

# 超声图象诊断的现况和最新进展

沈志华

(中国科学院东海研究站)

## 一、引言

七十年代声呐技术的发展,在高频和超声摄像方面是超声显微镜和各种超声成象方法和装置相继出现,成象速度由数秒一帧发展到实时显象。声学的应用已广泛地深入到我们日常生活中,特别是近年来超声图象诊断系统更是突飞猛进,在医学临床诊断上很快地占有重要地位,而引起各国的广泛重视和深入研究。预期超声诊断装置将不断更新换代,功能日臻完善。

## 二、医学临床图象诊断方法

最近医学临床诊断上获得显著技术进展的图象诊断法可分为:

1. X射线影象;
2. 同位素成象;
3. 红外热成象;
4. 超声断面图象;
5. CT——X射线、超声、微波等。

目前,这些图象诊断法相辅相成进行复合诊断,所以可以认为现代医学临床诊断已进入综合诊断时代。其中应用超声断面图象进行诊断,由于具有对患者无损伤性和诊断操作简便以及适宜鉴别软组织等特点,因此在临床应用方面获得显著的效果和良好的评价,从而有迅速普及的趋势。

实际上,超声诊断技术不仅是一个临床应用的问题,而且是涉及到生物组织的基础研究和声学性质、特征与生物组织形态关系的综合

性问题。所以除了进一步精心设计优质多晶片聚焦探头和采用雷达、声呐设计的新技术外,还必需考虑被诊断的组织器官的特征性,以便能获得高质量的图象和量化的诊断。这就促使超声图象诊断法处在探索新的超声图象技术的未来,和不断深入研究的阶段。

## 三、超声诊断系统分类

按超声诊断法原理可分为:

1. 脉冲反射法——A型、B型、C型、F型、M型UCG;
2. 多普勒法——连续波(CW)多普勒法,脉冲(PW)多普勒法, M序列调制多普勒法;
3. 透射法——超声全息、超声CT、超声显微镜。

按超声图象法可分为:

1. 超声断面图象  
A 脉冲反射法——手动复合低速扫描;高速实时扫描(机械、电子); B型显示(线扫、扇扫); C型、F型显示;  
B 透射法——超声CT;
2. 超声透射图象法——超声全息;超声摄影机、超声显微镜;
3. 超声多普勒图象法,血流图象。

以上几种超声图象法的最终目的,是获得生物体结构形态图象、生物体动态和机能图象。

现代超声图象诊断系统根据诊断目的不同,有通用、专用和小型化之分。最小的手提式图象诊断仪,是由 ORGANON TECNICA 公司

生产的“Minivisor”；也有用于研究、高分辨诊断用的“Octoson”，可采用全自动机械电子复合扫描方法并通过计算机图象处理获得很高质量的图象。

超声多普勒法主要利用多普勒效应进行心拍和血流的测量。最近把脉冲多普勒流量计组合到扇形电子扫描中进行联合诊断，已获得较好的效果。此外，对此种效应作进一步研究还得到了血流图象。



照片(1)正常肝超声断面图象(肝内血管分枝清晰可见)



照片(2)结节型肝癌(大小不等光团)

超声透射图象法主要利用全息技术有可能观察组织的三维图象，它主要应用于乳腺、手、腕的诊断。

目前，最为广泛应用的是超声实时图象诊断系统。这种装置采用高速电子扫描进行扇形、线性扫描，可获得活动图象；在心脏、腹部、

妇产科、眼科等方面，能取得良好的诊断效果。

## 四、超声图象诊断系统的改进和新技术

今后的超声诊断系统可用图3所示方块图表示。

为了提高超声诊断系统的性能，需要对图中所示的各方块部分进行技术改进和采用新技术，下面就各方块中所涉及的问题和可能引入的新技术作一扼要介绍。

### 1. 探头

探头的材料除了常用的锆钛酸铅、偏铌酸铅外，最近正致力于研究具有压电性能的有机高分子材料PVDF，并试图把PVDF材料制成的探头用于实践。

在电子扫描中，探头大多由多基元的线列阵构成，扫描方式有线扫、扇扫、复合扫描、偏向线扫、线性扇扫等。由于探头是直接和生物体接触的，所以探头必须精心设计和制造才能获得优质图象。现可采用下面一些方法来提高图象分辨率：

- 1) 曲面聚焦；
- 2) 声透镜聚焦；
- 3) 电子聚焦、焦点深度可变的动态聚焦；
- 4) 可变基阵孔径；
- 5) 同心圆排列单探头；
- 6) 因旁瓣引起的虚象抑制电路；
- 7) 扫描方法变化如线扫和扇扫组合扫描；
- 8) 提高电子扫描的扫描线密度；
- 9) 延迟线的高精度化；
- 10) 微角扇扫；
- 11) 提高工作频率；
- 12) 多频率发射。

上面所述的1)至5)项与声束束宽有关，项6)是去除虚象，7)至10)项是与图象分解能力有关，项11)是为了提高分辨，项12)是企图了解组织与频率的关系。

### 2. 收发电路和信号处理

优良的超声图象诊断系统，必须从探头的

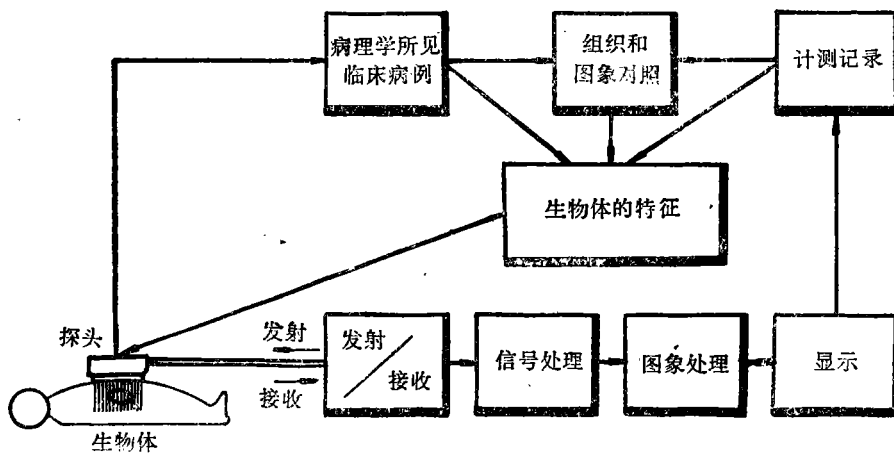


图 3 超声图象诊断系统

声学特性到系统的总传输特性加以综合考虑。在收发电路和信号处理中可采用下面一些技术：

- 1) 高功率——低噪声发射/接收多路转换电路列阵；
- 2) 组合式数控低噪声前放列阵；
- 3) 波束束控和聚焦延迟线列阵；
- 4) 数字扫描转换器；
- 5) 模拟信号处理中宽带大动态对数放大器；
- 6) AGC 电路、STC 电路、近场抑制、远场增益；
- 7) 自适应增益控制；
- 8) 回波信号的选择、补偿，强调进行画面变换；
- 9) 振幅电平变换与显示器的荧光面材料特性相配合。

这些技术都是改进图象质量的重要措施，1) 至 4) 项可以向集成化方向发展，以提高系统的可靠性。

### 3. 图象处理

超声图象处理的主要目的是提高分辨率，改善信噪比，增加对比度，压缩动态范围等，以改善图象质量并根据临床诊断要求对图象进行特殊加工如局部放大、等位线等。一般来说，信号处理和图象处理之间的区别是不明显的，所以只能大致确定回波的模拟信号处理，以及将

有关振幅电平的变换称为信号处理；在经模数转换器后的二维数据处理称为图象处理。图象处理的主要方法有：

- 1) 灰阶等级变换；
- 2) 轮廓突出；
- 3) 模板处理(平滑、轮廓特征抽出)；
- 4) 直方图均衡；
- 5) 伪彩色；
- 6) 内插补技术，以增加扫描线密度。

这些方法都是为了改进图象给人眼的视觉印象，所以图象处理必须要和人眼的视觉模型及最佳处理判断联系起来，这样才能获得最佳效果。

### 4. 显示

在超声图象诊断中，最近的趋势是把超声断面图象与回波信号同时显示出来，以获得有效的诊断和测量用的数据。其表示方式有模拟的，数字的，有灰阶的或彩色的，静态的，动态的等等。显示器的主要功能可归结如下：

- 1) 超声断面图象，UCG, A 型回波显示；
- 2) 灰阶标志信号；
- 3) 正反图象显示；
- 4) 图象左右转换；
- 5) 图象扩大、缩小、局部放大；
- 6) 座标变换；
- 7) 电子尺；
- 8) 探头位置显示；

9) 诊断记录和数据记录,如增益、日期、姓名、脏器名称、编号等;

10) 面积计算;

11) 三维立体显示,容积计算。

这些显示项目对诊断、记录、整理病史,都带来很多方便,特别是正在研究的三维显示将能复现出脏器和组织本来的三维结构,这对形状的认识以及肿瘤的浸润程度的观察是很有效的,并可大致推定容积。

### 5. 记录和计测

目前,超声图象记录主要以照相为主,最近已直接与电视摄像机相接,以进行摄像、录象;也可经数字扫描变换器后直接送入录象。

对显示的图象进行计测也是很重要的,如距离、面积、周长、体积等,可以通过电子尺、光笔、立体显示加以计测。但应该指出,图象计测因各组织引起的声速变化、声束的屈折及虚象所产生的误差,皆应予以考虑,所以,今后必须深入研究各组织的声学特性,来纠正这些误差

原因。

### 6. 生物组织与图象的对照和组织的特征

超声诊断已发展到研究组织的特征,但这需要各方面专家和研究人员进行大量的严格实验和分析才能获得进展,同时还要确定标准测定条件和实验装置的标准化。这是超声诊断法研究的一个重要目标,可望八十年代获得重大进展。

### 参 考 文 献

- [1] 周永昌:“超声医学进展”,国外声学(中科院声学所出版),第三期 1981.
- [2] Tanabe K., Sato Y., Nakagawa K., Ogawa T., "Ultrasonic System Combining an Electronic Sector Scanner and a Pulsed Doppler Flow Meter", Abstract of 2nd Meeting of WFUMB, 1979, P 379.
- [3] Ohmoris S., Tsuda M., Hirakawa S., Matsunaka T., Hayakawa T., "A Multi-Purpose Real Time Ultrasound Imaging System with Dynamic Architecture", Abstract of 2nd Meeting of WFUMB, 1979, P 380.

(下传第 47 页)

上接第 42 页

纵波的衰减值约等于熔石英的衰减值。这是迄今为止所发现的金属介质中最好的超声衰减特性,也是唯一的一种可与熔石英低超声衰减相比拟的金属合金材料。在图 1 及表 2、3 列出了 Pd-Si 系非晶合金的超声特性。

由此看出, Pd-Si 系非晶合金具有特别小的超声衰减特性。在 100 兆赫时纵波的衰减与熔石英的衰减相当,在 40 兆赫时衰减比熔石英还小,并大大优于多晶 Al-Mg 合金及 Fe-Ni 恒弹合金。因此,这是一种非常有发展前途的超声延迟材料,并已引起了人们的广泛兴趣。这类合金由于只需在水中淬火就可得到非晶合金,并可以制成直径 1—2.5 毫米丝状或厚度达 0.2 毫米的带状导体,因而,很适用于各种类型的超声器件中。

非晶态合金的前景是十分诱人的,其中 Pd-Si 系性能最为优越,但缺点是需用较多量贵金属钯,成本较高。非 Pd-Si 系合金目前还

存在一些不足之处,还只能制造厚度小于 0.05 毫米的薄带,目前想要得到较厚的合金还有困难。这给延迟线与换能器的焊接带来困难。而且合金带表面质量较差,起伏不平度较大,这对声波传播是不利的。但随着制造工艺技术的改进,如采用双辊法,已能制得表面质量很光滑的 Pd-Si 系非晶合金,比之单辊法制得的有非常明显的改善。相信不久的将来,一种崭新的超声延迟器件一定会得到实用。

### 参 考 文 献

- [1] Allied Chem. Co:《美国专刊》, 1976. 10. 13, No. 1452, 541.
- [2] 深道和明:《金属》, 1978, V. 48, No. 1, P33~37.
- [3] 日本公开特许, 78-147604.
- [4] 《Sci. Reports Res. Inst. Tokyo Univ.》, 1977, A26, No. 4—6, P232—239.
- [5] 《日本金属学会讲演概要》, 1978. 82th (101).
- [6] 日本公开特许, 79—103730.
- [7] Appl. Phys. Lett. 23, 1973, P 359.
- [8] 唐与诺:《国外金属材料》, 1978. 5.

# 放大器和扬声器的接口问题

朱国春

(上海飞乐电声总厂)

本文简要地探讨了放大器和扬声器的接口失真问题。同时文中提出了接口失真的测量方法及各种不同类型放大器组态所产生接口失真的不同情况。

## 一、问题的提出

### 1. 关于扬声器

由于扬声器本身振动状态极为复杂,而且就扬声器的音圈而言,不仅是接受放大器馈入的电,能,驱使扬声器锥体发生振动,同时,它又是一个电流发生器,即产生一反应电流又送回放大器中。所以,扬声器的锥体实质上是一个贮能器,它先把放大器送入的电,能贮存在锥体的质量和顺性之中,并不会因锥体的振动而消失,也不会被周围的空气辐射所消耗。其中能量的70—85%是通过音圈又释放出来,馈入到放大器的输出端。

### 2. 关于放大器

图1为具有反馈的放大器,若有一输入讯号送至放大器,经放大后的讯号再送至扬声器,使锥体产生振动;而运动过程中锥体的大部分能量又由音圈反馈给放大器。这时,实际上放大器不是有一个输入讯号,而是有二个讯号输入,所以该放大器是一个非线性放大器。不言而喻,

在一个非线性放大器内同时有二个输入讯号,当然会产生互调制。而这个互调制讯号又从放大器输出馈入扬声器,并和其他讯号一起由扬声器放送出来,这便是所谓放大器-扬声器接口互调失真(简称为 IIM-Interface Intermodulation Distorsion)的原因。

### 3. 放大器-扬声器组合

等效电路如图2所示。图中忽略了扬声器的音圈电感 $L_v$ ,同时对放大器来讲,输入阻抗是无穷大,输出阻抗是很低的。对接口互调失真影响最大的,是放大器的开环输出阻抗值 $Z_{OL}$ 和扬声器在其谐振频率处的品质因素的大小。放大器的开环输出阻抗愈低则失真愈小,扬声器的品质因素愈高则影响愈小。但对高质量扬声器来说,其品质因素应低,这对放大器提出的要求更高,这样才能限制接口互调失真的增大。品质因素高的扬声器,相反会降低放大器的功率。一般 $Q=10$ 以上时,其放大器的功率下降为原来的65%,这是由于高 $Q$ 值扬声器容易使放大器造成削波现象所致。

- [4] 尾上守夫:“画像处理计算机诊断”, 超音波医学, Vol. 6, No. 3, 1979, P 189~192.
- [5] Desilets, C. S., Fraser, J. P., and Kino, G. S., “The Design of Efficient Broadband Piezoelectric transducers”, IEEE Trans Sonics Ultrasonic, Vol.

- SU-25, pp. 115-125, May 1978.
- [6] Patrick N. K., “Signal Processing in Acoustic Imaging”, IEEE Vol. 67, No. 4, p496~510, 1979
- [7] Greguss, Pal., “Ultrasonic Imaging”, 1980.