

语言清晰度简介



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能力。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。

相关国家标准如图1所示-这些标准需要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。

主观分析方法

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？

National standards:	
ISO 7240	火灾探测和报警系统，第16及19条
NFPA 72	全国火灾报警章程2002（2002年版，第7.4.1.4条）
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。
DIN 60849	DIN VDE 0833-4系统调控及应用条例
图一：语言清晰度的最小值是标准化确定的。	

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：

- 语言声压级
- 背景噪声声压级
- 反射
- 混响时间
- 心里声学效果（掩蔽效应）

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。

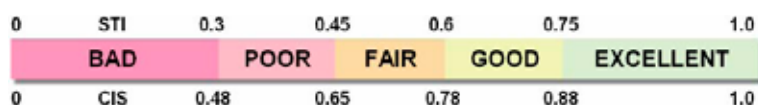


图2：语言清晰度可以用一单一数值来表示。两种刻度比较常用：STI和CIS（共通理解性尺度）

STI, RASTI 和 STI-PA 是测量语言清晰度最常用的方法。它们遵循相同的测量原理，而 RASTI 和 STI-PA 是 STI 的简单版本。接下来我们将逐一解释这些测量方法的原理。

语音模型

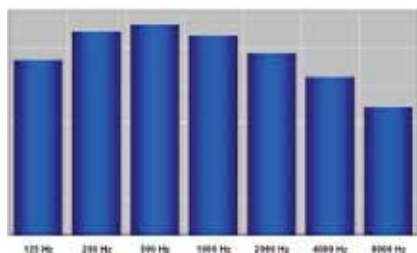


图3：男性演讲者的平均倍频程频带频谱

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）。

频谱：

典型的对男性语音在一定周期中的频率分析的结果特性显示如图3。

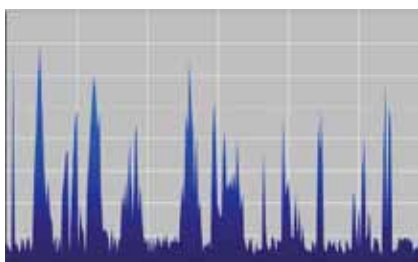


图4：语音信号的包络
(250 Hz 频带)

时间调变:

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 4 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。

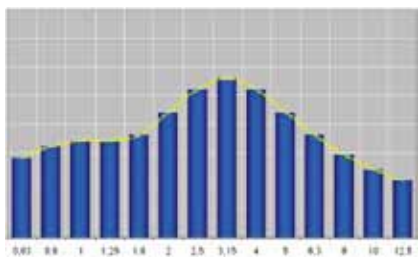


图 5: 语音信号包络的频谱
(250 Hz 频带)

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 STI-PA 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。

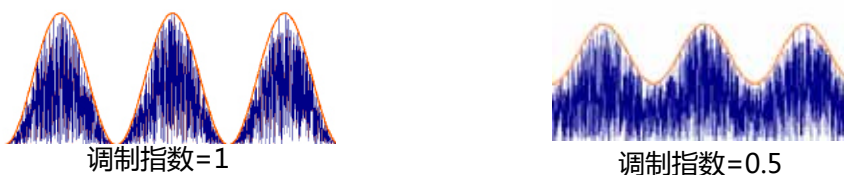


图6：混响时间，背景噪声和反射都会影响到调制指数

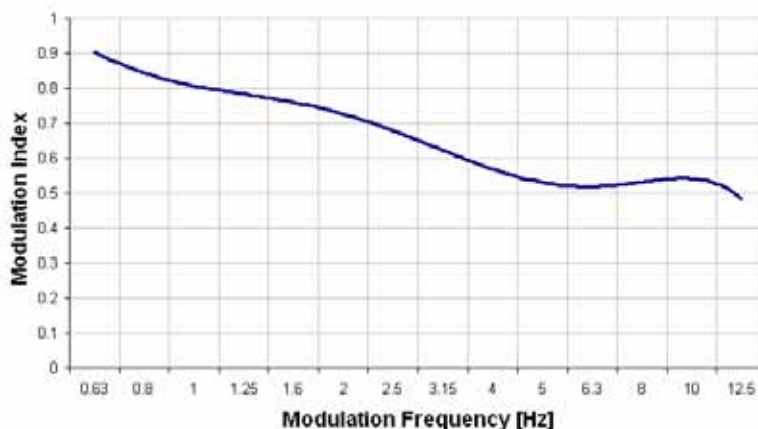


图7：倍频程频带的调制转换功能

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 $14 * 7 = 98$ 个个别测量，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 - 语言传播指数

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。

		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
Octave Bands	125 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	250 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	500 Hz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	8 kHz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

实务上，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 - 室内声学语音传播指数

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。500 Hz 与 2 kHz 频带然后相对的被调制在 4 与 5 个频率。

		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
Octave Bands	125 Hz														
	250 Hz														
	500 Hz			✓						✓					
	1 kHz													✓	
	2 kHz	✓													✓
	4 kHz				✓										
	8 kHz														

图9：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 的实务上运用主要限制在两个人之间测得。然而，RASTI 一直以来都是便携式仪表能采用的唯一的方法。

STI-PA - 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 STI-PA，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，STI-PA 实行很简单的步骤来计算出 MTF，但是 STI-PA 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10：IEC60268-16标准中描述了STI-PA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，STI-PA 提供如 STI 一样精确的测量结果，但是如果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。便携式 STI-PA 分析仪，例如，NTi Audio公司的声学分析仪，能够对每个位置在15秒以内评量语言清晰度，因此适合用于大范围的测量与高的测量效率。

更佳详细的资料参考IEC60268-16 (2003-5)标准中关于语言清晰度测量的章节，在这里面还说明了测试步骤及要求。