

语言通信中的一些声学问题

曹 梅 杰

(邮电部第一研究所)

测得的电路参数输入计算机，就可以根据特定的模式算出用户对该传输通路的满意程度。

一、概 述

语言通信是研究两处或多处进行语言信息交换的学科。电话通信是语言通信中的一种最主要的手段，它与语言声学、生理声学、电声学和建筑声学等有着密切的关系。本文扼要介绍电话通信中经常遇到的一些声学问题。

二、电话传输质量的主观评价

电话传输系统的传输质量主观评价标准和高保真放音系统有很大的不同。用户对电话传输质量的最主要要求是双方能够不困难地通话，而不是“丰满”、“层次”等等。因此在某些情况下，甚至对使用非线性失真达 15% 的炭粒送话器的传输系统，用户都能给出“满意”的评价。

影响电话传输质量的主要因素有响度、清晰度、侧音、衰减/频率失真、回声、传播时间、电路噪声和环境噪声等。在电话传输质量的研究中、最直接的评定方法是在现场征求用户通话后的意见，即进行统计调查。另一种方法是在实验室中测试上述某一因素（通常称为损伤因素）的程度与用户给出的评定值之间的关系，供制订以客观量表示的损伤程度指标参考。用户的主观评定通常用五级评分法打分，根据“优、良、中、差、劣”分别打为“4、3、2、1、0”分。许多用户的打分平均值称为“平均意见得分(MOS)”。

要预测用户对各种因素的综合影响结果的评定意见是比较困难的。近年来国际上对用计算机预测用户的满意程度很感兴趣。它只要把

三、响度的主观和客观测量

使用“响度”这个主观量作为电话传输网规划和质量评定的主要指标已有近八十年的历史了。在电话系统中很少使用方或宋来表示所听到的响度级或响度。实际使用的是响度当量，它具有衰减的量纲。响度当量是通过被测系统与一“标准电话系统”(参考系统)进行响度比较后得到的。如果采用 NOSFER 作为参考系统，调节插入此系统中的可变衰减器数值，使从 NOSFER 和从被测系统听到的语音等响，那么插入的衰减值就叫作“参考当量”。

参考当量的具体测试方法是严格规定的，包括讲话位置、测试语句和响度平衡方法等等。我国使用的汉语测试语句是“他去无锡市，我到黑龙江”，它的频谱是和汉语长时平均频谱一致的。

用 NOSFER 测量参考当量有许多缺点。有些缺点可以通过测量方法的改变来克服。如把可变衰减器改插在被测系统中测得的“R25 当量”可以克服电路中插入的纯衰减与参考当量值不相等的问题。比较根本的解决办法是采用频响与一般电话机相仿的“中间参考系统”作为参考系统，测得的结果叫“响度评定值”。它能较好地克服参考当量所存在的缺点。

用主观方法测量响度当量所化费的人力和时间相当可观。每测一个数据就要六名话务员进行 30 次响度平衡，即使这样测量结果的 95% 置信区间仍有 $\pm 2\text{dB}$ 左右。一般测量一台电话

机要用一天的时间。

大约五十年前就开始研究用客观的方法,即用仪表来测量响度当量。它基于用仪表测得的传输系统的一组灵敏度/频率特性数据,根据响度估量模式,得到一个与频率无关的响度当量值。

要使客观测量结果和主观测量结果符合一致,首先要得到可信的灵敏度/频率特性数据,这就要选用合适的仿真嘴、仿真耳和仿真话音。其次是使用合理的响度估量模式。此外客观测量条件应尽可能地同主观测量时一致。

早期的响度当量客观测量仪(如西门子的 OBDM 和 B&K 的 EATMS)都基于 Braun 理论。它们使用正弦波扫频为信号源,这样各频率下的灵敏度便按时间依次出现,便于用简单的电路实现响度的估量。这类仪表的测量结果,特别对装有炭粒送话器的话机,与主观测量结果的符合性很差。

英国曾对使用这类仪表的测量方法(OREM-B 法)作了一些修改,称为 OREM-A 法。然而修改后主客观测量结果的符合性仍未见明显改善。美国使用经改装的 EATMS,称为 EARS(电声评定系统)进行客观测量。

近年来英国、法国、日本和我国都分别研制了计算机控制的客观响度当量仪样机。由于采用了语谱噪声作为信号源,所以即使对于装有炭粒送话器的话机,主客观测量结果的符合性都较前有了明显的提高。我国研制的样机中采

用了 FFT 技术,以及专为此推导的响度估量参数,所以不仅具有良好的主客观结果的符合性,而且测量的重复精度和测量所需的时间也比某些国外样机要高和快一个数量级。我国研制的客观响度当量测量系统的方框图见图 1。

四、清晰度的主观和客观测量

清晰度的测量结果与测量方法、测量人员的关系很大。为了减少这些影响,在电话通信中采用清晰度参考当量(AEN)方法。用同一套测试班子分别测量插入可变衰减器的参考系统(SRAEN)和被测系统的清晰度,并把测量结果作为插入衰减的函数连成曲线。对应于80%语音清晰度时插入被测系统和参考系统的衰减值之差就叫作清晰度参考当量。使用 AEN 方法可以大大减少测量结果对测量班子的依赖性,但测量工作量却可观地增加了。

清晰度也能根据客观测量得到的电路参数用计算的方法求得,但主观测量结果和计算结果的差别一般比较大。电话通信中经常使用一种根据 Collard 模式发展出来的清晰度计算方法。近年来国际上准备标准化 STI(语言传输指数)和 RASTI(快速语言传输指数)方法,这将对计算扬声电话的通话清晰度有一定的用处。

手柄式电话一般不受房间混响的影响,因此在此频宽(一般 300—3400Hz)和信噪比能保证的情况下,响度是决定清晰度的主要因素。从本世纪五十年代起,清晰度已不再作为国际建议的主要指标。目前电话通信中的清晰度测量主要用于“经济系统”、低速数字系统、移动电话和一些有特殊要求的场合。

五、电声元件

电话通信中经常使用的电声元件有送话器、受话器等,此外还有扬声电话和会议电话中使用的扬声器,以及呼叫用的铃。

炭粒送话器在电话中已使用了一百年了。

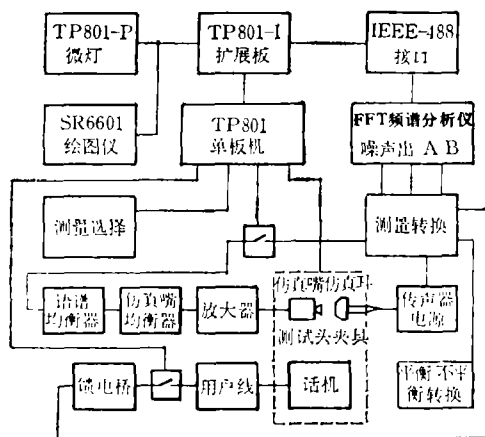


图1 我国研制的客观响度当量测量系统方框图

它具有灵敏度高和价格低廉等优点,但它的固有噪声、非线性失真等都比较,寿命也较短。近年来“线性送话器”在电话机中得到了越来越多的使用。常用的有电磁式、压电式、动圈式以及驻极体式等。这些线性送话器各有自己的优缺点,但是它们的灵敏度都比炭粒送话器低很多,因此在电话机中使用时都必须附加放大器。

受话器一般用电磁式、压电式及动圈式。设计、制作良好的压电受话器的主要客观指标可以做到与其他类型的受话器差不多,但使用时有音质较“硬”的感觉,其原因尚待进一步研究。目前的发展趋向是使用动圈式受话器,因为除了良好的电声性能外,它还能改善电话机的输入阻抗。

扬声器中使用的扬声器的频响要求与半导体收音机中使用的扬声器相仿,但最好它具有更高的灵敏度和更平滑的频响。一般来说这两条要求是较难同时做到的。

对铃的材料、形状、工艺与音质之间的关系还没有很好地研究。最近出现了一种敲击平板发声的铃,它的音质较好,加工工艺也比目前的铃简单。目前的发展趋势是越来越多地使用音调振铃器,其振荡信号是由集成电路产生的,通过压电陶瓷换能器或扬声器发声。

六、语言频谱

电话通信中经常用到的是语言长时间平均功率谱。目前国际电报电话咨询委员会(CCITT)已对它进行了标准化,它的声压谱级

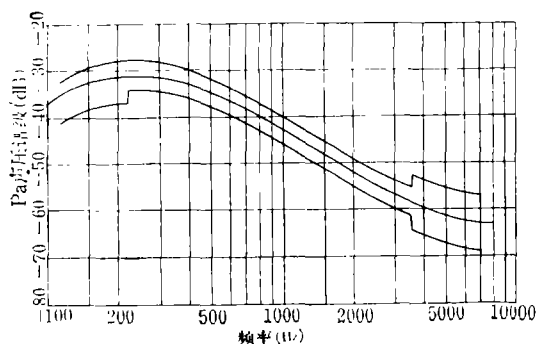


图2 语言的长时间平均功率谱

应用声学

如图2所示。

近年来语言的合成与识别已在电话通信中逐步使用。比如上海的“114”查号台已经用合成的数字回答用户的询问。另外,有的国家已开始研究口呼拨号方式。在这些情况下,只研究二维的长时平均谱是不够的。

七、讲话、收听声级及其测量方法

讲话声级及其动态范围不仅对送话器的设计是一个重要的输入参数,而且还直接影响到电话传输系统的过载边际和信噪比。初步测量结果表明,中国人的平均讲话声级,包括面对面讲话和电话通话,都明显地比欧洲国家高。与此相应的是中国人所喜好的收听声级也比欧洲国家要高一些。看来对各种情况下的中国人平均讲话声级作较深入的统计测量和分析是必要的。

目前各国、各单位给出的讲话声级数字较难比较,这是由于测量方法和使用的仪表都不一样,加上对语言信号,用指针式仪表的读数误差也较大。英国已研制出用微处理机控制的语言电压表。目前国际上正准备对测量语言声级的仪表和方法加以标准化。

八、声反馈的抑制和隔声

会议电话一般可以使用经过吸声处理的电话室,所以扬声收听情况下的声反馈可以在一定程度上予以控制。一般的扬声电话机是放在普通房间中的,所以必须在电路上采取措施,如采用声控方式来防止啸叫。

电话交换台的话务员坐得很近,相互之间难免有干扰,因此要有隔声措施;放在闹市区的公用电话,环境噪声很高,所以也要用电话亭隔声。然而,如何评价电话通话时的隔声主观效果却仍是一个悬而未决的问题,因为传统的隔声量计算似乎在这里不太适用。国际上正在对此问题进行研究。

(下转第4页)

• 7 •

部分,再以后是斯通利波。因此,根据它们的初至波到达时间,就可以区分这些波并求出它们的时差和幅度。

常见的地层,其纵波和横波的幅度都比较小。如果横波的幅度比纵波的幅度大的多时,识别纵波和横波比较容易。理论计算表明,如果声源发射的声波强度取决于声源对井轴的方位角时,则只要选择适当的方位角,并使接收器距声波发射器足够远,就可使折射横波的幅度比折射纵波的幅度大的多(当地层横波速度大于井内流体纵波速度时)。

五、结 束 语

随着计算机及数字技术在测井中的应用及其发展,声波测井采用了数字记录方法。即除了记录纵波首波的速度和幅度外,还要记录全部纵波及横波的速度、幅度、频率、相位等声波测井信息。因此,采用数字化记录方法,将声波信号按一定时间间隔进行采样,经过模数转换,并按二进制数编码存储在磁带上。

记录于磁带上的数字化的声波全波信息,可便于采用数字处理方法对声波波列进行分析,以得到由于不同介质声学物理特征的影响所引起在速度、幅度、频率和相位等方面的变

化。

声波全波测井数字化记录,可促进声波传播机理的深入研究,尤其是声波在孔隙介质中传播动力学模型的研究将会得到深入发展。

另外,在从声波全波列数字化记录中提取介质的声学物理特征信息方面来说,采用数字化方法,则不仅可以研究纵波首波,而且可以研究对岩性和孔隙度变化更为敏感的横波速度变化。这是属于速度谱领域的研究方法。

数字声波记录结果不仅可用来研究声速、时差的变化,而且可研究声波频率在介质中变化特征,得到不同岩性或孔隙介质中含有不同流体时的频率谱。

采用数字技术的声波全波测井方法,还可以进行整个声波波列,包括纵波及横波和续至波振幅变化情况,有可能在下套管后对地层进行研究。这又是属于振幅谱领域的研究方法。

参 考 文 献

- [1] Dresser Atlas, Well Logging and Interpretation Techniques, Dresser Atlas, Dresser Industries Inc., 1982, X1—X27.
- [2] Dresser Atlas, 3702 Operating Manual, Dresser Atlas, Dresser Industries Inc., 1982, 6.33.1—6.33.5.

~~~~~

(上接第7页)

## 九、侧 音

电话机是一个具有2/4线转换的终端设备,因此侧音是难以避免的。用户对较响的侧音是反感的。

研究表明,骨导传声对侧音的主观感觉影响很大,尤其是当受话器紧贴耳朵时。但骨导传声分量与受话器中发出的“电侧音”到底是掩蔽的关系还是功率相加的关系,国际上仍有不同的看法。目前基于前者的侧音掩蔽评定值

(STMR)已成为国际建议,但日本仍认为后者更合理。

以上仅对电话通信中的部分声学问题作了概括的介绍。实际上在这个领域中尚未解决的声学问题还很多,比如电话通话一般只用一只耳朵。那么另一只开放的耳朵到底起不起作用?有的认为通话人的注意力集中在一只耳朵上,所以另一只耳朵不起作用;也有的认为有时不得不用手堵住另一只耳朵才能在噪声较高的环境中通话,说明开放的耳朵是起作用的。这些问题都有待于我们去研究探索。