

## 空气声声压量值比对总结报告

空气声是应用最广泛，与人类关系最为密切的一种声音。在现实生活中，无论是语言的交流，音乐的欣赏，以至于噪声的干扰，都是通过空气声来实现的。空气声声压量值的复现用实验室标准传声器通过互易法来实现，而其量值的传递主要是通过电声标准装置或声级计检定装置进行的。

我国的声级计检定装置建立时间先后相差较远，设备配备齐全程度亦有不同。随着声级计的国际标准 IEC61672 系列的公布和依据该标准修订的声级计国家检定规程 JJG188—2002 的实施，国内各主要计量单位基本上按新规程配备了检定设备。为了检验各计量技术机构声级计检定装置进行量值传递的能力，保证空气声声压量值的准确传递，我司于 2003 年给全国声学计量技术委员会下达了“空气声声压量值比对”计划，主导实验室为中国计量科学研究院。比对时间从 2004 年 4 月份至 2004 年 12 月份，2005 年 5 月召开总结会。

实际参比实验室共 21 个（实验室名单见附录 A1），分为二个组，分别为 10 个实验室和 11 个实验室，每组两个循环，每个循环 5~6 个实验室。第一个循环的最后一个实验室将声级计送回中国计量科学研究院，作中间检查测量，第二个循环结束后，最后送回中国计量科学研究院对声级计作最后一次复测。

比对选用了四台国产声级计作为样机，分为两组，每组两台。2004 年 4 月至 5 月份主导实验室做比对前的准备工作，包括对对比用样机（声级计）的调试、测量和稳定性考核，6 月份正式开始比对。

从这次全国声压量值比对结果来看，我国声压量值传递能力总体是好的。计量标准装置符合要求，计量技术人员对技术规范的理解准确，测量操作程序和数据处理正确，不确定度分析合理，能够满足声压量值传递的要求。

主要存在问题：一是个别实验室数据处理计算有误，把已经测得的正确结果又以 1kHz 为 0dB 加以处理，二是有的实验室不确定度分析偏小和不全面，因而导致  $E_n$  值大于 1。（比对发现的问题和原因分析见附件 A2）。

附录 A1 空气声声压量值比对参加比对实验室名单

- 1、中国计量科学研究院
- 2、北京市计量检测科学研究院
- 3、山东省质检所
- 4、天津市计量科学研究所
- 5、吉林省计量科学研究院
- 6、黑龙江省计量科学研究院
- 7、浙江省计量检测技术研究院
- 8、南京市计量所
- 9、上海市计量测试技术研究院
- 10、辽宁省计量测试技术研究院
- 11、湖北省计量测试技术研究院
- 12、武汉 701 所
- 13、湖南衡阳仪表厂
- 14、广东省计量科学技术研究院
- 15、广州市计量所
- 16、甘肃省计量所
- 17、中国测试技术研究院
- 18、陕西师范大学
- 19、河北声学计量站
- 20、河南省计量学院
- 21、山西省计量所
- 22、郑州 713 所

通过此次全国比对，主要发现存在以下问题：

- 1) 在频率计权测量时，有些参比实验室没有按照比对细则规定的方法使用标准传声器的开路灵敏度级、前置放大器插入损失、声场散射修正值等参数进行计算来对标准系统校准，而是直接用声校准器对标准系统进行校准，当声校准器声压级值校准精度不高或没做各种修正时，会对标准系统带来较大误差。
- 2) 在频率计权测量时，没有严格按照比对细则规定的方法进行数据处理。按 JJG188—2002 中 7.1.3.3 的 9) 条规定：在每个检定频率上，频率计权是从声级计的指示声级减去用实验室标准传声器测试到的没有频率计权的声压级进行计算。有些参比单位在实际上已经测得频率计权结果后还要以 1kHz 为 0dB 对计权结果进行处理，最后得到的 1 组两台声级计样机的 A 计权在 1kHz 都是 0dB，这按常理来说可能性不大，因为声级计壳体本身对声场有散射，且两台声级计的体积大小和传声器伸出长度均不一样，其 1kHz 计权不太可能完全相同。
- 3) 有的实验室不确定度分析结果偏小，导致  $E_n$  大于 1。
  - a. 在不确定度分析时，没有考虑声校准器的不确定度，但声级计调整时是使用声校准器的；
  - b. 测量放大器示值误差大都取 0.05dB，实际上每台测量放大器的误差是不一样的，应实际进行测量，当不用电压表监视时，其表头读数分辨力应当考虑。
  - c. 声级计示值分辨力应考虑。
  - d. 标准传声器的灵敏度不确定度没有使用给出的散射修正值的不确定度 0.2dB( $k=2$ )，而仅使用耦合腔互易校准的不确定度值。
- 4) 西部地区气压偏离参考条件较远，应考虑气压修正，否则会引入很大误差。
- 5) 在低频 10Hz 时，比对偏差相对较大，可能是：
  - a. 使用了功率放大器，功率放大器的噪声一般较大，致使信噪比不够。
  - b. 周围环境噪声高，读数下不来。
  - c. 没有改变量程。
- 6) 在较高频率，由于使用的标准传声器种类不同，测量结果相差较大。LS1 型实验室标准传声器用耦合腔互易法只能给出 10kHz 以下频率的灵敏度级，10kHz 以上灵敏度级用查出厂曲线的方法得出，而 LS2 型实验室标准传声器目前尚无国

际标准化的散射修正值，只从生产厂给出的资料曲线上查得（IEC 正在制定此标准，即将颁布），这样误差也要相对大一些，即便是能给出散射修正值，对于具体型号的实验室标准传声器，其散射值也有差异，WS3 型工作标准传声器目前还没有相关的检定规程，其灵敏度无法校准到要求的精度，上述情况是高频测量结果离散较大的原因。建议我国尽快建立针对 LS2 型实验室标准传声器的自由场互易法声压基准，以满足自由声场声压量值测量和传递的需要。并建议相关实验室在对声学标准装置进行技术改造时，增加 LS2 型实验室标准传声器作为标准器，以满足对声级计量值传递的需要。

7) 国产样机的传声器性能随环境条件的变化也对高频测量产生一定的影响。

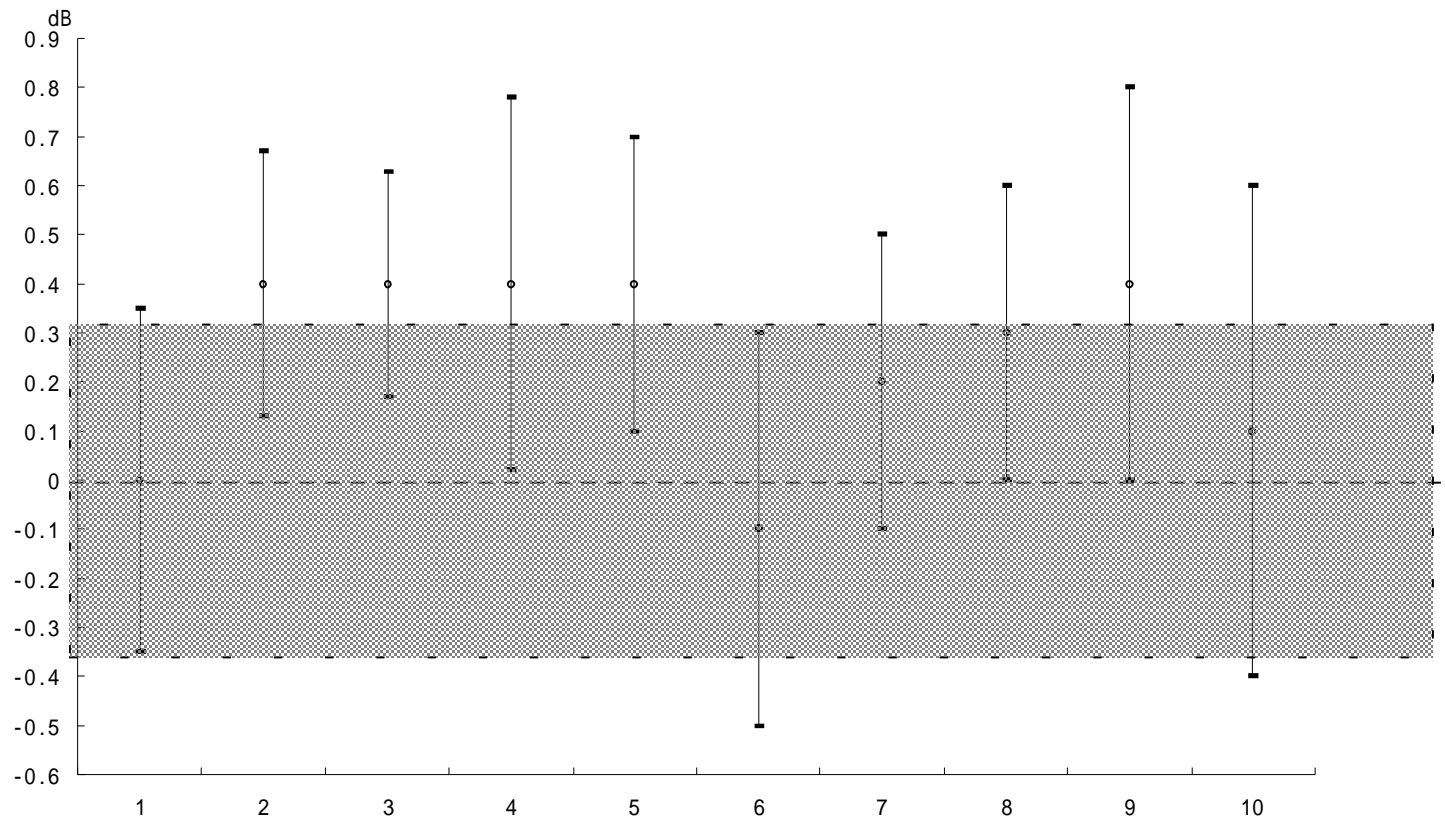
8) 有的实验室用电信号测量声级计样机的猝发音响应时，2ms 的偏差较大，一个可能是持续时间设置不正确，还有可能是猝发音信号源此档位持续时间不准确，应查找原因改进。

### 附件 A3 测量结果的评价

各参比实验室测量结果、测量不确定度及 $|E_n|$  值汇总见表 1—表 4 和图 1—图 6:

表 1  
 第一组  
 HS5661/200406007

参比实验室		A 计权值(dB)			2ms 猝发音响 应 (dB)		参比实验室的测量不确定度 / dB (k=2)					E <sub>n</sub>   值 (1kHzA 计权)
		10Hz	1kHz	20kHz	单个 F	单个 S	10Hz	1kHz	20kHz	单个 F	单个 S	
1	中国计量院 (参考值)	-67.9	-0.5	-16.7	-18.8	-28.1	0.33	0.35	0.76	0.15	0.15	/
2	北京市计量所	-65.4	-0.1	-22.4	-18.7	-28.1	0.5	0.27	0.9	0.2	0.2	0.90
3	山东质检所	-63.8	-0.1	-17.3	-18.8	-28.1	0.36	0.23	0.51	0.13	0.13	0.96
4	天津市计量所	-65.6	-0.1	-16.9	-18.7	-27.9	0.48	0.38	0.88	0.15	0.15	0.77
5	吉林省计量院	-65.3	-0.1	-12.3	-18.8	-28.0	0.4	0.3	0.6	0.23	0.23	0.87
6	黑龙江省计量院	-62.6	-0.6	-19.5	-18.8	-27.9	0.5	0.4	0.5	0.2	0.2	0.19
7	浙江省计量院	-62.0	-0.3	-16.7	-18.8	-28.0	1.0	0.3	1.2	0.2	0.2	0.44
8	南京市计量所	-62.0	-0.2	-17.2	-18.8	-28.1	0.3	0.3	0.3	0.14	0.14	0.65
9	上海市计量院	-62.4	-0.1	-15.0	-18.7	-28.1	0.5	0.4	1.0	0.3	0.3	0.75
10	辽宁省计量院	-65.4	-0.4	-18.3	-18.8	-28.1	0.6	0.5	/	0.3	0.3	0.17



注：图中序号对应表 1 中序号

图 1. HS5661/200406007 测量结果图

表 2

AWA5610D/016948

参比实验室		A 加权值(dB)			2ms 猝发音响应 (dB)			参比实验室的测量不确定度 / dB (k=2)						E <sub>n</sub>   值 (1kHzA 计权)
		20Hz	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	20Hz	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	
1	中国计量院 (参考值)	<b>-50.4</b>	<b>-0.2</b>	<b>-2.1</b>	<b>-18.3</b>	<b>-27.2</b>	<b>-6.9</b>	<b>0.29</b>	<b>0.37</b>	<b>2.41</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	/
2	北京市计量所	-48.3	0.0	-2.9	-19.2	-30.2	-6.9	0.4	0.27	0.5	0.2	0.2	0.2	0.44
3	山东质检所	-49.9	0.0	-2.6	-18.2	-27.2	-6.8	0.23	0.22	0.27	0.13	0.13	0.13	0.47
4	天津市计量所	-50.3	-0.1	-3.5	-18.3	-26.6	-6.5	0.34	0.32	0.48	0.22	0.22	0.16	0.21
5	吉林省计量院	-52.3	+0.2	-3.0	-18.1	-26.8	-6.9	0.3	0.3	0.4	0.28	0.28	0.26	0.84
6	黑龙江省计量院	-51.1	-0.4	-3.0	-18.2	-26.5	-6.9	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.42
7	浙江省计量院	-49.0	-0.1	-3.0	-18.2	-27.2	-7.0	0.7	0.4	0.8	0.2	0.2	0.2	0.19
8	南京市计量所	-48.0	-0.1	+0.2	-18.3	-27.3	-6.8	0.4	0.3	0.3	0.12	0.12	0.12	0.21
9	上海市计量院	-49.7	0.0	+0.2	-18.2	-27.2	-6.9	0.5	0.4	0.6	0.3	0.3	0.3	0.37
10	辽宁省计量院	-50.2	0.0	-0.1	-18.2	-27.2	-7.0	0.6	0.5	0.7	0.2	0.2	0.2	0.32

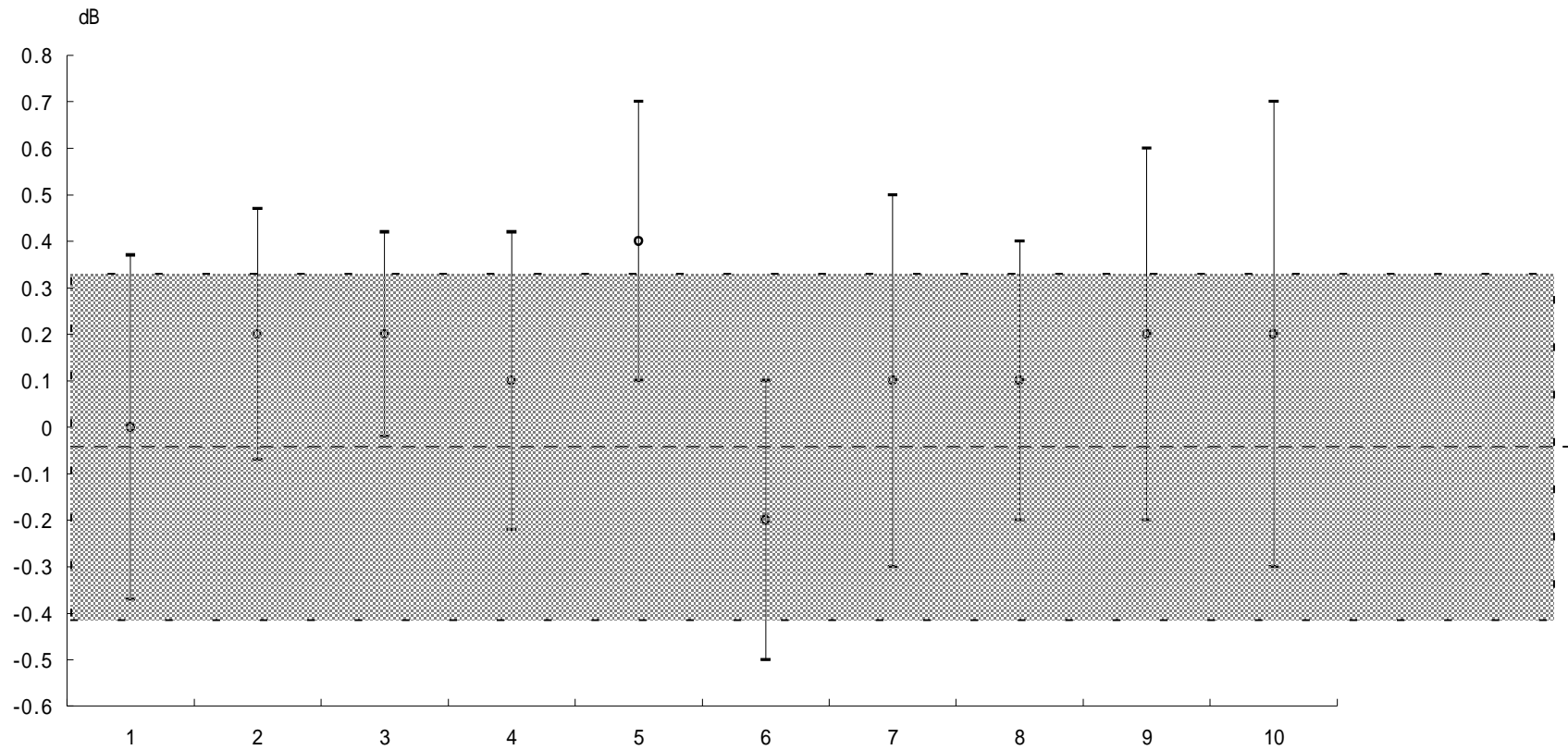


图 2. 注：图中序号对应表 2 中序号

AWA5610D/016948 测量结果图



表 3  
AWA5610D/016948

参比实验室		A 计权值(dB)			2ms 猝发音响应 (dB)			参比实验室的测量不确定度 / dB (k=2)						E <sub>n</sub>   值 (1kHzA 计权)
		20Hz	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	20Hz	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	
1	中国计量院 (参考值)	<b>-50.4</b>	<b>-0.2</b>	<b>-2.1</b>	<b>-18.3</b>	<b>-27.2</b>	<b>-6.9</b>	<b>0.29</b>	<b>0.37</b>	<b>2.41</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	/
2	北京市计量所	-48.3	0.0	-2.9	-19.2	-30.2	-6.9	0.4	0.27	0.5	0.2	0.2	0.2	0.44
3	山东质检所	-49.9	0.0	-2.6	-18.2	-27.2	-6.8	0.23	0.22	0.27	0.13	0.13	0.13	0.47
4	天津市计量所	-50.3	-0.1	-3.5	-18.3	-26.6	-6.5	0.34	0.32	0.48	0.22	0.22	0.16	0.21
5	吉林省计量院	-52.3	+0.2	-3.0	-18.1	-26.8	-6.9	0.3	0.3	0.4	0.28	0.28	0.26	0.84
6	黑龙江省计量院	-51.1	-0.4	-3.0	-18.2	-26.5	-6.9	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.42
7	浙江省计量院	-49.0	-0.1	-3.0	-18.2	-27.2	-7.0	0.7	0.4	0.8	0.2	0.2	0.2	0.19
8	南京市计量所	-48.0	-0.1	+0.2	-18.3	-27.3	-6.8	0.4	0.3	0.3	0.12	0.12	0.12	0.21
9	上海市计量院	-49.7	0.0	+0.2	-18.2	-27.2	-6.9	0.5	0.4	0.6	0.3	0.3	0.3	0.37
10	辽宁省计量院	-50.2	0.0	-0.1	-18.2	-27.2	-7.0	0.6	0.5	0.7	0.2	0.2	0.2	0.32

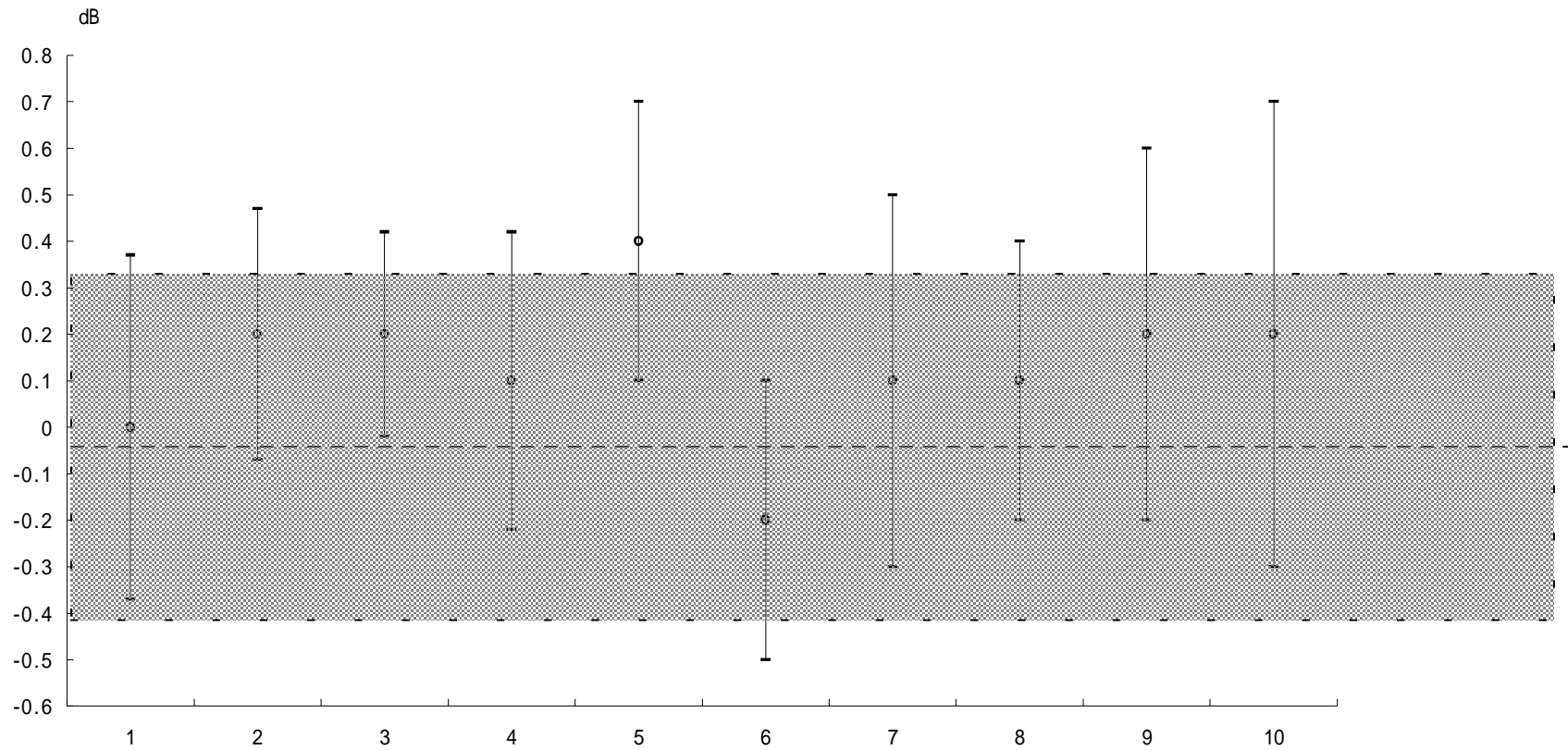
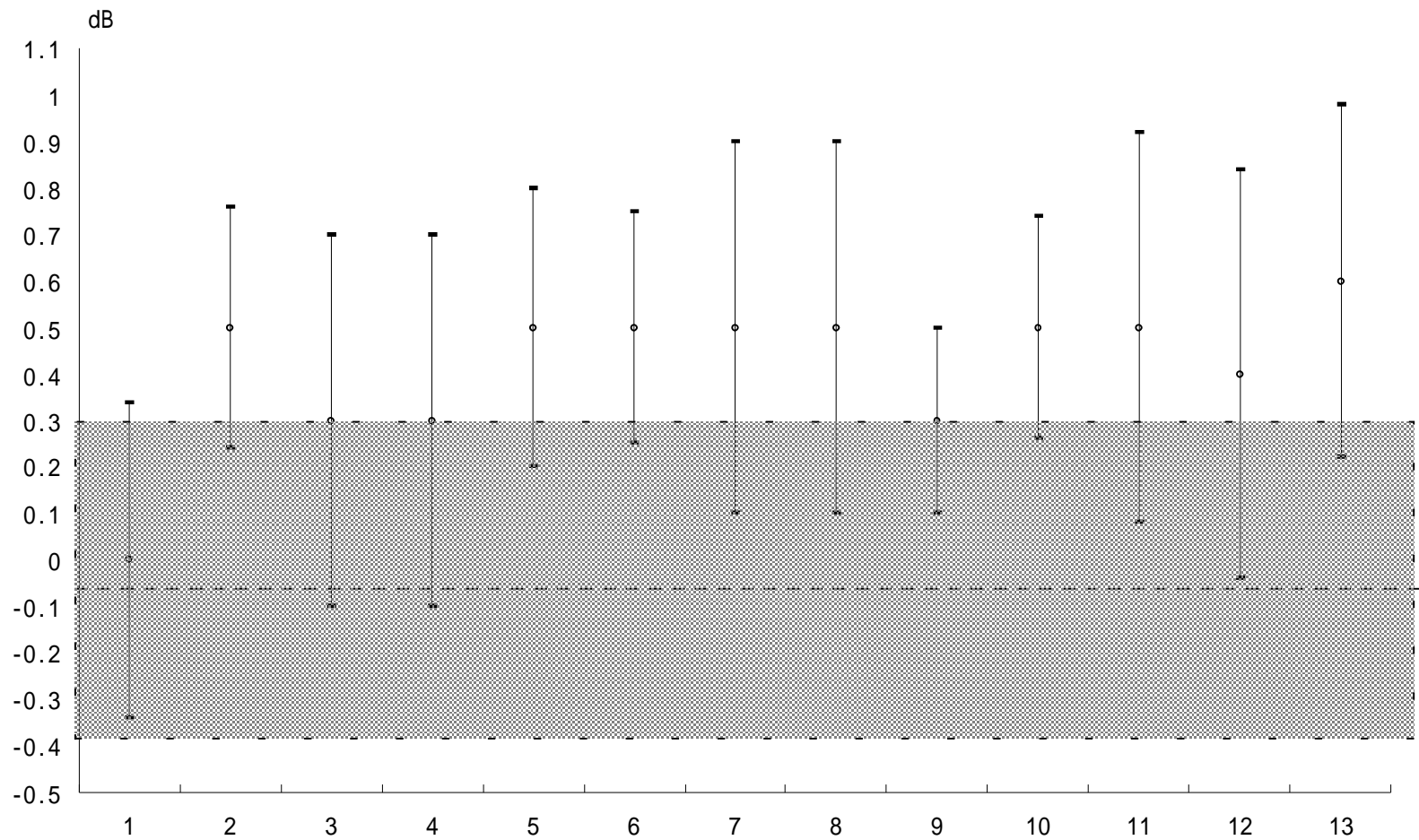


图3 AWA5610D/016948 测量结果图

注：图中序号对应表3中序号

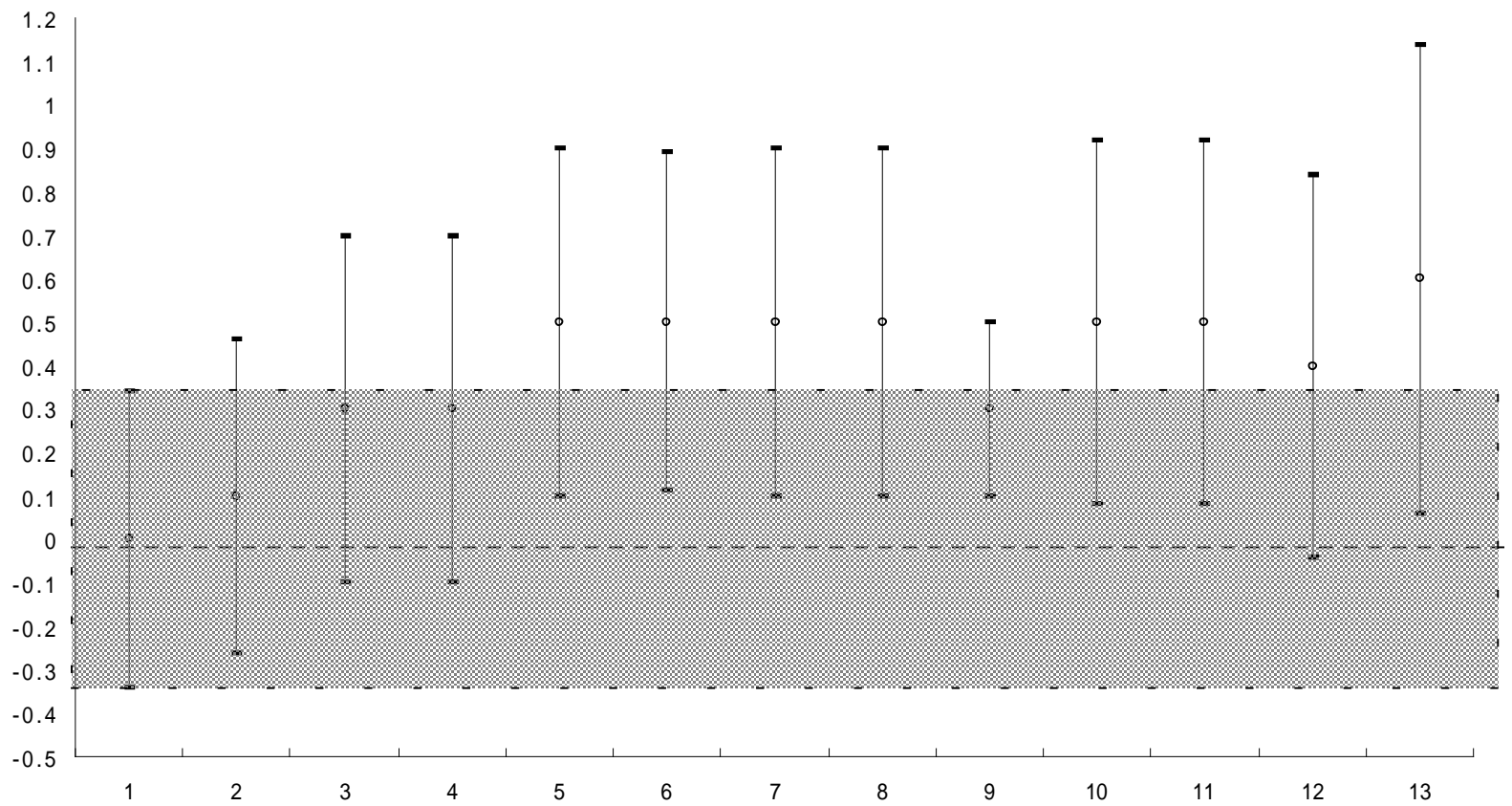
表4 第二组 HS5661/200406008

参比实验室		A 计权值(dB)			2ms 猝发音响应 (dB)		参比实验室的测量不确定度 / dB (k=2)					E <sub>n</sub> 值 (1kHzA 计权)
		10Hz	1kHz	20kHz	单个 F	单个 S	10Hz	1kHz	20kHz	单个 F	单个 S	
1	中国计量院 (参考值)	<b>-67.2</b>	<b>-0.5</b>	<b>-11.4</b>	<b>-18.8</b>	<b>-28.0</b>	<b>0.26</b>	<b>0.34</b>	<b>0.79</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	/
2	湖北省计量院 (下行为整改后的数据)	-64.7	0.0	-8.2	-18.7	-28.1	0.30	0.26	0.30	0.20	0.20	1.17
		<b>-65.1</b>	<b>-0.4</b>	<b>-8.6</b>	<b>-18.7</b>	<b>-28.1</b>	<b>0.38</b>	<b>0.36</b>	<b>0.74</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>
3	武汉 701 所	-65.3	-0.2	-14.6	-18.8	-28.1	0.5	0.4	0.8	0.2	0.2	0.57
4	衡阳仪表厂	-66.6	-0.2	-7.2	-18.8	-28.0	0.5	0.4	1.0	0.3	0.3	0.57
5	广东省计量院 (下行为整改后的数据)	-65.4	0.0	-9.6	-18.7	-28.1	0.5	0.3	1.0	0.3	0.3	1.10
		<b>-65.4</b>	<b>0.0</b>	<b>-9.6</b>	<b>-18.7</b>	<b>-28.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.95</b>
6	广州市计量所 (下行为整改后的数据)	-63.5	0.0	-10.3	-18.8	-27.4	0.5	0.25	0.8	0.3	0.3	1.18
		<b>-63.5</b>	<b>0.0</b>	<b>-10.3</b>	<b>-18.8</b>	<b>-27.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.39</b>	<b>0.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.97</b>
7	甘肃省计量所	-68.6	0.0	-17.5	-18.8	-28.1	0.3	0.4	0.4	0.15	0.15	0.95
8	中国测试院	-67.5	0.0	-11.8	-18.7	-28.1	0.5	0.4	1.0	0.14	0.14	0.95
9	陕西师大	-64.9	-0.2	-13.4	-18.7	-28.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.76
10	河北声学计量站 (下行为整改后的数据)	-64.2	0.0	-12.2	-18.7	-28.0	0.36	0.24	0.44	0.15	0.15	1.20
		<b>-64.2</b>	<b>0.0</b>	<b>-12.2</b>	<b>-18.7</b>	<b>-28.0</b>	<b>0.48</b>	<b>0.42</b>	<b>0.46</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.93</b>
11	河南省计量院	-61.5	0.0	-14.5	-18.8	-28.1	0.44	0.42	0.44	0.2	0.2	0.93
12	郑州 713 所	-64.9	-0.1	-13.6	-18.8	-28.3	0.45	0.44	0.50	0.20	0.20	0.72
13	山西省计量所 (下行为整改后的数据)	-64.7	+0.1	-13.9	-18.8	-26.0	0.46	0.38	0.50	0.15	0.15	1.18
		<b>-64.7</b>	<b>+0.1</b>	<b>-13.9</b>	<b>-18.8</b>	<b>-26.0</b>	<b>0.46</b>	<b>0.54</b>	<b>0.50</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.94</b>



注：图中序号对应于表4中的序号

图4 HS5661/200406008 测量结果图（整改前）



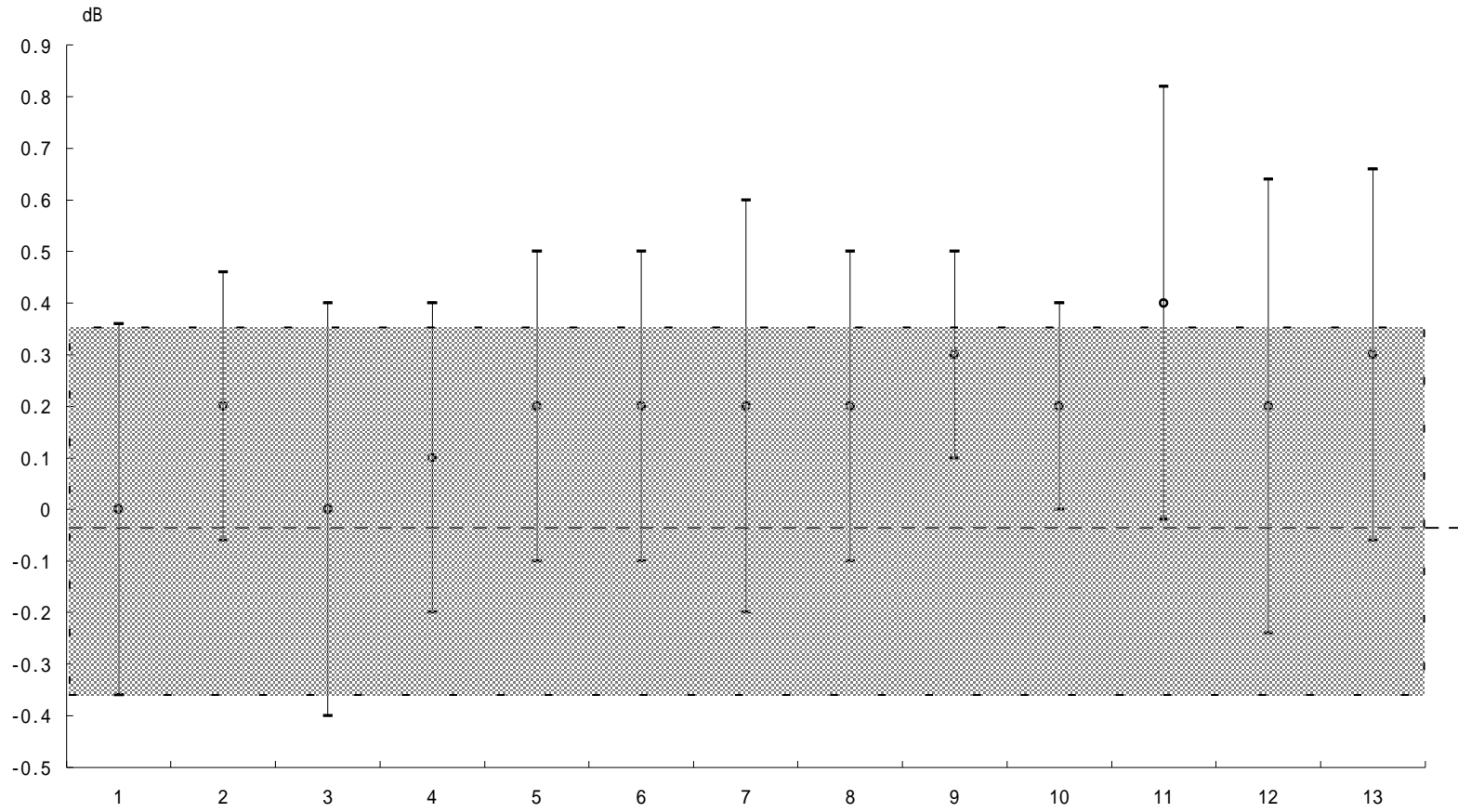
注：图中序号对应于表 4 中的序号

图 5 HS5661/200406008 测量结果图 (整改后)

表 5 AWA5610D/016923

参比实验室		A 加权值(dB)			2ms 猝发音响应 (dB)			参比实验室的测量不确定度 / dB (k=2)						E <sub>n</sub> 值 (1kHzA 计权)
		20Hz z	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	20Hz	1kHz	8kHz	单个 F	单个 S	重复	
1	中国计量院 (参考值)	-50.3	-0.2	-2.2	-18.3	-27.2	-6.9	0.34	0.36	0.68	0.15	0.15	0.15	/
2	湖北省计量院 (下行为整改后的数据)	-49.9 -50.2	0.0 -0.3	-1.8 -2.2	-18.0 -18.0	-27.1 -27.1	-6.8 -6.8	0.28 0.38	0.26 0.36	0.46 0.60	0.18 0.18	0.18 0.18	0.15 0.15	0.45 0.20
3	武汉 701 所	-49.4	-0.2	-1.3	-18.3	-27.3	-6.9	0.5	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.0
4	衡阳仪表厂	-49.8	-0.1	-3.6	-18.3	-27.2	-6.0*	0.5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	0.22
5	广东省计量院 (下行为整改后的数据)	-50.0 -50.0	0.0 0.0	-0.8 -0.8	-18.3 -18.3	-27.2 -27.2	-6.9 -6.9	0.5 0.5	0.3 0.4	0.6 0.6	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.43 0.37
6	广州市计量所 (下行为整改后的数据)	-50.1 -50.1	0.0 0.0	-0.3 -0.3	-18.3 -18.3	-27.3 -27.3	-6.9 -6.9	0.4 0.4	0.3 0.41	0.5 0.5	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.43 0.37
7	甘肃省计量所	-48.9	0.0	-0.9	-18.3	-27.2	-6.9	0.3	0.4	0.4	0.15	0.15	0.15	0.37
8	中国测试院	-50.4	0.0	-2.0	-18.2	-27.2	-6.9	0.5	0.3	0.5	0.14	0.14	0.13	0.43
9	陕西师大	-49.9	+0.1	-1.1	-18.2	-27.1	-6.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.73
10	河北声学计量站 (下行为整改后的数据)	-49.5 -49.5	0.0 0.0	-1.4 -1.4	-18.2 -18.2	-27.3 -27.3	-6.9 -6.9	0.26 0.45	0.20 0.44	0.24 0.44	0.16 0.16	0.16 0.16	0.14 0.14	0.49 0.35
11	河南省计量院	-50.1	+0.2	-1.1	-18.2	-27.1	-6.9	0.44	0.42	0.45	0.2	0.2	0.21	0.72
12	郑州 713 所	-49.8	0.0	-0.8	-18.3	-27.2	-6.9	0.45	0.44	0.50	0.20	0.20	0.22	0.35
13	山西省计量所 (下行为整改后的数据)	-50.4 -50.4	+0.1 +0.1	+0.6 +0.6	-18.3 -18.3	-26.6 -26.6	-6.9 -6.9	0.44 0.44	0.36 0.54	0.42 0.42	0.14 0.14	0.14 0.14	0.15 0.15	0.59 0.46

\* 为单个猝发音之间间隔 3 倍，而不是规程建议的 4 倍，其理论值为 -6.02dB。



注：图中序号对应于表 5 中的序号

图 6. AWA5610D/016923 测量结果图（整改前）

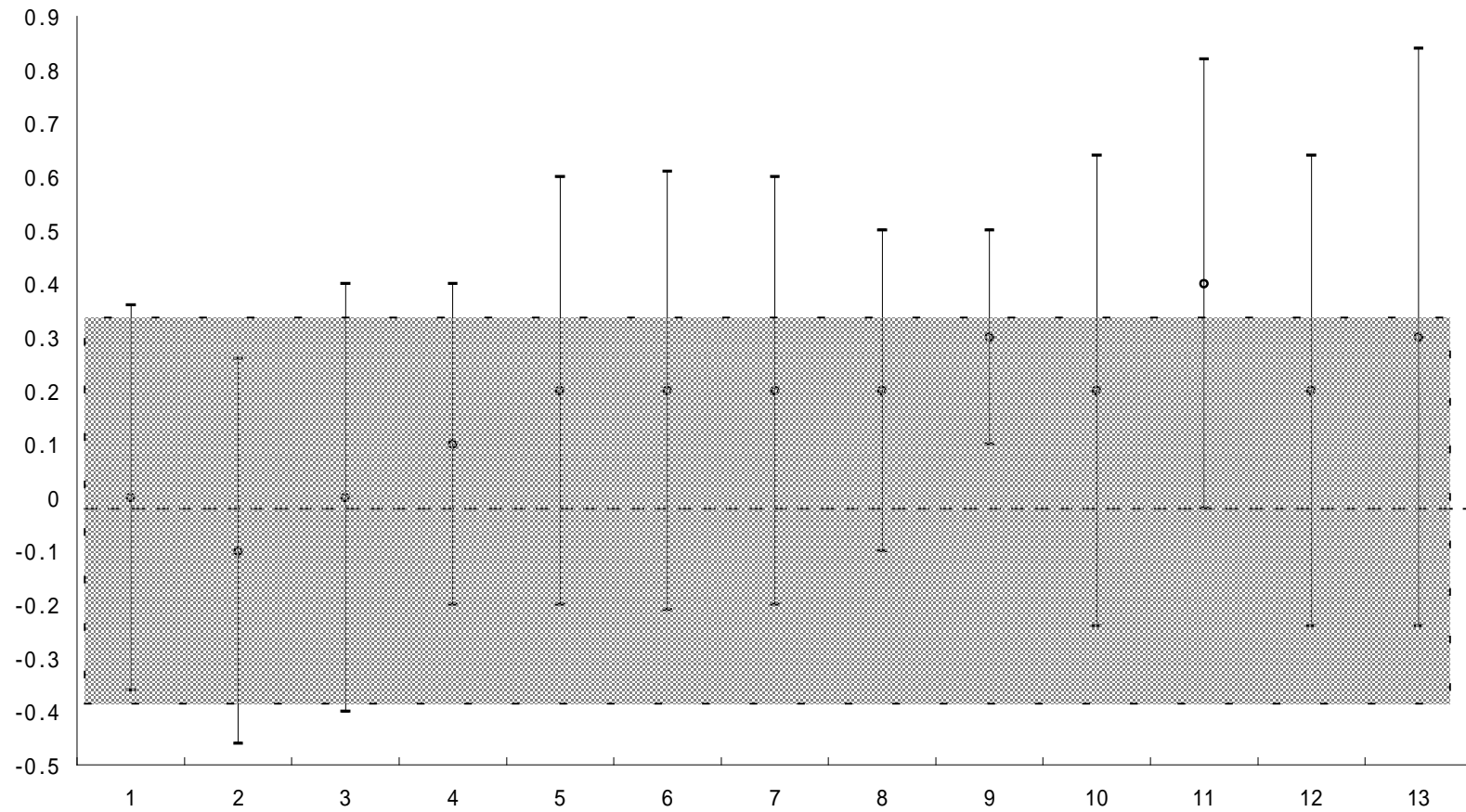


图 7

AWA5610D/016923 测量结果图（整改后）

注：图中序号对应于表 5 中的序号