

# 《现代通信技术》课程教学大纲

## 一、课程基本信息

课程代码：070327

课程名称：现代通信技术

英文名称：Modern Communication Technology

课程类别：专业课

学时：45

学分：2.5

适用对象：通信工程专业高年级本科生

考核方式：考试（平时成绩占30%）

先修课程：通信原理、计算机网络、信号与系统

## 二、课程简介

随着现代通信技术的飞速发展，已有通信技术的各门课程相对独立，缺乏关联性，学生很难由此建立起对通信技术和通信网络的整体概念，而且通信技术更新速度加快，各种新技术不断涌现，所以本课程根据新的通信网络构架和各类先进的通信技术来编写新的通信技术教材。

As the modern communication technologies develop at very fast speed, the courses for the communication technologies is comparatively independent and is short of connections. The students can hardly build the concept of the whole communication networks with that. And the communication technologies renovate faster and faster. All kinds of new technologies come forth. So this course is designed to introduce the structure of whole communication networks and all kinds of new technologies.

## 三、课程性质与教学目的

本课程的目的和教学任务是：通过对本课程教学内容的讲解，从全程全网和网络融合的角度讲述各类先进的通信技术，力争构建具有科学性、系统性、新颖性和先进性的知识结构和内容体系，强调工程方法论基本思想的学习和培养，不仅使学生能够在网络分层概念的基础上学习到各类先进的通信技术知识，更重要的是培养学生掌握科学的研究方法和迅速学习新技术的能力，为成为高素质的创新人才奠定基础。

## 四、教学内容及要求

### 第一章 现在通信网与支撑技术概述

#### （一）目的与要求

1. 掌握现代通信网的构成要素
2. 了解现代通信网的支撑技术
3. 了解现代通信网的发展趋势

#### （二）教学内容

## 第一节

### 1. 主要内容

现代通信网的构成要素包括：通信的概念、通信系统的组成、现代通信网的分层结构、通信网的质量要求

### 2. 基本概念和知识点

通信的基本含义

通信系统的分类：

按照通信业务分类：单（多）媒体通信系统、实时（非实时）通信系统、单向（交互）传输系统、窄带（宽带）通信系统等；

按照传输媒质分类：有线通信系统和无线通信系统；

按照调制方式分类：基带传输和调制传输；

按照信道中传输的信号分类：模拟通信系统和数字通信系统。

通信系统的基本组成包括：信源、变换器、信道、噪声源、反变换器及信宿 6 个部分。

通信网组网结构

- 网状型网 - 星型网 - 复合型网 - 环型网 - 总线型网 - 树型网

通信网的质量要求

一般通信网的质量要求

接通的任意性与快速性；（最基本要求）

网络的拓扑结构、网络资源、可靠性

信号传输的透明性与传输质量的一致性；

网络的可靠性与经济合理性

电话通信网的质量要求

接续质量——用户通话被接续的速度和难易程度

传输质量——用户接收到的话音信号的清楚逼真程度

稳定质量——通信网的可靠性

### 3. 问题与应用（能力要求）

（1）现代通信网络的分层结构及各层的作用

（2）通信网络各种拓扑结构的特点

## 第二节

### 1. 主要内容

现代通信网采用分层的结构形式，每层都有不同的支撑技术，是网络中的核心技术，并构成了现代通信的技术基础。

### 2. 基本概念和知识点

信息应用技术

通信业务：为用户提供的通信服务

模拟与数字视频业务（如普通电话业务、智能网业务、IP

电话业务、广播电视业务等)

数据通信业务(如网络商务、电子邮件)

多媒体通信业务(如分配型业务和交互型业务)

通信终端:用户与通信网的接口设备

功能

信源的功能:信息  $\rightarrow$  信号

变换器的功能:信号与传输链路匹配

信令的产生与接收

终端技术

音频通信终端技术

图形图像通信终端技术

视频通信终端技术

数据通信终端

业务网技术

业务网包括电话网、数据网、智能网、移动网、IP网等,可分别提供不同的业务。由不同的节点设备组成实现功能。

接入与传送网技术

### 3. 问题与应用

(1) 通信网络与通信技术之间的关系。

#### 第三节

##### 1. 主要内容

通信技术的发展趋势可概括为“六化”,即数字化、综合化、融合化、宽带化、智能化和个人化。

##### 2. 基本概念和知识点

通信技术数字化、通信业务综合化、网络互通融合化、通信网络宽带化、网络管理智能化、通信服务个人化

##### 3. 问题与应用(能力要求)

未来通信技术的发展趋势

#### (三) 课后练习

教材课后习题 1, 3, 4, 5

#### (四) 教学方法与手段

分组讨论、课堂讨论、建立专业网站等。

## 第二章 通信业务

### (一) 目的与要求

1. 掌握通信系统中的各种通信业务及其原理

### (二) 教学内容

#### 第一节

##### 1. 主要内容

视音频业务的概念、数字化、压缩编码和常见业务。

## 2. 基本概念和知识点

### 2.1.1 视音频信息基本概念

音频信息：

定义，信号特点：随时间变化的连续信号，要求：强的时序性，即较小的时延和时延抖动

视频信息

- 定义

听觉特性与音频信号

- 人的听觉特性

- 人对声音强弱的感觉：与声音声强的对数成正比
- 人对声音频率的感觉：声调的高低与声音信号频率的对数成正比

• 听觉的频响特性：次声——20Hz——可闻声——20KHz——超声，人对 3—5kHz 频率的声音最敏感

• 人类听觉的掩蔽效应

- 音频信号特性

- 声音频带主要在 100Hz~5kHz 之间，电话通信取 300Hz~3.4kHz<歌唱声频域<乐器频域

视频技术基础

视频信号与图像扫描

### 2.1.2 视音频信息数字化

音频信息时间上的离散化和图像信息空间位置的离散化；  
音频信息电平值和图像灰度电平值的离散化

### 2.1.3 视音频压缩编码

数据压缩的理论依据

Shannon 所创立的信息论：信源冗余来自信源本身的相关性和信源概率分布的不均匀性

音频压缩编码技术

波形编码

原理：采样、量化——人的听觉特性

特点：高码率条件下获得高质量的音频信号，适合高保真度的语音和音乐信号的压缩

参数编码

原理：建立数学模型

特点：编码压缩比很高，但计算量大，而且不适合高保真度要求的场合

混合编码

前两种编码的综合

视频信息的冗余

空间冗余：图像内部存在冗余信息

时间冗余：视频序列中的图像高度相关

其他冗余

信息熵冗余：像素的信息熵与平均码长

结构冗余：图像区域间存在某种关系

知识冗余：图像信息与先验的知识有关

视觉冗余：可去除人的视觉无法感知的信息

#### 2.1.4 视音频业务种类

普通电话与智能网业务

IP 电话

IP 电话的关键技术

- 语音压缩技术
- 静音抑制技术：通话过程中的安静时段停止发送语音包

音包

- 回声抵消技术：抵销掉因为电能没有充分转换形成的回声

- 语音抖动处理技术：处理网络时延和网络抖动问题

- 语音优先技术：满足语音通话对实时性的要求

- IP 包分割技术：防止过长数据包影响话音质量

- VoIP 前向纠错技术：防止网络传送中的数据损坏，

减少错码积累

广播电视

数字视频广播

视频点播业务

### 3. 问题与应用

对模拟和数字视音频业务的了解

#### 第二节

##### 1. 主要内容

数据通信业务的概念和常用业务。

##### 2. 基本概念和知识点

###### 2.2.1 数据通信的基本概念

- 数据通信的特点：
  - 更复杂、严格的通信规程与协议
  - 比视音频业务实时性要求低，可采用存储转发交换方式工作
  - 比视音频业务差错率要求高，必须采取更严格的差错控制措施
  - 进程间通信，自动完成通信过程不需人参与

###### 2.2.2 数据通信业务

- DDN 业务：提供永久、半永久性连接
- 帧中继：快速分组交换技术
- ISDN 业务：综合业务数据
- ATM 业务：面向连接的快速分组交换技术

- 传真存储转发业务
- 虚拟专用网业务
- 电子数据交换业务

### 3. 问题与应用

了解常见数据通信业务

#### 第三节

##### 1. 主要内容

常见多媒体通信业务及其特点

##### 2. 基本概念和知识点

多媒体技术的概念

多媒体的关键特性:信息载体的多样性、交互性和集成性

##### 2.3.1 多媒体通信业务及其特点

- 多媒体通信业务及其类型

- 分配型业务:

- 广播业务, 从一个中央源向网络各点

- 交互型业务

- 会话型业务: 可视电话等

- 消息型业务: 存储转发(电子邮件、语音信箱、视频邮件等)

- 检索型业务: 可视图文检索

多媒体通信业务对网络的要求

- 具有足够的传输带宽, 对信息采取必要的压缩措施

- 多媒体通信的实时性要求

- 支持点到点、点到多点和广播式通信

- 支持对称和不对称连接方式(上行与下行通道)

- 在一次呼叫过程中可修改连接的特性

- 呼叫过程中可建立和释放一个或多个连接, 多个连接间应保持一定的同步关系

##### 2.3.2 多媒体通信技术规范与标准

- MPEG\_1 标准: 视频、音频、系统

- MPEG\_2 标准: 扩充系统层语法

- MPEG\_4 标准: 注重交互性和灵活性

### 3. 问题与应用

注意多媒体与传统业务的区别

#### (三) 实践环节与课后练习

见本章课后习题 2, 3, 4, 6

#### (四) 教学方法与手段

板书教学、课堂讨论等

## 第三章 通信终端

### (一) 目的与要求

1. 了解各种业务所需终端类型

## (二) 教学内容

1. 主要内容

通信终端

2. 基本概念和知识点

音频通信终端

图形、图像通信终端

视频通信终端

数据通信终端

多媒体通信终端

3. 问题与应用（能力要求）

音频终端类型

## (三) 实践环节

课后思考身边的什么设备属于通信终端，并联系实际情况写出其工作原理。

## (四) 教学方法与手段

调查研究和社会实践

## 第四章 业务网技术基础

### (一) 目的与要求

1. 掌握业务网的基本技术要素、业务网的分类
2. 掌握交换在业务网中的地位和作用
3. 掌握各种节点交换技术
4. 掌握节点交换系统的四个基本功能

### (二) 教学内容

#### 第一节

1. 主要内容

业务网的基本技术要素、业务网的分类；交换在业务网中的地位和作用

2. 基本概念和知识点

业务网的基本技术要素及分类

业务网的基本技术要素

- 网络结构

• 概念：网络中终端与节点、节点与节点之间的连

接方式

• 分类：网状网、分级网

- 编号计划

• 概念：对业务网中的终端与节点进行编号进行识

别

- 计费方式

- 其他技术要素：路由选择、流量控制等。

• 业务网分类

#### 4.1.2 交换在业务网中的地位与作用

- 交换的引入
  - 全互联方式：所有终端两两相连（网状网）
  - 市话（本地）交换机
  - 汇接交换机（长途交换机）
  - 用户网络接口（UNI）
  - 网络接口（NNI）
  - 用户交换机（PBX）
- 交换的节点功能
  - 正确接收和分析来自 UNI 和 NNI 的呼叫信令
  - 正确接收和分析来自 UNI 和 NNI 的地址信令
  - 路由选择
  - 控制连接的建立
  - 拆除连接

### 3. 问题与应用（能力要求）

为什么说交换是业务网的核心？

#### 第二节

##### 1. 主要内容

各种节点交换技术

##### 2. 基本概念和知识点

#### 4.2.1 交换节点中传送的信号

- 同步时分复用信号

概念定义

- 位置化信道
- 对同步时分复用信号的交换实际是话路所在位置的交换，即时隙的内容在时间轴上的移动。

- 统计时分复用信号

- 将信息分组，加上标志码，利用不同位置的时隙传送

- 标志话信道
- 信道中信息与其在时间轴上位置（即时隙）没有

必然联系

#### 4.2.2 窄带交换技术

- 电路交换

- 电路交换过程
- 电路交换的特点
- 通信对象

- 数据通信——计算机与人或计算机之间（协议复杂）

- 话音通信——人与人之间（协议简单）



- 传输可靠性要求
  - 数据通信——比特差错率  $10^{-8}$  以下
  - 话音通信——比特差错率低于  $10^{-3}$
- 通信平均持续时间和通信建立请求响应
  - 数据通信持续时间短于电话平均通话时间
  - 数据通信信道建立时间也远低于电话通信
- 信息业务量特性
  - 话音信号：32kbps，信道一般不会空闲
  - 数据通信：工作状态不同，传输数据速率非常不同
- 结论：
  - 采用合适的交换方式（技术）构造数据通信网，满足高速传输数据的要求
    - 电路交换（速率低）à 报文交换（时延变化大）à 分组交换
- 分组交换与报文交换
  - 分组交换与报文交换的比较，如图 4.7
  - 分组交换技术特点
    - 分组传送，加入控制信息，采用存储转发机制，有差错控制措施
    - 基于统计时分复用，可不建立连接
    - 资源利用率高，共享信道
    - 有时延，实时性差，不能保证通信质量
    - 一般用于数据通信，但可用于分组话音业务
    - 分组交换网的支撑技术
- 4.2.3 宽带交换技术
  - 快速电路交换
    - 核心思想：在有信息传送时快速建立通道，如果用户没有数据传输则释放传输通道
    - 过程：用户申请 à 网络计算（寻找通路）à 相关信息填入路由交换机 à 用户传送数据则连接 à 用户空闲则释放连接
  - 快速分组交换
    - 基本思想：尽量简化协议，只具有核心的网络功能
    - 目的：减少交换节点的处理时延，提高速率
    - 技术：帧中继和 ATM
    - 产生背景
      - 光纤系统的应用——可简化或取消差错控制和流量控制
      - 终端系统智能化——在终端进行复杂的控制，网络只提供核心功能

#### 4.2.3 宽带交换技术

- 异步转移模式
- 综合电路交换和分组交换的优点。
- 基本原理与特点
  - 基于统计时分复用
  - 面向连接——保证传输质量、实时性
  - 固定长度信元——减少交换缓冲器容量、时延、时延抖动，简化交换控制和缓冲器管理
  - 信头简化——减少交换节点的处理开销
  - 构成 ATM 网和 B-ISDN 网的技术
  - 光交换
- 目前：电交换机
- 发展方向：光交换机+光纤
  - 减少光电转换损耗
  - 提高信号交换速度(电交换受电子器件速度限制)

#### 4.2.4 开放系统互连参考模型与节点交换技术

- 开放系统互连参考模型 (OSI)
- 在 OSI 中，将通信实体按其完成功能分为 7 层，分别为：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层
- 物理层
  - 提供物理连接，透明地传输比特流
  - 物理层下是具体的物理媒体
- 数据链路层
  - 相邻节点间无差错地传送数据帧
  - 建立、维持、释放数据链路
  - 数据帧中的控制信息：同步、地址、差错、流量等

#### 开放系统互连参考模型

- 网络层
  - 路由选择 (寻址功能)
  - 防止网络拥塞的任务
- 传输层
  - 弥补低三层的欠缺，保证通信质量
  - 建立传输连接，透明地传输报文
- 会话/表示层
  - 会话层：管理数据传输
  - 表示层：信息地语法表示
- 应用层
  - 确定通信性质满足用户需要
  - 信息地语法表示

- 语义匹配
- 信息传递过程
  - 对等层
    - 概念
    - 各层协议, 实际上就是各个对等层间传递数据时的各项规定
- OSI 与节点交换技术
  - 关系
    - 电路交换技术相当于 OSI 的第一层, 即物理层交换, 无需使用协议
    - 分组交换相当于 OSI 的低三层
    - 帧中继技术相当于 OSI 的低 2 层
    - ATM 技术相当于 OSI 的低 2 层, 比帧中继更简化
    - 以太网技术相当于 OSI 的低 2 层, 数据链路层比较复杂
    - IP 网技术使用 OSI 的低 4 层协议
  - 两个问题
    - OSI 在实际中没有真正应用
    - 协议体系结构定义的是各层应该提供的功能, 而功能的实现则由各厂家提供

#### 4.2.5 网络技术

- 网络技术分为无连接和面向连接两大类, 面向连接方式可分为面向物理连接和面向逻辑连接
- 按照连接建立和拆除的控制方式又分为半永久连接和交换式连接

### 3. 问题与应用

见课后习题

#### 第三节

##### 1. 主要内容

交换节点系统的基本功能

##### 2. 基本概念和知识点

###### 4.3.1 连接功能的数学描述

- 连接功能 (最基本) —— 交换网络 (核心)
  - 连接: 交换网络内部从入线到出线间的通道
- 用连接集合描述交互网络的连接特性
  - 点到点连接
  - 点到多点连接 (组播和广播)
  - 交换网络的连接集合在不同时刻是可变的, 连接能力的强弱由可提供的连接集合的数目决定
- 用连接函数描述交换网络的连接特性
  - 连接函数反映了入线集合和出线集合的映射关系

#### 4.3.2 连接功能的基本技术

- 拓扑结构
  - 时分结构
- 共享媒体（总线和环）
- 共享存储器
  - 空分结构
- 拓扑结构内部存在着多条并行的通路
- 控制方式——主要指选路策略
  - 条件选择：全盘观察，在入线和出线间所有通路中选择
  - 逐级选择
  - 自由选择：任意选择出线都可到达
  - 指定选择
  - 选路策略影响交换网络的阻塞率和控制复杂性
- 阻塞特性
  - 概念
    - 有阻塞网络与无阻塞网络
  - 严格无阻塞网络
  - 可重排无阻塞网络
  - 广义无阻塞网络
  - 阻塞特性
    - 不同交换技术的阻塞特性
  - 电路交换：阻塞只发生在建立连接的阶段（损失制系统）
    - 分组交换
- ATM 交换
  - 信元丢失率（CLR:CellLoss Rate）：
    - 故障防卫

#### 4.3.3 接口功能

- 各种交换系统都接有用户线、中继线。用户线和中继线终接在交换系统的 UNI 接口和 NNI 接口，进而接至交换网络。
- 不同类型的交换系统具有不同的接口功能。

#### 4.3.4 信令功能

- 信令的基本概念
  - 信令是指通信系统中的控制指令，它可以在指定的终端之间建立临时的通信通道，并维护网络本身的正常运行。
- 下图为两个用户通过两个端局进行电话接续的基本信令流程：
  - 信令方式
    - 信令的传送要遵守一定的规约和规定，这就是信令协议和信令方式。
- 信令的分类

- 随路信令和共路信令
- 信令的分类
- 随路信令和共路信令
    - 按照信令传送通道与用户信息传送通道的关系分类
    - 共路信令的识别：信令携带标记 (Label)
    - 公共信道信令的优点：信令传送速度快，具有提供大量信令的潜力，具有改变或增加信令的灵活性，便于开放新业务，在通话时可以随意处理信令，成本低。目前使用 No. 7 信令系统。
  - 线路信令、路由信令和管理信令
    - 线路信令：监视功能，用于监视终端设备的状态
    - 路由信令：路由选择功能，用于选择接续方向
    - 管理信令：操作功能，用于通信网的管理和维护
  - 用户线信令和局间信令
    - 用户线信令
  - 通信终端与网络节点间的信令 (用户网络接口 UNI 信令)
  - 网络节点：交换节点，网管中心，服务中心，计费中心，数据库等
  - 终端数量远大于节点数，因此用户线信令一般较简单
    - 局间信令 (网络接口信令)
  - 远比用户线信令复杂

#### 4.3.5 控制功能

- 控制功能与连接、接口、信令功能密切相关，其实现与控制方式密切相关
- 控制方式
  - 集中控制
  - 分散控制 (广泛采用)：多处理机的结构，包括数量、分级、分担方式、冗余结构等
- 分散控制的分担方式
  - 功能分担：每个处理机完成一项或多项功能 (面向全系统)
  - 容量分担：每个处理机执行全部功能 (面向系统的一部分容量)

### 3. 问题与应用 (能力要求)

见课后习题

#### (三) 课后练习

见课后习题。

#### (四) 教学方法与手段

课堂讨论等。

## 第五章 电话网技术

### (一) 目的与要求

1. 了解电话网的组成、结构、路由选择、编号计划等
2. 掌握数字电路交换系统的分类、结构、功能等

3. 了解 ISDN 技术
4. 掌握智能网的概念、结构、概念模型、应用等
5. 掌握电信管理网技术

## (二) 教学内容

### 第一节

#### 1. 主要内容

电话网的组成、结构、路由选择、编号计划等

#### 2. 基本概念和知识点

##### 5.1.1 电话网的组成

- 硬件
  - 节点交换设备：数字程控交换机
  - 传输链路设备
  - 终端设备
- 软件
  - 标准、协议、规章制度
- 等级结构

##### 5.1.2 电话网结构

- 长途网结构
  - 四级长途网络结构（五级电话网）
    - 转接次数多——时延长、传输损耗大、接通率低
    - 可靠性差
    - 等级多，区划小，网管工作复杂
  - 长途二级网
    - DC1 汇接所在省的省际长途话务
    - DC2 汇接所在本地网的长途终端话务
  - 长途无级网
    - 电话网由 3 个层面组成：长途电话网、本地电话

#### 网、用户接入网

##### 本地网

- 组成
  - 端局（交换局）和汇接局
  - 局间中继线、用户线
  - 终端设备
- 类型——扩大的本地网
  - 特点：相同长途区号的城市周围地区和城市的话务量集中流向大城市
- 类型
  - 特大和大城市本地网
  - 中等城市本地网
  - 交换中心和功能

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/456220010241011005>