

漫谈自然之“声”

王 瑜

(蚌埠坦克学院物理室 安徽 233013)

人们对声音是再熟悉不过的了,每时每刻都要与声音打交道。从大自然的风声、雷声,到飞机划破长空的呼啸声;从婴儿“呱呱”落地时的第一声哭泣,再到人类用于交流的语言和美妙的音乐,声音与人类总是相伴的。没有声音的世界将是不可思议、极其恐怖、无法生存的。那么,什么是声音?其奥秘何在?这就让我们走进声音的世界,揭开其神秘的面纱。

一、声音的物理机制

平时人们所说的声音,从物理上讲,指的就是声波,声波本质上是一种机械纵波。频率在 20 赫兹到 20000 赫兹的声波,能引起人的听觉,称为可闻声波,有时又简称声波;频率低于 20 赫兹的叫做次声波;高于 20000 赫兹的叫做超声波。广义的声波包括可闻声波、次声波和超声波。

声波具有一般机械波的性质。在弹性介质中,声波以一定的速度传播,介质的温度高则声速大,温度低则声速小;在固体和液体中的声速大于在气体中的声速。比如:摄氏 20℃时,空气中的声速为每秒 343 米,水中为每秒 1460 米,铝中为每秒 5100 米。若声波传播遇到大于声波波长的障碍物时,它会受到反射,如:夏天雷声轰轰不绝,即是雷声被天空密云多次反射的结果。

声波在传播时也伴随着能量的传播。声波的能流密度叫做声强(I),声强与角频率的平方和振幅的平方成正比。能引起人们听觉的声强范围在 $10^{-12} \sim 1\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 之间,显然,数量级相差很大。因此,常常用声强级来表示介质中各点声波的强弱,声强级计算公式:

$$L = \log_{10}(I/I_0)$$

其中: $I_0 = 10^{-12}\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 为测定声强的标准; L 的单位为贝耳(B),由于贝耳这一单位太大,通常采用贝耳的 1/10,即分贝(dB)为单位。比如:在街道的交通繁忙区其声强级约为 70dB;谈话声约 60dB;树叶沙沙声约为 10dB。

二、奇异的次声波

次声波又称亚声波,频率在 $10^{-4} \sim 20$ 赫兹之间。在火山爆发、地震、陨石落地、大气湍流、雷暴、磁暴等自然现象中,都会发出次声波。它具有下面的重要特性:

首先,次声波的频率低,在空气、水、地面等介质中传播时,能量衰减缓慢,因而传播距离较远。一颗 4 千克的炸弹爆炸时,在几千米远处就听不到爆炸声了,但爆炸引起的次声波却能传到 80 千米以外的地方,而火山爆发激起的次声波竟能绕地球传播 3 圈,历时 108 小时。

其次,次声波的穿透能力很强,具有较大的破坏性。7000 赫兹的声波用一张纸即可阻挡,而 7 赫兹的次声波用一堵厚墙也不能阻挡。次声波甚至可穿透十几米厚的钢筋混凝土。高空大气湍流产生的次声波能将飞机撕得四分五裂,海啸带来的次声波可将岸上的房屋毁坏。

再者,虽然次声波不会引起人耳的听觉,但是,次声波的频率与人体的固有频率相近(人体各器官的固有频率在 3—17 赫兹范围),因此,次声波作用于人体时,人体器官容易发生共振,引起人体功能混乱,血压升高;头脑平衡功能遭到破坏,产生旋转感,恶心难受。强烈的次声波甚至可以引起死亡,军事应用中的次声武器就是利用这一特性。

三、神通广大的超声波

超声波是通过具有磁致伸缩或压电效应的晶体振动而产生的。它具有频率高、波长短、容易聚成细波束,容易反射的显著特点,因而具有良好的定向传播特性;因为声强与频率的平方成正比,因此超声波的功率很大,可以达到几百至几千瓦的功率;超声波在空气中衰减很厉害,但在液体和固体中则衰减很小,这一点正好与无线电波相反。

在各行各业中,超声波有着广泛的用途:

1. 声纳,即声波雷达。由于海水的导电性良好,电磁波在海水中传播时,吸收非常严重,这样,电

磁雷达无法使用,相反,利用超声波的定向发射性质和液体中衰减很小的特点,可以制成声纳装置,探测鱼群位置,发现敌方潜艇的方位和距离,也可用来测量海水深度。

2. 探伤。因为超声波碰到杂质或媒质分界面时有显著的反射,所以可以根据反射超声波的情况来探测工件内部的缺陷,这种方法的优点是不损伤工件,而且由于超声波的穿透力强,因而可以探测大型工件。如用于探测万吨水压机的主轴和横梁。在医学上,广泛使用的“**B超**”仪就是利用超声波来显示人体内部结构的图像,从而帮助诊断病变的。

3. 此外,利用超声波能量大而且集中的特性,可以用来切削、焊接、钻孔、清洗机件,也可以用来处理种子和促进化学反应。因为超声波在媒质中的传播速度比电磁波小得多,因此,可以制成超声延迟线,达到延迟时间的目的,代替某些电子元件。

四、不容忽视的噪声

声波如同一柄双刃剑,有利也有害。人类在利用声波为人们服务,不断发现其强大功能的同时,也被噪声不断地烦恼、危害着。所谓噪声是指紊乱、断续或统计上随机的振荡而产生的声波,它是人们不需要的声音,是在一定频段中的干扰。

噪声的种类很多,有机器噪声、交通噪声、风扇噪声、排气噪声等,它们对人们的工作和健康都有危害。这些危害表现为:

1. 噪声的物理危害。高强度噪声能够损坏建筑物。如:超声速飞机的轰轰声,强烈的爆破声等可使建筑物的玻璃震碎,烟筒倒塌,抹灰开裂,瓦损坏。特高强度噪声(160dB以上)影响下,发声机体本身也可能因疲劳而损坏,并使一些自动控制和遥控的仪表、设备失效。这种声疲劳现象对火箭发射有很大影响。

2. 噪声对人的心理危害。吵闹的噪声使人讨厌,烦恼,精神不易集中,影响工作效率,妨碍休息和睡眠。噪声达到70dB时,50%的人的睡眠就要受影响。在强噪声下,还容易掩盖交谈和危险警报信号,分散人们的注意力,发生工伤事故。

3. 噪声的生理危害。在强噪声下暴露一段时间后,听觉引起暂时性听阈上移,听力变迟钝,即产生听觉疲劳。如果长期在强噪声下工作,听觉疲劳不能复原,内耳听觉器官发生病变,就会形成噪声性耳聋。在强噪声的影响下还会诱发其他疾病,如:头昏、头痛、神经衰弱、消化不良以及高血压和心血管病。

因此,必须采取一定措施,让噪声强度控制在标准范围内。一般而言,一个噪声系统由声源、传递途径和接收点(人或仪表)3个环节构成,其中声源是主要环节。降低噪声的主要方法有:吸声、隔声、隔振、阻尼、消声器、管道包扎等。

五、数字化的声音信息

随着计算机的出现,网络时代的到来,声音作为多媒体家族中重要的一员,渗透到信息领域的方方面面,其身影到处可见。游戏中的音响效果加强了游戏的趣味性;视频图像的配音、配乐,静态图片的解说、背景音乐,使画面充满生气、动感十足;语言电子邮件,听声如见人,倍感亲切;可视电话、电视会议就更离不开声音这一媒体了。

声音信号分模拟声音与数字声音两种形式。

模拟磁性录音技术是直接记录声音信号的波形,它是连续变化的,重放声音时用唱针扫描槽纹或者用放音磁头拾取信号。如果磁带的频率出现微小的变化,就会对声音质量产生影响,于是,要得到高质量的录音、放音效果,就只能采用数字声音技术。

计算机内声音的表示必须是数字形式的,因此必须把模拟声音信号转换成有限个数字表示的离散序列,即实现声音的数字化。这一过程包括抽样、量化和编码3个步骤。

模拟声音在时间上是连续的,而数字化的声音是一个数据序列,是断续的。因此把模拟声音变成数字化的声音时,需要每隔一个时间间隔在模拟声音波形上取一个幅度值,称之为抽样,两次抽样的时间间隔称为抽样周期,其倒数称为抽样频率。

抽样得到的幅度值用数字表示,如:0.5V电压若用数字20表示,则2V电压可用80表示。但是模拟电压幅度,即使在某电平范围内仍然可以有无穷多个,如:1.20V,1.21V,……等,这样,用数字表示声音幅度时,只能把无穷多个电压幅度用有限个数字表示,即把某一幅度范围内的电压统一用一个数字表示,这个步骤称为量化。

由于计算机内的基本进制是二进制,因此还需将量化后的数字写成计算机能存贮、处理的数据格式,并适当地进行压缩,这就是编码。

总之,声音可以说是自然恩赐给我们人类的无价之宝,它为我们的世界增添了无穷的的乐趣和想象;并且随着深入地学习、探索,我们必将会对声音有更丰富、更全面的认识和理解,真正揭开其庐山面目,更好地为人类服务。