

# 测量生物体活体脏器超声声速的探测器械

王树恩

(陕西师范大学应用声学研究所)

## 一、引言

生物体活体脏器及其它软组织的声参数较之离体器官的声参数将更能为超声诊断和治疗提供可靠的依据。为此,开展生物体活体脏器及其软组织的超声测量,取得在正常生命代谢状态下的声参数,是十分有意义的工作。

由于对声速测量的方法和装置都是通常使用的,大家都已熟知,本文不再详述。本文仅就用于实现对实验动物活体脏器进行超声声速测量的专用探测器械作一介绍。并附有初步的测试数据。

## 二、探索器械的结构及应用

测量采用声脉冲反射法或透射法。如图1所示,测出声脉冲在某一脏器中传播所需声时值 $T$ 和量出被测脏器的厚度值 $d$ ,代入公式:

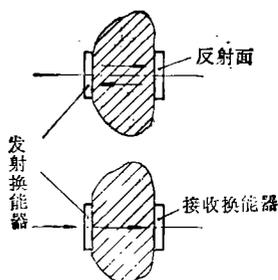


图1 反射法与透射法原理图

$$C = \frac{2d}{T} \text{ 或 } C = \frac{d}{T}$$

即可求得声速 $C$ 。

在活体测量时,为了保持实验动物被测脏器处于原有的自然状态和位置且不受损伤,设计了一套小而轻,能顺利地送入实验动物腹腔的探测器械。

整个探测器械由夹具,小型换能器、反射器、锁紧螺母等组成。换能器和反射器紧贴于被测脏器的两侧,发射,接收或反射声脉冲。发射换能器和接收换能器或发射换能器和反射器之间的距离已按要求事先精确地调好并锁紧。探测器械由取送钳通过手术切口送入被测动物体内。

夹具系由两个带有螺孔的夹片用销钉和弹簧连结成一个整体,如图2所示。左右两个螺孔所在平面要互相严格保持平行。两螺孔中可同时相向旋入换能器(透射法),或一个螺孔中旋入换能器,另一螺孔中旋入反射器(反射法)。

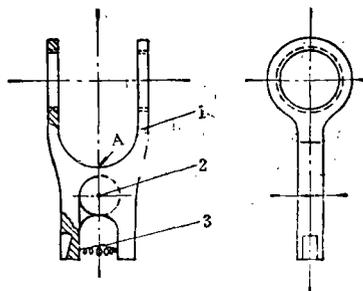


图2

A. 定位面1. 夹片2. 销钉3. 弹簧

小型换能器采用高 $K_t$ 值、低 $K_p$ 值,低 $Q_m$ 值的压电陶瓷片和具有高吸收衰减的被衬层制做,在脉冲应用时杂波少,波形整齐。

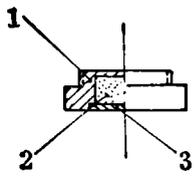


图 3

1.反射器壳 2.衰减吸收材料 3.后盖

反射器是一个中有空腔其内充满着衰减吸收材料的金属圆片(见图3)。其小直径一端有螺纹可旋入夹具的螺孔中。空腔中衰减吸收材料可保证被测活体的界面回波不致被淹没

在其它杂波之中。

取送钳与手术止血钳相仿,只是其前端

当钳子夹紧时尚有一段距离,以便夹持探测器械。

对所有部件都要求质轻,小巧,光滑。其中夹具、反射器、锁紧螺母、锁钉皆用轻质不锈钢合金制成,取送钳及弹簧系钢制件,外镀铬层。它们都可在高温、高压下蒸、煮或用药液长时间浸泡灭菌。小型换能器只能在药液中浸泡灭菌。

探测器械测量的厚度范围为4~16mm之间。

表 一

被测材料或标本		状 态	温度(℃)	频率(MHz)	声速(M/s)
有机玻璃	我们测			5	2705.0
	资料载			—	2720
蒸馏水	我们测		23	5	1480.6
	资料载		23	—	1491.5
猪肝 (离体)	我们测	市场购新鲜	—	5	1502.0
	资料载	新鲜	24	1.8	1585
		新鲜	25	2.5	1550

表 二

动物名称及脏器名称	状态	温度(℃)	频率(MHz)	声速(M/s)	平均值(M/s)
兔肝 (右叶) (中叶) (左叶)	活体	体温	5	1486.6	1489.4
	活体	体温	5	1492.3	
	活体	体温	5	1489.4	
文献资料载兔肝	离体新鲜	24	1.8	1599	
	离体新鲜	24	1.9	1607	
	离体新鲜	26	4~12	1575	
狗肝(左外叶) (左中叶) (右外叶) (右中叶) (尾 叶)	活体	体温	5	1536.1	1555.8
	活体	体温	5	1524.5	
	活体	体温	5	1559.8	
	活体	体温	5	1559.8	
	活体	体温	5	1598.9	
文献资料载狗肝	离体新鲜	26	4.12	1580	

(下转第18页)

以提高其美观程度。它们采用直接铺放,节省人工,施工非常方便。由于能正反两面使用,相对来说还是比较耐用的。其它硬质或半硬质塑料地板,既薄又硬,撞击声的隔绝作用较差,并且要用胶结方法粘贴在地面上,施工比较麻烦。

2. 要提高地面面层材料对撞击声的隔声效果,就必须提高材料的弹性,例如同样橡胶板,由于实心断面的面层比波型断面的面层不易变形,因此它对撞击声的隔声效果较差。面层的弹性和实用之间是存在矛盾的。钙塑板具有很好的弹性、对撞击隔声也具有较好的效果,除其不防火和不耐磨之外,终因变形太大而影响作为地面面层来使用。

3. 复合弹性面层对撞击声具有良好的隔声作用,这种材料的表面层是采用薄型的塑料地板与弹性材料复合,单层的这类地板的撞击声隔声作用是不大的,但下垫一层易于变形的弹性材料后,其撞击声的隔声效果就能显著提高,能达到甚至超过化纤地毯的作用,但它的价格要便宜得多。这种复合弹

性面层适用于撞击声隔声要求高的建筑中使用。例如,用1.6mm厚的半硬质塑料地板下垫20mm钙塑板或10mm聚氨酯泡沫塑料,均能使钢筋混凝土楼板的撞击声隔声等级提高到优于一级的水平。<sup>[3]</sup>

本工作中的试件系由上海市建筑科学研究所提供,林桂祥和葛德三等同志参加了测试工作。王季卿先生对本文提出过宝贵意见,作者在此表示衷心的感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 潘伟等:居住建筑中楼板隔绝撞击声性能分析,第二届建筑物理学术会议论文选集 P. 190,中国工业出版社
- [2] 王季卿等:混凝土楼板对撞击声隔绝的实验室研究,第二届建筑物理学术会议论文选集 P. 207,中国工业出版社
- [3] JGJ11-82住宅隔声标准国家建工总局标准
- [4] Gosele K.: Trittschall-Entstehung and Dämmung, Akust, Beih, No 1 (1956)
- [5] Cremer L.: Berechnung Von Körperschallvorgängen, Akust. Beih, No 1 (1956)
- [6] ISO140/V111 在标准楼板上楼板面层减弱传递的撞击声的实验室测量

(上接第25页)

### 三、实验及初步数据

在做动物活体测量前,为了检验探测器械的可行性,曾用其对有机玻璃,蒸馏水和新鲜猪肝进行了测量并和文献资料中的同类数据作了比较,如表一所示。

从表一数据,可以看出在对有机玻璃和蒸馏水的测线中,我们的测线数据稍偏低,相差约在6%到7%之间,而对猪肝的测线中,我们的数值约低3%到5%。其原因可能是测试条件的不同。

然后,对家兔和狗进行了活体测量。首先将实验动物缚于手术台上,用硫喷妥纳溶

液通过耳静脉或腹腔静脉进行麻醉。手术切口约在5—6公分之间。由于探测器轻小,它可随活体的呼吸节奏而同步移动。在测量过程中采用微电脑对声时值进行自动采集并与予先输入的厚度数据进行运算,打印。整个测量过程只需时约三分钟。表二为测得的活体数值与文献资料所载数值的对照比较。这些实验的活体动物在术后仍健壮地成活,直至被宰。

### 参 考 资 料

- [1] 蔡恒辉等:“窄脉冲超声探头”,无损检测,5(1983),No1
- [2] 日本超音波医学会编:超音波医学,(1973)
- [3] 日本学术振兴会制钢第19委员会编.超音波探伤法,(1974).