

不失真：音频测试平台受益于新型24位 Σ - Δ 型ADC的出色信纳比

Niall McGinley

ADI公司

概述

如今，几乎每种个人电子设备都已经集成了音频功能。无论在繁忙的城市街道还是乡村地区，都可以看到不同年纪的人们边听音乐边做日常事务。最近五年来，音频设备的绝对数量已跃升为天文数字。一般消费者能接触到的媒体源比以前要广泛得多，用以观看和播放内容的设备种类也更加多样。这种数字媒体大爆炸是全球范围内手机、平板电脑、笔记本电脑和蓝牙扬声器的使用日益增长的结果。很多人家里都有这些设备，或至少其中的几种。当今消费者对高保真音频传输已经习以为常。音响系统中有静电噪音和干扰失真的时代已经一去不复返。同时，音频播放还有转移到云端的趋势。现在有许多流媒体服务都在竞相争夺听众，它们全都提供高保真音乐，而价格只是收藏CD的一个零头。这就意味着，我们每个人都会通过多种播放媒介来聆听各种在线音乐、有声读物和播客。音频模块的绝对数量之多也导致对音频测试平台的需求增加；音频测试平台不仅要能灵活提供多种功能，而且应具有高保真性能。

展望未来，技术发展的一般趋势是基础技术变化不大，但最终产品会不断改进以实现更好的性能。这一趋势同样适用于音频领域。更大的存储空间，更高的处理能力、精度、清晰度，以及更小的尺寸，都将成爲普遍需求。更高质量的音响越来越受普通听众欢迎就是这种趋势的表现。在应用领域，有望推动高质量音频系统需求增长的一个例子是语音识别和语音指令。从智能设备的语音搜索到家庭自动化系统，都会应用这种技术。为了让智能设备从嘈杂的环境中分辨出用户指令，必须采用高质量硬件。此类系统的关键指标是可实现的动态范围以及滤除噪音和干扰的能力。视频会议、虚拟临场和虚拟现实等应用都要求将背景噪音抑制到最低程度以改善用户体验。

设计挑战

音频模块绝对生产数量的增多也给厂家造成了一个“痛点”：如何快速高效地测试每台设备，同时确保其性能不打折扣？从设备制造商的角度来看，提高测试的执行速度显然会降低成本。然而，最终产品的质量不能受到影响。了解这些要求之后，为现代音频设备设计音频测试平台的关键就在于以下两点：一方面希望提高性能，另一方面希望以前所未有的速度执行测试。音频测试平台需要实现更低水平的噪音和失真，以便快速精确地测量被测设备。

普通消费者的需求与专业演播室设备的需求之间的差距正越来越小。例如，消费者普遍青睐质量更高且更精密的耳机。有一个全方位适用的音频测试平台将非常有用。典型CD音质需要92 dB到96 dB的动态范围，而模拟麦克风和专业级音响需要120 dB以上的动态范围¹。要适应未来需求，音频测试平台需覆盖更宽动态范围，并且具有更快的测试时间和更高的测试吞吐量。这种音频测试平台的理想定位是既能应对当前消费级需求，又能适应未来向更高保真系统发展的趋势。

寻找解决方案

要找到一种通用型解决方案，可能会遇到许多设计难题。为将这些需求纳入现代音频测试平台，测试系统设计师需要克服很多制约因素。其中一些制约因素包括系统成本、设计尺寸和功耗。许多情况下，决定系统性能的是与资金预算或热预算相关的器件性能限制。ADI公司的多通道24位 Σ - Δ 型ADC——[AD7768](#)，能够帮助克服上述常见限制。该器件提供4通道和8通道两个版本，具有出色的信纳比(SINAD)性能和许多其他特性，非常适合音频测试领域。

AD7768/AD7768-4 24位ADC的适用性

24位（及以上）ADC一般用于音频测试领域的高保真音频设备，因为其24位精度能实现更宽的动态范围。为确保信号完整性，低失真和出色的抗噪性是必要条件。ADI公司的新型24位Σ-Δ型ADC，即AD7768，其八个通道均能提供无与伦比的噪声和THD性能，并且输出数据速率可以根据音频带宽进行调整。这使其成为音频领域的理想器件。THD性能典型值为-120 dB。

AD7768/AD7768-4的宽带、低纹波数字滤波器也适合音频应用。它支持六种不同的抽取率，用户可以根据目标带宽灵活选用。AD7768的阻带衰减为105 dB，可提供陡峭的砖墙式频率响应，同时保持目标信号不变，而将噪声降至最低。

AD7768/AD7768-4适应音频测试平台的能力，使其成为突出的音频测试平台支柱。仪器仪表向模块化、小型化发展已成为当今趋势。AD7768/AD7768-4集成了多个通道，使得系统可以缩小尺寸并提高通道密度。在同时测试多台设备的同时，AD7768/AD7768-4有能力使通道间串扰保持最小，这是一个关键性的区分优势。作为可配置测试平台的基石，它解决了许多关键的设计难题，特别适合将功耗也视为一个重要考虑因素

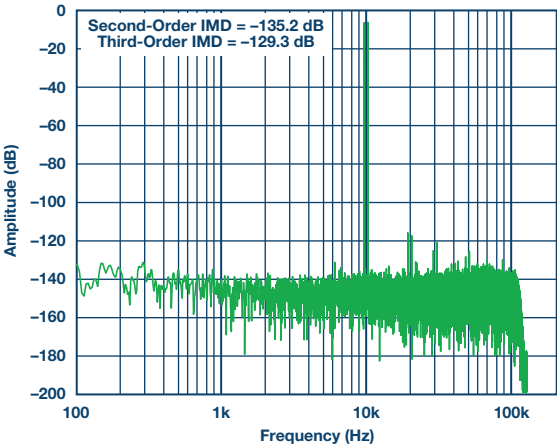


图1. AD7768/AD7768-4 IMD，输入信号为9.7 kHz和10.3 kHz

其性能的一个例子如图1中的AD7768/AD7768-4 IMD结果所示。此图显示二阶IMD结果为-135.2 dB，三阶IMD为-129.3 dB，非常出色。AD7768/AD7768-4 IMD测试遵循CCIF标准，即把两个同幅度的输入频率施加于器件。由此所得的FFT显示这两个频率是否发生交调；交调出现在相应的和频和差频中。本例中，中心频率为10 kHz，频率偏移为600 Hz。IMD测试常用于测试音频器件在两个或更多信号音混合作用下，是否会产生不需要的拍频信号²。播放音乐流时，如果存在这种信号音，会引起干扰性失真。与原始高保真音频文件相比，这种失真会产生令人不舒服的噪音。

测试案例

为了探究AD7768/AD7768-4在音频测试领域的适用性，我们开展了典型音频测试实验来展示不同消费音频设备的性能，以及如何利用AD7768/AD7768-4来测试各种设备。此测试运用AD7768评估板EVAL-AD7768FMCZ和SDP-H1平台。

此测试案例测量了不同质量的多种音频源并比较其性能。测试案例考虑了许多可能的测试音，如IMD信号音、对数线性调频、电平测试等。

选择的两种测试音如下：

- 1. -60 dBFS的1 kHz正弦波。此测试适用于动态范围测试，即防止设备静音（人工使输出消音）³。
- 2. IMD SMPTE测试，60 Hz/7 kHz，4:1（12 dB比率），-20 dBFS。该IMD测试显示非线性失真产物，其是多个信号音混频的结果。本例中，7 kHz信号被60 Hz信号音调制（7 kHz ± 60 Hz）。

配置

为将AD7768调谐到所需带宽，首先必须做一些计算，算出所需的主时钟（MCLK）。利用此MCLK与特定抽取率的组合，我们便可调整AD7768/AD7768-4的输出数据速率。本例中使用的MCLK为12.288 MHz，抽取率为×64，得到ODR为48 kSPS。考虑到功耗与带宽的取舍，也可以使用其他组合。更多信息请参阅数据手册第41页上的时钟、采样树和功耗调节部分。

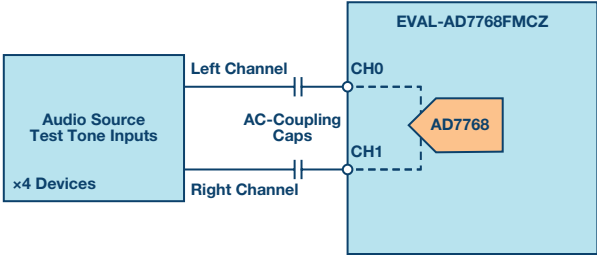


图2. 连接图

典型设置见图2。此设置使用EVAL-AD7768FMCZ板，其板载SMB连接器交流耦合到音频设备。八个通道一次最多可测试四路立体声输出，每个立体声设备有左右两个声道。对此电路可做进一步优化以提高系统性能。例如，增加一个高通滤波器以消除20 Hz以下的噪声。

结果

表1. 测试音结果

器件	频率 (Hz)	动态范围 (dB)	二阶IMD (dB)	三阶IMD (dB)
已知良好源	1000.5	101.2	-143.4	-139.2
手机	1000.5	101.2	-121.3	-125.8
笔记本电脑	1000.5	89.6	-119.4	-119.5
通过蓝牙连接的手机	1000.5	93.7	-110.6	-118.3
MP3播放器	997.6	99	-94.9	-104.7

从表1可看出, 对于不同设备, 低幅度输入信号和IMD测试的结果范围有很大出入。特别值得关注的是, 价格低廉的MP3播放器表现出良好的动态范围, 但在IMD测试中, 很明显引入的失真相当大。此设备的频率输出表明其质量低下, 可以测试的最大IMD水平受此设备的输出驱动能力限制。因此, 为了进行同等比较, 所有设备的测试音都以-20 dBFS为限。

笔记本电脑的音频输出具有许多不同的驱动器和处理选项。它们根据人耳的响应而开发, 以产生更令人愉悦的声音, 但会造成某些频率被改变。因此, 当关闭这些音效时, 笔记本电脑的动态范围性能实际上是最差的, 但开启后则与其他音源一样好。

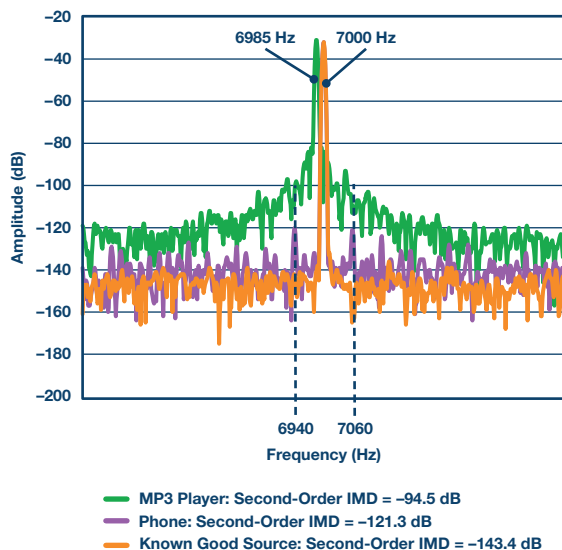


图3. IMD SMPTE测试样本, 7 kHz输入

图3显示了从已知良好源 (橙色) 到劣质MP3播放器 (绿色) 的各种设备的IMD范围。对于MP3和手机, IMD产物在7 kHz和±60 Hz时明显可见。

AD7768/AD7768-4解决方案的区别因素

AD7768/AD7768-4的最大输出数据速率(ODR)为256 kSPS。根据应用需要, 通过调整主时钟 (MCLK) 和/或抽取率, 可以将此ODR调谐到48 kSPS、96 kSPS或192 kSPS的典型音频带宽。这在功耗敏感应用中特别有用, 因为与其他音频ADC相比, AD7768/AD7768-4的每通道功耗相对较低。对于其他需要高动态范围和大带宽的应用 (如声呐), 它同样极具价值。

很多现代测试平台转向模块式系统, 热要求开始成为问题。AD7768/AD7768-4允许用户在信号带宽 (或动态范围) 与功耗之间进行取舍, 从而实现更低的功耗, 支持更广泛的用途。图4中的动态范围与ODR的关系曲线显示了这种灵活性。除了灵活性以外, AD7768/AD7768-4还有多种器件级和系统级省电方法。欲了解更多信息, 请参阅数据手册。

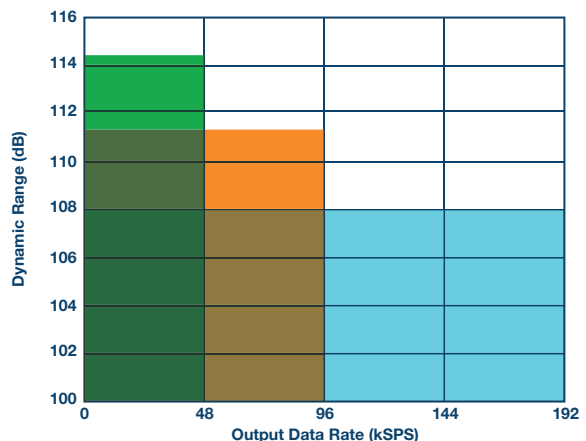


图4. 动态范围与ODR的关系 (每通道)

高通道数也是AD7768的一个优势, 原因如下:

快速测试

可以同时并行测试八个通道或四台立体声设备。因此, 测试时间或测试成本现在要减少四倍, 这对测试系统非常重要。我们周围的音频模块数量在不断增加, 未来的音频测试平台将越来越关心测试成本。通道密度很重要的一个应用例子是采用7.1环绕声的家庭影院系统。

性能优越

通过合并多个通道, 可进一步提升终端系统可实现的性能。四个通道合并为一个通道时, 图4所示的动态范围数值最多可提高6 dB。

尺寸更小

多通道音频平台可能对尺寸有限制, 原因可能是通道密度提高、系统限制、厂房空间限制或转向模块化台式仪器仪表。由于将八个ADC集成到一个封装中, 系统便能追随仪器小型化的趋势。

结语

音频模块数量日益增多, 这些设备的质量要求也在提高。因此, 业界对现代音频测试平台的需求越来越高。为了超越这些需求并适应未来智能设备不断增长的趋势, 现代音频测试平台必须具备高性能、可调整、可配置、运行快等条件。家庭自动化、语音识别和语音转文本应用不再是未来概念, 而是现实。随着语音控制和类似技术的进一步发展并扩大应用, 测试平台的负担会越来越重。AD7768/AD7768-4可对此提供颇有助益的解决方案。测试结果表明, 从低端设备到高保真系统, AD7768可用于测试当前市场上的各种音频设备。

欲了解更多信息, 请访问:

- ▶ analog.com/cn
- ▶ [AD7768产品页面](#)
- ▶ [EVAL-AD7768FMCZ评估板页面](#)

参考文献

- ¹ J. Tomarakos。“数字音频处理应用中数据字大小与动态范围和信号质量的关系”。ADI公司, 2002。analog.com/cn/education/education-library/articles/relationship-data-word-size-dynamic-range.html
- ² Audio Precision。“IMD详解”。Audio Precision, 2013。ap.com/technical-library/more-about-imd/
- ³ Adam Liberman。“TN116—测试智能手机和平板电脑”。Audio Precision, 2016。ap.com/download/technote-116-testing-smartphones-and-tablets-2/

作者简介

Niall McGinley是爱尔兰利默里克市ADI公司线性和精密技术应用团队成员。他主要关注精密 Σ - Δ 型ADC。他从利默里克大学毕业后,于2015年加入ADI公司。他拥有电气和计算机工程学士学位。

在线支持社区

访问ADI在线支持社区,与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答,或参与讨论。



请访问ezchina.analog.com

全球总部
One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

大中华区总部
上海市浦东新区张江高科技园区
祖冲之路2290号展想广场5楼
邮编: 201203
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田中心区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心
4205-4210室
邮编: 518048
电话: (86 755) 8202 3200
传真: (86 755) 8202 3222

北京分公司
北京市海淀区西小口路66号
中关村东升科技园
B-6号楼A座一层
邮编: 100191
电话: (86 10) 5987 1000
传真: (86 10) 6298 3574

武汉分公司
湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路889号光谷国际广场
写字楼B座2403-2405室
邮编: 430073
电话: (86 27) 8715 9968
传真: (86 27) 8715 9931

©2016 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. TA15381sc-0-12/16

analog.com/cn

