

# 建筑隔声测量

## 使用 NTi Audio 声级计



本应用手册详细描述了如何对建筑隔声进行测量。包括两个房间之间的空气声隔声和撞击声隔声，以及外墙空气声隔声。所有测量都可由 XL3 或 XL2 声级计执行，并通过建筑隔声报告分析软件处理数据并生成符合标准的报告。

隔声量的计算需要结合多个声压级与混响时间的测量结果。考察的典型频率范围为 50 Hz 到 5 kHz。测得的空气声隔声量基于频率，也可以转换为表征声学特性的单值评价量，即隔声量，用以量化声学性能。

本应用手册适用于容积介于 25 m<sup>3</sup> 和 250 m<sup>3</sup> 的房间。小房间测量需执行的低频修正程序在“拓展”部分说明。



XL3  
声级计



### 目录

1. 新标准	2
2. 准备	4
3. 房间之间的空气声隔声	6
4. 撞击声隔声 (XL3 为例)	17
5. 外墙空气声隔声 (XL3 为例)	26
6. 隔声报告分析软件	38
7. 拓展	39

## 1. 新标准

### 标准更新

国际和中国国家标准更新了内容,简化了测量方法:

旧国标	新国标	新国标实施日期	ISO 标准
GB/T 19889.1-2005	GB/T 19889.1-202X 侧向传声受抑制的实验室测试设施要求		ISO 10140-5
GB/T 19889.2-2005	GB/T 19889.2-2022 数据精密度的确定、验证和应用	2022-10-01	ISO 12999-1
GB/T 19889.3-2005	GB/T 19889.3-202X 建筑构件空气声隔声的实验室测量		ISO 10140-2
GB/T 19889.4-2005	GB/T 19889.4-202X 房间之间空气声隔声的现场测量		ISO 16283-1
GB/T 19889.5-2006	GB/T 19889.5-202X 外墙构件和外墙空气声隔声的现场测量		ISO 16283-3
GB/T 19889.6-2005	GB/T 19889.6-202X 楼板撞击声隔声的实验室测量		ISO 10140-3
GB/T 19889.7-2005	GB/T 19889.7-2022 撞击声隔声的现场测量	2023-02-01	ISO 16283-2
GB/T 19889.8-2006	GB/T 19889.8-202X 重质标准楼板覆面层撞击声改善量的实验室测量		ISO 10140-1
	GB/T 19889.9-202X 实验室测量程序和要求		ISO 10140-4

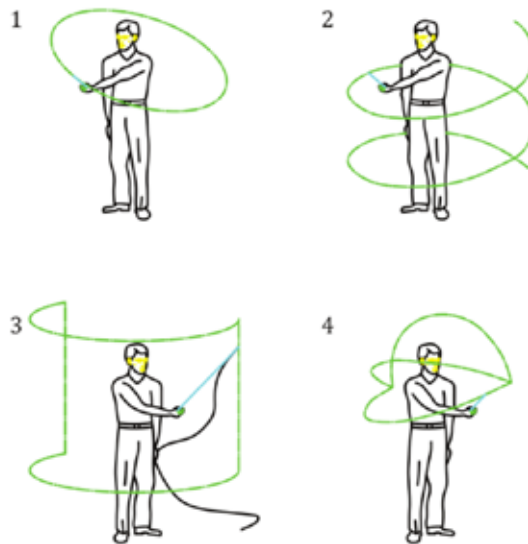
### 测量传声器

新标准明确了操作人员在测量期间可出现在房间中,并阐明如何使用手持式传声器或声级计测量声场。

- 固定传声器位置
  - » 三脚架
  - » 手持
- 机械化连续移动传声器
- 手动扫测传声器

手动扫描测量, 缩短时间测量, 但不支持橡胶球。

- 传声器或声级计皆可
- 最大角速度  $20^\circ/\text{s}$



1. 圆圈 2. 螺旋 3. 圆柱 4. 半圆 (空间不足时)

结果出现争议时, 需以人不在室内的测量为准!

## 声源

除了标准撞击器, 新增橡胶球作为撞击声隔声的撞击源, 以测量和评估重而软的撞击声隔声。

- 模拟重而软的撞击声
- $1/3$  倍频程, 中心频率 50 – 630 Hz

## 角落声压级 / 低频段修正

增加了小房间的低频测量程序 (详见“拓展”)。

- $<25 \text{ m}^3$  的房间
- 不支持撞击球

## 2. 准备

### 仪器配置

声级计需满足 IEC 61672-1 一级/一型标准的要求。推荐配置为：

XL3 配置	XL2 配置
<ul style="list-style-type: none"> <li>• XL3 声级计或 XL3-TA 声级计以满足法律上可追溯的测量 (=XL3 安装型式认证选件)</li> <li>• XL3 安装建筑隔声测量选件 (现场在仪器上测得最终结果)</li> <li>• XL3 安装室内声学扩展选件</li> <li>• <b>可选:</b> XL3 安装隔声报告分析选件 (永久安装) 或订阅隔声报告分析软件 (年度订阅)</li> <li>• M2230 量测麦克风</li> <li>• NTi Audio 一级精准校准器</li> <li>• 麦克风三脚架</li> <li>• DS3 十二面体声源扬声器</li> <li>• DS3 十二面体声源支架</li> <li>• PA3 功放</li> <li>• 标准撞击器或 IB01 撞击球</li> <li>• 安装隔声报告分析软件的计算机/平板电脑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• XL2 声级计或 XL2-TA 声级计以满足法律上可追溯的测量 (=XL2 安装型式认证选件)</li> <li>• XL2 安装扩展声学包选件 (支持测量 1/3 倍频程分辨率混响时间)</li> <li>• XL2 安装隔声报告分析选件 (永久安装) 或订阅隔声报告分析软件 (年度订阅)</li> <li>• M2230 量测麦克风</li> <li>• ASD 缆线, 5 米</li> <li>• NTi Audio 一级精准校准器</li> <li>• 麦克风三脚架</li> <li>• DS3 十二面体声源扬声器</li> <li>• DS3 十二面体声源支架</li> <li>• PA3 功放</li> <li>• 标准撞击器或 IB01 撞击球</li> <li>• 安装隔声报告分析软件的计算机/平板电脑</li> </ul>

### 校准

测量前后, 请使用一级精准校准器检查测量系统, 声压级偏差不应大于 0.5 dB。校准器精度需满足 IEC 60942 一级要求。

### 注意:

- 声压级测量系统的校准周期不能超过两年;
- 请全程佩戴听力保护装置。



[china@ntiaudio.cn](mailto:china@ntiaudio.cn)  
[www.ntiaudio.cn](http://www.ntiaudio.cn)



### 3. 房间之间的空气声隔声

测量两个房间之间的空气声隔声需要获得下列参数：

- 声源室声压级；
- 接收室声压级；
- 接收室背景噪声；
- 接收室混响时间。

测量建筑隔声的基本方法就是通过 DS3 十二面体声源在声源室发出一个噪声\* (依据标准)。这样就在房间内创造了一个扩散声场。声音穿过隔墙传到接收室, 可以认为接收室也是一个扩散场。

首先, 在声源室多个位置测量声压级并平均。在接收室重复这个过程 - 并修正任何恼人的背景噪声。

两处声压级差体现了第一个扬声器位置的隔声情况。改变扬声器位置, 再次进行同样的测量过程。

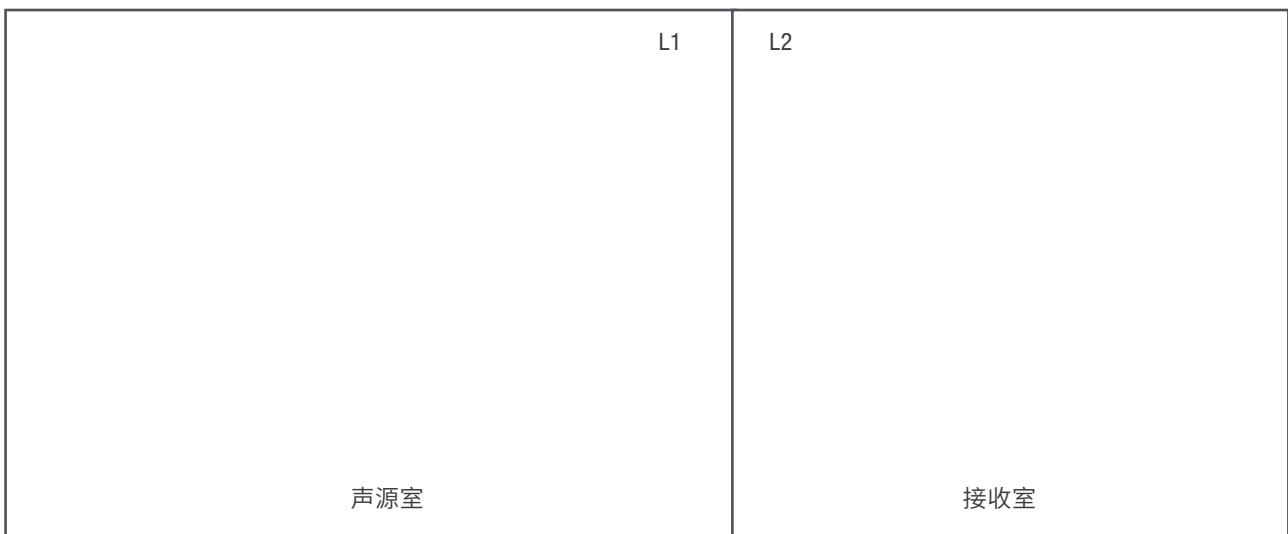
还需在接收室测量混响时间以便修正 - 混响会使房间的声压级更大。

\* 可通过 MR-PRO 音频信号发生器将白噪声等测试信号输入 PA3 功放并通过 DS3 扬声器发出

### 3.1 开始测量

#### 房间选择

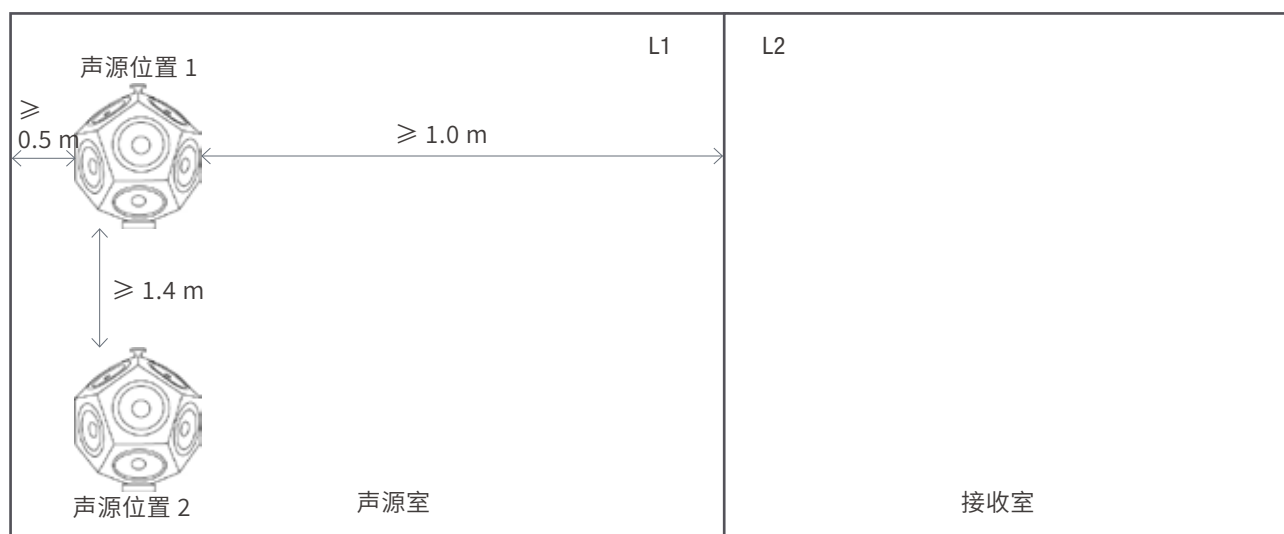
空气声隔声量需要在两个房间之间测量。一个房间作为声源室，另一个是接收室。如果两个房间大小不一，那么较小的那个应作为接收室。如果两个房间几何形状不同，则将更规则的那个作为接收室。



选择声源室和接收室

## 扬声器位置

- 将扬声器置于声源室；
- 需要让扬声器至少处于两个不同位置分别测量；
- 选择位置 1 离房间任何界面至少 0.5 米，离隔墙至少 1.0 米。位置 2 应相对于房间边界处于不同平面且离位置 1 至少 1.4 米。距离都是从十二面体声源扬声器中心处测算。如果待测的两个房间是上下楼层，扬声器应该置于楼上的房间，并且距离地面至少 1 米。



选择声压级测量的信号位置

## 测试信号电平

- 将 PA3 功放的增益调至最小；
- 打开 PA3 功放；
- 选择“EQ Pink”信号，在声源室输出平坦的声学信号。需要更高声压级时可选择“Pink”信号；
- 按下“Signal ON”信号开关”，调大增益直到接收室声压级比背景噪声高出至少 6 dB，最好能高出 10 dB (50 Hz - 5000 Hz 上每个频带的声压级)。如果实在难以达到，那么隔声报告分析软件会根据标准进行修正。

## XL3 项目设置

在 XL3 中选择建筑隔声测量功能, 点击“开始项目”:

- 选择标准: 如 ISO 16283
- 隔声类型: 如空气声隔声 (Airborne)
- 声源位置: 1、2、3 或 4
- 设置项目名称
- 确认



XL3 开始项目页面

在项目设置页面, 可以进一步设置:

- 声压级/频谱测量时间: 6、15、30 或 60 秒
- 混响时间测量模式: T20 或 T30
- 混响时间最小触发声压级: 如 80 dB



XL3 项目设置页面

点击屏幕右上角“选择测量”页, 选择要执行的测量:

- 声源室: L1-x = 声源室中不同声源位置的频谱 (可用位置数取决于”设置“页的设置)
- 接收室:
  - L2-x = 接收室对应声源位置的频谱 (可用位置数取决于”设置“页的设置)
  - B2 = 接收室的背景噪声
  - T2 = 接收室的混响时间
- 查看结果: D、D<sub>n</sub>、D<sub>nT</sub> 或 R'
- 还可以导入之前测量的数据



XL3 测量选择页面

## 3.2 扬声器位置 1 处的声压级

### 准备

在声源室和接收室分别定下五个麦克风位置, 间距尽可能大的均匀分布在房间内。所选位置不能和房间界面在同一平面, 也不能构成规则的方格。您可以用胶带在地上做记号。需要满足最小间距:

- 麦克风间距至少 0.7 米;
- 麦克风和房间界面的间距至少 0.5 米;
- 麦克风和扬声器间距至少 1.0 米;

建议操作人员在测量过程中离开房间以免产生的噪音影响最终测试结果。

将声源放置在声源室位置 1, 然后点击开始项目按钮开始隔声测量。

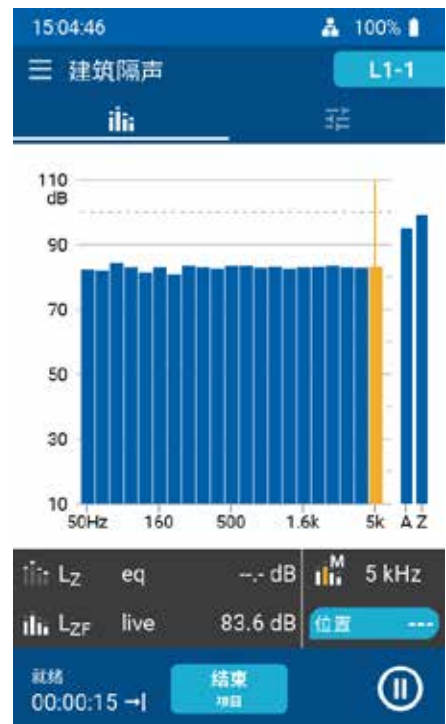
START  
Project

## 在声源室和接收室测量

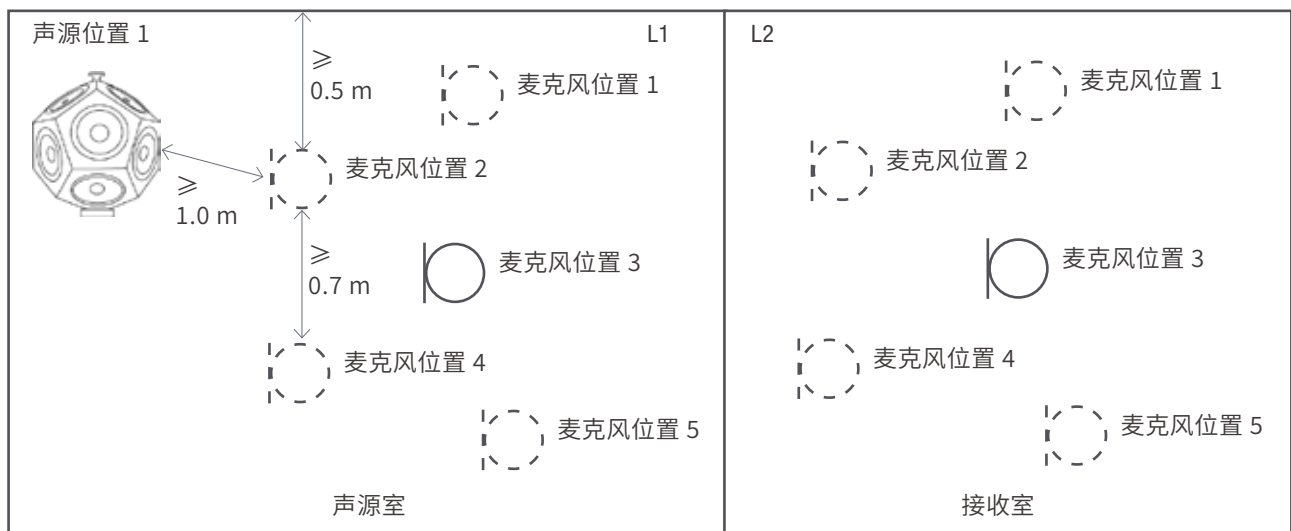
- 在”选择测量“页面选择 **L1-1** 对声源室进行频谱测量；
- 按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；
- 测量自动开始并结束，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；

提示:如果通过机械化连续移动传声器或手动扫测传声器,则无需移动到下个位置

- 声源室五个麦克风位置全部测量完成后,在”选择测量“页面选择 **L2-1** 对接收室进行频谱测量,方法与声源室相同。



声源室噪声频谱



扬声器位置 1 时在声源室和接收室测量声压级

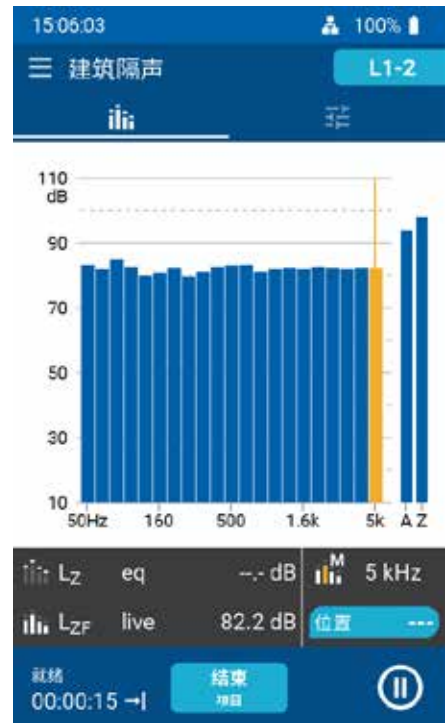
### 3.3 在扬声器位置 2 分别测量声压级

将扬声器移到位置 2

在声源室测量

- 在”选择测量“页面选择 **L1-2** 对声源室进行频谱测量；
- 按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；
- 测量自动结束后，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量噪声频谱。

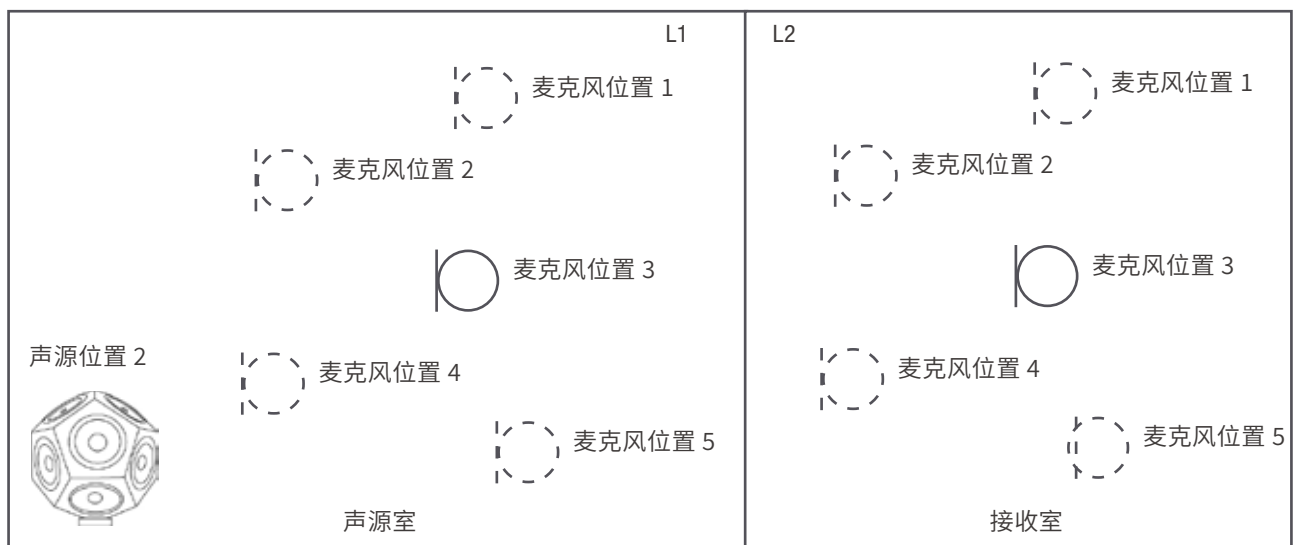
**!提示:如果通过机械化连续移动传声器或手动扫测传声器,则无需移动到下个位置**



声源室噪声频谱

在接收室测量

- 声源室五个麦克风位置全部测量完成后，在”选择测量“页面选择 **“L2-2”** 对接收室进行频谱测量，方法与声源室相同。



扬声器位置 2 时在声源室和接收室测量声压级

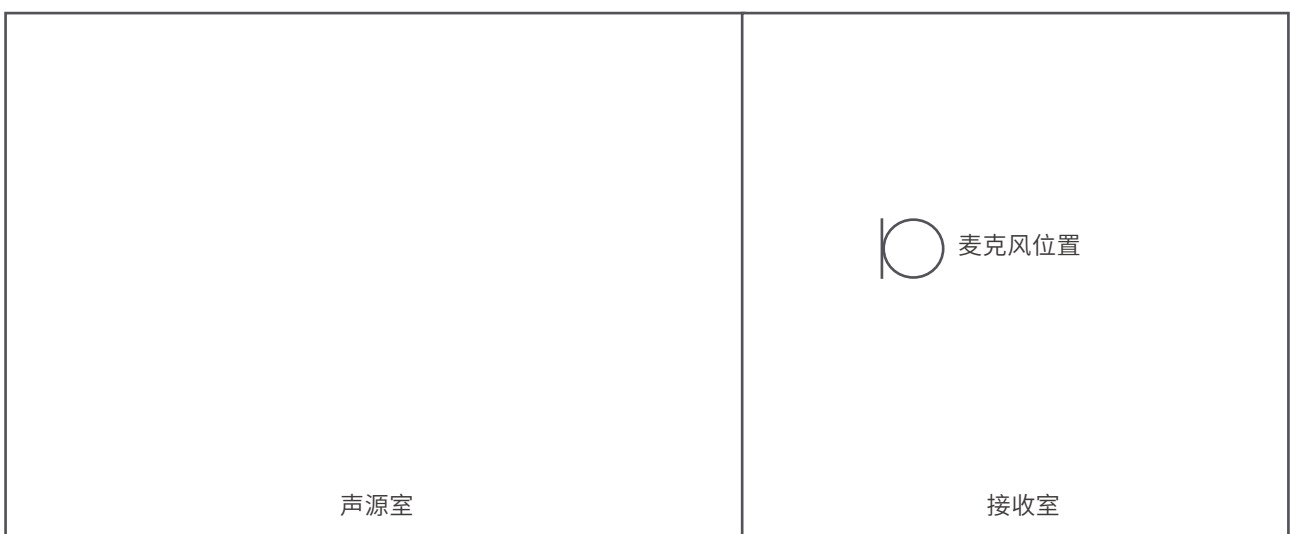
### 3.4 接收室背景噪声

#### 测量

- 在”选择测量“页面选择 **B2** 进行背景噪声测量；
- 按开始测量键 **START** 在接收室中测量背景噪声；
- 如果使用机械化连续移动传声器或手动扫测传声器, 应尽量避免发出噪声；
- 如果背景噪声不稳定, 需要测量更长时间, 比如
  - 100 Hz – 5 kHz  $\geq 30$  s
  - 50 Hz – 80 Hz  $\geq 60$  s



噪声频谱

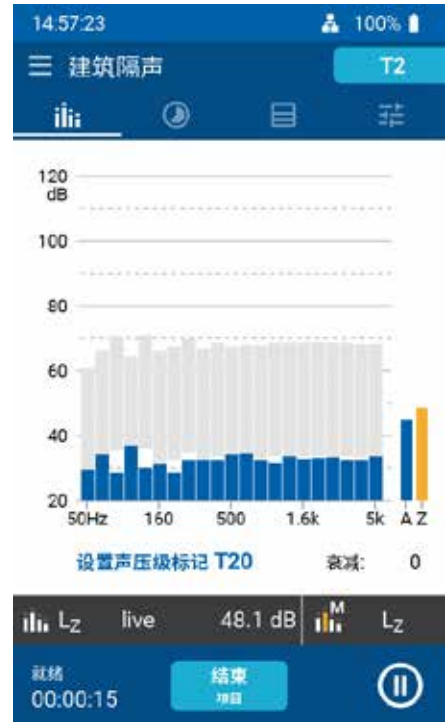


测量接收室背景噪声 Lb

### 3.5 测量接收室的混响时间

#### 准备

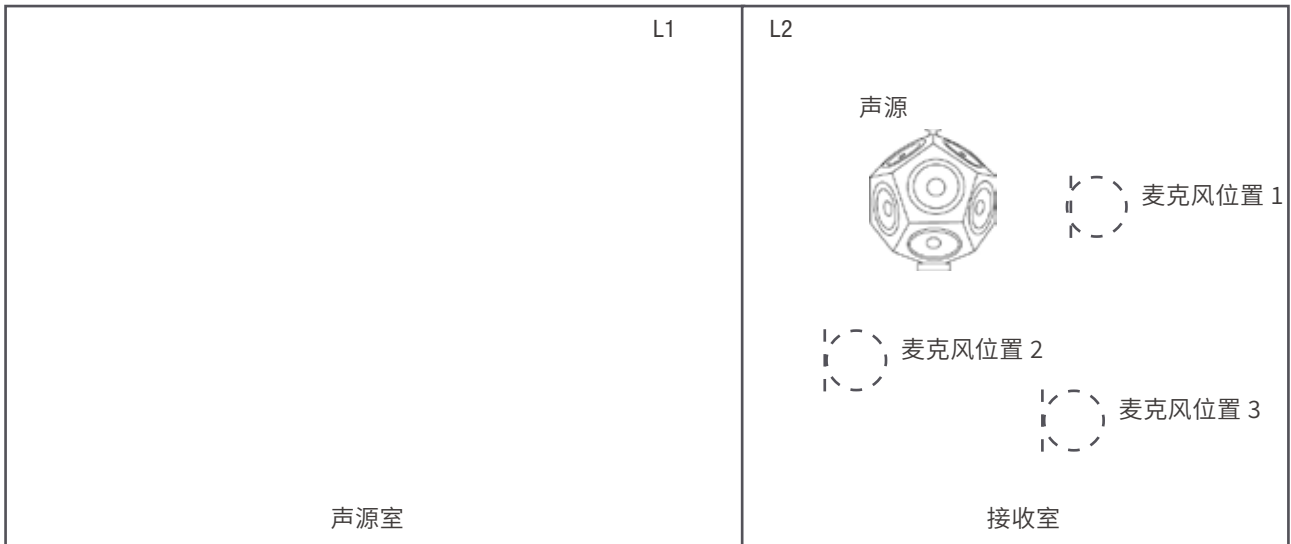
- 将扬声器放在接收室；
- 扬声器位置  $\geq 1$
- 对应传声器位置 x3
  - 每传声器位置测量次数 x2
- 或对应传声器位置 x6
  - 每传声器位置测量次数 x1



接收室混响时间 T

#### 测量

- XL3”选择测量“页面选择混响时间 **T2** 测量功能；
- 点击“设置声压级标记”，以便调整触发混响时间测量的声压级；
- 按开始测量键 **START** 测量，开关声源，触发混响时间测量，可等待测量多个周期；
- 按停止测量键 **STOP** 结束混响时间测量；
- 测量结束后，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量。



测量接收室混响时间

### 查看结果

- 点击结束项目 **END Project** 结束一系列测量, 保存测量结果;
- 现在, 您可以通过点击“结果”一栏下的相应按钮单独查看测量结果 D,  $D_n$ ,  $D_{nT}$ 或 $R'$ 。

注意: 在一系列测量过程中, 您可以随时在“选择测量”页面上查看在声源室或接收室中声源不同位置进行了多少次单独测量



查看结果

### 3.6 数据分析和报告

使用隔声报告分析软件可以验证所有数据并生成报告。这款计算机软件转为建筑声学专家们设计。您可以向软件中载入所有测量结果并生成隔声测量报告。软件基于参考曲线转换法进行计算,符合 ISO 717-1 标准。

计算:

- $D = L1 - L2$
- $D_n = D - 10 \log (A / 10)$
- $D_{nT} = D + 10 \log (T / 0.5)$
- $R' = D + 10 \log (S / A)$
- $A = 0.16 * V / T$

A	接收室等效吸声量 [m <sup>2</sup> ]
D	声源和接收室声压级差 [dB]
D <sub>n</sub>	规范化声压级差 [dB] (声压级差 D 以接收室等效吸声量 10 m <sup>2</sup> 修正)
D <sub>nT</sub>	标准化声压级差 [dB] (声压级差 D 是以接收室混响时间 0.5 秒为参考值)
D <sub>nT,w</sub>	计权的标准化声压级差 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
L1	声源室声压级 [dB]
L2	接收室声压级 [dB]
R'	现场测量的表观隔声量 [dB]
R' <sub>w</sub>	计权的表观隔声量 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
S	声源室和接收室隔墙面积 [m <sup>2</sup> ]
T	接收室混响时间 RT60 [s]
V	接收室容积 [m <sup>3</sup> ]

## 4. 撞击声隔声

撞击声隔声测量可用两种不同声源：

- 标准撞击器  
用于评估一系列或重或轻的撞击声，比如穿硬底鞋的走路声或物体掉落的声音。
- 撞击球  
用于评估较重但柔软的撞击，比如光脚走路或小孩蹦跳，也可以量化跟人为因素有关的值。

这里仅介绍标准撞击器的测量，撞击球测量通常更加简单。

撞击声隔声测量需要得到以下参数：

- 接收室背景噪声；
- 接收室声压级；
- 接收室混响时间。

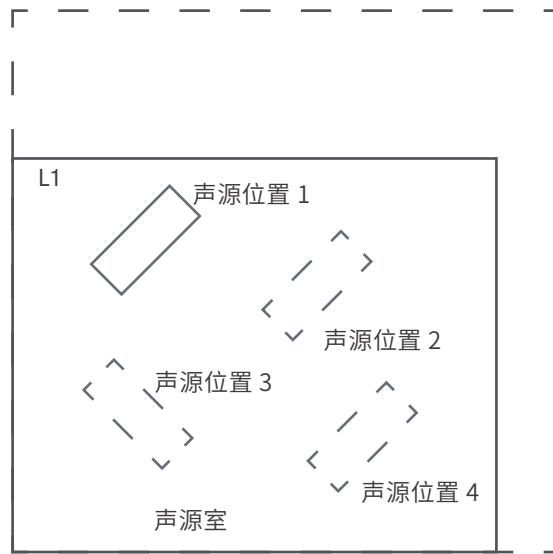
### 4.1 开始

#### 房间选择

一般情况下，撞击声隔声测量在上下两层房间之间进行。标准撞击器放置在楼上的房间，即声源室。测量在楼下进行，即接收室。

#### 声源室

- 将标准撞击器放置在声源室；
- 撞击器位置  $\geq 4$  个
- 距离边界  $\geq 0.5\text{m}$
- 梁或肋等的各向异性楼板结构需较多位置，且与撞击器方向成 $45^\circ$
- 撞击器随机分布，避免位置对称



声源室标准撞击器位置 - 俯视图

### XL3 项目设置

在 XL3 中选择建筑隔声测量功能，点击“开始项目”：

- 选择标准：如 ISO 16283
- 隔声类型：如撞击声隔声 (Impact)
- 声源位置：1、2、3 或 4
- 撞击声源：标准撞击器或撞击球
- 设置项目名称
- 确认



XL3 开始项目页面

在项目设置页面,可以进一步设置:

- 声压级/频谱测量时间:6、15、30 或 60 秒
- 混响时间最小触发声压级:如 80 dB



XL3 项目设置页面

点击屏幕右上角“选择测量”页,选择要执行的测量:

- 声源室:没有测量项目
- 接收室:
  - L2-x = 接收室对应声源位置的频谱(可用位置数取决于”设置“页的设置)
  - B2 = 接收室的背景噪声
  - T2 = 接收室的混响时间
- 查看结果:L'n、L'nT
- 还可以导入之前测量的数据



XL3 测量选择页面

## 4.2 接收室声压级

### 准备

标准撞击器应随机放在至少 4 个不同位置。一排锤连线与任何梁或肋呈 45° 角。声源距房间界面至少 0.5 米。

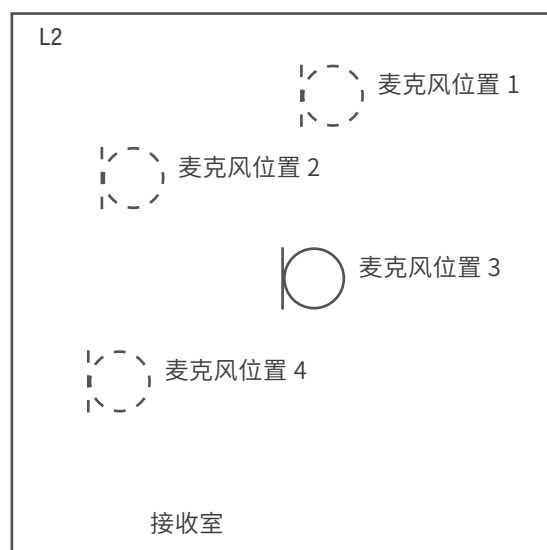
在接收室定下四个麦克风位置，间距尽可能大的均匀分布在房间内。每个声源位置需对应至少两个麦克风位置。所选位置不能和房间界面在同一平面，也不能构成规则的方格。您可以用胶带在地上做记号。需要满足最小间距：

- 麦克风间距至少 0.7 米；
- 麦克风和房间边界的间距至少 0.5 米；
- 麦克风距离被撞击的楼板至少 1.0 米。

### 测量次数：

- 每个撞击器位置测量次数  $\geq 1$
- 每个撞击器位置测量次数相同

建议操作人员在测量过程中离开房间以免产生的噪音影响最终测试结果。



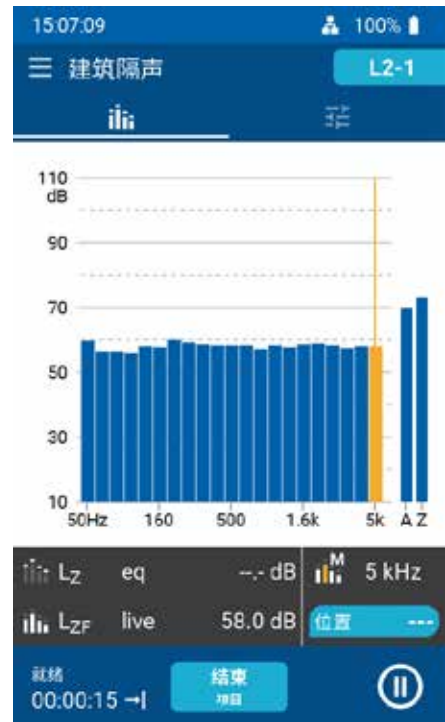
标准撞击器位置 1 时在接收室测量声压级 - 俯视图

## 在接收室测量

- 在”选择测量“页面选择 **L2-1** 对声源室进行频谱测量；
- 按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；
- 测量自动开始并结束，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；

提示：如果通过机械化连续移动传声器或手动扫测传声器，则无需移动到下个位置

- 全部测量完成后，在”选择测量“页面
- 测量时间
  - 100 Hz – 5 kHz  $\geq 30$  s
  - 50 Hz – 80 Hz  $\geq 60$  s



声源室噪声频谱

撞击器位置 1 的测量完成后，移动标准撞击器到下个位置，重复上述测量步骤，测量接收室声压级“L2-2”。

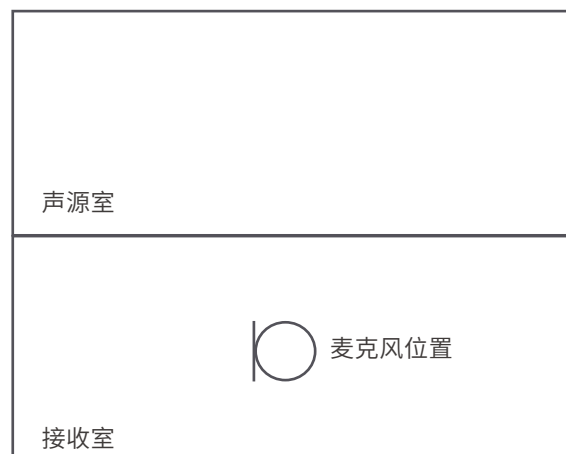
### 4.3 接收室背景噪声

#### 测量

- 在”选择测量“页面选择 **B2** 进行背景噪声测量；
- 按开始测量键 **START** 在接收室中测量背景噪声；
- 如果使用机械化连续移动传声器或手动扫测传声器, 应尽量避免发出噪声；
- 如果背景噪声不稳定, 需要测量更长时间, 比如
  - 100 Hz – 5 kHz  $\geq 30$  s
  - 50 Hz – 80 Hz  $\geq 60$  s



噪声频谱

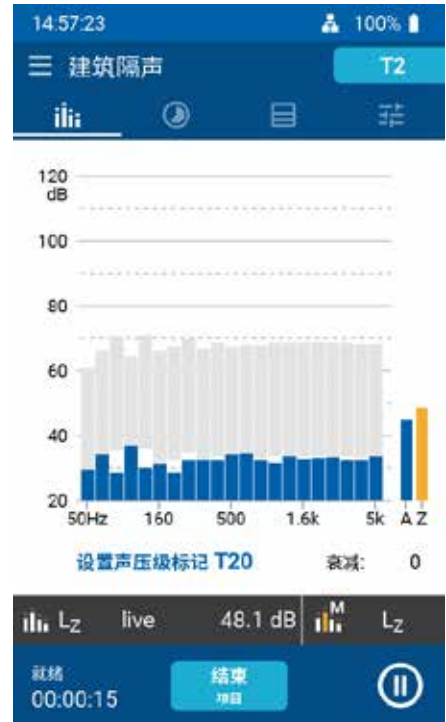


测量接收室背景噪声 Lb - 侧视图

## 4.4 接收室混响时间

### 准备

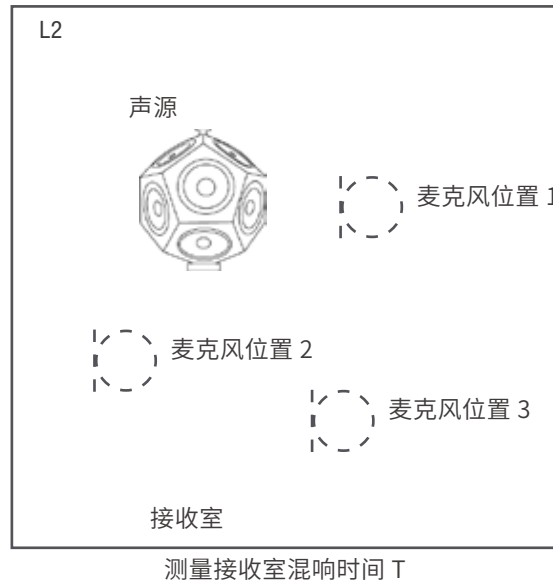
- 将扬声器放在接收室；
- 扬声器位置  $\geq 1$
- 对应传声器位置 x3
  - 每传声器位置测量次数 x2
- 或对应传声器位置 x6
  - 每传声器位置测量次数 x1



接收室混响时间 T

### 测量

- XL3”选择测量“页面选择混响时间 **T2** 测量功能；
- 点击“设置声压级标记”，以便调整触发混响时间测量的声压级；
- 按开始测量键 **START** 测量，开关声源，触发混响时间测量，可等待测量多个周期；
- 按停止测量键 **STOP** 结束混响时间测量；
- 测量结束后，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量。



### 查看结果

- 点击结束项目 **END Project** 结束一系列测量, 保存测量结果;
- 现在, 您可以通过点击“结果”一栏下的相应按钮单独查看测量结果  $L'n$ 、 $L'nT$ 。

注意: 在一系列测量过程中, 您可以随时在“选择测量”页面上查看在声源室或接收室中声源不同位置进行了多少次单独测量



查看结果

## 4.5 数据分析和报告

使用隔声报告分析软件可以验证所有数据并生成报告。这款计算机软件转为建筑声学专家们设计。您可以向软件中载入所有测量结果并生成隔声测量报告。软件基于参考曲线转换法进行计算,符合 ISO 717-2 标准。

计算:

- $L'_{n} = L_i + 10 \log (A / 10)$
- $L'_{nT} = L_i - 10 \log (T / 0.5)$
- $A = 0.16 * V / T$

A	接收室等效吸声量 [m <sup>2</sup> ]
L <sub>i</sub>	接收室撞击声压级 [dB]
L' <sub>n</sub>	规范化撞击声压级 [dB]
L <sub>n,w</sub>	计权的规范化撞击声压级 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
L' <sub>nT</sub>	标准化撞击声压级 [dB]
L' <sub>nT,w</sub>	计权的标准化撞击声压级 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
T	接收室混响时间 RT60 [s]
V	接收室容积 [m <sup>3</sup> ]

## 5. 外墙构件和外墙空气声隔声

外墙空气声隔声有两种不同测量方法：

- 构件测量法(道路交通噪声/扬声器噪声)
  - 用于测量外墙构件, 如窗户, 的隔声量;
  - 这种测量方法的目的在于评价外墙构件的现场隔声性能和实验室隔声性能的关系。
- 整墙测量法(道路交通噪声/扬声器噪声)
  - 可测得相对于距外墙外立面 2 米处噪声级的外墙实际隔声量;
  - 评价包含所有侧向传声影响在内的整个外墙隔声性能的首选方法;
  - 其结果不可用于同实验室测量结果对比。

本文档仅介绍扬声器噪声整墙测量法测量外墙空气声。

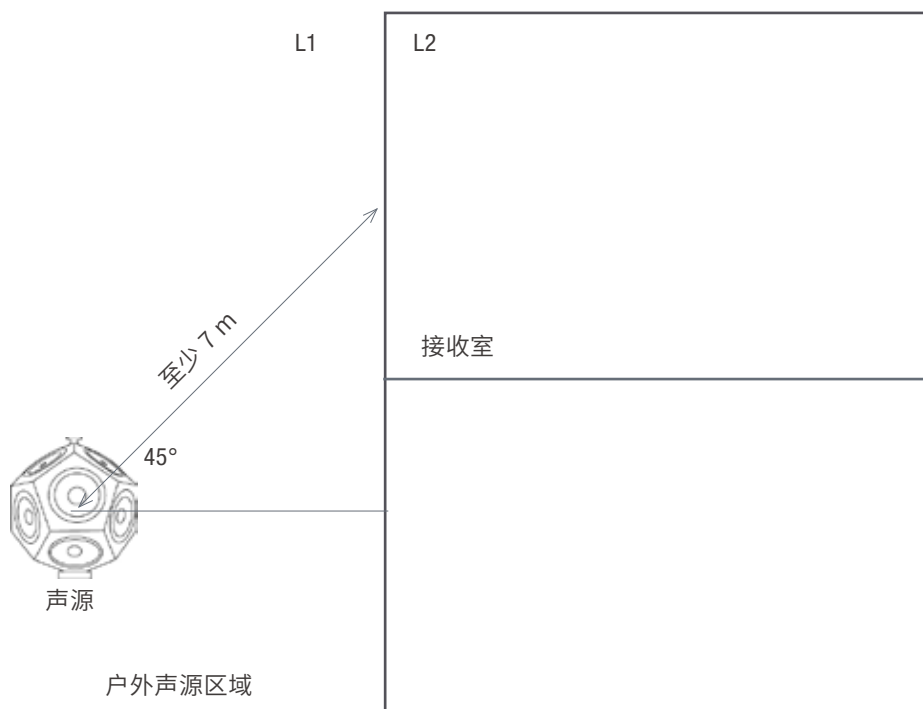
获得外墙空气声隔声量需要测量以下参数：

- 接收室背景噪声;
- 外墙外的声压级;
- 接收室内的声压级;
- 接收室混响时间。

## 5.1 开始

### 扬声器位置

- 将 DS3 十二面体声源扬声器放在外墙之外。垂直距离 D 至少为 5 米；
- 声波入射角应为  $45^\circ \pm 5^\circ$ ，声源距离待测外墙中心至少 7 米；
- 在外墙面之外 2 米处测量声源声压级；
- 可设置一处或多处声源位置进行测量。房间很大或有至少两个外立面时需要设置多个声源位置。



### 测试信号电平

- 以较低电平打开粉噪声测试信号；
- 调大增益直到接收室声压级比背景噪声高出至少 6 dB，最好能高出 10 dB (50 Hz - 5000 Hz 上每个频带的声压级)。如果实在难以达到，那么隔声报告分析软件会根据标准进行修正。

## XL3 项目设置

在 XL3 中选择建筑隔声测量功能, 点击“开始项目”:

- 选择标准: 如 ISO 16283
- 隔声类型: 如外墙隔声 (Facade)
- 声源位置: 1、2、3 或 4
- 测量方法: 外墙隔声测量或外墙构件测量
- 设置项目名称
- 确认



XL3 开始项目页面

在项目设置页面, 可以进一步设置:

- 声压级/频谱测量时间: 6、15、30 或 60 秒
- 混响时间最小触发声压级: 如 80 dB



XL3 项目设置页面

点击屏幕右上角“选择测量”页, 选择要执行的测量:

- 声源室:L1-x = 声源室中不同声源位置的频谱(可用位置数取决于”设置“页的设置)
- 接收室:
  - L2-x = 接收室对应声源位置的频谱(可用位置数取决于”设置“页的设置)
  - B2 = 接收室的背景噪声
  - T2 = 接收室的混响时间
- 查看结果:D、D<sub>n</sub>、D<sub>nT</sub>
- 还可以导入之前测量的数据



XL3 测量选择页面

## 5.2 声源室(外墙外)声压级

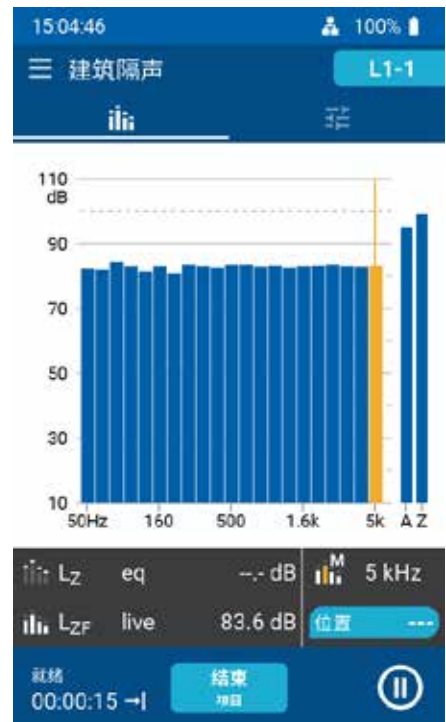
### 准备

在距建筑物外墙垂直距离 2 米 (+/- 0.2 米) 处测量声压级。麦克风比接收室地面高出 1.5 米。

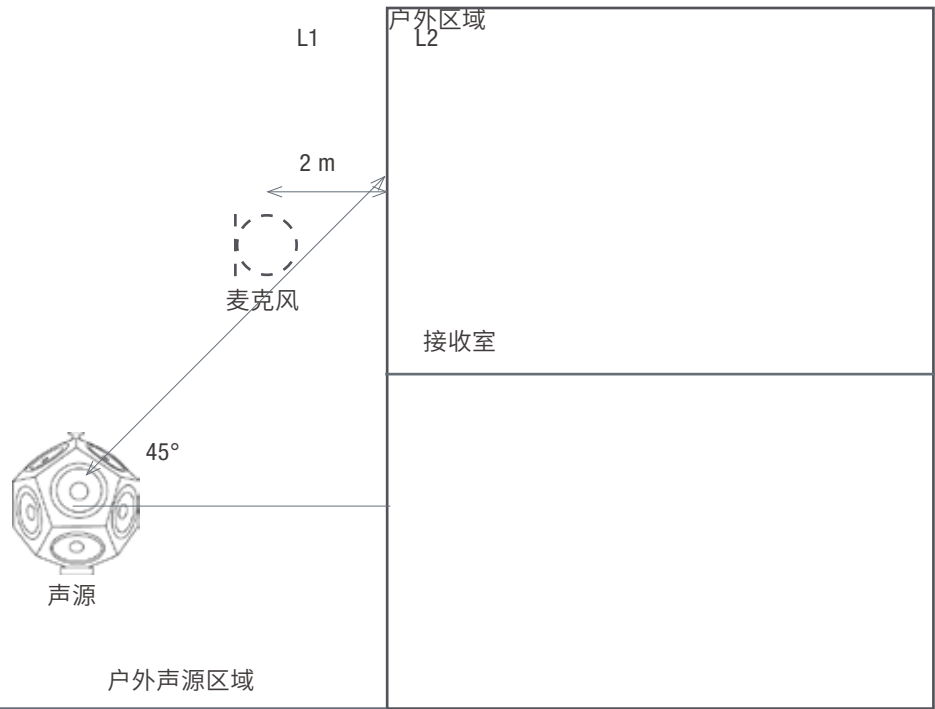
### 在声源室测量

- 在”选择测量“页面选择 **L1-1** 对声源室进行频谱测量；
- 按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；
- 测量自动开始并结束，确认保存数据。

提示：如果通过机械化连续移动传声器或手动扫测传声器，则无需移动到下个位置



声源室噪声频谱



测量外墙之外的声压级 - 侧视图

### 5.3 接收室声压级

#### 准备

在接收室定下五个麦克风位置，间距尽可能大的均匀分布在房间内。所选位置不能和房间界面在同一平面，也不能构成规则的方格。您可以用胶带在地上做记号。需要满足最小间距：

- 麦克风间距至少 0.7 米；
- 麦克风和房间界面的间距至少 0.5 米；
- 麦克风与被测件距离至少 1.0 米。

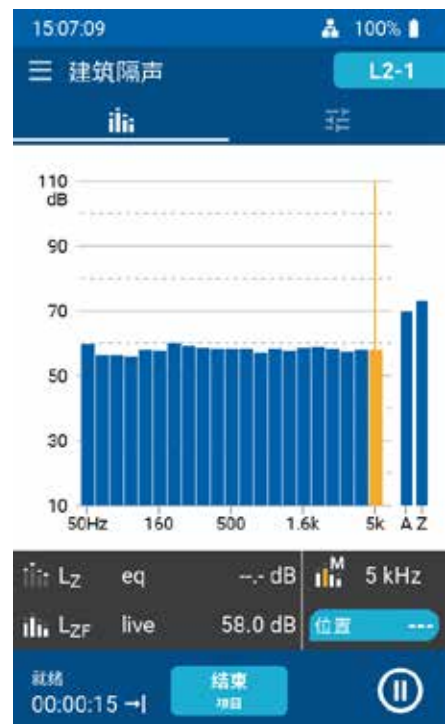
建议操作人员在测量过程中离开房间以免产生的噪音影响最终测试结果。

#### 在接收室测量

- 在”选择测量“页面选择 **L2-1** 对声源室进行频谱测量；
- 按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；
- 测量自动结束后，确认保存数据；
- 移动到下个麦克风位置，再次按开始测量键 **START** 测量噪声频谱；

提示：如果通过机械化连续移动传声器或手动扫测传声器，则无需移动到下个位置

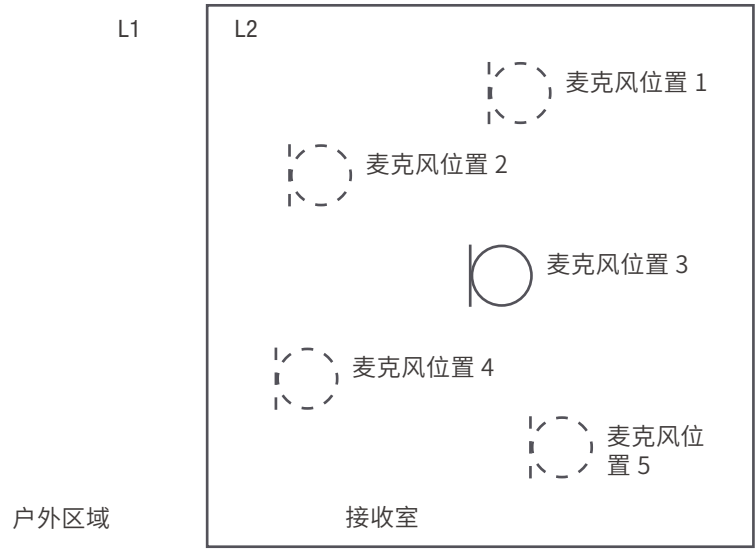
- 全部测量完成后，在”选择测量“页面
- 测量时间
  - 100 Hz – 5 kHz  $\geq 30$  s
  - 50 Hz – 80 Hz  $\geq 60$  s



声源室噪声频谱

L1

L2



测量接收室声压级 - 俯视图

## 5.4 接收室背景噪声

### 测量

- 在”选择测量“页面选择 **B2** 进行背景噪声测量；
- 按开始测量键 **START** 在接收室中测量背景噪声；
- 如果使用机械化连续移动传声器或手动扫测传声器, 应尽量避免发出噪声；
- 如果背景噪声不稳定, 需要测量更长时间, 比如
  - 100 Hz – 5 kHz  $\geq$  30 s
  - 50 Hz – 80 Hz  $\geq$  60 s



噪声频谱

L1

L2

户外区域

接收室

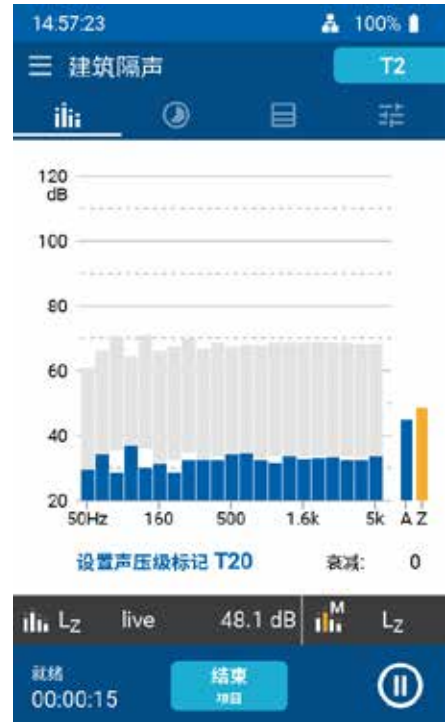
○ 麦克风位置

测量接收室背景噪声 Lb - 俯视图

## 5.5 接收室混响时间

### 准备

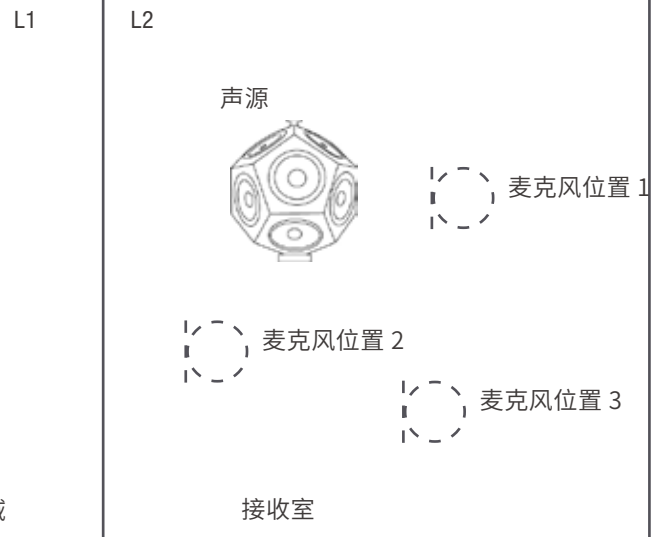
- 将扬声器放在接收室;
- 扬声器位置  $\geq 1$
- 对应传声器位置 x3
  - 每传声器位置测量次数 x2
- 或对应传声器位置 x6
  - 每传声器位置测量次数 x1



接收室混响时间 T

### 测量

- XL3”选择测量“页面选择混响时间 **T2** 测量功能;
- 点击“设置声压级标记”,以便调整触发混响时间测量的声压级;
- 按开始测量键 **START** 测量,开关声源,触发混响时间测量,可等待测量多个周期;
- 按停止测量键 **STOP** 结束混响时间测量;
- 测量结束后,确认保存数据;
- 移动到下个麦克风位置,再次按开始测量键 **START** 测量。



测量接收室混响时间 T - 俯视图

### 查看结果

- 点击结束项目 **END Project** 结束一系列测量, 保存测量结果;
- 现在, 您可以通过点击“结果”一栏下的相应按钮单独查看测量结果 D, D<sub>n</sub>, D<sub>nT</sub>。

注意: 在一系列测量过程中, 您可以随时在“选择测量”页面上查看在声源室或接收室中声源不同位置进行了多少次单独测量



查看结果

## 5.6 数据分析和报告

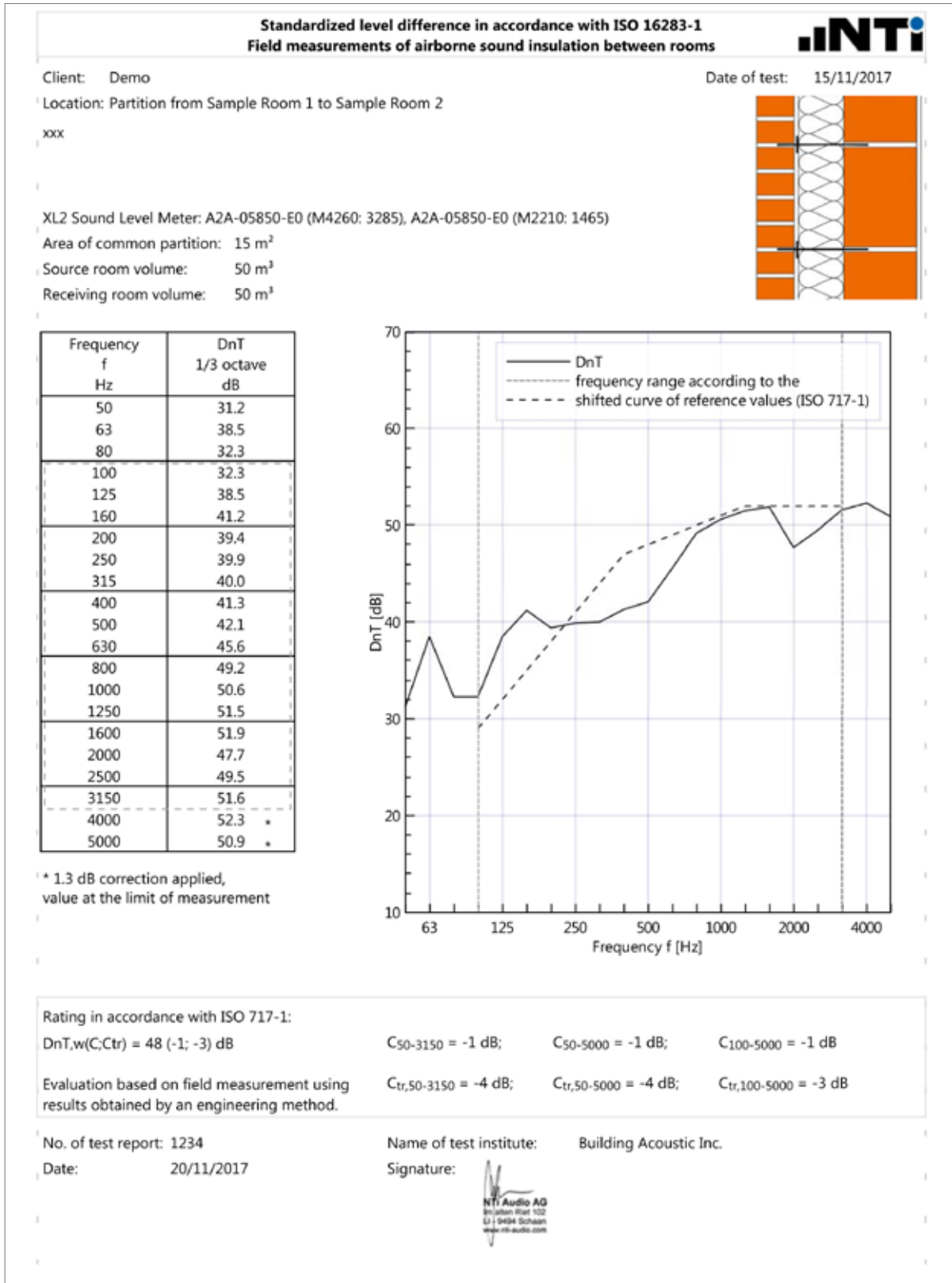
使用隔声报告分析软件可以验证所有数据并生成报告。这款计算机软件转为建筑声学专家们设计。您可以向软件中载入所有测量结果并生成隔声测量报告。软件基于参考曲线转换法进行计算,符合 ISO 717-1 标准。

计算:

- $D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$
- $D_{2m,n} = D_{2m} - 10 \log (A / 10)$
- $D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log (T / 0.5)$
- $R'_{45^\circ} = D + 10 \lg (S / A) - 1.5$
- $A = 0.16 * V / T$

A	接收室等效吸声量 [m <sup>2</sup> ]
D	构件测量法得到的外墙声压级和接收室声压级差
D <sub>2m</sub>	外墙 2 米处与接收室声压级差 [dB]
D <sub>2m,n</sub>	规范化声压级差 [dB] (声压级差 D 以接收室等效吸声量 10 m <sup>2</sup> 修正)
D <sub>2m,nT</sub>	标准化声压级差 [dB] (声压级差 D 是以接收室混响时间 0.5 秒为参考值)
D <sub>nT,w</sub>	计权的标准化声压级差 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
L <sub>1,2m</sub>	距外墙表面 2 米处的户外声压级 [dB]
L <sub>2</sub>	接收室声压级 [dB]
R' <sub>45°</sub>	构建测量法现场测量的表观隔声量 [dB]
R' <sub>45°,w</sub>	计权的构建测量法表观隔声量 [dB] (转换参考曲线后在 500 Hz 处的值)
S	待测外墙面积 [m <sup>2</sup> ]
T	接收室混响时间 RT60 [s]
V	接收室容积 [m <sup>3</sup> ]

## 6. 隔声报告分析软件



隔声报告分析软件 - 空气声隔声报告

## 7. 拓展

### 7.1 扩散场

建筑隔声测量中通常假设房间内的声场是扩散场(即空间内的声能密度均匀分布。)现实中,具有固定表面和吸声边界的规则房间内不会存在严格意义的扩散场。但现场实际测量中,一些房间的中高频部分存在近似扩散场。低于约 400 Hz,特别是低于 100 Hz 时,测试房间几乎不可能存在扩散场,特别是体积不超过 50 m<sup>3</sup> 的房间更难以得到扩散场。

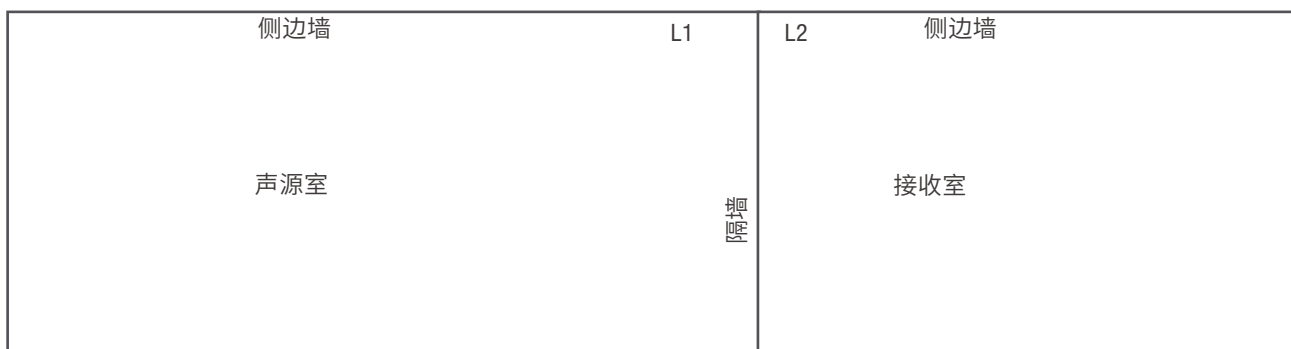
使用前文介绍的测量流程进行测量时,无需考虑空间是否是扩散场。

### 7.2 声源位置

扩散场内进行现场空气声隔声测量时,必须能激发声源室内的大多数共振频率。因此,无论在规则房间还是不规则房间,声源扬声器因放在靠近角落的位置。角落处的声源比房间中心的声源能激发更多共振频率。此外,应测量多处声源位置进行平均。(参考:建筑隔声, Carl Hopkins, 2007;国际标准爱思维尔修订版, Carl Hopkins, 2015)

### 7.3 隔声量 R

隔声量 R 描述的是实验室中两个房间之间墙壁,天花板或其它部件的隔声情况。对于实验室测量,很重要的一点是,经实验室自身测试隔断从声源室传入接收室的声音,应至少比经待测体传输的声音低 15 dB。(即实验室本身隔音需足够好。)



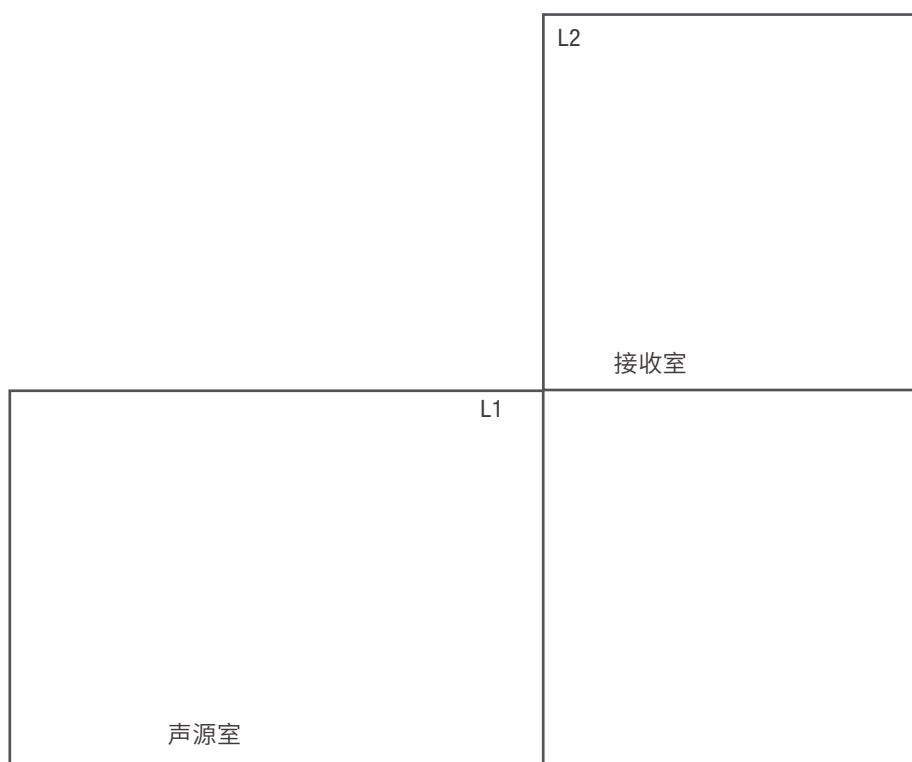
房间布局

## 7.4 表观隔声量 $R'$

现场测量时,声音从待测面一侧发出。接收室收到的声音并不全部透过待测面,也可能通过门窗,孔洞等绕射而来,因此现场测量的参数为表观隔声量  $R'$ 。

## 7.5 规范化声压级差 $D_n$

规范化声压级差通常用于房间之间不存在常规隔墙或隔墙难以确定的情况。分别在声源室和接收室测量声压级并计算声压级差  $D$ 。因为接收室内声压级受室内吸声量影响,通过实际吸声量对声压级差规范化,参考吸声量  $10 \text{ m}^2$ 。规范化声压级差  $D_n$  可换算隔声量  $R$ ,如  $D_n$  为  $40 \text{ dB}$ ,则表示隔墙面积  $10 \text{ m}^2$  的隔声量  $R = 40 \text{ dB}$ 。



没有常规隔墙的房间布局

## 7.6 标准化声压级差 $D_nT$

标准化声压级差描述的是两个房间之间的隔声量。它通常在地方标准或要求不高时使用。测量声源室和接收室声压级并计算声压级差  $D$ 。因为接收室内声压级受室内混响时间  $T$  影响,通过实际混响时间对声压级差标准化,参考混响时间  $0.5$  秒。

## 7.7 角落声压级/低频段修正

标准要求对小于 25 m<sup>3</sup> 的房间进行低频段修正, 需要执行独立的测量程序, 通过麦克风延长杆等附件测量角落声压级:

	角落声压级/低频段修正
作用	<ul style="list-style-type: none"> <li>声场模态声压级的空间变化较大</li> <li>改善重复性</li> </ul>
适用场景	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 25 m<sup>3</sup> 的房间</li> </ul>
限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>只能使用扬声器或撞击器发声</li> </ul>
测量参数	<ul style="list-style-type: none"> <li>角落声压级和角落背景噪声</li> <li>50 Hz, 63 Hz 和 80 Hz 的 1/3 倍频程</li> <li>63 Hz 倍频程混响时间</li> </ul>
测量要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>声源和常规测量时的位置一致 <math>\geq 2</math></li> <li>至少测量 4 个角落, 其中 2 个地面, 2 个顶板</li> <li>传声器和边界距离 0.3 - 0.4m</li> <li>每个位置测量时间 <math>\geq 15</math> s</li> </ul>



## 7.8 标准

GB/T 19889	声学 - 建筑和建筑构件隔声测量
ISO 16283-1	声学 - 建筑和建筑构件隔声测量 - 第 1 部分:空气声隔声
ISO 16283-2	声学 - 建筑和建筑构件隔声测量 - 第 2 部分:撞击声隔声
ISO 16283-3	声学 - 建筑和建筑构件隔声测量 - 第 3 部分:外墙隔声
ISO 717-1	声学 - 建筑和建筑构件隔音测定 - 第 1 部分:空气声隔声
ISO 717-2	声学 - 建筑和建筑构件隔音测定 - 第 2 部分:撞击声隔声
IEC 61672-1	电声学 - 声级计 - 第 1 部分:规范
IEC 61260-1	电声学 - 倍频程和分数倍频程滤波器 - 第 1 部分:规范
IEC 60942	电声学 - 声校准器
ISO 3382-2	声学 - 房间声学参数的测量 - 第 2 部分:普通房间的混响时间