

语言清晰度 STIPA

使用 XL2 分析仪测量



XL2 分析仪根据最新的IEC 60268-16:2011 (第四版) 及其之前版本标准测量语言清晰度 STIPA。它具备环境噪声修正和自动平均测量结果功能。以 STI 和 CIS 为单位显示测量结果, 包含 7 个倍频程带的独立结果和调制指数。

STI 和 STIPA 是最常用的语言清晰度测试方法。STIPA 是 STI 的优化版本以便适用于便携式测量仪器。此应用手册将介绍这几种测量方法的原理。

目录 :

简介	2
标准	2
XL2 分析仪	5
STIPA 报告生成工具	7
STIPA 信号源	8
STIPA 测量提示	10
谁可以并应该进行STIPA 测量?	12

附录 :

主观分析方法	13
科学方法	13
STI - 语言传输指数	16
RASTI - 室内声学语言传输指数	17
STIPA - 公共广播系统语言清晰度	18

简介

建筑群中的公共广播系统必须具有在紧急情况下指导人群逃生方向的功能。这些建筑群包括机场，火车站，购物中心或者音乐厅等。尽管如此，如果由于广播系统质量差而导致人群不能听清楚播放的通知，而不能安全逃离，由此导致的后果可能非常悲惨。因此，设计、安装并且验证公共广播系统的语言清晰度是必不可少的。此外，还有很多其他应用（比如法律和医疗方面），也会应用到语言清晰度为其提供佐证。

标准



ISO 7240-16 / - 19 标准要求验证电声音响系统紧急用途：根据实际情况确定最低水平的语言清晰度，以防遇到紧急情况。因而，严格监管下的语言清晰度不是一个主观测量，而是必须是经过验证的、多少有些复杂的方法，这些测量方法在 IEC 60268-16 中已经被标准化。

国际标准：

ISO 7240	火灾探测和报警系统，第16及19条
IEC 60268-16	用语言传输指数客观评价语言清晰度

国家监管机构建议或要求维持最低的语言清晰度水平。

国家标准：

NFPA 72	全国火灾警报章程 (2010 版)
BS 5839-8	建筑物火灾探测和报警系统。设计，安装和服务的语音报警系统的实际章程
VDE 0828-1	DIN VDE 0833-4 标准中要求的电声警报系统应用监管

IEC60268-16 标准

IEC60268-16 标准中详细介绍了测量语言清晰度的许多方法。相较于2003年的版本，2011年更新了以下内容：

- 增加从 “A+” 到 “U” 各级别评估

用字母的方式对 STI 值分级，并介绍了典型的专业应用。

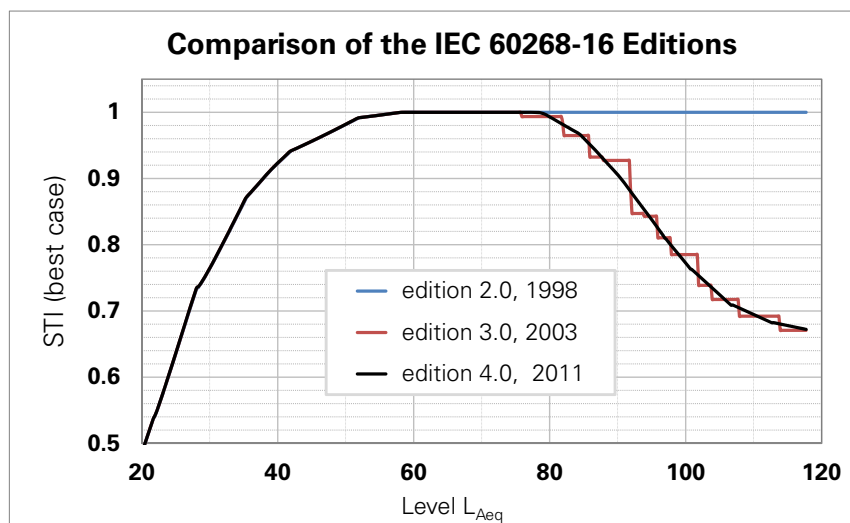
级别	STI 范围	典型应用
A+	> 0.76	录音室
A	0.72 - 0.76	剧院，演讲厅，议会，法院
B	0.68 - 0.72	剧院，演讲厅，议会，法院
C	0.64 - 0.68	电话会议，剧院
D	0.60 - 0.64	教室，音乐厅
E	0.56 - 0.60	音乐厅，现代教堂
F	0.52 - 0.56	购物商场广播系统，公共办公室，教堂
G	0.48 - 0.52	购物商场广播系统, 公共办公室
H	0.44 - 0.48	所处声学环境较差的广播系统
I	0.40 - 0.44	所处声学环境很差的广播系统
J	0.36 - 0.40	不适用广播系统
U	< 0.36	不适用广播系统

• 心里声学效果 (掩蔽效应)

人耳听觉系统在声压级较低或者较高的时候, 敏感度降低: 声压级较低时 (例如20-50dB SPL), 由于听觉阈值作用而导致人耳敏感度降低。当声压级较高时 (例如大于80dB SPL), 掩蔽效应导致人耳敏感度降低。

听觉掩蔽功能曲线随 IEC60268-16 标准各版本的发展如下:

- ed4.0 2011年发布的版本, 含连续的听觉掩蔽功能
- ed3.0 2003年发布的老版本, 含分段的听觉掩蔽功能
- ed2.0 1998年发布的老版本, 含固定听觉屏蔽功能



信号电平在 70-80 dB 范围内可获得最佳的语言清晰度。更高的声压级也会使人耳进行自我保护, 这可以从清晰度指数降低上看出, 例如在 70 dB 时 STI 为 1 的可能在更高声压级时可能降到 0.7 STI。

德国 VDE 0833-4 标准要求

STI > 0.63 单次测量即可

- STI < 0.63 在该点连续进行三次测量
- 如果三次测量值最大偏差大于0.03, 那还需要再进行三次测量
 - 如果三次测量值最大偏差大于0.05, 则需要评估造成不稳定的原因并将其消除
 - 需要报告三次或六次测量的算数平均值

STI > 0.63 确保了语言清晰度高于0.5, 置信度达到95%

XL2 分析仪



XL2 分析仪（固件版本 V2.50）增强了 STIPA 测量功能：

- 平均多次 STIPA 测量
- 环境噪声修正
- 连续电平相关听觉掩蔽
- 品质评估分级 “A+” 到 “U”

环境噪声修正

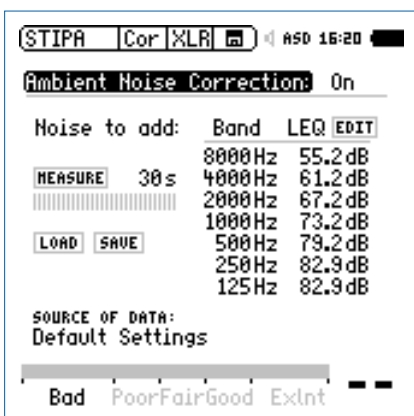
在实际测试环境中测量语言清晰度经常是难以实现的，比如，在高峰期的火车站用紧急声压级播放测试信号会刺激到乘客。另外，高峰期的环境噪声可能是很大的脉冲声，而 STIPA 的测试前提就是测试环境的脉冲噪声可以忽略不计。因为这些因素，STIPA 的测量应该换到更合适的时间，例如夜晚。

测量步骤

- 首先测量真实环境噪声，例如在白天测量
- 然后测量语言清晰度，例如在深夜测量



这样的测量步骤简化了 STIPA 测量：XL2 可以立即得到含环境噪声修正的 STIPA 值。这个值为同一位置平均值测量提供参考。更多细节，请查看“STIPA 测量提示”章节。



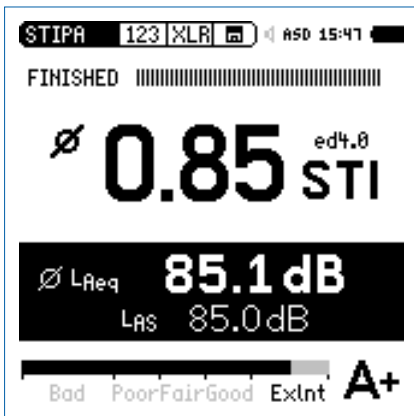
如果没有在现场使用 XL2 分析仪测得环境噪声校正因子，您可能需要在计算机上对测量数据进行后处理。NTi Audio STIPA 后处理软件将安静环境下测得的 STIPA 值与实际的环境噪声（如白天）组合。这就模拟出了实际环境下的预期 STIPA 值。

新公共广播系统的环境噪声修正

新的广播系统需要调试，比如在一个公共区域的盛大开业之前。因此测量 STIPA 时，没有人群在现场的真实环境噪声。您可以通过以下的方法模拟现场的噪声数据：

- 利用一个适用于现实工程的参考噪声文件，比如在其他某个类似的工程中测量的环境噪声，保存以便作为参考噪声文件。
- 根据您的要求在 XL2 上手动编辑噪声数据。

在开业后测量实际环境噪声并验证此前的 STIPA 值。



平均多次 STIPA 测量结果

IEC 60268-16 标准建议，在同一测量点连续测量两至三次后取均值。

德国标准 VDE 0833-4 要求在同一点至少进行三次测量，以防 $STI < 0.63$ 。


因此，基于这些标准，XL2 分析仪具备自动平均 STIPA 测量结果的功能。

我能为我的 XL2 分析仪单独购买 STIPA 固件功能吗？

当然可以，STIPA 是 XL2 音频和声学分析仪的可选固件功能。任何 XL2 用户都可以购买 STIPA 许可。有了许可密钥，您就能为 XL2 分析仪申请激活码。请在 <http://my.nti-audio.com> 输入许可密钥。

STIPA 报告生成工具

STIPA 报告生成工具依据 IEC 60268-16 和 VDE0833 标准生成测量报告。直接从 XL2 导入测量数据，包括测得的环境噪声，得到对应的语言清晰度 STI 或 CIS 值。

STIPA Summary Report					
Project		Railway Station Waiting Room			
Comments					
Standard		IEC 60268-16 ed. 4.0			
All			Arithmetic mean \bar{l}_{av} [STI]	0.87	
			Standard deviation σ [STI]	0.17	
			$\bar{l}_{av} - \sigma$ [STI]	0.70	B
1	Descr. of Position			[STI]	0.55 F
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 1)			
	Noise File				
2	Descr. of Position			[STI]	0.80 A+
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 2)			
	Noise File				
3	Descr. of Position			[STI]	0.94 A+
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 3)			
	Noise File				
4	Descr. of Position			[STI]	0.97 A+
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 4)			
	Noise File				
5	Descr. of Position			[STI]	0.98 A+
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 5)			
	Noise File				
6	Descr. of Position			[STI]	0.97 A+
	STIPA File	Multiple_STIPA_000 (MyLocation, 6)			
	Noise File				

所有注册用户都可以在 XL2 支持页面 <http://my.nti-audio.com> 下载 STIPA 报告生成工具（打开文件后请启用所有宏）。

系统要求：

- 运行 Windows XP 或 Windows 7 的计算机
- Excel 2007 或 Excel 2010 (32 位或 64 位版本)

STIPA 信号源

选择合适的 STIPA 信号源专用于您的测量配置：



NTi Audio TalkBox 参考声源

NTi Audio TalkBox 参考声源

含语音麦克风的音频系统需要使用 NTi Audio TalkBox 作为声源。

它可以用精确的声级水平模拟说话人，允许测量包括麦克风在内的整个信号通道。它的声学信号源经过校准，模拟说话人在正常和紧急情况下的声音。推荐以下情况使用 NTi Audio TalkBox：

- 规定需要进行完整的终端至终端系统测量。这是任何情况下都最现实的系统验证。
- 电测试信号无法输入。
- 测试信号电平没有明确定义。
- 扬声器声学环境特性不可忽略且平坦。
- 麦克风特性，灵敏度和频率响应都未知但需要考虑。
- 其他任何在现实环境下需要测试整个信号通道的情形。

标准的 STIPA 信号是基于一个限宽男性语音频谱的随机噪声。TalkBox 同样可以发送白噪声粉噪声和其它特殊信号，所以它是系统调试和测试的有力工具。

怎么使用 NTi Audio TalkBox?

- 将 NTi Audio TalkBox 放在麦克风前说话人头部所在的位置
- 选择轨道 1：STIPA 测试信号
- 选择扬声器输出，您将听到 STIPA 测试信号

STIPA 测量提示

环境噪声



在测试进行中任何背景噪声都必须足够的静态。测量过程中出现的瞬间脉冲背景噪声，像是语音，会造成严重的测量错误。STIPA 测量结果通常过高。

在不使用测试信号时直接测量 STIPA 值可测出波动噪声。在有代表性的测试点进行这些测量。如果 STI 值太大（如 $STI > 0.2$ ），最终的测量结果就可能错误。此时，STIPA 测量就必须在没有这些噪声存在时进行。这种情况下就需要利用环境噪声修正功能。

对于情况复杂的场所（如某些区域人较少，其余地方人很多）应测量最嘈杂情况下的 STIPA 值。请参考当地法规（例如美国的 NFPA），获得有关 STIPA 测量位置和次数的指导。

STIPA 测量

- 清晰度指数的范围在 0 至 1 之间，1 表示完美。考虑测量不确定因素下的最低语言清晰度要求为 0.5
- 同一测试点测得的 STIPA 波动不应超过 0.03 STI。如果您发现偏差超过 0.03，请验证并排除干扰因素，重新测量（如换到夜间测量）。
- STIPA 值较低可能由以下原因导致
 - 过多的混响，回声或反射
 - 较差的扬声器指向性或覆盖率
 - 扬声器调节错误，如较低的信噪比

一直有脉冲噪声怎么办？

在一个7天×24小时期间都在运行的工厂或高速公路旁，脉冲噪声是一直都存在的。因此不能正常进行 STIPA 的量测。在这种情况下，必须要在实验室中模拟现场的环境：

- 现实环境中的背景噪音必须被量测到，例如，使用 XL2 的 SLM 模式，在一个足够长的测量时间内求平均值。
- 在实验室中，必须模拟出在某个测量位置上具有一个和现场环境具有相同的频谱和声压级的没有脉冲噪音的弥散性声场。
- 在实验室中，尽可能的模拟出现实环境中演讲者和听众所处的环境。
- 然后我们就可以进行 STIPA的量测了，不需要再进行后处理了。

如果含有自动增益控制（AGC）的系统在原始环境中难以测试，这个步骤需强制使用。

测量配置

尽可能真实的模拟紧急情况：

- 在坐席区域将麦克风放置在离地 1 - 1.2 米处，在站立区域则放置在离地 1.5 - 1.8 米处（典型测量点不要在扬声器正前方）。
- 测量人员应站在声场之外，以免影响测量结果。因此，可以将麦克风固定在麦克风支架上，使用 ASD 缆线与 XL2 连接。
- VDE 0833 标准定义的测试区域为 6x6 米方格，像展览馆一样的大型区域则扩大为 12x12 米。测量点必须具有代表性！

CD 播放器

只有高品质的 CD 播放器才能用来播放 STIPA 测试信号，因为只有有限的时间位移（ ± 20 ppm）确保稳定的 STIPA 测试结果。应禁用音调控制和振动保护。我们推荐使用专业 CD 播放器。使用一个 1 KHz 测试信号验证 CD 播放器的时间位移：

- 将 NTi Audio 测试 CD 放入 CD 播放器，播放轨道 1，即 1 KHz 测试信号。
- 直接将 XL2 分析仪连接至音频输出端，使用 RMS/THD+N 功能测量信号频率。显示出的频率应该在 0.99998 kHz 到 1.00002 kHz 之间。

其它测试系统制造商生产的 STIPA 测试信号可能听起来很相似，但并不兼容。只有 NTi Audio STIPA 测试信号 CD V1.1 或更高版本可以与 XL2 分析仪配合使用。

谁可以并应该进行 STIPA 测量？

尽管 STIPA 测试的背景原理很复杂，XL2 音频和声学分析仪 STIPA 测量功能的操作却非常简单。只要有基本声学知识的操作人员就能轻松进行。分析仪的存储功能可以支持在较大范围的厅堂内进行量测并将在各位置测得的数据储存在仪器内。进入存储的数据中，测得的 MTF（调制传递指数）方便专家进行专业的后处理所有数据。

更多信息：

更多信息，请访问 www.nti-audio.com

语言清晰度测量相关的详细信息都在 IEC60268-16(2011 第四版) 标准中，该标准也介绍了实际测试的过程和要求。

附录

主观分析仪方法

尽管频率响应，混响时间，失真，信噪比，和响度都和语言清晰度相关，但是即使将这些常规参量测量出来也不能完全确定语言清晰度。当我们将其他因素考虑进去时，比如将声波指向性和环境条件考虑进去，我们现在碰到的问题是：在不同位置上，信息可被理解的程度如何？

测量语言清晰度的一个基本方法是：让一个经过训练的人读一定数目字词，而那些具有代表性的位置上的人则分别写下他们认为已经明白的字词。然后统计分析他们记下的结果，以百分比的形式表示被理解的字词正确率。具体的操作步骤需按照标准PB-words, CVC or SRT。尽管这种方法可以测的语言清晰度，但是要进行这样的测量需花费很长时间并且花费巨大，并且在一些对人体有害的位置这种方法也不可行。因此，这些方法主要用来验证候补的测量方法。

科学方法

回溯到1940年，贝尔实验室开始研究确定语言清晰度的量测技术。现在那些很成熟的算法，比如 SII（语言清晰度指数）和各种形式的 STI（语言传递指数）都是可以很好的量测语言清晰度。

这些测量方法考虑了很多对语言清晰度有影响参量，比如：

- 信噪比
- 心理声学效果（掩蔽效应）
- 声压级
- 环境噪声
- 混响时间 RT60
- 反射
- 频率响应
- 失真

STI 量测的基本思想是播放一个合成的测试信号来代替演讲者的声音。量测语言清晰度时需要获取并分析这个信号，这相当于前边量测时听众的耳朵。大量的调查已经表明了语音特征的改变与语言清晰度之间的关系。这些研究结果被应用到了语言清晰度测量仪器内，使之直接将语言清晰度以单一数值在0（不知所云）和1（良好的可懂度）之间显示。

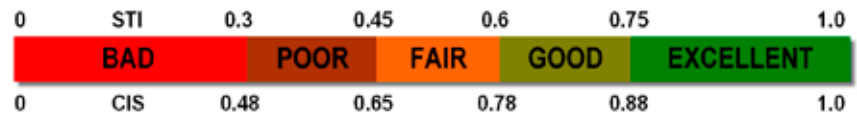


图1：语言清晰度可以用单一数值来表示。两种最常用的尺度为：STI（语言传输指数）和CIS（通用清晰度指数）

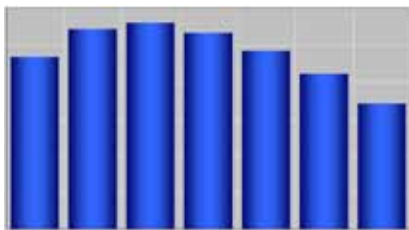


图2：男性演讲者的平均倍频程频带频谱

语音模型

首先，测量语言清晰度需要一个语音信号的模型。例如，语音可能被描述成各种不同的声音频率调制与加叠而成(例如振幅的变化)。

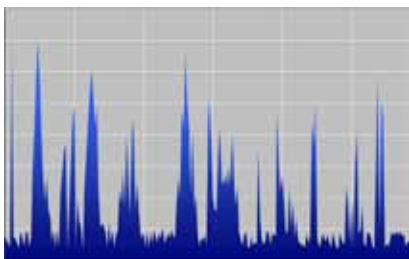


图3：语音信号的包络 (250 Hz 频带)

时间调制

在每一个频带，信号电平的变动，例如它的由于发话者的“调制”，图3 显示语音信号在250Hz 频带的包络，包络的外形是由语音内容所决定。

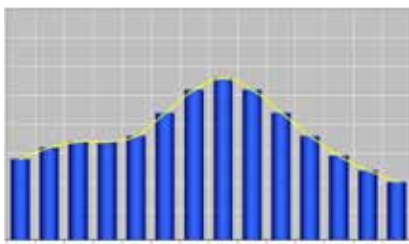


图4：语音信号包络的频谱(250 Hz 频带)

频谱

典型的对男性语音在一定周期中的的频率分析的结果特性显示如图2。

经由分析包络的频谱能够显示语音调制在个别的频带范围从0.1 到 24 Hz。一系列调制频率从 0.63Hz 到 12.5Hz 来进行频率调制。

调制传递指数 (MTF)

对于高语音理解度完整地调制的传送的语音信号被保存是必须的，因此，三个核心的理解度测量方法，STI，RASTI与STIPA为基于测量7个频带内的MTF (Modulation Transfer Function)。调制传递函数MTF测量量化在个别频带被调制的信号维持的程度。



图5：混响时间，背景噪声和反射都会影响到调制指数

图6 显示了一个倍频程带的MTF。这由测得的1/3 倍频程调制频率导出，因此结果为0.63 和12.5Hz 之间的14个频点。每个调制传输函数决定了相关倍频程带调制的好坏。

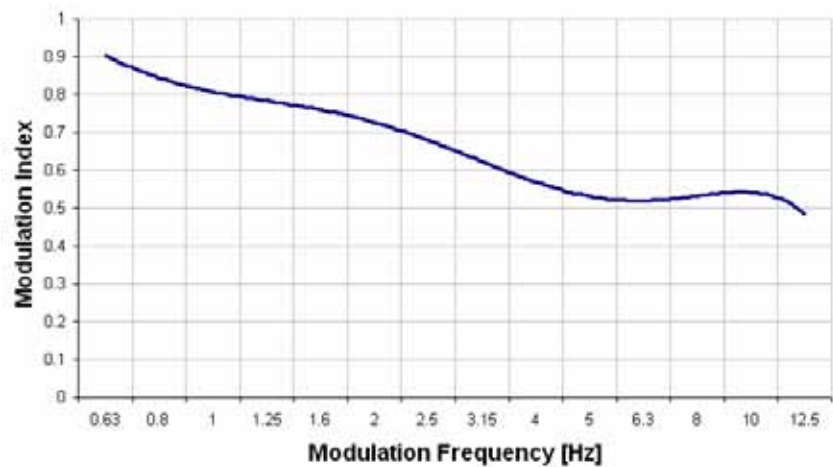


图6：倍频程频带的调制转换功能

基于MTF 结果与更多的参数如声压级听力临界，频率响应或精神声学效应 (遮蔽效应) 使得可靠的测量语言清晰度成为可能，相对的计算基于广泛且深入的与主观方法评估，与比较持续的优化。

测量完整的 MTF 如 STI 要求会变得相当复杂，例如，必须执行 $14 * 7 = 98$ 个各别测量，从而得到 15 分钟内的总的结果，因此，发展出不同的方案以减少测试时间以及使得语言清晰度测量得以在便携式仪表上实现。

STI - 语言传输指数

STI 结果为基于完整的 98 套测量而得，由于经由这种途径需要相当长的测量周期，实际上比较不常采用。不过，STI 所代表的是测量语言清晰度最详细的方法，同时大多是用在其他方法在不利的测量环境条件下不能提供可靠的测量结果时采用。

Octave Bands	Modulation Frequencies													
	0.63 Hz	0.8 Hz	1 Hz	1.25 Hz	1.6 Hz	2 Hz	2.5 Hz	3.15 Hz	4 Hz	5 Hz	6.3 Hz	8 Hz	10 Hz	12.5 Hz
125 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
250 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
500 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

图 7：STI 涵盖了所有的 14 个调制频率和 7 个倍频程带，因此一共有 $14 * 7 = 98$ 个调制指数的结果

实际上，STI 结果能经由计算测量到的脉冲响应 (MLSA) 得到，例如用一台基于计算机的系统，这种途径是更快速的，但它需要很丰富的经验与特别是系统设置上的表现是线性的，例如，必须不存在任何非线性处理或条件，包含压缩器与限制器等，那是非常罕见的处境。麦克风和扬声器在量测过程中不能移动。因为手持式分析仪是不需要安装的，因此手持式分析仪量测不需支持 MLS 测试。

RASTI - 房间声学语言传输指数

随着IEC 60268-16, 2011, 4.0版标准的生效, RASTI 不再是语言清晰度测量的许可方法。

RASTI 发展成为一种专门的用途, 例如, 在一个无回声的小房间里演讲者的发言, 但是不适用于电声系统。由于测试每个STI量测所花费的时间过长, 为了解决这个问题, 一个快速的、叫做RASTI的测试方法被发展出来。但这同时也是削弱了其综合测试能力以及外界不利影响的折中处理办法, 也导致了RASTI 与主观评价 STI 之间的一致性也较差! 然而, 由于技术条件的限制, 在很长一段时间内RASTI 是便携式仪器中唯一可用的方法, 来量测语言传输的质量! 其也被应用在航空工业在忽略上面提到的RASTI 的相关限制条件下来量测公共扩声系统。

RASTI 取得只有完整的MTF 的少数片段, 这是先检视明显的表现极单纯的STI, 因而, 必须谨守一些限制以得到可靠的室内声学语言清晰度RASTI。此外, RASTI 结果不考虑有效与实际的如频响, 回音, 和与频率相关的混响时间等辅助参数。对于一个RASTI 测量。只有考虑两个同时发生的信号频带, 例如, 500Hz 与2kHz 频带然后相对的被调制在4 与5 个频率。

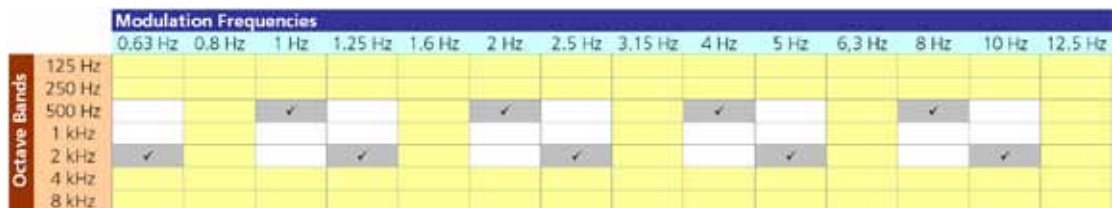


图 8 : RASTI采用了在两个不同倍频程频带中进行9个 不同的调制频率的调制。黄色区域标识是RASTI方法中为进行调制的区域

RASTI 通常用来量化两个人之间的可懂度指数

STIPA - 公共广播系统的语音传播指数

由于对安全上更多的注意，新技术方法与RASTI 的缺陷触发了扬声器制造商Bose 与TNO 研究院研发了新的测量公共广播语言清晰度的方法，经过这些努力发展出STIPA，这个指标可以用便携式仪表快速与精确的测试。

如同RASTI一样，STIPA 实行很简单的步骤来计算出MTF，但是STIPA 以分析所有7 个频带来决定MTF，藉着每一个频带是以两个频率作调制。

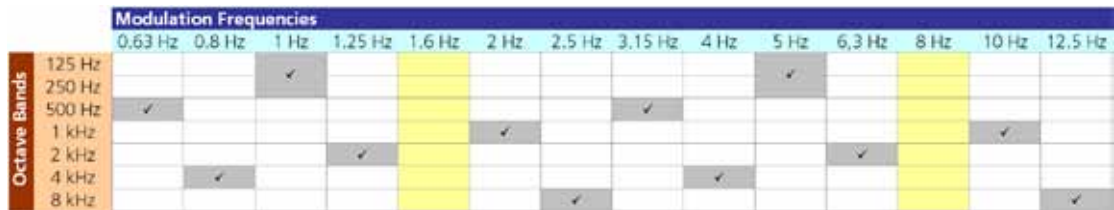


图9：IEC60268-16 标准中描述了 STIPA 测试方法，其125Hz 和 250Hz频带合并起来，黄色区域标识是为进行调制的区域

假设没有严重的环境噪声脉冲出现与没有大量的非线性失真发生，STIPA 提供如 STI 一样精确的测量结果，但是在正常系统工作时间内出现环境噪声脉冲，它通常可能会降低较有利的条件，例如区域内一些稍为不同的条件效果或者是夜间，然后以两者测出的结果计算出一个总的测量结果。

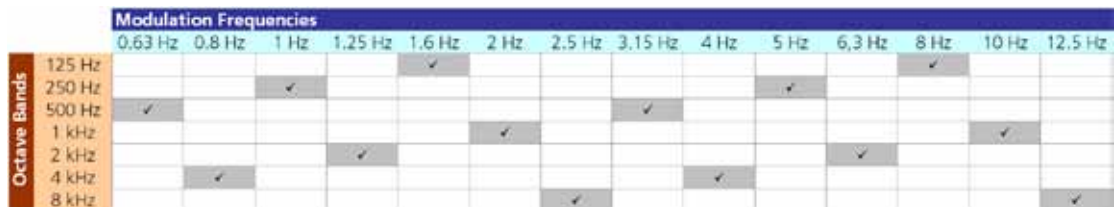


图10：NTi Audio-STIPA 方法（经过TNO认证）包含7个倍频程带和14个调制频率，其所得到的结果精度高于 IEC STIPA 方法

STIPA 与 STI 的区别

测量公共广播系统的 STI 一直非常耗时。一个完整的测量，需要得到并分析 98 组调制传递函数 (MTF)。由于操作过于复杂并耗时，因此多年以来没有真正可用的测量系统问世。随着 MLS 的问世，传递函数可以被计算出来。只要整个系统是严格的线性和同步，STI 数据就比较容易获得。例如，必须不存在任何非线性处理或条件，包含压缩器与限制器等，那是非常苛刻的条件。麦克风和扬声器在量测过程中不能移动。因为手持式分析仪是不需要安装的，因此手持式分析仪量测不需支持 MLS 测试。或者利用专门的 STIPA 测试信号，我们利用手持式音频分析仪就可以完成量测。

STIPA 是由 STI 衍生出来的，它已经具有了处理现金音响系统非线性环境的功能，并且将量测时间减少到合理的水平上。

以 STIPA 的测量结果来表示清晰度 Alcons (%)

$$\text{Alcons (\%)} = 10^{((1-\text{STI})/0.45)}$$

因为不同的量测规范之间存在差异，因此基于 Alcon 的量测来计算 STIPA 是不合理的。

现在的 STIPA

STIPA (公共广播系统语言传输指数) 借助便携仪器，支持更快更精确的测试。便携式 STIPA 测试仪，例如 NTi Audio 的 XL2 音频和声学分析仪，可在 15 秒内测得语言清晰度，因此非常适合大面积区域的测量。