



专题二

声波及其应用

树叶沙沙，鸟鸣啾啾；流水潺潺，琴声瑟瑟……天籁之声给人以享受；可尖锐的汽笛声、轰鸣的飞机声却让人焦躁不安。那么，各种声音是怎么产生的？又是如何传播的？为什么不同的声音会对人产生不同的影响？



专题导学

- 通过实验，了解声波的概念；知道声波的性质。
- 了解乐音、噪声，知道乐音、噪声对人体的不同影响。
- 了解多普勒效应，能列举多普勒效应在医药卫生、气象、生活等方面的应用实例。
- 通过实验，了解超声波；知道超声波的性质。
- 能列举超声波在农林生产、医疗实践、制药等方面的应用实例。

第一节 声波 多普勒效应



问题导入

如图 2-1-1 所示,在水槽中加入水,放上一个软木塞。然后用铅笔不断轻触水面,水面上就会形成一圈一圈的水波向外传播,我们会发现水槽中的软木塞在上下振动。那么,当我们在空气中敲击鼓面时,鼓面周围空气中的轻小物体又会怎样运动?有哪些特性?



图 2-1-1 水波的形成

1. 声波

与水波的传播相似,声音在空气中也是以波的方式向远处传播的。当喇叭的振动面向外侧运动时,压缩邻近的空气,使这部分空气变密;当喇叭的振动面向内侧运动时,这部分空气变疏。振动面不断振动,空气中就形成疏密相间的波,向远处传播。因此,声音也是一种波,我们把它叫作**声波**(图 2-1-2)。将一支点燃的蜡烛放在喇叭的前方,当喇叭中发出较强的声音时,蜡烛火焰会摇晃,这是声波在空气中传播时使它周围的空气发生疏密变化造成的。

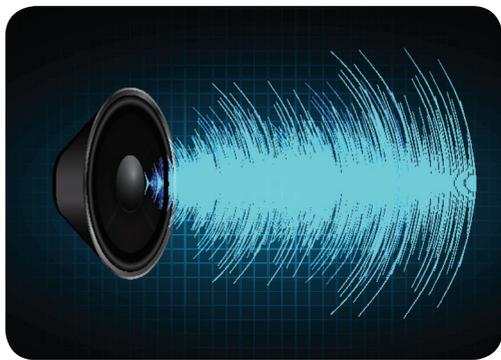


图 2-1-2 声波

声音无法在真空中传播,这是由于真空中没有可以传播振动的物质,不能形成疏密相间的声波。因此,在没有空气的月球表面,虽然两位航天员近在咫尺,但不用无线电的话也听不到对方讲话。

声音既能在空气中传播,也能在液体和固体中传播。声波在不同介质中的

传播速度是不同的。空气中的声速还与温度有关，温度低，声速就小。在 0°C 的空气中声速约为 332 m/s ，而在 100°C 的干燥空气中声速约为 386 m/s 。

有些声音可以让人身心愉悦，但有些声音却让人躁动不安，这是为什么呢？

原来，发声体有规律振动和无规律振动之分。由于发声体有规律地振动而产生的具有固定音调的音称为乐音。乐音是音乐中所使用的最主要、最基本的素材，音乐中的旋律、和声等均由乐音构成。反之，噪声是发声体做无规律振动时发出的声音。图 2-1-3 所示为乐音和噪声的声波图像。

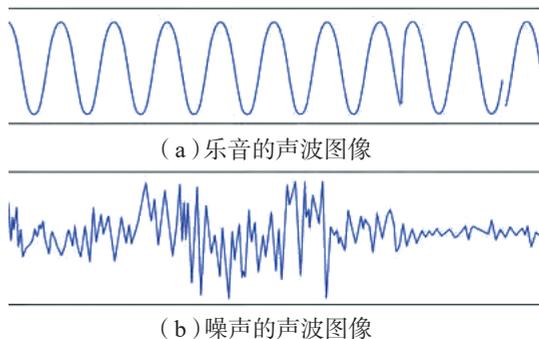


图 2-1-3 乐音和噪声的声波图像

音乐对人的心理状态和身体状况能起到某种特殊的作用，所以有治疗疾病的作用。这种作用是通过心理作用和生理作用来实现的。

在心理作用方面，音乐能直接影响人的情绪和行为。音乐可通过艺术感染力作用于心理，以情导理，既能增强人体的抗病能力，又可以消除精神上的阻滞。节奏鲜明的音乐能振奋人的情绪，如军乐曲、进行曲，一般都具有鲜明的节奏感，可以使人兴奋、激动、热血沸腾；旋律优美悠扬的乐曲，则能使人情绪安静和轻松愉快（图 2-1-4）。



图 2-1-4 音乐的力量

在生理作用方面，音乐可以影响人体的生理功能。声音是由物体振动产生的，是一种能量。音乐作用于人体内各个振动系统，使其产生有益的共振，这是有利于身心健康的重要因素。另一方面，优美的音乐作用于大脑，提高神经的兴奋性，通过神经体液的调节，促进人体分泌一些有益于健康的激素、酶与乙酰胆碱等物质，起着调节血液流量、促进血液循环和胃肠蠕动、增加唾液分泌、加强新陈代谢等作用，从而使人精力充沛。国外曾用音乐代替麻醉药物做剖宫产和拔牙手术，绝不是单纯靠转移患者注意力或是暗示

作用取得效果的。音乐像针灸一样，对人体的影响具有生理和生化基础。不同的乐曲，可表现出镇静作用、兴奋作用、镇痛作用、降压作用和情绪调节作用等不同的效果。

噪声对听觉器官的影响是从生理转移至病理的过程，造成病理性听力损伤必须达到一定的强度和接触时间。长期接触较强烈的噪声引起听觉器官损伤的变化，一般是从暂时性听阈位移逐渐发展为永久性听阈位移。

噪声对人体的危害是全身性的，既可以引起听觉系统的变化，也可以对非听觉系统产生影响(图2-1-5)。此外，作业场所中的噪声还会干扰语言交流，影响工作效率，甚至造成意外事故。



图2-1-5 噪声有害警示标志



物理与德行

噪声对人体有非常大的危害，因此我们在生活中要注意自身行为，遵守社会公德，减少噪声的产生，如在坐车时要注意禁止鸣笛标志(图2-1-6)，并提醒司机不在禁止鸣笛的区域鸣笛；不在教室、影院等公共场所大声喧哗等。



图2-1-6 禁止鸣笛标志

2. 多普勒效应

当消防车向我们驶来或远去时，你注意过它们发出的鸣笛声有什么变化吗？当消防车向我们驶来时，鸣笛声的音调变得更高了；离我们远去时，音调变得更低了，如图2-1-7所示。这是为什么呢？



图2-1-7 消防车驶过时听到的音调变化示意图

实际上，消防车的鸣笛声的并没有变化，只是由于救护车与地面观察者之间发生了相对运动，从而使观察者接收到的声波频率发生了变化。这种因波源与观察者之间有相对运动而使观察者接收到的波的频率发生变化的现象，称为多普勒效应(Doppler Effect)。这一现象是奥地利科学家多普勒(C. Doppler)发现的。

多普勒效应在生产生活中有着广泛的应用。如交通警察使用的多普勒测速仪(图2-1-8)就是利用了多普勒效应。



图2-1-8 多普勒测速仪



图2-1-9 多普勒彩色超声诊断仪

多普勒彩色超声诊断仪(简称“彩超”，图2-1-9)是多普勒效应在医学方面的重要应用。医生可以借助该仪器向人体的待检测部位发射一定频率的超声波，再通过仪器对收集到的反射波频率进行分析，通过显示屏上的图像即可判断出人体中的血流方向和速度，进而确定是否存在

病变及病变大小或部位。多普勒彩超的应用，可以帮助医生对人体内部组织、器官进行体外检测，大大降低了患者痛苦，且提高了检测质量。

多普勒效应在气象方面也有着广泛的应用。气象雷达(图2-1-10)作为天气监测中的重要仪器之一，在人们的生活中被广泛应用在气象及民航等部门。气象雷达通过向外发射一定频率的发射波，然后对接收到的反射波数据进行分析，可以对地区的降雨情况进行分析和预测。气象雷达



图2-1-10 多普勒气象雷达

在工作时处于旋转的状态，能够多方位地对气象情况进行监测。气象研究对于人们的生产生活有着重要的意义，错误的气象数据和不及时的气象信息，可能会导致人们受到自然灾害的危害。

电磁波的多普勒效应为跟踪目的物(如导弹、云层等)提供了一种简便的方法。当目的物从远处飞向地面监测站上空，或从地面监测站上空飞向远处时，如果监测站不断发射恒定频率的电磁波，由于多普勒效应，地面监测站接收到的反射波频率会发生相应的变化。根据这种变化，就可确定目的物的距离、方位、速度等，这在军事、航天、气象预报等领域有着广泛的应用。



物理与社会

多普勒效应的发现

多普勒效应的发现纯属偶然。1842年的某天，多普勒正路过铁路道口，恰逢一列火车从他身旁驶过。他发现，火车从远到近时汽笛声变大，但音调变得尖细；而火车从近到远时汽笛声变小，但音调变得雄浑。他对这个物理现象产生了极大的兴趣，并进行了研究。他发现，这是由于波源与观察者之间存在着相对运动，使观察者听到的声音频率不同于波源频率，这就是频移现象，后人把这一现象称为“多普勒效应”。



物理与技术

我国的北斗卫星导航系统

当人类历史上第一颗人造卫星进入太空后，科学家发现：在卫星运行过程中，离地面接收端越近，收到的无线电信号频率越高；离地面接收端越远，无线电信号频率越低。这一发现启发人们进行逆向思考：如果知道了卫星的精确轨道，根据信号频率的变化进行计算，不就能得出地面接收机的位置了吗？这就是现代卫星导航定位的原理。

中国北斗卫星导航系统（BDS，图 2-1-11）是我国自行研制的全球卫星导航系统，也是继美国全球定位系统（GPS）、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统（GLONASS）之后的第三个成熟的卫星导航系统。随着系统建设和服务能力的发展，北斗系统对经济社会



▲ 图2-1-11 北斗卫星导航系统示意图

发展的辐射带动作用显著增强，相关产品已广泛应用于交通运输、海洋渔业、水文监测、气象预报、森林防火、电力调度、救灾减灾、应急搜救等领域。例如，通过北斗高精度服务，手机终端的定位未来可以实现米级甚至分米级定位精度，特别是在卫星信号观测环境较差、甚至短时间完全遮挡的情况下，仍然可以稳定输出高精度的定位结果，解决手机用户在高架桥下、隧道、车库等情况下无法定位的问题。

未来，北斗系统将持续提升服务性能，扩展服务功能，增强连续稳定运行能力。2035年前，将建成以北斗系统为核心，更加泛在、更加融合、更加智能的国家综合定位导航授时体系，为未来智能化、无人化发展提供核心支撑。届时，从室内到室外、深海到深空，用户均可享受全覆盖、高可靠的导航定位授时服务，北斗卫星导航系统将更好地服务全球、造福人类。



巩固提升

1. 若有一根长 100 m 的钢管，当甲敲击钢管的一端时，乙用耳朵紧贴着钢管的另一端，一共听到几次声音？为什么？

2. 当你在站台等火车进站时，听到火车发出“呜呜”的鸣笛声；你在站台时，火车在等乘客上车时发出“呜呜”的鸣笛声；你下火车后，火车离你而去时发出“呜呜”的鸣笛声。

以上这3种鸣笛声有什么区别？请你利用所学声波知识进行解释。

3. 观察听诊器的机构，了解其主要功能，并用听诊器听自己或同学的心音和呼吸声，互相交流心得。试着自制一个简易听诊器，并总结通过这次制作活动你学到了什么。

第二节 超声波的应用



问题导入

夜间出来觅食的蝙蝠不是用眼睛“看到”前方的食物或障碍物，而是用声波来判断前方的情况，并由此来改变飞行线路（图2-2-1）。人类能听到蝙蝠发出的声波吗？



图2-2-1 飞行中的蝙蝠

1. 超声波

物体振动发出声音的频率范围是很宽的，其中能引起人的听觉的声音频率在20 ~ 20 000 Hz范围内。频率高于20 000 Hz的声波叫作**超声波**，频率低于20 Hz的声波叫作**次声波**。

人的耳朵听不到超声波，也听不到次声波。人的发声系统也发不出超声波和次声波。但在自然界中，有一些动物对声音的敏感程度大大超过人类。如我们熟知的狗，既能听到超声波，也能听到次声波。人和动物的发声频率和听觉频率如图2-2-2所示。

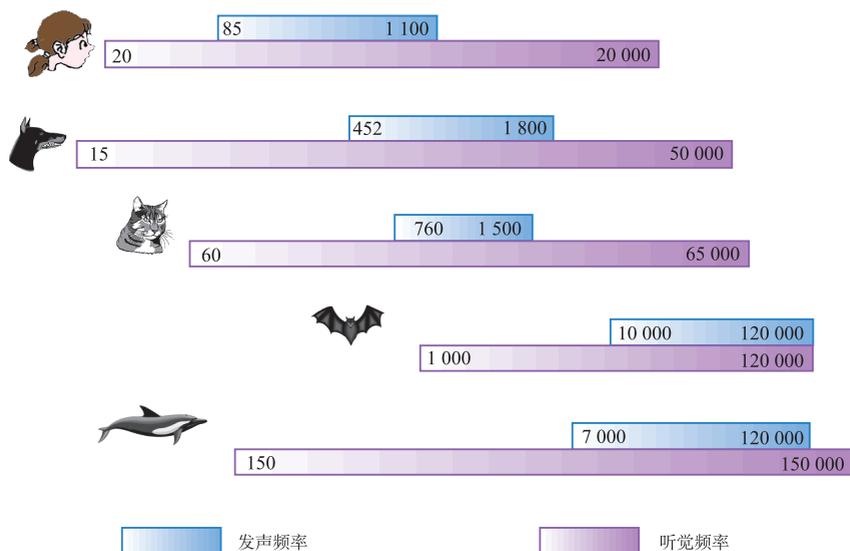


图2-2-2 人和动物的发声频率和听觉频率

超声波和次声波都具有传播性能好的特点。超声波由于频率高，还具有能量大，易透射、折射和反射的特点。另外，超声波对人体危害性小，因而可用于医疗等。



物理与生活

超声波加湿

空气非常干燥时，我们的皮肤容易龟裂，这就需要增加空气的湿度，营造湿润的环境来改善。加湿器就是常用的选择。超声波加湿器（图2-2-3）主要是采用高频振荡，再通过雾化片的高频振动使加湿器中的水被抛离水面产生水雾，达到对空气加湿的目的。



图2-2-3 超声波加湿器

2. 超声波在工农医方面的应用

在工业上，可利用超声波对金属构件进行检测(图2-2-4)。通常均匀材料中存在的缺陷会导致一些物理特性的不一致。超声波在两种物理特性不同的介质的界面处会发生反射，通过接收反射回来的能量和相关物理特性的信号，可以检测金属的内部情况。



图2-2-4 用超声波检测金属构件

在农业上，对种子、作物进行超声处理，消毒杀菌，有利于种子的发芽和作物的生长。当超声波射到浸泡在水中的种子上时，会对种子产生一种类似摩擦的作用，大大提高了种皮的透水性和透气性，种子就能提前发芽。同时，超声波能促使种子内储存的淀粉、脂肪和蛋白质更好地溶解于水，变成易被种胚吸收的养料，使幼苗茁壮成长。超声波还能杀死潜伏在种子上的某些病菌和虫卵。此外，超声波雾化技术已被广泛应用于温室无土栽培中(图2-2-5)，可以增加温室内的湿度，提高作物的产量。

在医学上，超声波检查(图2-2-6)已成为临床医学中不可缺少的诊断方法。医生把能发射超声波的探头放在患者体表的适当位置，让超声波在人体内传播。当某脏器发生病变时，反射回来的信号与正常情况不同。医生就可据此诊断该脏器是否发生了病变，并可分析病变的性质，从而确定治疗方案。另外，超声波碎石已经广泛应用于临床治疗当中。



图2-2-5 用超声波处理作物



图2-2-6 B型超声波检查



巩固提升

1. 在海洋探测中常利用超声波测量海洋的深度。大洋某处，海平面处的声呐从发出信号到接收信号共需 3.6 s。请计算该处海洋的深度。（超声波在海水中传播的速度按 1 500 m/s 计算）
2. 收集资料，了解医学上 B 超仪器的工作原理，撰写调查小报告，并在课堂上交流。
3. 收集资料，了解渔船上超声探测仪的工作原理，撰写调查小报告，并在课堂上交流。

●●●●● 专题归纳 ●●●●●

一、概念及应用

1. 声音也是一种波，叫作声波。声音分为有规律振动的乐音和无规律振动的噪声。噪声对人体有着极大的危害，我们要减少和防治噪声。因波源与观察者之间有相对运动而使观察者接收到的波的频率发生变化的现象，称为多普勒效应。光波、无线电波、微波等都能发生多普勒效应，多普勒效应是波共有的特征。多普勒效应在生产生活中有着广泛应用。

2. 能引起人的听觉的声音频率在 20 ~ 20 000 Hz 范围内。频率高于 20 000 Hz 的声波叫作超声波，频率低于 20 Hz 的声波叫作次声波。超声波已被广泛应用于各个领域，如多普勒测速、多普勒彩色超声诊断、超声波加湿、超声波检测探测仪检测金属构件内部情况、超声波处理种子和作物、B 型超声波检查。

二、思维与创新

1. 通过对声波有关问题的探究分析，总结归纳出声波分为乐音和噪声。乐音有利于身体健康，而噪声则使人不适甚至造成实质性伤害。通过对多普勒效应现象的研究观察，理解多普勒测速仪等的原理并会应用。

2. 通过收集医用 B 型超声、超声探测仪相关资料，了解其工作原理，通过撰

写调查小报告、课堂交流等活动，提高学生专业技能，培养合作交流意识和能力。

三、实践与技能

1. 通过观察探究正在发声的手机在耳边摇动时音调的变化情况，加深对多普勒效应的感性认识，增强实验观察能力。

2. 通过制作简易听诊器的实践活动，提高操作技能和培养工匠精神，发展技能操作、技术运用的能力。

四、态度与责任

通过对我国北斗卫星导航系统成就及发展历程等的了解，培养精益求精、追求卓越的工匠精神，增强自豪感和为中华民族伟大复兴而奋斗的使命感和责任感。