光,取其精华去其糟粕”看待事物。	批判精神、取其精华去其糟粕等。
042106-103	3.信号的分解	讲解连续信号的分解,包括信号的直流和交流分解、信号的奇偶分解、任意信号的分解。引申到学生将大学生职业规划问题按一定规则进行分解,抓住主要矛盾,大问题分解为小问题,制定目标时,按照SMART原则制定,逐个解决,提前做好职业规划。	启发学生采用多元化思维解决问题的能力;做好目标管理,采用smart原则制定目标。
042106-104	4.系统的响应	讲解系统的响应的定义和分类,通过介绍零输入响应和零状态响应的概念,启发学生:“人就是一个系统,要想产生输出(输出技能),就需要不断地输入(学习)”。概念介绍完后,分享清华校长薛其坤的励志求学故事。	提高学生学习积极性、激发学生学习斗志等。
042106-105	5.因果系统和非因果系统	讲解系统的分类:因果系统和非因果系统,结合航天员王亚平的个人经历,引申到“一个人要想在某个方向上有输出响应,就需要持续下“功夫”。	提高学生学习积极性、勉励学生认真求学等。
042106-106	6.LTI系统分析方法	讲解LTI系统分析方法:时域方法和频域方法,通过2种分析方法的内容对比,引入对“木板理论”的另一个角度思考,启发学生要具有创新性思维、多角度看问题、培养多元化思考。	培养学生创新能力、多元化思考、多角度看问题的能力。
042106-107	7.信号的基本概念	讲解信号的基本概念,引入中国古代利用光信号和电信号传递信息的例子,从而让学生了解中国古代人的智慧,弘扬爱国主义情怀,培养学生的文化自信。	了解古人的智慧、弘扬爱国主义情怀、培养学生的文化自信。

案例编号	042106-101
案例标题	复指数信号
案例来源	原创案例
内容简介	在复指数信号的讲解部分，会用到欧拉公式，通过讲解科学家欧拉的生平故事，从而在精神上滋养学生，使之坚定理想信念，学好本领建设国家，实现个人的人生价值。
关键词	信号与系统、欧拉、科学家精神；
编写时间	2022-1-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	领悟科学家精神：不畏艰难、追求真理、求知若渴等
素材长度	1252 字符
案例正文	<p>知识点内容：复指数信号</p> <p>复指数信号的表达式为：$f(t) = Ae^{st}$。</p> <p>其中，$s = \sigma + jw$为复数，σ为实部系数，w为虚部系数。</p> <p>借用欧拉公式，复指数信号可以分解为实部和虚部，即：</p> $Ae^{st} = Ae^{(\sigma + jw)t} = Ae^{\sigma t} e^{jw t} = Ae^{\sigma t} \cos wt + jAe^{\sigma t} \sin wt$ <p>实部为振幅随时间变化的余弦函数，虚部为振幅随时间变化的正弦函数。σ表示了正、余弦信号振幅随时间变化的情况，w是正、余弦信号的角频率。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 科学家欧拉的故事  <p>图1 莱昂哈德·欧拉</p>

莱昂哈德·欧拉 (Leonhard Euler, 1707-1783), 瑞士数学家、自然科学家。欧拉是 18 世纪数学界最杰出的人物之一, 在科学界享有泰山北斗的崇高地位。

欧拉毕生成就卓著, 让我们一起来观赏大神的个人履历:

13 岁, 考入名校巴塞尔大学, 同时修六个专业 (哲学、法学、数学、神学、希伯来语、希腊语), 戏路宽广, 无人能敌!

15 岁, 本科毕业。

16 岁, 硕士毕业。

19 岁, 博士毕业。(传说中的本硕博连读, 我们上大学的年纪, 欧神已经博士毕业, 独孤求败了!)

20 岁, 参加巴黎科学院奖金的角逐, 没成想才得第二名, 欧拉大受刺激, 在接下来 12 年连拿 12 个冠军, 终于看破红尘, 不参加比赛了。

22 岁, 在写给哥德巴赫的一封信中, 给出了伽马函数的定义。

25 岁, 得到了欧拉-麦克劳林求和法。

26 岁, 彼得堡科学院数学教授。

27 岁, 推广了以下符号: $f(x)$ 、 \sin 、 \cos 、 \tan , 它们伴随我们度过了小学、初中、高中、大学。给出了欧拉常数, 该数是否为超越数, 至今无人知晓。

28 岁, 欧拉解决了计算彗星轨道天文学难题, 这个问题几个著名数学家几个月的努力才得到解决, 而欧拉却用自己发明的方法, 三天便完成了。28 岁, 右眼失明。

29 岁, 《力学或解析地叙述运动的理论》出版, 提出诸如质点的概念、在运动学中引入矢量。

32 岁, 出版音乐著作《建立在确切的谐振原理基础上的音乐理论的新颖研究》

33 岁, 攻克了巴塞尔问题。

34 岁, 解决了七桥问题。发表了图论领域最早的文献。

37 岁, 给出了著名的欧拉恒等式。

	<p>41 岁，出版了划时代代表作《无穷分析引论》，该书在数学史上地位显赫，是对数学发展影响最大的七部名著之一。</p> <p>43 岁，给出了多面体公式，这是组合拓扑的雏形。</p> <p>48 岁，出版了《微分学》。</p> <p>59 岁，左眼失明。</p> <p>完全失明后，因为熟知所有数学公式、能够心算高等数学，写出 400 多篇论文。出版了三卷本《积分学》，还出版了影响甚广的《代数导引》。</p> <p>64 岁，因家中失火，大部分研究被焚毁，神奇的欧拉用了一年的时间口述了所有这些论文并作了修订（后人整理他的著作，花了 100+ 年，一个世纪啊，在欧拉那里，不过一年！）。</p> <p>76 岁，欧拉为了庆祝他计算气球上升定律的成功，请朋友们吃饭，那时天王星刚发现不久，欧拉写出了计算天王星轨道的要领，还和他的孙子逗笑。他喝完茶后，突然疾病发作，烟斗从手中落下，嘴里喃喃地说：“我要死了”。这是欧拉对生命的最后一次计算。随后，他便告别了人世。</p> <p>思政元素切入：科学家精神。</p> <p>欧拉在科研路上锲而不舍、追求真理的执着精神值得后人学习，激励我们奋勇前行。即使他完全失明后，依然奋斗在科研一线，写出 400 多篇论文，纵然是家中失火导致研究材料被毁，仍然坚持口述重新修订出论文。</p>
分析评价	<p>该案例在讲解复指数信号时，引出欧拉定理，进而通过科学家欧拉的故事，培养学生艰苦奋斗、追求真理等品质。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	王卫东，教授，西安电子科技大学

案例编号	042106-102
案例标题	冲激函数的筛选性质
案例来源	原创案例
内容简介	讲解冲激函数的筛选性质（取样性质），通过公式推导讲解冲激函数的筛选性质，引入课程思政“带着批判眼光，取其精华去其糟粕”看待事物。
关键词	冲激函数、冲激信号、取样、筛选；
编写时间	2021-1-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	批判、取其精华去其糟粕等；
素材长度	887 字符
案例正文	<p>知识点内容：冲激函数的筛选性质</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 取样性或筛选性质 <p>若 $f(t)$ 是在 $t=0$ 及 $t=t_0$ 处连续的有界函数，则</p> $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} f(0)\delta(t)dt = f(0)$ <p>以及</p> $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t-t_0)dt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t_0)\delta(t-t_0)dt = f(t_0)$ <p>上述两式表明：冲激函数具有取样(筛选)特性。如果要从连续函数 $f(t)$ 中抽取任一时刻的函数值 $f(t_0)$，则只要乘以 $\delta(t-t_0)$，并在 $(-\infty, +\infty)$ 区间积分即可。</p> <p>课程思政升华：批判思维、取其精华去其糟粕。</p> <p>如果要从连续函数 $f(t)$ 中抽取任一时刻 t_0 的函数值，则让函数 $f(t)$ 乘以该时刻的冲激函数，然后在包含该时刻的区间内积分即可。</p> <p>冲激函数的取样性质告诫我们：我们在看待事物时，自身要相当于一个冲激函数，要具有一定的批判性思维，学会筛选，对待事物要取其精华去其糟粕。选取有益的地方供我们学习，舍弃不良的地方吸取教训。</p>

举例说明：对待传统文化，我们要取其精华去其糟粕。

符合社会主义核心价值观，对中国特色社会主义建设有好处，符合公序良俗，对人民美好生活有推动作用的就是“精华”文化，反之则是文化中需要摒弃的糟粕。

自炎黄时期开始，人类在漫长的社会实践中形成了自己独有的社会文化。春秋战国时期，百家争鸣，各个学说流派在诸侯国大放光彩。后来秦朝统一六国，确定法家为正统学说，开始焚书坑儒。秦始皇的这一举动对其他流派的学说是毁灭性的打击，到了汉武帝时期，中原王朝又开始“罢黜百家，独尊儒术”。从此，儒家文化几乎成为中华传统文化的代表，在长达 2000 年的封建王朝中，儒家文化“独领风骚”。



图 1 孔子

像儒家文化中强调孝顺、家和万事兴和家国观念的文化就是**精华**，因为它对人民的幸福生活起推动作用，符合当前社会主义核心价值观，是人民大众喜闻乐见的文化，符合公序良俗。

比如现在国家越来越重视留守儿童的问题，“家庭”文化的推广就对解决留守儿童问题起积极作用。

至于儒家文化中关于“女子无才便是德”，强调人的阶级性，**这些都是糟粕，是需要摒弃的**。在封建王朝时期，为了巩固政权，儒家推出一系列玄学诸如天人感应等。他们大力宣传人的阶级性，宣传君王是真龙天子，君权神授，天生与普通人不同，是代天牧民，

	<p>拥有至高无上的权威。但我们都知道，所谓真龙天子，不过是掌握权力的普通人罢了。还有传统文化中的“女子无才便是德”，同样是谬论，男、女都是社会主义建设的中流砥柱。</p>
分析评价	<p>该案例在讲解冲激函数的取样性质时，引入课程思政：具有批判性思维，对待事物要取其精华去其糟粕，最后给出例子如何对待传统文化。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	<p>王卫东，教授，西安电子科技大学</p>

案例编号	042106-103
案例标题	信号的分解
案例来源	原创案例
内容简介	讲解连续信号的分解，包括信号的直流和交流分解、信号的奇偶分解、任意信号的分解。引申到大学生对职业规划问题进行分解，抓住主要矛盾，大问题分解为小问题，在解决每个小问题时，按 Smart 原则制定目标，逐个解决。
关键词	信号的分解、问题分解、主要矛盾、smart 原则；
编写时间	2021-12-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	目标分解、smart 原则、启发学生解决问题的能力；
素材长度	1659 字符
案例正文	<p>知识点内容：连续信号的分解</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 直流分量和交流分量 $f(t) \rightarrow f_D + f_A(t)$ <ul style="list-style-type: none"> ● 偶分量和奇分量 <p>偶分量定义为： $f_e(t) = f_e(-t)$；</p> <p>奇分量定义为： $f_o(t) = -f_o(-t)$；</p> <p>任意信号可以分解为偶分量和奇分量之和，即：</p> $f(t) = f_e(t) + f_o(t)。$ <ul style="list-style-type: none"> ● 任意信号的分解 <p style="text-align: center;">图 1 矩形窄脉冲</p>

任意信号 $f(t)$ 可以用一系列宽度为 Δt 的矩形脉冲相叠加的阶梯信号似表示，这种方法称为纵向分割。

当 $t = k\Delta t$ 时，对应的矩形脉冲为：

$$f(k\Delta t)\{u(t - k\Delta t) - u[t - (k + 1)\Delta t]\}。$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} f(k\Delta t) \frac{\{u(t - k\Delta t) - u[t - (k + 1)\Delta t]\}}{\Delta t} \Delta t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} f(k\Delta t) \delta(t - k\Delta t) \Delta t$$

将无穷多个矩形脉冲叠加，可以得到 $f(t)$ 的表达式，即：

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(k\Delta t) \delta(t - k\Delta t) \Delta t$$

思政元素切入： 问题分解，按 Smart 原则制定目标，提前做好大学生职业规划。

目前大学生毕业时，基本是可以分为 4 种选择：考研、找工作、考公、创业。

那么一个大一的学生，进入大学之后，对于“大学生就业”这样一个问题，可以提前想想自己将来走哪一条路线。路线确定后，接下来就是对问题分解，按照时间要素进行合理规划每个阶段的目标，每一阶段，抓住主要矛盾问题去解决。比如大一至大四每年该做什么、四六级证和计算机二级三级证书什么时间考、什么时间参加学科竞赛等等，做好充足的准备。

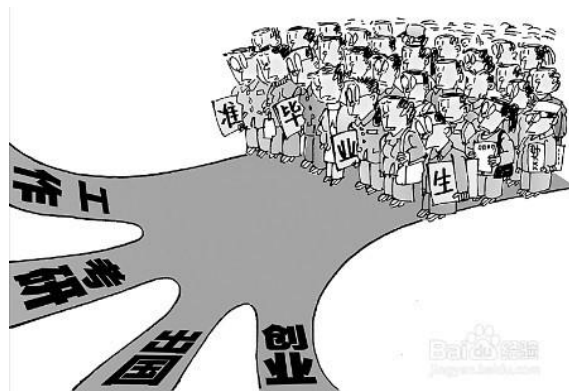


图 2 大学生职业规划图

具体在制定每一阶段目标时，可以按照 Smart 原则进行制定：

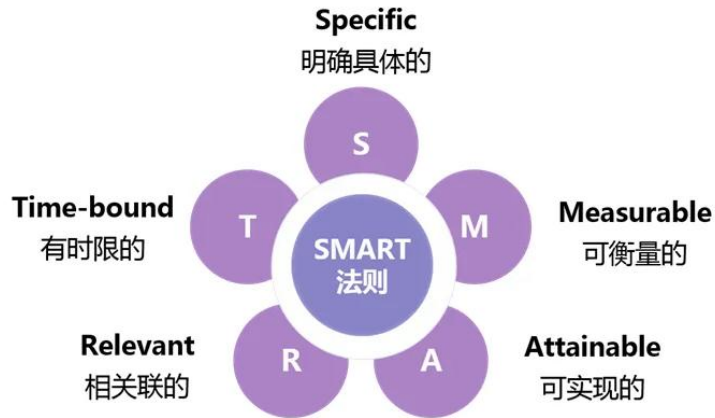


图3 每阶段目标的 Smart 原则图

Smart 原则是由 5 个英文单词的首写字母：S（Specific）明确具体的、M（Measurable）可衡量的、A（Attainable）可实现的、R（Relevant）相关联的、T（Time-bound）有时限的组成。

（1）S（Specific）——明确具体的

我们制定的目标要是确切、具体的，即用具体的语言清楚地说明要达成的行为标准，而不是笼统的、虚无缥缈的东西。

（2）M（Measurable）——可衡量的

可衡量的就是说这个目标是可以量化或者行为化的，它应该有一组数据、程度、状态、对象、时间等准确的表达，作为衡量是否达成目标的依据。这里需要注意的是，可衡量的准则就是量化的就量化，不能量化的就质化，但是绝对不能凭主观思想去判断，而是要实事求是，客观评价。

（3）A（Attainable）——可实现的

可实现的，就是说你设定的目标是可以达成的，是最有可能实现的。你可以设定一个比较高的目标，但这个目标一定是合理且可完成的，你不能制定出跳起来“摘星星”的目标，而是应该制定出跳起来“摘桃”的目标，只有你的这个目标是根据自身条件设定的，又可以通过努力去突破或达成的，那么这个目标才是比较合适的。

（4）R（Relevant）——相关联的

相关联的就是指你设定的目标要与其他目标是有关系的。如

如果你的目标与其他目标没有联系，或相关度极低，那么即使你实现了这个目标，意义也不大。

(5) T (Time-bound) ——有时限的

有时限的，就是说目标的设定是有时间限制的，简单来说就是你的目标要有起点、终点或有固定的时间段。只有时间的限制才能让你督促自己完成目标，如果你的目标是没有时间期限的，那么就会导致你一而再再而三地拖延工作，最终导致你的目标变成“烂尾项目”。如果你不希望你的目标仅仅是一个摆设，那么你就为你的目标设置好时间，只有这样，你的目标才有望完成。

通过目标的设定时间段，你可以检验自己的目标达成情况。如果落后或超前，就需要分析其中的原因，考虑是否需要重新修订新的目标时间段。

举例来讲，比如某个学生在制定学习目标时，这样写：“我想在期末考试时信号课程不挂科”，这样书写目标就不符合 **Smart** 的原则，可以修改为：“我想在期末考试时，信号课程可以考到 90 分以上。为了达成这个目标，我需要认真做好每次的信号课程作业、课堂测试题，课前预习了解这门课的难点，课后有效复习回顾知识。信号这门课程对数学功底要求较高，必要时我还需要再温习高数里的微积分知识。在课程结束后，我需要自行先练习 3 套测试题试卷，借助套题训练检验自己的复习效果。”经过修改后，这样的目标制定就是符合 **smart** 原则的。

具体在执行时，学生可以将学习计划表打印出来，下表仅供参考：

		学习计划表							
		长期目标:				本周目标:			
第	周计划	周一	周二	周三	周四	周五	周六	周日	
早晨	06:00—06:20								
	06:20—07:15								
上午									
中午									
下午									
晚上	7.15—8.15								
	8.15—9.15								
	9.15—10.15								
	10.15—11.15								
	11.15—12.15								
	12.15—00.00								
	00.00—00.30								
	00.30—01.00								
	01.00以后								
目标 计划 完成 情况	本周完成习题								
	本周背诵计划								
	本周补课事宜								
	本周错题本总结								
本周特殊事宜									

图 4 学习计划表

综上，学生借鉴信号分解的思想，将职业规划问题分解为若干个小问题，在解决每个小问题时，采用 smart 原则制定目标，这样每个小问题解决后，最终的大问题也就迎刃而解了。

分析评价	该案例从讲解信号的分解开始，结合大学生的实际问题，引申到“对大学生的职业规划问题分解”，启发学生思考，提前做好每种路线准备。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、价值引领的目标，达到了课程育人的目的。
评价者	王卫东，教授，西安电子科技大学

案例编号	042106-104
案例标题	系统的响应
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的响应的定义和分类，通过介绍零输入响应和零状态响应的概念，启发学生：“人就是一个系统，要想产生输出（输出技能），就需要不断地输入（学习）”。概念介绍完后，分享清华校长薛其坤的励志求学故事。
关键词	系统响应、零输入响应、零状态响应、全响应、初始条件；
编写时间	2021-12-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	提高学生学习积极性、激发学生学习斗志等；
素材长度	1923 字符
案例正文	<p>知识点内容：系统的响应</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 系统的初始状态 <p>一般将 $t_0=0$ 记为“初始”时刻；并用 0^- 表示系统“换路前”系统储能的初始状态，用 0^+ 表示“换路后”系统响应的初始条件。</p> ● 系统的响应： <p>零输入响应：当系统的激励为 0，仅由系统初始状态（储能）产生的响应是零输入响应。记为 $Y_{zi}(t)$。</p> <p>零状态响应：当系统的初始状态（储能）为零，仅由系统激励产生的响应是零状态响应。记为 $Y_{zs}(t)$。</p> <p>系统响应：系统全响应=零输入响应+零状态响应。</p> <p>通俗理解系统响应：如果把一只脚踏入大学校门这一刻记为 $t=0$ 时刻，那么进入大学之前，自己取得的成绩为过去的零输入响应。想要有输出，就得有输入。进入大学之后，给自己施加不同的激励，学习各种技能，比如电子信息类的学生学习编程语言等等，给定不同的激励产生不同的响应，时间花在哪里果子就长在哪里，这些是自己大学期间的零状态响应。最终大学毕业时，</p>

当学生拿到毕业证书和学士学位证书的那一刻起，整个大学期间取得的成绩既是自己这四年的全响应，又是即将步入职场生涯的零输入响应。

思政故事切入：清华大学校长薛其坤的励志求学故事。

2020年，清华大学副校长薛其坤院士因为发现了量子反常霍尔效应，获得了2020年度菲列兹·伦敦奖，这可是中国首个、亚洲第二个获得此项荣誉的科学家，而这个奖项自1957年创建以来，共有50余位获奖者，其中12位后来都被授予了诺贝尔物理学奖！所以薛其坤也成为了国人心目中诺奖的有力竞争人选，这样一位优秀的人才想来从小就是一位天才，然而当人们翻开他的履历时却发现自己大错特错了！



图1 清华大学副校长薛其坤院士

薛其坤的天赋其实并不出众，甚至他为了能够读研，前前后后参加了三次考试，而他现如今的所有成就，也是在付出了远超常人想象的努力之后才得到的！薛其坤院士出生在山东临沂一个普通的农村家庭，所以他从小学习就非常努力，立志要凭借高考改变自己的人生轨迹。

1980年，薛其坤凭借非常优异的高考成绩考入了山东大学激光专业。山大作为副部级985高校，在本省相当难考，其含金量也是非常高的，那个时候的大学生是包分配的，薛其坤从山大本科毕业后，直接参加了工作，他选择进入现在的曲阜师范大学担任一名老师。

一段时间后，薛其坤发现这并不是他想要的生活，他希望能

成为一名科学家为祖国的科研事业添砖加瓦。所以**为了实现自己心中的理想**，薛其坤毅然决然地决定考研，可能有人觉得，都能进入山东大学了，肯定是一个妥妥的学霸无疑，考研一定是小case。

然而事实却并不是这样，相反他甚至有一些笨，在第一次考研的时候，他的**高等数学仅仅只考了 39 分！**这样的水平实在是让人“刮目相看”。不过薛其坤却并没有放弃，反而坚定的选择二战考研。

这次考试的成绩显得格外具有戏剧性，他又一次考了 39 分，不过这次不是数学，而是物理。更让他感到郁闷的是，虽然他没考上，但是他有许多学生考上了。后来他想到了一个办法，那就是**和学生一起学习，激励自己向上攀登**，终于在第 3 次考试后，薛其坤成为了中国科学院的一名研究生。

在此之后，他更是在日本展开了一段长达 7 年的读博之路，而他也从**实验室中一开始不停被导师斥责的学生，最终变成一个任务完成最优秀的博士生。**

凭借着这么多年的扎实积累，博士毕业后的他就仿佛开启了一段“开挂”的人生，在 35 岁那年他成为了教授，在 41 岁那年他又成为了中国科学院最年轻的一位院士，在 50 岁那年他更是攻克了量子世界的难题。

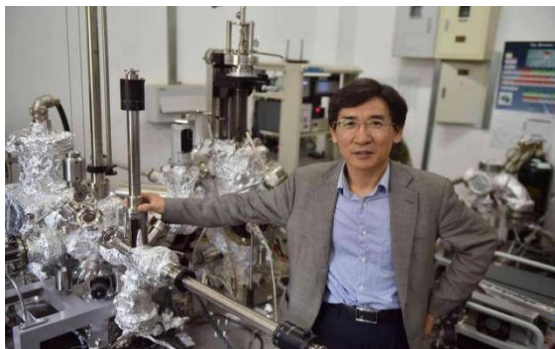


图 2 薛其坤出任清华大学校长助理

2013 年 3 月，薛其坤出任清华大学校长助理，同年 5 月也就是两个月后，他的人生再次迎来高光时刻，直接升任了清华大学

	<p>副校长。</p> <p>所以说如果天赋不够优秀的话，真的就不能做出一番作为吗？从薛其坤身上我们就可以看出，答案当然是 NO，就像薛其坤常挂在嘴边的那句话一样：“哪有什么天才，不过是比其他任何人都更加努力而已”。</p> <p>薛其坤用自身行为向所有学子做了一个最好的表率，而我们也期待他能够早日收获诺贝尔物理学奖，为国争光！</p> <p>课程思政升华：百折不挠，努力学习，实现自己的梦想！</p> <p>三次考研，从考研数学 30 多分的成绩到科学院院士，薛其坤的励志求学经历给我们树立了榜样！一个人要想不断地取得成绩，就需要持续输入，持续的给自己施加激励，这样才能得到阶段性的成果，审视自己过去的零输入响应，总结经验，吸取教训，持续奋斗，从而让自己的零状态响应更多一些，这样整个人生的响应就会更多些！从而实现自己的梦想！就像薛其坤院士，曾经他也考研不顺，但是他会总结经验，自己一个人复习效果不好，那就和同学好友们一块复习激励自己学习，读研究生期间，刚开始被老师斥责，后来成为课题组最优秀的博士生，我们不知道薛其坤到底经历了多少磨难，但是可以肯定的是，他一定是个不服输、不轻言放弃、百折不挠的科学家！</p>
分析评价	<p>该案例在讲解系统响应、零输入响应、零状态响应的概念后，分享清华校长薛其坤的励志求学故事，从而在精神上勉励学生，鼓舞学生不轻言放弃，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	王卫东，教授，西安电子科技大学

案例编号	042106-105
案例标题	因果系统和非因果系统
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的分类：因果系统和非因果系统，结合航天英雄王亚伟的个人经历，引申到“一个人要想在某个方向上有输出响应，就需要在该方向上持续下功夫”
关键词	因果系统、非因果系统、因果信号；
编写时间	2021-12-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	提高学生学习积极性、勉励学生认真求学等；
素材长度	2026 字符
案例正文	<p>知识点内容：因果系统和非因果系统</p> <p>因果系统满足任意时刻的响应 $y(t)$ 仅与该时刻以及该时刻以前的激励有关，而与该时刻以后的激励无关。</p> <p>换句话说，因果系统的响应是由激励引起的，激励是响应的原因，响应是激励的结果。响应不会发生在激励加入之前，系统不具有预知未来响应的能力。</p> <p>响应与激励具有因果关系的系统，也称为物理可实现系统，如果响应出现在激励之前，那么，连续系统为非因果系统，也称为物理不可实现系统。</p> <p>因果系统启发我们：如果要想在某一个方向上取得成绩，就得在这个方向上持续下功夫，精进自己的技能。机会是留给有准备的人，世界上从来没有不劳而获的果实，只有努力奋斗后自然的开花结果。</p> <p>思政故事切入：航天员王亚平的故事</p> <p>2021 年 11 月 7 日，航天员翟志刚、王亚平身着我国新一代“飞天”舱外航天服，先后从天和核心舱节点舱成功出舱，王亚平成为中国首位进行出舱活动的女航天员，迈出了中国女性舱外太空行走</p>

第一步。



图 1 王亚平

航天员王亚平的故事：

1980 年，王亚平出生于山东烟台的一个村庄，家里的主要经济来源是五亩樱桃林。家境贫寒的孩子，早早懂事。七岁时，瘦弱的王亚平就会抢着帮父母做农活。她性格要强，成绩稳居前列，考第二名都会止不住地抹眼泪。

成长中，王亚平唯一的一次叛逆，是在志愿填报时。父亲希望女儿去读师范类中专，早早工作，平淡安稳过余生。但王亚平心有一把火焰，她想走出大山，步入大学校门。她偷偷改掉志愿，升入高中。

命运的转机发生在高三——时隔八年，山东招飞办到烟台招飞行员。

王亚平是班上唯一不戴眼镜的学生，又常常获得长跑第一名，身体素质优秀。在同学的鼓励下，她尝试报了名。几万人经过严苛筛选，最终留下了 37 位，王亚平位列其中。

17 岁的她，进入冰天雪地的长春，接受飞行员的系统训练。无论是身体还是心理，她都做好了充分准备。零下十几度，寒风凛冽如刀，王亚平在清晨出来跑步，哪怕汗打湿衣服，在后背凝成大片薄冰，睫毛挂着冰珠，遮挡视线，她也从未想过放弃。

辛苦没有白费，21 岁那年，王亚平学会驾驶 4 种飞机，被分

配到武汉空军，执行抗旱增雨等任务。



图2 王亚平担任飞行员

2007年，重庆遭遇特大旱灾，土地皴裂，森林大火频发。王亚平接到增雨任务，当天空出现厚重云雾时，她驾驶飞机，在电闪雷鸣里穿梭，尝试发射增雨焰弹。穿过浓密白雾，气流迅猛，飞机剧烈颠簸，仪表盘甚至出现轻度结冰，“对飞机而言是致命的。”

出生入死之间，王亚平圆满完成任务，久旱的大地，迎来甘霖。八年间，王亚平接下“北京奥运会消云减雨”、“汶川地震救灾物资运输”等重任，无一不出色完成任务。

王亚平从飞行员到航天员的蜕变，则与前辈杨利伟有关。当年神州五号拖曳着红色尾焰，首次进入太空。中华千年航天梦的新篇章，从此书写，举国上下，欢呼沸腾。

望着荧幕上杨利伟的身影，王亚平心想：“中国现在有了第一个男航天员，什么时候会有女航天员？如果可能，我要做那个向太空挑战的人。”

机遇在多年后降临——神州九号计划选拔女航天员。

凭借优异的飞行记录，王亚平和战友刘洋同时入选，成为首批女航天员。日常残酷的训练，几乎抵达人类的极限。而每天训练结束后，王亚平会主动留下，给自己增加一个小时的器械训练。梦想就在眼前，王亚平使出全力，奋力争取。

可最终成功入选的女航天员，却是刘洋。

王亚平与梦想失之交臂，成为“备份航天员”。有媒体曾问王亚

平：“落选了，你难过吗？”她淡淡一笑，霸气回答：“这就好比打仗，还差最后一个山头时，我们关注的是怎么把它攻下来，而不是谁去攻。”

一年后，凭借过硬的飞行技术与超强的心理素质，王亚平通过重重选拔，被确定为神舟十号飞船首飞女航天员乘组。她在太空中做物理实验，成为中国第一个在太空授课的女教师。

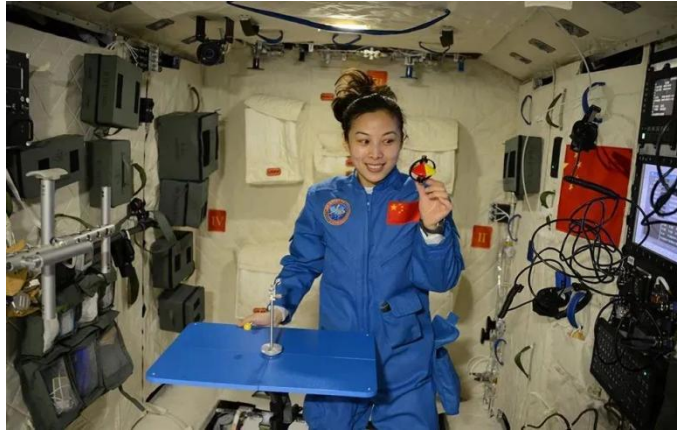


图3 王亚平在太空授课

四十分钟的课程，点燃了无数孩子心里的航天梦。

铿锵玫瑰，英姿飒爽，直上云霄，再叩苍穹。光鲜成绩背后，是日复一日的枯燥训练。

离心机，是航天员公认的魔鬼机器，能够模拟太空超负荷环境。训练时，王亚平会感到头晕目眩，呼吸困难，脸上肌肉被甩到变形，眼泪止不住往外流，“就相当于8倍的体重压在你身上”。

在“度秒如年”的剧烈痛苦中，她依然能准确重复各种标准动作，答对“判断信号”等题目。

针对出舱的训练，是穿着120斤的液冷散热服，被吊入水池中，在水下高压环境完成指定出舱动作。

在她心中，使命重于生命：“当我身穿航天服，准备为祖国出征太空的时候，我心中充满的都是对祖国的热爱，对我们航天事业的热爱。因为这份热爱，足以让我克服所有的困难，战胜所有的难关，甚至牺牲自己的生命。”

课程思政升华：一分耕耘，一分收获，任何经历都不会白费！

	<p>向学生指出：航天员王亚文的故事告诉我们：一分耕耘，一分收获，任何经历都不会白费！要想取得一定的成绩，就需要肯花时间，肯牺牲，肯研究，肯付出，这样才能有所收获！王亚伟为了成为一名合格的飞行员，在接受飞行员的训练时，从不偷懒，她在身体和心理上已经做好了全面的准备。时光不负有心人，最终她通过筛选，成为一名优秀的航天员！</p>
分析评价	<p>该案例在讲解完因果系统和非因果系统概念的过程中，引用航天员王亚伟的故事案例，勉励学生认真学习，避免不劳而获的思想蔓延，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	<p>王卫东，教授，西安电子科技大学</p>

案例编号	042106-106
案例标题	LTI 系统分析方法
案例来源	原创案例
内容简介	讲解 LTI 系统分析方法：时域方法和频域方法，通过 2 种分析方法的内容对比，引入对“木板理论”的另一个角度思考，启发学生要具有创新性的思维、多角度看问题、培养多元化思考。
关键词	LTI 系统、时域分析、频域分析；
编写时间	2022-1-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	培养学生创新能力、多元化思考、多角度看问题的能力；
素材长度	781 字符
案例正文	<p>知识点内容：LTI 系统分析方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● LTI 系统模型 描述 LTI 系统模型的方法有 2 类： 第 1 类是输入输出描述法； 第 2 类是状态变量描述法。 ● LTI 系统分析方法： LTI 系统分析方法有时域方法和频域方法。 LTI 系统分析的一个基本任务是求解系统对任意激励信号的响应，基本方法是将信号分解为多个基本信号元。时域分析将脉冲信号作为基本信号元，信号可以用冲激函数(阶跃函数)表示。用公式可以表示为： $f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=0}^n f(k\Delta t)\delta(t-k\Delta t)\Delta t$ $f(t) = \int_0^t f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau$ 复频域分析将正弦函数（复指数函数）做为基本信号元，信号可以用不同频率的正弦函数（复指数函数）表示，用公式表示为：

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)]$$

它们是同一信号两类不同的分解方法，对应着两类分析方法。这两类分析方法思路相同，都是先求得基本信号元的响应，然后叠加，即这2类分析方法均以叠加性、均匀性及时不变特性作为分析问题的基点，没有本质区别，仅是分解的基本信号元不同而已。

课程思政升华：创新思维方式，多角度看问题！

在学习和生活中，我们需要从不同角度和视野看问题和分析问题。特别是碰到困难、挫折时，应该转变思路采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，从不同角度去分析问题。


举例说明：木桶原理和长板理论

“木桶原理”也称“短板理论”，说的是：“一个水桶无论有多高，它盛水的高度取决于其中最低的那块木板。”经常被人们用来说明需要弥补自己的短板和缺点。



但是换个角度看待此问题，可以发展出“斜木桶理论”。

“斜木桶理论”是说木桶可以斜过来，从而装下更多的水，此时装的水由最长的那根木板决定。所以，又称“长板理论”。经常被用来说明在当今的社会中，一定要发挥优势，而不要努力弥补短处。

	<div style="text-align: center;">  <p>将木桶倾向一侧</p> <p>把几块长板分别加长</p> </div> <p>告诫学生：在日常生活中，对平时司空见惯的理论进行多角度观察，创新思维方式，例如此处的木桶理论，平时听到最多的是补自己的短板，但是短板有可能再怎么下功夫无法弥补，这种情况下不如花时间去发挥自己的优势，这样就能形成正向的反馈，促使自己将优势发挥到极致。</p>
分析评价	<p>该案例在讲解 LTI 系统分析方法时，引申到学生在实际的生活学习中学会用变换的方法思考问题、解决问题，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	<p>王卫东，教授，西安电子科技大学</p>

案例编号	042106-107
案例标题	信号的基本概念
案例来源	原创案例
内容简介	讲解信号的基本概念，引入中国古代利用光信号和电信号传递信息的例子，从而让学生了解中国古代人的智慧，弘扬爱国主义情怀，培养学生的文化自信。
关键词	信号、系统、信息；
编写时间	2022-1-28
编者	鱼轮，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	了解古人的智慧、弘扬爱国主义情怀、培养学生的文化自信；
素材长度	812 字符
案例正文	<p>知识点内容：信号的基本概念</p> <p>(1) 消息：人们常常把来自外界的各种报道统称为消息。</p> <p>(2) 信息：通常把消息中有意义的内容称为信息。</p> <p>(3) 信号：信号是信息的载体，通过信号传递信息。信号是信息的一种物理体现，它一般是随时间位置变化的物理量。</p> <p>按物理属性分类，信号可以分为电信号和非电信号，他们可以相互转换。</p> <p>现代的人每天都会与各种各样载有信息的信号密切接触。例如，听广播、看电视是接收带有信息的消息；发短信、打电话是为了把带有信息的消息借助一定形式的信号传送出去。</p> <p>信号是各类消息的运载工具，是某种变化的物理量，如电话铃声，交通红绿灯，收音机、电视机、手机收到的电磁波等，这些信号分别称之为声信号、光信号、电信号。</p> <p>课程思政引入：了解古人智慧、弘扬爱国主义情怀！</p> <p>举例说明：古代中国边境的士兵为了及时的传递敌人来犯的信息，在烽火台上点燃“燃料”，点燃时的烟很大，可以从很远处看到，就这样，烽火台一个接一个的点下去，敌人来犯的消息就</p>

被很快的传递出去，烽火狼烟的示意图如图 1 所示。



图 1 烽火狼烟示意图

再比如：击鼓鸣金，古时两军作战时用鼓和金发号施令，击鼓则进，鸣金则退，示意图如图 2 所示。



图 2 击鼓鸣金示意图

在这两个例子中，借助光信号：烟雾传递敌情，借助声音信号：鼓声，传递前进或者后退的信息，这就是借助不同的声、光、电信号来传递信息的例子，这就是古人的智慧。

课程思政升华：了解现代信息传递的方式，提升专业学习积极性！

现代的信息传递方式大致可以分为如下方式：

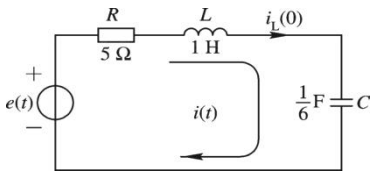
A、有线通讯传输，如电话，传真，电报，电视等。

B、无线通讯传输，如对讲机，BP 机（已淘汰），移动电话，

	<p>收音机。</p> <p>C、数字通讯传输，最熟悉的，连网的电脑，数字电视。</p> <p>D、纸张通讯传输，如书信，报纸等。</p> <p>告诫学生：人类的发展史上，人类传播信息的方式在发生演变，那么从古代的烽火狼烟到如今的电脑手机 PAD 各类终端传递信息，他们的共性是什么？这些信息是怎么传输的？信号和系统的关系是什么？等等，这些问题就是我们这门课去研究的。</p>
分析评价	<p>该案例在讲解信号的基本概念时，通过列举古代烽火狼烟和击鼓鸣金的例子，引申学生思考信号和信息的关系、信号是如何传输的等等，让学生了解古人的智慧，弘扬了爱国主义情怀，从而达到了课程育人的目的。</p>
评价者	王卫东，教授，西安电子科技大学

《信号与系统》第2章 课程思政点梳理

案例编号	知识点梳理	课程思政切入点	育人目标
042106-201	1. 系统的输入输出描述	同一个系统，不同的输入信号，经过系统运算处理后会带来不同的系统响应。我们接收了外界信号，都会产生响应的响应。输入的信息会影响输出的行为，如果输入的都是负面的信息，久而久之，人的思想与行为也会向负面转变。如果输入的都是正面的信息，人的思想与行为也会向正面转变。	1.积极学习，广泛的获得多方面的信息，但一定要注意鉴别。 2.多听、多读、多看有益的知识技能，屏蔽各种不健康的传播内容，避免在自己的内心深处产生不良的“响应”，形成不良思维与行为。
042106-202	2. 传输（转移）算子	同一系统，系统的结构、参数一定，无论激励以及激励加入的端口如何改变，其传输算子的分母多项式都不会改变。在相同的输入下，要想获得更好的输出，就需要改变系统自身的结构，优化自己的“传输算子”。	同学们在广泛的获得多方面的信息的同时，一定要注意自己本质上的提高，不断学习，不断提升自身实力。
042106-203	3. 卷积	人生就是不断做卷积，与社会做卷积，社会这个系统的冲激响应简单清晰，其 $h(t)$ 越努力越幸福。	习主席所说的“奋斗的一生就是幸福的一生”，鼓励学生时刻保持奋斗的姿态，不断地积累幸福。
042106-204	4. 零状态响应	遇到困难的，或是繁琐的任务，就不想开始，那么，我们先一步一步来，吃掉一只青蛙，要一口一口吃，只要开始吃第一口，那最后一定会把整只青蛙都吃掉的。	任务分解、问题分解，逐个击破，就一定能够取得最后的胜利。
042106-205	5. 全响应分解	通过构造冲激、阶跃等理想化奇异信号，来分析信号与系统问题，可以使分析问题简单化。每个信号可以看做无穷多个冲激信号的叠加，然后将冲激信号加入系统获得冲激响应，再将冲激响应进行叠加，获得该信号的响应，使复杂问题简单化。	多角度看问题，弄清楚事物之间的各种联系，掌握隐藏其中的规律性东西，正确地反映事物的本质属性，然后做出科学合理的判断。
042106-206	6. 全响应求解	讲解系统的全响应求解。输入任何信号（激励）都会产生响应（输出信号），即有因必有果，体现因果关系。如果在人生路上努力学习过，坚持奋斗过，那么，胜利的脚步就会一步步靠近。	努力奋斗才能获得成功。

案例编号	042106-201
案例标题	系统的输入输出描述
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的输入输出描述法。人体是一个精密且复杂的系统,我们输入的信号都会产生相应的响应。输入的信息决定输出的行为,同学们应该广泛的获得多方面的知识,多听、多读、多看有益的知识,屏蔽网络上不健康的传播内容,避免在自己的内心深处产生不良的“响应”。
关键词	输入输出描述法
编写时间	2021-12-28
编者	赵杰, 副教授, 电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	使得学生获取有益的知识与经验输入, 摒弃有害信息
素材长度	1318 个字符
案例正文	<p>知识点内容: 系统的输入输出描述法</p> <p>第二章只讨论输入输出描述法, 着眼于系统输入(激励)与输出(响应)之间的关系。</p> <p>连续时间 LTI 系统的数学模型是常系数线性微分方程。</p> <p>一般有 n 个独立动态元件组成的系统是 n 阶系统, 可以由 n 阶微分方程描述(或 n 个一阶微分方程组描述), 一般表示为:</p> $\frac{d^n}{dt^n} y(t) + a_{n-1} \frac{d^{n-1}}{dt^{n-1}} y(t) + \cdots + a_1 \frac{d}{dt} y(t) + a_0 y(t) = b_m \frac{d^m}{dt^m} f(t) + b_{m-1} \frac{d^{m-1}}{dt^{m-1}} f(t) + \cdots + b_1 \frac{d}{dt} f(t) + b_0 f(t)$ <p>例. 如图 1 所示的 RLC 串联电路, $e(t)$ 为激励信号, 响应为 $i(t)$, 试写出其微分方程。</p>  <p style="text-align: center;">图 1 电路图</p> <p>分析可知, 这是有两个独立动态元件的二阶系统, 利用 KVL 定</p>

理列出回路方程：

$$Ri(t) + L \frac{d}{dt}i(t) + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(\tau) d\tau = e(t)$$

上式是一个微、积分方程，对方程两边求导，并代入系数，整理为：

$$\frac{d^2}{dt^2}i(t) + 5 \frac{d}{dt}i(t) + 6i(t) = \frac{d}{dt}e(t)$$

对电路施加不同的输入激励信号 $e(t)$ ，响应为 $i(t)$ 也随之相应变化。

课程思政引入：

《荀子·劝学》中说：“故君子居必择乡，游必就士，所以防邪辟而近中正也。”意思是(君子)居住必定选择风俗醇美之乡，交友必须接近贤德之士。荀子是“性恶论”者，他强调人的后天学习、改造的重要性。他认为环境对人有重要影响，所以主张居必择乡，游必就士。认为选择良师益友和有利于学习的环境，可以使人远邪近正，修身立德。《论衡·率性篇》中说：“譬犹练丝，染之蓝则青，染之丹则赤。”意思是人好像白色的丝一样，放到蓝色的染缸中，就成为青色；放到红色的染缸中，就成为赤色。

古时候有个《孟母三迁》的故事：

孟子小的时候非常调皮，他的母亲为了让他能接受好的教育，花了好多的心血。

有一次，孟子家住在墓地旁边，孟子就学着大人跪拜、哭嚎的样子，玩起办理丧事的游戏。

孟子的母亲看到了，心想不行，就带着孟子搬到市集旁边。

到了市集，孟子又学起商人做生意的样子，一会儿鞠躬欢迎客人、一会儿招待客人，表演得像极了。

孟子母亲知道了，于是他们又搬了家，这一次，他们搬到了学校附近，孟子开始变得守秩序、懂礼貌、喜欢读书。

这时，孟子的妈妈很满意地说：这才是我儿子应该住的地方。

人自身可以看成是一个精密、庞大又复杂的系统。我们接收了外界信号，都会产生响应的响应。这些不同的环境、不同的染缸，就类似于是不同的输入信号，会产生不同的响应。孟子的母亲为了

	<p>孟子的教育，竟然煞费苦心，三迁两地，希望能够找到一个良好的环境，能够给孟子提供良性的“输入”，从而获得良性的“输出”。</p> <p>课程思政升华：</p> <p>输入输出描述法是系统描述的重要方法。</p> <p>同一个系统，不同的输入信号，经过系统运算处理后会带来不同的系统响应。人体也可以看成是一个精密、庞大又复杂的系统。我们接收了外界信号，都会产生响应的响应。输入的信息会影响输出的行为，如果输入的都是负面、阴暗、变异恶毒的信息，久而久之，人的思想与行为也会向负面转变。如果输入的都是正面、积极、良善的信息，人的思想与行为也会向正面转变。</p> <p>向学生指出：在当今这样一个信息化的时代，甚至信息泛滥的时代，如果逃避社会、拒绝学习与提升，那么只会头脑空空，没有内涵；同学们应该广泛的获得多方面的信息，但同时需要具备批判性思维，对信息资源不能盲目地全盘接受，尤其是电子信息类本身就是快速发展的行业，相关知识与技术日新月异，要敢于提出疑问，而不能盲目地相信所谓的“权威”。一定要注意鉴别，多听、多读、多看有益的知识技能，批判性地鉴别、屏蔽各种不健康的传播内容，避免在自己的内心深处产生不良的“响应”，形成不良思维与行为。</p>
分析评价	<p>该案例从系统的输入输出分析法开始，通过微分方程建立电路系统模型。在此过程中，将输入输出分析方法引申到人的学习与认知，强调“选择”输入激励的重要性，倡导学生具备批判性思维，学会甄别不同的信息内容，主动剔除外界不良因素的影响，规范自己的行为，提升自己的综合素质。</p> <p>课程思政点切入较为自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	茹峰，教授，长安大学电控学院

案例编号	042106-202
案例标题	传输（转移）算子
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的传输（转移）算子。人体是一个精密且复杂的系统,我们输入的信号都会产生相应的响应。同一系统，系统的结构、参数一定，无论激励以及激励加入的端口如何改变，其传输算子的分母多项式都不会改变。在相同的输入下，要想获得更好的输出，就需要改变系统自身的结构，优化自己的“传输算子”。
关键词	传输（转移）算子、提升自己
编写时间	2021-12-28
编者	赵杰，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	人生只有通过不断的努力提升自己的能力才能获得成功
素材长度	1615 个字符
案例正文	<p>知识点内容： 传输（转移）算子</p> <p>n 阶线性微分方程可以用算子表示为</p> $p^n y(t) + a_{n-1} p^{n-1} y(t) + \dots + a_1 p y(t) + a_0 y(t) = b_m p^m f(t) + b_{m-1} p^{m-1} f(t) + \dots + b_1 p f(t) + b_0 f(t)$ <p>算子方程中的每一项表示的是运算关系，而不是代数运算。不过模仿代数运算，可以将上式写为：</p> $(p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0) f(t)$ $D(p) = p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0$ $N(p) = b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0$ <p>则 $y(t) = \frac{N(p)}{D(p)} f(t)$</p> <p>定义传输（转移）算子 $H(p)$ 为</p> $H(p) = \frac{N(p)}{D(p)}$

求例 2.1-5 如图 1 所示, 激励为 $e(t)$, 响应为 $i_1(t)$ 时的系统传输算子 $H_1(p)$; 激励为 $f(t)$, 响应为 $i_2(t)$ 时的系统传输算子 $H_2(p)$ 。

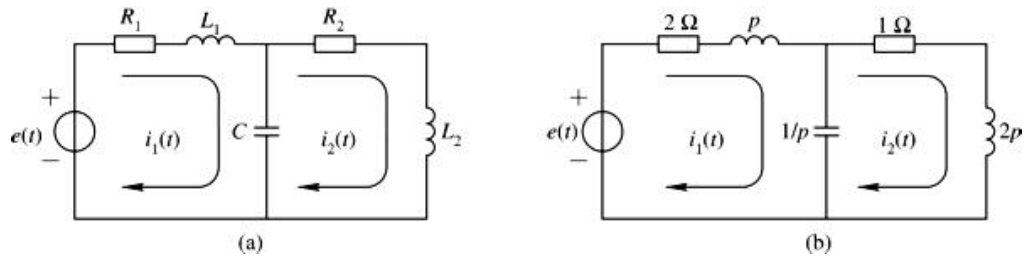


图 1 电路图

$$\begin{cases} \left(p + \frac{1}{p} + 2 \right) i_1(t) - \frac{1}{p} i_2(t) = e(t) \\ -\frac{1}{p} i_1(t) + \left(2p + \frac{1}{p} + 1 \right) i_2(t) = 0 \end{cases}$$

得: $(2p^3 + 5p^2 + 5p + 3)i_1(t) = (2p^2 + p + 1)e(t)$

同理, 得

$$(2p^3 + 5p^2 + 5p + 3)i_2(t) = e(t)$$

$$i_1(t) = \frac{2p^2 + p + 1}{2p^3 + 5p^2 + 5p + 3} e(t)$$

$$i_2(t) = \frac{1}{2p^3 + 5p^2 + 5p + 3} e(t)$$

$$H_1(p) = \frac{2p^2 + p + 1}{2p^3 + 5p^2 + 5p + 3}$$

$$H_2(p) = \frac{1}{2p^3 + 5p^2 + 5p + 3}$$

注意到此例 $H_1(p)$ 与 $H_2(p)$ 的分母多项式相同。由 $H(p)$ 的定义, 不难看出系统传输算子的分母多项式是系统的特征多项式。它仅与系统的结构、参数有关, 与激励以及激励加入的端口无关。所以同一系统, 系统的结构、参数一定, 无论激励以及激励加入的端口如何改变, 其传输算子的分母多项式都不会改变。

课程思政引入:

唐汝洵是明朝人, 他小时候是个既聪明又可爱的孩子。谁知, 他 5 岁那年, 不幸得了天花, 这场病使唐汝洵的世界从此失去了光明。

他再也看不到外面的美丽风景，再也看不到洋溢在伙伴们脸上的笑容，也看不到自己的亲人了。他痛苦极了。但是，随着年龄的增长，他逐渐适应了没有光明的日子，并且开始积极地面对生活。哥哥们上课的时候，唐汝洵便在一旁仔细地听，用心地记。虽然他很坚强，但在学习过程中也遇到了困难，因为他看不见，所以常常要付出比别人多很多的努力。有时候，课文很长，他凭耳朵听根本就记不住先生讲的内容，只好学古人用结绳记事。他还喜欢上了诗歌，因为诗歌中所描绘的意境，他不用眼睛也能体味到。经过不懈努力，唐汝洵终于成为了明朝著名的学者和诗人。

侯伯宇同志是西北大学现代物理研究所教授，是我国首批博士生导师、国家级有突出贡献专家、我国理论物理学界的重量级人物之一。“侯氏理论”填补了国际上对这一领域的研究空白，被誉为“中国的骄傲”，也是世界上以中国人命名的现代科技成果之一。可以说，侯伯宇教授是世界级数学物理界的代表人物。可是有谁能想到，这个学术界的代表性人物，却曾经是清华大学的“肄业生”。他曾经三次考上清华大学，但三次都没有完成学业。1947年他在北平育英中学高二时就考上清华大学物理系，可却没有前去报到，而是在家自学了英语一年。第二年，他再次考上清华大学，可是只读了4个月，就因为平津战役而中断。1950年，侯伯宇第三次考上清华，可惜好景不长，抗美援朝战争爆发了。也许是骨子里留着军人的血液，侯伯宇决定投笔从戎，毅然报名参军。虽然没能从清华大学毕业，但科学报国的理想侯伯宇始终没有忘记，他先于1956年考入西北大学物理系，拿到优异的成绩提前毕业后，又以数学100分、物理99分的成绩考入中国科学院数学研究所攻读研究生。

1973年，43岁的侯伯宇又回到了西北大学，从事理论物理和数学物理的教学研究工作，这一干就是37年。到西北大学工作后，由于资讯、交通和经济条件等方面的制约，科研条件、工作环境和可供利用的资源远落后于发达地区和中科院系统。在外围环境不如人意的情况下，他扎根西北，顽强拼搏，克服各种困难和挑战，全身心地投入了教学科研工作，努力提升自己，在艰苦的条件下不断创造出了国际一流的成果。不

论是早年的曲折，中年的艰辛，还是晚年遭受的巨大打击，直至最后身患癌症，他都能勇敢面对，从来没有消沉过，也从来没有被压垮，生命不息，奋斗不止。（图2为西北大学校区内侯伯宇教授雕像）



图2 西北大学校区侯伯宇教授雕像

人自身可以看成是一个精密、庞大又复杂的系统。我们接收了外界信号，都会产生响应的响应。然而同一系统，系统的结构、参数一定，无论激励以及激励加入的端口如何改变，其传输算子的分母多项式都不会改变。在相同的输入下，要想获得更好的输出，就需要改变系统自身的结构，优化自己的“传输算子”。

课程思政升华：

信息大量丰富的时代，“输入”的资源很多，但是如果只是一进一出，自身并没有提高，自身“系统”的参数没有得到优化，那么只能是事倍功半。同学们在广泛的获得多方面的信息的同时，一定要注意自己本质上的提高，不断学习，不断提升。

分析评价	<p>该案例从系统传输算子的定义开始讲述，并举例说明体现系统结构的重要。倡导学生不能只是单纯的接收信息，要促使自己内在提升，保持不断学习的劲头。</p> <p>课程思政点切入较为自然，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	茹峰，教授，长安大学电控学院

案例编号	042106-203
案例标题	卷积
案例来源	原创案例
内容简介	系统的冲激响应已知，则卷积输出 $y(t)$ 值只与输入激励 $x(t)$ 有关，怎样获得理想的 $y(t)$ 值呢？由该系统特性可知，若在输入端加入的激励 $x(t)$ 为“奋斗”，将会获得“幸福”的响应输出 $y(t)$ ，正如习主席所说的“奋斗的一生就是幸福的一生”，鼓励学生时刻保持奋斗的姿态，不断地积累幸福。
关键词	卷积、奋斗
编写时间	2021-12-29
编者	赵杰，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	幸福是奋斗积累而来的
素材长度	800 个字符
案例正文	<p>知识点内容：卷积</p> <p>卷积积分指的是两个具有相同自变量 t 的函数 $f_1(t)$ 与 $f_2(t)$ 相卷积后成为第三个相同自变量 t 的函数 $y(t)$。</p> <p>这个关系表示为：</p> $y(t) = f_1(t) * f_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau) f_2(t-\tau) d\tau$ <p>设 $f_1(t)$ 为因果信号，即 $f_1(t) = f_1(t)u(t)$，而 $f_2(t)$ 不受此限，则有：</p> $\begin{aligned} f_1(t) * f_2(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau) f_2(t-\tau) u(t-\tau) d\tau \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau) f_2(t-\tau) d\tau \end{aligned}$ $f_1(t) * f_2(t) = \int_0^t f_1(\tau) f_2(t-\tau) d\tau \quad t > 0$ <p>卷积计算的具体步骤：第一步是变量转换，将 $f(t)$ 变为 $f(\tau)$，$h(t)$ 变为 $h(t-\tau)$；第二步是将 $f(\tau)$ 与 $h(t-\tau)$ 两个函数相乘；第三步确定积分上、下限，也就是找到 $f(\tau)h(t-\tau)$ 相乘后的非零值区；最后，对 $f(\tau)h(t-\tau)$ 积分得出零状态响应 $y_{zs}(t)$。</p> <p>例 如图 1 所示电路，已知激励 $f(t) = u(t)$，用时域法求 $i(t)$。</p>

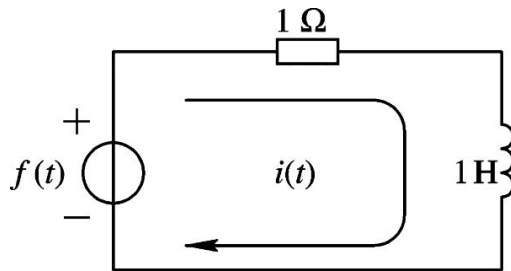


图 1 电路图

可得 $h(t)=e^{-t} u(t)$

$$(pL+R)i(t)=f(t)$$

$$i(t) = \frac{f(t)}{pL + R}$$

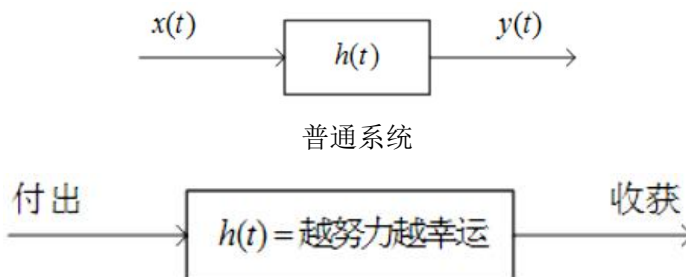
$$H(p) = \frac{1}{p + 1}$$

$$h(t) = e^{-t} u(t)$$

将 $f(t)$ 、 $h(t)$ 代入得：

$$\begin{aligned} i(t) &= \int_0^t f(\tau)h(t-\tau)d\tau \\ &= \int_{-\infty}^t u(\tau)e^{-(t-\tau)}u(t-\tau)d\tau \\ &= \int_0^t e^{-(t-\tau)}u(\tau)u(t-\tau)d\tau \\ &= \int_0^t e^{-(t-\tau)}d\tau u(t) \\ &= e^{-t}e^{\tau} \Big|_0^t u(t) \\ &= e^{-t}(e^t - 1)u(t) \\ &= (1 - e^{-t})u(t) \end{aligned}$$

课程思政引入：



人生就是不断做卷积，与社会做卷积，社会这个系统的冲激响应简

单清晰，其 $h(t)$ 越努力越幸福。

课程思政升华：

冲激响应已知，则卷积输出 $y(t)$ 值只与输入激励 $x(t)$ 有关，怎样获得理想的 $y(t)$ 值呢？由该系统特性可知，若在输入端加入的激励 $x(t)$ 为“奋斗”，将会获得“幸福”的响应输出 $y(t)$ ，正如习主席在 2018 年春节团拜会上所说的“只有奋斗的人生才称得上幸福的人生；奋斗者是精神最为富足的人，也是最懂得幸福、最享受幸福的人；新时代是奋斗者的时代。”（图 2 为习近平总书记在 2018 年春节团拜会上发表重要讲话）

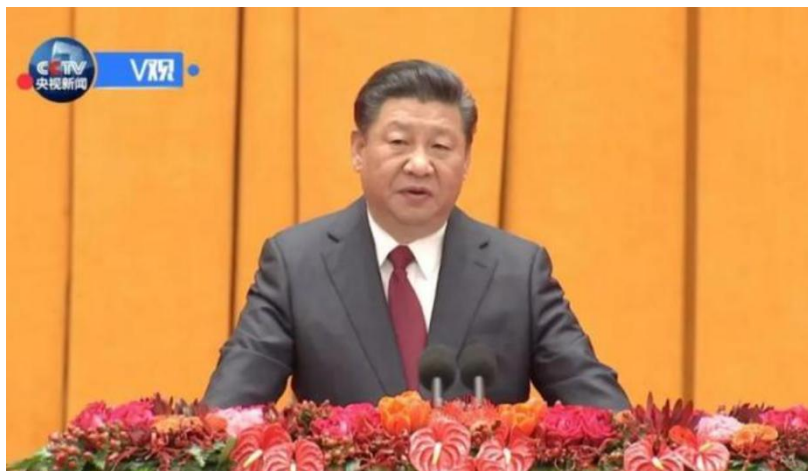


图 2 习近平总书记在 2018 年春节团拜会上发表重要讲话

鼓励学生时刻保持奋斗的姿态，不断地积累幸福。学习是一种艰苦、持续的脑力劳动，需要持之以恒的积累。生活是残酷的，处处都是千帆竞渡，生活又是公正的，努力奔跑的人能得到生活的奖励，在人生的每一道驿站，若消极懈怠，不思上进，必将被抛的老远，或是淘汰出局。因此，面对学业，面对这个必将决定今后生活状况和人生轨迹的阶段，必须毫不迟疑地向前奔跑，三天打鱼两天晒网是无法取得理想结果的。

分析评价

该案例介绍了卷积的定义，以及利用时域法求卷积的过程，并通过实例计算展示。在此过程中，强调个人奋斗与社会系统的关系，倡导学生努力奋斗，取得社会的认可与回报。课程思政点切入较为自然，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。

评价者

茹峰，教授，长安大学电控学院

案例编号	042106-204
案例标题	零状态响应
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的零状态响应。信号可以看做无穷多个冲激信号的叠加，然后将冲激信号加入系统获得冲激响应，再将冲激响应进行叠加，获得该信号的响应，使复杂问题简单化。在学习或生活中面对困难时，不要畏惧，无论任务多么艰巨，问题多么复杂，只要把它加以分解，然后各个击破，就一定能够取得最后的胜利。
关键词	零状态响应、冲激响应、分解
编写时间	2021-12-29
编者	赵杰，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	困难的任务分解，一步一步完成
素材长度	1208 个字符
案例正文	<p>知识点内容： 零状态响应</p> <p>信号 $f(t)$ 可近似表示为：</p> $f(t) \cong f_0(t) + f_1(t) + f_2(t) + \dots + f_k(t) + \dots$ $\cong \sum_{k=0}^n f(k\Delta t)[u(t - k\Delta t) - u(t - (k + 1)\Delta t)]$ $\cong \sum_{k=0}^n \frac{1}{\Delta t} f(k\Delta t)[u(t - k\Delta t) - u(t - (k + 1)\Delta t)]\Delta t$ <p>令窄脉冲宽度 $\Delta t \rightarrow 0$，并对其取极限，得到</p> $f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=0}^n \frac{1}{\Delta t} f(k\Delta t)[u(t - k\Delta t) - u(t - (k + 1)\Delta t)]\Delta t$ $= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=0}^n f(k\Delta t)\delta(t - \Delta t)\Delta t$ <p>取极限时 $k\Delta t \rightarrow \tau$，$\Delta t \rightarrow d\tau$，$\sum_{k=0}^n \rightarrow \int_0^t$，即求和运算变为积分运算。</p> <p>于是，用冲激函数表示任意信号的积分形式为</p>

$$f(t) = \int_0^t f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau$$

这样每个信号可以看做无穷多个冲激信号的叠加，然后将冲激信号加入系统获得冲激响应，再将冲激响应进行叠加，获得该信号的响应，使复杂的信号响应简单化。

根据 LTI 系统的时不变性，当输入移位 τ 时， $\delta(t) \rightarrow h(t)$ 输出也移位 τ ，可以得到： $\delta(t-\tau) \rightarrow h(t-\tau)$

根据 LTI 系统的比例性，当输入乘以强度因子 $f(\tau)$ 时，输出也乘以强度因子 $f(\tau)$ ，又得到： $f(\tau)\delta(t-\tau) \rightarrow f(\tau)h(t-\tau)$

最后利用 LTI 系统的积分特性，若输入信号是原信号的积分，输出信号亦是原信号的积分，可以得到

$$\int_0^t f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau \rightarrow \int_0^t f(\tau)h(t-\tau)d\tau \Rightarrow f(t) \rightarrow y_{zs}(t)$$

$$\text{即： } y_{zs}(t) = \int_0^t f(\tau)h(t-\tau)d\tau$$

课程思政引入：

博恩·崔西是世界顶级销售培训大师，他为全球 500 多万名专业人士做过培训，就连比尔·盖茨、沃伦·巴菲特等世界级商业领袖都曾经接受过他的领导者管理思想培训。在他的《吃掉那只青蛙》（中文版封面如图 1 所示）这本书里的观点：遇到困难的，或是繁琐的任务，就不想开始，那么，我们先一步一步来，吃掉一只青蛙，要一口一口吃，只要开始吃第一口，那最后一定会把整只青蛙都吃掉的。

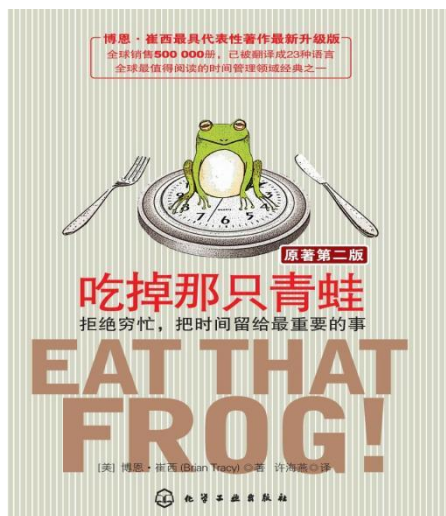


图 1 图书封面

	<p>在你面前最艰巨，但对你最有价值，你最想实现的目标就是你需要吃掉的最丑陋的青蛙。在这只青蛙之下，每一个任务都是一只小青蛙。</p> <p>记得小时候打游戏，总是要经历重重关卡，打掉每个关卡的怪物，为自己积蓄了装备和能量，最终才能成功把大 boss 打败。实现你选择的最有价值的目标不也是这样么？把每一个项目分解成一个个小任务，每次完成一项小任务，最终就一定会实现制定的目标。</p> <p>就像老话说的那样，“饭要一口一口吃，路要一步一步走”，要吃掉最丑陋的青蛙，最好的办法就是一口一口吃，一只一只吃。</p> <p>博恩·崔西在书中还给我们提供了一个行之有效的方法：ABCDE 分类法。A 类事项代表重要的，并且必须完成的事情；B 类事项代表你必须做，但如果不做也不会带来严重后果的事情；C 类代表做了大家都高兴，但不做也没人会在意的事；D 类是指可以授权他人做的事；E 类是你完全可以不做的事情。在开始着手完成一项任务之前，先花一点时间，制定日计划。把当天要完成的事项一一列出来，然后在每一个事项前标注分类。标注 A 类的事情，就是你今天要吃掉的最大的青蛙。在吃完这只青蛙之前，把其他任务关进笼子，甚至直接放走。</p> <p>通过构造冲激、阶跃等理想化奇异信号，来分析信号与系统问题，可以使分析问题简单化。每个信号可以看做无穷多个冲激信号的叠加，然后将冲激信号加入系统获得冲激响应，再将冲激响应进行叠加，获得该信号的响应，使复杂问题简单化。</p> <p>课程思政升华：当我们在学习或生活中面对困难时，不要畏惧，无论任务多么艰巨，问题多么复杂，只要把它加以分解，然后各个击破，就一定能够取得最后的胜利。</p>
分析评价	<p>该案例介绍了通过将信号分解为冲激信号的叠加，然后将冲激信号加入系统获得冲激响应，再将冲激响应进行叠加，获得该信号的零状态响应的过程。在此过程中，引导学生困难的任务可以进行分解，一步一步完成，最终获得成功。</p> <p>课程思政点切入较为自然，与当前疫情防控相结合，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	茹峰，教授，长安大学电控学院

案例编号	042106-205
案例标题	全响应分解
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的全响应分解。全响应可分解为零输入响应与零状态响应外，还可以从其它角度出发，分解为不同分量。在日常生产中，从不同的角度，客观地把握事物的整体状况，弄清楚事物之间的各种联系，掌握隐藏其中的规律性东西，正确地反映事物的本质属性，然后做出科学合理的判断。然后尽可能地从事物正面的角度、从事业发展的角度、从有利于自己健康成长和幸福快乐的角 度，去看问题，去做决策，去干事情。
关键词	全响应、分解、角度
编写时间	2021-12-29
编者	赵杰，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	学会从不同角度看问题
素材长度	1688 个字符
案例正文	<p>知识点内容：全响应分解</p> <p>全响应可分解为零输入响应与零状态响应外，还可以从其它角度出发，分解为不同分量。</p> <p>从响应与系统或激励的关系可分为自然（由）响应与受（强）迫响应。其中由系统特征根决定模式的响应定义为自然（由）响应；与激励模式相同的响应定义为受（强）迫响应。显然，零输入响应是自然（由）响应；零状态响应是既有受（强）迫响应，也有自然（由）响应。</p> <p>从响应随时间 t 趋于无穷是否消失，响应还可分为瞬态响应与稳态响应。其中瞬态响应是响应中随着时间增长而消失的部分；稳态响应是响应中随时间增长不会消失的部分。</p> <p>例如 $e^{-t} u(t)$ 是瞬态响应，而 $3 \sin \omega t \cdot u(t)$、$u(t)$ 是稳态响应。</p> <p>试指出下例中各响应分量：</p>

$$i(t) = (1 - e^{-t})u(t) = u(t) - e^{-t}u(t)$$

↓ ↓
受迫、稳态 自然、瞬态

⏟
零状态响应

课程思政引入：

伟大的发明家爱迪生，在研究了 8000 多种不适合做灯丝的材料后，有人问他：你已经失败了 8000 多次，还继续研究有什么用？爱迪生说，我从来都没有失败过，相反，我发现了 8000 多种不适合做灯丝的材料，换一个角度看问题，问题就截然不同了。

就好比街上的行人总觉得汽车横冲直撞，不懂得礼让行人先行。但开车的司机却认为这些行人走路慢吞吞，根本不考虑对司机开车造成多大的不便，这就是站在不同的角度看问题，一个是站在司机的角度看问题，另一个是站在行人的角度看问题。但不管怎么看问题，在某个层面来说，你都是对的。事情不会因你看事情的角度改变而改变，但人的心态却会改变、心态改变，人生也就改变。

麦肯锡公司的创办人 jameso'mckinsey，曾经在年轻时候，任职律师事务所担任律师，亲眼看到老板拒绝一家银行高层的委托打官司，原因是老板认为这件官司，毫无任何胜算，但银行高层却对他的老板说：这件官司的报酬数百万美元，就算是最后官司打输了，也不会责怪于他。但 jameso' mckinsey 的老板还是拒绝银行高层的请托，最后银行只得找其他人帮他们打官，当时律师事务所的同仁，都觉得老板疯了，几百万元美元的进帐，而且银行高层还表明，就算是打输了官司，也不会责怪于他，而他竟然拒绝这项业务。过了几年之后，银行的诉讼官司，果然一如老板所料，还是打输了官司，而报纸竞相报导。jameso' mckinsey 的老板当初拒绝这项几百万元的业务，原因是不愿意打毫无胜算的官司，就算是进帐几百万元的业务，也不愿意。从此之后这家公司的业务就直线上升，因为大家都知道这家公司绝不会接毫无胜算的业务，而是会以客户的利益为考量，而 jameso'mckinsey 公司老板当初之所以拒绝几百

万元的进帐，是因为他认为公司的声誉比短期的利润，还要重要。这件事情对 James O'McKinsey 影响很大，所以后来创立麦肯锡公司，一切就以客户的利益为最高考量，因为他认为公司的声誉比什么都重要。如果不能取得公司负责人或最高领导人的合作，也不可能协助这家公司解决问题，不如一开始就表明，没有公司负责人的全力配合及协助，麦肯锡是不可能接手这件案子，不管报酬多高，都不会接，所以麦肯锡公司声誉才能历久不衰。



图 1 麦肯锡

很多事情具的只是角度问题，只要换个角度，看事情的方式也就会有所不同。在前面学习的时候，都是从零输入与零状态的角度来分析全响应，实际上，从响应与系统或激励的关系可分为自然（由）响应与受（强）迫响应。从响应随时间 t 趋于无穷是否消失，响应还可分为瞬态响应与稳态响应。从不同的角度分解，响应结果有不同的结论。

而且，事情还远不止如此。如果继续往下分析、往深处分析，还会得出更令人惊讶的结论，那就是：这不同的结果，还会影响一个人的心态，决定他是满意还是不满意，乐观还是悲观，幸福还是痛苦，甚至成功还是失败。

课程思政升华：

我们对看问题的角度，要进行认真的分析、研究和把关。这样，就能够客观地把握事物的整体状况，弄清楚事物之间的各种联系，掌握隐藏其中的规律性东西，正确地反映事物的本质属性，然后做出科学合理的判断。然后尽可能地从事物正面的角度、从事业发展的角度、从有利于

	<p>自己健康成长和幸福快乐的角 度，去看问题，去做决策，去干事情。这样，才能在充满风险和磨难的人间，成就健康、幸福和快乐的人生，让平凡的人生，不再人为地蒙上厚厚的灰尘。</p>
分析评价	<p>该案例介绍了系统的全响应分解，并通过实例讲解。在此过程中，倡导学生学会从不同角度看问题，尽可能地从事物正面的角度考虑，成就人生。</p> <p>课程思政点切入较为自然，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	茹峰，教授，长安大学电控学院

案例编号	042106-206
案例标题	全响应求解
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的全响应求解。输入任何信号（激励）都会产生响应（输出信号），即有因必有果，体现因果关系。如果在人生路上努力学习过，坚持奋斗过，那么，胜利的脚步就会一步步靠近。
关键词	全响应，输入、输出、因果、努力奋斗
编写时间	2021-12-29
编者	赵杰，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	努力奋斗才能获得成功
素材长度	个字符
案例正文	<p>知识点内容：全响应求解</p> <p>用系统的储能及激励可分别求出系统的零输入响应和零状态响应，系统的全响应 $y(t)$ 为两者之和，即：$y(t)=y_{zi}(t)+y_{zs}(t)$</p> <p>$y(t)$ 对应的标准初始条件为 $\{y(k)(0+)\}$。</p> <p>例 已知某线性系统的传输算子为 $H(p)=\frac{p+1}{p^2+2p+1}$，激励 $f(t)=u(t)$，初始条件 $y_{zi}(0)=1$，$y'_{zi}(0)=2$，求系统的全响应 $y(t)$。</p> <p>解：$H(p)=\frac{p+1}{p^2+2p+1}=\frac{p+1}{(p+1)^2}$</p> <p>由特征根及初始条件 $y(0^-)=1$，$y'(0^-)=2$，求得零输入响应为</p> $y_{zi}(t)=(C_0+C_1t)e^{-t}u(t)$ $y(0^-)=1=C_0$ $y'(0^-)=-C_0+C_1=2, \text{得 } C_1=3$ $y_{zi}(t)=(1+3t)e^{-t}u(t)$ <p>传输算子：$H(p)=\frac{p+1}{(p+1)^2}=\frac{1}{p+1}$</p> <p>可得 $h(t)=e^{-t}u(t)$</p>

$$\begin{aligned} \text{则零状态响应: } y_{zs}(t) &= f(t) * h(t) = u(t) * e^{-t} u(t) \\ &= (1 - e^{-t})u(t) \end{aligned}$$

全响应为:

$$\begin{aligned} y(t) &= y_{zi}(t) + y_{zs}(t) \\ &= (1 + 3t)e^{-t} u(t) + (1 - e^{-t})u(t) \\ &= (1 + 3te^{-t})u(t) \end{aligned}$$

课程思政引入:



苏步青

苏步青，1901年生，我国著名数学家、学者，曾任复旦大学名誉校长。他出生于贫苦的农民家庭，从小就在地里劳动：放牛、割草、犁田，什么都干。那时他想，这辈子肯定没有读书的机会了。

恰好，村里一户有钱人请了家庭教师，教他的公子读书。苏步青有空，就在窗外听听，随手写写画画。想不到，那位公子没学好，苏步青却因此学到不少知识。他的叔叔见他这么想学习，便拿出钱，说服苏步青的爸爸，把他送到百里之外的一所小学去读书。

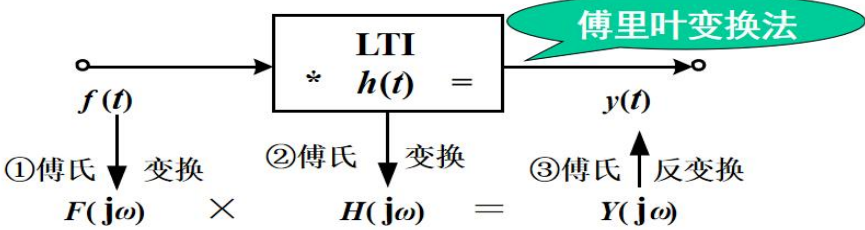
在小学的第一个学期，苏步青考了个倒数第一名，老师把他叫到办公室，热忱地鼓励他。这使苏步青大受感动，决心发愤图强。真下了决心，情况就不一样了，从第二学期起一直到大学毕业，他每学期都考第一。苏步青是抓紧时间、勤奋学习的典范。他从小学起，就抓紧时间读了好多好书。进初中后，他的第一篇作文交上去，教师一看，那写作方法，很像是古代著名的《左传》的写法，便怀疑这是不是苏步青自己写的。上课时，老师要考考他，随便点了《左传》上的一篇文章，要他说

	<p>说写的是什么。不料，他立即一字不错地把那篇文章背给老师听。这使老师和同学们大吃一惊：原来，他读《左传》读得能够背出来了！</p> <p>课程思政升华：</p> <p>对于精密且复杂的人体系统，输入任何信号（激励）都会产生响应（输出信号），即有因必有果，体现因果关系。也就是说，输入的信息决定输出的行为，如果你在人生路上努力学习过，坚持奋斗过，那么，胜利的脚步就会一步步靠近。古人云：“天行健，君子以自强不息；每个人都要有自己的人生理想和奋斗目标，要实现理想和目标，就要不断地学习和修炼自己，只有努力奋斗，苦练内功，才能实现自己的人生之梦。</p>
分析评价	<p>该案例介绍了利用初始条件，对系统的全响应进行求解的过程，并通过实例计算展示。在此过程中，强调输入与输出的关系，倡导学生努力奋斗，获得成功。</p> <p>课程思政点切入较为自然，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	茹峰，教授，长安大学电控学院

《信号与系统》第3章 课程思政点梳理

案例编号	知识点梳理	课程思政切入点	育人目标
042106-301	1.LTI系统的频域响应求解连续时间系统的时域响应	讲解LTI系统的频域响应,求解连续线性时不变系统的时域全响应和零状态响应,理论知识内容的讲解过程中可以转换“时域”到“频域”,倡导学生们克服畏难情绪,转化思路,提高抗压能力。	培养学生实践创新能力、多元化思考、多角度积极乐观的看问题的面对困难。
042106-302	2.调制特性的应用	讲解傅里叶变换的频域特性,结合实际应用,引申到调制特性在通信技术中的应用,分析当先5G技术的发展。	1.增加学生的民族自豪感和民族自信心; 2.激发学生的专业责任与使命。
042106-303	3.周期信号傅里叶级数形式	讲解周期信号傅里叶级数形式、信号的频谱时,结合法国数学家、物理学家傅里叶本人的生平讲述他的主要成就,讲述其当年曾被多次拒绝发表,而现在却在数学、科学和工程等众多领域发挥着巨大影响。	塑造坚韧不拔,锲而不舍的科学精神和持之以恒,荣辱不惊的个人品质。
042106-304	4.傅里叶级数引入傅里叶变换	从周期信号到非周期信号的逼近过程,从傅里叶级数到傅里叶变换的转化,由此引入使复杂问题简单化,在面对问题时,不要被困难所吓倒,把复杂问题拆解,并要能转换角度,积极创新,通过引入唐宋诗词,倡导学生学习诗人阔达胸襟和态度,弘扬传统诗词文化精神。	1.培养学生实践创新探索的精神, 2.通过诗词文化学习古人面对困难豁达乐观的心态,弘扬中国传统诗词文化,增加民族自豪感。
042106-305	5.信号频谱分析的应用	讲解信号的频谱课前引入的网络图片培养学生的质疑精神,倡导学生崇尚科学反对迷信,利用专业知识解决实际问题;傅里叶变换发展的历史,以及应用于频谱分析中。	培养工科学生的人文历史情怀、严谨的治学态度,科学的质疑精神,以及解决问题的实践能力。
042106-306	6.信号时域采样定理	讲解信号时域采样定理,结合美国物理学家奈奎斯特的生平讲述他的主要成就,讲述他在数字通信领域的巨大贡献,以及香农定理的继承和发扬。	1.激励学生学习科学家面对困难的迎难而上的生活态度; 2.保持好奇心是创新的动力和源泉,敢于探索的科学精神。

042106-307	7.模拟信号数字化传输	讲解信号时域采样定理的内容，分析信号时域采样其频谱就是将信号在时间上离散化的过程，对应的信号频谱变化就是周期延拓的过程。	1.矛盾主要方面和次要方面的辩证关系； 2.学会转换角度，积极乐观的面对困难，一切困难都会迎刃而解。
042106-308	8.信号的频谱混叠问题	讲解信号时域采样后恢复的过程，实践中选取红色歌曲《我和我的祖国》表达对党的热爱，对革命先烈的缅怀，对美好生活的向往，由此激发学生们的爱国情怀，珍惜当下时光；对于采样频率的合适选择需要根据实践工程经验，让学生知道知识的学习是服务于人类生产生活，实践是检验真理的唯一标准。	1.呼吁学生对党的热爱，缅怀革命先烈，对美好生活的向往，由此激发学生们的爱国情怀，珍惜当下时光； 2.学以致用，理论知识的学习是服务于实际生活的，实践是检验真理的唯一标准。
042106-309	9.LTI系统频谱分析在工程中的应用	讲解 LTI 系统的频域响应，利用频域响应解决 LTI 系统时域响应的问题，倡导学生同用不同的角度和视野去分析问题，提升学生面对困难的抗压能力，以及创新能力的培养；通过频谱分析在工程中的应用，增加学生专业认同感和使命感。	1.塑造坚韧不拔，锲而不舍的科学精神 2.持之以恒，荣辱不惊的个人品质
042106-310	10.时域采样定理的应用	讲解了时域采样定理的内容和工程应用，分析信号采样和恢复的两个条件，选取红色歌曲《我和我的祖国》和《映山红》作为信号采样和恢复的教学案例，培养学生爱国情怀和缅怀革命先烈通过分析采样定理的工程应用帮助学生树立长远的职业理想，力争科技报国，实现个人价值。	培养学生爱国情怀和缅怀先烈、树立职业理想、专业责任感和使命感，力争科技报国，实现个人价值。
042106-311	11.狄利赫里三项条件和快速傅里叶变换	讲解了傅里叶级数的发展，以及限制条件，引出了狄利赫里条件，解决傅里叶级数的局限问题，离散傅里叶相关理论的发展，为了提高数据处理速度，又提出了快速傅里叶变换相关算法理论。培养学生追求真理，坚持不懈的科学精神、以及百折不挠的个人品质。	通过傅里叶相关算法理论，引导学生理解科学研究和工程实践中的坎坷和曲折，研究者要以平和的心态、积极乐观的态度，积极面对难题，寻求解决路径。

案例编号	042106-301
案例标题	利用 LTI 系统的频域响应求解连续时间系统的时域响应
案例来源	原创案例
内容简介	讲解 LTI 系统的频域响应，求解连续线性时不变系统的时域全响应和零状态响应，理论知识内容的讲解过程中可以转换“时域”到“频域”，倡导学生们克服畏难情绪，转化思路，提高抗压能力。引申到当下抗击新冠肺炎疫情的战斗中，作为电子专业的同学同样可以大有作为，通过相关实例分析，增加电子类专业学生的专业认同感和使命担当。
关键词	频域响应，时域响应，转换角度，专业认同感
编写时间	2022-01-03
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	增加学生的民族自豪感和自信，激发学生的专业责任与使命
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容：LTI 系统的频域分析</p> <p>(1) 对于线性非时变系统，若输入为非周期信号，系统的零状态响可用傅里叶变换求得。其方法为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 求激励 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(j\omega)$。 2) 求频域系统函数 $H(j\omega)$。 3) 求零状态响应 $y_{zs}(t)$ 的傅里叶变换 $Y_{zs}(j\omega)$，即 $Y_{zs}(j\omega) = H(j\omega) F(j\omega)$。 4) 求零状态响应的时域解，即 $y_{zs}(t) = F^{-1}[Y_{zs}(j\omega)]$  <p style="text-align: center;">图 1 LTI 系统的频域分析</p> <p>【例题讲解】：某系统的微分方程为：$y'(t) + 2y(t) = f(t)$，求 $f(t) = e^{-t}\varepsilon(t)$ 的系统响应 $y(t)$。</p>

案例正文

【例题分析】：本题求解的是连续时间系统的时域响应，可以使用连续时间系统的时域求解方法，分为零输入和零状态响应来做，但是其计算比较复杂容易出错，在本节内容中我们学习了 LTI 连续时间系统的频域响应，因此可以转换思路，借助频域分析法，将时间系统的时域分析转换为频域分析，进而求解系统的频域响应，最后再转换到时域系统响应中，这样的问题就可以迎刃而解了。

同样的对于求解连续线性时不变系统的零状态响应，可以通过求解常系数微分方程得到，但同样可以利用卷积积分、傅里叶变换和拉普拉斯变换进行计算。在这些理论知识内容的讲解过程中，倡导学生们克服畏难情绪，转化思路，提高抗压能力。

深挖思政元素：

1. 转换思路，变换角度思考问题，提升抗压抗挫心理能力

时域转频域的分析，提示我们在学习、生活中碰到各种困难、挫折在所难免，我们不能被苦难所击倒，而应该转变思路，采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，从不同角度和视野去分析问题，或许就使得问题变得简单。学会转换角度，当我们遇到困难时，往往换个思路去思考，就会柳暗花明又一村了。同学们应仔细体会换位思考问题可能使其变得更加简单。

如：在国内外疫情持续蔓延的背景下，与疫情沾边人遭遇“歧视”的现象屡见不鲜，甚至有人建议“关闭国门”。如果每个人能够站在对方角度考虑，增加理解度、接受度，面对他人的过激行为时，自己不会过于偏激。

2. 当下疫情防控，仅仅是医护人员的任务吗？作为电子专业的技术人员，我们能抗疫工作做哪些贡献呢？

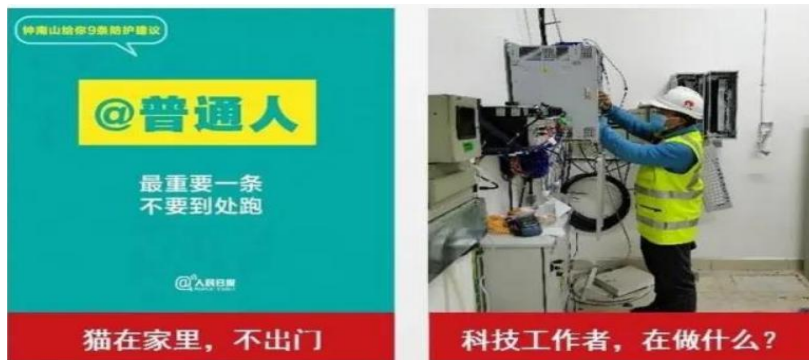


图2 疫情防控图

案例正文

2020 年的春节让我们措手不及，让我们改变，云拜年，居家办公，记忆犹新的那场非典还没有完全过去，在科技远不如现在的十八年前，大多数岗位都必须人工支撑，人工筛查，人工排疑，体温测量，巡查，物资交替等，存在非常多交叉感染的风险。

新冠肺炎传染性强，潜伏期长，又是春节和返程高峰期，需要隔离，防护，消毒，巡查，宣传，需要耗费大量的人力物力，此番疫情由众多电子科技者研发的各类机器人在抗疫战役中发挥重大作用。由于机器人能够有效减少人与人之间的接触，降低发生二次传播和交叉感染的可能，利用机器人，在具有潜在危险的接触式场景中帮助人类承担部分工作，代替人员进行重复简单的比如测量体温，送餐，清理等工作是非常可行的。在抗疫战役中机器人应用大有可为。不如：口罩生产机器人，消毒机器人，自助发热初筛工作站，送餐机器人，送药机器人，配药机器人，巡查，宣传无人机，远程问诊机器人等等，如图 1、图 2 所示。



图 3 各种防疫机器人



图 4 无人机防疫工作

在这场无硝烟的抗击新冠肺炎疫情的战斗中，作为电子专业的同学我们同样可以利用的专业知识为这场战斗贡献自己的力量。



图 5 5G 高清直播火神山“云监工”



图 6 火神山医院与武汉协和医院进行 5G 远程会诊

课程思政升华：青年一代有理想有担当，国家就有前途，民族就有希望。

作为电子专业的学生，我们应该树立长远的职业理想，培养学生的家国情怀和使命担当，以引导学生牢固树立为国效力的志向和以助推中国科技发展为己任的爱国意识。

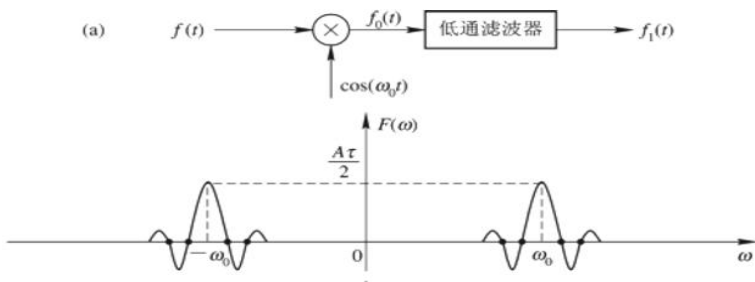
分析评价

该案例讲解 LTI 连续时间系统的频域响应，分析利用频域响应求解连续时间系统时域响应的方法，倡导学生要转换“位置”克服畏难情绪，会柳暗花明又一村，一方面可以提升学生面对困难的抗压能力，另一方面多角度多方式分析问题的方法有助于学生创新能力的培养。并呼吁电子类专业同学在这场新冠肺炎的抗击战中，同样可以大有作为，帮助学生增加专业认同感，以后从事 IT 类相关工作，同样可以为强国贡献力量。

课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。

评价者

陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院


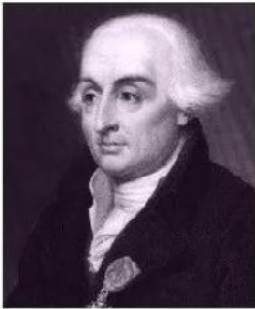

案例编号	042106-302
案例标题	调制特性在通信系统中的应用
案例来源	原创案例
内容简介	讲解傅里叶变换的频域特性，结合实际应用，引申到调制特性在通信技术中的应用，分析当先 5G 技术的发展，以及 5G 技术的制定者我国民族企业华为通信技术有限公司，在抵制美国的一系列制裁，始终坚持初衷，实现 5G 科技领先，增加学生的民族自豪感和自信心，树立电子类专业学生的职业理想。
关键词	傅里叶性质，频移特性，5G 通信技术，民族自豪感，职业理想
编写时间	2021-12-28
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	增加学生的民族自豪感和自信，激发学生的专业责任与使命
素材长度	1249 个字
案例正文	<p>知识点内容： 傅里叶变换性质中的频移特性（也称为调制特性）</p> <p>若 $f(t) \leftrightarrow F(\omega)$，则 $f(t)e^{j\omega_0 t} \leftrightarrow F(\omega - \omega_0)$</p> <p>该性质主要使用在通信系统中，为了将低频信号分布在不同的频率段，在信号发送之前都要进行信号调制：</p> $f(t) \cos(\omega_0 t) \leftrightarrow \frac{1}{2} [F(\omega - \omega_0) + F(\omega + \omega_0)]$ $f(t) \sin(\omega_0 t) \leftrightarrow \frac{1}{j2} [F(\omega - \omega_0) - F(\omega + \omega_0)]$  <p style="text-align: center;">图 1 调制原理框图</p> <p>调制在通信系统中有十分重要的作用。通过调制，不仅可以进行频谱搬移，把调制信号的频谱搬移到所希望的位置上，从而将调制信号转</p>

案例正文	<p>适合于传播的已调信号，而且它对系统的传输有效性和传输的可靠性有着很大的影响，调制方式往往决定了一个通信系统的性能基带信号往往不能作为传输信号，因此必须把基带信号转变为一个相对基带频率而言频率非常高的信号以适合于信道传输。这个信号叫做已调信号，而基带信号叫做调制信号。</p>
	<p>调制是通过改变高频载波即消息的载体信号的幅度、相位或者频率，使其随着基带信号幅度的变化而变化来实现的。而解调则是将基带信号从载波中提取出来以便预定的接收者（也称为信宿）处理和理解的过程。</p> <p>事件引入：华为 5G 通信技术</p> <p>目前，通信技术已经与我们的生活息息相关，广泛于各行各业中，从最早的 2G 到 4G，再到现在的 5G 技术，是通信技术日益革新的见证。值得骄傲的是，5G 的标准是我国的民族企业华为通信技术有限公司制定的，目前有华为通信多项核心技术处于世界领先地位，而其中 5G 通信相关技术是让美国最为忌惮的一项技术。</p>  <p>图 2 华为 5G</p> <p>在特朗普执政美国时期就曾经对于美国的 5G 战略有着明确的表态：“5G 竞赛是一场美国必须要赢的比赛”，华为在 5G 相关技术方面的领先，是美国难以容忍的，因此华为遭到美国的打压、封杀，除了通过贸易黑名单的方式制裁华为，美国用上了老套的政治手段：通过捏造“莫须有”的罪名逮捕竞争公司相关高管，并处以巨额的罚款，以此来让该公司屈服。美国还选择扣押孟晚舟来限制华为发展 5G 技术，华为没有步阿尔斯</p>

	<p>通过后尘，面对强权的压迫，反而让全公司上下一心，以更加饱满的热情投入工作，在 5G 技术上取得一个又一个的重大突破。正因为华为顶住了压力，让美国无功而返，所以继续扣押孟晚舟也失去了意义，最终释放了孟晚舟女士。华为能够顶住压力，很大程度上是有我们的国家作为坚强的后盾。</p>																																														
案例正文	<p style="text-align: center;">表 2 全球 5G 标准竞争能力前十大公司的国家分布</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>标准竞争能力</th> <th>指标</th> <th>中国</th> <th>美国</th> <th>欧洲</th> <th>韩国</th> <th>日本</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">标准必要专利</td> <td>数量(项)</td> <td>2134</td> <td>1228</td> <td>1105</td> <td>1835</td> <td>468</td> </tr> <tr> <td>前十席位</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">标准贡献度</td> <td>指数</td> <td>24.725</td> <td>7.995</td> <td>17.229</td> <td>6.992</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>前十席位</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">参加标准会议</td> <td>数量(人)</td> <td>3302</td> <td>1735</td> <td>2770</td> <td>2195</td> <td>528</td> </tr> <tr> <td>前十席位</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">数据来源: IPInetix “Who is Leading the 5G Patent Race?” http://www.freemove.com/focus/4-what/3716170/</p> <p style="text-align: center;">图 3 全球 5G 标准竞争能力前十大公司的国家分布</p> <p>课程思政升华：增加民族自豪感和自信心，树立远大职业理想</p> <p>西方国家的打压和封锁也未能阻挡我国的 5G 芯片、手机、基站的发展步伐，华为公司已发布业界首款 5G 芯片，中国通信技术将全球领先。这极大鼓舞了学生学习华为 IT 人精诚合作，勇于创新的企业文化精神，作为电子专业的学生，我们应该树立长远的职业理想，培养学生的家国情怀和使命担当，以引导学生牢固树立为国效力的志向和以助推中国科技发展为己任的爱国意识。</p> <p>向学生指出：作为当代青年大学生，应该树立民族自豪感和自信心，踏踏实实学好科学文化知识，努力把自己培养锻炼成国家建设的有用人才。要用努力学习的实际行动回击西方敌对势力的险恶图谋。让学生认识到，只要在科技创新的道路上艰苦奋斗，我们国家一样可以做得更好，甚至引领世界，我国人民的生活也会更加美好。培养学生在科技强国道路上的责任感和使命感，让学生认识到，只有认真学习、脚踏实地和不断拼搏奋斗，才能使祖国越来越强大。</p>	标准竞争能力	指标	中国	美国	欧洲	韩国	日本	标准必要专利	数量(项)	2134	1228	1105	1835	468	前十席位	3	2	2	2	1	标准贡献度	指数	24.725	7.995	17.229	6.992	—	前十席位	4	2	2	2	—	参加标准会议	数量(人)	3302	1735	2770	2195	528	前十席位	3	2	2	2	1
标准竞争能力	指标	中国	美国	欧洲	韩国	日本																																									
标准必要专利	数量(项)	2134	1228	1105	1835	468																																									
	前十席位	3	2	2	2	1																																									
标准贡献度	指数	24.725	7.995	17.229	6.992	—																																									
	前十席位	4	2	2	2	—																																									
参加标准会议	数量(人)	3302	1735	2770	2195	528																																									
	前十席位	3	2	2	2	1																																									
分析评价	<p>该案例从讲解傅里叶变换的频域特性开始，结合实际应用，引申到调制特性在通信技术中的应用，分析当先 5G 技术的发展，以及 5G 技术的制定者我国民族企业华为通信技术有限公司，在抵制美国的一系列制</p>																																														

	<p>裁，始终坚持初衷，实现 5G 科技领先，增加学生的民族自豪感、自信心，和电子类专业认同感，倡导学生树立长远的职业理想，以后从事 IT 类相关工作，为科技强国贡献自己的立项。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-303
案例标题	数学家傅里叶的个人事迹
案例来源	引用案例
内容简介	讲解周期信号傅里叶级数形式、信号的频谱时，结合法国数学家、物理学家傅里叶本人的生平讲述他的主要成就，讲述其当年曾被多次拒绝发表，而现在却在数学、科学和工程等众多领域发挥着巨大影响，说明科学的进步是无止境的，激励学生要有强烈的求知欲望和迎难而上、锲而不舍的钻研精神
关键词	傅里叶级数，信号频谱，科学探索，持之以恒
编写时间	2022-01-26
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	塑造坚韧不拔，锲而不舍的科学精神和持之以恒，荣辱不惊的个人品质
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：周期信号的傅里叶级数表示形式（三角形式）</p> <p>三角形式傅里叶级数：$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_1 t) + b_n \sin(n\omega_1 t)]$</p> <p>直流分量：$a_0 = \frac{1}{T_1} \int_{t_0}^{t_0+T_1} f(t) dt$</p> <p>余弦分量的幅度：$a_n = \frac{2}{T_1} \int_{t_0}^{t_0+T_1} f(t) \cos(n\omega_1 t) dt$</p> <p>正弦分量的幅度：$b_n = \frac{2}{T_1} \int_{t_0}^{t_0+T_1} f(t) \sin(n\omega_1 t) dt$</p> <p>特点分析：①实偶函数的傅里叶级数中不包含正弦项，只可能包含直流项和余弦项。</p> <p>$f(t) = f(-t)$，纵轴对称（偶函数） $b_n = 0$, $a_n = \frac{4}{T} \int_{t_0}^{t_0+\frac{T}{2}} f(t) \cos n\Omega t dt$</p> <p>②实奇数的傅里叶级数中不包含余弦项和直流项，只可能包含正弦项。</p> <p>$f(t) = -f(-t)$，原点对称（奇函数） $a_n = 0$, $b_n = \frac{4}{T} \int_{t_0}^{t_0+\frac{T}{2}} f(t) \sin n\Omega t dt$</p>

	<p>无偶次谐波，只有奇次谐波分量</p> <p>③实奇谐函数的傅里叶级数中只可能包含基波和奇次谐波的正弦、余弦项，而不包含偶次谐波项。</p> <p>只可能包含基波和奇次谐波的正弦、余弦项，而不包含偶次谐波项。</p>
<p>案例正文</p>	<p>深挖思政点 1：学习傅里叶持之以恒的科学研究精神</p> <p>法国数学家和物理学家傅立叶，全名：让·巴普蒂斯·约瑟夫·傅里叶（Baron Jean Baptiste Joseph Fourier）(1768-1830)一直对热传递感兴趣，于 1807 年在法国科学学会上发表了一篇论文，运用正弦曲线来描述温度分布，论文里有个在当时具有争议性的决断：任何连续周期信号可以由一组适当的正弦曲线组合而成。当时审查这个论文的人，其中有两位是历史上著名的数学家拉格朗日(1736-1813)和拉普拉斯(, 1749-1827)当拉普拉斯和其它审查者投票通过并要发表这个论文时，拉格朗日坚决反对，在近 50 年的时间里，拉格朗日坚持认为傅立叶的方法无法表示带有棱角的信号，如在方波中出现非连续变化斜率。法国科学学会屈服于拉格朗日的威望，拒绝了傅立叶的工作。直到拉格朗日死后 15 年这个论文才被发表出来。谁是对的呢？拉格朗日是对的：正弦曲线无法组合成一个带有棱角的信号。但是，我们可以用正弦曲线来非常逼近地表示它，逼近到两种表示方法不存在能量差别，基于此，傅立叶是对的。傅里叶变换（Fourier 变换）是一种线性的积分变换。基本思想首先由法国学者约瑟夫·傅里叶系统地提出，所以以其名字来命名以示纪念。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center;">拉格朗日（左） 蒙日（右）</p> <p style="text-align: center;">图 1 傅里叶 图 2 拉格朗日（左） 蒙日（右）</p>

通过分析讲解傅里叶探索研究周期信号的正余弦表示形式的过程，告诫同学们说明了坚持探索真理的重要性，警示同学们人生道路如逆水行舟，不进则退，一旦裹足不前，就会失去成功的机会。由此激励大家一旦确定好目标，就要勇往直前，具有持之以恒的精神，要有不达目的誓不罢休的勇气和毅力。

知识点内容 2：信号的频谱表示

(1) 周期信号的频谱 $f(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_n)$

振幅谱： $C_n \sim \omega$ 相位谱： $\varphi_n \sim \omega$

(2) 非周期信号的频谱

傅里叶变换： $F(j\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} F_n T = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$ $F(\omega) = |F(j\omega)| e^{j\varphi(\omega)}$

案例正文

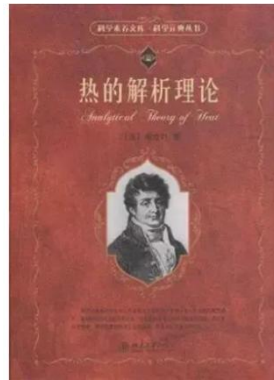


图 3 热的解析理论

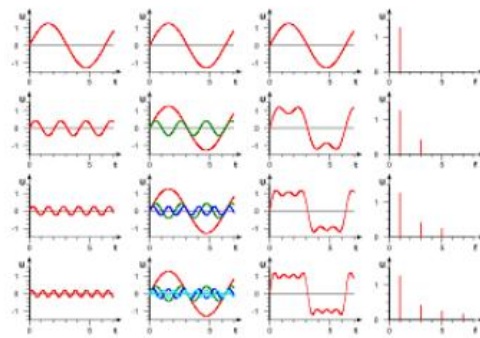


图 4 信号的分解

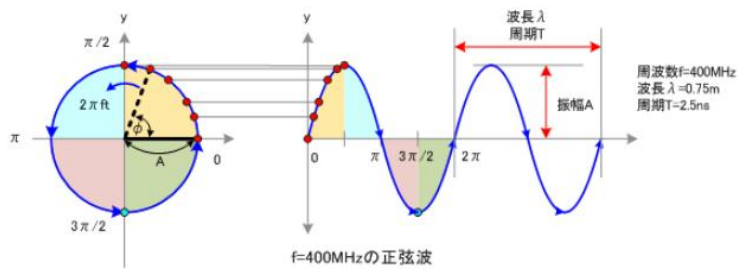


图 5 频谱分析图

深挖思政点 2：学习傅里叶持之以恒的科学研

1822 年，傅里叶出版了专著《热的解析理论》（Analytical theory of heat, Paris, 1822）。这部经典著作将欧拉、伯努利等人在一些特殊情形下应用的三角级数方法发展成内容丰富的一般理论，三角级数后来就以

	<p>傅里叶的名字命名。傅里叶应用三角级数求解热传导方程，同时为了处理无穷区域的热传导问题又导出了现在所称的“傅里叶积分”，这一切都极大地推动了偏微分方程边值问题的研究。然而傅里叶的工作意义远不止此，它迫使人们对函数概念作修正、推广，特别是引起了对不连续函数的探讨；三角级数收敛性问题更刺激了集合论的诞生。因此，《热的解析理论》影响了整个 19 世纪分析严格化的进程。</p>
	<p>发现傅里叶的研究成果按当时的理论水平确实存在争议，是后来狄里赫利证明了傅里叶变换的正确性，当时拉格朗日拒绝傅里叶发表其研究成果才是科学严谨性的体现。此外，傅里叶变换之所以重要的最根本原因并不在于信号可以进行三角函数级数分解，而是在于三角函数或者指数函数是线性时不变系统的特征函数。其他变换如沃什尔变换没有傅里叶变换重要，但沃什尔可能同样坚持不懈、追求真理。科学的发展不仅是个人智慧和努力的结果，个人努力只有融入波澜壮阔的科学发展过程才能成就伟大，因此要善于把个人奋斗融入时代发展的潮流之中。</p>
分析评价	<p>该案例讲解周期信号的三角形式及傅里叶级数展开形式，结合傅里叶的个人生平，主要是在数学方面关于傅里叶级数的提出，将一般信号展开为傅里叶级数的激烈争论当中，多次被否则和拒绝，他依然能保持的谦逊的研究态度和锲而不舍的科学精神，倡导同学们学习数学家傅里叶面对困难和逆境的心态。</p> <p>讲解信号的频谱分析，包括周期信号和非周期信号，分析当时傅里叶的研究成果被拉格朗日拒绝，展现了拉格朗日严谨的工作态度，以及 15 年后傅里叶的成果才被接纳，面对这份成绩傅里叶荣辱不惊，个人的努力发展也要顺应时代的潮流发展，个人的发展要与社会的发展保持一致才能取得伟大成绩，要保持谦逊学习的态度，和面对成绩和挫折荣辱不惊，做到《小窗幽记》中的展现的：“宠辱不惊，看庭前花开花落；去留无意，望天上云卷云舒”。</p>



图6 庭前花开图

课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。

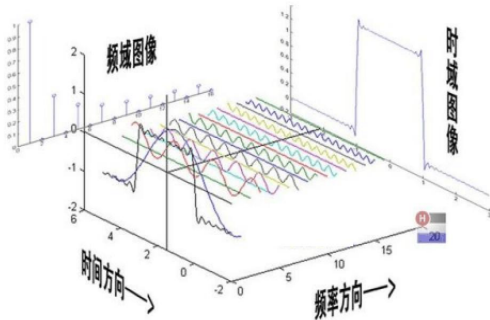
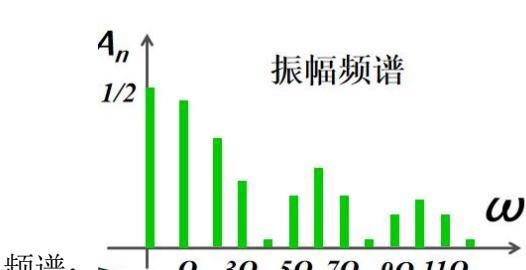
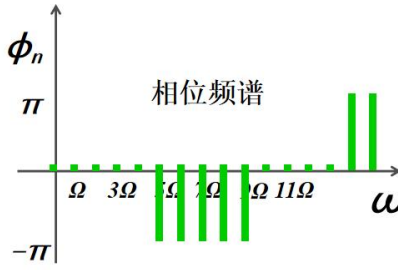
评价者

陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-304
案例标题	傅里叶级数到傅里叶变换
案例来源	原创案例
内容简介	知识内容讲解从周期信号到非周期信号的逼近过程，从傅里叶级数到傅里叶变换的转化，由此引入使复杂问题简单化，在面对问题时，不要被困难所吓倒，把复杂问题拆解，并要能转换角度，积极创新，通过引入唐宋诗词，倡导学生学习诗人豁达胸襟和态度，弘扬传统诗词文化
关键词	傅里叶级数，傅里叶变换，创新思维，积极心态
编写时间	2022-02-3
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片，诗词
育人主题	创新探索的精神，积极阳光面对困难的心态，不甘服输的上进心
素材长度	1287 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：从傅里叶级数到傅里叶变换</p> <p>非周期信号 $f(t)$ 可看成是周期 $T \rightarrow \infty$ 时的周期信号。</p> <p>当周期 T 趋近于无穷大时，谱线间隔 趋近于无穷小，从而信号的频谱变为连续频谱。各频率分量的幅度也趋近于无穷小，不过，这些无穷小量之间仍有差别。</p> <p>再用 F_n 表示频谱就不合适了。为了描述非周期信号的频谱特性，引入频谱密度的概念：$F(j\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{F_n}{1/T} = \lim_{T \rightarrow \infty} F_n T \quad (\text{单位频率上的频谱})$</p> <p>称 $F(j\omega)$ 为频谱密度函数</p> $F_n T = \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) e^{-jn\Omega t} dt \quad f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n T e^{jn\Omega t} \frac{1}{T}$ <p>图 1 频谱密度函数</p> <p>考虑到：$T \rightarrow \infty$，$\Omega \rightarrow$ 无穷小，记为 $d\omega$；$n\Omega \rightarrow \omega$（由离散量变为连续量），</p> $\frac{1}{T} = \frac{\Omega}{2\pi} \rightarrow \frac{d\omega}{2\pi} \quad \text{同时，} \sum \rightarrow \int$ $F(j\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} F_n T = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \quad \text{傅里叶变换}$ $f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad \text{傅里叶逆变换}$ <p>$F(j\omega)$ 称为 $f(t)$ 的傅里叶变换或频谱密度函数，简称频谱。</p>

	f(t)称为 $F(j\omega)$ 的傅里叶反变换或原函数
案例正文	<p>课程思政点 1: 傅里叶级数扩展到傅里叶变换—复杂问题拆解, 克服困难的决心</p> <p>在傅里叶级数扩展到傅里叶变换时, 周期看成无穷大, 把非周期信号看成了周期信号, 利用极限化思想, 引出了傅里叶变换。另外构造冲激偶、冲激、阶跃等理想化奇异信号, 来分析信号与系统问题, 使分析问题简单化。每个信号可以看做无穷多个冲激信号的叠加, 然后将冲激信号加入系统获得冲激响应, 再将冲激响应进行叠加, 获得该信号的响应, 使复杂问题简单化。因此在面对问题时, 不要被困难所吓倒, 把复杂问题拆解, 一步一步来克服困难, 另外用极限思想、等效思想考虑问题, 使问题简化。正如唐代诗人李白所做《行路难》:</p> <div data-bbox="584 913 1246 1317" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">图 1 李白</p> <p style="text-align: center;">金樽清酒斗十千, 玉盘珍羞直万钱。 停杯投箸不能食, 拔剑四顾心茫然。 欲渡黄河冰塞川, 将登太行雪满山。 闲来垂钓碧溪上, 忽复乘舟梦日边。 行路难, 行路难, 多歧路, 今安在。 长风破浪会有时, 直挂云帆济沧海。</p> <p>该首诗词揭示了诗人感情的激荡起伏、简单变化。通过层层迭迭的感情起伏变化, 既充分显示了黑暗污浊的政治现实对诗人的宏大抱负理想的阻遏, 反映了诗人内心的剧烈苦闷、愤郁和不平, 同时又突出表现了诗人的倔强、自信和他对抱负的执着追求和强大精神力气。</p>

	<p>课程思政点 2：转换角度提升创造能力</p> <p>从周期信号到非周期信号，可以利用时域、频域、复频域角度去分析同一个问题，求解出激励与响应的关系，因此可以引出换个角度看待问题。</p>
<p>案例正文</p>	<p>正如，宋代诗人苏轼所做的《题西林壁》，告诫人们要改变原有思维定势，转换不同角度看待问题，许多事物或问题具有一定复杂性，需要全方位、全角度分析，多角度、多侧面思考，才能全面正确地认识。</p> <div data-bbox="603 571 1289 1019" style="border: 2px solid red; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin: 0;">题 西 林 壁</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">宋·苏轼</p> <p style="margin: 0;">横看成岭侧成峰， 远近高低各不同。 不识庐山真面目， 只缘身在此山中。</p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 5px 0 0 0;">（庐山）从横的方向看去，是一条绵延不断的山岭，从侧看去是一座高高耸立的山峰，从远、近、高、低的不同角度看，庐山的形状各不相同。不能够看清庐山的真实面貌，只因为自己置身于这山中啊。</p>  </div> <p style="text-align: center;">图 2 题西林壁</p> <p>换角度看待问题，寻找多种途径解决问题，可以提升创新创造能力。另外换角度看待问题，世界大不一样，凡事向好处想，向利于自己的方向思考，能够克服焦虑，转变消极心态，促进身心健康发展。</p> <p>问题思考：如何使得下面 4 个瓶子，每个瓶口之间的距离一样呢？ （创新思维的培养）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">图 3 瓶子</p>
<p>分析评价</p>	<p>该案例讲解周期信号的傅里叶级数到非周期信号傅里叶变换转化过程，引入极限的思想，变换周期信号为非周期信号，将傅里叶级数转化为非周期信号的傅里叶变换，提高同学们要打破传统思维模式，敢于创新，要有积极面对困难的决心和信心，引用我国唐宋的诗歌，让同学们学习我们祖先前辈的胸襟和志向，也弘扬也传统文化精神。</p>
<p>评价者</p>	<p>陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院</p>

案例编号	042106-305
案例标题	信号频谱分析的应用
案例来源	原创案例
内容简介	讲解信号的频谱课前引入的网络图片培养学生的质疑精神，倡导学生崇尚科学反对迷信，利用专业知识解决实际问题；傅里叶变换发展的历史，以及应用于频谱分析中，培养工科学生的人文历史情怀、严谨的治学态度，以及解决问题的实践能力。
关键词	周期信号的频谱，非周期信号的频谱，崇尚科学，专业认同感
编写时间	2022-02-08
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	质疑的精神，崇尚科学，反对迷信，
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：周期信号的傅里叶级数表示形式（三角形式）</p> <p>频谱:信号的一种新的表示方法</p>  <p style="text-align: center;">图 1 频域图像</p> <p>时域：$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cdot \cos(n\Omega t + \varphi_n)$</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 2 振幅频谱图</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 3 相位频谱</p> </div> </div>

知识点内容 2: 非周期信号的频谱

$$F(j\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} F_n T = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

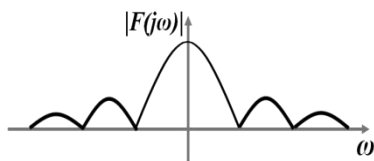


图 4 幅频特性

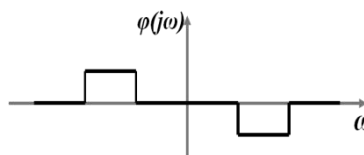


图 5 相频特性

深挖课程思政点 1:

课前一副动图引入，曾经在网络上一度比较流行的一副动图，放大和缩小看到的内容稍不一样，有人说这幅图可以测试你最近的工作压力和情绪，事实是这样吗？这幅图像到底是谁的肖像画呢？玛丽莲梦露？爱因斯坦？

为了揭示这幅图像的神秘面纱，开始本节内容的学习。

案例正文

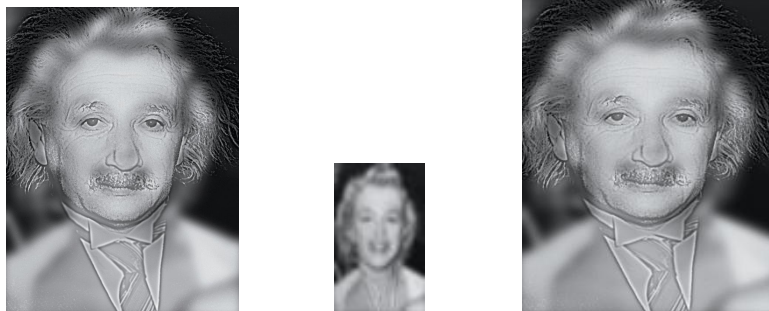


图 6 肖像图

通过本节课内容的学习，揭示真相，在时域中我们无法使用辨认，需要借助频域分析，通过对该幅图像进行频谱分析可知，这幅图像是玛丽莲梦露的轮廓信息加上爱因斯坦的细节信息构成的，其中轮廓信息主要由低频信号决定的，高频信息主要是高频信号决定的，这幅图像是由玛丽莲梦露的轮廓信息低频信号和因斯坦的细节信息的高频信号合成的，从而利用频谱分析的知识解释了合成图像的谜团。

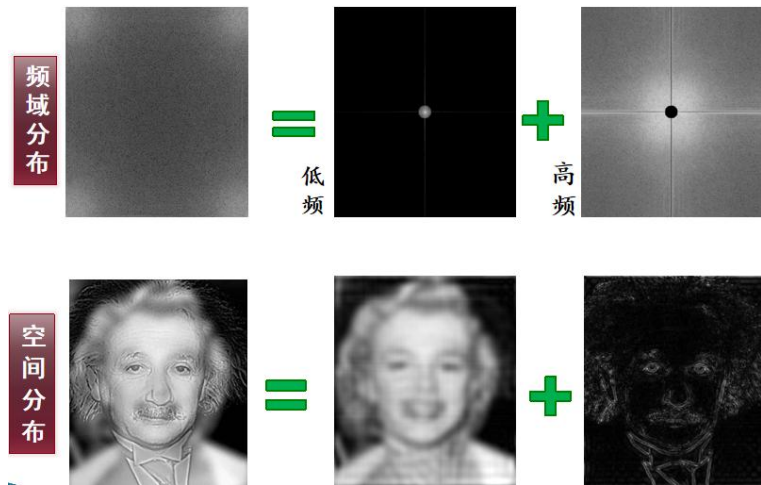


图 7 频域与空间分布图

深挖课程思政点 2：频谱分析在工程中的应用

- (1) 公路地质勘察
- (2) 音频信号处理（重点案例分析）

声音信号的频谱：分析一段带有高频噪声的音乐信号，抛出问题，如何区分乐音和噪声。演示利用频谱，揭示这段乐音信号的构成。并滤掉高频部分，还原乐音信号。

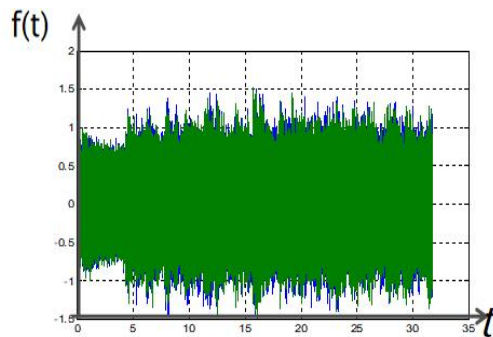


图 8 信号时域波形

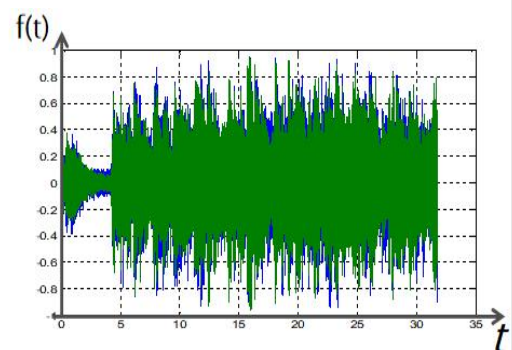


图 9 混叠噪声的信号时域波形

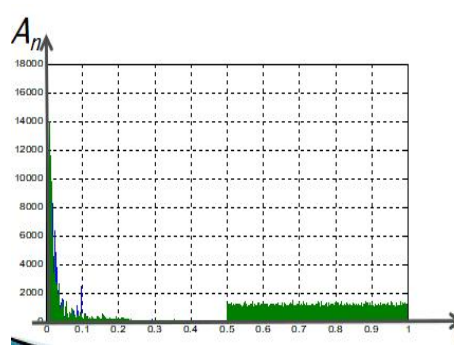


图 10 混叠噪声的信号幅度谱

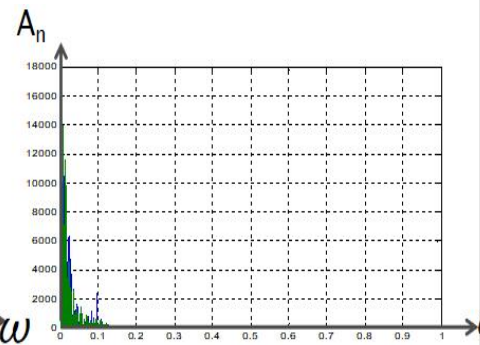
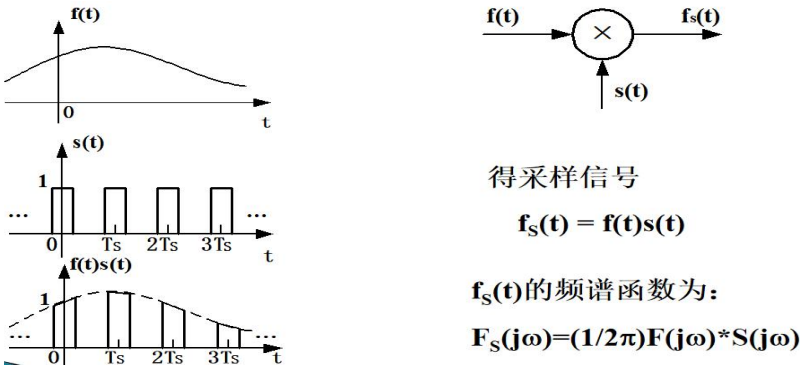
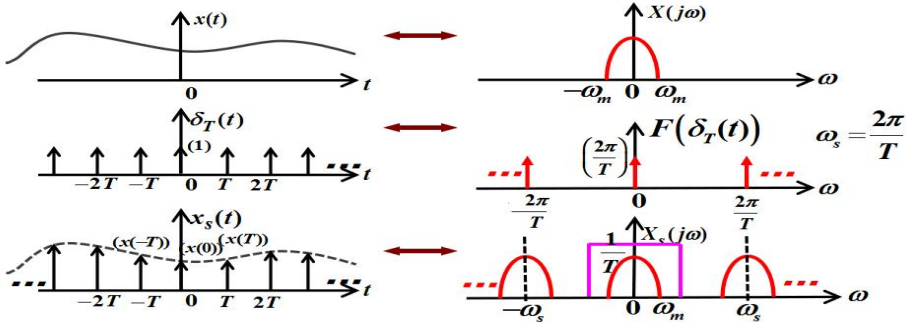


图 11 声音的信号幅度

	<p>首先音频信号通过听觉是可以察觉有噪声信号的，但是他们的时域信号波形是混叠在一起，要去掉噪声信号就要借助频谱分析，其中乐音信号是一种低频信号，而噪声信号是一种高频信号，因此将该声音信号通过合适的高通滤波器，滤掉高频信号，这样就留下了纯净的乐音信号了。</p> <p>通过该案例讲解，号召学生积极利用所学的专业知识解决实际工程问题，增加学生学习专业知识的兴趣，提高专业认同感，未来走向社会工作岗位上，要积极学以致用，善于思考，努力创新实践解决实际问题。</p>
分析评价	<p>该案例讲解周期信号的频谱表示和非周期信号的频谱分析，课前通过一副有争议的网络图像引出本节课的知识内容，通过学习信号的频谱分析，倡导学生要崇尚科学，反对迷信，利用科学知识揭示事物的本质。并将本节课所学的知识内容解决实际问题，比如在公路地址勘查中的应用，重点讲解了语音信号中的噪声滤除过程，倡导学生要学以致用，善于思考，利用所学专业知解决工程实践问题，增加学生的专业认同感。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-306
案例标题	奈奎斯特和香农的个人事迹
案例来源	引用案例
内容简介	讲解信号时域采样定理，结合美国物理学家奈奎斯特的生平讲述他的主要成就，讲述他在数字通信领域的巨大贡献，以及香农定理的继承和发扬，激励学生学习科学家面对困难的迎难而上的生活态度，保持好奇心是创新的动力和源泉，敢于探索的科学精神。
关键词	采样定理，香农定理，科学探索，迎难而上
编写时间	2022-02-09
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	不畏困难，敢于探索的科学精神
素材长度	2374 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：奈奎斯特采样定理</p> <p>信号的时域采样过程：实质是将信号在时间上离散化的过程</p>  <p>得采样信号</p> $f_s(t) = f(t)s(t)$ <p>$f_s(t)$的频谱函数为：</p> $F_s(j\omega) = (1/2\pi)F(j\omega)*S(j\omega)$ <p>图 1 采样定理</p> <p>分析采样后的信号还要能无失真的恢复出原信号，对采样频率有所要求：</p>  <p>图 2 采样信号恢复</p>

$$F_s(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n F(\omega - n\omega_s) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - n\omega_s)$$

$$= \frac{1}{T} [\dots + F(\omega + \omega_s) + F(\omega) + F(\omega - \omega_s) + \dots]$$

理想情况下的信号采样过程，就是能将原信号的频谱完好无损的保留下来。无混叠的 $F_s(\omega)$ 中提取原信号 $f(t)$ 的频谱 $F(\omega)$ ，可以用一矩形频谱函数（理想低通）与 $F_s(\omega)$ 相乘。

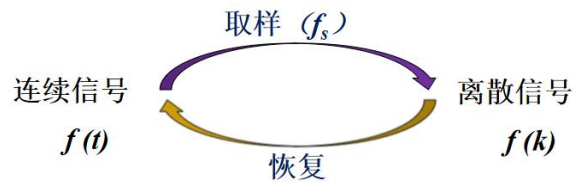


图3 信号采样恢复图

要求：1. $f(t)$ 是带限信号 (f_m)

2. $f_s > 2f_m$ (f_m 是信号的最高频率， f_s 是信号的采样频率)

这就是著名的奈奎斯特采样定理。

课程思政点 1：奈奎斯特个人事迹

案例正文

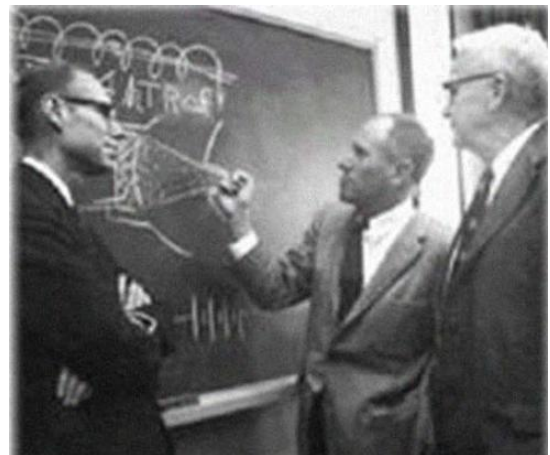


图4 奈奎斯特

奈奎斯特（1889-1976），美国物理学家，1889年出生在瑞典。奈奎斯特对信息论做出了重大的贡献。奈奎斯特是个能干的学生，但他的家庭负担不起基础教育以外的教育费用。于是，十四岁的他开始从事建筑工作，为自己攒下了一些钱，几年后于1907年来到美国。并于1912年进入北达克塔大学学习。1917年在耶鲁大学获得物理学博士学位。1917年~1934年在AT&T公司工作，后转入贝尔电话实验室工作。

作为贝尔电话实验室的工程师，在热噪声(Johnson-Nyquist noise)和

案例正文

反馈放大器稳定性方面做出了很大的贡献他早期的理论性工作。史馆于确定传输信息的需满足的带宽要求，在《贝尔系统技术》期刊上发表了《影响电报速度传输速度的因素》文章，为后来香农的信息论奠定了基础。1927年，奈奎斯特确定了如果对某一带宽的有限时间连续信号（模拟信号）进行抽样，且在抽样率达到一定数值时，根据这些抽样值可以在接收端准确地恢复原信号。为不使原波形产生“半波损失”，采样频率至少应为信号最高频率的两倍，这就是著名的奈奎斯特采样定理。

奈奎斯特 1928 年发表了《电报传输理论的一定论题》，为后来香农的信息论奠定了基础。

可以说如果没有奈奎斯特的贡献，数字通信世界将不复存在，我们所有人都将陷入模拟世界，就没写现在数字通信的广泛应用。物理学家奈奎斯特不畏生活的苦难，对于真理执着的追求，总结出来奈奎斯特第一准则，第二准则，为后面香农定理的产生奠定了条件，倡导学生学习奈奎斯特坚强的意志，锲而不舍的精神。

知识点内容 2：香农定理

香农定理: $R_{max}=W*\log_2(1+S/N)$

给出了信道信息传送速率的上限(比特每秒)和信道信噪比及带宽的关系。香农定理可以解释现代各种无线制式由于带宽不同，所支持的单载波最大吞吐量的不同

深挖思政点 2：科学的探索精神

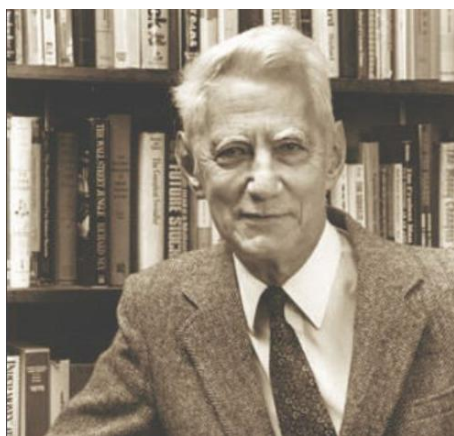


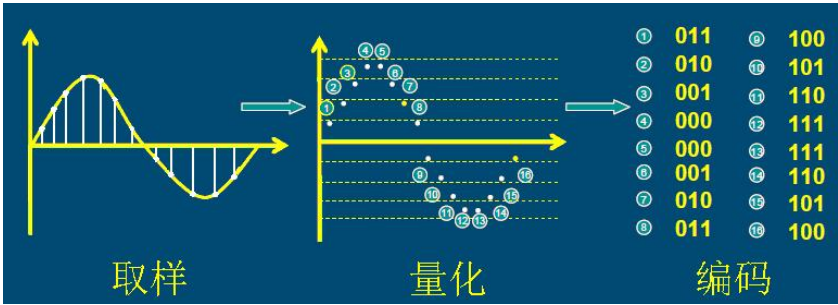
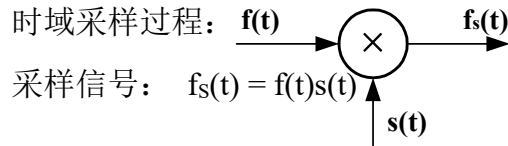


图 5 克劳德·香农

克劳德·香农（Claude Elwood Shannon，1916-2001）于 1916 年 4 月出生在美国密西根州的伽娄德（Gaylord）小镇，当时镇里只有三千居民。

	<p>1936年，香农在密西根大学获得数学与电气工程学士学位，然后进入MIT念研究生。1938年香农在MIT获得电气工程硕士学位，硕士论文题目是《继电器与开关电路的符号分析》。当时他已经注意到电话交换电路与布尔代数之间的类似性，即把布尔代数的“真”与“假”和电路系统的“开”与“关”对应起来，并用1和0表示。于是他用布尔代数分析并优化开关电路，这就奠定了数字电路的理论基础。1941年香农以数学研究员的身份进入新泽西州的AT&T贝尔电话公司，并在贝尔实验室工作到1972年，从24岁到55岁，整整31年。香农与John Riordan一起工作，1942年发表了一篇关于串并联网络的双终端数的论文。这篇论文扩展了麦克马洪1892年在Electrician上发表的论文理论。1948年香农发表了《通讯的数学理论》，创立了信息论。</p> <p>在二次世界大战时，香农博士也是一位著名的密码破译者（这使人联想到比他大4岁的图灵博士）。他在贝尔的破译团队主要是追踪德国飞机和火箭，尤其是在德国火箭对英国进行闪电战时起了很大作用。1949年香农发表了另外一篇重要论文《保密系统的通信理论》，正是基于这种工作实践，它的意义是使保密通信由艺术变成科学。</p> <p>我们怀念香农，要熟悉他的两大贡献：一是信息理论、信息熵的概念；另一是符号逻辑和开关理论。倡导学生我们更应该学习他对于知识的好奇心强、重视实践、追求完美、永不满足，敢于探索的科学精神，这是他获得成功的重要经验。</p>
分析评价	<p>该案例讲解奈奎斯特采样定理的内容，分析了要求无失真恢复出原信号，对于采样频率和信号最高频率之间的关系，进而引出奈奎斯特的采样定理，回忆了奈奎斯特的个人生平事迹，对于数字通信的突出贡献。引出了香农定理内容，带领学生回忆了香农的个人生平事迹，尤其是再信息理论中的贡献，倡导学生学习科学家香农强烈的好奇心，注重知识的实践应用，敢于探索的科学精神。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-307
案例标题	模拟信号数字化传输
案例来源	原创案例
内容简介	讲解信号时域采样的过程就是将信号在时间上离散化的过程，对应的信号频谱分析就是周期延拓的过程，深挖课程思政点之一是矛盾的主要方面和次要方面，课程思政点之二是学会转换角度，积极乐观的面对困难，一切困难都会迎刃而解。
关键词	模拟信号，数字信号，时域采样，频谱拓展
编写时间	2022-03-06
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	矛盾的主要方面和次要方面辩证关系；面对困难学会转换角度积极面对
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：时域采样的过程</p> <p>课前从两张电视画面的图像对比可知，数字信号的抗干扰能力强、保密性好在实际工农业生产中得到的广泛的应用。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 1 模拟电视</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 2 数字电视</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p style="text-align: center;">图 3 时域采样过程图</p> </div>



若 $s(t)$ 是周期为 T_s 的冲激函数序列 $\delta_{T_s}(t)$ ，则称为冲激取样。

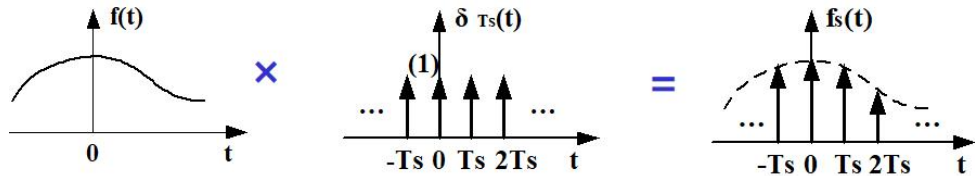


图 4 采样信号频谱图

所谓“取样”就是利用取样脉冲序列 $s(t)$ 从连续信号 $f(t)$ 中“抽取”一系列离散样本值的过程。这样得到的离散信号称为取样信号 $f_s(t)$ 。

取样信号 $f_s(t)$ 的频谱函数为： $F_s(j\omega) = (1/2\pi)F(j\omega)*S(j\omega)$

采样后信号的频谱： $f_s(t) \leftrightarrow F_s(\omega) = \frac{1}{2\pi} F(\omega) * P(\omega)$

$$F_s(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n F(\omega - n\omega_s) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - n\omega_s)$$

$$= \frac{1}{T} [\dots + F(\omega + \omega_s) + F(\omega) + F(\omega - \omega_s) + \dots]$$

案例正文

课程思政点 1：矛盾的主要方面和次要方面

时域信号采样的实质是将连续信号离散化的过程，利用有限的离散点去表征连续的时域信号，类别哲学观点中的矛盾相关论，矛盾的主要方面和次要方面，只要我们抓住了主要矛盾，可以忽略次要矛盾，对待朋友也是一样，只要一个朋友是真诚的、友好的，有的时候由于个人压力、情绪的个多方面因素偶尔一次表现的不热情不友好，同学们也用宽容、仁爱之心接纳包容别人。

知识内容 2：

信号时域采样的过程是将信号离散化的过程，如果要将时域信号恢复，从时域上很难，但是如果转换为频谱分析，就很容易得的信号恢复的结论。

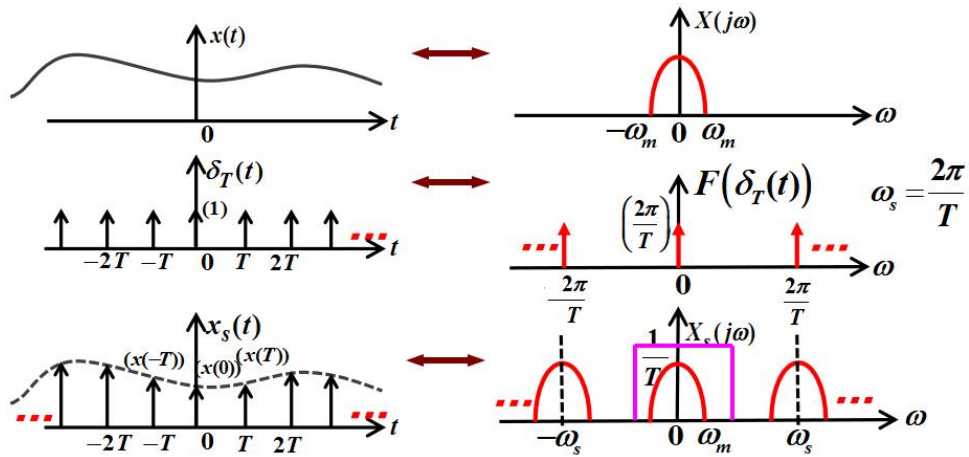


图 5 采样恢复图

使用内插法恢复信号：利用一矩形频谱函数（理想低通）与 $F_s(\omega)$ 相乘
 $F_s(\omega)H(\omega)=F(\omega)$

$$f(t) = f_s(t) * h(t) = \left[\sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT) \delta(t - nT) \right] * \frac{T\omega_c}{\pi} \text{Sa}(\omega_c t)$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\omega_c}{\pi} f(nT) \text{Sa}[\omega_c(t - nT)]$$

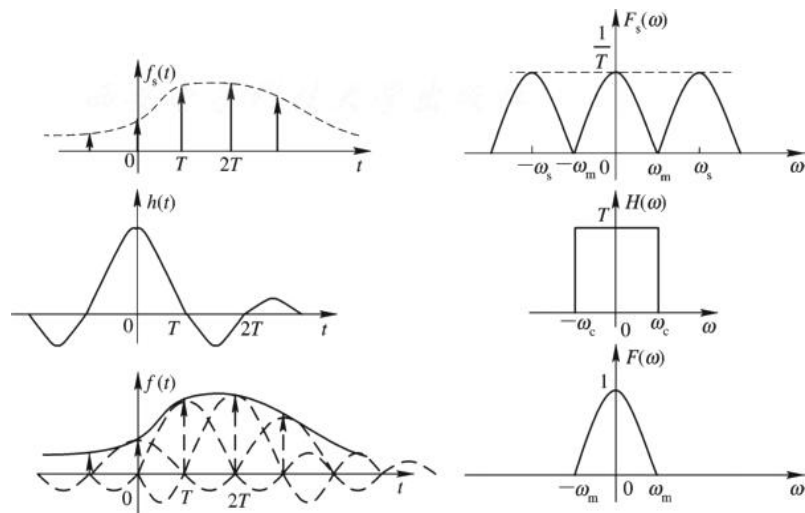


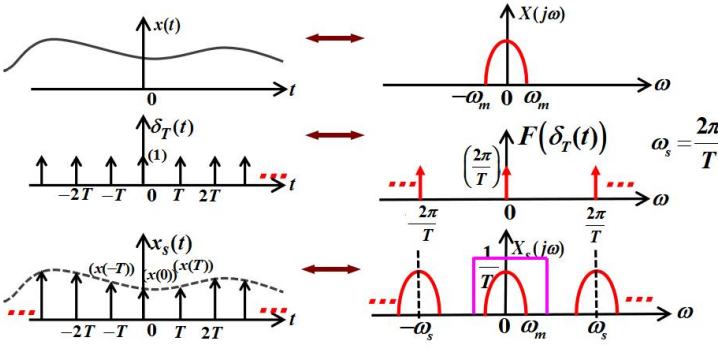
图 6 频谱函数图

案例正文

课程思政点 2：转换角度思考

信号时域采样后对于信号的恢复在时域很难解决的问题，转换角度为频谱分析中却很容易解决，因此鼓励同学们要学会转换思路，当你遇到困难时，不要死钻牛角尖，不妨转换思路，也许会柳暗花明又一村，没有解决不了的困难，我们要有积极的心态，乐观向上的精神去面对生

	<p>活中、学习中的艰难险阻。</p> <p>深挖思政点 2：学习傅里叶持之以恒的科学研</p> <p>1822 年，傅里叶出版了专著《热的解析理论》（Analytical theory of heat, Paris, 1822）。这部经典著作将欧拉、伯努利等人在一些特殊情形下应用的三角级数方法发展成内容丰富的一般理论，三角级数后来就以傅里叶的名字命名。傅里叶应用三角级数求解热传导方程，同时为了处理无穷区域的热传导问题又导出了现在所称的“傅里叶积分”，这一切都极大地推动了偏微分方程边值问题的研究。然而傅里叶的工作意义远不止此，它迫使人们对函数概念作修正、推广，特别是引起了对不连续函数的探讨；三角级数收敛性问题更刺激了集合论的诞生。因此，《热的解析理论》影响了整个 19 世纪分析严格化的进程。</p>
分析评价	<p>该案例讲解了时域采样定理的过程，信号时域采样就是将信号离散化的过程，用有限的特征点代表连续时间信号，倡导学生们在实际生活中践行矛盾的主要方面和次要方面的关系，抓住主要方法的内容即可解决化解矛盾；时域信号的恢复中在时域无法解决的问题转化为频谱分析很容易解决，呼吁学生面对生活中的困难要学生转变角度，也许问题就会迎刃而解，要有积极乐观的心态。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-308
案例标题	信号的频谱混叠问题
案例来源	原创案例
内容简介	讲解时域采样后信号的恢复过程，采用内插法恢复，在实践中选取红色歌曲《我和我的祖国》和《映山红》激发学生的爱国情怀、缅怀先烈，珍惜眼下来之不易的时光；通过信号频谱混叠的分析，信号采样频率选取经验来之实践，实践是检验真理的标准。
关键词	频谱混叠，采样定理，截断误差，爱国情怀，
编写时间	2022-02-10
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片 音频
育人主题	爱国情怀，缅怀先烈，实践是检验真理的标准
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：采样后信号恢复</p> <p>$F_s(\omega)$中提取原信号 $f(t)$的频谱 $F(\omega)$，可以用一矩形频谱函数（理想低通）与 $F_s(\omega)$相乘：$F_s(\omega)H(\omega)=F(\omega)$</p> $H(\omega) = \begin{cases} T & \omega < \omega_c \\ 0 & \omega > \omega_c \end{cases}$ <p>$H(\omega)$是理想低通滤波器,可以从满足采样定理的 $f_s(t)$中恢复原信号,其中低通的截止频率应满足：$\omega_m \leq \omega_c \leq \omega_s - \omega_m$</p>  <p style="text-align: center;">图 1 采样恢复图</p> <p>内插法恢复：$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\omega_c}{\pi} f(nT) Sa[\omega_m t - n\pi]$</p>

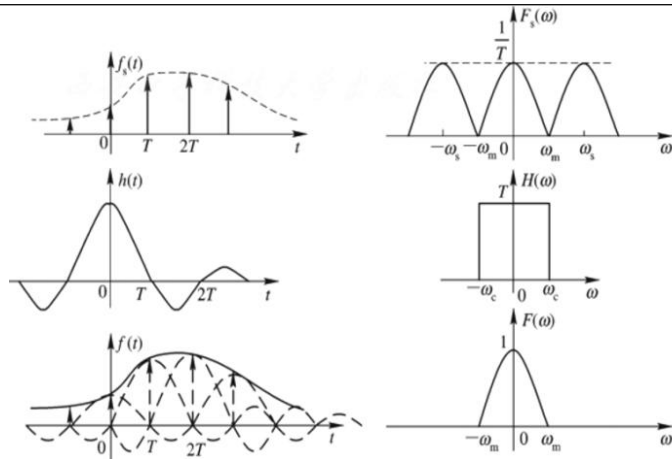


图2 频谱函数图

深挖思政点 1：红色歌曲教学案例，倡导学生缅怀革命先烈

工程中非带限信号抽样将出现混叠误差，为了改善这种情况，可对待抽样的信号先进行抗混叠滤波，但由此又会出现截断误差，为了使学生加深对相关概念的理解，课程组选用电影《上甘岭》的主题曲《我和我的祖国》作为信号制作了教学案例。再如，在讲解含噪声信号去噪相关概念时，课程组选用《闪闪的红心》的主题曲《映山红》作为信号制作了教学案例。每一首红歌就是一个故事，唤起人们的红色记忆，表达对党的热爱，对革命先烈的缅怀，对美好生活的向往，由此使学生们意识到作为“强国一代”的使命和担当，让勤奋学习成为青春飞扬的动力，让增长本领成为搏击青春的能量。

案例正文

知识点内容 2：信号采样的工程经验

要能避免频谱混叠现象，从采样后的信号无失真的恢复出原信号，对于采样频率要求满足采样定理要求，但是具体实际中取多大合适呢？

(1) f_s 一般取 3-5 倍 f_m

(2) 取样前抗混叠滤波

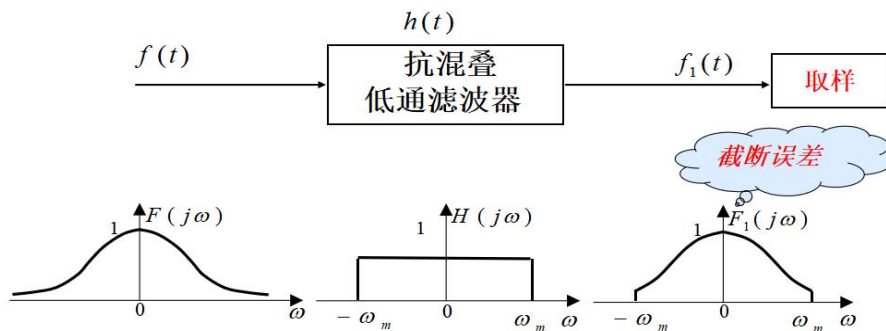


图3 截断误差图

信号采样的工程经验总结在采样之前可以先进行抗混叠滤波，这时分析混叠误差和截断误差，只要在误差范围内就不影响通信质量。

混叠误差与截断误差比较

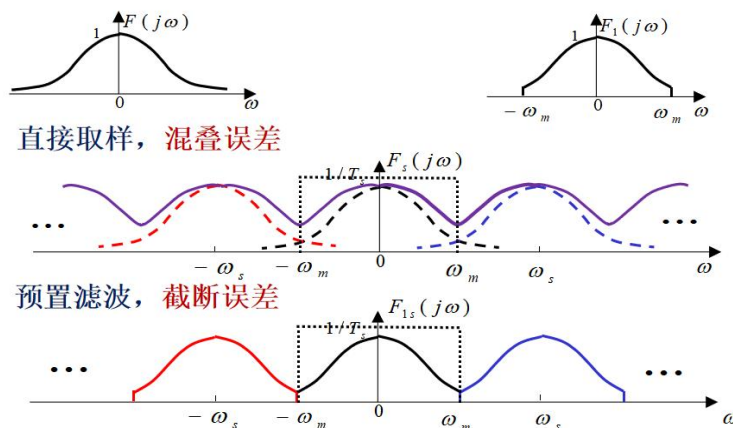


图4 混叠与截断误差图

通过采样定理的学习，学生明白了为恢复原信号，必须满足两个条件：

案例正文

(1) $f(t)$ 必须是带限信号

(2) 取样频率不能太低，必须 $f_s > 2f_m$ ，或者说，取样间隔不能太大，必须 $T_s < 1/(2f_m)$ ；否则将发生混叠

(3) 但是在实际的工程应用中 f_s 取多大比较合适？取得太小会发生频谱混叠，取的太大就会有大量的冗余信息，因此合适的取值还要根据实践经验， f_s 一般取 3-5 倍 f_m 。

深挖思政点 2：实践是检验真理的标准

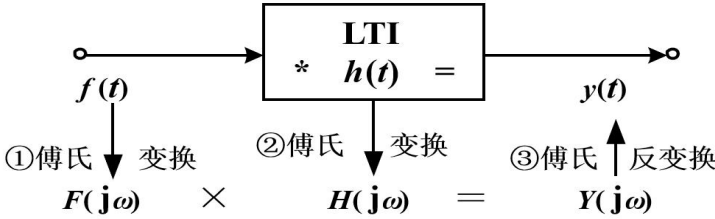
采样定理的研究目的是为了解决模拟信号传输需要大量的数据信息的问题，根据合适的采样频率的取值还是根据实际的工程经验，让学生明白我们的知识学习是为了不断改造外围世界的，服务于人类生产生活的，一切理论知识的学习最终都是为了指导实践活动，并且实践活动中能积累宝贵的经验完善理论知识，因此实践是检验真理的标准。

分析评价

该案例讲解信号时域采样后恢复的过程，实践中选取红色歌曲《我和我的祖国》表达对党的热爱，对革命先烈的缅怀，对美好生活的向往，由此激发学生们的爱国情怀，珍惜当下时光；对于采样频率的合适选择需要根据实践工程经验，让学生知道知识的学习是服务于人类生产生活，实践是检验真理的唯一标准。

评价者

陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-309
案例标题	LTI 系统频谱分析在工程中的应用
案例来源	原创案例
内容简介	讲解 LTI 系统的频域响应，利用频域响应解决 LTI 系统时域响应的问题，倡导学生同用不同的角度和视野去分析问题，提升学生面对困难的抗压能力，以及创新能力的培养；通过频谱分析在工程中的应用，增加学生的专业认同感和使命感。
关键词	系统响应，频谱分析，创新应用，专业认同感
编写时间	2022-03-11
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	塑造坚韧不拔，锲而不舍的科学精神和持之以恒，荣辱不惊的个人品质
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：LTI 系统的频域分析</p>  <p style="text-align: center;">图 1 LTI 系统的频域分析</p> <p>LTI 系统的频域分析：</p> <p>(1) 对于线性非时变系统，若输入为非周期信号，系统的零状态响应可用傅里叶变换求得。其方法为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 求激励 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(j\omega)$。 2) 求频域系统函数 $H(j\omega)$。 3) 求零状态响应 $y_{zs}(t)$ 的傅里叶变换 $Y_{zs}(j\omega)$，即 $Y_{zs}(j\omega) = H(j\omega) F(j\omega)$。 4) 求零状态响应的时域解，即 $y_{zs}(t) = F^{-1}[Y_{zs}(j\omega)]$ <p>(2) 对于线性非时变稳定系统，若输入为正弦信号 $f(t) = A \cos(\omega_0 t)$，则稳态响应为：$y(t) = H(j\omega_0) A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$，其中，$H(j\omega_0) = H(j\omega_0) e^{j\varphi_0}$ 为频域系统函数。</p>

案例正文

深挖思政点 1：转换角度培养创新能力

求解连续线性时不变系统的零状态响应，可以通过求解常系数微分方程得到，但同样可以利用卷积积分、傅里叶变换和拉普拉斯变换进行计算。在这些内容的讲解过程中，可以以生活实例进行思政教育。在学习、生活中碰到各种困难、挫折在所难免，我们不能被苦难所击倒，而应该转变思路，采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，从不同角度和视野去分析问题，或许就使得问题变得简单。一方面可以提升学生面对困难的抗压能力，另一方面多角度多方式分析问题的方法有助于学生创新能力的培养。

知识点内容 2：信号的频谱在工程中的应用

图 2 道路勘察

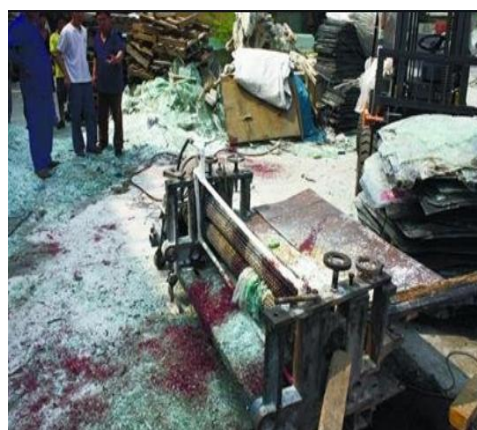


图 3 转动机械事故

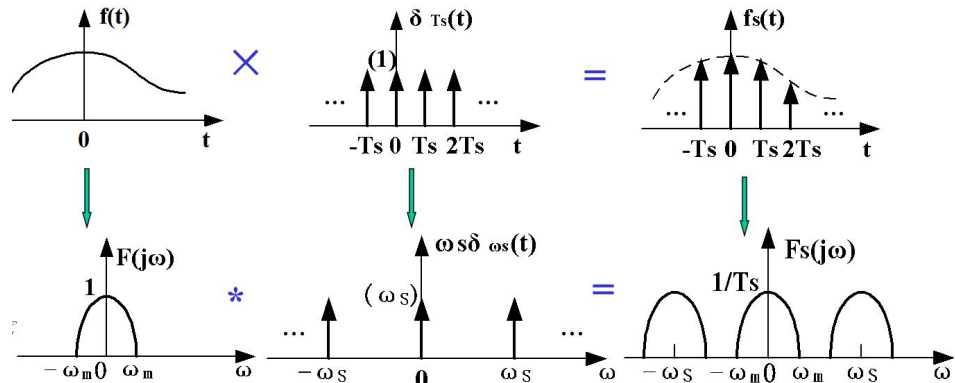
利用频谱分析一起针对地面的裂痕裂缝，以及隧道等特殊道路的勘察，不用挖凿地面，利用频谱分析仪器可以方便的勘测道路基层有无裂痕现象，能防患于未然。

在机械设备故障诊断技术中，针对不同的情况，采同的信号分析方法，而频域分析更是发挥至关重要的作用。一般说来，频谱分析是故障诊断的关键。频域分析法主要是对信号的频率结构进行分析，频率成分所组成，以及这些频率成分幅值的大小。通过对“故障特征频率”及“故障特征频率幅值”的分析。

深挖思政点 2：增加学生的专业认同感和使命感

通过频谱分析在工程中的应用案例举例，在道路勘察中的应用，在机械设备故障诊断中的利用，让电子信息专业的学生觉得自己学习这样

	<p>的课程很有用，未来能做很大的贡献，增加学生的专业认同感，并且有社会责任和使命。</p>
分析评价	<p>该案例讲 LTI 系统的频域分析，对于连续时间系统的时域响应可以转换使用频域分析的方法来做，深挖课程思政之一就是倡导学生要转换思路去解决困难问题；通过分析信号频谱在工程中的实践应用，增加学生的专业认同感和使命感。</p> <p>思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-310
案例标题	时域采样定理的应用
案例来源	原创案例
内容简介	讲解了时域采样定理的内容和工程应用，分析信号采样和恢复的两个条件，选取红色歌曲《我和我的祖国》和《映山红》作为信号采样和恢复的教学案例，培养学生爱国情怀和缅怀革命先烈。通过分析采样定理的工程应用帮助学生树立长远的职业理想，力争科技报国，实现个人价值。
关键词	时域采样频域，数字通信技术，爱国情怀，科技报国，职业理想
编写时间	2022-02-16
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	爱国情怀和缅怀先烈、树立职业理想、专业责任感和使命感
素材长度	1943 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：采样定理的内容</p> <p>1.信号时域采样和频谱关系</p>  <p style="text-align: center;">图 1 时域和频谱关系图</p> <p>2. 采样定理的内容</p> <p>一个频谱在区间 $(-w_m, w_m)$ 以外为 0 的带限信号 $f(t)$, 可唯一地由其在均匀间隔 T_s [$T_s < 1/(2f_m)$] 上的样值点 $f(nT_s)$ 确定。</p> <p>注意：为恢复原信号，必须满足两个条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) $f(t)$ 必须是带限信号 (2) 取样频率不能太低，必须 $f_s > 2f_m$，或者说，取样间隔不能太大，必须 $T_s < 1/(2f_m)$；否则将发生混叠。

案例正文

深挖思政点 1：爱国情怀培养，缅怀革命先辈

抽样是进行 A/D 转换的第一步。抽样间隔应该怎么选取呢？抽样定理很好的诠释这个内容，课程中选了一些歌曲作为信号进行演示，而且在歌曲选择上精心挑选了红色歌曲。例如，在讲解如何进行信号抽样时，选用《我和我的祖国》和《映山红》作为信号制作教学案例，通过演示，让学生深刻体会抽样时间间隔不能取得太大也不能取得太小，只有找到最佳的抽样间隔才不会失真，才能既保证抽样的精度又保证抽样的效率。选用这两个教学案例的目的是利用专业知识传递革命精神和爱国主义思想，唤起学生对中国共产党的热爱和对革命先烈的缅怀，教育学生珍惜来之不易的幸福生活，使学生意识到作为“强国一代”的使命和担当，让勤奋学习和增长本领助力青春飞扬。

取样频率		音频	文件大小	前后内容一致性
44100Hz	高保真立体声级		430KB	
11025Hz	电话语音级		107KB	
8000Hz	普通语音		78KB	
4000Hz			39KB	

图 1 演示图

知识点内容 2：采样定理的应用

1.在数字通信中的应用

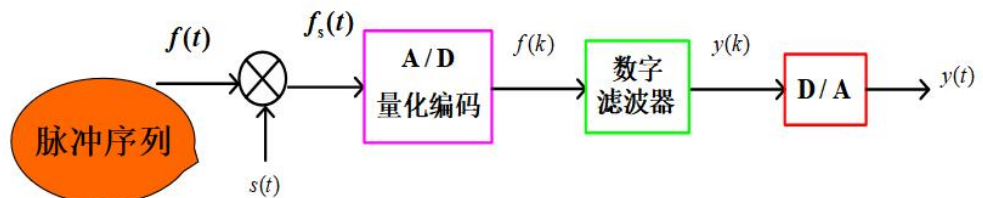


图 2 转换图

讲解数字通信技术的发展应用，模拟信号数字化的第一步就是采样，其中从模拟电视到数字电视的推广代表了我国数字通信技术的发展。

通过分析讲解傅里叶探索研究周期信号的正余弦表示形式的过程，告诫同学们说明了坚持探索真理的重要性，警示同学们人生道路如逆水行舟，不进则退，一旦裹足不前，就会失去成功的机会。由此激励大家一旦确定好目标，就要勇往直前，具有持之以恒的精神，要有不达目的誓不罢休的勇气和毅力。

案例正文

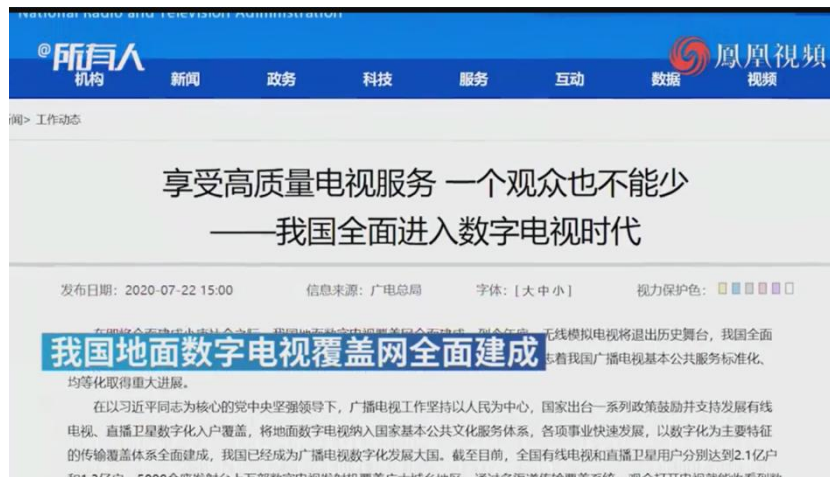


图3 凤凰卫视-我国数字电视的普及



图4 东方卫视-模拟电视全国关闭，数字电视拉开帷幕

深挖思政点 2：科技强国，树立职业理想，增加专业认同感

通过分析讲解模拟电视全面关闭到数字电视的在城镇农村的广泛普及，表示我国数字通信技术的高速发展，中国人民脱离了依靠“天气”情况观看电视的历史，使得人民精神文化生活更加丰富多彩，这是科技强国的力量，作为电子信息专业的学生，倡导同学们利用专业知识报效祖国，实现自己的个人价值。

深挖思政点 3：树立科技报国的理想，培养社会责任感和使命感

电报技术在抗日战争时期的广泛应用

电报(telegram)是通信业务的一种，是最早使用电进行通信的方法。它利用电流(有线)或电磁波(无线)作载体，通过编码和相应的电处理技术实现人类远距离传输与交换信息的通信方式。

1836年，约翰库克制成电磁电报机，并于次年申请了首个电报专利。惠斯通则是约翰库克的合作者。莫尔斯原本是美国的一流画家，出于兴趣，他在1835年研制出电磁电报机的样机，后又根据电流通、断掉时出现电火花和没有电火花两种信号，于1838年发明了由点、划组成的“莫尔斯电码”。通过抗日战争时期电报技术的广泛应用，可以看到准确的电报信息拦截和破译抵得上千军万马，可以保证同胞战士的生命，因此数字通信技术在抗日战争的胜利中具有重要作用。



图5 战争时期电报的广泛应用

通过抗日战争时期电报技术的广泛应用，可以看出准确的电报信息拦截和破译抵得上千军万马，可以保证同胞战士的生命，因此数字通信技术在抗日战争的胜利中具有重要作用，因此呼吁学生树立科技报国的远大理想，培养学生的社会责任感和使命感。

深挖思政点 4：学习傅里叶持之以恒的科学精神

1822年，傅里叶出版了专著《热的解析理论》(Analytical theory of heat, Paris, 1822)。这部经典著作将欧拉、伯努利等人在一些特殊情形下应用的三角级数方法发展成内容丰富的一般理论，三角级数后来就以傅里叶的名字命名。傅里叶应用三角级数求解热传导方程，同时为了处理无穷区域的热传导问题又导出了现在所称的“傅里叶积分”，这一切都极

	<p>大地推动了偏微分方程边值问题的研究。然而傅里叶的工作意义远不止此，它迫使人们对函数概念作修正、推广，特别是引起了对不连续函数的探讨；三角级数收敛性问题更刺激了集合论的诞生。因此，《热的解析理论》影响了整个 19 世纪分析严格化的进程。</p>
分析评价	<p>该案例讲解时域采样定理的两个条件，选取了《我和我的祖国》和《映山红》红色歌曲进行采样和恢复，引入这两个教学案例的目的是利用专业知识传递革命精神和爱国主义思想；分析了时域采样定理的应用，包括在数字通信技术中的应用、数字电视技术的广泛推广以及在抗日战争时期电报技术的应用，倡导学生树立远大的职业理想，实现科技报国的梦想，培养学生的社会责任感和使命感。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

案例编号	042106-311
案例标题	狄利赫里三项条件和快速傅里叶变换
案例来源	原创案例
内容简介	讲解了傅里叶级数的发展，以及限制条件，引出了狄利赫里条件，解决傅里叶级数的局限问题，随着通信技术的发展，离散傅里叶相关理论的发展，为了提高数据处理速度，又提出了快速傅里叶变换相关算法理论，通过傅里叶相关算法理论，引导学习在科学探索的道路上要有追求真理，坚持不懈的科学精神，并能积极面对难题，寻求解决路径。
关键词	狄利赫里条件，快速傅里叶变换，科学精神，积极乐观的人生态度
编写时间	2022-02-17
编者	李亚文，副教授，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	坚持真理，永攀高峰的科学精神、积极乐观的人生态度
素材长度	1665 个字
案例正文	<p>知识点内容 1：傅里叶级数</p> <p>$f(t)$可以展开为三角形式的傅里叶级数：</p> $f(t) = a_0 + a_1 \cos \omega_0 t + a_2 \cos 2\omega_0 t + \dots + b_1 \sin \omega_0 t + b_2 \sin 2\omega_0 t + \dots$ $= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin n\omega_0 t]$ <p>知识点内容 2：狄利赫里三项条件</p> <p>(1) 函数在任意有限区间内连续，或只有有限个第一类间断点（当 t 从左或右趋于这个间断点时，函数有有限的左极限和右极限）。</p> <p>(2) 在一个周期内，函数有有限个极大值或极小值。</p> <p>(3) $x(t)$在单个周期内绝对可积，即：$\int_0^T x(t) < \infty$</p> <p>只有在周期信号满足狄利赫里三项条件,才能展开成傅里叶级数的形式。同时，只有满足狄利赫里三项条件，傅里叶变换和反变换才存在。</p> <p>深挖思政点 1：科学研究探索的曲折性，培养坚持不懈的科学精神。</p> <p>傅里叶在提出傅里叶级数时坚持认为，任何一个周期信号都可以展开成傅里叶级数，虽然这个结论在当时引起许多争议，但持异议者却不</p>

能给出有力的不同论据。直到 20 年后(1829 年)狄里赫利才对这个问题作出了令人信服的回答，狄里赫利认为，只有在满足一定条件时，周期信号才能展开成傅里叶级数，傅里叶相关理论的发展如图 1 所示。

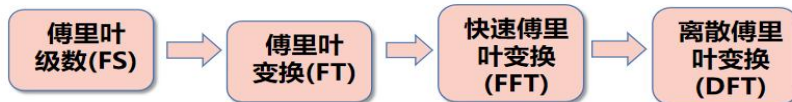


图 1 傅里叶相关理论

从周期信号展开为傅里叶级数中间;历经 70 多年的数学界的激烈辩论,进而从狄利赫里三项条件得到公认后,这样的理论才形成了真理,

通过傅里叶本人的科研历程讲授傅里叶级数到傅里叶变换的发展,尤其是狄利赫里三项条件的提出及快速傅立叶变换的提出,体现了科学研究和工程实践中的坎坷和曲折,让学生体会到科学发展从来都不是一帆风顺的,常常会遇到我们现有知识或者技术解决不了的难题,这个时候需要研究者以平和的心态、积极乐观的态度以及刻苦努力的精神去面对和解决这些难题。

知识点内容 3: 快速傅里叶变换 (FFT)

快速傅氏变换(FFT),是离散傅氏变换的快速算法,它是根据离散傅氏变换的奇、偶、虚、实等特性,对离散傅立叶变换的算法进行改进获得的。在计算机系统或者说数字系统中应用离散傅立叶变换。

FFT 算法的基本思想:(如图 2 所示)

- 利用 DFT 系数的特性,合并 DFT 运算中的某些项。
- 把长序列 DFT>短序列 DFT ,从而减少运算量。

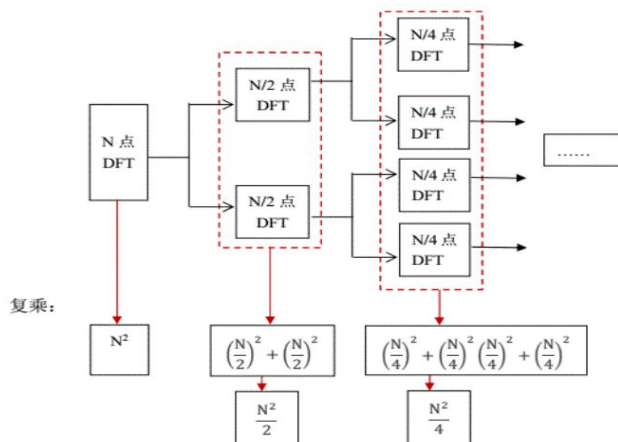


图 2 FFT 算法思想

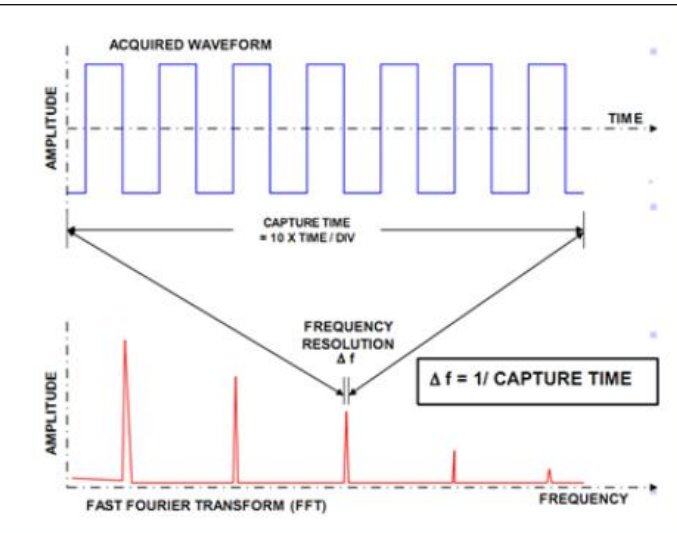


图3 周期方波信号的快速傅里叶变换

深挖思政点 2：乐观面对科学研究中的困难，积极探索解决问题的方法。

快速傅里叶变换的发展，是因为计算机在处理离散傅里叶变换的需要耗费较长的时间，为了克服这一缺陷，推动了傅里叶算法技术的发展，拉开了快速傅里叶变换的研究热潮，也为数字通信技术的发展提供技术支持。

通过傅里叶相关理论技术的发展，让学生明白和体会到在他们以后的科研道路和工作历程中，没有哪件事情是一帆风顺的，常常会遇到各种各样的难题，这些都需要他们积极面对并努力克服，从而经历一个发现问题，分析问题，然后解决问题的过程，利用专业知识不断推进科学技术的向前发展。

分析评价

该案例讲解从傅里叶级数到傅里叶变换、快速傅里叶变换等相关傅里叶理论发展形成的过程，体现了科学研究和工程实践中的坎坷和曲折，让学生体会到科学发展从来都不是一帆风顺的，号召学生们在科学研究的过程中要有坚持真理、百折不挠的科学探索精神；也许现有知识或者技术解决不了的难题，需要以平和的心态、积极乐观的态度以及刻苦努力的精神去面对和解决这些难题。

课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。

评价者

陈文洁，教授，西安交通大学电气工程学院

《信号与系统》第4章课程思政点梳理

案例编号	知识点梳理	课程思政切入点	育人目标
042106-401	1.科学家拉普拉斯的生平	在第4章信号和系统的复频域表示与分析里，首先讲解科学家拉普拉斯的生平故事，感悟科学精神，领悟做人道理，辩证的看待历史人物。	感悟科学家精神、领悟做人道理、辩证看待科学家等。
042106-402	2. 拉氏变换的性质：S域平移	讲解拉氏变换的性质：S域平移，采用讨论式教学，借助一题多解，引导学生“全方位多角度思考问题”、“解决问题的方法是多种多样的”等，从而训练学生的科学思维方法，促使学生养成深入思考问题的习惯。	科学思维方法：多角度思考问题、解决问题的方法是多样的。
042106-403	3.系统稳定性及其分类	讲解LTI连续系统的稳定性及其分类，从系统稳定性引申到国家稳定性，通过引用邓小平的语录，让学生深刻明白“国家稳定团结的重要性”，提升爱国主义。	理解国家稳定团结的重要性、提升爱国主义。
042106-404	4.系统的反馈	生活中闭环反馈原理比比皆是，不负责任的生产行为造成人类生态环境破坏，通过反馈使人类认识到热爱大自然、保护生态环境的重要性。	在大自然和实际生活中，也蕴含着反馈原理。通过反馈认识，反思所作所为来使事物发展越来越好的例子，深刻理解保护环境，可持续发展。

042106-405	5.S 域的网络模型--运算电路法	<p>在求解电路模型时，分别利用传统解法和拉普拉斯法进行求解，在讲解知识点时就可以引申，当某个问题从一个角度很难分析解决或没有办法分析时，我们可以换个角度去看，从这一思想出发就可以教会学生问题转换的思路，学会创新的思维方式。</p>	<p>教会学生问题转换的思路，学会创新的思维方式。</p>
042106-406	6. 傅氏变换和拉氏变换的优缺点对比	<p>讲解拉氏变换和傅氏变换的区别联系，通过对比，引申到“科学的发展是曲折中前进的”、“科学家的探索求知精神”等，从而让学生领悟科学家精神，认识到事物的发展总是曲折前进的。</p>	<p>感悟科学家精神、科学的发展是曲折前进的；</p>
042106-407	7.系统的信号流图表示	<p>讲解系统的信号流图绘制，对系统函数进行模拟时，可以用结构图和信号流图两种图模型进行表示，这实际上是同一问题的不同表现形式，启发学生要具有创新思维方式、多角度看问题、培养多元化思考。</p>	<p>培养学生创新能力、多元化思考、多角度看问题的能力；</p>
042106-408	8.根轨迹法	<p>根轨迹是分析和设计线性定常控制系统的图解方法，使用十分简便，特别在进行多回路系统的分析时，根据根轨迹绘制法绘制根轨迹。引导学生，无论做什么事都要抓主要矛盾、关键问题，寻根溯源，由系统根轨迹引导学生思考人生根轨迹，树立人生目标。</p>	<p>引导学生树立人生目标，规划好人生轨迹。</p>

案例编号	042106-401
案例标题	科学家拉普拉斯的生平
案例来源	原创案例
内容简介	在第4章信号和系统的复频域表示与分析里，首先讲解科学家拉普拉斯的生平故事，感悟科学精神，领悟做人道理，辩证的看待历史人物。
关键词	拉普拉斯、拉普拉斯变换、拉普拉斯定理；
编写时间	2022-1-27
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	感悟科学家精神、领悟做人道理、辩证看待科学家等；
素材长度	1536 字符
案例正文	<p>知识点内容：拉普拉斯变换的定义</p> <p>单边拉氏变换的定义为：</p> $F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$ <p>$F(s)$ 为象函数，$f(t)$ 为原函数，象函数和原函数的关系可以表示为：</p> $\left. \begin{aligned} f(t) &\leftrightarrow F(s) \\ L\{f(t)\} &= F(s) \\ L^{-1}\{F(s)\} &= f(t) \end{aligned} \right\}$ <p>思政故事切入：科学家拉普拉斯的生平</p> <p>1765年，16岁的拉普拉斯凭借自己的努力，考入卡昂大学。他在学习期间写了一篇关于有限差分的论文，得到数学老师的赞赏。于是，在拉普拉斯19岁的时候，数学老师让他带着一封推荐信，去巴黎找当时法国著名学者、巴黎科学院负责人达朗贝尔。但达朗贝尔可能并没把推荐信当回事，拒绝接见拉普拉斯。</p> <p>拉普拉斯当然不会放弃，于是就寄了一篇力学方面的论文给达朗贝尔。这篇论文出色至极，引起了达朗贝尔的高度重视。达朗贝尔在回信中说：“拉普拉斯先生，你看，我几乎没有注意你那些推荐信；你不需要什么推荐，你已经更好地介绍了自己，对我来说这就够了，你应该得到支持。”</p>

1770年，21岁的拉普拉斯发表了第一篇数学论文《曲线的极大和极小研究》，此后3年时间，共完成了13篇重要论文。

1773年，他把牛顿的万有引力定律应用到整个太阳系，解决了当时著名的土星轨道难题。拉普拉斯用数学方法证明行星的轨道大小只有周期性变化，这就是著名的拉普拉斯定理。

同年，他被巴黎科学院接受并成为科学院副院士。巴黎科学院执行秘书孔多塞说：“巴黎科学院第一次接受这样年轻，并在这样短的时间内对多种难题写出重要论文的人。”

1784-1785年，他求得天体对其外任一质点的引力分量可以用一个势函数来表示，这个势函数满足一个偏微分方程，即著名的拉普拉斯方程。

1785年，拉普拉斯当选为科学院院士。

1786年，他证明行星轨道的偏心率和倾角总保持很小和恒定，能自动调整，即摄动效应是守恒和周期性的，即不会积累也不会消解。

1787年，他发现月球的加速度同地球轨道的偏心率有关，从理论上解决了太阳系动态中观测到的最后一个反常问题。

1795年，法兰西研究院成立，并成立了科学分院又称法国科学院，拉普拉斯被任命为副院长，次年被选为院长。

1796年，他的著作《宇宙体系论》问世，书中提出了对后来有重大影响的关于行星起源的星云假说。

拉普拉斯一生最主要的精力是花费在研究天体力学上面，数学是他解决问题的重要工具。

他在运用数学的同时又创造和发展了许多新的数学方法，包括有限差分方法、概率论、万有引力定理、彗星轨道、微分方程的解法、拉普拉斯变换、最小二乘法、代数学中关于行列式的展开定理、实积分转化为复积分计算等。

以他的姓氏命名的变换、定理、方程等更是数不胜数：拉普拉斯展开、拉普拉斯变换、拉普拉斯定理、拉普拉斯方程、拉普拉斯算子、拉普拉斯函数、拉普拉斯积分、拉普拉斯分布、拉普拉斯向量等。

虽然拉普拉斯是个大神级的学者，但是，他的政治品德却并不怎么好。他是一个有名的政治墙头草、两面派，专门见风使舵。

在法国大革命时期，随着政局的动荡、改朝换代，他也随波逐流，反复不断地扮演了共和派与保皇派的双重角色。他非常机灵，无论哪一方上台掌权，都相信他是自己的一个忠诚的支持者。因此，每次政局变化，他都能获得更好的差使和更大的头衔。

拉普拉斯在自己身处高位之后，对于年轻的学者总是乐于慷慨帮助和鼓励关照。他帮助和提拔了很多年轻人，例如化学家盖吕萨克、数学物理学家泊松和年轻的柯西等等。当旅行家和自然研究者洪堡到法国考察水成岩的分布情况时，拉普拉斯也慷慨地资助了他。



图1 拉普拉斯

1827年3月5日，拉普拉斯因病卒于巴黎，享年78岁。临死前，拉普拉斯留下了最后一句谦卑的遗言——“我们知道的是很微小的；我们不知道的是无限的。”

课程思政升华：科学精神：不畏艰难的探索精神、慷慨提携帮助后辈的品质。

拉普拉斯在天体力学方面做了很多研究，比较有代表性的是3部著作：《天体力学》、《宇宙系统论》、《概率的分析理论》，他为研究天体运动做出了巨大的贡献。在他名满天下后，还不忘提携资助后辈科学家。虽然他在政治上立场不坚定，但整体而言，依旧是一个伟大的科学家。

分析评价

该案例通过介绍科学家拉普拉斯的生平，从而让学生在思想上感悟科学家精神，通过辩证的看待科学家，达到课程育人的目的。

评价者

谢松云，教授，西北工业大学

案例编号	042106-402
案例标题	拉氏变换的性质：S 域平移
案例来源	原创案例
内容简介	讲解拉氏变换的性质：S 域平移，采用讨论式教学，借助一题多解，引导学生“全方位多角度思考问题”、“解决问题的方法是多种多样的”等，从而训练学生的科学思维方法，促使学生养成深入思考问题的习惯。
关键词	拉氏变换、拉氏变换的性质、S 域平移；
编写时间	2022-2-6
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维方法：多角度思考问题、解决问题的方法是多样的；
素材长度	257 字符
案例正文	<p>知识点内容：拉氏变换的性质：S 域平移</p> <p>若 $f(t) \leftrightarrow F(s)$，则</p> $f(t)e^{s_0 t} \leftrightarrow F(s - s_0)$ <p>式中，s_0 为复常数。</p> <p>证明： $\int_0^{\infty} f(t)e^{s_0 t} e^{-st} dt = \int_0^{\infty} f(t)e^{-(s-s_0)t} dt = F(s - s_0)$</p> <p>例题：已知 $f(t) = e^{-at} \cos \omega_0 t u(t)$，求象函数 $F(s)$。</p> <p>解：方法 1：将 $e^{-at} u(t)$ 看作是整体，记为 $f_1(t)$。</p> $f_1(t) = e^{-at} u(t) \leftrightarrow \frac{1}{s + a}$ $F(t) = f_1(t) \cos \omega_0 t = f_1(t) \frac{1}{2} (e^{j\omega_0 t} + e^{-j\omega_0 t})$ $= \frac{1}{2} f_1(t) e^{j\omega_0 t} + \frac{1}{2} f_1(t) e^{-j\omega_0 t}$

	$F(s) = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{s - j\omega_0 + a} + \frac{1}{s + j\omega_0 + a} \right] = \frac{s + a}{(s + a)^2 + \omega_0^2}$ <p>提问学生：还有其他的解决方法吗？预留 5min 时间，学生之间相互讨论。</p> <p>方法 2：将 $\cos \omega_0 t u(t)$ 看做整体，记为 $f_2(t)$。</p> $f_2(t) = \cos \omega_0 t u(t) \leftrightarrow F_2(s) = \frac{s}{s^2 + \omega_0^2}$ $f(t) = f_2(t)e^{-at} \leftrightarrow F(s) = F_2(s + a) = \frac{s + a}{(s + a)^2 + \omega_0^2}$ <p>课程思政升华：全方位多角度思考问题、解决问题的方法是多种多样的。</p> <p>通过学生之间的相互讨论，可以让学生加深对该性质的理解同时让学生体会到解决问题的方法是多种多样的。生活中遇到问题时，可以先尝试自主解决问题、寻求他人协助解决，依然没有头绪时，以终为始，重新思考“这个问题是如何产生的？必须按照这个路径解决吗”等等，养成深入思考问题的习惯。</p>
分析评价	<p>该案例借助讨论式教学，通过一题多解，从而让学生在讨论中深入理解拉氏变换的性质，潜移默化的训练多角度思考问题的习惯，达到课程育人的目的。</p>
评价者	<p>谢松云，教授，西北工业大学</p>

案例编号	042106-403
案例标题	系统稳定性及其分类
案例来源	原创案例
内容简介	讲解 LTI 连续系统的稳定性及其分类，从系统稳定性引申到国家稳定性，通过引用邓小平的语录，让学生深刻明白“国家稳定团结的重要性”，提升爱国主义。
关键词	系统、稳定、系统函数、极点；
编写时间	2022-2-6
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	理解国家稳定团结的重要性、提升爱国主义；
素材长度	613 字符
案例正文	<p>知识点内容：LTI 连续系统的稳定性</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 稳定性的定义 <p>稳定性是系统本身的性质之一，与激励信号无关。</p> <p>由输入-输出关系定义稳定系统为：有界输入产生有界输出（简称 BIBO）的系统。如果对有界激励，系统的响应无界，系统就是不稳定的。LTI 系统 BIBO 稳定的充分必要条件是单位冲激响应绝对可积：</p> $\int_{-\infty}^{\infty} h(t) dt \leq M$ <p>式中，M 为一有界的实数。满足上式的 h(t)，一定是随时间衰减的函数，即 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = 0$。</p> ● 稳定性分类：稳定、不稳定、临界稳定。 <p>LTI 系统的系统函数与单位冲激响应集中表征了系统特性，稳定性也必在其中。因此既可以由 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$ 的不同情况，也可以由 H(s) 的极点分布，对系统稳定性分类。</p> <p>稳定：当 H(s) 的全部极点在 S 的左半平面（不含 jw 轴），则单位冲激响应满足 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = 0$，系统稳定。</p>

	<p>不稳定：若 $H(s)$ 有极点落在 S 的右半平面，或者 $j\omega$ 轴、原点处有二阶以上的重极点，则单位冲激响应为 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) \rightarrow \infty$，系统不稳定。</p> <p>临界稳定：若 $H(s)$ 在原点或 $j\omega$ 轴上有一阶极点，虽然单位冲激响应 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) \neq 0$，但 $h(t) < M, 0 < t < \infty$。</p> <p>课程思政升华：系统稳定是发展的前提，国家稳定是国家健康发展的前提。</p> <p>邓小平语录：中国的问题，稳定需要团结，压倒一切的是需要稳定。没有稳定的环境，什么都搞不成。稳定需要团结，才能稳定。要使社会长期稳定。国家长治久安，离不开党与人民群众钢铁般的团结。——邓小平</p>  <p>图1 邓小平</p> <p>向学生指出：作为当代青年大学生，要以爱国主义为核心，反对任何诋毁企图分裂祖国的言论和行为。要通过自己的努力学习来建设祖国，让祖国变得更强大，从而实现自己的人生价值。</p>
分析评价	<p>该案例通过讲解系统稳定性的定义和分类，从系统稳定性引申到国家稳定性，从而增强学生的爱国主义精神，达到课程育人的目的。</p>
评价者	<p>谢松云，教授，西北工业大学</p>

案例编号	042106-404
案例标题	系统的反馈
案例来源	原创案例
内容简介	生活中闭环反馈原理比比皆是，不负责任的生产行为造成人类生态环境破坏，通过反馈使人类认识到热爱大自然、保护生态环境的重要性。
关键词	反馈，保护环境
编写时间	2021-1-5
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	保护环境，可持续发展
素材长度	532 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>同开环控制系统相比，闭环控制具有一系列优点，但反馈回路的引入增加了系统的复杂性，而且增益选择不当时会引起系统的不稳定。为提高控制精度，在扰动变量可以测量时，也常同时采用按扰动的控制（即前馈控制）作为反馈控制的补充而构成复合控制系统。</p> <p>反馈控制系统（即闭环控制系统）是基于反馈原理建立的自动控制系统。所谓反馈原理，就是根据系统输出变化的信息来进行控制，即通过比较系统行为（输出）与期望行为之间的偏差，并消除偏差以获得预期的系统性能。在反馈控制系统中，既存在由输入到输出的信号前向通路，也包含从输出端到输入端的信号反馈通路，两者组成一个闭合的回路。因此，反馈控制系统又称为闭环控制系统。反馈控制是自动控制的主要形式。在工程上常把在运行中使输出量和期望值保持一致的反馈控制系统称为自动调节系统，而把用来精确地跟随或复现某种过程的反馈控制系统称为伺服系统或随动系统。</p> <p>反馈控制系统由控制器、受控对象和反馈通路组成（见图 1）。图中带叉号的圆圈为比较环节，用来将输入与输出相减，给出偏差信号。这一环节在具体系统中可能与控制器一起统称为调节器。以炉温控制为例，</p>

受控对象为炉子；输出变量为实际的炉子温度；输入变量为给定常值温度，一般用电压表示。炉温用热电偶测量，代表炉温的热电动势与给定电压相比较，两者的差值电压经过功率放大后用来驱动相应的执行机构进行控制。

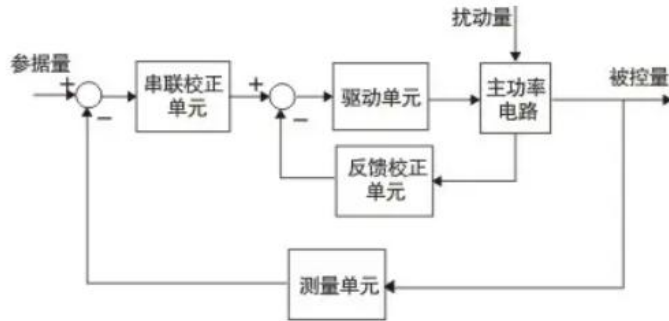


图 1 反馈系统

反馈控制系统包括：

（一）负反馈（negative feedback）：凡反馈信息的作用与控制信息的作用方向相反，对控制部分的活动起制约或纠正作用的，称为负反馈。即使系统的输出值与目标值的偏差越来越小。

（二）正反馈（positive feedback）：凡反馈信息的作用与控制信息的作用方向相同，对控制部分的活动起增强作用的，称为正反馈意义：加速生理过程，使机体活动发挥最大效应。即使系统的输出值与目标值的偏差越来越大，正反馈并不是都是好的，有的时候系统需要正反馈的作用。如原子弹引爆装置中要用到的裂变链式反应。又如在植物保护中，为了消灭有害的昆虫，大量繁殖这种害虫的天敌。

反馈控制系统由控制器、受控对象和反馈通路组成。在反馈控制系统中，不管出于什么原因（外部扰动或系统内部变化），只要被控制量偏离规定值，就会产生相应的控制作用去消除偏差。因此，它具有抑制干扰的能力，对元件特性变化不敏感，并能改善系统的响应特性

课程思政：

本案例主要介绍系统的反馈，拓展到自动控制系统的基本控制方式：开环控制和闭环控制。开环控制，控制系统的输入与输出只有顺向作用的控制方式，叫开环控制。闭环控制，凡是系统输出信号对控制作用有

直接影响的控制方式，叫做闭环控制。

某运动员练习射箭，在训练过程中，他的每一次试射可以看作是开环控制过程。一旦把箭射出去，是否命中靶子，命中靶子后是多少环，离 10 环差多少，是已经确定了的，无法再改变，属于典型的开环控制。

经过长期的训练，射箭运动员经历过无数次的开环控制过程，他射箭的准度越来越高，命中靶子不成问题，并且离 10 环的靶心越来越近。这是运动员在训练过程中不断反馈纠正准星而达到的训练结果，属于闭环反馈控制过程。

通过上述例子说明，每次射箭的开环控制是为了实现反馈控制，反馈控制过程中蕴含着开环控制，这是开环控制与闭环控制的辩证关系。

课程思政升华：正负反馈在生态环境中的体现。

在大自然和实际生活中，也蕴含着反馈原理。通过反馈认识，反思所作所为来使事物发展越来越好的例子比比皆是，如：人类对生态环境的认识，在漫长的生产活动中，人们掠夺式地开发自然资源、大肆砍伐森林，开垦草原、滥捕海洋鱼虾等造成了水土流失严重、土地沙漠化、海洋渔业资源枯竭，人们尝尽了环境恶化的苦头。在大自然的惩罚反馈中，人们逐渐明白了保护生态环境的重要性。



图 2 生态污染图

	 <p>图 3 地球资源图</p>
分析评价	<p>这些内容既包含了“信号与系统”的专业知识,又将闭环与开环控制之间的辩证哲学原理介绍给了青年学生,实现了知识传授与辩证思维训练的密切结合。这是本案例课程思政教育与知识学习的融合点。</p>
评价者	<p>谢松云, 教授, 西北工业大学</p>

案例编号	042106-405
案例标题	S 域的网络模型--运算电路法
案例来源	原创案例
内容简介	在求解电路模型时，分别利用传统解法和拉普拉斯法进行求解，在讲解知识点时就可以引申，当某个问题从一个角度很难分析解决或没有办法分析时，我们可以换个角度去看，从这一思想出发就可以教会学生问题转换的思路，学会创新的思维方式。
关键词	拉普拉斯，电路，转换思路
编写时间	2022-1.25
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	教会学生问题转换的思路，学会创新的思维方式。
素材长度	1180 个字符
案例正文	<p>知识点内容：S 域模型-运算电路法</p> <p>在讲授这个内容时，我们首先采用的是经典法，即根据电路定律和元件的电压、电流关系建立描述电路的方程，而建立的方程是以时间为自变量的线性常微分方程，则求解常微分方程即可得到电路变量在时域的解。</p> <p>对于一阶电路和二阶电路，对应的电路方程是一阶微分方程和二阶微分方程，学生在高等数学课中已经学习了微分方程的求解方法。但遇到具有多个动态元件的复杂电路时，对应的电路方程为高阶常微分方程，此时用直接求解微分方程的方法比较困难。而且高阶常微分方程并没有固定的解法。</p> <p>例如要求解一个 n 阶的常系数线性齐次微分方程，可以运用特征根的方法求解，而非齐次的可降阶的微分方程，可以采用降阶法等等。在高等数学中，拉普拉斯变换是分析和求解常系数微分方程的简捷方法。拉普拉斯变换方法最初由 19 世纪末的英国工程师亥维赛(O. Heaviside, 1850- 1925) 应用到解决电力工程计算中。后来人们根据法国数学家拉普</p>

拉斯(P. S. Laplace, 1749-1825) 的著作, 对其方法进行了严格的数学论证。

拉普拉斯变换也是一种积分变换, 定义为:

$$F(s) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$$

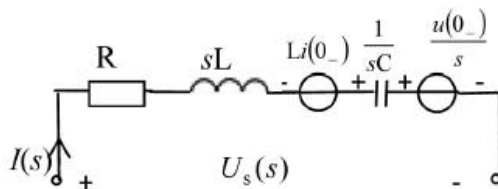
$$f(t) = L^{-1}[F(s)] = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma-j\omega}^{\sigma+j\omega} F(s)e^{st} ds$$

其中, $F(s)$ 为像函数, $f(t)$ 为原函数。

我们还是以 RLC 串联电路为例, 设加在电路两端的电源为 $u_s(t)$, 图 1 为时域电路, 则由基尔霍夫定律可得电路方程为式 (1)。非零状态条件下, 对微分方程式 (1) 的两端取拉普拉斯变换可得电路方程为:

$$RI(s) + sLI(s) - Li(0_-) + \frac{1}{sC} I(s) + \frac{u(0_-)}{s} = U_s(s)$$

由上式可以看到, 我们将时域的微分方程“变”为复频域的代数方程, 运算电路如图所示, 由此解出象函数, 再求像函数的反变换得到时域响应, 这种方法简化了解题的过程, 起到了“变则通”的作用, 充分展现了拉普拉斯变换将给定的函数通过广义积分变为一个新的函数的意义所在。拉普拉斯变换方法也称为运算法。



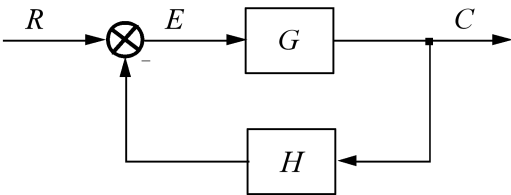
拉普拉斯变换方法是对连续时间系统进行分析的重要方法之一。与相量法相比较, 它可以应用于更广泛的输入信号。傅里叶变换是拉普拉斯变换的特例。与拉普拉斯变换相比, 傅里叶变换能更深入地了解信号的频率特性。

傅里叶变换特别适用于稳态分析, 拉普拉斯变换更适用于包含初始条件的瞬态问题的分析。因为它允许包含初始条件, 所以我们能够一次得到电路的瞬态响应和稳态响应。拉普拉斯变换的另外一大优势是引入了 s 域系统函数后, 其零极点联系了系统的时域和频域特性, 可直观的分析控制系统的运动过程, 判断系统的稳定性, 在控制系统中尤为重要。

	<p>课程思政升华：课程中的变换思维是指根据电路理论的相关知识，结合数学方法提出灵活的设想和分析在教学过程中，教师要首先要求学生“博学”，充分的了解电路与数学的知识；然后引导学生“审问、慎思”，对于同一个问题通过变换不同的角度，另辟蹊径，培养学生的变通思维，训练学生用变换的角度去思考问题；最后启发学生“明辨、笃行”，使学生学会问题转化，将复杂工程问题转化成简单问题，将抽象问题具体化。</p>
分析评价	<p>案例在讲解知识点时引申说明，当某个问题从一个角度很难分析解决或没有办法分析时，我们可以换个角度去看，这时就会发现问题可能很容易解决，从这一思想出发就可以教会学生问题转换的思路，学会创新的思维方式。</p>
评价者	谢松云，教授，西北工业大学

案例编号	042106-406
案例标题	傅氏变换和拉氏变换的优缺点对比
案例来源	原创案例
内容简介	讲解拉氏变换和傅氏变换的区别联系，通过对比，引申到“科学的发展是曲折中前进的”、“科学家的探索求知精神”等，从而让学生领悟科学家精神，认识到事物的发展总是曲折前进的。
关键词	信号、傅氏变换、拉氏变换；
编写时间	2022-2-6
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	科学家精神、科学的发展是曲折前进的；
素材长度	862 字符
案例正文	<p>知识点内容：拉氏变换和傅氏变换的优缺点对比</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 两者都是将信号分解为基本信号元。傅氏变换的基本信号元是 $e^{j\omega t}$，而拉氏变换的基本信号元是 e^{st}。 ● 傅氏变换的优点：以傅氏变换为基础的频域分析法，将时域的微、积分运算转变为频域的代数运算，简化了运算。 ● 傅氏变换的优点：傅氏变换在分析信号谐波分量、系统的频率响应、系统带宽、波形失真等实际问题时，物理概念清楚，有其独到之处。 ● 傅氏变换的缺点：对一些不满足绝对可积条件的常用信号如 $u(t)$ 等，虽然其傅氏变换存在，但带有冲激项处理时不方便，尤其用傅氏变换分析系统响应时，系统初始状态在变换式中无法体现，只能求系统的零状态响应。另外，其反变换的复变函数积分计算也不容易。 ● 拉氏变换的优点：对信号要求不高，一般常见指数阶信号其变换存在。 ● 拉氏变换的优点：不但能将时域的微、积分运算转变为代数运算，而且既能求系统的零状态响应，也能求系统的零输入响应(初始条件

	<p>自动引入)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 拉氏变换的优点：有相对简单的反变换方法。 ● 拉氏变换的优点：利用系统函数的零、极点分布，可定性分析系统的时域特性、频率响应、稳定性等。 <p>课程思政升华：科学的发展是曲折中前进的、科学家的探索求知精神。</p> <p>1807年，傅里叶提交论文《热的传播》，提出了结论“任何连续周期信号可以由一组适当的正弦曲线组合而成”。</p> <p>1811年，傅里叶修改了他原先的论文再次提交，题目为《热在固体中的运动理论》。</p> <p>1812年，拉普拉斯在《概率的分析理论》中总结了当时整个概率论的研究，论述了概率在选举、审判调查、气象等方面的应用，并导入“拉普拉斯变换”。</p> <p>1822年，经过将近十年的努力，傅里叶出版了专著《热的解析理论》，将在一些特殊情形下应用的三角级数方法发展成内容丰富的一般理论。</p> <p>1829年，狄利克雷只有在满足一定条件时，周期信号才能展开成傅里叶级数，这个条件被称为狄利克雷条件。</p> <p>通过时间轴，从科学家提出自己观点、论证观点、发表论文的过程，一方面可以看出科学家的探索求知精神，另一方面可以感悟到科学的发展是在曲折中前进的。一个理论的诞生，要想证明是正确的，需要严谨的推导。</p>
分析评价	<p>该案例通过对比傅氏变换和拉氏变换，从而让学生体会科学家的探索精神、感悟科学的发展的曲折前进性，达到课程育人的目的。</p>
评价者	<p>谢松云，教授，西北工业大学</p>

案例编号	042106-407
案例标题	系统的信号流图表示
案例来源	原创案例
内容简介	讲解系统的信号流图绘制，对系统函数进行模拟时，可以用结构图和信号流图两种图模型进行表示，这实际上是同一问题的不同表现形式，启发学生要具有创新思维方式、多角度看问题、培养多元化思考。
关键词	系统函数、结构图、信号流图；
编写时间	2022-1-28
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	培养学生创新能力、多元化思考、多角度看问题的能力；
素材长度	781 字符
案例正文	<p>知识点内容：系统的信号流图表示</p> <p>信号流图是用节点和有向支路来描述系统，用流图表示系统的具体处理办法是：用带箭头的有向线段代替模拟图中的方框；线段的两个端点为节点，表示原方框的输入与输出；线段箭头的方向是信号传输的方向，原方框的传递系数（支路增益）直接标在箭头旁；有两个以上有向线段指向一个节点的，表示相加或相减（传递系数有负号）。</p> <p>例题：系统的结构图如图 1 至图 3 所示，试绘制对应的信号流图。</p>  <p style="text-align: center;">图 1</p>

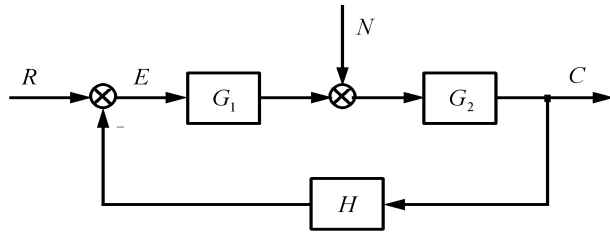


图 2

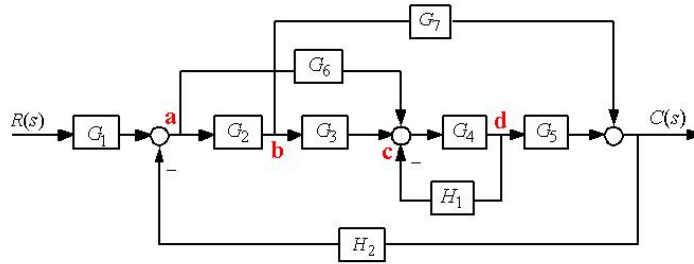
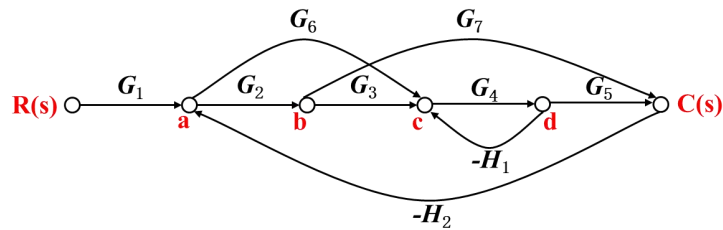
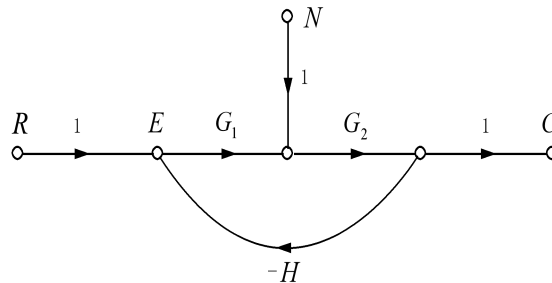
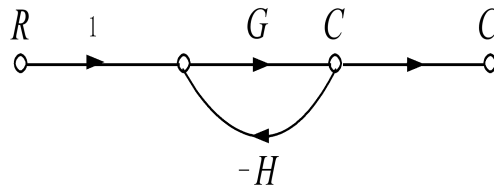


图 3

解：图 1 至图 3 对应的信号流图依次表示如下：



结构图和信号流图是两种图模型，信号的输入输出关系保持不变，只是换了个表现形式，本质关系保持不变。

课程思政升华：创新思维方式，多角度看问题！

在学习和生活中，我们需要从不同角度和视野看问题和分析问

	<p>题。比如有这样一道数学题：请问汽车停的是几号车位？</p>  <p>正向看的话，规律很难找到，没有头绪，但是当把上面的图片倒过来看，车位的顺序一次是 86/87/88/89/90/91，图片中唯一的一辆车停在了 87 号车位。</p> <p>告诫学生：在日常生活中，对问题进行多角度观察，创新思维方式，用多个角度（比如正反关系、关联关系、包含关系等等）看待事物，这样对事物的认识会更深刻。</p>
<p>分析评价</p>	<p>该案例在讲解系统的信号流图时，通过一个数学小问题引申到学生在实际的生活学习中创新思维方式，多个角度思考问题、解决问题，培养创新思维，达到了课程育人的目的。</p>
<p>评价者</p>	<p>谢松云，教授，西北工业大学</p>

案例编号	042106-408
案例标题	根轨迹法
案例来源	原创案例
内容简介	根轨迹是分析和设计线性定常控制系统的图解方法，使用十分简便，特别在进行多回路系统的分析时，根据根轨迹绘制法绘制根轨迹。引导学生，无论做什么事都要抓主要矛盾、关键问题，寻根溯源，由系统根轨迹引导学生思考人生根轨迹，树立人生目标。
关键词	根轨迹，人生轨迹，主要矛盾，关键点
编写时间	2021-11-5
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字，图片
育人主题	引导学生树立人生目标，规划好人生轨迹。
素材长度	1249 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>当闭环系统没有零点与极点相消时，闭环特征方程式的根就是闭环传递函数的极点，我们常简称为闭环极点。因此，从已知的开环零、极点位置及某一变化的参数来求取闭环极点的分布，实际上就是解决闭环特征方程式的求根问题。当特征方程的阶数高于四阶时，除了应用 MATLAB 软件包，求根过程是比较复杂的。如果要研究系统参数变化对闭环特征方程式根的影响，就需要进行大量的反复计算，同时还不能直观看影响趋势。因此对于高阶系统的求根问题来说，解析法就显得很不方便。</p> <p>1948 年，W.R.伊文思在“控制系统的图解分析”一文中，提出了根轨迹法。当开环增益或其他参数改变时，其全部数值对应的闭环极点均可在根轨迹图上简便地确定。因为系统的稳定性由系统闭环极点唯一确定，而系统的稳态性能和动态性能又与闭环零、极点在 s 平面上的位置密切相关，所以根轨迹图不仅可以直接给出闭环系统时间响应的全部信息，而</p>

且可以指明开环零、极点应该怎样变化才能满足给定的闭环系统的性能指标要求。除此而外，用根轨迹法求解高阶代数方程的根，比用其他近似求根法。根轨迹的绘制具有以下绘制法则：

法则 1.起点和终点

根轨迹的起点和终点。根轨迹起于开环极点（包括无限极点），终于开环零点（包括无限零点）。

法则 2.分支数、对称性和连续性

根轨迹的分支数、对称性和连续性。根轨迹的分支数与开环有限零点数 m 和有限极点数 n 中的大者相等，它们是连续的并且对称于实轴。

法则 3.根轨迹的渐近线。

法则 4.在实轴上的分布

根轨迹在实轴上的分布。实轴上的某一区域，若其右边开环实数零、极点个数之和为奇数，则该区域必是根轨迹。

法则 5.分离点与分离角

根轨迹的分离点与分离角。两条或两条以上根轨迹分支在 s 平面上相遇又立即分开的点，称为根轨迹的分离点。

法则 6.起始角与终止角

根轨迹的起始角与终止角。根轨迹离开开环复数极点处的切线与正实轴的夹角，称为起始角；根轨迹进入开环复数零点处的切线与正实轴的夹角，称为终止角。这些角度都可以由特定关系式求出。

法则 7.与虚轴的交点

根轨迹与虚轴的交点。若根轨迹与虚轴相交，则交点上的值和 ω 值可用劳斯判据确定，也可令闭环特征方程中的 $s=j\omega$ ，然后分别令其实部和虚部为零而求得。

法则 8.根之和。

思政引入：

1. 通过根轨迹图分析系统性能，映射解决问题要抓关键点。引导大学生确定好目标，早做准备，机会是给有准备的人，撸起袖子加油干，把握好人生的关键节点，让自己有精彩的人生。采用课后调研的方式了

解我校或者其他高校 5 个优秀大学生的成长轨迹，“榜样的力量是无穷的”，以此促进他们思考，进而有意识的模仿，达到促使其成长的目的。现在，有的学生没有规划，目标不明确，行动没方向、没着眼点，出现必修课选逃、选修课必逃，上课来了也是身在曹营心在汉，要么睡觉，要么玩手机，过着庸庸碌碌的生活，失去青年人应有的活力、斗志和责任意识。



《人民日报》痛批：沉睡中的大学生，你不失业，天理难容。起点相同，毕业结果却迥然不同，有人为理想插上翅膀，从此飞得更高更远，而有人却主动缴械投降，破罐子破摔，走上独木桥。如果有人是这种状态，希望你们觉醒吧，有道是浪子回头金不换，扛起肩上的责任，不要在该奋斗的年纪选择安逸。认真负责地规划人生，确立远大的奋斗目标，只有把理想目标同祖国的发展需要相结合，顺应时代潮流，才能发挥学生的潜能，实现人生价值，时势造英雄，为两个百年梦想的实现贡献自己的力量。



分析评价	<p>本案例通过根轨迹图分析系统性能，映射解决问题要抓关键点。引导大学生确定好目标，早做准备，将根轨迹图图绘制方法，映射解决问题要抓主要矛盾、关键问题。将课程内容与思政紧密结合，引导学生认真负责地规划人生，确立远大的奋斗目标，实现了知识传授与课程育人相统一的目的。</p>
评价者	谢松云，教授，西北工业大学

《信号与系统》第5章 课程思政点梳理

案例编号	知识点梳理	课程思政切入点	育人目标
042106-501	1. 离散时间信号的运算及其编程实现	进行分组作业：离散时间信号的运算及其编程实现，具体包括：序列的相加、相乘、合成、截取和各种移位运算等；培育其提出问题、分析问题和解决问题的能力，同时培养学生良好的团结协作精神。	培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力，以及良好的团结协作精神
042106-502	2. 离散时间信号傅里叶变换	把各种傅里叶变换对(FT, FS, DTFT, DFS)放在一起研究，分析整理出体系脉络关系，品出这门课的味道，通过这种密集的烧脑训练锻炼学生多元思维、整体思维、变异思维的能力。	锻炼学生多元思维、整体思维、变异思维的能力。
042106-503	3. 离散序列卷积	课程组加强实践环节，将离散序列卷积设计为混合式教学，在讲授理论知识后，将学生分为两组，一组利用计算机进行卷积计算，另一组利用卷积的定理进行手算。通过比赛的形式鼓励学生引导学生认真学习专业知识，努力拼搏，为建设科技强国贡献自己的力量。	鼓励学生引导学生认真学习专业知识，努力拼搏，为建设科技强国贡献自己的力量。
042106-504	4. 模拟信号到数字信号的发展史	讲述信号从模拟信号到数字信号的发展过程，引出离散时间信号和系统的重要性。通过讲述信号处理从模拟到数字的转变，加入诺基亚等公司的发展历程，让学生明白任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存。	学生明白任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存，只有坚守科学原理，坚持正确的世界观和方法论，才能获取分析和解决问题的正确方法，赢取最后的胜利。

042106-505	5. 声音信号合成	将“作为一名工程师，如何实现“东方红”音乐的合成工作”这一问题，贯穿始终。在讲解过程中进行爱国主义教育，体会革命先烈的不易，珍惜现在的生活。	进行爱国主义教育，体会革命先烈的不易，珍惜现在的生活。
042106-506	6. 信号处理的未来发展趋势	讲述信号处理技术的未来发展方向，使学生了解最新的行业动态，在授课过程中介绍近十年来中国在电子、通信行业的贡献(比如:量子通信、天眼等)，阐明学科的战略地位，提升学生的学习动力，激发他们的责任心和民族自豪感，鼓励学生为未来数字信号处理的发展发光发热。	提升学习动力，了解行业发展现状，提高专业认同感。
042106-507	7. 迭代法求解差分方程	讲解迭代法求解差分方程，引申到腾讯马化腾的一句名言，再结合大学生的实际生活，指出遇到问题时将大问题分解为小问题，学会用迭代的思想去解决问题。	目标分解、试错迭代、渐进式创新。
042106-508	8. 序列的运算	系统在输入不同的信号，进行不同的运算，产生不同的输出响应。在现在这个信息化时代的大背景下，引导学生不仅要学习过硬的专业课知识，还应该广泛地学习多方面的知识，在网络上学习时，要学习有“正能量”的知识，摒弃不健康的内容，避免在内心产生不良“响应”的“输入信号”。	提升自我，获取“正能量”

案例编号	042106-501
案例标题	离散时间信号的运算及其编程实现
案例来源	原创案例
内容简介	进行分组作业：离散时间信号的运算及其编程实现，具体包括：序列的相加、相乘、合成、截取和各种移位运算等；培育其提出问题、分析问题和解决问题的能力，同时培养学生良好的团结协作精神。
关键词	离散时间信号、运算、团队合作
编写时间	2022-1-10
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字，图片
育人主题	团队协作精神
素材长度	714 个字符
案例正文	<p>课程设计内容：</p> <p>离散时间信号是指信号在时间上是离散的，只在某些不连续的时刻给出信号的值，而其它时间则没有定义。为了便于数字系统的接受、处理，需要对信号进行数字化处理，即出现了时间上离散，幅度上量化的信号。在离散时间系统中，信号用序列表示。有一些常见的典型序列，我们时刻都需要用到，同时需要掌握的还有序列的一些运算。MATLAB 在数值计算、符号运算、数据可视化、数字文件图形处理等方面有杰出优势，所以，我们需要了解常见序列的 MATLAB 实现，以及序列运算的 MATLAB 实现。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分组课程设计内容：离散时间信号的运算及其编程实现，具体包括：序列的相加、相乘、合成、截取和各种移位运算等； 2. 本课程设计统一技术要求：研读辅导资料对应章节，对选定的设计题目进行理论分析，针对具体设计部分的原理分析、建模、必要的推导和可行性分析，画出程序设计框图，编写程序代码（含注释），上机调试运行程序，记录实验结果（含计算结果和图表），并对实验

结果进行分析和总结，按要求进行实验演示和答辩等；

3. 课程设计说明书按学校“课程设计工作规范”中的“统一书写格式”撰写，具体包括：

- ①目录；
- ②与设计题目相关的理论分析、归纳和总结；
- ③与设计内容相关的原理分析、建模、推导、可行性分析；
- ④程序设计框图、程序代码（含注释）、程序运行结果和图表、实验结果分析和总结；
- ⑤课程设计的心得体会（至少 500 字）；
- ⑥参考文献（不少于 5 篇）；
- ⑦其它必要内容等。

课程思政：课程组加强实践环节，通过开展基于问题驱动的研究性教学专题研讨，使学生具备将所学理论知识与具体工程实践相结合的思维方式，培育其提出问题、分析问题和解决问题的能力，同时培养学生良好的团结协作精神。专题研讨载体结合工程实际进行设计，内容分级设置，既有基本原理的简单应用又有综合应用，还具有一定高阶性、创新性和挑战度的内容。部分仿真结果如图 1：

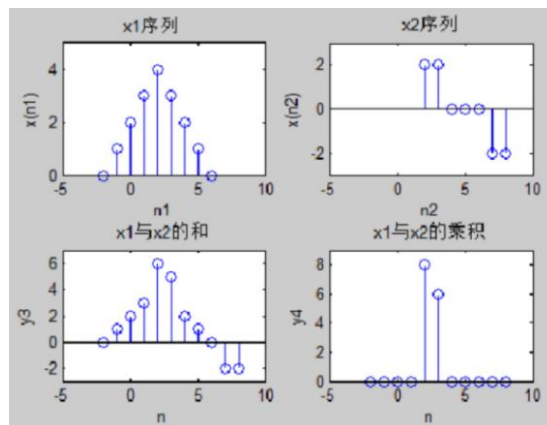


图 1 部分仿真结果

专题研讨实施以小组为单位进行，成绩按小组进行评定。每组 4—5 人，其中学习能力强者 1 人、学习困难者 1 人、普通学生 2—3 人，组长负责组织本组成员分工协作，共同完成课题研究、报告撰写、成果展示。学生实践过程如图 2：



图 2 学生实践过程

学生反馈，通过专题研讨：“体验到了‘纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行’”；“真正感受到了‘1+1>2’的效果，提高了团队合作能力”；“培养了我们接受新思想的能力和永不满足、追求卓越的学习态度”。

分析评价

通过开展基于问题驱动的研究性教学专题研讨，使学生具备将所学理论知识与具体工程实践相结合的思维方式，同时培养了学生良好的团结协作精神。

评价者

蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

案例编号	042106-502
案例标题	离散时间信号的傅里叶变换
案例来源	原创案例
内容简介	把各种傅里叶变换对(FT, FS, DTFT, DFS)放在一起研究,分析整理出体系脉络关系,品出这门课的味道,通过这种密集的烧脑训练锻炼学生多元思维、整体思维、变异思维的能力。
关键词	离散时间信号, 傅里叶变换, 思维方式
编写时间	2022-1-10
编者	王园园, 讲师, 电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	学习方法、思维方式的训练、注重细节
素材长度	1776 个字符
案例正文	<p>课程内容:</p> <p>(1) 连续信号的频谱分析</p> <p>通过连续信号的傅里叶变换引出离散时间信号的傅里叶变换定义。</p> <p>众所周知, 连续时间信号 $x(t)$ 的傅里叶正反变换定义为:</p> $x(t) = FT^{-1}[X(j\Omega)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\Omega)e^{j\Omega t} d\Omega \quad (1)$ $X(j\Omega) = FT[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\Omega t} dt \quad (2)$ <p>通过正弦波信号和方波信号的频谱变换, 说明其唯一性。</p> <p>提出问题: 时域信号连续如何用计算机处理?</p> <p>引导学生回顾采样定理, 随机抽取学生回答问题。</p> <p>(2) 离散时间信号的傅里叶变换</p> <p>当信号为离散序列时, 积分运算转变为求和运算, 因此式 (1) 和式 (2) 转换为求和运算, 如式 (3) 和 (4) 所示。</p>

$$x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega \quad (3)$$

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n} \quad (4)$$

并非所有的右边求和运算，结果都能收敛，若不能收敛则序列的傅里叶变换不存在。

只有，当

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n) e^{-j\omega n}| = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n)| < \infty \quad (5)$$

时，式（3）中的级数收敛，序列的傅里叶变换存在。

提出问题：频域连续的信号如何用计算机进行处理？

通过波形演示，更加直观的展示连续信号傅里叶变换、离散时间序列傅里叶变换、离散傅里叶变换之间的关系，变换过程如图 1 所示。

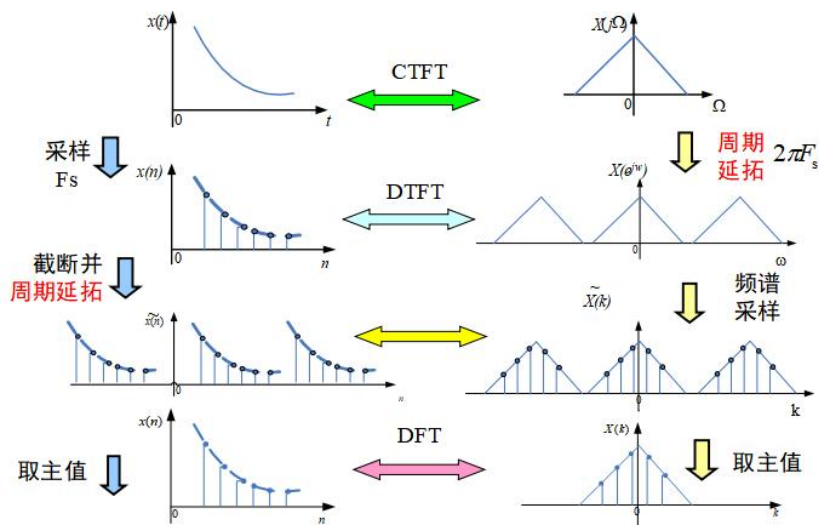


图 1 几种离散变换之间的关系

(3) 离散傅立叶变换 DFT

①定义

有限长序列

$$x(n) = \begin{cases} x(n) & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{其他 } n \end{cases} \quad (6)$$

N 点离散傅立叶变换对定义为：

$$X(k) = \text{DFT}[x(n)] = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn} \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (7)$$

$$x(n) = \text{IDFT}[X(k)] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_N^{-kn} \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (8)$$

②DFT 与 FT 的关系

$$X(k) = X(e^{j\omega}) \Big|_{\omega = \frac{2\pi}{N}k} \quad k = 1, 2, \dots, N-1 \quad (9)$$

$x(n)$ 的 N 点 DFT ($X(k)$) 是 $X(e^{j\omega})$ 在 $[0, 2\pi]$ 的 N 点等间隔采样。

通过板书推导模拟角频率、数字角频率、N 之间的关系。

课程思政：

通过一门课程的学习，学习者不仅仅是学到相关知识，更重要的是感知力、观察力得以提高，思路得到拓展，思维能力得到训练和提高。课程中把各种傅里叶变换对 (FT, FS, DTFT, DFS) 放在一起研究，讨论它们之间的关系、特点，为什么引出 DFT, FFT 等，一开始学生可能会觉得有些乱，但彻底搞清楚了理解了，对信号的频域分析的认识将上升一个层次。系统的分析从时域到频域、从连续到离散，把各种系统各种分析方法放到一起，当分析的对象发生变化的时候，哪些是不变的规律，又有哪些发生了变化，从乱中梳理出头绪，分析整理出体系脉络关系，品出这门课的味道，通过这种密集的烧脑训练锻炼学生多元思维、整体思维、变异思维的能力。

除了培养学生对对全局的把控能力、思维能力，还要注重培养学生的感知力，对问题的敏感性，尤其是注意关键性的细节。例如离散傅里叶变换的定义：对于长度为 M 的有限长序列，定义其 N 点离散傅里叶变换，且 $N \geq M$ ，为什么要求 $N \geq M$ ？要注意到这个细节，并去探究背后的深层原因。

学习一门新的课程一般经过三个过程：一开始：看山是山，看水是水，单纯看一个小问题，不前后联系，不看整体，不多角度分

	<p>析，觉得很简单，其实是盲人摸象只看到了一小部分；中间：山不是山，看水不是水，把书读厚，至广至大，从不同角度看对同一事物的描述，拓展理论的应用，表面看好像问题纷繁复杂；最后：看山是山，看水是水，把书慢慢读薄，致广大进而尽精微，抓住其本质，获得科学的直觉和灵感。</p> <p>中学都学过庖丁解牛的故事，“所解数千牛矣，而刀刃若新发于硎。彼节者有间，而刀刃者无厚；以无厚入有间，恢恢乎其于游刃必有余地矣”，“每至于族，吾见其难为，怵然为戒，视为止，行为迟。动刀甚微，謦然已解，如土委地”。解题也一样，怎样达到这样的效果呢？经过大量的训练达到胸有成竹，整体的把控，盘根错节处的敏感小心处理，甚至达到一种科学的直觉。生活中处理问题也一样，既要注意整体的把控，又要有对关键问题的敏感性，才能像庖丁解牛一样游刃有余处理复杂问题，只有经过大量训练，达到努力的顶峰之后，才能变的毫不费力。</p>
分析评价	<p>案例训练锻炼了学生多元思维、整体思维、变异思维的能力。除了培养学生对对全局的把控能力、思维能力，还注重培养学生的感知力，对关键性的细节把握。</p>
评价者	蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

案例编号	042106-503
案例标题	离散序列卷积
案例来源	原创案例
内容简介	课程组加强实践环节，将离散序列卷积设计为混合式教学，在讲授理论知识后，将学生分为两组，一组利用计算机进行卷积计算，另一组利用卷积的定理进行手算。通过比赛的形式鼓励学生引导学生认真学习相关专业知识，努力拼搏，为建设科技强国贡献自己的
关键词	离散时间信号、卷积、科技强国
编写时间	2022-1-10
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	团结协作
素材长度	752 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>一、教学目的</p> <p>(1)熟悉卷积的定义和表示；</p> <p>(2)掌握利用计算机进行卷积运算的原理和方法；</p> <p>(3)熟悉连续时间信号、离散信号的相关计算方法；</p> <p>(4)熟悉连续时间信号卷积运算、离散信号卷积运算函数 conv、反卷积 deconv 函数等的应用。</p> <p>二、教学原理</p> <p>1. 卷积的定义：卷积是一种特殊函数与函数之间的计算。</p> <p>离散信号卷积积分</p> <p>2. 卷积计算的几何解法</p> <p>卷积积分计算从几何上可以分为四个步骤：</p> <p>翻转 → 平移 → 相乘 → 叠加（积分）</p> <p>3. 卷积积分的应用</p> <p>卷积积分是信号与系统时域分析的基本手段，主要应用于求系</p>

统零状态响应。它将输入信号分解为众多的冲激函数之和，利用冲激响应可以很方便求解 LTI 系统对任意激励的零状态响应。

设一个线性零状态响应系统，已知系统的单位冲激响应为 $h(t)$ ，当系统的激励信号为 $x(t)$ 时，系统的零状态响应为 $y_{zs}(t) = x(t) * h(t)$

三、教学内容内容

将学生分为两组，一组利用计算机进行卷积计算，另一组利用卷积的定理进行手算。采用函数 conv 编程，实现离散时间序列的卷积和运算，完成两序列的卷积和，其中： $f_1(k) = \{1, 2, 1\}$ ，对应的 $k_1 = \{-1, 0, 1\}$ ； $f_2(k) = \{1, 1, 1, 1, 1\}$ ，对应的 $k_2 = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ 。进行速度比较。

四、思考题

函数 conv 既不给出也接受任何时间信号，怎样才能得到卷积以后的时间信息（即卷积的起点和终点）？请利用卷积函数编写一个可以得到时间信息的改进程序。

课程思政点：课程组加强实践环节，将离散序列卷积设计为混合式教学，在讲授理论知识后，将学生分为两组，一组利用计算机进行卷积计算，另一组利用卷积的定理进行手算。



图 1 学生分组协作完成课题任务

进行计时演算，可以预测在数据较少环节两者速度相当，数据较多后计算机辅助计算速度明显较快，随着数据的增加，差距越开

	<p>越大，使学生真实感受到计算机带给现代生活科研的便利，引申到现代科学带给生活的便利，鼓励学生引导学生认真学习专业知识，努力拼搏，为建设科技强国贡献自己的力量。</p>
分析评价	<p>本案例精心设计了教学内容，紧密结合工程实际，引入课程思政内容，力求把重点讲实、难点讲透、疑点讲清。在教学中进行实践鼓励学生引导学生认真学习专业知识。</p>
评价者	<p>蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院</p>

案例编号	042106-504
案例标题	模拟信号到数字信号的发展
案例来源	原创案例
内容简介	讲述信号从模拟信号到数字信号的发展过程，引出离散时间信号和系统的重要性。通过讲述信号处理从模拟到数字的转变，加入诺基亚等公司的发展历程，让学生明白任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存，只有坚守科学原理，坚持正确的世界观和方法论，才能获取分析和解决问题的正确方法，赢取最后的胜利。
关键词	模拟信号，数字信号，机遇，挑战
编写时间	2022-1-10
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存。
素材长度	735 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>(1)模拟信号与数字信号不同的数据必须转换为相应的信号才能进行传输：模拟数据一般采用模拟信号(Analog Signal)，例如用一系列连续变化的电磁波(如无线电与电视广播中的电磁波)，或电压信号(如电话传输中的音频电压信号)来表示；数字数据则采用数字信号(Digital Signal)，例如用一系列断续变化的电压脉冲(如我们可用恒定的正电压表示二进制数 1，用恒定的负电压表示二进制数 0)，或光脉冲来表示。当模拟信号采用连续变化的电磁波来表示时，电磁波本身既是信号载体，同时作为传输介质；而当模拟信号采用连续变化的信号电压来表示时，它一般通过传统的模拟信号传输线路(例如电话网、有线电视网)来传输。当数字信号采用断续变化的电压或光脉冲来表示时，一般则需要用双绞线、电缆或光纤介质将通信双方连接起来，才能将信号从一个节点传到另一个节点。</p>



图1 各类信号获取

(2)模拟信号与数字信号之间的相互转换模拟信号和数字信号之间可以相互转换:模拟信号一般通过PCM脉码调制(Pulse Code Modulation)方法量化为数字信号,即让模拟信号的不同幅度分别对应不同的二进制值,例如采用8位编码可将模拟信号量化为 $2^8=256$ 个量级,实用中常采取24位或30位编码;数字信号一般通过对载波进行移相(Phase Shift)的方法转换为模拟信号。计算机、计算机局域网与城域网中均使用二进制数字信号,目前在计算机广域网中实际传送的则既有二进制数字信号,也有由数字信号转换而得的模拟信号。但是更具应用发展前景的是数字信号。

课程思政引入:

几乎在所有的工程技术领域中都会涉及到信号处理问题,其信号表现形式有电、磁、机械以及热、光、声等。信号处理一般包括数据采集以及对信号进行分析、变换、综合、估值与识别等。这里的信号类别有4种:第1种是连续信号(即模拟信号),它的幅度和时间都取连续变量;第2种是时域离散信号,其幅度取连续变量,而时间取离散值;第3种是幅度离散信号,其时间变量取连续值,幅度取离散值,如振幅键控信号;第4种是数字信号,它的幅度和时间都取离散值。

一般来说,数字信号处理的对象是数字信号,模拟信号处理的对象是模拟信号。但是,如果系统中增加数/模转换器和模/数转换器,那么,数字信号处理系统也可以处理模拟信号。这里关键的问题是两种信号处理系统对信号处理的方式不同,数字信号处理是采用数值计算的方法完成对信号的处理,而模拟信号处理则是通过一些模

拟器件(例如晶体管、运算放大器、电阻、电容、电感等)组成的网络来完成对信号的处理。



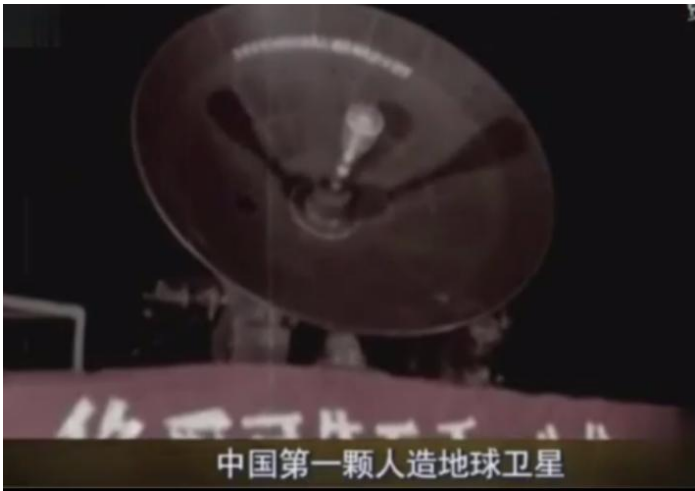
图 2 各种计时表

信号处理技术关乎到一个国家科学技术的发展状况，目前主要通过实现数字化处理，能够将图片、声音、视频等模拟信号转换为相应的数字信号，这样就可以通过相应的控制系统来进行处理，提高了控制效果。

课程思政升华：

讲述信号处理的发展史，让学生学会用科学发展观指导学习和生活。科学发展观是马克思主义关于发展的世界观和方法论的集中体现，是新时代指导一切工作的准绳。信号处理从模拟到数字的转变，诺基亚的兴衰，柯达的消亡，TI 公司的转型...打败一个企业的往往不是它的竞争对手而是时代的车轮，通过讲述这些公司的发展历程，让学生明白任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存，只有坚守科学原理，坚持正确的世界观和方法论，才能获取分析和解决问题的正确方法，赢取最后的胜利。

分析评价	<p>本案例通过分析信号处理从模拟到数字的演化，让学生明白任何事物的发展必须遵循客观规律，人生道路上机遇和挑战并存，实现传授知识与价值引领相融合，引领正确的“三观”的目的。</p>
评价者	<p>蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院</p>

案例编号	042106-505
案例标题	声音信号合成
案例来源	原创案例
内容简介	将“作为一名工程师，如何实现“东方红”音乐的合成工作”这一问题，贯穿始终。在讲解过程中进行爱国主义教育，体会革命先烈的不易，珍惜现在的生活。
关键词	离散时间系统，爱国，红色歌曲
编写时间	2022-1-10
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	爱国主义教育
素材长度	1240 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>1.课程引入</p> <p>播放“中国第一颗人造卫星”片段，引导学生思考几个问题：</p> <p>问题 1：为什么第一次合成电子音失败了？</p> <p>问题 2：如果做为工程师中的一员，你要如何完成“东方红音乐”的合成工作？</p>  <p style="text-align: center;">中国第一颗人造地球卫星</p> <p style="text-align: center;">第 1 问题图</p>

围绕第 2 个问题展开课程的学习，两个问题通过雨课堂随机抽取学生进行解答，提高学生参与度。

在课程引入过程中讲解声音的频谱概念，加深学生对前频谱的理解。

以“如果做为工程师中的一员，你要如何完成“东方红音乐”的合成工作？”作为任务，增加学生课堂参与度。

2.理论教学

(1) 连续信号的频谱分析

通过连续信号的傅里叶变换引出离散时间信号的傅里叶变换定义。

众所周知，连续时间信号 $x(t)$ 的傅里叶正反变换定义为：

$$x(t) = FT^{-1}[X(j\Omega)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\Omega)e^{j\Omega t} d\Omega \quad (1)$$

$$X(j\Omega) = FT[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\Omega t} dt \quad (2)$$

通过正弦波信号和方波信号的频谱变换，说明其唯一性。

提出问题：时域信号连续如何用计算机处理？

引导学生回顾采样定理，随机抽取学生回答问题。

(2) 离散信号的频谱分析

当信号为离散序列时，积分运算转变为求和运算，因此式 (1) 和式 (2) 转换为求和运算，如式 (3) 和 (4) 所示。

$$x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega})e^{j\omega n} d\omega \quad (3)$$

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)e^{-j\omega n} \quad (4)$$

并非所有的右边求和运算，结果都能收敛，若不能收敛则序列的傅里叶变换不存在。

只有：

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n)e^{-j\omega n}| = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n)| < \infty \quad (5)$$

时，式（3）中的级数收敛，序列的傅里叶变换存在。

提出问题：频域连续的信号如何用计算机进行处理？

通过波形演示，更加直观的展示连续信号傅里叶变换、离散时间序列傅里叶变换、离散傅里叶变换之间的关系。

（3）用 MATLAB 计算序列的离散傅里叶变换

MATLAB 提供 `fft` 函数计算 $x(n)$ 的傅立叶变换，`fft` 函数是用机器语言编写的，因此执行速度很快。函数格式如下：

$$y = \text{fft}(x, n)$$

再次提出课程一开始的问题：如果做为工程师中的一员，你要如何完成“东方红音乐”的合成工作？

利用 MATLAB 进行仿真分析。

```
[y,fs,nbits]=wavread('do.wav');
```

```
sound(y,fs,nbits);
```

```
[W L]=size(y);
```

```
Y=fft(y,L);
```

```
f=linspace(0,L,L)/L.*fs;
```

```
plot(f,abs(Y))
```

对音符进行分析，同样的音阶 `do`，由不同的乐器发出为什么听起来音色不同，通过波形分析可以看到主频相同，谐波分量不同，对男声、女生声音信号进行频谱分析，再次讲解频谱对声音的理解，进一步加深学生对频谱的实际应用。

3.实践讨论环节

（1）学生分组讨论：根据课堂讲授内容如何合成东方红太阳升的音乐？

（2）随机抽取学生讲解思路；

（3）根据学生思路引导学生完成音乐合成；

（4）进行 MATLAB 仿真，播放声音及频谱。

（四）课后实践作业

根据课堂所学内容，查询资料，合成任意一段红色电子音。并

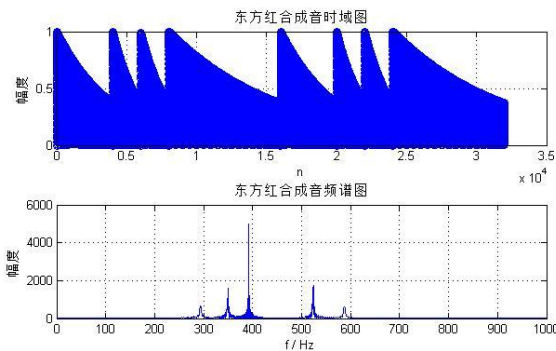
进行合成音乐时域与频域的分析。

- 要求：1. 音节不少于 20 个；
2. 查询资料，完善合成电子音。

东 方 红

1=F 2/4

5 5̇ 6̇ | 2- | 1 1̇ 6̇ | 2- | 5 5 | 6̇ 1̇ | 6̇ 5 | 1 1̇ 6̇ | 2- | 5 2 | 1 7̇ 6̇ |
 东方 红， 太 阳 升， 中 国 出 了 个 毛 泽 东。 他 为 人 民
 5 5 | 2 3 2 | 1 1̇ 6̇ | 2 3 2 1 | 2 1 7̇ 6̇ | 5- | 5- |
 谋 幸 福（花 儿 嗨 呀） 他 是 人 民 大 救 星。



课程思政：在研学交流展示时要求学生简要介绍为什么选择该首歌曲，其背后有什么红色故事。每一首红歌就是一个故事，唤起人们的红色记忆，表达对党的热爱，对革命先烈的缅怀，对美好生活的向往，由此使学生们意识到作为“强国一代”的使命和担当，让勤奋学习成为青春飞扬的动力，让增长本领成为搏击青春的能量。在讲解过程中进行爱国主义教育，体会革命先烈的不易，珍惜现在的生活。实践表明，在生动形象、引人入胜的专业知识教学的基础上开展的思想教育才更具有说服力，更能深入学生的内心。

分析评价

多媒体课件中将“作为一名工程师，如何实现“东方红”音乐的合成工作”这一问题，贯穿始终，以音频信号、图形使学生对知识点的理解更加直观。课后时间合成红色歌曲的电子音，提升学生的爱国主义情怀。

评价者

蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

案例编号	042106-506
案例标题	模拟信号到数字信号的发展史
案例来源	原创案例
内容简介	讲述信号处理技术的未来发展方向,使学生了解最新的行业发展动态,在授课过程中介绍近十年来中国在电子、通信行业的贡献(比如:量子通信、天眼等),阐明学科的战略地位,提升学生的学习动力,激发他们的责任心和民族自豪感,鼓励学生为未来数字信号处理的发展发光发热。
关键词	信号处理, 发展方向, 行业前景
编写时间	2022-1-10
编者	王园园, 讲师, 电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	科技强国
素材长度	1240 个字符
案例正文	<p>课程内容:</p> <p>信号处理技术关乎到一个国家科学技术的发展状况,目前主要通过实现数字化处理,能够将图片、声音、视频等模拟信号转换为相应的数字信号,这样就可以通过相应的控制系统来进行处理,提高了控制效果。</p> <p>总体来看,现阶段数字信号处理主要指的是通过数字芯片来对信号进行分析以及处理。例如在系统运行过程中,采样电路将所采集到的模拟信号转换为相对应的数字量,然后将该数字量传入到数字芯片中,就能够反馈出真实的状况。然后根据已经设定好的控制逻辑,就能够由芯片发出相应的控制指令,完成数字信号处理过程。数字信号处理具有处理速度快、抗干扰能力强的特征,已经广泛的应用到了现代控制领域中。</p> <p>由于技术的不断发展,数字信号处理技术已经日趋成熟。应用</p>

所产生的成本也越来越低，具有较高的可靠性。如今数字信号处理技术还能够实现和大数据技术、智能控制技术等之间的高效结合，其他的提高了控制的效果，使得系统稳定性更加可观，功能越来越完善。

数字信号处理技术的发展方向：

1. 运算速度更快

考虑到现阶段数字信号处理技术的发展状况以及未来的发展趋势，可以看出，数字信号处理技术将会越来越成熟，在同样条件下能够达到更快的运算速度。特别是一些先进的数字信号处理芯片，正处于升级换代的重要时期，每一次升级过程都能够有效的降低芯片的体积，但是运算速度却得到了显著提升。未来的数字信号处理技术要实现多线程计算，这样能够实现对多种信号同时处理。

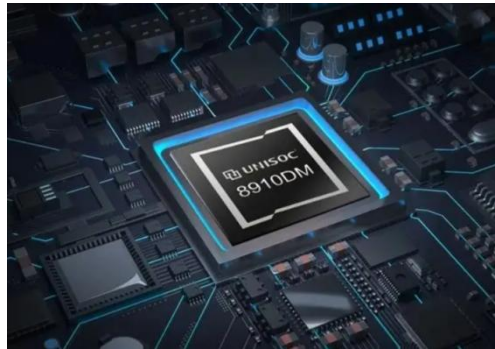


图 1 微处理芯片

2. 成本低

总体来看，尽管现阶段数字信号处理相关芯片的成本不断降低，也进一步促进了其广阔的应用空间。但是这些芯片的成本相对来说还有进一步降低的趋势，主要是由于技术的不断成熟，市场竞争力越来越大，很好的打破了原有的垄断模式。在成本降低的过程中，整体性能也得到了有效提升。使得数字信号处理的芯片具有极低的功耗，芯片尺寸十分微小。随着国产数字信号处理技术的不断进步，也将进一步蚕食国外数字信号处理厂商的市场份额，引发更为强烈的市场竞争机制，这是有利于促进该产业转型升级的。

3. 定制化

当前市面上的数字信号处理芯片越来越丰富，种类越来越多。在未来的发展进程中，也需要更多的考虑到客户的实际需求，提供定制化的数字信号处理解决方案。我国是世界上最大的工业生产制造国家，在数字信号处理方面拥有世界上最大的市场。随着计算机信息化技术的不断应用，在未来的发展进程中，数字信号处理技术也能够实现和计算机网络技术的有机结合，更好地满足市场需求。

课程思政融入：

数字信号处理技术很好的促进了多个领域的持续繁荣，带来了众多优势。在未来的发展进程中，数字信号处理技术将会更好地降低生产制造成本，实现微型化，并且控制效果将会大大的增加，显得更加可靠。市场良性竞争机制也会进一步促进数字信号处理技术的更新，为人类发展做出更大的贡献。在授课过程中介绍近十年来中国在电子、通信行业的贡献(比如:量子通信、天眼等)，阐明学科的战略地位，提升学生的学习动力，激发他们的责任心和民族自豪感，鼓励学生为未来数字信号处理的发展发光发热。

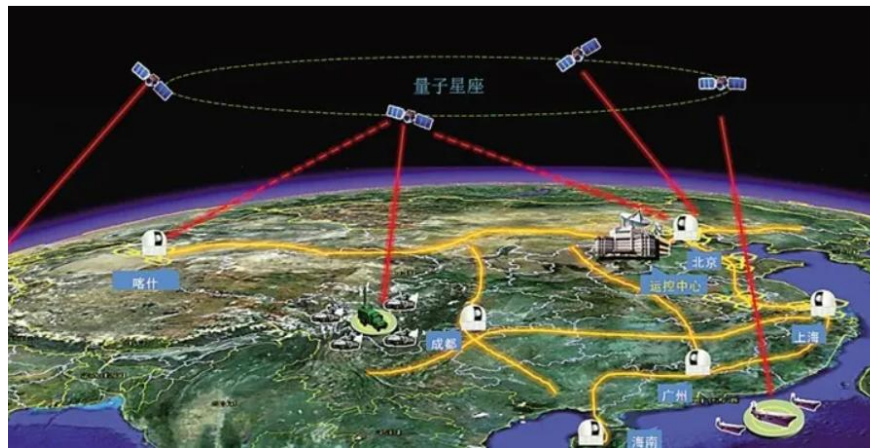


图 2 全球数字通信

分析评价

本案例通过讲解信号处理技术的未来发展方向，使学生了解最新的行业发展动态，有效提高了学生的学习兴趣，激发学生的专业的使命和担当。

评价者

蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

案例编号	042106-507
案例标题	迭代法求解差分方程
案例来源	原创案例
内容简介	讲解迭代法求解差分方程，引申到腾讯马化腾的一句名言，再结合大学生的实际生活，指出遇到问题时将大问题分解为小问题，学会用迭代的思想去解决问题。
关键词	差分方程、迭代法；
编写时间	2022-1-28
编者	鱼轮，助教，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	目标分解、试错迭代、渐进式创新；
素材长度	515 字符
案例正文	<p>知识点内容：迭代法求解差分方程</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 差分方程 <p>包含未知序列 $y(k)$ 及其各阶差分的方程式成为差分方程，将差分展开为移位序列，得一般形式：</p> $y(k) + a_{n-1}y(k-1) + \dots + a_0y(k-n) = b_m f(k) + \dots + b_0 f(k-m)$ <p>差分方程本质上是递推的代数方程，若已知初始条件和激励，利用迭代法可求得其数值解。</p> <p>例题：若描述某系统的差分方程为</p> $y(k) + 3y(k-1) + 2y(k-2) = f(k)$ <p>已知初始条件 $y(0)=0, y(1)=2$，激励 $f(k) = 2^k \varepsilon(k)$，求 $y(k)$。</p> <p>解： $y(k) = -3y(k-1) - 2y(k-2) + f(k)$</p> $k=2, y(2) = -3y(1) - 2y(0) + f(2) = -2$ $k=3, y(3) = -3y(2) - 2y(1) + f(3) = 10$ $k=4, y(4) = -3y(3) - 2y(2) + f(4) = -10$ <p>迭代法的缺点：一般不容易得到解析形式的闭合解。</p> <p>课程思政升华：小步快跑，试错迭代，渐进式创新！</p>

马化腾把腾讯的渐进式创新解释为“小步快跑，试错迭代”。也许每一次产品的更新都不是完美的，但是如果坚持每天发现、修正一两个小问题，不到一年基本就把作品打磨出来了，自己也就很有产品感觉了。



图 1 马化腾

比如腾讯的微信产品，最早市面上类似微信的产品其实是雷军的米聊，但是当腾讯团队发现了米聊这款产品后，就立即跟进，在他的基础上添加创新，比如添加了朋友圈功能、微信红包，像微信红包这个功能，更是一年时间就完成了阿里巴巴支付宝 7 年绑卡的任务目标。

告诫学生：对于每一个大学生来讲，都会树立一个目标，在实现目标的过程中，会遇到各种各样的问题，把大问题分解为小问题，然后在解决问题的过程中，小步快跑，试错迭代，方案步骤哪里不正确，及时改进，这样就可以顺利解决问题了。

分析评价

该案例在讲解利用迭代法求解差分方程时，引申到腾讯马化腾的一句名言，再结合大学生的实际生活，给出如何迭代的例子，启发学生用迭代的思想思考问题、解决问题，达到了课程育人的目的。

评价者

蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

案例编号	042106-508
案例标题	序列的运算
案例来源	原创案例
内容简介	系统在输入不同的信号，进行不同的运算，产生不同的输出响应。在现在这个信息化时代的大背景下，引导学生不仅要学习过硬的专业课知识，还应该广泛地学习多方面的知识，在网络上学习时，要学习有“正能量”的知识，摒弃不健康的内容，避免在内心产生不良“响应”的“输入信号”。
关键词	运算，提升自我，筛选
编写时间	2021-1-10
编者	王园园，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字，图片
育人主题	提升自我，获取“正能量”
素材长度	1052 个字符
案例正文	<p>课程内容：</p> <p>离散时间信号（即序列）的基本运算包括移位、反折、求积、乘积、差分运算和尺度变换，</p> <p>1. 序列的移位</p> <p>设某一序列为 $x(n)$，若 $m > 0$，则 $x(n-m)$ 表示序列 $x(n)$ 整体右移了 m 个样点形成的新序列，也称 $x(n-m)$ 是 $x(n)$ 的 m 个样点的延迟。</p> <p>此时 $x(n+m)$ 表示序列 $x(n)$ 整体左移了 m 个样点形成的新序列，也称 $x(n+m)$ 是 $x(n)$ 的 m 个样点的超前。例如，$x(n)$ 如图 1 (a) 所示，则 $x(n-2)$ 和 $x(n+2)$ 分别如图 1 (b) 和图 1 (c) 所示。</p>

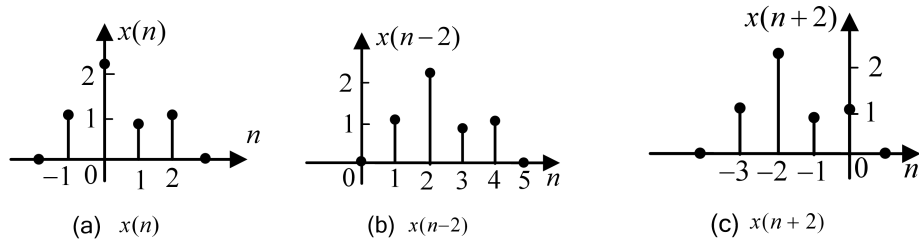


图 1 序列的移位

2. 序列的反折

设某一序列为 $x(n]$ ，则 $x(-n]$ 是以 $n=0$ 为对称轴将序列 $x(n]$ 水平翻转， $x(-n]$ 称为序列 $x(n]$ 的反折。若 $x(n]$ 如图 2 (a) 所示，则 $x(-n]$ 如图 2 (b) 所示。

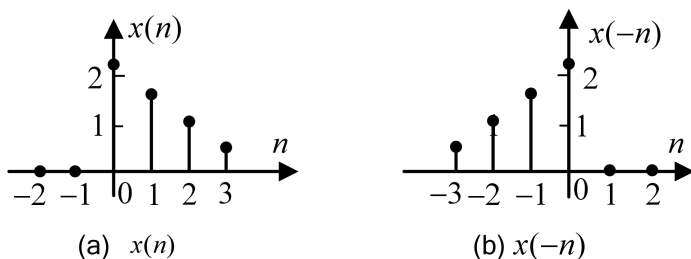


图 2 序列的反折

3. 序列的求和

$x(n]$ 与 $y(n]$ 两个序列之和是指两个序列同序号（即 n 相同）的序列值逐项对就相加构成一个新的序列 $z(n]$ ，表示为： $z(n) = x(n) + y(n)$

4. 序列的乘积

$x(n]$ 与 $y(n]$ 两个序列的乘积是指两个序列同序号（即 n 相同）的序列值逐项对就相乘构成一个新的序列 $z(n]$ ，表示为： $z(n) = x(n) \cdot y(n)$

课程思政引入：

对于一个系统输入不同的信号，进行不同的运算，产生不同的输出响应。我们都知道人体是精密、庞大又复杂的系统，我们输入的信号都会产生相应的响应，不同的输入信息会有不同的输出行为。在现在这个信息化时代的大背景下，作为学生不仅要学习过硬的专业课知识，还应该广泛地学习多方面的知识，努力提升自己的各方

面能力。



有些学生自从考上大学以后，每天只知道在宿舍里打游戏，哪怕听课也一直在玩手机，认为拿到毕业证就可以找到好工作了，事实真的如此吗？根据调查显示，我国本科生毕业人数日益增长，这也说明了我国人民素质的提高，不得不承认的是，本科生的含金量不再有以前那么吃香，基本上每家每户都有大学生。每年迎来毕业季，学生就会在网站上投递自己的简历，也有很多大学生毕业即失业，并没有学得一技之长，最终靠着父母维持生计，过着啃老的生活。大学生同样都是 20 岁，但是有些人却活出了自己想要的样子，让无数人羡慕，而有些人却已经违背了自己的初衷，过着“行尸走肉”的生活。这就是不同的输入信号，不同的运算过程，得到的不同的结果。

分析评价

该部分主要讲解序列基本运算，系统在输入不同的信号，进行不同的运算，产生不同的输出响应。鼓励学生把握好大学时光，多进行好的知识输入，进行积极的运算，大学四年才能获得好的响应。

评价者

蒋占军，教授，兰州交通大学机电工程学院

《信号与系统》第6章 课程思政点梳理

案例编号	知识点梳理	课程思政切入点	育人目标
042106-601	1.Z 变换的定义	讲解 Z 变换的定义, 结合实际应用, 引申到 Z 变换在军事雷达中的应用, 激发学生的爱国精神, 从雷达技术的不断发展引出人们对科学的追求是无止境的, 激发学生不断追求进步的精神。增加学生的民族自豪感和自信心倡导学生树立长远的职业理想, 以后从事 IT 类相关工作, 为科技强国贡献自己的立项。	激发学生的爱国精神, 激发学生不断追求进步的精神。
042106-602	2. ZT 和 FT 的关系	讲解序列的 Z 变换和傅里叶变换的关系, 结合实际应用, 引入傅里叶追求科学、坚持真理的执着精神及打破传统敢于创新的事迹。	树立学生终生学习的理念, 实现人生价值并不负于国家和时代的重任。
042106-603	3.逆 Z 变换—留数法	讲解序列的逆 Z 变换—留数法开始, 运用马克思主义哲学原理, 从唯物辩证法的角度设计授课内容, 不仅教会学生怎样解决已知问题, 也教会学生为什么这样解决问题, 以及如何解决未知问题等, 实现知识向思维、思维向能力的有效泛化。	引导学生从不同角度探寻问题的本质, 增强学生的辩证思维能力。
042106-604	4.利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性	讲解利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性, 得出因果定律。引入拿破仑·希尔的故事, 作为新时代的青年学生, 在学习科学知识的基础上, 需要在精神上得到滋养和升华, 坚定理想信念, 使人生变得更有价值。	作为新时代的青年学生, 为实现中华民族伟大复兴而努力学习。
042106-605	5.利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性	讲解利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性, 把信号从时域变换到复频域进行分析, 引申到学习和生活中, 我们需要从不同角度和视野看问题和分析问题。特别是碰到困难、挫折时, 应该转变思路采取“变换”的方法, 将问题切换到不同的“域中”, 从不同角度去分析问题。	多角度看问题, 培养多元化思考。

042106-606	6.Z 变换收敛区	讲解 Z 变换收敛区对序列特性的影响，结合孟母三迁的事例—圈子环境影响一个人了的命运。激发学生的学习兴趣，激励当代青年应加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。	1.圈子（环境）影响一个人的命运； 2.激发学生学习兴趣，树立终生学习的理念
042106-607	7.基于 Matlab 的 Z 变换与逆 Z 变换	序列的 Z 变换及逆 Z 变换，尽管教师在课上尽量从物理意义层面上展开讲解，但学生学习过程中不可避免地会遇到大量复杂的数学概念和计算，容易消减探索知识的兴趣。因此，课程教学中除了理论教学环节外，还需要大量的实践环节，既夯实学生的理论基础，又加强实践能力、创新精神及专业素养的培养。	加强实践能力、创新精神及专业素养的培养。
042106-608	8.时域离散信号和系统的 Z 域分析	该课程推导和数学公式过多，老师在讲解时往往导致学生注意力不集中，讲课效果不理想。以小组的形式进行实验课，最后提交的报告也是以小组的形式进行提交的，让学生通过团队协作完成完整的实验内容。在完成实验项目的过程中就可以教育学生要具有严谨的科学态度、培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神。	加强学生实践能力、创新精神及专业素养的培养。
042106-609	9.含噪语音信号的滤波器设计专题研讨	通过开展基于问题驱动的研究性教学专题研讨，使学生具备将所学理论知识与具体工程实践相结合的思维方式，培养其提出问题、分析问题和解决问题的能力；通过这种方式，让每名学生都有充分发挥自己优势和展现自己能力的机会，从而调动学生的主观能动性，让他们能更加积极地投入到课堂中。通过理论联系实际，增强学生的集体荣誉感和团队协作精神。	培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神。
042106-610	10.逆 Z 变换—部分分式展开法	讲解序列的逆 Z 变换一部分分式展开法开始，通过给出不同的收敛区，可以得到不同的逆 Z 变换的结果，引入前苏联宇航员加加林注重细节的故事，告诫学生要注重细节，养成良好的个人素养。	注重细节、养成良好的个人素养；

案例编号	042106-601
案例标题	Z 变换的定义
案例来源	原创案例
内容简介	讲解 Z 变换的定义，结合实际应用，引申到 Z 变换在军事雷达中的应用，激发学生的爱国精神，从雷达技术的不断发展引出人们对科学的追求是无止境的，激发学生不断追求进步的精神。增加学生的民族自豪感和自信心倡导学生树立长远的职业理想，以后从事 IT 类相关工作，为科技强国贡献自己的立项。
关键词	Z 变换的定义，Z 变换在军事雷达中的应用，民族自豪感，职业理想
编写时间	2022-2-20
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	激发学生的爱国精神，激发学生不断追求进步的精神
素材长度	2028 个字符
案例正文	<p>知识点内容：Z 变换的定义</p> <p>序列 $x(n)$ 的 Z 变换定义为：</p> $X(Z) \stackrel{def}{=} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} \quad (1)$ <p>式中，z 是一个复平面，它所在的复平面称为 Z 平面。</p> <p>(1) 式中 Z 变换存在的条件是符号右边级数收敛，要求级数绝对可和，即：</p> $\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} < \infty \quad (2)$ <p>使 (2) 式成立时，变量 Z 取值的域称为收敛域。一般收敛域为环状域，即：$R_{x^-} < Z < R_{x^+}$ (3)</p> <p>令 $Z = e^{j\omega}$，代入 (3) 式得到 $R_{x^-} < r < R_{x^+}$，收敛域是分别以 R_{x^-} 和 R_{x^+} 为收敛半径的两个圆形成的环状域。R_{x^-} 可以小到 0，R_{x^+} 可以大到 ∞。</p>

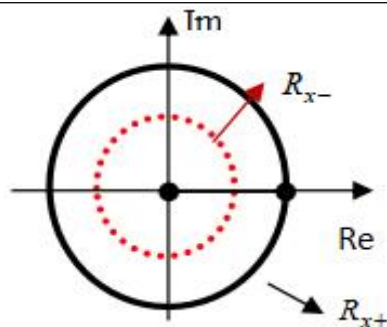


图 1 收敛域

例 1: 有以下两个序列: 分别求 ZT, 并指明收敛域。

$$\text{解: } x_1(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases} \quad x_2(n) = \begin{cases} 0 & n \geq 0 \\ -a^n & n < 0 \end{cases}$$

$$X_1(z) = \frac{z}{z-a} \quad |z| > |a|$$

$$X_2(z) = \frac{z}{z-a} \quad |z| < |a|$$

结论: 不同序列 ZT 形式可能相同, 但收敛域一定不同, 因此指明序列 ZT 时, 一定要同时指明收敛域。也就是说序列的 ZT 由其表达式和收敛域唯一的确定。

案例正文

事件引入: Z 变换在雷达中的应用

雷达 (radar: radio detection and ranging), 即无线电探测与测距, 也称为无线电定位。其基本任务为: 测量目标的参数和发现目标的存在。雷达发现目标的物理基础是电磁波在传播过程中遇到目标产生二次散射。雷达测定距离的物理基础是电磁波在均匀介质中匀速直线传播。雷达测定目标角位置的物理基础是雷达定向发射和接受电磁波。雷达测定目标速度的物理基础是目标回波的多普勒效应。雷达最初发明于第一次世界大战期间, 在当时, 德军飞机给英国带来了沉重的打击, 其中很重要的原因就是无法进行有效的定位和预警, 因此基于电磁学雷达诞生了。在第二次世界大战期间雷达得到了进一步的发展, 对雷达发展具有重要影响的高功率磁控管问世, 并且首次出现了雷达电子战。战后在冷战阴影下, 雷达技术同样发展迅猛, 五十年代, 大功率苏跳关开始应用于雷达, 其发射功率要高于磁控管两个数量级。在七十年代得益于信号处理技术的进步, 相控阵雷达如“美军“爱国者系列被大量投入使用。

案例正文

九十年代后，随着微电子机械与信号处理等技术的飞速发展，为有源电扫相控阵列多功能雷达大战提供了技术动力，这种雷达是新一代高分辨率雷达的代表。兵者，国之大事，不可不察，现如今，信息化与电子对抗对战局的影响显著，雷达的发展同样对国防安全有着至关重要的影响。

雷达技术在军民两界都有着十分广泛的应用。在民用领域，由气象雷达，航行管制（空中交通雷达），宇宙航行中用雷达，遥感，还有飞机导航，航道探测，公路测速等给广大人民群众的生活带来了极大的便利而在军事领域雷达的存在更是至关重要，战场状况瞬息万变，信息的不对称可以给一方带来极大的优势，而雷达正是军队的眼睛，在军事上的主要应用由引导指挥雷达，制导雷达，战场监视雷达等。

雷达信号处理算法中大多数采用 FFT 方法测量频率，如果提高测频精度需增加 FFT 点数，增加 FFT 点数的实质是在整个单位圆（即整个距离谱）上均匀增加频域采样点数，从而造成运算量的成倍增加。Chirp-z 变换可以实现对回波频谱中的某段进行局部细化，从而在采样点数、运算量增加不多的情况下，大大提高雷达的测量精度。



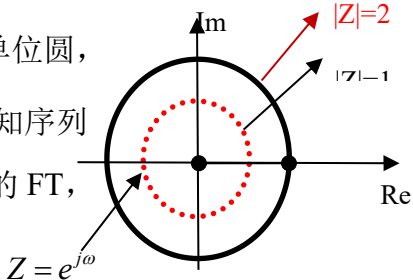
图 2 雷达群

图 3 雷达

课程思政升华：增加民族自豪感和自信心，树立远大职业理想

我国数千年的国防历史告诫我们：军事发展是国防强大的基础，政治昌明是国防巩固的根本，科技进步是国防强大的动力，国家统一和民族团结是国防强大的关键。只有掌握关键核心技术才拥有创新发展的话语权和主动权，并且事关国家经济安全和国防安全。作为电子专业的学生，我们应该树立长远的职业理想，培养学生的家国情怀和使命担当，以引导学生牢固树立为国效力的志向和以助推中国科技发展为己任的爱

	<p>国意识。</p> <p>向学生指出：作为当代青年大学生，应该树立民族自豪感和自信心，踏踏实实学好科学文化知识，努力把自己培养锻炼成国家建设的有用人才。要用努力学习的实际行动回击西方敌对势力的险恶图谋。让学生认识到，只要在科技创新的道路上艰苦奋斗，我们国家一样可以做得更好，甚至引领世界，我国人民的生活也会更加美好。培养学生在科技强国道路上的责任感和使命感，让学生认识到，只有认真学习、脚踏实地和不断拼搏奋斗，才能使祖国越来越强大。</p>
分析评价	<p>该案例从讲解 Z 变换的定义开始，结合实际应用，引申到 Z 变换在军事雷达中的应用，激发学生的爱国精神，从雷达技术的不断发展引出人们对科学的追求是无止境的，激发学生不断追求进步的精神。增加学生的民族自豪感、自信心，和电子类专业认同感，倡导学生树立长远的职业理想，以后从事 IT 类相关工作，为科技强国贡献自己的立项。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-602
案例标题	ZT 和 FT 的关系
案例来源	原创案例
内容简介	讲解序列的 Z 变换和傅里叶变换的关系开始，结合实际应用，引入傅里叶追求科学、坚持真理的执着精神及打破传统敢于创新的事迹。培养学生敢于说真话、讲真理、精益求精、追求卓越、严谨好学等品质。同时，树立学生终生学习的理念，适时加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。
关键词	Z 变换，傅里叶变换，傅里叶，坚持真理，人生价值
编写时间	2022-2-22
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片、例题
育人主题	树立学生终生学习的理念，实现人生价值并不负于国家和时代的重任
素材长度	2534 个字符
案例正文	<p>知识点内容：ZT 和 FT 的关系</p> <p>序列 $x(n)$ 的 Z 变换定义为：$X(Z) \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} = ZT[x(n)] \quad (1)$</p> <p>序列 $x(n)$ 的傅里叶变换定义为：$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)e^{-j\omega n} = FT[x(n)] \quad (2)$</p> <p>对比 (1) 式和 (2) 式，很容易得到 FT 和 ZT 之间的关系，用下式表示：</p> $X(e^{j\omega}) = X(Z) \Big _{Z=e^{j\omega}} \quad (3)$ <p>由 (3) 式可得：令 $Z = e^{j\omega}$，则 ZT 变成 FT；</p> <p>$Z = e^{j\omega}$ 表示 Z 平面上 $r=1$ 的圆，该圆称为单位圆，即单位圆上的 ZT 就是序列的 FT。如果已知序列的 ZT，用 (3) 式很方便地就能求出序列的 FT，条件是收敛域中包含单位圆。</p> 

案例正文	<p>例 1. 已知 $x(n) = u(n)$，求其 Z 变换。</p> <p style="text-align: center;">解： $X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(n)z^{-n} = \sum_{n=0}^{\infty} z^{-n}$</p> <p>$X(Z)$ 存在的条件为 $z^{-1} < 1$，因此其收敛域为 $z > 1$，故：</p> $X(Z) = \frac{1}{1 - z^{-1}} \quad z > 1$ <p>由于收敛域不包含单位圆，因此其傅里叶变换不存在，更不能用 (3) 式求傅里叶变换。该序列的傅里叶变换不存在，但引入奇异函数 $\delta(\omega)$，其傅里叶变换则可以表示出来。该例同时说明一个序列的傅里叶变换不存在，但在一定收敛域内 Z 变换是可以存在的。</p> <p>事件引入：傅里叶生平事迹</p> <p>傅里叶，全名为让·巴普蒂斯·约瑟夫·傅里叶(Jean Baptiste Joseph Fourier, 1768 -1830)，法国著名数学家、物理学家。</p> <p>1768 年 3 月 21 日，他生于法国中部奥塞尔的一个平民家庭，他的父亲是一个裁缝，母亲是一个普通的家庭妇女。傅里叶的童年并不算幸福。9 岁时，双亲亡故，他变成一个孤儿，被当地的一个主教收养。</p> <p>1780 年，他被教会送入镇上的军校就读，表现出对数学的特殊爱好。他曾经希望参加炮兵或工程兵，但因家庭地位低贫而遭到拒绝。后来，他希望到巴黎更优越的环境中去从事数学研究。可是，法国大革命爆发，中断了他的计划。无奈之下，他于 1789 年回到家乡奥塞尔的母校执教。在大革命期间，傅里叶以热心地方事务而知名，而且是一个非常有正义感的人。他替当时恐怖行为的受害者申辩，结果因此被捕入狱。出狱后，他短暂就读于巴黎师范学校，再次表现出惊人的数学才华。</p> <p>在研究热的传导问题时提出傅里叶分析的原始理论。傅里叶关于热的解析理论的创立和完善经历了 3 个标志性的时间节点：（1）1807 年，提交论文《热的传播》，提出了结论“任何连续周期信号可以由一组适当的正弦曲线组合而成。”由于此结论中“任何”两字引起一些争议，故论文被拒绝了。（2）1811 年，傅里叶修改了他原先的论文再次提交，题目为《热在固体中的运动理论》，仍在文章的严格性和普遍性上被给予了批评，以致这篇论文虽然获得了科学院的奖项但被拒绝发表。（3）1822 年，经过将近十年的努力，傅里叶出版了专著《热的解析理论》，将在一些</p>
------	--

案例正文	<p>特殊情形下应用的三角级数方法发展成内容丰富的一般理论，三角级数后来就以傅里叶的名字命名为“傅里叶级数”，在处理无穷区域的热传导问题导出了“傅里叶积分”，傅立叶级数、傅立叶分析等理论均由此创始。详实的理论、严谨的推导、创新的概念使之成为一部在数学史乃至科学史上公认的划时代经典作。</p>
	<div data-bbox="762 504 1066 875" data-label="Image">A black and white engraving of Joseph Fourier, a French mathematician and physicist. He is depicted from the chest up, wearing a dark, high-collared coat over a white cravat. He has dark, wavy hair and is looking slightly to the right of the viewer.</div> <div data-bbox="788 891 1040 922" data-label="Caption"><p>图 1 傅里叶人物画像</p></div> <p>课程思政升华：追求科学、坚持真理的科学精神</p> <p>毫无疑问，傅里叶是一个值得铭记的人，他的名字被镌刻在法国埃菲尔铁塔上以供世人纪念，建立了约瑟夫傅里叶大学，还有一颗小行星以他命名。在辉煌成就的背后，傅里叶却有着坎坷磨难的一生。但这些艰难并未阻止他对科学的热爱。自小对数学产生了浓厚的兴趣，他认为数学是解决实际问题最卓越的工具，对自然界的深刻研究，是数学发现的最富饶的源泉。他恪守这一信念，穷其一生追求真理，最终获得全世界认可。</p> <p>除了那些以傅里叶命名的经典公式和理论，傅里叶的追求科学坚持真理的执着精神同样值得后人传扬，打破传统敢于创新的思维模式同样值得后人学习。他凭着实事求是的科学态度对待自己的研究成果，坚持正确的结论坚定不移；对于他人的质疑采取理性的态度，在已有成果上精益求精，做出完善的补充和修改；对于屡次的否定却始终不放弃，十几年如一日，孜孜不倦地学习和研究，相信真理一定会得到世界的肯定，在这种百折不挠的信念支持下，最终诞生了经久流传的科学著作。</p>

分析评价	<p>该案例从讲解序列的 Z 变换和傅里叶变换的关系开始，结合实际应用，引入傅里叶的生平事迹，他追求科学、坚持真理的执着精神及打破传统敢于创新的思维模式，实事求是的科学态度，坚持正确的结论坚定不移，在已有成果上精益求精，十几年如一日孜孜不倦地学习和研究。作为新时代的青年学生，在学习科学知识的基础上，需要在精神上得到滋养和升华，坚定理想信念。培养学生敢于说真话、讲真理、精益求精、追求卓越、严谨好学等品质。同时，树立学生终生学习的理念，适时加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。</p> <p>课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-603
案例标题	逆 Z 变换—留数法
案例来源	原创案例
内容简介	讲解序列的逆 Z 变换—留数法开始，运用马克思主义哲学原理，从唯物辩证法的角度设计授课内容，不仅教会学生怎样解决已知问题，也教会学生为什么这样解决问题，以及如何解决未知问题等，实现知识向思维、思维向能力的有效泛化，引导学生从不同角度探寻问题的本质，增强学生的辩证思维能力，培养出有知识有能力有素养的新时代人才。
关键词	逆 Z 变换，唯物辩证法，探寻问题本质
编写时间	2022-2-23
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图形、例题
育人主题	引导学生从不同角度探寻问题的本质，增强学生的辩证思维能力
素材长度	1498 个字符
案例正文	<p>知识点内容：逆 Z 变换—留数法</p> <p>序列 $x(n)$ 的 Z 变换定义为：$X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} \quad (1)$</p> <p>序列 $x(n)$ 的逆 Z 变换定义为：$x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_c X(Z)Z^{n-1} dz \quad (2)$</p> <p>直接使用 (2) 式围线积分来计算是困难的，采用留数法。</p> <p>根据留数定理有：</p> $x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_c X(Z)Z^{n-1} dz = \sum_k \text{Res}[F(Z), Z_k] \quad (3)$ <p>式中 $F(Z) = X(Z)Z^{n-1}$，Z_k 为 $F(Z)$ 在围线 c 内的极点，$\text{Res}[F(Z), Z_k]$ 为 $F(Z)$ 在极点 $Z = Z_k$ 的留数，逆 Z 变换是围线 c 内所有的极点留数之和。</p> <p>(1) Z_k 为单阶极点，根据留数定理有：</p> $\text{Res}[F(z), Z_k] = [(Z - Z_k)X(Z)Z^{n-1}] \Big _{Z=Z_k} \quad (S=1) \quad (4)$ <p>(2) Z_k 为多阶极点，根据留数定理有：</p>

$$\operatorname{Res}[F(z), Z_k] = \frac{1}{(s-1)!} \left\{ \frac{d^{s-1}}{dz^{s-1}} [(Z - Z_k)^s X(Z) Z^{n-1}] \right\}_{Z=Z_k} \quad (5)$$

问题：当围线 C 内部出现多重极点时，留数难求，怎么办？

$$= \begin{cases} \sum_{Z_k} \operatorname{Res}[X(Z) Z^{n-1}, Z_k]_{Z=Z_k} (Z_k \in c \text{ 内}) \\ -\sum_{Z_m} \operatorname{Res}[X(Z) Z^{n-1}, Z_k]_{Z=Z_k} (Z_k \in c \text{ 外}) \end{cases}$$

事件引入：运用马克思主义哲学的原理去思考问题、解决问题

在学习信号与系统课程时应避免孤立地、片面地、静止地看待三大变换，而是用辩证法的原理去加深理解，起到融会贯通的作用，并在解决问题时能灵活应用这三个重要工具。我们看到，傅里叶变换不仅是一组公式、一对变换，它实际上代表了一种开拓创新的精神、一种转换角度的思维方式，把信号、系统从时域转换到频域进行研究，发现事物极为重要的另一面，更为人称道的是，它还能从频域返回到时域，形成了一个完整的转换过程，相互印证其特性，使得对于信号、系统的认识更加深刻完整。拉普拉斯变换和 z 变换最初是作为数学变换工具提出的，应用到信号与系统课程中，变成了求解系统的利器。三大变换有机结合在信号与系统课程中，各有侧重，在一定的条件下相互转化，这反映出客观世界的多样性、事物之间的普遍联系以及所有事物都处在发展变化之中。因此，在课程学习的过程中自觉运用马克思主义哲学的原理去思考问题、解决问题，才能更准确把握问题的本质，取得相得益彰的效果。

课程思政升华：引导学生从不同角度探寻问题的本质，增强学生的辩证思维能力。

作为一门严谨的理工学科，数字信号处理的诞生、研究、发展既是对模拟信号处理、信号与系统等前身学科的继承，又聚焦于自身学科的发展矛盾，发展了一系列具有学科特色的思路方法体系，其发展变化规律具有普遍性又有特殊性，是唯物辩证法的具体体现。

通过引入课程思政，将数字信号处理学科中所蕴含的现象和本质、内容和形式、原因和结果、可能性和现实性、偶然性和必然性等唯物辩证法的基本范畴实例化、形象化、具体化；阐述清楚对立统一规律、质量互变规律和否定之否定规律，以具体的问题实例探讨矛盾是事物发展

案例正文

	<p>的根本动力，问题的解决需要经过足够多的努力和探索，科学研究突破的“同时性”背后蕴含的矛盾与量质规律等；以学科发展史和关键问题解决突破过程为抓手，阐述清楚世界普遍联系与永恒发展的两个基本特征。</p>
分析评价	<p>该案例从讲解序列的逆 Z 变换—留数法开始，运用马克思主义哲学原理，从唯物辩证法的角度设计授课内容，实现课程知识向思想政治元素在思维、方法、内容、手段上的实例化映射，不仅教会学生怎样解决已知问题，也教会学生为什么这样解决问题，以及如何解决未知问题等，实现知识向思维、思维向能力的有效泛化，真正培养出有知识有能力有素养的新时代人才。</p> <p>以学科本身蕴含的大量科学思维方法为主要目的讲授数字信号处理课程，易于消除学生对专业课程中加入思想政治元素的抵触情绪，起到“润物细无声”的效果。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-604
案例标题	利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性
案例来源	原创案例
内容简介	讲解利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性,得出因果定律。引入拿破仑·希尔的故事,作为新时代的青年学生,在学习科学知识的基础上,需要在精神上得到滋养和升华,坚定理想信念,使人生变得更有价值。要坚定不移地成为社会主义现代化建设事业的可靠接班人,为实现中华民族伟大复兴而努力学习。
关键词	极点分布,因果性,稳定性,实现中华民族伟大复兴
编写时间	2022-2-25
编者	张娜,讲师,电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	作为新时代的青年学生,为实现中华民族伟大复兴而努力学习
素材长度	2061 个字符
案例正文	<p>知识点内容:</p> <p>一、频率响应与系统函数</p> <p>单位脉冲响应: $h(n)$ 时域特性</p> <p>传输函数: $H(e^{j\omega})$ 频域特性</p> <p>系统函数: $H(Z)$ 复频域特性</p> <p>对于 N 阶差分方程式,进行 Z 变换,得到系统函数的一般表达式为:</p> $H(Z) = \frac{Y(Z)}{X(Z)} = \frac{\sum_{i=0}^M b_i z^{-i}}{\sum_{i=0}^N a_i z^{-i}}$ <p>$H(Z) _{Z=e^{j\omega}} = H(e^{j\omega})$ 单位圆上的系统函数就是系统的频率响应。</p> <p>$h(n) = \text{IZT}[H(Z)]$ 系统函数的逆 Z 变换就是单位脉冲响应。</p> <p>二、利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性</p> <p>因果系统: 其单位脉冲响应 $h(n)$ 一定是因果序列,即: $h(n) = 0, n < 0$</p>

案例正文	<p>个圆内，ROC 在某个圆外。</p> <p>稳定系统：要求 $\sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n) < \infty$，这正是 FT 变换存在的条件，对照 Z 变换与 FT 变换的关系可知，$H(Z)$ 的 ROC 包含单位圆。</p> <p>因果稳定系统：$H(Z)$ 的极点全部在单位圆内，ROC 为包含单位圆的圆外，表示为：$r < Z \leq \infty$，且 $0 < r < 1$。</p> <p>事件引入：拿破仑·希尔故事</p> <p>拿破仑·希尔曾被邀请到一所大学做演讲，他受到了热烈的欢迎，当校方付给他 100 美元的酬劳时，他说此行不虚因此婉言拒绝了该项报酬。</p> <p>后来那所大学的校长，将这件事情动情地说给了他的学生，校长说：“我在这所大学待了 20 年，期间我曾邀请过很多人士给学生们发表演讲，但这是我碰到的第一个拒绝接受演讲酬金的人，他说他在演讲中收获的东西足以胜过他演讲的酬劳。事实上，这个拒绝酬金的人是一家大型杂志的总编，我建议你们去订阅他的杂志，他身上的美德以及能力是你们在书本中学不到的，也是将来踏入社会后必须用到的。”</p> <p>拿破仑·希尔主编的《希尔的黄金定律》由此获得了这些学生 6000 多美元的订阅费，并在日后的发展中，获得这所大学的学生以及他们的朋友 50000 多美元的订阅费。</p> <p>有的人一生获得无数次成功，有的人连一次成功的滋味都没品尝过。你是否想过为什么会出现这种截然不同的结果？失败的人抱怨自己的运气差，甚至将其推脱给客观条件或外在因素；成功人士在总结经验时，经常要提到自己的聪明才智和好运气，但同时也强调了重要的一点——吃得苦中苦，方为人上人，这是多么重要的一点，它有力地向着人们诠释了因果定律的关系。</p> <p>古语言：“一份耕耘，一分收获。”这是生命运行的必然衍生。只有辛勤耕耘、矢志不移的人才能得到应有的尊重、地位、名利和成功。了解这个道理后，相信那些失败的人在抱怨自己运气差的同时，一定也会总结一下自己曾经的付出是不是应该给自己更多的收获。</p> <p>任何一种结果的出现都不是偶然的，这只不过是因果定律发挥了作</p>
------	--

硕果呢？当你环顾生活中的各个方面，你会发现健康、收入、业绩、事业、家庭、人际关系……你目光所能及的一切都是过去耕耘的因所带来的果。



图 1 拿破仑·希尔



图 2 老年拿破仑·希尔

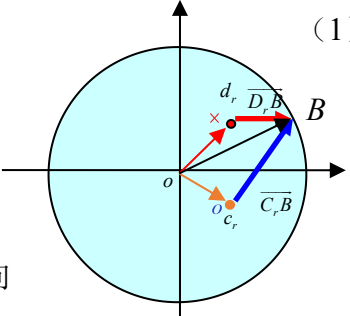
课程思政升华：作为新时代的青年学生，为实现中华民族的伟大复兴而努力学习

案例正文

在信号与系统课程中，输入不同的信号，进行不同的运算，就会产生不同的输出响应。若在输入端加入的激励 $x(t)$ 为“奋斗”，将会获得“幸福”的响应输出 $y(t)$ ，正如习主席所说的“奋斗的一生就是幸福的一生”。指出当代学生不仅要学习过硬的专业课知识，还应该广泛地学习多方面的知识，在网络上学习时，要学习有“正能量”的知识，摒弃不健康的内容，避免在内心产生不良“响应”的“输入信号”。

作为新时代的青年学生，在学习科学知识的基础上，需要在精神上得到滋养和升华，坚定理想信念，使人生变得更有价值。若输入条件为：坚定马克思主义信仰，坚定社会主义和共产主义信念，树牢“四个意识”（政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识），坚定“四个自信”（中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信），做到“两个维护”（坚决维护习近平总书记党中央的核心、全党的核心地位，坚决维护党中央权威和集中统一领导），则在正确的方向上勇往直前的因果稳定输出为：实现社会主义现代化、为人民创造美好的生活。这是人民的选择，也是青年学生的重要使命，要坚定不移地成为社会主义现代化建设事业的可靠接班人，为实现中华民族的伟大复兴而努力学习。

分析评价	<p>该案例利用系统函数的极点分布分析系统的因果性和稳定性开始，引入拿破仑·希尔被要求去大学做演讲的故事，得出一份耕耘一份收获的因果关系。使得学生在精神上得到滋养和升华，坚定理想信念，使人生变得更有价值，具有人文知识、科学素养，践行社会主义核心价值观，维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感，在工程实践中自觉遵守职业道德和规范。消除学生对专业课程中加入思想政治元素的抵触情绪，起到“润物细无声”的效果。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-605
案例标题	利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性
案例来源	原创案例
内容简介	讲解利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性开始，把信号从时域变换到复频域域进行分析，引申到学习和生活中，我们需要从不同角度和视野看问题和分析问题。特别是碰到困难、挫折时，应该转变思路采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，从不同角度去分析问题。因此，在课堂上结合变换这个知识点对学生进行提醒，从不同角度和视野去分析问题，获得对待这些事情的正确的认知，有助于学生创新能力的培养。
关键词	零极点分布，频率特性，创新能力培养，多元化思考
编写时间	2022-2-26
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图形
育人主题	多角度看问题，培养多元化思考
素材长度	1852 个字符
案例正文	<p>知识点内容： 利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性</p> $H(Z) = \frac{\sum_{r=0}^M b_r Z^{-r}}{1 - \sum_{r=1}^N a_r Z^{-r}} = A \frac{\prod_{r=1}^N (Z - c_r)}{\prod_{r=1}^N (Z - d_r)} \quad (A = \frac{a_0}{b_0}, M = N) \quad (1)$ $H(e^{j\omega}) = A \frac{\prod_{r=1}^N (e^{j\omega} - c_r)}{\prod_{r=1}^N (e^{j\omega} - d_r)} = A \frac{\prod_{r=1}^N \bar{C}_r \bar{B}}{\prod_{r=1}^N \bar{D}_r \bar{B}} \quad (2)$  <p>$\bar{C}_r \bar{B} = C_r B \cdot e^{j\alpha}$ 零点向量：系统零点指向单位圆上某一点的矢量；</p> <p>$\bar{D}_r \bar{B} = D_r B \cdot e^{j\beta}$ 极点向量：系统极点指向单位圆上同一点的矢量；</p> $H(e^{j\omega}) = A \frac{\prod_{r=1}^N (e^{j\omega} - c_r)}{\prod_{r=1}^N (e^{j\omega} - d_r)} = A \frac{\prod_{r=1}^N \bar{C}_r \bar{B}}{\prod_{r=1}^N \bar{D}_r \bar{B}} = H(e^{j\omega}) e^{j\phi(\omega)} \quad (3)$

幅频响应：零点矢量长度之积/极点矢量长度之积

$$|H(e^{j\omega})| = A \frac{\prod_{r=1}^N C_r B}{\prod_{r=1}^N D_r B} \quad (4)$$

相频响应：零点矢量相位之和—极点矢量相位之和

$$\varphi(e^{j\omega}) = \sum_{r=1}^N \alpha_r - \sum_{r=1}^N \beta_r \quad (5)$$

由(5)式可以很容易地确定零极点位置对系统特性的影响。当B点转到极点附近时，极点向量长度最短，因而幅度特性可能出现峰值，且极点越靠近单位圆，极点向量长度越短，峰值就越尖锐。如果极点在单位圆上，则幅度特性为 ∞ ，系统不稳定。对于零点，情况相反，当B点转到零点附近，零点向量长度变短，幅度特性将出现谷值，零点越靠近单位圆，极谷值就越接近零。当零点处在单位圆上时，谷值为零。总结：极点位置主要影响频响的峰值位置及尖锐程度，零点位置主要影响频响的谷点位置及形状。

案例正文

事件引入：宋代诗人苏轼的“题西林壁”

题西林壁

宋 苏轼

横看成岭侧成峰，
远近高低各不同。
不识庐山真面目，
只缘身在此山中。

赏析：“横看成岭侧成峰，远近高低各不同。”一句说的是游人从远处、近处、高处、地处等不同角度观察庐山面貌是可以得到不同观会的。有时你看到是起伏连绵的山岭，有时你看到的是高耸入云端的山峰。这两句概括而形象地写出了移步换形、千姿万态的庐山风貌。

结尾两句“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，是即含说理，谈游山的体会。之所以不能辨认庐山的真实面目，是因为身在庐山之中，视野为庐山的峰峦所局限，看到的只是庐山的一峰一岭一丘一壑，局部而已，这必然带有片面性。这两句奇思妙发，整个意境浑然托出，为读者提供

案例正文	<p>了一个题味经验、驰骋想象的空间。这不仅仅是游历山水才有这种理性认识。游山所见如此，观察世上事物也常如此。这两句诗有着丰富的内涵，它启迪人们认识为人处事之理——由于人们所处的地位不同，看问题的出发点不同，对客观事物的认识难免有一定的片面性；要认识事物的真相与全貌，必须超越狭小的范围，摆脱主观客见，需要全方位、全角度分析，多角度、多侧面思考，才能全面正确地认识。</p> <p>课程思政升华：多角度看问题，培养多元化思考</p> <p>信号与系统课程涉及到多种变换和分解的思想，如傅里叶变换、拉普拉斯变换、z变换等，这些都是数学的操作，把信号从时域到变换域进行分析。信号的频域分析是把时域信号转换到频率域，能够获得信号的频率构成、各频率成分的幅值和相位特性以及能量分布，从而提取在时域无法获取的关键特征信息。另外某种条件下在求解系统的动态方程时，可以利用时域、频域、复频域角度去分析同一个问题，求解出激励与响应的关系。在学习和生活中，我们需要从不同角度和视野看问题和分析问题。特别是碰到困难、挫折时，应该转变思路采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，需要全方位、全角度分析，多角度、多侧面思考，才能全面正确地认识。换角度看待问题，改变原有思维定势，寻找多种途径解决问题，可以提升创新创造能力。另外换角度看待问题，世界大不一样，凡事向好处想，向利于自己的方向思考，能够克服焦虑，转变消极心态，促进身心健康发展。</p>
分析评价	<p>该案例从讲解利用系统的零极点分布分析系统的频率响应特性开始，道出信号与系统课程涉及到多种变换和分解的思想，如傅里叶变换、拉普拉斯变换、z变换等，这些都是数学的操作，把信号从时域到变换域进行分析。在学习和生活中，我们需要从不同角度和视野看问题和分析问题。特别是碰到困难、挫折时，应该转变思路采取“变换”的方法，将问题切换到不同的“域中”，从不同角度去分析问题。因此，在课堂上结合变换这个知识点对学生进行提醒，从不同角度和视野去分析问题，获得对待这些事情的正确认知，有助于学生创新能力的培养。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-606														
案例标题	Z 变换收敛区														
案例来源	原创案例														
内容简介	讲解 Z 变换收敛区对序列特性的影响，结合孟母三迁的事例—圈子环境影响一个人了的命运。激发学生的学习兴趣，激励当代青年应加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。														
关键词	Z 变换收敛区，序列，学习兴趣														
编写时间	2022-3-06														
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院														
素材形式	文字、图片														
育人主题	圈子环境影响一个人的命运、激发学生学习兴趣，树立终生学习的理念														
素材长度	2274 个字符														
案例正文	<p>知识点内容：</p> <p>序列 $x(n)$ 的 Z 变换定义为：$X(Z) \stackrel{def}{=} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} \quad (1)$</p> <p>对任意序列使式（1）收敛的所有 Z 值，称为 $x(Z)$ 的收敛区。</p> <p>1.有限长序列</p> <p>如果序列 $x(n)$ 满足：$x(n) = \begin{cases} x(n) & N_1 \leq n \leq N_2 \\ 0 & \text{其它 } n \end{cases} \quad (2)$</p> <p>其 Z 变换为：$X(Z) = \sum_{N_1}^{N_2} x(n)Z^{-n} = \sum_{N_1}^{N_2} x(n) \frac{1}{Z^n} \quad (3)$</p> <p>表 1 有限长序列收敛域</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>序列名称</th> <th>N1</th> <th>N2</th> <th>ROC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">有限长序列</td> <td>$N_1 \geq 0$</td> <td>$N_2 > 0$</td> <td>$0 < Z \leq \infty$</td> </tr> <tr> <td>$N_1 < 0$</td> <td>$N_2 \leq 0$</td> <td>$0 \leq Z < \infty$</td> </tr> <tr> <td>$N_1 < 0$</td> <td>$N_2 > 0$</td> <td>$0 < Z < \infty$</td> </tr> </tbody> </table>	序列名称	N1	N2	ROC	有限长序列	$N_1 \geq 0$	$N_2 > 0$	$0 < Z \leq \infty$	$N_1 < 0$	$N_2 \leq 0$	$0 \leq Z < \infty$	$N_1 < 0$	$N_2 > 0$	$0 < Z < \infty$
序列名称	N1	N2	ROC												
有限长序列	$N_1 \geq 0$	$N_2 > 0$	$0 < Z \leq \infty$												
	$N_1 < 0$	$N_2 \leq 0$	$0 \leq Z < \infty$												
	$N_1 < 0$	$N_2 > 0$	$0 < Z < \infty$												

2. 右边序列

满足 $n < N_1, x(n) = 0$ 的序列，右边序列的 Z 变换为：

$$X(Z) = \sum_{n=N_1}^{\infty} x(n)Z^{-n} \quad (4)$$

表 2 右边长序列收敛域

序列名称	N	ROC
右边序列	$N_1 \geq 0$	$R_x^- < Z \leq \infty$
	$N_1 < 0$	$R_x^- < Z < \infty$

推论：如果序列 $x(n)$ 的 Z 变换的 ROC 包括 $Z = \infty$ 点，则该序列为因果序列，反之亦然。

3. 左边序列

满足 $n > N_2, x(n) = 0$ 的序列，右边序列的 Z 变换为：

$$X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{N_2} x(n)Z^{-n} \quad (5)$$

表 3 左边长序列收敛域

序列名称	N	ROC
左边序列	$N_2 > 0$	$0 < Z < R_x^+$
	$N_2 \leq 0$	$0 \leq Z < R_x^+$

4. 双边序列

可看作一个左边序列和一个右边序列之和，其 Z 变换为：

$$X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)Z^{-n} = \sum_{n=-\infty}^{-1} x(n)Z^{-n} + \sum_{n=0}^{\infty} x(n)Z^{-n} \quad (6)$$

表 4 双边长序列收敛域

序列名	N1	N2	ROC
双边序	$N_1 \rightarrow -\infty$	$N_2 \rightarrow \infty$	$R_x^- < Z < R_x^+$

结论：同一个 Z 变换函数表达式，收敛域不同，对应的序列是不同的。所以， $X(Z)$ 的函数表达式及其收敛域是一个不可分离的整体，求 Z 变换就包括求其收敛域。

事件引入：孟母三迁

收敛域就像我们生活的圈子环境，对应的序列就像我们的命运一样，环境会影响我们的命运。

昔孟子少时，父早丧，母仉[zhǎng]氏守节。居住之所近于墓，孟子学为丧葬，蹙[bi],踊痛哭之事。母曰：“此非所以居子也。”乃去，舍市，近于屠，孟子学为买卖屠杀之事。母又曰：“亦非所以居子也。”继而迁于学宫之旁。每月朔(shuò, 夏历每月初一日)望，官员入文庙，行礼跪拜，揖[yī,拱手礼]让进退，孟子见了，一一习记。孟母曰：“此真可以居子也。”遂居于此。



图 1 孟母三迁

案例正文

人生中最大的幸运，不是捡到钱，也不是中奖，而是进入一个对的圈子，让你遇见更好的自己。

在这个世界上，不缺努力进取的人，也不缺聪明智慧的人，但这些人，往往只有进入对的圈子，才能发光发热。张飞和关羽，就是因为进对了圈子，跟对了人，才有机会成为万人敌。

荀子云：“蓬生麻中，不扶而直。白沙在涅，与之俱黑。”杜甫曰：“在山泉水清，出山泉水浊。”一滴水，在海水里是海水，在河水里是河水，在清水里是清水，在污水里是污水，而你就是这滴水。限制一个人发展的，往往不是智商，也不是学历，而是所处的圈子。积极正能量的圈子催人上进，消极负能量的圈子使人堕落。

古语有云：“与善人君，如入芝兰之室，久而不闻其香，即与之化矣；与不善人君，如入鲍鱼之肆，久而不闻其臭，亦与之化矣。”跟什么样的人待在一起，就决定了你会成为什么样的人。跟穷人待在一起，就会变得越来越穷；跟富人待在一起，就会变得越来越富。如果你想要改变人

	<p>生，实现财富自由，就要努力靠近那些比你更优秀、更富有、更有结果的人。</p> <p>课程思政升华：激发学生学习兴趣，树立终生学习的理念</p> <p>针对学生在课堂总是忍不住看手机的情况，带领大家讨论什么是幸福？大家应该有体验，打游戏、浏览朋友圈、花边新闻只会给你一时的快感，但一周下来，一个月、一个学期这样混过去，总会后悔懊恼，没有发自内心的快乐，反而觉得空虚，当时看似吸引人之后会觉得无聊，一时爽但无意义，这不是幸福。有意义的愉悦感才是幸福，所以把时间花在应该做的有意义的事情上。这样把同学们的兴趣慢慢引导到专业知识的学习上来。</p> <p>激发学生兴趣，让大家认识到科技发展非常迅速，未来5年、10年我们的工作生活会怎样，充满好奇和期待，作为电子信息类专业的学生不应只是等着科技带来的便利，更应当参与其中，现在应该没有时间颓废、为小事痛苦烦恼，而应该热爱专业，并投入其中。同时，树立学生终生学习的理念，适时加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。</p>
分析评价	<p>该案例从讲解Z变换收敛区开始，结合孟母三迁的事例—圈子决定了的命运。激发学生的学习兴趣和兴趣，激励当代青年应加强学习，不断提高自我修养，才能实现人生价值并不负于国家和时代的重任。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-607
案例标题	基于 Matlab 的 Z 变换与逆 Z 变换
案例来源	原创案例
内容简介	序列的 Z 变换及逆 Z 变换，尽管教师在课上尽量从物理意义层面上展开讲解，但学生学习过程中不可避免地会遇到大量复杂的数学概念和计算，容易消减探索知识的兴趣。因此，课程教学中除了理论教学环节外，还需要大量的实践环节，既夯实学生的理论基础，又加强实践能力、创新精神及专业素养的培养。
关键词	Z 变换，逆 Z 变换，理论基础，实践能力
编写时间	2022-3-08
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	加强学生实践能力、创新精神及专业素养的培养
素材长度	930 个字符
案例正文	<p>知识点内容：</p> <p>一、实验目的</p> <p>(1)加深对离散系统变换域分析—Z 变换的理解。</p> <p>(2)掌握进行 Z 变换和逆 Z 变换的基本方法，了解部分分式展开法在逆 Z 变换中的应用。</p> <p>(3)掌握使用 MATLAB 语言进行 Z 变换和逆 Z 变换常用的子函数。</p> <p>二、实验涉及的 MATLAB 子函数</p> <p>1.Ztrans</p> <p>功能:返回无限长序列函数 $x(n)$ 的 Z 变换。</p> <p>调用格式:$X=Ztrans(x)$;求无限长序列函数 $x(n)$ 的 Z 变换 $X(Z)$，返回 Z 变换的表达式。</p> <p>2.iZtrans</p> <p>功能:求函数 $X(Z)$ 的 Z 反变换 $x(n)$。</p> <p>调用格式:$x=iZtrans(X)$;求函数 $X(Z)$ 的 Z 反变换 $x(n)$,返回 Z 反变换的表达式。</p>

案例正文	<p>3.syms 功能:定义多个符号对象。 调用格式:syms a b w0;把字符 a,b, w0 定义为基本的符号对象。</p> <p>4.residueZ 功能:有理多项式的部分分式展开。 调用格式:=:residueZ(b, a); 把 b(Z)/a(Z)展开成部分分式。 [b, a]=residueZ(rpc);根据部分分式的 r、p、c 数组, 返回有理多项式。 其中:b,a 为按降幂排列的多项式的分子和分母的系数数组;r 为余数数组;p 为极点数组;c 为无穷项多项式系数数组。</p> <p>三、实验内容</p> <p>1. 求下列序列的 Z 变换。</p> <p>(1) $x(n)=[(\frac{1}{2})^n + (\frac{1}{2})^n]u(n)$ (2) $x(n) = a^n$ (3) $x(n) = n$</p> <p>2. 求下列序列的逆 Z 变换。</p> <p>(1) $X(Z) = \frac{Z}{Z-1}$</p> <p>(2) $X(Z) = \frac{Z^2}{(Z-1)(Z-0.5)}$, 求其所有可能的逆 Z 变换</p> <p>四、实验程序及结果</p> <p>五、实验小结</p>
分析评价	<p>序列的 Z 变换及逆 Z 变换尽管教师在课上尽量从物理意义层面上展开讲解, 但学生学习过程中不可避免地会遇到大量复杂的数学概念和计算, 容易消减探索知识的兴趣。利用 MATLAB 软件丰富的信息处理工具箱来实现信号与系统中时域、频域和复频域中的信号计算与系统分析, 获得良好的学习效果。因此, 课程教学中除了理论教学环节外, 还需要大量的实践环节, 既夯实学生的理论基础, 又加强实践能力、创新精神及专业素养的培养。</p>
评价者	邓周虎, 教授, 西北大学

案例编号	042106-608
案例标题	时域离散信号和系统的 Z 域分析
案例来源	原创案例
内容简介	该课程推导和数学公式过多，老师在讲解时往往导致学生注意力不集中，讲课效果不理想。以小组的形式进行实验课，最后提交的报告也是以小组的形式进行提交的，让学生通过团队协作完成完整的实验内容。在完成实验项目的过程中就可以教育学生要具有严谨的科学态度、培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神。
关键词	Z 域分析，团队分工合作，新时代工匠精神
编写时间	2022-3-08
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字
育人主题	培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神
素材长度	1233 个字符
案例正文	<p>知识点内容：</p> <p>一、实验目的</p> <p>（1）掌握利用 MATLAB 绘制系统零极点图的方法；</p> <p>（2）掌握离散时间系统的零极点分析方法；</p> <p>（3）掌握用 MATLAB 实现离散系统频率特性分析的方法。</p> <p>二、离散系统零极点图及零极点分析</p> <p>1. 零极点图的绘制</p> <p>设离散系统的系统函数为：$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$</p> <p>则系统的零极点可用 MATLAB 的多项式求根函数 roots()来实现，调用格式为：$p = \text{roots}(A)$;</p> <p>其中 A 为待求根多项式的系数构成的行矩阵，返回向量 p 则是包含多项式所有根的列向量。</p> <p>如多项式为 $B(z) = z^2 + \frac{3}{4}z + \frac{1}{8}$，则求该多项式根的 MATLAB 命令为：</p>

案例正文	<p> $A=[1 \ 3/4 \ 1/8];$ $P=\text{roots}(A)$ 运行结果为: $P =$ -0.5000 -0.2500 </p> <p> 需注意的是, 在求系统函数零极点时, 系统函数可能有两种形式: 一种是分子、分母多项式均按 z 的降幂次序排列; 另一种是分子、分母多项式均按 z^{-1} 的升幂次序排列。这两种方式在构造多项式系数向量时稍有不同。 </p> <p> (1) $H(z)$ 按 z 的降幂次序排列: 系数向量一定要由多项式最高次幂开始, 一直到常数项, 缺项要用 0 补齐; 如: $H(z) = \frac{z^3 + 2z}{z^4 + 3z^3 + 2z^2 + 2z + 1}$ </p> <p> 其分子、分母多项式系数向量分别为 $A=[1 \ 0 \ 2 \ 0]$、$B=[1 \ 3 \ 2 \ 2 \ 1]$。 </p> <p> (2) $H(z)$ 按 z^{-1} 的升幂次序排列: 分子和分母多项式系数向量的维数一定要相同, 不足的要补 0 补齐, 否则 $z = 0$ 的零点或极点就可能被漏掉。如: $H(z) = \frac{1 + 2z^{-1}}{1 + \frac{1}{2}z^{-1} + \frac{1}{4}z^{-2}}$ </p> <p> 其分子、分母多项式系数向量分别为 $A=[1 \ 2 \ 0]$、$B=[1 \ 1/2 \ 1/4]$。 </p> <p> 用 $\text{roots}()$求得 $H(z)$ 的零极点, 在 MATLAB 工具箱中, zplane 函数绘制零、极点图, 其调用函数为: $\text{zplane}(B,A)$, B 和 A 分别为分子、分母多项式系数向量。 </p> <p> 例绘制 $H(z) = \frac{3z^3 - 5z^2 + 10z}{z^3 - 3z^2 + 7z - 5}$ 函数的零极点。 </p> <p> 解: MATLAB 命令如下 </p> <p> $A=[1 \ -3 \ 7 \ -5];$ $B=[3 \ -5 \ 10 \ 0];$ $\text{zplane}(B,A);$ </p>
------	--

	<p>2. 离散系统零极点分析</p> <p>(1) 离散系统零极点分布与系统稳定性</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 时域条件：离散系统稳定的充要条件为 $\sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n) < \infty$，即系统单位样值响应绝对可和； ● Z 域条件：离散系统稳定的充要条件为系统函数 $H(z)$ 的所有极点均位于 Z 平面的单位圆内。 <p>(2) 绘出系统的零极点图，然后根据极点的位置判断系统的稳定性。</p> <p>三、实验内容</p> <p>绘制如下系统函数的零极点，根据零极点图判断系统的稳定性；</p> <p>(1) $H(z) = \frac{3z^3 - 5z^2 + 10z}{z^3 - 3z^2 + 7z - 5}$</p> <p>(2) $H(z) = \frac{1 - 0.5z^{-1}}{1 + \frac{3}{4}z^{-1} + \frac{1}{8}z^{-2}}$</p> <p>四、实验程序及结果</p> <p>五、实验小结</p>
分析评价	<p>工科的理论课程多数以教师的讲解为主，学生作为知识的接受方一直处于被动的地位，如果教师讲授时理论推导和数学公式过多，往往导致学生注意力不集中，且讲课效果不理想，学生仅仅记住了结论。以小组的形式进行实验课，最后提交的报告也是以小组的形式进行提交的。让学生通过团队协作完成完整的实验内容。在完成实验项目的过程中就可以教育学生要具有严谨的科学态度、培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-609
案例标题	含噪语音信号的滤波器设计专题研讨
案例来源	原创案例
内容简介	通过开展基于问题驱动的研究性教学专题研讨，使学生具备将所学理论知识与具体工程实践相结合的思维方式，培养其提出问题、分析问题和解决问题的能力；通过这种方式，让每名同学都有充分发挥自己优势和展现自己能力的机会，从而调动学生的主观能动性，让他们能更加积极地投入到课堂中。通过理论联系实际，增强学生的集体荣誉感和团队协作精神。
关键词	滤波器设计，问题驱动的研究性教学，团队协作
编写时间	2022-3-08
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字，图片
育人主题	培养其提出问题、分析问题和解决问题的能力，同时也培养学生良好的团结协作精神
素材长度	1097 个字符
案例正文	<p>知识点内容：</p> <p>一、设计目的</p> <p>通过该设计的训练，巩固和扩展学生所学的基本理论和专业知识，培养学生综合运用所学知识技能分析和解决实际问题的能力，培养学生实事求是的科学态度和严谨求实的工作作风。进一步训练和提高学生分析问题、解决问题的能力 and 技巧。</p> <p>二、设计内容</p> <p>(1) MATLAB 的使用，掌握 MATLAB 的程序设计方法；</p> <p>(2) 利用 Windows 下的录音机，录制一小段不超过 20s 的.wav 格式</p> <p>(3) 在 Matlab 软件平台下，利用函数对语音信号进行采样，对语音信号进行时域、频域分析的表达式；</p> <p>(4) 在 Matlab 软件平台下，利用函数对语音信号进行采样，对语音</p>

案例正文

信号进行时域、频域分析的表达式；

(5) 添加噪声形成混合语音信号；

(6) 分别设计合适的 IIR 滤波器和 FIR 滤波器，对混合语音信号进行滤波；

(7) 通过时域图、频域图比较滤波前后语音信号的波形及频谱，再通过语音比较滤波前后语音。利用 MATLAB 对语音信号进行时域和频谱分析。

三、设计要求

专题研讨结合实际情况进行设计，按照内容难易程度分级设置，既有基本原理的简单应用，又有知识提升的综合应用，还包含高阶性、创新性和挑战性的内容。教师提前准备好电阻、电容、面包板等器件，课上以小组为单位分发元器件，小组成员分工进行理论分析设计和实践操作，设计不同类型的滤波器以滤除混杂着噪声的音频信号。此项成绩以小组整体水平评定，小组成员之间的分工和合作显得更加重要。

四、分组讨论



图 1 小组讨论 (1)



图 2 小组讨论 (2)

五、设计报告

六、PPT 汇报



图 3 PPT 汇报 (1)



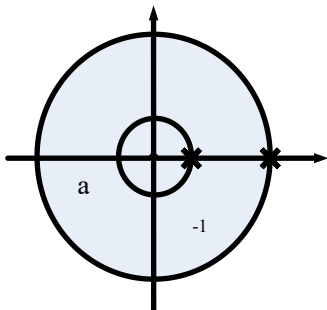
图 4 PPT 汇报 (2)

分析评价	<p>加强实践教学环节，通过开展基于问题驱动的研究性教学专题研讨，使学生具备将所学理论知识与具体工程实践相结合的思维方式，培养其提出问题、分析问题和解决问题的能力，同时也培养学生良好的团结协作精神。此专题综合考查学生问题分析、信息整合、团队合作等方面的能力和素质。通过这种方式，让每名学生都有充分发挥自己优势和展现自己能力的机会，从而调动学生的主观能动性，让他们能更加积极地投入到课堂中。通过理论联系实际，增强学生的集体荣誉感和团队协作精神。</p>
评价者	邓周虎，教授，西北大学

案例编号	042106-610
案例标题	逆 Z 变换一部分分式展开法
案例来源	原创案例
内容简介	讲解序列的逆 Z 变换一部分分式展开法开始，通过给出不同的收敛区，可以得到不同的逆 Z 变换的结果，引入前苏联宇航员加加林注重细节的故事，告诫学生要注重细节，养成良好的个人素养。
关键词	逆 Z 变换、收敛区、注重细节；
编写时间	2022-1-28
编者	张娜，讲师，电子信息与电气工程学院
素材形式	文字、图片
育人主题	注重细节、养成良好的个人素养；
素材长度	字符
案例正文	<p>知识点内容：逆 Z 变换一部分分式展开法</p> <p>序列 $x(n)$ 的 Z 变换定义为：$X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n} \quad (1)$</p> <p>序列的逆 Z 变换定义为：$x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_c X(Z)Z^{n-1} dz \quad (2)$</p> <p>直接使用 (2) 式围线积分来计算是困难的，采用部分分式展开法。根据 Z 变换的特性：</p> $\begin{aligned} a^n u(n) &\leftrightarrow \frac{1}{1-aZ^{-1}} = \frac{Z}{Z-a} \quad Z > a \\ -a^n u(-n-1) &\leftrightarrow \frac{1}{1-aZ^{-1}} = \frac{Z}{Z-a} \quad Z < a \end{aligned} \quad (3)$ <p>所以在给定的收敛域内，把展成以下部分分式形式。然后再用上面的特例，进行线性叠加即可完成逆 z 变换。</p> <p>例：已知 $X(Z) = \frac{1-a^2}{(1-az)(1-az^{-1})}$ $a < 1$，求出对应的各种可能的序列表达式。</p>

$$\text{解: } X(Z) = \frac{1-a^2}{(1-az)(1-az^{-1})} \quad |a| < 1$$

两个极点 $z = a$ 和 $z = a^{-1}$ ，如下图所示：



此处注意引导学生思考“做 Z 变换时，不同的收敛区有可能会得到相同的 Z 变换”，因此需要分类讨论：

将 $X(Z)$ 的收敛域分成三个部分。

$$|z| > a^{-1} : x(n) = [a^n - a^{-n}]u(n)$$

$$|z| < a : x(n) = [a^{-n} - a^n]u(-n-1)$$

$$a < |z| < a^{-1} : x(n) = \begin{cases} a^{-n} & n < 0 \\ a^n & n \geq 0 \end{cases} = a^{|n|}$$

结论： Z 变换与逆 Z 变换公式互为可逆，已知序列的时域表达式，通过 Z 变换表达式得其复频域表达式及其收敛域，反之亦成立。

课程思政升华：注重细节，养成良好的个人习惯！

天下大事，必作于细——老子。

解决难事要从还容易解决时去谋划，做大事要从细小处做起。天下的难事都是从容易的时候发展起来的，天下的大事都是从细小的地方一步步形成的。

事件引入：前苏联宇航员加加林的故事

上个世纪，前苏联宇航员加加林乘坐“东方”号宇宙飞船进入太空遨游了一百零八分钟，成为世界上第一位进入太空的宇航员。加加林在二十多名宇航员中，之所以能脱颖而出，起决定作用的是一个偶然事件。

原来，在确定人选前一个星期，主设计师罗廖夫发现，在进入

飞船前，只有加加林一人脱下鞋子，只穿袜子进入座舱。就是这个细节使加加林一下子赢得了罗廖夫的好感，他感到这个二十七岁的青年如此懂得规矩，又如此珍爱他为之倾注心血的飞船，于是主设计师决定让加加林执行这次飞行。

加加林的成功从脱鞋开始！这看似偶然的事件，却蕴涵一种必然，它不仅是一个人素养的体现，更是一个人品质的折射。小事不小，做好小事更不小。



告诫学生：学习生活中，要养成注重细节的习惯。例如书写毕业论文，必须按照学校要求的格式规范进行书写；进入工作岗位时，必须按照规定的生产流程进行工作。

分析评价 该案例在讲解逆 Z 变换的方法：部分分式展开法时，引申到学生在实际的生活学习中要注重细节，养成良好的个人习惯。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。

评价者 邓周虎，教授，西北大学