《实验室标准传声器（耦合腔互易法）检定规程》

（征求意见稿）

实验验证报告

《实验室标准传声器（耦合腔互易法）检定规程》

编制工作组

2026.10.28

目　录

1、基本情况 1

1.1　实验条件 1
1.2　实验方法 1
1.3　实验用标准器和配套设备 1
1.4　实验用样机 2

2、实验数据及分析 2

2.1　4180 型实验室标准传声器 2
2.2　AWA LS2aP 型实验室标准传声器 4
2.3　4160 型实验室标准传声器 6

3、稳定度 7

4　结论 9

《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》

实验验证报告

1、基本情况

1.1 实验条件

实验时间：2026 年 10 月 10 日～2026 年 10 月 25 日

实验地点：中国计量科学研究院昌平院区 17 号楼

环境参数：空气温度（22~25）℃

相对湿度（30~65）%

静压（99.0~101.2）kPa

1.2 实验方法

本实验采用《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法。

1.3 实验用标准器和配套设备

本实验使用的标准器和配套设备如下：

a）3560C 型多通道声分析仪（B&K）

b）5998 型互易校准仪（B&K）

c）2673 型传声器前置放大器（B&K）

d）ZE 0796 型传声器发射单元（B&K）

e）370 型气压计（Setra）

f）HM40/HMP113 型温湿度表（VAISALA）

g）WA 0834 型耦合腔（2640）（B&K）

h）UA 1429 型耦合腔（2644）（B&K）

i）WA 0836 型耦合腔（2646）（B&K）

j）UA 1413 型耦合腔（2648）（B&K）

k）UA 1430 型耦合腔（2688）（B&K）

l）UA 1414 型耦合腔（2698）（B&K）

1.4　实验用样机

选择如下三个不同型号、不同频率范围的实验室标准传声器作为测量对象：

a）4180 型实验室标准传声器（丹麦 B&K 公司，出厂编号 2660994）

b）AWA LS2aP 型实验室标准传声器（杭州爱华，出厂编号 00020）

c）4160 型实验室标准传声器（丹麦 B&K 公司，出厂编号 2652765）

2、实验数据及分析

本实验采用耦合腔互易法声压基准装置进行实验。



图 2.1　实验装置

采用《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法，在校准频率范围内，基于图 2.1 所示的实验装置开展声压灵敏度级及其频率响应的测量实验，实验数据及结果分析如下。

2.1　4180 型实验室标准传声器

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.2 和 7.3.3，以 4180 型实验室标准传声器为测量对象，在 10 Hz～25 kHz 范围测量其声压灵敏度级，实验结果如表 2.1 和图 2.2 所示。

表 2.1　4180 型实验室标准传声器的声压灵敏度级测量结果

频率 Hz	声压灵敏度级 dB ref 1 V/Pa						平均值 dB	标准偏差 dB
	1	2	3	4	5	6		
10.000	-38.192	-38.186	-38.195	-38.196	-38.195	-38.222	-38.232	0.012
12.589	-38.204	-38.198	-38.221	-38.206	-38.206	-38.226	-38.239	0.011
15.849	-38.213	-38.212	-38.218	-38.216	-38.217	-38.233	-38.251	0.008
19.953	-38.223	-38.223	-38.229	-38.227	-38.229	-38.241	-38.266	0.007
25.119	-38.233	-38.234	-38.235	-38.237	-38.240	-38.250	-38.275	0.006
31.623	-38.242	-38.243	-38.250	-38.245	-38.250	-38.257	-38.286	0.006
39.811	-38.251	-38.252	-38.256	-38.254	-38.257	-38.266	-38.293	0.005
50.119	-38.257	-38.261	-38.265	-38.262	-38.266	-38.273	-38.301	0.005
63.096	-38.265	-38.269	-38.273	-38.269	-38.271	-38.279	-38.305	0.005
79.433	-38.271	-38.275	-38.275	-38.276	-38.277	-38.286	-38.313	0.005
100.000	-38.270	-38.275	-38.281	-38.286	-38.285	-38.290	-38.320	0.007
125.893	-38.283	-38.288	-38.289	-38.288	-38.290	-38.298	-38.326	0.005
158.489	-38.287	-38.294	-38.293	-38.294	-38.296	-38.305	-38.329	0.006
199.526	-38.293	-38.298	-38.299	-38.299	-38.301	-38.308	-38.333	0.005
251.189	-38.296	-38.301	-38.304	-38.303	-38.304	-38.312	-38.337	0.005
316.228	-38.300	-38.306	-38.306	-38.306	-38.308	-38.316	-38.340	0.005
398.107	-38.303	-38.309	-38.309	-38.309	-38.311	-38.319	-38.343	0.005
501.187	-38.304	-38.311	-38.312	-38.312	-38.313	-38.321	-38.344	0.005
630.957	-38.306	-38.312	-38.312	-38.313	-38.314	-38.323	-38.345	0.006
794.328	-38.306	-38.313	-38.313	-38.314	-38.315	-38.322	-38.345	0.005
1000.000	-38.304	-38.310	-38.309	-38.311	-38.313	-38.320	-38.343	0.005
1258.925	-38.297	-38.304	-38.303	-38.305	-38.306	-38.314	-38.338	0.005
1584.893	-38.286	-38.294	-38.294	-38.294	-38.296	-38.304	-38.326	0.006
1995.262	-38.267	-38.275	-38.276	-38.276	-38.277	-38.285	-38.308	0.006
2511.886	-38.237	-38.244	-38.243	-38.245	-38.246	-38.255	-38.277	0.006
3162.278	-38.187	-38.195	-38.194	-38.196	-38.196	-38.206	-38.228	0.006
3981.072	-38.108	-38.116	-38.115	-38.118	-38.118	-38.128	-38.151	0.006
5011.873	-37.983	-37.990	-37.989	-37.992	-37.995	-38.006	-38.030	0.008
6309.573	-37.786	-37.795	-37.792	-37.798	-37.799	-37.814	-37.841	0.009
7943.282	-37.490	-37.499	-37.491	-37.503	-37.503	-37.523	-37.553	0.012
10000.000	-37.066	-37.083	-37.064	-37.079	-37.079	-37.111	-37.146	0.017
12589.250	-36.574	-36.611	-36.590	-36.589	-36.601	-36.612	-36.699	0.015
15848.931	-36.644	-36.486	-36.455	-36.458	-36.466	-36.472	-36.600	0.073
19952.619	-37.849	-37.996	-37.914	-37.920	-37.933	-37.952	-38.050	0.048
25118.869	-41.463	-41.524	-41.488	-41.479	-41.494	-41.512	-41.552	0.022

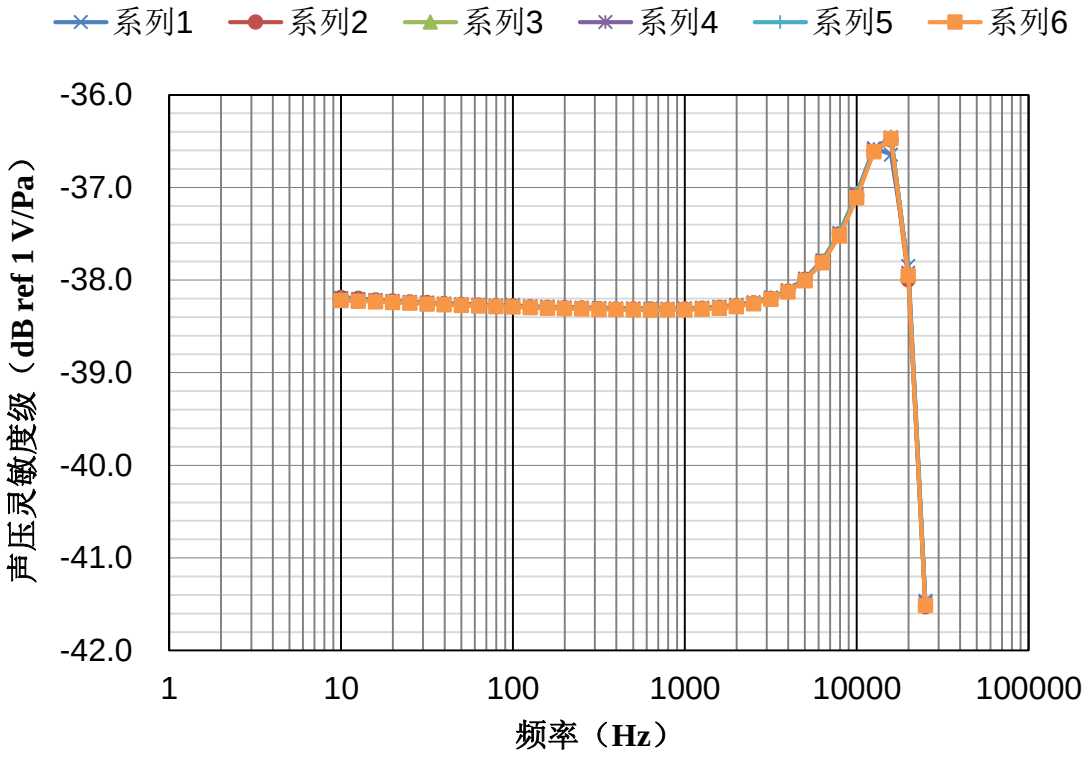


图 2.2　4180.2660994 的声压灵敏度级及其频率响应

2.2　AWA LS2aP 型实验室标准传声器

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.2 和 7.3.3，以 AWA LS2aP 型实验室标准传声器为测量对象，在 10 Hz～25 kHz 范围测量其声压灵敏度级，实验结果如表 2.2 和图 2.3 所示。

表 2.2　AWA LS2aP 型实验室标准传声器的声压灵敏度级测量结果

频率 Hz	声压灵敏度级 dB ref 1 V/Pa						平均值 dB	标准偏差 dB
	1	2	3	4	5	6		
10.000	-37.650	-37.653	-37.664	-37.662	-37.670	-37.663	-37.660	0.007
12.589	-37.650	-37.653	-37.665	-37.667	-37.658	-37.665	-37.660	0.007
15.849	-37.656	-37.659	-37.669	-37.669	-37.672	-37.668	-37.665	0.006
19.953	-37.661	-37.665	-37.676	-37.677	-37.674	-37.674	-37.671	0.007
25.119	-37.666	-37.671	-37.682	-37.685	-37.689	-37.680	-37.679	0.009
31.623	-37.672	-37.677	-37.689	-37.690	-37.696	-37.685	-37.685	0.009
39.811	-37.680	-37.684	-37.694	-37.696	-37.699	-37.691	-37.691	0.007
50.119	-37.685	-37.690	-37.701	-37.701	-37.706	-37.698	-37.697	0.008
63.096	-37.691	-37.695	-37.707	-37.706	-37.712	-37.704	-37.703	0.008
79.433	-37.696	-37.701	-37.711	-37.715	-37.718	-37.709	-37.708	0.008
100.000	-37.701	-37.706	-37.711	-37.715	-37.724	-37.707	-37.711	0.008
125.893	-37.706	-37.710	-37.720	-37.725	-37.727	-37.718	-37.718	0.008

158.489	-37.710	-37.714	-37.724	-37.727	-37.731	-37.721	-37.721	0.008
199.526	-37.713	-37.717	-37.727	-37.733	-37.735	-37.725	-37.725	0.009
251.189	-37.717	-37.721	-37.731	-37.735	-37.737	-37.728	-37.728	0.008
316.228	-37.720	-37.723	-37.733	-37.738	-37.739	-37.731	-37.731	0.008
398.107	-37.723	-37.726	-37.736	-37.740	-37.743	-37.734	-37.734	0.008
501.187	-37.725	-37.728	-37.738	-37.742	-37.745	-37.736	-37.736	0.008
630.957	-37.728	-37.731	-37.741	-37.744	-37.746	-37.738	-37.738	0.007
794.328	-37.729	-37.733	-37.742	-37.747	-37.749	-37.741	-37.740	0.008
1000.000	-37.732	-37.735	-37.745	-37.743	-37.750	-37.742	-37.741	0.007
1258.925	-37.733	-37.736	-37.746	-37.749	-37.751	-37.743	-37.743	0.007
1584.893	-37.734	-37.739	-37.748	-37.751	-37.753	-37.744	-37.745	0.007
1995.262	-37.735	-37.740	-37.747	-37.752	-37.755	-37.747	-37.746	0.007
2511.886	-37.738	-37.742	-37.750	-37.753	-37.756	-37.748	-37.748	0.007
3162.278	-37.739	-37.744	-37.751	-37.753	-37.757	-37.749	-37.749	0.006
3981.072	-37.741	-37.747	-37.753	-37.755	-37.759	-37.751	-37.751	0.006
5011.873	-37.746	-37.750	-37.753	-37.756	-37.762	-37.753	-37.753	0.005
6309.573	-37.749	-37.757	-37.758	-37.761	-37.764	-37.757	-37.758	0.005
7943.282	-37.759	-37.769	-37.764	-37.764	-37.773	-37.764	-37.765	0.005
10000.000	-37.777	-37.793	-37.779	-37.774	-37.787	-37.779	-37.781	0.007
12589.250	-37.862	-37.878	-37.833	-37.846	-37.871	-37.859	-37.858	0.016
15848.931	-37.960	-37.981	-37.932	-37.938	-37.966	-37.957	-37.956	0.018
19952.619	-38.147	-38.177	-38.083	-38.106	-38.153	-38.115	-38.130	0.035
25118.869	-38.273	-38.319	-38.297	-38.320	-38.354	-38.335	-38.316	0.028

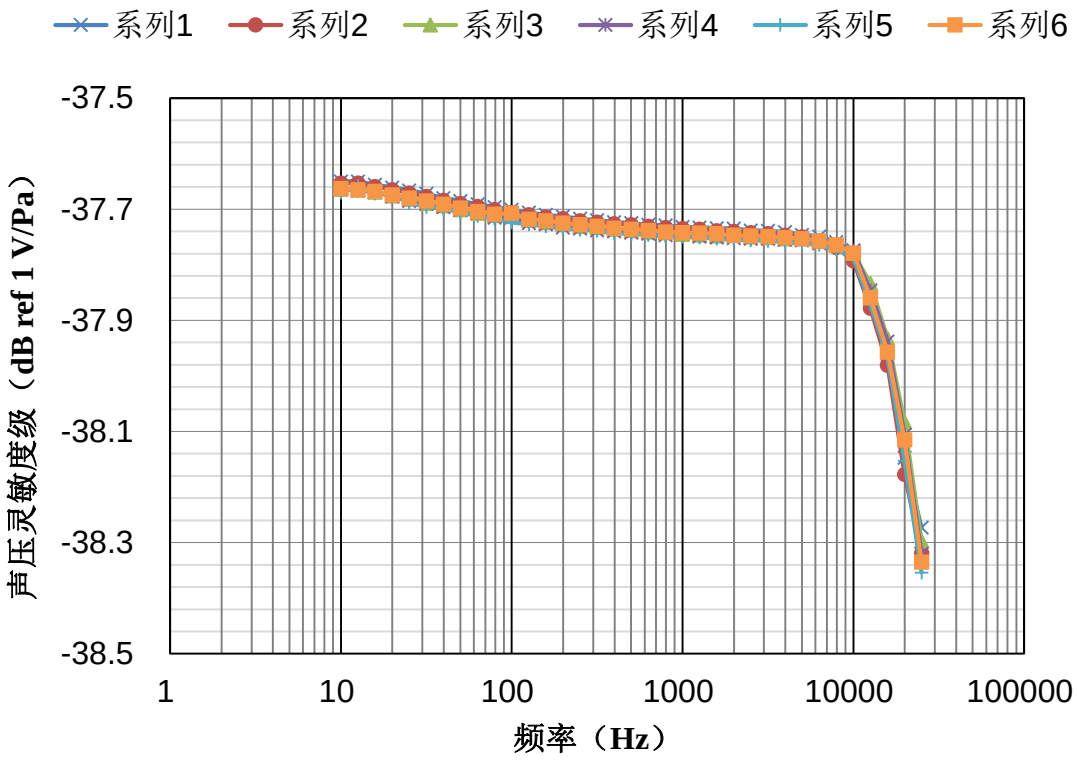


图 2.3　AWA LS2aP.00020 的声压灵敏度级及其频率响应

2.3　4160 型实验室标准传声器

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.2 和 7.3.3，以 4160 型实验室标准传声器为测量对象，在 2 Hz～10 kHz 范围测量其声压灵敏度级，实验结果如表 2.3 和图 2.4 所示。

表 2.3　4160 型实验室标准传声器的声压灵敏度级测量结果

频率 Hz	声压灵敏度级 dB ref 1 V/Pa						平均值 dB	标准偏差 dB
	1	2	3	4	5	6		
1.995	-26.121	-26.114	-26.105	-26.116	-26.123	-26.110	-26.115	0.007
2.512	-26.248	-26.242	-26.236	-26.235	-26.251	-26.239	-26.242	0.006
3.162	-26.363	-26.359	-26.355	-26.353	-26.366	-26.356	-26.359	0.005
3.981	-26.467	-26.463	-26.461	-26.458	-26.469	-26.462	-26.463	0.004
5.012	-26.559	-26.556	-26.554	-26.551	-26.560	-26.553	-26.556	0.004
6.310	-26.639	-26.636	-26.636	-26.632	-26.639	-26.634	-26.636	0.003
7.943	-26.707	-26.704	-26.705	-26.701	-26.707	-26.704	-26.705	0.002
10.000	-26.764	-26.762	-26.763	-26.758	-26.764	-26.761	-26.762	0.002
12.589	-26.811	-26.809	-26.810	-26.805	-26.811	-26.808	-26.809	0.002
15.849	-26.850	-26.848	-26.849	-26.844	-26.850	-26.847	-26.848	0.002
19.953	-26.883	-26.881	-26.882	-26.877	-26.884	-26.880	-26.881	0.002
25.119	-26.910	-26.907	-26.909	-26.904	-26.910	-26.907	-26.908	0.002
31.623	-26.933	-26.932	-26.933	-26.928	-26.935	-26.931	-26.932	0.002
39.811	-26.953	-26.952	-26.954	-26.949	-26.955	-26.952	-26.953	0.002
50.119	-26.972	-26.969	-26.971	-26.965	-26.971	-26.968	-26.969	0.003
63.096	-26.987	-26.985	-26.987	-26.981	-26.988	-26.985	-26.986	0.003
79.433	-27.000	-26.999	-27.001	-26.996	-27.001	-26.999	-26.999	0.002
100.000	-27.011	-27.011	-27.015	-27.006	-27.012	-27.008	-27.011	0.003
125.893	-27.023	-27.022	-27.023	-27.018	-27.025	-27.022	-27.022	0.002
158.489	-27.033	-27.031	-27.032	-27.027	-27.034	-27.031	-27.031	0.002
199.526	-27.041	-27.040	-27.040	-27.036	-27.042	-27.039	-27.040	0.002
251.189	-27.048	-27.046	-27.047	-27.042	-27.049	-27.046	-27.046	0.002
316.228	-27.053	-27.051	-27.052	-27.047	-27.054	-27.051	-27.051	0.002
398.107	-27.056	-27.055	-27.056	-27.050	-27.057	-27.054	-27.055	0.003
501.187	-27.057	-27.056	-27.056	-27.051	-27.058	-27.055	-27.056	0.002
630.957	-27.054	-27.053	-27.053	-27.049	-27.055	-27.053	-27.053	0.002
794.328	-27.046	-27.045	-27.046	-27.041	-27.048	-27.045	-27.045	0.002
1000.000	-27.031	-27.030	-27.030	-27.026	-27.033	-27.030	-27.030	0.002
1258.925	-27.004	-27.003	-27.004	-26.999	-27.007	-27.003	-27.003	0.003
1584.893	-26.961	-26.959	-26.960	-26.955	-26.964	-26.960	-26.960	0.003
1995.262	-26.891	-26.889	-26.890	-26.886	-26.894	-26.891	-26.890	0.003
2511.890	-26.782	-26.780	-26.782	-26.779	-26.788	-26.782	-26.782	0.003
3162.280	-26.622	-26.620	-26.622	-26.619	-26.631	-26.624	-26.623	0.004

3981.070	-26.403	-26.400	-26.404	-26.405	-26.417	-26.408	-26.406	0.006
5011.870	-26.176	-26.172	-26.178	-26.183	-26.201	-26.185	-26.183	0.010
6309.570	-26.179	-26.172	-26.182	-26.193	-26.213	-26.192	-26.189	0.014
7943.280	-27.106	-27.094	-27.114	-27.123	-27.152	-27.125	-27.119	0.020
10000.000	-30.015	-30.036	-30.009	-30.040	-30.040	-30.033	-30.029	0.013

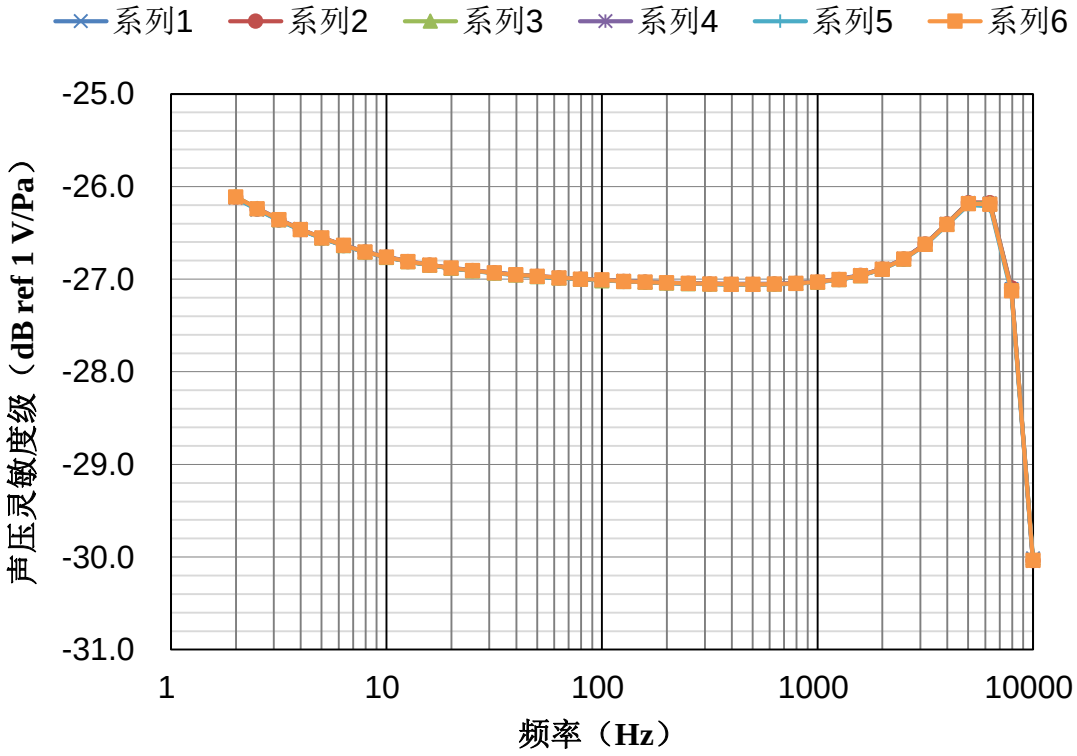


图 2.4　4160.2652765 的声压灵敏度级及其频率响应

3、稳定度

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.4，以 4180 型实验室标准传声器为测量对象，4180.2660994 的稳定度如图 3.1 所示。

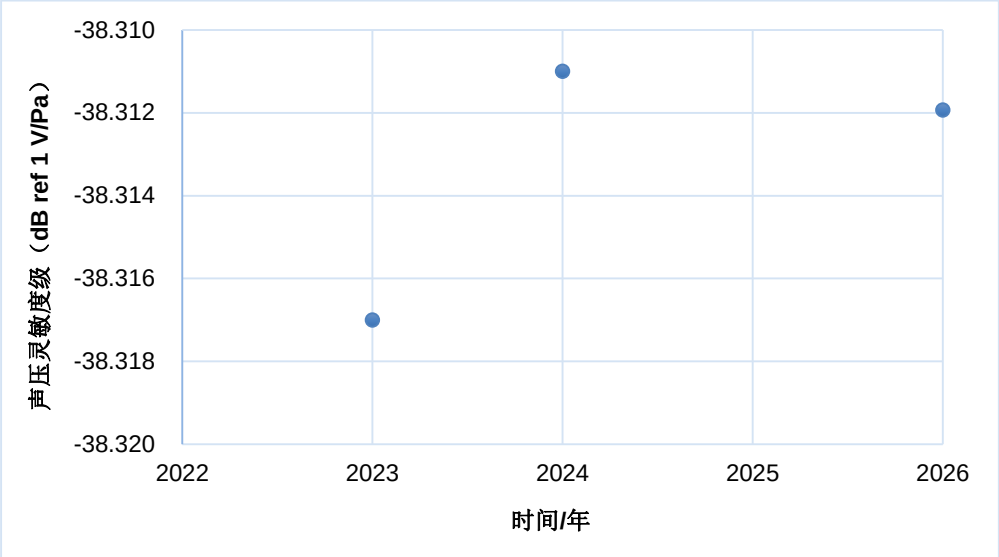


图 3.1　4180.2660994 的稳定度

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.4，以 AWA LS2aP 型实验室标准传声器为测量对象，AWA LS2aP.00020 的稳定度如图 3.2 所示。

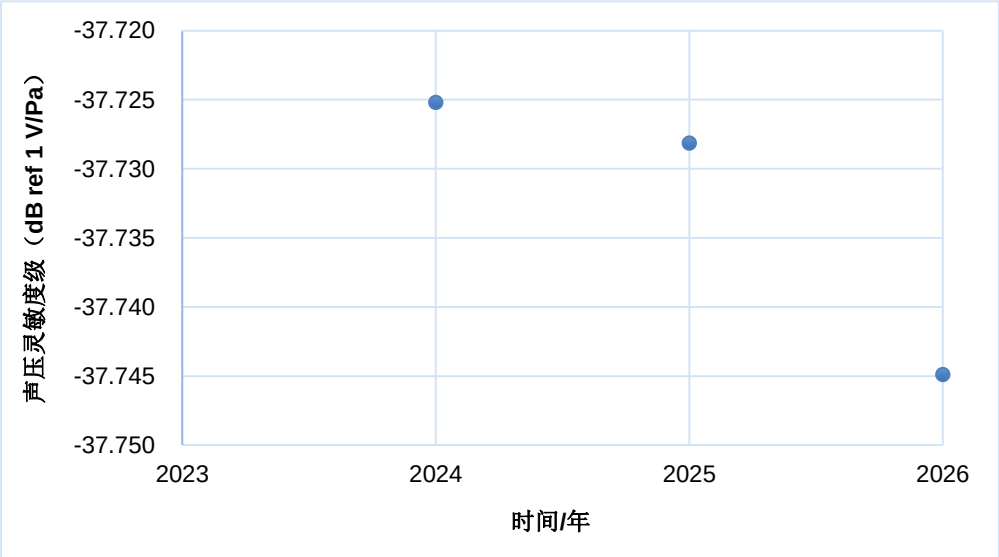


图 3.2　AWA LS2aP.00020 的稳定度

根据《实验室标准传声器（耦合腔互易法）》（征求意见稿）中描述的方法 7.3.4，以 4160 型实验室标准传声器为测量对象，4160.2652765 的稳定度如图 3.3 所示。

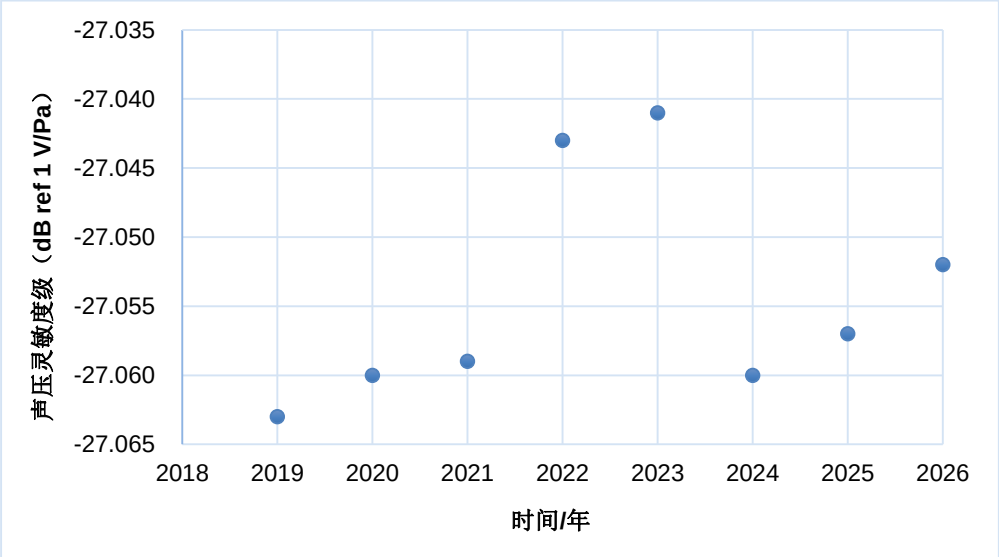


图 3.3　4160.2652765 的稳定度

4　结论

根据各图表中的实验数据分析，可验证本规程设计的检定方法和要求的实验条件合理、可行，满足实验室标准传声器检定的要求。