

声功率测试标准大全解析及测试解决方案

声功率测量标准总览

国际标准	等同国标	方法级别	测试环境	声源体积、测量距离	最少测点	可得结果
3741	6881.1	精密(1级)	混响室满足专门要求	小于混响室容积2%、 声源置于地面距墙面>1.5m、传声器距墙面>1m	6	A计权声功率
3743-1	6881.2	工程(2级)	硬壁测试室(比较法)	容积 >40 m ³ 、声源与最近墙面距离>1m	3	A、C计权的声功率
3743-2	6881.3	工程(2级)	专用混响测试室	最好小于测试室容积1%、声源与最近墙面距离 >1m	6	A、C计权的声功率
3744	3767	工程(2级)	反射面上方近似自由场	>声源最大尺寸的2倍、半径不小于1 m > λ *1/4	-	A、C计权的声功率、 指向性信息
3745	6882	精密(1级)	半消或全消	最好小于测试室容积0.5%、>声源最大尺寸的2 倍、半径不小于1 m	20	A、C计权的声功率、 指向性信息
3746	3768	简易(3级)	无需特殊的室内空间	-	-	-
3747		简易(3级)	现场近似混响场	-	-	-
9614-1	16404	精密(1级) 工程(2级) 简易(3级)	外部噪声、 风、气流、温度稳定	-		
9614-2	16404.2	工程(2级) 简易(3级)		-		
9614-3	16404.3	精密(1级)		-		

如何选择声功率测试标准?



决定采用哪种测量标准的影响因素

影响因素	相关信息	ISO 标准					
		3741	3742	3743	3744	3745	3746
声源大小	大声源 - 不可移动						
	小声源 - 可移动						
噪声特性	稳态 - 宽带						
	稳态- 窄带 - 离散频率						
	非稳态						
测量方法级别	精密						
	工程						
	简易						
结果应用	噪声控制						
	典型试验						
	不同种类机器对比						
	相同种类机器对比						
可得的信息	倍频程级数						
	1/3 倍频程级数						
	A 计权级数						
	其它计权						
	指向性信息						
	时序分布						
测量环境	混响实验室						
	特定的混响实验室						
	空间较大的房间，室外						
	消声实验室						
	室内和室外就地实						

声功率测试系统：一套完整的解决方案

软件型号	测试模板	支持的标准
7799型自由场声功率	Free-field	ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746
	Free-field with Emission SPL	ECMA 74, ISO 7779
		ISO 3744, ISO 3745 (声功率)
		ISO 11201 (发射声压级)
	In situ	ISO 3747
	Vacuum cleaners	IEC 60704-2-1
	Dishwashers	IEC 60704-2-3
	Washing machines and spin extractors	IEC 60704-2-4
	Refrigerators	IEC 60704-2-14
	High frequency sound power	ISO 9295
	Directive 2000-14 EC户外机械噪声排放声功率	Directive 2000-14 EC
7882型声强法声功率	Fans	ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746
	ISO 9614-1	ISO 9614-1
	ISO 9614-2	ISO 9614-2
7883型土方机械声功率	ISO 9614-3	ISO 9614-3
	Earth moving machinery	ISO 6393, ISO 6394, ISO 6395, ISO 6396
7884型混响室法声功率	Reverberation room	ISO 3741, 3743-1 or 3743-2
	In situ	ISO 3747

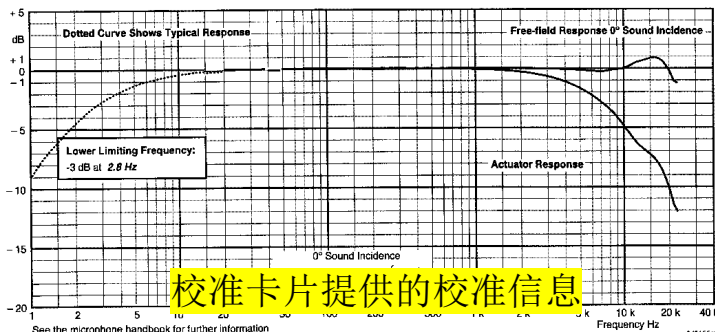
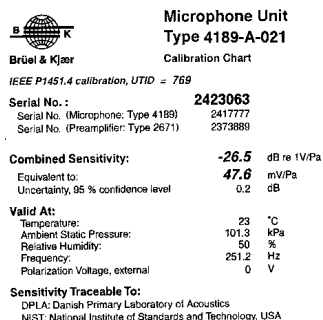
根据测试场景，选择合适的传声器

- 在消声室选择自由场传声器：如4966-H-041, 4189-A-021
- 在混响室选择扩散场传声器：如4942-A-021
- TEDS**功能，自动读取传声器信息
- 传声器支持**Req-X频响均衡**，提高测量精度
- 附带**校准卡片**提供每一只传声器的校准信息
- 附带**CD**包含了传声器的频响数据及不同条件下的修正曲线

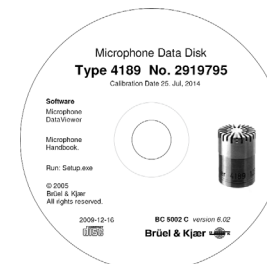
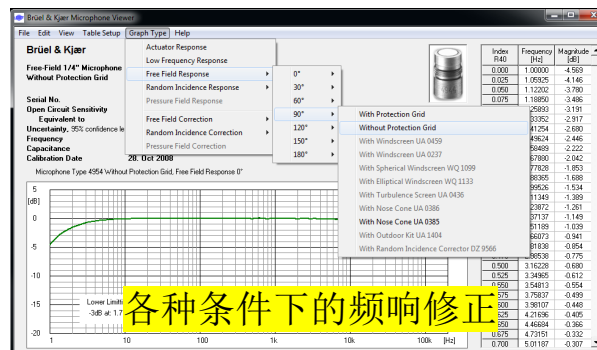
- 不同声场环境和测量角度的修正
- 风罩影响的修正

声强探头：

- 符合**IEC 1043 Class 1 标准**
- 具备**相位修正单元**（专利），使得低频相位匹配更精确



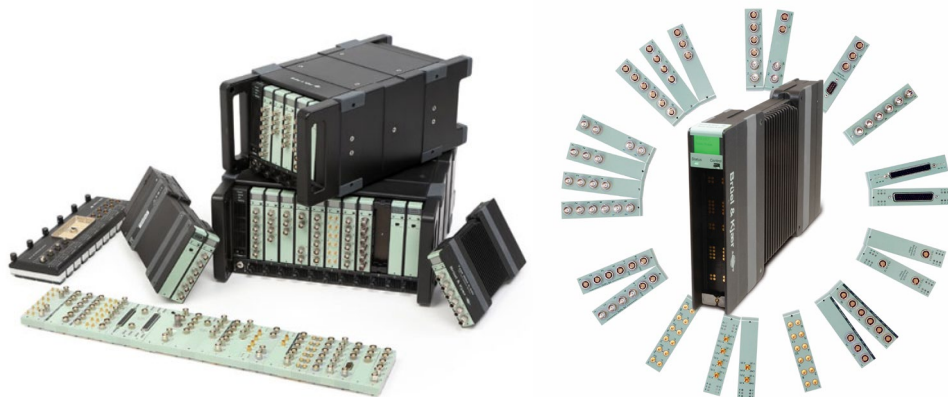
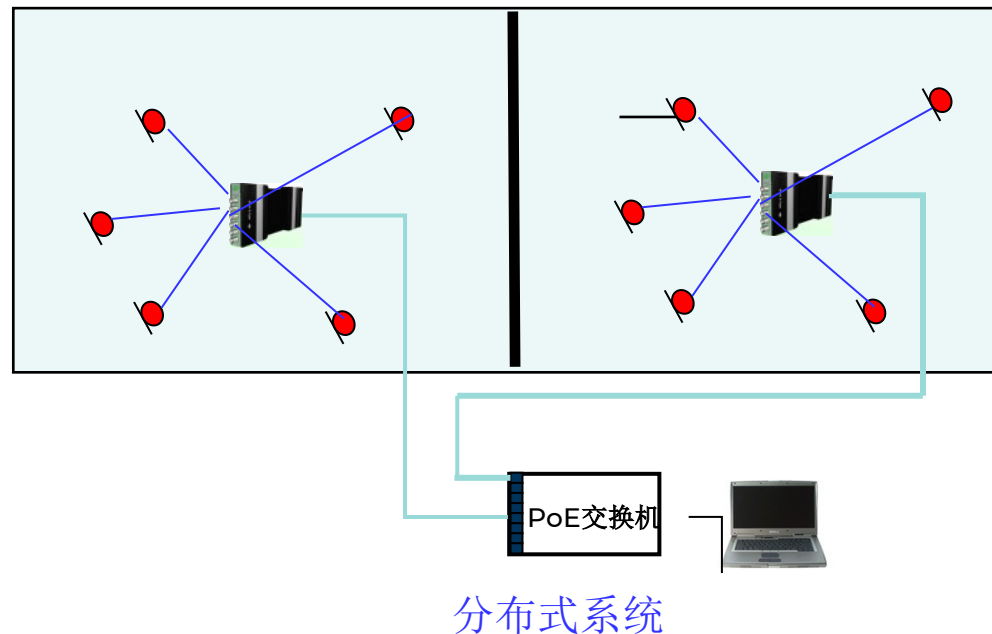
校准卡片提供的校准信息



LAN-XI数据采集系统

使用LAN-XI数据采集系统

- 160dB的动态范围
- 采集模块可灵活配置，扩展性强
- 可组成分布式系统，只需单根LAN 线缆即可实现数据传输、供电（PoE）和数据同步（PTP）
- 单个模块静音运行（无风扇）
- ...



模块、机箱、电池模块、可更换前面板



单个模块



自由场声功率

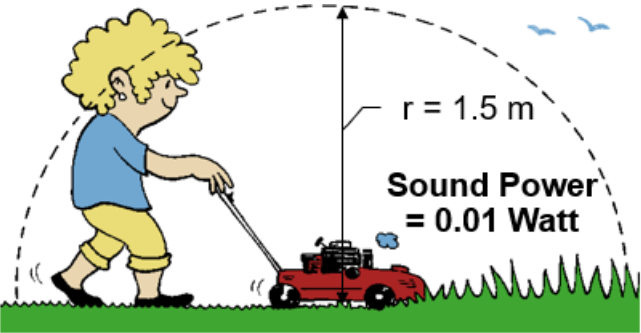


深圳市现代豪方仪器仪表科技有限公司 0755-26738591 13392863941

测试原理

自由场下

- 假设声强级 (dB) 等于声压级 (dB) , (二者相差小于0.2 dB)
- 可以通过测量声压级来代替声强级
- 测量一个完全包住声源的包络面或硬反射面上的包络面上各点的声压平均值, 再计算声功率



半消声室采用ISO 3744或3745时:

- 测量每个传声器测点处的时间平均声压级
 - 声源运行时测量一次
 - 声源关闭时测量一次
- $L_W = (L_p - K_1 - K_2) + 10 \log (S/S_0)$
 - L_W = 被测物的声功率级
 - L_p = 被测物的声压级
 - K_1 = 背景噪声修正因子
 - K_2 = 环境修正因子, $K_2 = L_W^* - L_{Wr}$
 - S = 测量包络面积, 对半消 $S=2\pi r^2$, 对全消 $S=4\pi r^2$
 - $S_0 = 1m^2$

<i>Standard</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Test Environment</i>	<i>Signal Type</i>	<i>Measurement</i>
3744	Engineering	Outdoors or In large room	Any	1/1, 1/3 octave, A-weighted
3745	Precision	Anecoic or Hemi-anechoic room	Any	1/1, 1/3 octave, A-weighted

测试原理

- ▲ 近似自由场 (ISO 3744 工程法)
 - 修正与自由场偏差的环境修正因子 K_2 , ($0 < K_2 < 2\text{dB}$)
 - K_2 可依据标准声源测量或者由混响时间计算得到
 - 只能得到工程级测量精度

- ▲ 参考声源4204型
 - 依据ISO 6926提供宽频带的声功率频谱
 - 可依据ISO 3744测量环境修正



4204标准声源



**KALIBRERINGSBEVIS**
SP Technical Research Institute of Sweden
Swedish Institute of Technology
Energy Technology
+46 10 516 54 24, kalman.andersson@sp.se

Issue July 28, 2010
Reference EX011142-9
Page 1 (3)



Initial calibration of a reference sound source
Identification
Object Reference sound source Brüel & Kjær type 4204 ser.no. 2721461
Object state Upon arrival the object had no visual damages.
Calibration date July 28, 2010
Measurement methods and procedures
The calibration has been performed according to ISO 6926:1999 and ANSI S12.5-2006/ISO 6926:1999, the free field method, and the sound power level for the actual meteorological conditions is calculated according to ISO 3745:2003 by adding the following correction.
$$-10 \lg \left(\frac{p}{1013,3} \sqrt{\frac{313,15}{273,15+\theta}} \right)$$

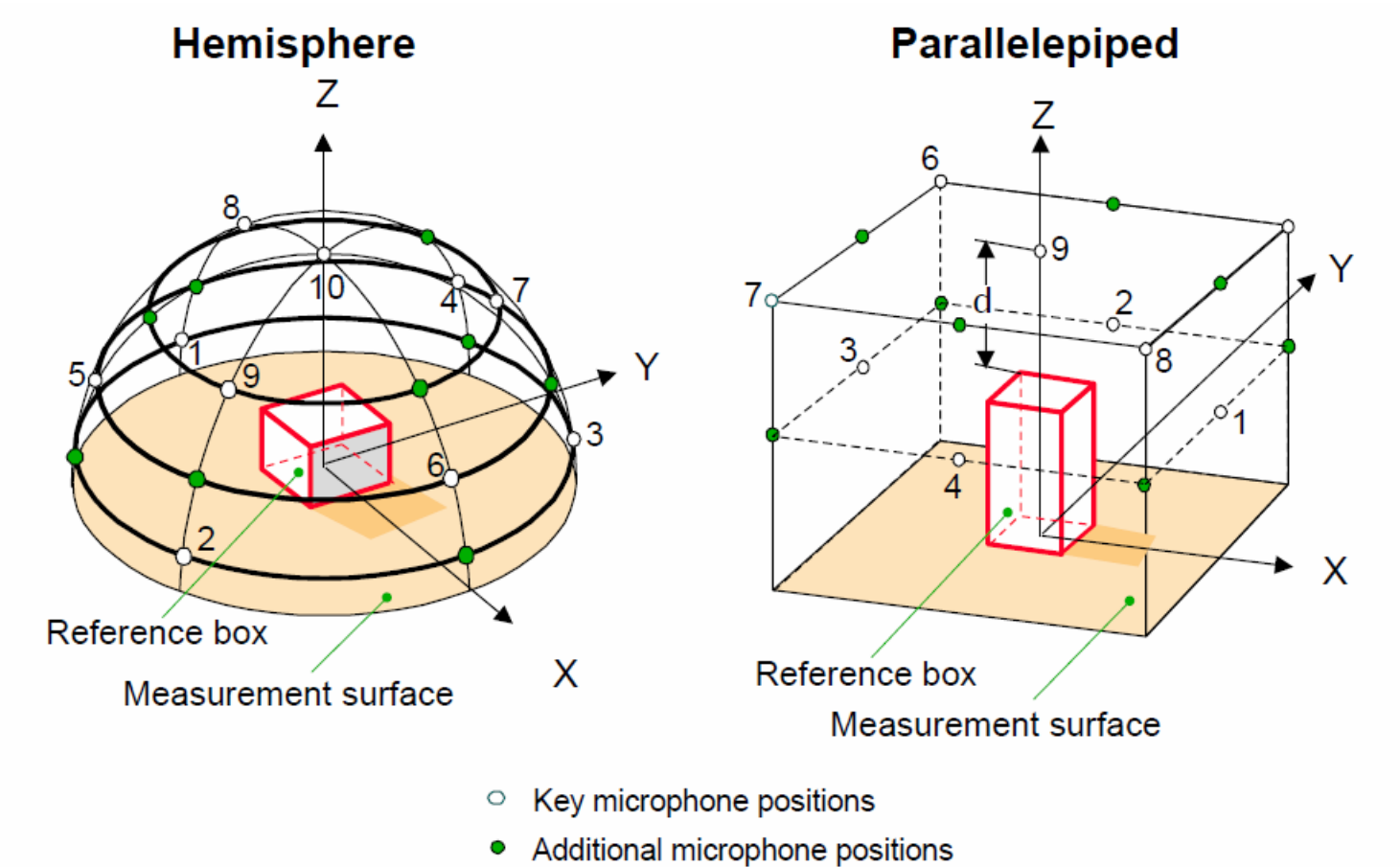
where
 p = barometric pressure during calibration (hPa)
 θ = air temperature during calibration (°C)
The result is finally normalised to reference meteorological conditions, 23°C and 1013,2 hPa, using corrections given in the B&K 4204 manual, by adding the following correction.
$$-10 \lg \left(\frac{p}{1013,3} \sqrt{\frac{296,15}{273,15+\theta}} \right)$$

The free-field method with 1 meridional path and a radius of 2 m is used. Each path has an integration time of 300 s. The microphone is mounted with its normal at 90° to the centre radius vector of the measurement hemisphere. The measurements have been corrected for air absorption according to ISO 9613-1:1993.

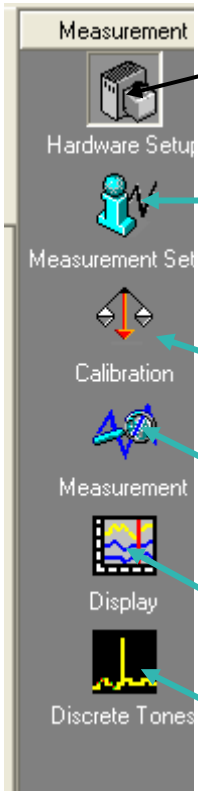
SP Technical Research Institute of Sweden
Issue date July 28, 2010
Issue no. EX011142-9
Version 1.0
Author Kalman Andersson
Reviewed by Peter Jönsson
Approved by Peter Jönsson
Lab. no. 2721461
Lab. no. (SPS) 2721461
Lab. no. (SPS) 2721461
Lab. no. (SPS) 2721461

Frequency (Hz)	L_{w} (dB re 1 pW)		Uncertainty (2 σ) (dB)
	115 V / 60 Hz	230 V / 50 Hz	
50	78,5	76,0	3,0
63	79,9	76,4	2,0
80	78,5	75,8	1,0
100	80,3	76,5	0,9
125	78,9	75,7	0,8
160	79,6	76,3	0,8
200	80,2	76,7	0,6
250	80,0	76,5	0,6
315	79,9	76,6	0,6
400	80,0	76,8	0,6
500	80,2	77,1	0,5
630	80,8	77,5	0,5
800	82,6	79,0	0,5
1 k	83,6	80,0	0,5
1,25 k	84,7	81,7	0,5
1,6 k	85,2	82,2	0,5
2 k	86,2	82,6	0,5
2,5 k	84,7	80,4	0,5
3,15 k	83,4	79,9	0,5
4 k	83,6	80,0	0,5
5 k	82,9	78,8	0,5
6,3 k	82,1	78,0	0,6
8 k	80,5	76,2	0,7
10 k	78,5	74,0	0,8
12,5 k	76,9	72,3	1,0
16 k	75,0	70,3	1,2
20 k	73,2	68,5	1,2
Lin	96,1	92,6	0,4
A-weighted	95,3	91,7	0,4

测量面 (ISO 3744)



自由场声功率测量- 工作流程



硬件设置, 传声器通道等

标准选择, 设置测量面及其他参数

测量系统检验

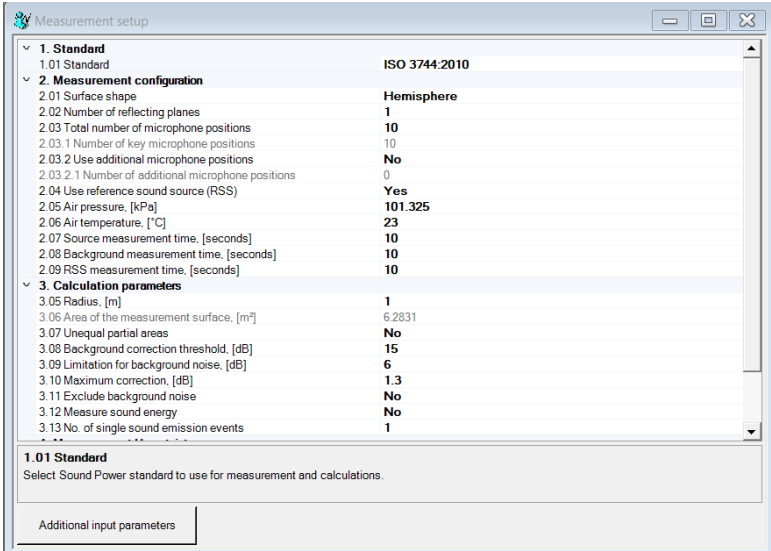
测量控制及计算

结果显示

纯音识别

Hardware Setup Measurement Template: Working						
All	Basic	Channel	DOF	Transducer ID	Transducer Type	Transducer
Filter	Status	Signal Name	Input Sensitivity	Max Peak Input	Max Peak Input (Absolute)	Channel Input
1.1.1		Signal 01	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.1.2		Signal 02	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.1.3		Signal 03	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.1.4		Signal 04	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.1.5		Signal 05	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.1.1 Gen			1	10	1 V	Direct
1.2.1		Signal 06	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.2.2		Signal 07	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.2.3		Signal 08	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.2.4		Signal 09	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.2.5		Signal 10	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp
1.2.6		Signal A (C-weighted)	50m V/Pa	10 V	200 Pa	Preamp

硬件配置表格

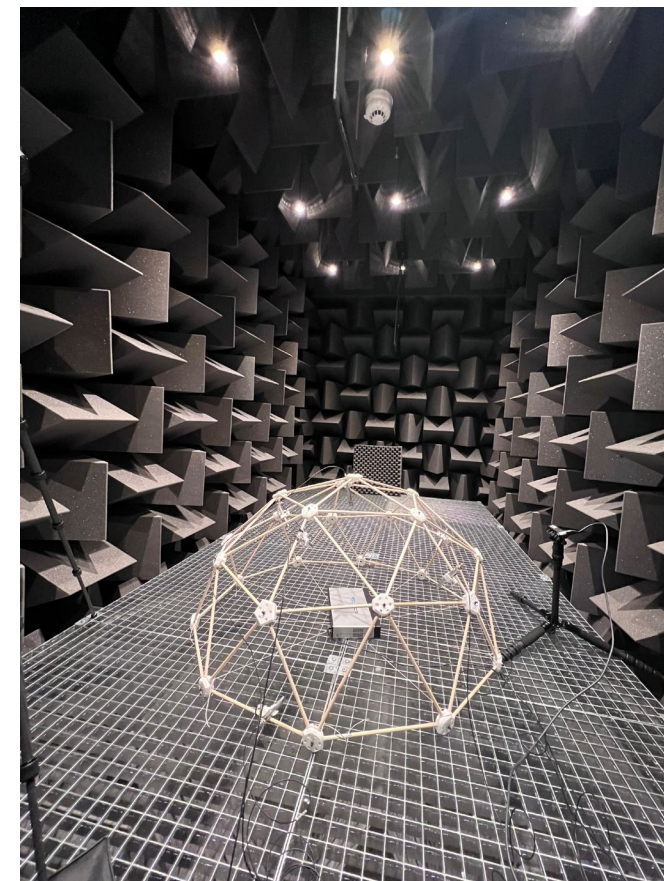
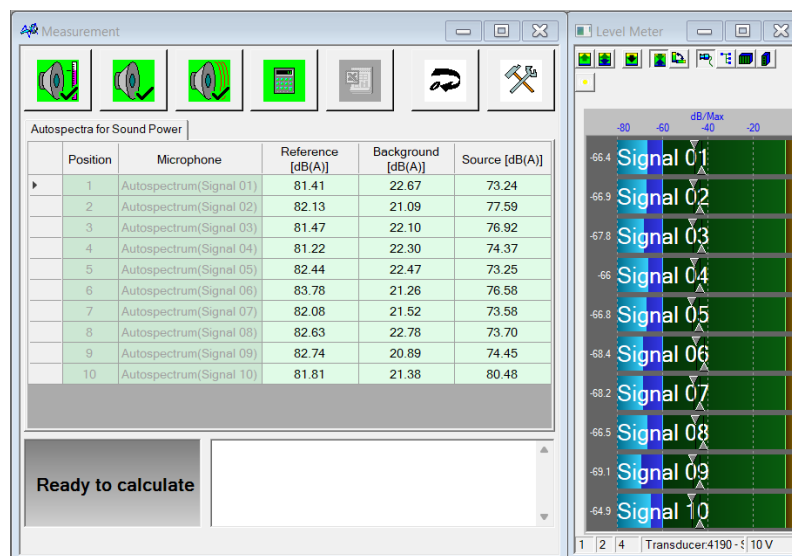


标准选择

自由场声功率测量

在每个测量位置

- 测量被测物工作时的声音
- 测量背景噪声(被测物处于非工作状态)
- 背景修正因子 K_1 (声压级差最低要求, 6dB ISO 3744, 10dB ISO 3745)



自由场声功率测量

Variable	Description
K2	Environmental corrections
$L'p(B)_i$	Measured time-averaged sound pressure level from the i^{th} microphone position on the measurement surface produced by the background noise, A-weighted or in frequency band
$L'E(B)_i$	Measured single-event sound pressure level from the i^{th} microphone position on the measurement surface produced by the background noise, A-weighted or in frequency band
$L'p(S)_i$	Measured time-averaged sound pressure level from the i^{th} microphone position on the measurement surface during operation of the source under test, A-weighted or in frequency band
$L'E(S)_i$	Measured single-event sound pressure level from the i^{th} microphone position on the measurement surface during operation of the source under test, A-weighted or in frequency band
$L'p(B)_{\text{mean}}$	Mean measured time-averaged background noise level over the measurement surface, A-weighted or in frequency band
$L'p(S)_{\text{mean}}$	Mean measured time-averaged sound pressure level for the noise source under test over the measurement surface, A-weighted or in frequency band
DeltaLp	Difference between $L'p(ST)$ and $Lp(B)$
K1	Background noise corrections for the surface sound pressure level, A-weighted or in frequency band
$K1_i$	Background noise corrections for the i^{th} microphone position on the measurement surface, A-weighted or in frequency band
Lpf mean	Surface time-averaged sound pressure level, A-weighted or in frequency band
L_w	Sound power level, A-weighted or in frequency band
L'_w	Sound power level under different meteorological conditions, A-weighted or in frequency band
DI i	Directivity index at the i^{th} microphone position on the measurement surface, A-weighted or in frequency band
Q i	Directivity factor at the i^{th} microphone position on the measurement surface, A-weighted or in frequency band
$L'p(B)_{jOp}$	Measured time-averaged sound pressure level at j^{th} operator position produced by the background noise, A-weighted or in frequency band
$L'p(B)_{kBy}$	Measured time-averaged sound pressure level at k^{th} bystander position produced by the background noise, A-weighted or in frequency band
$L'p(S)_{jOp}$	Measured time-averaged sound pressure level at j^{th} operator position during operation of the source under test, A-weighted or in frequency band
LpCpeak jOp	C-weighted peak sound pressure level at j^{th} operator position
$L'p(S)_{kBy}$	Measured time-averaged sound pressure level at k^{th} bystander position during operation of the source under test, A-weighted or in frequency band
LpCpeak kBy	C-weighted peak sound pressure level at k^{th} bystander position
Lp jOp	Time-averaged sound pressure level at j^{th} operator position, A-weighted or in frequency band
Lp kBy	Time-averaged sound pressure level at k^{th} bystander position, A-weighted or in frequency band
$L'p(S)_{jOp}$	Measured time-averaged sound pressure level at j^{th} operator position during operation of the source under testing, in narrow band
TNR jOp	Tone-to-noise ratio plot from measurement at j^{th} operator position
PR jOp	Prominence ratio plot from measurement at j^{th} operator position
$L'p(S)_{kBy}$	Measured time-averaged sound pressure level at k^{th} bystander position during operation of the source under testing, in narrow band
TNR kBy	Tone-to-noise ratio plot from measurement at k^{th} bystander position
PR kBy	Prominence ratio plot from measurement at k^{th} bystander position

7799型自由场声功率包含的测试模板

Free-field

- 依据ISO 3744, 3745和3746进行自由场或近似自由场的声功率测试

Free-field with Emission SPL

- 利用ISO 3744或3745描述的方法, 依据ISO 7779 或 ECMA 74 进行自由场声功率测试, 依据ISO 11201测量发射声压级, 在包含声源的包络面以及所有操作员和旁观人员位置进行噪声测试
- 测量发射声压级的同时, 计算**纯音噪声比**(tone-to-noise ratio)和**突出比**(prominence ratio), 用于识别和评估离散纯音, 另外也同时测量**识别脉冲声**的物理量

In situ

- 依据3747进行声功率测试

Washing Machines and Spin Extractors

- 依据EU Directive 2009/125/EC测量洗衣机的声功率, 它基于IEC 60704-2-4 (等同于 EN 60704-2-4) 并利用ISO 3744描述的自由场方法, 同时采用了额外的步骤来考虑甩干阶段的噪声增大以及最大转速的测量
- 报告提供了洗衣阶段的声功率, 以及在最后漂洗和甩干阶段最大A计权的50s时间平均声功率

Vacuum Cleaners

- 依据IEC 60704-2-1, 使用ISO 3744描述的自由场方法测量真空吸尘器的声功率

Dishwashers

- 依据IEC 60704-2-3进行声功率测试

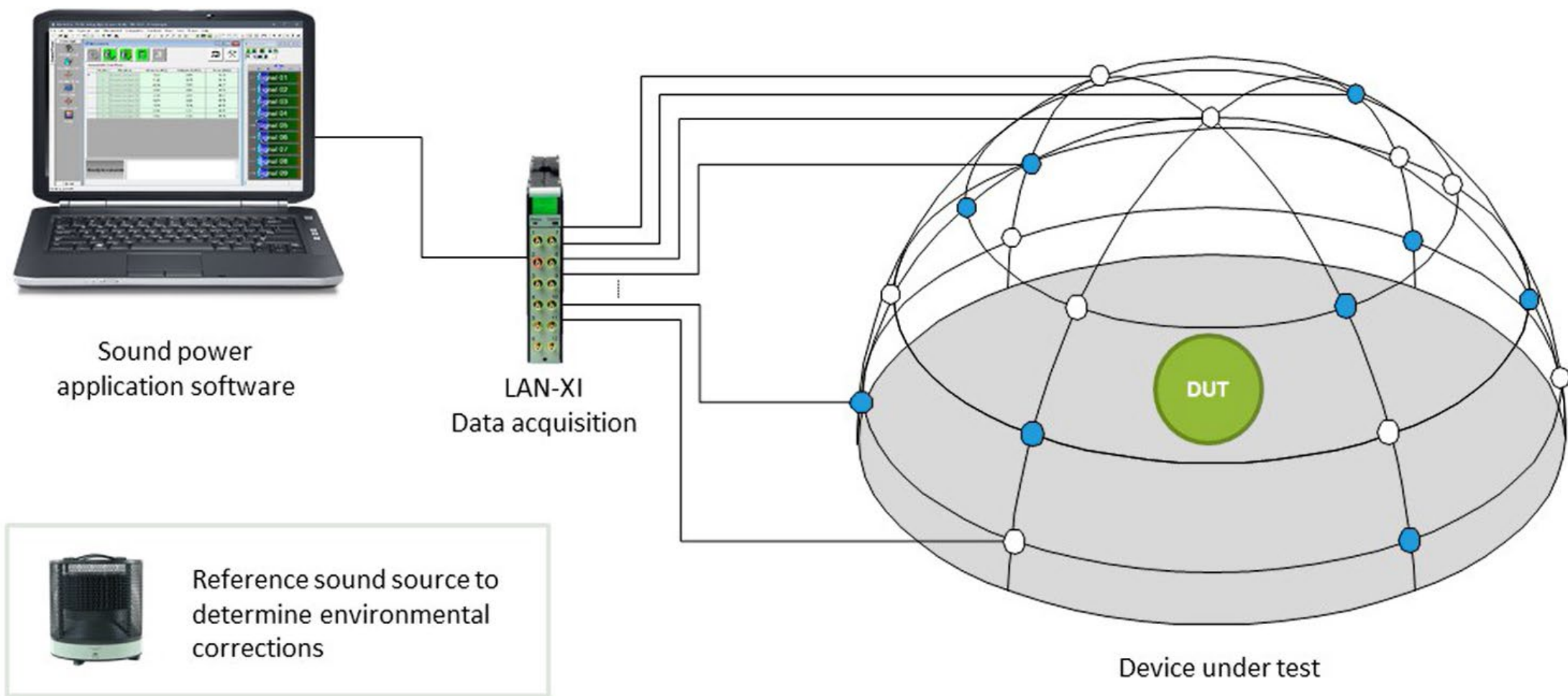
Refrigerators

- 依据IEC 60704-2-14进行声功率测试

高频声功率

户外机械噪声排放声功率

硬件配置

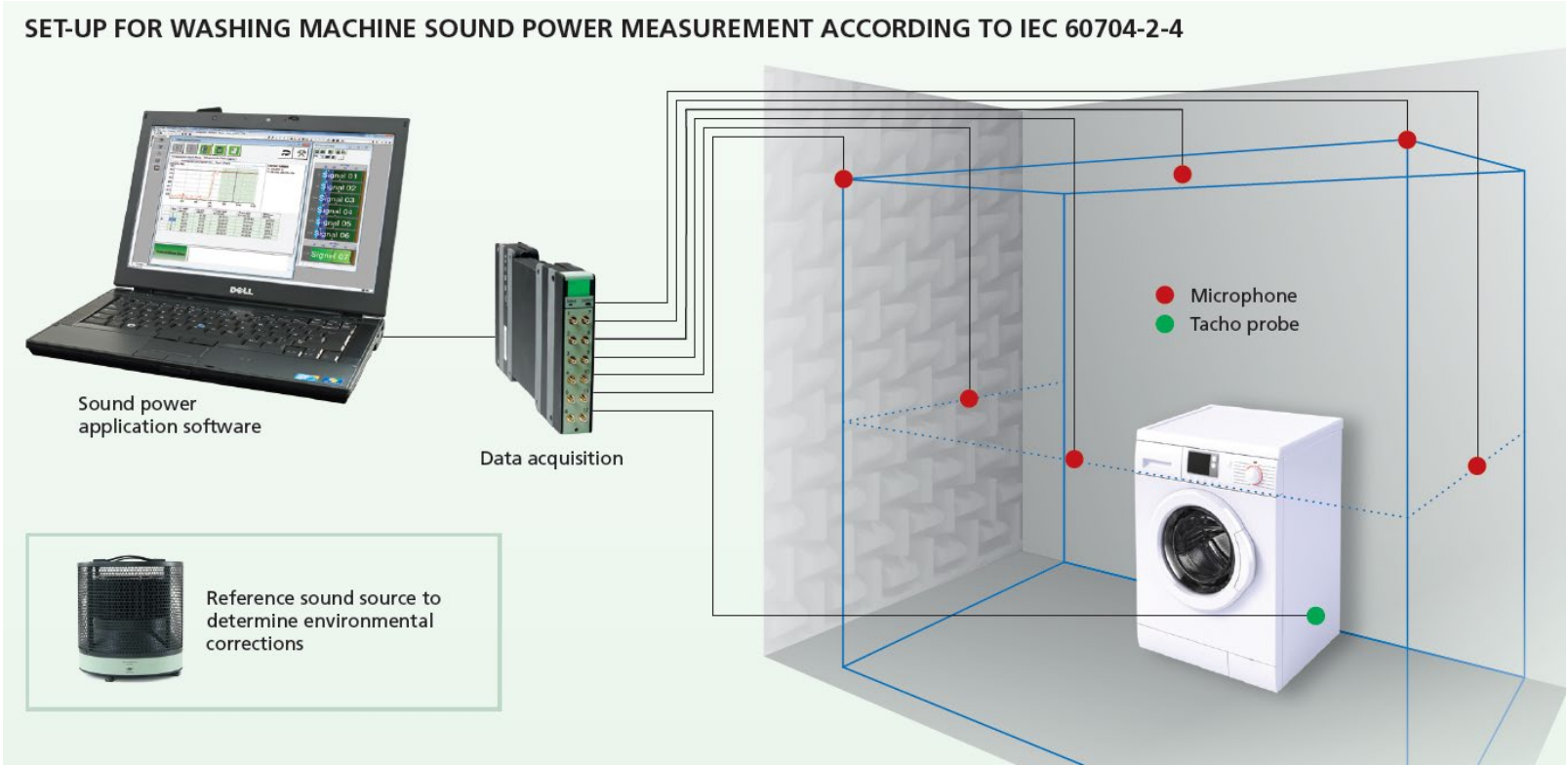
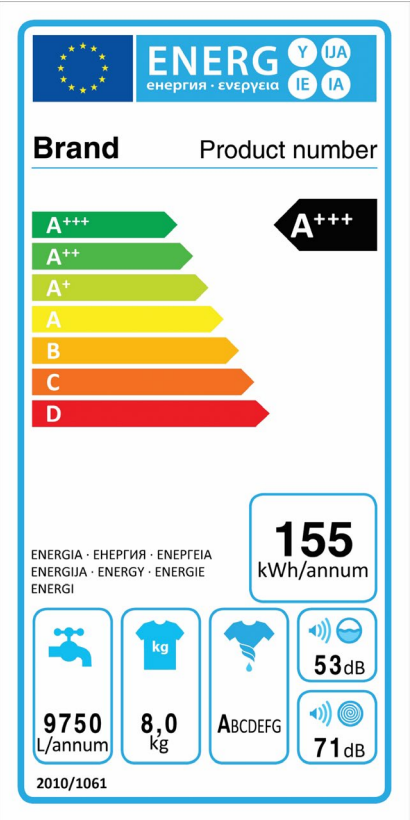


针对特定产品的自由场声功率



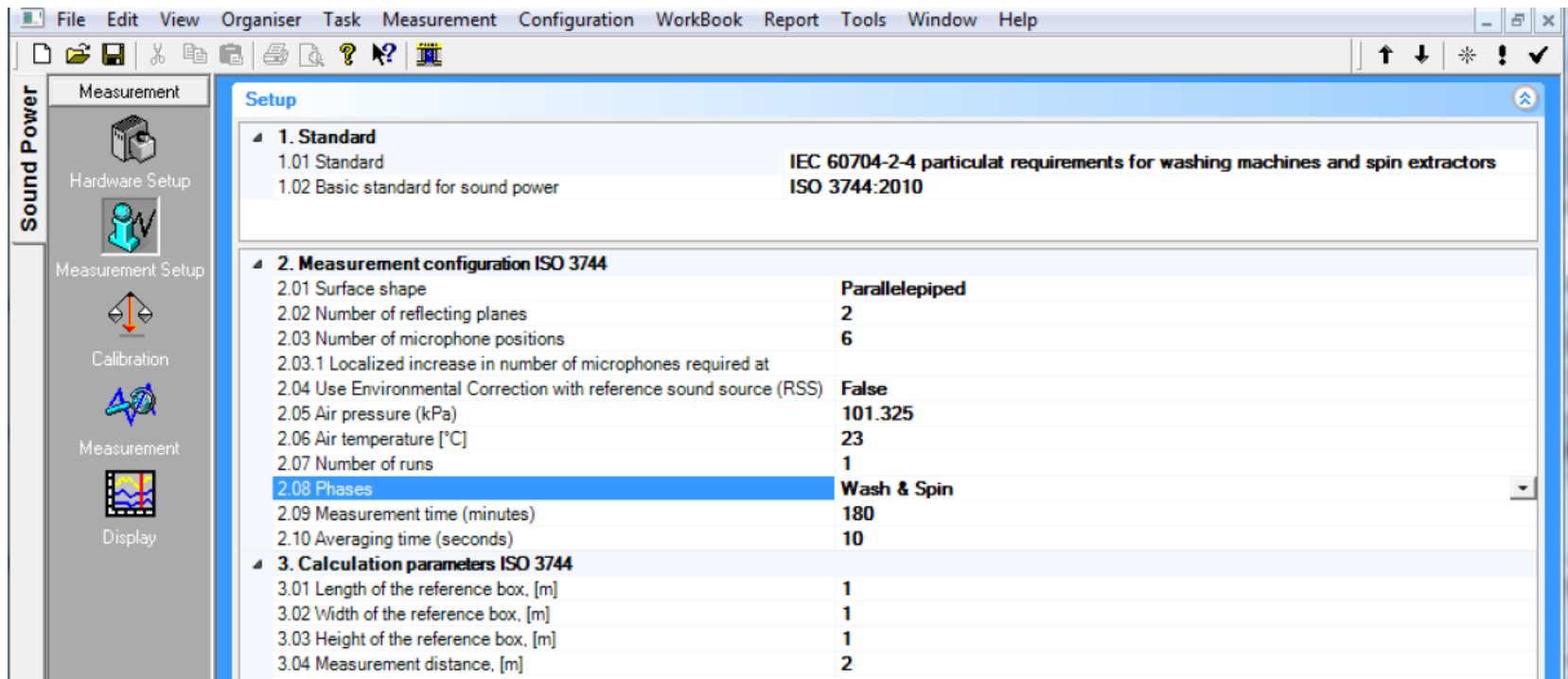
深圳市现代豪方仪器仪表科技有限公司 0755-26738591 13392863941

洗衣机声功率

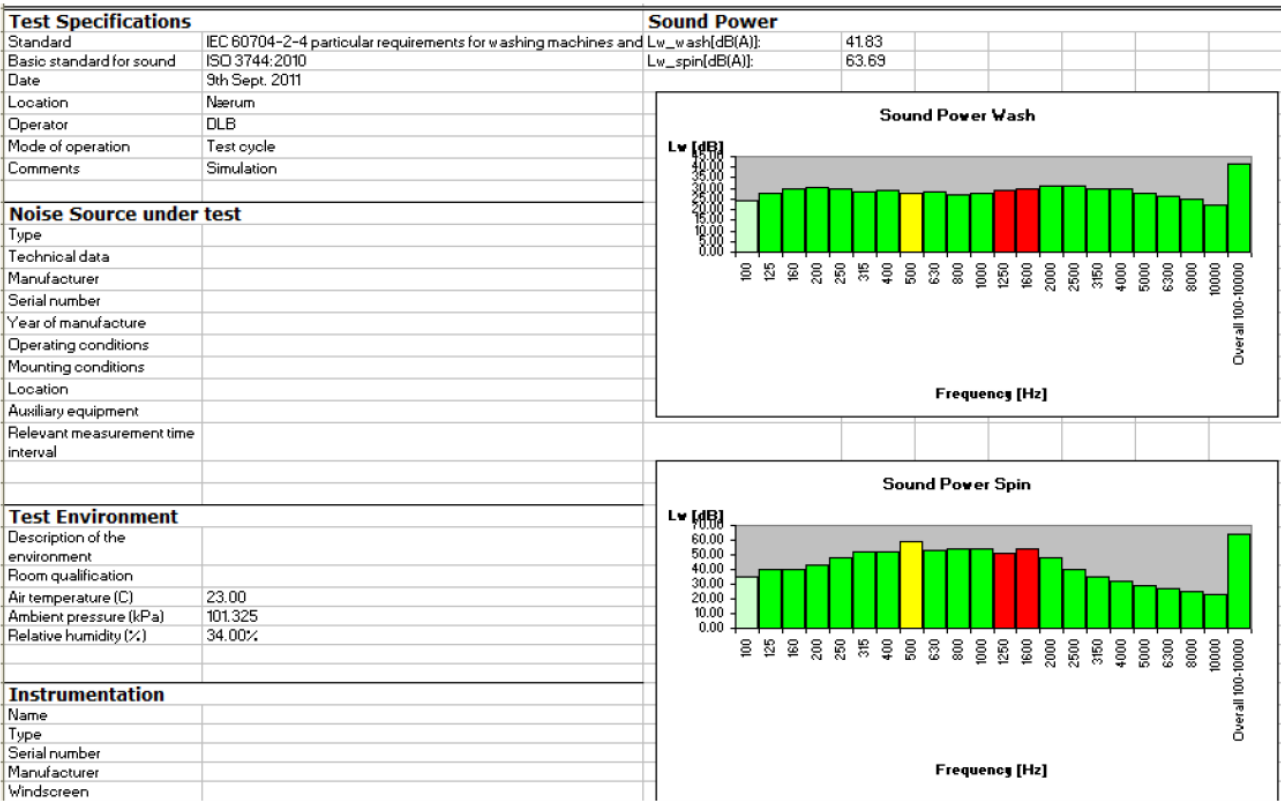
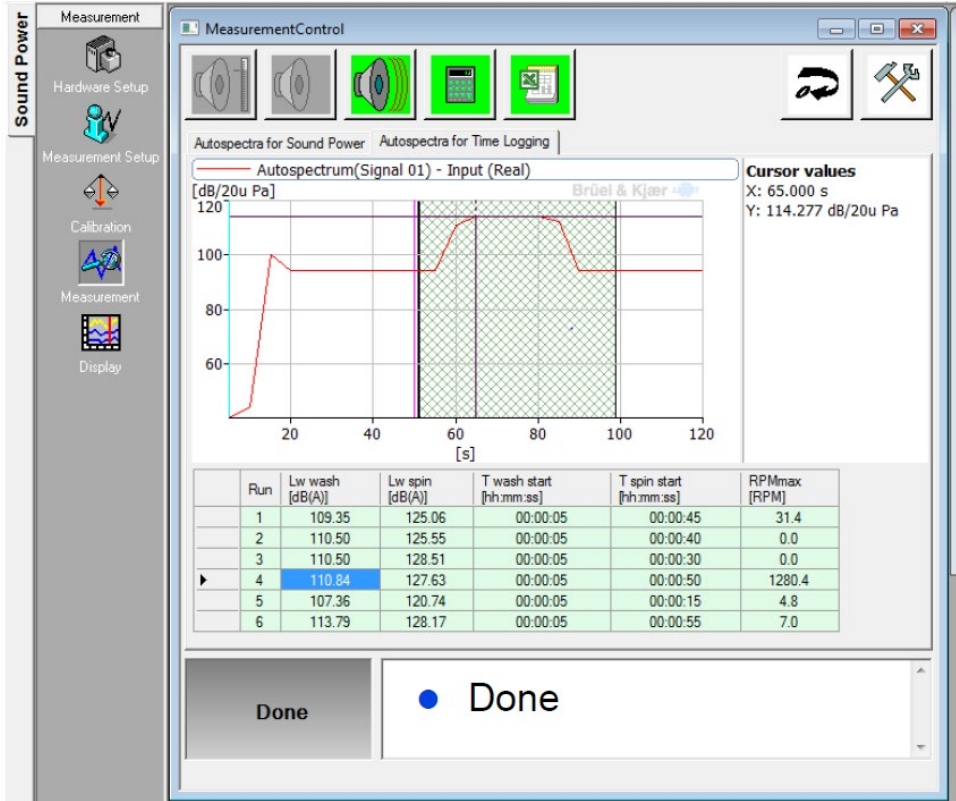


洗衣机声功率

- IEC 60704-2-4 “Household and similar electrical appliances. Test code for the determination of airborne acoustical noise. Part 2-4 Particular requirements for washing machines and spin extractors

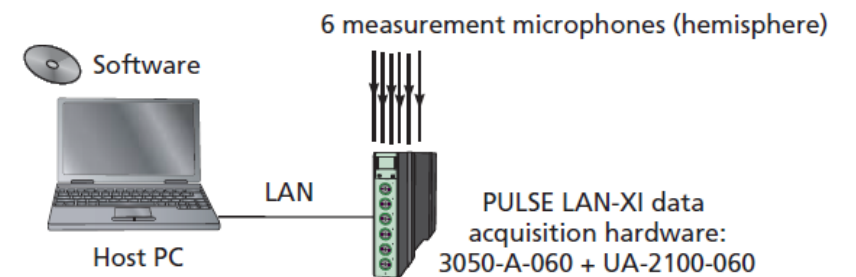
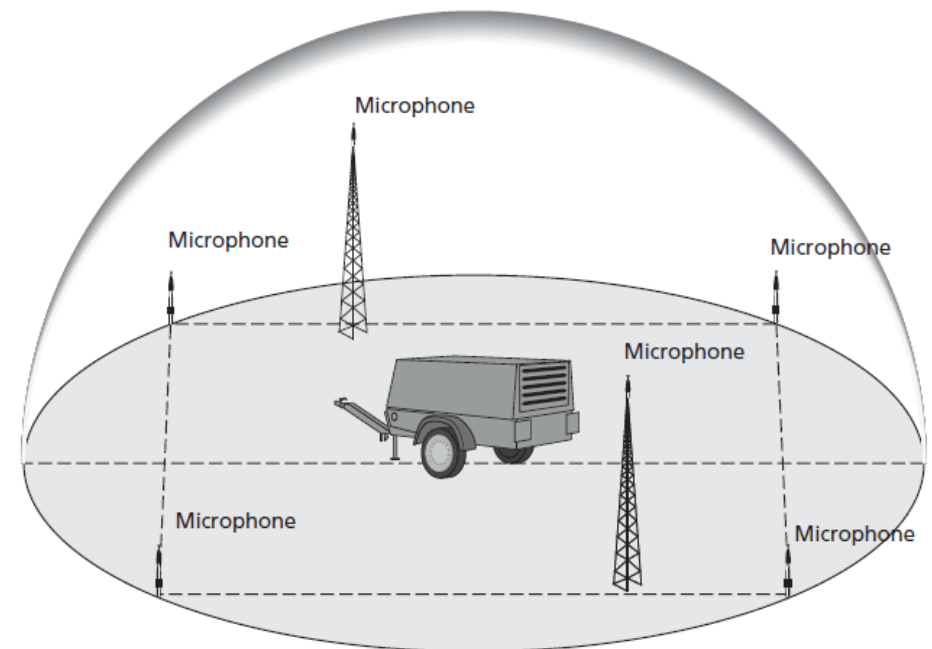


洗衣机声功率



户外机械声功率, Directive 2000

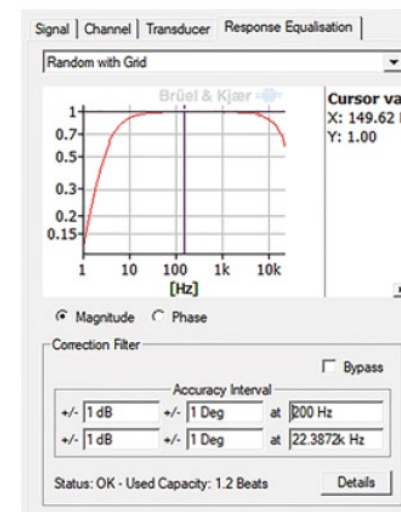
- 根据EU Directive 2000/14/EC测量户外机械的声功率
- 一套完整的测试系统, 支持ISO 3744, 3745, 3746
- 根据测试标准, 流程化的测试流程
- 自动生成测试报告
- 简单易用
- 对进入欧洲市场的产品非常有帮助



150351

高频声功率

- 用于特定产品在11.2-22.4kHz范围的声功率测试，高频噪声可以是**宽带**或**窄带**噪声，也可以是**离散纯音**，如功率设备、视频播放或医疗设备等。这种类型的高频声非常令人烦恼。
- 根据**ISO 9295**测量声功率，支持ISO 9295的4种测量方法
- Req-X**频响均衡技术确保到22.4kHz的平直频响
- 流程化的测试
- 简单易用的操作界面
- 推荐使用51.2kHz的3050型采集模块
- 推荐使用4942-A-021扩散场TEDS传声器，具有Req-X频响均衡技术
- 在1/12倍频程测量离散纯音

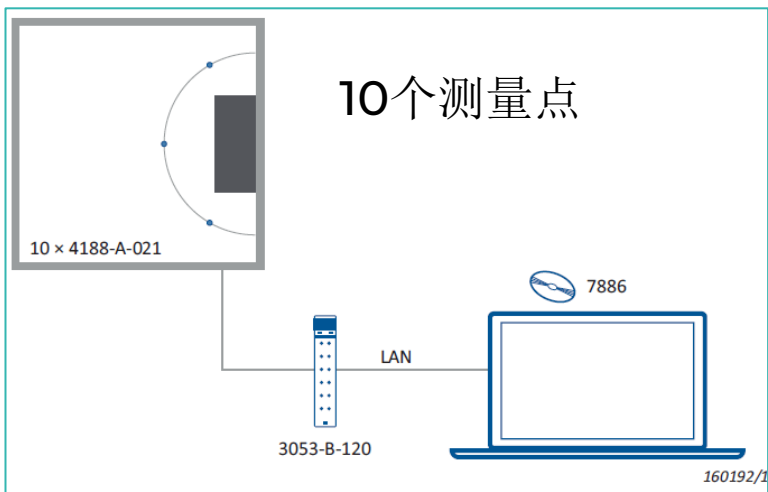


风扇声功率

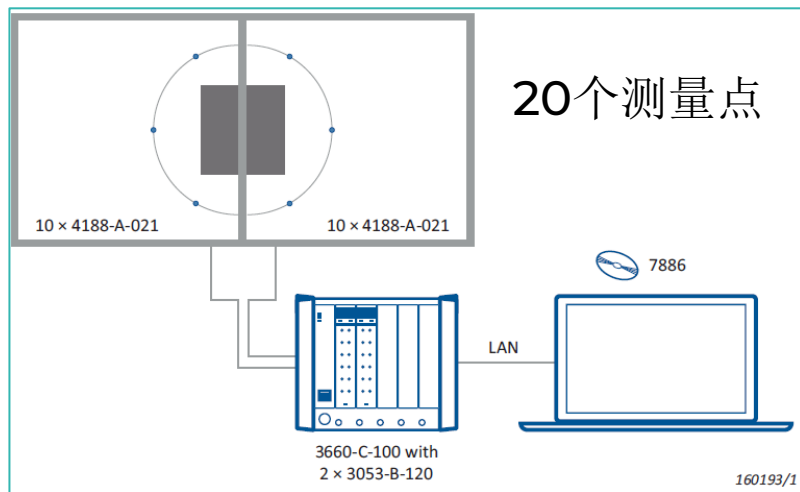
- 支持1个、2个和3个房间的同时测量
- 测量环境和背景噪声修正
- 如果声源有显著的指向性，还可增加传声器



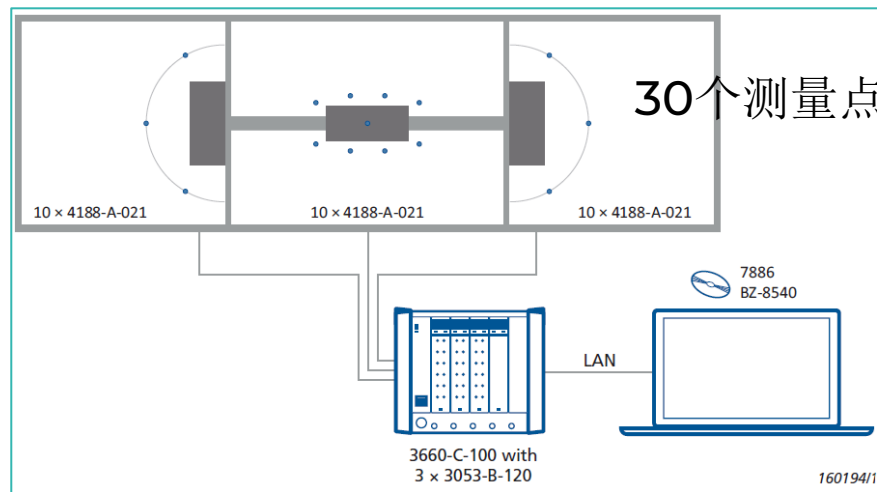
160190



1个房间



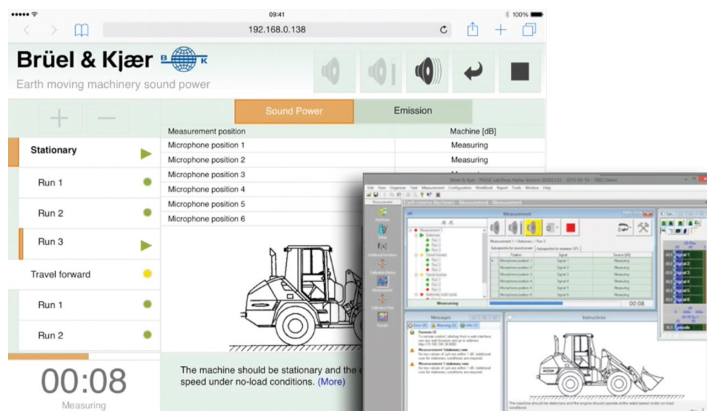
2个房间



3个房间

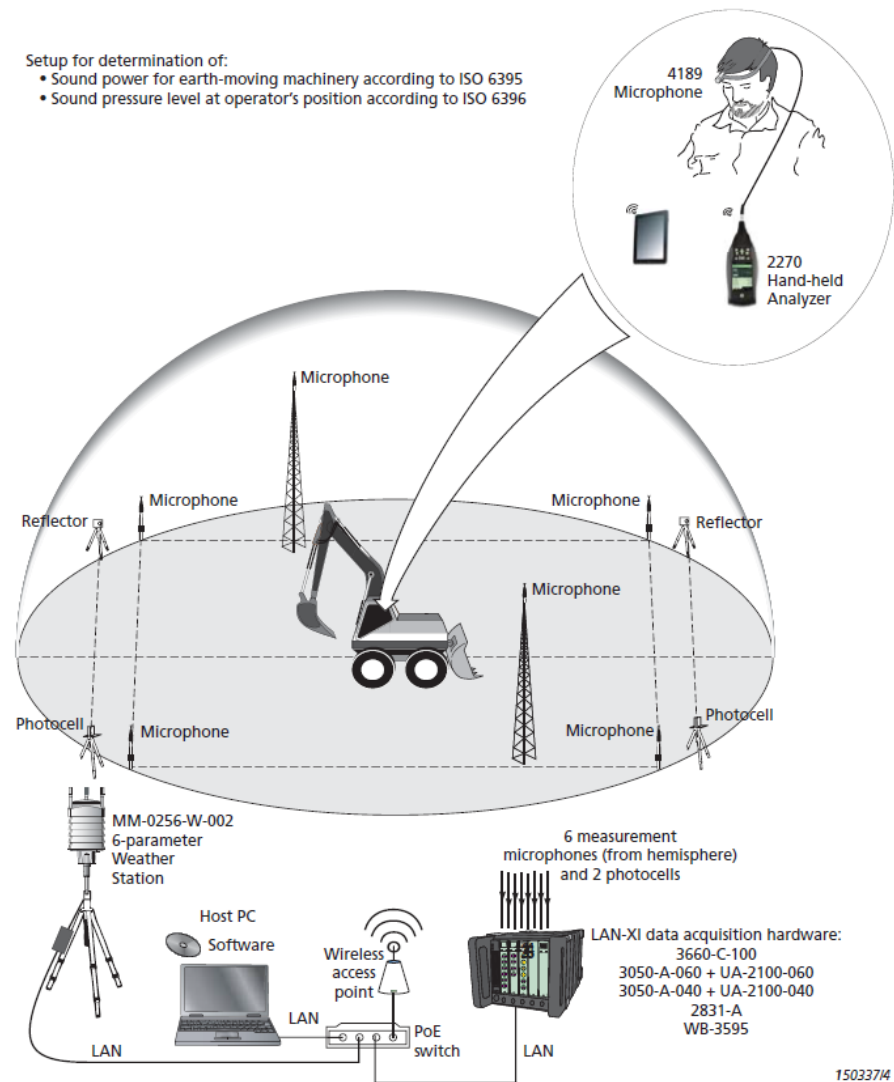
土方机械声功率, Type 7883

- 依据ISO 6393、6394、6395、6396测量稳态和动态条件下声功率级和操作员位置的排放声压级
- 根据EN 12053: 2001 + A1: 2008测量噪声排放
- 系统操作简单, 可一人操作
- 可通过手机、电脑或平板电脑远程控制
- 自动生成报告
- 车辆站和地面站无线连接
- 支持电荷注入式校准CIC
- 支持
 - LAN-XI数据采集系统 (地面站)
 - 气象监测系统 (地面站)
 - 声级计 (车辆站)
 - 移动设备 (车辆站)
 - 用于移动模式触发的光栅
 - 车内数据如RPM



Setup for determination of:

- Sound power for earth-moving machinery according to ISO 6395
- Sound pressure level at operator's position according to ISO 6396



扩散场声功率



深圳市现代豪方仪器仪表科技有限公司 0755-26738591 13392863941

扩散场声功率测量：直接法

▲ 使用一个 扬声器/放大器 或 脉冲声源，测量混响时间并计算1/3倍频程的房间常数

▲
$$L_W = L_p - 10\log(T/T_0) + 10\log(V/V_0) + 10\lg(1 + S*\lambda / (8*V)) - 14$$

- L_W = 被测物的声功率级
- L_p = 混响室内平均声压级
- T = 混响时间
- T_0 = 1 s (参考值)
- V = 室内体积, m^3
- V_0 = 1 m^3 (参考值)
- S = 混响室内表面总面积
- λ = 中心频率波长

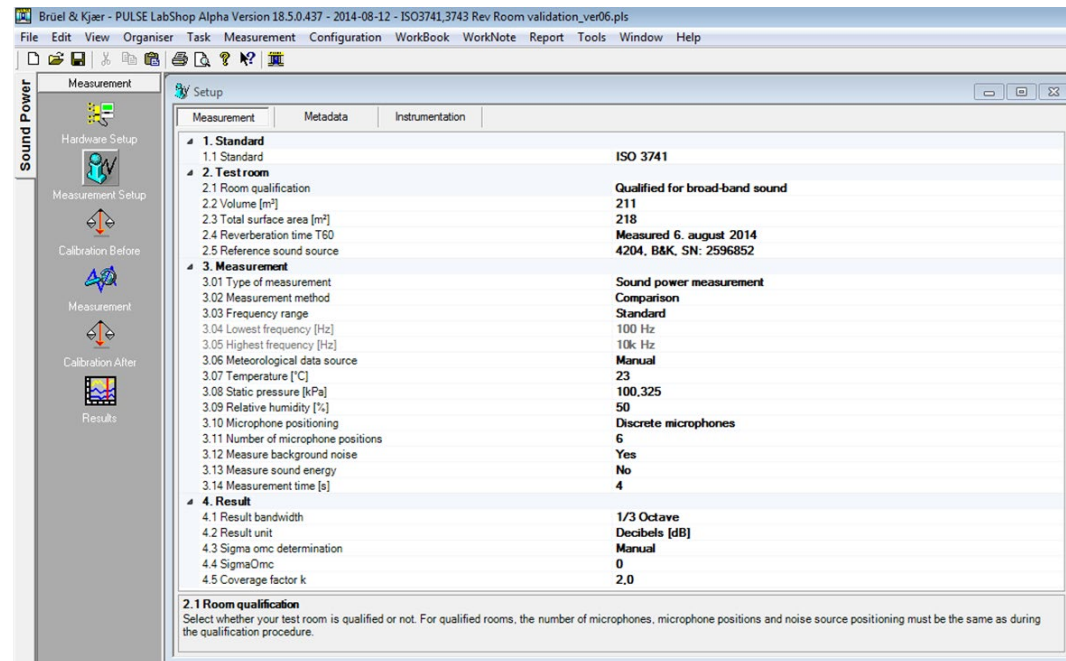
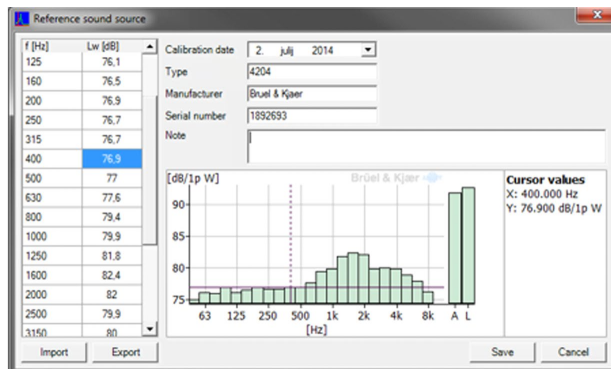
扩散场声功率测量：比较法

利用一个参考声源 (4204型, 每个1/3 倍频程频带的 L_W 已知)

- 参考声源运行时测量 L_p
- 被测物运行时再测量一次 L_p

$$L_W = L_{W(RSS)} - L_{P(RSS)} + L_p$$

- L_W = 被测声源的声功率级
- L_p = 被测声源的平均声压级
- $L_{W(RSS)}$ = 校准过的参考声源的声功率
- (需在软件中录入此数据)
- $L_{p(RSS)}$ = 参考声源的平均声压级



扩散场测量环境

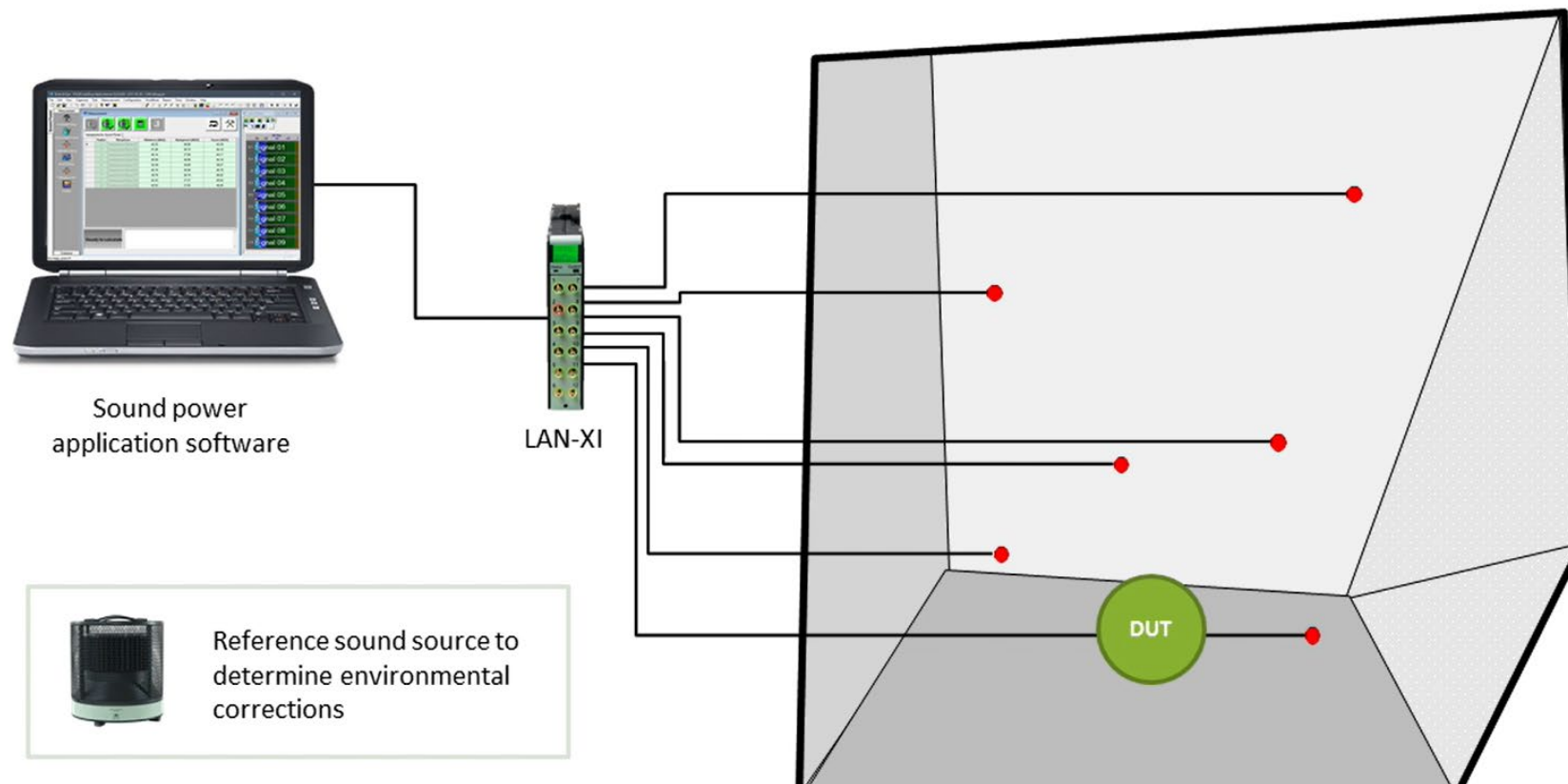
- 符合要求的混响室 (ISO 3741)
 - 需在软件中录入混响室尺寸
 - 混响时间($T > V/S$)
 - 声源置于地面距墙面 $> 1.5\text{m}$
 - 传声器距墙面 $> 1\text{m}$
 - 如果测量噪声源有窄带成分, 可能需要特定的声扩散器或其它设备, 用来降低室内驻波产生的可能性

最低的1/3倍频程中心频率 (Hz)	测试室最小体积 (m³)
100	200
125	150
160	100
>200	70

- 硬壁测试室 (ISO 3743-1)
 - 容积 $\geq 40\text{ m}^3$
 - 声源最大尺寸不超过2m至少6个测点位置
 - 传声器距离声源 $\geq 0.3 V^{1/3}$ (V是测试室容积)
 - 每一测点距任一墙面不小于0.5m
 - 传声器间距 $> \frac{1}{2} \lambda$

参数	ISO 3741 精密级	ISO 3743-1 工程级	ISO 3743-2 工程级
测量环境	符合要求的混响室	硬壁测试室	专用混响室
最少测量位置数	6	3	6

系统配置



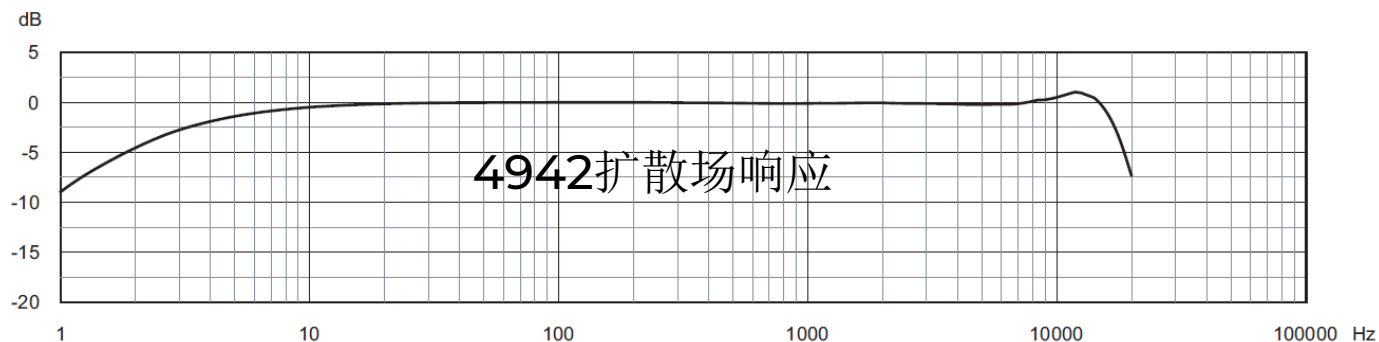
多传声器在不同位置测量

系统配置

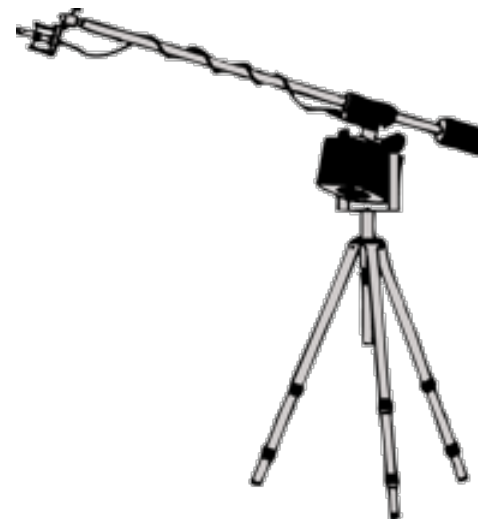
▲ -4942-H-041-

- 1/2-inch diffuse-field Microphone, 6.3 Hz to 16 kHz, prepolarized including high-temperature preamplifier 1706 with TEDS

Fig.1 Typical random-incidence response of the microphone with protection grid. The low-frequency response is valid when the vent is exposed to the sound field



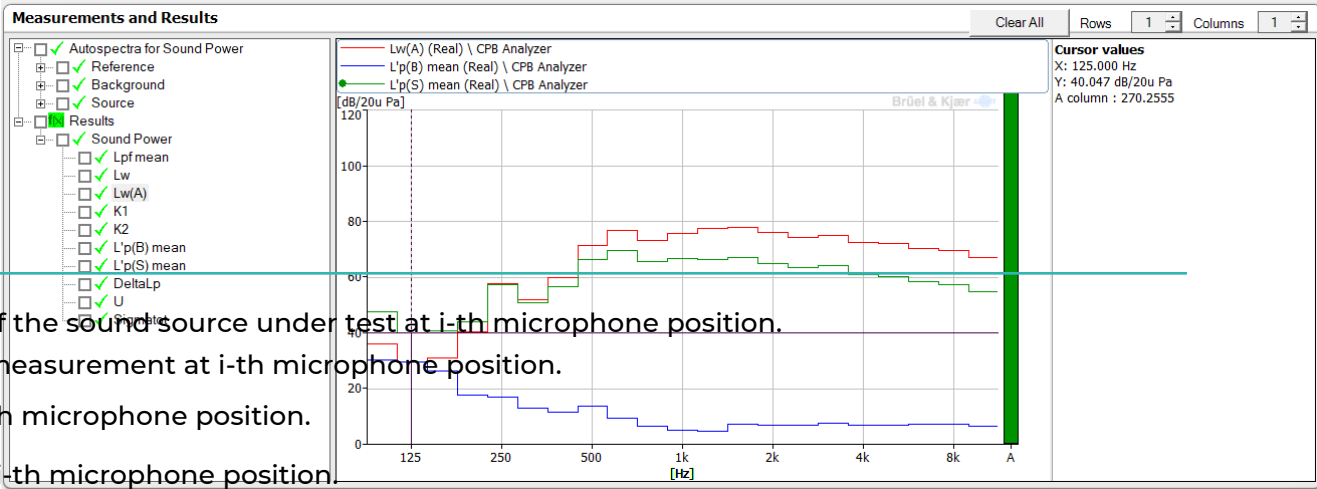
单个传声器夹在旋转杆3923
上，在空间不同位置上测量



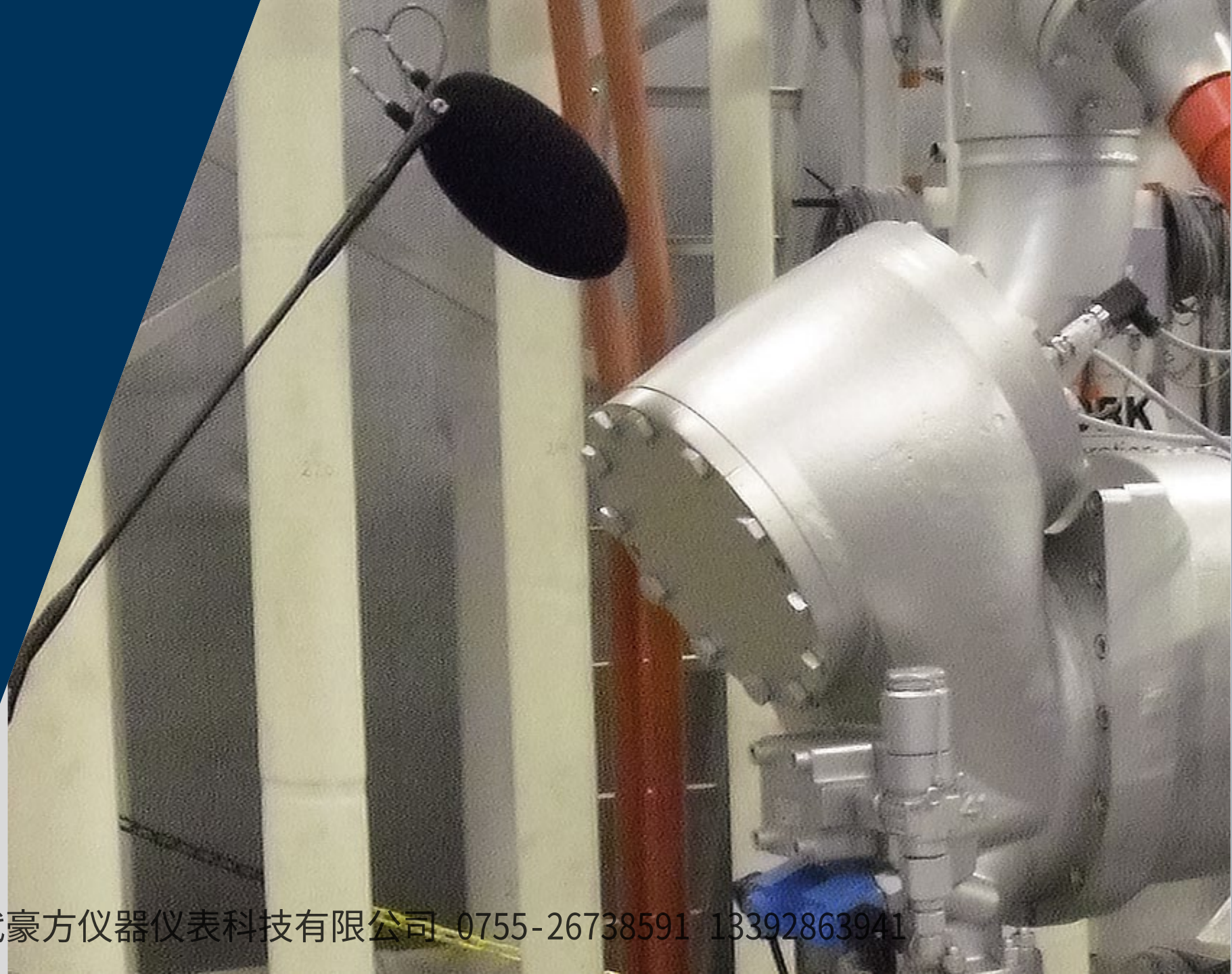
3923传声器旋转杆

测量参数

Parameter	Definition
Lp'i (ST)	Measured (uncorrected) sound pressure level of the sound source under test at i-th microphone position.
Lp'i (pre)	Measured sound pressure level of preliminary measurement at i-th microphone position.
Lp'i (RSS)	Measured sound pressure level of the RSS at i-th microphone position.
Lpi (B)	Measured background sound pressure level at i-th microphone position.
Lpi (ST)	Sound pressure level of sound source under test, averaged over source positions, corrected for the background noise.
Lpi (RSS)	Sound pressure level of DUT, averaged over source positions, corrected for the background noise.
Lp (ST) avg	Average sound pressure level in the reverberation room of the sound source under test.
LE (ST) avg	Average single event integrated sound pressure level in the reverberation room of the sound source under test.
Lp (RSS) avg	Average sound pressure level in the reverberation room of the reference sound source.
Lp (B) avg	Average sound pressure level in the reverberation room of the background noise.
Kli	Background noise correction as i-th microphone position.
Sigma tot	Standard deviation, calculated from standard deviation of reproducibility of the method s_{R0} and standard deviation due to instability of operating and mounting conditions of the source under test. It is used as an estimate for measurement uncertainty.
U	Expanded measurement uncertainty.
Delta Lw	Difference between calibrated sound power levels of the reference sound source and levels of the same source measured in reverberation room for the purpose of evaluating the suitability of the test room in accordance with ISO 3743-2.
sS	Standard deviation of sound pressure levels between different source positions for the qualification procedure for measurement of broad-band sound in accordance with ISO 3741 annex C.
Lw (RSS)	Sound power level of reference sound source.
Lw	Sound power level.
LwA	A-weighted sound power level.
LwA ref, atm	Sound power level at reference meteorological conditions (ISO 3743-2).
LJ	Sound energy level.
LJA	A-weighted sound energy level.
LJA ref, atm	Sound energy level at reference meteorological conditions (ISO 3743-2).



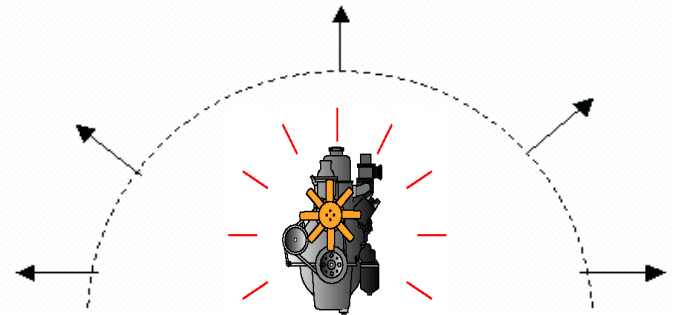
声强法声功率



深圳市现代豪方仪器仪表科技有限公司 0755-26738591 13392863941

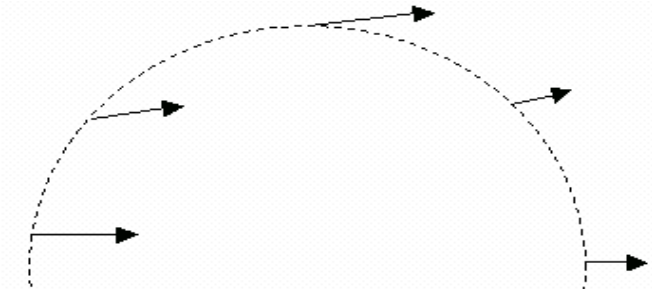
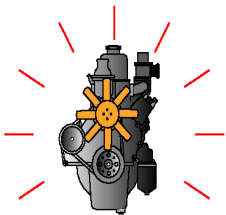
声强法测量声功率

测量面内的声源



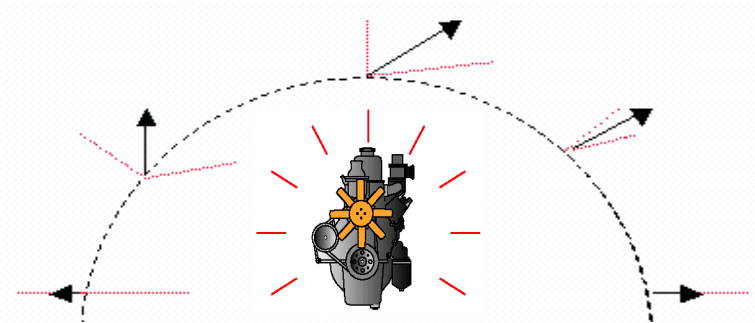
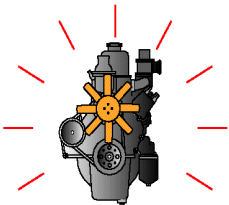
$$P = \int_S \vec{I} \cdot d\vec{s}$$

测量面外的声源



$$0 = \int_S \vec{I} \cdot d\vec{s}$$

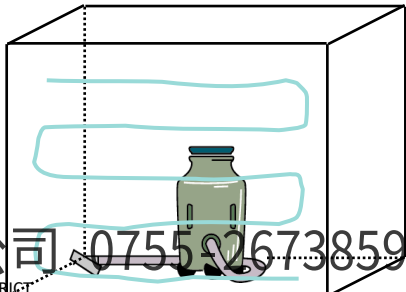
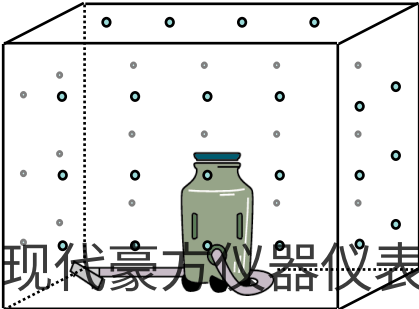
测量面内外都有声源



$$P = \int_S \vec{I} \cdot d\vec{s}$$

ISO 9614

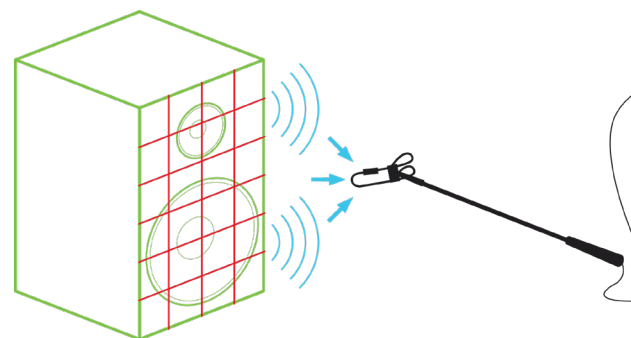
	9614-1	9614-2	9614-3
等同国标	GB/T 16404	GB/T 16404.2	GB/T 16404.3
操作技术	离散点法	扫描法	精密扫描法
准确性	精密、工程、简易	工程、简易	精密
声场指示因子	4 个: $F_1 - F_4$	2 个: $F_{pl} \text{ \& } F_{+/-}$	4 个: 时变指示值、无符号声压-声强指示值、有符号声压-声强指示值、声场非均匀指示值
准确度判据	2	3	4
测量所需时间	较多	较少	较少
复杂性	高	低	高



ISO 9614

ISO 9614-1 声强**离散点**法测量声源的声功率:

- 定义一个包围声源的测量面，在面上布置一定数量的间距相等的离散点
- 每个测点测量三次：
 - 快速测量**测前**
 - 正式测量
 - 快速测量**测后**
- 评估：
 - 每个测点处的4个声场指示因子说明了测量的准确性和稳定性
- 对各点的结果求和，计算总声功率级



ISO 9614-1 声场指示因子

- F_1 – 时变率
 - 指示了某次测量时间内的变化率 (可以用被测声源, 背景噪声, 或声环境的变化来指示)
- F_2 – PI 因子
 - L_p - L_i , 与动态特性对比, 评估准确性
 - 假如PI因子 < 动态性能, 精度满足要求
- F_3 – 声功率负值指示值
 - 它与 F_2 的差值反映测量面外是否存在强的背景噪声
 - $(F_3 - F_2) \leq 3 \text{ dB}$
- F_4 – 声场不均匀性
 - 反映因测点太少引起的不确定性 (判断是否需要增加测点)

注意: 测量过程中, 会自动计算这些指示因子并作出提示

判据	措施
$F_1 > 0.6 \text{ dB}$	降低外来声强的时间变化率, 或在变化较小期间测量, 或在每个测点增加测量时间。
$F_2 > L_d$ 或 $(F_3 - F_2) > 3 \text{ dB}$	当存在明显的外部噪声和/或强混响时, 应减小测量表面与声源之间的平均距离。没有明显外部噪声和/或强混响时, 应将平均测量距离增加到1m。
$F_2 > L_d$ 或 $(F_3 - F_2) > 3 \text{ dB}$	屏蔽外部噪声对测量面的影响或采取措施减小反射声对声源的影响
判据 2 不满足, 且 $1 \leq (F_3 - F_2) \leq 3 \text{ dB}$	为满足判据2, 应均匀地增加测点密度。
判据 2 不满足, 且 $(F_3 - F_2) \leq 1 \text{ dB}$	增加测量面离声源的平均距离而不增加测点数, 或在原测量面上增加测点数。

动态能力指数 $L_d = PRI - K$

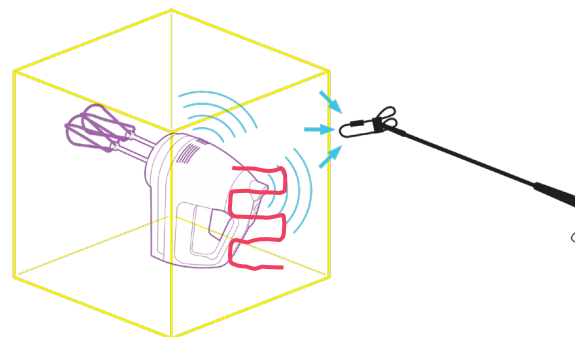
- K 偏移误差因子
- 假如 $K = 7 \text{ dB}$, 则精度 $< \pm 1 \text{ dB}$
- 假如 $K = 10 \text{ dB}$, 则精度 $< \pm 0.5 \text{ dB}$



ISO 9614

ISO 9614-2 声强扫描法测量声源的声功率:

- 定义一个包围声源的测量面并将其分格成至少四个小面
- 在每个小测量面上扫描两次
- 评估:
 - 两次扫描的重复性
 - 对比PI 因子和动态特性
 - 是否存在外部噪声
- 对各小面的结果求和，计算总声功率级



ISO 9614-2 声场指示因子

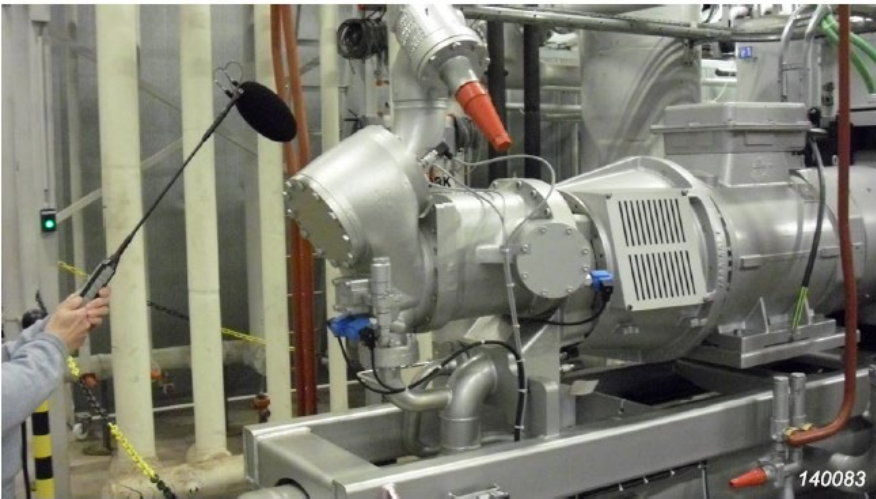
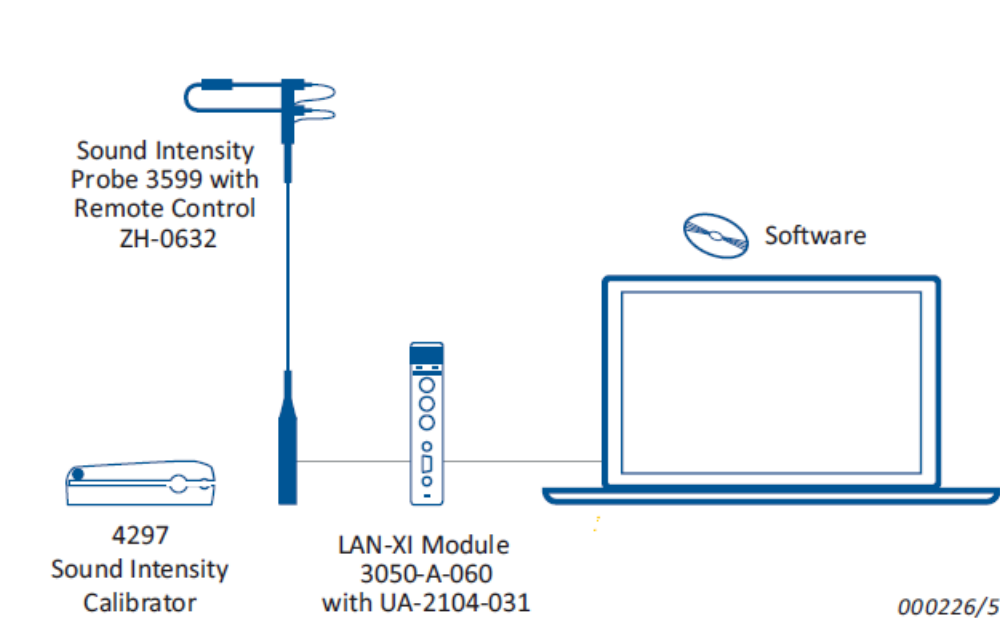
- F_{PI} – PI 因子
 - 与动态特性对比，评估准确性
 - 假如PI因子 < 动态性能Ld，精度满足要求
- $F_{+/-}$ – 声功率负值指示值
 - 判断在测量面外是否存在强的背景声强
 - 每个频带的 $F_{+/-}$ < 3 dB
- L_{Wi} – 局部功率重复因子
 - 指示了两次独立扫描的重复性 (受瞬态声源，背景噪声，扫描速度变化，声场环境变化的影响)

注意: 局部功率重复因子不是实际意义上的指示因子，但在要求工程级精度的测量中需要采用

▲ 没有时变指示值和声场非均匀性指示值

判据		措施
$F_{PI} > L_d$ 和 $F_{+/-} > 3 \text{ dB}$	A	将测量面至声源的平均距离减半和将扫描线密度加倍
$F_{PI} > L_d$ 和 $F_{+/-} > 3 \text{ dB}$	B	屏蔽外部噪声对测量面的影响
$F_{PI} > L_d$ 和 $F_{+/-} > 3 \text{ dB}$	F	减小混响声场对声源的影响
$F_{PI} > L_d$ 和 $F_{+/-} \leq 3 \text{ dB}$	A	将测量面至声源的平均距离减半和将扫描线密度加倍
$F_{PI} > L_d$ 和 $F_{+/-} \leq 3 \text{ dB}$	F	减小混响声场对声源的影响
$ L_{w1} - L_{w2} > S$	C	找出声场瞬时变化的原因并加以控制
$ L_{w1} - L_{w2} > S$	D	将扫描线密度加倍
$ L_{w1} - L_{w2} > S$ 和 $F_{+/-} \leq 1 \text{ dB}$	E	增加测量面离声源的平均距离并保持相同的扫描线密度

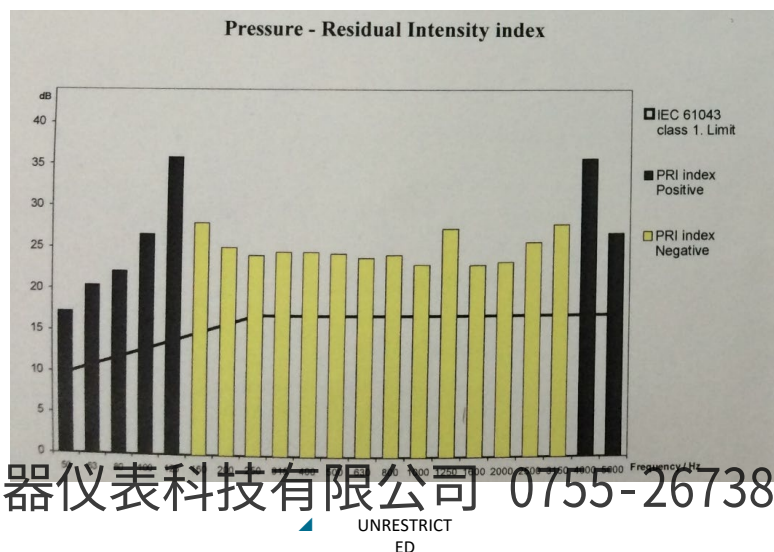
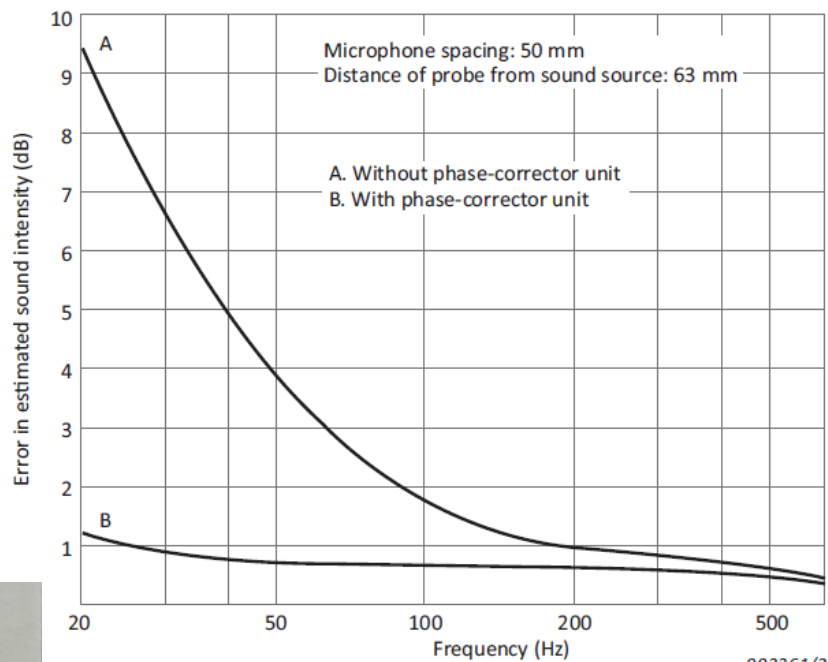
系统配置：LAN-XI + 3599声强探头



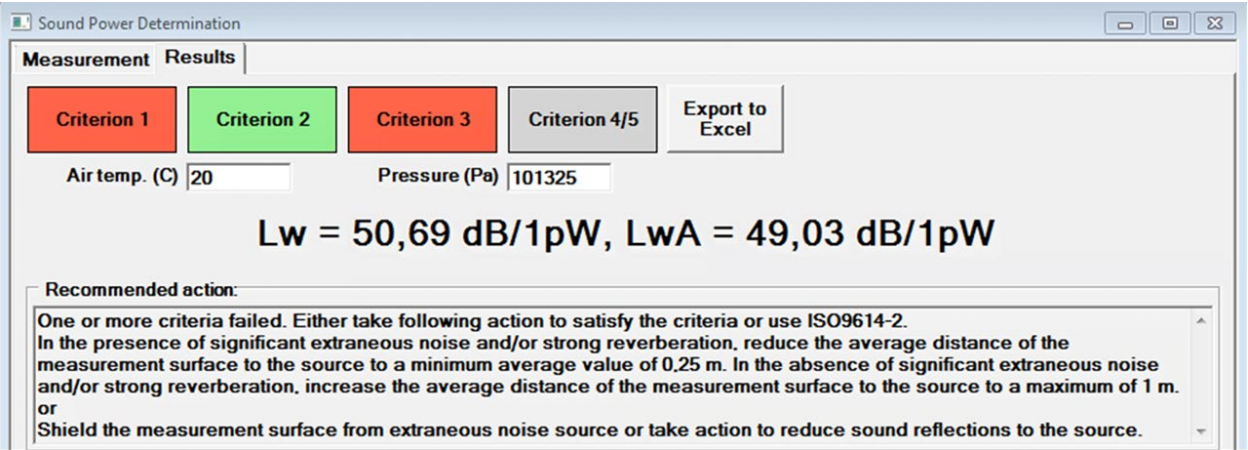
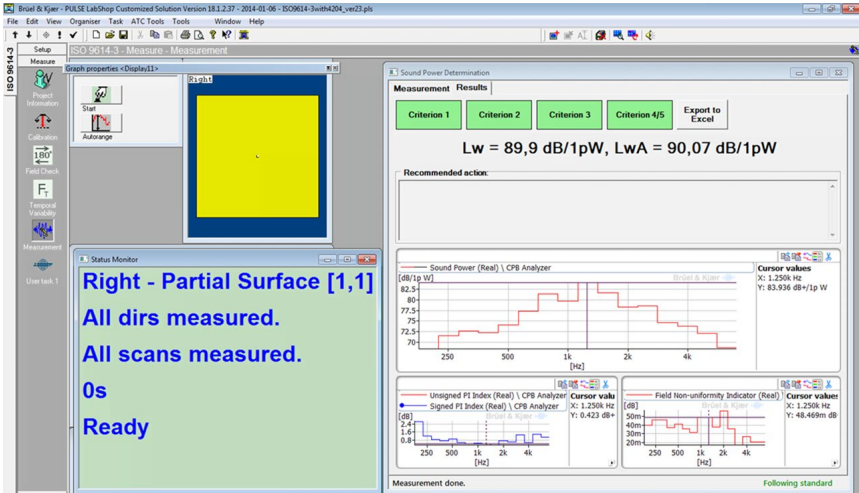
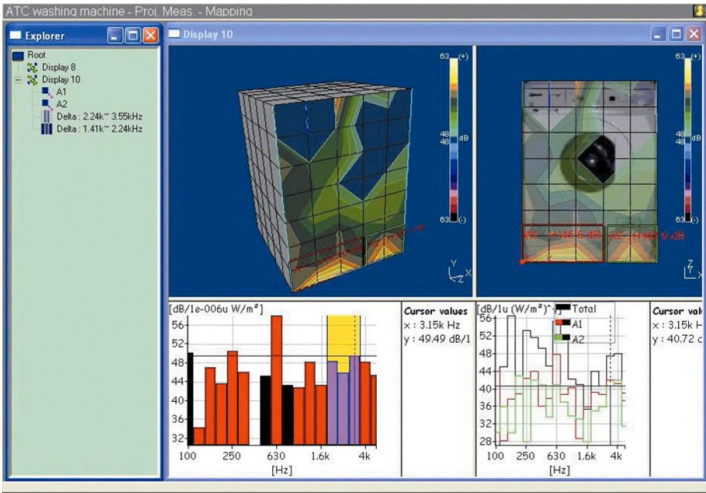
系统特点

- ▲ 满足ISO 9614-1/-2/-3, 适用于背景噪声过大的测量环境
- ▲ 一套完整且灵活的方案
- ▲ 声强探头符合IEC 1043 Class 1 标准
- ▲ 传声器具备相位校准功能 (专利), 使得低频相位匹配更精确
- ▲ 利用高频声强频谱修正, 可用12mm间隔在6.3kHz、8kHz和10kHz 1/3倍频程测量
- ▲ 与Microsoft Excel无缝集成, 生成报告及后处理

Fig. 6 The phase-corrector units fitted to Type 4197 suppress vent sensitivity and result in more accurate near-field measurements



案例



总结

声压法，扩散场环境

- 混响室, (ISO 3741)
- 特定混响室, (ISO 3743)

声压法，自由场环境

- 全消声或半消声室(ISO 3745)
- 近似自由场 (ISO 3744)

声强法

- 离散点法 (ISO 9614-1)
- 扫描法(ISO 9614-2)
- 精密扫描法(ISO 9614-3)

声压法

- + 操作相对简单
- 需要一套合格的测试设备

声强法

- + 不需要特别的测试设备
- + 可以现场测量
- 对测量人员要求高
- 比声压法需要更长的测量时间