# 十七、超声波

频率低于20赫兹和高于20000赫兹的声波，都不能引起人的听觉。低于20赫兹的声波叫**次声波**。高于20000赫的声波叫**超声波**。

地震、台风、核爆炸、火箭起飞都能产生次声波，所以建立次声波站接收次声波，可以探知几千千米外的核武器试验和导弹发射。由于地震引起的巨大海浪的传播速度和台风中心的移动速度都小于次声波的波速，所以接收次声波还能预报破坏性很大的海啸、台风。但到目前为止，次声波的研究和应用还只是刚刚开始。

超声波在现代生产技术和科学研究中有许多重要应用。

超声波频率很高，在媒质中传播时能产生巨大的作用力，根据这个特性可以利用超声波来清洗、加工和消毒。例如，可以用超声波消除玻璃、陶瓷等制品表面的污垢，击碎和剥落金属制品表面的氧化层，所以从仪表零件到导弹、火箭，就连饮食业的餐具，都可以用超声波来清洗，不仅洗得净，而且节省人力和时间。超声波可以“粉碎”溴化银，制成颗粒极细的优质照相乳胶。这种照相乳胶可用于航空摄影以及从空间实验室或资源卫星上拍摄地面照片。超声波还可以“粉碎”细菌，用来给牛奶消毒，能避免煮沸法消毒对营养的破坏。

超声波的波长非常短，能够沿直线传播和反射，因而可以定向发射。根据这种特性，可以制成声纳、鱼群探测仪、回声测深仪等仪器。这些仪器的原理是相同的，就是发出短促的超声波，再接收被潜艇、鱼群或诲底反射回来的超声波，根据记录的超声波往返时间和波速，确定潜艇、鱼群的位置或海底深度。

超声波的穿透能力很大，能透射几米厚的金属。利用超声波的穿透能力和反射，可以制成超声波探伤仪，用来探查金属内部的缺陷。例如可以用来探查巨大的气轮机轴、水轮机轴内部是不是有气泡或裂缝。混凝土制品、塑料制品、陶瓷制品以及水库的堤坝，也可以用超声波进行探伤。

超声波的传播速度和被吸收情况跟媒质的均匀性和成份有关系。因此，用超声波“透射”正在进行化学反应的物质，在整个过程中不断测定超声波的传播速度和吸收情况，可以准确地知道化学反应的发展时间，有助于深入了解化学反应过程。

有趣的是，许多动物，如海豚、蝙蝠以及某些昆虫，有完善的发射和接收超声波的器官。海豚的声纳设备，使它在混浊的水里，能准确地确定远处的小鱼位置而猛冲过去吞食。它的声纳设备还有令人惊叹的分辨本领，竟能分辨3千米以外的鱼的类别——是它喜欢吃的石首鱼，还是它厌恶的鲻鱼。在漆黑的夜晚飞行觅食的蝙蝠也是利用超声波来导航、定位的。靠发射并接收反射回来的超声波，蝙蝠能发现比头发还细的铁丝，及时避开而不撞上，能快速地捕捉飞行中的昆虫，不到一分钟的时间可以连续捕捉十几只。现代的无线电定位器——雷达，重量有几十、几百、几千千克，蝙蝠的超声波雷达只有几分之一克，而在一些重要特性上，如确定目标方位角的灵敏度，抗干扰的能力等，都远远优于现代的无线电定位器。深入砑究动物身上的超声波器官的构造、功能，将获得的知识用来改进现有的和创制新的设备，是发展超声波技术的主要途径之一。

## 复习题

（1）产生振动的两个必要条件是什么？

（2）什么叫振幅？什么叫周期和频率？什么叫同相和反相？

（3）以弹簧振子和单接为例，从受力和运动两方面说明简谐振动的特点。

简谐振动的周期公式是什么？单摆的周期公式是什么？

（4）从能量的观点说明简谐振动的特点。

（5）什么叫阻尼振动？什么叫受迫振动？受迫振动的频率等于什么？在什么情况下发生共振？举出共振的实例。

（6）机械波是怎样产生的？为什么说波是传递能量的一种方式？什么叫横波和纵波？举出横波和纵波的实例。

（7）波长、频率和波速之间的关系是怎样的？沿着波的传播方向，两个相邻的同相质点问的距离等于多长？两个相邻的反相质点间的距离等于多长？

（8）说明振动图象和波动图象的意义，并加以比较。

（9）两列波叠加时，媒质质点的总位移等于什么？什么是波的干涉？产生稳定的干涉现象的条件是什么？举出干涉的实例。

（10）什么是波的衍射？产生明显的衍射现象的条件是什么？举出衍射的实例。

（11）空气中的声波是怎样产生的？说明声波的反射、干涉、衍射以及声音的共鸣。

（12）音调、响度、音品各是由什么决定的？

（13）简述噪声的危害和控制。

（14）什么是超声波和次声波？举例说明超声波的应用，

## 习题

（1）一座摆钟走得慢了，要把它调准，应该怎样改变它的摆长？是增长还是缩短？为什么？

【解】应该缩短摆长，因为摆长短的周期偏小，频率加快中比原来走的快，这样原先走的慢的钟就能调准了。

（2）周期是2秒的单摆叫做秒摆。试根据测得的当地重力加速度*g*的数值自制一个秒摆。

（3）使悬挂在长绳上的小球偏离平衡位置一个很小的角度，然后放开它；使另一个小球以初速度为零从长绳的悬挂点自由落下。如果两球同时开始运动，哪一个球先到达第一个球的平衡位置？

【答案】自由下落的小球先到达单摆的平衡位置。

（4）一位物理学家通过电视机观看宇航员登月球的情况。他发现在发射到月球上的一个仪器舱旁边悬挂着一个重物，在那里摆动。悬挂重物的绳长跟宇航员的身高相仿。这位物理学家看了看自己的手表，测了一下时间，于是他测出了月球表面上的自由落体加速度的数值，他是怎么测出的？

【解】根据公示*T*＝2π，只要用手表测出摆的振动周期估测出宇航员的身高，即得*g*月＝。

（5）一个准备装到人造卫星上的小型电子计算机将承受10*g*的加速度，为了试验它是否承受得了这样大的加速度，将它装到一个在水平方向上做简谐振动的试验台上。试验台的频率是10赫。要使试验台的最大加速度达到10*g*，它的振幅必须多大？

【答案】*A*＝2.48 cm

（6）火车车轮经过接轨处时要受到震动，因而使车厢在弹簧上上下振动。已知弹簧每受1吨的力，被压缩1.6亳米。车厢和和载重共重55吨，每段铁轨长12.5米。火丰沿轨道做匀速运动时，它的危险速度是多少千米/小时？

【答案】75.6 km/h

（7）巳知0℃时空气中的声速是332米/秒，水中的声速是1450米/秒，声波由空气传入水中时波长变化了多少倍？

【答案】4.37倍

（8）A、B、D三点分别距声源S 40厘米、52.5厘米、65厘米，从S传出的声波波长是25厘米。分别求出A、B两点和A、C两点相的关系。

【答案】A、B两点反相，A、C两点同相。

（9）图9-35中的S1和S2是两个同相、同频率的波源，S1和A点的距离是*l*1，S2和A点的距离是*l*2。如果*l*2－*l*1等于一个波长，两列波到达A点时同相，波峰和波峰相遇（或波谷和波谷相遇），A点的振动加强；如果*l*2－*l*1等于半个波长，两列波到达A点时反相，波峰和波谷相遇，A点的振动减弱，试证明：当*l*2－*l*1为半波长的偶数倍时，A点的振动加强；当*l*2－*l*1为半波长的奇数倍时，A点的振动减弱。

图9-35