

# 信息论与编码

## 前言

陈兴同

中国矿业大学 数学学院

2021 年 8 月

# 内容提要

## 1 前言

# 什么是信息

“信息”这个词现在已经成为当今社会上最流行的词汇，也是当前最热门的研究对象。我们避开绕人的信息定义，可以将“信息”看成是物质属性的表示，获得了信息，人们就可以了解或掌握物质的运动状态及运动方式，消除对物质运动进行判断时产生的不确定性。信息包含一定的意义，得用某种方式来度量才能知道获得信息的多少，也得用某种方式来表示才能进行交流、传播、保存。在“信息论”这门课程中我们将舍弃信息的具体意义，只研究学习信息在通信过程中的度量与表示问题。

# 什么是通信

什么是通信？顾名思义，“通信”就是在某处准确地或尽可能准确地恢复另一处所发送的消息，从中获得有用的信息，以实现信息的传播或储存。通信过程可以描述成：从信源发出的消息（其中包含有用的信息）经过编码后转变成信号通过信道传送给信宿即接收者，信宿通过译码恢复成信源所发出的消息，从而获得所需信息，这样的通信过程可用图 1 来描述。



Figure: 图 1

# 通信系统分层

通信过程中的信息论所讨论的内容可以分为三个层次：最高层（第一层）：信息；中间层（第二层）：消息——用于表示信息，是信息的载体；最低层（第三层）：信号——消息的载体，仅存在于信道或存储介质中。

# 通信系统性能

衡量通信系统的性能有三个指标：

**传输有效性：** 指单位时间内传送信息的多少，涉及数据压缩问题。

**传输可靠性：** 传输过程中造成的差错尽可能少，涉及数据纠错问题。

**传输安全性：** 传输的信息在通信过程中不应泄露，涉及数据加密问题。

这三个方面涉及的内容已经成为信息论研究的基本内容，包括信息度量、信道容量、压缩编码、传输编码、信号分析、保密通信、密码分析等。

# 信息论形成

- “信息论”是从1940年后，在仙农（C. E. Shannon）工作的基础上，根据通信的实践与发展逐渐形成的一门应用数学学科，它专门研究信息的有效处理、可靠传输中规律性。可划分成经典信息论即仙农信息论与广义信息论。
- 仙农信息论基于概率模型，成功地定义了信息度量，很好地解决了信息处理过程中压缩编码问题、信息传输中的纠错编码问题。
- 仙农认为任何信息源例如文本、图像、影视、声音等数据都包含着可以量化的信息，可以比较它们的包含信息的多少。仙农是通信工程师，他在二次大战期间的通信工程实践中，将遇到的问题上升到理论的高度，发表了有关“通信中的数学理论”等论文，开创了信息研究的新纪元，不仅解决了一些通信工程中的重大理论问题，同时新的理论研究成果又对通信工程起到了巨大的指导作用，现在许多新的信息技术和通信技术仍然是以仙农的经典信息论原理为基础发展起来的，所以我们要好好学习这门课。

# 教学内容

经典信息论所研究的内容包括：信息度量、信源编码方法与存在定理，信道编码方法与存在定理、纠错编码、限失真数据压缩编码方法与存在定理等。

通过建立通信过程中的数学模型，以概率论、随机过程等数学工具进行研究，采用的数学模型基本上是概率模型，而离散型概率又是现代数字通信中常用的概率模型，本课程重点讨论离散随机变量和随机过程的信息度量，离散信道及其容量、无失真信源编码、离散信道编码、有失真信源编码（自学）；增加同学们对信息处理的感性认识，结合比较流行的 MATLAB，进行部分内容的实验。



# 考核方法:

- (1) 结课闭卷考试，百分制，占比 0.7。
- (2) 每章作业、平时考勤、实验报告，总共占比 0.3。
- (3) 教材：陈兴同，信息论与编码简明教程，徐州：中国矿业大学出版社，2016.07
- (4) 参考书：陈杰，徐华平，周荫清，信息理论基础习题集，北京：清华大学出版社，2005.9