

重庆工信职业学院

2026 年合同制工作人员招聘

铁道通信教研室教师试讲内容

试讲题目：模拟信号数字化过程

主要内容：

1. 以手机语音通话的生活实例导入，对比模拟信号与数字信号的特点，讲解模拟信号数字化的现实意义，引出 PCM 脉冲编码调制的完整处理流程。
2. 讲解抽样环节，阐述奈奎斯特低通抽样定理，明确奈奎斯特抽样速率，分析抽样频率不足所带来的混叠失真现象。
3. 讲解量化环节，说明量化噪声产生机理，分析均匀量化存在的缺陷，介绍非均匀量化的作用；简要讲解编码过程，完成量化电平到二进制码组的转换。

试讲要求：

1. 试讲时长严格控制 10 分钟；采用多媒体 PPT 教学，配合黑板板书；使用普通话授课。
2. 授课面向高职学生，讲解通俗易懂，结合民用通信实例，弱化复杂数学推导，重点讲解概念和实现过程。

参考资料：

- [1] 樊昌信.通信原理（第 7 版）[M].国防工业出版社（第十章 信源编码）
- [2] 周炯槃.通信原理[M].北京邮电大学出版社

一、PCM 基本定义与核心定位

脉冲编码调制 (Pulse Code Modulation, PCM)，是一种最基础、应用最广泛的模拟信号→数字信号 (A/D) 转换编码技术。它通过对连续的模拟信号进行采样、量化、编码三步处理，将时域连续、幅值连续的模拟信号，转换为时域离散、幅值离散的二进制数字信号。

PCM 是数字通信、数字音频、视频编码的基础核心技术，绝大多数数字传输、存储系统（如手机通话、MP3、CD 音频、光纤通信）均以 PCM 为底层编码标准。

核心本质：用离散的数字脉冲序列，近似表征连续的模拟信号。

二、PCM 完整工作流程（三大核心步骤）

PCM 模数转换必须依次经过采样→量化→编码三个环节，缺一不可。

（一）采样：时间离散化

采样是指以固定的时间间隔，对连续模拟信号的瞬时幅值进行抽取，将时域连续的模拟信号变为时域离散的采样脉冲信号。

1. 关键定理：奈奎斯特采样定理

为保证采样后的信号能够无失真还原原始模拟信号，采样频率 f_s 必须大于等于原始信号最高频率 $f_{\max}$ 的 2 倍，即： $f_s \geq 2f_{\max}$ 。

其中， $f_s = 1/T_s$ ， T_s 为采样周期（采样时间间隔）。

2. 采样误差与失真

若采样频率低于奈奎斯特频率（ $f_s < 2f_{\max}$ ），会产生混叠失真，原始信号高频成分丢失，无法完整还原信号。

3. 工程应用标准

人声语音信号最高频率 3.4kHz，通信系统标准采样频率为 8kHz。

（二）量化：幅值离散化

采样后的信号时间离散，但幅值依然连续，无法直接数字编码。量化是将采样得到的无限个瞬时幅值，四舍五入归并为有限个标准量化电平，实现信号幅值离散化。

1. 核心参数

量化级数 M ：离散化后的标准电平总个数；

编码位数 n ：二进制编码位数，满足 $M = 2^n$ ；

量化间隔 Δ ：相邻两个量化电平的差值， $\Delta = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{M}$ （ $V_{\max}$ 、 $V_{\min}$ 为信号最大、最小幅值）。

2. 量化误差与量化噪声

量化过程是近似取值过程，必然存在误差，称为量化误差，其等效噪声为量化噪声，是 PCM 系统唯一不可消除的固有失真。

在均匀量化条件下，最大量化误差为 $\pm\Delta/2$ 。编码位数 n 越多，量化级数 M 越大，量化间隔越小，量化误差越小，信号还原精度越高，但传输带宽占用越大。

3. 量化分类

均匀量化：所有量化间隔相等，结构简单、实现容易，但小信号量化信噪比极低，仅适用于幅值变化平稳的信号；

非均匀量化：量化间隔随信号幅值变化，小信号量化间隔小、大信号量化间隔大，大幅提升小信号信噪比，是语音通信主流方案。

（三）编码：数字化输出

将量化后的每一个标准量化电平，按照固定规则转换为对应的二进制比特码组，最终输出标准数字脉冲信号，完成模拟到数字的完整转换。