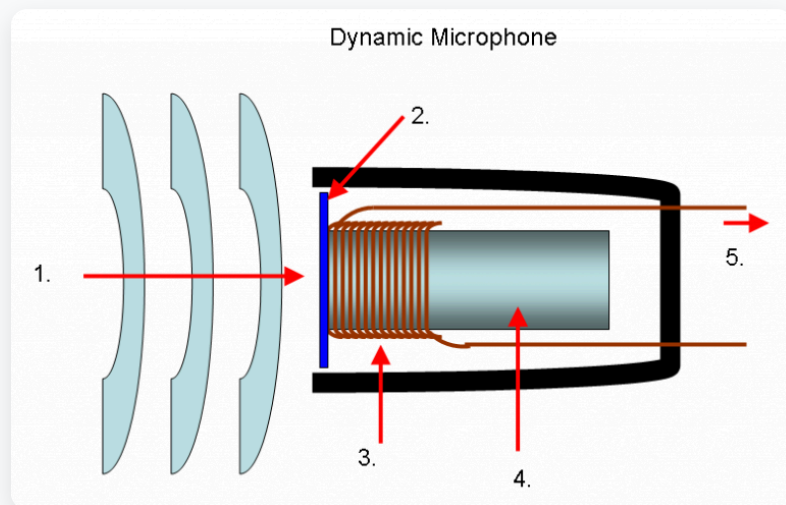


麦克风工作原理

动圈麦克风



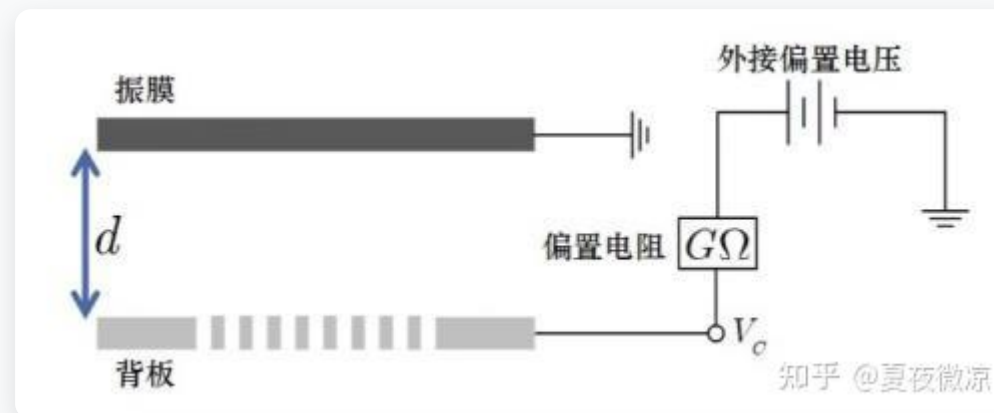
动圈麦克风内部结构示意图

- 基于**电磁感应**原理
- 声波振动**振膜**带动线圈
- 线圈在**磁场**中运动产生电流

核心原理

麦克风本质是**能量转换器**，将声能转换为电能，产生与声波形状相同的电信号

电容麦克风



电容麦克风工作原理图

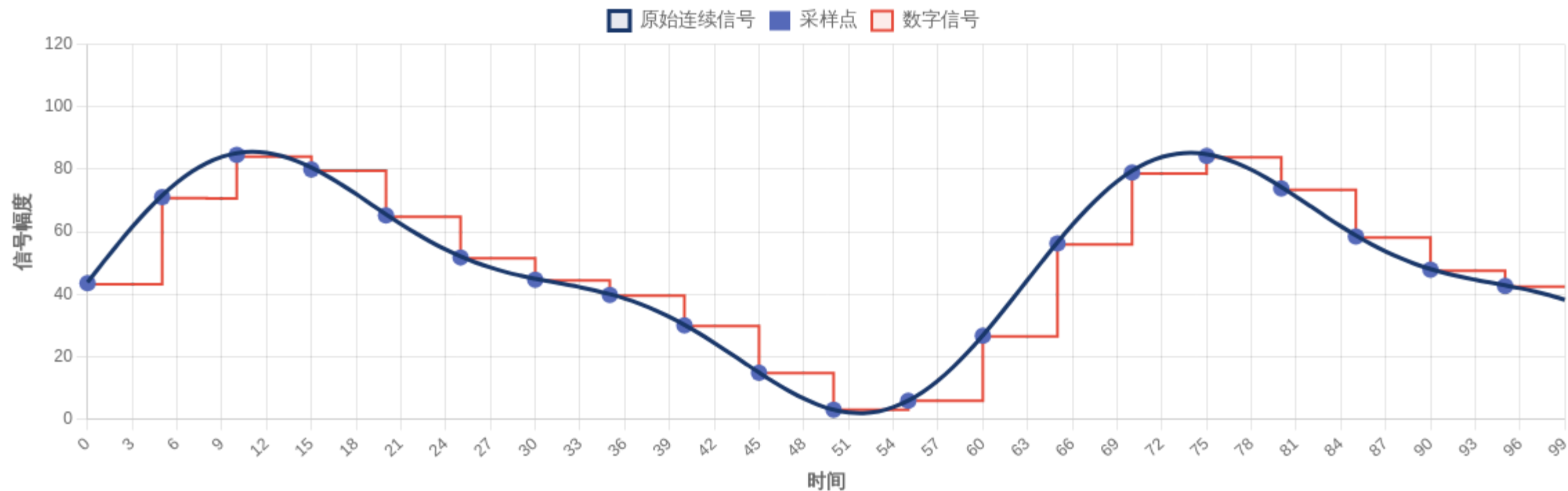
- 基于**电容变化**原理
- 两片**金属薄膜**形成电容器
- 声波振动改变**薄膜间距**，产生电流变化

麦克风类型对比

- ▶ **动圈麦克风**：坚固耐用，无需电源，适合现场演出
- ▶ **电容麦克风**：灵敏度高，需电源，适合录音室
- ▶ **驻极体麦克风**：特殊电容麦克风，振膜永久带电

采样原理

连续信号采样为离散数字信号过程



连续信号

原始声波



采样间隔

固定时间点



采样点

离散时间信号



数字信号

二进制数据

📌 采样要点

采样率：每秒采集样本数 Hz

采样间隔：相邻样本点的时间差

采样精度：决定信号还原质量

📖 奈奎斯特定理

采样频率必须大于信号最高频率的2倍

$$f_s > 2 \times f_{\max}$$

避免**混叠现象**，确保信号完整还原

音频信号中int16和float32的转换

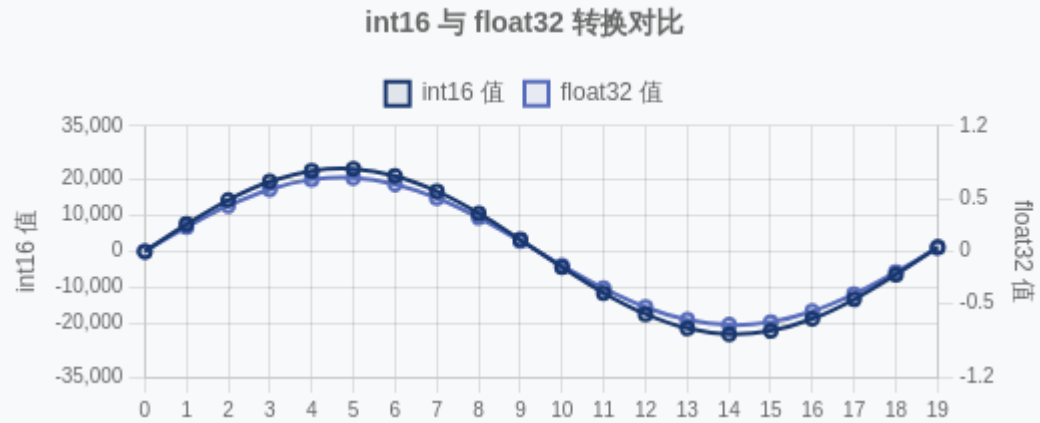
🔊 int16 格式

- ✓ 16位整数，占用2字节
- ✓ 值范围：-32768 到 32767
- ✓ 固定精度，动态范围约96dB
- ✓ CD音质标准格式
- ✓ 文件体积较小，处理速度快

📈 float32 格式

- ✓ 32位浮点数，占用4字节
- ✓ 值范围：-1.0 到 1.0（归一化）
- ✓ 高精度，动态范围约150dB
- ✓ 专业音频处理标准
- ✓ 文件体积较大，计算复杂度高

↔ 转换过程



📐 转换公式

int16 → float32: $\text{float_value} = \text{int_value} / 32768.0$

float32 → int16: $\text{int_value} = \text{round}(\text{float_value} * 32767.0)$

📊 格式对比

特性	int16	float32
存储空间	2字节/样本	4字节/样本
动态范围	约96dB	约150dB
量化噪声	较高	极低
处理速度	快	较慢

⚙ 应用场景

- 16 int16: CD音质、游戏音频、移动设备
- 32 float32: 专业录音、音频处理、混音

音频文件格式

无损音频格式

- ✓ 保留原始音质，无音质损失
- ✓ 文件体积大，适合专业音频制作

WAV

WAV
微软标准，兼容性极佳

FLAC

FLAC
开源压缩，体积小50-70%

ALAC

ALAC
苹果无损格式

APE

APE
高压缩率，解码较慢

有损音频格式

- ✓ 压缩率高，去除人耳不易察觉信息
- ✓ 文件体积小，适合网络传输



WAV格式音频文件图标

格式对比

格式类型	音质	文件大小	适用场景
无损格式	极高	大	专业录音、音乐制作
有损格式	良好	小	日常听歌、网络传输

💡 选择音频格式需权衡音质与文件大小



MP3

最流行，兼容性最好



AAC

效率高于MP3，苹果首选



WMA

微软开发，支持DRM



OGG

开源免费，多声道支持



发展趋势

- ▶ 无损压缩格式日益普及
- ▶ 高解析度音频需求增长
- ▶ 流媒体平台支持多格式

总结



物理声波

频率、振幅、波形



电信号转换

麦克风工作原理



采样

连续→离散时间



量化

连续→离散幅度



音频文件

无损/有损格式

声音的物理特性

- 频率：决定音调高低
- 振幅：决定响度大小
- 波形：决定音色特征

麦克风工作原理

- 动圈麦克风：电磁感应原理
- 电容麦克风：电容变化原理
- 将声能转换为电能

采样与量化

- 采样：时间离散化，采样率 $>2 \times$ 最高频率
- 量化：幅度离散化，位数决定精度
- 采样率和量化位数共同决定音质

音频文件格式

- 无损格式：WAV、FLAC、ALAC
- 有损格式：MP3、AAC、WMA
- 选择需权衡音质与文件大小

核心要点

声音从物理声波到数字音频文件的转换是一个多步骤过程，涉及物理特性转换、能量转换、时间离散化、幅度离散化和数据存储。理解这一过程有助于我们更好地选择音频设备和音频格式，满足不同场景的需求。

I2S协议

i 基本概念

- ✓ I2S Inter – IC Sound 集成电路内置音频总线
- ✓ 由飞利浦公司开发，用于音频设备间传输数字音频数据
- ✓ 串行通信协议，专用于数字音频传输
- ✓ 支持立体声和多声道音频传输

品 信号线组成

SCK

串行时钟
位同步信号

WS

字选择
声道选择信号

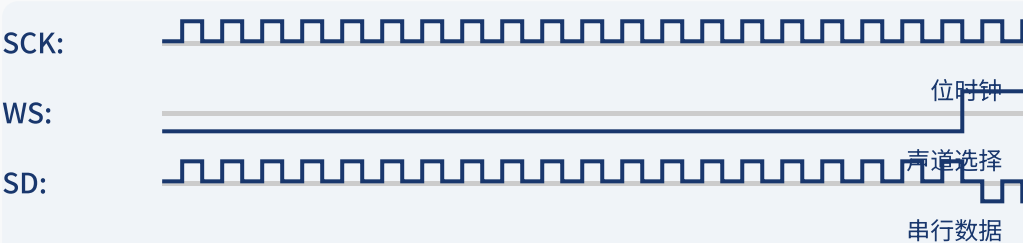
SD

串行数据
音频数据传输

- ✓ 可选信号：MCLK 主时钟 用于同步系统时钟

工作原理

- ✓ WS信号标识左右声道，高电平为左声道，低电平为右声道
- ✓ SCK信号提供位时钟，每个时钟周期传输一位数据
- ✓ SD信号在SCK的下降沿或上升沿传输数据



应用场景

- 🎵 音频编解码器与处理器间的音频数据传输
- 🔊 数字信号处理器DSP 与DAC/ADC间的通信
- 🎧 蓝牙音频模块与主控制器间的数据传输
- 🎤 麦克风阵列与音频处理芯片间的连接
- 📱 智能手机中音频子系统内部通信