

# 《信息论与编码》

## 课程教学大纲

### 一、课程基本信息

课程类型	总学时为学时数	<input checked="" type="checkbox"/> 理论课（含上机、实验学时）			
	总学时为周数	<input type="checkbox"/> 实习 <input type="checkbox"/> 课程设计 <input type="checkbox"/> 毕业设计			
课程编码	7103721	总学时	48 学时	学分	3
课程名称	信息论与编码				
课程英文名称	Information Theory and Coding				
适用专业	电子信息工程				
先修课程	概率论与数理统计、信号与系统、数字电子技术				
开课部门	信息学院电子工程系（电子信息）				

### 二、课程性质与目标

本课程是专业必修课程，授课对象为电子信息工程专业高年级学生。通过本课程的学习，学生应掌握信息论的一些基本理论和编码理论，它可以指导理论研究和工程应用，为后续专业课的学习打下坚实基础。

#### （一）课程目标

**课程目标 1：**掌握通信系统模型的组成，利用随机变量的方法对信源、信道进行建模表达，从信息传输的角度对通信系统的信息量传输进行求解和分析。

**课程目标 2：**掌握通信系统中的各种传统的信源编码方法和信道编码方法。

**课程目标 3：**能够分析通信系统中的有效性和可靠性，并进行简单的方案选择、设计及仿真。

**课程思政目标：**通过本课程的学习，促进学生学会辨析事物的两面性，培养学生团队合作能力，提高分析问题和解决问题能力，提升学生的个人修养和科学素养。

#### （二）本课程支撑的毕业要求指标点

本课程支撑的电子信息技术专业毕业要求指标点：

1.4 掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与信息处理基本知识。

3.2 能够针对复杂工程问题进行信号与信息处理系统设计。

#### （三）课程目标对毕业要求指标点的支撑关系

课程目标对电子信息工程专业毕业要求指标点的支撑矩阵

课程目标	毕业要求指标点	
	1.4	3.2
课程目标 1	√	
课程目标 2	√	
课程目标 3		√

### 三、课程教学基本内容与要求

课程单元对课程目标的支撑

授课单元	1	2	3	4	5	6	7	8
课程目标	1	1	1	1	2、3	2、3	2、3	2、3
实验单元	1	2	3	4				
课程目标	1	1	2、3	2、3				

#### (一) 理论教学

##### 第一单元 概论

#### 1. 教学内容

- (1) 信息的一般概念
- (2) 信息的分类
- (3) 信息论的起源、发展及研究内容

#### 2. 基本要求

- (1) 了解信息的分类，信息论的起源和发展。
- (2) 理解信息的研究内容。
- (3) 掌握信息、消息和信号的概念。

##### 第二单元 信源及其信息量

#### 1. 教学内容

- (1) 单符号离散信源
- (2) 扩展信源
- (3) 连续信源
- (4) 离散无失真信源编码定理

## 2. 基本要求

(1) 理解N维离散平稳有记忆信源熵的定义和性质，信源的冗余度，连续最大熵和熵功率。

(2) 掌握单符号离散信源的数学模型，自信息量、条件信息量和联合自信息量的定义，信息熵、条件熵和联合熵的定义，熵的性质，互信息量的定义，平均互信息量的定义和性质，离散无记忆信源熵的计算，二维平稳信源熵的计算，马尔可夫信源定义以及熵的计算，连续信源微分熵的定义和性质，特殊连续信源熵的计算，离散无失真信源编码定理。

## 第三单元 信道及其容量

### 1. 教学内容

- (1) 信道模型与分类
- (2) 离散无记忆信道
- (3) 离散无记忆扩展信道
- (4) 连续信道
- (5) 信道编码定理

### 2. 基本要求

- (1) 了解信道的分类。
- (2) 理解离散信道容量的一般计算方法，N次扩展信道的数学模型和信道容量定义，信道编码定理。
- (3) 掌握单符号离散信道的数学模型和信道容量定义，特殊离散信道信道容量计算，香农公式。

## 第四单元 信息率失真函数

### 1. 教学内容

- (1) 失真度与信息率失真函数
- (2) 离散信源的信息率失真函数
- (3) 连续信源的信息率失真函数
- (4) 保真度准则下的信源编码定理

### 2. 基本要求

- (1) 理解离散信源和连续信源的信息率失真函数，保真度准则下的信源编码定理。
- (2) 掌握失真度与平均失真度的定义和计算，信息率失真函数的定义和性质，信道容量与信息率失真函数的对偶关系。

## 第五单元 信源编码

### 1. 教学内容

- (1) 信源编码概论
- (2) 变长编码方法

### 2. 基本要求

- (1) 理解基本概念。
- (2) 掌握香农编码，费诺编码和霍夫曼编码。

## 第六单元 信道编码的基本概念

### 1. 教学内容

- (1) 信道编码在数字通信系统中的地位和作用
- (2) 有关术语
- (3) 信道编码的基本思想和分类
- (4) 差错控制的基本方式和能力

### 2. 基本要求

- (1) 理解有关术语。
- (2) 掌握信道编码在数字通信的作用。

## 第七单元 线性分组码

### 1. 教学内容

- (1) 分组码概念
- (2) 线性分组码的监督矩阵和生成矩阵
- (3) 线性分组码的编码
- (4) 线性分组码的最小距离、检错和纠错能力
- (5) 线性分组码的译码
- (6) 汉明码

### 2. 基本要求

- (1) 理解线性分组码的基本概念。
- (2) 掌握线性分组码的编码和译码。

## 第八单元 循环码

### 1. 教学内容

- (1) 循环码的描述

- (2) 循环码的编码
- (3) 循环码的译码

## 2. 基本要求

- (1) 理解循环码的描述。
- (2) 掌握循环码的编码和译码。

## (二) 实验教学

### 实验一 信息熵

#### 1. 实验内容

完成计算自信息量和熵的程序。

#### 2. 基本要求

掌握自信息量和熵的程序编写。

### 实验二 信道容量

#### 1. 实验内容

- (1) 编写离散一般信道容量程序。
- (2) 编写高斯连续信道容量程序。

#### 2. 基本要求

- (1) 熟悉离散一般信道容量的程序编写。
- (2) 掌握高斯连续信道信道容量的程序编写。

### 实验三 信源编码

#### 1. 实验内容

- (1) 编写香农编码和费诺编码程序。
- (2) 编写霍夫曼编码。

#### 2. 基本要求

- (1) 熟悉香农编码和费诺编码的程序编写。
- (2) 掌握霍夫曼编码的程序编写。

### 实验四 信道编码

#### 1. 实验内容

- (1) 编写线性分组码编译码程序。
- (2) 编写循环码编译码程序。

#### 2. 基本要求

- (1) 掌握线性分组码编译码的程序编写。
- (2) 掌握循环码编译码的程序编写。

#### 四、 课程各篇章（节）学时分配

总学时为 48 学时，其中课程讲授 40 学时，实验 8 学时。

课程各章节学时分配如下：

序号	教学内容	教学方式	课时
1	第一单元 概论	讲课	2
2	第二单元 信源及其信息量	讲课	12
3	第三单元 信道及其容量	讲课、习题课	4
4	第四单元 信息率失真函数	讲课	4
5	第五单元 信源编码	讲课	4
6	第六单元 信道编码的基本概念	讲课、习题课	4
7	第七单元 线性分组码	讲课、	6
8	第八单元 循环码	讲课、习题课	4
9	实验一 信息熵	实验	2
10	实验二 信道容量	实验	2
11	实验三 信源编码	实验	2
12	实验四 信道编码	实验	2

#### 五、 实践性教学内容的安排与要求

实验安排：

实验一：信息熵	2 学时
实验二：信道容量	2 学时
实验三：信源编码	2 学时
实验四：信道编码	2 学时

#### 六、 本课程采用的教学方法和手段

本课程采用课堂讲授、课下辅导的方式，以课堂讲授为主，附以一定比例的实践教学时间。使用 PowerPoint 幻灯片作为主要教学辅助工具，以多模式教学网或课程网站为主要载体，根据上课内容教师选择演示软件的分析运行进行教学。

## 七、 课程考核方式与成绩评定标准

本课程采用考试与平时成绩相结合的考核形式，其考核方法为：采用百分制，总评成绩由平时成绩和期末成绩两部分组成，平时成绩占 30%，期末成绩占 70%。

## 八、 教材与参考资料

教材：宋鹏，信息论与编码，西安电子科技大学出版社，2018 年 1 月。

参考书：

傅祖芸，信息论与编码，电子工业出版社，2014 年 4 月。

傅祖芸，信息论—基础理论与应用，电子工业出版社，2015 年 2 月。

## 九、 大纲制(修)订说明

无。

大纲执笔人：范锦宏

大纲审核人：张东彦

开课系主任：鲁远耀

开课学院教学副院长：宋威

制（修）订日期：2022 年 2 月

# 《信息论与编码》——通信工程

## 课程教学大纲

### 一、课程基本信息

课程类型	总学时为学时数	<input checked="" type="checkbox"/> 理论课（含上机、实验学时）			
	总学时为周数	<input type="checkbox"/> 实习 <input type="checkbox"/> 课程设计 <input type="checkbox"/> 毕业设计			
课程编码	7103721	总学时	48	学分	3
课程名称	信息论与编码				
课程英文名称	Information Theory and Coding				
适用专业	通信工程				
先修课程	(7101201) 线性代数 I、(7029501) 概率论与数理统计 I				
开课部门	信息学院电子工程系（电子信息）				

### 二、课程简介

本课程是专业必修课程，授课对象为通信工程专业的高年级学生。通过本课程的学习，学生应掌握信息论的一些基本理论和编码理论，为解决工程实际问题提供理论指导，为后续专业课的学习打下坚实基础。

### 三、课程目标及其支撑的毕业要求

#### （一）本课程支撑的毕业要求指标点

指标点 2-3：能够通过文献检索、资料查询和应用专业知识，寻求针对信息与通信领域复杂工程问题所建立模型合理性和解决方案可行性的论证，并得出有效结论。

指标点 3-2：能够针对特定需求，完成对复杂信息与通信工程中信号与信息处理单元、系统的设计与开发。

指标点 4-1：针对通信设备与信息系统设计、应用开发等复杂工程问题，查阅文献资料，调研分析相关技术的特点与局限性。

#### （二）本课程的具体目标

1. 通过课程学习，使学生能够较深刻地理解信息传输的基本理论，初步建立信息传输系统的整体概念。（支撑毕业要求 2-3）。（达成途径：课堂讲授、课后作业、每周答疑）

2. 通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）。（达



成途径：课堂讲授、课后作业、每周答疑)

3. 通过课程学习，使学生能够针对不同的通信系统，初步设计出合适的信源编码与信道编码，为后续课程打下信号处理的理论基础。(支撑毕业要求 4-1)。

(达成途径：课堂讲授、课后作业、每周答疑)

课程目标与毕业要求的关系矩阵

课程目标	毕业要求指标点		
	2-3	3-2	4-1
课程目标 1	√		
课程目标 2		√	
课程目标 3			√

### (三) 本课程对解决复杂工程问题能力的培养

本课程通过讲授信源及其信息量、信道及其容量、信息率失真函数、信源编码和信道编码的理论基础，为学生解决信号处理和通信领域的复杂工程问题打下基础。

通过理论讲授、课内上机和课程考核等环节贯彻培养学生解决复杂工程问题能力的理念和要求，实现本课程的课程目标。

### (四) 课程思政目标

1: 介绍信息论发展史，告诉学生要尊重科学规律、善于借鉴前人的科研成果，讲述信息熵的概念时，通过比较各语言之间信息密度，指出汉语是世界上信息密度最高的语言，表达信息最丰富的语言，激发学生的爱国热情以及民族自豪感。

2: 讲述香农信道容量定理时，介绍每代民用无线通信的进步，特别介绍中国在新一代信息通信领域的成绩，激发学生的爱国热情与使命担当。

3: 讲述信源编码时，有损信源编码对原始信息进行采样，抓住事物的主要矛盾，忽略次要矛盾，引导学生们在做事时分清主次；讲述信道编码为了提高传输的可靠性，会增加信息的冗余，引申出冗余的哲学意义，冗余在某些情况下是不必要的，但是有时候就是必需的。

## 四、课程教学内容及基本要求

### 第一单元 概论

#### 1. 教学内容

- (1) 信息的一般概念
- (2) 信息的分类

(3) 信息论的起源、发展及研究内容

## 2. 基本要求

(1) 了解信息的分类，信息论的起源和发展。

(2) 理解信息的研究内容。

(3) 掌握信息、消息和信号的概念。

## 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 1（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与系统方面的基本知识（支撑毕业要求 2-3）”）本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）

## 第二单元 信源及其信息量

### 1. 教学内容

(1) 单符号离散信源

(2) 扩展信源

(3) 连续信源

(4) 离散无失真信源编码定理

### 2. 基本要求

(1) 理解 $N$ 维离散平稳有记忆信源熵的定义和性质，信源的冗余度，连续最大熵和熵功率。

(2) 掌握单符号离散信源的数学模型，自信息量、条件信息量和联合自信息量的定义，信息熵、条件熵和联合熵的定义，熵的性质，互信息量的定义，平均互信息量的定义和性质，离散无记忆信源熵的计算，二维平稳信源熵的计算，马尔可夫信源定义以及熵的计算，连续信源微分熵的定义和性质，特殊连续信源熵的计算，离散无失真信源编码定理。

### 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 1（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与系统方面的基本知识（支撑毕业要求 2-3）”）本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）

## 第三单元 信道及其容量

### 1. 教学内容

(1) 信道模型与分类

- (2) 离散无记忆信道
- (3) 离散无记忆扩展信道
- (4) 连续信道
- (5) 信道编码定理

## 2. 基本要求

- (1) 了解信道的分类。
- (2) 理解离散信道容量的一般计算方法，N次扩展信道的数学模型和信道容量定义，信道编码定理。
- (3) 掌握单符号离散信道的数学模型和信道容量定义，特殊离散信道信道容量计算，香农公式。

## 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 1（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与系统方面的基本知识（支撑毕业要求 2-3）”）本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）

## 第四单元 信息率失真函数

### 1. 教学内容

- (1) 失真度与信息率失真函数
- (2) 离散信源的信息率失真函数
- (3) 连续信源的信息率失真函数
- (4) 保真度准则下的信源编码定理

### 2. 基本要求

- (1) 理解离散信源和连续信源的信息率失真函数，保真度准则下的信源编码定理。
- (2) 掌握失真度与平均失真度的定义和计算，信息率失真函数的定义和性质，信道容量与信息率失真函数的对偶关系。

### 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 1（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与系统方面的基本知识（支撑毕业要求 2-3）”）本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）

## 第五单元 信源编码

## 1. 教学内容

- (1) 信源编码概论
- (2) 变长编码方法

## 2. 基本要求

- (1) 理解信源编码的基本概念。
- (2) 掌握香农编码，费诺编码和霍夫曼编码。

## 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）课程目标 3（“通过课程学习，使学生能够针对不同的通信系统，初步设计出合适的信源编码与信道编码，为后续课程打下信号处理的理论基础。（支撑毕业要求 4-1）”）。

### 第六单元 信道编码的基本概念

## 1. 教学内容

- (1) 信道编码在数字通信系统中的地位和作用
- (2) 信道编码的有关术语
- (3) 信道编码的基本思想和分类
- (4) 差错控制的基本方式和能力

## 2. 基本要求

- (1) 理解信道编码的有关术语。
- (2) 掌握信道编码在数字通信的作用。

## 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 1（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信号与系统方面的基本知识（支撑毕业要求 2-3）”）本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）

### 第七单元 线性分组码

## 1. 教学内容

- (1) 分组码概念
- (2) 线性分组码的监督矩阵和生成矩阵
- (3) 线性分组码的编码
- (4) 线性分组码的最小距离、检错和纠错能力
- (5) 线性分组码的译码

(6) 汉明码

## 2. 基本要求

- (1) 理解线性分组码的基本概念。
- (2) 掌握线性分组码的编码和译码。

## 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）课程目标 3（“通过课程学习，使学生能够针对不同的通信系统，初步设计出合适的信源编码与信道编码，为后续课程打下信号处理的理论基础。（支撑毕业要求 4-1）”）。

## 第八单元 循环码

### 1. 教学内容

- (1) 循环码的描述
- (2) 循环码的编码
- (3) 循环码的译码

### 2. 基本要求

- (1) 理解循环码的描述。
- (2) 掌握循环码的编码和译码。

### 3. 支撑的课程目标

本单元支撑课程目标 2（“通过课程学习，使学生掌握解决复杂的电路与系统、信号与信息处理工程问题所需的信息论和编码理论方面的基本知识。（支撑毕业要求 3-2）”）课程目标 3（“通过课程学习，使学生能够针对不同的通信系统，初步设计出合适的信源编码与信道编码，为后续课程打下信号处理的理论基础。（支撑毕业要求 4-1）”）。

## 五、课程学时分配

总学时 48 学时，其中讲授 48 学时。课程各章节学时分配如下：

教学内容	讲授	实验	上机	课内学时小计	课外学时
1. 第一单元 概论	2			2	
2. 第二单元 信源及其信息量	14			14	
3. 第三单元 信道及其容量	6			6	
4. 第四单元 信息率失真函数	4			4	

5. 第五单元 信源编码	6			6	
6. 第六单元 信道编码的基本概念	4			4	
7. 第七单元 线性分组码	8			8	
8. 第八单元 循环码	4			4	
合 计	48			48	

## 六、 教学设计与教学组织

(1) 本课程采用课堂讲授、课下辅导的方式，以课堂讲授为主，附以一定比例的实践教学时间。

(2) 使用 PowerPoint 幻灯片作为主要教学辅助工具，以模式教学网为主要载体，根据上课内容教师选择相应软件运行进行教学。

(3) 除课堂教学和实验环节外，本课程需要学生完成课后作业，每章作业量为 5 题左右。

(4) 根据讲授内容特点构建课程思政元素清单，在教学过程中适时恰当地进行思政教育，如根据所涉及信息编码领域，中国发明创造的一些编码理论，激发专业学生的科技报国情怀与使命担当；根据课程内容中涉及的辩证法原理对学生进行思政教育等。

## 七、 教材与参考资料

教 材：《信息论与编码》，宋鹏等编写，西安电子科技大学出版社，2018 年，ISBN：9787121412738

参考书：《信息论与编码》，冯桂、周林编写，清华大学出版社，2016，ISBN：9787302424277

## 八、 课程考核方式与成绩评定标准

课程成绩由平时成绩和期末考试成绩组成。期末考试为闭卷考试。平时成绩和期末考试成绩各部分所占比例及主要评分标准如下：

成绩组成	占比	评分标准
------	----	------

平时成绩	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 课后作业</li> </ul> <p>课后作业主要考核学生应掌握的重点和难点内容。每次作业成绩满分 5 分，0.5 进制。按布置作业题目数量及难易程度分配各题得分，根据完成情况给分。作业中包含课程思政考核内容，如对课程中涉及到的马克思主义辩证原理及科技报国精神的体会。平时成绩满分 100 分，按 30% 计入总评成绩。</p>
期末考试 成绩	70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 期末试卷满分 100 分，按 70% 计入总评成绩。</li> <li>• 按试卷评分标准判分。</li> </ul>

## 九、大纲制(修)订说明

本大纲基于 2019 年版课程大纲，按照《中国工程教育专业认证标准》对以下几方面进行了修订：

- (1) 修订了课程目标，强调要培养学生分析解决实际工程问题的能力；
- (2) 增加了课程思政目标及实现方式；
- (3) 对课程的考核方式、成绩的评定办法做了更明确的规定。

大纲执笔人：王恩成

大纲审核人：范锦宏

开课系主任：董小伟

开课学院教学副院长：宋威

制（修）订日期：2022 年 2 月