



如何为便携式电子产品的 音频系统挑选合适的电路设计



冯 辉

美国国半导体
产品应用工程师



多功能合一的产品越来越受市场欢迎





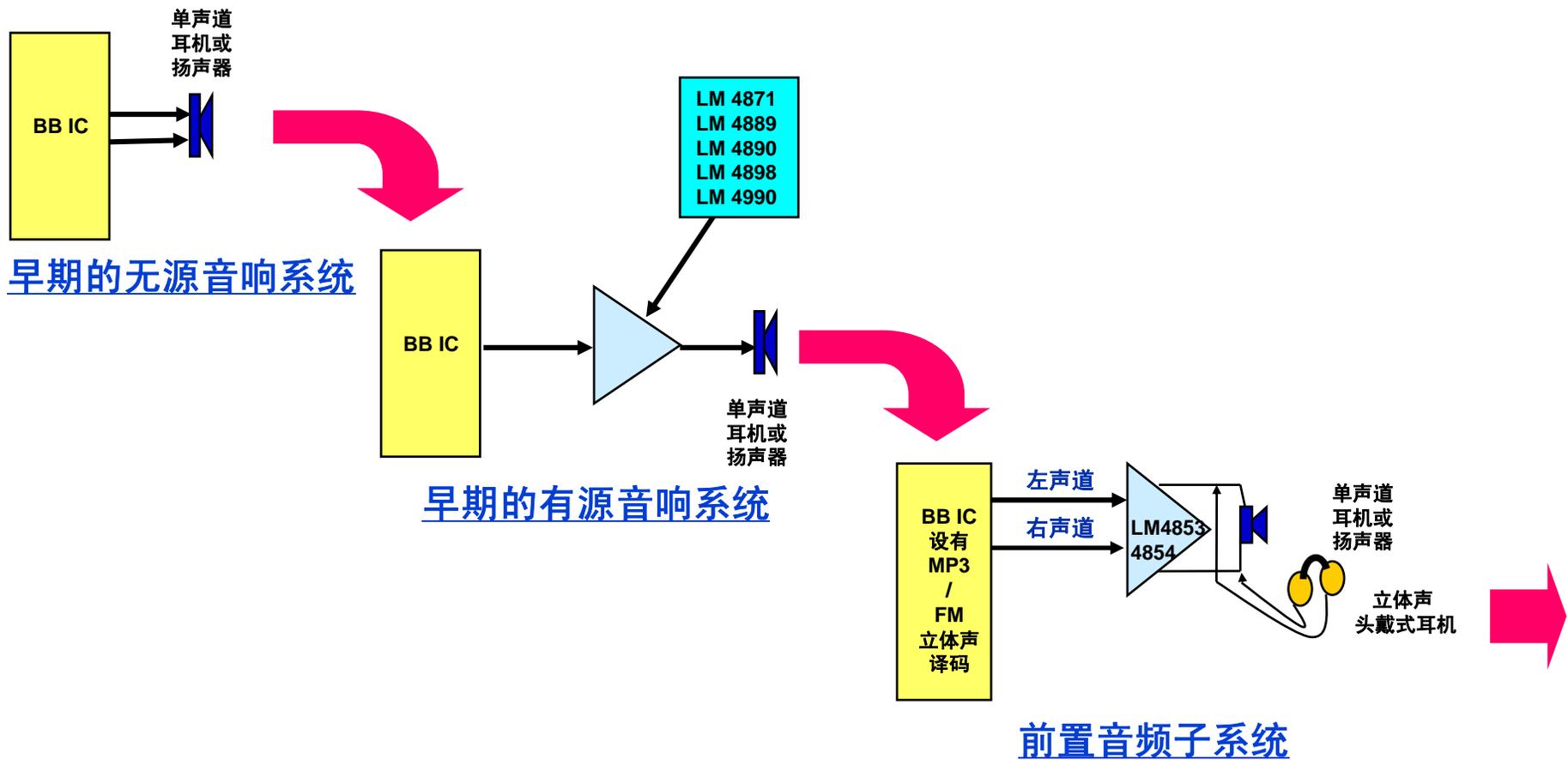
高性能电子产品音频系统的发展趋势及挑战

- 发展趋势
 - 集成更多音频功能，成为多功能合一产品
 - 更高度集成的技术
 - 数字音量控制
 - 灵活的混频/转换功能
 - FM 收音机、MP3 播放机 (模拟或数字)、MP4 播放机、DVB-T/H
 - 单声道/立体声扬声器、头戴式耳机、耳机
 - 确保可容易编程的控制接口：I²C/ SPI
 - 可内置于扬声器及头戴式耳机的功率放大器
 - 输入端可以充分利用的音效增强技术

- 挑战
 - 音频效能
 - 供电电压范围较小
 - 热能耗散
 - 噪声
 - 效率
 - 占用板面空间

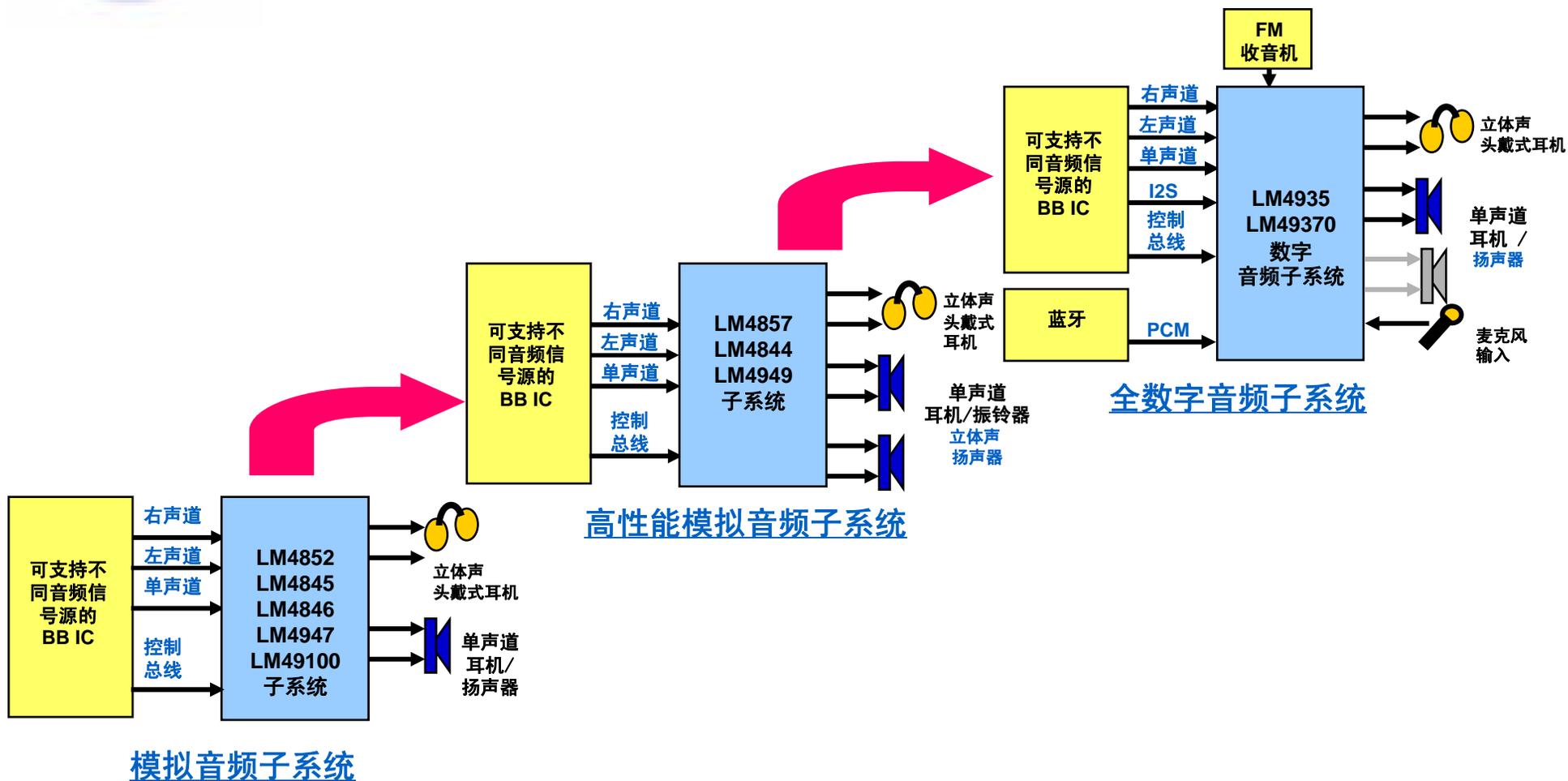


音频信号路径的技术集成度





音频信号路径的技术集成度 (续)





单芯片的性能无法充分发挥

- 供电电压
- 系统噪声
- 系统可靠性
- 热能耗散
- 混频/转换
- 封装大小

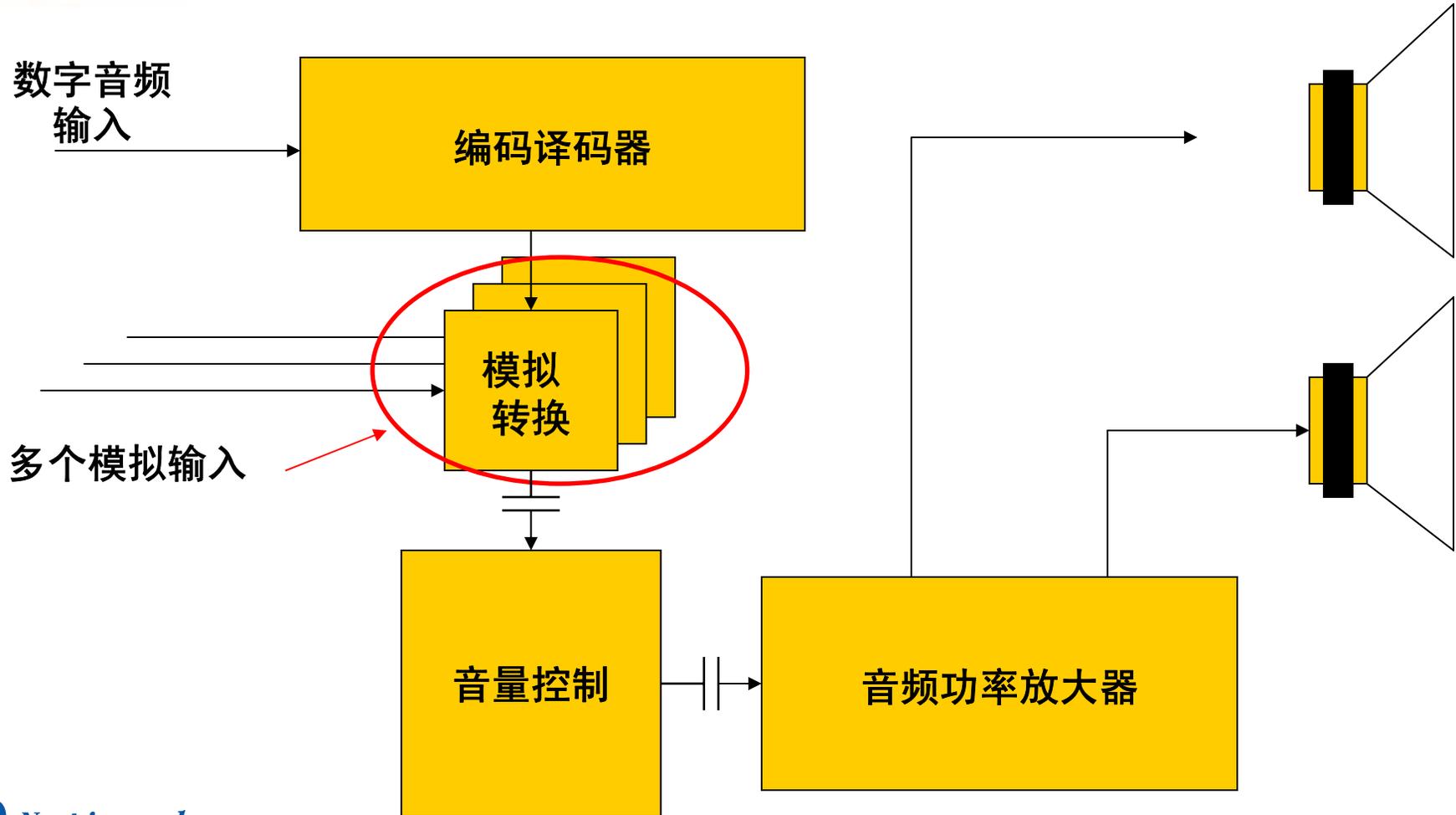


音频子系统可以解决哪些问题？

- 可以轻易支持多个不同的音频信号源
- 将音频信号混合
- 改善信噪比
- 简化设计
- 减少元件数目
- 缩小印制电路板面积
- 更稳定可靠
- 特别的音频效果
- 容易调试
- 利用软件控制功能切换左/右声道
- 更高的成品率

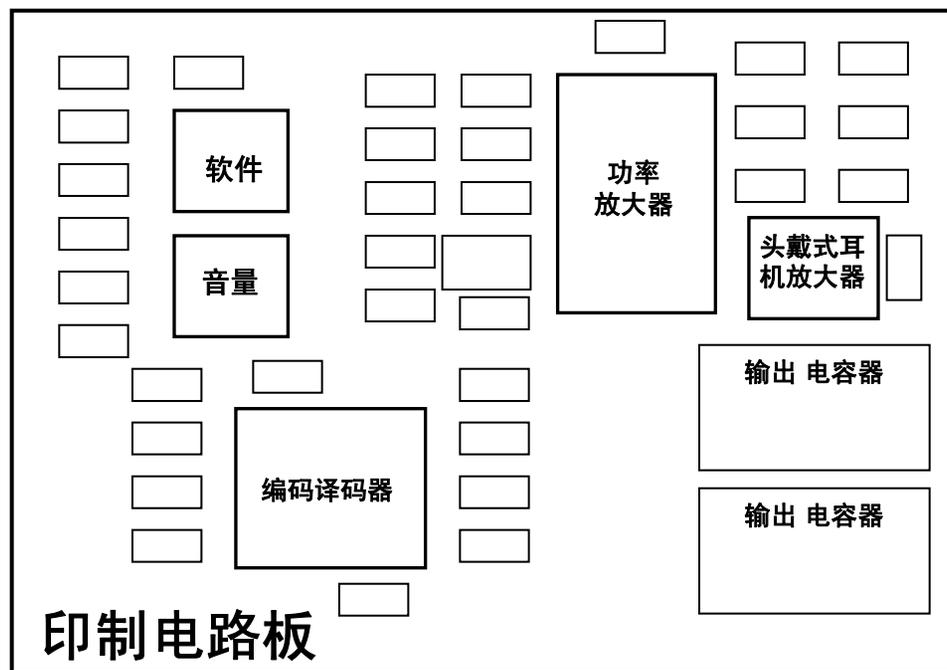


典型的分离式解决方案 (来自多个不同来源的音频信号)





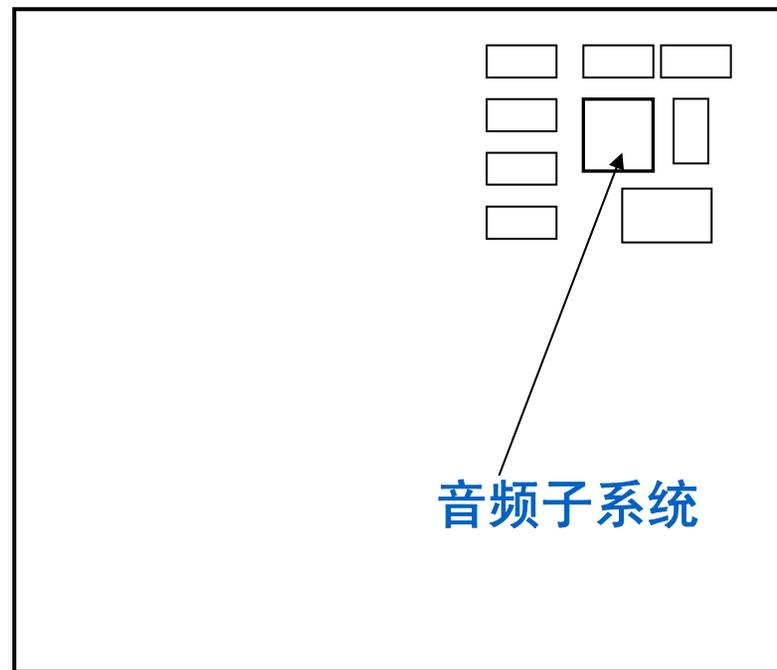
分离式解决方案与音频子系统的比较



I2C/SPI
控制

通用输入/
输出 控制

分立式解决方案



I2C/SPI

音频子系统

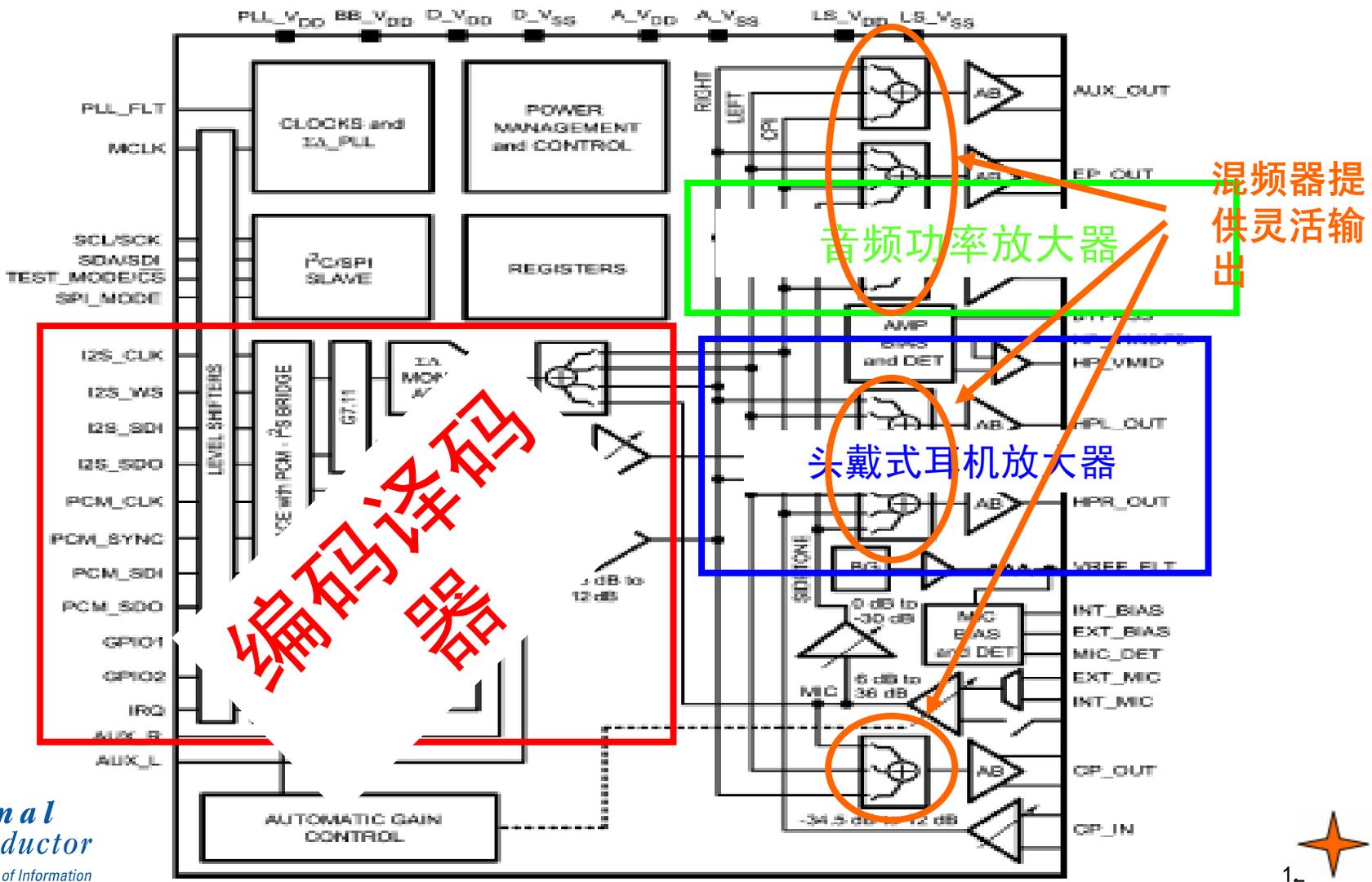


所需元件数目比较：分离式方案与子系统

	分立式方案	子系统
电阻	12 个	0 个
电容器	18 个	5 个
集成电路	5 颗	1 颗



音频子系统的基本黑色电路图





音频子系统的优点

- 大幅减少元件数目
- 整个系统只需一个旁路电容器
- 引脚数目极少
- 可以灵活将信号转换及混合
- 简单的输入及输出控制
- 制成品更稳定可靠
- 更容易提高成品率
- 可以通过修订程序加设其他功能，以便将系统升级

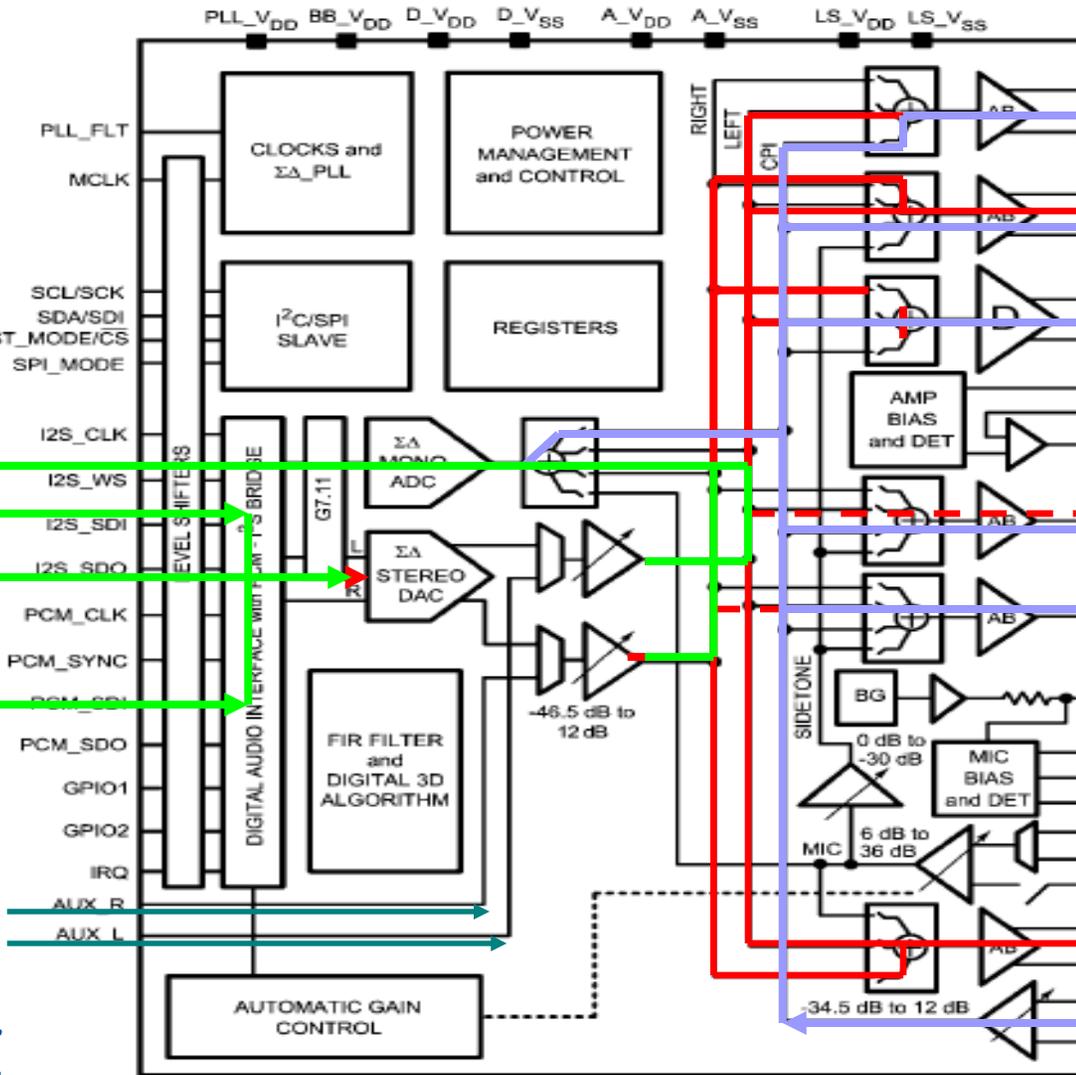


灵活的信号调整

差分信号至 I2S/PCM 输出内部 I2S 循 I2S/PCM

PCM

除了立体声及单声道输入之外，客户还可选择辅助输入



I2S/PCM 至辅助输出
差分信号至辅助输出
I2S/PCM 至耳机输出
差分信号至耳机输出
I2S/PCM 至扬声器输出
差分信号至扬声器输出

差分输入至头戴式耳机输出

I2S/PCM 至差分输出 (射频模块, 例如 GSM、PHS、CDMA、CDMA2000、TDS CDMA 等)

来自射频模块的差分信号

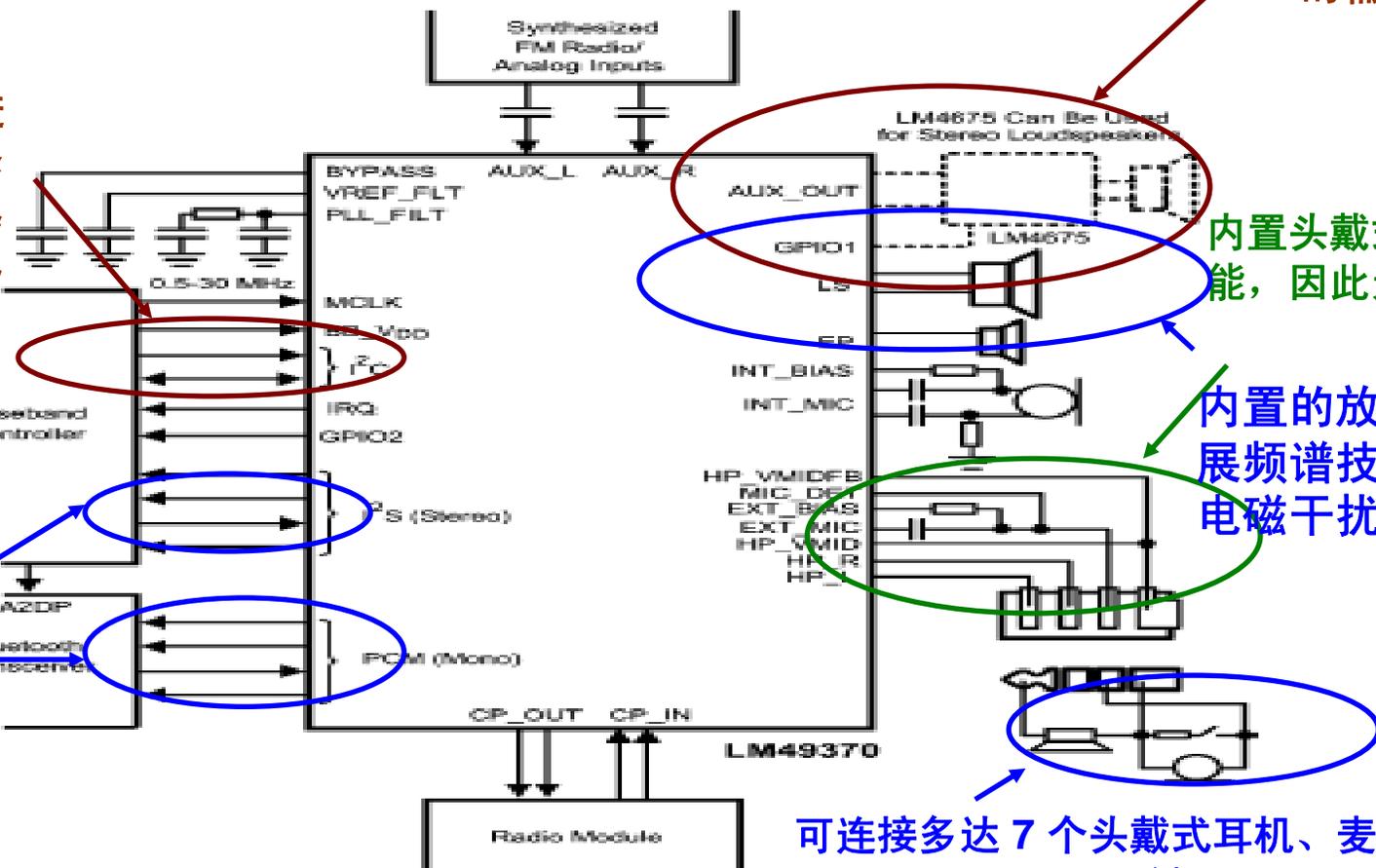




同一系统可以支持多个输入/输出

整个系统只采用一个 I2C 总线进行控制，只要修改软件，便可迅速改变输出模式

适用于立体声解决方案的辅助输出



采用双通道数字音频接口

内置头戴式耳机检测功能，因此无需另外加设电路

内置的放大器采用扩展频谱技术，以减少电磁干扰

可连接多达 7 个头戴式耳机、麦克风和钩键





功耗

- 功耗永远是个困扰便携式电子产品的问题。系统的每一环节都必须发挥极高的效率，以下是部分耗电较多的芯片。
 - 音频放大器
 - 发光二极管
 - 射频发送器 (GSM, PHS, CDMA 或蓝牙系统)
 - 低压降稳压器



如何减低系统的整体耗电?

- 音频放大器
 - 采用创新技术的 D 类 (Class D) 放大器
- 发光二极管
 - 采用发光二极管驱动器
- 射频发送器 (GSM, PHS, CDMA 或蓝牙系统)
 - 加设射频检波器
- 低压降稳压器
 - 改用直流/直流转换器
- 关闭所有不使用的芯片



如何减少无滤波器 D 类放大器的电磁干扰

- **扩展频谱技术：**这种技术将一个或多个不同频率信号的波形在时域或频域内扩散开来，使其变得稀疏。



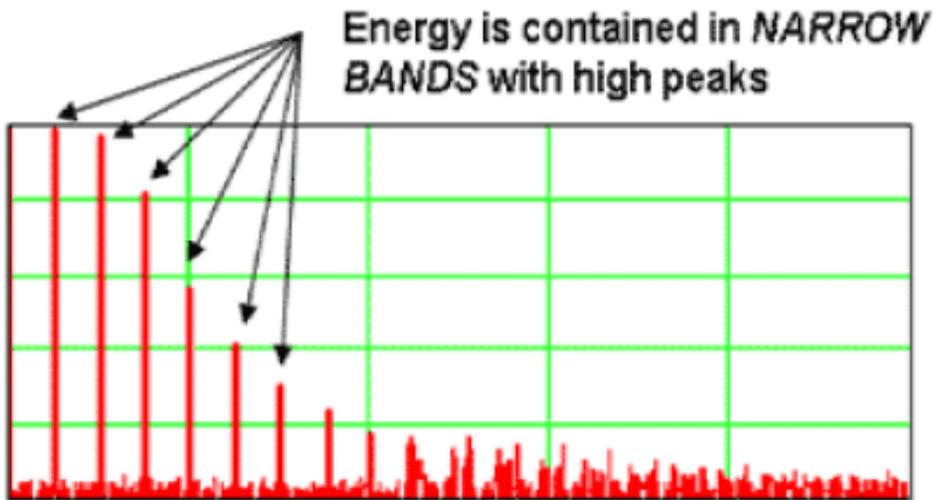
采用扩展频谱的 D 类放大器

- 传统D类放大器
 - 固定开关频率（例如 300 kHz）
 - 输出端有基频及高频谐波
 - 扬声器电缆越长，电磁干扰便越多
 - 可能需要加设输出滤波器以减少电磁干扰
- 采用扩展频谱的 D 类放大器
 - 开关频率会随机改变
 - 信号波形经过扩散之后会变得稀疏
 - 射频噪声会在较广阔的频率范围内扩散而减弱



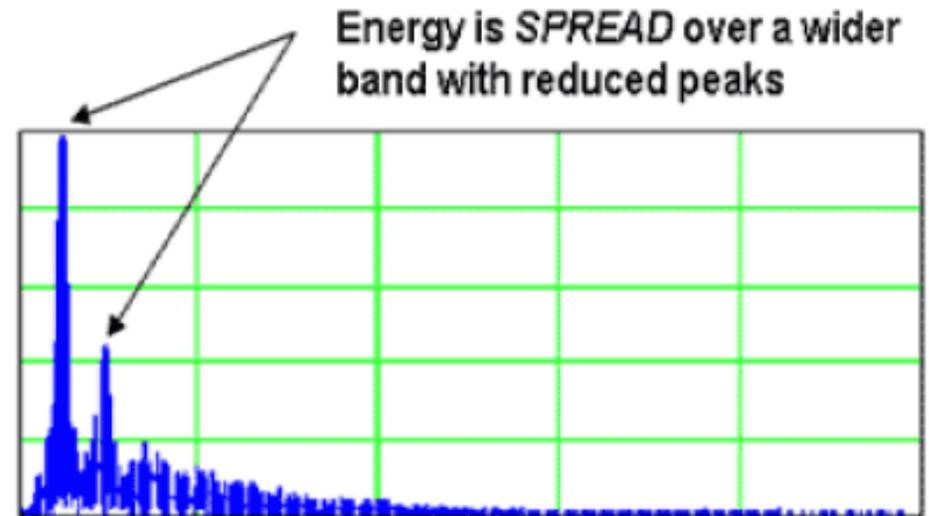
固定频率D类放大器与扩展频谱 D类放大器的优劣比较

固定频率调制 Fixed-Frequency-Modulation



固定频率调制 FFT

扩展频谱调制 Spread-Spectrum-Modulation



扩展频谱调制 FFT



扩展频谱的电磁干扰测量数字

FCC B 类的极限

图 1: LM49370 芯片的输出频谱

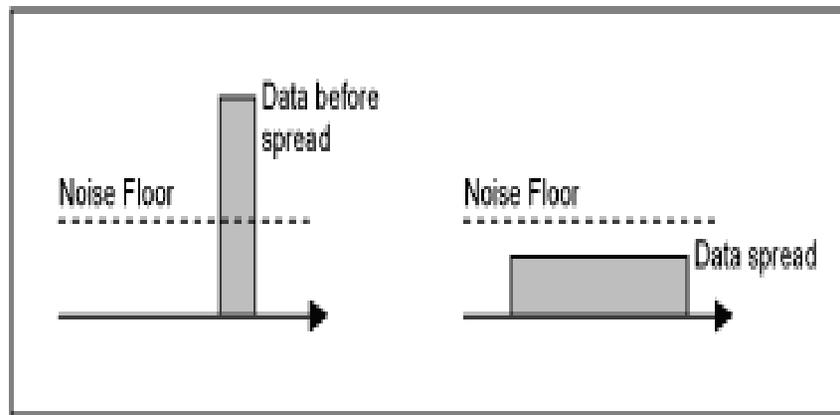
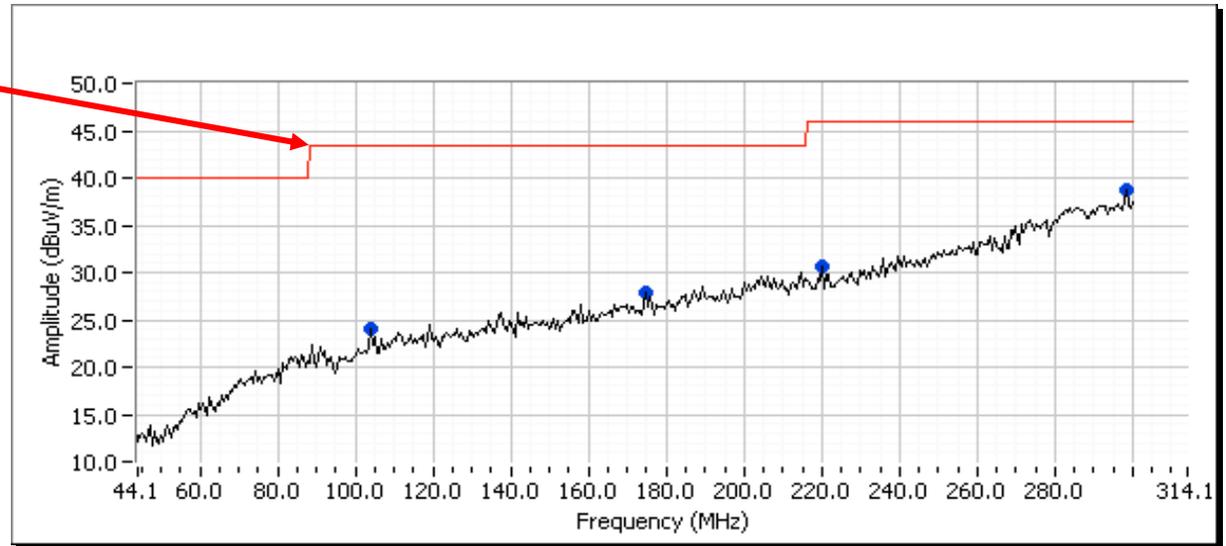
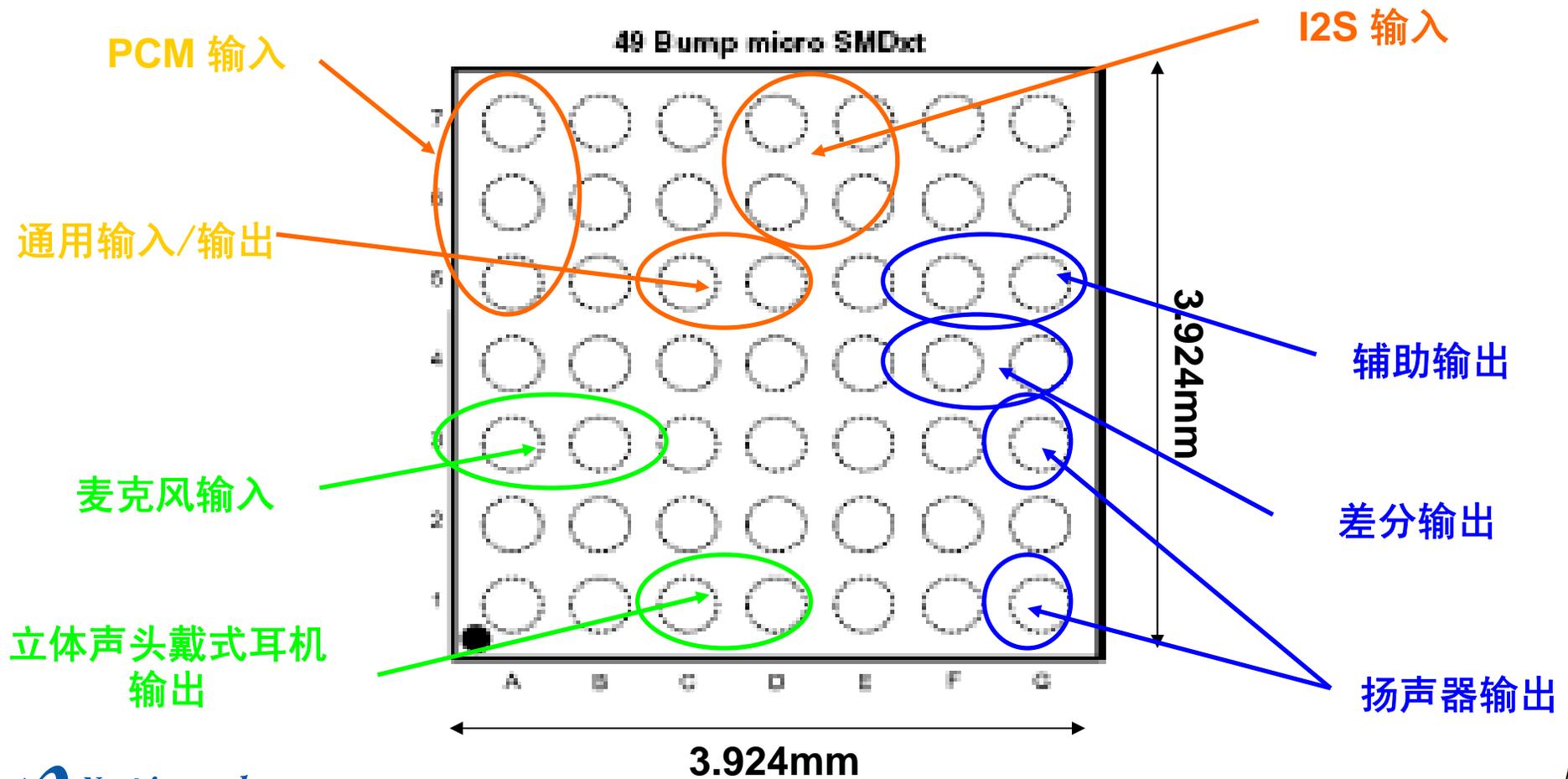


图 2: 信号电平扩散开来



采用 49uSMDxt 封装



总结

- 音频子系统的优点：
 - 缩小印制电路板面积
 - 更快及更易完成设计
 - 精简线路布局
 - 减少元件数目
 - 提高系统的整体效率
 - 避免耦合外部噪声 (缩短信号路径)
 - 容易切换输入/输出
 - 利用软件进行控制
 - 缩短调试时间



*National
Semiconductor*
The Sight & Sound of Information