

# 数字信号处理

## 课程介绍

李岳: [liyue80@nankai.edu.cn](mailto:liyue80@nankai.edu.cn);  
计算机楼 Office 565-2

2024-9-3

1

# 数字信号处理课程脉络（历史时间线）

★ 收藏 | 5560 | 1028

## 数字电路（进行算术和逻辑运算的电路）

编辑 11 讨论

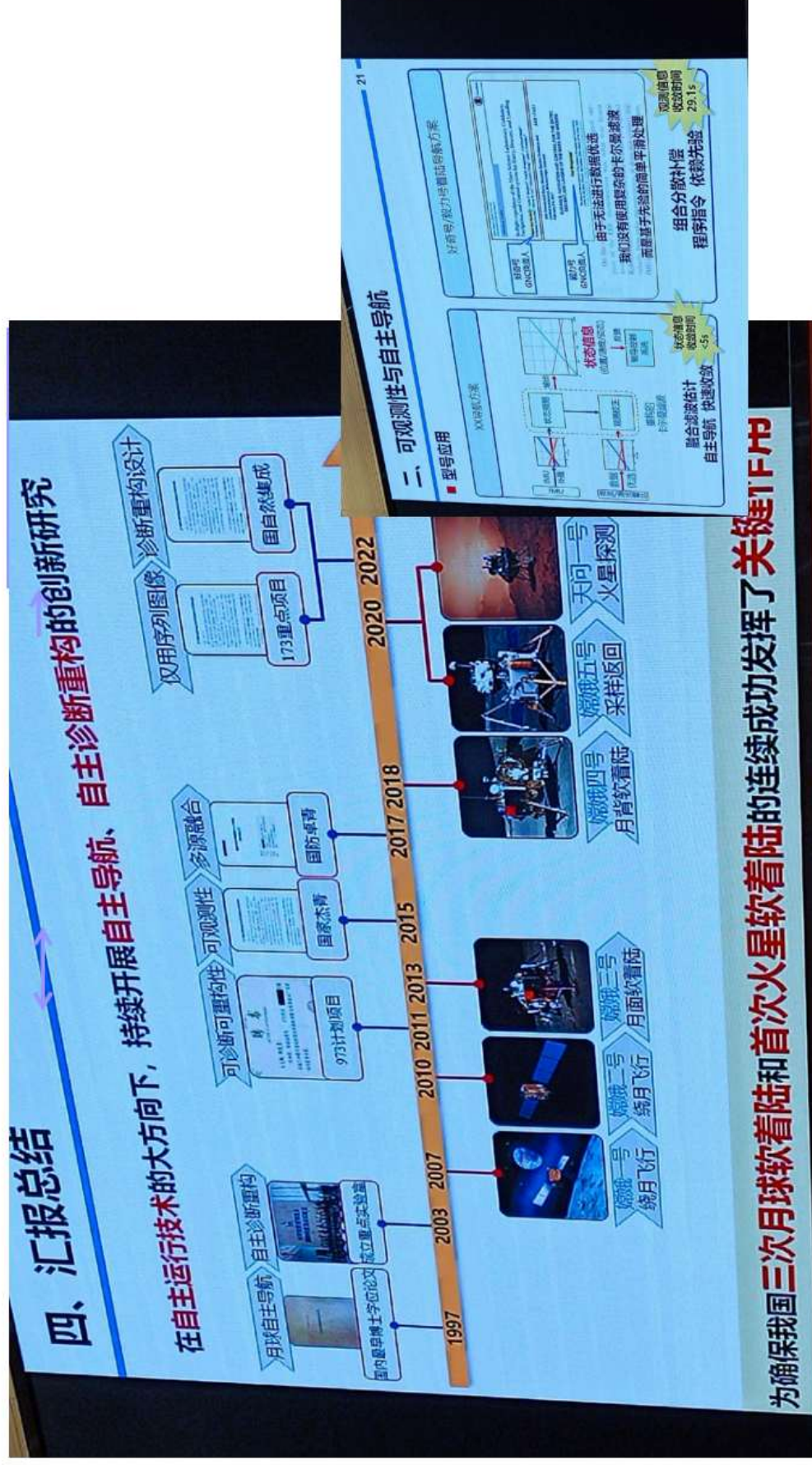
用数字信号完成对数字量进行算术运算和逻辑运算的电路称为数字电路，或数字系统。由于它具有逻辑运算和逻辑处理功能，所以又称数字逻辑电路。现代的数字电路由半导体工艺制成的若干数字集成电路器件构成。逻辑门是数字逻辑电路的基本单元。存储器是用来存储二进制数据的数字电路。从整体上看，数字电路可以分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两大类。



2024-9-3

2

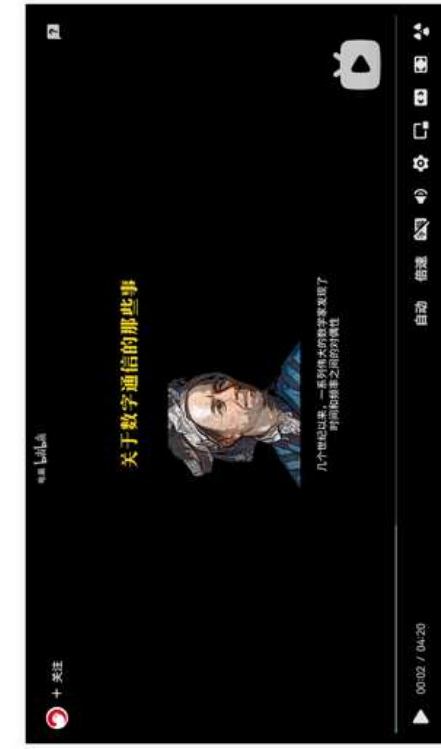
# 数字信号处理在不同专业体系中的作用





# 数字信号处理在不同专业体系中的作用（2）

数字信号处理 ↔ 数字通讯原理



2024-9-3

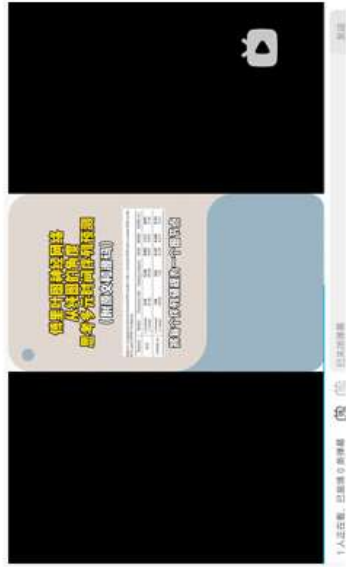
4

# 数字信号处理在不同专业体系中的作用（3）

时序处理

数字信号处理 ↔

卷积



1人正在看，已播放4条弹幕



2024-9-3

【KAN网络】非线性空间美学的崛起，傅里叶级数转世泰勒展开重生

2.0万 74 2024-05-18 12:30:24



5

# 计算机专业中数字信号处理内容取舍

## ■作为计算机学院开设的课程:

- 部分前导课程是没有学过的（例如模拟电路、模电分析）
- 有些硬件、电路相关的内容很大程度上使用不到
- 部分知识点需要额外强化（为了和后续课程结合）

## ■我们会对本课进行适当的取舍、强化

- 影响课程教材的选取
- 影响课程知识点的分布
- 影响授课的节奏
- 影响授课的难度

2024-9-3

6

# 数字信号处理课程认知：基础名词解释（1）

## ■ 数字信号处理

- 称呼：名字较长，通常简称数字信号
- 英文：Digital Signal Processing, DSP（常用简称）

## ■ 概念切分

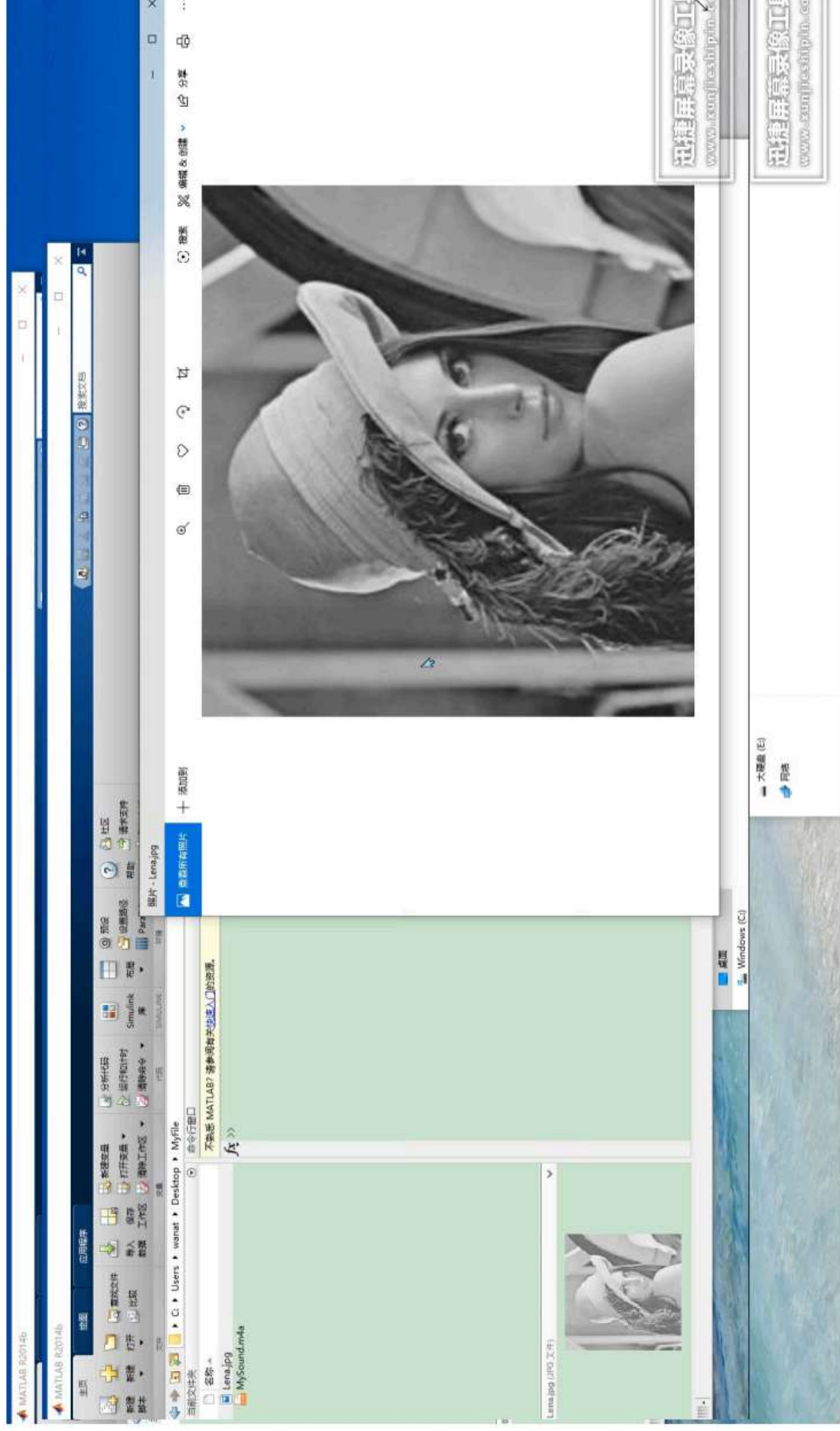
- 信号：（一维）信号是具有时间标注，前后高度关联性的连续数据
- 数字信号就是离散化的信号（离散、数字化的概念我们后面讲解）

2024-9-3

7



# 数字信号处理课程认知：基础名词解释（2）



2024-9-3

8



# 数字信号处理的授课内容：基础名词解释（3）

- 处理：使用**相对简单**的方法**处理**数字信号
  - 简单算法例如：加减乘除、平移等
  - 处理与分析的不同：**分析是长时间、深度的理解**，引申出模式识别、人工智能、**CV**等复杂领域；而处理带有简单、快速的意义
  - 原因：**DSP**来自于基础电路，不支持太大的运算量（**FPGA**）
- 系统：为了一个较为复杂的目的将众多简单算法**集成到一起**

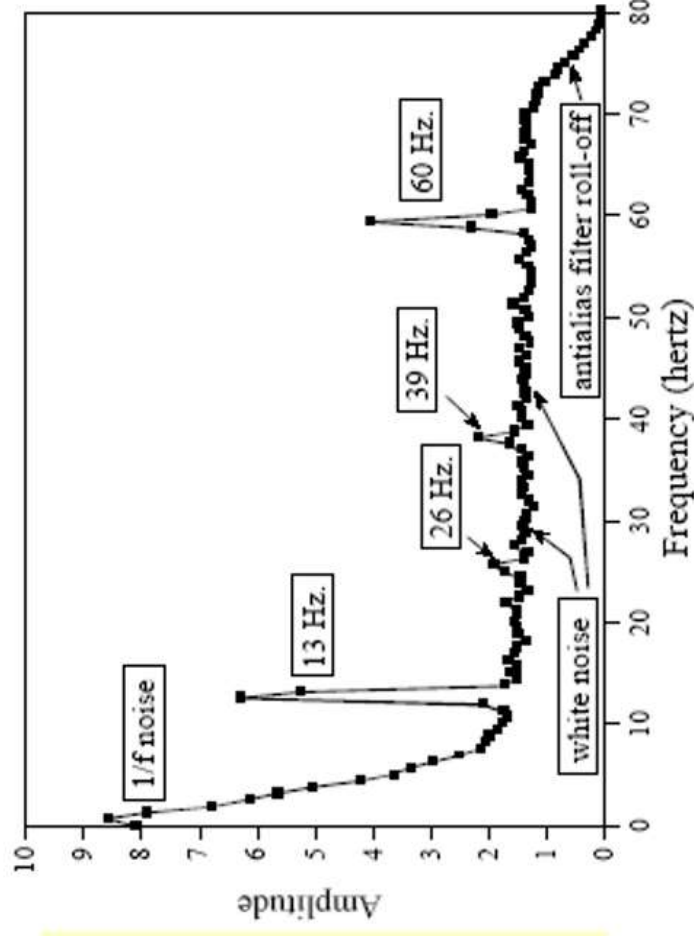
2024-9-3

9

# 数字信号处理课程认知：课程核心知识点（1）

- 时域上的信号
- 时域上的处理
- 时域上的系统认知
- 频域的变化
- 频域的处理
- 频域上的系统认知
- 系统认知（进阶）
- 滤波器（高级系统）

## 时域信号相关 知识点



2024-9-3

## 数字信号处理课程认知：课程核心知识点（2）

- 如果传统DSP教科书内容有10分的话，那么
- 时域上的信号、处理、系统认知 占2分
- 频域的变化手段、频域的认知 占2分
- 频域上的系统认知 占1分
- 系统认知（进阶） 占2分
- 滤波器（高级系统） 占3分

2024-9-3

11

# 数字信号处理课程认知：本课程涵盖核心知识

- 时域上的信号、处理、系统认知 占3分
- 频域的变化手段、频域的认知 占3分
- 频域上的系统认知 占2分
- 滤波器（高级系统） 占2分

2024-9-3

12



50萬圖書 每滿100減50

希望重啟

圖書 > 教材 > 研究生/本科/專科教材 > 工學 > 離散時間信號處理 (原書第3版 精编版)

当当自营 离散时间信号处理 (原书第3版 精编版)

作者:[美]艾伦V.奥本海姆 (Alan V. Oppenheim) 等 出版社:机械工业出版社 出版时间:2017年04月

★★★★★ 60条评论

当前价 降价通知

¥91.60 (7.7折)

定价¥119.00

促销

电子书加价购

+8.4元换购《多元统计分析与SPSS应用(第二版)》作者1: 汪冬华

① 促销不可多选, 请在购物车选择该单品能享受的促销



分享 送银铃铛9 收藏商品(26人气)

配送至 天津市和平区 有货 满49元免运费

服务 由“当当”发货, 并提供售后服务。 15:45前完成下单, 预计2月25日(周二)可送达

关联商品 基于计算机的方法(第四版)(英文版)

通信原理 第6版-学习辅导与考研指导

离散时间信号处理 通信原理大学教程

1 + -

加入购物车

立即购买

## 参考书说明：重要

### ■评教反馈：没有教材？ 2

- 本课程有清晰的教材书，80%的内容在**一本教材**出现，几乎95%内容（除开拓展）在**2本教材**的“**并集**”出现。
- 但是将教材的顺序做了调整。
- 后面是详细说明

2024-9-3

14

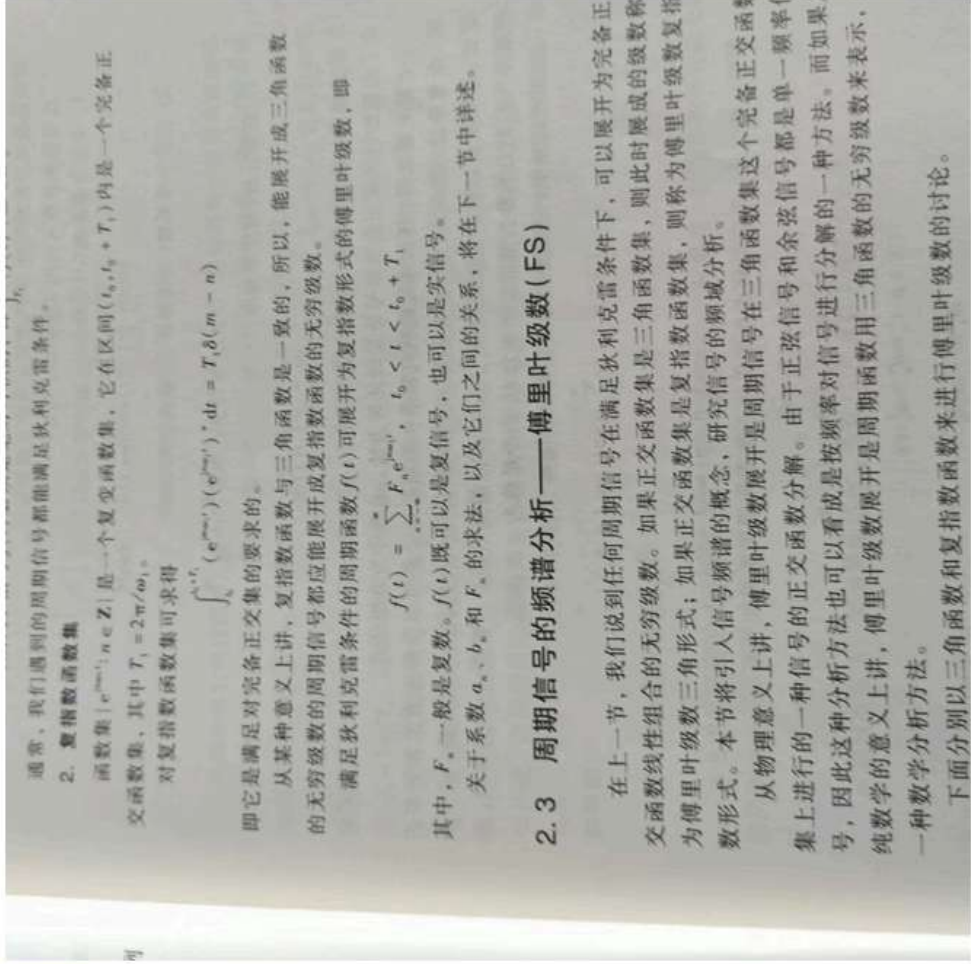


2024-9-3

15



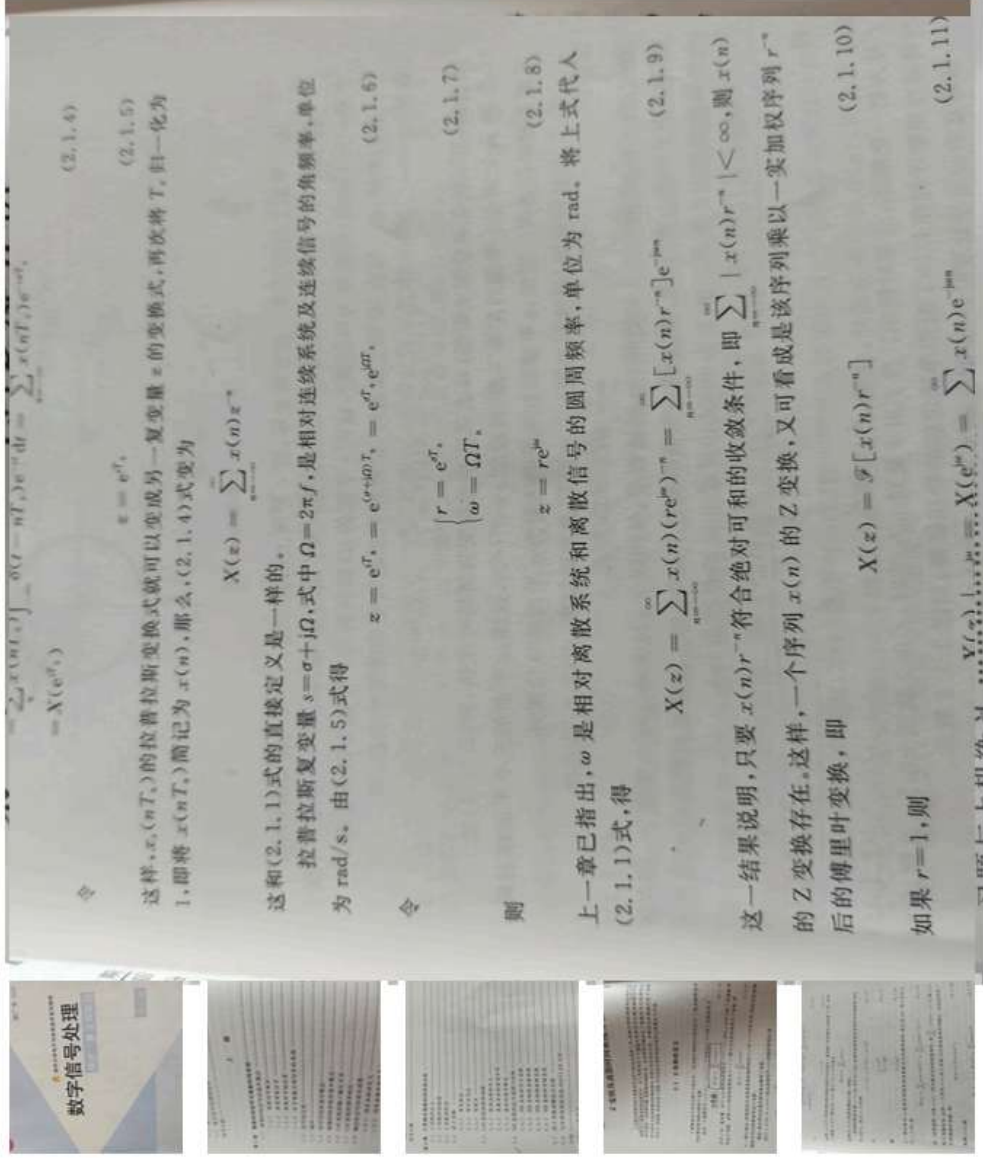
# 参考书说明：教材的深浅和安排不同



2024-9-3

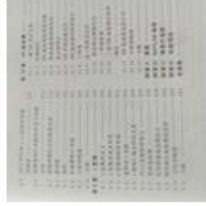
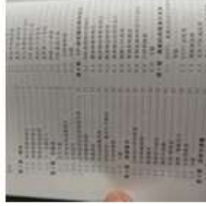


# 参考书说明：教材的深浅和安排不同



2024-9-3

# 参考书说明：教材的深浅和安排不同



自由空间通信信道的这种共享称为频分复用。

### 3.3 频谱操作

在信号处理中，通常使用时域操作来处理信号。频谱表示的优点之一是对信号  $x(t)$  的时域操作常常导致对频谱非常简单的改变。由于频谱由一组频率/复振幅对  $S = \{(f_s, a_s)\}$  组成，因此当在时域中对信号  $x(t)$  进行操作时，可以改变频率  $(f_s)$  或复振幅  $(a_s)$  或两者都改变。时域操作和频谱变化之间的对应性通常称为频谱表示的性质。本节给出了频谱性质的几个例子。

#### 3.3.1 缩放或加常量

将信号乘以一个比例因子(即  $yx(t)$ )相当于将其频谱中的所有复振幅乘以相同的比例因子( $\gamma$ )

$$\gamma x(t) = \gamma \sum_{s=-M}^M a_s e^{j2\pi f_s t} = \sum_{s=-M}^M (\gamma a_s) e^{j2\pi f_s t}$$

但保持所有频率不变。另一方面，信号与常数相加(即  $x(t) + c$ )仅在一个频率点( $f=0$ )处改变复振幅。下式表明新的 DC 值为  $a_0 + c$ 。

$$x(t) + c = \sum_{s \neq 0} a_s e^{j2\pi f_s t} + \underbrace{a_0 e^{j2\pi(0)t}}_{\text{新复振幅}} + c$$

如果  $x(t)$  的频谱没有 DC 分量( $a_0 = 0$ )，则与  $c$  相加将在  $f=0$  处产生新的频谱线，因此  $(0, c)$  对现在将包括在频谱集中。

图 3-9 表示了  $y(t) = 2x(t) + 6$  情况下的操作，其中信号为：

$$x(t) = \frac{3}{2} + 6\cos(6\pi t - \pi/3) + 4\cos(14\pi t + \pi/4)$$

$x(t)$  的频谱如图 3-9a 所示，并且  $y(t)$  的频谱如图 3-9c 所示。从图 3-9a 可以看出， $f = \pm 3$  和  $\pm 7$  处的复振幅加倍。它是一个仅在 DC 分量的信号，其频谱如图 3-9b 所示。因此  $y(t)$  的频谱中的 DC 分量为  $2 \times 1.5 + 6 = 9$ 。

# 参考书目. 教材的深浅和安排不同

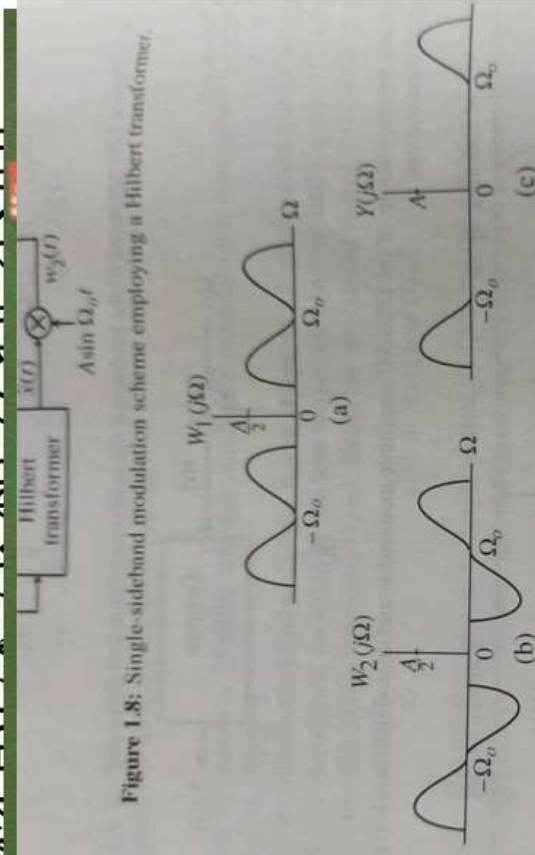
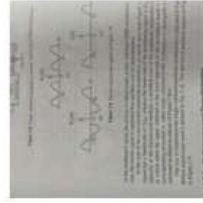


Figure 1.8: Single-sideband modulation scheme employing a Hilbert transformer.

Figure 1.9: Spectra of pertinent signals in Figure 1.8.

in the modulated signal, the process is called simply *double-sideband (DSB) modulation*. end, the carrier signal is separated first and then used for demodulation.

In the case of the conventional amplitude modulation, as can be seen from Figure 1.4, signal has a bandwidth of  $2\Omega_m$ , whereas the bandwidth of the modulating signal is  $\Omega_m$ . capacity of the transmission medium, a modified form of the amplitude modulation is in which either the upper sideband or the lower sideband of the modulated signal is the corresponding procedure is called *single-sideband (SSB) modulation* to distinguish it from the double-sideband modulation scheme of Figure 1.6(a).

One way to implement the single-sideband amplitude modulation is indicated in Figure 1.8. The Hilbert transformer used is defined by Eq. (1.4). The spectra of pertinent signals in Figure 1.9.

## 1.2.5 Multiplexing and Demultiplexing

# 实验及考试评测

- 本课程有实验课和平时分
- 去年最终成绩比例为3:7
- 去年实验课安排为
  - 若干作业检查，最终大报告
  - 习题+复习课
  - 应大家要求：今年加大留作业的量

2024-9-3

20



# 实验平台（如果有的话）

- 部分上课实验演示，演示平台 Matlab
- 实验课不作特别要求，可以使用C++，JAVA，Matlab和Python。。。
  - 我们推荐Matlab和Python
  - Matlab相对简单，集成性高
  - Python对日后衔接其他工作更方便
  - 不做强制要求

- 演示对象：以图像为主。
  - 图像时静态的，容易比较、展示

2024-9-3

21



## 授课风格

### ■基础性授课

- “师父领进门，修行在个人” 型授课
- 从教材可以看到，这门课有着鲜明的个人特点，我也不能例外。

### ■评教：有说快，有说慢

- 对基本概念要求较高
- 建议一定的自学能力
- 希望能够保持高度的兴趣

2024-9-3

22