

第一章 课后作业习题

1-1 什么是信息？什么是通信？信息与通信的关系是什么？

答：信息是对客观世界中各种事物的运动状态和变化的反映，是客观事物之间相互联系和相互作用的表征，表现的是客观事物运动状态和变化的实质内容。通信是信息的传递，是指由一地向另一地进行信息的传输与交换，其目的是传输消息。

信息不能独立存在，需要载体。人与人、人与物、物与物之间的信息的传输与交换需要依靠通信技术。

1-2 香农定理包括三大定理，分别介绍这三大定理的内涵，并介绍哪个定理阐明了信道容量和信道的内在关系。

答：1. 变长无失真信源编码定理：给出了要做到无失真信源编码，每个信源符号平均所需要的最少的码元数；同时指出了最优码的存在性。

2. 有噪信道编码定理：给出了对于高斯白噪声信道，无差错传输时码率的上界。

3. 保真度准则下的信源编码定理：也称为有损信源编码定理，只要码长足够长，总可以找到一种信源编码，使编码后的信息传输率略大于率失真函数，而平均失真度不大于给定的允许失真度。

1-3 遥感技术按电磁波谱频段不同具有哪些分类？总的发展趋势是什么？

答：按照电磁波谱频段，遥感技术分为下面几类：

- 可见光遥感：应用比较广泛，具有较高的地面分辨率，但只能在晴朗的白昼使用。
- 红外遥感：又分为近、中、远红外遥感，中、远红外遥感具有昼夜工作的能力。
- 多谱段遥感：将不同谱段的遥感信息加以组合，获取更多的相关信息，更有利于判释和识别。
- 紫外遥感：主要方法是紫外摄影。
- 微波遥感：具有昼夜工作能力，但空间分辨率低。

遥感技术的发展趋势可以归纳如下：

1. 人工智能、大数据等技术与卫星遥感应用深度融合，提升卫星遥感应用的动态感知能力和分析研判能力。
2. 高分辨率成像技术不断发展，为更多应用场景提供更为细致的图像数据。
3. 遥感应用领域将不断扩大，需要解决遥感数据的隐私和安全问题。

1-4 导航定位技术根据其导航信息获取原理的不同，可分为哪几类？主要的导航定位原理有哪几种？

答：根据导航信息获取原理的不同，导航定位技术可以分为：无线电导航、卫星

导航、天文导航、惯性导航、地形辅助导航、综合导航与组合导航，以及专门用于飞机等飞行器进行着陆的着陆系统等。

主要的定位原理有三种：

- 航位推算，或称推测航位：从一个已知的位置点开始，根据运动体在该点的航向、航速和时间，即可推算出下一个位置点的位置；
- 无线电定位：通过接收来自地球表面上的若干个导航信号，计算运动体相对于导航台的几何参数，从而建立起运动体与导航台的相对位置关系，进而获得运动体当前的位置；
- 地形辅助导航定位：又称地形匹配，为运动体预先存储三维数字地形模型，飞行过程中获取所处位置的地形剖面图，进而两相进行对比，匹配得到运动体所在空间位置。

1-5 请分析高轨卫星、中轨卫星、低轨卫星各自的特点与优劣势。

答：

卫星轨道类型	特点	优缺点
LEO(低地球轨道)	传输时延、覆盖范围、链路损耗、功耗均较小	优点：发射成本较低；可应用于通信、导航、地球观测等多个领域 缺点：卫星寿命较短，且需要大量卫星，维护和管理复杂。
MEO(中地球轨道)	传输时延、覆盖范围、链路损耗、功耗大于 LEO 但小于 GEO	优点：与 LEO 卫星相比，技术相对成熟，可以覆盖较大的区域，适合需要广泛覆盖应用 缺点：与 LEO 卫星比，技术更复杂，发射和维护成本较高。
GEO(地球静止轨道)	技术最为成熟，时延较长、链路损耗较大	优点：技术成熟，三颗卫星覆盖全球，适合全球性应用 缺点：信号传输延迟较大，不适合需要低延迟的应用；发射和维护成本高。

第二章 课后作业习题

2-1 大区制组网和小区制组网的区别是什么？为何蜂窝移动通信系统需要采用小区制组网？

答：大区制组网是在一个服务区域内，只用一个基站覆盖全局地区的组网方式。小区制组网将一个服务区域划分为多个小区，每个小区分别设置一个基站，蜂窝网络是典型的小区制组网。

大区制组网服务面积大，网络结构简单，成本较低。但是需要的发射功率大且

网络容量小。

小区制组网可采用信道复用技术提升系统容量，且发射功率小。缺点是网络结构复杂，成本较高。

由于蜂窝移动通信系统面向广大民众，需要无线网络实现大面积的覆盖和高容量的用户支撑，因此一般采用小区制。

2-2 香农的有噪信道编码定理给出了信道无差错传输时码率(传输速率)的上界，请完成下列关于信道容量与传输速率的相关计算：

(1)在信噪比为 20dB 的 3kHz 信道上发送二进制信号，信道容量(最大数据率)是多少？

答：对于 20dB 的信噪比， $S/N = 10^{20/10} = 100$

根据香农公式，信道容量 $C = B \times \log_2(1 + S/N) = 3000 \times \log_2 101 \approx 19.98 \text{ kbps}$

(2)要使用多大的信噪比才能在 100kHz 的线路上传输速率为 1.5Mbps 的信号？

答：根据香农公式，有 $B \times \log_2(1 + S/N) = 1.5 \times 10^6$ ，其中 $B = 100,000$

可算出 $S/N = 2^{15} - 1 = 32767$ ，其分贝值 $(S/N)_{\text{dB}} = 10 \times \lg 32767 \approx 45 \text{ 分贝}$

2-3 麦克斯韦方程组被认为开创了电磁学理论，第一次将电学、磁学用数学公式定量统一起来，是 19 世纪物理学发展的最光辉的成果，请分别说明麦克斯韦方程组各公式的物理意义。

(1)描述时变磁场如何产生电场的**法拉第感应定律**：变化的磁场产生电场。

(2)描述电流和时变电场怎样产生磁场的**麦克斯韦-安培定律**：电流和变化的电场产生磁场

(3)描述电荷如何产生电场的高斯定律(电场)：电场线开始于正电荷，终止于负电荷。

(4)论述磁单极子不存在的高斯磁定律(磁场)：磁场无磁荷，磁场线没有初始点，也没有终止点。

2-4 请完成关于天线辐射阻抗的相关问题。

(1)辐射阻抗的物理意义？如果减少辐射阻抗而使其它量都相等，则对天线的效率有何影响？

(2)假设有一工作在 3MHz，天线全长 $L = 1\text{m}$ ，半径 $a = 5 \times 10^{-4}\text{m}$ 的基本电

振子，问求（注： $R_L \approx \frac{L}{2\pi a} \sqrt{\frac{\pi\mu}{\sigma}} f \approx 4.186 \times 10^{-8} \frac{L}{a} \sqrt{f}$ ）

1) 该振子的辐射电阻 R_{r} 是多少？

2) 该振子的损耗电阻 R_{L} 是多少？

3) 该振子的辐射效率 e 为多少？

答：

(1) 辐射阻抗是衡量天线将电能转换为电磁波辐射能量能力的量度，描述了天

线在辐射电磁波时所遇到的阻碍。

如果减少辐射阻抗而使其它量都相等，会降低天线的效率。

$$(2) \text{ 信号波长 } \lambda = \frac{c}{f} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} / (3 \times 10^6) \text{ Hz} = 100 \text{ m}, \quad \frac{L}{\lambda} = 1 \text{ m} / 100 \text{ m} =$$

0.01

$$\begin{aligned} 1) \text{ 辐射电阻: } R_{ri} &= 80\pi^2 \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2 \\ &= 80\pi^2 \left(\frac{0.01\lambda}{\lambda}\right)^2 \\ &= 0.079 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ 损耗电阻: } R_L &= \frac{L}{2\pi a} \sqrt{\frac{\pi\mu}{\sigma}} f \approx 4.186 \times 10^{-8} \frac{L}{a} \sqrt{f} \\ &= 4.186 \times 10^{-8} \frac{1}{5 \times 10^{-4}} \sqrt{10^6} \\ &= 0.0837 \Omega \end{aligned}$$

$$3) \text{ 辐射效率: } e = \frac{R_{ri}}{R_{ri} + R_L} = \frac{0.079}{0.079 + 0.0837} = 0.4856$$

2-5 设天线输出端的有效噪声温度为 100 K。假定传输线是长为 10 m 的 x 波段

(8.2~12.4 GHz) 的矩形波导 (其衰减系数 $\alpha=0.13$ dB/m)，波导温度为

300 K，接收机本身的噪声温度是 120K，求

(1) 接收机端点的天馈系统的有效噪声温度。

(2) 接收机的总噪声温度。

答：(1) 接收机端点的天馈系统的有效噪声温度是

$$\begin{aligned} T_a &= T_A e^{-2\alpha l} + T_0 (1 - e^{-2\alpha l}) \\ &= 100 e^{-0.149 \times 2} + 300 \times (1 - e^{-0.149 \times 2}) \\ &= 74.23 + 77.31 = 151.54 \text{ K} \end{aligned}$$

(2) 接收机的总噪声温度是

$$T_s = T_r + T_a = 120 + 151.54 = 271.54 \text{ K}$$

第三章 课后作业习题

3-1 针对地球而言，可以将空间分为深空间、近地空间、临近空间和航空间，按照离地球从远及近将这些空间进行排序。

答：空间主要是针对地球而言的，一般分为深空间、近地空间、临近空间和航空间。从航天器或空间飞行器活动范围的需要出发，一般将外层空间分为近地空间和深空间。其中深空间为等于或大于地月平均距离 (约 $3.84 \times 10^5 \text{ km}$) 的空域；近

地空间为地球静止轨道高度(约 $3.58 \times 10^5 \text{km}$) 以下的空域；临近空间是在飞机最高飞行高度与航天器绕地球运动的最低轨道高度之间的空域，对应高度为 $20 \sim 100 \text{km}$ ；航空间：一般是指将 20km 高度以下的空间。

3-2 对比四种卫星导航系统，哪个导航系统的定位精度最高？

答：四种卫星导航系统分为为：

美国的 GPS：由空间段、运控段、用户段 3 大部分组成，整个星座额定有 24 颗卫星，分置在 6 个中轨道面内。提供标准定位服务(SPS)和精密定位业务(PPS)，在包含选择可用性技术(selective availability, SA)影响时，SPS 的定位精度水平为 100 米(95%的概率)，不含 SA 影响为 $20 \sim 30$ 米，定时精度为 340ns ；PPS 定位精度可在 10 米以内。

俄罗斯的格洛纳斯卫星导航系统(GLONASS)：是全球第二大卫星导航系统，GLONASS 星座是由 3 个轨道面上的 24 颗卫星构成的。GLONASS-K1 星的空间信号测距误差约为 1 米，GLONASS-K2 星则为 0.3 米。

中国的北斗卫星导航系统。是中国自主建设运行的全球卫星导航系统。由空间段、地面段和用户段三部分组成。为用户提供高精度、高可靠定位、导航、授时服务，具备短报文通信、区域导航、定位和授时能力，定位精度为分米、厘米级别，测速精度 0.2米/秒 ，授时精度 10 纳秒。

欧洲的伽利略卫星导航系统。是第一个完全民用的卫星导航系统。由轨道高度为 23616 千米的 30 颗卫星组成，其中 27 颗工作星，3 颗备份星。卫星轨道高度约 2.4 万公里，位于 3 个倾角为 56 度的轨道平面内。已启用高精度定位服务，水平和垂直导航精度分别可达到 20 厘米和 40 厘米。

目前全球用户最多卫星导航是 GPS 和北斗，北斗精确度无论是民用还是军用都高于前三个导航。

3-3 简述空间信息网络的具体组成部分？

答：空间信息网络是以地基信息网络为基础，以天基信息网络为主体，深空信息网络可互联，由不同星座组成骨干网/接入网，连接海、陆、空及近地空间的各種地球站、各种用户终端，实施各种信息的获取、存储、传输、处理、融合和分发的一体化综合信息网络。

空间信息网络主要由天基信息网络(信息获取、信息传输、信息处理、导航定位、航天测控、网络管理和安全防御等系统)和地基通信网络组成。

其中信息获取系统承担信息的收集任务。信息传输系统承担信息传输、处理、分发和中继任务。信息处理系统完成卫星数据的预处理、二次处理及信息融合和综合分析等任务。导航定位系统为从地面到近地空间包括卫星在内的各种移动或静止载体提供导航、定位和授时服务。航天测控系统负责整个空间段从单星、星

座到全网的测控管理。网络管理系统由地面管理中心和天基管理中心独立或联合完成网络星座的运行监测、指挥与控制，以及信息交换的管理与控制功能。安全防御系统负责天基信息网络的安全，必要时可采取攻击手段自卫。

地基通信网络分为公用通信网和专用通信网两种，主要包括互联网(Internet)、公用电话交换网(PSTN)、公用地面移动通信网(PLMN)等网络。

3-4 简述空间信息网络在物理层，网络层和应用层分别体现的特征。

答：从协议层次来看，空间信息网络协议可以分为物理层、网络层和应用层。物理层是无线传输系统的基础结构，提供数据传输的物理媒体。网络层管理网络中的数据通信，将数据从源端经过若干中间节点传送到目的端。应用层是网络体系结构的最高层，直接为用户通信过程提供服务。

3-5 简述空间信息网络目前还面临哪些挑战，我们应该如何应对这些挑战？

答：空间信息网络面临的挑战包括如下三个方面：（一）空间信息网络模型设计与高效组网理论，进一步包括构建大时空尺度下的空间网络模型与体系架构、异质异构网络兼容技术、空间信息网络路由与传输协议、高动态空间信息网络容量理论研究等。（二）空间时变网络高速传输理论与方法。包括空间时变网络数据高速传输理论、空间信息网络动态接入与高效切换技术、海量空间信息分布式协作传输方法等。（三）空间信息表征提取与融合处理方法。包括空间信息高效稀疏表征理论、空间信息高效特征提取与过滤技术和空间信息的实时在轨处理方法。

这些挑战需要伴随着基础学科、人工智能、信号处理、芯片发展、软件处理能力的发展，逐步从理论和实践上进行突破，并在实际空间信息网络中给予分析、验证和解决。

第四章 课后作业习题

4-1 请简述 1970 年被称为光纤通信元年的原因。

答：光通信需要可靠持续的光源和稳定的传输介质。1970 年，阿尔费罗夫以异质结半导体为基础研制出首个室温半导体激光器，从而有了光源。同年，1970 年，美国康宁公司研制出首根低损耗石英光纤。由此，光纤通信成为现实，因此 1970 年被称为光纤通信元年。

4-2 判断一根光纤是否工作在单模传输方式的依据是什么？

答：按光纤中的传导模式数量来判断，如果光纤中只传输基模一种模式，则是单模光纤。如果同时传输多个模式，则是多模光纤。

单模光纤的纤芯直径通常在 5~10 微米 (μm) 范围内，这个尺寸与光波长相近，只允许一种模式（基模 HE_{11} ）在其中传播。

判断光纤是否工作在单模传输方式，可以使用光源和功率计测试光纤的传输损耗。

单模光纤的衰减较低，信号在传输过程中的损耗小，这使得单模光纤在长距离通信中具有明显的优势。

4-3 简要解释什么是光纤的损耗、色散和非线性效应？这三者对光纤通信系统各有哪些影响？

答：光纤损耗：由于光纤对光波的衰减作用，光波在传输过程中功率随着距离的增加而不断下降。光纤损耗限制了光纤通信系统的传输距离，即光信号的最大传输距离。

光纤色散：由于光纤中传输的信号是由不同频率成分和不同模式成分所携带的，而不同频率成分和不同模式成分的传输速度不同，从而导致信号发生畸变。光纤色散会影响光纤的带宽和通信距离，限制了光纤的传输容量。

光纤的非线性效应包括受激散射效应和折射率扰动。受激散射效应是光场经过非弹性散射将能量传递给介质产生的效应，其中光波的频率会发生改变。受激散射效应的影响：使入射光能量降低，在光线中造成损耗；产生新频率信号，造成不同信道之间的串话干扰。

折射率扰动是光强度引起光纤折射率的变化而产生的效应；在较高光强情况下，折射率随光强的增加而增大。折射率扰动会产生四波混频效应，两个或三个不同波长的光波混合后产生新的光波；还会产生非线性相位调制效应，使光脉冲频谱展宽。

4-4 光纤色散分为哪几类？简要解释每一类色散产生的原因。

答：光纤色散分为模式色散、材料色散、波导色散和偏振模色散四类。

模式色散是由于入射角不同的光线的传输路径不同，不同光线所携带的能量到达终端的时间不同，因此导致传输的光脉冲发生展宽现象。

材料色散的产生是由于光纤材料（石英）的折射率随光波频率的变化而改变。

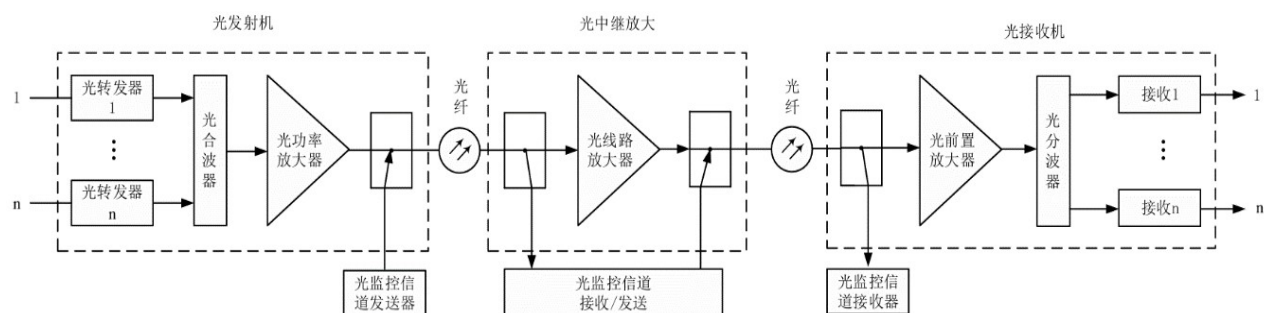
波导色散是由于光纤中不同波长的光传输路径不完全相同导致的，波导色散会导致脉冲展宽。

偏振模色散是由于光纤的双折射性，光脉冲会分裂成两个垂直的偏振输出脉冲，它们以不同的速度传输，从而导致脉冲展宽。

4-5 简述 DWDM 光纤通信系统的组成及其各部分功能。

答：如下图所示，DWDM 系统由光发射机、光监控信道、光放大器、光接收机和网络管理系统 5 部分组成。

- 光发射机：用于将电信号转换为光信号，并将其调制到不同的波长上，并将多个不同波长的光信号合并到同一根光纤中。
- 光放大器：用于在信号传输过程中放大光信号，确保信号的稳定性。
- 光接收机：用于接收光信号并将其转换为电信号。
- 光监控信道：用于监控系统的运行状态，传送光监控信号。
- 网络管理系统：实现配置管理、故障管理、性能管理、安全管理等功能。



第五章 课后作业习题

5-1 什么是数据通信？与通常意义上的电话通信比较，数据通信具有哪些特点？

答：如果一个通信系统传输的信息是数据，则这种通信称为数据通信。

与电话通信相比，数据通信具有下列特点：

- 计算机等数据终端直接参与通信
- 准确性和可靠性要求高
- 数据通信的突发度高，通信持续时间差异大，是一种阵发式通信

5-2 OSI 参考模型包括哪些层？请说明各层的基本功能。

答：OSI 参考模型自顶向下，分为下列 7 层：

协议层	功能
应用层	为用户提供应用相关的服务
表示层	信息的表示，加密、压缩等
会话层	进程会话控制、同步等
传输层	端到端的（可靠）传输
网络层	数据分组的路由转发
数据链路层	相邻节点之间数据的（可靠）传输
物理层	原始比特流转换为信号在物理介质上传输

5-3 TCP/IP 参考模型包括哪些层？请列举各层的代表性协议。

答：TCP/IP 模型自顶向下分为下列四层：

协议层	典型协议
应用层	DNS、HTTP、DHCP、SMTP、RTP 等
传输层	TCP、UDP
网际层	IP

网络接入层	Ethernet（以太网）、WiFi 等
-------	----------------------

5-4 路由器的基本功能是什么？

答：路由器是工作在网络层的网络互联设备，适用于复杂和大型的网络互连。其基本功能包括：

- 数据包的选路和交换
- 生成和维护路由表
- 网络地址转换、访问控制等

5-5 按照覆盖范围网络可以分为几种类型？WiFi、有线电视网、5G 和因特网分别属于哪种类型？

答：按照覆盖范围从小到大，网络可以分为下列五种类型：

- 个域网 PAN，如蓝牙
- 局域网 LAN，如 WiFi
- 城域网 MAN，如有线电视网
- 广域网 WAN，如 5G 网络
- 因特网

5-6 IPv4 地址的结构是什么？IPv4 地址长度是多少？MAC 地址是哪一层使用的地址？IP 地址是如何转换为 MAC 地址的？

答：IP 地址长度为 32 位，包含网络号和主机号两部分。

MAC 地址是数据链路层使用的地址。

地址解析协议 ARP 将 IP 地址转换为 MAC 地址。典型工作过程为：要查找 MAC 地址的主机在网络中广播 ARP 请求，里面携带了目的主机或路由器接口的 IP 地址；目的主机或路由器收到 ARP 请求后，返回 ARP 响应，里面携带了自己的 MAC 地址。

5-7 因特网的应用层支持的服务模式有哪几种？各自的特点是什么？

答：应用层的服务模式有两种：

- C/S（客户机/服务器）模式：将应用分解，将较复杂的计算和重要资源交给网络上的服务器进程，而把一些频繁与用户打交道的计算任务交由较简单的客户端进程来完成
- P2P（对等）模式：网络中所有的节点是对等的，各节点具有相同的责任与能力并协同完成任务。

第六章 课后作业习题

6-1 请回答下列关于信息熵的问题：

- (1) 什么是信息熵？为什么高信息熵代表更高的不确定性？

(2) 某离散信源字符集 S 有 4 个字符 $\{A, B, C, D\}$ 且各字符等概率分布, 请计算信源 S 的信息熵是多少?

(3) 设某信源 S 的符号集是 $\{A, B, C, D\}$, 各符号出现的概率分别为 $P(A)=1/2$, $P(B)=1/4$, $P(C)=1/6$, $P(D)=1/12$ 。请计算符号 A 和符号 B 所包含的信息量以及信源 S 的信息熵。

答:

(1) 信息熵是信源所有可能事件的信息量的平均。因为信息熵用来衡量信源信息的一种“无序度”或“不确定性”, 这种不确定性与信息内容的预测难度有关, 所以信息熵越高, 代表不确定性越高。

(2) 根据最大离散熵定理, 当信源中各个字符等概率分布, 则熵具有极大值 $\log_2 m$, (m 为字符集中字符的个数), 因此信源 S 的信息熵是 $\log_2 4 = 2\text{bit}$

(3) 信源 S 的信息熵

$$H(X) = - \sum_{i=A}^D P(i) \log_2 P(i) = 1/2 * 1 + 1/4 * 2 + 1/6 * \log_2 6 + 1/12 * \log_2 12 = 1.71\text{bit}$$

符号 A 所包含的信息量是: $I(A) = \log_2 1/P(A) = \log_2 2 = 1\text{bit}$

符号 B 所包含的信息量是: $I(B) = \log_2 1/P(B) = \log_2 4 = 2\text{bit}$

6-2 设某信源 S 的符号集是 $\{A, B, C, D, E\}$, 请回答如下问题:

(1) 信源 S 如果采用定长编码, 每个符号需要用三个二进制码表示, 即对该符号序列编码的码长为 3bit, 请根据对该符号序列的定长编码和霍夫曼编码结果完成下表。

符号	A	B	C	D	E
概率	0.13	0.17	0.4	0.1	0.2
定长编码					
霍夫曼编码					

(2) 请利用 (1) 的编码结果, 对该信源的某一符号序列 “ABBCCCCDEE” 进行编码并分别计算采用定长编码和霍夫曼编码的总比特数。请比较哪一个编码效率高? 并尝试分析原因。

答:

(1) 采用定长编码, 每个符号 3bit, 答案不唯一, 只要不重复即可。

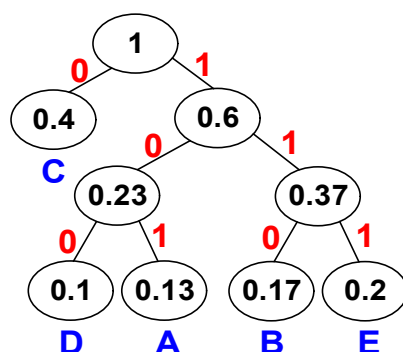
符号	A	B	C	D	E
概率	0.13	0.17	0.4	0.1	0.2
定长编码	000	001	010	011	100

采用霍夫曼编码编码, 编码过程如下

● 将 5 个符号出现的概率由大到小排序, 概率相同的顺序任意;

- 将两个最小概率相加（概率个数减1），形成新的概率集合。再按第2步方法重排，如此重复直到仅有2个概率为止；
- 分配码字，原则为从最后一步开始反向进行，以二进制码元{0, 1}赋值，构成霍夫曼码字；
- 对最后两个概率一个赋“0”码，一个赋“1”码，这里赋予0和1完全随机，不影响最终的编码结果。

最终得到的编码树是



编码结果如下（由于赋“0”、“1”码顺序不同，也可以是其他合理的结果）

符号	A	B	C	D	E
概率	0.13	0.17	0.4	0.1	0.2
霍夫曼编码	101	110	0	100	111

（2）对符号序列“ABBCCCCDEE”进行编码

采用定长编码的总比特数是： $3\text{bit} \times 10 \text{ 各字符} = 30\text{bit}$

采用霍夫曼编码的总比特数是： $3\text{bit} \times 1 + 3\text{bit} \times 2 + 1\text{bit} \times 4 + 3\text{bit} \times 1 + 3\text{bit} \times 2 = 22\text{bit}$

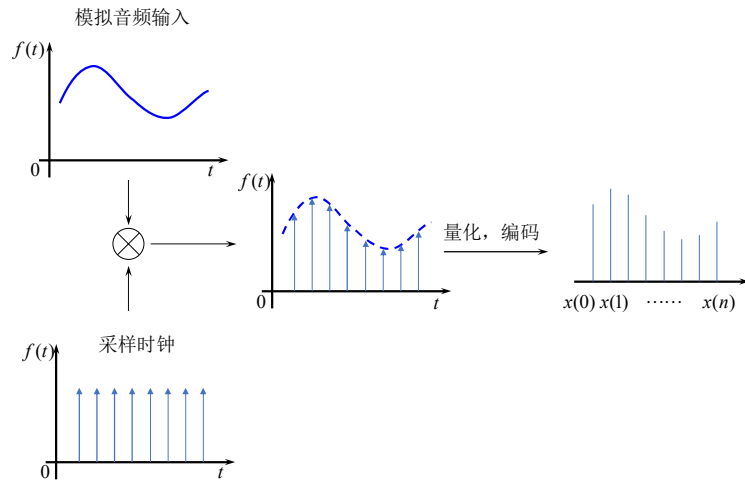
霍夫曼编码的效率。

原因略。

6-3 叙述脉冲编码调制的编码流程。

答：

脉冲编码调制（pulse code modulation, PCM）是一种基本的数字音频编码方法，PCM 通过对模拟信号进行定时采样和量化，将音频信号转换为数字形式，从而可以在电脑、数字音频设备以及通过数字传输系统进行处理和传输，其编码过程如下图所示：



6-4 JPEG、GIF、PNG 和 BPG 四种图像压缩格式各有其适用的场景。分析这些格式在不同应用中的优缺点，并讨论在一个需要高效存储和高图像质量的项目中，如何选择适合的图像压缩格式。

答：

标准	优缺点	适用场景
GIF	无损压缩，支持动画和透明度。仅支持 256 色，画质较差。	动态图像，广泛用于网页动画和简单图形
JPEG	有损压缩，高压压缩率，支持 24 位真彩，能够表现出丰富的颜色层次和过渡但可能使图像的质量受到损失，不适宜用该格式来显示高清晰度的图像。	广泛用于照片存储，适用于需要压缩图像以节省空间的场景
PNG	无损压缩，保证颜色之间的细节和对比度。高分辨率的图片文件会较大。	网页图像，支持透明度，适合需要高质量和无损压缩的场景
BPG	一种较新的格式，能够提供比 JPEG 和 PNG 更高效的压缩，同时保持或提高图像质量。	适用于高质量图像存储，特别是在需要压缩效率更高的场景

在需要高效存储和高图像质量的项目中，可以选择 BPG 图像压缩格式

6-5 选择一种视频压缩标准（如 MPEG-2、MPEG-4、H. 264、H. 265 或 AV1），分析其在压缩效率、应用场景和技术特点方面的优势，并举例说明其实际应用。

答：

视频格式	压缩效率	技术特点	应用场景
MPEG-2	较高	采用了运动补偿预测、变换编码、熵编码等多种压缩技术	用于数字电视广播和 DVD 视频，支持较高的压缩率
MPEG-4	具有比	支持基于内容的可分级性，即把	用于网络视频传输、视

	MPEG-2 更高的压缩效率	内容、质量、复杂性分成许多小块来满足不同用户的不同需求	频通信，支持多媒体功能较强的场景
H. 264	较高	采用块编码技术，利用跨帧和帧内压缩技术，实现了高压压缩率	应用于互联网视频流、蓝光光盘
H. 265	具有比 H. 264 更高的压缩效率	高效的运动预测机制，增强了并行处理能力，引入了更精细的运动向量预测机制	提供比 H. 264 更高的压缩效率，用于 4K 和 8K 视频的存储和传输
AVI	相比于其他编码技术，AVI 可以在相同比特率下提供更高质量的视频	采用了先进的视频编码算法，如变换、预测和熵编码等，以实现更高的压缩性能。 AVI 是开源项目，没有专利费用。	应用于数字电视广播系统，监控场景中压缩性能优于 H. 265

举例略。

第七章 课后作业习题

7-1 简述何为摩尔定律？说说自己对摩尔定律的理解？

答：摩尔定律是由英特尔（Intel）联合创始人戈登·摩尔（Gordon Moore）在 1965 年提出的一个观察和预测，它描述了集成电路上可容纳的晶体管数量随时间的增长趋势：在价格不变的情况下，集成电路上可容纳的元器件的数目约每隔 18-24 个月便会增加一倍，同时性能也将提升一倍。

7-2 阐述后摩尔时代半导体技术发展的三大技术路线？

答：

后摩尔时代半导体技术发展的三大技术路线主要包括：

（1）More Moore（延续摩尔）：这一路线致力于继续缩小晶体管尺寸，提高集成度。这一路线的核心在于通过技术进步，如新材料和新工艺的应用，来延续摩尔定律的发展趋势。

（2）More than Moore（扩展摩尔）：这一路线强调在单一芯片上集成更多功能，如传感器、射频器件、功率器件等，以提高系统的集成度。这种方式不单纯追求晶体管尺寸的缩小，而是通过系统集成来提升整体性能和功能。

（3）Beyond Moore（超越摩尔）：这一路线探索新原理、新材料和新结构的半导体器件，以实现集成电路工艺的变革。这一路线代表着对传统硅基冯·诺依曼架构的超越，探索新的计算模式和器件技术。

7-3 集成电路设计方法经历了哪三个重要阶段？

答：集成电路的设计方法经历了以下三个重要阶段：

- 手工设计阶段：在这个阶段，设计师需要手工绘制电路图，并通过手工方式进行电路的布局和布线。这种方法效率低下，且容易出错，难以适应复杂电路的设计需求。

- 计算机辅助设计（CAD）阶段：随着计算机技术的发展，集成电路设计开始采用计算机辅助设计工具。设计师可以使用硬件描述语言（如 VHDL 或 Verilog）来描述电路的功能和行为，然后通过逻辑综合工具将这些高级描述转换成门级网表。这个阶段的设计方法大大提高了设计效率和准确性，同时也使得设计更加模块化和可重用。
- 电子设计自动化（EDA）阶段：在这个阶段，集成电路设计流程进一步自动化，涵盖了从系统定义、逻辑设计、物理设计到物理验证的全过程。EDA 工具不仅包括逻辑综合工具，还包括布局布线工具、时序分析工具、功耗分析工具等，它们共同协作以实现高性能、低功耗和高可靠性的集成电路设计。此外，随着设计方法学的不断进步，高级综合（如行为级综合）和高级验证工具也在不断发展，以满足更复杂电路设计的需求。

7-4 集成电路产业链包括哪些？

答：集成电路产业链包括三部分：

- （1）上游：芯片设计。
- （2）中游：制造，包括光罩制造、晶圆制造和芯片制造。
- （3）下游：封测，包括芯片封装和芯片测试。

7-5 按信号类型可以把集成电路产品分为哪些类别？举例说明。

答：按信号类型，集成电路产品可以分为下列三类：

- 数字集成电路（Digital IC）：指处理数字信号的集成电路，即采用二进制方式进行数字计算和逻辑函数运算的一类集成电路。
- 模拟集成电路（Analog IC）：指处理模拟信号（连续变化的信号）的集成电路。
- 数模混合集成电路（Digital-Analog IC）：是既包含数字电路，又包含模拟电路的新型电路。

示例略。