



## 课程基本情况

- 课程名称：信号与系统A
- 英文名称：Signals and Systems - A
- 课程编号：INFT2007
- 学时学分：总学时68，其中授课60学时、实验8学时；4学分。
- 先修课程：数学分析或高等数学、复变函数与积分变换、电路
- 选用教材：刘树棠译，信号与系统-第二版，西安交通大学出版社，1998。
- 教学网址：<http://202.117.16.30/jpkc/xhyxtA>  
<http://jgzhang.gr.xjtu.edu.cn>
- 考核成绩：期末考试成绩+实验成绩+作业（考勤）成绩
- 答疑安排：时间？地点-西一楼605
- 纪律要求：手机？私语？
- 办公地点：西一楼605
- 办公电话：82668714



# 信号与系统A

## Signals and Systems

### 绪论

张建国

西安交通大学  
电子与信息工程学院

2015年 3月 24日



## 课程的地位、目标、主要参考书目

信号与系统是电气电子信息类各专业的核心课程。

**课程目标：**掌握信号与系统分析的基本概念、基本理论与分析方法，灵活应用所学习的理论与方法解决各种相关的问题。

**课程特点：**研究信号与线性系统的一般理论，内容抽象。

**主要参考书目：**

- A.V.Oppenheim, A.S.Willsky with I.T.Young. "Signals and Systems." Prentice-Hall. Inc. 1997.
- 吴湘淇，《信号、系统与信号处理》，电子工业出版社，1996。
- 郑君里、杨为理，《信号与系统》，清华大学出版社，1999。
- 管致中、夏恭恪，《信号与线性系统》，人民教育出版社，1983。
- 吴大正，《信号与线性系统分析》，高等教育出版社，1998。
- 阎鸿森、王新风、田惠生，《信号与线性系统》，西安交通大学出版社，1999。



## 课程内容及学时安排

章次	内容	学时
	绪论	1
第1章	信号与系统	5
第2章	线性时不变系统	5
第3章	周期信号的傅里叶级数表示	5
第4章	连续时间傅里叶变换	4
第5章	离散时间傅里叶变换	4
第6章	信号与系统的时域和频域特性	4
第7章	采样	6
第8章	通信系统	4
第9章	拉普拉斯变换	6
第10章	z变换	6
	习题课	8
	总复习	2
总计		60





## 绪论主要内容

- ① 无处不在的信号与系统
- ② 信号与系统相关应用的示例及其感受
- ③ 信号与系统的分类及本课程涉及的范围
- ④ 本课程的任务和地位
- ⑤ 如何才能学好该课程



## 日常生活中的信号与系统

信号与系统的概念出现在范围相当广泛的各种领域，信号与系统的思想在很多科学技术领域起着很重要的作用。如：通信、航空航天、电路设计、生物工程、声学、地震学、语音和图象处理、能源产生与分配、化工过程控制、工业自动化，管理和经济学等等。

虽然在不同领域所表现出的信号与系统的物理性质不同，但有两个基本点是共同的，即：

- ① 信号总是作为一个或几个独立变量（自变量）的函数而出现，并携带着某些物理现象或物理性质的相关信息。
- ② 系统总会给定的激励信号作出响应，产生另一个信号或另外的几个信号。

**问题：**信号、系统的确切定义？



## 信息时代

**绪论要解决的问题：**

- 本课程要研究的问题是什么？
- 本课程的任务和地位。
- 为什么要学习该课程？
- 怎样才能学好该课程？

**人类的社会活动离不开交流（Communication）。**

**信息时代的特征：**

用信息科学和计算机技术的理论和手段来解决科学、工程和经济问题。

**信息活动是指：**

信息的获取、交换、传输、处理、存储、再现、控制与利用等。

**一切信息活动都离不开系统的作用。** 信号与系统是信息活动中不可回避的两个概念。



## 消息、信息与信号的概念

按一定规则组织起来的约定符号称为**消息(Message)**。我们每天都会收到各种各样的**消息**（如短信、微信、新闻），消息可以以多种方式（如语言、文字、图画、数据、符号等）传播。消息的形式并不重要，重要的是消息中尚不知道的那部分知识，称为**信息**。

**信息 (Information)：**是指存在于客观世界的一种事物形象，一般泛指消息、情报、数据、指令等有关周围环境的知识。凡是物质的形态、特性在时间或空间上的变化，及人类的各种社会活动都会产生信息。人类通过自己的感觉器官从客观世界获取各种信息。**信息是对消息中的不确定性的度量。**（信息是可度量的，信息论）

消息一般不便于**高速度、高效率地远距离传输**和有效的处理，因此往往需要将消息转变成便于传输和处理的**信号 (Signal)**。

信号作为消息的载体，也是消息的表现形式。通常表现为随时间变化的物理量，如：声、光、电等等。

在各种信号中，电信号是最便于存储、传输、处理与再现的，因而也是应用最广泛的。电信号是本课程的主要研究对象。



## 系统的概念

要产生信号并对其进行传输、处理、存储和再现都需要一定的物理装置，这种装置常称为系统。

从一般意义上讲，**系统**是由若干相互作用和相互依赖的事物组合而成的具有特定功能的整体。它是一个非常广泛的概念。系统可以是物理的，也可以是非物理的。

系统可以很简单，也可以很复杂。例如：一个RC电路是一个系统，一架照相机、电视机、汽车、输电网、交通网、计算机网络、通信网、导弹防御控制系统等都是物理的系统；一个政府的经济决策支持过程、企业的管理调控体系、国家的司法体系、金融财政体系也是一个系统，只不过是而非物理的系统。

系统的基本作用是对输入信号进行加工和处理，将其转换为所需要的输出信号。信号的概念与系统的概念常常紧密地联系在一起。



## 系统辨识与系统设计

**系统辨识**：研究系统对给定输入信号所产生的输出响应。

石油勘探时，常采用人工地震的方法，即在地面上埋好炸药包，放上一个探头，把炸药引爆，探头就可以接受到地下不同层间界面反射回来的声波，从而探测出地下油矿。

信道估计是系统辨识的又一个典型应用。

**系统设计**：使给定输入信号经过系统后，其输出响应符合人们的希望或要求。

受噪声污染的信号的噪声滤除与信号恢复：如语音信号和图象信号的过滤与恢复（增析和恢复）。

信号的参数估计：如从心电图信号提取心率，从历史经济数据分析经济发展周期等。



## 信号设计、系统的反馈和控制

**信号设计**：设计具有某些特别性质的信号。

在通信应用中，相当大的注意力是放在设计信号上以满足可靠传输所提出的限制和要求。

通信信号的设计还必须考虑在经由大气层传输引起的失真和由其他用户发射的其它信号的干扰同时存在的条件下可靠接收的问题。

**系统的反馈和控制**：改变或控制某一已知系统的性能。

如：飞机自动驾驶仪的设计和计算机控制系统。飞机控制系统利用测得的飞行速度、高度和航向等这些信号来调节油门大小、方向舵和副翼的位置等这样一些变量，以保证飞机沿着指定的航线平稳地飞行并增强对驾驶员命令的反应程度。本例中，由传感器测得的信号被回授并用于调节一个系统的响应特性，称之为反馈。

以上只是信号与系统概念极为广泛应用的几个方面。这些概念的重要性不仅来自于它们存在于各种各样的现象和过程中，而且也由于这一整套概念、分析技术和方法论一直是并仍在继续不断地发展着以用来解决涉及各种信号与系统方面的问题。



## 一维信号与多维信号、确知信号与随机信号

**一维信号与多维信号**：

数学表达式来看，信号可以表示为一个或多个变量的函数，称为一维或多维函数（信号）。如语音信号是一维信号、图像信号是二维信号。本课程只研究一维信号，且自变量多为时间。

**确知信号与随机信号**：

如果信号可以表示为一个或几个自变量的确定函数，我们就称该信号为**确知信号**，如正弦信号。

如果信号不是自变量的确定函数，即对任意给定的自变量，信号值并不确定，只可能知道它的统计特性，如在某时刻取某一数值的概率，这类信号被称为**随机信号**或不确定信号。如电子系统中的热噪声如随机信号。

确知信号不能用于信息交换，尽管如此，对确知信号的研究仍然是基本的，也是重要的，它是研究随机信号的基础。本课程只讨论确定信号，随机信号在后续的研究生课程中讨论。



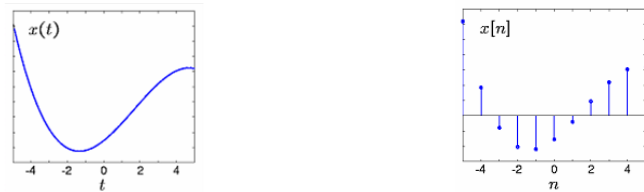
## 连续时间信号与离散时间信号

信号按照自变量（时间）的取值是否连续可以分为**连续时间信号**与**离散时间信号**。它们是自然界中客观存在的两大类信号。

连续时间信号是指自变量（时间）的取值是连续的。信号本身可以有不连续点（间断点）。

离散时间信号是指自变量（时间）只取整数值的信号。其本质上是一串有序的数值，因此也称为序列。其信号值可以在实数域内取值。

我们可以对离散时间信号的信号值进行量化，将量化后的离散时间信号称为**数字信号**。



## 本课程涉及的范围

长期以来，连续时间信号与系统在物理学、近代电路理论、通信系统等方面有很深的渊源。而离散时间信号与系统方法却在数值分析、统计学以及与经济学、人口统计学有关的数据分析、时间序列分析中有很深的根基。

这两类信号与系统的描述有着明显的不同，导致了两种并行的信号与系统分析范畴。在相当长的时间内，两者的研究和发展都是独立进行的。

实际上，二者在概念上是戚戚相关的。随着计算机、集成电路、数字技术的发展，用时间采样本来表示和处理连续时间信号，显示出越来越多的优点，促使这两大类信号与系统分析的理论与方法越来越紧密地交织在一起。本书已并行的方式讨论这两种类型的信号与系统。

本课程研究的对象是：连续时间信号；离散时间信号；线性时不变系统（Linear Time-Invariant Systems, LTI系统），既包括连续时间LTI系统，也包括离散时间LTI系统。本课程将并行地讨论这两大类信号与系统的分析。



## 系统的分类

连续时间系统：输入信号与输出信号都是连续时间信号的系统。

离散时间系统：输入信号与输出信号都是离散时间信号的系统。

依据系统自身的特性可将系统划分为：

- 线性系统与非线性系统
- 时变系统与时不变系统
- 瞬时系统与动态系统（无记忆系统与记忆系统）
- 因果系统与非因果系统
- 可逆系统与不可逆系统
- 稳定系统与不稳定系统

根据系统的输入输出个数，系统可以分为：单输入单输出系统（SISO），单输入多输出系统（SIMO），多输入单输出系统（MISO），多输入多输出系统（MIMO）。



## 本课程的任务

围绕确定性信号与线性时不变系统

- 以信号分解为核心思想，研究确定性信号的分析方法。  
信号分析的方法：时域分析；频域分析；变换域分析（s域和z域）；  
基本信号： $\delta(t)$ ,  $\delta(n)$ ,  $e^{j\omega t}$ ,  $e^{j\omega n}$ 等（分析和变换的基底）；  
其他常见的典型信号单元： $\cos(\omega t + \theta)$ ,  $\cos(\omega(n-l))$ ,  $e^{-at}$ 等。
- 以信号分析为基础，建立分析LTI系统的相应方法。  
LTI系统分析方法：时域分析；频域分析；其他变换域分析；  
系统的因果性、线性、时不变性等。
- 在以上基础上，初步掌握信号、系统以及信号通过系统的分析与设计方法。



## 本课程在后续课程中的重要性

“信号与系统”是电气与电子信息类各专业本科生继“电路”或“电路分析基础”课程之后必修的重要主干课程。

通过本课程的学习，使学生掌握信号分析与线性系统分析的基本概念、基本理论及分析方法；能对工程实际中应用的简单系统建立数学模型，并能理解和掌握求解系统的思路、原理和方法。同时，通过习题和实验，学生应在分析问题与解决问题的能力及实践技能方面有所提高。

该课程是学习《数字信号处理》、《现代通信原理》、《自动控制理论》、《模拟电子技术》（又称《低频电子线路》）、《通信电子电路》（又称《高频电子线路》）、《电磁场与微波》、《随机信号分析》等后续课程所必备的基础。



## 学习方法

**着重物理概念的理解，不要盲目计算（理解概念、融会贯通）**

工科课程的学习应侧重于理解数学公式与实际物理过程的关系，不要简单硬背什么数学公式，如果不能理解的数学公式，而只是死背下来，那你还是不会灵活使用，也就是说你还是没有学到手呀！

**认真做好相关的教学实验**

在实验中更好地理解相关概念和理论，举一反三。

**认真地完成一定数量的习题（多做多练、掌握方法）**

按照1: 3的比例投入课外学时，用于复习课程内容，完成习题及阅读相关的教学参考书；完成习题的过程也是辅助理解和熟悉数学工具的过程。同一问题可有多种解法，应在掌握基本解法的基础上，寻找最简单、最合理的解法。

**充分利用答疑时间**

答疑是教师和学生难得的交流机会，学生可以借此解决一些疑难问题，教师也可以借此了解学生的接受情况。



## 作业与考勤

### 作业

- 准备两个作业本，轮流交（1号本做单周作业，2号双周）。
- 要有主要过程，不能只写结果。
- 按次布置，每堂课布置一次作业，一次的作业做在一起，便于批改，谢谢！
- 作业分单/双号改，但都要交。
- 缺交1/3以上，不得参加考试，记缺考。
- 与其它课比，作业量偏大，不练难以掌握。
- 作业占总成绩10%。

### 考勤

- 因事因病请假不应超过1/3学时。
- 无故旷课6学时以上。

