

用户手册



ADI-2 Pro

完美转换

32 Bit / 768 kHz
Hi-Res Audio

DSD
Direct Stream Digital



SteadyClock™ III



SyncCheck™

2通道模拟 / 数字转换器
4通道数字 / 模拟转换器
AES / ADAT / SPDIF 音频接口
32 Bit / 768 kHz 数字音频
USB 2.0 类兼容
2个超大功率耳机输出
数字信号处理
高级功能设置

▶概述	5
1. 简介	6
2. 包装清单	6
3. 系统要求	6
4. 简介及主要特点	7
5. 首次使用 – 快速上手	8
5.1 接口和控制	8
5.2 快速上手	9
5.3 设备操作	9
5.4 菜单结构概览	10
5.5 播放	11
5.6 模拟录音	11
5.7 数字录音	11
6. 电源供应	12
7. 固件升级	12
8. 功能解释	13
8.1 Extreme Power Headphone Outputs (超大功率耳机输出)	13
8.2 Dual Phones Outputs (双耳机输出)	13
8.3 5-band Parametric EQ (5段参数均衡, PEQ)	14
8.4 Bass / Treble (低音/高音)	15
8.5 Loudness (响度)	15
8.6 SRC (采样率转换)	15
8.7 Crossfeed (交叉串音)	16
8.8 DSP Limitations (DSP 限制)	16
▶基本信息和独立操作模式	18
9. 操作和使用	19
10. 前面板控制	19
10.1 按键	19
10.2 旋钮	19
11. VOL (音量)	20
12. I/O (输入/输出)	20
12.1 Analog Input (模拟输入)	20
12.1.1 Settings (设置)	20
12.1.2 Parametric EQ (参数均衡)	21
12.2 Main Output 1/2 (主输出 1/2)	22
12.2.1 Settings (设置)	22
12.2.2 Bass/Treble (低音/高音)	23
12.2.3 Loudness (响度)	23
12.3 Phones Output 3/4 (耳机输出 3/4)	24
13. EQ (均衡器)	24
14. SETUP (设置)	26
14.1 Options (选项)	26
14.1.1 Hardware/Diagnosis (硬件/诊断)	26
14.1.2 Clock (时钟)	26
14.1.3 Device Mode (设备模式)	27
14.2 Load/Store all Settings (加载/存储所有设置)	28
15. 电平表界面	28
15.1 Global Level Meter (全局电平表)	28
15.2 Analyzer (分析仪)	29
15.3 State Overview (状态概览)	29
15.4 Dark Volume (音量黑色主题界面)	30
16. 警示信息	31

17. 模式	32
17.1 Auto (自动)	32
17.2 Preamp (前置放大器)	33
17.3 AD/DA Converter (模数/数模转换器)	34
17.4 USB.....	35
17.5 Digital Through Mode (数字直通模式)	37
18. Balanced Phones Mode (平衡耳机模式)	38
19. DSD	39
19.1 综述	39
19.2 DSD Direct (仅存在于播放过程)	39
19.3 DSD 播放.....	40
19.4 DSD 录音.....	40
19.5 DSD 电平表	40
19.6 其他	40
▶输入和输出	41
20. 模拟输入	42
21. 模拟输出	42
21.1 综述	42
21.2 线路输出 TS 1/2.....	42
21.3 线路输出 XLR 1/2	43
21.4 PH 1/2	43
21.5 PH 3/4	44
22. 数字连接	44
22.1 AES	44
22.2 SPDIF.....	45
22.3 ADAT.....	46
▶安装与操作——Windows	47
23. 驱动安装	48
24. 设置 ADI-2 Pro	49
24.1 Settings (设置) 对话框	49
24.2 时钟模式 - 同步	50
25. 操作和使用	50
25.1 播放	50
25.2 播放 DVD (AC-3/DTS).....	50
25.3 多客户端操作	51
25.4 多设备操作	51
25.5 ASIO.....	52
26. DIGICheck Windows	52
▶安装与操作——Mac OS X	53
27. 综述	54
27.1 设置 ADI-2 Pro.....	54
27.2 时钟模式 - 同步	55
27.3 多设备操作	55
28. DIGICheck Mac	55
▶安装与操作——iOS	56
29. 综述	57
30. iOS 下运行的系统要求	57
31. 设置	57
32. 支持的输入和输出	57

▶技术参考资料.....	58
33. 技术指标.....	59
33.1 模拟输入.....	59
33.2 模拟输出.....	59
33.3 数字输入.....	60
33.4 数字输出.....	60
33.5 数字.....	61
33.6 通用.....	61
33.7 接口引脚.....	62
34. 技术背景.....	63
34.1 锁定 (Lock) 与 SyncCheck (同步检查).....	63
34.2 延时 (Latency) 与监听 (Monitoring).....	63
34.3 平衡耳机模式.....	64
34.4 Emphasis.....	66
34.5 高速模式下的噪声电平.....	67
34.6 SteadyClock.....	68
34.7 AD 滤波曲线.....	69
34.8 DA 滤波曲线 44.1 kHz.....	70
34.9 DA 脉冲响应.....	71
34.10 AD 脉冲响应.....	72
34.11 频响测量.....	73
34.12 响度.....	73
34.13 总谐波失真测量.....	74
34.14 超大功率.....	75
34.15 耳机失真对比.....	76
34.16 基于阻抗的电平表 PH 1-4.....	76
34.17 USB 音频.....	77
34.18 将 ADI-2 Pro 作为测量用途的硬件输入/输出.....	78
34.19 Hi-Fi 环境下的使用.....	80
▶其他.....	81
35. 配件.....	82
36. 产品保证.....	82
37. 附录.....	83
38. 符合标准声明.....	84



ADI-2 Pro

▶概述

1. 简介

RME ADI-2 Pro在很多方面都可称得上是里程碑式的产品。当前有众多AD/DA转换器、USB DAC以及专门的耳机放大器产品，RME研发者觉得它们在使用过程中都或多或少在某一方面有所欠缺。然而很多设备都声称使用了某种技术最先进的转换器芯片，却让行业杂志以及RME工作人员一次又一次的失望，最终根本找不到广告和数据表中给出的一流技术参数。

随着耳机的广泛使用，以及最新AD/DA芯片将技术参数进一步的提升，是时候推出新的RME宝石级产品。此产品每个功能都彰显了行业内最大的足迹，技术参数不负RME的盛名，它的功能集合是前所未有的，不知为何，很多有用的功能其他产品并未包含，它还具有两个极高功率的耳机输出。它将成为准确性和动态范围的新参考。

这就是ADI-2 Pro，一个奇妙的设备，从包装中取出后，将各种设备都连接到这一台机器上，它可以自动识别你想要的功能，操作简便：

- 专业录音棚品质的高端AD/DA转换器
- 真正高端品质的双耳机放大器
- 与众不同、最全能的USB DAC
- 用于iPad和iPhone的高端AD/DA前端和耳机放大器
- 用于测量系统的AD/DA前端，最高支持768 kHz采样率
- 带有监听的多种格式转换器（AES, SPDIF, ADAT）
- SPDIF/ADAT播放系统
- DSD录制和重放解决方案

赶快体验一下吧！

2. 包装清单

- ADI-2 Pro
- 用户手册
- 外部开关电源，可锁定接头，DC 12 V 24 W
- 电源线
- 数字辫子线 AES/SPDIF (BO968)
- 快速入门指南

3. 系统要求

通用要求：

- 电源12V DC、1.5 A及以上

对电脑来说：

- Windows 7及以上，Intel Mac OS X（10.6及以上）
- 1个USB 2.0端口或USB 3端口
- 电脑至少为Intel Core i3 CPU

对于iOS设备来说：

- iOS 7及以上的iPhone或iPad
- Dock或Lightning转USB的适配器

4. 简介及主要特点

ADI-2 Pro是一个2通道模拟输入转数字输出、4通道数字输入转模拟输出的转换器，半机架宽（9.5"）1U高。最新32 bit / 768 kHz转换器可以提供最高124 dBA的信噪比。这个值并不仅仅是列在技术参数中，这是在实际操作中本设备能够达到的值。

在ADI-2 Pro中，参考级技术参数与前所未有的功能集结合在一起。它具有强大的DSP以及各种有用的音频处理，包括5端参数均衡、快速低音/高音调节、交叉串音、以及关于响度声音控制的新概念。

通过3个可按旋钮以及4个按钮可快速直达指定菜单，操作便捷。设备会存储所有当前的设置，甚至菜单位置。另外设备的全部设置以及均衡器设置，都将各自命名存储。

用于图形化操作界面的高分辨率IPS面板使得操作更加简单，它可以显示DSP提供的功能：峰值电平表、DIGICheck双二阶滤波器技术中的30段分析仪，State Overview（状态概览）界面可以显示SPDIF、AES、USB和锁定的当前状态。

数字输入SPDIF同轴（或光纤）和AES可以同时运行。另外一个采样率转换器会将SPDIF和AES的时钟解耦，以便用于更简单的设置，同时还支持输入信号的上采样和下采样。SPDIF光纤也支持2通道ADAT运行，最高192kHz。

当ADI-2 Pro作为USB音频接口使用时，CC（类兼容）UAC 2模式可以设置成Stereo（立体声）或Multi-channel（多通道）。Multi-channel（多通道）模式将ADI-2 Pro变成一个6通道（模拟1/2、AES、SPDIF）录音和8通道（模拟1/2/3/4、AES、SPDIF）重放的音频接口，可以作为iPad前端使用，采样率最高192kHz。在Stereo（立体声）模式中，采样率最高支持768 kHz，用于高分辨率录音或PCM、DXD和DSD录音/重放。

伺服平衡模拟输入及专用的平衡和非平衡输出同时使用XLR和1/4" TRS/TS接口。设备采用完全平衡和DC耦合电路设计，保证在最低的衰减时有最高的相位精度。在整个信号路径中唯一的电容器（Nichicon的非极性MUSE音频电容器）直接置于设备的输入端（DC保护）。

两个超大功率耳机输出提供了参考声和动态余量。RME的Advanced Balanced（高级平衡）模式不仅增加了一项平衡耳机功能，并首次提出了一个新概念，将平衡模式进一步改善。

为了在最佳操作电平下保留完整的动态范围，采用离散4级参考电平设置来实现最大的动态范围（+4, +13, +19, +24 dBu）。同时可进行0~+6 dB的数字微调，以0.5 dB的步长进行输入灵敏度的精细调整。

ADI-2 Pro支持32 kHz~768 kHz的所有采样率。此外，RME的SteadyClock III保证了在所有时钟模式下均有出色的性能。采用高效抖动抑制，使AD/DA转换总是采用最高的音频电平，与输入时钟信号的质量无关。

ADI-2 Pro同时适用于录音棚和家庭。它是柔和且现代的桌面设计，无噪声，具有带有舒适背光的待机按钮。

通过一个12V接头可方便地连接电池，实现移动式 and 电位隔离使用。

5. 首次使用 – 快速上手

5.1 接口和控制

ADI-2 Pro的**前面板**具有3个高精度的可按旋钮、4个菜单按钮、一个待机电源按钮、一个高分辨率IPS显示屏和两个TRS耳机输出接口。

输出通道1/2和3/4通过两个独立的**Extreme Power**（超大功率）驱动电路馈送给两个耳机输出，同时针对高阻和低阻耳机进行了优化。它们的非平衡输出信号具有最高的品质。信噪比为120 dBA，在耳机输出端无可察觉的哼声和噪声。

如果将耳机输出用作线路输出，需要一个TRS转2 x RCA适配器或TRS转2 x TS适配器。

ADI-2 Pro的**后面板**具有两个伺服平衡模拟输入（XLR/TRS双兼容接口）、2个非平衡输出（TS接口）、2个平衡输出（XLR接口）、TOSLINK光纤输入/输出、一个USB口和一个可锁定的电源接口。出厂标配的辫子线连接在DB-9接口后，可通过XLR提供AES输入/输出，通过RCA提供SPDIF同轴输入/输出。

ADI-2 Pro有两个模拟线路输入，操作电平可达+24 dBu。电子输入级使用伺服平衡设计，可以正确处理非平衡和平衡信号，自动调整电平参考。

!
● 当在XLR输入端使用非平衡线缆时，XLR接头的第3个针脚必须接地。否则会因为平衡输入的负极悬空而产生噪声。

模拟输入1/2通过DSP具有6 dB的数字增益控制，可以选择模拟域中的+4 dBu、+13 dBu、+19 dBu或+24 dBu作为参考电平。

!
● 短路保护，低阻XLR线路输出不能以伺服平衡方式操作！当通过XLR连接非平衡设备，要确保XLR输出的第3针脚悬空。接地会引起更大的失真更多的功耗！

Optical I/O (TOSLINK): 设备自动探测SPDIF或ADAT输入信号。根据Setup（设置）菜单（Options “选项”，Hardware/Diagnostics “硬件/诊断”）中当前的设置，光纤输出可以作为ADAT输出或SPDIF输出。注意只能使用ADAT流中的通道1/2。仍然支持SMUX和SMUX4（最高192kHz）。

USB 2.0: 用于连接电脑的标准USB接口。ADI-2 Pro可以作为Class Compliant（类兼容）设备使用，有2通道和8通道模式供选择（在Setup中进行设置）。可以直接在Mac OS X和iOS（iPad, iPhone）下使用。对于Windows，RME MADiface系列驱动增加了WDM和ASIO。

电源接口: 这个接口支持RME DC电源供应的锁定接头。插入电源接头后旋转90° 即可锁定。

5.2 快速上手

将设备连接电源，按下待机开关启动设备。ADI-2 Pro出厂默认Basic Mode Auto模式开启（SETUP“设置” – Options“选项” – Device Mode“设备模式” – Basic Mode“基本模式”）。SPDIF（同轴或光纤）的输入选择以及Phones Out 3/4的信号源选择均设定为Auto（自动），SRC（采样率转换）则会为了SPDIF输入开启。在Auto模式开启下，设备会根据所连线缆的情况启动不同的模式：

- **Preamp**（前置放大器）：模拟输入至模拟输出（内部数字输出至输入）。当没有检测到数字输入信号且无USB连接时启动该模式。
- **AD/DA**：转换器模式，模拟输入至所有数字输出，数字输入至所有模拟输出。一旦检测到连接了数字信号即启动该模式，此数字信号也可以成为信号源。当多于一个数字信号输入时，用户需要手动选择监听哪一个信号源。SRC默认为开启状态，并分配给SPDIF。时钟模式跟随AES输入，但是会自动适应检测到的信号源。
- **USB**：音频接口模式（或USB DAC）。如果检测到USB，所有输入都路由到USB，所有输出都由USB给予。USB优先于转换器模式。在Setup可以将设备设置成2通道或8通道设备。一般情况下2通道更常用。

可以手动选择不同模式来替换USB模式。这样会改变输入/输出的路由，但是不会使USB本身失效。所有输入仍然可以使用USB，输出3/4可以播放USB。

所有模式下，PH 3/4（耳机3/4）均可自由配置，任意信号源都能由此独立监听，与Output 1/2无关。

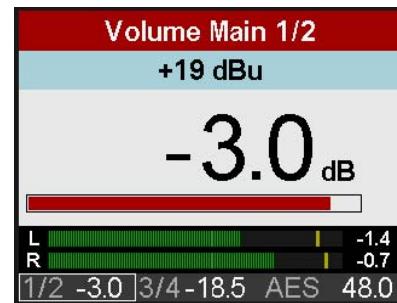
设备能够记忆所有设置，下次开机时自动加载。

5.3 设备操作

设备会提供一些有用信息，以便用户顺利使用：

转动VOLUME（音量）大旋钮，屏幕将显示当前所选输出的Volume（音量）界面。按下Volume旋钮选择音量设置的对象为Output 1/2或Output 3/4。屏幕底端的状态栏显示当前两个音量设置的dB值。白色方框指示的是当前旋钮的控制对象。

屏幕上方显示的是当前选择的输出以及当前的硬件参考电平（参考电平Ref Level详见12.2.1）。



通过“I/O”菜单结构（转动旋钮2在Settings“设置”、Parametric EQ“参数均衡”、Bass/Treble“低音/高音”和Loudness“响度”之间切换）或按下EQ键后出现的图示均衡屏幕都可以对EQ进行设置。在此屏幕中光标有三个位置：顶部、频响曲线下方的EQ参数行以及第1段至第5段的均衡类型（Peak“峰型”、Shelf“搁架式”、Low/High Cut“高/低切”）。按下旋钮1和2来控制光标上下移动。当光标在EQ参数行，所有值就不再是灰色的了。此时旋转大旋钮控制Gain（增益），旋转旋钮1控制Frequency（频率），旋转旋钮2控制Quality factor（Q值）。这样就可以对EQ进行快速设置和编辑了。

图中有5个颜色分别匹配5个频段。如果是灰色的，则EQ未开启。EQ可以在第二个菜单中开启，再次按下EQ键即可。

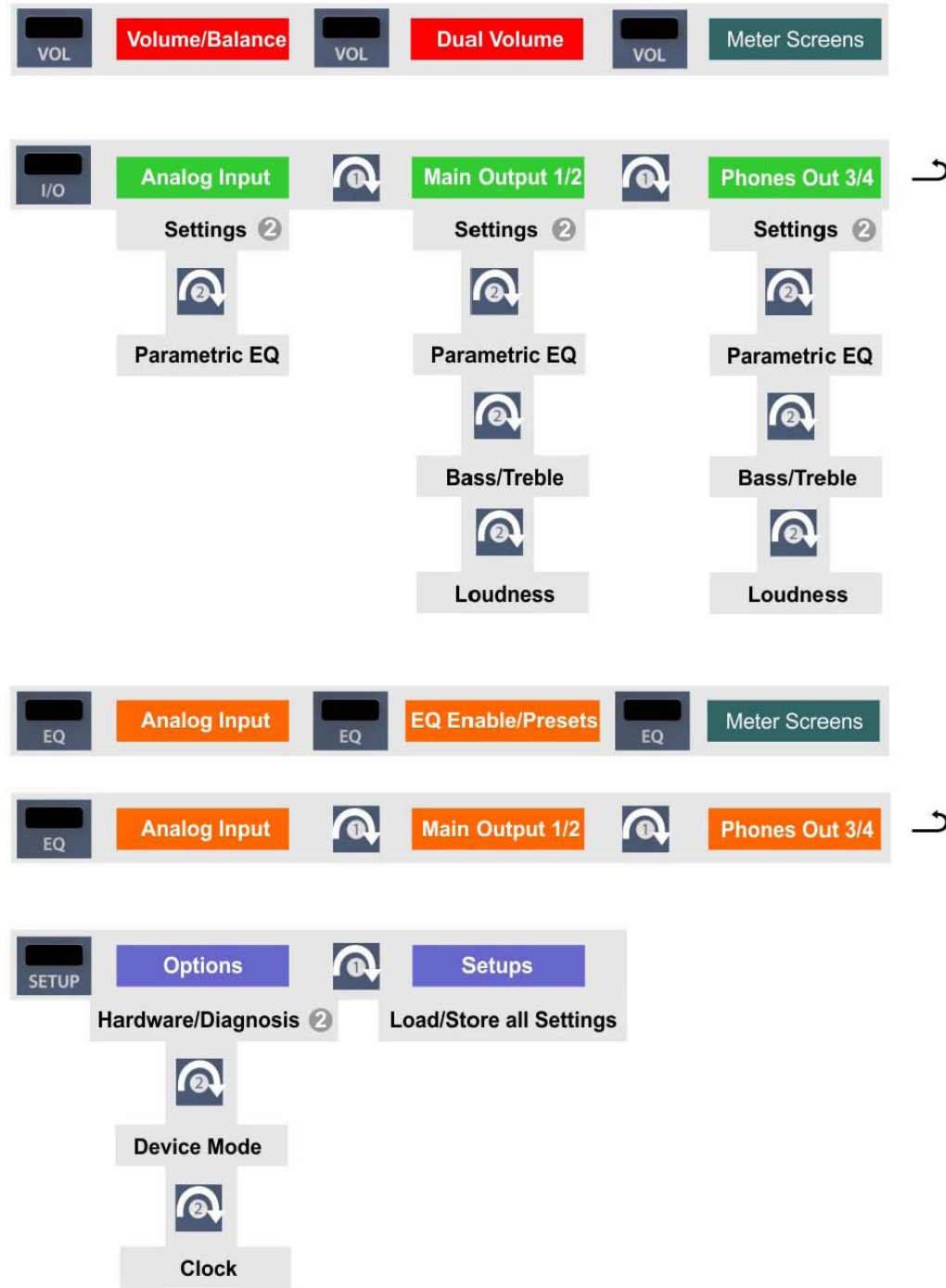
*（在当前选中的通道旁显示一个“①”。旋转旋钮1即可将EQ设置对象变更到其他通道）

此设备在有多提供信息的电平表界面：**Global Level Meters**（全局电平表）、**Analyzer Input**（分析仪输入）、**Analyzer Output 1/2**（分析仪输出1/2）、**Analyzer Output 3/4**（分析仪输出3/4）、**State Overview**（状态概览）和**Dark Volume**（音量黑色主题界面）。无论屏幕当前显示的是哪项功能，按下旋钮1和2即可进行切换。若想快速调出电平表信息界面，只需多

次按下4个菜单按钮中的任意一个。

在所有界面下，转动旋钮1和旋钮2都可以快速启用Bass和Treble，进行最大+/- 6 dB的提升或衰减。

5.4 菜单结构概览



5.5 播放

在进行播放时，ADI-2 Pro必须选择为输出设备。一般在电脑（操作系统、播放软件或工作站等）的Options（选项）- Preferences（首选项）或Settings（设置）菜单下进行设置，例如Playback Device（播放设备）、Audio Devices（音频设备）、Audio（音频）等。当选择一个设备后，音频数据会根据所选的播放设备发送到一个模拟或数字端口。

增加音频缓冲区的数量和/或大小可以防止音频信号中断，但也会增加输出延迟。

5.6 模拟录音

通过模拟输入录音，则必须选择相应的录音设备。

ADI-2 Pro的Channels 1/2具有数字控制增益以及4个硬件参考电平。数字控制增益提供0~+6 dB增益范围，可以以0.5 dB为步长精细地调节输入灵敏度。4个硬件基础的参考电平允许对当前源信号进行粗略的适应。ADI-2 Pro具有全局电平表和各个通道的电平表。设置恰当的参考电平以防削波或过载是轻而易举的事。

XLR/TRS双兼容接口是为线路信号设计的。需要较高输入阻抗的信号源（例如吉他），在连接ADI-2 Pro之前要进行额外的阻抗缓冲。

5.7 数字录音

用ADI-2 Pro进行数字录音最简单的方法就是为当前使用的输入（SPDIF或AES）设置SRC（采样率转换），然后将Clock（时钟）设置成INT（内部），并设置想要的采样率，之后开始录音。

SRC作为一个时钟去耦器工作。当不使用SRC时，ADI-2 Pro无论是作为主设备还是从设备，必须完全与外部数字设备SYNC（同步）。考虑到此，RME为ADI-2 Pro增加了一个清晰明了的输入/输出信号状态显示，能够在State Overview（状态概览）界面以及下方的状态栏显示当前的采样频率、锁定和同步情况。

State Overview中显示的采用频率是对本设备以及所连接外部设备当前配置的一个快速展示，十分有用。如果没有识别到采样频率，则会显示——（No Lock）“未锁定”。

这样，为数字录音配置任何适当的音频应用都变得简单。连接好之后，ADI-2 Pro将会显示内部和外部采样率。可以通过应用的音频属性对话框（或其他类似选项）更改此参数。

6. 电源供应

为了使ADI-2 Pro的使用更加灵活，设备具有一个通用的DC输入插口，可以接受9.5~15 V的电压。最新技术研发的内部开关稳压器能够高效 (> 90%) 阻止内部设备在可听频率以上运行时产生的哼声噪音。内部开关稳压器后面是标准的线性稳压器，之后是超低噪线性稳压器。因此即使ADI-2 Pro获得的电力劣于最佳电源供应，仍能保持良好的技术参数。换句话说，ADI-2 Pro对电源的要求并不高。

虽然如此，设备仍然具有一个高品质开关电源供应，12 V / 2 A，不仅能够接受100 V到240 V（全球通用）之间的任意电源，还能够完全控制电压波动并抑制线路噪声。虽然它功率高达24 W但它只有150g重。

ADI-2 Pro的DC输入也可以使用充电铅蓄电池或锂聚合物电池，从而可以实现完全移动式操作及地隔离。RME可提供匹配的连接线（电源接口至6.3 mm终端）。特殊的电源可存储10,000 mAh，最高可承载12 V输出。它们为设备的移动使用以及地隔离运行提供了完美的解决方案，且价格便宜。

7. 固件升级

ADI-2 Pro可通过固件升级提升产品性能并修复漏洞。升级工具可在RME官网- Downloads（下载）-USB目录下进行下载。请下载与您操作系统（Mac或Windows）匹配的升级工具，然后将其解压。

Flash Update Tool（Flash升级工具）能够将ADI-2 Pro升级到最新版本。在Windows下它需要提前安装好的MADiface系列驱动（可在相同页面上下载）。

运行Flash Update Tool。对话框将显示ADI-2 Pro固件的当前版本，并询问您是否要进行升级。点击“Update（升级）”按钮。进度条会提示升级进程是否完成（点击Ok确认）。

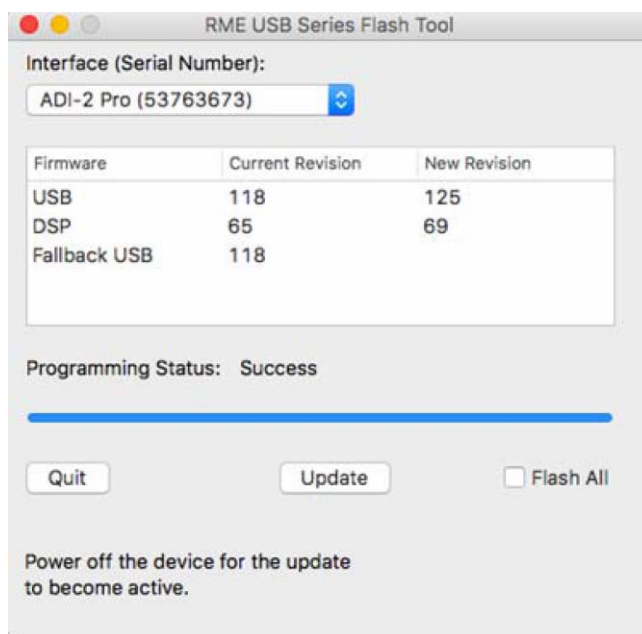
升级后，ADI-2 Pro需要重新启动。长按待机键5s关机。

当升级失败时（状态显示：failue“失败”），下次重启时会启用设备的Safety BIOS，即设备仍然可以正常使用。但是升级需要再次尝试。

升级进程不会影响用户的数据，例如采样率选项、EQ设置或用户设定。

Returning to Factory State（恢复出厂状态）

设备开机时按住旋钮1和VOL按键。此时所有存储将会恢复到出厂默认状态。用户存储的设置和EQ的预设均将被删除。



8. 功能解释

8.1 Extreme Power Headphone Outputs (超大功率耳机输出)

在ADI-2 Pro的研发过程中，进行了耳机放大技术以及耳机本身的扩展研究。以后，许多（真的非常多！）耳机会将最大输出电平为+22 dBu (10 Volt)作为研发目标，从而足够驱动低灵敏度的耳机。每个通道的最大输出电流在260 mA左右，将为低阻耳机提供大量的功率（1.5 Watts @ 32 Ohm）。

限制电流是十分有必要的。当控制内部电源供应时、避免过驱动（并破坏）较弱的耳机时、在短路状态下防止故障时，都需要限制电流。超大功率输出级类似于一个小的功率放大器，所以它也具有类似的功能：用于静音并打断与耳机连接的继电器、在输出处阻止直流（没等达到需要的功率时，直流就已经会将耳机损坏了）的DC传感电路、当短路导致过高电流时防止输出级受损的过流保护电路。研发时对此输出级进行的恶意处理结果表明，它不会因为输出端短路或过热而被破坏。也不会损害其他的安全保护，过电流保护电路会启动。

研发的目标是创造一个耳机放大器，不仅能够具有较低的无负载THD（标准测量方法），还能够在32或16 Ohm实际负载条件下具有极低的THD值。这在最新的超大功率耳机驱动输出级得到了实现。它使用了6折传递能量技术、改进的导热系数和一种特殊的超低失真驱动设计。这样的结果是，当负载为32 Ohm甚至是接近满输出电平（削波）时，THD低于-110 dB，SNR与DAC提供的相同（120 dBA），输出阻抗只有0.1 Ohm，完全稳定的运行。采样频率从0 Hz到80 kHz，只在顶部有0.5 dB的衰减。因此无可听哼声、噪声或失真，在任意音量设置都具有完全透明、清澈、纯净的声音，能够满足各种应用下的个人品味要求。

不仅如此，ADI-2 Pro的耳机插口具有接触传感功能。当耳机插入或拔出时设备能够识别到。DSP利用这个信息实现很多以前从未有过的优秀功能。例如，当将耳机插入PH 3/4时，ADI-2 Pro会在半秒钟以后开启静音继电器，然后DSP将从较低的电平慢慢增加音量至上次用户设定的状态。这个功能舒服吧？豪华吧？没错，但这个功能主要是为了给用户一个反应时间。当超大功率耳机输出如果设定在了满电平输出，且音乐已经在满电平演奏，此时插入耳机的瞬间继电器立即开启，那么就要叫医生来了，确诊耳聋——这是不会再ADI-2 Pro上发生的。ADI-2 Pro慢慢增加音量的过程就是给用户一个时间可以迅速将耳机关闭、甚至拔出耳机、或者迅速用Volume旋钮将音量减小。

为了保证Volume旋钮在那一时刻是控制正确通道输出的，DSP将Volume旋钮设定为只要耳机孔插入耳机Volume旋钮就是控制其输出的。耳机拔下以后会自动恢复之前的设定。

这只是展示ADI-2 Pro智能、精细的控制逻辑的一个例子。还有很多没被注意到的功能和特性，使该设备操作简便、无故障运行。

但是对于现代耳机来说，+22 dBu或如菜单中所提的Hi-Power会不会太大声了呢？这不一定，现在仍然有一些耳机是需要较高电平的。音乐使用较低的音量，但是会损耗很多功率，尤其是有大量低音的情况。所以多留一些动态余量总是好的。通常Hi-Power关闭时，相当于+7 dBu最大输出电平。对于现代音乐、现代耳机，基本不需要Hi-Power。但是你会发现即使开启Hi-Power，音量需要比平时降低15 dB，音质并没有什么变化，在耳机输出端仍然没有可听见的噪声或哼声（当然信号源必须是干净的）。所以即使ADI-2 Pro的Volume设置在-40 dB时仍然能够提供完美的音质。平时使用时，不用再动脑思考应该如何进行设置了。

8.2 Dual Phones Outputs (双耳机输出)

ADI-2 Pro上很多特性和设计都是在实际使用和体验中发掘出来的。例如当要比较不同型号耳机时，只有一个耳机输出就非常难以实现。更换戴在头上的耳机已经很麻烦了，还要拔下一个耳机然后插入另一个，如果没有提前做合适的电平调整，那么只能是做一个粗略的比较。而在RME，我们早已习惯用Fireface UFX或802来比较两个耳机。这两个音频接口都具有两个耳机输出。内置的TotalMix FX（一个基于硬件的混音引擎）可以将相同的音频信号路由到两个输出，并可以分别控制各自的音量，不需要拔下/插入的操作。所以如果一个耳机的音量小，只需要将它提高，或将另一个降低，从而使它们获得相同的音量，以便对比。

ADI-2 Pro有两个立体声数模转换器，可以提供两个独立的耳机输出。由于很少需要同时听两个耳机或用这种方法比较耳机，而且为了增加线路输出而增加第三个DAC会极大地提高成本、占用的更多的空间、花更大的力气。因此在前面板标记为PH 1/2的耳机输出将分享后面板的主输出信号。尽管这个耳机输出与PH 3/4具有相同的技术参数，具有完全相同的Extreme Power（超大功率）输出级，但它却被认为是用来比较耳机、双耳机使用或者平衡耳机操作的“备用”耳机口，或者干脆将它作为非平衡线路输出。主Phones（耳机）输出PH 3/4与后面板的输出完全独立。对于大多数用户来说只需要PH 3/4这一个耳机输出，使用最多的也是PH 3/4，所以为了方便操作故意将线路输出从Volume旋钮的功能中去除了，而且前面板上耳机插孔的排列也不同寻常，PH 3/4在左，PH 1/2在右。

如上所述，两个耳机口并且是完全独立的两个耳机口，为比较耳机提供了很大的便利。本设备具有的强大功能并不局限于此，详见下一节。

8.3 5-band Parametric EQ（5段参数均衡，PEQ）

用Fireface UFX和802来比较耳机还有一个更大的优势：TotalMix FX控制一个3段参数均衡（PEQ），两个输出的均衡仍然互相独立。所以如果其中一个耳机的低音过重或者不足，可以非常方便地降低或提升低频使两个耳机相似。这样更便于听到根本的但是非常微小的差异。

有了双输出功能，ADI-2 Pro当然毫无疑问也具备了两个完全独立的、相同的“超大功率”耳机输出，分别具有独立的均衡器。这的确是既严谨又高效的比较耳机的好方法。

虽然多年来我们通常认为听音时应该不加均衡、完全的线性，但研究表明没有两只完全相同的耳朵，尤其在近场听音（耳机）时，生理结构就会带来一定程度的个性化均衡。事实上，没有两对耳朵可以听到完全相同的声音。而且每个人的品味不同，喜欢的声音也有不同的特点，可以通过在不同的耳机上使用恰当的EQ来获得更接近自己喜欢的声音。而使用EQ的好处要超过任何所谓的缺点，而再仔细观察一下就会发现那些并不是缺点。

为了使用户通过PEQ能够在不同耳机上均获得符合自己品味的声音，RME在权衡了DSP资源和声音处理效果之后发现，5段参数均衡是最好的选择。当然，在某些耳机上重塑一个精确的频响曲线5段肯定不够，但是对于一些很窄的峰和谷，即使把它们平滑掉在听感上也不会产生任何区别。它们的声能量太小了，听不到。忽略掉那些窄的峰/谷，只关注那些Q值在3及以下的差别，即使对于问题很多的耳机，5段参数均衡也非常有效了。

这是一个在同类产品中都找不到的重要功能：高品质5段参数均衡，采样率最高达768 kHz，设置和调节操作简便，能够显示频响曲线，还有多个存储位置可以保存个性化的命名。所以无论你想要什么样的EQ设置，都可以快速加载并修改。这样的均衡器有三个，分别作用于模拟输入以及两个立体声模拟输出。

还有一个相关的话题：近年来，很多人都有不同的听力损失。无论是生理性听力损失、听音陋习还是事故造成的听力损伤，都是当代社会的一大问题。那么不难理解，对两耳的影响也不能是完全相同的。一侧耳朵有听力问题的人数是巨大的，他们要学习适应被一个行业彻底忽略的生活。而改变这种现状的方法很简单，用EQ分别调节左右耳。基本上数字EQ就是这样计算的，通常的控制只是为了使操作方便。ADI-2 Pro包含了一个选项叫Dual EQ（双EQ），这对很多人来说绝对是个福音。

当然5段参数均衡也可以用于其他需要独立设置左/右EQ的应用：扬声器和房间修正。把ADI-2 Pro当作DAC，用于主监听设备时，这个功能以及所有模拟输入/输出都具有的RME其他典型功能（很多选项中的“Phase“反相”和Mono“单声道”、Width“宽度”和M/S Processing“M/S处理”）是非常有用的。

8.4 Bass / Treble (低音/高音)

EQ的简化形式是Bass (低音) 和Treble (高音) 控制, 一般“标准的”HiFi立体声放大器中都有这些选项。这样可以快速达到用户想要的声音 (低音多一些或少一些, 高音多一些或少一些)。它还有一个重要用途是能够以较小量快速更改Bass/Treble, 这样的音乐编辑不会让你觉得某一首歌的棱角被磨平了, 而对于另一首歌来说却仍然棱角分明。制作人和母带工程师不仅有自己的品味, 有时他们还要制作一版平均声级的混音, 来与其他作品作比较。这时转动ADI-2 Pro的两个小旋钮就可以使音乐听起来很完美。

这些Bass和Treble的控制限制在 ± 6 dB。超过此范围的调整都应该通过EQ来进行, 或者使用更好的扬声器/耳机。Bass和Treble的转折频率和Q值可在菜单中进行调节, 以便匹配扬声器/耳机以及你的个人品味, 这再次提高了听音乐时的愉悦感。

8.5 Loudness (响度)

HiFi放大器的另一个普遍功能是Loudness (响度), 没有哪家的产品会丢失这一功能。通过改变音量来改变不同频率时的响度。如果觉得音乐的声音过大, 至少要将电平降低20 dB, 那么声音就会失去冲击力和亮点。HiFi放大器试图改善这一现象, 当音量越低时增加越多的低音和高音, 但是结果总是不尽如人意, 只是变成了一个低音/高音的提升器。因为HiFi放大器的制造商不知道在用户家中Volume旋转到哪个位置相当于多大的音量。房间尺寸、房间的缺陷以及所使用扬声器的效率都是未知的。

但是当不同频率声音达到相同响度时, 所需的声压级是有差别的, 而当响度越低, 这个差别越大 (参考Fletcher-Munson等响曲线, 响度越高等响曲线越趋于平直), 只要比较普通音量和DIM (通常为-20 dB) 就能够发现。ADI-2 Pro为两个模拟立体声输出都提供了Loudness功能, 首次使响度能够按照我们的意图进行调节。用户可以设定当播放音量较低时, Bass和Treble的最大增益为多少。用户还可以设置Low Vol Reference (低音量参考), 这是Bass和Treble达到最大增益的播放音量。随着播放音量增加, Bass和Treble从最大增益到无增益, 经过测试决定将这个过程播放音量的变化范围设为20 dB, 这是使用Loudness功能的最佳范围。

这里举一个实例: 一般用户在设备上的最低听音音量为-35 dB。现在将这一数值在Loudness菜单中设置成Low Vol Ref (低音量参考)。Bass和Treble增益可以设定在0 ~ +10 dB内, 默认二者均为+7 dB, 即当播放音量为-35 dB时, Bass和Treble增益为7 dB。转动Volume旋钮增加音量, Bass和Treble的增益则会在20 dB音量变化范围内平滑地降低。所以当Volume设置为-15 dB时, 音乐不仅声音变大, 而且Loudness的Bass和Treble都为0 dB增益。详见34.12节的图。

无论使用的耳机或扬声器是否灵敏、无论想要增加多少Bass和Treble, ADI-2 Pro都可以达到你的要求。Loudness最终会按照您最初的想法进行工作, 这是ADI-2 Pro的又一独特功能。

8.6 SRC (采样率转换)

ADI-2 Pro具有一个同步立体声采样率转换器 (SRC)。SRC可以实时转换采样率。ADI-2 Pro中使用的转换器不会使信号质量受损、不会增加可听到的噪声。实际上, 由于SRC的运行非常好, 我们推荐您始终将此功能开启, 这样可以从一开始就消除所有的时钟问题。例如, 在Auto模式下的SPDIF输入就需要这样。

SRC的最大转换率为1: 7或7: 1。因此192 kHz可以转换到低至32 kHz的任意采样率, 而32 kHz可以转换成最高192 kHz的任意采样率。不支持192 kHz以上的采样率。

SRC不仅能够转换采样率, 还能作为一个时钟解耦器。开启SRC时, 即使一组数字设备中没有同步设备 (CD播放器、DAT机等) 可用, 那么就当它们是外部同步的。SRC将输入和输出时钟分离, 并将输出时钟设置到通用参考水平, 从而可以结合不同的时钟源。例如, 将ADI-2 Pro与一个AES信号同步, 一个连接了SPDIF输入的CD播放器只有当SRC设置成SPDIF时才可以使用。然后, 解耦未同步的CD播放器时钟, 以防止时钟问题及数据丢失。由于当SRC开启时流入的时钟相位不再是固定的, 所以在State Overview中SPDIF的Sync状态始终显示为lock (锁定)。

当使用内部时钟时，每个SRC都可以作为一个去抖动器。但是ADI-2 Pro自带SteadyClock III，可以对任意时钟源进行完美的去抖动操作。但是一个抖动的输入信号可能会降低采样率转换的质量。因此ADI-2 Pro有第二个SteadyClock仅仅用于当前的SRC输入信号，以保证采样率转换的过程尽可能可靠并透明。

SRC也可以用于音频采样率提升。44.1 kHz的信号源可以实时转换成192 kHz，因此可以用设置成192 kHz的DAC播放。但这个过程被质疑没有什么用。没有增加新的内容，所以完全播放的是相同的音频。唯一的改变只是将DAC过采样滤波器移至远在听觉范围之外。但是即使是44.1 kHz，ADI-2 Pro的滤波器的频率也足够高了，基本听不见，采样率转换进程在转换的第一阶段也使用的是这些频率相对较低的滤波器。

8.7 Crossfeed（交叉串音）

尽管耳机听音比较方便，并且通过将立体声扬声器狭窄的声场向极左、极右伸展使声音容易定位，但仍然有一些人喜欢在标准扬声器设置的环境下听音。ADI-2 Pro的Crossfeed功能就可以达到这个愿望。Crossfeed减少了一些为了使在扬声器上效果更好而制作的，但是在耳机上听起来就非常不自然的人工环境气氛。它使用了Bauer Binaural（鲍尔的立体声信号转双耳信号，Bauer stereophonic-to-binaural, bs2b）方法，有4档高频截止频率，使频带越来越窄。这种先进方法的效果很好，它还对频率响应作了较小的延迟及修正，这是附加在像ADI-2 Pro这种设备上另一个有用的独特功能。

8.8 DSP Limitations（DSP限制）

无论增加了多少DSP都永远不够用（可怜的研发人员）。

ADI-2 Pro也是这样。尽管具有2.17 G的FLOPS DSP芯片并且使用FPGA来执行更多的运算（用于混音/路由、电平表、滤波的RME虚拟DSP），采样率为768 kHz时计算能力为48 kHz时的1/16(!)。384 kHz时的计算能力只有48 kHz时的1/8。ADI-2 Pro的DSP执行的操作有：

6个通道的Bass/Treble和Loudness
6个通道的5段参数均衡
6个通道的标准相位功能
4个通道的Crossfeed
30段双阶带通滤波器频谱分析仪
所有通道的Peak电平表
显示器渲染
4个通道的Volume控制
很多类似控制器的功能：例如音量增加、静音、信号路由控制等
DSD向PCM转换（用于电平表）

在48 kHz时没什么问题，192 kHz已经需要高效的编码以及一个“较好”DSP芯片。但是在768 kHz时，就需要一个比“较好”DSP强大4倍的DSP。因此在较高频率时不得不去除一些功能。幸运的是这些限制对实际使用的影​​响很小。

- 采样率在325.8 kHz及以上，Bass、Treble和Loudness功能不可用。可使用EQ的通道数量减至2（1对立体声），可选择以下立体声通道中的一对进行均衡：Analog Input、Main Output 1/2和Phones Out 3/4。
- 采样率在705.6 kHz及以上，Crossfeed和EQ（1 x stereo）不能同时启用，只能启用一个。

ADI-2 Pro支持的高采样率也超过了数字输入/输出的能力。没办法，AES和SPDIF只能被限制在192 kHz（只有一个情况例外，一个通道SMUX模式，详见14.1.2，Setup Clock）。因此所有较高的采样率只能在USB模式下用于模拟信号，以及在iOS模式下，通过支持这么高的采样率（Neutron、Onkyo HF-Player等）的App与iPad/iPhone一起使用。

DSD有其自己的限定。DSD是1 bit数据流，不能进行数字化进程。没有Bass、Treble、

Loudness、EQ等功能。音量控制不再通过DSP，而是通过DAC芯片，它可以将DSD转换成PCM以便进行电平（音量）调整。你可能不会注意，ADI-2 Pro的音量改变是无缝的，在任何模式下的运行都是完全相同的。现在DSP要执行一个额外的DSD到PCM转换，以便在Analyzer的电平表中显示音频信号，这是ADI-2 Pro的独特功能。

更极端的是**DSD Direct**。如果开启此模式（SETUP“设置”-Options“选项”-Device Mode“设备模式”），DSD信号不在DAC内转换成PCM，因此除了更改模拟参考电平来设置粗略的输出电平/音量以外，再没有其他的音量控制。在DSD Direct模式下ADI-2 Pro故意使Phones Output 1/2不可用，模拟信号只能通过后面板的接口输出。由于Phones Out 3/4是独立的，所以它继续工作，并根据它接收到的源信号采用通常的DSD模式或PCM。



ADI-2 Pro

▶ 基本信息和独立操作模式

9. 操作和使用

ADI-2 Pro的一般操作和使用已经在5.2节快速上手和5.3节设备操作中介绍了。

ADI-2 Pro出厂默认开启*Basic Mode Auto*。此模式下，设备会根据所连接的线缆自动进行配置，提供了快速、简单、直观的操作：

- 无数字输入、无USB = 前置放大器模式
- 数字输入信号 = AD/DA转换器模式
- 连接了USB = USB模式（USB音频接口或USB DAC操作）

这些模式将在第17章进行详细介绍。当模式改变后，当前的模式会显示2s（作为通知），开机时也会显示一次。

State Overview（状态概览）用于检查数字输入信号当前的状态以及USB当前的设置。显示屏上也会显示一些警示信息，来解释为什么听不见声音。详见15.3节。

接下来的章节将对控制和菜单选项进行详细介绍。

10. 前面板控制

10.1 按键

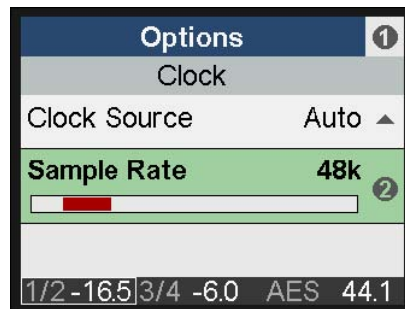
在菜单结构下，4个黑色菜单按键可以快速进行重要的参数设置。按下其中一个按键后，屏幕会显示相应的菜单。设备会记住每个按键最后的选择，所以可以很便捷地再次访问之前更改的参数。再次按下该键或按两次其他按键即可退出菜单。显示屏会恢复到进入菜单前的电平表界面。

10.2 旋钮

旋钮可以无限制地旋转，并且可以按下。所有旋钮的当前功能都会在屏幕中显示。大的Volume旋钮通常用于控制输出1/2和3/4的音量。在屏幕下方的状态栏中，音量值周围会有方框来指示当前的操作对象。

旋转小旋钮1和旋钮2会改变当前的参数或者将区域/光标水平移至下页。按下旋钮1和2则将垂直区域/光标垂直，旋钮1为向上，旋钮2为向下，屏幕中会有箭头指示。

例：按下SETUP键。屏幕将会显示出Setups界面。右上方的①表示当旋转旋钮1时可翻页。向左旋转旋钮1进入Options（选项）页。然后转动旋钮2进行Options子目录的横向翻页：Hardware/Diagnosis（硬件/诊断）、Device Mode（设备模式）和Clock（时钟）。按下旋钮2光标会向下移动，按下旋钮1光标上移。在选定区域或入口处，右侧的②表示当前的参数可以通过转动旋钮2来更改。现在您可以尝试改变时钟源、采样率，来体会一下选定并更改重要设定的操作是多么简单！



11. VOL（音量）

按下VOL键将进入带有平衡控制的扩展音量界面。按下大的Volume旋钮在输出1/2和3/4之间切换操作对象，然后转动Volume旋钮或旋钮1改变其音量。旋钮2设置左右Balance（平衡）参数。

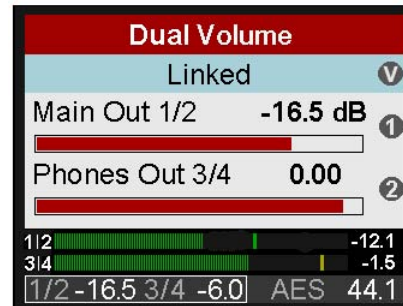
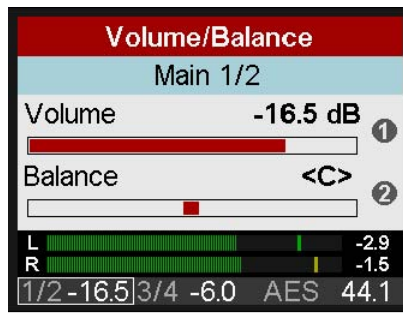
在菜单I/O（输入/输出）-Settings（设置）列表的最后，也可以对音量和平衡进行设置。

屏幕下方的状态栏中显示的是输出1/2和3/4当前音量设置的dB值。白色方框表示哪个通道是当前的操作对象。

再次按下VOL键进入Dual Volume（双音量）界面，将同时显示两个音量设置。旋钮1控制Volume 1/2，旋钮2控制Volume 3/4，大的Volume旋钮可同时控制二者。因此既可以单独设置通道的音量，也可以对所有通道同时控制。同时控制时改变的是相对量，即转动大的Volume旋钮，所有通道都在各自原来音量的基础上同时增加或减少相同的dB值。

第三次按下VOL键即退出至之前的电平表界面。

在Balanced Phones（平衡耳机）模式下，Dual Volume（双音量）界面不可用。



12. I/O（输入/输出）

I/O（输入输出）菜单具有对3个模拟立体声输入/输出：Analog Input（模拟输入）、Main Output 1/2（主输出1/2）和Phones Out 3/4（耳机输出3/4）的所有设置。子菜单Parametric EQ（参数均衡）是将图示均衡界面的设置镜像过来的。子菜单Bass/Treble（低音/高音）和Loudness（响度）以及一些Phase（相位）功能只在两个模拟立体声输出中存在。

12.1 Analog Input（模拟输入）

12.1.1 Settings（设置）

Settings（设置）子菜单有以下功能：

Ref Level（参考电平）

为模拟输入1/2设置参考电平。选项有：+4 dBu、+13 dBu、+19 dBu和+24 dBu，参考数字满刻度电平（0 dBFS）。

Auto Ref Level（自动参考电平）

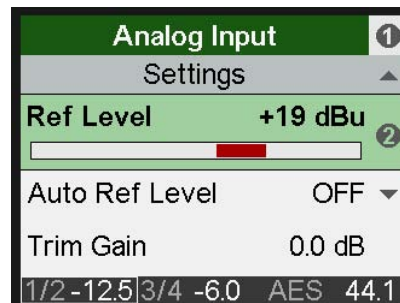
On（开启）或Off（关闭）。为了防止过载，Auto Ref Level将自动选择更高的电平设置。此进程会重复进行直到达到+24 dBu。在Trim Gain（增益微调）中，首先设置为0 dB。

Trim Gain（增益微调）

输入信号的数字放大范围为0 ~ +6 dB，调节步长为0.5 dB。主要是用来对输入灵敏度进行精细调节，以使其与外部参考输出电平匹配。

Phase Invert（相位反转）

选项有：Off（关闭）、Both（左、右通道全部反相）、Left（左通道反相）和Right（右通道反相）。将相应通道反相（180°）。



AD Filter (模数滤波器)

选项有: SD Sharp (短延时锐截止)、SD Slow (短延时慢速)、Sharp (锐截止) 和 Slow (慢速)。模拟转换为数字时可选择4种不同的滤波器。默认为SD Sharp (短延时锐截止), 能够提供最宽的线性频率响应和最低延迟。SD Slow (短延时慢速) 会在高频有所衰减, 滤波较缓。Sharp和Slow是两种具有不同脉冲响应的FIR滤波器。频率响应和脉冲响应的图表详见“技术参考资料”部分示。

Dual EQ (双均衡)

Off (关闭) 或 On (开启)。开启时, 模拟输入左、右通道可单独设置5段参数均衡器。

AD Conversion (模数转换)

PCM或DSD。默认为PCM。选择DSD时, 当前的DSD率也会显示。它会随着选择的采样率变化 (SETUP “设置” - Options “选项” - Clock “时钟”)。

12.1.2 Parametric EQ (参数均衡)

Parametric EQ子菜单有以下功能:

EQ Enable (EQ开关)

On (开启) 或 Off (关闭)。

Band 1 Type (第1频段滤波类型)

选项有: Peak (峰型)、Shelf (搁架式) 和 Hi Pass (高通)

Band 2-4 Type (第2-4频段滤波类型)

选项有: Peak (峰型) 和 Shelf (搁架式)

Band 5 Type (第5频段滤波类型)

选项有: Peak (峰型)、Shelf (搁架式) 和 High Cut (高切)

Band 1-5 Gain (第1-5频段增益)

可调范围为-12 ~ +12 dB, 步长0.5 dB。

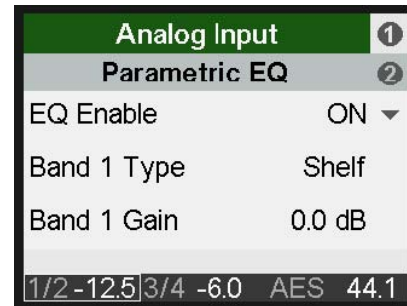
Band 1-5 Frequency (第1-5频段频率)

可调范围为20 Hz ~ 20.0 kHz, 步长在1 Hz ~ 100 Hz之间。

Band 1-5 Q (第1-5频段Q值)

Q值 (品质因数) 的可调范围为0.5~5.0, 步长为0.1。这相当于2.54~0.29的频带宽度设置。

Parametric EQ L和**Parametric EQ R**子菜单只在**Dual EQ**开启时出现。它的功能选项与上面完全一致。



12.2 Main Output 1/2 (主输出1/2)

12.2.1 Settings (设置)

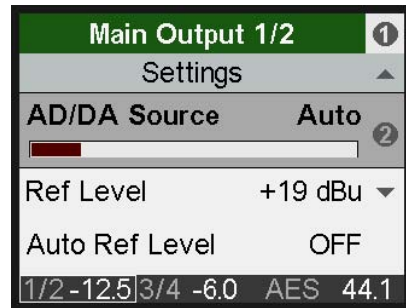
Settings (设置) 子菜单除了具有Analog Input (模拟输入) 所列功能外还具有:

AD/DA Source (模数/数模源)

Main Output 1/2 (主输出1/2) 的信号源会基于当前的模式自动选择:

- 放大器模式: Analog inputs 1/2 (模拟输入1/2)
- USB模式: Playback channels 1/2 (播放通道1/2)
- 数字直通模式: 当前的数字输入信号
- AD/DA转换器模式: 当前的数字输入信号

因此AD/DA Source这一项通常为灰色。只有在AD/DA模式下输入信号可以在Auto(自动)、SPDIF、AES和Analog.(模拟)之间选择。因此可以选择任意当前连接的所有数字输入信号转换到输出1/2。



Ref Level (参考电平)

为模拟输出1/2设置参考电平。选项有: +4 dBu、+13 dBu、+19 dBu和+24 dBu, 参考数字满刻度电平 (0 dBFS)。前面板的输出PH 1/2也具有此选项。由于PH 1/2的输出电平高3dB, 因此设置+4 dBu则在耳机插口处实际为+7 dBu的输出电平, 设置为+19 dBu则实际为+22 dBu。因此这两种设置与Phones Output 3/4 (耳机输出3/4) 的Hi-Power关闭和开启是完全一样的。

Auto Ref Level (自动参考电平)

On (开启) 或Off (关闭)。详见21.3节。

Mono (单声道)

Off (关闭)、On (开启)、to Left (向左)。最后一个选项是将左、右声道叠加到一起以后只由左通道输出。

Width (宽度)

定义立体声宽度。1.00为全部展开的立体声, 0.00为单声道, -1.00将左右通道互换。

M/S-Proc (M/S处理)

开启M/S处理。M信号发送至左声道, S信号发送至右声道。

Crossfeed (交叉串音)

Off (关闭)、1、2、3、4。Bauer (鲍尔设置) 立体声至Binaural (双耳信号) 的交叉串音效果, 通过改变高频范围的立体声宽度来模拟扬声器重放效果。有4种调节深度。

De-Emphasis

选项有: Auto (自动)、Off (关闭)、On (开启)。用于手动关闭/开启DAC的de-emphasis滤波器。详见34.4节。

DA Filter (数模滤波器)

选项有: Short Delay Sharp (短延迟锐截止)、Short Delay Slow (短延迟慢速)、Sharp (锐截止)、Slow (慢速) 和NOS。数字到模拟转换器芯片具有几种过采样滤波器。默认为SD Sharp, 它能够提供最宽最线性的频率响应以及最低的延迟。SD Slow会在高频范围有一个较小的衰减, 但是滤波较缓。Sharp和Slow与SD Sharp和SD Slow类似, 只是有较大的延迟。NOS是陡度最小的滤波器, 因此对高频影响更大, 但是具有最好的脉冲响应。频率响应和脉冲响应的图表详见“技术参考资料”部分示。

注意: NOS会将De-Emphasis选项关闭。

Volume (音量)

是Volume旋钮和旋钮1对音量控制的镜像。输出电平设置范围为-96 dB ~ +6 dB，步长为0.5 dB。旋钮采用了一种特殊的加速器算法。快速转动旋钮，则会以大步长快速改变增益数值。因此快速向左转动旋钮则可以迅速从0 dB变换到静音。常速转动则调节步长为1dB，只有以极慢的速度转动才以最小的步长改变增益。

Balance (平衡)

是VOL界面中平衡控制的镜像。调节范围从L 100 (极左) 经过<C> (中央) 至R100 (极右)。

12.2.2 Bass/Treble (低音/高音)

Bass/Treble (低音/高音) 子菜单有以下功能:

Bass Gain (低音增益)

由旋钮1 (B) 选定通道的当前低音放大情况。可调范围为-6 dB~+6 dB，步长为0.5 dB。

Bass Freq (低音频率)

搁架式低频滤波器的转折频率。调节范围20 Hz~150 Hz，调节步长为1 Hz。默认: 85 Hz。

Bass Q (低音Q值)

滤波器的Q值 (品质因数)，调节范围为0.5~1.5，默认: 0.9。

Treble Gain (高音增益)

由旋钮2 (T) 选定通道的当前高音放大情况。可调范围为-6 dB~+6 dB，步长为0.5 dB。

Treble Freq (高音频率)

搁架式高频滤波器的转折频率。调节范围3 kHz~10 kHz，调节步长为100 Hz。默认: 6.5 kHz。

Treble Q (高音Q值)

滤波器的Q值 (品质因数)，调节范围为0.5~1.5，默认: 0.7。



Main Output 1/2 ①	
Bass/Treble ②	
Bass Gain	0.0 dB ▼
Bass Freq	85 Hz
Bass Q	0.9

1/2 -12.5 3/4 -6.0 AES 44.1

12.2.3 Loudness (响度)

Loudness (响度) 子菜单有以下功能:

Enable (开关)

On (开启) 或Off (关闭)。

Bass Gain (低音增益)

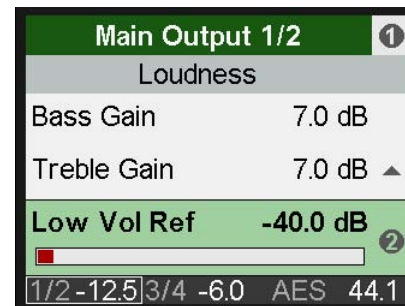
Bass (低音) 的最大增益。可调范围为0 dB ~+10 dB，调节步长为0.5 dB。默认: +7 dB。

Treble Gain (高音增益)

Trble (高音) 的最大增益。可调范围为0 dB ~+10 dB，调节步长为0.5 dB。默认: +7 dB。

Low Vol Ref (低音量参考)

能获得最大Bass/Trble (低音/高音) 增益的参考电平，以Volume作为参考，以dB为单位。可调范围为-40 dB ~ -20 dB。默认: -30 dB。低于此的音量设置将具有最大的Bass/Trble增益，随着播放音量的增加，Bass/Trble (低音/高音) 增益逐渐减小。高于Low Vol Ref (低音量参考) 20 dB时Bass/Trble (低音/高音) 增益将变为0。



Main Output 1/2 ①	
Loudness	
Bass Gain	7.0 dB
Treble Gain	7.0 dB ▲
Low Vol Ref	-40.0 dB ②

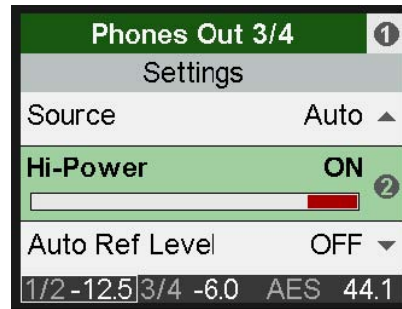
1/2 -12.5 3/4 -6.0 AES 44.1

12.3 Phones Output 3/4 (耳机输出3/4)

Settings (设置) 子菜单除了具有Main Output 1/2 (主输出1/2) 所列功能外还具有:

Source (源)

默认: Auto (自动)。Phones Out 3/4 (耳机输出3/4) 的输出源在任何时候都可以手动选择。选项有: Auto (自动)、AES、SPDIF、Analog (模拟)、USB 1/2、USB 3/4。这里的Auto不仅意味着当前或可用的信号, 也意味着通道1/2。



Hi-Power (大功率)

Off (关闭)、On (开启)。输出端0 dBFS的参考电平为+7 dBu。Hi-Power功能开启时, 参考电平要增加15 dB, 即+22 dBu。

13. EQ (均衡器)

按下EQ键将打开均衡器的图形界面, 可以看到EQ的全部情况, 并进行快速设置。所有模拟输入/输出上均有此功能。I/O (菜单)-Settings (设置) 的子菜单Parametric EQ (参数均衡器) 是本界面设置的镜像。



转动旋钮1改变通道 (显示在最上方①): Analog Input、Main Output 1/2和Phones Out 3/4。转动旋钮2在5个频段之间切换, 在参数栏中可以观察到当前设置的是第几频段。因此快速看到/检查/确认所有频段的所有参数, 而不用担心会手误改变它们的。

按下旋钮2将光标移到参数栏, 所有参数值都变成白色。此时旋转3个旋钮即可调整所有参数。Volume旋钮改变Gain (增益), 旋钮1改变Frequency (频率), 旋钮2改变Q值 (品质因数)。在频响曲线 (波特图) 中可实时看到所有参数变化, 以便找到最佳设置。



按下Volume旋钮进入下一频段的调整。

5个频段具有不同的颜色, 以便区分当前所选为哪一频段。频段1为红色, 频段2为黄色, 频段3为绿色, 频段4为浅蓝色, 频段5为深蓝色。

频段1和频段5可设置成Peak (峰形)、Shelf (搁架式)、Low Cut/Hi Cut (低切/高切) 滤波器。按下旋钮2将光标移至右下方的滤波器小图标, 此时图标的颜色就不再是灰色的了。旋转旋钮2更改不同的滤波器类型, 同时小图标的显示也会随之变化。

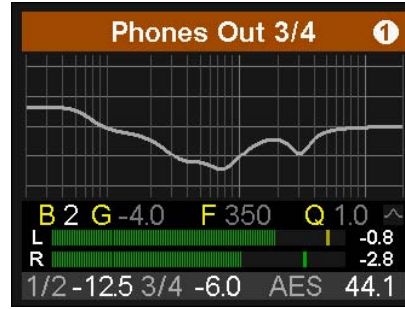
频响曲线精确展示了滤波的结果。互相重叠部分的滤波器会互相影响。这样能够获得12 dB以上的增益, 或创建一些较困难的频响优化。

注意: ADI-2 Pro内部有24 dB的动态余量。重叠滤波器的最大提升量会引起内部的过载, 在EQ下方的电平表或通道电平表中可以观察到这个过载。只要没有超过24 dB的动态余量, 减少输出音量可以防止削波。实际操作中这种情况非常常见, ADI-2 Pro内部是不失真的。

当EQ在Analog Input（模拟输入）上使用时，可能对数字输出产生失真。电平表也会非常清晰地展示这一错误情况。这时需要选择一个更高的Reference Level（参考电平）来减少输入灵敏度。

当EQ中的频响曲线变成灰色时，则为直通状态，不起作用。有两种方法改变此状态：

- 再次按下EQ键，进入EQ Enable/Presets（EQ开关/预设）界面，详见下文。
- 按下I/O键，选择当前的通道，进入子页面Parametric EQ（参数均衡）-EQ Enable On or OFF（EQ开或关）。

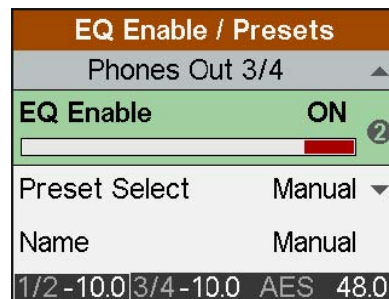


第二次按下EQ会进入EQ Enable / Presets（EQ开关/预设）界面。此时可选择开启或关闭EQ，并可以方便地存储和加载EQ预设。

旋钮1用于变换子页面：Analog Input、Main Output 1/2和Phones Out 3/4。这些子页面有以下功能：

EQ Enable（EQ开关）

默认：OFF。选项有ON、OFF、L、R（L和R只有Dual EQ功能开启时才可用）。



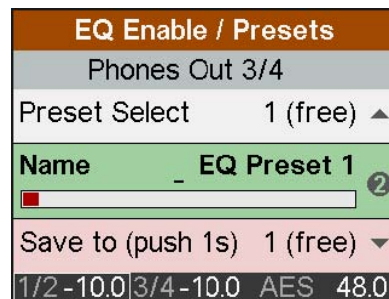
Preset Select（预设选择）

加载或存储最多22个不同的EQ设置。第一个选项：Manual（手动），保留当前未保存的EQ设置。第二个选项：Temp（暂时），保存加载之后又进行修改的预设设置。这个机制是用户可以非常容易地改变并比较三种不同的EQ设置：手动设置的、已存储的、修改后的。而听取三种不同EQ设置时不需要进行任何更改。

此预设是与Setups无关的，并不与Setups一起保存（详见14.2节）。因此无论加载的是哪一个Setup，EQ Presets（EQ预设）都是可以使用的。Setup不包含当前的EQ设置，EQ设置的加载是写在记忆槽Manual中的。

Name（名称）

可以为当前的预设命名，也可以在存储过程中修改名称。选择旋钮2来选择字母、数字或符号然后按下旋钮2确定并进入下一位的输入。最后一位字符输入完毕后光标会跳至Save to（存储到）。名称由14个字符组成。旋转旋钮1可以快速浏览当前所有的预设名称，因此可以快速对某一预设进行复制和修改。



名称在被更改的同时会立即保存，不需要做进一步确认。

如果不更改名称的话，设备会像右图一样自动命名。可以为此名称加前缀或后缀。快速向左旋转为空格，这也是快速删除字符的方法。可用的字符有：

空格, Aa to Zz, + - / () * ; : . , ! # \$ % & < > = ' | @, 0 - 9

Save to（存储到）

用旋钮2选择当前预设的存储位置。按住旋钮2一秒钟进行保存。

14. SETUP (设置)

按下Setup键将显示两种界面: Options (选项) 和Load/Store all Settings (加载/存储所有设置)。Options (选项) 具有子页面: Hardware/Diagnosis (硬件/诊断)、Device Mode (设备模式) 和Clock (时钟)。

14.1 Options (选项)

14.1.1 Hardware/Diagnosis (硬件/诊断)

Hardware/Diagnosis (硬件/诊断) 子菜单有以下功能:

SPDIF In (SPDIF输入)

选项有: Auto (自动)、Coax (同轴)、Optical (光纤)。默认: Auto。

SRC (采样率转换器)

选项有: Off (关闭)、AES In (AES输入)、SPDIF In (SPDIF输入)。注意: 如果检测到DoP信号 (DSD), SRC会自动关闭。

Optical Out (光纤输出)

选项有: SPDIF和ADAT。尽管ADI-2 Pro仅支持通道1/2, 但是在一些特殊情况下, 此功能在ADAT格式中传递数字音频时可能仍然有用。尽管输入将自动适配接收到的信号, 但输出仍需要手动更改。在Dig Thru (数字直通) 模式下, 只要接收到ADAT信号, 输出会自动切换到ADAT, 并且所有8个输入通道均处于直通状态。

Display Mode (显示模式)

选项有: Default (默认)、Dark (夜间模式)。夜间模式会将白色背景和黑色文字变成黑色背景和浅灰色文字。

LCD Brightness (LCD亮度)

可调范围: 20% ~ 100%。默认: 80%。

Test Results (测试结果)

仅限内部使用。

SW Version (SW版本)

显示当前内部DSP软件的版本号以及日期。

14.1.2 Clock (时钟)

Clock (时钟) 子菜单有以下功能:

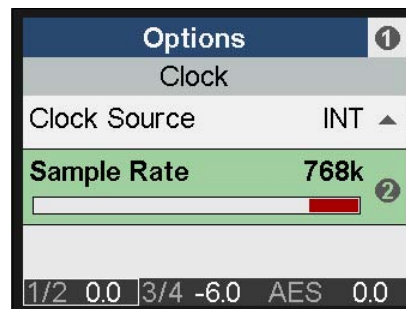
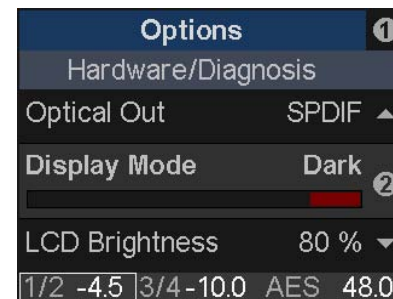
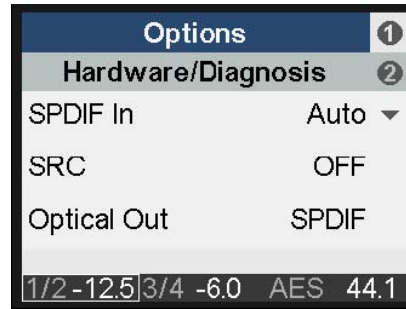
Clock Source (时钟源)

选项有: Auto (自动)、INT (Internal “内部”、Master “主”)、AES和SPDIF。

Sample Rate (采样率)

选项有: 44.1、48、88.2、96、176.4、192、352.8、384、705.6和768 kHz。当使用外部时钟时, ADI-2 Pro也会识别并处理其他频率, 例如32、64和128 kHz。

当时用352.8或384 kHz作为采样率时, 电平表会显示一个单通道音频从SPDIF发送出去, 或是当连接到一个192kHz采样率信号时显示接收到一个单通道音频。这是因为ADI-2 Pro具有一个特殊的SMUX模式。当以Octa Speed (八倍速) 运行时, ADI-2 Pro会将模拟输入左通道, 以



192 kHz 分流并输出到 AES/SPDIF 输出通道的左和右。使用像 [HpW Works \(www.hpw-works.com\)](http://www.hpw-works.com) 支持此模式 (2x 倍速) 的测量软件和任意支持 192 kHz 的 RME 音频接口, 我们都可以至少在一个模拟通道上实现 SPDIF 上 384 kHz 采样率带宽的模拟测量。

此方法与直接 USB 连接相比有一个巨大的优势: 使用 SPDIF 光纤时, 被检测的设备是与测量系统 (音频接口/电脑) 电位隔离的。这是在一些极端领域内探索时需要满足的非常苛刻的条件, 而 ADI-2 Pro 可以满足。

14.1.3 Device Mode (设备模式)

Device Mode (设备模式) 子菜单有以下功能:

Basic Mode (基本模式)

选项有: Auto (自动)、AD/DA、USB、Preamp (前置放大器) 和 Dig Thru (数字直通)。

Dual Phones (双耳机)

Off (关闭)、On (开启)。此功能开启时, 将激活耳机输出 PH 1/2。默认状态是 Off (关闭), PH 3/4 为主耳机输出, 并且只能使用 PH 3/4, 除非两个耳机孔均插上了耳机。

如果 Dual Phones 开启, 且插入了两个耳机, 按下 Volume 旋钮可以选择控制对象: 1/2、3/4 以及联动音量控制 (此时 1/2 和 3/4 均有方框标记)。旋转 Volume 旋钮时, 进入 Dual Volume 界面。

CC-Mode (CC 模式)

选项有: Stereo (立体声) 和 Multi-channel (多通道)。ADI-1 Pro 支持两种 CC 模式: 2 通道输入/输出 (支持最高采样率 768 kHz, 与 iOS 设备一起使用时也支持) 和 6/8 通道模式 (可同时获得所有输入/输出)。在多通道模式下采样率限制在 192 kHz。必须中断 USB 连接才能更改模式。

Bal Phones Mode (平衡耳机模式)

Off (关闭)、On (开启)、Auto (自动)。默认: Off (关闭)。在平衡耳机模式下, 输出 PH 3/4 为左通道, 输出 PH 1/2 为右通道。详见第 18 章。当选择 Auto (自动) 时, 只要两个耳机输出口均探测到有耳机插入, 则自动开启平衡耳机模式。如果 DSD Direct 模式是开启的, 此功能会暂时将其关闭。

注意: 当此功能开启时, 后面板的模拟输出会自动静音。

Mute v. TRS 1/2

On (开启)、Off (关闭)。默认: On (开启), 但是为灰色的。只要探测到 PH 1/2 有耳机插入, 则后面板的输出 1/2 就会静音。使此功能需要 Dual Phones 功能为开启状态。

Mute v. TRS 3/4

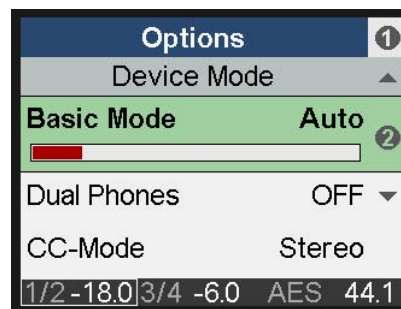
On (开启)、Off (关闭)。默认: On (开启)。开启以后, 如果探测到 PH 3/4 有耳机插入, 则后面板的输出 1/2 就会静音。

DSD Direct 1/2

Off (关闭)、On (开启)。默认: Off (关闭)。开启时, 将通过后面板的输出 1/2 使用 DSD Direct 模式进行 DSD 播放。由于 DSD Direct 会将所有 DSP 计算和音量控制都直通掉, 所以只有通过设置不同的参考电平这一种方法来改变输出音量。因此在 DSD Direct 模式下, Phones 1/2 不可用。

DSD Filter

当开启 DSD Direct 模式时, 高频噪声滤波器会帮助降低电平特别高而且可能会对其他设备有消极影响的噪音。50 kHz 针对 DSD 64 进行了优化, 150 kHz 针对 DSD 128 和 256 进行了优化, 用户可以以任意 DSD 率来试一下这两个选项。



14.2 Load/Store all Settings (加载/存储所有设置)

此选项用于保存设备全部的状态，最多可存储9种不同的Setup。EQ Presets (EQ预设) 不包含在内，它是独立存储的，可用于任何一种Setup。

EQ当前的状态也会被保存，当加载一个Setup时，EQ会被写入名为Manual的存储位置。

页面Setups (设置)、Load/Store all Settings (加载/存储所有设置) 具有以下功能：

Setup Select (设置选择)

选项有：存储位置1~9和Factory (出厂默认)。

Operation (操作)

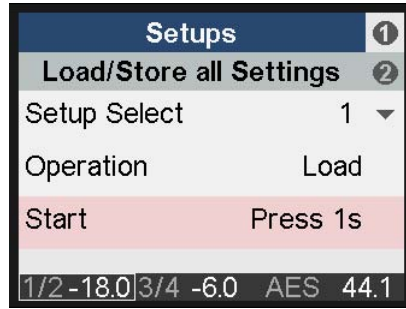
选项有Load (加载) 和Store (存储)。

Start (开始)

按下1s。按住旋钮2至少1s来执行当前选定的操作 (Load或Store)。

Returning to Factory State (恢复出厂状态)

将所有设置都恢复到出厂状态：按住旋钮1和VOL键的同时开启设备。用户存储的Setups和EQ预设不受影响。



15. 电平表界面

ADI-2 Pro有4种电平表界面：能够同时观察所有输入/输出信号的全局电平表、能够展示模拟输入和模拟输出1/2和3/4音频信号内容的Analyzer (分析仪)、展示AES、SPDIF和USB数字状态的状态概览以及一个具有综合信息的Volume (音量) 黑色主题界面。

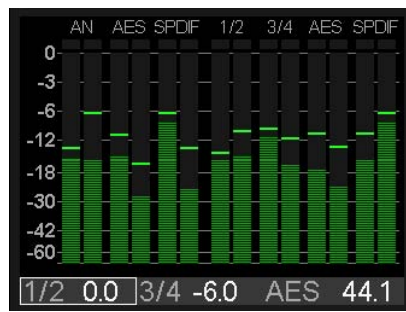
按下旋钮1或2，几种不同的电平表界面会循环出现。快速调出这些界面只需按下4个按键中任意一个一次或两次。

15.1 Global Level Meter (全局电平表)

显示所有输入和输出信号的当前状态。上面的标签依次对应Analog (模拟) 输入、AES输入、SPDIF输入、Analog (模拟) 输出1/2、Analog (模拟) 输出3/4、AES输出、SPDIF输出。

采样率高于192 kHz时，AES和SPDIF不可用，为灰色。

这些为带有峰值保持功能的峰值电平表，在较高采样率下带宽限制在40 kHz。



15.2 Analyzer (分析仪)

Analyzer是ADI-2 Pro的主要功能之一。高分辨率的IPS使得非常小的细节都可以清晰看见。即使距离很远也能够观察到音乐内容的分析。

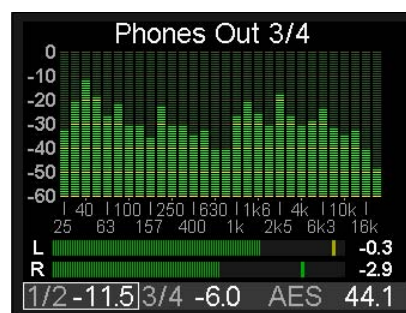
Analyzer是基于RME DIGICheck中著名的Spectral Analyzer (频谱分析仪)。它使用29个双二阶带通滤波器用于频带之间的高度分离,并提供接触的音乐可视化界面。使用精心选择屏幕响应的建立和衰减时间,方便用户观察。RME自有的Max LR技术可以防止单声道信号多显示了6 dB电平,也避免异相位信号显示为0。

Analyzer支持任意采样率,还支持DSD。没有需要更改的参数,显示的频率范围总是人耳的可听范围: 0~20kHz。

为了同时能够看到DC的内容,频率最低的频带不是一个带通滤波器,而是一个低通滤波器,能够捕捉0~25Hz的全部声音。由于有一些异常信号,因此可能显示的电平会比期望的高一些。

与大多数其他的解决方案不同,此分析仪未采用FFT(快速傅里叶变换)。RME Spectral Analyzer执行的是一个在专业硬件设备中使用的真正的带通滤波器算法。滤波器之间的频率间隔与人的听觉特性相匹配。高度优化的编码允许ADI-2 Pro的DSP能够运行一个30段分析仪,60 dB变化范围、锐截止滤波器、每个频带的响应为0.5 dB步长、768 kHz采样率。

Spectral Analyzer最重要的用途就是用来观察音乐或语音的频率和电平。Analyzer能够显示在人耳听阈边缘的电平和频率,以及扬声器和耳机所使用的电平和频率边界。这种直观的显示可以帮助训练耳朵,将一些明显错误可视化,并显示出一些在某些情况下总是被忽视的问题。例如很多扬声器都听不到30 Hz以下的声音。那么通过Analyzer可以看到低频都发生了什么。

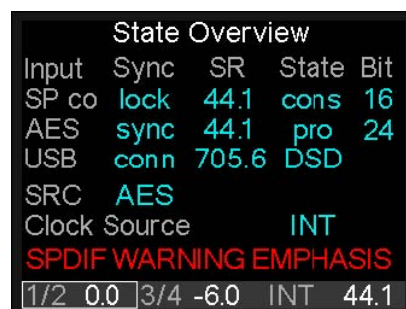


15.3 State Overview (状态概览)

State Overview是RME的一个典型功能。20年来我们乐于为用户提供更多的手头信息,而不是散落在各个功能里的需要查找翻看的信息。RME音频接口的Settings(设置)对话框包括了详细的Input Status(输入状态)分析,方便设置和排除故障。另外,RME为任意一款音频接口都提供了一个免费的工具DIGICheck,它可以分析电平、通道状态、比特流内容以及真正的硬件采样率等。

当ADI-2 Pro已连接,但是听不到声音时,RME的分析工具就可以用来解决问题。State Overview界面能够以快速、易懂的方式指出问题所在。尽管看起来这非常简单(故意为之!),它包含详尽分析已经超越了其他类似产品。

右图显示的是数字输入SPDIF光纤和同轴、AES、USB连接与音频传输、SRC当前的状态。当前的Clock Source(时钟源)在此进行了全部显示,在底端的状态栏中时钟源显示为简写。



底端的状态栏始终显示输出1/2和3/4的当前音量、方框标记的Volume旋钮控制对象、当前的时钟源及采样率。在有Sync(同步)问题时,采样率会浮动并且/或变为红色。几乎在所有界面下都有这个状态栏,以使用户进行快速的当前状态概览。而State Overview界面详细地扩展了这些信息。

当前自动或手动选择的SPDIF输入,会显示SP op或SP co(光纤或同轴)。Sync(同步)一列显示为“No Lock”(未锁定),相当于没有信号,与“-”一样。另外根据各个输入当前的时钟状态还会显示“lock”(锁定)和“sync”(同步)。需要注意的是,如果由SRC激活各个输入则始终显示lock,不会显示sync,因为内部和外部时钟的相位关系是没有意义的。

在USB的情况下，只要接入有效的USB，就会显示“conn”（连接）。

SR（采样率）一列显示显示的是硬件测量的SPDIF和AES输入的采样率。它也能显示不是由ADI-2 Pro自身设定的采样率，例如32、64和128 kHz。USB情况下，不会测量采样率，但是会通过外部计算机或iOS设备进行设定，之后在这里进行确认，最高值为768 kHz。

State（状态）一列为SPDIF和AES信号显示Channel Status（通道状态）：**cons**（民用）或**pro**（专业）。在DoP（通过PCM的DSD）头文件被检测到的情况下，会显示“DSD”。USB模式下，State一列会显示当前的通道模式：2/2或6/8，如果DoP头文件被检测到时会显示DSD。

Bit（位）一列显示SPDIF和AES音频信号的位数。注意一个24 bit信号如果显示为16 bit，那确实就是16 bit。如果一个显示为24 bit的信号可能只有16 bit真正的音频信号，另外8 bit为噪音。

但是SPDIF和AES也可以传送AC-3和DTS编码的环绕声。信号听起来像满音量时的切断噪声。因此ADI-2 Pro的接收电路会检测Channel Status内的无音频标志。如果发现信号已经在接收器中直接静音，在最下方一栏中会显示一个错误提示：SPDIF NON-AUDIO（SPDIF无有效音频信号），解释为什么尽管有一个有效输入信号，但是在模拟输出没有声音。

最后，Emphasis是数字音频时代早期一个特殊的高音提升均衡方法，它会被检测并显示为SPDIF WARNING EMPHASIS。详见34.4节。

SRC的状态用来帮助找到由于ADI-2 Pro的选项设置所导致的简单错误，可能自然存在于菜单结构中的不同部分。例如SRC本应该开启，但是SPDIF信号并没有智能开启。现在在State Overview的图中可以快速看到SRC目前工作在错误的通道（AES）。

15.4 Dark Volume（音量黑色主题界面）

这个界面可以作为其他电平表界面的替代，因为其他界面即使选择了夜间模式，在一些情况下也会感觉被打扰。Dark Volume显示两个模拟输出的当前音量设置、它们的参考电平设置、Bass/Treble增益量以及Balanced Phones（平衡耳机）模式。它的亮度很低，但是在明亮的环境下仍然能够清晰阅读，没有闪烁、运动的元素（电平表）。Volume和Bass/Treble可以在此界面调节，因此此功能不仅仅是作为状态概览使用。

与其他电平表界面一样，一旦选择该界面为默认界面，开机后或者退出菜单后会自动显示默认界面。



16. 警示信息

ADI-2 Pro能够显示不同的警示信息，并在某些情况下提供指导：

Hi-Power Mode Active（大功率模式开启）

当Hi-Power模式开启、Volume的设置大于-15 dB、并且有耳机插入时，设备就会显示此信息，提示用户检查当前的音量设置，以确认耳机能够承受这么高的输出功率，不会损坏。当音频信号的增益设置为-15 dB及以下时，为低音量。选定当前的耳机输出为Volume旋钮的控制对象后，就可以旋转Volume旋钮将音量降低。一旦到达-15 dB，音量就会再次增加至当前的增益。

按下旋钮1，此提示信息消失，音量会在2 s内跳至设定的值。

当再次拔出耳机时此信息也会消失。

当Volume设置到-15 dB及以下，或者当设备开机之前就已经连接耳机时，不会显示此信息。



Dual Phones Mode required（需要双耳机模式）

耳机输出PH 1/2是一对特别的输出，用于两种特殊的情况：使用两个耳机以及使用平衡耳机的情况。因此将耳机插入PH 1/2会弹出警示：这个输出与后面板输出是耦合的，请仅在必须使用它时使用。

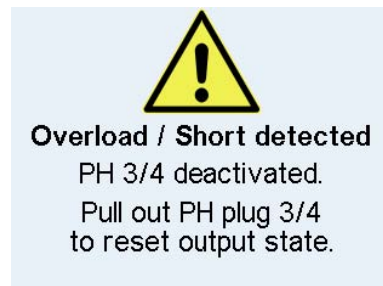
当Dual Phones（双耳机）模式在SETUP中开启时，PH 1/2才会开启。



Overload / Short detected（过载/短路检测）

过高的输出电平以及过低的负载阻抗会引起内部过载。TRS插头中的短路也会触发过载检测。这种情况下继电器会始终保持耳机与Extreme Power（超大功率）输出级断连。如果拔出耳机，1 s后再插入，则设备会再次启动耳机输出。

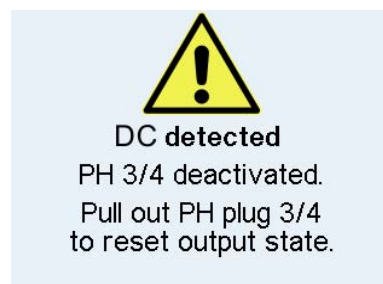
这个机制的目的是强制用户进行线缆和连接的检查。例如，用户没有注意到TRS插头没有完全插入，那么就有可能引起短路。



过载/短路检测
PH 3/4 关闭
拔出 PH 3/4 上的插头，重新设置输出状态

DC detected（直流检测）

DC检测是非常重要的，能够防止灵敏的耳机驱动被一些流过它们但却听不见的电流损坏。ADI-2 Pro从DAC至耳机输出，都是完整的DC耦合，0 Hz的数字满刻度信号在输出端会产生最高15 V DC，并将立即损坏所连接的耳机。如果功率输出级出现问题，也会出现同样的情况。因此耳机输出必须关闭，并且进行1.8 V DC检测。



ADI-2 Pro在一般操作时，也会显示某种**Info Messages**（提示信息），来解释当前的状态并指出可能存在的问题。

DC 检测
PH 3/4 关闭
拔出 PH 3/4 上的插头，
重新设置输出状态

在AD/DA模式下，**Non-Audio Channel Status**（无音频的通道状态）会使DA（数模）部分静音。此时提示信息“*Non-Audio signal at SPDIF input*”（在SPDIF输入无有效音频信号）就会指出为什么现在输出没有模拟音频。

在USB模式下，**Emphasis Channel Status**（Emphasis的通道状态）会带来以下提示信息“*Emphasis detected at SPDIF input*”（在SPDIF输入端检测到Emphasis）。提醒用户当通过电脑进行录音时丢失了Emphasis。

切换任意的Basic Operation（基础）模式，屏幕上都会显示2s切换的新模式：**Preamp mode active**（放大器模式开启）、**AD/DA mode active**（AD/DA模式开启）、**USB mode active**（USB模式开启）和**Dig Through mode active**（数字直通模式开启）。

当Balanced Phones（平衡耳机）模式为Auto（自动）启动时，在前面板插入两个插头，此时屏幕会显示：**Balanced Phones mode active**（平衡耳机模式开启）。

17. 模式

17.1 Auto（自动）

ADI-2 Pro集AD/DA转换器、USB音频接口、USB DAC、模拟耳机放大器、格式转换器及数字监听设备为一身，具有广泛的灵活性和多功能性，包含5个输入源及6个输出路径。通常这样的多功能设备需要非常复杂的菜单结构，即使一个非常简单的使用也可能需要不断地搜索菜单。

为了避免这种状况，ADI-2 Pro采用了一个Auto（自动）设置模式（出厂默认开启）。当菜单SETUP（设置）— Options（选项）— Device Mode（设备模式）— Basic Mode（基本模式）设置成Auto（自动）时，设备会根据所插入的线缆自动运行不同的模式：

- **Preamp**（前置放大器）：模拟输入至模拟输出。当没有检测到数字输入信号且无USB连接时启动该模式。
- **AD/DA**：转换器模式，模拟输入至所有数字输出，数字输入至所有模拟输出。一旦检测到连接了数字信号即启动该模式，此数字信号也可以成为信号源。当多于一个数字信号输入时，用户需要手动选择监听哪一个信号源。**SRC**默认为开启状态，并分配给SPDIF。时钟模式跟随AES输入，但是会自动适应检测到的信号源。
- **USB**：音频接口模式（或USB DAC）。如果检测到USB，所有输入都路由到USB，所有输出都由USB给予。USB优先于转换器模式。在Setup可以将设备设置成2通道或6/8通道设备。

此外还有一个模式，但不同通过Auto获得，需要手动开启：

- **Digital Through Monitor**（数字直通监听）：自动选择数字输入的时钟和源以及内部的D-D（数字-数字）路由。允许接入并监听AES、SPDIF和ADAT信号。ADAT只能监听通道1/2，但是8个通道全部可以直通。

所有模式下，**Phones Out 3/4**（耳机输出3/4）均可自由配置，任意信号源都能由此独立监听。这里包含了USB模式：如果手动选择了以上任意一种模式，所有的输入仍然会全部传送到USB，并且可以在手动选择USB模式时作为信号源在模拟输出3/4播放。

设备能够记住所有的设置，并在下次开机时自动加载。

下面将展示各个模式的框图及细节说明。

17.2 Preamp（前置放大器）

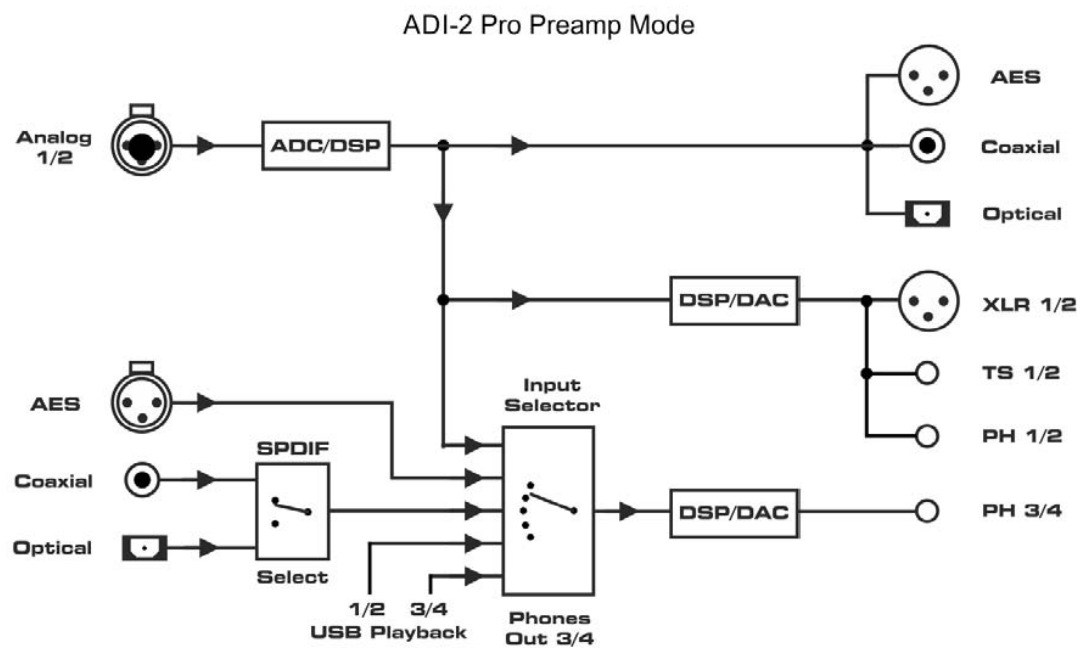
Preamp（前置放大器）：模拟输入至模拟输出（内部为数字路由）。

该模式可以通过选择 *Basic Mode*（基本模式） – *Preamp*（前置放大器）手动启用。若 *Basic Mode* 选择为 *Auto*，则当设备没有检测到数字输入信号且无 USB 连接时自动启动该模式。

模拟输入信号将自动路由到模拟输出。通过后面板的模拟输出或耳机输出可以听到模拟信号源，可对其进行放大、均衡、处理、电平更改、阻抗转换或转换平衡/非平衡。

该模式默认采用率为 192 kHz，它是 DSP 能处理的最高采样率，具有超级透明的音质。可手动改变采样率，设备会自动记住新的采样率值。

下面的框图展示的是模拟输入同时被发送到所有数字输出。模拟输入的任意 DSP 设置（EQ、相位等）都会被到所有输出。而经过处理的输入信号在模拟输出之前可在对应输出通道进行另一次独立的 DSP 处理。



注意：为了简化框图，USB 录音并未在图中提现。在所有模式下，所有输入信号都会通过 USB 发送到主机上。在多通道模式下有三对独立的立体声输入（Analog/AES/SPDIF），在立体声模式下只有一对模拟立体声输入。

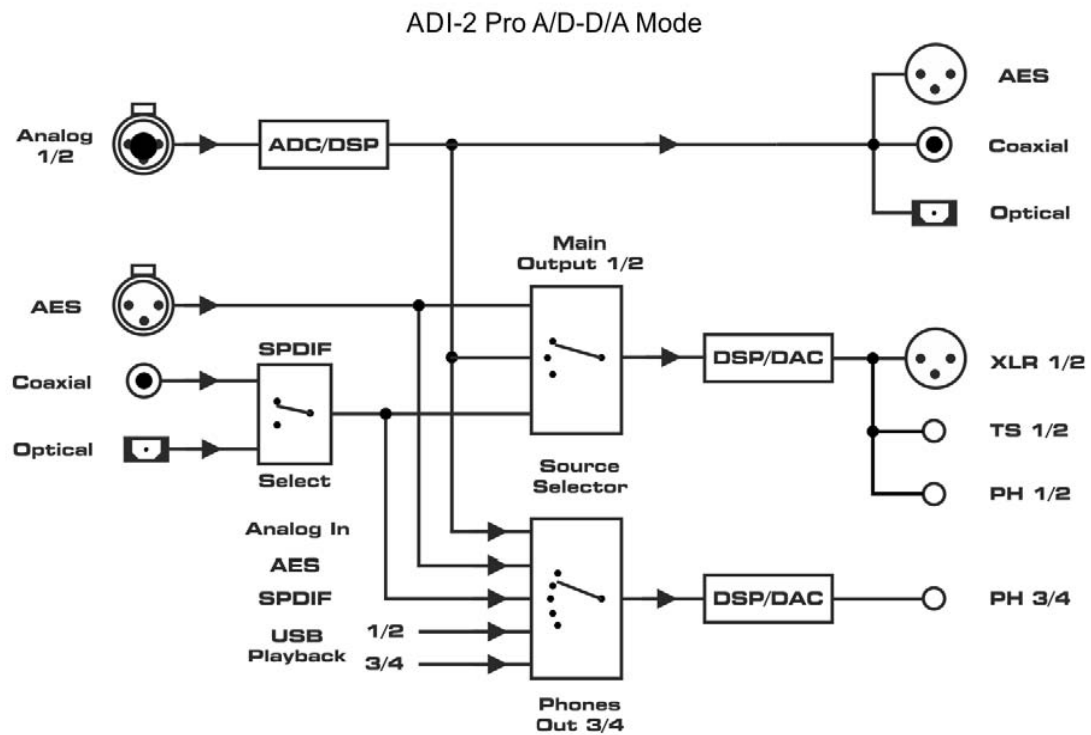
USB 播放通道 3/4（USB 3/4）只能在多通道模式下被监听到。在立体声模式下，选择 USB 3/4 作为源则播放的是通道 1/2。

17.3 AD/DA Converter (模数/数模转换器)

AD/DA: 转换器模式。模拟输入至所有数字输出，数字输入至所有模拟输出。

该模式可以通过选择 *Basic Mode* (基本模式) – AD/DA 手动启用。若 *Basic Mode* 选择为 *Auto*，则一旦检测到连接了数字信号即启动该模式。

检测到的数字信号也可以成为信号源。当多于一个数字信号输入时，用户需要手动选择监听哪一个信号源 (*I/O – Output Channel - Settings – Source*)。SRC 默认为开启状态，并分配给 SPDIF，但如果检测到了 DoP 信号 (DSD) 则会自动关闭。时钟模式跟随 AES 输入，但是会自动适应检测到的信号源。



注意：为了简化框图，USB 录音并未在图中提现。在所有模式下，所有输入信号都会通过 USB 发送到主机上。在多通道模式下有三对独立的立体声输入 (Analog/AES/SPDIF)，在立体声模式下只有一对模拟立体声输入。

USB 播放通道 3/4 (USB 3/4) 只能在多通道模式下被监听到。在立体声模式下，选择 USB 3/4 作为源则播放的是通道 1/2。

17.4 USB

USB: 音频接口模式 (或USB DAC)。

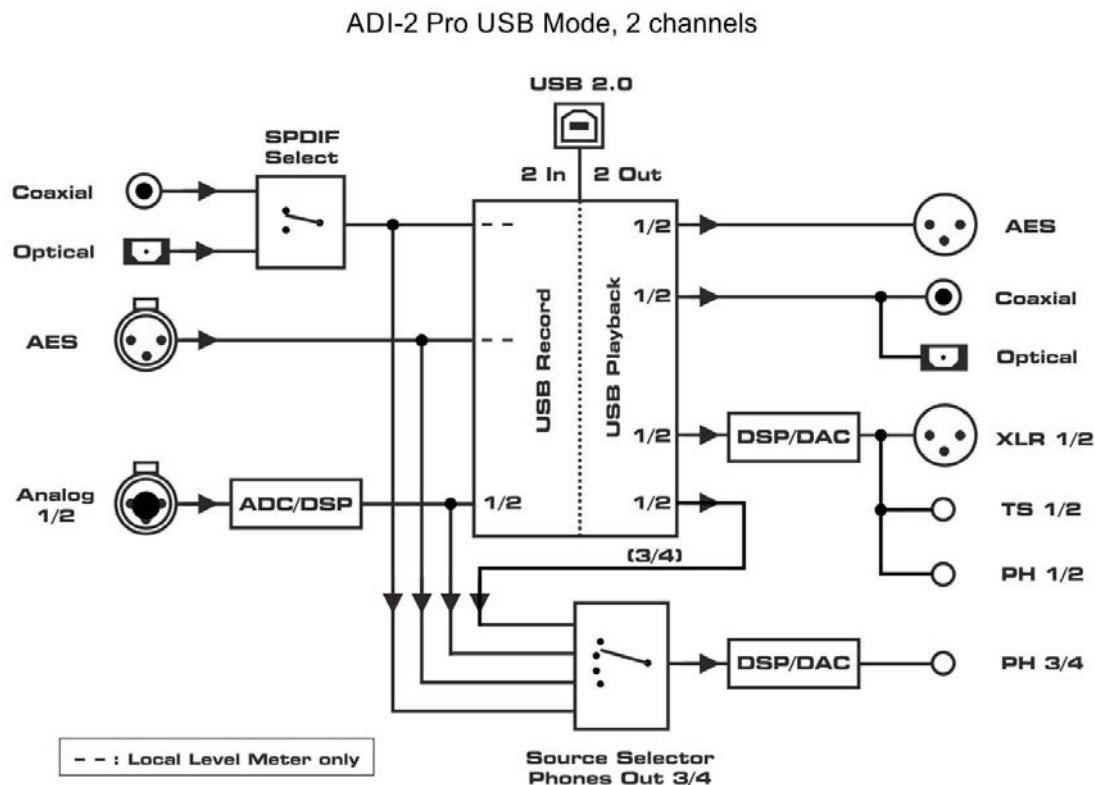
该模式可以通过选择 *Basic Mode* (基本模式) – *USB* 手动启用。若 *Basic Mode* 选择为 *Auto*, 一旦探测到了USB连接就会自动启动该模式。USB优先于AD/DA转换器模式。

在USB模式下, 所有输入都路由到USB, 所有输出都由USB给予。在 *SETUP – Options – Device Mode – CC-Mode* 可以将设备设置成2通道 (Stereo立体声) 或6/8通道 (Multi-channel多通道) 设备。只有在2通道模式下, 才能实现高于192 kHz的采样率以及DSD128/256, 因此将2通道作为默认模式。

CC Stereo (立体声) 模式

在2通道/Stereo (立体声) 模式下, 只有模拟输入可作为USB录音信号, 立体声USB播放信号可以同时用于所有模拟和数字输出。

从以下两个框图可以看到两种模式的微小差别:

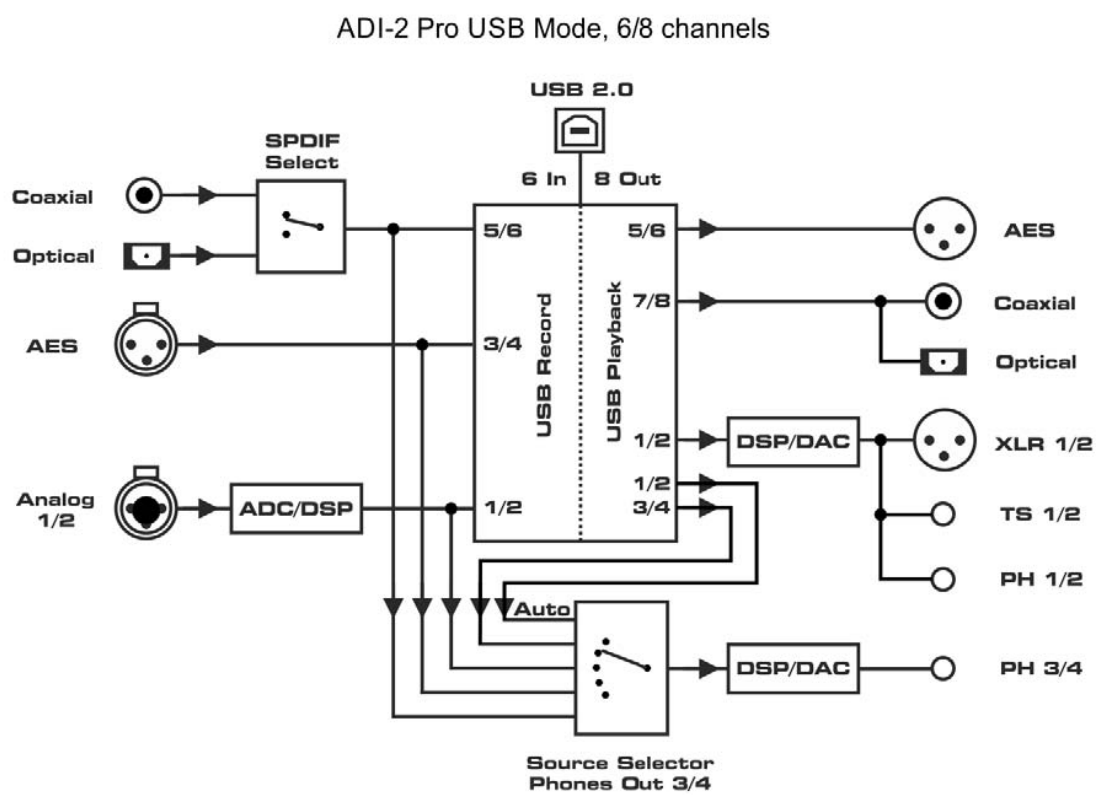


USB播放通道3/4 (USB 3/4) 只能在多通道模式下被监听到。在立体声模式下, 选择USB 3/4作为源则播放的是通道1/2。

CC Multi-channel (多通道) 模式

当连接USB时，所有数字和模拟输入（6通道）被路由到USB录音。同样，USB播放将分别馈给所有输出（8通道）。

在6/8通道模式下，所有的输入/输出是相互独立的。当PH 3/4的Source（源）设定为Auto（自动，默认为此选项）时，它将提供通道1/2的USB播放。



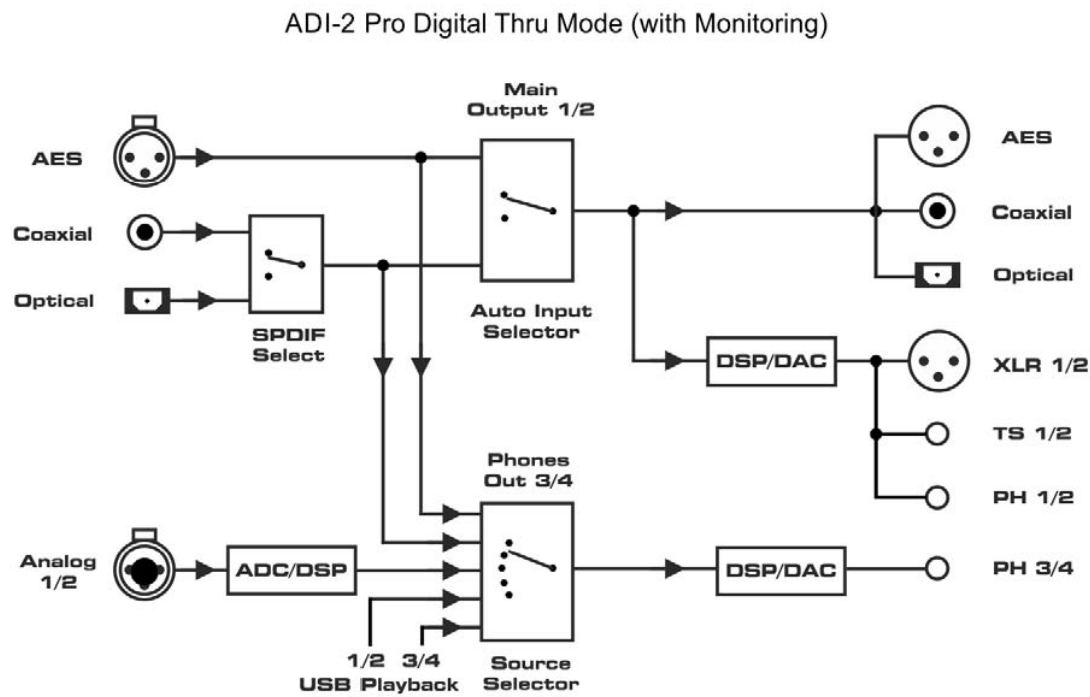
17.5 Digital Through Mode (数字直通模式)

另一种模式只能手动开启, 不能通过Basic Mode Auto获得。需要将Basic Mode手动选为*Dig Thru* (数字直通)。

*Digital Through Monitor*的目的就是实现它的字面意思, 进行数字直通监听。单个数字输入信号进入设备直通到数字输出的同时, 可以在模拟输出端监听到它。自动选择数字输入的时钟和源以及内部的D-D (数字-数字) 路由。允许接入并监听AES、SPDIF和ADAT信号。ADAT只能监听通道1/2, 但是8个通道全部可以直通。

数字信号不是简单地从输入直接粘贴到输出, 而是彻底的重建。通过SteadyClock III、时钟去耦或利用SRC提升/降低采样率后, 信号被彻底刷新了。若SRC未开启, 则24 bit音频数据在传输过程中位数不会改变。

任何一个数字输入信号可以在所有三种数字输出处得到, *Dig Thru*模式提供了数字格式转换以及信号分配的功能 (一个源分配至三个目标通道)。



注意: 为了简化框图, USB录音并未在图中提现。在所有模式下, 所有输入信号都会通过USB发送到主机上。在多通道模式下有三对独立的立体声输入 (Analog/AES/SPDIF), 在立体声模式下只有一对模拟立体声输入。

USB播放通道3/4 (USB 3/4) 只能在多通道模式下被监听到。在立体声模式下, 选择USB 3/4作为源则播放的是通道1/2。

18. Balanced Phones Mode (平衡耳机模式)

在平衡操作下，两个完全相同的功率放大器分别用来驱动耳机的两个通道。与普通模式（接地操作）相比，平衡模式下耳机驱动/扩音器的电压加倍了，则发送给它的功率变为了4倍。

由于耳机需要的功率相对较低，并且Extreme Power（超大功率）输出的功率已经足够大，ADI-2 Pro的平衡耳机模式不再为了更大功率进行优化，而是为了保真度进行优化。34.3节将详细介绍这个非凡的Advanced Balanced（高级平衡）模式是如何在ADI-2 Pro上实现的。

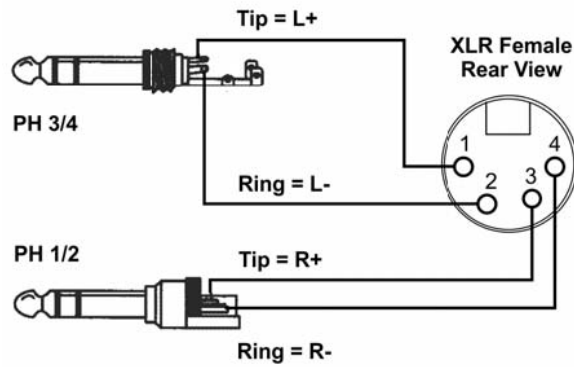
在Advanced Balanced（高级平衡）模式下，ADI-2 Pro的最大输出电平提升至+13 dBu（Hi-Power关闭时）和+28 dBu（Hi-Power开启时）。信噪比从117 dB / 120 dBA提升至120 dB / 123 dBA。耳机输出所达到的输出功率详见34.14节。

Balanced Phones（平衡耳机）模式需要耳机的左、右通道分别具有独立的线缆，每个通道具有2线，一共4线。

PH 3/4输出为左通道输出，PH 3/4之前的左通道现在为L+，之前的右通道现在为L-。PH 1/2输出为右通道输出，PH 1/2之前的左通道现在为R+，之前的右通道现在为R-。它们的Gnd（地线）保持悬空。

关于怎样连接平衡的耳机现在有很多种不同的方案，并没有形成标准。

目前比较流行的做法是在耳机端使用一个4针XLR公头。右图所示为一个用于连接ADI-2 Pro输出口和耳机的适配器，它由两个立体声TRS插头和一个XLR母头组成。



如何开启Balanced Phones（平衡耳机）模式详见14.1.3节。

注意: 当Direct DSD设置成On(菜单中会显示“(ON)”), 即DSD Direct模式开启时, Balanced Phones（平衡耳机）模式不可用。平衡耳机操作模式下, 后面板的输出1/2为静音状态, 因为供给它们的是相同的平衡耳机信号1/2, 那么在后面板的输出则是一个失相的单声道信号。

19. DSD

19.1 综述

DSD (Direct Stream Digital) 是一个1bit信号流, 但具有比CD高很多倍的采样率。DSD64等于64倍的44.1 kHz = 2.8 MHz, DSD128为5.6 MHz, DSD256为11.2 MHz。48 kHz倍数的版本也存在, 最高为12.2 MHz。

通过SPDIF、AES或USB传送DSD数据, 实际上依据的标准是*DSD over PCM (DoP)*。它只采用24 bit字中的低16 bit, 而高8 bit写入了DoP的头信号用于被识别。这样也降低了整体音量, 防止意外作为PCM数据进行播放时出现损坏。注意, 这是数据仍然是纯净的DSD, 并未转换成PCM。

ADI-2 Pro以多种方法支持DSD。当通过AES或SPDIF接收信号时, State Overview (状态概览) 界面就会显示**DoP**, DAC会立即从PCM切换到DSD模式。这个过程对用户是可见的, 播放照常进行。但是在1bit流上无法实现DSP功能。因此EQ、Crossfeed、Bass/Treble、Loudness及其他由DSP实现的音频处理功能将不可用。此时相应功能处会显示一个带有括号的ON, 例如EQ Enable菜单将显示: (ON)。

DoP也是在USB上进行识别的。通过USB进行的DSD播放 (State Overview显示为“DSD”), DSD64为176.4/192 kHz, DSD128为352.8/384 kHz, DSD256为705.6/768 kHz。在Windows下WDM/WASAPI被限制到384 kHz。最高采样率和DSD模式只能通过ASIO实现。RME的驱动支持DoP格式下通过ASIO的DSD, 也本地支持ASIO。因此ADI-2 Pro能够兼容很多程序, 例如HQPlayer和JRiver, 也支持DSD录音软件, 例如Merging的Pyramix。

19.2 DSD Direct (仅存在于播放过程)

为了能够数控音量, DSD数据必须转换成PCM, 这个过程是在DA转换芯片中自动完成的。在DSD Direct模式中没有进行PCM转换, 因此不能够进行音量控制。在ADI-2 Pro菜单 (SETUP - Options) 下激活DSD Direct功能之后, 当接收到一个DSD信号时, 通道1/2会使用此模式。这时在后面板的输出将获得模拟信号, 通过模拟输出参考电平控制能够进行粗略的音量控制。输出PH 1/2是失效的。输出PH 3/4保持普通的DSD模式, 并可进行正常的音量控制。

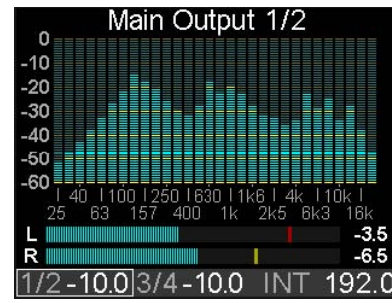
数字满刻度的输出电平比标准DSD模式低3.5 dB。因此最大模拟输出电平也比参考值低3.5 dB。为了有效比较DSD和DSD Direct, 需要将DSD的音量设置为-3.5 dB。

在DSD Direct模式下, 不能使用平衡耳机。因此在Balanced Phones (平衡耳机) 模式下, DSD Direct模式暂时失效。

19.3 DSD播放

在DSD播放过程中，即使是在传递PCM的过程中，所有通道的所有DSP功能都将暂时失效。这将在菜单中以带有括号的ON进行标记“(ON)”。分析仪和电平表用蓝色显示DSD信号，因此很容易就能识别当前的模式。

PCM和DSD之间的切换会引起一个很小音量的咔哒声。为了保证最好的音质以及最高的保真度，ADI-2 Pro没有使用任何有损的模拟音量控制，因此无法抑制DAC的咔哒噪声。



19.4 DSD录音

ADI-2 Pro不仅可以将模拟输入数据转换成PCM，还可以转换成DSD。在菜单I/O - Analog Input - AD Conversion中，AD转换器可以在PCM（默认）和DSD之间切换。根据当前的模式，DSD数据会被发送到AES和SPDIF（DoP）输出、USB（通过ASIO的DoPe或本地ASIO）以及模拟输出1/2和3/4（通过DAC转换回模拟）。

第17章的所有模式、路由、源选项和框图对DSD操作（录音和播放）全部有效。唯一的区别是：DSD下DSP电路部分是直通的（没有音频处理）。在DSD模式下，即使是在传递PCM的过程中，所有通道的所有DSP功能都将暂时失效。这将在菜单中以带有括号的ON进行标记“(ON)”。

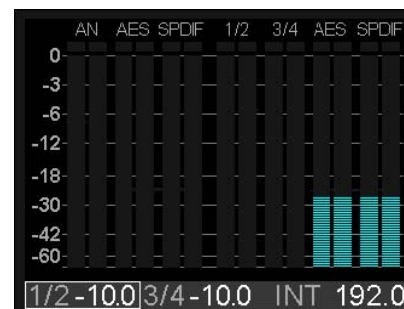
支持混合操作。在DSD录音或AD转换过程中，PCM文件可以通过DA进行播放和监听。即使通过通道1/2播放DSD的同时通过输出3/4监听AES或模拟输入，无论源是PCM还是DSD。

同时也存在局限性，但是对PCM和DSD来说是相同的。例如在数字输入/输出AES和SPDIF的192 kHz限制，也就是说在AD/DA模式下只能使用DSD64，不能使用DSD128和DSD256。这与PCM的情况一样，PCM下不可使用384和768 kHz的高采样率。共有的时钟不允许模式混合。例如，在DSD64（176.4 kHz）录音过程中，不允许播放192 kHz。在PCM模式下也是如此。

19.5 DSD电平表

大多数DAC，即使是被称作“高端”的DAC都会让用户在DSD操作时毫无头绪。ADI-2 Pro则继续显示的电平和频谱。为了在电平表和分析仪上显示模拟输入/输出音频信号，DSP执行了又一次的DSD至PCM转换。

这次转换不能用于数字输入/输出，它将在Global Level Meter（全局电平表）中显示。在这里，一旦DSD以DoP形式出现并发声就会有所显示：大约是-24 dBFS的稳定持续噪声。



19.6 其他

这是ADI-2 Pro首次可以通过配置、设置和应用来试着解答一些问题。不同脉冲响应的DA滤波器之间，听感上真的有很大的区别吗？动手试一下。DSD转PCM和DSD Direct的声音真的有什么区别吗？动手试一下。采样率不同的AD/DA转换器链，听起来有很大不同吗？动手试一下。如果使用DSD，相同的转换器链会听起来有变化吗，听起来到底是怎样的？动手试一下。



ADI-2 Pro

▶输入和输出

20. 模拟输入

ADI-2 Pro有两个模拟线路输入，最高可以在+24 dBu工作。电子输入级基于伺服平衡设计，可以正确支持非平衡（TS插孔）和平衡（TRS/XLR插孔），且自动调节电平参考。

! 当使用TRS非平衡线缆时，需要确认插头接触到TRS插孔的“环”是接地的，否则会由于平衡输入的负输入没有信号而产生噪声

若要将输入用作非平衡RCA：只需插入标准的TS公转RCA母的转换器即可。这样就可以在ADI-2 Pro上使用任意RCA/Cinch线缆了。

使用AD转换器时，最重要的问题之一就是在最佳工作电路上保持完整的动态范围。因此ADI-2 Pro内部使用了高品质电子开关，可以完美匹配最常用的4种录音棚工作电平。

与AD转换器一起使用时的一个重要问题就是要将整个动态范围保持在最佳的工作电平。因此ADI-2 Pro内部使用高品质电子开关，能够分别将所有输入完美地适配到录音棚最常用的电平+4 dBu、+13 dBu、+19 dBu或+24 dBu。

另外，数字微调增益的范围为0~6 dB，调节步长为0.5 dB，这样可以精确匹配外部设备的任意输出电平。6 dB的数字增益使+7 dBu ~ +24 dBu无缝覆盖，步长为0.5 dBu。由于+3 dBu与+13 dBu之间的跨度较大，因此增益会从+4 dBu跳至+7 dBu，产生一个间隙。

增益微调也可以将0 dBFS的输入灵敏度增至-2 dBu。注意数字增益会降低ADI-2 Pro的基本信噪比。在实际应用中，这没有什么问题，最差信噪比为-112 dBu，与大多数模拟源还是有很大差距的。

参考电平	Vrms	数字增益 +6 / 0 dB	Vrms
+24 dBu	12.28	+19 dBu ~ +24 dBu	
+19 dBu	6.9	+13 dBu ~ +19 dBu	
+13 dBu	3.46	+7 dBu ~ +13 dBu	+7 = 1.73
+4 dBu	1.23	- 2 dBu ~ +4 dBu	- 2 = 0.62

模拟输入也具有自动过载保护。当检测到过载时，**Auto Ref Lev**（自动参考电平）将自动切换到更高的参考电平。

21. 模拟输出

21.1 综述

TS输出、XLR输出和前面板的PH 1/2输出均由相同的DAC供给信号，因此承载的是相同的信号（通道1/2）。它们各自有独立的驱动级，具有不同的输出电平，详见下一章节。

所有的输出都具有静音功能，来抑制电源开启/关闭的噪声以及非正常断电（不是通过按下电源键关机的断电）。

所有模拟输出的SNR（信噪比）、THD（总谐波失真）和频率响应几乎完全一致。

两个耳机输出均带有静音继电器、过电流检测、DC保护、插入感知和DSP控制（例如自动调节音量、音量增加、自动平衡模式、双耳机模式、过载检测的用户交互以及低阻电平表自动缩放）。

21.2 线路输出TS 1/2

ADI-2 Pro具有两个非平衡模拟输出，它们的操作电平最高为+19 dBu。当1/4” TS插头插入设备后面板即启用短路保护，并得到低阻线路输出1/2。如果插入了一个立体声TRS接头，需要将环接地。

由于是非平衡操作，TS输出跟随所有Ref Lev（参考电平）设置，但当选择+24 dBu时仍然保持为+19 dBu。关于Auto Ref Level（自动参考电平）详见下一章节。

21.3 线路输出XLR 1/2

ADI-2 Pro有两个平衡模拟输出，操作电平最高+24 dBu。当XLR接头插入设备的后面板即开启短路保护，得到低阻线路输出1/2。

! **XLR线路输出为非伺服平衡！**当连接非平衡设备时，必须确保XLR输出的第三针悬空。接地会产生THD（很大的失真）并且增加功耗！

为了保持设备与模拟输出连接时有最佳的电平，ADI-2 Pro内部使用了高品质电子开关，可以将所有输出完美匹配到最常用的4种录音棚工作电平：+4 dBu, +13 dBu, +19 dBu和+24 dBu。

模拟输出1/2（和3/4）也可以自动设置参考电平。当使用Volume旋钮时，Auto Ref Lev（自动参考电平）将使信噪比最大化。当需要通过Volume旋钮调节至最佳的增益值时，自动参考电平功能会将自动跳至更高或更低的参考电平，以获得最大信噪比。

例如：Ref Lev（参考电平）设置为+24 dBu，Volume（音量）调低至-25 dB。现在XLR输出的有效信噪比为117 dB - 25 dB = 92 dB（RMS未加权）。若想将Ref Level变为+4 dBu，只需将Volume设置成-1 dB即可，且基本听不到噪声。有效SNR（信噪比）就变为115 - 1 = 114 dB。用户经常手动进行这样的操作，但是有了Auto Ref Lev以后就方便很多了，它可以随着Volume的增加或减少进行双向调节。

注意：该技术进行了硬件元素的切换（就像手动操作时一样），因此会有咔哒声。为了防止失真，Ref Level改变的阈值会将EQ的增益考虑进去。

21.4 PH 1/2

通道1/2也可以通过前面板的1/4" TRS（立体声）接口输出。

所有标记为1/2的输出都共享同一个Volume旋钮设置和硬件参考电平设置。只有两小点不同：如上所述，非平衡TS输出最高到+19 dBu，前面的输出PH 1/2的输出电平会高3 dB。所以当在Ref Lev上的设置是+19 dBu时，实际输出电平为+22 dBu。

有了3 dB的增益，则输出电平+4 dBu变成+7 dBu，+19 dBu变成+22 dBu。只有PH 1/2才存在这种情况。因为输出PH 1/2要在电平上与输出PH 3/4相等（Hi-Power关闭= +7 dBu，Hi-Power开启= +22 dBu）。平衡耳机操作要求两个耳机输出具有相同的电平，当然电平相同也是为了简化使用和设置。

注意：PH 3/4是ADI-2 Pro的主要耳机输出。PH 1/2是作为辅助的功能。它与后面板的输出共享音量/电平设置，因此会有一些限制。PH 1/2不是完全独立的，只有当真正需要它时才使用它。当在PH 1/2口插入耳机时，ADI-2 Pro会给出一个警示信息。

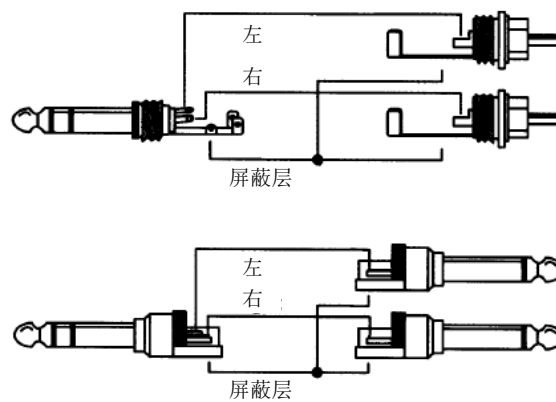
如果需要使用耳机输出1/2，则必须将Dual Phones（双耳机）功能开启。在菜单中有一个可以当PH 1/2口有接头插入时将后面板输出静音的选项。默认设置是当有接头插入时Mute On（开启静音）。

这些输出不仅被誉为理想的耳机输出，而且实际上它们还是理想的线路输出。

当作为线性输出时，需要TRS转RCA或TRS转TS转换器。

针脚配置符合国际标准。左声道连接TRS接头/插口的尖，右通道连接TRS接头/插口的环。

历来RME的耳机输出都可以作为线路输出完美地工作。ADI-2 Pro的Extreme Power（超大功率）耳机输出秉承这个传统，以最大的兼容性和多功能性来实现出色的性能。例如打开Balanced Phones（平衡耳机）模式，两个前面板的TRS接口就可以用作高品质的TRS平衡线路输出。



21.5 PH 3/4

ADI-2 Pro的第2个两通道DAC实现完全独立的耳机输出PH 3/4。通道3/4在前面板为1/4" TRS（立体声）插口。在任何模式下，3/4可以作为任意输入的输出，不管输出1/2当前选择了哪个输入。在馈给输出3/4的输入上使用SRC，可以运行与输出1/2完全独立的时钟。

Extreme Power（超大功率）驱动级与PH 1/2是100%相同的。为了简化主耳机输出的使用，需要两个输出电平：Hi-Power关闭时为+7 dBu，Hi-Power开启时为+22 dBu。正如上文所述，它们分别对应PH 1/2的+4 dBu和+19 dBu设置。

输出PH 3/4页可以用作非平衡线路输出，见章节PH 1/2。

菜单里含有一个选项，只要PH 3/4有接头插入就会关闭后面板的输出。默认设置是当有接头插入时Mute On（开启静音）。

22. 数字连接

22.1 AES

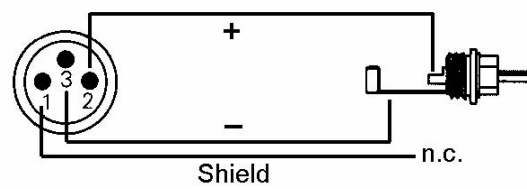
ADI-2 Pro通过标配的辫子线提供一个XLR AES/EBU输入和输出，辫子线与设备后面板的D-sub 9接口相连，支持XLR插头的平衡线缆。输入和输出均为平衡传输，且不接地。

输入

当设备设置成Auto，则AES输入只是数字输入信号。当在USB多通道模式下，AES输入信号可以作为输入通道3/4进行USB录音。在2通道模式下AES只能用于耳机输出3/4，并且需要手动选择输入。第17章已给出系统框图进行了详细解释。

AES输入支持利用SRC进行采样率转换和时钟解耦。

由于具有一个高灵敏输入级，SPDIF同轴可以支持使用简单的线缆适配器RCA/XLR。为了实现这个，XLR公头的针脚2和针脚3分别连接RCA插头的两个针脚。线缆的外壳只与XLR的针脚1相连，不连接RCA插头。



输出

从17章中的框图中可以看出，大多数模式下，所有的数字输出均承载相同的信号。ADI-2 Pro 类似一个分流器/分配器。输入信号同时转换成多种数字格式，并可以使用三次以上（AES、SPDIF同轴、SPDIF光纤或ADAT）。

在USB多通道模式下，AES输出成为播放通道5/6，见17.4节。

ADI-2 Pro的输出信号编码符合AES3-1992修正案4:

- 32 / 44.1 / 48 kHz, 88.2 / 96 kHz, 176.4 / 192 kHz, 依据当前采样率
- 音频使用
- 无版权，允许复制
- 专业（Professional）格式
- 一般类别，不表示衍生类别
- 2通道，无Emphasis
- Aux Bits Audio（辅助位音频）使用，24 Bit
- 出处：RME

较老的AES/EBU（和SPDIF）设备及录音媒体可以包括Emphasis信息。带有Emphasis的音频信号在高频有提升，需要在重放时进行高频衰减。而使用ADI-2 Pro作为音频接口来录制SPDIF时，去掉了Emphasis状态。详见34.4节。

22.2 SPDIF

输入

有两种SPDIF输入可用：通过TOSLINK使用光纤，或通过标配的辫子线使用同轴，但不能同时使用这两种。这个输入是白色的RCA接口。

当前使用的SPDIF输入可以在菜单Setup（设置）– Options（选项）– Hardware/Diagnosis（硬件/诊断）– SPDIF In（SPDIF输入）下选择。将输入设置成Auto，则设备将自动选择有效的输入信号。

光纤输入也可以理解成ADAT格式，最高192 kHz，但是只可以使用通道1/2。

为了接收来自XLR输入的AES/EBU格式信号，需要一个适配线缆。XLR母头的针脚2和针脚3分别连接RCA插头的两个针脚。线缆的外壳只与XLR的针脚1相连，不连接RCA插头。（见22.1节）

输出

有了SPDIF，光纤和同轴输出就可以实现完全相同的信号。这样就可以同时连接2个设备，将ADI-2 Pro作为一个分流器（1分2）。

在菜单**Setup**（设置）– **Options**（选项）– **Hardware/Diagnosis**（硬件/诊断）– **Optical Out**（光纤输出）下，可以将输出格式从ADAT手动更改为SPDIF。只有两个通道使用ADAT发送，同轴输出时也是如此。

ADI-2 Pro的SPDIF通道状态符合IEC60958。

- 32 / 44.1 / 48 kHz, 88.2 / 96 kHz, 176.4 / 192 kHz, 依据当前采样率
- 有音频信号，无有效音频信号
- 无版权，允许复制
- 民用（Consumer）格式
- 一般类别，不表示衍生类别
- 2通道，无Emphasis
- Aux Bits Audio（辅助位音频）使用

9针D-sub接头、辫子线SPDIF/AES的针脚配置

注意：数字辫子线与DIGI96及掐HDSP系列声卡的辫子线完全相同。

针脚	名称	针脚	名称	针脚	名称
1	GND	4	AES Out +	7	SPDIF In -
2	SPDIF Out +	5	AES In +	8	AES Out -
3	SPDIF In +	6	SPDIF Out -	9	AES In -

22.3 ADAT

光纤SPDIF输入与所有ADAT光纤输出完全兼容。内部接收器检测到格式后会自动在SPDIF和ADAT模式之间切换。即使频率变化，RME超凡的Bitclock PLL也会避免咔哒声和丢帧，并保证快速、低抖动锁定到数字输入信号。普通的TOSLINK线缆就能满足连接要求。

为了不打破理念并简化操作，只承载ADAT输入信号的通道1/2。即使在多通道USB模式下，ADAT只使用SPDIF输入通道5/6，不会使用更多的通道。全部8个ADAT通道的信息用于两种情况：SMUX (96 kHz)和SMUX4 (192 kHz)操作，通道1/2是在4通道和8通道信息的基础上建立的。在Digital Through（直通）模式下，只能监听通道1/2，但是如果所有8通道设置到ADAT则都可以直通到输出（见下文）。

ADAT输入支持双倍速模式下的非常规信号，88.2 kHz和96 kHz。在从时钟模式下，时钟将自动跳入双倍速模式。很多RME的音频接口都支持这样的信号。

在**Setup**（设置）–**Options**（选项）–**Hardware/Diagnosis**（硬件/诊断）–**Optical Out**（光纤输出）下，可以手动将输出从SPDIF变更为ADAT。只有两个通道通过ADAT发送，对同轴输出来说也是如此。



ADI-2 Pro

▶安装与操作——Windows

23. 驱动安装

RME 经常更新驱动。请在 RME 官方网站 <http://rme.to/usbe> 下载最新驱动 `driver_madiface_win_09554.zip` 或更新版。解压下载的文件，双击 `rmeinstaller.exe` 跟随向导开始安装驱动。安装完成后，将计算机与 ADI-2 Pro 连接起来。Windows 会自动检测到 ADI-2 Pro 新硬件，并自动安装驱动。

重启后，Settings 对话框的图标就会显示在通知区域。Windows 系统下，此图标可能会隐藏在三角或向上箭头的标记中。点击三角或向上的箭头，对其进行设置，使 Settings 的图标能够始终显示。



34.17 节将介绍如何找到理想的 USB 端口。

驱动升级不需要将原有驱动卸载。只需简单地运行新的驱动将原有的覆盖即可。

无法自动找到 ADI-2 Pro 的几种可能的原因：

- ADI-2 Pro 没开机
- 系统中的 USB 端口未激活（请检查设备管理器）
- USB 线缆没有插入或没有正确插入插口
- 使用 ADI-2 Pro 的 State Overview（状态概览）界面来确认是否检测到 USB 并正常工作（见 15.3 节）

驱动卸载

没必要将驱动文件卸载。因为有即插即用的支持，当硬件被移除后，驱动文件不会被加载。

Windows 的即插即用并没有覆盖 ASIO 驱动的注册。通过软件的卸载请求可以将它的入口从注册表中移除。这个请求（像其他所有的卸载入口一样）位于 *Control Panel*（控制面板）- *Programs*（程序）- *Features*（功能）。点击 'RME MADiface'，然后选择 *Uninstall*（卸载）。

固件升级

请见第 7 章。在 Windows 下，Flash Update Tool（升级工具）的使用需要事先安装 MADiface 系列驱动。

24. 设置ADI-2 Pro

24.1 Settings（设置）对话框

ADI-2 Pro的设置通常可以直接在设备上进行。对于ASIO操作的采样率和缓冲区大小（延迟）可以通过专门的设置对话框进行设置。点击任务栏通知区中火的图标可以打开Settings（设置）面板。

用户在设置对话框中做出的变更即刻生效，不需要做任何确认（即不需要点击“OK”或者退出设置对话框）。

但是，在播放或者录音时最好不要更改设置，会产生噪声。另外，还要注意即使是在播放“停止”的状态下，有些程序可能仍然在调用录音或播放设备。在这种情况下做出的设置变更不会立即生效。

缓冲区大小（Buffer Size）

缓冲区大小可以决定ASIO和WDM进出数据的延时，对于系统稳定性也有一定影响。

USB Diagnosis（USB诊断）显示一些特定的USB传输错误（CRC5，通常为0）以及一般错误。如果设备检测到一个录音或播放错误，则数字显示则不再是0。音频重置是自动进行的。计数器是在播放/录音开始时清零的。

Sample Rate（采样率）

设置当前使用的采样率。这提供了一个核心、方便的方法能够将所有WDM设备设置为相同采样率，因为从Vista开始，就不再允许音频软件来设置采样率了。但是，ASIO程序仍然可以设置采样率。

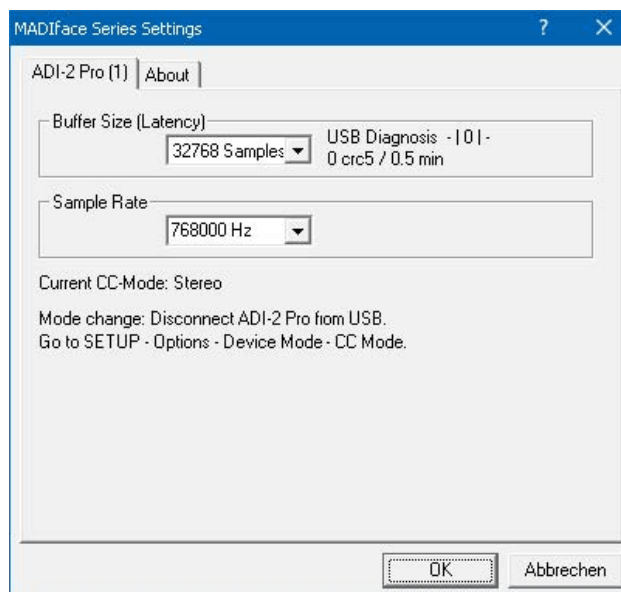
在录音/播放的过程中，此选项是灰色的，不允许更改。

About（关于）标签包含了驱动和固件当前版本及两个选项：

Lock Registry（注册表锁定）

默认：关闭。勾选此选项时会弹出一个对话框要求输入密码。“Settings”对话框中进行的更改将不再写入注册表。由于开启电脑后总会加载注册表中的设置，因此这为ADI-2 Pro提供了一种定义初始状态的简单方法。

Enable MMCSS for ASIO（为ASIO启用MMCSS）为ASIO驱动激活更高优先级的支持。注意：目前只有最新版Cubase/Nuendo可以在较高负载下支持激活此选项。其他软件若启用此选项会降低性能。重启ASIO后，更改生效。由此可以很方便地检查哪种设置会工作得更好。



24.2 时钟模式 – 同步

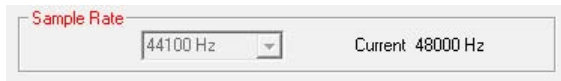
在数字领域中，所有设备非“主”（时钟源）即“从”（时钟接收器）。当多个设备连接成一个系统时，必须有一个且只有一个主时钟。

! 一个数字系统中只能有一个主时钟！如果ADI-2 Pro的时钟模式设置为Master（主时钟），那么其他所有设备都必须设置成Slave（从时钟）。

为了应对在录音棚实践中可能出现的一些情况，需要定义一个同步的参考。利用RME独创的SyncCheck技术，可以容易地检查和显示当前的时钟状态。状态概览界面中的SYNC一栏将显示每个输入是否有有效信号（Lock, No Lock），或者是否有一个有效的同步信号（Sync）。Clock Mode（时钟模式）显示参考时钟。详见15.3节。

SRC（采样率转换器）只能用于时钟的解耦，在数字设置允许使用一个以上的主时钟。详见8.6节。

在WDM下，ADI-2 Pro必须设置采样率。因此可能会发生右图所示的错误。48kHz的AES、SPDIF或ADAT信号作为同步源，但Windows音频在之前已经设置为44100Hz。采样率的字体颜色变为红色，说明此时出现错误，提示用户将采样率手动设置为当前的采样率48000Hz。



25. 操作和使用

25.1 播放

在所使用的音频应用程序中，必须将ADI-2 Pro设为输出设备。一般说来，可以在Playback Device（播放设备）、Audio Devices（音频设备）、Audio（音频）等菜单下的Option（选项）、Preferences（首选项）或Settings（设置）中进行这样的设置。

在应用（WDM）或RME Settings对话框（ASIO）中增大音频缓冲的数字或大小，可能防止音频信号卡顿，但也会增加延迟，即输出会有延迟。

在应用（WDM）或RME设置对话框（ASIO）中加大缓冲值（Buffer Number）或者缓冲区大小（Buffer Size）能够防止音频数据中断，但是会使延时变长（即输出延迟）。

请注意当前的Windows WDM限制在384 kHz。768 kHz只能在ASIO下使用。

注意：从Vista开始，Window系统不再允许音频应用程序通过WDM来控制采样率，因此，ADI-2 Pro的驱动包括了一个工作区：用户可以利用Settings（设置）对话框对于所有WDM的采样率进行统一设置（见24.1节）。

25.2 播放DVD (AC-3/DTS)

AC-3 / DTS

通过ADI-2 Pro可以将DVD软件的音频数据流发送到任何兼容AC-3/DTS的接收设备。

! 采样率必须在ADI-2 Pro的设置对话框中设置为48 kHz，否则软件将只能通过SPDIF播放缩混的模拟信号。

有些情况下，必须将ADI-2 Pro的输出设备设为播放默认设备（“Control Panel”控制面板/“Sound”声音/“Playback”播放），否则软件将不识别。

这样做以后，DVD软件的音频属性中将会有“SPDIF Out”或类似的选项。选择之后，软件会将未编码的数字多通道数据流发送到ADI-2 Pro的AES和SPDIF输出。

注意：这种SPDIF信号听起来很像在最高电平时被切断的噪声。因此ADI-2 Pro会自动将模拟输出静音。

多通道

DVD播放软件还可以用作软件解码器，将DVD的多通道数据流直接发送到ADI-2 Pro的模拟或数字输出。为了做到这一点，在SETUP（设置）/Options（选项）/Device Mode（设备模式）下将CC Mode（CC模式）设置成Multi-channel（多通道），然后在Control Panel（控制面板）/Sound（声音）/Playback（播放）中选择ADI-2 Pro的WDM播放设备为Loudspeaker（扬声器）。另外，在Configuration（配置）中，将扬声器由立体声变更为5.1 Surround（5.1环绕声）。

现在软件的音频属性中可以看到几个多通道模式的列表。选择其中一个之后，软件会将解码后的模拟多通道数据发送到ADI-2 Pro。一些软件中已经不需要再Sound面板中选择Loudspeaker了。

25.3 多客户端操作

RME音频接口支持多客户端操作。这意味着多个程序可以同时运行。ASIO和WDM格式甚至可以在相同播放通道内同时使用。但是，因为WDM采用实时的采样率转换（ASIO不能），因此所有激活的ASIO软件只能使用相同的采样率。

然而，使用专门的通道能够保持更好的概览。但是这并不构成一个限制，因为TotalMix支持任意输出的路由，因此可以用同一个硬件输出进行多个软件的播放。

可以同时使用多个WDM和ASIO的输入，因为驱动只需要简单地将数据同时发送到多个应用。

而RME的DIGICheck工具类似一个ASIO主程序，可以利用特殊的技术直接进入已被占用的播放通道。正是由于这个原因，DIGICheck可以对于任何软件的播放数据进行分析和显示，无论该软件使用何种格式。

25.4 多设备操作

当前的驱动最多支持三个RME MADiface系列设备。所有设备必须同步，即必须接收有效的数字同步信息。因此ADI-2 Pro可以与MADiface XT、MADiface USB、MADiface Pro、Fireface UFX+或另一台ADI-2 Pro同时使用。在ASIO下，所有设备都可看成是一个ASIO设备，所有可用的通道即作为输入/输出。

如果其中一台设备的时钟模式设置成Master（主时钟），那么其他所有设备都必须设置成Slave（从时钟）模式，并通过ADAT、AES或SPDIF与主时钟同步。所有设备的时钟模式均需在各自的Settings（设置）对话框中进行正确设置。

25.5 ASIO

启动ASIO软件，选择**ASIO MADiface USB**作为音频输入/输出设备或ASIO音频驱动。

采样率可通过ASIO应用来设置。缓冲区（延迟）则在RME的**Settings**（设置）对话框中进行设置。

可用的通道数量依据当前的CC模式而有所不同：当设置成**Stereo**（立体声）时为2通道输入/输出，当设置成**Multi-channel**（多通道）时为6通道输入/8通道输出。详见14.1.3节。注意：更改CC模式需要暂时将ADI-2 Pro与计算机的连接断开。

ASIO 2.2驱动支持PCM格式的最高采样率为768 kHz。DSD录音/播放则可作为ASIO下或ASIO本地的DoP来使用。不支持**ASIO Direct Monitoring**（ADM，ASIO直接监听）。

26. DIGICheck Windows

DIGICheck是一个用来测试、测量和分析数字音频流的工具软件。作为一个Windows软件，其界面非常容易理解。尽管如此，它还是提供了详细的在线帮助。DIGICheck 5.90是一个多客户端的ASIO主程序，因此可以和其他软件同时运行，包括输入和输出（！）。下面是当前版本的功能介绍：

- **电平表**：高精度24 bit分辨率，2/8通道。应用实例：峰值电平测量、RMS电平测量、过载检测、相位相关测量、动态范围和信噪比、RMS到峰值的差异（响度）、长期峰值测量、输入检查。电平高于0 dBFS时的过采样模式。支持基于K系统的可视化。
- **矢量音频范围**：世界首创的测向器，可以显示示波管的典型余辉。包括相关表和电平表。
- **加法器**：单个窗口中包括频谱分析仪、电平表和矢量音频范围。
- **环绕声音频范围**：专业环绕声电平表，可进行扩展的相关性分析。ITU加权和合计表。
- **ITU1770/EBU R128表**：用于标准响度测量。
- **比特统计&噪声**：可显示音频信号的真实分辨率、错误和DC补偿。包括信噪比测量（dB和dBA），以及DC测量。
- **全局录音**：以最低的系统负荷实现所有通道的长期录音。
- **真正的多客户端**：对于任何输入或输出通道，可随意打开测量窗口。窗口数量由你决定！

安装DIGICheck，请点击www.rme-audio.com。进入网站后在**Downloads**（下载）中找到DIGICheck下载最新版。解压并运行**setup.exe**。按照屏幕提示进行操作。



ADI-2 Pro

▶安装与操作——Mac OS X

27. 综述

ADI-2 Pro是一台UAC 2.0类兼容设备。Mac OS X具有完整的UAC内置支持，因此不需要安装驱动。将ADI-2 Pro与ADI-2 Pro用USB线缆连接。Mac OS X将自动检测到ADI-2 Pro（序列号）新硬件。

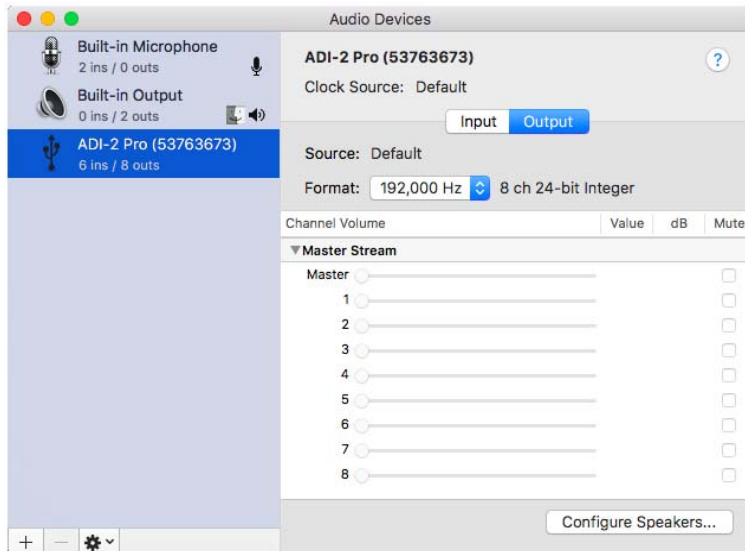
可用的通道数量依据当前的CC模式而有所不同：当设置成Stereo（立体声）时为2通道输入/输出，当设置成Multi-channel（多通道）时为6通道输入/8通道输出。详见14.1.3节。注意：更改CC模式需要暂时将ADI-2 Pro与计算机的连接断开。

固件升级详见第7章。

27.1 设置ADI-2 Pro

对ADI-2 Pro的设置大部分都可以直接在设备上实现。当设备的Clock Source（时钟源）选择为Internal（内部时钟）时，Mac OS X可以对当前的采样率进行设置。

通过Launchpad（启动面板）– Other（其他）– Audio MIDI Setup（音频MIDI设置），可以对ADI-2 Pro进行更多的系统设置。Audio（音频）窗口包括一个菜单可以选择采样率。在Stereo（立体声）模式下最高支持768 kHz，在Multi-channel（多通道）模式下最高支持192 kHz。这两种模式不能在此处选择，必须当设备与计算机断开时在设备上选择。



通过Configure Speakers（扬声器设置）可以将立体声或多通道重放设置成任意可用通道。

不支持声卡或通道选择的应用程序，可以在System Preferences（系统偏好设置）– Sound（声音）控制面板中将设备选为Input（输入）和Output（输出）设备。点击窗口下方的齿轮图标打开Audio MIDI Setup（音频MIDI设置），在此也可以进行上述设置。

27.2 时钟模式 – 同步

在数字领域中，所有设备非“主”（时钟源）即“从”（时钟接收器）。当多个设备连接成一个系统时，必须有一个且只有一个主时钟。

! 一个数字系统中只能有一个主时钟！如果ADI-2 Pro的时钟模式设置为Master（主时钟），那么其他所有设备都必须设置成Slave（从时钟）。

为了应对在录音棚实践中可能出现的一些情况，需要定义一个同步的参考。利用RME独创的SyncCheck技术，可以容易地检查和显示当前的时钟状态。状态预览界面中的SYNC一栏将显示每个输入是否有有效信号（Lock, No Lock），或者是否有一个有效的同步信号（Sync）。Clock Mode（时钟模式）显示参考时钟。详见15.3节。

SRC（采样率转换器）只能用于时钟的解耦，在数字设置允许使用一个以上的主时钟。详见8.6节。

27.3 多设备操作

OS X支持在一个音频软件下使用一个以上的音频设备。这是通过Core Audio（核心音频）功能Aggregate Devices（聚集设备）来实现的，它将多个设备组合成一个设备。所有设备必须同步，即必须通过一个数字输入信号来接收有效的同步信息，之后即可立即使用所有通道。

如果其中一台设备的时钟模式设置成Master（主时钟），那么其他所有设备都必须设置成Slave（从时钟）模式，并通过AES、SPDIF或ADAT与主时钟同步。所有设备的时钟模式均需在各自的Settings（设置）对话框中进行正确设置。

28. DIGICheck Mac

DIGICheck是一个用来测试、测量和分析数字音频流的工具软件。尽管它的界面非常容易理解，但还是提供了详细的在线帮助。DIGICheck 0.71可以和其他软件同时运行，显示所有输入数据。下面是当前版本的功能介绍：

- **电平表：**高精度24 bit分辨率，2/8通道。应用实例：峰值电平测量、RMS电平测量、过载检测、相位相关测量、动态范围和信噪比、RMS到峰值的差异（响度）、长期峰值测量、输入检查。电平高于0 dBFS时的过采样模式。支持基于K系统的可视化。
- **矢量音频范围：**世界首创的测向器，可以显示示波管的典型余辉。包括相关表和电平表。
- **频谱分析仪：**世界首创10、20或30段显示模拟带通滤波器技术。可达到192kHz！
- **加法器：**单个窗口中包括频谱分析仪、电平表和矢量音频范围。
- **环绕声音频范围：**专业环绕声电平表，可进行扩展的相关性分析。ITU加权和合计表。
- **ITU1770/EBU R128表：**用于标准响度测量。
- **比特统计&噪声：**可显示音频信号的真实分辨率、错误和DC补偿。包括信噪比测量（dB和dBA），以及DC测量。
- **真正的多客户端：**对于任何输入或输出通道，可随意打开测量窗口。窗口数量由你决定！

安装DIGICheck，请点击www.rme-audio.com。进入网站后在Downloads（下载）中找到DIGICheck下载最新版。解压并运行安装文件。按照屏幕提示进行操作。



ADI-2 Pro

▶安装与操作——iOS

29. 综述

ADI-2 Pro以CC（类兼容）模式运行（UAC 2.0），它是iOS、Mac OS X和Linux操作系统本地支持的标准，不需要安装驱动，即系统可直接识别设备。

ADI-2 Pro为iOS设备提供专业的模拟输入/输出接口。专业平衡和非平衡线路输入和输出，两个超大功率耳机输出（高阻和低阻耳机均可适用），大范围的增益和电平调节，AES、SPDIF和ADAT输入/输出接口，最高768 kHz PCM录音/重放以及最高11.2 MHz DSD录音/重放（DSD256）。

ADI-2 Pro不能为iPad/iPhone供电。苹果最新的Lightning转USB 3的相机适配器有一个Lightning插口，用于连接标准的苹果充电器，可以用来给在CC模式下与ADI-2 Pro一起工作的iPad/iPhone充电。

30. iOS下运行的系统要求

- 苹果iOS 5及以上的iPad，iOS 7及以上的iPhone
- 苹果iPad相机连接套件（Camera Connection Kit）或Lightning转USB适配器

31. 设置

将USB线缆连接到相机连接套件或Lightning适配器。打开iPad/iPhone，将套件或适配器插入iPad/iPhone的插口。如果一切正常，设备则可以使用所有的音频输入/输出。用iTunes进行音频播放会自动使用ADI-2 Pro的模拟输出1/2和3/4。

注意：在USB操作下，iPad/iPhone的音量控制不可用。

32. 支持的输入和输出

连接到iPad上时，模拟输入1可以用于单声道应用程序，输入1和2用于立体声应用程序（或者两个单通道），最多支持6通道的输入应用，例如多轨数字音频工作站（MultiTrack DAW）和音乐工作室（Music Studio）。Garage Band支持全部6个输入，但每次只能使用两个。Auria和Cubasis可以同时录制全部6个输入。

重放将使用模拟输出1和2，如果应用程序支持可使用更多的输出通道，比如Auria和Cubasis在设置成CC模式多通道则可使用全部8个输出通道。

在CC模式下默认的时钟模式为Internal（内部），iOS通常设置为96 kHz。任何应用程序都可以将采样率改变/设置成想要的值，但并不是所有应用程序都会提供一个选项可供用户选择采样率。将ADI-2 Pro（以及所连接的iPad/iPhone）设置成从时钟模式，选择AES或SPDIF输入选为时钟源，则ADI-2 Pro会自动同步到外部的数字采样率。错误的外部采样率会使设备产生严重的音频噪声（在某些情况下，可使用SRC来改善）。当没有外部信号时，ADI-2 Pro将切换为内部时钟，使用iOS或应用程序本身设定的采样率。



ADI-2 Pro

▶ 技术参考资料

33. 技术指标

33.1 模拟输入

XLR

- 输入: XLR, 伺服平衡
- 输入阻抗 平衡: 18 kOhm, 非平衡: 9 kOhm
- 输入灵敏度 可选+24 dBu, +19 dBu, +13 dBu, +4 dBu @ 0 dBFS
- 数字调整增益范围: 0 dB ~ +6 dB
- 信噪比(SNR) @ +13/19/24 dBu: 120.x dB RMS 未加权, 124.x dBA
- 信噪比(SNR) @ +4 dBu: 119 dB RMS 未加权, 123 dBA
- 频率响应 @ 44.1 kHz, -0.1 dB: 5 Hz – 20.5 kHz
- 频率响应 @ 96 kHz, -0.5 dB: 3 Hz – 45.5 kHz
- 频率响应 @ 192 kHz, -1 dB: 2 Hz – 92.7 kHz
- 频率响应 @ 384 kHz, -1 dB: < 1 Hz – 124 kHz
- 频率响应 @ 768 kHz, -3 dB: < 1 Hz – 180 kHz
- THD @ -1 dBFS: -116 dB, 0.00016 %
- THD+N @ -1 dBFS: -112 dB, 0.00025 %
- 通道隔离 > 110 dB

TRS

与XLR输入一样, 但是:

- 输入: 6.3 mm TRS接口, 伺服平衡

33.2 模拟输出

1/2 XLR

- 输出电平可变 +24 dBu, +19 dBu, +13 dBu, +4 dBu @ 0 dBFS
- 信噪比(SNR) @ +13/19/24 dBu: 117 dB RMS未加权, 120 dBA
- 信噪比(SNR) @ +4 dBu: 115 dB RMS未加权, 118 dBA
- 频率响应 @ 44.1 kHz, -0.1 dB: 0 Hz – 20.2 kHz
- 频率响应 @ 96 kHz, -0.5 dB: 0 Hz – 44.9 kHz
- 频率响应 @ 192 kHz, -1 dB: 0 Hz – 88 kHz
- 频率响应 @ 192 kHz, -1 dB: 0 Hz – 88 kHz
- 频率响应 @ 384 kHz, -1 dB: 0 Hz – 115 kHz
- 频率响应 @ 768 kHz, -3 dB: 0 Hz – 109 kHz
- THD @ -1 dBFS: -112 dB, 0.00025 %
- THD+N @ -1 dBFS: -110 dB, 0.00032 %
- THD @ -3 dBFS: -116 dB, 0.00016 %
- 通道隔离: > 110 dB
- 输出阻抗: 200 Ohm平衡, 100 Ohm非平衡

1/2 TS (后面板)

与XLR输出一样, 但是:

- 输出: 6.3 mm TS接口, 非平衡
- 最大输出电平: +19 dBu
- 信噪比(SNR) @ +13/19 dBu: 117 dB RMS 未加权, 120 dBA
- 信噪比(SNR) @ +4 dBu: 113 dB RMS未加权, 117 dBA
- 输出阻抗: 100 Ohm

Phones 1/2

与TS的输出1/2一样，但是：

- 输出: 6.3 mm TRS接口, 平衡, 立体声
- 输出阻抗: 0.1 Ohm
- 信噪比(SNR) @ +22 dBu: 117 dB RMS未加权, 120 dBA
- 信噪比(SNR) @ +7 dBu: 114 dB RMS未加权, 118 dBA
- 输出电平@0 dBFS, Ref Level +19 dBu, 负载100 Ohm 及以上: +22 dBu (10 V)
- 输出电平@0 dBFS, Ref Level +4 dBu, 负载8 Ohm及以上: +7 dBu (1.73 V)
- THD @ +18 dBu, 32 Ohm负载, 1.2 Watt: -110 dB, 0.0003 %
- THD+N @ + 18 dBu, 32 Ohm负载: -107 dB, 0.00045 %
- THD @ +14 dBu, 16 Ohm负载, 0.94 Watt: -110 dB, 0.0003 %
- 最大功率@ 0.001% THD: 1.5 W 每通道

关于可用的输出电平和输出功率详见34.14节。

Phones 3/4

与耳机输出1/2一样，但是：

- 输出电平@ 0 dBFS: 关闭大功率+7 dBu, 开启大功率+22 dBu

平衡的耳机模式

与以往一样，但是::

- 输出电平@ 0 dBFS: 关闭大功率+13 dBu (9.8 V), 开启大功率+28 dBu (19.5 V)
- 输出阻抗: 0.2 Ohm
- 信噪比 (SNR) @ +28 dBu: 120 dB RMS未加权, 123 dBA
- 信噪比 (SNR) @ +13 dBu: 118.4 dB RMS未加权, 122 dBA
- 输出电平@ 0 dBFS, 开启大功率, 负载150 Ohm及以上: +28 dBu (19.5 V)
- 输出电平@ 0 dBFS, 关闭大功率, 负载8 Ohm及以上: +13 dBu (9.8 V)
- 最大功率@ 0.001% THD: 2.9 W每通道

33.3 数字输入

通用

- 锁定范围: 28 kHz – 200 kHz
- 抖动抑制: > 50 dB (2.4 kHz)
- 与输入信号同步时的抖动: < 1 ns
- 支持民用和专业格式

AES/EBU

- 1 x XLR, 平衡变压, 电位隔离, 符合AES3-1992
- 高灵敏度输入级 (< 0.3 Vpp)
- 兼容SPDIF (IEC 60958)

SPDIF同轴

- 1 x RCA, 平衡变压, 符合IEC 60958
- 高灵敏度输入级(< 0.3 Vpp)
- 兼容AES/EBU (AES3-1992)

SPDIF光纤

- 1 x 光纤, 符合IEC 60958
- 兼容ADAT

33.4 数字输出

AES/EBU

- 1 x XLR, 平衡变压, 电位隔离, 符合 AES3-1992
- 输出电平 2.7 Vpp

-
- 专业格式符合AES3-1992修正案4
 - 单线模式, 采样率 28 kHz ~ 200 kHz

SPDIF同轴

- 1 x RCA, 符合 IEC 60958
- 输出电平 0.75 Vpp
- 民用格式SPDIF符合IEC 60958
- 单线模式, 采样率28 kHz ~ 200 kHz

SPDIF光纤

- 1 x optical, 符合 IEC 60958
- 民用格式(SPDIFF)符合 IEC 60958
- 采样率28 kHz ~ 200 kHz

33.5 数字

- 时钟: 内部、AES、SPDIF、ADAT输入
- 低抖动设计: < 1 ns, PLL模式, 所有输入
- 内部时钟: < 800 ps抖动, 随机扩展频谱
- 外部时钟抖动抑制: > 50 dB (2.4 kHz)
- 有效时钟抖动对于AD/DA转换的影响: 接近0
- 即使抖动大于100 ns, PLL仍可确保零出错
- 数字Bitclock PLL确保无故障变速ADAT操作
- 外部时钟支持的采样率: 28 kHz ~ 200 kHz
- 内部时钟支持的采样率: 44.1 kHz ~ 768 kHz

33.6 通用

- 包括电源: 外部PSU, 100 - 240 V AC, 2 A, 24 Watts
- 待机功耗: 50 mW
- 理想功耗: 10 Watts,最大功耗: 22 Watts
- 理想电流@12 V: 850 mA (10 Watts)
- 尺寸 (WxHxD): 215 x 44 x 130 mm (8.5" x 1.73" x 5.1")
- 重量: 1.0 kg (2.2 lbs)
- 温度范围: +5° ~ +50° C (41° F ~ 122°F)
- 相对湿度: < 75%, 无冷凝

33.7 接口针脚

9针 D-sub接口, 辫子线SPDIF / AES的针脚配置

注意: 数字辫子线与HDSPe系列音频卡使用的辫子线相同。

针脚	名称	针脚	名称	针脚	名称
1	GND	4	AES Out +	7	SPDIF In -
2	SPDIF Out +	5	AES In +	8	AES Out -
3	SPDIF In +	6	SPDIF Out -	9	AES In -

TS接口模拟输出

后面板的1/4"TS插孔的针脚配置符合国际标准:

尖= + (热端) 环= 接地 套= 接地

XLR接口

模拟输入/输出XLR插孔的针脚配置符合国际标准:

1 = GND (外壳), 2 = + (热), 3 = - (冷).

伺服平衡输入电路系统支持使用单声道TS插孔 (非平衡), 无电平损失。与使用TRS插孔并将“环”接地的情况相同。

! XLR输出不支持伺服平衡! 当连接非平衡设备时, 确保XLR的第三个针脚悬空不做连接。与地相连会造成较大的THD (失真) 及功率消耗!

TRS耳机插口

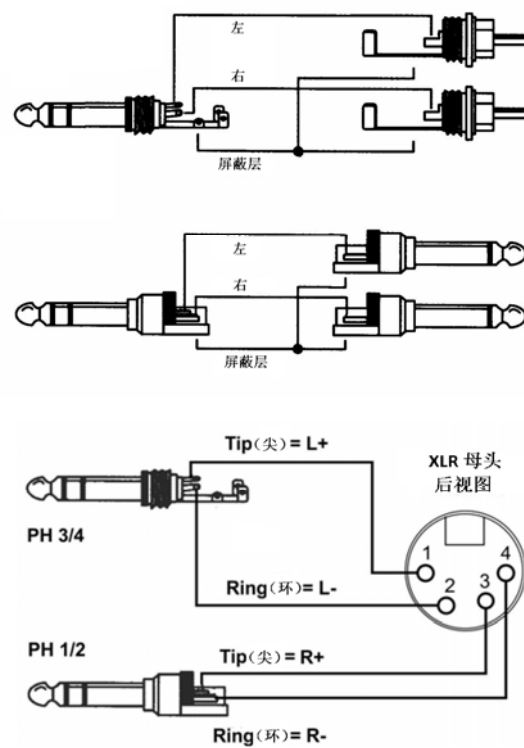
模拟输出通道通过两个独立的驱动电路馈送两个Phones (耳机) 输出。

当Phones (耳机) 输出用作Line (线路) 输出时, 需一个要TRS-RCA转换器或TRS-TS转换器。

针脚配置符合国际标准。左、右通道分别连接TRS插孔/插座的“尖”和“环”。

在Balanced Mode (平衡模式) 中, TRS输出则从非平衡立体声变为平衡的单声道。右图所示转接线可以使ADI-2 Pro连接4针XLR的平衡耳机。

迷你XLR (信号的针脚编号) 的针脚配置完全相同。



34. 技术背景

34.1 锁定 (Lock) 与 SyncCheck (同步检查)

在模拟领域，可以将任何设备连接到其他设备上，而不需要同步。数字音频则不同，需要时钟和采样频率。只有当所有系统中的设备使用同一个时钟，信号才能被处理和传送。否则，信号则会出现错误采样点、失真、噪声和丢失的情况。



一个数字系统中只能有一个主时钟！如果ADI-2 Pro的时钟模式使用的是内部时钟，那么其他所有设备都必须设置成Slave（从时钟），并且和ADI-2 Pro的时钟同步。

数字信号由载波和数据构成。向输入通道发送数字信号后，接收器必须与信号载波的时钟同步，这样才能正确读取数据。接收器利用PLL（锁相环路）来做这件事。接收器达到与输入信号完全相同的频率时锁定该频率。由于PLL一直会跟踪接收器的频率，因此即使频率稍有变化，这种Lock（锁定）状态仍会保持。

向ADI-2 Pro输入SPDIF信号时，State Overview（状态概览）界面会显示“LOCK”（锁定），这意味着输入信号是有效的。但是，“LOCK”（锁定）并不能确保输入信号的时钟是正确的，因而不能确保可以正确读取数据。采样率的频率和相位关系必须完全一致。这种状态称作Sync（同步），这也会在State Overview（状态概览）屏幕中显示。

例：ADI-2 Pro内部时钟为44.1kHz（主时钟模式），CD播放器输入连接。State Overview（状态预览）界面将显示输入信号和“LOCK”状态。但是由于CD播放器的采样率通常是内部生成的（也是主模式），因此会比ADI-2 Pro的内部采样率略高或略低。结果：读取数据时经常产生读取错误、噪声和数据丢失。

为了能够在看到此类问题的显示，ADI-2 Pro使用SyncCheck（同步检查）来检查所有时钟的同步情况。如果这些时钟不同步（即不完全相同），State Overview界面会显示Lock，如果它们同步将显示Sync。

在上述例子中，CD播放器不能被设置成从时钟，它将始终作为内部时钟（主时钟）。有两种解决方法：

- 将ADI-2 Pro的Clock Source（时钟源）选择为SPDIF。ADI-2 Pro将精确地跟随输入信号的时钟，State Overview（状态概览）界面将为SPDIF输入显示一个稳定的“sync”（同步）。
- 将SRC（采样率转换器）设置成SPDIF In。SRC作为一个时钟解耦器使用，因此ADI-2 Pro可保持作为内部时钟。这时，State Overview（状态概览）界面将为SPDIF输入和SRC SPDIF显示“sync”（同步）。

在实际应用中，SyncCheck可以使用户快速了解到所有数字设备的正确设置。可以看到，SyncCheck使得数字音频领域中的一个难题不再成为问题。

34.2 延时 (Latency) 与监听 (Monitoring)

Preamp Mode（前置放大器模式）

在Preamp Mode（前置放大器模式）下，模拟输入信号由DSP转换成数字，然后再转换回模拟信号。由于ADC和DAC内部的过采样和抗混叠滤波使它们有一个特定的延迟。近些年此延迟已经显著降低了，几乎听不见了。AD和DA转换的延迟列在了下方表格中。由于FPGA与DSP交换数据（四倍速下，需22个采样点）还会使总延迟再多大约11个采样点。在44.1 kHz下为23个采样点的延迟，大约为0.5 ms。192 kHz下为36个采样点（0.2 ms）。这与直通的效果相差不远了。

Low Latency（低延时）

ADI-2 Pro使用最新的顶级的AD、DA转换器（带有超低延迟滤波器），提供了出色的信噪比和失真指标，并能进行超快速的转换。低至5个采样点的延迟是几年前不敢想象的。ADI-2 Pro转换芯片进行AD和DA转换产生的确切延迟见下表：

采样率 kHz	44.1	48	96	192
AD (5 x 1/fs) ms	0.11	0.10	0.06	0.026
DA Sharp (6.25 x 1/fs) ms	0.14	0.13		
DA Sharp (5.63 x 1/fs) ms			0.06	0.029
DA Slow (5.3 x 1/fs) ms	0.12	0.11		
DA Slow (4.68 x 1/fs) ms			0.05	0.024

这些延迟值代表，在计算机录音减少延迟方面有了很大的进步。这些延迟（至少是由于AD、DA转换导致的延迟）是可以忽略不计的。

USB Recording and Playback (USB录音和重放)

CC模式与其他格式没有什么不同。计算机数据输入/输出的传送以缓冲区的形式进行。这些缓冲区的大小定义输入和输出路径上产生的延迟。从模拟输入到模拟输出的总延迟，贯穿了计算机和DAW软件，称作往返延迟。一般情况下计算机的一个往返延迟大约为5~10 ms。

在Mac OS X下，CC模式的工作与标准音频是完全相同的，因此延迟也相同，也在DAW内部通过设置缓冲区大小来进行定义。

在iOS下，CC模式是音频输入/输出的唯一方式，为不同的音频接口提供的性能类似。

在Windows下，RME为ADI-2 Pro提供了MADIface系列驱动，像其他RME音频接口一样，即便是作为CC设备也具有出色的性能。WDM和ASIO都可用。在ASIO下，延迟主要与在驱动器的Settings（设置）对话框中设置的缓冲区大小有关。

34.3 Balanced Phones Mode (平衡耳机模式)

耳机的左、右声道通常共用一条线缆共地，因此是非平衡的。还有一种可建立强大的输出级方法是使用平衡的设计。馈给耳机扩音器的两条线缆是同相的，没有连接地。这种技术大部分用于汽车音响，工作电平限制在12 V，平衡操作，这里称作为桥接，向扩音器传递双倍的输出电压，4倍的输出功率。

在平衡方式下，两个完全相同的功率放大器同时连接到耳机的一侧扩音器，另一侧扩音器也一样，其中一个功放的输入信号做了反相处理（180°）。即当一个功放发送正电压，则另一个发送相同的负电压。因此在扩音器处获得的电压即变成了2倍。

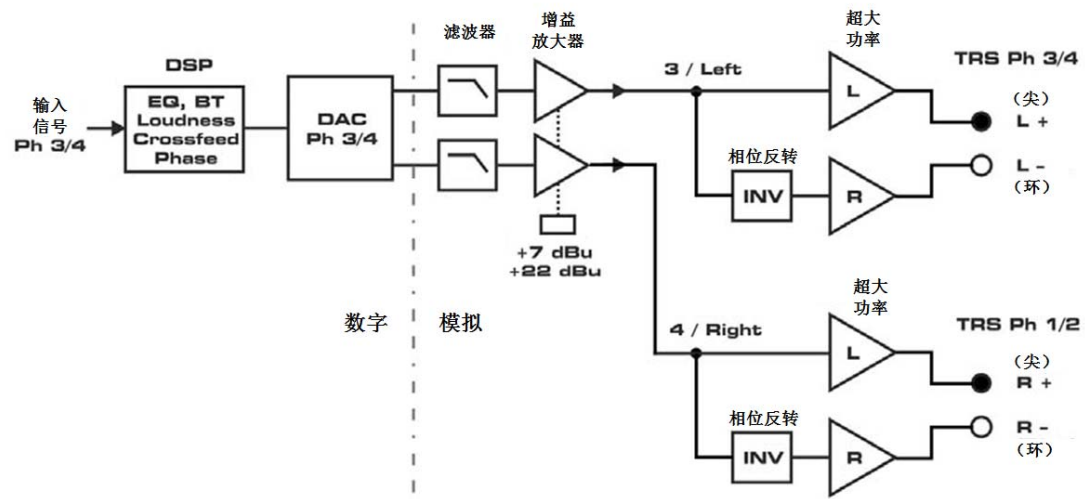
除了耳机需要的相对低的功率，平衡耳机模式还有一些其他的有趣的方面：

- 输出电平加倍。ADI-2 Pro从+22 dBu提高至+28 dBu（+6 dB的增益）。现在可能只有少数人有这样的需要此电平的耳机，输出电压达到惊人的19.5 V。但是当耳机用与以往相同的音量和有效电平驱动时，驱动级则会降低6 dB电平工作。如此便获得较好的THD和线性。
- 输出功率变为四倍。当使用第二个相同驱动级反向信号输入时，则原本为1 W而设计的驱动级将传送4 W。这个加倍是非常重要的，这样可以获得连Bassheads都敬畏的输出功率，或者能够使用比往常更小功率或更简单的输出级。
- 彻底不接地的操作，能够防止某些情况（较少见）下的EMI和浮动电压电平的问题。

有一个问题经常被质疑：由于不共用线缆，因此左、右声道的隔离会更好。这在理论上是正确的，但在实际应用中却并非如此，除非耳机线缆有问题。

下方框图显示的是将普通耳机输出级转换成平衡模式的标准方法。需要两个立体声输出，其中一个声道要馈给反相信号。

标准平衡耳机设计

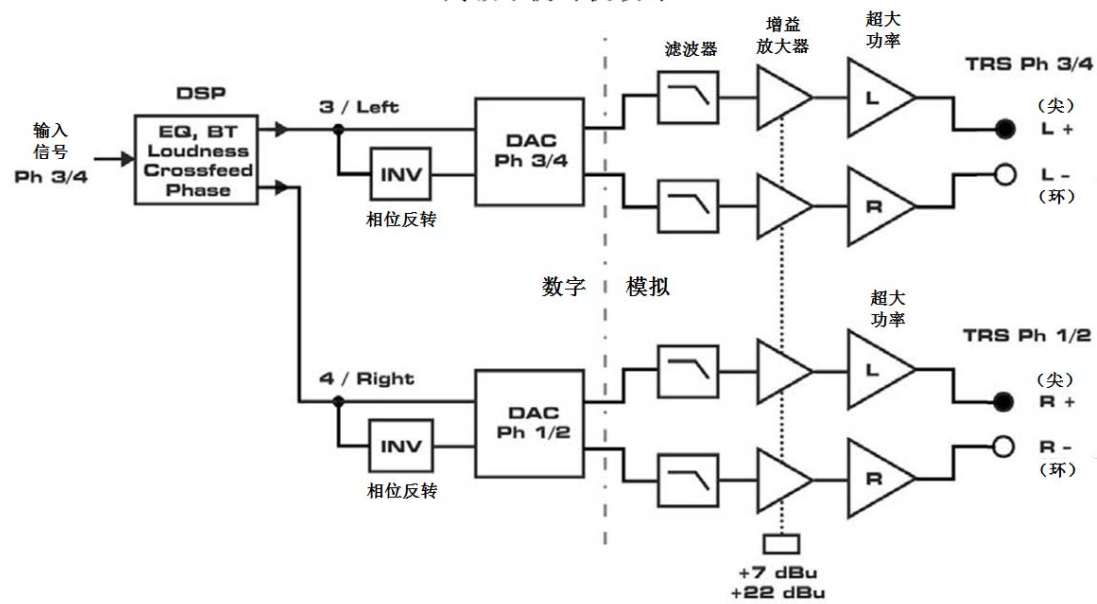


这种常见的设计有以下缺点：

- 模拟反相器必须添加在信号路径上
- 因为模拟反相器的存在，耳机信号在一般模式情况下，都受正、负相位不同而有所影响。
- 这种设计需要多个继电器，并且进入PCB或从PCB出来的来往布线也比较艰难

ADI-2 Pro则有更好转换成平衡方式的方法。下图即展示了RME在ADI-2 Pro中实现的独特设计。

ADI-2 Pro Advanced Balanced Phones Design 高级平衡耳机设计



ADI-2 Pro有两个DAC和一个强大的DSP。升级版的三个部件带来以下优势：

- 从DAC至耳机的整个路径完全没有改变。在ADI-2 Pro中一个继电器也不需要，也不需要改变布线。
- 从DAC到耳机扩音器的整个信号路径是平衡的(!)
- 信号的反相是在数字域进行的，完全透明、无损。
- 我们知道ADC和DAC有单声道叠加的功能，现在每个DAC的两个声道均进行这种操作，信噪比提升3 dB。
- 整个模拟输出链是单声道叠加的一部分。由增益放大器和驱动级导致的噪声都同步降低。
- THD也是如此，不仅是因为前置放大器的输出电压减小了，还因为耳机扩音器实现的共模

抑制。另外，DA输出路径上硬件的小偏差经过平均后更小了。

ADI-2 Pro的Advanced Balanced（高级平衡）模式是绝妙的，平衡模式从未像现在这样有意义。

在Advanced Balanced（高级平衡）模式下，ADI-2 Pro的最大输出电平提升至+13 dBu（Hi-Power关闭时）和+28 dBu（Hi-Power开启时）。信噪比从117 dB / 120 dBA提升至120 dB / 123 dBA。换句话说，当输出电平提升6 dB时，噪声只提升3 dB。因此与普通模式下一样是不可听到的。

一些较老的外国耳机可能有更高的输出电压，那么4倍的输出功率（大约每通道5 W）就会出问题。幸好，ADI-2 Pro中的限流电路能够防止输出功率提升超过3 W，阻抗在24 Ohms以下时小于2 W。耳机输出可用的输出功率详见34.14。

Advanced Balanced（高级平衡）模式也有一个缺点：它能在DSD模式下工作，但不能在Direct DSD模式下工作，因为PH 1/2无法进行音量控制而被停用了。

34.4 Emphasis

在早期的数字音频时代，AD和DA转换器只有14 bit分辨率，因此使用了一个技术：pre-emphasis（预加重）和de-emphasis（去加重），这在广播传输中也有使用。音频信号在转换之前高频会进行提升。重放时，需要一个模拟的高频滤波器（如果用“高切”来形容有些过重）。通过这种方法希望能减少由AD和DA转换所带来的可听噪声和失真。

一些老的CD是带有Emphasis的，确实Emphasis是Red Book（红皮书）标准里的一部分。听取这些CD需要在播放端加一个滤波器，不然声音听起来会过于明亮。播放一些较老的磁带数字录音也需要de-emphasis（去加重），第一代DAT录音机也普遍使用Emphasis。

好在数模转换芯片内部是支持de-emphasis（去加重）的。当目前的信号源是AES或SPDIF，且在输入的Channel Status（通道设置）中进行了Emphasis数据位设置，ADI-2 Pro就会自动激活DAC中的de-emphasis（去加重）。State Overview（状态概览）界面可以观察到相关状态，会显示一条WARNING SPDIF EMPHASIS的信息。

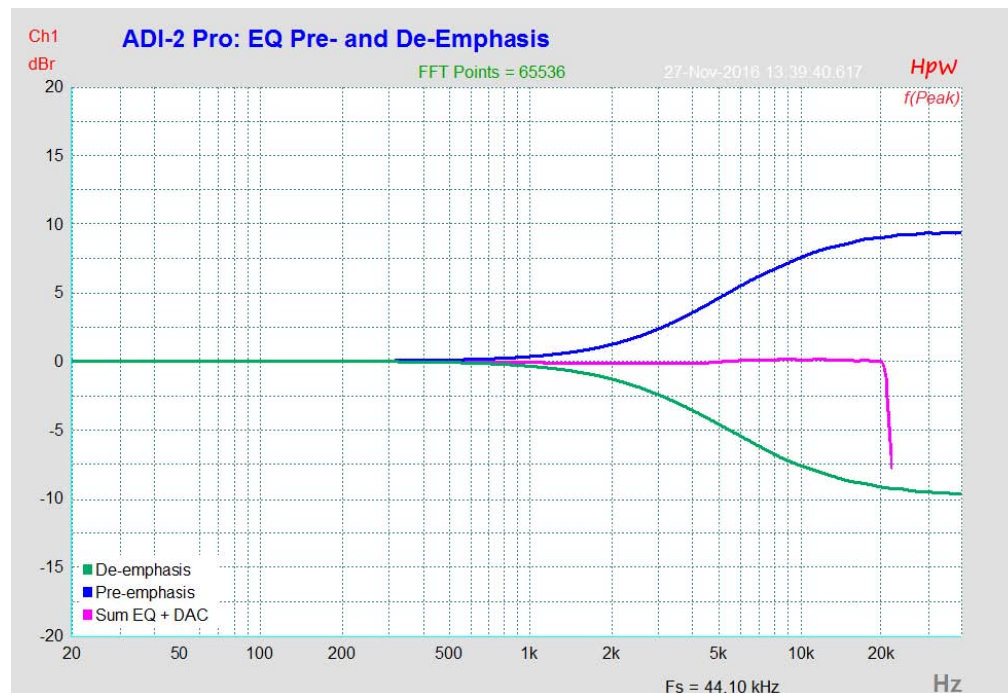
为什么会出现警告呢？因为当使用ADI-2 Pro作为音频接口将SPDIF录制成音频文件时，是没有emphasis状态的。在播放录音文件时，音频播放软件也不能控制ADI-2 Pro的DAC的emphasis状态。这种情况下，在通道的I/O菜单中有一个De-emphasis On的选项，可以进行手动激活。

ADI-2 Pro也可以在DAC外部实现pre-emphasis（预加重）和de-emphasis（去加重），使用其Parametric EQ（参数均衡器）的单个频带。Emphasis滤波器基于一个简单的一阶RC滤波器，时间常数为50 μ s和15 μ s。频响曲线类似一个低Q值的高频提升均衡，在3183 Hz处有+3 dB的提升，搁架上截止频率点为10610 Hz。在20 kHz处的增益为+9.49 dB。

对于逆滤波器曲线，第5频带的类型选为shelf（搁架式），将Q值设为0.5，频率设为5.2 kHz，增益设为-9.5 dB。同样地，将pre-emphasis做相同的设置，只不过增益设置为+9.5 dB。

正如下方的测量结果显示，这些设置以0.1 dB的精度补偿了DAC的de-emphasis。

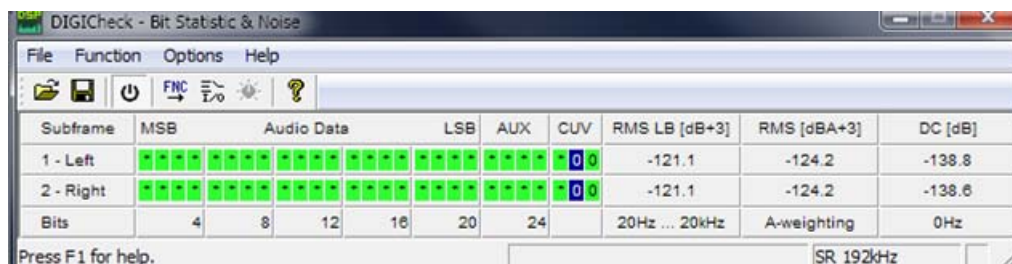




34.5 高速模式下的噪声电平

ADI-2 Pro的AD转换器具有极高的信噪比。这一点不需要用昂贵的测试设备，用普通软件的录音电平表就可以测试出来。但是，在启用了更高采样率之后，噪声仍然会从-120dBFS上升到-114dBFS（96kHz）或者-92dBFS（192kHz）。这并不是一个缺点，因为软件测量噪声时使用的是全频率范围，即96kHz时是0Hz~48kHz（RMS非加权），192kHz时是0Hz~96kHz。

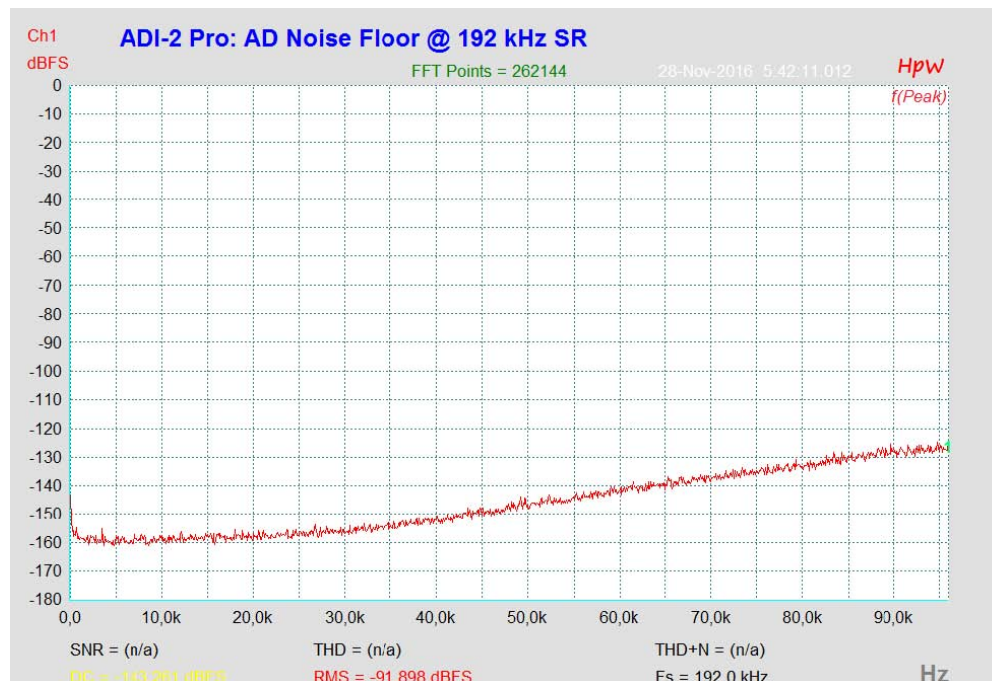
如果将测量范围限制在20Hz~20kHz（所谓的音频带通，可听声频段），则噪声值会回到-120dB。使用RME的DIGICheck可以验证这一点。**Bit Statistic & Noise**（位统计和噪声）功能使用Limited Bandwidth（有限带宽）来测量噪声，会忽略DC和超声波。



这样的主要原因是模拟数字转换器的噪声整形技术。这种技术可以将所有噪声和失真移至40 kHz以上人耳听不到的高频范围。因此超声波领域的噪声也会增加。高频噪声具有很高的能量。增加四倍带宽，宽频测量设备会显示信噪比骤降，但是在人耳的可听范围内，本底噪声不会有任何变化。

如下图所示，底噪非常低，甚至超过了听阈下限。当采样频率上升至96 kHz时，完全在传送范围以外发生噪声整形。

需要说明的是，ADI-2 Pro所使用的ADC改进了整形滤波，能够适应更高采样率范围。噪声频谱与以前的转换器芯片相比确实低了很多，例如在192 kHz采样率时，宽带噪声测量时达不到-92 dBFS，只有-79 dBFS。



就像在专业数字音频工作站中常见的一样，ADI-2 Pro的电平表的频带限制在40 kHz，所以不会显示768 kHz和DSD的过大噪声电平，但会显示音频范围内（或略高的范围内）的所有信息。

34.6 SteadyClock

RME的SteadyClock（稳定时钟）技术可以确保所有时钟模式下都有卓越的性能。高效的抖动抑制刷新并清除任意时钟信号。

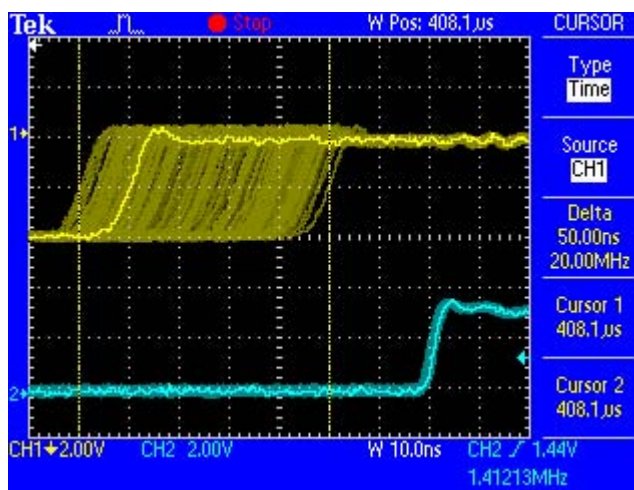
通常时钟部分包含了一个用于外部同步的模拟PLL以及多个用于内部同步的时钟振荡器。SteadyClock只需要一个石英，频率不等于数字音频的频率。先进的电路设计，例如高速数字合成器、数字PLL、1 GHz采样率和模拟滤波，使得RME能够实现全新研发的时钟技术，使用的是最低成本的FPGA。时钟的性能甚至超过了专业的要求。除了它卓越的特性，SteadyClock比其他技术的反应速度更快。它在几分之一秒内锁定到输入信号，即使极端的varipitch变化也有准确的相位，直接锁定在28kHz~200kHz范围内。

ADI-2 Pro中进一步完善的SteadyClock III技术保证了在所有时钟模式下都具有卓越的性能。采用高效抖动抑制，使AD/DA转换总是采用最高的音频电平，与输入时钟信号的质量无关。

最初开发SteadyClock技术是为了从容易发生抖动的MADI数据信号中获取稳定、清晰的时钟（内置MADI时钟的抖动可达到80ns）。使用ADI-2 Pro的输入源、ADAT、SPDIF和AES/EBU，就不会出现这么高的抖动值。SteadyClock能够很快地完成以上处理。

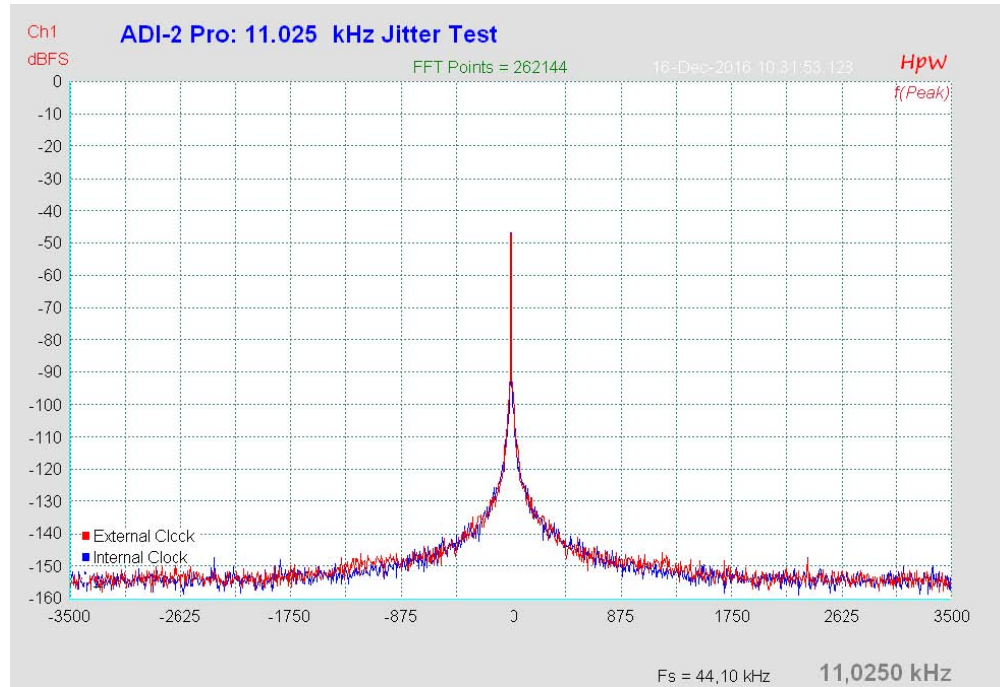
普通音频接口在实际应用时的抖动值一般低于10 ns，好的时钟则可以达以2ns以下。

右图显示的是一个抖动达到50 ns的MADI输入信号（上方黄色曲线）。

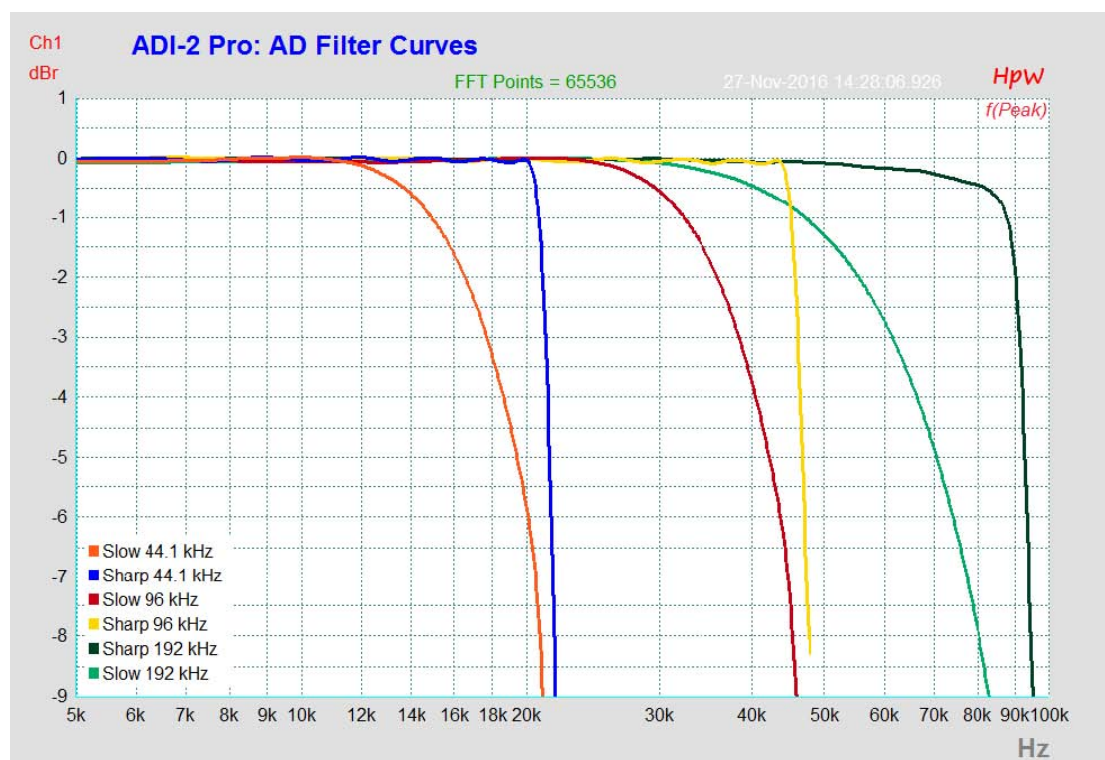


SteadyClock可以将信号转换到2 ns以下抖动的时钟（下方蓝色曲线）。SteadyClock处理的信号不仅用于内部，也作为数字输出的时钟。因此更新的、无抖动的信号完全可以作为参考时钟信号。

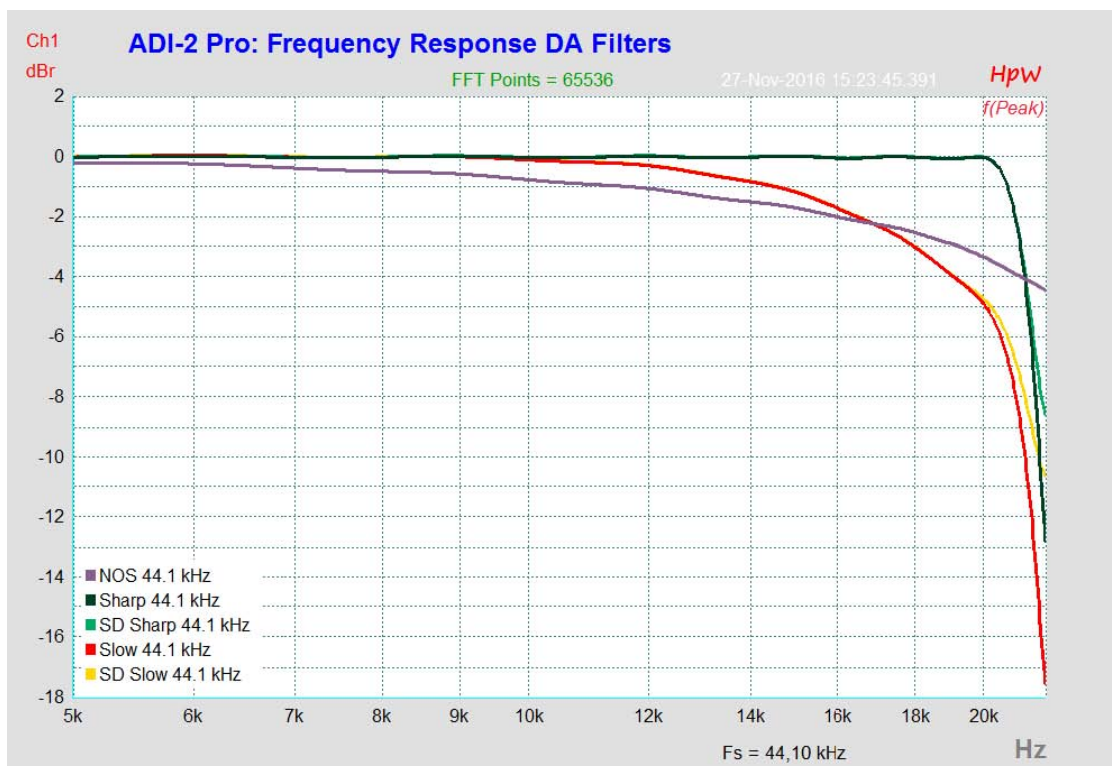
上述interface jitter（内部抖动）的数值是在字时钟输出处直接测量或是数字信号本身的值。ADI-2 Pro的sampling jitter（采样抖动）也是极低的，通常在百亿分之几秒。从模拟输出发送一个特殊的调制11.025 kHz正弦信号，然后从模拟输入中分析采样的结果即可得到这个抖动。抖动产品在测量中以对称的旁瓣形式显示，像一个很窄的针。下图显示了用两个ADI-2 Pro进行测量和分析的结果，两个ADI-2 Pro一个作为发生器，另一个作为分析器，可以看出图中没有明显的旁瓣，没有能够听到的抖动。测量结果还表明，设备无论是使用内部还是外部时钟性能是完全一样的，这就是SteadyClock技术的典型功能。



34.7 AD滤波曲线

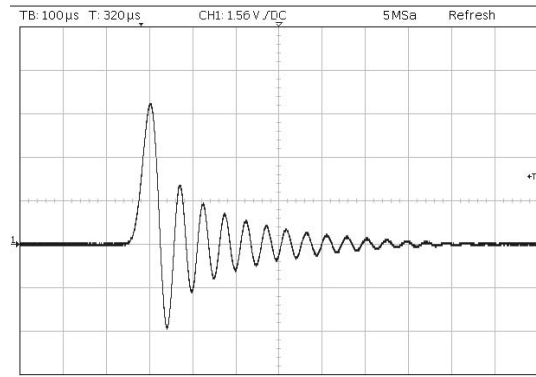


34.8 DA滤波曲线 44.1 kHz

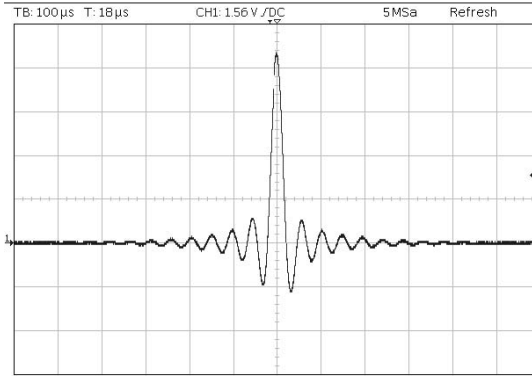


34.9 DA脉冲响应

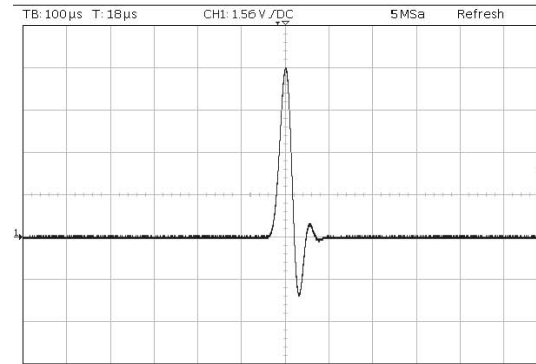
Short Delay Sharp (短延迟锐截止)



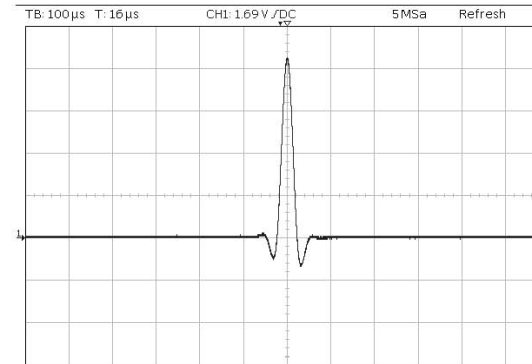
Sharp (锐截止)



Short Delay Slow (短延迟慢速)



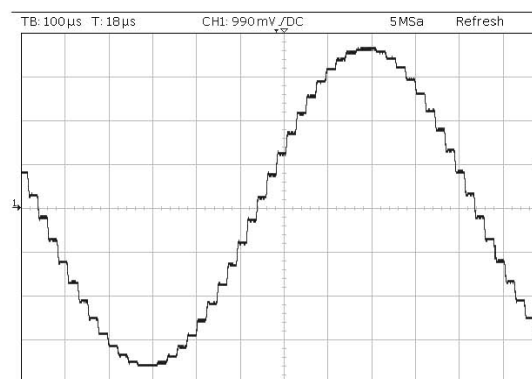
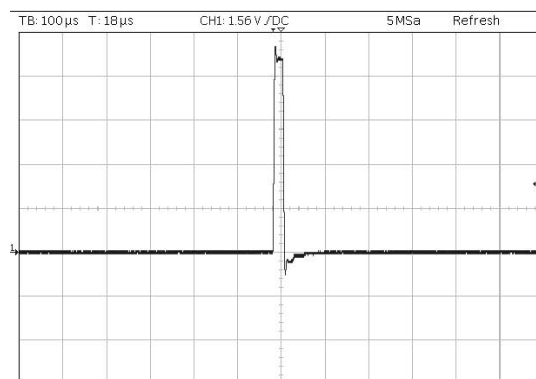
Slow (慢速)



上方截图显示了DAC滤波器的模拟输出信号，测试信号为44.1 kHz采样率的数字单采样点脉冲。Slow (慢速) 具有最完美的响应，但在15 kHz处损失约1.2 dB，见34.8节。两种Short Delay都是IIR型滤波器，其余两种是FIR型滤波器。FIR是在整个频率范围内为线性相位。

NOS (Non-Oversampling无过采样, SuperSlow超慢速)

DAC还有另一个在数据表中称作Super Slow (超慢速) 的滤波器。脉冲响应看起来很完美，但是用一个示波器检测输出信号，会看到一些阶梯，这是过采样 (NOS) 设备常见的，所以我们在DAC滤波器的菜单中将这种滤波器重新命名为NOS。要注意的是有一些无法听到的失真，这些阶梯是高频谐波，大部分是在20 kHz以上。还要注意的Slow (慢速) 和NOS (无过采样) 滤波器会比Sharp滤波器在产生更多的带内混叠和带外噪声。



34.10 AD脉冲响应

ADI-2 Pro的AD端有四个滤波器：**Short Delay Sharp**（短延迟锐截止）、**Short Delay Slow**（短延迟慢速）、**Sharp**（锐截止）和**Slow**（慢速）。基本上这些滤波器的性质和工作方式都与上文DAC中的滤波器完全相同。**SD Sharp**和**Sharp**提供最线性的频率响应，以及对高频输入信号最高的镜像（混叠）抑制。**SD Slow**和**Slow**则试图兼顾较高的镜像抑制和最优的脉冲响应，但它是在标准采样率下的更高可听范围内起作用。测量结果详见34.7节。注意：**SD Sharp/Slow**分别与**Sharp/Slow**具有相同的频响曲线。

右图所示为**Short Delay Sharp**（左）和**Short Delay Slow**（右）在44.1 kHz的脉冲响应。声源信号时一个单采样点脉冲（见34.9节的NOS图）。一个单采样点脉冲所包含的频率比1/2的采样率高（但实际上是无效的，是不符合奈奎斯特边界的信号）。因此在44.1 kHz采样率下，不可能在不四舍五入取整或不增加前/后振铃而获得这个脉冲。**SD Sharp**产生了预料中的后振铃。

SD Slow的幅度较低（滤波器的高频有所衰减），但是只有轻微的四舍五入取整，几乎没有振铃。

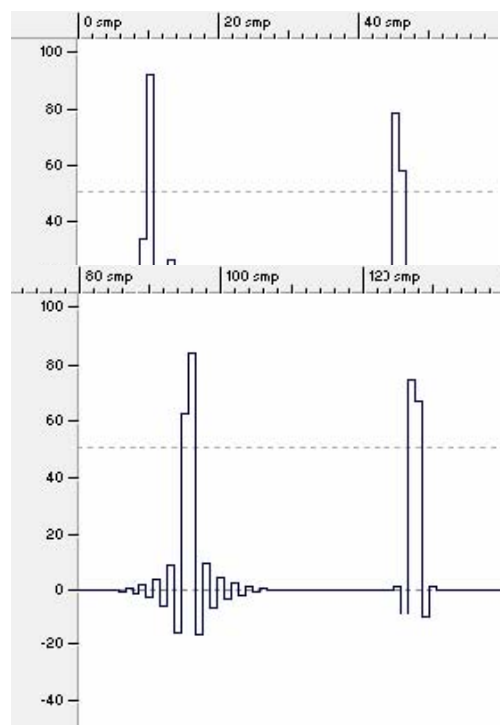
右图所示为**Sharp**（左）和**Slow**（右）在44.1 kHz的脉冲响应。**Sharp**产生预料中的前、后振铃。而**Slow**产生的是一个近乎完美的脉冲响应。

两种**Short Delay**滤波器均是IIR型（又称为最小相位滤波器），而其余两种滤波器为FIR型。FIR是在整个频率范围是线性相位的。IIR的优点是只有几个采样点的延迟，在监听情况下应用广泛。

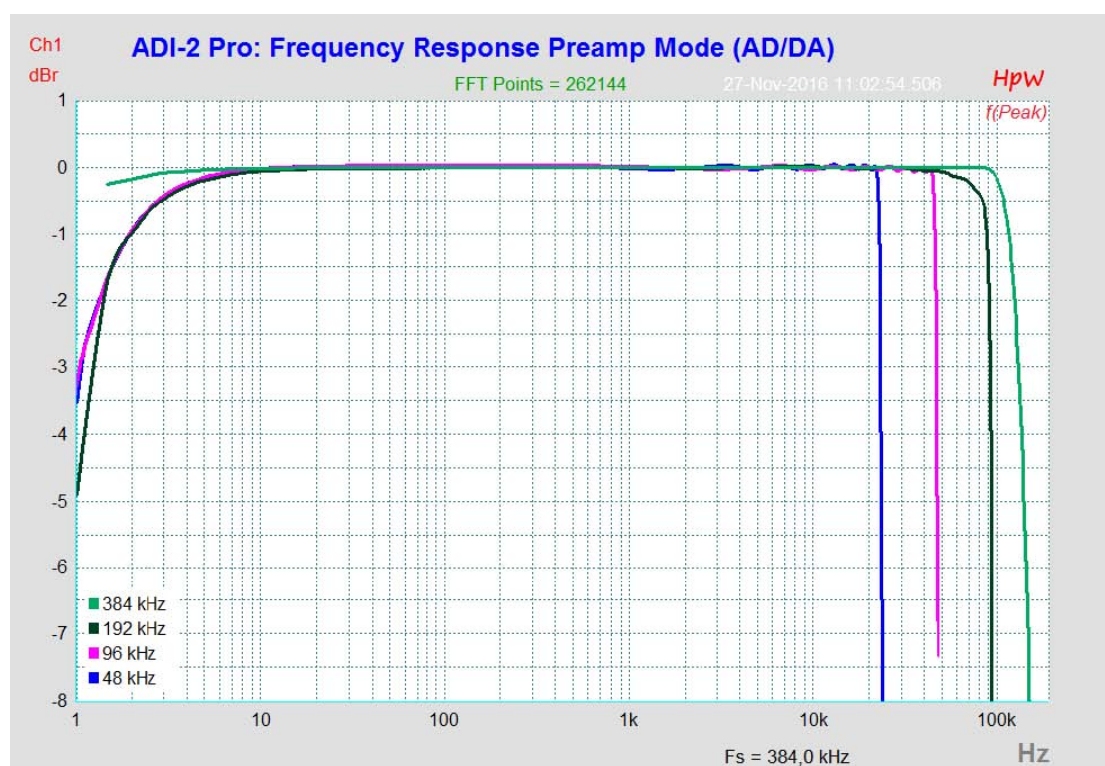
由于高频区有衰减发生在可听范围之外，**SD Slow**和**Slow**在88.2/96 kHz时工作状态最佳。

同时，由于滤波器的类型以及双倍的采样率，它们的脉冲响应近乎完美。

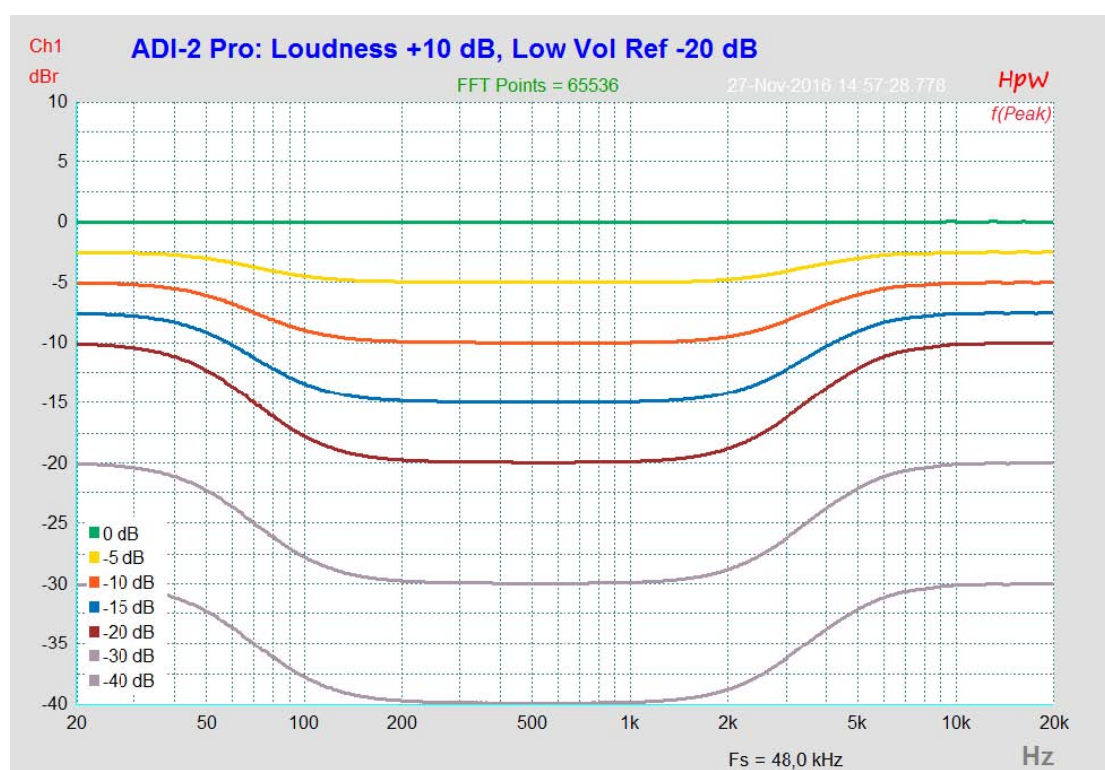
在**Preamp**（前置放大器）模式下，模拟信号先做模数转换，再做数模转换。出厂默认状态为192 kHz采样率。当用四倍采样率将44.1 kHz单采样率脉冲做4倍以上的采样，滤波器将在更高的频率工作，从而相同的脉冲会以更高的质量录制和重放。因此前、后振铃会加快四倍，从长度上看缩短为原来的1/4。**Slow**和**NOS**能提供最完美的脉冲响应。



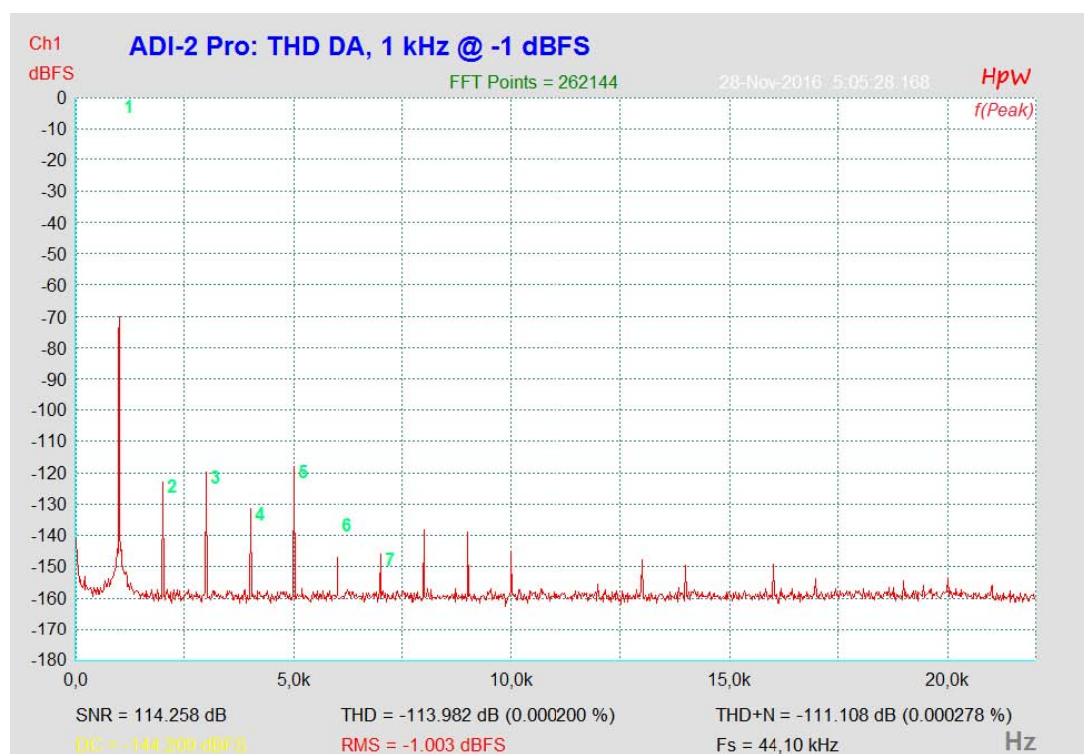
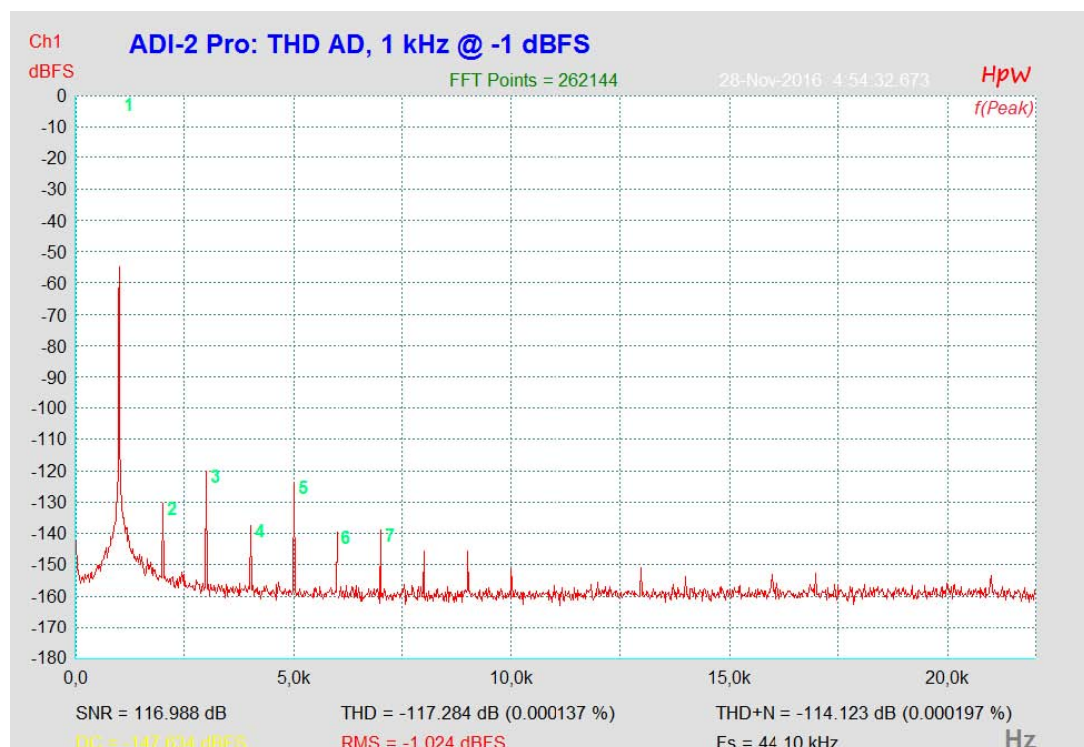
34.11 频响测量



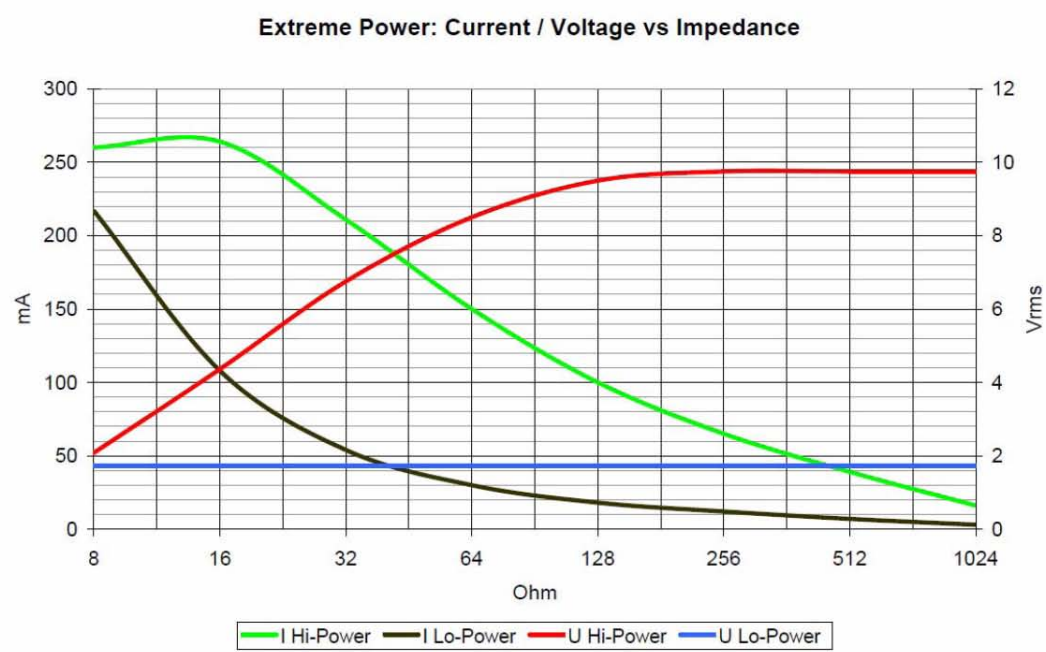
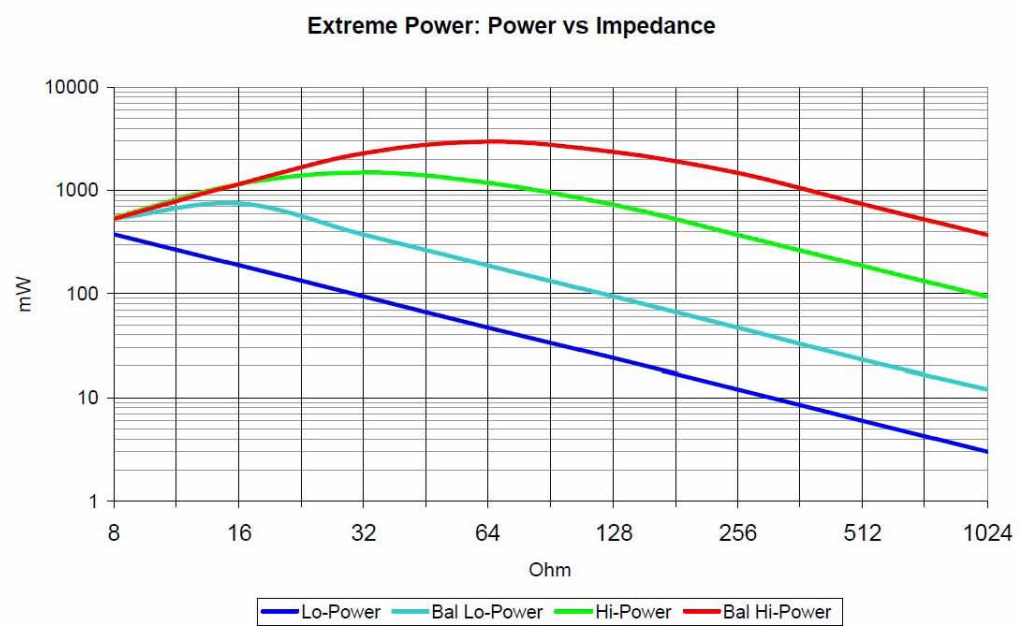
34.12 响度



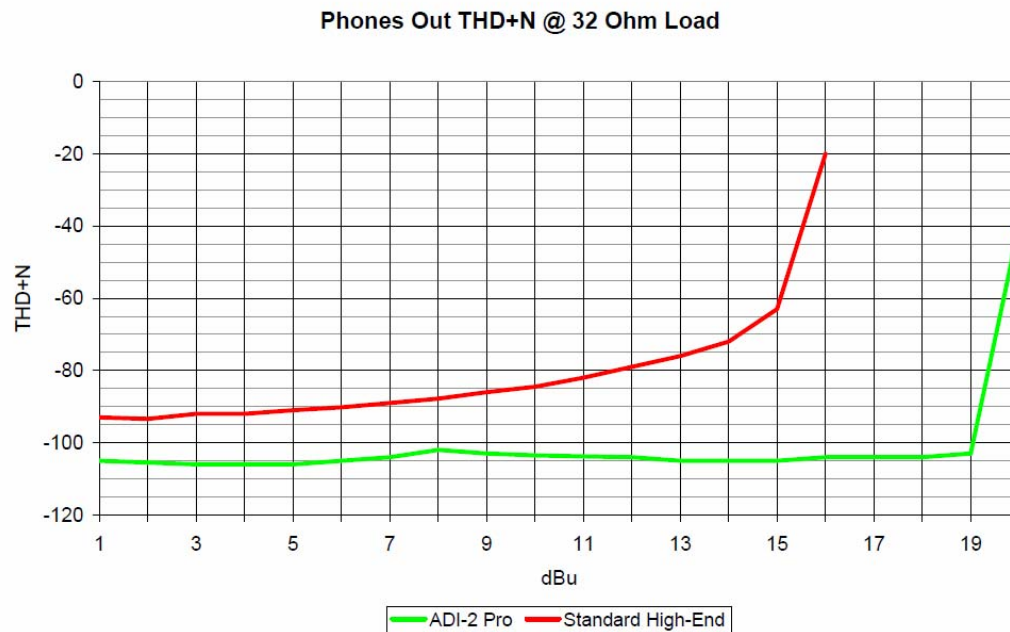
34.13 总谐波失真测量



34.14 超大功率



34.15 耳机失真对比



34.16 基于阻抗的电平表 PH 1-4

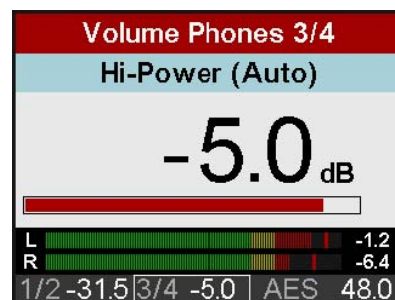
输出1-4在各个界面中的横向电平表显示的是馈送给DAC的数字电平。在32 Ohms以上，电平表的显示匹配真实的模拟输出电平（0 dBFS = +22 dBu）。但是在32 Ohms时，ADI-2 Pro 只能向耳机输出传递+19 dBu，在16 Ohms时只能传递+15 dBu。因为一个合理的限流电路将防止在较低负载情况下出现过高输出功率。当在Hi-Power（大功率）模式下，16 Ohms时的最高失真值在电平表上会显示为-7 dB。因此它颜色会变成红色，或者重新将最高电平重新定位-7。只有这样，用户才能够清楚地知道设备不失真能够承受的最大电平。据我们目前所知，没有其他设备具有此功能，但ADI-2 Pro改变了这个现状。

当Extreme Power（超大功率）输出级的限流器以更高的分辨率工作，它的反应能够被自动评估，并作为简化的阻抗检测。从而用来重新定义电平表的量程。

这些都是ADI-2 Pro自动完成的。电平表右侧显示的峰值，可用作前置DAC信息并保持不变，但是电平表的黄色和红色区域会向左偏移和扩展。

当修改音量设置时，电平表保持在红色区域以下，用户可以100%地确定ADI-2 Pro正完全无失真地工作，即使是在某些极端情况也无需怀疑。

注意：重新定义量程只有当超过了最高的非失真电平之后才会进行。重新定义的量程会一直显示，直到耳机从插口拔出。持续的过载情况会使屏幕显示Overload（过载）警告，并使耳机输出断开连接。

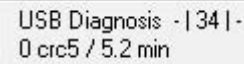


34.17 USB音频

当ADI-2 Pro与一台理想的PC一起使用,可以达到与基于PCI或PCI Express的声卡类似的性能。即使是在64个采样点缓冲区条件下,目前的计算机也可以实现低CPU负载及无咔哒声运行。但较老版本的计算机,即使播放一个简单的立体声也会引起30%以上的CPU负载。

计算机会短暂地死机(无论ASIO还是WDM),会丢失一个甚至更多的数据包。这样的问题只能通过增大缓冲区大小(伴随着延迟)解决。

ADI-2 Pro具有一个独特的数据检查,通过USB传输时检测错误,并将其显示在Settings(设置)对话框中。另外,ADI-2 Pro还能够继续录音和重放以防丢帧,实时修正采样点的位置。



USB Diagnosis - | 34 | -
0 crc5 / 5.2 min

像其他的音频接口一样,ADI-2 Pro应该向计算机尽可能传送无干扰的数据。最简单的方式就是将它连接在自己的总线上,这不是什么难题,因为大部分USB 2.0接口都是双总线设计。请按以下步骤在Device Manager(设备管理器)中进行检查:

- 将ADI-2 Pro连接到USB端口
- 打开Device Manager(设备管理器),将View(视图)设置为Devices by Connection
- 选择ACPI x86 PC, Microsoft ACPI-Compliant System(Microsoft ACPI兼容系统),扩展的PCI Bus(PCI总线)

这个分支一般包括USB2 Enhanced Host Controller(USB2增强主控制器)的两个入口。用一个USB HUB(USB分线器)连接所有USB设备,包括ADI-2 Pro。当ADI-2 Pro重新连接到其他端口时,视图会立即显示ADI-2 Pro连接的是哪个控制器。如果有多个设备同时连接到了同一个控制器上,也能进行检测。

另外,这个方法也可以用来运行其他外接USB设备而不影响ADI-2 Pro,只要简单地将这个USB设备与其他控制器连接。此信息对USB 3端口也是有效的。

尤其对于笔记本来说,所有内部设备以及所有插口/端口都可连接到同一个控制器,根本不需要第二个控制器。在这种情况下,所有设备都必须共用一个总线和接口。

RME的老用户可能会记得其他多通道音频接口的用户手册中也有上方的描述。而ADI-2 Pro与它们相比有两个优势:

- 可以切换至Stereo(立体声)模式,只使用两通道的同步的音频流
- 大多数使用的情况下,不需要以最低延迟工作。将ASIO缓冲区设置到最高值,可以提供更稳定的录音、重放体验

但是6/8通道的Multi-channel(多通达)模式,与RME通过USB 2.0支持的最多70/70通道相比,这仍然是最小的负载。

用户不要低估PCM和DSD更高采样率所带来的效果。它们通常需要传递48kHz时一个通道数据量的倍数。

采样率	48 kHz	96 kHz	192 kHz/DSD64	384 kHz/DSD128	768 kHz/DSD256
通道	2	4	8	16	32

现在应该清楚为什么说上述的建议即使对于ADI-2 Pro也非常重要了吧。在Multi-channel(多通道)模式下,数据量更大:

采样率	48 kHz	96 kHz	192 kHz/DSD64	384 kHz/DSD128	768 kHz/DSD256
通道	8	16	32	64	128

即使接近极限了,还是能够以384kHz工作的。但是768kHz绝无可能。ADI-2 Pro也支持iOS系统,由于iOS系统对传输带宽有限制,在Multi-channel(多通道)模式下iOS系统USB传输模式被限制在了192 kHz。庆幸的是这并不是真正的限制。激活的其他数字输入/输出不支持192kHz以上的采样率。

还需注意的是,在192kHz条件下,32路音频通道传输的数据量对于USB音频接口来说是一

个挑战，尽管只使用8个通道。

34.18 将ADI-2 Pro作为测量用途的硬件输入/输出

音频测量系统价格昂贵，因此价格相对便宜测量软件开始兴起，替代硬件音频测量系统，但是测量结果不是特别精确。即使软件准确度达到100%，使用的硬件（信号发生器和分析仪）也通常使用的是民用声卡。这样信噪比、频率响应和失真程度都被声卡的性能指标所限制。

而RME不仅使用了著名的参考级别的Audio Precision和Rohde & Schwarz，且更加简单，有时甚至有更加灵活的或不同寻常的解决方案。RME的研发人员已经使用素来最受欢迎的分析仪和生成器软件HpW Works超过20年了。本手册中的大部分测量结果图都是使用此软件完成的（感谢Hans-Peter Widmer这些年利用这个超级工具为我们做的测量工作）。很多情况下，我们使用昂贵的系统只是为了确认测量结果。不是因为HpW可能会出现测量错误，而是因为作为输入/输出的硬件会限制性能。

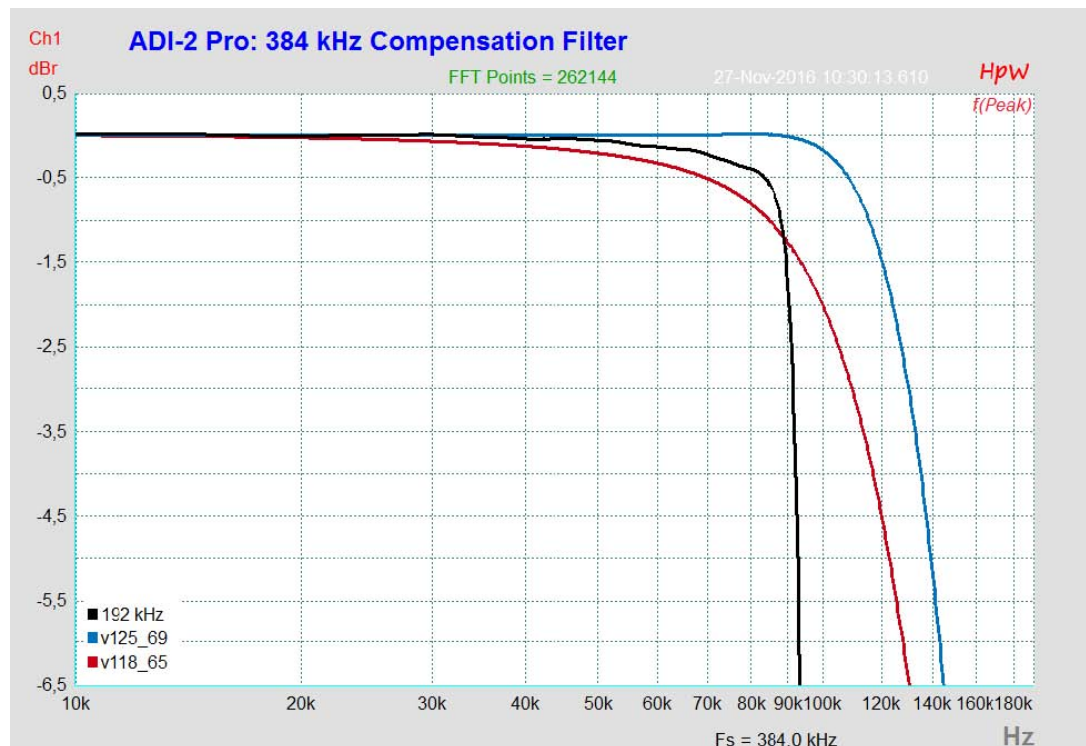
于是就有了ADI-2 Pro，研发ADI-2Pro的目的之一就是可以将它作为音频测量软件的前端硬件设备。除了一些可以接受的性能限制之外，硬件应该能够有足够的力量测量大部分音频接口、DAC、ADC以及平时常用的模拟设备。实际上，ADI-2 Pro的设计旨在超越RME以往的所有设备。

在本手册中列出和显示的卓越的的实际技术参数，使ADI-2 Pro成为最好的硬件前端之一。120 dB动态范围（未加权），零哼声，支持不同的参考电平，超低噪输出，极低的THD（总谐波失真）值，利用电池供电的电位隔离运行，利用光纤连接实现384 kHz SPDIF模式，电平容差极小——这个小盒子一定会令你震撼！

由于现今大多数设备的采样率最高能支持192 kHz，所以硬件前端必须能够支持384 kHz，否则它不能测量一个192 kHz设备的完整频率响应。但即使采样率达到384 kHz，测量结果可能也达不到预期。事实上，ADI-2 Pro中的DAC在384 kHz采样率时使用了一个固定的慢速滤波器，它的早期衰减出现的频率要比192kHz采样率选择Sharp（锐截止）滤波器时的频率高。即使测量偏差在± 0.1 dB以内的一流精度也是徒劳，在-1.5 dB衰减处，384 kHz滤波器已经慢慢开始优于192 kHz滤波器了。

数字补偿滤波器是一种有效的解决方案，将其加入ADI-2 Pro的DA路径，使其一直并只在384 kHz采样率时工作。滤波器要经过精细的调整，从而获得384 kHz时从DA到AD（闭环）的接近完美的自测量频率响应。

下图为ADI-2 Pro在回路模式下，XLR输出至输入，384 kHz采样率。红色曲线为DAC的原始频率响应，从10 kHz开始，图中可以看出在70 kHz时已经有-0.5 dB的早期衰减了。黑色线为192 kHz采样率下使用Sharp（锐截止）滤波器时可达到的频率响应。由它可知，前端设备应该在哪些范围需要精准测量（为了提高线性程度，RME修改了DAC模拟输出滤波器，频率响应已经尽可能扩展了）。



蓝色曲线为RME在384 kHz采样率下的数字补偿滤波器效果。频率响应在90 kHz之前都是平直的，没有出现像192 kHz采样时的明显衰减。有了这个滤波器，ADI-2 Pro可以以最高的精度（零点几分贝）完美地测量任意192 kHz工作设备了（当然可以测量更低采样率设备）。

当然，每当信号的电平超过滤波器相应频率的增益，添加的数字滤波器补偿会引起失真。例如在100 kHz，最大不失真数字电平不再是0 dBFS，而是-2 dBFS。但这个技术上显示在实际操作中，只有非常小的负面影响。原因如下：

对于用户来说：

- 这个修正只应用于采样率为384 kHz时的DAC。ADC的频率响应则会更高，不需要任何修正。
- 添加的滤波器只影响384 kHz的PCM操作。在DSD模式下（这里为DSD 128），滤波器自动关闭。
- 这个添加的滤波器对于普通384 kHz PCM的音乐重放来说是没有意义的，因为音源文件不会包含这么高的频率。

对于技术人员来说：

- 在很多测量应用中，比如测量频率响应和THD时信号发生器电平会设置在0 dBFS以下（-1或-3 dBFS）。
- 测试信号频率接近DAC滤波器斜率时，通常会引起混叠效应及其他不想要的互调产物。为了精确测量如此高的频率，通常会将电平衰减至-10 dBFS。
- 如果根本不需要这样高的测量频率。那么标准测量的典型频率为10 kHz，比数字滤波器产生所影响的频率低，即使是在满电平0 dBFS时也不会有什么影响。

基于以上这些理由，音频测量可以完美进行，不会因为添加了滤波器而产生精度问题。

但是还有一个简单的方法来解决可能出现的问题：只要保证数字输出电平不高于-4 dBFS即可，无论是调节信号发生器软件还是ADI-2 Pro的音量。有了这样的动态余量，即使人为设置的、最不切实际的测试信号也能通过384 kHz采样率下所有可能的测量场景。

为了补偿将ADI-2 Pro用在一个DA/AD环路中所引起的输出电平和输入参考电平之间的不匹配，可以将输入电平提高4 dB（I/O - Analog Input - Trim Gain）。

最差动态余量的例子：

HpW FFR（多重正弦波）：不要超过-1 dBFS。测量频率高达20 kHz：不要超过-0.03 dB。测量频率高达36 kHz：-0.1 dB。69 kHz：-0.5 dB。84 kHz：-1 dB。100 kHz：-2 dB。

请注意，以上所述只适用于384 kHz的测量应用。对于其他用途及采样率与以上数据毫无关系。

34.19 Hi-Fi环境下的使用

ADI-2 Pro是专业系统以及家用立体声系统的一个最佳设备。尽管用户在录音室环境下知道所有参考电平和所有接口的种类，还是会因为消失的RCA插口感到困惑，怀疑此设备是否能用于Hi-Fi，怎么连接。本章就来回答这些问题：

如果其他设备只有RCA，要怎么将它们与ADI-2 Pro连接？

使用一个单声道6.35 mm至RCA（也称作Phono和Cinch）转接头。将这个转接头插入后面板的输入和输出。这样ADI-2 Pro就可以与现有的RCA线缆一起使用了。这个转接头可以一致插在设备上。



还可以使用一端为单声道6.35 mm另一端为RCA的线缆，也可以完美工作。但是插入转接头有一个优势，就是用户可以使用自己偏爱的线缆。

使用转接头会使音质变差吗？

不会，有两个原因。ADI-2 Pro输入的阻抗为9 kOhm，即使应付高阻抗（高达1 kOhm）输出的老Hi-Fi设备也绰绰有余。对于输出阻抗远低于1 kOhm的新设备更是如此。另外，无论使用平衡信号（XLR）还是非平衡信号（单声道6.35 mm），ADI-2 Pro输入的设计都具有完全相同的技术参数。RME的伺服平衡输入也具有自动电平修正功能，因此即使是参考电平也是完全相同的。

转接头并不会改变输出，技术参数和操作都没有改变。ADI-2 Pro的输出支持RCA输入没有任何问题。

当使用非平衡连接（RCA）时，ADI-2 Pro对称设计的优势还存在吗？

当然存在。因为非平衡输入信号在第一输入级之后就在内部直接转换成平衡信号。在输出端，RME使用了特别研发的伺服平衡DAC滤波器，它为平衡设计提供了两个路径，以获得全噪声和失真比。因此，即使平衡XLR输出以非平衡形式（使一针断开连接）使用，也能达到技术参数，所需的信号优化已在设备内部完成。TS插口插入一个转接头，则平衡至非平衡的转换直接在标准的RCA输出端进行。以上步骤保证了ADI-2 Pro在所有操作和连接情况下都具有最优的音质。

建议如何设置电平？

作为专业设备，ADI-2 Pro提供了最高+24 dBu（12.24 V RMS）的输入和输出电平，比标准的Hi-Fi设备更胜一筹。但这不是问题，因为总共有4种参考电平可用。与Hi-Fi一起使用时，建议设置为+4 dBu（相当于+1.78 dBV或1.23 V RMS）。该设置会使ADI-2 Pro输出电平与很多CD播放器类似。为了防止电平过低，可以将它变更为+13 dBu（+10.8 dBV, 3.46 V RMS）。

如果输入电平设置为+4 dBu还是太低，因为不足以反馈给设备的输出电平，可以在设备上的I/O（输入/输出）- Analog Input（模拟输入）- Trim Gain（微调增益）可以将电平提升最多6 dB。

如此低的电平不会使噪声增大吗？

一般情况下是这样的，但是ADI-2 Pro不会如此。参考电平的切换是在模拟域和硬件中进行的。即使在+4 dBu下，也已经针对几乎最大的信噪比对电路进行了优化。详细值请查看33.1/33.2节。任何人都可以使用免费工具DIGICheck的Bit Statistics & Noise功能（见26/28章）核查输入的信噪比。请注意，测量信噪比或动态时需要将输入短路（0 Ohm）。

在+4 dBu下，仅仅降低1 dB的噪声已经是在工程中的一项杰出成就了。在实际应用情况下，DIGICheck将揭示更多的信息。只要有信号接入ADI-2 Pro的输入，也就告别了那些理想值了。基本的噪声和哼声将有所提高，尤其是来自Hi-Fi设备的噪声……



ADI-2 Pro

▶其他

35. 配件

ADI-2 Pro的可选配件有很多种:

编号	描述
NT-RME-2	ADI-2 Pro电源线。稳定、轻便的开关电源 100 V -240 V AC, 12 V 2 A DC。可锁定的DC接口
BO968	数字辫子线(9针 D-sub转2 x XLR和2 x RCA)
USB2M	RME USB 2线缆,长度78" (2m)
RM-19-X	19"安装架适配器, 安装在ADI-2 Pro两侧
Unirack	通用安装架 (可容下两个9.5"设备)
AUTOK	用于连接汽车接驳电源插座的线缆
AKKUK	电池线缆(6.3 mm扁平接口)

SPDIF和ADAT的光纤线缆:

OK0100PRO	光纤线缆, TOSLINK, 1 m (3.3 ft)
OK0200PRO	光纤线缆, TOSLINK, 2 m (6.6 ft)
OK0300PRO	光纤线缆, TOSLINK, 3 m (9.9 ft)
OK0500PRO	光纤线缆, TOSLINK, 5 m (16.4 ft)
OK1000PRO	光纤线缆, TOSLINK, 10 m (33 ft)

36. 产品保证

每一件ADI-2 Pro产品在出厂前都经过综合质量管理和IMM全面测试。高质量的组件可以确保产品经久耐用。

如果您认为您购买的产品有任何问题, 请联系当地的经销商。不要自己打开产品内部, 可能会造成损坏。机壳由防拆材料密封, 如此密封损坏则保修失效。

Audio AG公司提供为期六个月的保证期, 从开发票日期开始算起。实际的保证期取决于您所在的国家。关于保证期的延长及服务, 请联系当地的经销商。另外, 对于不同国家有保证条件不同。

无论如何, 由于不正确的安装或处理所造成的故障均不列入保证范围之内。在这种情况下, 更换部件或修理的费用将由产品所有者承担。

此外, 所有保证服务均须由原进口国的经销商提供。

Audio AG公司不接受任何与产品故障 (特别是间接损失) 相关的投诉。保证金额不会超过ADI-2 Pro的价值。Audio AG公司的一般商业条款永远适用。

37. 附录

关于RME的新闻、驱动升级和详细的产品信息，请浏览RME网站。

<http://www.rme-audio.com>

全球经销商: Audio AG, Am Pfanderling 60, D-85778 Haimhausen, Tel.: (49) 08133 / 918170

致谢

ADI-2 Pro中的Bauer Binaural Crossfeed效果是受到Boris Mikhaylov's bs2b的启发。

商标

所有商标(无论注册与否)均归其各自所有者所有。RME、DIGICheck和Hammerfall是RME Intelligent Audio Solutions (智能音频解决方案)的注册商标。SyncCheck、ZLM、DIGI96、SyncAlign、TMS、TotalMix、SteadyCheck和ADI-2 Pro是RME Intelligent Audio Solutions (智能音频解决方案)的商标。Alesis和ADAT是Alesis公司的注册商标。ADAT光纤是Alesis公司的商标。Microsoft、Windows、Windows 7/8/10是Microsoft公司的注册商标或未注册商标。Apple、iPad、iPhone和Mac OS是Apple (苹果)有限公司的注册商标。ASIO是Steinberg Media Technologies股份有限公司的商标。

版权© Matthias Carstens, 03/2017. 版本1.6

当前驱动版本Windows 0.9606

固件:FPGA 131, DSP 72, 03/2017

尽管本用户手册经过全面的审核，但是RME不能保证其内容完全无误。对于本用户手册中包含的不正确或容易造成误解的信息，RME一概不予负责。未经RME Intelligent Audio Solutions (智能解决方案)的书面许可，禁止借用或复制本产品手册或RME驱动CD或者将其内容用于任何商业目的。RME公司保留对于产品规格随时做出修改的权利，不另行通知。

38. 符合标准声明

CE

根据RL2004/108/EG和European Low Voltage Directive (欧洲低电压指令) RL2006/95/EG的测试结果表明, 本产品符合欧共体关于电磁兼容性的成员国法律整合的指令中所规定的限值。

FCC

本身符合FCC规则的第15部分。操作符合以下两个条件: (1) 本设备不会引起有害干扰, (2) 本设备必须接受任何收到的干扰, 包括可能引起非意图操作的干扰。

警告: 任何不遵守许可对本设备的改动和修改可能会使用户的操作权限无效。

美国责任方:

Synthax United States, 6600 NW 16th Street, Suite 10, Ft Lauderdale, FL 33313

T.:754.206.4220

商标名称: RME, 型号: ADI-2 Pro

注意: 本设备经过测试, 证明其符合FCC规则的第15部分有关B类数字设备的限制要求。这些限制是为了提供合理保护, 以防止在家用安装环境中造成有害干扰。本设备将产生、使用并可辐射射频能量。如果未按操作说明进行安装和使用, 它可能对无线电通信造成有害干扰。我们不能保证本设备在特定安装环境中不会产生干扰。如果本设备确实对无线电或电视接收产生有害干扰(可通过拔掉本设备的插头来验证这一点), 请尝试执行以下操作:

- 重定向或重定位接收天线。
- 加大设备和接收机的间隔距离。
- 将本设备连接到与接收机不同的电路的电源插座。
- 咨询经销商或有经验的无线电/电视技师。

RoHS

本产品使用无铅焊锡且符合RoHS指令要求。

废弃处理注意事项

依照适用于所有欧洲国家的RL2002/96/EG指南(WEEE – 报废电子电气设备指令), 本产品报废后应予以回收。

如果您所处国家不允许废弃电子垃圾, Audio AG可负责回收。

届时请以**邮资预付**的方式将本产品邮寄到:

Audio AG
Am Pfanderling 60
D-85778 Haimhausen
Germany



如未付邮资, 产品将会被退回。相关费用由邮寄者承担。

中国总代理
北京信赛思科技有限公司
地址: 北京市朝阳区东三环中路 39 号
建外 SOHO10 号楼 2503

电话: +86 (10) 58698460/1
传真: +86 (10) 58698410
电子邮件: info@synthaxchina.cn
网址: www.synthaxchina.cn

翻译机构及翻译版权: 北京信赛思科技有限公司

请在购买时确认您的产品是否有保卡的标示

