



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 869—2002

电话电声测试仪

Electro-acoustical Measurement Instruments
for Telephone Set

2002 - 09 - 13 发布

2003 - 03 - 13 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

电话电声测试仪检定规程

**Verification Regulation of
Electro-acoustical Measurement
Instruments for Telephone Set**

JJG 869—2002
代替 JJG 869—1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2002 年 09 月 13 日批准，并自 2003 年 03 月 13 日起施行。

归口单位：全国声学计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院
中国计量科学研究院

参加起草单位：国营 4380 厂嘉兴分厂
广东省计量科学研究所
山东省产品质量监督检验所

本规程委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

顾建秀 （上海市计量测试技术研究院）

邱建华 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

余学明 （国营 4380 厂嘉兴分厂）

张国庆 （广东省计量科学研究所）

顾 群 （山东省产品质量监督检验所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(2)
4 概述	(3)
5 计量性能要求	(3)
5.1 信号源部分	(3)
5.2 记录和测量系统部分	(4)
5.3 仿真耳部分	(4)
5.4 仿真嘴部分	(4)
5.5 馈电源部分	(5)
5.6 声校准器	(5)
5.7 测试电容传声器	(5)
5.8 测试头型架	(5)
6 通用技术要求	(6)
6.1 基本配置要求	(6)
6.2 安全要求	(6)
6.3 预热时间	(6)
6.4 温度和湿度适应性	(6)
6.5 振动、冲击和运输的影响	(6)
6.6 电源电压	(6)
6.7 电磁兼容性	(6)
6.8 外观、标志及说明书	(6)
7 计量器具控制	(7)
7.1 定型鉴定或样机试验	(7)
7.2 首次检定和后续检定	(8)
7.3 定型鉴定或样机试验	(13)
7.4 使用中检验	(18)
附录 A 发送灵敏度和接收灵敏度的测量	(19)
附录 B 检定证书和检定不合格通知书的内页格式	(22)
附录 C 测量结果不确定度分析实例	(25)

电话电声测试仪检定规程

本规程参考了中华人民共和国国家标准 GB/T 15279—1994《自动电话机技术条件》和国际电信联盟电信标准化部门 (ITU-T) 建议 P.65《测定响度评定值用的客观仪表》中的有关条款对 JJG869—1994《电话电声测试仪》进行修订。

1 范围

本规程适用于电话电声测试仪的定型鉴定、样机试验、首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

- GB/T 6587.2—1986 《电子测量仪器温度试验》
 GB/T 6587.3—1986 《电子测量仪器湿度试验》
 GB/T 6587.4—1986 《电子测量仪器振动试验》
 GB/T 6587.5—1986 《电子测量仪器冲击试验》
 GB/T 6587.6—1986 《电子测量仪器运输试验》
 GB/T 6587.7—1986 《电子测量仪器基本安全试验》
 GB/T 6593—1986 《电子测量仪器质量检验规则》
 GB/T 6833.2—1987 《电子测量仪器电磁兼容性试验规范——磁场敏感度试验》
 GB/T 6833.4—1987 《电子测量仪器电磁兼容性试验规范——电源瞬态敏感度试验》
 GB/T 7614—1987 《校准测听耳机用宽频带型仿真耳》
 GB/T 15279—1994 《自动电话机技术条件》
 GB/T 15173—1994 《声校准器》
 SJ/T 10724—1996 《测试电容传声器通用技术条件》
 JJG 176—1995 《声校准器》
 JJG 175—1998 《测试电容传声器》
 JJF 1015—2002 《计量器具型式评价和型式批准通用规范》
 JJF 1016—2002 《计量器具型式评价大纲编写导则》
 ITU-T P.65 (03/1993) 《Objective Instrumentation for the Determination of Loudness Ratings》
 ITU-T P.79 (10/2000) 《Calculation of Loudness Ratings for Telephone Sets》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 电话电声测量 telephonometry

评价电话连接传输性能的客观电声测量技术与人耳主观声测量技术。

3.2 本地电话系统 local telephone system

由用户电话装置、用户线和馈电桥（如果存在的话）的组合。用符号 LTS 表示。

3.3 馈电桥 feeding bridge

中央电池交换机将馈电电流和信令电流加到电话线路上的器件。

3.4 响度评定值 loudness rating

以分贝为单位，表示整个电话连接或其组成部分（如发送系统、线路、接收系统）的响度性能的度量。用符号 LR 表示。包括发送响度评定值、接收响度评定值和侧音掩蔽评定值等。

其中：发送响度评定值用符号 SLR 表示；接收响度评定值用符号 RLR 表示。

3.5 保护环位置 guard-ring position

用符号 LRGP 表示。测量响度评定值与发送有关的项目时，用于方便话机手柄按规定位置放置的保护环位置。

3.6 发送灵敏度 send sensitivity

用客观测量方法测得的本地电话系统的发送灵敏度，用符号 S_{m0} 表示。它是频率的函数。发送灵敏度的单位为分贝，参考 1V/Pa。

3.7 接收灵敏度 receive sensitivity

用客观测量方法测得的本地电话系统的接收灵敏度，用符号 S_{j0} 表示。它是频率的函数。接收灵敏度的单位为分贝，参考 1Pa/V。

用实际人耳测得的接收灵敏度，用符号 S_{jE} 表示。它是频率的函数。

3.8 耳机耦合损耗 earphone coupling loss

考虑到电话机耳承与人耳之间声泄漏的修正值。用符号 L_E 表示。以分贝为单位。

3.9 加权系数 weighting coefficient

为计算发送响度评定值和接收响度评定值用的加权系数。其中发送加权系数用符号 W_S 表示。接收加权系数用符号 W_R 表示。

3.10 嘴参考点 mouth reference point

用符号 MRP 表示。

响度评定值测试时在参考轴线上，距嘴唇平面正前方 25mm 的点。

参考当量测试时在参考轴线上，距嘴唇平面正前方 40mm 的点。

3.11 耳参考点 ear reference point

用符号 ERP 表示。位于收听人耳朵入口处的，作为几何图形参考的虚似的点。

3.12 NOSFER 系统 NOSFER system

测定参考当量的基准系统，由 CCITT（国际电报电话咨询委员会）为测定电话系统参考当量而建立和使用的基准参考系统。

3.13 参考当量 reference equivalent

用符号 RE 表示。电话系统同测定参考当量的基准系统 (NOSFER 系统), 由经过训练的测试队伍按照规定方法进行主观响度平衡, 为达到等响, 每次在 NOSFER 系统中插入一定的衰减量, 各次衰减量取平均值。参考当量的单位为分贝, 如电话系统话音比 NOSFER 系统响, 参考当量为负, 反之亦然。

其中: 发送参考当量用符号 SRE 表示。表示由待评定的发送系统、衰减器和 NOSFER 接收系统所组成的完整电话连接的参考当量与该衰减器的衰减值之差。以分贝为单位。

接收参考当量用符号 RRE 表示。表示由 NOSFER 的发送系统、衰减器和待评定的接收系统所组成的完整电话连接的参考当量与该衰减器的衰减值之差。以分贝为单位。

3.14 回损 return loss

用以度量电话机通话状态下的各频率点等效阻抗。以分贝为单位。

3.15 参考声压 reference sound pressure

当声压用级来表示时, 所引入的一个参考值。

如: 声压级的定义为 $L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}$ dB

注: 式中 p 为测点处的声压, p_0 为参考声压, 在本规程中参考声压取 1Pa。

4 概述

电话声测试仪是一种测试电话机客观电声性能的专用设备, 它主要由信号源、仿真耳、仿真嘴、电终端、记录和测量系统等五部分组成, 此外, 还需配套提供一些必需的辅助装置, 如馈电电路、仿真用户线、声校准器、测试头型架等。

5 计量性能要求

5.1 信号源部分

5.1.1 频率范围

响度评定值测试时: (100 ~ 8000) Hz;

参考当量测试时: (200 ~ 4000) Hz。

5.1.2 幅频特性: (以 1000Hz 为参考)

(100 ~ 200) Hz: 在 ± 0.5 dB 之内;

大于 200 Hz ~ 4000 Hz: 在 ± 0.2 dB 之内;

大于 4000 Hz ~ 8000 Hz: 在 ± 0.5 dB 之内。

5.1.3 总谐波失真

不大于 1.5%。

5.1.4 频率准确度

频率的最大允许误差为示值的 $\pm 1.0\%$ 。

5.1.5 参考信号电平

响度评定值测试时: 以 125mV 为基准, 在 1000Hz 频率点, 其误差不大于 ± 0.2 dB。

参考当量测试时：以 285mV 为基准，在 1000Hz 频率点，其误差不大于 $\pm 0.2\text{dB}$ 。

5.1.6 输出阻抗

$(600 \pm 6) \Omega$ 。

5.2 记录和测量系统部分

5.2.1 频率响应：（以 1000Hz 为参考）

（100 ~ 200）Hz：在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内；

大于 200 Hz ~ 4000 Hz：在 $\pm 0.3\text{dB}$ 之内；

大于 4000 Hz ~ 8000 Hz：在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

5.2.2 测量系统的线性

在 $(-20 \sim +20)$ dB 范围内：允差 $\pm 0.5\text{dB}$ ；

在 $(-20 \sim +20)$ dB 范围外：允差 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

5.2.3 传输特性测试

5.2.3.1 发送响度评定值 *SLR*

按照 GB/T 15279—1994 中 5.2.2 对发送响度评定值测试的规定，所得到的 *SLR* 的值，其最大允许误差为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

5.2.3.2 接收响度评定值 *RLR*

按照 GB/T 15279—1994 中 5.2.3 对接收响度评定值测试的规定，所得到的 *RLR* 的值，其最大允许误差为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

5.2.3.3 发送参考当量 *SRE*

按照 GB/T 12197—1990《双音多频式按键电话机测量方法》中 4.3.1 对客观发送参考当量测试的规定，所得到的 *SRE* 的值，其最大允许误差为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

5.2.3.4 接收参考当量 *RRE*

按照 GB/T 12197—1990《双音多频式按键电话机测量方法》中 4.3.2 对客观接收参考当量测试的规定，所得到的 *RRE* 的值，其最大允许误差为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

5.2.3.5 回损

测量范围 $(0 \sim 30)$ dB，最大允许误差 $\pm 0.5\text{dB}$ ；

当用规定的三元件测试时，其回损值应大于 32dB。

5.2.4 输入阻抗

$(600 \pm 6) \Omega$ 。

5.2.5 本机噪声

电话电声测试仪的本机噪声应至少比其出厂规定的最低可测量程的下限低 5dB。

5.3 仿真耳部分

应符合 GB/T 7614—1987 规定。

5.4 仿真嘴部分

5.4.1 频率响应

5.4.1.1 响度评定值测试时

在采用均衡技术后，仿真嘴的频率响应，以 1000Hz 为参考，在嘴参考点处应能达到表 1 所规定的要求。

表 1 仿真嘴的频率响应

频率范围	允差
(100 ~ 200) Hz	± 2 dB
大于 200 Hz ~ 4000 Hz	± 1 dB
大于 4000 Hz ~ 8000 Hz	± 2 dB

5.4.1.2 参考当量测试时

在采用均衡技术后，在参考点处的仿真嘴频率响应，当频率在（200 ~ 4000）Hz 范围内时，以 1000Hz 为参考，其频率响应的变化应在 ± 2 dB 之内。

5.4.2 谐波失真

(100 ~ 125) Hz: 二次谐波小于 10.0%；

大于 125 Hz ~ 200 Hz: 二次谐波小于 4.0%；

大于 200 Hz ~ 8000 Hz: 二次谐波小于 1.0%。

5.4.3 可发出的最大声压级

响度评定值测试时，仿真嘴应该能够在 MRP 处产生声压级至少为 +6dB（以 1Pa 为参考）的连续不断的声压级。

5.4.4 线性

在声输出从（-14 ~ +6）dB（以 1Pa 为参考）的范围内变化时，当馈电信号每增加或减小 6dB 时，在仿真嘴参考点 MRP 处所得到的声输出也应该相应的增加或减小（ 6 ± 0.5 ）dB。

5.5 馈电源部分

5.5.1 直流馈电电压

响度评定值测试时：（ 48 ± 0.5 ）V

参考当量测试时：（ 60 ± 0.5 ）V

5.5.2 直流馈电电流

应能达到表 2 所规定的要求。

表 2 直流馈电电流的要求

仿真线	0km	3km	5km
响度评定值测试	(120 ± 10) mA	(50 ± 5) mA	(36 ± 5) mA
参考当量测试	(60 ± 5) mA	(38 ± 5) mA	(31 ± 5) mA

5.6 声校准器

应符合 GB/T 15173—1994 对 1 级声校准器规定的要求。

5.7 测试电容传声器

应符合 SJ/T 10724—1996 对测试电容传声器规定的要求。

5.8 测试头型架

应符合 GB/T 12197—1990 和 GB/T 15279—1994 有关条款规定的要求。

6 通用技术要求

6.1 基本配置要求

每套电话电声测试仪，生产厂家应连同声校准器、仿真耳、仿真嘴及按规定在仿真嘴（MRP）处安放校准用传声器的支架一起提供。在仿真嘴的安装架上应该刻上合适的标记，以识别垂直平面的位置。每个仿真嘴都应该有自由场辐射特性和声障衍射特性的校准卡片，并随仪器一起提供。

6.2 安全要求

电话电声测试仪应符合 GB/T 6587.7 中对 I 类仪器的要求。

6.3 预热时间

制造厂应规定预热时间，但一般不应该超过 15min。

6.4 温度和湿度适应性

电话电声测试仪在温度（10~30）℃、相对湿度（20~75）%的环境条件下，其计量性能均应符合本规程第 5 条的要求。仪器的工作及贮存环境条件应满足 GB/T 6587.2 和 GB/T 6587.3 对 I 组测量仪器（计量用的高精确度仪器）的要求。

6.5 振动、冲击和运输的影响

电话电声测试仪应符合 GB/T 6587.4、GB/T 6587.5、GB/T 6587.6 的要求，振动试验和冲击试验时按 I 组仪器的要求进行。运输试验时流通条件等级按 2 级流通条件（运转次数少，装卸条件比较好）要求进行。

6.6 电源电压

当供电电压在（198~242）V 范围内变化时，电话电声测试仪的各项计量性能仍应满足第 5 条的各项技术指标要求。

6.7 电磁兼容性

电话电声测试仪的电磁兼容性试验应满足 GB/T 6833.2 和 GB/T 6833.4 的要求。

6.8 外观、标志及说明书

6.8.1 外观

被检的电话电声测试仪不应有影响性能的机械损伤，其结构与控制件应完整，各控制件的功能显示应清晰，操作灵活，所有配件应齐全。

6.8.2 电话电声测试仪应具有以下清晰耐久的标志：

- 1) 制造厂的名称；
- 2) 型号；
- 3) 出厂编号；
- 4) 计量器具制造许可证  标志。

6.8.3 每套电话电声测试仪应附带使用说明书，说明书中应包括下列资料：

- 1) 所备功能的描述及全部操作说明；
- 2) 仪器正常工作的电源变化及环境条件；
- 3) 仪器的预热时间；

4) 所配套的设备清单。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：定型鉴定或样机试验、首次检定、后续检定以及使用中检验。

7.1 定型鉴定或样机试验

电话电声测试仪的定型鉴定或样机试验应按 JJF 1015—2002《计量器具型式评价和型式批准通用规范》和 JJF 1016—2002《计量器具型式评价大纲编写导则》的要求进行。定型鉴定或样机试验的试验项目见表 3。

表 3 定型鉴定、样机试验、首次检定、后续检定及使用中检验的项目

项 目	对应条号	定型鉴定或样机试验	首次检定	后续检定	使用中检验
外观、标志	6.8.1、6.8.2	+	+	+	+
说明书、基本配置要求	6.8.3、6.1	+	-	-	-
信号源部分：					
频率范围	5.1.1	+	+	-	-
幅频特性	5.1.2	+	+	+	-
总谐波失真	5.1.3	+	+	+	-
频率准确度	5.1.4	+	+	+	-
参考信号电平	5.1.5	+	+	+	+
输出阻抗	5.1.6	+	+	-	-
记录和测量系统部分：					
频率响应	5.2.1	+	+	+	-
测量系统的线性	5.2.2	+	+	+	-
传输特性测试	5.2.3	+	-	-	-
输入阻抗	5.2.4	+	+	-	-
本机噪声	5.2.5	+	+	-	-
仿真耳部分	5.3	+	+	+	-
仿真嘴部分：					
频率响应	5.4.1	+	+	+	-
谐波失真	5.4.2	+	-	-	-
可发出的最大声压级	5.4.3	+	+	-	-
线性	5.4.4	+	-	-	-
馈电源部分：					
直流馈电电压	5.5.1	+	+	+	+

表 3 (续)

项 目	对应条号	定型鉴定或样机试验	首次检定	后续检定	使用中检验
直流馈电电流	5.5.2	+	+	+	+
声校准器	5.6	+	+	+	-
测试电容传声器	5.7	+	+	-	-
测试架	5.8	+	-	-	-
安全要求	6.2	+	-	-	-
温度和湿度适应性	6.4	+	-	-	-
振动、冲击和运输	6.5	+	-	-	-
电源电压	6.6	+	-	-	-
电磁兼容性	6.7	+	-	-	-
注：“+”代表必须检定或试验的项目；“-”代表不须检定或试验的项目。					

在进行定型鉴定或样机试验前如有必要可结合生产制造厂技术说明书的有关内容另行编写定型鉴定大纲或样机试验大纲。试验方法见 7.3 条。

7.2 首次检定和后续检定

电话电声测试仪的首次检定项目和后续检定项目见表 3。经修理后对电话电声测试仪的计量性能有重大影响时，其后续检定须按首次检定进行。

7.2.1 检定条件

7.2.1.1 检定环境条件

- 1) 环境温度：(15~35)℃；
- 2) 相对湿度：(45~75)%；
- 3) 大气压力：(86.0~106.0) kPa；
- 4) 环境噪声：≤40dB。

7.2.1.2 参考环境条件

- 1) 环境温度：20℃；
- 2) 相对湿度：50%。

7.2.1.3 计量标准器和主要配套设备

1) 数字频率计

在所需的频率范围内，其频率误差应优于 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 。

2) 交直流数字电压表

交流电压表误差应优于 $\pm 0.5\%$ ，频率响应在 (100~8000) Hz 范围内小于 $\pm 0.1\text{dB}$ 。直流电压表误差应优于 $\pm 0.05\%$ 。

3) 直流电流表

测量误差应优于 $\pm 1.0\%$ 。

4) 失真度测量仪

测量误差应优于满刻度的 $\pm 10\%$ 。

5) 声频信号发生器

谐波失真小于 0.1% ，信噪比大于 70dB ，频率误差应优于 $\pm 0.5\%$ ，输出幅频特性优于 $\pm 0.2\text{dB}$ 。

6) 测量放大器

在 $(100 \sim 8000)\text{Hz}$ 范围内，其频率响应应优于 $\pm 0.1\text{dB}$ ，在检定期间内的稳定性应优于 $\pm 0.05\text{dB}$ 。

7) 声校准器

符合 GB/T 15173—1994 对 1 级声校准器的要求。

8) 精密衰减器

在使用量程内误差优于 $\pm 0.05\text{dB}$ 。

9) 精密电阻箱

误差优于 $\pm 0.2\%$ 。

10) $1/3$ 倍频程滤波器

符号 GB/T 3241—1998《倍频程和分数倍频程滤波器》对 1 级滤波器的要求。

11) 标准电话机：经国家电话机质量监督检验中心测试合格的性能稳定的电话机。

7.2.2 检定项目

电话电声测试仪的首次检定、后续检定的检定项目见表 3。

7.2.3 检定方法

7.2.3.1 外观及标志

用目视的方法检查，外观和标志的检定结果应符合 6.8.1、6.8.2 要求。

7.2.3.2 信号源部分

1) 频率范围

检定示意图见图 1，将 600Ω 负载并接于被检电话电声测试仪话机端，开启被检仪器，使其进入响度评定值测量或参考当量测量位置，并使其运行于接收 0km 状态。在 600Ω 负载两端测试输出信号的频率值，变化输出信号频率至上限或下限值，其检定结果应符合 5.1.1 条要求。

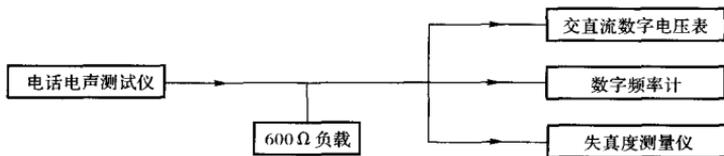


图 1 信号源部分检定示意图

2) 幅频特性

检定示意图见图 1，电话电声测试仪输出频率置于 1000Hz ，在接收 0km 位置，在 600Ω 负载开路的状态下，读取电话电声测试仪话机端输出电压，然后按 $1/3$ 倍频程中

心频率取点，读出整个频率范围内各频率点的输出电压，其输出的幅频特性应符合 5.1.2 要求。

3) 总谐波失真

检定示意图见图 1，调节被检信号源输出在接收 0km 位置，然后按 1/3 倍频程中心频率取点，用基波抑制法测试，直接用失真度测量仪读出 600Ω 负载两端各频率点的失真，其测得值应符合 5.1.3 要求。

4) 频率准确度

检定示意图见图 1，调节被检信号源在接收 0km 位置，按 1/3 倍频程中心频率取点变换频率，读取数字频率计的各频率显示数值，其显示值与被检电话电声测试仪示值之差应符合 5.1.4 要求。

5) 参考信号电平

检定示意图见图 1，被检电话电声测试仪置于接收 0km 状态。分别在“响度评定值”或“参考当量”测试条件下，读取数字电压表显示数值，其示值应符合 5.1.5 要求。

6) 输出阻抗

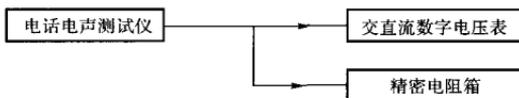


图 2 信号源输出阻抗检定示意图

检定示意图见图 2，调节被检电话电声测试仪信号源输出至接收 0km 位置，由交直流数字电压表直接读出输出电压值 U ，然后并接精密电阻箱，并调节电阻箱阻值，使交直流数字电压表读数为输出电压值 U 的二分之一，此时电阻箱的阻值即为信号源的输出阻抗，其数值应符合 5.1.6 要求。

7.2.3.3 记录和测量系统部分

1) 频率响应

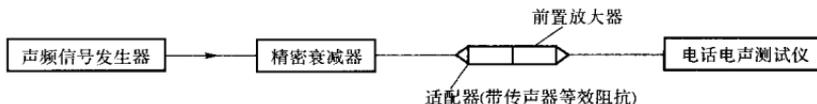


图 3 测量系统部分的检定示意图

检定示意图见图 3，被检电话电声测试仪处于响度评定值测试位置，并使其运行于接收 0km 状态。调节音频信号发生器使其输出频率为 1000Hz，并调节其输出电压在电话电声测试仪显示的合适位置，然后按 1/3 倍频程中心频率取点，调节音频信号发生器的频率，读取电话电声测试仪所显示的各对应频率点的幅度值，其结果应符合 5.2.1 规

定。

2) 测量系统的线性

检定按图 3 要求连接, 声频信号发生器置于 1000Hz, 调节精密衰减器, 使被检电话电声测试仪显示 0dB, 以此作为参考, 然后以 5dB 级改变衰减器, 在接收或侧音状态, 读取被检电话电声测试仪相应的显示值, 其电话电声测试仪显示的数值应符合 5.2.2 的规定。

3) 输入阻抗



图 4 输入阻抗的检定示意图

检定按图 4 要求连接, 电话电声测试仪工作在发送 0km 位置, 开关置于 A, 调节声频信号发生器, 使其在交直流数字电压表上测得的交流电压 U_1 等于 570mV, 再将开关置于 B, 接通电话电声测试仪, 在交直流数字电压表上测得交流电压 U_2 , 此时输入阻抗可以按式 (1) 计算:

$$R = 600 \times \left(\frac{U_2}{U_1 - U_2} \right) \quad (1)$$

式中 R 为输入阻抗, 其结果应符合 5.2.4 要求。

4) 本机噪声

用等效电阻抗代替电话电声测试仪前置级的传声器, 观测其在发送、接收和回损的本机噪声值。其结果应符合 5.2.5 要求。

7.2.3.4 仿真耳部分

国际电信联盟电信标准化部门 (ITU-T) 在 ITU-T P.57 仿真耳 (Artificial Ears) 中详细叙说了电话电声测试用的仿真耳。定义了三种类型的仿真耳, 涉及了不同的换能器的种类、尺寸和技术。

1 型仿真耳: 用于测量传统型电话机的电话频带型;

2 型仿真耳: 用于测量耳塞机的类型;

3 型仿真耳: 可以逼真地重现平均人耳特性的类型。

目前我国电话电声测试仪所使用的仿真耳大多使用 1 型仿真耳。国家标准 GB/T 7614—1987 对 1 型仿真耳也作了规范, 对这种仿真耳的检定, 按照 JJG 389—1985 执行。

7.2.3.5 仿真嘴部分

1) 仿真嘴 MRP 处的频响

响度评定值测试时:

检定按图 5 要求连接, 电话电声测试仪进入发送状态, 将 $\phi 12.7$ mm 声压型测试电声传声器以 90° 的声入射方向置于仿真嘴唇圈前 25mm 处 (MRP), 电话电声测试仪信号

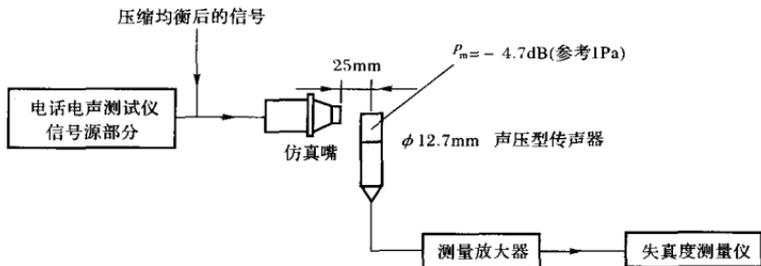


图5 响度评定值测试时仿真嘴检定仪器连接示意图

源置于 1000Hz，调节电话电声测试仪信号源的放大器输出，把仿真嘴参考点处的声压级调到 -4.7dB （参考 1Pa）再按表 4 规定的 1/3 倍频程取点逐点进行测试，其频率响应应符合 5.4.1 的要求。

参考当量测试时：

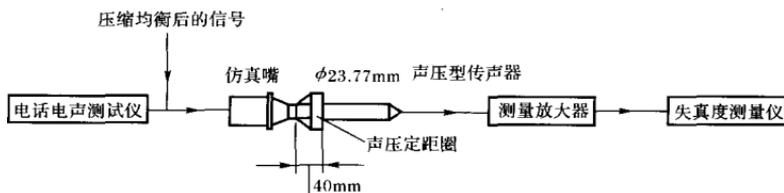


图6 参考当量测试时仿真嘴检定仪器连接示意图

检定按图 6 要求连接，电话电声测试仪进入发送频响测试状态（非当量测试状态），传声器以水平声入射的方向置于仿真嘴参考点 40mm 处，电话电声测试仪信号源置于 1000Hz，调节放大器输出，把仿真嘴参考点的声压级调到 94.6dB （参考 $2 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ），再按 1/3 倍频程取点改变频率，逐点测试，其频响不均匀度应符合 5.4.1 要求。

2) 可发出的最大声压级

检定示意图见图 5，调节电话电声测试仪信号源的放大器输出，在测量放大器上读出最大声压级，其结果应符合 5.4.3 要求。

7.2.3.6 馈电源部分

1) 直流馈电电压



图7 直流馈电电压检定示意图

检定示意图见图 7，电话电声测试仪分别工作在参考当量位置和响度评定值位置的

接收 0km 状态，直流测量话机输出端的直流电压值，其结果应符合 5.5.1 要求。

2) 直流馈电电流

将直流电流表直接串入电话电声测试仪话机端，分别在响度评定值测试位置和参考当量测试位置进行直流馈电电流的测量，电话电声测试仪仿真线分别置于接收 0km、3km、5km 位置，并分别测出各自相应的电流值，其结果应符合 5.5.2 要求。

7.2.3.7 声校准器

声校准器按照 JJB 176—1995 规定检定。

7.2.3.8 测试电容传声器

测试电容传声器按照 JJB 175—1998 规定检定。

7.2.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的电话电声测试仪发给检定证书，检定不合格的电话电声测试仪发给检定结果通知书，并注明不合格项目。检定证书和检定结果通知书的内页格式见附录 B。

7.2.5 检定周期

电话电声测试仪的检定周期一般不超过 1 年。

7.3 定型鉴定或样机试验

7.3.1 外观、标志、说明书及基本配置要求

按 7.2.3.1 给出的细则执行，结果应符合 6.1 和 6.8 规定的要求。

7.3.2 信号源部分

按 7.2.3.2 给出的细则执行，结果应符合 5.1.1、5.1.2、5.1.3、5.1.4、5.1.5、5.1.6 规定的要求。

7.3.3 记录和测量系统部分

7.3.3.1 频率响应

按 7.2.3.3 1) 给出的细则执行，结果应符合 5.2.1 规定的要求。

7.3.3.2 测试系统的线性

按 7.2.3.3 2) 给出的细则执行，结果应符合 5.2.2 规定的要求。

7.3.3.3 传输特性测试

1) 发送响度评定值测试：

方法 1：发送响度评定值测试时，先按实际使用状态，对标准电话机进行响度评定值的测试，读取 0km 测试时的发送响度评定值，然后在发送 0km 暂停的情况下，按 1/3 倍频程取点，从 (200 ~ 4000) Hz 逐点测试各频率的发送灵敏度值 S_{mij} (S_{mij} 的具体测量方法见附录 A)，然后按公式 (2) 计算出发送响度评定值，并将其同实测值比较，其误差不应大于 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

$$SLR = -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{mij} - W_{Si})} \quad (2)$$

式中： m ——斜率参数，取 $m = 0.175$ ；

W_S —— SLR 的加权系数，不同频率的 W_S 见表 4。

在计算 SLR 和 RLR 时，为了确保 LR 的可加性，只可以取那些实际有信号传输的频

带，因此只取（200~4000）Hz的频带。具体数据见表4。

表4 用于SLR和RLR的加权系数 W_{Si} 、 W_{Ri} 和 L_{Ei} 值

频带号(N)	中心频率(Hz)	发送加权系数 W_{Si}	接收加权系数 W_{Ri}	声泄漏修正值 L_{Ei}
4	200	76.9	85.0	8.4
5	250	62.6	74.7	4.9
6	315	62.0	79.0	1.0
7	400	44.7	63.7	-0.7
8	500	53.1	73.5	-2.2
9	630	48.5	69.1	-2.6
10	800	47.6	68.0	-3.2
11	1000	50.1	68.7	-2.3
12	1250	59.1	75.1	-1.2
13	1600	56.7	70.4	-0.1
14	2000	72.2	81.4	3.6
15	2500	72.6	76.5	7.4
16	3150	89.2	93.3	6.7
17	4000	117.0	113.8	8.8

方法2：发送响度评定值测试时，先按实际使用状态，对标准电话机进行响度评定值的测试，读取0km测试时的发送响度评定值，然后把该值与标准电话机的SLR数据比较。两者之差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

注：如出现需仲裁情况时按方法1操作。

2) 接收响度评定值RLR测试：

方法1：接收响度评定值测试时，先按实际使用状态，对标准电话机进行响度评定值的测试，读取0km测试时的RLR值，然后在接收暂停的情况下，按1/3倍频程取点，从（200~4000）Hz逐点测试各频率的接收灵敏度值 S_{Jei} （ S_{Jei} 的具体测量方法见附录A），然后按公式（3）计算出接收响度评定值，并将其同实测值比较，其误差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

$$RLR = -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{Jei} - W_{Ri} - L_{Ei})} \quad (3)$$

式中： W_{Ri} ——计算RLR的加权系数，不同频率的 W_{Ri} 值见表4；

L_{Ei} ——人耳收听电话时的声泄漏修正值，不同频率的 L_{Ei} 值见表4；

m ——斜率参数，取 $m = 0.175$ 。

方法2：接收响度评定值测试时，先按实际使用状态，对标准电话机进行响度评定值的测试，读取0km测试时的RLR值，然后把该值与标准电话机的RLR数据比较，两

者之差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

注：如出现需仲裁情况时按方法 1 操作。

3) 发送参考当量 SRE 测试

方法 1：发送参考当量测试时，读取标准电话机 0km 测试时的发送参考当量 SRE ，然后在发送暂停的情况下，按 1/3 倍频程取点，从 (200 ~ 4000) Hz 逐点测试各频率的发送灵敏度值 S_{mi} ，然后按公式 (4) 计算出 SRE ，并将其同实测结果比较，其误差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

$$SRE = -\frac{20}{0.6} \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (10^{S_{mi}/20})^{0.6} \right] \quad (4)$$

方法 2：发送参考当量测试时，读取标准电话机 0km 测试时的发送参考当量 SRE ，然后把该值与经国家电话机质量监督检验中心给出的此标准电话机的 SRE 数据比较，两者之差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

注：如出现需仲裁情况时按方法 1 操作。

4) 接收参考当量 RRE 测试

方法 1：接收参考当量测试时，读取标准电话机 0km 测试时的接收参考当量 RRE 值，然后在接收暂停的情况下，按 1/3 倍频程取点，从 (200 ~ 4000) Hz 逐点测试各频率的接收灵敏度值 S_{jei} ，然后按公式 (5) 计算出 RRE 值，并将其同实测结果比较，其误差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

$$RRE = -\frac{20}{0.6} \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (10^{S_{jei}/20})^{0.6} \right] \quad (5)$$

方法 2：接收参考当量测试时，读取标准电话机 0km 测试时的接收参考当量 RRE 值，然后把该值与经国家电话机质量监督检验中心给出的此标准电话机的 RRE 数值比较，两者之差应在 $\pm 1.0\text{dB}$ 之内。

注：如出现需仲裁情况时按方法 1 操作。

5) 回损测试

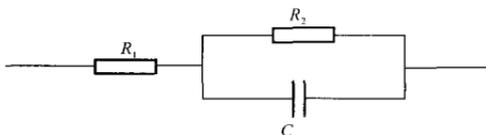


图 8 回损测试三元件

$$C = (100 \pm 5) \text{ nF}; \quad R_1 = (200 \pm 2) \Omega; \quad R_2 = (680 \pm 7) \Omega$$

回损测试时，电话电声测试仪话机端在接入按图 9 要求连接的三元件作为负载时，测量 0km 的回损，此时测得的回损显示值应大于 32dB，再断开负载，测试开路状态下的 0km 回损，此时电话电声测试仪显示的回损值应为 $(0 \pm 0.5) \text{ dB}$ 。

7.3.3.4 输入阻抗

按 7.2.3.3 3) 给出的细则执行，结果应符合 5.2.4 规定的要求。

7.3.4 仿真耳部分

按照 JJG 389—1985 执行。

7.3.5 仿真嘴部分

7.3.5.1 仿真嘴 MRP 处的频率响应

按照 7.2.3.5 1) 给出的细则执行, 结果应符合 5.4.1 规定的要求。

7.3.5.2 仿真嘴的谐波失真

检定示意图见图 10, 电话电声测试仪进入发送状态, 测试频率在 (100 ~ 8000) Hz 范围内按 1/3 倍频程中心频率取点, 调节声频信号发生器输出, 使仿真嘴 MRP 处的声压到 +6dB (参考 1Pa), 然后逐点进行仿真嘴二次谐波失真的检定, 测得各频率二次谐波失真应符合 5.4.2 要求。

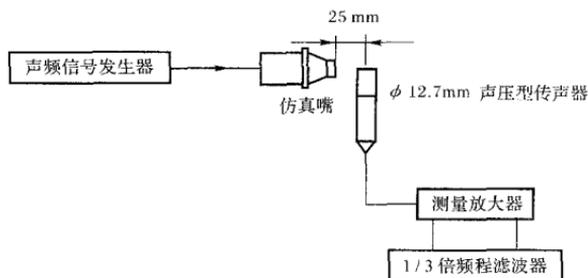


图 9 仿真嘴的谐波失真检定示意图

7.3.5.3 仿真嘴可发出的最大声压级

按 7.2.3.5 2) 规定的方法执行。结果应符合 5.4.3 规定的要求。

7.3.5.4 仿真嘴线性

试验示意图见图 5, 调节放大器输出, 使仿真嘴声输出在 (-14 ~ +6) dB 的范围内, 然后增加或减少馈电信号 6dB, 此时仿真嘴参考点处的声输出变化应符合 5.4.4 的要求。

7.3.6 馈电源部分

按 7.2.3.6 规定的方法执行, 结果应符合 5.5.1 和 5.5.2 规定的要求。

7.3.7 声校准器

依据 JJG 176—1995 规定的方法执行, 结果应符合 1 级规定的要求。

7.3.8 测试电容传声器

测试电容传声器的检定, 依据 JJG 175—1998 规定的方法执行, 结果应符合 5.7 规定的要求。

7.3.9 测试头型架

应按照 GB/T 15279—1994 规定的有关条款进行。

7.3.10 安全要求

按 GB/T 6587.7 的规定执行, 基本安全试验包括: 绝缘电阻试验、电压试验、泄漏电流试验。电话电声测试仪按 I 类安全仪器的测试要求进行, 试验程序如下:

- 1) 环境试验前, 应首先在参考环境条件下进行基本安全试验;
- 2) 在湿度循环试验中, 当贮存条件湿度试验结束, 温度降到额定工作范围上限值后, 经热湿平衡后应立即进行基本安全试验;
- 3) 测试仪在湿度循环试验的最后, 在参考环境条件时, 应再进行基本安全试验。其试验结果均应符合 GB/T 6587.7 对 I 类仪器的要求。

7.3.11 对温度的影响试验

按 GB/T 6587.2 的规定方法, 电话电声测试仪按 I 组仪器的试验要求进行。试验时, 在各温度阶梯上, 应使电话电声测试仪达到热平衡状态后才能进行测试。热平衡时间至少为 1h。测试仪在贮存条件上、下限温度试验时, 电源处于断开位置, 在高低温箱内至少分别保持 4h。在工作范围上限温度运行时间至少为 16h。试验前, 在参考环境条件下, 电话电声测试仪进入校准状态, 读取参考信号电平值。在温度试验结束后, 对电话电声测试仪进行目测检查, 应无锈蚀、涂覆层剥落等损伤。塑料件应无起泡、开裂、变形。电话电声测试仪应能正常工作, 其参考信号电平变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.12 对湿度影响试验

按 GB/T 6587.3 的规定方法, 电话电声测试仪按 I 组仪器的试验要求进行。试验时, 在各湿度阶梯中, 应使电话电声测试仪经热、湿平衡后才能进行性能特性测试。热、湿平衡时间至少为 1h。在试验前, 电话电声测试仪进入校准状态, 读取参考信号电平值。在湿度试验结束后, 对电话电声测试仪进行目测检查, 应无锈蚀、涂覆层剥落等损伤。塑料件应无起泡、开裂、变形。电话电声测试仪应能正常工作, 其参考信号电平变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.13 振动影响试验

按 GB/T 6587.4 的规定方法, 在非包装状态下进行振动试验。电话电声测试仪按 I 组仪器的试验要求进行。试验次序为: 共振搜索、共振保持、振动循环、重复共振搜索。上述试验结束后, 对电话电声测试仪进行目测检查, 其机械构件不应有破裂、明显变形或紧固件松动等现象。且电话电声测试仪应能正常工作, 其参考信号电平变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.14 冲击影响试验

按 GB/T 6587.5 的规定方法, 在非包装状态下进行冲击试验。电话电声测试仪按 I 组仪器的试验要求进行。受试测试仪应牢固地固定在冲击台上, 应使冲击力直接传给受试测试仪的机体, 而不允许经过减震脚、把手或任何其他缓冲装置。

试验结束后, 对电话电声测试仪进行目测检查, 其机械构件不应有破裂、明显变形、电气部件应无明显移位或脱落等现象。且受试电话电声测试仪应能正常工作, 其参考信号电平变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.15 运输影响试验

按 GB/T 6587.6 的规定方法, 电话电声测试仪按 2 级流通条件等级 (运转次数少、装卸条件比较好) 的要求进行。电话电声测试仪在完整满包装状态下进行运输试验。考核运输包装对仪器的保护能力, 考核运输包装本身的强度。提交受试的电话电声测试仪及附件必须是完整满包装状态。试验次序为: 振动试验、自由跌落试验、翻滚试验。

运输试验结束后,对包装箱、仪器及其附件进行外观检查,包装箱不应有较大的变形和损伤、仪器及其附件不应有变形和松脱、涂覆层剥落等机械损伤,且电话电声测试仪应能正常工作,其参考信号电平变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.16 电源电压的影响

电话电声测试仪进入校准状态,使参考信号电平值分别为 125mV 或 285mV ,然后在参考环境条件下,使供电电源电压分别调至 198V 或 242V ,并在此两个数值上各至少保持 15min 后,读取电话电声测试仪的参考信号电平值,此时,各对应的参考信号电平值变化应在 $\pm 0.2\text{dB}$ 之内,且受试电话电声测试仪的各项功能应能正常工作。

7.3.17 电磁兼容性试验

电话电声测试仪的电磁兼容性试验按 GB/T 6833.2 规定的要求和方法进行磁场敏感度试验和 GB/T 6833.4 规定的要求和方法进行电源瞬态敏感度试验,在尖峰信号试验时,电话电声测试仪不应出现故障,在电压变动瞬态中和频率变动瞬态中,受试电话电声测试仪的性能允许暂时的降低,但在瞬态过程结束后经过 30s 工作,应能自行恢复到符合其技术条件所要求的正常工作状态。且其参考信号电平值变化应在 $\pm 0.5\text{dB}$ 之内。

7.3.18 试验报告

定型鉴定或样机试验的报告格式按 JJF 1016—2002。

7.4 使用中检验

电话电声测试仪使用中检验的目的是为了检查其检定标记或检定证书是否有效,其工作状态是否有明显变化,及其误差是否超过最大允许误差。电话电声测试仪使用中检验的项目见表3。

7.4.1 检验方法

7.4.1.1 外观

检验方法按 7.2.3.1 给出的细则执行,并应检查电话电声测试仪的检定证书是否在有效期内。

7.4.1.2 参考信号

检验方法按 7.2.3.2 5) 给出的细则执行。

7.4.1.3 馈电电压

检验方法按 7.2.3.6 1) 给出的细则执行。

7.4.1.4 馈电电流

检验方法按 7.2.3.6 2) 给出的细则执行。

附录 A

发送灵敏度和接收灵敏度的测量

A1 发送灵敏度

A1.1 发送灵敏度 S_{mj} 的定义

由电话机、用户线和馈电桥组成的本地电话系统的发送灵敏度用嘴参考点的自由场声压和本地电话系统的输出电压来定义，发送灵敏度是频率的函数。对某个特定频率而言，可以用 (A—1) 式来定义。

$$S_{mj} = 20 \lg \frac{V_j}{p_m} \text{ dB} \quad (\text{参考 } 1\text{V/Pa}) \quad (\text{A—1})$$

注： p_m 必须在未放入被测手柄送话器的情况下测得。

式中： V_j ——发送输出时 600Ω 终端电阻上的电压；

p_m ——嘴参考点上的声压。

A1.2 测量

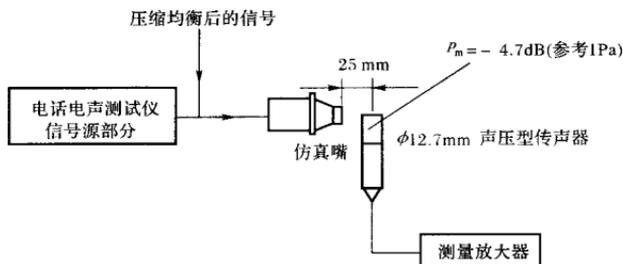
A1.2.1 嘴参考点声压 p_m 的测量

图 A1 嘴参考点声压 P_m 测量的示意图

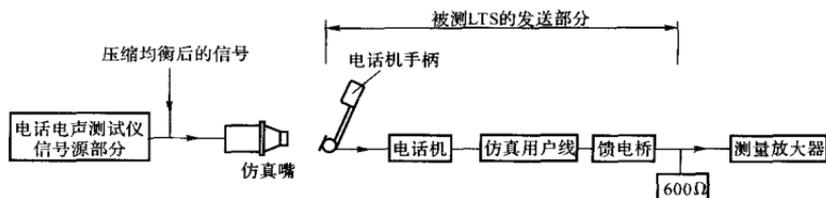
测量按图 A1 要求进行，将 $\phi 12.7\text{mm}$ 的声压型测试电容传声器以 90° 的声入射方向置于仿真嘴唇圈前 25mm 处 (MRP)。先调节电话电声测试仪信号源输出频率至 1000Hz，然后调节信号源放大器输出，将嘴参考点的声压级调到 -4.7dB (参考 1Pa)，再按表 4 规定的 1/3 倍频程频率间隔取点，测量各频率点的声压 p_m (dB) 值。

A1.2.2 本地电话发送输出电压 V_j 的测量

在图 A1 中移去传声器，放入 LRGP，将话机手柄按 LRGP 位置固定在头型架上，测量按图 A2 要求连接，保持仿真嘴的驱动声源不变，将本地电话系统的输出终端 600Ω 电阻按要求连接好，测试频率按表 4 规定，然后测量出各频率的发送输出电压 V_j ，再按 (A—1) 式计算出发送灵敏度 S_{mj} 及其频率响应。

A1.2.3 LRGP 位置的定义

测量时手柄应按 LRGP 位置固定在头型架上。LRGP 位置按 GB/T 15279—94 第 5.1.5

图 A2 本地电话发送输出电压 V_j 测量的示意图

条规定的定义，如图 A3 所示的参数规定如下：

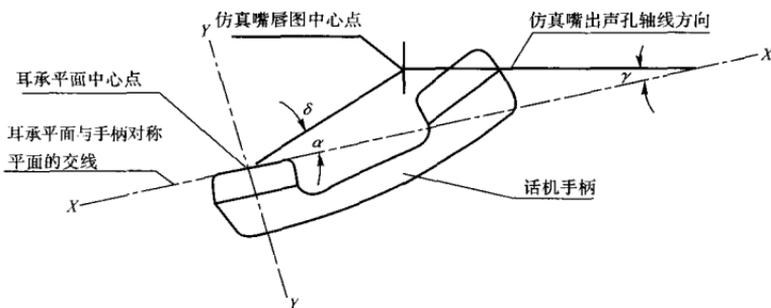


图 A3 响度评定值保护环位置

图中： $\alpha = 22^\circ$ ； $\gamma = 12.9^\circ$ ； $\delta = 136\text{mm}$ ； $\phi = 39^\circ$ ； $\theta = 13^\circ$

α 为受话器耳承平面与手柄对称平面的交线，与受话器耳承平面中点与仿真嘴唇圈中心点连线之间的夹角。

γ 为手柄对称平面与头的垂直平面的交线和手柄对称平面与耳承平面的交线之间的夹角。手柄对称平面在 α 、 γ 角和 δ 线所组成的三角平面上。

δ 为耳承平面中心点与仿真嘴唇圈中心点的距离。

ϕ 为受话器的旋转角，旋转轴为耳承垂直中心线（YY）。

θ 为手柄旋转角，旋转轴为手柄纵向轴线（XX）。

A2 接收灵敏度

A2.1 接收灵敏度 S_{je} 的定义

由电话机、用户线和馈电桥组成的本地电话系统，其接收灵敏度用本地电话系统输入端 600Ω 内阻信号源的开路电压与受话器耦合到仿真耳的声压来定义。接收灵敏度是频率的函数，对某个特定频率而言，本地电话系统的接收灵敏度可以用（A—2）式来定义。

$$S_{je} = 20 \lg \frac{P_e}{0.5 E_j} \text{ dB} \quad (\text{参考 } 1\text{Pa/V}) \quad (\text{A—2})$$

式中： $0.5E_j$ ——为 600Ω 内阻信号源开路电压的二分之一；

p_e ——仿真耳测得的受话器输出声压。

考虑到人耳实际收听电话时的声泄漏，应减去修正值 L_E ，实际人耳测得的接收灵敏度用 (A—3) 式给出。

$$S_{JE} = S_{Jc} - L_E \quad (\text{A—3})$$

式中： S_{JE} ——用大量实际人耳测得的接收灵敏度；

L_E ——声泄漏的修正值， L_E 的值见表 4。

A2.2 受话器输出声压 p_e 的测量

测试按图 A4 要求连接，图中，振荡器内阻为 600Ω ，开路电压 E_j 为 -12dB （参考 1V ）且不随频率变化，测试时将电话机手柄耳承耦合在 IEC318 仿真耳上并应紧贴 IEC 318 仿真耳，以防声泄漏，然后按表 4 规定的频率测得各频率点的声压 p_e ，再按式 (A—2) 计算出接收灵敏度 S_{Jc} 及其频率响应。

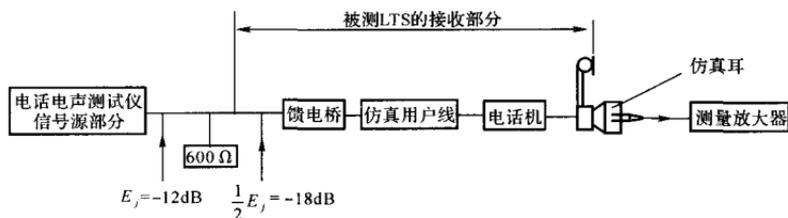


图 A4 受话器输出声压 p_e 测量的示意图

附录 B

检定证书和检定不合格通知书的内页格式

检 定 结 果 共 页 第 页

一、外观检查：

二、信号源部分：

1. 幅频特性

测试频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
幅频特性/dB										
测试频率/Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
幅频特性/dB										

2. 总谐波失真

测试频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
总谐波失真/%										
测试频率/Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
总谐波失真/%										

3. 频率准确度

测试频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
实测结果/Hz										
测试频率/Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
实测结果/Hz										

4. 参考信号电平

响度评定值测试时：_____ mV

参考当量测试时：_____ mV

5. 输出阻抗：_____ Ω

检 定 结 果

共 页 第 页

三、记录和测量系统部分

1. 频率响应

频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
输出/dB										
频率/Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
输出/dB										

2. 测量系统线性

标称值/dB										
实测值/dB										

3. 输入阻抗：_____ Ω

4. 本机噪声：_____ dB

5. 回 损：_____ dB

四、仿真嘴部分：

1. 最大声压级：_____ dB

2. 频率响应：

频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
输出/dB										
频率/Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
输出/dB										

检 定 结 果

共 页 第 页

五、馈电源部分

1. 馈电电压

响度评定值测试时: V

参考当量测试时: V

2. 馈电电流

仿真线	0km	3km	5km
响度评定值测试时/mA			
参考当量测试时/mA			

检定环境条件:

温 度: _____ °C

相对湿度: _____ %

气 压: _____ kPa

检定依据: JJC 869—2002 电话电声测试仪检定规程

测量不确定度:

使用的标准装置名称:

备注:

附录 C

测量结果不确定度分析实例

电话电声测试仪接收响度评定值测量结果的不确定度评定报告

C1 概述

因电话电声测试仪是由仿真耳、仿真嘴、信号源、电终端、记录和测量系统等五部分独立组成,对其性能的检定也是对各部分分别进行。记录和测量系统是整套装置的核心部分,故对测量结果的不确定度评定,主要针对记录和测量系统传输特性的接收响度评定值进行。

C1.1 测量方法:先测出本地电话系统的接收灵敏度 S_{jei} ,然后将测量值代入接收响度评定值公式 $RLR = -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{jei} - W_{Ri} - L_{Ei})}$ 进行计算,得出电话系统的接收响度评定值 RLR 。式中 W_{Ri} 和 L_{Ei} 为国际上统一的接收加权系数和声泄漏修正值,对每一个固定频率都各有一个相应的数值,是随频率变化的约定值, m 为斜率参数,等于 0.175。

C1.2 被测对象:电话电声测试仪,其接收响度评定值的最大允许误差为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

C2 数学模型:

从公式 $RLR = -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{jei} - W_{Ri} - L_{Ei})}$ 来分析,式中 W_{Ri} 和 L_{Ei} 是国际上统一的约定值,对于测量结果的不确定度不作贡献,在此不予考虑。而式中 S_{jei} 是测出的接收灵敏度,该项应考虑其对测量结果的不确定度的影响,因 $S_{jei} = 20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j}$,用此式代入得:
 $-\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10} S_{jei}} = -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10} (20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j})}$, 式中 $\sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10} (20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j})}$ 是共有 14 项的求和公式,我们取其中对不确定度影响最大的值代入,再乘以 14,即每项都取最大值再相加,以保证分析出的不确定度值不会小于实际测试时的不确定度值,故对接收响度评定值而言,其数学模型可简化为:

$$\begin{aligned} L &= -\frac{10}{m} \lg \sum_{i=4}^{17} 10^{\frac{m}{10} (20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j})} \leq -\frac{10}{m} \lg \left[14 \times 10^{\frac{m}{10} (20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j})} \right] \\ &= -\frac{10}{m} \lg 14 - \frac{10}{m} \lg 10^{\frac{m}{10} (20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j})} = -\frac{10}{m} \lg 14 - 20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j} \\ &= C - 20\lg \frac{P_{ei}}{0.5E_j} = 20\lg(0.5E_j) - 20\lg P_{ei} + C \end{aligned}$$

即: $L = 20\lg(0.5E_j) - 20\lg P_{ei} + C$

式中: L ——为被测电话电声测试仪的接收响度评定值测量结果不确定度评定的数学模型公式;

E_j ——为测得的 600Ω 内阻信号源的开路电压;

P_{ei} ——为仿真耳测得的受话器输出声压,不确定度评定时,取对其影响最大的值;

C ——等于 $-\frac{10}{m} \lg 14$, 为常数。

C3 输入量的标准不确定度的评定:

C3.1 输入量 E_j 的标准不确定度的评定:

输入量 E_j 的标准不确定度 $u(E_j)$, 记作 $u(x)$ 。它主要来源是被检测试仪输出信号的不稳定引起的对测量结果的影响和由检定用计量标准器及其配套设备引起的对测量结果的影响。它主要由以下 2 个不确定度分项 $u(x_1)$ 、 $u(x_2)$ 构成。

C3.1.1 被检电话电声测试仪的短期稳定性引起的对测量结果的影响 $u(x_1)$ 。

此项属 A 类不确定度, 采用 A 类评定方法进行评定。

被检电话电声测试仪的短期稳定性引起的对测量结果的影响, 可在重复性条件下, 通过连续测量得到测量列, 采用 A 类评定方法进行评定。考虑到交流电压源的稳定度、仿真耳与受话器的耦合复现性, 调节细节, 以及测试人员所引起的不确定度已包含在重复性条件下所得测量列的分散性中, 我们采用了在这些诸多因素的综合作用下, 重复进行多次测量, 直接求出 A 类不确定度的办法。

对同一台被测电话电声测试仪, 选择 1 台电话机对其进行 0km 接收响度评定值测试, 在重复性条件下, 连续测量 10 次, 得到测量数列见表 C1。

表 C1 被检电话电声测试仪 10 次测试值

读数次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
读数 (dB)	-4.5	-4.4	-4.5	-4.4	-4.5	-4.3	-4.5	-4.3	-4.5	-4.6

因此被测电话电声测试仪 10 次测试平均值为:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{-4.5 - 4.4 - 4.5 - 4.4 - 4.5 - 4.3 - 4.5 - 4.3 - 4.5 - 4.6}{10} = -4.45 \text{ dB}$$

注: 当各读数相差不大时, 可用此方法。

$$\text{单次实验标准差 } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.10 \text{ dB}$$

再任意选取 2 台电话电声测试仪, 每台各在重复性条件下 (测量设备、环境条件、测量方法相同, 测量时间、测量人员不同) 连续测量 10 次, 共得到 3 组测量列, 分别计算单次实验标准差如表 C2。

表 C2 三组实验标准差计算结果

实验标准差 s_j	$s_1 = 0.10 \text{ dB}$
	$s_2 = 0.11 \text{ dB}$
	$s_3 = 0.11 \text{ dB}$

$$\text{合并样本标准差 } s_p = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m s_j^2} = 0.11 \text{ dB}$$

$$u(x_1) = 0.11 \text{ dB}$$

$$u(x_1) \text{ 的自由度为 } \nu_{x_1} = m(n-1) = 3 \times (10-1) = 27$$

C3.1.2 交直流数字电压表准确度引起的不确定度分项 $u(x_2)$ 的评定。

交直流数字电压表测量准确度的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ ，即 $\pm 0.04\text{dB}$ ，半宽度 $a = 0.04\text{dB}$ ，在此区间服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

$$u(x_2) = \frac{a}{k} = \frac{0.04}{\sqrt{3}} = 0.02\text{dB}$$

估计 $\left| \frac{\Delta u(x_2)}{u(x_2)} \right|$ 为 0.10，则其自由度为：

$$\nu_{x_2} = \frac{1}{2}(0.10)^{-2} = 50$$

C3.1.3 标准不确定度 $u(E_s)$ 即 $u(x)$ 的计算

以上各分项互相独立，互不相关，直接进行均方根合成。

$$u(x) = \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2} = \sqrt{0.11^2 + 0.02^2} = 0.11\text{dB}$$

则 $u(x)$ 的有效自由度为：

$$\nu_x = \frac{u^4(x)}{\sum_{i=1}^n \frac{u^4(x_i)}{\nu_i}} = \frac{(0.11)^4}{\frac{(0.11)^4}{27} + \frac{(0.02)^4}{50}} = 27$$

C3.2 输入量 p_e 的标准不确定度的评定：

输入量 p_e 的标准不确定度 $u(p_e)$ ，记作 $u(y)$ 。它主要由以下 4 个不确定度分项 $u(y_1)$ 、 $u(y_2)$ 、 $u(y_3)$ 、 $u(y_4)$ 、构成。

C3.2.1 被检电话电声测试仪的测量重复性引起的对测量结果的影响 $u(y_1)$ 。

该项标准不确定度分项，在 $u(x_1)$ 分项的评定中已包括了该项，故在此不再重复考虑。

C3.2.2 声压校准设备引起的标准不确定度 $u(y_2)$ 的评定：

采用 B 类评定方法进行评定。已知声压校准设备引起的测量结果的不确定度为 0.10dB ，其包含因子 $k = 2.01$ ，其自由度 $\nu_{y_2} = 58$ ，则

$$u(y_2) = \frac{a}{k} = \frac{0.10}{2.01} = 0.05\text{dB}$$

C3.2.3 仿真耳的频率响应引起的标准不确定度 $u(y_3)$ 的评定：

采用 B 类评定方法进行评定。根据以往的经验由仿真耳的频率响应引起的对测量结果的影响大约在 $\pm 0.8\text{dB}$ ，其半宽度 $a = 0.8\text{dB}$ ，在此区间服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

$$u(y_3) = \frac{a}{k} = \frac{0.8}{\sqrt{3}} = 0.46\text{dB}$$

估计 $\left| \frac{\Delta u(y_3)}{u(y_3)} \right|$ 为 0.10, 则其自由度为:

$$\nu_{y_3} = \frac{1}{2}(0.10)^{-2} = 50$$

C3.2.4 测量放大器的频率响应引起的不确定度分项 $u(y_4)$ 的评定:

采用 B 类评定方法进行评定。该项的最大允许误差为 $\pm 0.2\text{dB}$, 其半宽度 $a = 0.2\text{dB}$, 在此区间服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

$$u(y_4) = \frac{a}{k} = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\text{dB}$$

估计 $\left| \frac{\Delta u(y_4)}{u(y_4)} \right|$ 为 0.10, 则其自由度为:

$$\nu_{y_4} = \frac{1}{2}(0.10)^{-2} = 50$$

C3.2.5 标准不确定度 $u(p_e)$ 即 $u(y)$ 的计算

以上各分项互相独立, 互不相关, 直接进行均方根合成。

$$\begin{aligned} u(y) &= \sqrt{u(y_1)^2 + u(y_2)^2 + u(y_3)^2 + u(y_4)^2} \\ &= \sqrt{0.05^2 + 0.46^2 + 0.12^2} = 0.48\text{dB} \end{aligned}$$

则 $u(x)$ 的有效自由度为:

$$\nu_y = \frac{u^4(y)}{\sum_{i=1}^n \frac{u^4(y_i)}{\nu_i}} = \frac{0.48^4}{\frac{0.05^4}{58} + \frac{0.46^4}{50} + \frac{0.12^4}{50}} = 59$$

C4 合成标准不确定度的评定:

C4.1 灵敏系数 c_i :

$$\text{由数学模型 } L = 20\lg \frac{p_e}{0.5E_j} + C = 20\lg p_e - 20\lg(0.5E_j) + C$$

$$\text{得灵敏系数 } c_1 = \frac{\partial L}{\partial p_e} = \frac{20}{p_e \ln 10} = \frac{8.7}{p_e}$$

由实验结果知, 仿真耳中声压的变化范围在 $-27\text{dB} \sim -35\text{dB}$ 之间, 取 $p_e = -27\text{dB}$, 代入上式得 $c_1 = -0.32$

$$c_2 = \frac{\partial L}{\partial E_j} = \frac{-20 \times 0.5}{0.5E_j \ln 10} = \frac{-8.7}{E_j}$$

在测量中 E_j 是常数, 等于 -12dB , 用 -12 代入公式得 $c_2 = 0.73$ 。

C4.2 标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总表 C3。

表 C3 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$	自由度 ν_i
$u(x)$	开路电压测量	0.11	0.73	0.08	27
$u(x_1)$	被检测试仪器短期稳定性	0.11			27
$u(x_2)$	交直流数字电压表准确度	0.02			50
$u(y)$	受话器输出声压的测量	0.48	-0.32	0.15	59
$u(y_2)$	声压校准设备	0.05			58
$u(y_3)$	仿真耳频率响应	0.46			50
$u(y_4)$	测量放大器频率响应	0.12			50

C4.3 合成标准不确定度的计算

输入量 E_j 与 p_e 彼此独立, 互不相关, 所以合成标准不确定度可按下式得到。

$$u_c^2(L) = \left[\frac{\partial L}{\partial E_j} u(E_j) \right]^2 + \left[\frac{\partial L}{\partial p_e} u(p_e) \right]^2 = [c_2 u(x)]^2 + [c_1 u(y)]^2$$

$$u_c(L) = \sqrt{0.08^2 + 0.15^2} = 0.17 \text{ dB}$$

C4.4 合成标准不确定度 $u_c(L)$ 的有效自由度 ν_{eff} 的计算:

合成标准不确定度的有效自由度

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(L)}{\frac{[c_1 u(y)]^4}{\nu_y} + \frac{[c_2 u(x)]^4}{\nu_x}} = \frac{0.17^4}{\frac{0.08^4}{27} + \frac{0.15^4}{59}} = 83$$

C5 扩展标准不确定度的评定

取置信概率 $p = 95\%$, 按有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 83$, 查 t 分布表, 并将有效自由度 ν_{eff} 近似取整为 $\nu_{\text{eff}} = 50$, 得到

$$k_p = t_p(\nu_{\text{eff}}) = t_{95}(50) = 2.01$$

扩展不确定度 $U_{95} = k_p u_c(L) = 2.01 \times 0.17 = 0.34 \text{ dB}$

C6 测量不确定度的报告与表示

电话电声测试仪接收响度评定值的测量结果扩展不确定度为 $U_{95} = 0.34 \text{ dB}$ 。它是由合成标准不确定度 $u_c(L) = 0.17 \text{ dB}$ 和包含因子 $k_{95} = 2.01$ 的乘积得到的。被测量的最大允许误差为 $\pm 1.0 \text{ dB}$ 。

$$U_{95} = 0.34 \text{ dB} \quad \nu_{\text{eff}} = 50 \quad k_{95} = 2.01$$