**第 1 次课 学时 2**

|  |  |
| --- | --- |
| **授课章节内容** | 第一章绪论 |
|  | 1.1 信息的概念、信息传输系统 |
| 1.2信息论的研究内容及发展进程 |
| 1.3香农简介 |
| **教学目标** | 教学目标 1。 |
| **支撑毕业要求** | 毕业要求1-3 |

**教学要求：**

1. 知识目标

* 知道信息的基本定义，将其区别于消息及信号；
* 知道并理解信息的度量方法，设定原则和表示方法；
* 了解香农信息概念及其突出优势。

1. 能力目标

* 完成对信息的基本认识
* 了解通信系统的基本模型

1. 素质目标

* 激发学生对电子信息相关专业课程的学习热情

**教学重点与难点**：

* 信息与消息的区别
* 信息论的研究对象和目的

**教学过程设计：**

1. 自我介绍
2. 课程介绍
3. 教学要求
4. 导入新课
5. 小结与作业

**教学方法及手段：**

讲授法、讨论法；PPT为主，板书为辅。

| **讲授与指导内容** | **讲课、互动内容设计** |
| --- | --- |
| 1.自我介绍  2.课程介绍   1. 信息论课的地位与作用； 2. 通信工程专业毕业要求及就业方向介绍； 3. 本课程对毕业要求的支撑。   3.授课内容与学时分配：理论40学时，4学分（理论课）  4.考核方式： 4.1作业（10%）、出勤（3%）、课堂测验（7%）  4.2网上测试 20 %  4.2期末考试40%  4.3项目20% | 大家想一想为什么要学习信息论课？今后本专业的就业方向有哪些？ |

| **讲授与指导内容** | | **讲课、互动内容设计** |
| --- | --- | --- |
| 第1章 绪 论  信息论或称为通信的数学理论，是应用近代数理统计方法研究信息的度量、传输、存储和处理的科学。信息是信息论中最基本、最重要的概念，是一个既复杂又抽象的概念。  本章介绍信息论和编码理论的基本情况，包括信息的概念、信息传输系统的构成、信息论和编码理论的研究内容及演变进程。  1.1信息的概念  1.1.1什么是信息  信息是消息或信号中的内容和意义，消息或信号是信息的载体。通信的本质在于传输信息。最简单的通信系统包括信源、信道和信宿三个部分，如图1.1所示。    图1.1 简单通信系统模型  信源产生能够被感觉器官所感知的消息，比如文字、符号、数据、语音、图像等，这些消息进一步转变成适于电子系统传输和处理的信号。  狭义信道从表面山看是将载荷消息的物理信号从发送端传送到接收端的传输媒质，从信息论角度看是信息传输通道，往往用符号的转移概率来表征信道。  信宿是消息传送的目的地，即接收消息的人或机器。  通信系统中形式上传输的是消息，但实质上传输的是信息。通信过程是对消息不确定性消除或部分消除的过程。不确定性消除的越多，获得的信息越多。  1.1.2如何度量信息  事件信息量与不确定性消除程度有关，而事件的不确定度又可用其出现的概率来描述。要使得信息的定义符合人们的常识性认知，则消息事件xi 发生所提供的信息量*I*(xi)与事件发生概率*P*(xi)应具有如下规律：   1. 事件中所含信息量是该事件出现概率的函数。 2. 事件出现概率大小与该事件所含信息量多少成反比关系。即概率小，信息量大；概率大，信息量小。 3. 信息具有可加性，即彼此统计独立的消息提供的总信息量等于各消息提供的信息量之和。   引进对数函数定义自信息量，可满足上述三项要求：    这就是香农关于自信息的定义，单位与对数的底有关。*I*(xi)可以表达两种含义：   1. 信源输出消息前，该消息客观存在的不确定度。 2. 信源输出消息后，该消息提供的信息量。   另外，通信系统接收端收到一个消息后，获得关于信源某个消息的信息量是多少呢？由此引入互信息的概念。  通信前*I*(xi)代表事件xi的先验不确定度，通信后    代表事件xi的后验不确定度。通信前后关于事件xi不确定度的消除量定义为互信息。即    为信宿获得的信息量。  1.2信息传输系统  图1.2是一个完整的数字通信系统模型，是信息传输系统的一个典型应用，可将其抽象为信息传输系统，如图1.3所示。    图1.2数字通信系统模型    图1.3信息传输系统模型  该简化的信息传输系统模型可以概括为以下几部分。   1. 信源   产生消息的源，可以是人、机器或者其他事物，消息可以是文字、语言、图像等。信源可以用随机变量、随机矢量以及随机过程加以描述。   1. 编码 2. 信源编码   将信源输出的消息进行适当的变换和处理，提高信息传输的有效性。   1. 信道编码   对消息进行变换和处理，提高信息传输的可靠性。   1. 加密编码   确保消息只能被授权者接收，且接收到的消息是真实的，提高信息传输的保密性和认证性。   1. 信道   将调制和解调扩展为物理信道的一部分，只关注编码器输出符号和译码器输入符号的统计依赖关系，新的等效信道称为编码信道。   1. 译码   和编码相对应，是发端编码部分的逆变换，包括信源译码、解密译码、信道译码，最大可能正确地恢复出原始消息序列。   1. 信宿   信息传送的对象，即接收信息的人、机器或其他事物。  1.3信息论的研究内容  信息论是信息科学的主要理论基础之一，是在长期通信工程实践和理论基础上发展起来的。发展历史虽然年轻，但它对科学技术的影响是相当深刻的，已发展为一门独立的理论学科。  1.3.1狭义信息论（经典信息论）  主要研究信息的测度、信道容量以及信源和信道编码理论等问题。这部分内容是信息论的基础理论，又称为香农信息论。  香农理论的核心是：在通信系统中，采用适当的编码后，能够实现高效率和高可靠地传输信息，并给出了信源编码定理和信道编码定理。从数学观点看，这些定理是最优编码的存在定理。但从工程的观点看，这些定理不是结构性的， 即不能从定理的结果直接得到实现最优编码的具体途径。然而，它们给出了编码的性能极限，在理论上阐明了通信系统中各种因素之间的相互关系，为人们寻找最佳通信系统提供了重要的理论依据。  1.3.2一般信息论（工程信息论）  主要研究信息传输和处理问题，除了香农理论外，还包括编码理论、噪声理论、信号滤波和预测、统计检测和估计理论、调制理论、信息处理理论、保密理论等。维纳和前苏联的柯尔莫哥洛夫 (Andrey Nikolaevich Kolmogorov) 在最佳线形滤波理论、统计检测和估计理论、噪声理论等领域做出了重要贡献。  1.3.3广义信息论  广义信息论是现代信息科学理论，它是一门新兴的综合性学科，不仅包括上述两方面的内容，而且包括所有与信息有关的领域，如模式识别、计算机翻译、心理学、遗传学、生物学、神经生理学、语言学、语义学等，甚至包括了社会、人文、经济等学科中有关信息的问题。  1.4 信息论的发展进程  信息论从诞生到今天，已有100多年历史，它在长期的通信工程实践和理论研究的基础上逐渐发展，已成为一门独立的理论科学。通信系统是人类社会的神经系统。纵观100多年电通信系统(电信系统)的发展历史，一个很有意义的事实是：一旦物理学中的电磁理论以及电子学理论有某些进展，很快就会促进电信系统的创造发明或改进。  1820年-1830年期间法拉第 (M. Faraday) 发现电磁感应的基本规律后，不久莫尔斯 (F. B. Morse)就建立起电报系统(1832-1835)。  1876年，贝尔 (A. G. Bell) 又发明了电话系统。  1864年麦克斯韦 (Maxell) 预言了电磁波的存在，1888年赫兹 (H. Hertz) 用实验证明了这一预言。接着1895年英国的马可尼 (G. Marconi) 和俄国的波波夫 (A. C. Popov) 发明了无线电通信系统。  1907年福雷斯特 (Lee de Forest) 发明能把电磁波进行放大的电子管之后，出现了远距离无线电通信系统。大功率超高频电子管的发明则促成了电视广播系统的建立(1925-1927)。之后，随着微波电子管的出现，在20世纪30年代末和40年代的二次世界大战初期，微波通信系统、微波雷达等得到迅速发展。  上个世纪50年代后期发明的量子放大器，60年代初发明的光技术，使人类进入了光纤通信的时代。  现代信息论的理论研究可以认为开始于20世纪20年代奈奎斯特和哈特莱的工作。  1832年莫尔斯电报系统中的高效率编码方法对后来香农的编码理论是有启发的。  1885年凯尔文 (L. Kelvin) 曾经研究过一条电缆上的极限传信问题。  1922年卡逊 (J. R. Carson) 对调幅信号的频谱结构作了研究，并明确了边带的概念。  1924年奈奎斯特 (H. Nyquist) 的 “影响电报速率因素的确定” 一文，1928年哈特莱 (R. V. Hartley) 的“信息传输” 一文研究了通信系统传输信息的能力，并给出了信息度量的初步方法。  1936年阿姆斯特朗 (E. H. Armstrong) 提出增加信号带宽可以增强系统抑制噪声干扰的能力，推动了调频通信的发展。  1939年达德利 (H. Dudley) 发明了声码器。他指出：通信所需要的带宽至少应与所传送消息的带宽相同。  40年代初期，维纳把随机过程和数理统计的观点引入到通信和控制系统中，揭示了信息传输和处理过程的统计本质。他还利用自己在30年代提出的广义谐波分析理论对信息系统中的谐波过程进行谱分析。  1936年阿姆斯特朗 (E. H. Armstrong) 提出增加信号带宽可以增强系统抑制噪声干扰的能力，推动了调频通信的发展。  1939年达德利 (H. Dudley) 发明了声码器。他指出：通信所需要的带宽至少应与所传送的消息的带宽相同。  40年代初期，维纳把随机过程和数理统计的观点引入到通信和控制系统中，揭示了信息传输和处理过程的统计本质。他还利用自己在30年代提出的广义谐波分析理论对信息系统中的谐波过程进行谱分析。  信息论产生后的重要发展：  信道编码定理：1952年费诺 (R. M. Fano) 给出并证明了费诺不等式，并给出了关于香农信道编码逆定理的证明。1961年费诺描述了分组码的码率、码长和错误概率的关系，并提供了香农信道编码定理的充要性证明。1965年格拉格尔 (R. G. Gallager) 提供了更为简明的证明方法。1972年阿莫托 (S. Arimoto) 和布莱哈特 (R. Blahut) 分别发展了信道容量的迭代算法。  信道容量：1964年霍尔辛格 (J. L. Holsinger) 继续香农的工作，开展对有色高斯噪声信道容量的研究。1969年平斯克 (M. S. Pinsker) 提出了具有反馈的非白噪声高斯信道容量问题，并由科弗尔 (T. M. Cover) 在1989年证明。  无失真信源编码：1952年费诺提出了一种费诺码，同年 霍夫曼 (D. A. Huffman) 构造了一种 Huffman 编码方法，并证明了它是一种最优码。1956年麦克米伦 (B. Mcmillan) 首先证明了唯一可译变长码的 Kraft 不等式。1968年艾利斯 (P. Elias) 在香农-费诺码的基础上提出了算术编码的初步思路。1976年瑞斯桑尼 (J. Rissanen) 给出了算术编码方案，并于1982年和兰登 (G. G. langdon) 合作将算术编码系统化，省去了乘法运算。1977年齐弗 (J. Ziv) 和兰佩尔 (A. Lempel) 提出LZ码，并证明此方法可以达到信源的熵值。1990年贝尔 (T. C. Bell) 对LZ算法作了一系列的改进，现已广泛用于文本的数据压缩中。  纠错码理论：1950年汉明 (R. W. Hamming) 为使贝尔实验室的计算机具备有检测错误能力的运行程序，首先提出了纠正一位错误的编码方法，建立了线性分组码的基本思想。随后格雷 (Marcel J. E. Golay) 提出了纠正二位和三位错误的格雷码。1954年 Reed 和 Muller 提出新的分组码 RM 码。(在1969年到1977年之间，RM 码在火星探测方面得到了极为广泛的应用。即使在今天，RM 码也具有很大的研究价值，其快速的译码算法非常适合于光纤通信系统)。1957年 E. Prange 提出循环码，代数编码理论成型。循环码的一个非常重要的子集就是分别由 Hocquenghem 在1959年、Bose 和 Ray-Chaudhuri 研究组在1960年几乎同时提出的 BCH 码 (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem)。  1960年 Reed 和 Solomon 将 BCH 码扩展到非二元的情况，得到了RS (Reed-Solomon) 码。1967年，Berlekamp 给出了一个非常有效的译码算法后，RS 码得到了广泛的应用。此后，RS 码在CD播放器、DVD播放器中得到了很好的应用。虽然分组码在理论分析和数学描述方面已经非常成熟，并且在实际的通信系统中也已经得到了广泛的应用，但分组码固有的缺陷大大限制了它的进一步发展。首先，由于分组码是面向数据块的，因此，在译码过程中必须等待整个码字全部接收到之后才能开始进行译码。在数据块长度较大时，引入的系统延时是非常大的。分组码的第二个缺陷是它要求精确的帧同步，即需要对接收码字或帧的起始符号时间和相位精确同步。  1955年 Elias 等人提出卷积码以改善分组码所存在的固有缺点。卷积码充分利用了各个信息块之间的相关性，编码过程连续进行。同样，在卷积码的译码过程中，不仅要从本码中提取译码信息，还要充分利用以前和以后时刻收到的码组，从这些码组中提取译码相关信息，而且译码也是可以连续进行的，这样可以保证卷积码的译码延时相对比较小。通常，在系统条件相同的条件下，在达到相同译码性能时，卷积码的信息块长度和码字长度都要比分组码的信息块长度和码字长度小，相应译码复杂性也小一些。  1961年由 Wozencraft 和 Reiffen 提出，Fano和 Jelinek 分别在1963年和1969年进行改进了卷积码的序贯译码算法，是基于码字树图结构的一种次最优概率译码算法。 1963年 Massey 提出门限译码算法，利用码字的代数结构进行代数译码。 1967年 Viterbi 提出 Viterbi 最优算法，是基于码字格图结构的一种最大似然译码算法。在Viterbi 译码算法提出之后，卷积码在通信系统中得到了极为广泛的应用，如 GSM、3G、商业卫星通信系统等。 (A. J. Viterbi 也是高通公司 Qualcomm 的创始人之一。高通是最早实现商用 CDMA 蜂窝移动系统的公司，因此 Viterbi被世界公认为 CDMA 之父)  近年来，在信道编码定理的指引下，人们一直致力于寻找能满足现代通信业务要求，结构简单、性能优越的优秀编码方案，并在分组码、卷积码等基本编码方法和最大似然译码算法的基础上提出了许多构造优秀编码及简化译码复杂性的方法，提出了乘积码、代数几何码、低密度校验码 (LDPC，LowDensityParityCheck)、分组-卷积级联码等编码方法和逐组最佳译码、软判决译码等译码方法以及编码与调制相结合的网格编码调制 (TCM，TrellisCodedModulation) 技术。其中级联码、软判决译码和TCM 技术对纠错码的发展有较大影响。  1993年 C. Berrou、A. Glavieux 和P.Thitimajshima 首次提出了一种新型信道编码方案-Turbo码。它很好地应用了 Shannon 信道编码定理中的随机性编译码条件，获得了几乎接近 Shannon 理论极限的译码性能。1997年 Host、Johannesson、Ablov 提出了编织卷级码(WCC, WovenConvolutionalCode) 的概念。它是一种组合码，其系统结构可完全包容传统分组码、卷级码以及各类Turbo 码，结构综合了并行级联卷级码（Turbo码）和串行级联卷级码的结构特点，当外编码器个数足够多时，该码型完全拥有了 Shannon 编码定理中随机长码的特性，因此，其纠错性能理论上比 Turbo 码要优异。  最佳噪声通信系统模型：在香农理论基础上给出的最佳噪声通信系统模型近年来正在成为现实。  信号检测理论：在噪声中信号过滤与检测基础上发展起来的信号检测理论和抗干扰编码基础上发展起来的编码理论已成为现代信息论的两个重要分支。  网络信息论：1961年 Shannon 的论文“网络通信通道”开拓了网络信息论的研究。从上世纪70年代开始这一领域的研究十分活跃，理论日益完善。  保密理论：1976年 Diffe 和 Hellman 提出公开密钥密码体系后，保密通信问题得到广泛研究，形成综合线性代数、初等数论、矩阵、近世代数等相关内容的密码学理论分支。  新兴信息工程领域：光通信、空间通信、计算机互联网、移动通信、多媒体通信等领域的应用与理论研究。  信息科学：信息论与自动控制、系统工程、人工智能、仿生学、电子计算机等学科相互渗透结合形成的一门独立的新兴学科。信息科学以信息为主要研究对象，以信息的运动规律和利用信息的原理作为主要的研究内容，以信息科学方法论作为主要的研究手段，以扩大人类的信息功能为主要的研究目标。由于其研究对象(信息)的特征，信息科学区别于传统自然科学而具有独立存在性和广阔的发展前景。  信息科学由信息科学理论、信息应用技术和信息科学方法三者组成。信息科学理论主要包含信息定性理论、信息定量理论和信息应用理论。信息应用技术包括信息的获取、传递、加工处理、存储等代替和延伸人的感官及大脑的信息功能的技术，可以细分为信息获取技术（感测技术）、信息传递技术（电信技术）、信息加工处理技术（计算机技术）及信息控制技术（自动智能控制技术）。信息科学方法包括信息分析方法和信息加工方法，指导人类通过信息窗口去认识世界、改造世界。  此外，模糊信息处理、相对信息处理、主观信息处理、智能信息处理、自动化信息控制等大量崭新课题的研究相继展开。  香农简介  克劳德·香农(Claude Elwood Shannon，1916-2001)1916年4月30日诞生于美国密西根州的佩托斯基。在盖洛德小镇长大，当时镇里只有三千居民。父亲是该镇的法官，他们父子的姓名完全相同，都是Claude Elwood Shannon。母亲是镇里的中学校长，姓名是Mabel Wolf Shannon。他生长在一个有良好教育的环境，不过父母给他的科学影响好像还不如祖父的影响大。香农的祖父是一位农场主兼发明家，发明过洗衣机和许多农业机械，这对香农的影响比较直接。此外，香农的家庭与大发明家爱迪生(Thomas Alva Edison，1847-1931)还有远亲关系。  香农的大部分时间是在贝尔实验室和麻省理工学院度过的。在“功成名就”后，香农与玛丽(Mary Elizabeth Moore)1949年3月27日结婚，他们是在贝尔实验室相识的，玛丽当时是数据分析员。他们共有四个孩子：三个儿子Robert、James、Andrew Moore和一个女儿Margarita Catherine。后来身边还有两个可爱的孙女。  2001年2月24日，香农在马萨诸塞州Medford辞世，享年85岁。贝尔实验室和麻省理工学院发表的讣告都尊崇香农为信息论及数字通信时代的奠基人。  1936年香农在密西根大学获得数学与电气工程学士学位，然后进入麻省理工学院念研究生。  1938年香农在麻省理工学院获得电气工程硕士学位，硕士论文题目是*A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*(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。哈佛大学的Howard Gardner教授说，“这可能是本世纪最重要、最著名的一篇硕士论文。”  1940年香农在麻省理工学院获得数学博士学位，而他的博士论文却是关于人类遗传学的，题目是*An Algebra for Theoretical Genetics*(理论遗传学的代数学)。这说明香农的科学兴趣十分广泛，后来他在不同的学科方面发表过许多有影响的文章。  在读学位的同时，他还用部分时间跟温尼法·布什(Vannevar Bush)教授进行微分分析器的研究。这种分析器是早期的机械模拟计算机，用于获得常微分方程的数值解。1941年香农发表了*Mathematical theory of the differential analyzer*(微分分析器的数学理论)，他写道：“大多数结果通过证明的定理形式给出。最重要的是处理了一些条件，有些条件可以生成一个或多个变量的函数，有些条件可使常微分方程得到解。还给出了一些注意事项，给出求函数的近似值(不能产生精确值)、求调整率的近似值以及自动控制速率的方法。”  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。1956年他当了麻省理工学院的访问教授，1958年成为正式教授，1978年退休。  人们描述香农的生活，白天他总是关起门来工作，晚上则骑着他的独轮车来到贝尔实验室。他的同事D. Slepian写到：“我们大家都带着午饭来上班，饭后在黑板上玩玩数学游戏，但克劳德很少过来。他总是关起门来工作。但是，如果你要找他，他会非常耐心地帮助你。他能立刻抓住问题的本质。他真是一位天才，在我认识的人中，我只对他一人使用这个词。”  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(Percy A. MacMahon，1854-1929)1892年在Electrician上发表的论文理论。1948年则创立了信息论(information theory)。  在漫长的岁月，他思考过许多问题。除在普林斯顿高等研究院工作过一年外，主要都在麻省理工学院和贝尔实验室度过。需要说明的是，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)。他在贝尔实验室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*Communication Theory of Secrecy Systems*(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。  1948年香农在Bell System Technical Journal上发表了*A Mathematical Theory of Communication* 。论文由香农和威沃共同署名。前辈威沃(Warren Weaver，1894-1978)当时是洛克菲勒基金会自然科学部的主任，他为文章写了序言。后来，香农仍然从事技术工作，而威沃则研究信息论的哲学问题。顺便提一句，该论文刚发表时，使用的是不定冠词A，收入论文集时改为定冠词The。  香农理论的重要特征是熵(entropy)的概念，他证明熵与信息内容的不确定程度有等价关系。熵曾经是波尔兹曼在热力学第二定律引入的概念，我们可以把它理解为分子运动的混乱度。信息熵也有类似意义，例如在中文信息处理时，汉字的静态平均信息熵比较大，中文是平均每符号9.65比特，英文是平均每符号4.03比特。这表明中文的复杂程度高于英文，反映了中文词义丰富、行文简练，但处理难度也大。信息熵大，意味着不确定性也大。因此我们应该深入研究，以寻求中文信息处理的深层突破。不能盲目认为汉字是世界上最优美的文字，从而引申出汉字最容易处理的错误结论。  众所周知，质量、能量和信息量是三个非常重要的量。  人们很早就知道用秤或者天平计量物质的质量，而热量和功的关系则是到了19世纪中叶，随着热功当量的明确和能量守恒定律的建立才逐渐清楚。能量一词就是它们的总称，而能量的计量则通过“卡、焦耳”等新单位的出现而得到解决。  然而，关于文字、数字、图画、声音的知识已有几千年历史了。但是它们的总称是什么，它们如何统一地计量，直到19世纪末还没有被正确地提出来，更谈不上如何去解决了。20世纪初期，随着电报、电话、照片、电视、无线电、雷达等的发展，如何计量信号中信息量的问题被隐约地提上日程。  1928年哈特利(R.V. H. Harley)考虑到从D个彼此不同的符号中取出N个符号并且组成一个“词”的问题。如果各个符号出现的概率相同，而且是完全随机选取的，就可以得到DN个不同的词。从这些词里取了特定的一个就对应一个信息量I。哈特利建议用N log D这个量表示信息量，即I=N log D 。这里的log表示以10为底的对数。后来，1949年控制论的创始人维纳也研究了度量信息的问题，还把它引向热力学第二定律。  但是就信息传输给出基本数学模型的核心人物还是香农。1948年香农长达数十页的论文《通信的数学理论》成了信息论正式诞生的里程碑。在他的通信数学模型中，清楚地提出信息的度量问题，他把哈特利的公式扩大到概率不同的情况，得到了著名的计算信息熵的公式：    如果计算中的对数log是以2为底的，那么计算出来的信息熵就以比特(bit)为单位。今天在计算机和通信中广泛使用的字节(Byte)、KB、MB、GB等词都是从比特演化而来。“比特”的出现标志着人类知道了如何计量信息量。香农的信息论为明确什么是信息量概念作出决定性的贡献。  香农在进行信息的定量计算的时候，明确地把信息量定义为随机不定性程度的减少。这就表明了他对信息的理解：信息是用来减少随机不定性的东西，或香农逆定义：信息是确定性的增加。  虽然仙农的信息概念比以往的认识有了巨大的进步，但仍存在局限性，这一概念同样没有包含信息的内容和价值，只考虑了随机型的不定性，没有从根本上回答"信息是什么"的问题。  事实上，香农最初的动机是把电话中的噪音除掉，他给出通信速率的上限，这个结论首先用在电话上，后来用到光纤，现在又用在无线通信上。我们今天能够清晰地打越洋电话或卫星电话，都与通信信道质量的改善密切相关。  克劳德·香农在公众中并不特别知名，但他是使我们的世界能进行即时通信的少数科学家和思想家之一。他是美国科学院院士、美国工程院院士、英国皇家学会会员、美国哲学学会会员。他获得过许多荣誉和奖励。例如1949年Morris奖、1955年Ballantine奖、1962年Kelly奖、1966年的国家科学奖章、IEEE的荣誉奖章、1978年Jaquard奖、1983年Fritz奖、1985年基础科学京都奖。他接受的荣誉学位不胜枚举，不再赘述。  今天，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。我们更应该学习他好奇心强、重视实践、追求完美、永不满足的科学精神，这是他获得成功的重要经验。 | | 以实例给出信息概念的历史演变。  提问三位同学，自己心目中的通信系统是怎样的？  简要介绍信息论的发展历程，标志性事件。  简要介绍香农对信息论发展的历史性贡献。通过香农简历介绍，期待能引起同学对这门课的热爱。 |
| **小结** | **了**解信息论的发展历程、工程应用和发展趋势；了解本课程的性质、目的和任务。 | |
| **复习要点** | 信息概念，信息理论的分类，信息系统模型 | |
| **思考题** | 1.信息处理的含义？  2.信息科学都包括什么？ | |
| **作业题** | 1.1, 1.2 | |

作者签名：

****