
用户手册



ADI-6432(R)

多通道音频数字接口

SyncAlign™

SyncCheck™

Intelligent Clock Control™

SteadyClock™

高精度24 Bit / 192 kHz

64通道双向格式转换器

MADI -AES/EBU接口

嵌入MADI的MIDI

嵌入MADI的RS232

MIDI远程控制

▶重要的安全说明	4
▶概述.....	5
1. 简介	6
2. 包装清单.....	6
3. 简介及主要特点.....	6
4. 首次使用 - 快速上手.....	7
4.1 控制和接口.....	7
4.2 快速上手.....	9
5. 附件	10
6. 产品保证.....	11
7. 附录	11
CE / FCC 符合性声明.....	12
▶使用和操作.....	13
8. 前面板控制	14
8.1 MAD1 输入	14
8.2 MAD1 输出	14
8.3 AES.....	14
8.4 Clock (时钟)	15
8.5 REMOTE (遥控)	15
9. 输入	16
9.1 MAD1	16
9.2 AES/EBU	16
10.输出	17
10.1 MAD1	17
10.2 AES/EBU	17
11.字时钟.....	18
11.1 字时钟输入和输出.....	18
11.2 技术描述和使用.....	18
11.3 布线和终止.....	20
12. MIDI 和 RS232.....	21
12.1 MIDI 传输.....	21
12.2 远程控制 ADI-6432	21
12.3 远程控制软件.....	22
12.4 RS232.....	23
13. 应用实例	24
13.1 数字 AES/EBU 多通道传输	24
13.2 数字 AES/EBU 接线盒	24
13.3 MAD1-MAD1 转换器	26
13.4 AES 插入器.....	26
13.5 MAD1 合并器	26
▶技术参考资料.....	28
14. 技术指标	29
14.1 输入	29
14.2 输出	29
14.3 MIDI - RS232.....	30
14.4 数字	30
14.5 通用	30
14.6 固件	31

14.7 接口引脚.....	31
14.8 MADl 用户比特位	32
15. 技术背景	33
15.1 术语	33
15.2 锁定 (Lock)、SyncCheck (同步检查) 与 SyncAlign (同步调整)	34
15.3 AES/EBU - SPDIF	35
15.4 MADl 基础	36
15.5 SteadyClock (稳定时钟)	37
16. 框图	38
17. ADI-6432 的 MIDI 配置.....	39
17.1 基本 SysEx 格式.....	39
17.2 Message Type (通知类型)	39
17.3 MADl 输入状态 - 冗余模式.....	39
17.4 表格.....	40

重要的安全说明



注意! 不要打开底盘, 以防触电。

设备内部有非绝缘的带电部分。设备内部没有用户可自行维修的部分。请将所有机器维修工作交由合格的维修人员处理。



电源

- 设备必须接地——在未正确接地的情况下请勿使用
- 不要使用残次的电源线
- 对设备的操作仅限于用户手册之内
- 只能使用相同类型的保险丝



为了减少触电的危险, 请不要将此设备暴露在雨中或潮湿的环境。防止水分和水进入设备。不要将装有液体的容器放在设备上面。不要在靠近水的地方使用本设备, 例如游泳池、浴室或潮湿的地下室。为防止内部冷凝, 请在设备达到室内温度以后再开启。



安装

在使用过程中设备表面会发烫, 需要保证足够的通风。防止阳光直接照射, 并且不要将设备放置在其他热源附近, 例如散热器或炉子。将设备安装在机架上以后, 请给设备之间留有足够的空间, 以保证空气流通。



未经授权的维修后保修失效。只能使用指定制造商的配件。



完整阅读此用户手册。它包括了有关本设备使用和操作的所有内容。

用户手册



ADI-6432

▶ 概述

1. 简介

ADI-6432是一个多功能数字接口。从录音棚项目至广播电视等多种任务，这款高级数字接口（**Advanced Digital Interface, ADI**）都是完美的解决方案。

作为RME在全球范围均获得成功的ADI系列的后继者，6432也具有成熟的技术、最新的集成电路。简而言之，ADI-6432是一款独特的、强大的、高品质设备，即使使用多年后还是能令人惊艳。

2. 包装清单

请检查ADI-6432包装中应包含：

- ADI-6432
- 用户手册
- 电源线

3. 简介及主要特点

ADI-6432具有两个参考级别的数字格式转换器，标准19”，2U高。这个紧凑的设备具有众多超凡功能，例如Intelligent Clock Control（智能时钟控制，ICC）、SyncCheck、SyncAlign、SteadyClock、MIDI over MADl（借助MADl的MIDI）、RS232 over MADl（借助MADl的RS232）以及通过MADl和MIDI实现的远程控制。

ADI-6432的全部输入/输出均支持192 kHz/24 bit。MADl与AES/EBU之间的格式转换是双向的，可同时进行。不同颜色的LED灯可以清楚地表示输入和输出信号的当前状态以及内部处理的过程。

独特的Intelligent Clock Control（智能时钟控制，ICC）则允许自由地使用时钟：内部时钟（44.1~192 kHz）、外部字时钟或数字输入信号。由于有清晰易懂的Lock和Sync状态显示，这些选项会以RME的经典方式，智能地耦合在一起，以便使用。

ADI-6432可以在MADl数据流中“隐形”传送MIDI和RS232，维护完整的兼容性。设备可以通过MIDI进行远程控制。

关于ADI-6432R

ADI-6432R有两个独立的同步运行的电源供应器。它可以同时连接两个不同的电源，实现电源供应的冗余模式。如果其中一个内部或外部电源出现问题，设备能够不被影响，继续正常工作。

激活两个IEC插座需要连接两个不同的电源，在设备的前面板将两个电源供应器打开，此时两个POWER（电源）LED灯都会亮起。

冗余模式下，设备的耗电量只会增加几瓦，是由两个电源各自有限的效能（内部损耗）引起的。

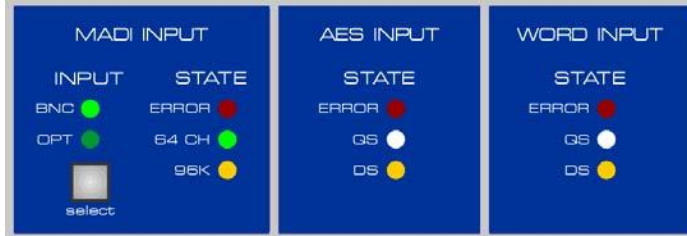
4. 首次使用 – 快速上手

4.1 控制和接口

ADI-6432的前面板有9个按钮、31个LED灯以及97个扩展的Status Display（状态显示）LED灯。

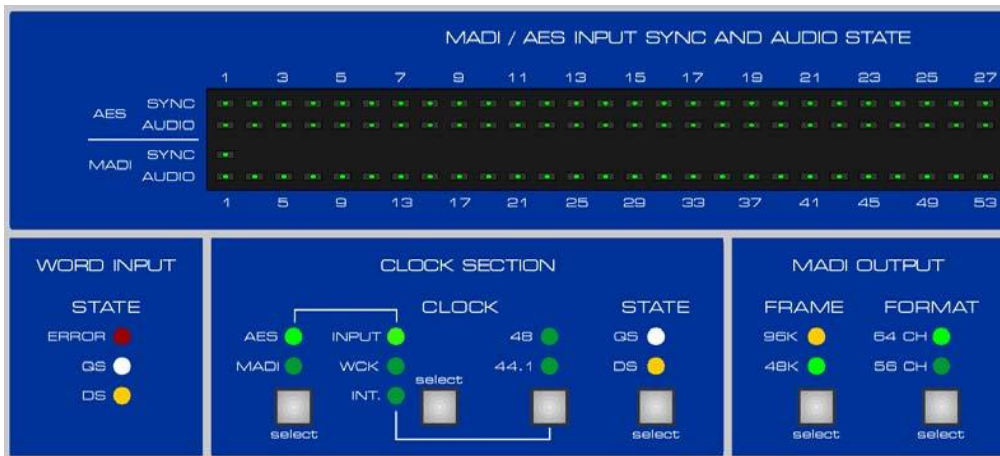
MADI INPUT（MADI输入）

决定MADI信号（光纤/同轴）的当前输入。输入信号的状态显示在STATE（状态）区域（ERROR“错误”，64-channel mode“64通道模式”和96k frame format“96k frame格式”），在大的LED矩阵中会有更详细的显示。



AES INPUT（AES输入）显示AES输入信号的基本状态：ERROR（错误）、Double Speed（双倍速）和Quad Speed（四倍速）。大的LED矩阵中**AES INPUT STATE（AES输入状态）**显示每个AES输入是否存在有效输入信号。RME独特的*SyncCheck*则会通过闪烁的LED灯来指示这些输入是否锁定，并不指示是否与选定的时钟参考同步。

WORD INPUT（字输入）显示字时钟输入信号的基本状态：ERROR（错误）、Double Speed（双倍速）和Quad Speed（四倍速）。注意，只有当字输入被选为时钟参考时，这些LED灯才会有所指示。



在**CLOCK SECTION（时钟部分）**显示当前所选的时钟参考和频率倍数。

MADI OUTPUT（MADI输出）用于将MADI输出设置为56/64通道或48k/96k frame格式。

REMOTE（遥控）定义MIDI远程控制操作的信号源（MADI或DIN插口）。

MIDI INPUT（MIDI输入）指示从5针DIN输入或者MADI输入接收MIDI数据。

COM表示通过COM接口接收或传送串行数据。

LOCK KEYS（锁定按键）用来将所有按钮锁定。这样ADI-6432就可以意外防止误操作。

ADI-6432后面板有以下接口：8个D-sub接口（AES/EBU输入/输出）、2个MADI光纤、2个MADI同轴（BNC）、2个字时钟（BNC）、2个MIDI（5针DIN）、一个RS232（D-sub）和电源插口。

MADI I/O optical（MADI输入/输出，光纤）：标准MADI端口。

MADI I/O coaxial（MADI输入/输出，BNC）：标准MADI端口。

AES I/O（AES输入/输出，25-针D-sub）：每8个D-sub接口提供4个AES/EBU输出和4个AES/EBU输入。25针D-sub接口符合广泛应用的Tascam标准（针脚定义见14.7节）。AES输入/输出是变压器耦合的。高灵敏度输入能够接收所有常见的数字源，甚至是SPDIF。

WORD IN（字输入，BNC）：按下开关激活内部终止（75 Ohms）

WORD OUT（字输出，BNC）：标准字时钟输出。

MIDI I/O（MIDI输入/输出，5针DIN）：通过5针DIN接口的MIDI输入和输出。用于借助MADI传输MIDI数据，以及对ADI-6432进行远程控制。

COM（9针D-sub）：通过MADI进行数据传输的串行接口。



IEC插口，用于电源连接。特别研发的内部高性能切换模式电源供应，使ADI-6432可以在100V~240V AC的电压范围内工作。具有短路保护功能，内置有线性滤波，能够完全抵抗电压波动，抑制电源干扰。

4.2 快速上手

配置从选择MADI输入为BNC还是光纤开始。

输入信号的状态总共由38个LED灯进行显示。分别为有效输入、自动输入选择、接收状态、Sync(同步)、56或64通道格式、48k frame或96k frame以及立体声的音频数据。Sync(同步)LED等则表示输入信号和外部/内部时钟之间的同步性，或者两个有效输入之间的同步性。



在AES INPUT STATE (AES输入状态) 区域，32个输入都有各自的SYNC LED灯。每个(立体声)输入有一个LED灯指示数据流中的音频信息。60 kHz~100 kHz之间的输入信号则会使DS LED灯亮起。162 kHz~200 kHz之间的输入信号则会使QS LED灯亮起。

设备时钟的信号源和频率可以在CLOCK SECTION中进行设置。CLOCK键用于在外部时钟(AES、MADI、字)和内部时钟(44.1 kHz或48 kHz)中进行选择。STATE键则设置内部时钟范围或外部采样率。选择DS则设置为88.2 kHz和96 kHz，选择QS则设置为176.4 kHz和192 kHz。



MADI输出信号可以为56通道或64通道(FORMAT键)。FRAME键将MADI输出切换至原始的Double Speed(双倍速模式, 96K)，前提是内部或外部时钟允许开启此模式。

ADI-6432可以通过MIDI命令进行远程控制。REMOTE键用于选择MIDI远程控制命令的信号源，以及ADI-6432请求回复的目标。可以选择标准MIDI端口或MADI输入和输出。

LOCK KEYS(锁定按键)用来将所有按钮锁定。这样ADI-6432就可以意外防止误操作。

ADI-6432可以记住关机前的所有设置，并在下次开机时自动加载上次设置。

5. 附件

RME为ADI-6432提供了多种可选的组件：

数字辫子线 一端25针D-sub，另一端分成4 x XLR公 + 4 x XLR母。如果使用所有32 AES输入/输出则需要8根线缆。

型号	描述
BO25MXLR4M4F1PRO	专业数字辫子线,AES/EBU 25-针D-sub至4xXLR公+4xXLR母,1m
BO25MXLR4M4F3PRO	同上, 3 m
BO25MXLR4M4F6PRO	同上, 6 m

数字连接线 两端均为25针D-sub。线缆内部的布线完全按照以便直接连接带有数字输入/输出（符合Tascam针脚配置）的设备。例如，HDSP AES-32、OctaMic或ADI-4DD可以直接与ADI-6432相连。

型号	描述
BO25M25M1PRO	专业数字D-sub线缆, AES/EBU 25-针D-sub至25-针D-sub,1m
BO25M25M3PRO	同上, 3m
BO25M25M6PRO	同上, 6m

BOB-32是一款通用的AES接线盒。它是一个可折叠的设备，1U高。前面板具有8个XLR公插口和8个XLR母插口。设备支持连接使用Tascam和Yamaha针脚配置的数字线缆。为了能在机架中方便、安全地使用ADI-6432，需要4台BOB-32以及8条数字连接线。

型号	描述
BOB32	BOB-32,通用接线盒, 19"/1U

6. 产品保证

每一件ADI-6432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。

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-6432的价值。Audio AG公司的一般商业条款永远适用。

7. 附录

关于RME的新闻、驱动升级和详细的产品信息，请浏览我们的网站。

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

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

制造商：IMM Elektronik GmbH, Leipziger Strasse 32, D-09648 Mittweida

商标

所有商标（无论注册与否）均归其各自所有者所有。RME、Hammerfall和DIGICheck是RME Intelligent Audio Solutions（智能音频解决方案）的注册商标。SyncCheck、ZLM、DGI96、SyncAlign、TMS、TotalMix、SteadyClock和ADI-6432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 XP和Windows Vista是Microsoft（微软）公司注册商标或商标。S/MUX的版权属于Sonorus。

版权© Matthias Carstens, 04/2011 版本1.6

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。

CE / FCC符合性声明

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。本身符合FCC规则的第15部分。

注意: 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。

ISO 9001

本产品的生产一直在ISO 9001质量管理下进行。制造商IMM Elektronik股份有限公司也符合ISO 14001 (环境) 和ISO 13485 (医疗设备)。

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, ADI-6432的制造商IMM Elektronik股份有限公司将负责回收。

届时请以**邮资预付**的方式将本产品邮寄到:

IMM Elektronik GmbH
Leipziger Straße 32
D-09648 Mittweida
Germany

如未付邮资, 产品将会被退回。相关费用由邮寄者承担。



用户手册



ADI-6432

▶ 使用和操作

8. 前面板控制

8.1 MADI输入

INPUT键用于选择输入是光纤还是同轴。INPUT STATE有助于避免由于错误连接的输入、未连接输入或未连接好的输入而引起的错误，并能更方便地掌控数字MADI格式。共有38个LED灯用来显示当前输入信号的状态。

只要输入端存在有效的信号，SYNC（同步）LED灯就会亮起。SYNC LED闪烁表示输入信号未同步。如果输入信号丢失或失效则ERROR LED灯会亮起。

每个立体声通道都有一个AUDIO LED灯，用于表示输入信号存在音频数据。只要2通道内有一个通道存在音频数据，绿色LED灯就会亮起，不再是数字零。

64通道和96k frame格式分别由一个LED灯表示。当这两个灯熄灭时，输入信号为56通道和48k frame格式。

8.2 MADI输出

FRAME键和FORMAT键用于配置MADI输出信号。

FRAME：48k或96k frame。48k frame支持Single Speed（单倍速）、Double Speed（双倍速）和Quad Speed（四倍速）。96k frame的范围则限制在64 kHz~96 kHz（Double Speed，双倍速）。

FORMAT：56通道或64通道格式。

8.3 AES

一共有67个LED灯来表示32个输入通道的INPUT STATE（输入状态）。

每个输入均有各自的SYNC LED灯。一旦检测到有效输入信号，SyncCheck就会自动开启。SyncCheck将选中的时钟（内部、外部等）作为参考并使其与输入时钟比较。若输入不同步，相应的SYNC LED灯会闪烁。

60 kHz~100kHz范围内的AES/EBU或SPDIF信号会使DS（双倍速）LED灯亮起。162 kHz~200 kHz范围内的AES/EBU或SPDIF信号会使QS（四倍速）LED灯亮起。

只要数字信号承载了信息，AUDIO LED灯就会亮起，不再是数字零。哪个通道无所谓。所以只要其中一个通道有音频信息，LED灯就会亮起。但不能显示电平大小。

8.4 Clock (时钟)

在CLOCK (时钟) 部分设置设备的时钟源和时钟频率。CLOCK键可以在外部时钟选项 (AES, MADI, Word) 和内部时钟 (44.1或48) 之间切换。STATE键将内部和外部采样率设置成基础采样率的双倍或四倍。

AES, MADI, WCK (从时钟模式)

定义相应的输入作为时钟参考。若出现时钟源信号缺失或无效, 则相应的LED灯会闪烁提示。AES时, 接收有效AES信号最少的的输入作为时钟参考。

44.1, 48 (主时钟模式)

激活内部时钟44.1kHz或48kHz。使用STATE键选择DS则采样率分别为88.2kHz和96kHz, 选择QS则采样率分别为176.4kHz和192kHz。



当设置为44.1kHz或48kHz (内部时钟) 时, 强制源时钟与ADI-6432同步。因此, 外部设备必须与ADI-6432的字时钟输出或MADI/AES输出同步。

ADI-6432必须作为主时钟, 所有连接到它的设备都是从时钟。为了避免由于同步错误或同步中断导致的咔哒声以及丢帧, SyncCheck会将流入的数据与ADI-6432内部时钟做比较。SYNC的状态通过闪烁的 (错误) 或常亮的 (正确) LED来表示。

STATE键用于设置ADI-6432输出的频率范围: 单倍速、双倍速或四倍速。

无LED (单倍速)

所有输出所承载的信号在32kHz~48kHz。

DS (双倍速)

AES输出1-16承载的信号在64kHz~96kHz。当数据在S/MUX格式下传送, MADI采样频率保持不高于48kHz。当MADI输出设置成96K Frame时, MADI输出也为96kHz。

QS (四倍速)

AES输出1-8承载的信号在176.4kHz~192kHz。数据在S/MUX4格式下传送, MADI采样频率保持不高于48kHz。不支持S/MUX数据传输的96K Frame模式。

Follow Clock (跟随时钟)

在此模式下ADI-6432会自动跟随三种频率范围内的AES和Word (字) 的输入时钟。所以咋96kHz时, DS (双倍速) 的LED灯会亮起, 192kHz时, QS (四倍速) 的LED灯亮起。不再需要通过STATE键进行手动配置。MADI输入时此功能不可用, 因为无法自动检测MADI音频数据的采样点速率范围。

激活Follow Clock (跟随时钟): 当开机显示固件版本时, 按下CLOCK STATE键。DS和QS两个LED灯同时亮起。关闭Follow Clock: 操作方式与激活的过程相同, 两个LED灯均熄灭。

8.5 REMOTE (遥控)

REMOTE键用于选择MIDI远程控制命令的信号源, 以及ADI-6432请求回复的目标。可以选择标准MIDI端口或MADI输入和输出。

9. 输入

9.1 MADI

两种MADI输入均位于ADI-6432的后面板。

BNC输入为不接地设计，符合AES10-1991。输入阻抗为75 Ohm。从180 mVpp开始它将无误运行。

光纤输入使用了一个FDDI (ISO/IEC 9413-3) 兼容光纤模块，符合AES10-1991。更多信息详见15.4节MADI基础。

ADI-6432具有自动输入选择功能。一旦当前输入信号出现问题，设备将立即自动切换至其他输入。此模式称为冗余模式，保证传输过程无误地、安全地进行。切换输入的用时大约在1s以内。若冗余模式起作用了，则之前输入的LED灯会一直闪烁，切换后的当前输入的LED灯将常亮。

9.2 AES/EBU

ADI-6432的后面板通过8个25针D-sub (Tascam针脚配置，Digidesign也使用此针脚配置) 提供了32个AES/EBU输入和输出。数字辫子线将提供4个公和4个母XLR接口。每个输入和输出都是变压器平衡的，不接地的。通常不考虑通道状态和复制保护。

输入可以任意组合，例如可以只连接3个输入。在从时钟模式，输入可以自动作为时钟源。如果存在一个以上的信号，最左端的信号将用作时钟源，即使用序号最小的输入。

ADI-6432只支持Single Wire (单线)，频率范围为32kHz~192kHz：每条AES线有两个通道，一共64个通道。有效的采样频率等于AES线缆的上的时钟。如果需要转换Single Wire (单线)、Double Wire (双线)和Quad Wire (四线)，推荐使用RME ADI-192 DD，它是一个8通道通用的采样率及格式转换器。

注意：在Double Speed (双速) 模式中，只有输入1-16 (通道1-32) 可用，在Quad Speed (四倍速) 模式中是输入1-8 (1-16)。

Emphasis

AES/EBU和SPDIF可以包含Emphasis信息。带有Emphasis的音频信号具有很大的高频提升，需要在播放时进行高频衰减。



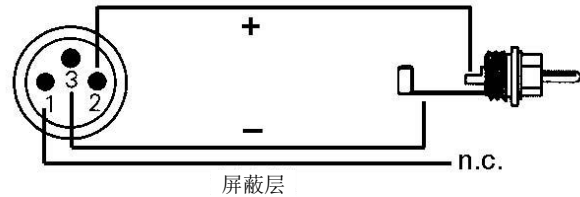
Emphasis指示将会消失！这个信息不仅不会再传向ADAT输出和AES输出。

D-sub输入接口的针脚

信号	输入 1/2+	输入 1/2-	输入 3/4+	输入 3/4-	输入 5/6+	输入 5/6-	输入 7/8+	输入 7/8-
D-Sub	24	12	10	23	21	9	7	20

GND连接针脚2, 5, 8, 11, 16, 19, 22, 25。针脚13悬空。

由于高灵敏度的输入级，SPDIF同轴也可以通过一个简单的phono/XLR线缆适配器进行反馈。为了实现此功能，XLR公头插头的针脚2和3分别连接phono插头的两个针脚。线缆的屏蔽层只连接XLR的针脚1，而不连接phono插头。



10. 输出

10.1 MADI

ADI-6432的后面板有两个MADI输出。BNC输出符合AES10-1991。输出阻抗为75 Ohm。当75 Ohm终止时，输出电压为600 mVpp。

光纤输出使用了一个FDDI (ISO/IEC 9413-3) 兼容光纤模块，符合AES10-1991。更多信息详见15.4节MADI基础。

在AES格式下，MADI信号一般最多包含64个通道，因此也是相应的Channel Status (通道状态) 数据的数量。对于ADI-6432输出来说，这些都是预先定义好的。除了预先定义的数据，也可以输出AES输入通道的其中几个通道。**AES Transparent Mode (AES透明模式)**为相应的左、右MADI输出通道使用不对称的AES通道的Channel Status (通道状态) 数据。右通道的数据会被忽略。User (用户) 比特位将无改变地直通传输。更多细节见10.2节。

10.2 AES/EBU

ADI-6432有32个AES/EBU输出，由8个符合Tascam针脚配置 (也为Digidesign所用) 的25针D-sub接口提供。数字辫子线可以为每个D-sub接口提供4个公及4个母XLR接口。每个输入都是变压器平衡的，不接地的，与带有AES/EBU端口的所有设备兼容。

输出信号编码符合AES3-1992修正案4:

- 32 / 44.1 / 48 / 64 / 88.2 / 96 / 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: 6432

除了预先定义的编码，也可以输出MADI输入通道的数据。**AES Transparent Mode (AES透明模式)**为相应的AES立体声输出使用不对称的MADI输入通道的Channel Status (通道状态) 数据。右通道的数据会被忽略。User (用户) 比特位将无改变地直通传输。

注意: 此模式下，*MIDI/Serial/Remote via MADI*功能不可用。设备仍可以通过DIN接口进行远程控制。

激活AES Transparent Mode (AES透明模式): 在开机过程中按住CLOCK AES键，CLOCK AES的LED灯亮起。关闭AES Transparent Mode (AES透明模式): 在开机过程中按住REMOTE键，REMOTE DIN的LED灯亮起。

当显示固件版本时，上述LED灯将显示当前开启的模式。

通过同轴SPDIF端口将设备与ADI-6432相连，需使用前面提到的XLR/phono线缆适配器，但XLR插头为母头。需注意，带有phono SPDIF输入的民用HiFi设备只能接收带有Channel Status 'Consumer' (通道状态“民用”) 的信号。这时线缆适配器将失效。

D-sub输出接口的针脚

信号	输出 1/2+	输出 1/2-	输出 3/4+	输出 3/4-	输出 5/26+	输出 5/6-	输出 7/8+	输出 7/8-
D-sub	18	6	4	17	15	3	1	14

GND连接针脚2, 5, 8, 11, 16, 19, 22, 25。针脚13悬空。

11. 字时钟

11.1 字时钟输入和输出

*SteadyClock*保证在所有时钟模式下都具有完美性能。它的高效抖动抑制将刷新、清洁任何时钟信号，并在BNC输出用作参考时钟（见15.5节）。

输入

当在时钟部分选择WCK时，ADI-6432独立的字时钟输入开启。BNC输入信号可以是单倍速、双倍速或四倍速，ADI-6432将自动适应。只要检测到有效信号，WCK的LED灯将一直点亮，否则会闪烁。

由于RME的信号自适应电路，即使信号在严重的波形错误、直流倾向、太小或过冲倾向情况下，字时钟输入始终能够正确工作。多亏了自动信号识别中心，300mV输入电平理论上就已经足够了。额外的滞后将灵敏度降低到1.0V，从而过高/过低和 高频扰动不会引起错误触发。

ADI-6432的字时钟输入是高阻抗的（非终止）。按钮开关可以切换到内部终止（75 Ohm）。这个开关在后面板的字时钟输入插座旁边。用铅笔或类似的小物体小心地按下蓝色按钮，使其扣到锁定的位置。再次按下则将其释放，关闭终止。



输出

ADI-6432的字时钟输出始终是开启的，将当前的采样率作为字时钟信号。因此，在Master（主时钟）模式下字时钟将固定在44.1kHz或48kHz（DS x 2, QS x 4）。在其他情况下，采样率与当前所选择的时钟输入完全一致。如果当前的时钟信号出现问题，将自动使用最后一个有效采样率。

ADI-6432接收到的字时钟信号可以通过字时钟输出分配到其他设备。这样就不再需要T型接头了，ADI-6432则作为一个Signal Refresher（信号刷新器）来使用。我们非常推荐这种操作，因为：

- 输入和输出是相位锁定的，且是同相的（0°）
- *SteadyClock*几乎完全去除输入信号的抖动
- 异常的输入（1 Vpp 灵敏度代替通常的2.5 Vpp、直流切除、信号适应电路）加上 *SteadyClock*，即使在高度危险的字时钟信号情况下也能保证安全的运行。

由于输出是低阻抗，但带有短路保护，ADI-6432向75 Ohm传送4V。对于2 x 75 Ohm（37.5 Ohms）的错误终止，输出仍为3.3 Vpp。

11.2 技术描述和使用

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。

AES/EBU、SPDIF、ADAT和MADI是采用自身时钟的，理论上不需要接入外部时钟。但是当同时使用多个设备时，经常会出现一些问题。例如如果在回路中没有一个主时钟，那么任何采用自身时钟的设备都不会在这个回路内正常工作。另外，系统内所有设备必须同步，这对于一些只能播放的设备（例如CD播放器）通常是不可能实现的，因为它们没有SPDIF输入，所以不能使用自己的时钟技术作为时钟参考。

在数字音频中，通过将所有设备连接到中央同步源上来保持同步。例如将调音台作为主设备，向其他所有设备发送参考信号、字时钟。当然，只要其他所有设备都具有字时钟或同步输入，就可以实现以上操作，作为从设备进行工作（一些专业CD播放器确实有一个字时钟输入）。那么所有设备就会具有相同的时钟，相互之间可以以各种可能的组合运行。



数字系统只能有一个主设备！如果ADI-6432的主时钟设置成“Master（主）”，那么其他所有设备就必须设置成“Slave（从）”。

虽然字时钟是一个很好的解决方法，但它也存在一些缺陷。字时钟必须基于所需要的真正时钟的片段。例如SPDIF：44.1kHz字时钟（一个简单的方波信号）必须在设备内部通过一个特殊的PLL乘以256（大约11.2MHz）。这个信号则将会替代来自石英的信号。最大的缺点：因为较高的乘数，重构的时钟产生较大的抖动。字时钟的抖动通常会比使用石英时钟时的抖动高很多。

这些问题的解决方案就是所谓的Superclock（超级时钟），它使用的是字时钟频率的256倍。这相当于内部石英的频率，所以不需PLL来进行乘法运算，可以直接使用时钟。但是Superclock将比字时钟更加严格。一个11MHz的方波信号分配到多个设备——这意味着要与其他高频技术抗衡。在44.1kHz时，电压反射、线缆质量、电容性负载等因素都可以被忽略，而在11MHz时，这些都是对时钟网络的终结。另外，PLL不仅会产生抖动还会拒绝扰动。慢速PLL就像一个对引入的几kHz上调制频率的滤波器。由于Superclock没有使用任何滤波，因此这种抖动何噪声抑制就会消失。

实际上，ADI-6432是使用SteadyClock（稳定时钟）技术来解决这些问题的。结合现代最快速数字技术以及模拟滤波器技术的优点，使得从一个44.1kHz慢时钟中重新获得一个低抖动的22MHz时钟信号不再是问题。另外，输入信号的抖动被高效地抑制，因此在实际使用时重新获得的时钟信号仍然具有很高的质量。

11.3 布线和终止

字时钟信号经常以网络的形式进行分配、采用BNC T型接头分流、采用电阻器终止。我们推荐使用成品BNC线缆来连接所有设备，因为这种线缆广泛应用于计算机网络。在大部分电子、电脑商店里都可以找到所有需要的组件（T型接头、终结器和线缆）。后者通常50 Ohm组件。用于字时钟的75Ohm组件通常是视频技术的一部分（RG59）。

理想情况下，字时钟信号是一个5V的方波，具有一定采样频率，且它的谐波远大于500kHz。为了避免电压损失和反射，线缆自身和在链条终端的终止电阻器都要满足75Ohm阻抗。如果电压太低，同步就会失败。高频反射的影响会引起抖动及同步失败。

不幸地是，市场上仍有很多设备，提供的字时钟输出并不尽如人意。如果输出出现故障，变成3V，而终端为75Ohm时，那你就考虑到，如果一个输入只能工作在2.8V及以下的设备，就不能在3m线缆长以外正确工作。由于电压较高，因此如果线缆根本没有终止的话，在一些情况下字时钟网络更稳定可靠。

理想情况下，为了使信号在链中传递的过程不衰减，字时钟传送设备的所有输出都是设计成低阻抗的，而所有的字时钟输出为高阻抗。但是当75Ohm内置于设备中且不能被关闭时，也存在一些负面问题。这时网络负载通常为 $2 \times 75 \text{ Ohm}$ ，用户不得不购买一个专门的字时钟分配器。需要注意的是，推荐这种设备通常在较大的录音棚内使用。

ADI-6432的字时钟输入是高阻抗或内部终止的，确保了最大的灵活性。如果需要终止（例如当ADI-6432是链条中的最后一个设备时），按下在后面板BNC插口旁边的开关即可（见11.1节）。

如果ADI-6432处于一个接收字时钟的设备链中，在BNC输入插孔内插入一个T型接头，线缆就会为T型接头的一端提供字时钟信号。将T型接头的自由端通过另一条BNC线缆连接到设备链中的下一个设备。链条中的最后一个设备应该使用另一个T型接头和75Ohm电阻器（像短BNC插头一样使用）来终止。当然，带有内部终止的设备就不需要额外的T型接头和终止器插头了。



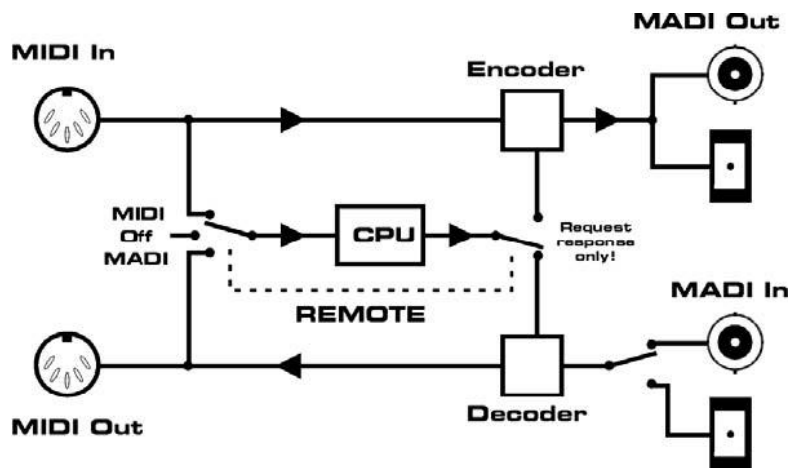
由于ADI-6432杰出的SteadyClock技术，我们推荐使用ADI-6432的字时钟输出而不要使用T型接头来传递输入信号。有了SteadyClock，为防止发生数据丢失，输入信号将远离抖动并重设至最后一次有效的频率。

12. MIDI和RS232

12.1 MIDI传输

MADI可以通过一根线缆长距离、完美地传输64个音频通道。那么MIDI呢？可能是远程控制命令或序列数据，实际上只有一根MADI线缆是不够的。因此ADI-6432也具有MIDI输入/输出端口。MIDI输入的数据被隐藏进MADI信号，可以由在MADI线缆另一端的其他ADI-6432、ADI-648、Micstasy、ADI-8QS或一个HDSP MADI的MIDI输出所收集。

每个MADI通道可以包含多个附加的比特位来存放各种信息（Channel Status, 通道状态）。RME使用通常不用的第56通道（在96k frame下为第28通道）的User bit（用户比特位）来传送隐藏在MADI中的MIDI信号，保证完全兼容。



图中所示为基本的MIDI工作方式。MIDI输入信号被添加进MADI输出信号。在MADI输入信号中的MIDI数据可以在MIDI输出处提取出来。此功能是一个双向MIDI/MADI转换器，始终处于激活状态，不受REMOTE键的影响。

MIDI输入信号永远不会从MADI直接传至MADI。连接ADI-6432 MIDI输出和MIDI输入的MIDI线缆将识别到从MADI输入至MADI输出过程中的MIDI直通。

12.2 远程控制ADI-6432

通过MIDI可以对ADI-6432进行完全远程控制。CPU会对一些特定命令有影响。另外，根据要求，CPU将报告完整的设备状态。包括前面板的所有的控制和LED灯。每个ADI-6432都可以自设一个ID，以便通过一个MIDI通道来对多台设备分别进行独立远程控制。MIDI实现的阐述见17章。

REMOTE键用于选择MIDI远程控制命令的信号源，以及ADI-6432请求回复的目标。按下REMOTE键在MIDI端口、MADI端口和Off（关闭）之间切换。关闭选项是一个保护功能，避免任何MIDI信号对设置进行更改。由上图可知，MIDI命令通过MIDI输入到达CPU，而CPU对命令的反馈只能在MIDI输出获得。

若想通过MADI用Hammerfall DSP远程控制一台ADI-6432，REMOTE必须设置成MADI。从下页的框图中可知，设置可以为MIDI提供完整的双向数据路径。

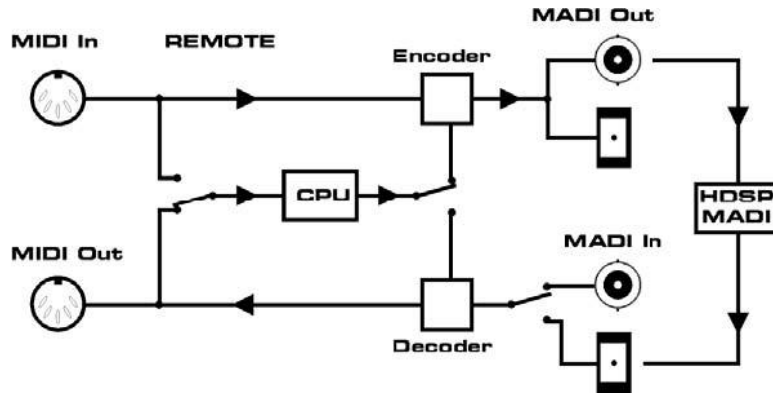
注意：当远程控制功能无法正常工作时，可能是因为设备正处于AES Transparent模式，详见10.2节。

12.3 远程控制软件

在RME网站上可以免费下载Windows和Mac OS X远程控制软件。可以用系统内现存的任意MIDI端口来执行远程控制，并可以通过点击鼠标来获取任意数量支持的RME设备的状态。最吸引人的是与HDSP(e) MADI的结合，可以通过MADI对ADI-6432直接控制。这时远程遥控软件使用的是声卡的虚拟MIDI端口，它可以直接通过MADI来接收和发送MIDI数据。

软件下载地址：<http://www.rme-audio.de>, Downloads, MIDI Remote

图中所示为在一个MADI的远程控制系统中的信号流。从PC或Mac软件发出的MIDI命令，通过MADI传送至ADI-6432的MIDI Out（MIDI输出）。同时，它们到达6432的CPU。外部设备的MIDI信号将与CPU的要求响应一起，从MIDI IN（MIDI输入）和MADI Out（MADI输出）返回软件。



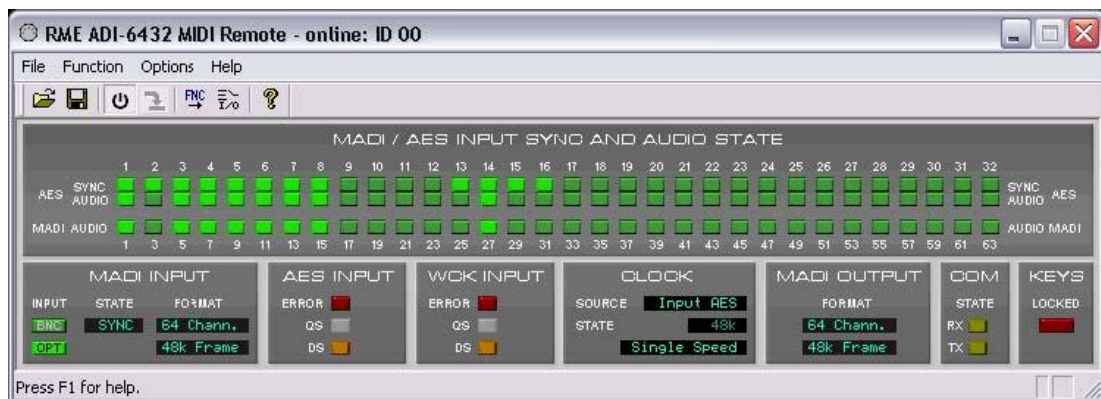
Windows/Mac OS X软件MIDI Remote的简要描述

程序内含英文在线帮助（F1）。首次使用在Functions（功能）菜单（或F4）中选择ADI-6432 Front View（前视图）。然后通过Options（选项） - MIDI I/O Setup（MIDI输入/输出设置）选择MIDI输入和输出。

通过Options（选项） - Start/Stop MIDI I/O（启用/关闭MIDI输入/输出）选项建立与ADI-6432的通信。程序窗口最上方一行显示的是设备当前的状态，例如选择的ID、Online（在线）/ No Response（无响应）/ Offline（离线）等。

Save Workspace as（将工作区存储为）是将所有窗口的全部设置保存成一个文件，可以在任何时候重新加载。

Send Single Set of Data（发送单组数据）可对ADI-6432进行离线配置，并对所有设置使用单独的一次性传输。



12.4 RS232

在PA、现场声音解决方案等专业领域，有很多设备可以通过串行通信进行远程控制。最常用的标准就是RS232，任何计算机都能支持此接口（COM端口）。RS232与更新的格式（例如RS422或RS485）需要一个小巧的、高性价比转换器，由于这种需求比较广泛，所以这种转换器很容易获得。

正如前文对借助MADI传输MIDI的技术的描述，ADI-6432也能通过用户比特位传输串行数据，此时为通道1~9。所支持的波特率为9600、19200、38400和115200。配置是通过MIDI完成的，可以发送相应SysEx串或使用Windows软件MIDI Remote。一些特殊设置可存储在设备中，机器重启不会有所改变。

SysEx	字符串
9600 Bd	F0 00 20 0D 63 7F 20 00 00 F7
19200 Bd	F0 00 20 0D 63 7F 20 00 01 F7
38400 Bd	F0 00 20 0D 63 7F 20 00 03 F7
115200 Bd	F0 00 20 0D 63 7F 20 00 02 F7

注意：当远程控制功能无法正常工作时，可能是因为设备正处于AES Transparent模式，详见10.2节。

13. 应用实例

13.1 数字AES/EBU多通道传输

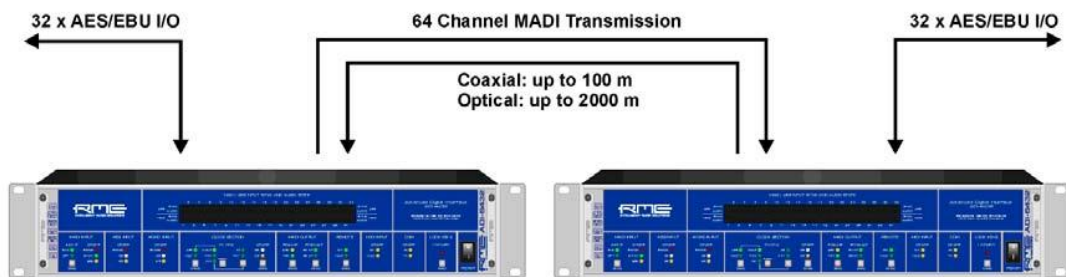
ADI-6432非常适用于创建一个多通道的数字AES/EBU传输系统。最多可识别64通道，通过MADI光纤线缆无损地、不受干扰地传输至最多2000米远的地方。

从AES传输至AES的整体延时与当前的采样率有关。

32-48 kHz	64-96 kHz	128-192 kHz
4个采样点	7个采样点	13个采样点

48 kHz时4个采样点等于 83 μ s.

192 kHz 时13个采样点等于68 μ s.



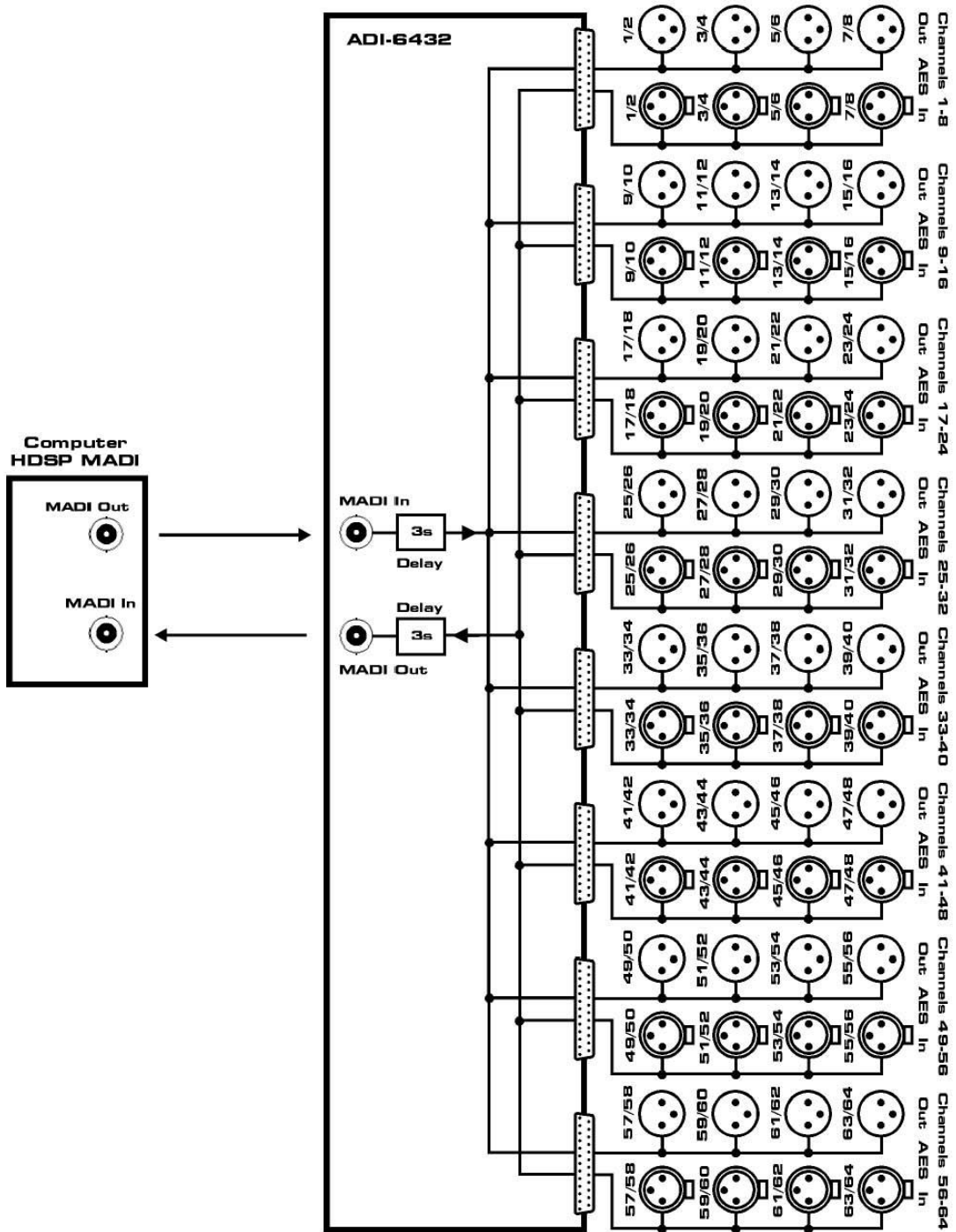
13.2 数字AES/EBU接线盒

作为一款MADI-AES/EBU转换器，ADI-6432对于RME的HDSP MADI PCI卡来说是一款完美的接线盒。使用接线盒/计算机会引入延迟，称为录音与重放之间的偏移。如果用MADI PCI播放一个信号，再通过MADI录制，实现一个AES回路，那么录制音轨相对于播放音轨会有一个特定的延迟。这是因为HDSP MADI已经告诉应用它本身的偏移（延迟），却未告诉外部链接的设备，因此它们是无从知晓的。

下表列出了偏移量。这些值可以手动输入到很多程序中，从而使录音和重放功能进行采样点同步。在Double Speed（双倍速）和Quad Speed（四倍速）下，偏移值会增加。

32-48 kHz	64-96 kHz	128-192 kHz
4个采样点	7个采样点	13个采样点

96 kHz时7个采样点等于73 μ s.



13.3 MADI-MADI转换器

MADI已经应用很长时间了，并不是不同厂商生产的所有音频接口都能相互兼容。例如AMS Neve Logic DFC只能接收56通道输入格式，当给它输入64通道信号时，全部输入将被静音。还有很多类似的例子。

ADI-6432可以成为一个完整的链接，因为它的MADI输入能够读取任何输入格式。ADI-6432的MADI输出可以设置为56通道或64通道输入模式（见8.2节）。选择96K FRAME后，在96k frame模式下也分为28通道或32通道。有了这个选项，ADI-6432可以将一个双线MADI信号（2个单倍速通道承载一个双倍速通道的数据）转换成一个单线双倍速信号（1个通道承载双倍采样率下1个通道的数据），也可反向转换。

13.4 AES插入器

ADI-6423可以很方便地插入已有的MADI链之中，只需简单地桥接辫子线的AES输入/输出接口，即连接XLR公头和母头。全部64通道都可以无改变地通过ADI-6432。

特定的AES输入/输出现在可以用于增添新的信号，或者通过外部设备将已有信号进行回路，从而对这些信号进行处理（例如通过效果器进行处理）。此时，ADI-6432则作为一个插入MADI数据流中的数字设备，或是为未充分使用的MADI数据流增加信号的加法器。

实例：调音台通过MADI发送48通道。从两台RME OctaMic-D（带有AES输出的8通道话筒前置放大器）输出的16个通道通过HDSP MADI录制到计算机中。此时需要一台ADI-6432插入MADI链中。AES线缆用于将通道1~48从MADI输入直通至MADI输出。OctaMic-D将连接到AES输入28~32。现在ADI-6432的MADI输出信号则既包含原始的MADI输入通道1~48，又包含OctaMic的音频信号（通道49~56）。

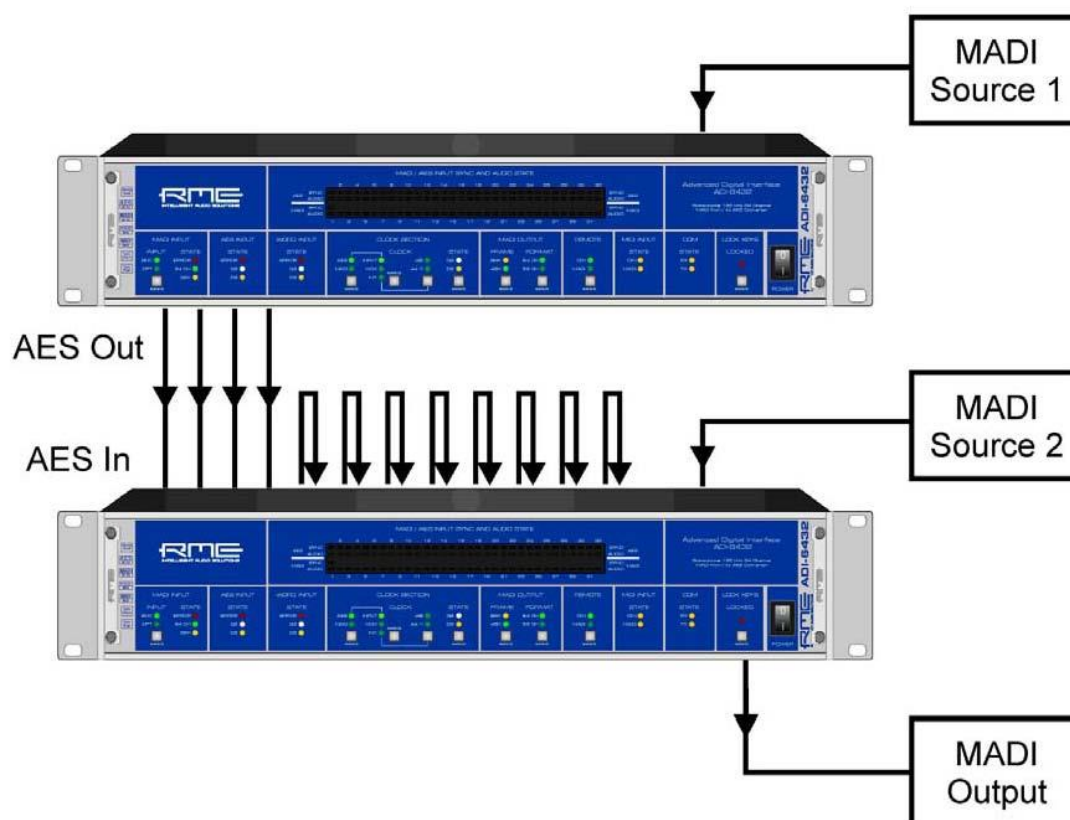
13.5 MADI合并器

使用多台ADI-6432就可以实现另一种特殊的功能：将多个MADI源的音频通道结合成一条单条MADI线缆。现今对此功能的需求慢慢增加，因为很多设备不能充分使用所有的通道数。通常只使用32或40通道。HDSP MADI声卡可以同时录制64通道至计算机。为了使用剩余的通道，需要为原始MADI信号增加一些通道。

实例：两台MADI设备的信号需要结合成单个MADI流。这样非常方便，因为只需要一条MADI线缆就能传输。这也是一个必要条件，因为接收设备可能只有一个输入。

所需ADI-6432的数量与MADI信号源的数量相同，所以对于本例中为两台。第一台ADI-6432用作MADI至AES的转换器。它的AES输出连接到第二台ADI-6432的AES输入。第二台ADI-6432的功能则如前文所述，直接将MADI输入信号发送至MADI输出。与此同时，设备利用AES输入的音频信号在MADI输出端将未使用的MADI通道填满。

下图所示为此实例的布线和信号流向情况。



用户手册



ADI-6432

▶ 技术参考资料

14. 技术指标

14.1 输入

MADI

- BNC同轴, 75 Ohm, 符合AES10-1991
- 高灵敏度输入级 (< 0.2 Vpp)
- 光纤, 通过FDDI双工SC接口
- 兼容62.5/125和50/125
- 接收56通道模式和64通道模式, 96k Frame
- 单线:最多64通道24 bit 48 kHz
- 双线:最多32通道24 bit 96 kHz
- 锁定范围: 28 kHz – 54 kHz
- 同步到输入信号时的抖动: < 1 ns
- 抖动抑制: > 30 dB (2.4 kHz)

AES/EBU

- 32 x, 变压器平衡, 不接地, 符合AES3-1992
- 高灵敏度输入级 (< 0.3 Vpp)
- SPDIF兼容(IEC 60958)
- 支持民用和专业格式, 忽略版权保护
- 单线: 32 x 2通道, 24 bit, 最多192kHz
- 锁定范围: 28 kHz - 104 kHz, 162 kHz - 204 kHz
- 同步到输入信号时的抖动: < 1 ns
- 抖动抑制: > 30 dB (2.4 kHz)

Word Clock

- BNC, 非终止 (10 kOhm)
- 切换到内部终止 75 Ohm
- 双/四倍速自动探测及与单倍速的内部转换
- 即使在变速操作中, SteadyClock也能保证超低抖动的同步
- 变压器耦合, 电位隔离输入
- 不受网络中直流偏移的影响
- 信号适配电路: 电路会不断刷新信号源及更新字时钟的数值
- 过压保护
- 电平范围: 1.0 Vpp – 5.6 Vpp
- 锁定范围: 28 kHz – 220 kHz
- 同步到输入信号时的抖动: < 1 ns
- 抖动抑制: > 30 dB (2.4 kHz)

14.2 输出

MADI

- BNC同轴, 75 Ohm, 符合AES10-1991
- 输出电压 600mVpp
- 线缆长度: 最长100m
- 光纤, 通过FDDI双工SC接口
- 兼容62.5/125和50/125

- 线缆长度: 大于500m
- 接收56通道模式和64通道模式, 96k Frame
- 单线:最多64通道24 bit 48 kHz
- 双线:最多32通道24 bit 96 kHz

AES/EBU

- 32 x, 变压器平衡, 不接地, 符合AES3-1992
- 输出电压, 专业级别4.5 Vpp
- 专业级别格式符合AES3-1992第4修正案
- 单线模式: 32 x 2通道 24 bit, 最高192 kHz

Word Clock

- BNC
- 最大输出电压: 5 Vpp
- 输出电压 @ 75 Ohm: 4.0 Vpp
- 阻抗: 10 Ohm
- 频率范围: 28 kHz – 220 kHz

14.3 MIDI - RS232

MIDI

- 16通道MIDI
- 5针DIN接口
- 光学耦合, 非接地输入
- 通过通道56的用户比特位隐性传送(48k frame)
- 通过通道28的用户比特位隐性传送(96k frame)

RS-232

- 9针D-Sub
- 通过通道1-9的用户比特位隐性传送

14.4 数字

- 时钟: 内部、AES/EBU输入、MADI输入、字时钟输入
- 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
- 外部时钟的抖动抑制: > 30 dB (2.4 kHz)
- 即使抖动大于100 ns, PLL仍可确保零出错
- 群延迟: 典型3个采样点

14.5 通用

- 电源: 内部转换PSU, 100 - 240 V AC, 20 W
- 闲置耗电量: 10 W (R: 12W)
- 尺寸 (包括机架耳, 宽x高x深): 483 mm x 88 mm x 242 mm (19" x 3.46" x 9.5")
- 尺寸 (不包括机架耳/把手, 宽x高x深): 436 mm x 88 mm x 235 mm (17.2" x 3.46" x 9.3")
- 重量: 2 kg (4.4 lbs)
- 温度范围: +5~+50°C (41~122°F)
- 相对湿度: < 75%, 无冷凝

14.6 固件

ADI-6432的主要部分使用的是编程逻辑。通过对Flash-PROM小组件重新编程，设备的功能和性能可以随时更改。

写本手册之时，设备出厂固件版本为1.4。开机后，固件版本号将通过设备面板AES INPUT STATE（AES输入状态）区域下的SYNC（同步）和AUDIO（音频）LED灯显示出来，显示时长约1s。

14.7 接口针脚

25针D-sub接口提供4个AES读入和输出。针脚采用的是应用广泛的Tascam规格，Digidesign也使用此规格。

Tascam / Digidesign:

信号	输入 1/2+	输入 1/2-	输入 3/4+	输入 3/4-	输入 5/6+	输入 5/6-	输入 7/8+	输入 7/8-
D-sub	24	12	10	23	21	9	7	20

信号	输出 1/2+	输出 1/2-	输出 3/4+	输出 3/4-	输出 5/6+	输出 5/6-	输出 7/8+	输出 7/8-
D-sub	18	6	4	17	15	3	1	14

GND连接针脚2, 5, 8, 11, 16, 19, 22, 25。针脚13悬空。

Yamaha的针脚配置也非常常用，当制作一个D-sub到D-sub适配器或连接线时，首先要确定接头的标记：Tascam和Yamaha。只有Tascam端连接Tascam接头，Yamaha端连接Yamaha接头，线缆才能使用。

Yamaha:

信号	输入 1/2+	输入 1/2-	输入 3/4+	输入 3/4-	输入 5/6+	输入 5/6-	输入 7/8+	输入 7/8-
D-sub	1	14	2	15	3	16	4	17

信号	输出 1/2+	输出 1/2-	输出 3/4+	输出 3/4-	输出 5/6+	输出 5/6-	输出 7/8+	输出 7/8-
D-sub	5	18	6	19	7	20	8	21

GND连接针脚9, 10, 11, 12, 13, 22, 23, 24, 25。

Tascam D-sub至Euphonix D-sub的直接转换线缆也是如此。

Euphonix:

信号	输入 1/2+	输入 1/2-	输入 3/4+	输入 3/4-	输入 5/6+	输入 5/6-	输入 7/8+	输入 7/8-
D-sub	15	2	4	16	18	5	7	19

信号	输出 1/2+	输出 1/2-	输出 3/4+	输出 3/4-	输出 5/6+	输出 5/6-	输出 7/8+	输出 7/8-
D-sub	21	8	10	22	24	11	13	25

GND连接针脚3, 6, 9, 12, 14, 17, 20, 23。针脚1悬空。

AES/EBU

XLR接口的针脚配置符合AES3-1992:

- 1 = GND (外壳)
- 2 = 信号
- 3 = 信号

AES/EBU和SPDIF是双相调制信号，因此不考虑极性。针脚2和3既不是热端也不是冷端，它们承载相同的信号。但是作AES3时为平衡传输，极性相反。

RS-232

9针D-sub接口的针脚配置符合工业标准:

信号	输入 (Rx)	输出 (Tx)	GND	NC
Sub-D	2	3	5	9

针脚1、针脚4和针脚6内部相连，针脚7和针脚8内部相连。

14.8 MAD I用户比特位

- RS-232:通道1-9
- ADC: 通道19
- MIDI: 通道56 (48k) / 28 (96k)

15. 技术背景

15.1 术语

Single Speed (单倍速)

数字音频的原始采样率。通常为32kHz (数字广播)、44.1kHz (CD) 和48kHz (DAT)。

Double Speed (双倍速)

原始采样率的两倍, 为了获得更高的音频质量和音频处理效果。不使用64kHz, 88.2kHz也用的非常少。通常使用96kHz。有时称作Double Fast。

Quad Speed (四倍速)

颇具争议的保证高端的音质和处理方法: 将采样频率增至四倍。不存在128kHz, 176.4kHz非常罕见, 通常使用192kHz, 例如DVD音频。

Single Wire (单线)

标准音频数据传输, 音频信号的采样率等于数字信号的采样率。32kHz~192kHz, 有时称作Single Wide。

Double Wire (双线)

1998年以前没有接收/发送电路能够接收或发送48kHz以上的信号。通过将两个AES接口的左/右通道信号分成奇偶比特位来传送更高的采样率。这样使数据率加倍, 从而采样率加倍。立体声信号就需要两个AES/EBU端口。

现在双线方法已经成为一个工业标准, 有很多名称: Dual AES, Double Wide, Dual Line和Wide Wire。AES3规格使用的是不常用的术语Single channel double sampling frequency mode (单通道双倍采样率模式)。对于ADAT格式, 通常使用的是S/MUX这个术语。

双线同时支持单倍速和双倍速信号。例如, Pro Tools HD, 它的AES接收/发送最高为96kHz, 但使用双线时可传送192kHz。96kHz的四个通道变成192kHz的两个通道。

Quad Wire (四线)

与双线类似, 将一个通道的采用点拓展至4个通道。这样单倍速设备可以传送192kHz, 但是需要两个AES/EBU端口来传送一个通道。也称为Quad AES。

S/MUX

由于ADAT硬件接口只能使用单倍速, 因此96kHz双线方法通常称作S/MUX (Sample Multiplexing, 采样多路复用)。这种方法下ADAT端口支持4通道。

S/MUX4

四线方法可以通过ADAT传送192kHz两个通道。这种方法被称作S/MUX4。

注意: 以上所有转换方法都是无损的, 当前的采样点只是在两个通道之间扩展或重新组合。

15.2 锁定 (Lock)、SyncCheck (同步检查) 与 SyncAlign (同步调整)

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-6432输入AES信号时，相应的输入SYNC开始闪烁。主机显示为“LOCK”（锁定）状态，这意味着输入信号是有效的。如果输入信号还是同步的，那么LED灯会一直亮起（详细说明见下文）。

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。例[1]：ADI-6432内部时钟为44.1kHz（主时钟模式），CD播放器连接到输入AES 1。相应LED将立即闪烁，但是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-6432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。

同样，当使用多个输入时，一个简单的LOCK是不够的。将ADI-6432从主时钟设置成AES（它的内部时钟将是来自CD播放器传递来的时钟）可以完美解决上面描述的问题。但是如果DAT录音机被连接成为第二个信号源，则会出现采样率的小偏差，从而导致噪声和数据丢失[2]。

为了能够在设备上看到此类问题的显示，ADI-6432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），不同步输入的SYNC LED指示灯会闪烁。在例1中，显然当连接CD播放器之后，SYNC AES1 LED灯会一直闪烁。在例2中，SYNC AES1 LED灯会常亮，但是DAT使用的输入的SYNC LED灯会一直闪烁。

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。

当设备提供多个AES或SPDIF输入时会产生一个特殊的问题。对于MADI来说所有64通道共享同一个时钟基础，而对于AES来说有多个完全独立的接收器，且它们都具有各自的PLL和数据缓冲区。因此立体声对之间会产生±1个采样点的随机误差。ADI-6432独有的SyncAlign技术可以避免上述问题，保证在全部4个立体声通道之间的采样点同步性。

15.3 AES/EBU - SPDIF

下表中给出了AES和SPDIF最重要的电性质。AES/EBU是专业的XLR平衡接口。音频工程协会根据AES3-1992制定了标准。对于“民用”产品，SONY和Philips舍弃了这个平衡接口，而是采用Phono或者光纤（TOSLINK）。这个格式称作S/P-DIF（SONY/Philips Digital Interface），由IEC-60958来描述。

类型	AES3-1992	IEC 60958
连接	XLR	RCA/光纤
模式	平衡	非平衡
阻抗	110 Ohm	75 Ohm
电平	0.2V ~5V	0.2V~0.5V
时钟精度	未规定	I: ±50 ppm II: 0.1% III: Variable Pitch
抖动	<0.025 UI (4.4ns~44.1kHz)	未规定

除了电性质上的区别，两种格式在设置上也稍有不同。原则上两种格式是兼容的，因为音频信息存储在数据流中的相同位置。然而，二者的额外信息块存在的差别。下表列出了第一个字节（0#）的含义。第一位已经决定了后面的位是专业还是民用信息。

Byte (字节)	Mode (模式)	Bit (位) 0	1	2	3	4	5	6	7
0	Pro (专业)	P/C	Audio?	Emphasis		锁定	采样频率		
0	Con (民用)	P/C	Audio?	复制	Emphasis		模式		

很明显，两种格式后面的位的意义不同。如果一个设备，例如普通的DAT录音机，只有SPDIF输入，它能够理解这种格式。大多数情况下，当反馈专业编码数据时它将关闭。如果专业编码信号被读成了民用编码数据，将导致复制禁令和emphasis失灵。

现在，很多带有SPDIF的设备可以支持专业自编码。带有AES3输入的设备也可以接收民用SPDIF（需要被动线缆适配器）。

15.4 MADl基础

MADI, 串行的多通道音频数字接口, 遵循许多产生的愿望, 在1989年MADI已经被定义为AES3标准的扩展。这种格式也被称作AES/EBU, 平衡的双相信号, 只有两个通道。MADI包含了串行的28个AES/EBU信号, 采样率变化仍然为 $\pm 12.5\%$ 。数据速率不能超过100Mbit/s。

由于在大多数情况下使用的是确定的采样频率, 在2001年正式引入了64通道模式。它所允许的最大采样率为48kHz+ca.1%, 对应96kHz时的32通道, 且不再有100Mbit/s的限制。由于额外的编码, 端口的有效数据率为125Mbit/s,

老设备只能理解和产生56通道格式。新设备通常以64通道格式工作, 但是仍然不能提供多于56的通道数。剩下的通道被混音器设置等控制命令占用了。ADI-6432则展示了一种更好方法, 用16个MIDI通道、串口RS232数据流和64通道MADI信号仍然可以100%兼容。

对于MADI信号的传送, 采用的是已经在网络技术中被证明有效的方法。大部分人都知道非平衡同轴线是75Ohm, BNC接口, 它们便宜且很容易买到。光纤接口是完全的电位隔离的, 由于很多用户都没有处理过拥有专业网络技术的超大系统, 因此对光纤接口不是很了解。在这里解释一下MADI光纤:

- 使用的线缆是计算机网络技术中的标准线缆。它们不贵, 但不是在所有计算机商店都能买到。
- 线缆的内芯只有50或62.5 μm , 外套有125 μm 。它们被称作62.5/125或50/125网线, 前者通常是蓝色的, 或者通常是橘色。尽管很多情况下没有标明, 但是它们都(!)是玻璃纤维线缆。塑料纤维线缆 (POF) 的尺寸无法达到这么小。
- 插头也符合行业标准, 称作SC。请不要与ST接头混淆, ST接头看起来与BNC接头类似, 需要拧紧。过去使用的插头 (MIC/R) 太大了, 已经不再使用了。
- 线缆可以有2根粘在一起的, 也有独立一根的, ADI-6432的光纤模块支持这两种线缆。
- 传输使用多模式技术, 所支持的线缆长度可达2km。单模式支持更长的距离, 但使用的是完全不同的纤维 (8 μm)。由于光的波长为1300nm, 所以人眼是看不见光信号的。

15.5 SteadyClock（稳定时钟）

ADI-6432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，在字时钟输出将其作为参考时钟。

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。最新的电路设计，例如高速数字合成器、数字PLL、100MHz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。

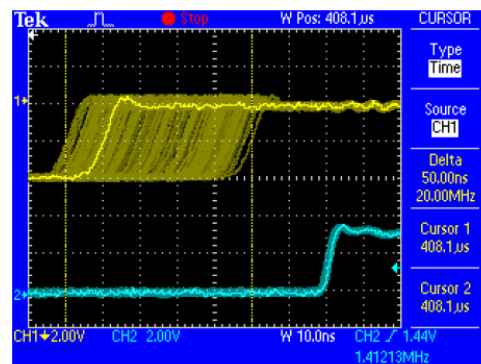
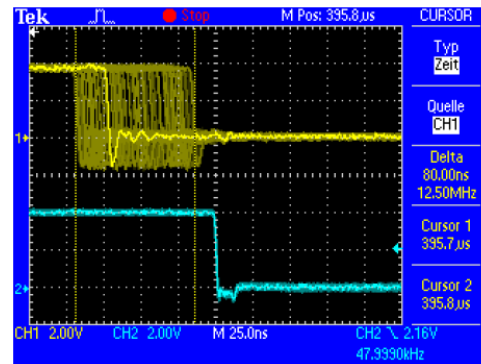
最初开发SteadyClock技术是为了从容易发生抖动的MADI数据信号中获取稳定、清晰的时钟。由于格式的时间分辨率为125MHz，因此内置MADI时钟的抖动可达到80ns。其他设备的抖动值一般为5ns，好的时钟则可以达以2ns以下。

右图显示的是一个抖动达到80 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）。

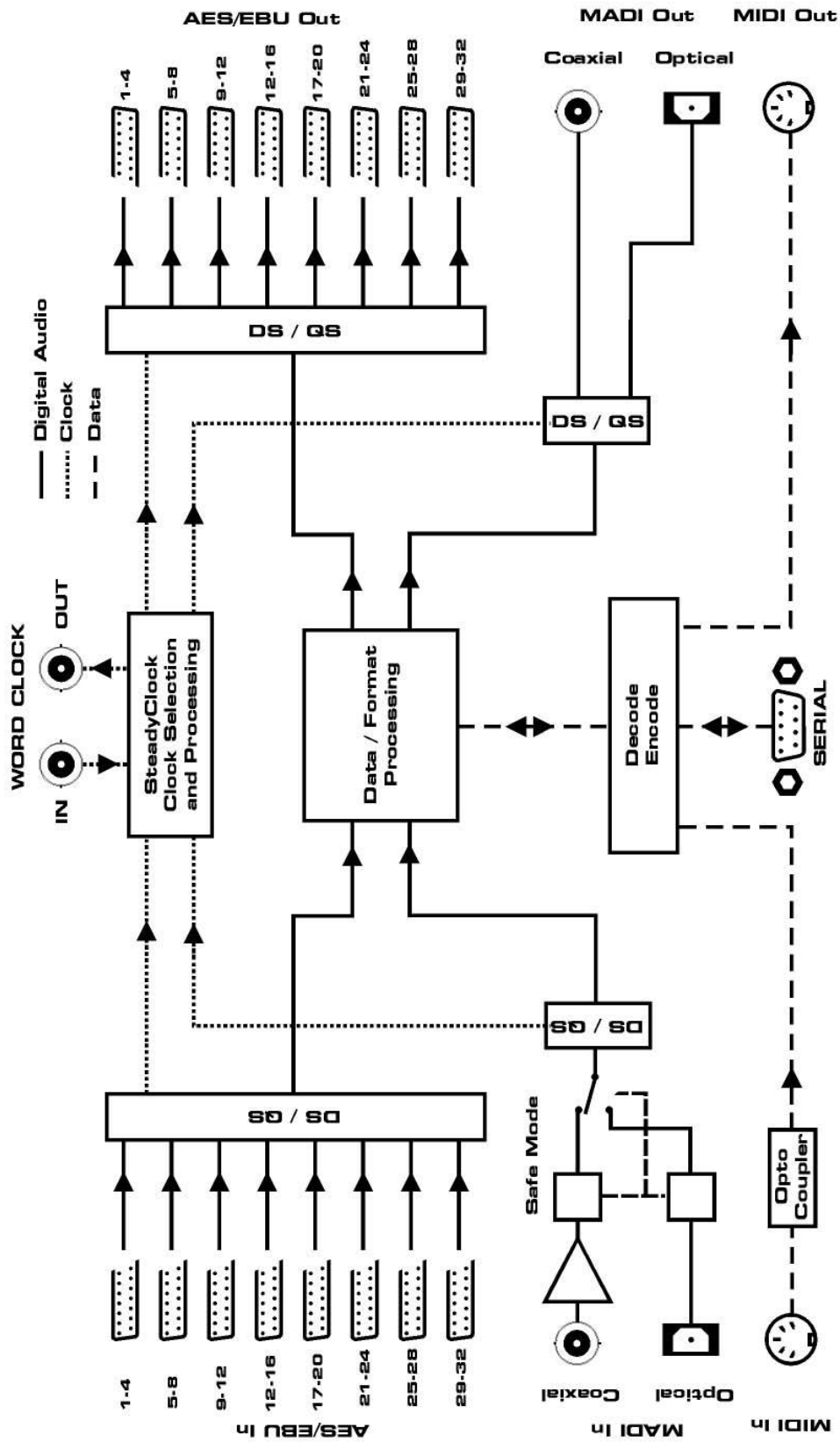
使用OctaMic II的输入源、字时钟和AES/EBU，就不会出现这么高的抖动值。SteadyClock能够很快地完成以上处理。

右侧截屏显示的是一个带有极端抖动的字时钟信号，抖动达到50 ns（上方黄色曲线）。SteadyClock再次提供了非常彻底的清理，滤波后时钟抖动小于2ns（下方蓝色曲线）。

处理后的无抖动信号可以用于各种情况。当然，SteadyClock处理的信号不仅用于内部，也用作ADI-6432的字时钟输出，还可以用作数字输出MADI和AES/EBU的时钟。



16. 框图



17. ADI-6432的MIDI配置

17.1 基本SysEx格式

值	名称
F0h	SysEx 标题
00h 20h 0Dh	MIDITEMP 制造商 ID
63h	Model ID(ADI-6432)
00h..7Eh, 7Fh	设备 ID= broadcast (所有 ID)
mm	通知类型
nn	参数个数 (见表格 1)
F7h	EOX

17.2 Message Type (通知类型)

值	名称
10h	请求值
20h	设置参数值
30h	值响应

Request Value (请求值)

格式: F0 00 20 0D 63 (设备 ID) 10 F7

这个数字串将触发对所有值响应数据字节的完整转储。

Value Resonse (值响应)

接收到请求值命令而触发之后, 设备会发送一串全部值响应数据的字节。通知类型设置为30h。

Set Value (设置参数值)

设置任意数目的参数。

nn/oo可以随意重复。

17.3 MADI输入状态 - 冗余模式

MADI输入可以是BNC或光纤。当ADI-6432进入Redundancy (冗余) 模式将使用其他输入, 尽管那些输入没有被选择也没有MADI输入选择字节所给予的信号。见下表:

MADI 输入选择	MADI 输入状态	实际使用的输入
0 = BNC	0 = 正常操作	BNC
1 = Optical (光纤)	0 = 正常操作	光纤
0 = BNC	1 = 冗余模式	光纤
1 = Optical (光纤)	1 = 冗余模式	BNC

17.4 表格

No.	No.	Name	Set Value	Value Resp.	Data bytes
00h	0	settings byte 1	x	x	hex coded value of byte (see below)
01h	1	settings byte 2	x	x	hex coded value of byte (see below)
02h	2	info byte 1		x	hex coded value of byte (see below)
03h	3	info byte 2		x	hex coded value of byte (see below)
04h	4	info byte 3		x	hex coded value of byte (see below)
05h	5	MADI audio 1..4		x	bit 0..3 = audio 1..4, bit 4..7 = 0
06h	6	MADI audio 5..8		x	bit 0..3 = audio 5..8, bit 4..7 = 0
07h	7	MADI audio 9..12		x	bit 0..3 = audio 9..12, bit 4..7 = 0
08h	8	MADI audio 13..16		x	bit 0..3 = audio 13..16, bit 4..7 = 0
09h	9	MADI audio 17..20		x	bit 0..3 = audio 17..20, bit 4..7 = 0
0Ah	10	MADI audio 21..24		x	bit 0..3 = audio 21..24, bit 4..7 = 0
0Bh	11	MADI audio 25..28		x	bit 0..3 = audio 25..28, bit 4..7 = 0
0Ch	12	MADI audio 29..32		x	bit 0..3 = audio 29..32, bit 4..7 = 0
0Dh	13	AES lock 1..4		x	bit 0..3 = lock 1..4, bit 4..7 = 0
0Eh	14	AES lock 5..8		x	bit 0..3 = lock 5..8, bit 4..7 = 0
0Fh	15	AES lock 9..12		x	bit 0..3 = lock 9..12, bit 4..7 = 0
10h	16	AES lock 13..16		x	bit 0..3 = lock 13..16, bit 4..7 = 0
11h	17	AES lock 17..20		x	bit 0..3 = lock 17..20, bit 4..7 = 0
12h	18	AES lock 21..24		x	bit 0..3 = lock 21..24, bit 4..7 = 0
13h	19	AES lock 25..28		x	bit 0..3 = lock 25..28, bit 4..7 = 0
14h	20	AES lock 29..32		x	bit 0..3 = lock 29..32, bit 4..7 = 0
15h	21	AES sync 1..4		x	bit 0..3 = sync 1..4, bit 4..7 = 0
16h	22	AES sync 5..8		x	bit 0..3 = sync 5..8, bit 4..7 = 0
17h	23	AES sync 9..12		x	bit 0..3 = sync 9..12, bit 4..7 = 0
18h	24	AES sync 13..16		x	bit 0..3 = sync 13..16, bit 4..7 = 0
19h	25	AES sync 17..20		x	bit 0..3 = sync 17..20, bit 4..7 = 0
1Ah	26	AES sync 21..24		x	bit 0..3 = sync 21..24, bit 4..7 = 0
1Bh	27	AES sync 25..28		x	bit 0..3 = sync 25..28, bit 4..7 = 0
1Ch	28	AES sync 29..32		x	bit 0..3 = sync 29..32, bit 4..7 = 0
1Dh	29	AES audio 1..4		x	bit 0..3 = audio 1..4, bit 4..7 = 0
1Eh	30	AES audio 5..8		x	bit 0..3 = audio 5..8, bit 4..7 = 0
1Fh	31	AES audio 9..12		x	bit 0..3 = audio 9..12, bit 4..7 = 0
20h	32	AES audio 13..16		x	bit 0..3 = audio 13..16, bit 4..7 = 0
21h	33	AES audio 17..20		x	bit 0..3 = audio 17..20, bit 4..7 = 0
22h	34	AES audio 21..24		x	bit 0..3 = audio 21..24, bit 4..7 = 0
23h	35	AES audio 25..28		x	bit 0..3 = audio 25..28, bit 4..7 = 0
24h	36	AES audio 29..32		x	bit 0..3 = audio 29..32, bit 4..7 = 0
25h	37	set device id	x		(request displays in header)

00h	0	settings byte 1	MSB/7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	MSB / 1 LSB / 0	0 madi input: 0 = BNC, 1 = opt madi frame: 0 = 48k, 1 = 96k madi format: 0 = 56ch, 1 = 64ch 0 lock keys: 0 = unlock, 1 = lock serial I/O baud rate: 0 = 9600, 1 = 19200 serial I/O bd rate: 2 = 115200, 3 = 38400
01h	1	settings byte 2	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	MSB / 2 1 LSB / 0 MSB / 1 LSB / 0	0 clock select: 0 = int 44.1, 1 = int 48, 2 = AES, clock select: 3 = MADI, 4 = WCK clock select 0 0 clock state: 0 = single speed, 1 = ds, 2 = qs clock state
02h	2	info byte 1	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	0 MADI input override MADI lock MADI sync MADI input 96k frame MADI input 64ch AES input 192k AES input 96k
03h	3	info byte 2	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	0 WCK lock WCK Input 192k WCK Input 96k 0 0 0 0
04h	4	info byte 3	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 LSB / 0	MSB / 7 6 5 4 3 2 1 MSB / 1 LSB / 0	0 0 0 MIDI Input State DIN MIDI Input State MADI COM State RX COM State TX MIDI remote: 0 = off, 1 = DIN, 2 = MADI MIDI remote



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

